

計畫編號：DOH95-DC-2008

行政院衛生署疾病管制局九十五年度科技研究發展計畫

噴霧機噴灑技術研究（一）

研究報告

執行機構：疾病管制局

計畫主持人：夏維泰

研究人員：林懿薇

執行期間：95年1月1日至95年12月31日

本研究報告僅供參考，不代表衛生署疾病管制局意見

目錄

壹、摘要	1
貳、前言	3
參、材料與方法	6
肆、結果	9
伍、討論	15
陸、結論與建議	18
柒、參考文獻	20
捌、圖表	24

表目錄

表一、	二十二種特殊環境衛生用藥代號對照表.....	24
表二、	三十二台噴霧機代號對照表.....	26
表三、	各型號二流體噴頭噴霧粒徑測定表.....	27
表四、	二十二種特殊環藥對台南品系埃及斑蚊之藥效.....	28
表五、	動力式噴霧機流量測定表.....	30
表六、	壓力式噴霧機流量測定表.....	31
表七、	熱煙霧機流量測定表.....	33
表八、	超低容量機流量測定表.....	34
表九、	動力式噴霧機噴霧粒徑測定表.....	36
表十、	壓力式噴霧機噴霧粒徑測定表.....	37
表十一、	熱煙霧機噴霧粒徑測定表.....	39
表十二、	超低容量機噴霧粒徑測定表.....	40

圖目錄

圖一、	噴藥塔裝置圖	42
圖二、	二流體噴頭示意圖.....	43
圖三、	噴霧粒徑測定示意圖.....	44
圖四、	各型號二流體噴頭噴霧粒徑圖.....	45
圖五、	各口徑二流體噴頭施噴各種藥劑時對埃及斑蚊的擊昏情形.....	46
圖六、	動力噴霧機流量與噴霧粒徑之關係	47
圖七、	壓力式噴霧機流量與噴霧粒徑之關係.....	48
圖八、	壓力式噴霧機壓力與噴霧粒徑之關係.....	49
圖九、	壓力式噴霧機壓力與流量之關係.....	50
圖十、	熱煙霧機流量與噴霧粒徑之關係.....	51
圖十一、	熱煙霧機噴頭口徑與噴霧粒徑之關係.....	52
圖十二、	熱煙霧機噴頭口徑與流量之關係.....	53
圖十三、	超低容量機流量與噴霧粒徑之關係.....	54

壹、摘要

本計畫目的在測試特殊環藥對埃及斑蚊之藥效，同時測定各型噴霧機之流量並研究噴頭口徑（型式）及壓力（功率）與噴霧粒徑的關係，以探討噴霧機噴灑技術對殺蚊效果的影響，進而訂出完整且實用之緊急噴藥操作程序。在噴藥塔藥效試驗中以六種不同口徑之噴頭施噴二十二種市售特殊環境衛生用藥，以測試其對台南品系埃及斑蚊的藥效，並證實各藥劑皆具防治成效同時殺蟲劑顆粒大小會影響其殺蟲效果，而最適當的藥粒粒徑應位於 20~50 μm 之間。環藥劑型則以油劑最適合空間噴灑，而懸浮劑僅能用於殘效噴灑。另測定市售三十一台各型噴霧機於不同噴頭型式（口徑）、壓力（功率）下之流量並以粒徑分析儀分析其噴霧粒徑大小及分布情形，以評估各型噴霧機具的霧化性能及其穩定性，並探討噴霧機流量、壓力（功率）與噴霧粒徑的關係。結果發現，各型噴霧機之實測流量值皆與原廠標示者有顯著差異 ($P < 0.05$)，而其中熱煙霧機與壓力式噴霧機之功能較為穩定。另外，噴霧機噴霧粒徑會受到壓力（功率）、噴頭型式（口徑）及流量等因子的影響，各因子間之關係除壓力式噴霧機呈負相關外，其餘機種皆為正相關，同時熱煙霧機與超低容量機的霧化效能較佳，至於動力式與壓力式噴霧機則可藉由調整噴霧機的功率（壓力）並配合噴頭型式（口徑）的選擇，完成最佳噴灑組合，以施噴最適粒徑（20~50 μm ），達到有效防治目的。

關鍵字：粒徑、流量、噴霧機、埃及斑蚊

英文摘要

The purpose of this project is to test the efficacy of commercial product insecticides to the mosquito control, and to study the relationships between sprayers nozzle, pressure (power), flow rate and droplet size, in order to confirm the sprayer use technology and to establish the standard operation procedure of Dengue fever vector control. Tested Aedes aegypti Tainan strains were obtained from CDC laboratory colony and were treated with 22 commercial product insecticides by Spray tower method resulted that each product shows high mortality and the most appropriate droplet size located from 20 to 50 μm to the mosquito control. Oil formulation is suitable for space spray, while suspension is suitable for residue spray. 31 sprayers flow rate and pressure (power) were assayed and the droplet size were analyzed by Sizing master to evaluate its stability and nebulization. There were significant difference ($P < 0.05$) between actual measurement and registered data. Sprayers flow rate, pressure (power) and nozzle pattern can influence the droplet size, and in Hand pressured sprayers they showed negative regressions while in Fog, ULV and Power sprayers they showed positive regressions. Fog and ULV sprayers have the best stability and nebulization; others require precision adjustment to achieve the best quality of space spray.

Keywords: droplet size、flow rate、sprayer、Aedes aegypti

貳、前言

氣候的變化影響著一個地區的天氣形式和生態平衡，其中最重要的就是對傳染病散播的影響（童、呂 2000）。面對氣候暖化效應所造成溫、濕度的升高，使得蚊蟲的棲群密度也隨之增加（奚 2000），縱使在冬天也開始有蚊蟲的侵擾情形發生，以致擴大了疾病流行的範圍及程度，而增加了對人類的危害（曲 等人 2005）。登革熱是一種環境病、社區病，只要環境中存在有適當的孳生源，就有流行的可能。由於東南亞特殊的環境地理、人文條件，加上登革熱四型病毒的交替流行，更使得疫情的流行強度與頻率逐年增加（許 1995）。然而，隨著經濟文明不斷地發展建設，民眾對環境衛生的要求日益高漲，蚊蟲的棲息處也由丟棄的紙杯、鋁罐及廢輪胎等物品，轉換成水溝、破水錶，甚至是滴水簷等。目前的防治策略採行標本兼治的綜合防治，其間包括了環境整頓、孳生源清除、養魚吃蚊及緊急噴藥等手段（林 2000，王、宋 2001）。雖然政府一直宣導澈底清除病媒蚊孳生源才是登革熱防治最根本方法，並且要求全民由日常生活中做起，一起對抗登革熱。然而，綜觀全國，只要有疫情發生，不論媒體、民眾，或政府單位、專家學者，無不企望化學防治，希望能夠儘快展開全面噴藥作業，以期快速降低疫情，還給民眾健康快樂的生活。但是每當疫情失控，事後檢討時，大多又將責任歸咎於蚊蟲產生抗藥性以及噴藥人員工作不力，以致化學防治無效，滅蚊形同趕蚊等因素。然而這兩年來，當登革熱疫情發生，地方政府實施緊急噴藥時，衛生署同步進行的現場藥效評估報告往往

證實縱使該地區蚊蟲已有抗藥性情形產生，但仍可藉由正確落實的噴灑技術來提高防治效能（夏 2006）。

噴霧機具的操作使用是緊急防治中重要的一環，空間噴灑的觀念其來有自；世界衛生組織（WHO）將殺蟲劑經噴霧機噴出的藥粒大小規範成七類（WHO 1990），而且建議防治蚊蟲的最佳噴霧粒徑為 10~20 μm （WHO 2003）。許多學者在噴灑技術上曾提出了低容量和超低容量噴霧技術及精密噴灑技術等理論（李 2002），其中 Himel 在 1969 年更提出了生物最佳粒徑理論，同時各項試驗研究也證明，施藥量和施藥濃度、藥劑顆粒大小、藥液沉積分佈是噴灑技術中極為重要的技術指標，可見噴霧機具的霧化性能與殺蟲效果關係最為密切（黃 2004，顏 2001）。近幾年來在美國、德國和日本等先進國家中，由於科技的發展使得粒子的量測日益精進，而粒徑分析儀的用途更加廣泛（Alan 2005，Paul 2005），導致對噴霧粒徑分析與研究也更加透徹，例如藥劑顆粒大小及藥效的相關性（王 1991，崔 等人 1992，陳 1995）；噴霧機顆粒大小與其沉澱速度的關係（Weiss etc. 1997，湯 等人 2005）；壓力、噴頭口徑、流量、噴霧角度及粒徑大小之間的關聯等等（石 等人 2005，Dukes etc. 1990）。

本研究計畫係先以二流體噴頭之各種不同口徑，模擬熱煙霧機、動力式噴霧機、超低容量機及壓力式噴霧機等不同類型機具，以粒徑分析儀測定其距離噴頭末端 50 公分處之噴霧粒子大小。再於噴藥塔試驗中以 6 個不同口徑之二流體噴頭，施噴不同成份劑型的 22 種特殊環境衛生用藥，測試

其對台南品系埃及斑蚊的藥效，以探討藥粒大小對殺蚊效果的影響。另外測定市售 31 台各型噴霧機具於不同噴頭型式(口徑)、壓力(功率)下之流量及以粒徑分析儀分析其噴霧粒徑大小及分布情形，以評估各型噴霧機具的霧化性能及其穩定性，並探討噴霧機流量、壓力（功率）與噴霧粒徑的關係，以篩選較佳之噴霧機及訂定其標準操作方法，提供予縣市衛生局為藥劑、機具採購與使用之依據，並作為明（96）年度空屋模擬現場藥效試驗之基礎，以期訂出各型噴霧機施噴各型環藥時之最佳作業組合及一套完整實用之緊急噴藥標準作業程序，以發揮緊急噴藥最大防治效能，及時中斷本土傳播途徑，保障人民生命財產安全。

參、材料與方法

一、供試蚊蟲培養

台南品系埃及斑蚊幼蟲飼於塑膠水盆中，每盆（30*24*2.5 公分）約飼養 500—800 隻幼蟲，以台糖酵母+豬肝粉（1:1）餵食並每日刮去水膜，化蛹後挑置於水杯中，再放入養蟲籠中（30*30*20 公分），等待其羽化成蟲後，供給 5%糖水。另吊以小白鼠供雌蚊吸血，以水杯浸潤紙片供其產卵，卵片收集乾燥後，再放入水中孵化。養蟲室維持 25—28℃，相對溼度 70%，光照 12 小時。

二、噴藥塔藥效試驗

使用 2-5 天大、未吸血之台南品系埃及斑蚊雌蚊 20 隻，分別置於玻璃缸（直徑 20*高 20 公分）中，再放於升降平台上（圖一），6 種不同口徑之二流體噴頭以無油式空氣壓縮機（20 psi）加壓（圖二），分別施噴市售含合成除蟲菊有效成份並適用空間噴灑防治蚊蟲之 22 種特殊環境衛生用藥（表一），各藥劑施噴量依環保署核可標示換算而得。藥劑噴完後，移出玻璃缸，並每 30 秒觀察紀錄一次蚊蟲被擊倒數目至 30 分鐘止，再將成蚊吸出後置於觀察杯中（5%糖水棉花），復放置於 25 °C、RH 70 %的生長箱中觀察並紀錄其 24 小時之死亡率。各組試驗重覆三次，每次試驗數據以 SPSS 程式進行半數擊昏時間（KT₅₀）之統計分析。

三、噴霧機流量測定

選用市售常用之噴霧機具計三十一台（手壓式噴霧機九台、動力式噴

霧機五台、煙霧機七台、超低容量機十台)(表二)，進行各型噴霧機於不同噴頭型式(口徑)及壓力(功率)下之流量測定。各台噴霧機皆須先進行各部零組件的檢查、內部系統水分清乾及熱機等步驟後，再開始測定工作。壓力式噴霧機種係先以量筒量取固定水量再倒入藥箱，啟動施噴 3 分鐘，期間以量筒收集噴灑出之水量，停止操作後，量測所收集之水量並換算為每分鐘之流量。動力式噴霧機，熱煙霧機及超低容量機則是先加入固定的水量至藥箱後，分別施噴 2、2 及 3 分鐘後，再將藥箱內剩餘之水量倒入量筒中，量測並換算為每分鐘之流量。各型噴霧機於不同組合條件下皆測定三次，實驗數據以 Excel 程式統計分析其平均值及變異係數，另以 T 檢定方式進行流量實測值與原廠標示之差異。

四、噴霧粒徑測定

實驗前後，粒徑分析儀室進行 30 分鐘的抽氣及維持潔淨，實驗中，室內溫度維持 25°C、相對溼度 60%，並保持黑暗。

(一) 二流體噴頭

使用市售六種不同口徑之二流體噴頭 (Spraying Systems Co. 型號：SU4、SU1A、SU2、SU4B、SU3、SU3-1)，以無油式空氣壓縮機 (4HCC-10-M400) 固定空氣壓力 (20psi) 下施噴 R0 逆滲透水，另以粒徑分析儀 (LaVision Sizing Master) 測定距噴頭末端 50 公分處之噴霧粒子大小，拍攝速度為每秒二張，每次測定時間為 40 秒。

(二) 噴霧機

各型噴霧機啓動後置於粒徑儀中控室升降台上，其噴頭末端距離粒徑分析儀 50 公分，熱機 15 秒後向前方正面開始施噴（圖三）。粒徑分析儀以每秒拍攝二張相片之速度，擷取噴霧中之粒子，每次測定時間為 3 分 30 秒。

(三) 粒徑分析

拍攝之相片以影像分析程式進行統計分析，共有粒子數目、D10、D32、DV10、DV50 及 DV90 等參數值，亦可以點狀分布圖及曲線柱狀圖表示粒徑分布情形。

各參數定義如下：

D10：(NMD) 算術中量。此值最適合用於計算蒸發率。

D32：Sauter Mean Diameter (SMD)，所有粒子的總體積除以總表面積後之值，用以表示粒子表面的細緻度；其值最適用於計算化學反應中最大及最有功效的轉換率

DV10：10%的粒子其體積之直徑值皆小於或相當於此值，用於評估其漂移潛力。

DV50：(VMD)體積中量，表示 50%的粒子小於此值；另 50%大於此值。

DV90：90%的粒子其體積（重量）之直徑值皆小於或相當於此值。粒子可完全蒸發。

肆、結果

一、二流體噴頭粒徑測定

市售六種型號：SU4、SU1A、SU2、SU4B、SU3 及 SU3-1 之二流體噴頭，經粒徑分析儀測定其粒徑大小及分布情形如表三，各型號噴頭之算術中量 (D10) 分別為 14.73、20.43、34.56、40.29、50.78 及 60.32 μm ，而體積中量 (DV50) 分別為 14.30、26.66、46.03、57.36、73.61 及 80.82 μm ；另外各噴頭中，僅 SU4 型號噴頭之徑距 >2 ，為 4.62，餘皆少於 2，可見除 SU4 型號噴頭外，其餘型號噴頭之噴霧粒子大小較為均勻 (WHO 2003)。

二、噴藥塔藥效試驗

市售二十二種特殊環藥可分為五種劑型，其對台南品系埃及斑蚊之藥效分述如下 (表四)：

(一) 乳劑

由表中得知，六種乳劑對台南品系埃及斑蚊之藥效均不相同，以各口徑噴頭施噴下之半數擊昏時間 (KT_{50}) 觀之，藥劑 1E 之時間最短，為 4 分鐘左右，而藥劑 1B、1C、1D 次之，為 6 至 8 分鐘，至於藥劑 1A 及 1F 的時間最長，達 10 分鐘以上；但各口徑噴頭施噴各乳劑下之死亡率則令人滿意，均達九成五以上。

(二) 液劑

測試的七種藥劑中，以藥劑 2G 的 KT_{50} 最短，為 2 分鐘左右；而 2B、2C 及 2E 次之，為 5 至 7 分鐘，2F 的 KT_{50} 最長，達 10 分鐘以上。

至於 24 小時之死亡率則均為 100%。

(三) 懸浮劑

市售二種懸浮劑雖然 24 小時之死亡率均為 100%，但其 KT_{50} 均長達 20 分鐘以上。

(四) 油劑

測試五種油劑之 24 小時死亡率均為 100%，另除了藥劑 4B 之 KT_{50} 較長為 5 分鐘左右，餘皆在 3 分鐘以內。

(五) 超低容量劑

雖然二種藥劑的 24 小時死亡率均為 100% 左右，但其 KT_{50} 大不相同，分別為 3 及 12 分鐘。

綜合前述結果，可見市售二十二種特殊環藥對台南品系埃及斑蚊均具防治成效，其 24 小時死亡率均達可 100% 左右。但以半數擊昏時間 (KT_{50}) 論之，則油劑劑型最佳，在 3 分鐘以內即可擊倒蚊蟲，而液劑與超低容量劑型次之，約需七分鐘左右，另懸浮劑劑型則須耗時 20 至 30 分鐘以上，可見不適用於空間噴灑。

三、噴霧機流量測定

三十一台噴霧機依其動力方式及施噴原理大致可分為動力式噴霧機、壓力式噴霧機、熱煙霧機及超低容量機等四類，每一機型皆參考其型錄上之壓力（功率）、噴頭型式（口徑）、標示流量等規格分別測定其不同噴灑組合下之流量，並分述如下：

(一) 動力式噴霧機

市售常用動力式噴機共有五台，分別依其調節閥段數及噴頭型式（擴散／扇型）測定其流量並與原廠標示者進行差異性分析。結果發現各型動力式噴霧機之實測流量值與原廠標示者有顯著性差異（ $P < 0.05$ ），另外各機型 20 種不同噴霧組合中，僅 1M 機型之調節閥設定於第一段、第二段及 3M 機型之第二段調節閥與 4M 機型之第四段調節閥其配合噴頭皆為擴散噴頭時，三者之變異係數皆大於 5，顯示此三種機型噴灑組合之不穩定性（表五）。一般而言，此類機種大致尚稱穩定，且其流量通常會隨著劑量調節閥打開程度的增加而加大。

(二) 壓力式噴霧機

由表六中可見九型壓力式噴霧機之實測流量值與原廠標示者皆有顯著性差異（ $P < 0.05$ ），而以不同施噴壓力（atm）配合不同噴頭型式（扇型／錐型／針型）之 24 種噴霧組合中，僅有 1P 機型壓力為 9.7atm 配合扇型及雙層噴頭，4P 機型之 1.8atm+扇型噴頭與 1.2atm+錐型噴頭及 6P 機型之 5.94atm+扇型噴頭時，彼等之變異係數皆大於 5，餘皆小於 5，整體而言，壓力式噴霧機之流量較為穩定。

(三) 熱煙霧機

在常用的七型熱煙霧機中，除了 3F 機型的實測流量值與原廠標示者並無顯著差異外，其餘各機型皆有顯著差異（ $P < 0.05$ ）。另外，在 15 種噴灑組合中，只有 2F 機型組裝 $1.0 \mu\text{m}$ 噴頭及 3F 機型組裝 #28 噴

頭時，其變異係數分別為 7.7、9.9、11.3 及 5.1，可見 3F 機型流量不穩定，其餘機型在不同口徑噴頭下之流量皆極穩定（表七）。

（四）超低容量機

測試之超低容量機計十一型，其中除了 11U 機型外，其餘機型之實測流量值皆與原廠標示者有顯著差異（ $P < 0.05$ ）。另在 32 種不同的噴灑組合中，1U 機型之 1/4 與 1/2 圈、2U 機型之 1/2 與 1 圈及 3U 機型之低與高調節閥，另外 6U 型之 #16 與 #24 號、8U 機型之 #45、#58 與 #84 號、10U 機型及 11U 機型之 #19 與 #28 號噴頭噴灑下，其流量變異極大（ $CV > 5$ ），可見在超低容量機型中調節閥打開較小時，流量較不穩定（表八）。

綜觀前述各型噴霧機之流量測定結果，可以發現實測值與原廠標示者各機型皆有顯著差異，另外流量會受到劑量調節閥打開程度、噴頭型式、口徑、壓力等因素的影響，一般說來，熱煙霧機與壓力式噴霧機種之流量較為穩定，而超低容量機則表現欠佳。

四、噴霧機噴霧粒徑測定

以粒徑分析儀測定三十一台噴霧機之噴霧粒徑大小及分布情形並將各粒徑參數與徑距（Span）及擴散係數（DR）分別列表及分述如下：

（一）動力式噴霧機

由表九中得知，各型動力式噴霧機中，20 種不同的噴灑組合裡，僅 1M 機型之第一段、2M 之第二、三、四、五、六段及 4M 之第一段劑

量調節閥配合擴散噴頭的組合，所施噴出的粒子其徑距值大於 2，顯示其噴霧粒子大小分布較不均勻 (WHO 2003)。另外，2M 機型之第二、三、四、五、六段、3M 之第四段與第五段及 4M 之第一段調節閥配合擴散噴頭的組合下，其 DR 值小於 0.67，代表其噴霧粒子大小較不一致(林等人 2005)。綜合上述結果，可見動力式噴霧機 1M 與 5M 機型噴霧粒子大小一致，分布均勻；而 2M 機型則表現欠佳。

(二) 壓力式噴霧機

在現有的九型壓力式噴霧之 25 種不同的噴灑組合裡，只有 4P 機型的徑距值小於 2，其餘機型則多顯示噴霧粒子大小分布不均，同時只有 4P 與 6P 機型的 DR 值趨近於 1，顯示 4P 機型之噴霧表現最佳，而 2P 機型次之 (表十)。

(三) 熱煙霧機

由表十一中可見，各型噴霧機除了 7F 機型外，其餘各機型無論配置何種噴頭，噴霧粒子大小均較一致 (DR 趨近於 1) 且分布均勻 (Span < 2)。

(四) 超低容量機

選用的十台超低容量機型中，只有 7U 機型的第一段與第二段調節閥及 8U 機型使用 #84 號噴頭時，其徑距值大於 2，同時各機型之 DR 趨近於 1，顯示市售各型超低容量機噴霧粒子大小一致，分布均勻 (表十二)。

測定分析完市售三十一型噴霧機具後，可以發現熱煙霧機與超低容量機的表现最優，不僅噴霧粒子大小一致而且分布均勻，至於動力式與壓力式噴霧機則須依賴噴頭口徑與調節閥及壓力的控制才能有效的掌握粒徑的大小與分布情形。

伍、討論

一、藥劑顆粒大小對殺蟲效果的影響

圖四為各型號噴頭其噴霧粒徑及分布情形，由於各噴頭之粒徑大小集中，故可以體積中量值 (DV50) 為代表，於圖五中分析 22 種特殊環藥的殺蟲效果與粒徑大小的關係。圖中顯示各藥劑的殺蟲效果皆會隨粒徑的增加而增加，但 KT_{50} 數值在 26.66 及 46.03 口徑噴頭下最小。小口徑噴頭 (14.30 μm) 由於其噴霧粒子沉降速度慢 (林 等人 2005, 崔 等人 1992, 亢 1997)，或許在噴藥塔試驗中，並未能有充裕時間沉降至玻璃缸中，造成劑量不足現象 (Franklin 1994)，因此殺蟲效果不如預期。另外 KT_{50} 數值在 46.03 口徑噴頭時略微上升，至 57.36 口徑噴頭時又迅速下降，其因或為大於 50 μm 之藥劑顆粒自噴藥塔試驗中的二流體噴頭噴出後快速下降觸擊活動空間受限之蚊蟲，導致 KT_{50} 數值下降。同時，懸浮劑由於其製備原理係將有效成份包覆，致顆粒加大，不適空間飄落，故 KT_{50} 數值增加，因此只適用於殘效噴灑上，另外油劑由於粒徑較小，抗蒸發，覆蓋性及穿透性佳 (陳 等人 2004)，故適用於空間噴灑。所以，在防疫現場，應使用顆粒大小位於 20 至 50 μm 之間的藥劑，以增加空間漂浮效應，達到空間噴灑目的。

二、噴霧機流量、噴頭口徑及壓力與噴霧粒徑的關係

(一) 動力式噴霧機

將 SOLO 450、STIHL SR-420、CIFARELLI M88PSA 與 efco AT2080 等四機型之流量與粒徑參數 (D10、D32、DV50) 分別作相關性分析，

由圖六中可見在各機型裡，各參數值均隨流量值的增加而增加，可見動力式噴霧機的流量會影響其噴霧粒子的大小，並呈一正相關關係。

(二) 壓力式噴霧機

選擇壓力標示明確之均屹 CHI-0806H、FOX MOTORI F200、GLORIA 141T 與昶城 C558A 等機型之流量與各粒徑參數 (D10、D32、DV50) 分別作圖，顯示上述各機型之流量與噴霧粒徑呈一負相關關係，流量越大，其噴霧粒徑越小 (圖七)。

另由圖八及圖九中則分別顯示噴霧機的壓力會分別影響噴霧粒徑的大小與流量的多少；一般而言，噴霧機壓力增加則噴霧粒徑變小，呈一負相關關係；反之，壓力增加，流量則隨之加大，呈一正相關關係 (石 等人 2005)。

(三) 熱煙霧機

由於熱煙霧機通常有 0.8、1.0 與 1.2、1.4 μm 等四種口徑的噴頭可供替換，但一般皆僅準備 0.8 及 1.0 μm 噴頭替換，因此選擇具有 3 及 4 個口徑噴頭的 SWINGFOG SN50 及 iGEBBA TF35 二種機型作分析，由圖十、十一及十二中可以發現，熱煙霧機由於粒徑大小集中，分布均勻，因此，流量與噴頭口徑大小會影響噴霧粒徑，三者呈一正相關關係。

(四) 超低容量機

綜觀受測之九型超低容量機，發現流量會影響噴霧粒徑的大小，通常呈一相關關係，亦即流量增加，則噴霧粒徑隨之加大（圖十三）。

經由上述各型噴霧機流量、噴頭口徑、壓力與噴霧粒徑之分析，可見增加噴霧機壓力或是調節閥張開的程度，會使得噴灑的液量增加，也會影響噴霧粒徑的大小（湯 等人 2001，王 等人 2005），另外噴頭口徑的型式與口徑亦會影響噴霧粒徑的大小及分布情形（祁 等人 1999）。

陸、結論與建議

- 一、市售二十二種特殊環藥對台南品系埃及斑蚊皆具藥效，其中又以中西全菊、疫蚊滅飛蟲殺手、特滅寧、愛康（油劑）、喜寧旺、淨百蟲及愛康（超低容量劑）等藥劑藥效最佳。
- 二、環藥劑型中以油劑最適於空間噴灑，懸浮劑則僅能用於殘效噴灑，同時最適當的空間噴灑防治登革熱病媒蚊的藥劑粒徑大小應在 20 至 50 μm 之間。
- 三、市售三十一台噴霧機具之實測流量皆與原廠標示明顯不同，因此施行噴藥工作時，應至少每周測定各台噴霧機具流量及人員步行速度(林 等人 2005) 一次。同時受測之噴霧機中，又以熱煙霧機的穩定性最佳，而壓力噴霧機次之，至於動力式噴霧機及超低容量機則有賴於功率（調節閥位置）的控制或是噴頭型式的選擇，以組合成一功能穩定之噴灑工具。
- 四、一般而言，熱煙霧機與超低容量機之霧化效能較佳，其噴霧粒子大小一致，分布均勻。至於動力式及壓力式噴霧機則須藉由調整噴霧機的功率（壓力）配合噴頭型式（口徑）的選擇，來完成施噴最適粒徑（20~50 μm ）的最佳組合。
- 五、噴霧機之噴霧範圍及形狀會因噴頭型式、噴灑角度而有不同，由於噴灑流量、速度、距離、角度及使用藥劑的劑型、黏度、密度等皆會影響噴霧粒徑大小及分布（湯 等人 2001），因此，實有必要測定各型噴霧機施噴各種環藥時，其於各種噴灑向量（角度+距離）下之粒徑大小，並進行空屋藥效試驗證實其殺蟲效果，以因應防治現場各種地形地物的面貌，尋求最大

效能之噴灑組合，進而訂出完整而實用之緊急噴藥操作程序提供予防疫同仁參考。

柒、參考文獻

- 1、亢秀敏。1997。殺蟲氣劑溶劑述評。中國媒介生物學及控制雜誌：8(6)477-478 頁。
- 2、王正雄。1991。殺蟲劑噴灑顆粒粒徑對飛行性害蟲防治藥效影響之探討。中國環保(台灣)。9(6)：第74頁。
- 3、王立軍、姜明海、孫文峰、陳寶昌。2005。噴霧機設計中噴頭的造型。農業化研究(2)：151-153頁。
- 4、王美秀、宋秀平。2001。城市蚊蟲的綜合防制。中國媒介生物學及控制雜誌12(1)：3-4頁。
- 5、石慶生、葉世超、張登平、李天友、李黔東。2005。旋轉壓力式噴頭噴霧特性的實驗研究。高校化學工程學報19(6)：851-854頁。
- 6、曲波、黃德生、郭海強、關鵬、周寶森。2005。氣象因素與兩種蟲媒傳染病關係的探討。中國媒介生物學及控制雜誌：450-452頁。
- 7、李豔傑。2002。地面超低容量噴霧霧滴大小和空間分布對比試驗。中國森林病蟲：21(3)31-32頁。
- 8、黃基森。2004。登革熱噴藥器材的選用與操作。台北市病媒防治商業同業公會大會特刊：85-99頁。
- 9、林立豐。2000。城市蚊蟲防制中存在的問題及對策。中國媒介生物學及控制雜誌11(5)：389-391頁。
- 10、林思誠、崔錫明、任惠、陳昌浩。2005。松毛蟲質型角體病毒油劑超低容

- 量林間作業技術。中國森林病蟲：24 (4) 33-35 頁。
- 11、祁力鈞、傅澤田。1999。不同條件下噴霧分布試驗研究。農業工程學報：15 (2)：107-111 頁。
- 12、夏維泰。2006。病媒防治噴藥器材。環境用藥及病媒防治技術研討會 論文集：107-120 頁。
- 13、奚國良。2000。氣象因素對蚊蟲密度的影響研究。中國媒介生物學及控制雜誌 11 (1)：24-26 頁。
- 14、崔安義、周廣平。1992。殺蟲劑霧粒大小與藥效的關係。醫學動物防治 8 (1)：47-48 頁。
- 15、許榮滿。1995。登革熱流行趨勢與防治。中國媒介生物學及控制雜誌 1995 年資料匯編：30-31 頁。
- 16、陳京元、林親雄、夏劍萍、徐紅梅、高攀、李文喬、陳衛文。2004。蘇雲金桿菌油懸浮劑超低容量噴霧技術。南京林業大學學報：28 (5) 63-66 頁。
- 17、陳福良。1995。殺蟲劑噴霧物理性能和防治效果。農藥科學與管理 4：26-28 頁。
- 18、湯伯敏、林光武、高崇義、梁建、潘興文。2001。二相流噴霧技術的研究。農業工程學報 17 (5)：59-62 頁。
- 19、湯伯敏、梁建、張秀珍、邱白晶。2005。密閉空間農藥分布密度及沉降規律初探。中華衛生殺蟲藥械 11 (6)：387-389 頁。
- 20、童世盧、呂瑩。2000。全球氣候變化與傳染病。疾病控制雜誌 4 (1)：17-19

頁。

- 21、顏發廣、梁高健。2001。影響殺蟲氣霧劑生物藥效的因素。氣霧劑通訊 3：9-14 頁。
- 22、Alan Rawle。2005。Basic Principles of particle size analysis. Malver Instruments Limited：1-8。
- 23、Dukes J. C., C. F. Hallmon, K. R. Shaffer and P. G. Hester。1990。Effects of pressure and flow rate on Cythion droplet size produces by three different ground ULV aerosol generators。J. Amer. Mosquito Control Assoc.：6 (2) 179-82。
- 24、Franklin R H and J RICHARD M.。1994。Effects of droplet size on the topical toxicity of two pyrethroids to the cabbage looper。Crop Protection：13 (3) 225-229。
- 25、Himetl C M.。1969。The optimum size for insecticide spray droplets。J. Econ. Ent.：62912-916。
- 26、M. Weiss, P. J. T. Verheijen, J. C. M. Marijnissen and B. Scarlett。1997。On the performance of an on-line time-of-flight mass spectrometer for aerosols。J.Aerosol Sci.28 (1)：195-171。
- 27、Paul Kippzx and John Fracassi。2005。Particle size characterization in nasal sprays and aerosols。LabPlus international。2005 (February/March)：1-2。

28、WHO、2003、Space spray application of insecticides for vector and public health pest control-A practitioner's guide、WHOPEs 43pp、

29、WHO、1990、Library Cataloguing in publication Data Equipment for Vector Control、Third Edition Geneva World Health organization : 225pp、

捌、圖表

表一、 二十二種特殊環境衛生用藥代號對照表

藥品代號	中文名稱	有效成份	劑型
1A	尚蓋好 2.35%w/w	Deltamethrin 第滅寧 2.35%	乳劑
1B	興農雙寧 5% 水基乳劑	Cyphenothrin 賽酚寧 5%	乳劑
1C	除蟲寧	Alphacypermethrin 亞滅寧 3%	乳劑
1D	菊舒寧	Tetramethrin 治滅寧 10%	乳劑
1E	中西全菊	d-Tetramethrin 異治滅寧 0.75% Cyphenothrin 賽酚寧 5.5%	乳劑
1F	索飛克乳劑	Cyfluthrin 賽飛寧 5.1%	乳劑
2A	立除寧	Alphacypermethrin 亞滅寧 1.5%	液劑
2B	保家寧	Tetramethrin 治滅寧 3% Cyphenothrin 賽酚寧 4%	液劑
2C	菊寧	Cyphenothrin 賽酚寧 5.5%	液劑
2D	快滅寧	Alphacypermethrin 亞滅寧 1.5%	液劑
2E	蓋好用 1.25%w/w	Deltamethrin 第滅寧 1.25%	液劑
2F	百力寶水性液劑	Tetramethrin 治滅寧 2% Cypermethrin 賽滅寧 6%	液劑
2G	疫蚊滅飛蟲殺手	Cypermethrin 賽滅寧 1%	液劑
3A	新剋寧	Deltamethrin 第滅寧 3.0%	懸浮劑

3B	新令蟲傷懸浮劑	Cyfluthrin 賽飛寧 2.2%	懸浮劑
4A	特滅寧	Cypermethrin 賽滅寧 9.4%	油劑
4B	倍加得 14%	Tetramethrin 治滅寧 2% Phenothrin 酚丁滅寧 4%	油劑
4C	愛康 0.1%	Lambda-cyhalothrin 賽洛寧 0.1%	油劑
4D	喜寧旺	d-Allethrin 異亞列寧 0.2% Cypermethrin 賽滅寧 0.2%	油劑
4E	淨百蟲	Cypermethrin 賽滅寧 1%	油劑
5A	愛康	Lambda-cyhalothrin 賽洛寧 0.2%	超低容量劑
5B	勝百寧 1%	Cypermethrin 賽滅寧 1%	超低容量劑

表二、 三十二台噴霧機代號對照表

代號	廠牌	型號	類型
1M	SOLO	423	動力式
2M	STIHL	SR-420	動力式
3M	CIFARELLI	M88PSA	動力式
4M	efco	AT2080	動力式
5M	WHALE BEST	LS-968H	動力式
1P	丸山	MSB150S	壓力式
2P	均屹	CHI-0806H	壓力式
3P	GREEN	NS16	壓力式
4P	B&G	5L	壓力式
5P	FOX MOTORI	F200	壓力式
6P	GLORIA	141T	壓力式
7P	LU SHYONG	906	壓力式
8P	昶城	C558A	壓力式
9P	LU SHYONG	LS-702	壓力式
1F	Puls Fog	K10	熱煙霧機
2F	SWINGFOG	SN50	熱煙霧機
3F	DYNA-FOG	新銳利	熱煙霧機
4F	iGEBÄ	TF35	熱煙霧機
5F	TIGERFOG	KMS-20	熱煙霧機
6F	TIGERFOG	KMS-55SM	熱煙霧機
7F	MINI FOGGER	DH-99	熱煙霧機
1U	B&G	2600	超低容量機
2U	iGEBÄ	NEBULO	超低容量機
3U	DYNA-FOG	2734	超低容量機
4U	DYNA-FOG	2794	超低容量機
5U	FOGMASTER	6208	超低容量機
6U	LONDON FOG	COLT	超低容量機
7U	SOLO	450	超低容量機
8U	FONTAN	Portastar	超低容量機
9U	TIAPCK	TP1000	超低容量機
10U	均屹	CHI-0510T	超低容量機
11U	DYNA-FOG	TWISTER™XL	超低容量機

表三、 各型號二流體噴頭噴霧粒徑測定表

噴頭型號 ¹	SU4	SU1A	SU2	SU4B	SU3	SU3-1
粒徑 參數						
粒子數目 ²	231	65	29	53	49	103
D10(μm)	14.73	20.43	34.56	40.29	50.78	60.32
DV10(μm)	12.20	15.57	32.42	34.04	39.12	51.16
DV50(μm)	14.30	26.66	46.03	57.36	73.61	80.82
DV90(μm)	78.25	40.04	57.75	126.51	117.82	134.09
Span ³	4.62	0.92	0.55	1.61	1.07	1.03

備註：

1、Spraying Systems Co.

2、粒子數目：試驗中被拍攝到之粒子數目。

3、Span= (DV90-DV10) ÷DV50

表四、 二十二種特殊環藥對台南品系埃及斑蚊之藥效

藥劑代號	14.30 μm^1		26.66 μm		46.03 μm		57.36 μm		73.61 μm		80.82 μm		平均	
	KT ₅₀ ²	死亡率 ³	KT ₅₀	死亡率	KT ₅₀	死亡率	KT ₅₀	死亡率	KT ₅₀	死亡率	KT ₅₀	死亡率	KT ₅₀	死亡率
	(min)	(%)	(min)	(%)	(min)	(%)	(min)	(%)	(min)	(%)	(min)	(%)	(min)	(%)
1A	15.4	100	7.8	100	12.8	100	13.9	100	4.7	96	6.2	85.3	10.1±4.5	96.9±5.4
1B	6.7	100	5.4	100	7.0	100	6.6	100	6.6	93.2	5.1	95.9	6.2±0.8	98.2±2.7
1C	8.6	100	4.7	100	11.3	100	8.6	100	6.9	100	4.3	100	7.4±2.7	100.0±0
1D	10.5	100	5.8	100	9.0	100	7.6	100	4.9	94.4	3.4	93.4	6.9±2.7	98.0±2.9
1E	5.1	100	2.7	100	5.3	100	5.1	100	5.1	87.5	2.3	81.2	4.3±1.4	94.8±7.6
1F	16.4	100	7.8	100	11.0	100	12.0	100	12.9	94.6	8.1	96.1	11.4±3.2	98.5±2.2
平均	10.5±4.2	100±0	5.7±1.8	100±0	9.4±2.6	100±0	9.0±3.1	100±0	6.9±2.8	94.3±4.1	4.9±1.9	92.0±7.2	15.1±16.7	97.7±3.3
2A	8.0	100	7.1	100	9.0	100	9.9	100	8.3	100	6.5	100	8.1±1.2	100.0±0
2B	7.4	100	7.1	100	6.4	100	6.0	100	5.4	97.3	5.1	93.1	6.2±0.9	98.4±2.6
2C	7.6	100	4.9	100	7.6	100	9.0	100	6.8	98	4.0	96	6.7±1.9	99.0±1.5
2D	10.0	100	7.2	100	7.9	100	8.5	97.2	10.5	98.6	10.2	94.5	9.1±1.4	98.4±2.0
2E	7.4	100	4.0	100	5.3	98.6	4.0	98.7	5.1	100	4.1	93.3	5.0±1.3	98.4±2.4
2F	13.8	100	11.4	100	13.0	100	16.4	98.7	13.4	100	10.2	100	13.0±2.1	99.8±0.5
2G	2.7	100	1.4	100	2.3	100	2.7	100	2.4	100	1.7	100	2.2±0.5	100.0±0
平均	8.1±3.0	100±0	6.2±2.9	100±0	7.4±3.0	99.8±0.5	8.1±4.2	99.2±1.0	7.4±3.4	99.1±1.1	6.0±3.0	96.7±3.0	7.2±0.9	99.1±1.1
3A	37.4	100	22.4	100	37.7	100	27.3	100	24.4	100	22.6	100	28.6±7.1	100.0±0
3B	38.3	100	14.8	100	26.9	100	25.1	100	12.3	100	11.5	100	21.5±10.5	100.0±0
平均	37.9±0.5	100±0	18.6±3.8	100±0	32.3±5.4	100±0	26.2±1.1	100±0	18.4±6.1	100±0	17.1±5.6	100±0	35.1±31.3	100.0±0

4A	2.9	100	2.7	100	3.2	100	2.0	100	1.9	100	2.3	100	2.5 ±0.5	100.0±0
4B	6.8	100	3.2	100	4.5	100	5.4	100	4.6	100	3.7	100	4.7 ±1.3	100.0±0
4C	2.4	100	1.4	100	1.6	100	1.9	100	1.4	100	1.7	100	1.7 ±0.4	100.0±0
4D	1.7	100	1.5	100	1.6	100	1.5	100	1.6	100	1.3	100	1.5 ±0.1	100.0±0
4E	3.3	100	2.4	100	2.6	100	2.7	100	3.0	100	2.5	100	2.8 ±0.3	100.0±0
平均	3.4±1.8	100±0	2.2±0.7	100±0	2.7±1.1	100±0	2.7±1.4	100±0	2.5±1.2	100±0	2.3±0.8	100±0	2.6 ±0.4	100.0±0
5A	4.8	100	2.7	100	3.9	100	3.3	100	2.1	95.8	2.3	90.3	3.2 ±1.0	97.7±3.6
5B	11.4	100	9.1	100	8.7	100	15.7	100	15.9	100	12.8	100	12.3 ±3.1	100.0±0
平均	8.1±3.3	100±0	5.9±3.2	100±0	6.3±2.4	100±0	5.9±6.2	100±0	9.0±6.9	97.9±2.1	7.6±5.3	95.2±4.9	7.1 ±1.3	98.9±1.8
總平均	10.4±9.8	100±0	6.3±5.0	100±0	9.0±8.5	99.9±0.3	8.9±7.1	99.8±0.7	7.3±5.7	98.0±3.2	6.0±5.0	96.3±5.2	8.0 ±1.7	99.0±1.4

備註：

1、二流體噴頭口徑

2、半數擊昏時間 (KT₅₀) 依 Finney (1971) Probit Analysis 計算。

3、死亡率 = (實驗組死亡率 - 對照組死亡率) ÷ (1 - 對照組死亡率)

表五、 動力式噴霧機流量測定表

代號	調節閥位置	噴頭型式	流量(ml/min)		CV ¹ (%)	P ² (< 0.05)
			原廠標示	實際測定		
1M	第一段	擴散	350	130.0±7.0	5.4	0.00051*
	第二段		800	466.7±23.6	5.1	0.00249*
	第三段		1640	2000.0±0.0	0	-
	第四段		1840	2133.3±23.6	1.1	0.00321*
2M	第一段	擴散	140	126.7±2.4	1.9	0.01526*
	第二段		710	633.3±23.6	3.7	0.04415*
	第三段		1330	1318.3±13.1	1.0	0.33559
	第四段		2090	1908.3±11.8	0.6	0.00210*
	第五段		2670	2533.3±11.8	4.7	0.00370*
	第六段		3030	3000.0±0.0	0	-
3M	第一段	擴散	400	296.6±4.7	1.6	0.00104*
	第二段		1750	1688.3±11.8	7.0	0.00011*
	第三段		3370	2888.3±10.3	3.6	0.00003*
	第四段		5620	4591.7±11.8	2.6	0.00005*
	第五段		6950	5290.0±10.8	2.0	0.00002*
4M	第一段	擴散	500~3000	350.0±0.0	0	-
	第二段			1333.3±47.1	3.5	-
	第三段			2108.3±23.6	1.1	-
	第四段			2808.3±23.6	8.4	0.00673*
5M	不分段	扇型	8000	6755.0±26.8	4.0	0.000004*

備註：

1、C.V：變異係數(coefficient of variation)，為樣本標準差除以樣本平均數。2、*表示在 95%信賴區間下，其 P 值 < 0.05 者為顯著差異。

表六、 壓力式噴霧機流量測定表

代號	噴頭型式	壓力 (atm)	流量 (ml/min)		C. V ¹ (%)	P ² (< 0. 05)
			原廠標示	實際測定		
1P	扇型 (SR-1)	4. 85	1600(max)	800. 0±0. 0	0	-
		9. 7		1050. 0±7. 1	6. 8	0.00011 [*]
	雙層 (D-5)	4. 85		880. 0±0. 0	0	-
		9. 7		1146. 7±8. 2	7. 2	0.00022 [*]
2P	扇型	1. 2	無	356. 7±4. 7	1. 3	-
		2. 4		456. 7±4. 7	1. 0	-
		3. 6		523. 3±4. 7	0. 9	-
	錐型	1. 2		343. 3±4. 7	1. 4	-
		2. 4		463. 3±4. 7	1. 0	-
		3. 6		550. 0±8. 1	1. 5	-
3P	錐型	9. 87	無	950. 0±8. 2	0. 9	-
4P	針型	0. 3	無	146. 7±2. 7	1. 8	-
	扇型	1. 8		222. 2±1. 6	7. 2	-
	錐型	1. 2		386. 7±2. 7	7. 0	-
5P	扇型	1. 2	700	226. 7±0. 0	0	-
		2. 4		386. 1±1. 0	2. 6	0.000003 [*]
		3. 6		447. 2±1. 0	2. 2	0.000005 [*]
6P	扇型	1. 98	1000 (max)	460. 0±0. 0	0	-
		3. 96		678. 3±2. 4	3. 5	0.00003 [*]
		5. 94		876. 7±4. 7	5. 4	0.00073 [*]

7P	扇型	29.1	7000	7783.3±23.6	3.0	0.03774*
		1.94		420±8.7	2.1	-
8P	扇型	3.88	無	763.3±12.5	1.6	-
		5.82		873.3±9.4	1.1	-
9P	錐型	67.94	2000	1833.3±47.1	2.6	0.00344*

備註：

1、CV：變異係數(coefficient of variation)，為樣本標準差除以樣本平均數。

2、*表示在 95%信賴區間下，其 P 值 < 0.05 者為顯著差異。

表七、 熱煙霧機流量測定表

代號	噴頭口徑(μm)	流量 (ml/min)		CV ¹ (%)	P ² (< 0.05)
		原廠標示	實際測定		
1F	0.8	150~166.7	280.7±1.7	0.6	0.00011*
	1.0	216.7~225	401.7±6.2	1.5	0.00062*
2F	0.8	233.3	175.0±4.1	2.3	0.00244*
	1.0	341.7	308.3±23.6	7.7	0.05709
	1.2	450	430±8.2	1.9	0.02020*
3F	Low (#28)	15~21	24.2±2.4	9.9	0.06280
	Med (#28)	27~33	41.7±4.7	11.3	0.03505*
	High (#28)	68~80	80.0±4.1	5.1	1
4F	0.8	166.7	166.7±6.2	3.7	0.99465
	1.0	250	225.0±8.2	3.6	0.01307*
	1.2	333.3	308.3±12.5	4.1	0.0298*
	1.4	500	451.7±12.5	2.8	0.00822*
5F	無	333.3	376.7±2.4	0.6	0.00476*
6F	無	833.3	746.7±12.5	1.7	0.01020*
7F	無	25	27.8±0.8	2.9	0.03775*

備註：

1、CV：變異係數(coefficient of variation)，為樣本標準差除以樣本平均數。

2、*表示在 95%信賴區間下，其 P 值 < 0.05 者為顯著差異。

表八、 超低容量機流量測定表

代號	調節閥位置	流量 (ml/min)		CV ¹ (%)	P ² (<0.05)
		原廠標示	實際測定		
1U	1/4 圈	9.76	1.04±0.1	9.6	0.0000003*
	1/2 圈	22.19	16.1±1.0	6.2	0.00001*
	3/4 圈	35.5	40.4±0.8	2.5	0.000004*
	1 圈	73.96	73.0±2.0	2.7	0.000005*
2U	1/2 圈		3.9±0.3	7.7	0.03775*
	1 圈	5~250	17.1±1.2	7.0	-
	2 圈		26.7±0.6	2.2	-
	10 圈半		220.8±2.9	1.3	0.00506*
Low	40		233.3±23.6	10.1	0.00735*
3U	Med	83	293.3±9.4	3.2	0.00100*
	Max	93	366.7±23.6	6.4	0.00369*
	Low	70	127.5±2.7	2.1	0.00110*
4U	Med	225	203.3±3.1	1.5	0.01010*
	Max	330	267.9±3.9	1.5	0.00193*
	Low		69.2±1.2	1.7	-
5U	Med	0~300	124.2±1.2	1.0	-
	High		162.5±2.0	1.2	0.00011*
	(#16)			48.3±4.7	9.7
6U	不分段 (#22)	0~118	96.7±2.4	2.5	-
	(#24)		103.3±4.7	4.5	0.01267*

7U	第一段	530~3350	393.3±4.7	1.2	0.00059*
	第二段		1216.7±23.6	1.9	-
	第三段		1866.7±9.4	0.5	-
	第四段		2191.7±11.8	0.5	0.00005*
8U	(#45)	33.3	28.8±3.1	10.8	0.07544
	不分段 (#58)	50	38.3±2.0	5.2	0.00506*
	(#84)	100	75.0±8.2	10.9	0.00148*
9U	不分段	64.4~73.8	67.7±2.0	3.0	0.00132*
10U	不分段	—	53.3±9.4	17.6	-
11U	(#19)	45	38.3±4.7	12.3	0.05719
	第二段 (#28)	100	93.3±4.7	5.0	0.05719
	(#36)	160	141.7±6.2	4.4	0.05327

備註：

1、CV：變異係數(coefficient of variation)，為樣本標準差除以樣本平均數。

2、*表示在 95%信賴區間下，其 P 值 < 0.05 者為顯著差異。

表九、 動力式噴霧機噴霧粒徑測定表

代號	調節閥位置	噴頭型式	粒徑 (μm)					Span ¹	DR ²	
			原廠標示	D10	D32	DV10	DV50			DV90
1M	第一段	擴散	無	30.9	49.8	25.5	41.9	317.4	6.97	0.74
	第二段			37.4	42.1	30.5	40.5	70.8	1.00	0.92
	第三段			45.4	50.2	37.6	48.5	72.7	0.72	0.94
	第四段			53.7	61.0	44.4	58.7	97.5	0.90	0.91
2M	第一段	擴散	無	57.9	68.1	45.9	68.2	136.2	1.32	0.85
	第二段			60.7	97.3	50.2	106.9	454.5	3.78	0.57
	第三段			61.5	99.5	51.8	107.7	406.1	3.29	0.57
	第四段			62.0	106.9	53.1	138.5	441.2	2.80	0.45
	第五段			80.0	132.4	68.2	146.7	633.5	3.85	0.55
	第六段			93.2	177.0	81.4	224.6	718.6	2.84	0.41
3M	第一段	擴散	無	20.4	26.2	20.0	24.7	35.2	0.62	0.83
	第二段			28.7	31.1	23.6	29.6	43.6	0.68	0.97
	第三段			37.2	40.6	30.5	40.2	55.4	0.62	0.93
	第四段			64.4	153.2	102.0	219.2	239.1	0.63	0.29
	第五段			55.7	252.8	69.3	772.5	773.7	0.91	0.07
4M	第一段	擴散	無	27.6	57.4	23.9	102.2	572.7	5.37	0.27
	第二段			37.8	44.7	30.7	43.2	105.5	1.73	0.88
	第三段			45.1	50.9	37.0	49.0	80.1	0.88	0.92
	第四段			54.3	62.1	45.1	59.0	113.1	1.15	0.92
5M	不分段	扇型	無	37.3	41.3	29.8	40.6	62.1	0.80	0.92

備註：

1、Span= (DV90-DV10) ÷DV50

2、DR=D10÷DV50

表十、 壓力式噴霧機噴霧粒徑測定表

代號	噴頭型式	壓力 (atm)	粒徑 (μm)					Span ¹	DR ²	
			原廠標示	D10	D32	DV10	DV50			DV90
1P	扇型 (SR-1)	4.85	無	68.6	96.8	56.9	95.9	276.2	2.29	0.72
		9.7		70.9	120.4	59.2	151.6	319.0	1.71	0.47
	雙層 (D-5)	4.85		67.9	96.5	56.3	96.1	281.9	2.35	0.71
		9.7		58.3	78.4	48.0	78.2	197.6	1.91	0.75
2P	扇型	1.2	無	67.9	97.7	56.3	99.9	326.5	2.70	0.68
		2.4		61.1	92.8	50.6	104.2	226.8	1.69	0.59
		3.6		52.4	61.3	43.3	57.7	122.0	1.36	0.91
	錐型	1.2		72.1	107.7	60.1	119.4	285.0	1.88	0.60
		2.4		65.0	97.0	53.7	107.4	253.0	1.86	0.61
		3.6		50.6	66.0	41.7	62.5	174.0	2.12	0.81
3P	錐型	9.87	無	32.7	52.3	27.2	48.6	309.3	5.80	0.67
4P	針型	0.3	無	50.3	56.3	41.2	55.1	87.1	0.83	0.91
	扇型	1.8		44.5	49.8	36.7	48.0	75.7	0.81	0.93
	錐型	1.2		49.3	55.9	40.7	53.1	98.2	1.08	0.93
5P	扇型	1.2	無	57.9	75.5	48.0	69.9	217.6	2.43	0.83
		2.4		56.5	76.5	46.0	74.7	222.3	2.36	0.76
		3.6		45.1	61.3	37.3	57.6	216.1	3.10	0.78
6P	扇型	1.98	無	43.2	59.8	34.9	53.0	151.3	2.20	0.82
		3.96		32.6	50.7	27.6	39.9	547.4	13.03	0.82
		5.94		24.4	26.6	19.6	24.8	37.4	0.73	0.98

7P	扇型	29.1	無	61.9	82.4	50.8	79.0	208.5	2.00	0.78
		1.94		67.6	130.5	58.2	202.3	320.1	1.29	0.33
8P	扇型	3.88	無	53.8	64.0	43.8	61.7	132.5	1.44	0.87
		5.82		45.4	62.3	39.3	50.8	241.3	3.98	0.89
9P	錐型	67.94	無	62.1	90.1	51.9	86.9	286.9	2.70	0.71

備註：

1、Span= (DV90-DV10) ÷DV50

2、DR=D10÷DV50

表十一、 熱煙霧機噴霧粒徑測定表

代號	噴頭口徑 (μm)	粒徑 (μm)					Span ¹	DR ²	
		原廠標示	D10	D32	DV10	DV50			DV90
1F	0.8	<100	15.7	16.5	12.5	15.1	20.8	0.55	1.04
	1.0		17.9	20.9	13.9	17.7	48.3	1.94	1.01
2F	0.8	無	16.8	18.6	12.9	17.5	26.6	0.78	0.96
	1.0		19.5	20.8	15.4	19.4	28.0	0.65	1.01
	1.2		21.9	23.7	18.4	21.6	40.9	1.04	1.01
3F	Low (#28)	0.5~25	14.5	17.8	11.0	15.1	25.7	0.97	0.96
	Med (#28)		16.4	18.5	12.7	18.2	27.8	0.83	0.90
	High (#28)		20.6	21.4	15.7	20.3	48.4	1.61	1.01
4F	0.8	1~25	17.4	18.1	13.9	17.3	21.0	0.41	1.01
	1.0		18.4	19.6	16.0	17.9	23.7	0.43	1.03
	1.2		20.5	21.2	17.4	19.9	25.0	0.38	1.03
	1.4		23.6	24.9	19.2	23.7	30.6	0.48	1.00
5F	無	無	16.2	16.8	13.7	15.3	20.6	0.45	1.06
6F	無	無	19.8	21.2	15.7	19.7	28.3	0.64	1.01
7F	無	無	17.7	33.1	14.8	25.1	349.6	13.34	0.71

備註：

1、Span= (DV90-DV10) ÷DV50

2、DR=D10÷DV50

表十二、 超低容量機噴霧粒徑測定表

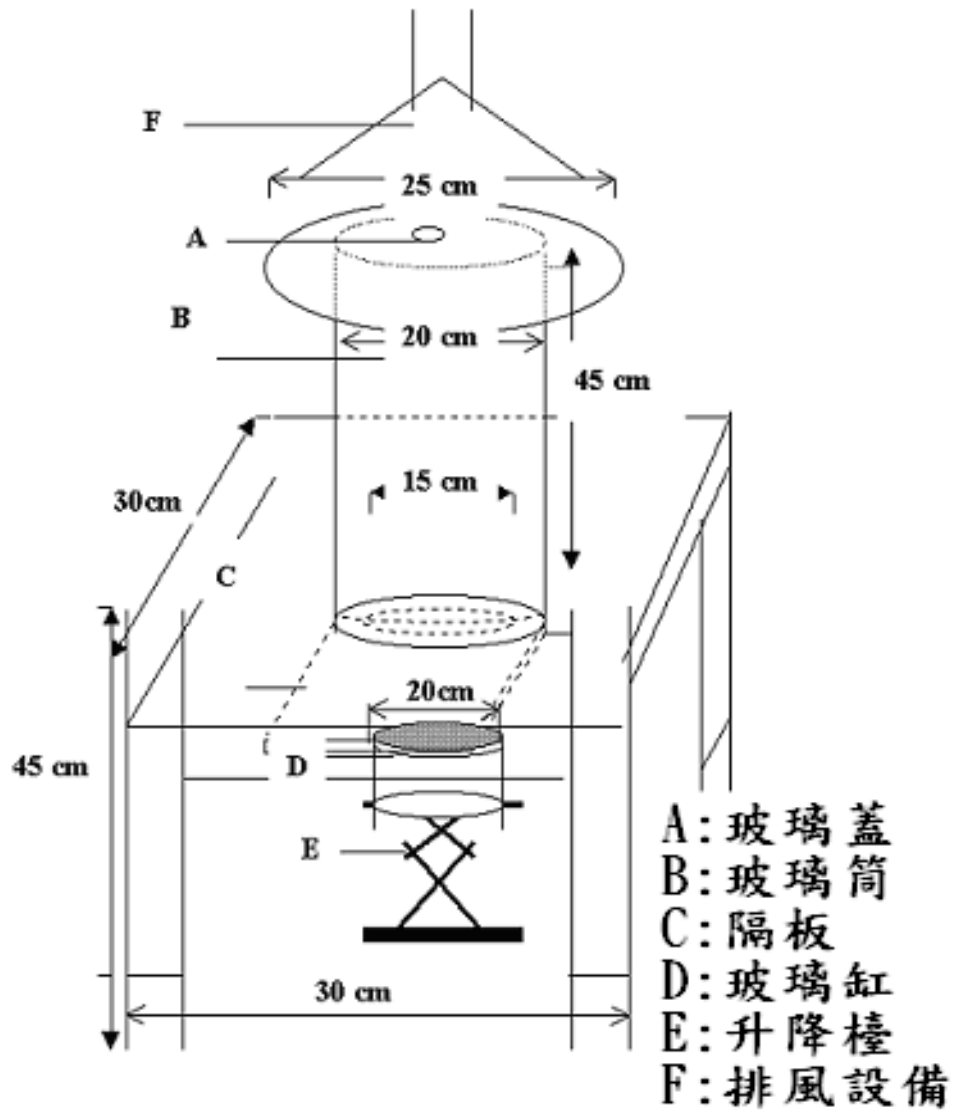
代號	調節閥位置	粒徑 (μm)					Span ¹	DR ²	
		原廠標示	D10	D32	DV10	DV50			DV90
1U	1/4 圈	15~25	19.8	20.8	16.3	19.5	25.7	0.48	1.01
	1/2 圈		21.7	22.9	17.9	22.4	27.9	0.45	0.98
	3/4 圈		22.3	23.5	18.5	22.1	28.8	0.47	0.97
	1 圈		23.8	25.7	19.3	24.4	33.6	0.59	0.97
2U	1/2 圈	1~30	24.5	26.4	20.1	26.0	33.8	0.53	1.00
	1 圈		24.9	29.0	19.6	27.4	46.0	0.96	0.97
	2 圈		26.8	31.7	21.5	30.4	48.2	0.88	1.02
	10 圈半		28.6	33.5	22.9	32.7	57.4	1.55	1.02
3U	Low	7~30	19.2	20.7	16.1	19.1	27.4	0.59	1.01
	Med		23.8	25.1	19.3	24.4	30.7	0.47	0.98
	Max		22.2	23.5	18.2	23.0	28.9	0.47	0.97
4U	Low	5~50	20.8	23.5	16.7	21.4	39.2	1.05	0.98
	Med		22.9	24.2	18.9	22.9	30.7	0.52	1.01
	Max		24.1	25.7	19.4	24.8	33.5	0.57	0.98
5U	Low	7~10	20.3	21.1	16.8	19.9	25.2	0.42	0.97
	Med		21.4	22.1	18.2	21.0	26.5	0.40	0.97
	High		23.7	24.6	19.7	23.5	29.5	0.42	1.00
6U	(#16)	90% < 15	21.3	23.0	16.8	21.8	30.0	0.61	0.97
	不分段 (#22)		21.4	23.3	17.5	22.1	30.0	0.57	1.02
	(#24)		24.8	26.3	20.2	25.3	32.0	0.47	1.02

7U	第一段		20.0	32.8	17.0	23.7	151.1	5.66	0.84
	第二段	無	19.7	23.0	16.2	20.1	68.9	2.62	0.98
	第三段		20.2	21.2	16.6	19.8	26.5	1.26	1.02
	第四段		24.5	25.4	20.4	24.6	29.5	0.37	1.00
(#45)	21.5		22.7	17.2	21.7	27.6	0.48	0.99	
8U	不分段 (#58)	2~20	22.5	23.7	18.7	22.6	29.0	0.46	1.00
	(#84)		24.8	28.2	19.8	26.1	78.5	2.25	0.95
9U	不分段	20.65	24.0	27.5	18.9	25.5	54.8	1.41	0.94
11U	(#19)		19.8	20.9	16.2	20.0	26.3	0.51	0.99
	第二段 (#28)	90% < 20	21.8	23.1	18.0	21.7	29.3	0.52	1.00
	(#36)		24.0	25.8	19.6	24.5	33.5	0.57	0.98

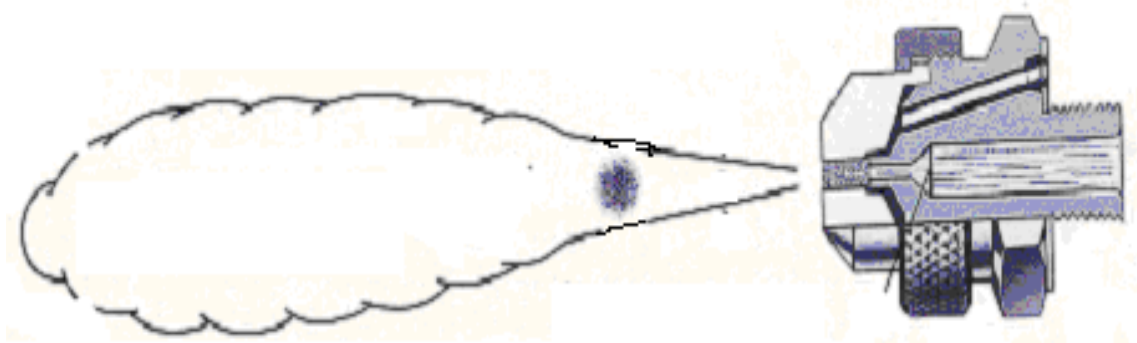
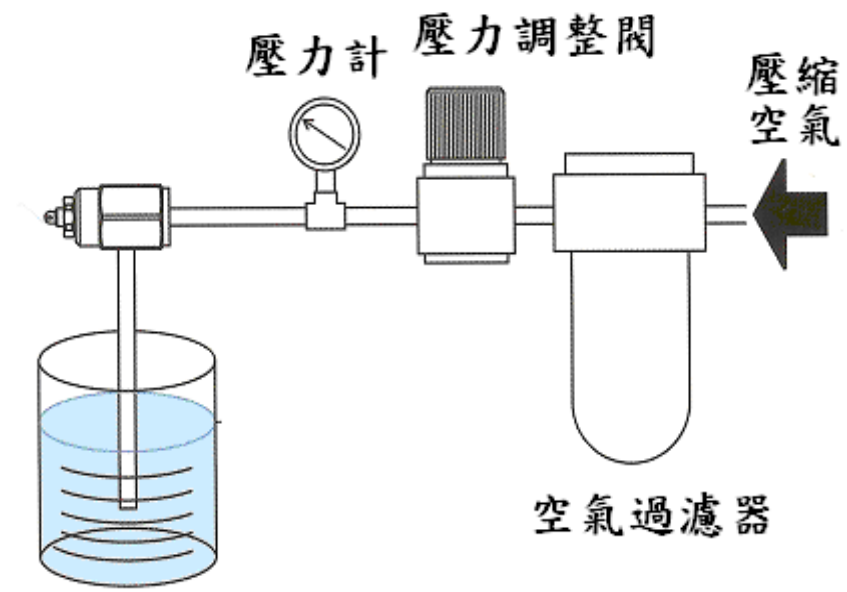
備註：

1、Span= (DV90-DV10) ÷DV50

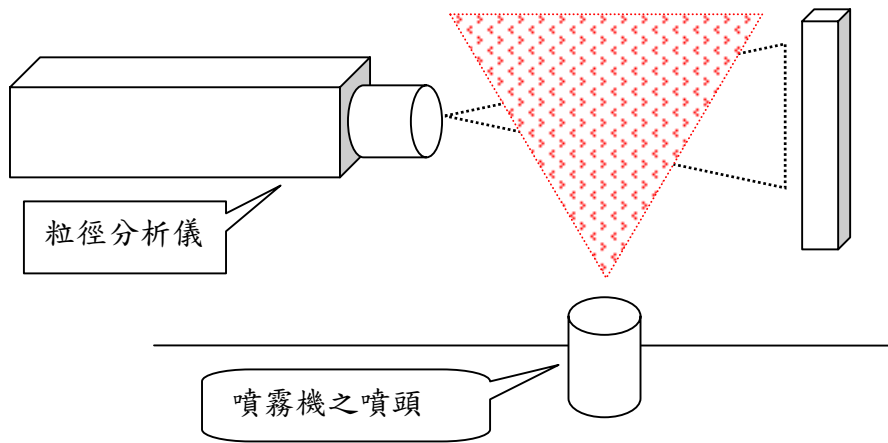
2、DR=D10÷DV50



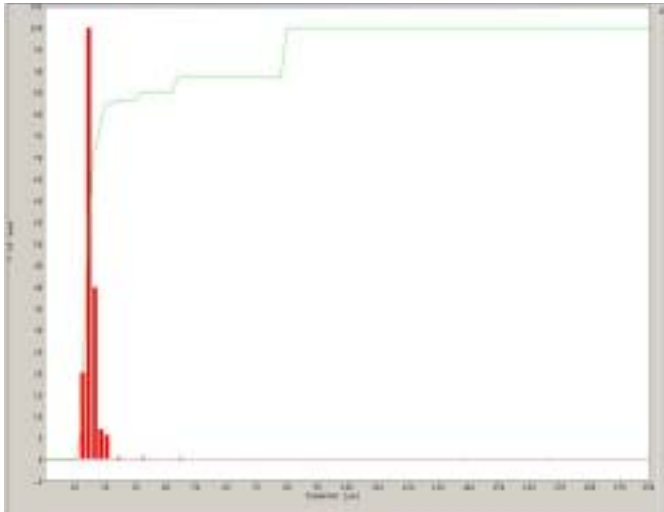
圖一、噴藥塔裝置圖



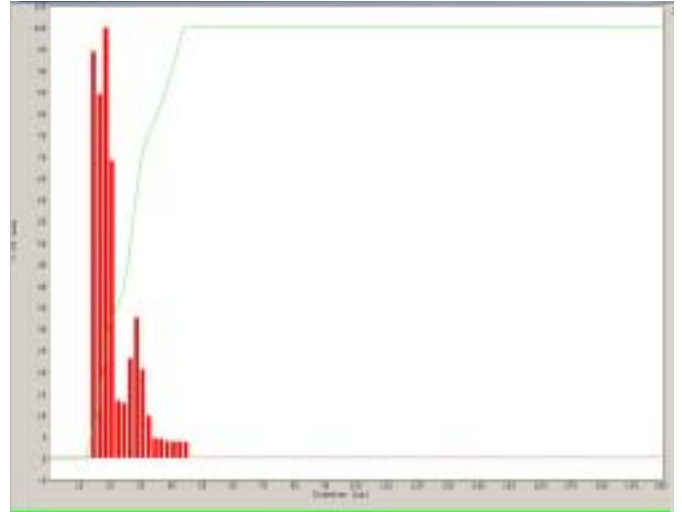
圖二、 二流體噴頭示意圖



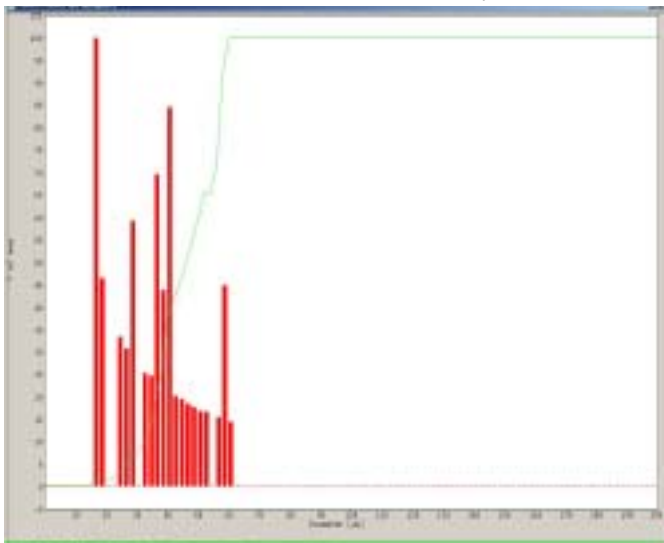
圖三、 噴霧粒徑測定示意圖



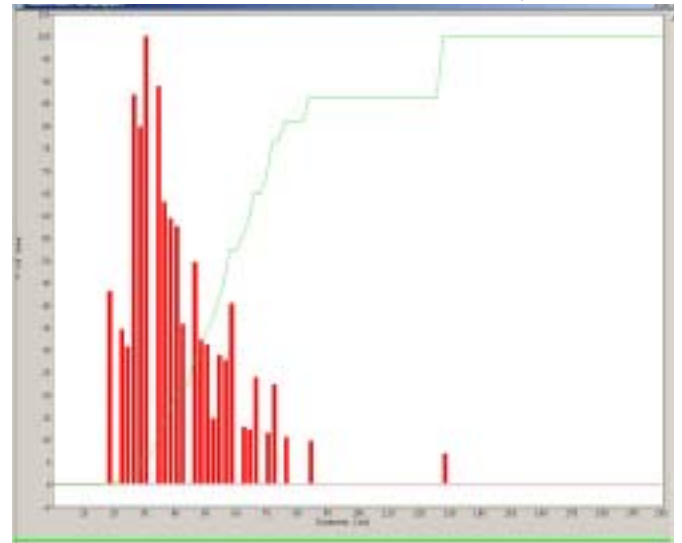
圖四 a、 SU4 (14.30 μm)



圖四 b、 SU1A (26.66 μm)



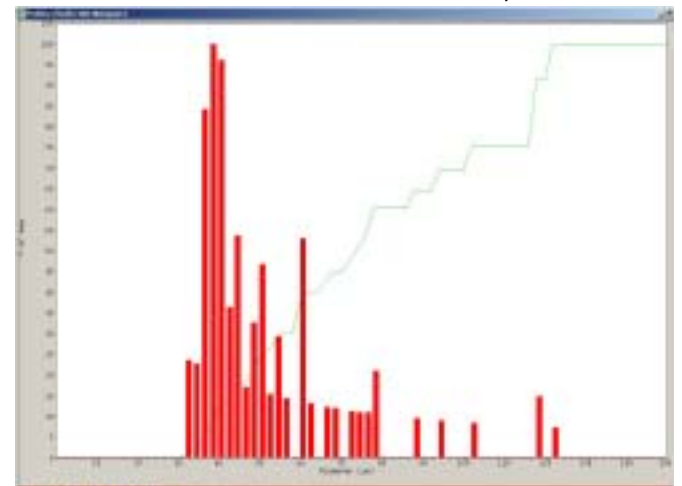
圖四 c、 SU2 (46.03 μm)



圖四 d、 SU4B (57.36 μm)

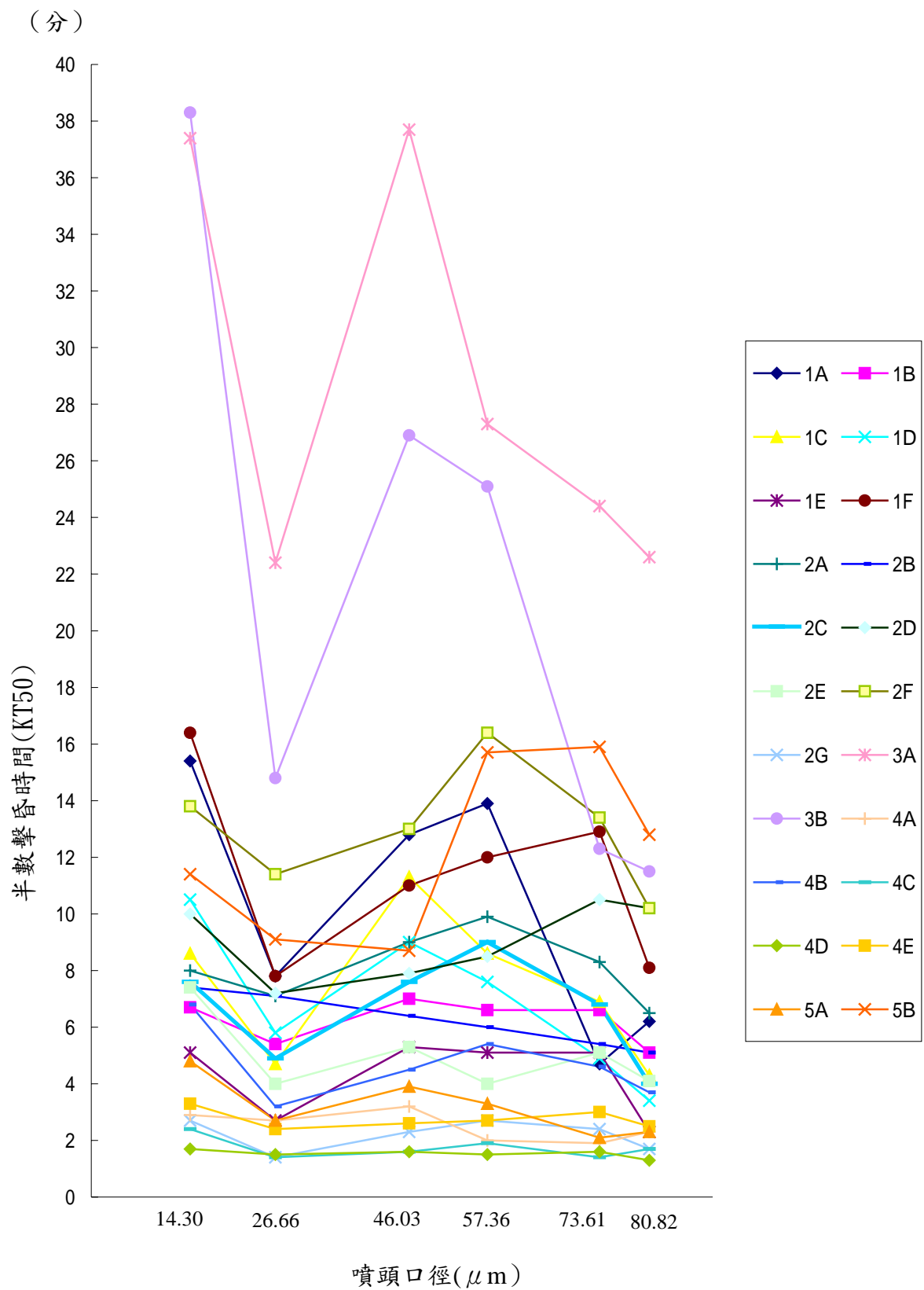


圖四 e、 SU3 (73.61 μm)

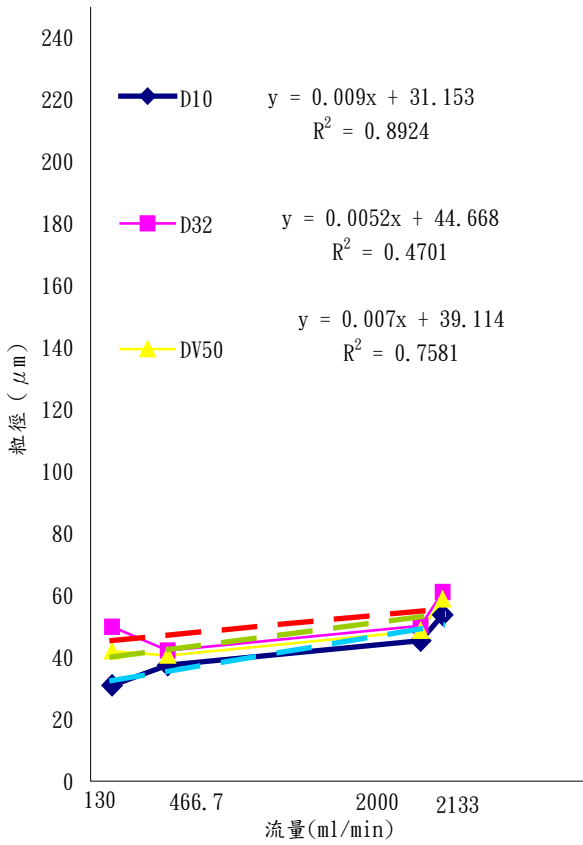


圖四 f、 SU3-1 (80.82 μm)

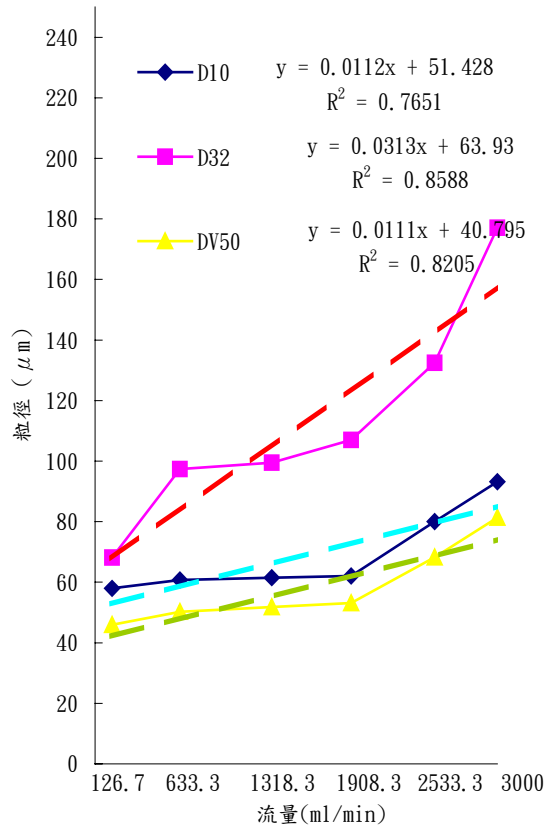
圖四、 各型號二流體噴頭噴霧粒徑圖



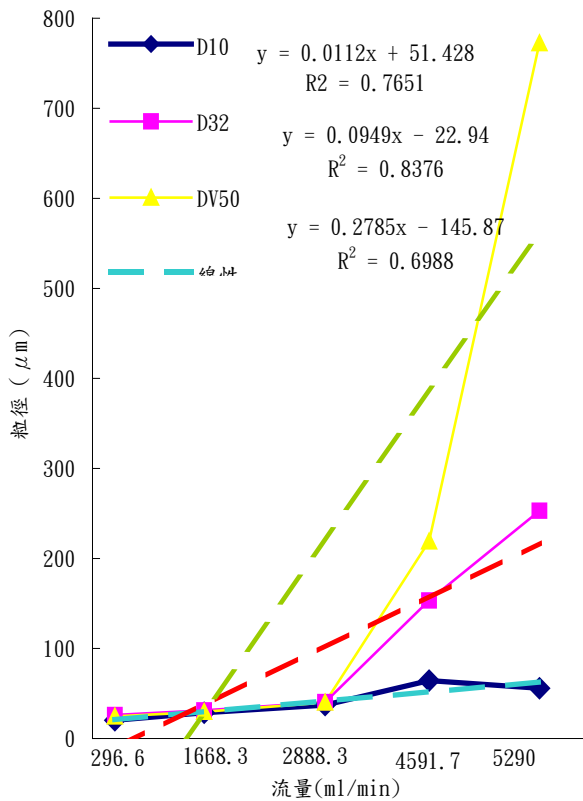
圖五、各口徑二流體噴頭施噴各種藥劑時對埃及斑蚊的擊昏情形



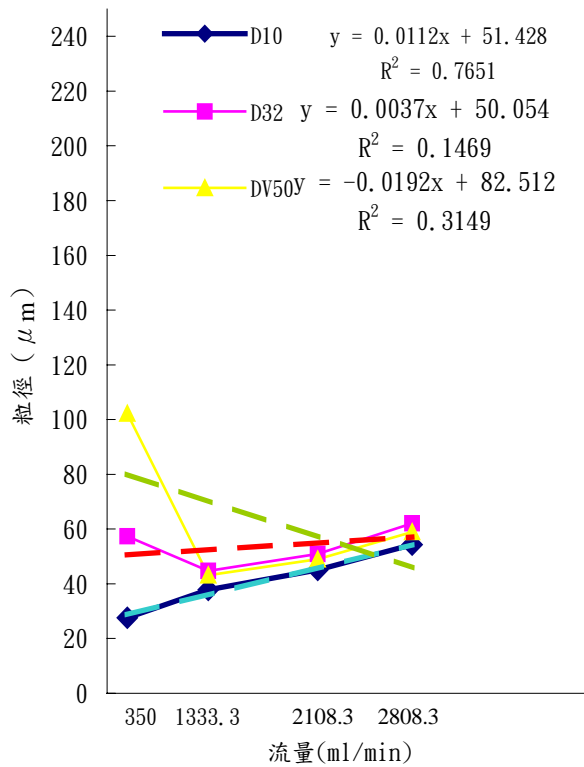
圖六 a、SOLO 423



圖六 b、STIHL SR-420

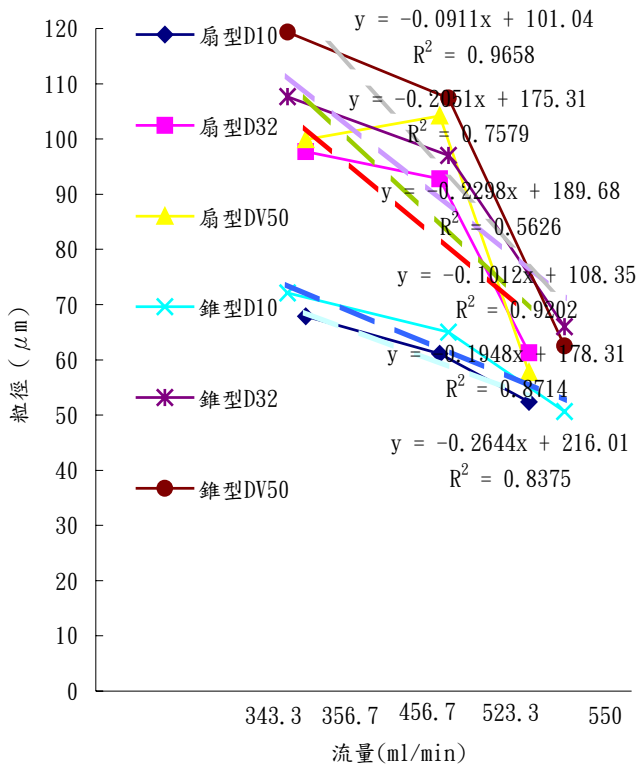


圖六 c、CIFFARELLI M88PSA

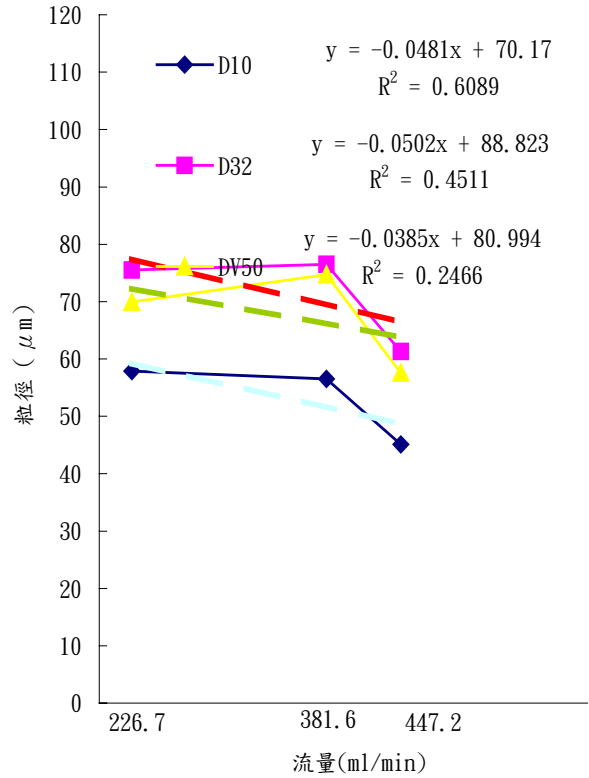


圖六 d、efco AT2080

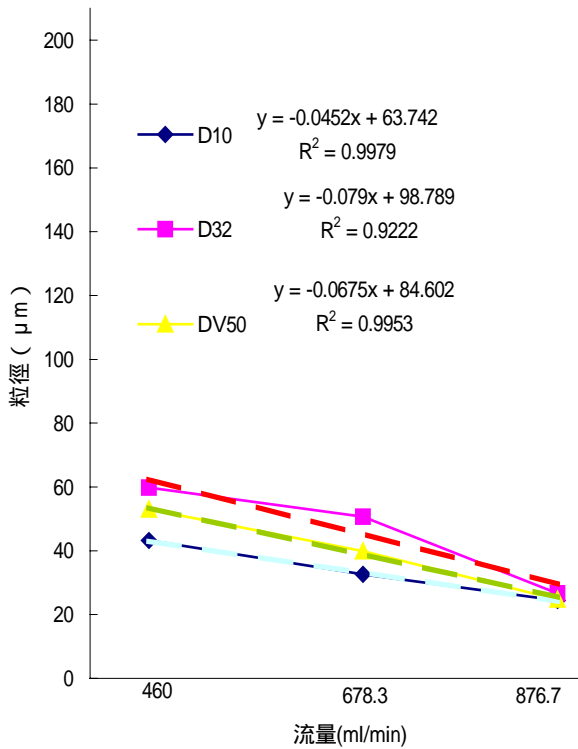
圖六、動力噴霧機流量與噴霧粒徑之關係



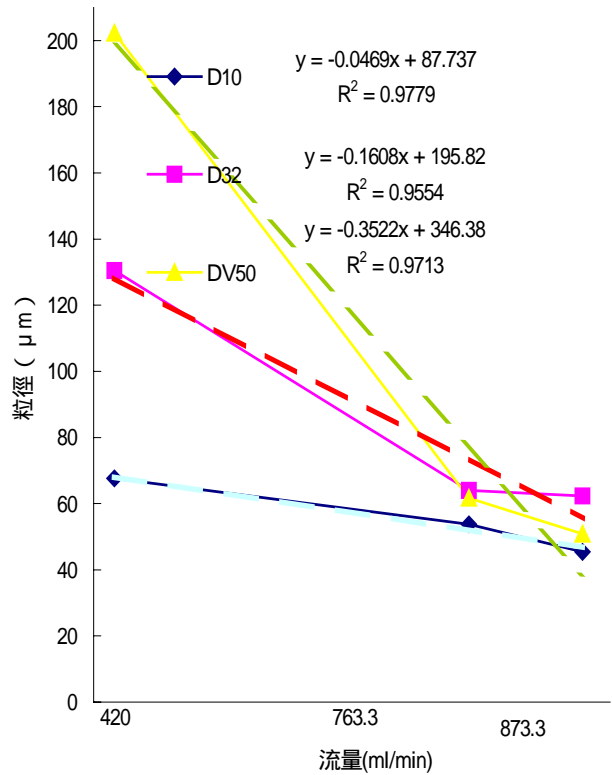
圖七 a、均圪 CHI-0806H



圖七 b、FOX MOTORI F200

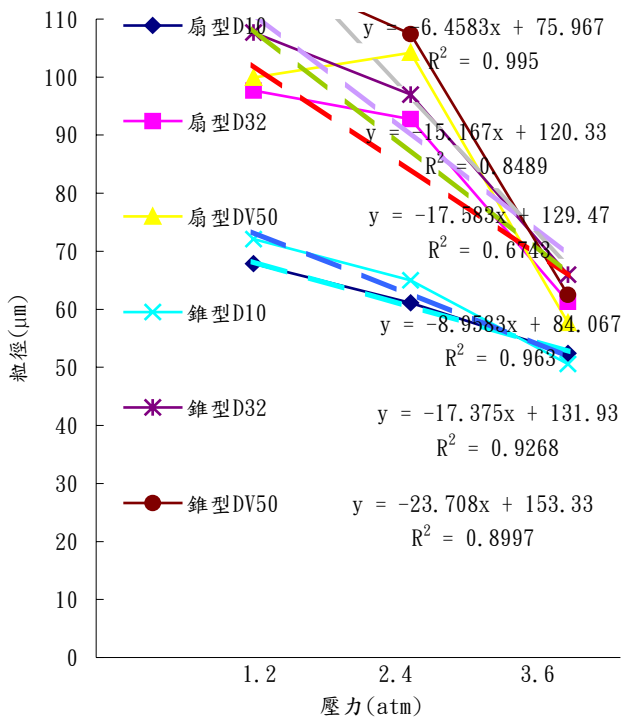


圖七 c、GOLRIA 141T

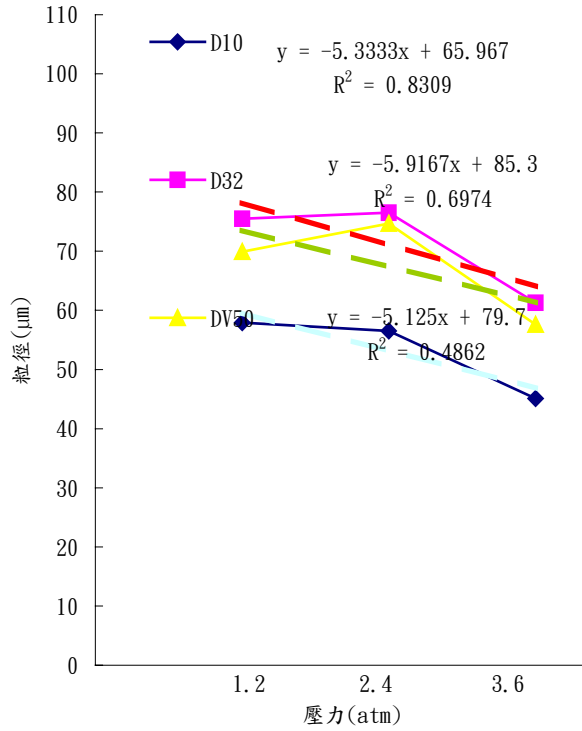


圖七 d、昶城 C558A

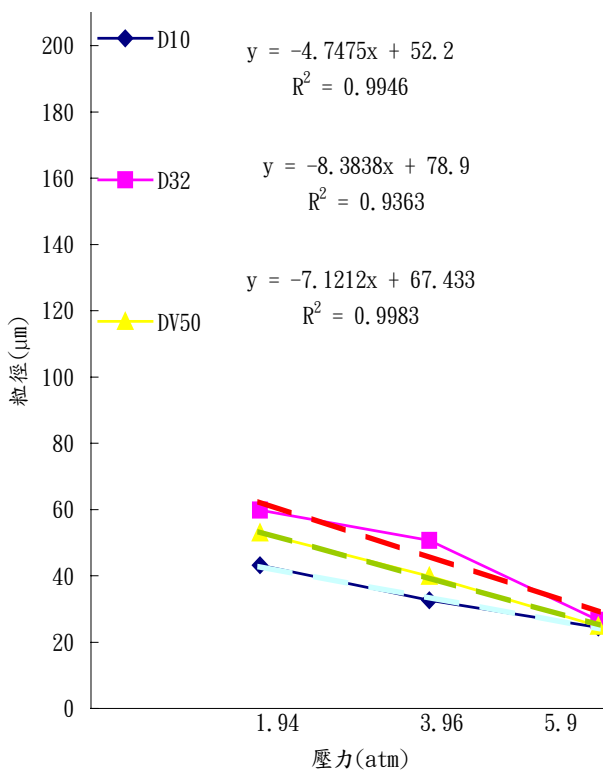
圖七、壓力式噴霧機流量與噴霧粒徑之關係



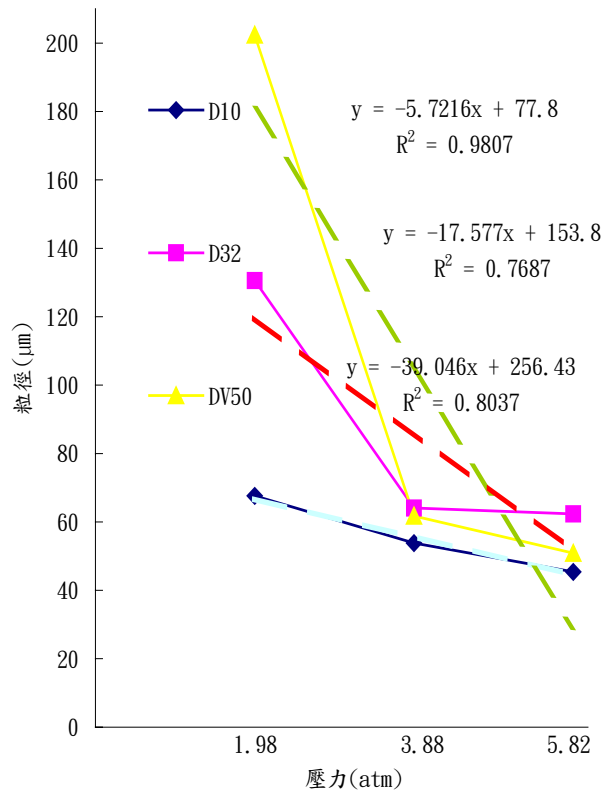
圖八 a、均坵 CHI-0806H



圖八 b、FOX MOTORI F200

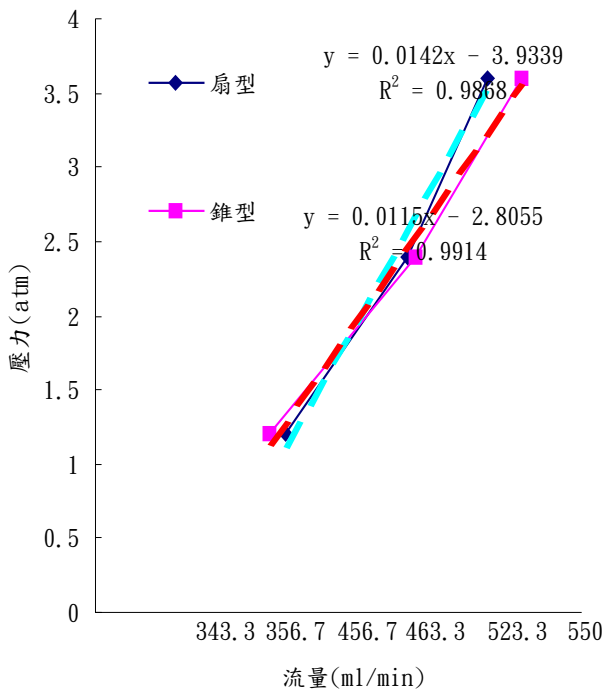


圖八 c、GOLRIA 141T

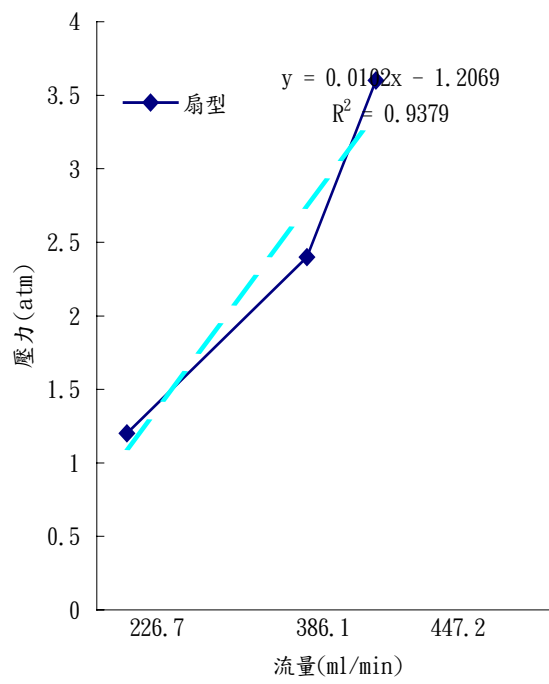


圖八 d、昶城 C558A

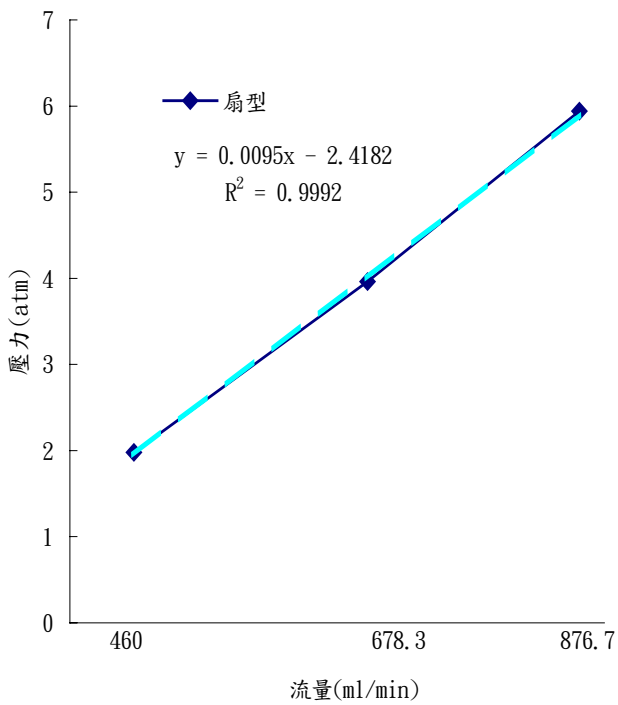
圖八、壓力式噴霧機壓力與噴霧粒徑之關係



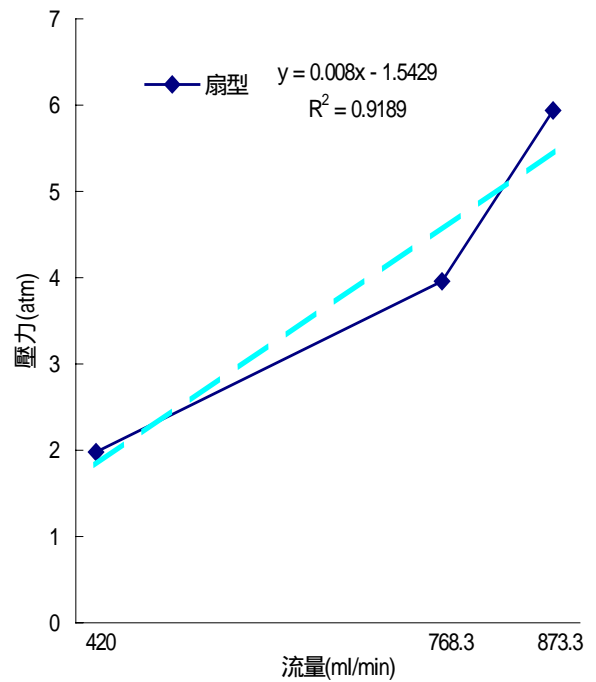
圖九 a、均屹 CHI-0806H



圖九 b、FOX MOTORI F200

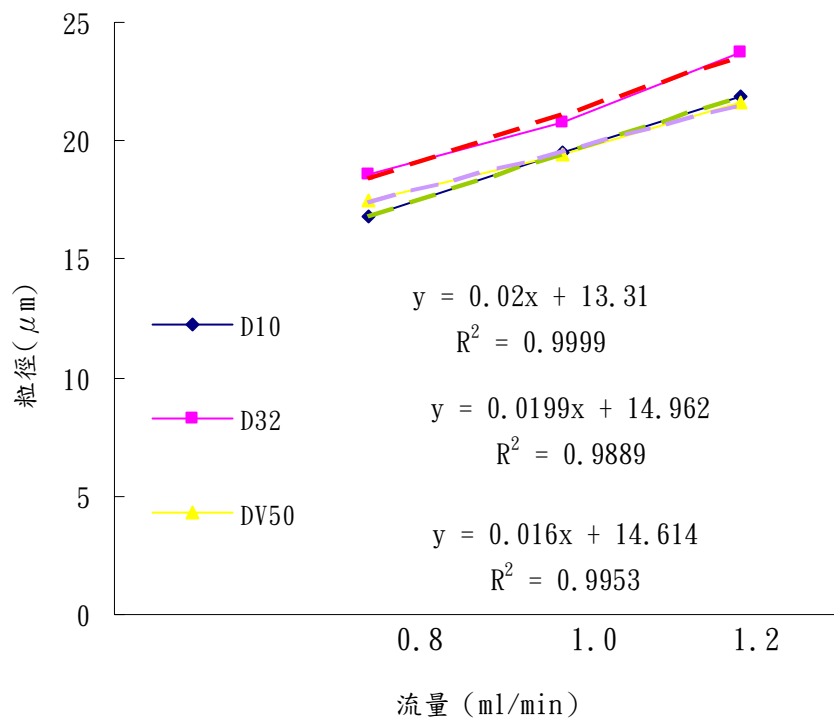


圖九 c、GOLRIA 141T

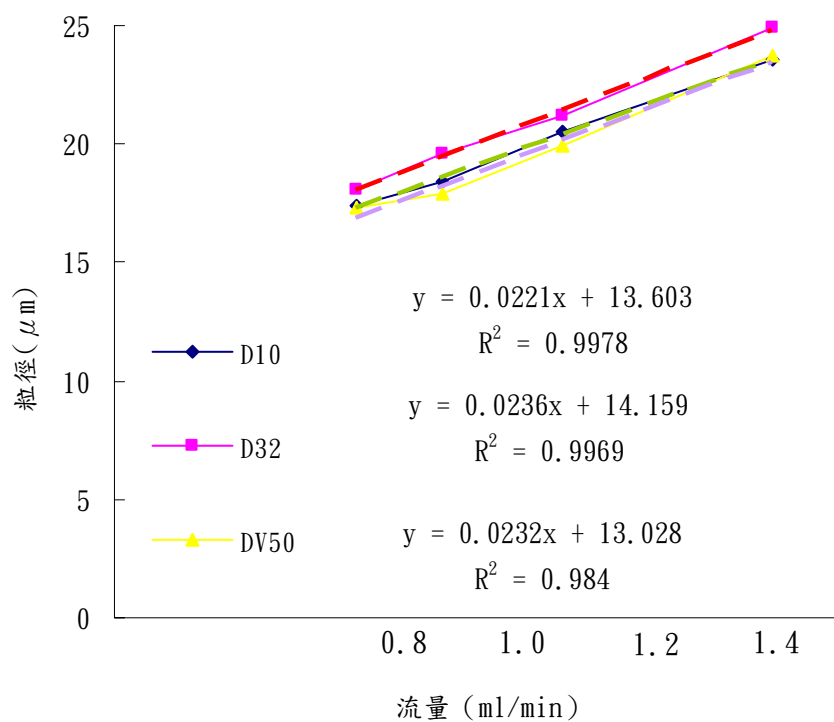


圖九 d、昶城 C558A

圖九、壓力式噴霧機壓力與流量之關係

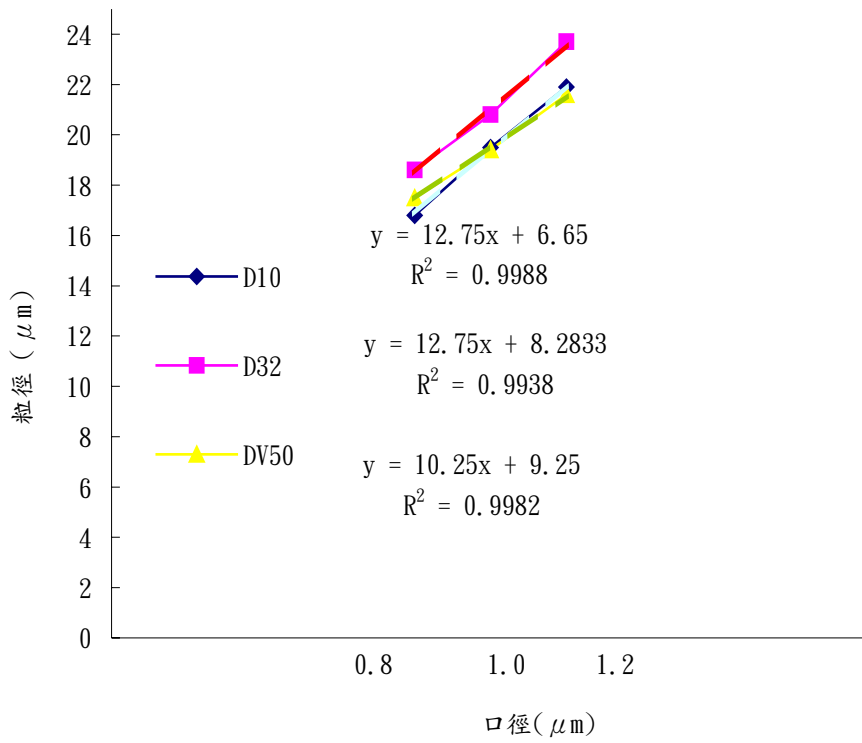


圖十 a、 SWINGFOG SN50

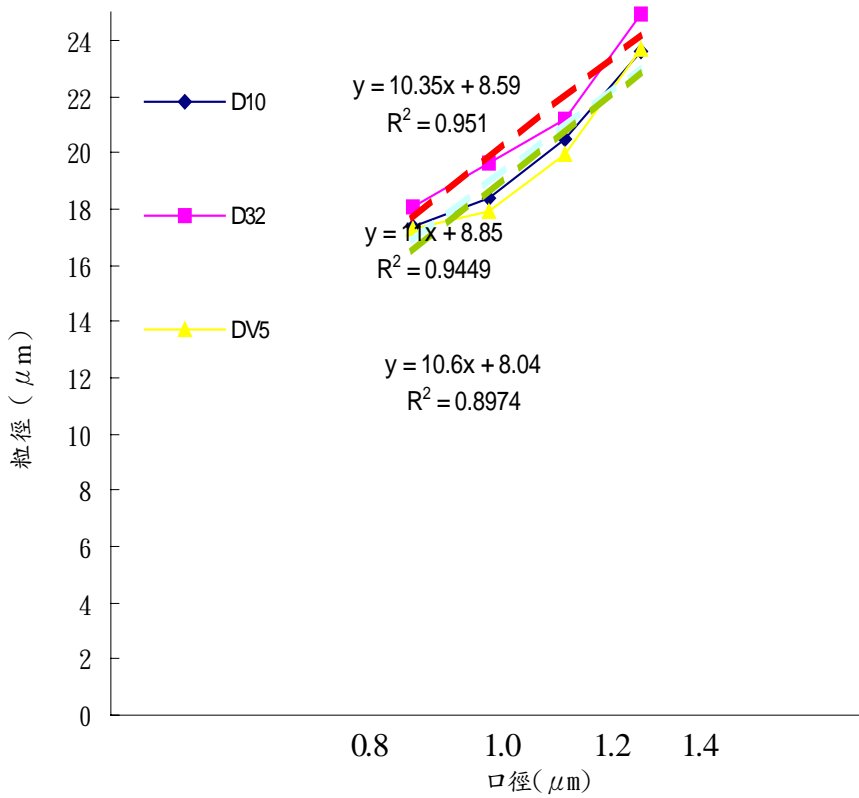


圖十 b、 iGEBA TF35

圖十、 熱煙霧機流量與噴霧粒徑之關係

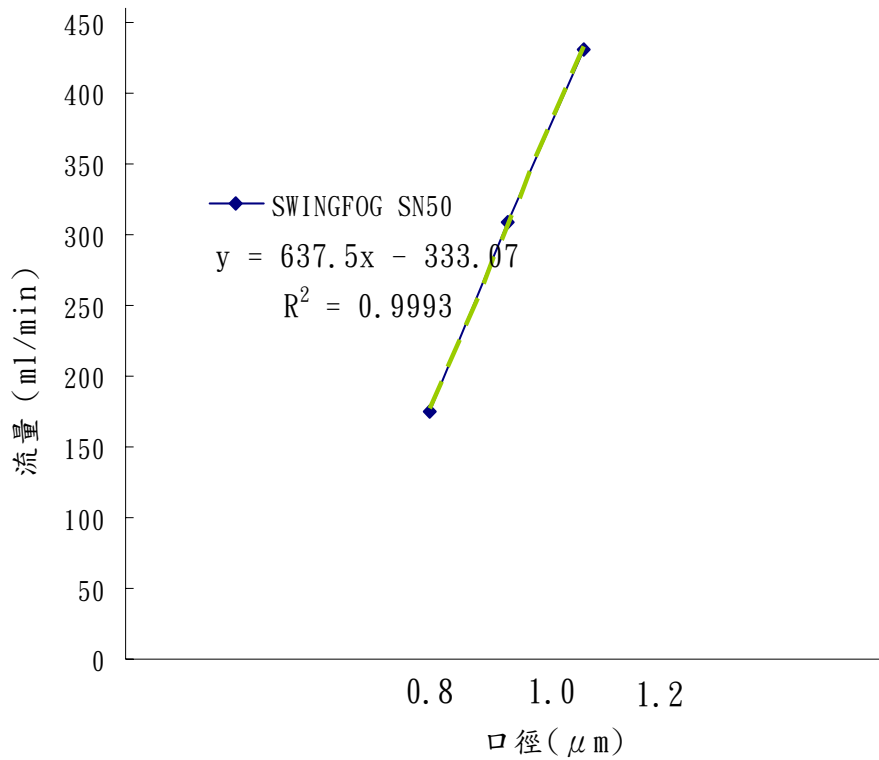


圖十一 a、 SWINGFOG SN50

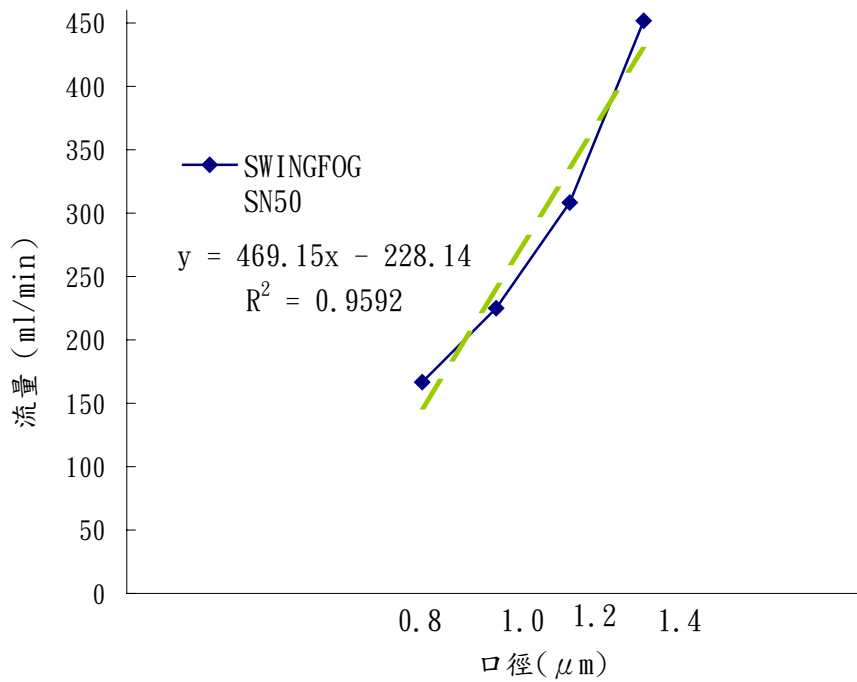


圖十一 b、 iGEB A TF35

圖十一、 熱煙霧機噴頭口徑與噴霧粒徑之關係

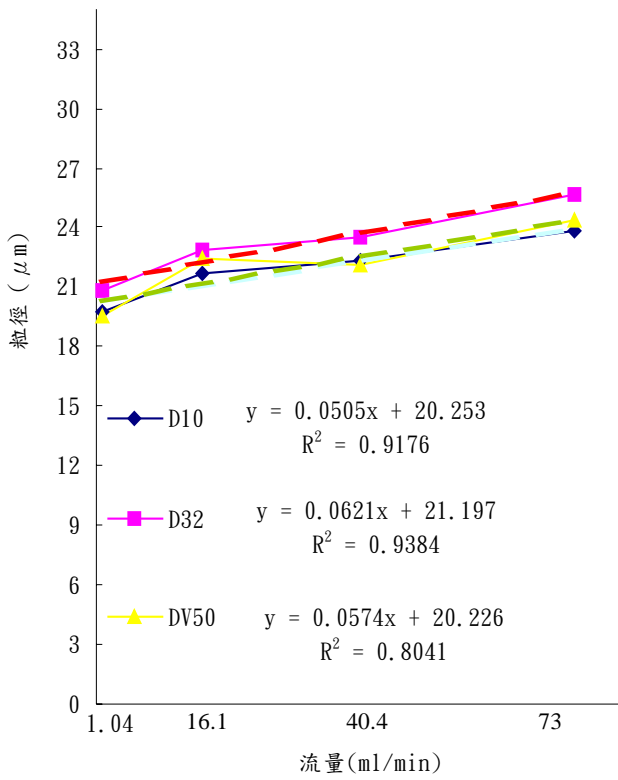


圖十二 a、 SWINGFOG SN50

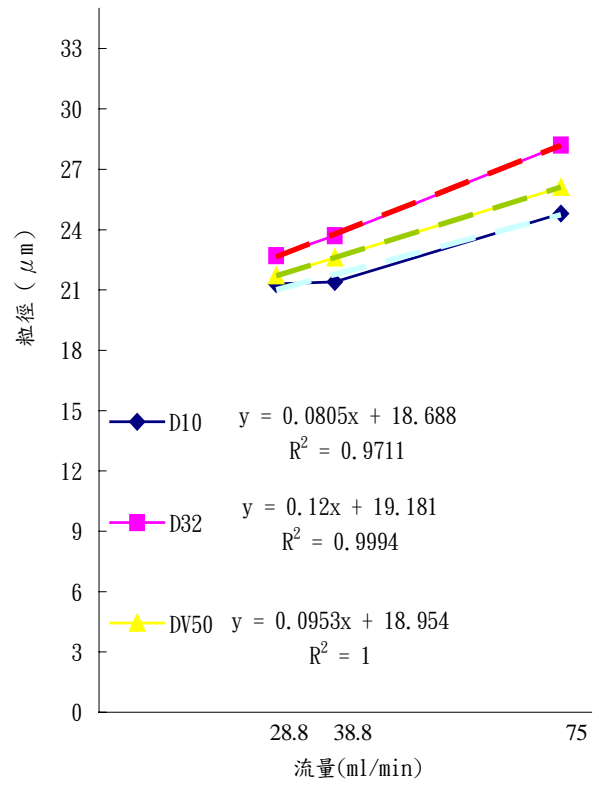


圖十二 b、 iGEB A TF35

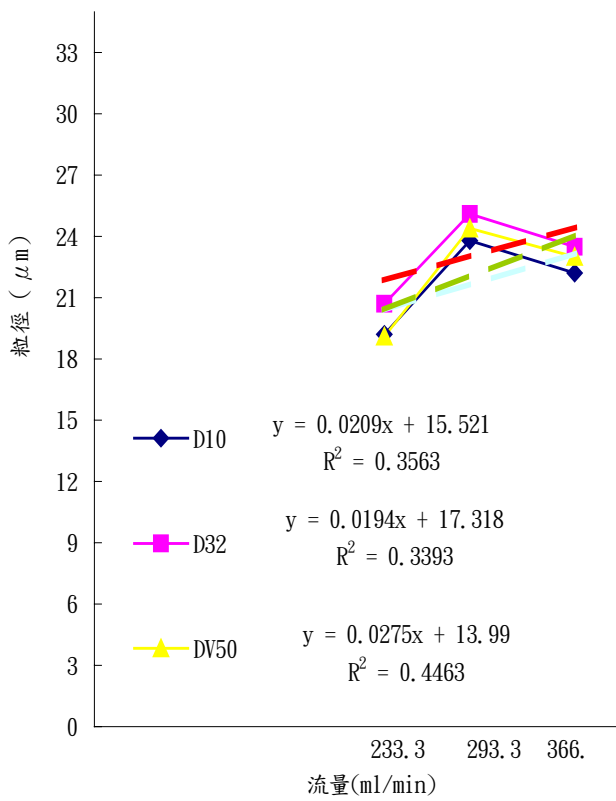
圖十二、 熱煙霧機噴頭口徑與流量之關係



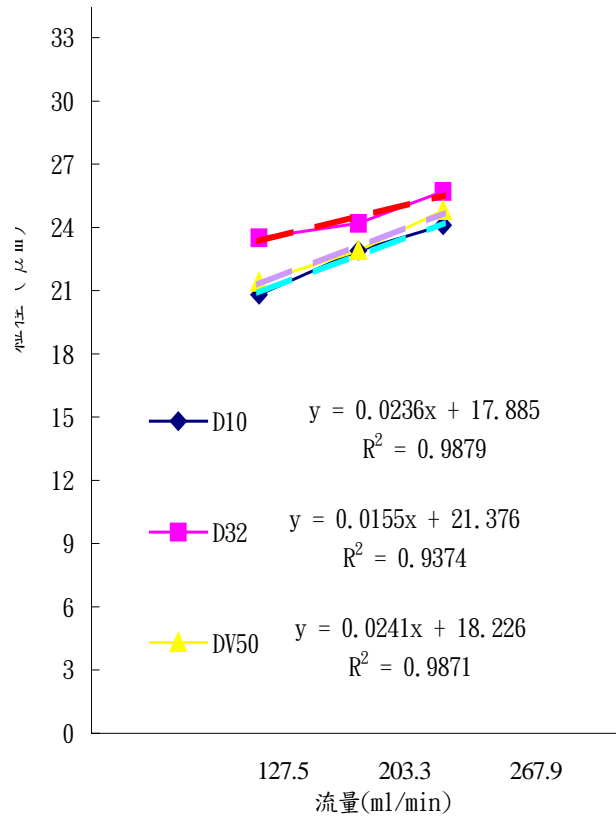
圖十三 a、 B&G2600



圖十三 b、 FONTON Portastar

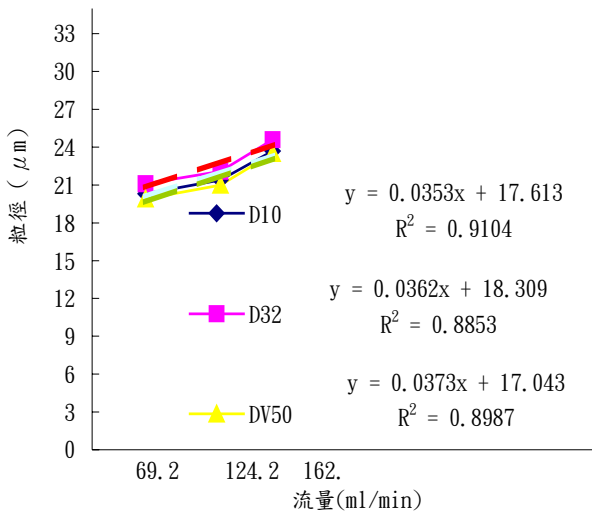


圖十三 c、 DYNA-FOG 2734

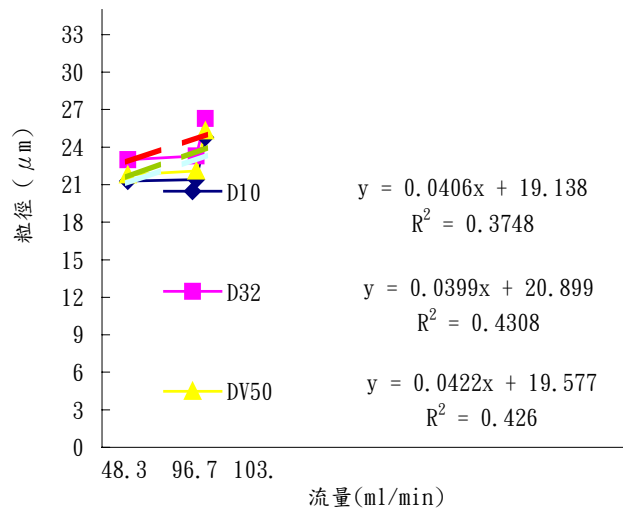


圖十三 d、 DYNA-FOG 2794

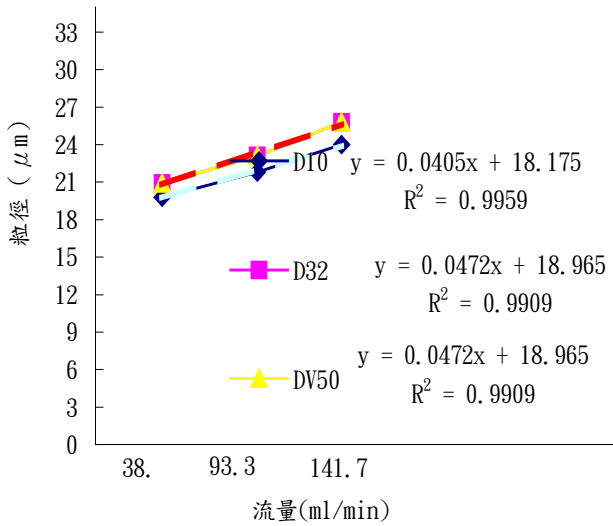
圖十三、 超低容量機流量與噴霧粒徑之關係



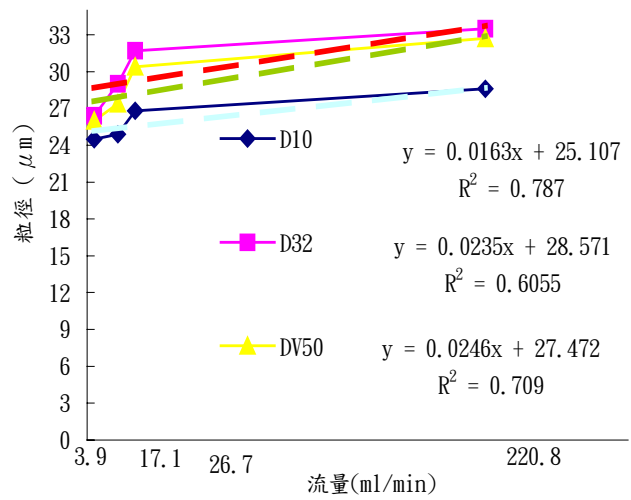
圖十三 e、 FOGMASTER 6208



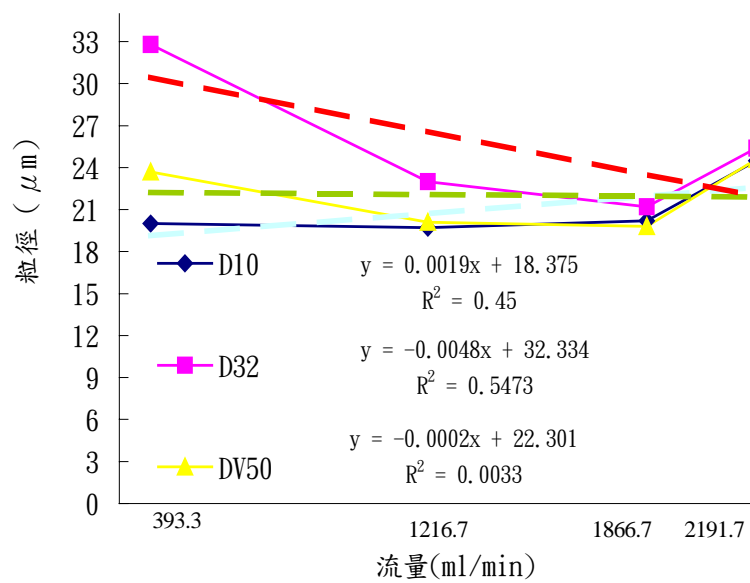
圖十三 f、 LONDON FOG COLT



圖十三 g、 DYNA-FOG TWISTERTM XL



圖十三 h、 iGEBANEBULO



圖十三 i、 SOLO 450