

計畫編號：DOH98—DC—2008

行政院衛生署疾病管制局 98 年度科技研究發展計畫

建置登革熱病媒蚊化學防治資料庫（第一年）

## 研究報告

執行機構：疾病管制局

計畫主持人：夏維泰

協同主持人：劉定萍

研究人員：楊依潔

執行期間：98 年 1 月 1 日至 98 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.....	4
貳、前言.....	9
參、材料與方法.....	15
肆、結果.....	24
伍、討論.....	35
陸、結論與建議.....	37
柒、參考文獻.....	38
捌、圖表.....	42

共 (82) 頁

## 表目錄

表一、供試蚊蟲品系與環境衛生用藥.....	42
表二、環境衛生用藥有效成分.....	43
表三、粒徑參數定義.....	44
表四、環藥對高雄市品系埃及斑蚊之擊昏情形.....	45
表五、環藥對高雄市品系埃及斑蚊之致死情形.....	46
表六、高雄市各行政區登革熱防治分級推薦藥劑.....	47
表七、環藥對高雄縣鳳山市品系埃及斑蚊之擊昏情形.....	48
表八、環藥對高雄縣鳳山市品系埃及斑蚊之致死情形.....	48
表九、高雄縣鳳山市各區域登革熱防治分級推薦藥劑.....	49
表十、乙二醇對埃及斑蚊之藥效.....	50
表十一、乙二醇噴霧粒徑.....	51
表十二、環藥添加助煙劑對埃及斑蚊的藥效.....	52
表十三、環藥添加助煙劑之噴霧粒徑.....	53
表十四、前金區立德棒球場埃及斑蚊藥效試驗情形.....	54
表十五、噴霧機之流量測定.....	54
表十六、前金區立德棒球場噴藥情形.....	55
表十七、前金區立德棒球場登革熱防治成效.....	56
表十八、市售煙霧機霧化效能.....	57

## 圖目錄

圖一、乙二醇濃度與噴霧粒子數目之關係.....	58
圖二、乙二醇濃度與噴霧粒徑之關係.....	59

## 附件

附件一、登革熱病媒蚊生物檢定標準作業.....	61
附件二、高雄市前金區立德棒球場登革熱緊急噴藥工作成效評估報告.....	69
附件三、登革熱緊急噴藥藥效評估標準作業.....	75

## 壹、摘要

疫情之發展，係由小區塊零星發生至鄰里群聚感染而後縣市大規模爆發疫情，故而噴藥與頻率甚至蚊蟲抗藥性的產生歷史亦從而隨之演變。本年度以生物檢定法中之網籠試驗檢測高雄縣市政府衛生局欲使用於登革熱防治之各項特殊環藥對其轄區各區域(品系)埃及斑蚊的藥效。依試驗結果之 30 分鐘擊昏率與 24 小時死亡率及感受性與野外科品系之差異性綜合評估並分級。第一級為「推薦使用」，其死亡率 $\geq 95\%$ 且與感受性品系間無顯著差異，同時擊昏率 $\geq 80\%$ 。第二級為「適合使用」，其死亡率 $\geq 95\%$ 且與感受性品系間無顯著差異，同時擊昏率 $< 80\%$ 。第三級為「輪替使用」，其死亡率為 80~95%之間且與感受性品系有顯著差異。第四級為「小心使用」，其死亡率為 50~79%之間。第五級為「不推薦使用」，其死亡率 $< 50\%$ 。結果顯示，萬克乳劑可使用於高雄市左營、鹽埕、新興等區域，但不適用於苓雅區。百力寶水性液劑可使用於左營及新興區，但不適用於苓雅區。雙強乳劑可使用於左營、三民、鼓山、鹽埕、新興、苓雅、旗津與前鎮區。登熱治乳劑可使用於左營、鹽埕、前金及高雄縣鳳山市武漢等里與五福+福興里等區域。虫光乳劑可普遍使用於高雄市及高雄縣鳳山市武漢等里與五福+福興里等區域。索飛克乳劑可使用於高雄縣鳳山市武漢等里與五福+福興里等區域。

本次藥效試驗證實，蚊蟲對於殺蟲劑之感藥性會因小區塊(品系)之不同而異，也突顯出生物檢定試驗之重要性。因此訂定「登革熱病媒蚊生物檢定標準作業」，提供地方政府平日自行進行試驗，測定轄

區內各品系蚊蟲對環藥之感藥性及篩選各環藥之最佳使用濃度與有效成份並考慮使用一種以上有效成份(複方)之環藥。同時建檔存參，使各單位能在同一公平基準下依其噴藥歷史、頻率作出不同時空的互相比較，俾能在疫情發生初期即可正確選擇、精準用藥，迅速消弭疫情。再者，以往疫情發生，每每須由本局派員赴現場進行藥效評估工作，往往緩不濟急，故而訂定「登革熱緊急噴藥藥效評估標準作業」供地方政府在疫情發生，實施大規模噴藥作業時，用以評估防疫人員、噴霧機具及環藥成份等防疫效能，避免人力物力的浪費及延誤防疫時機。

環藥添加助煙劑之加成作用試驗結果顯示，乙二醇本身不具有殺蚊效果且乙二醇噴霧粒徑與濃度間呈正相關關係( $r^2=0.96$ )，而粒子數目則與濃度間呈負相關關係( $r^2=0.97$ )。各濃度乙二醇噴霧粒子大小皆一致且分布均勻( $\text{Span}<2$ ， $\text{DR}\approx 1$ )，其中又以乙二醇 50%濃度之噴霧情形最為優良( $\text{Span}<2$ ， $\text{DR}=1$ )。經由環藥添加助煙劑對埃及斑蚊之藥效試驗及噴霧粒徑分析，證實助煙劑對於環藥殺蚊效果確有加成作用，同時亦會增大噴霧粒徑，減少噴霧粒子數目。

對於市售常用之病媒防治噴霧機具，首先以霧化效能與流量檢定篩選常用於南部地區防治登革熱之煙霧機，計 14 台機型 27 種噴灑組合(噴霧口徑+功率)。依其噴霧粒子之粒徑分布、徑距與流量穩定與否分為三級。第一級為「推薦使用」： $\text{Span}<2$  且  $\text{DR}\approx 1$ ，同時  $\text{CV}<5$ 。第二級為「小心使用」： $\text{Span}<2$  且  $\text{DR}\approx 1$ ，但  $\text{CV}\geq 5$ 。第三級為「不推薦使用」： $\text{Span}>2$  或  $\text{DR}\approx 1$ 。檢測結果發現大部份機型之煙

霧機皆為霧化效能良好且流量穩定者，僅少部份機型由於霧化效能差而不予推薦用於空間噴灑。

近年來歷次登革熱緊急噴藥藥效評估結果皆顯示，一個成功的化學防治作業，除了有效的環境衛生用藥、霧化效能穩定的噴霧機具外還需噴灑技能嫻熟的防疫人員等三個因素的完美整合始能畢竟全功。有效的環藥成分及濃度可由地方衛生局自行以生物檢定試驗篩選出來，霧化效能優良的噴霧機型則可由本局檢測並建立資料庫供縣市衛生局採購及使用之參考，然而無論藥劑或機具的使用皆有賴於防疫人員的正確噴灑技術，因此加強在職教育、提升噴霧效能、擴大防疫成效、精準用藥、減少浪費，應為必要且持續進行之課題。

關鍵字：登革熱、埃及斑蚊、助煙劑、藥效試驗、標準作業



## Abstract

Dengue fever occurs from the neighborhood fragmentarily to the community cluster infection then becoming outbreak in the county. Therefore the history and frequency of chemical control and the resistance of mosquitoes evolved. According to the results of bioassay cage test, with the indexes such as knock-down rate, mortality and the difference between susceptible and field strain, we could assess insecticides into five classes. The first one is “Recommended”: mortality  $\geq 95\%$  and with no significant difference between two strains also knock-down rate  $\geq 80\%$ . Second class is “Suitable”: mortality  $\geq 95\%$  and with no significant difference between two strains also knock-down rate  $< 80\%$ . Third is “Alternative”: mortality 80~95% and with no significant difference between two strains. Fourth is “Cautious”: mortality 50~79%. Fifth is “Not recommended”: mortality  $< 50\%$ .

The results of bioassay test showed that, “Cypermethrin 10.6% E.C” may be used in the Zuoying, Yancheng, and Sinsing District of Kaohsiung City, but not for Lingya District. “Aero-Cytetra SL” may be used in the Zuoying and Sinsing, but not for Lingya District. “Shuang-Chiang EC” may be used in the Zuoying, Sanmin, Gushan, Sinsing, Lingya, Cijin and Cianjhen District. “Aero-DeleBTP EC” may be used in the Zuoying, Yancheng and Chienchin District of Kaohsiung City and also in the Wuhan + Sinwu + Chengyi and Wufu + Fusing neighborhood of Kaohsiung County. “Aero-CyETOCP EC” may be used in the Kaohsiung City and Wuhan + Sinwu + Chengyi and Wufu + Fusing neighborhood of Kaohsiung County. “Solfac EW050” may be used in the Wuhan + Sinwu + Chengyi and Wufu + Fusing neighborhood of Kaohsiung County.

This experiment proved that the susceptibility of mosquitoes to insecticides would vary from each niche and also confirmed the importance of the bioassay

test. We established two SOPs for the local government in order to control the Dengue Fever. One is the “Standard Operating Procedure of Bioassay Test”, it could used to screen the most efficiency insecticide and the best concentration sprayed in the local area to prevent the outbreak of disease. Another is “Standard Operating Procedure of Evaluation of Emergency Control”, it would help to evaluate the efficiency of emergency control in the epidemic area in order to avoid the waste of man power and financial cost also the delayed of control time.

There was positive correlation ( $r^2=0.96$ ) between the droplet sizes and the concentrations of Ethylene glycol. But the number of droplet had the negative correlation ( $r^2=0.97$ ) with concentrations of Ethylene glycol. Ethylene glycol proved to have additional killing effect on mosquitoes by add to insecticides. The reason why may be the increased of the droplet size and the moisture maintained due to its double hydroxyl structure. With the index of droplet sizing (VMD, NMD, Span, DR etc.) and flow rate stabilization (CV) we could characterize the sprayer as three classes. The first class is “Recommended”: Span < 2 and DR $\approx$ 1 and CV < 5. Second is “Cautious”: Span < 2 and DR $\approx$ 1 and CV $\geq$ 5. Third is “Not Recommended”: Span > 2 or DR $\neq$ 1. Test of the sprayers atomization and stabilization of flow rate showed that most of the foggers would located in the first class.

Besides the effective insecticides and the stable atomized sprayer, the spraying technology is the most key factor in the chemical control. Enhance the on-job-training to upgrade the skill of sprayers and to expand the control effect may be the first priority of our efforts.

Key words: Dengue fever, *Aedes aegypti*, Ethylene glycol, Bioassay, SOP

## 貳、前言

自 2002 年起學者專家即對台灣南部地區的埃及斑蚊持續進行抗藥性監測的研究，結果發現由於長期噴灑藥劑的結果，南部地區埃及斑蚊已漸漸對合成除蟲菊類成份的殺蟲藥劑產生了抗藥性，幾乎已達無藥可用之窘境。以鳳山市 12 個行政里為例，調查後發現病例住家週遭雖然經過 2 次以上重複噴藥動作，然而大多行政里的病媒成蟲指數仍超過安全臨界值（黃 2005）。

緊急噴藥由於大量的使用殺蟲劑撲滅蚊蟲，容易造成環境污染、破壞生態平衡（陳 2002）；加上連續的使用更易導致蚊蟲抗藥性的產生(李 2001)。甚至某些病媒防治噴藥人員，對於常用的環境衛生用藥應該如何標準稀釋與配製的步驟方法都不甚了解；在藥物稀釋與配製時隨意性很大，導致藥物濃度過高，造成藥物浪費並污染環境，或是由於濃度過低而殺不死蚊蟲，既浪費藥物又促使病媒產生抗藥性(鄒 2005)。目前蚊蟲的抗藥性以及環境的改變，已加劇了蟲媒病傳播的惡化趨勢，所以如何正確、合理的使用環境衛生用藥；降低甚至解決蚊蟲抗藥性的問題乃是當前防治工作的重要課題之一（郝等人 2002）。

季節、氣候、地方的不同會造成昆蟲體質與敏感度等許多因素的差異而直接影響藥劑對蚊蟲的防治率（胡 等人 2003），抗藥性的產生更將威脅防治成效（Maria *et al* 2007）。對於蚊蟲抗藥性的治理，首先應了解當地蚊蟲對哪些殺蟲劑敏感？對哪些已產生抗藥性（張 等人 2004）？專家學者之抗藥性監測往往以縣市為範圍，防疫現場施噴環藥

的選用亦以之參考，但仍然無法有效撲滅成蟲；其因或為疫情之發展，係由小區塊零星發生至鄰里群聚感染而後縣市大規模爆發疫情。因此藥劑的選擇應根據小區塊或鄰里之噴藥歷史與噴藥次數作為依據，才能適切了解各區塊蚊蟲品系對藥劑的感受情形，進而選出最能有效達成防疫目標之藥劑。同時監測使用的藥劑對當地斑蚊品系的 LD<sub>50</sub>、擊昏率及致死率等資料，作為以後每年用藥的指標，掌握該斑蚊品系對該藥抗性發展的情況，以便及時調整用藥方案（王 等人 2001）。

在南部地區防疫現場作業往往會因環境狀況不同、蚊蟲抗藥性差異等因素而異，蚊蟲對同類不同種殺蟲劑抗性的生物機制不同(郭 等人 2000, Julia et al. 2008)，可能是因其噴藥歷史、次數不同而有所差異。殺蟲劑引發蚊蟲抗藥性可能是藥劑誘發性染色體和各種激素控制的結果，同時由於抗性基因對種群的繁殖和發育產生不利影響，停止用藥後，抗藥性蚊蟲可能會自然淘汰(郭 等人 2000)，使得蚊蟲由抗藥性轉為敏感性。如果能在噴灑藥劑之前先進行生物檢定試驗，就可確切掌握該藥對該品系蚊蟲的藥效及最佳使用濃度，以達到精準用藥、避免環境污染及人體曝露危害等目標。更重要的是，亦可延長或降低蚊蟲產生抗藥性的期程與機率及減少多次重複噴藥所造成之公帑浪費與民怨積累。所以藥效與生物感受性試驗應列入綜合防治計劃考慮因子之一（Maria et al 2007）。

標準作業(SOP)是將長時間累積下來的經驗、技術使用，以文字與統一的格式，將每一步驟的操作過程與細節的要求，詳實紀錄並予規

範。目的在使操作人員經過短期的培訓即可快速掌握準確的技術，同時通過相同的作業使操作結果一致，因而提高數據的可比性、可重覆性、可信度和理論支持性（張 等人 2007）。所以吾人須建立一套「登革熱病媒蚊生物檢定標準作業」，提供縣市政府在平時立即能自行依照 SOP 篩選出轄區內各品系蚊蟲的有效防治環藥成分及使用濃度，同時依藥效評估結果將各環藥予以分級並歸納整理成生物檢定資料庫。一方面可做為疫情發生時藥劑選定之參酌，亦可綜合比較各區藥效資料，以輪替使用不同種類但同樣有效的藥劑（王 等人 2001）。

吾人近年來歷次在南部地區進行緊急噴藥評估工作後發現，蚊蟲產生抗藥性僅為防治病媒蚊效果不彰的原因之一。化學防治乃是使用化學合成藥劑來撲殺病媒，一般防治飛行性害蟲（蚊蟲、蒼蠅等）係採用空間噴灑方式。所謂「空間噴灑」，是指利用煙霧機或超低容量機將油劑或超低容量劑等劑型之殺蟲劑，碎裂至直徑小於 50 微米( $\mu\text{m}$ ) 大小的顆粒，使其能長時間飄浮於空中且均勻分佈，以增加觸殺飛行性害蟲的機會。優點為操作簡便且不易損傷房舍及傢俱，缺點則是效果短暫，僅能維持不到一天，同時又易為施藥人員或民眾吸入而危害健康(夏 2006)。

1973 年以後發展的合成除蟲菊藥劑已在結構上做大幅的改進，不再快速的進行光氧化和環氧乙烷反應，反而只會產生一些速度較慢，如雙自由基、去鹵素及水解等反應(陳 1996)。在防治斑蚊時需對室內、外的成蚊同時進行噴藥撲殺，由於疫區多在人口分佈密集地區，對於

殺蟲劑及其劑型有更高的要求，除了低毒性、高效能外，更要求具備刺激性小、無不良氣味的特性，才能最大限度的降低對社區環境、人群的影響，使住戶容易接受，便於防疫工作順利進行(胡 等人 2006)。

目前雖然特殊環境衛生用藥種類繁多，同時大多效果良好；但卻無法達到對環境危害小、刺激性低且無不良氣味的要求。因此，改用較無刺激、殘留與不良氣味的水性藥劑乃為市區防疫之必然趨勢。目前台灣南部地區於登革熱緊急防治噴藥時，最普遍的作法就是使用煙霧機施噴油劑進行空間噴灑。雖然施噴油性藥劑，具有易於目視、可直接觀測藥霧擴散及穿透情形、作業情形明顯可見，同時提供民眾防治成效極佳之觀感(WHO 2003)等優點，故為防治登革熱的最佳噴灑組合(夏 2006)。但是由於油劑使用大量的有機溶劑，導致環境污染及運輸不便等問題(張 等人 2003)，同時其易燃性與煙霧機高溫操作下，容易引發火災或是煙霧造成交通危險(WHO 2003)，加上氣味難聞及殘留的油漬經常造成民眾反彈、抱怨，甚至因反對噴藥而緊閉門窗，影響防疫成效。

有鑑於此，近年來水性藥劑的使用遂有漸漸增多的趨勢。然而施噴水性藥劑，一方面未能造成煙霧效果令民眾產生噴霧不力疑慮；另一方面，一般噴藥人員由於缺乏專業，在失去目視評估藥量的情況下，頓然無所適從，導致防治成效不彰。所以從業人員在噴灑藥劑時，即以在藥劑中添加乙二醇或其他有機溶劑方式來產生煙霧、加強視覺效果以期完成防疫任務。然而各種殺蟲劑均有其物理與化學特性，某些

藥劑在混合後，其物化性質（沉澱、分層、黏度、化學結構與 pH 值等）可能產生改變，而這些變化往往會導致藥效降低或產生其它副作用。藥劑混合成分越多，其物化性質也就越複雜，對高等動物的毒性亦更加難以預測。根據行政院環境保護署刊行之「環境衛生用藥手冊」所載，助煙劑並未列入其中，同時添加助煙劑對於病媒防治的效果亦尚未獲得證實。一般來說，殺蟲劑添加協力劑或介面活性劑等助劑多會產生正面效應，增加其藥效(Ayasa et al. 2006)。然而環藥添加助劑也可能會有協力、拮抗與獨立作用等三種情形發生。混合效果較單獨效果大者稱為協力作用，有時殺蟲劑加上本身無殺蟲作用之藥劑後，效果增加數倍；拮抗作用則是混合後反會降低其原來藥效；而混合後互相不影響藥效則稱為獨立作用。所以有關環藥添加助煙劑之藥效研究就相形重要。

助煙劑大多為乙二醇(Ethylene glycol)成分，是一種簡單的二元醇。為一無色無臭、有甜味的液體，能與水以任意比例混合；具有低凝固點(-12.9°C)及高沸點(197.3°C)的特性，400°C 以上始行自燃，為一種穩定的化合物。除了主要用以屋舍、水管、行車系統的抗凝劑之外，工業生產亦可用於助溶劑、表面活性劑、瀝青乳化塗料、泡沫穩定劑、潤濕劑等用途，同時亦為合成聚酯纖維或塑膠等之材料；實驗室常用於標本保存及萃取蛋白質；除此之外，亦可產生人造煙霧達到戲劇、教育、娛樂等目的。

許多學者專家在噴灑技術上皆曾提出低容量和超低容量噴霧技術

及精密噴灑技術等理論 (Himel 1969, 李 2002)。世界衛生組織將殺蟲劑經噴霧機噴出的藥粒大小規範成六類 (WHO 1990)，並建議撲殺成蚊最佳噴霧粒徑為 10-20 微米 ( $\mu\text{m}$ )；可見藥劑顆粒的大小可以影響藥效 (陳 1995) 及空間沉降的速度 (Weiss et al. 1997, 湯等人 2005)。近年來，吾人亦發現噴霧機具的霧化性能與殺蟲效果關係密切，甚而影響大規模的防疫噴藥成效 (夏 2006, 夏、林 2008)。使用不同的噴霧機施噴殺蟲藥劑，其噴霧粒子往往受到壓力 (功率) 及噴頭型式 (口徑) 的影響而大小不一 (WHO 2003)。同時各項試驗研究也証實，藥液的劑型、成份、黏度與密度甚至噴霧機流量、機型與環境因素都會影響藥粒的大小 (祁 等人 2002, 林 等人 2005, 湯 等人 2004, 龐 等人 2005, Rathburn et al. 1989, Zande et al. 2005)。因此，施藥量與濃度、藥粒大小、藥液沉積分布及藥劑劑型等皆是噴灑技術中極為重要的技術指標 (夏 等人 2008, 黃 2004, 顏 2001)。若能將最適噴灑機具與最佳噴灑技術相互配合，同時將其結果依噴霧機霧化效能分級並彙整成噴霧機資料庫，則不僅可以提供地方政府採購及使用時之參考，亦能提升防疫效果、減少藥物浪費，保護資源和環境，並取得良好的經濟和社會效益、維護國人的身體健康。

一個成功的化學防治作業，必須仰賴有效的環境衛生用藥、霧化效能穩定的噴霧機具及噴灑技能嫻熟的防疫人員等三個因素的完美整合始能畢竟全功 (夏、林 2008)。生物檢定試驗與標準作業訂定及噴霧機資料庫的建立即可為前兩項因素提供解決方案。根據本局歷年來



多次緊急噴藥藥效評估工作經驗，建立一套「登革熱緊急噴藥藥效評估標準作業」，使縣市政府在緊急噴藥作業時，能依此評估防疫人員的噴灑技能、現場使用機具的霧化效能及穩定度與噴藥成效，以期完美整合化學防治作業各項影響因子，將用藥量、噴藥次數減至最低，進而節省公帑並減少民眾對防疫工作的反彈與對政府的怨懟。

## 參、材料與方法

### 一、生物檢定試驗

#### (一) 蚊蟲品系建立

##### 1、野外品系

於現場以幼蟲採集法將二組依高雄縣市政府衛生局需求所選定之埃及斑蚊各品系(表一)及登革熱防治緊急噴藥地區之幼蟲採集後攜至該轄區之養蚊室，經現場鏡檢鑑定無誤後，帶回疾管局之養蚊室飼育至第一子代成蚊供試。

##### 2、感受性品系

於1987年自台南地區採集埃及斑蚊後，即繼代飼育於疾病管制局養蚊室中至今(約600代以上)。

##### 3、蚊蟲飼育

將感受性及野外品系之埃及斑蚊幼蟲分別飼於塑膠水盆中並以台糖酵母+豬肝粉(1:1)餵食且每日刮去水膜，待化蛹後挑起置於水杯中，再分別放入養蚊籠中(30\*30\*20cm)，俟其羽化成蟲且給予10%糖水。養蟲室維持25-28°C，相對溼度

70±5%，光照 12 小時（吳、張 1990）。

## （二）環境衛生用藥

### 1、各品系藥效試驗

將二組依高雄縣市政府衛生局需求所選定之特殊環境衛生用藥按照行政院環境保護署規定藥瓶標示之推薦倍數分別以純水稀釋後備用。

### 2、助煙劑藥效試驗

市售環藥的有效成分一般可分為有機磷、合成除蟲菊及氨基甲酸鹽等三類。氨基甲酸鹽因毒性較高，同時進入體內後會干擾神經系統，故不適用於登革熱防治。有機磷則由於對人畜毒性較高，故選擇毒性較低且常用於登革熱防治的亞特松成分供試。合成除蟲菊因為對害蟲的擊昏及致死效果較佳、安全性高，故廣泛為民眾所接受，因此常用於蟲媒傳染病疫情緊急防治噴藥作業上，但依據專家學者歷年抗藥性結果發現部分藥劑如百滅寧、依芬寧等，在南部地區實際使用時埃及斑蚊對其已有抗藥性產生（徐 2002），故排除此二種成分後再挑選南部地區登革熱防治上常使用之成分供試。

登革熱緊急防治時，噴藥人員往往根據現場藥霧瀰漫情形來評估施噴時間，民眾則用以衡量政府防疫成效。常用環藥劑型包含液劑、乳劑、油劑和超低容量劑，由於油劑已內含煤油等油性溶劑，施噴時自然會有煙霧產生，不須另外添加助煙劑，故無需進行試驗；超低容量劑通常不需稀釋即直接施噴，亦無需進行試驗；所以選擇

經常以添加助煙劑之方式來施噴，以滿足大眾期望之液劑與乳劑二種劑型進行試驗。綜合前述共篩選出 7 種藥劑，進行環藥添加助煙劑對埃及斑蚊的藥效試驗。

乙二醇（99.8%，啟琳公司生產）以純水分別稀釋成五種濃度（20、35、50、65 及 80%）備用。先分別進行其對埃及斑蚊成蚊之藥效試驗，以 30 分鐘擊昏率及 24 小時之死亡率評估乙二醇是否具有殺蟲效果，同時進行其噴霧粒徑分析以評估其最適當之使用濃度。再以乙二醇最適當之使用濃度及純水分別將各擇定環藥依可造成埃及斑蚊約 50%死亡率之稀釋倍數製備後，分別進行藥效試驗並同樣以擊昏率及死亡率評估乙二醇與各環藥間之交互作用，同時依其噴霧粒徑分析結果推論原因。各試驗皆需包含空白組，同時擊昏率與死亡率皆需小於 10%，始予接受。每試驗重複三次。

### （三）網籠試驗

#### 1、流量測定

機具先行檢查各部零組件是否完整及電力、油料是否足夠等，接著進行暖機試噴作業，使輸藥管中確實充滿供試溶液。於藥箱內置入定量的供試溶液後，暖機 30 秒，開始噴灑一定的時間後，視機型不同，以收集法或消耗法量測其噴霧量並計算其變異係數 (CV)，當  $CV > 5$  時，代表其流量不穩定。 $CV = (\text{標準差} \div \text{平均值}) \times 100\%$ 。每次試驗前，均需暖機 30 秒並試噴 15 秒；試驗後，則須清乾機體系統內部供試溶液後備用。本測定重覆三次，不同功

率、噴嘴口徑及供試溶液等應分別測定。

### (1) 收集法

噴霧機藥箱內放入供試溶液，依操作方法起動並暖機試噴後（使輸藥管中充滿溶液），將藥箱內剩餘溶劑倒出。再重新置入定量溶液後，打開噴藥開關並將噴頭置入有刻度之耐酸鹼量杯中，開始噴灑數分鐘後，停機並移出噴頭，量測量杯內之液量並除以時間，即為本機每分鐘的流量（ml/min）。

### (2) 消耗法

噴霧機藥箱內置入些許供試溶液（輸藥管需在液面下），依操作方法起動並暖機試噴後（使輸藥管中充滿溶液），將藥箱內剩餘溶液倒出。置入定量的溶液後，打開噴藥開關開始噴灑一定時間後，以量杯量取藥箱內剩餘之液量，以原液量減去剩餘液量後再除以噴灑時間，即為本機每分鐘的流量（ml/min）。

實驗數據以 Excel 程式統計分析其平均值及變異係數(CV)，用以評估機具（口徑/功率/壓力）的流量是否穩定，當  $CV > 5$  時，則表示該機噴霧量不穩定。

## 2、噴藥量計算

以雷射測距儀（Trimble HD150）量測噴藥範圍之長、寬、高後計算噴藥空間，接著計算應噴藥量（推薦用量×噴藥空間）。試驗皆使用經檢測其霧化效能優良( $Span < 2, DR \approx 1$ )，且流量穩定( $CV < 5$ )之煙霧機（puls Fog k10），噴頭口徑使用  $0.8\mu m$  者，再依煙

霧機流量 (196.7±5.8ml) 計算應噴灑時間 (應噴藥量÷噴霧機流量)，然後依此噴灑時間以煙霧機施噴已稀釋之環藥進行藥效試驗。

### 3、網籠試驗

將感受性與野外品系埃及斑蚊 (3~5 日齡，未吸血雌蚊) 分別吸入各折疊式網籠 (25×11×11 公分) 中、外套細紗網 (16 網目)，每籠 20 隻，於試驗空間分別掛置 5 組網籠 (每組含野外與感受品系各一籠)。噴藥後 30 分鐘，取出各組網籠，分別觀察及紀錄其擊昏數，並將蚊蟲全數吸出，置於上附 10% 糖水棉花之觀察紙杯中後，改置於生長箱中飼育，待 24 小時後觀察並紀錄其死亡數。生長箱中維持 25±2°C，相對溼度 70±5%，光照 12 小時。

#### (四) 統計分析

1、試驗組蚊蟲之擊昏率與死亡率皆需經 Abbott 公式校正。校正死亡率 = (試驗組死亡率 - 對照組死亡率) / (1 - 對照組死亡率) × 100%。校正擊昏率 = (試驗組擊昏率 - 對照組擊昏率) / (1 - 對照組擊昏率) × 100% (Abbott 1925)。若空白組死亡率大於 10% 則此實驗重做。

#### 2、統計分析

以 T 檢定與 ANOVA 分別進行試驗組與對照組間之差異及各試驗組間多重變異分析。

#### 3、評估標準

依世界衛生組織對病媒抗藥性之評估標準：死亡率98~100%視為感受性，80~90%須再確認其是否具抗藥性，<80%則視為具抗藥性（Kasap et al. 2000）。同時參考學者專家的評估建議以及本局歷年來緊急藥效評估工作經驗，以緊急噴藥成效優劣之決定指標—蚊蟲死亡率來訂定各環藥對埃及斑蚊各品系之藥效評估標準。總共分為五級：第一級為「推薦使用」，其死亡率 $\geq 95\%$ 且與感受性品系間無顯著差異，同時擊昏率 $\geq 80\%$ ；亦即可依藥瓶標示稀釋倍數使用且殺蚊效果良好。第二級為「適合使用」，其死亡率為 $\geq 95\%$ 且與感受性品系間無顯著差異，同時擊昏率 $< 80\%$ ；亦即可以藥瓶標示稀釋倍數使用且殺蚊效果良好但需考慮民眾對於防治成效觀感。第三級為「輪替使用」，其死亡率為80~95%之間且與感受性品系有顯著差異；其可作為「推薦使用」或「適合使用」藥劑在使用一段時間後之替代藥劑。第四級為「小心使用」，其死亡率為50~79%之間；亦即藥劑成分仍具殺蚊效果，但最好調整稀釋倍數並密切注意抗藥性情形。第五級為「不推薦使用」，其死亡率 $< 50\%$ 。

#### （五）標準作業方法建立

參考學者專家的建議（徐 2001，張 等人 2007，Mulrennan et al. 1989，Miriam et al. 2007）及歷年來生物檢定試驗工作的經驗（夏 等人 2007），同時考量地方衛生局能力，對生物檢定試驗中使用之材料方法如網籠試驗、蚊蟲飼育等操作步驟及數據分析與品質控制等

項目逐一詳細規範。

## 二、粒徑測定與分析

### (一) 粒徑分析室準備

粒徑分析室平日保持潔淨，於實驗前後皆以丙酮拭淨四周牆面及步進軌道，再分別進行抽氣作業 30 分鐘，既將化學氣體排出且又可避免空氣雜質干擾量測結果。測定期間，室內保持密閉、黑暗狀態，溫度維持  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，相對濕度  $60\pm 5\%$ （吳 1990）。

### (二) 粒徑分析儀準備

粒徑分析儀(Sizing Master, LaVision Inc.)（夏、林 2008）置於壓克力箱中避免化學藥劑汙染且每日校正乙次。試驗前後皆以丙酮拭淨壓克力保護箱，先以吹球清除鏡頭前方壓克力箱上平光透鏡之灰塵，再以拭鏡紙沾取丙酮擦拭鏡頭平光透鏡並隨時保持潔淨。

### (三) 噴霧粒徑測試

粒徑分析儀以每秒拍攝二張相片之速度，分別量測經由噴霧機施噴溶液後懸浮在空間中之粒子。每次測定時間為 80 秒，並以影像分析程式進行統計分析各粒徑參數（表三），每試驗重複三次。以 Span 及 DR 值評估噴霧機之霧化效能， $\text{Span} < 2$  表示該噴霧粒子呈常態分布， $\text{DR} \approx 1$  則表示該噴霧粒子大小趨於一致。

## 三、緊急噴藥藥效評估

### (一) 蚊蟲品系建立與飼育

於 2008 年 6 月間至高雄市前金區採集埃及斑蚊幼蟲，飼於高

雄市政府衛生局養蚊室內，建立前金野外品系，並以第一子代成蚊供試。

## (二) 網籠試驗

因應高雄世運會，於噴藥前一日(7/7)，先行赴噴藥區域(高雄市前金區立德棒球場)現場勘查，同時選定5個房間，量測並換算其噴藥空間。噴藥當日(7/8)前往昨日已隨機擇定之5個房間，進行網籠試驗。空白組置於遠離噴藥區域之車內。以t-test分析感受及野外品系間擊昏與死亡率之差異。

## (三) 噴灑技能

以碼錶計算噴藥人員進入房間，自起動噴霧機開始噴藥至退出房間停止噴藥之時間，5個房間噴藥時間分別測定。以消耗或收集法測定使用噴霧機之流量，並以使用藥量(機器流量×噴灑時間÷噴藥空間)與推薦藥量的比值，評估噴藥人員噴灑技能；考慮空間、時間量測上的誤差，給予10%的彈性範圍，故比值在 $1 \pm 0.1(0.9-1.1)$ ，即顯示噴灑技能良好；小於0.9則表示噴藥量不足，易導致蚊蟲產生抗藥性；大於1.1則為過量噴藥，對環境容易造成污染；未落於此區間者皆表示噴藥人員之噴灑技能仍有待加強。

## (四) 成效評估

噴藥前二(7/6)、一日(7/7)、噴藥當日及噴藥後一(7/9)、二日(7/10)，分別赴噴藥區域現場隨機選取50戶(礙於立德棒球場與一般家戶噴灑情況之不同，可視現場情況調整之)，進行



成蟲指數調查作業，每日掃網區塊盡量不同。計算其總成蚊數與相對防治率【(噴藥前成蚊總數－噴藥後成蚊總數)÷噴藥前成蚊總數×100】，據以評估防治成效。相對防治率達 100%，表示成效良好；不足 100%則顯示有待加強。噴藥後成蚊調查若有捕獲雄蚊，顯示屋內仍有孳生源尚未清除；若為雌蚊，則顯示此次噴藥成效不彰。

#### (五) 標準作業方法建立

依歷年來在南部地區緊急噴藥藥效評估工作經驗(夏 等人 2006)，同時參照一般標準作業流程撰寫方式與格式，兼以衡量地方縣市政府之能力編撰符合國內需求之標準作業方法。

### 四、噴霧機具資料庫建立

#### (一) 噴霧機具擇定

市面上噴霧機具一般可分為手壓式噴霧機、動力式噴霧機、煙霧機與超低容量機四種類型。世界衛生組織推薦煙霧機與超低容量機適合作為空間噴霧機具。同時煙霧機較常使用於在南部地區緊急噴藥時，故先行測定各型煙霧機各種噴灑組合(功率、噴嘴口徑)之霧化效能與流量。

#### (二) 流量測定

各噴霧機具，均須先行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。以消耗法測定 3 分鐘，再予換算每分鐘之流量，試驗重複三次。同時計算其平均值

及變異係數(CV)，若  $CV > 5$ ，則表示此機器流量不穩定。

### (三) 霧化效能檢測

以粒徑分析儀檢測各種噴灑組合(功率+噴嘴口徑)並統計分析各粒徑參數，每試驗重複三次。以 Span 及 DR 值評估煙霧機之霧化效能， $Span < 2$  表示該噴霧粒子呈常態分布， $DR \approx 1$  則表示該噴霧粒子大小趨於一致。

### (四) 資料庫建立

將市售各型煙霧機依上述方法檢測其不同噴頭型式(口徑)及壓力(功率)下之霧化效能與流量後，以代表空間噴灑最重要之粒徑大小及均勻分布表徵之 Span 及 DR 值加上噴霧量穩定與否之 CV 值綜合評估其效能。當機具之  $Span < 2$  且  $DR \approx 1$  及  $CV < 5$  時，代表該機霧化效能良好且流量穩定，則列為第一級予以「推薦使用」。若  $Span < 2$  且  $DR \approx 1$  但  $CV \geq 5$  時，則該機需經常檢測保養並注意噴灑技術，因此列為第二級「小心使用」。若  $Span > 2$  或  $DR \neq 1$  時，則無論流量是否穩定，皆列為第三級「不予推薦用於空間噴灑」，此項資料彙整後以 Excel 編輯撰寫成容易搜尋之資料庫供參。

## 肆、結果

### 一、生物檢定試驗

#### (一) 藥效試驗

##### 1、高雄市

以網籠試驗分別進行 5 種環藥對高雄市 11 個埃及斑蚊品系之藥效試驗，並將其擊昏及死亡情形分別列於表四及表五，同時以 T 檢定及 ANOVA Test 分別分析各品系與感受性品系之間的差異以及在各品系中各藥劑彼此之間的差異。

由表四中可見，萬克乳劑對於左營 (78.0%)、鼓山 (71.0%)、旗津 (73.0%) 及小港 (75.0%) 等四品系之擊昏率分別與感受性品系之間皆無顯著性差異 ( $P>0.05$ )；楠梓 (47.8%)、三民 (40.0%)、前金 (47.0%)、苓雅 (15.0%) 及前鎮 (21.8%) 等五品系之擊昏率則明顯皆小於感受性品系 ( $p<0.05$ )；新興 (81.0%) 與鹽埕 (81.0%) 品系則明顯皆大於感受性品系 ( $p<0.05$ )。百力寶水性液劑對左營 (95.0%) 與新興 (100.0%) 品系之擊昏率與感受性品系之間皆無顯著差異 ( $P>0.05$ )，其餘皆明顯小於感受性者 ( $p<0.05$ )。雙強乳劑對左營 (97.0%)、三民 (96.0%)、鼓山 (97.0%)、鹽埕 (100.0%)、新興 (100.0%)、苓雅 (100.0%) 及旗津 (95.0%) 等各品系之擊昏率與感受性品系之間無顯著差異 ( $P>0.05$ )；其餘三品系 (楠梓 62.0%、前金 80.0%、小港 89.0%) 則皆有顯著差異 ( $p<0.05$ )。登熱治殺蟲劑對楠梓 (55.0%)、鼓山 (63.0%)、前金 (53.0%)、新興 (59.0%) 及旗津 (65.0%) 品系之擊昏率與感受性品系之間皆無顯著差異 ( $P>0.05$ )；對三民 (17.0%)、苓雅 (43.0%) 及前鎮 (24.0%) 品系則明顯皆小於感受性品系 ( $p<0.05$ )；但對左營 (73.0%)、鹽埕 (75.0%) 及小港 (69.0%) 品系則皆明顯大於感

受性品系 ( $p < 0.05$ )。虫光乳劑對楠梓、左營、三民、鼓山、鹽埕、新興、苓雅及前鎮等品系之擊昏率與感受性品系之間皆無顯著差異 ( $P > 0.05$ )，均達 95% 以上；對前金 (85.0%)、旗津 (77.0%) 及小港 (88.0%) 品系則明顯皆小於感受性品系 ( $p < 0.05$ )。大體而言，虫光乳劑對高雄市各品系及感受性品系埃及斑蚊的擊昏效果皆佳；雙強乳劑除對各高雄市楠梓與前金品系埃及斑蚊的擊昏效果尚佳外，對其他品系及感受性品系皆佳；萬克乳劑與登熱治殺蟲劑則對高雄市各品系及感受性品系埃及斑蚊的擊昏效果皆不佳；百力寶水性液劑則對感受性品系佳，而對高雄市各品系則依區域而異。

另就各品系埃及斑蚊被各藥劑擊昏的情形分析後發現，在楠梓品系而言，虫光乳劑之擊昏效果最佳 (100.0%)；百力寶水性液劑 (78.0%)、雙強乳劑 (62.0%) 及登熱治殺蟲劑 (55.0%) 均尚可；萬克乳劑則不佳 ( $< 50%$ )。左營品系中，以百力寶水性液劑、雙強乳劑與虫光乳劑擊昏效果最佳 ( $> 95%$ )；萬克乳劑及登熱治殺蟲劑均尚可 ( $> 70%$ )。三民品系中，以雙強乳劑及虫光乳劑最佳 ( $> 95%$ )；百力寶水性液劑尚可 (59.0%)，其餘均不佳 ( $< 50%$ )。鼓山品系中，雙強乳劑及虫光乳劑的擊昏效果最佳 ( $> 95%$ )；萬克乳劑、百力寶水性液劑及登熱治殺蟲劑則均尚可 ( $> 50%$ )。鹽埕品系中，雙強乳劑及虫光乳劑之擊昏效果最佳，均為 100.0%；萬克乳劑及百力寶水性液劑則皆尚佳 ( $> 80%$ )；登

熱治殺蟲劑則尚可 (75.0%)。前金品系中，雙強乳劑及虫光乳劑之擊昏效果均尚佳 (>80%)；登熱治殺虫劑則尚可 (53.0%)；其餘藥劑均不佳 (<50%)。新興品系中，百力寶水性液劑、雙強乳劑與虫光乳劑之擊昏效果甚佳，均為 100.0%；萬克乳劑次之 (81.0%)；登熱治殺蟲劑則尚可 (59.0%)。苓雅品系中，除雙強乳劑與虫光乳劑均為大於 95%外，其餘皆不佳 (<50%)。旗津品系中，除雙強乳劑擊昏效果佳，為 95%外，其餘皆尚可 (>50%)。前鎮品系中，除雙強乳劑與虫光乳劑擊昏效果甚佳，均為 100.0%外；其餘皆不佳 (<50%)。小港口品系中，雙強乳劑與虫光乳劑擊昏效果均尚佳 (>80%)；萬克乳劑與登熱治殺虫劑則均為尚可 (>50%)；百力寶水性液劑則不佳 (44.0%)。

另由表五中，可見萬克乳劑對左營 (99.0%)、鹽埕 (97.0%) 與新興 (99.0%) 品系的致死效果與感受性品系之間皆無顯著差異 ( $P>0.05$ )；其餘品系皆明顯小於感受性品系 ( $P<0.05$ )。百力寶水性液劑對左營 (99.0%) 與新興 (100.0%) 品系之致死效果與感受性品系之間皆無顯著差異 ( $P>0.05$ )；其餘皆明顯小於感受性品系 ( $P<0.05$ )。雙強乳劑對楠梓 (68.0%)、前金 (84.0%) 與小港口品系 (91.0%) 的致死效果與感受性品系之間皆有顯著差異 ( $P>0.05$ )；其餘品系則均無顯著差異 ( $P>0.05$ )。登熱治殺蟲劑對左營 (99.0%)、鼓山 (90.0%)、鹽埕 (99.0%)、前金 (100.0%) 的致死效果與感受性品系之間皆無顯著差異 ( $P>0.05$ )；其餘品系皆

明顯小於感受性品系 ( $p < 0.05$ )。虫光乳劑則對各品系之致死效果與感受性品系之間均無顯著差異 ( $P > 0.05$ )，均達 99%以上。總括而說，虫光乳劑對各高雄市各品系及感受性品系埃及斑蚊的致死效果皆佳；雙強乳劑除對各高雄市楠梓、前金與小港品系埃及斑蚊的致死效果尚佳外，對其他品系及感受性品系皆佳；登熱治殺蟲劑除對高雄市左營、鹽埕及前金品系與感受性品系埃及斑蚊的致死效果皆佳外，對其他品系皆尚可；百力寶水性液劑除對高雄市左營及新興品系與感受性品系埃及斑蚊的致死效果皆佳外，對其他品系皆尚可；萬克乳劑除對高雄市左營、鹽埕及新興品系與感受性品系埃及斑蚊的致死效果皆佳外，對其他品系皆尚可。

再分別就各品系埃及斑蚊藥效試驗中，各環藥的致死情形觀之。在楠梓品系中，虫光乳劑最佳 (100.0%)，百力寶水性液劑尚佳 (80.0%)；其餘皆尚可 ( $> 50\%$ )。左營品系中各藥劑之致死效果皆佳，均達 99%以上。三民品系中，雙強乳劑與虫光乳劑之致死效果皆佳 ( $> 95\%$ )，其餘藥劑則[均尚可 ( $> 50\%$ )。鼓山品系中，雙強乳劑與虫光乳劑之致死效果皆佳，均為 100.0%；萬克乳劑與登熱治殺蟲劑則均尚佳 ( $> 80\%$ )；百力寶水性液劑 (60.0%) 則尚可。鹽埕品系中，除百力寶水性液劑 (85.0%) 尚佳外；其餘藥劑皆佳，均達 95%以上。前金品系中，登熱治殺蟲劑與虫光乳劑致死效果皆佳，均為 100.0%；雙強乳劑尚佳 (84.0%)；萬克乳劑 (77.0%) 與百力寶水性液劑 (52%) 則均

尚可。新興品系中，除登熱治殺虫劑（91.0%）尚佳外；其餘藥劑皆佳，均達 99%以上。苓雅品系中，雙強乳劑與虫光乳劑之致死效果均佳，為 100.0%；登熱治殺虫劑（86%）尚佳；萬克乳劑與百力寶水性液劑則均不佳（<50%）。旗津品系中，雙強乳劑與虫光乳劑之致死效果甚佳，均達 95%以上；萬克乳劑（84.0%）與登熱治殺虫劑（83.0%）尚佳；百力寶水性液劑（67.0%）則尚可。前鎮品系中，雙強乳劑與虫光乳劑致死效果甚佳，均達 98%以上；其餘均尚可，皆為 50-79%之間。小港品系中，僅虫光乳劑致死效果甚佳，為 99.0%；萬克乳劑（88.0%）、雙強乳劑（91.0%）與登熱治殺虫劑（84.0%）則尚佳；百力寶水性液劑（58.0%）則尚可。

綜合前述各藥劑對各品系埃及斑蚊之擊昏與致死情形，同時考慮感受性品系與野外科品系之間的差異性分析，綜合研判並將高雄市各藥劑之分級推薦使用情形列於表六。由表中可見，虫光乳劑可普遍使用於高雄市各區域。萬克乳劑可使用於高雄市左營、鹽埕、新興等區域，但不適用於苓雅區，至於其他區域則須輪替或小心使用。百力寶水性液劑可使用於左營及新興區，但不適用於苓雅區，至於其他區域則須輪替或小心使用。雙強乳劑除在楠梓區須小心使用及前金區須輪替使用外，其餘區域皆適用。登熱治殺虫劑可使用於左營、鹽埕及前金區，其餘區域則須輪替或小心使用。

## 2.高雄縣

以網籠試驗分別進行 3 種環藥對高雄縣 4 個埃及斑蚊品系的藥

效試驗，並將其擊昏及死亡情形分別列於表七及表八，同時以 T 檢定與 ANOVA Test 分別分析各品系與感受性品系之間的差異以及在各品系中各藥劑彼此之間的差異。

由表七中可見登熱治殺蟲劑對於高雄縣鳳山市四個品系埃及斑蚊的擊昏率，除了烏松鄉交界處無顯著差異( $P>0.05$ )外，其餘三個品系與感受性品系之間分別皆有顯著差異( $p<0.05$ )。虫光乳劑與索飛克乳劑除對善美等里與烏松鄉交界處品系之擊昏率與感受性品系之間分別皆有顯著差異( $p<0.05$ )外，其餘二品系則分別皆無明顯差異( $P>0.05$ )外。另將各品系埃及斑蚊被各藥劑擊昏的情形分述於下。在武漢等里品系中，除擊昏情形尚佳，為 93.0%外；其餘二藥劑皆佳，均達 95%以上。五福等里品系中，則三種藥劑皆佳，擊昏率均達 95%以上。

由表八的死亡率分析觀之，三種藥劑對鳳山市四品系與感受性品系埃及斑蚊的致死情形相似，皆為善美等里與烏松交界處二品系與感受性品系之間分別均有顯著差異( $p<0.05$ )，其餘品系則皆無顯著差異( $P>0.05$ )。在善美等里品系中，虫光乳劑藥效尚佳（81.0%）；其餘二藥藥效尚可（50-79%）。在武漢等里與五福等里二品系中，三種藥劑藥效皆佳，均達 95%以上。在烏松鄉交界處品系中，登熱治殺蟲劑藥效（69.0%）尚可，其餘二藥藥效皆尚佳（80-95%）。

將三種藥劑對鳳山市四個品系埃及斑蚊之擊昏及致死情形加上感受性品系與野外科品系之差異性分析依前述綜合研判並分級列於表九。由表中可



見，登熱治乳劑、虫光乳劑及索飛克乳劑皆可使用於高雄縣鳳山市武漢等里與五福+福興里等區域。其餘則視情況分別輪替或小心使用。

## (二) 環藥添加助煙劑藥效試驗

### 1、乙二醇藥效試驗

以煙霧機(puls Fog k10)分別施噴純水及不同濃度(20、35、50、65、80%)之乙二醇(Ethylene Glycol)溶液並分別進行對埃及斑蚊感受性品系之藥效試驗，結果列於表十。由表中可見無論施噴純水或乙二醇溶液，其對埃及斑蚊無論是擊昏率或死亡率在不同濃度之間皆無顯著差異( $P>0.05$ )，同時空白組(置於養蚊室)之擊昏與死亡率亦皆小於5%且與試驗組間亦無差異，可見乙二醇本身不具有殺蚊效果。

### 2、乙二醇噴霧粒徑分析

以粒徑分析儀分別量測煙霧機(puls Fog k10)分別施噴純水及不同濃度(20、35、50、65、80%)乙二醇溶液之噴霧粒徑參數並將分析結果列於表十一。由表中可見，各粒徑參數在不同濃度乙二醇溶液間皆有顯著差異( $P<0.05$ )，可見濃度會影響其噴霧粒徑。另由迴歸分析顯示乙二醇噴霧粒徑與濃度間呈正相關關係，噴霧粒子會隨濃度的增加而變大(圖一)；同時濃度越高，大型粒子產生的數目也越多；而粒子數目則與濃度呈負相關關係，亦即粒子的數量會隨濃度的增加而變少(圖二)。再由 Span 與 DR 值分析，各濃度乙二醇之噴霧粒子大小皆趨向一致且分布均勻

(Span<2, DR≈1), 其中又以 50%乙二醇溶液之噴霧情形最為優良, 其 Span 值最小 (0.6), DR 值則等於 1, 故以 50%乙二醇溶液進行助煙劑協力試驗。

### 3、助煙劑協力試驗

為利於分析比較, 先將篩選出之七種環藥分別以純水稀釋成不同濃度, 再以煙霧機(puls Fog k10)分別施噴之。以網籠試驗挑選出各環藥對感受性品系埃及斑蚊其 24 小時死亡率最趨近於 50%時之濃度(稀釋倍數) (表一), 並以此濃度進行環藥添加助煙劑之藥效試驗以利結果分析比較 (表十二)。由表中可見, 各環藥添加助煙劑後, 其對埃及斑蚊之擊昏及致死率與未添加者(純水)之間皆有顯著差異( $p<0.05$ )。以 30 分鐘擊昏率觀之, 除快克利液劑增加 7.8 倍及快克利乳劑不予計算(原擊昏率為 0)外, 其餘藥劑皆能增加 2 倍左右。以 24 小時死亡率觀之, 則各藥劑皆可增加 1~3 倍左右。可見添加助煙劑確會增加環藥對埃及斑蚊之藥效。

### 4.環藥添加助煙劑之噴霧粒徑分析

以粒徑分析儀分別測量煙霧機施噴環藥添加及未添加助煙劑之噴霧粒徑參數, 並將分析結果列於表十三。由表中可見無論是何種環藥其噴霧粒子數目或是粒徑等各參數數值在純水與助煙劑之間皆有顯著的差異( $p<0.05$ ), 同時添加助煙劑的環藥噴霧粒子數目皆少於以純水稀釋者, 而顆粒卻較大。雖然各環藥無論

是以純水或助煙劑稀釋，其噴霧粒子大小均趨向一致，分布亦均勻(Span<2，DR≈1)，但添加助煙劑者之 Span 值卻皆大於以水稀釋者，亦即其噴霧粒子中大型粒子較多，導致其 DV90 數值變大至 45~50 微米(μm)之間，可見添加助煙劑會使環藥噴霧粒子數目變少（約少 7-8 成左右）而平均粒徑增大（約自 22 增大至 31μm 左右），但仍在最適宜空間噴灑的藥粒粒徑 20-50 微米之間。

綜合前述，助煙劑(乙二醇)本身不具殺蚊效果，但對於水性殺蟲藥劑的殺蚊效果確有加成作用，可以減少油劑的使用避免對民眾家居生活的過度干擾，同時降低民怨及環境危害風險。

### （三）標準作業

將生物檢定試驗之目的、試驗設計、器材準備(包含蚊蟲、藥劑、機具等)、所需儀器設備、用具及試驗環境要求，至試驗方法步驟、數據分析、善後處理以及注意事項皆詳細規範並訂定標準。蚊蟲選定需依疫情需要或自行選定。環藥則由行政院環保署所核准許可的特殊環境用藥中，參考受測地區歷年來噴藥歷史，選擇噴藥成效較佳或近年來未曾用於當地或新上市之藥劑，以環保署推薦之稀釋方法及倍數，分別稀釋成一系列不同濃度以網籠試驗進行檢測。依其擊昏率及死亡率之 T 檢定或 ANOVA 分析，評估野外品系之感藥程度並分級薦使用藥劑，同時建立資料庫以互相比較分析，標準作業詳見附件一。

## 二、緊急噴藥藥效評估

## (一) 成效評估

在高雄市前金區立德棒球場緊急噴藥藥效評估工作中，五個房間噴藥時間經測定分別為 2 分 30 秒、3 分 4 秒、2 分 44 秒、2 分 56 秒及 9 分 34 秒。依表十四中顯示，前金品系與感受性品系在各房間之擊昏率與死亡率皆達 95% 以上，同時二品系之間皆無顯著差異 ( $P>0.05$ )，顯示此次使用藥劑選擇正確，前金品系對此藥劑尚無抗藥情形發生。現場檢測煙霧機 (puls Fog k10) 流量為  $142.2\pm 10.7\text{ml/min}$  且變異係數(CV)大於 5(表十五)，顯示該機功率不夠穩定，將影響藥粒噴出大小及其在空間中瀰漫、飄移的效應。將各房間依雷射測距儀量測出之噴藥空間換算成推薦藥量，復依煙霧機流量乘以實際噴藥時間所得之使用藥量分別列於表十六。由表中可見推薦藥量及使用藥量的比值除「戊」房小於 0.9 外，其餘均在 2.5 以上，顯示此次防疫人員大多有過量噴藥情形發生，恐導致蚊蟲產生抗藥性並造成環境污染問題。將噴藥前後進行之成蟲調查結果列於表十七。此次掃網調查顯示：噴藥前二日捕獲 5 隻埃及斑蚊，噴藥前一日捕獲 4 隻埃及斑蚊，噴藥當日及後一、二日皆無捕獲斑蚊，顯示此次噴藥對斑蚊防治效果頗為理想，相對防治率頗佳(達 100%)，同時戶內、外皆無孳生源存在。

## (二) 標準作業

將登革熱發生時，執行緊急噴藥藥效評估之工作中所需之用

具、檢測及調查方法，併同試驗設計、步驟方法與統計分析及成果提呈等各項作業予以詳細規範並標準化後訂定「登革熱緊急噴藥藥效評估標準作業」，詳見附件三。蚊蟲品系及待測環藥視現場情況或依防疫歷史決定。

### (三)噴霧機具資料庫建定

將市售常用的 14 台煙霧機 27 種噴灑組合(噴頭口徑+功率)分別檢測其流量及噴霧粒徑後，資料列於表十八。復依其霧化效能與流量穩定與否分級推薦之。資料顯示，puls Fog k10 (噴嘴口徑 1 微米)、iGEBA TF-35(噴嘴口徑 1 微米)、SWINGFOG SN-50A (噴嘴口徑 0.8 微米)、TIGERFOG H-2.4 (噴嘴口徑 6 微米)及 MINI FOGGER 等五種機型之 5 種噴灑組合，由於缺乏空間噴灑最注重之霧化效能，其噴霧粒子大小未能趨向一致，分布亦不均勻，故不予推薦用於空間噴灑。SWINGFOG SN-50A (噴嘴口徑 1 微米)及 iGEBA TF-34 (噴嘴口徑 0.8 微米)，雖然此二機型之 2 種噴灑組合之 Span 值皆小於 2 且 DR 值亦皆趨近於 1，但由於其流量檢測之 CV 值大於 5，代表其每分鐘噴霧量無法穩定，因此需加強保養並經常檢測同時噴灑時亦應注意其功能表現，故而列為小心使用。其餘機型及噴灑組合，由於霧化效能良好 (Span<2, DR≈1)且流量穩定(CV<5)，故予推薦使用於空間噴灑防治登革熱病媒蚊。各項數據予以建檔並整合搜尋分類等功能建立資料庫以便防疫人員採購及操作使用之參考。

## 伍、討論

感受性品系蚊蟲由於長期於養蚊室內飼育，同時從未經過藥劑篩選；因此，理論上無論任何一種環藥之藥效試驗中，其擊昏率與死亡率均應高於野外品系者。世界衛生組織曾將藥劑試驗中蚊蟲的死亡率分級為：死亡率 98~100%者，視為感受性；80~97%者，則須再確認其是否具有抗藥性；<80%者，則視為可能已有抗藥性情形產生；更有鑑於藥效試驗乃於室內嚴格控管環境下進行，因此死亡率如<95%則可強烈懷疑其已有抗藥性的情形產生。

由 6 種環藥分別對高雄縣市各品系埃及斑蚊之藥效試驗結果觀之，萬克乳劑與登熱治殺虫劑分別對感受性及高雄市各品系埃及斑蚊之擊昏率皆小於 80%；但感受性品系 24 小時死亡率可回升至 100%，而各野外品系則回升情形稍差，其因或在於其均含有之有效成分「賽滅寧」僅具觸殺作用，故而擊昏效果較差；而萬克乳劑又為單一成分，因此擊昏效果更是不如預期。另外百力寶水性液劑雖亦含有「賽滅寧」成份，但因其另一成分「治滅寧」具有觸殺及擊昏作用，故對感受性品系有效，至其他品系則因當地噴藥歷史而異。雖然防治成效，乃以殺死蚊蟲為主要判定因子，但為顧及民眾觀感，因此環藥分級推薦宜將擊昏率一併納入考慮。

至於索飛克乳劑，其有效成份為「賽飛寧」，依去(97)年南部地區埃及斑蚊抗藥性監測結果，其在高雄市各區皆可使用，僅於高雄縣鳳山市中區為不推薦使用。可見，蚊蟲對於藥劑之感藥性會因區塊品系

之不同而異，也突顯出生物檢定試驗之重要性。因此訂定「登革熱病媒蚊生物檢定標準作業」提供地方政府平日自行進行試驗，測定轄區內各品系蚊蟲對環藥之感藥性及篩選各環藥之最佳使用濃度與有效成份並考慮使用一種以上有效成份(複方)之環藥，同時建檔存參，使各單位能在同一公平基準下依其噴藥歷史、頻率作出不同時空的互相比較，俾能在疫情發生初期即可正確選擇、精準用藥，迅速消弭疫情。

歷次疫情發生，均由本局派員赴現場進行藥效評估工作，往往緩不濟急，故而訂定「緊急噴藥藥效評估標準作業」則可提供地方政府在疫情發生，實施大規模噴藥作業時，用以評估防疫人員、噴藥機具及環藥成份等防疫效能，避免人力物力的浪費及延誤防疫時機，所以訂定上述標準作業規範並輔導地方政府依案施行實為登革熱防治之重要課題。

經由環藥添加助煙劑對埃及斑蚊之藥效試驗及噴霧粒徑分析，證實助煙劑對於環藥殺蚊效果確有加成作用，同時添加助煙劑會使環藥噴霧粒子數目變少而粒徑增大，但仍在最適宜空間噴灑的藥粒粒徑20-50微米之間(夏 等人 2008)。其因或在於第一：乙二醇雙醇結構之親水性增加了環藥粒子的保濕作用，使其避免因在空氣中快速蒸散而變為極微小顆粒，致減弱其觸殺飛蚊作用，或是第二：其與藥劑結合減緩了藥劑之雙自由基，去鹵素與水解等反應(陳 1996)，致能延長環藥殺蚊時效。試驗中亦發現藥劑成份、單方或複方及濃度多少似乎並不會影響乙二醇之加成作用，但劑型則似有影響，其因或許在於乙

二醇之氫氧基易與液劑的氧基結合而形成保護膜使藥粒不易因蒸散作用而減弱其藥效。乳劑因其本身不具氧基故不易與乙二醇結合致不易維持其保濕作用，所以其加成效果不如液劑劑型者。

由於噴霧機具的霧化效能亦為有效防治的主因之一，而一般防疫人員由於欠缺專業技能及檢測儀器，因此針對市售常用之噴霧機具效能予以檢測並建檔提供地方政府作為採購及操作使用之參考，當為必要且須持續進行之工作。

#### 陸、建議

- 一、對埃及斑蚊致死率效果尚可(50~95%)之環藥，進行一系列濃度試驗，以尋找最適使用濃度。
- 二、輔導地方衛生局依「登革熱病媒蚊生物檢定標準作業」平時自行篩選各區域(品系)蚊蟲之有效環藥成份與使用濃度，並建檔供防疫參考。
- 三、輔導地方衛生局依「緊急噴藥藥效評估標準作業」於疫情發生時自行檢測其防疫成效，以及時因應，避免貽誤先機。
- 四、針對抗藥性嚴重區域，考慮使用複方藥劑，提供用藥多重選擇。
- 五、持續進行噴霧機具(超低容量機)霧化效能檢測工作，並建檔供地方政府採購及操作使用參考。
- 六、深入研究藥粒在空間之分布與殺蚊效果關係，以期掌握施噴藥量、精準用藥、避免環境污染及抗藥性問題產生。
- 七、加強防疫人員在職教育，提升其噴灑技能及機具保修能力，確保防



疫成效。

## 柒、參考文獻

- 1、王建蕊、王志強：合理使用化學殺蟲劑有效保護資源和環資源和環境。醫學動物防制 2001；17(7):368-369 頁。
- 2、吳懷慧、張念台：埃及斑蚊與白線斑蚊取食率之比較。中華昆蟲 1990;10:433-442 頁。
- 3、吳光華、姜志寬、周鈞：登革熱與班蚊的防控。中華衛生殺蟲藥械 2005;11(6):365-369 頁。
- 4、李永紅：農藥的發展與人類的健康。生物學通報 2001;36(5):12-13 頁。
- 5、林思誠、崔錫明、任惠、陳昌浩：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 2005;24(4)33-35 頁。
- 6、胡真銘、顏發廣：在衛生殺蟲劑生物藥效測試中建立標準群。中華衛生 殺蟲藥械 2003;9(1):64-65 頁。
- 7、夏維泰：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 2006;107-120 頁。
- 8、夏維泰、林懿薇、潘炤穎： Pirimiphos—methyl 25% W/W(Actellic E.C.) 生物檢定試驗。環境有害生物防治通訊 2007;88:1-4 頁。
- 9、夏維泰、陳昶勳、潘炤穎等： 2006 年高雄市登革熱緊急防治成效評估。疫情報導 2008;24(1):21-35 頁。
- 10、夏維泰、林懿薇、羅林巧：殺蟲劑劑型與藥粒大小對登革熱防治的影響。疫情報導 2008;24(8):513-532 頁。
- 11、夏維泰、林懿薇：觀微知著的「粒徑分析」。科技發展月刊 2008;(426):55-59 頁。
- 12、徐爾烈：環境衛生用藥藥效測試通則。行政院環境保護署 NIEA D101.00c 2001。
- 13、郝強、梁高健、顏發廣：衛生害蟲的抗藥性及其防治。中華衛生殺蟲藥械 2002;8(1):54-56 頁。
- 14、張應闊、司袁仁、閻炳申：衛生殺蟲劑複配的選擇及應用。醫學動物防制 2003;19(9):516-520 頁。

- 15、張瀟、趙明海、劉福生等：標準操作規程(SOP)由來、書寫要求及其作用。實驗動物科學 2007;24(5):43-47 頁。
- 16、陳寶麟：媒介蚊蟲化學防治的思考。中華衛生殺蟲藥械 2002;8(1):3-5 頁。
- 17、陳福良：殺蟲劑噴霧物理性能和防治效果。農藥科學與管理 1995;4:26-28 頁。
- 18、湯伯敏、梁建、張秀珍等：密閉空間環藥分布密度及沉降規律初探。中華衛生殺蟲藥械 2005;11(6):387-9 頁。
- 19、黃基森：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 2004;85-99 頁。
- 20、黃基森：健康促進暨衛生教育雜誌 2005;25:109-124 頁。
- 21、楊珮英、秦鄂德 主編：登革和登革出血熱。人民軍醫出版社 1999。
- 22、顏發廣、梁高健：影響殺蟲氣霧劑生物藥效的因素。氣霧劑通訊 2001;3:9-14 頁。
- 23、龐紅宇、黃琴、馬琛等：霧滴體積和測量時間與霧滴接觸角的關係。河南農業科學 2005;1251-54 頁。
- 24、Abbott WS: A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 1925;18:265-267.
- 25、Ayesa paul, Laura C, Harrington, and Jefferey G Scott : Evaluation of novel insecticides for control of dengue vector *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol* 2006;43(1):55-60.
- 26、Himetl CM: he optimum size for insecticide spray droplets. *J. Econ. Ent.* 1969;62:919-925.
- 27、Mani TR, Arunachalam N, Rajendran R, Satyanarayana K, and Dash AP: Efficacy of thermal fog application of delatocide, a synergized mixture of pyrethroids, against *Aedes aegypti*, the vector of dengue. *Tropical Medicine and International Health* 2005;10(12):1298-1304.
- 28、Maria de Lourdes da Graca Macoris, Maria Teresa Macoris Andrighetti, Vanessa Camargo Garbeloto Otrera, Lidia Raquel de Carvalho, Antonio Luiz Caldas júnior, William G Brogdon: Association of insecticide use and aleration on *Aedes aegypti* susceptibility status. *Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro* 2007;102(8):895-900.
- 29、Katyal Rakesh, Tewari Paramjit, Rahman SJ, Pajni HR, Kumar Kaushal and Gill KS: Susceptibility status of immature and adult stages of *Aedes aegypti*

against conventional insecticides in Delhi, India. *Dengue Bulletin* 2001;25:84-87.

- 30、Reiter P and Nathan MB: Guidelines for assessing the efficacy of insecticidal space sprays for control of the dengue vector *Aedes aegypti*. World Health Organization 2001;32pp.
- 31、Vu Duc Houg, Nguyen Thi Bach Ngoc, Do Thi Hien and Nguyen Thi Bich Lien: Susceptibility of *Aedes aegypti* to insecticides in Viet Nam. *Dengue Bulletin* 2004;28:179-183.
- 32、WHO: Library Cataloguing in publication Data Equipment for Vector Control. Third Edition Geneva World Health organization 1990;225pp.
- 33、WHO: Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vectors, bio-efficacy and persistence on treated surfaces. World Health Organization, Geneva. 1998.
- 34、WHO: Space spray application of insecticides for vector and public health pest control-A practitioner's guide 2003;WHOPES : 43pp.
- 35、Weiss MP, Verheijen JT, Marijnissen JCM and B: Scarlett On the performance of an on-line time-of-flight mass spectrometer for aerosols. *J.Aerosol Sci* 1997;28 ( 1 ) 195-171.

表一、供試蚊蟲品系與環境衛生用藥

埃及斑蚊品系		環境衛生用藥
縣市	區域	
高雄市	楠梓區	萬克 10.6% 乳劑
	左營區	百力寶水性液劑
	三民區	雙強乳劑
	鼓山區	登熱治殺蟲劑
	鹽埕區	虫光乳劑
	前金區	
	新興區	
	苓雅區	
	旗津區	
	前鎮區	
小港區		
高雄縣	善美里+龍成里+鎮南里	登熱治殺蟲劑
	武漢里+新武里+正義里	虫光乳劑
	五福里+福興里	索飛克乳劑
	烏松鄉大華村與高雄市交界處 (本館路與建工路交界)	

表二、環境衛生用藥有效成分

品名	有效成份	劑型	稀釋倍數	使用濃度 (w/w%)
萬克 10.6%乳劑	Cypermethrin 賽滅寧 10.6%	乳	300	$3.5 \times 10^{-2}$
百力寶水性液劑	Tetramethrin 治滅寧 2%	液	1400	$1.4 \times 10^{-3}$
	Cypermethrin 賽滅寧 6%			$4.3 \times 10^{-3}$
雙強乳劑	Alphacypermethrin 亞滅寧 2%	乳	50	$4.0 \times 10^{-2}$
登熱治殺蟲劑	Cypermethrin 賽滅寧 6%	乳	200	$3.0 \times 10^{-2}$
	Prallethrin 普亞列寧 1.5%			$7.5 \times 10^{-3}$
虫光乳劑	Deltamethrin 第滅寧 1%	乳	50	$2.0 \times 10^{-2}$
	Esbiothrin 賜百寧 3%			$6.0 \times 10^{-2}$
索飛克乳劑	Cyfluthrin 賽飛寧 5.1%	乳	125	$4.1 \times 10^{-2}$
萬克 10.6%乳劑	Cypermethrin 賽滅寧 10.6%	乳	40000	$2.7 \times 10^{-4}$
加力寶水性液劑	Cypermethrin 賽滅寧 10%	液	25000	$4.0 \times 10^{-4}$
天羅地網 6%乳劑	Alphacypermethrin 亞滅寧 3.0%	乳	10000	$3.0 \times 10^{-4}$
	Tetramethrin 治滅寧 3.0%			$3.0 \times 10^{-4}$
百力寶水性液劑	Tetramethrin 治滅寧 2%	液	28000	$7.1 \times 10^{-5}$
	Cypermethrin 賽滅寧 6%			$2.1 \times 10^{-4}$
快克利乳劑	Pirimiphos-Methyl 亞特松 25%	乳	2500	$1.0 \times 10^{-2}$
快克利液劑	Pirimiphos-Methy 亞特松 12.5%	液	1000	$1.3 \times 10^{-4}$
超克蟲乳劑	Pirimiphos-Methyl 亞特松 10%	乳	18000	$5.6 \times 10^{-4}$
	Cypermethrin 賽滅寧 2%			$1.1 \times 10^{-4}$

表三、粒徑參數定義

參數	定義
粒子數目	試驗期間被拍攝到之噴霧粒子數目
D10	算術平均值(NMD)
DV10	10%的粒子，其體積直徑值皆小於或相當此值
DV50	體積中量值(VMD)
DV90	90%的粒子，其體積直徑值皆小於或相當此值
Span	$(DV90 - DV10) \div DV50$
DR	$D10 \div DV50$

表四、環藥對高雄市品系埃及斑蚊<sup>1</sup>之擊昏<sup>2</sup>情形

蚊蟲品系 \ 藥劑品名	萬克乳劑	百力寶 水性液劑	雙強乳劑	登熱治 殺蟲劑	虫光乳劑
楠梓	47.8±6.1 <sup>*<sub>b</sub></sup>	78.0±3.0 <sup>*<sub>ab</sub></sup>	62.0±3.4 <sup>*<sub>b</sub></sup>	55.0±8.0 <sub>b</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
感受性	69.0±2.2 <sub>b</sub>	99.0±0.4 <sub>a</sub>	97.4±1.5 <sub>a</sub>	56.4±1.1 <sub>c</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
左營	78.0±1.8 <sub>b</sub>	95.0±0.9 <sub>a</sub>	97.0±0.6 <sub>a</sub>	73.0±0.9 <sup>*<sub>b</sub></sup>	97.0±0.9 <sub>a</sub>
感受性	68.3±4.4 <sub>b</sub>	99.0±0.4 <sub>a</sub>	97.4±1.5 <sub>a</sub>	57.8±4.2 <sub>b</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
三民	40.0±5.2 <sup>*<sub>c</sub></sup>	59.0±7.7 <sup>*<sub>b</sub></sup>	96.0±0.8 <sub>a</sub>	17.0±2.6 <sup>*<sub>d</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
感受性	68.6±1.6 <sub>b</sub>	99.0±0.4 <sub>a</sub>	97.4±1.5 <sub>a</sub>	57.6±1.7 <sub>c</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
鼓山	71.0±3.3 <sub>b</sub>	50.0±4.4 <sup>*<sub>c</sub></sup>	97.0±0.9 <sub>a</sub>	63.0±2.7 <sub>b</sub>	99.0±0.5 <sub>a</sub>
感受性	69.3±3.5 <sub>b</sub>	98.0±0.4 <sub>a</sub>	97.4±1.5 <sub>a</sub>	57.6±2.3 <sub>c</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
鹽埕	81.0±0.5 <sup>*<sub>b</sub></sup>	86.0±0.4 <sup>*<sub>b</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>	75.0±0.5 <sup>*<sub>b</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
感受性	69.0±4.4 <sub>b</sub>	99.0±0.4 <sub>a</sub>	97.4±1.5 <sub>a</sub>	57.4±3.6 <sub>c</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
前金	47.0±7.1 <sup>*<sub>b</sub></sup>	41.0±6.5 <sup>*<sub>b</sub></sup>	80.0±1.5 <sup>*<sub>a</sub></sup>	53.0±5.5 <sub>b</sub>	85.0±2.7 <sup>*<sub>a</sub></sup>
感受性	69.0±3.7 <sub>b</sub>	99.0±0.4 <sub>a</sub>	97.4±1.5 <sub>a</sub>	57.4±2.1 <sub>c</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
新興	81.0±0.5 <sup>*<sub>b</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>	59.0±4.7 <sub>c</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
感受性	69.0±2.4 <sub>b</sub>	99.0±0.4 <sub>a</sub>	97.4±1.5 <sub>a</sub>	57.6±2.1 <sub>c</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
苓雅	15.0±3.3 <sup>*<sub>c</sub></sup>	32.0±8.2 <sup>*<sub>b</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>	43.0±2.7 <sup>*<sub>b</sub></sup>	96.0±1.3 <sub>a</sub>
感受性	69.0±1.3 <sub>b</sub>	99.0±0.4 <sub>a</sub>	97.4±1.5 <sub>a</sub>	56.4±1.1 <sub>c</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
旗津	73.0±7.6 <sub>b</sub>	51.0±3.8 <sup>*<sub>c</sub></sup>	95.0±1.0 <sub>a</sub>	65.0±3.9 <sub>b</sub>	77.0±3.5 <sup>*<sub>b</sub></sup>
感受性	69.0±2.6 <sub>b</sub>	99.0±0.4 <sub>a</sub>	97.4±1.5 <sub>a</sub>	57.8±4.2 <sub>c</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
前鎮	21.8±6.7 <sup>*<sub>c</sub></sup>	47.0±6.2 <sup>*<sub>b</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>	24.0±2.2 <sup>*<sub>c</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
感受性	69.0±0.8 <sub>b</sub>	99.0±0.4 <sub>a</sub>	97.4±1.5 <sub>a</sub>	57.6±2.3 <sub>c</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
小港	75.0±4.1 <sub>b</sub>	44.0±1.8 <sup>*<sub>c</sub></sup>	89.0±1.3 <sup>*<sub>a</sub></sup>	69.0±4.8 <sup>*<sub>b</sub></sup>	88.0±2.5 <sup>*<sub>a</sub></sup>
感受性	69.0±2.2 <sub>b</sub>	99.0±0.4 <sub>a</sub>	97.4±1.5 <sub>a</sub>	57.4±3.6 <sub>c</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>

備註：1. 3~5 日齡，未吸血雌蚊

2. 噴藥後 30 分鐘之擊昏率(%)

3. 不同英文字母表示 ANOVA 分析後，藥劑間有顯著性差異(P<0.05)

各品系分別對感受品系做 T 檢定，\*表示有顯著差異(P<0.05)

表五、環藥對高雄市品系埃及斑蚊<sup>1</sup>之致死<sup>2</sup>情形

蚊蟲品系 \ 藥劑品名	萬克乳劑	百力寶 水性液劑	雙強乳劑	登熱治 殺蟲劑	虫光乳劑
楠梓	62.9±5.8 <sup>*<sub>b</sub></sup>	80.0±2.4 <sup>*<sub>ab</sub></sup>	68.0±2.3 <sup>*<sub>b</sub></sup>	70.0±6.8 <sup>*<sub>b</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
感受性	100.0±0.0	99.0±0.4	99.4±0.5	98.0±0.5	100.0±0.0
左營	99.0±0.5	99.0±0.5	100.0±0.0	99.0±0.5	99.0±0.5
感受性	100.0±0.0	99.0±0.4	99.0±0.4	98.0±0.9	100.0±0.0
三民	75.0±3.0 <sup>*<sub>b</sub></sup>	61.0±6.6 <sup>*<sub>c</sub></sup>	96.0±1.3 <sub>a</sub>	69.0±1.8 <sup>*<sub>c</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
感受性	100.0±0.0	99.0±0.4	99.0±0.4	98.0±0.9	100.0±0.0
鼓山	87.0±1.7 <sup>*<sub>b</sub></sup>	60.0±4.2 <sup>*<sub>c</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>	90.0±1.6 <sub>b</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
感受性	100.0±0.0	99.0±0.4	99.0±0.4	98.4±0.6	100.0±0.0
鹽埕	97.0±0.6 <sub>a</sub>	85.0±2.0 <sup>*<sub>b</sub></sup>	99.0±0.5 <sub>a</sub>	99.0±0.5 <sub>a</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
感受性	100.0±0.0	99.0±0.4	99.0±0.4	98.0±0.5	100.0±0.0
前金	77.0±6.8 <sup>*<sub>b</sub></sup>	52.0±0.9 <sup>*<sub>c</sub></sup>	84.0±2.6 <sup>*<sub>b</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
感受性	100.0±0.0	99.0±0.4	98.0±0.4	98.0±0.9	100.0±0.0
新興	99.0±0.5 <sub>a</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>	100.0±0.0 <sub>a</sub>	91.0±1.3 <sup>*<sub>b</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
感受性	100.0±0.0	99.0±0.4	98.0±0.4	98.0±0.5	100.0±0.0
苓雅	41.0±0.5 <sup>*<sub>c</sub></sup>	31.0±8.6 <sup>*<sub>c</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>	86.0±2.6 <sup>*<sub>b</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
感受性	100.0±0.0	98.0±0.4	99.0±0.4	98.0±0.9	100.0±0.0
旗津	84.0±7.2 <sup>*<sub>b</sub></sup>	67.0±0.9 <sup>*<sub>c</sub></sup>	98.0±0.6 <sub>a</sub>	83.0±5.0 <sup>*<sub>b</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
感受性	100.0±0.0	99.0±0.4	99.0±0.4	98.0±0.9	100.0±0.0
前鎮	76.2±3.9 <sup>*<sub>b</sub></sup>	61.0±5.9 <sup>*<sub>c</sub></sup>	98.0±1.1 <sub>a</sub>	74.0±3.6 <sup>*<sub>b</sub></sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
感受性	100.0±0.0	98.0±0.4	99.0±0.4	98.0±0.5	100.0±0.0
小港	88.0±3.4 <sup>*<sub>b</sub></sup>	58.0±3.6 <sup>*<sub>c</sub></sup>	91.0±1.3 <sup>*<sub>b</sub></sup>	84.0±1.9 <sup>*<sub>bc</sub></sup>	99.0±0.5 <sub>a</sub>
感受性	100.0±0.0	99.0±0.4	99.0±0.4	98.0±0.9	100.0±0.0

備註：1. 3~5 日齡，未吸血雌蚊

2. 噴藥後 24 小時之死亡率(%)

3. 不同英文字母表示 ANOVA 分析後，藥劑間有顯著性差異(P<0.05)

各品系分別對感受品系做 T 檢定，\*表示有顯著差異(P<0.05)



表六、高雄市各行政區登革熱防治分級推薦藥劑

行政區 藥劑品名(稀釋倍數)	行政區										
	楠梓	左營	三民	鼓山	鹽埕	前金	新興	苓雅	旗津	前鎮	小港
萬克 10.6%乳劑(300X)	△	✓	△	☆	○	△	○	X	☆	△	☆
百力寶水性液劑(1400X)	☆	○	△	△	☆	△	○	X	△	△	△
雙強乳劑(50X)	△	○	○	○	○	☆	○	○	○	○	☆
登熱治乳劑(200X)	△	✓	△	☆	✓	✓	☆	☆	☆	△	☆
虫光乳劑(50X)	○	○	○	○	○	○	○	○	✓	○	○

○：推薦使用(死亡率 $\geq 95\%$ 且與感受性品系無顯著差異同時擊昏率 $\geq 80\%$ )

✓：適合使用(死亡率 $\geq 95\%$ 且與感受性品系無顯著差異同時擊昏率 $< 80\%$ )

☆：輪替使用(死亡率 80~95%之間，且與感受性品系有顯著差異)

△：小心使用(死亡率 50~80%之間)

X：不推薦使用(死亡率 $< 50\%$ )

表七、環藥對高雄縣鳳山市品系埃及斑蚊<sup>1</sup>之擊昏<sup>2</sup>情形

藥劑品名	蚊蟲品系		蚊蟲品系		蚊蟲品系		蚊蟲品系	
	善美+龍成 +鎮南里	感受性	武漢+新武 +正義里	感受性	五福里+ 福興里	感受性	烏松鄉大華村 與高雄市交界處	感受性
登熱治殺蟲劑	52.0±0.6 <sup>*b</sup>	63.0±2.6 <sub>b</sub>	93.0±3.1 <sup>*</sup>	63.0±3.2 <sub>b</sub>	99.0±0.5 <sup>*</sup>	63.0±1.1 <sub>b</sub>	57.0±5.6 <sub>b</sub>	63.0±2.4 <sub>b</sub>
虫光乳劑	61.0±6.3 <sup>*ab</sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>	97.0±0.8	100.0±0.0 <sub>a</sub>	100.0±0.0	100.0±0.0 <sub>a</sub>	62.0±6.8 <sup>*ab</sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>
索飛克乳劑	67.6±4.0 <sup>*a</sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>	97.0±0.6	100.0±0.0 <sub>a</sub>	100.0±0.0	100.0±0.0 <sub>a</sub>	79.0±2.9 <sup>*a</sup>	100.0±0.0 <sub>a</sub>

備註：1.3~5 日齡，未吸血雌蚊

2.噴藥後 30 分鐘之擊昏率

3.不同英文字母表示 ANOVA 分析後，藥劑間有顯著性差異(P<0.05)

各品系分別對感受品系做 T 檢定，\*表示有顯著差異(P<0.05)

表八、環藥對高雄縣鳳山市品系埃及斑蚊<sup>1</sup>之致死<sup>2</sup>情形

藥劑品名	蚊蟲品系		蚊蟲品系		蚊蟲品系		蚊蟲品系	
	善美+龍成 +鎮南里	感受性	武漢+新武 +正義里	感受性	五福里+ 福興里	感受性	烏松鄉大華村 與高雄市交界處	感受性
登熱治殺蟲劑	61.0±2.6 <sup>*c</sup>	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0	69.0±2.9 <sup>*c</sup>	100.0±0.0
虫光乳劑	81.0±4.0 <sup>*a</sup>	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0	82.0±2.6 <sup>*b</sup>	100.0±0.0
索飛克乳劑	71.3±1.3 <sup>*b</sup>	100.0±0.0	99.0±0.5	100.0±0.0	100.0±0.0	100.0±0.0	90.0±2.1 <sup>*a</sup>	100.0±0.0

備註：1.3~5 日齡，未吸血雌蚊

2.噴藥後 24 小時之死亡率

3.不同英文字母表示 ANOVA 分析後，藥劑間有顯著性差異(P<0.05)

各品系分別對感受品系做 T 檢定，\*表示有顯著差異(P<0.05)

表九、高雄縣鳳山市各區域登革熱防治分級推薦藥劑

藥劑品名(稀釋倍數)	地區			
	善美+龍成+鎮南里	武漢+新武+正義里	伍福里+福興里	烏松鄉大華村與高雄市交界處
登熱治乳劑(200X)	△	○	○	△
虫光乳劑(50X)	☆	○	○	☆
索飛克乳劑(125X)	△	○	○	☆

○：推薦使用(死亡率 $\geq 95\%$ 且與感受性品系無顯著差異同時擊昏率 $\geq 80\%$ )

✓：適合使用(死亡率 $\geq 95\%$ 且與感受性品系無顯著差異同時擊昏率 $< 80\%$ )

☆：輪替使用(死亡率 80~95%之間，且與感受性品系有顯著差異)

△：小心使用(死亡率 50~79%之間)

X：不推薦使用(死亡率 $< 50\%$ )

表十、乙二醇對埃及斑蚊<sup>1</sup>之藥效

濃度(%)	30 分鐘擊昏率(%)	24 小時死亡率(%)
0 <sup>2</sup>	2.0±0.6	0.0±0.0
20	5.0±2.2	5.0±2.2
35	7.0±0.0	15.0±1.8
50	7.0±1.9	6.0±1.1
65	6.0±3.9	11.0±4.4
80	2.0±0.5	5.0±0.7

備註：1.感受性品系，3~5 日齡，未吸血雌蚊

2.純水

表十一、乙二醇噴霧粒徑參數

粒徑參數	濃度(%)					
	0*	20	35	50	65	80
粒子數目	163.0±14.1 <sub>a</sub>	141.0±10.7 <sub>b</sub>	126.0±9.1 <sub>b</sub>	122.0±7.1 <sub>bc</sub>	107.0±7.3 <sub>c</sub>	86.0±3.7 <sub>d</sub>
D10	15.0±0.3 <sub>d</sub>	17.7±0.3 <sub>d</sub>	20.7±5.9 <sub>c</sub>	29.3±0.6 <sub>b</sub>	28.6±1.2 <sub>b</sub>	39.9±2.9 <sub>a</sub>
DV10	11.7±0.4 <sub>d</sub>	14.1±0.5 <sub>c</sub>	16.3±0.3 <sub>c</sub>	24.0±0.7 <sub>b</sub>	22.5±1.3 <sub>b</sub>	32.6±1.5 <sub>a</sub>
DV50	14.9±0.5 <sub>c</sub>	18.3±0.4 <sub>d</sub>	22.0±1.4 <sub>c</sub>	29.9±0.6 <sub>b</sub>	35.2±1.6 <sub>b</sub>	46.2±1.1 <sub>a</sub>
DV90	23.0±0.7 <sub>c</sub>	27.8±0.5 <sub>d</sub>	33.0±1.7 <sub>c</sub>	41.2±0.5 <sub>c</sub>	67.9±1.0 <sub>b</sub>	72.7±1.2 <sub>a</sub>
Span	0.8±0.0 <sub>c</sub>	0.8±0.1 <sub>c</sub>	0.7±0.1 <sub>d</sub>	0.6±0.0 <sub>e</sub>	1.3±0.0 <sub>a</sub>	0.9±0.0 <sub>b</sub>
DR	1.0±0.0 <sub>a</sub>	1.0±0.0 <sub>a</sub>	0.9±0.3 <sub>b</sub>	1.0±0.0 <sub>a</sub>	0.8±0.0 <sub>c</sub>	0.9±0.1 <sub>b</sub>

備註：\*：純水

不同英文字母表示以 ANOVA 分析，不同濃度間有顯著性差異 (P<0.05)

表十二、環藥添加助煙劑對埃及斑蚊<sup>1</sup>的藥效

環藥品名	30 分鐘擊昏率(%)			24 小時死亡率 (%)		
	純水	助煙劑 <sup>2</sup>	比值 <sup>3</sup>	純水	助煙劑 <sup>2</sup>	比值 <sup>3</sup>
加力寶水性液劑	57.0±7.5 <sub>a</sub>	100.0±0.0 <sup>*</sup> <sub>a</sub>	1.8	47.0±6.5 <sub>b</sub>	83.0±1.5 <sup>*</sup> <sub>a</sub>	1.8
百力寶水性液劑	32.0±7.8 <sub>b</sub>	55.0±5.8 <sup>*</sup> <sub>bc</sub>	1.7	37.0±5.0 <sub>bc</sub>	66.0±1.9 <sup>*</sup> <sub>b</sub>	1.8
快克利液劑	4.0±1.3 <sub>c</sub>	31.0±6.7 <sup>*</sup> <sub>c</sub>	7.8	51.0±7.1 <sub>b</sub>	59.6±5.5 <sub>b</sub>	1.2
萬克乳劑	53.0±7.3 <sub>a</sub>	81.0±3.3 <sup>*</sup> <sub>b</sub>	1.5	30.0±1.6 <sub>c</sub>	78.0±3.6 <sup>*</sup> <sub>ab</sub>	2.6
天羅地網乳劑	49.0±8.6 <sub>ab</sub>	80.0±6.0 <sup>*</sup> <sub>b</sub>	1.6	63.0±2.5 <sub>a</sub>	88.0±2.5 <sup>*</sup> <sub>a</sub>	1.4
快克利乳劑	0.0±0.0 <sub>c</sub>	10.6±2.2 <sup>*</sup> <sub>c</sub>	—	21.4±3.0 <sub>d</sub>	42.7±2.9 <sup>*</sup> <sub>c</sub>	2.0
超克蟲乳劑	38.0±7.4 <sub>b</sub>	70.0±7.5 <sup>*</sup> <sub>b</sub>	1.8	46.0±6.4 <sub>b</sub>	56.0±7.1 <sub>bc</sub>	1.2

備註：1.感受性品系，3~5 日齡，未吸血雌蚊

2.50%乙二醇溶液

3.比值=助煙劑÷純水

純水與助煙劑間做 T 檢定分析，\*表示有顯著差異 (P<0.05)

表十三、環藥添加助煙劑之噴霧粒徑參數

環藥品名	粒子數目		D10		DV10		DV50		DV90		Span		DR	
	純水	助煙劑 <sup>1</sup>	純水	助煙劑 <sup>1</sup>	純水	助煙劑 <sup>1</sup>	純水	助煙劑 <sup>1</sup>	純水	助煙劑 <sup>1</sup>	純水	助煙劑 <sup>1</sup>	純水	助煙劑 <sup>1</sup>
加力寶 水性液劑	565.0±1.6	401.0±1.5 <sup>*b</sup>	22.1±2.8 <sub>a</sub>	29.9±6.7 <sup>*a</sup>	18.0±2.8 <sub>a</sub>	24.2±7.2 <sup>*ab</sup>	22.4±3.2 <sub>a</sub>	31.9±7.2 <sup>*a</sup>	29.8±5.2 <sub>ab</sub>	48.8±8.1 <sup>*ab</sup>	0.5±0.2 <sub>c</sub>	0.8±0.2 <sup>*b</sup>	1.0±0.1	0.9±0.1 <sup>*b</sup>
百力寶 水性液劑	527.0±1.5	410.0±1.2 <sup>*b</sup>	23.9±2.5 <sub>a</sub>	29.4±5.3 <sub>a</sub>	19.9±2.2 <sub>a</sub>	23.7±5.5 <sub>ab</sub>	24.0±3.1 <sub>a</sub>	31.0±6.3 <sup>*ab</sup>	32.1±7.2 <sub>a</sub>	45.3±7.8 <sup>*ab</sup>	0.5±0.3 <sub>c</sub>	0.7±0.3 <sup>*c</sup>	1.0±0.1	1.0±0.1 <sub>a</sub>
快克利液劑	588.0±1.9	441.0±5.8 <sup>*ab</sup>	18.3±3.1 <sub>b</sub>	28.6±5.1 <sup>*ab</sup>	14.5±2.6 <sub>b</sub>	23.0±5.4 <sup>*ab</sup>	18.6±3.7 <sub>b</sub>	30.5±5.6 <sup>*ab</sup>	30.8±7.2 <sub>a</sub>	50.0±8.1 <sup>*a</sup>	0.9±0.4 <sub>a</sub>	0.9±0.3 <sub>a</sub>	1.0±0.1	0.9±0.1 <sup>*b</sup>
萬克乳劑	534.0±1.3	423.0±1.8 <sup>*b</sup>	20.6±2.7 <sub>ab</sub>	31.1±4.2 <sup>*a</sup>	16.7±2.8 <sub>ab</sub>	25.8±4.1 <sup>*a</sup>	20.6±3.4 <sub>ab</sub>	32.2±4.8 <sup>*a</sup>	27.1±3.9 <sub>b</sub>	50.5±6.8 <sup>*a</sup>	0.5±0.2 <sub>c</sub>	0.8±0.2 <sup>*b</sup>	1.0±0.1	1.0±0.1 <sub>a</sub>
天羅地 網乳劑	574.0±1.5	491.0±1.4 <sup>*a</sup>	21.4±2.6 <sub>ab</sub>	26.2±3.9 <sub>b</sub>	17.5±2.4 <sub>ab</sub>	21.4±3.9 <sub>b</sub>	21.3±3.4 <sub>ab</sub>	26.8±4.4 <sub>b</sub>	27.8±4.2 <sub>b</sub>	38.2±6.4 <sup>*b</sup>	0.5±0.2 <sub>c</sub>	0.6±0.3 <sup>*d</sup>	1.0±0.1	1.0±0.1 <sub>a</sub>
快克利乳劑	491.0±1.3	410.0±1.3 <sup>*b</sup>	22.4±2.9 <sub>a</sub>	29.4±4.7 <sub>a</sub>	18.4±2.9 <sub>a</sub>	23.7±4.7 <sub>ab</sub>	22.6±3.5 <sub>a</sub>	31.0±5.4 <sup>*ab</sup>	29.5±4.3 <sub>ab</sub>	45.3±9.5 <sup>*ab</sup>	0.5±0.2 <sub>c</sub>	0.7±0.2 <sup>*c</sup>	1.0±0.1	1.0±0.1 <sub>a</sub>
超克蟲乳劑	537.0±1.8	441.0±3.3 <sup>*ab</sup>	20.0±2.1 <sub>ab</sub>	30.1±4.8 <sup>*a</sup>	16.2±1.8 <sub>ab</sub>	24.4±4.9 <sup>*ab</sup>	19.8±2.7 <sub>b</sub>	31.5±5.8 <sup>*a</sup>	29.3±4.7 <sub>ab</sub>	46.6±7.1 <sup>*ab</sup>	0.7±0.2 <sub>b</sub>	0.7±0.2 <sub>c</sub>	1.0±0.1	1.0±0.1 <sub>a</sub>

備註: 1.50%乙二醇溶液

不同英文字母表示以 ANOVA 分析，不同環藥間有顯著性差異 (P<0.05)

純水與助煙劑間做 T 檢定分析，\*表示有顯著差異 (P<0.05)

表十四、前金區立德棒球場埃及斑蚊\*藥效試驗

房間代號	30 分鐘擊昏率 (%)		24 小時死亡率 (%)	
	前金品系	感受性品系	前金品系	感受性品系
甲	100	100	100	100
乙	100	100	100	100
丙	95	100	100	100
丁	98	100	100	100
戊	98	100	100	100
平均	98.2±2.0	100±0	100±0	100±0

備註\*: 3~5 日齡，未吸血雌蚊。

表十五、噴霧機之流量測定<sup>1</sup>

機型	puls Fog k10 <sup>1</sup>
流量	142.2±10.7
CV <sup>2</sup>	7.53

備註：1、施噴純水

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



表十六、前金區立德棒球場噴灑效能

區域	甲	乙	丙	丁	戊
噴藥空間 (m <sup>3</sup> )	141.2	156.6	125.0	117.3	2221.2
噴藥時間	2 分 30 秒	3 分 4 秒	2 分 44 秒	2 分 56 秒	9 分 34 秒
推薦藥量 <sup>1</sup> (ml)	141.2	156.6	125.0	117.3	2221.2
使用藥量 <sup>2</sup> (ml)	355.5	436.1	388.7	417.1	1360.4
比值 <sup>3</sup>	2.5	2.8	3.1	3.6	0.61

備註：1、推薦藥量 = 1ml/m<sup>3</sup> × 噴灑空間  
 2、使用藥量 = 噴藥時間 × 噴霧機流量  
 3、比值 = 使用藥量 ÷ 推薦藥量

表十七、前金區立德棒球場登革熱防治成效

日期	噴藥前二日				噴藥前一日				噴藥當日				噴藥後一日				噴藥後二日			
	埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊	
品系	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
性別	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
隻數	3	2	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
總隻數	5				4				0				0				0			
相對防治率 (%) *	—				—				—				100				100			

備註: \*：相對防治率=(噴藥前成蚊總數-噴藥後成蚊總數)/噴藥前成蚊總數×100

表十八、市售煙霧機霧化效能

機器廠牌型號	噴嘴口徑	流量(ml/min)	CV(%)	粒徑(μm)						推薦分級
				D10	DV10	DV50	DV90	Span	DR	
puls Fog k10	0.8	196.7±5.8	2.9	25.5	20.5	27.5	46.6	0.9	0.9	○
	1	302.2±7.7	2.5	26.8	23.1	45.7	99.5	1.7	0.6	X
iGEBA TF-35	0.8	166.7±6.2	3.7	25.9	21.0	26.7	35.3	0.5	1.0	○
	1	250.0±8.2	3.6	19.0	15.5	19.7	98.9	4.2	1.0	X
	1.2	308.3±12.5	4.1	25.8	20.8	27.3	39.0	0.7	0.9	○
	1.4	451.7±12.5	2.8	25.8	20.7	27.7	40.8	0.7	0.9	○
MINI FOGGER	—	27.8±0.8	2.9	25.5	21.0	31.0	99.1	2.5	0.8	X
DH99	0.8	173.3±9.4	0.1	18.1	14.9	17.9	22.5	0.4	1.0	○
airofog AR35	1	273.3±9.4	0.0	19.8	16.3	19.4	25.5	0.5	1.0	○
	1.2	346.7±5.8	0.0	24.3	20.4	24.1	32.7	0.5	1.0	○
airofog AR9	0.8	116.0±6.0	0.0	22.1	17.8	21.7	33.5	0.7	1.0	○
	1	203.0±6.6	4.8	23.4	18.7	23.5	35.6	0.7	1.0	○
	1.4	297.0±4.1	0.0	22.8	18.2	22.5	43.0	1.1	1.0	○

○：推薦使用[Span<2、DR≈1(0.8~1.2)、CV<5]

△：小心使用[Span<2、DR≈1(0.8~1.2)、CV≥5]

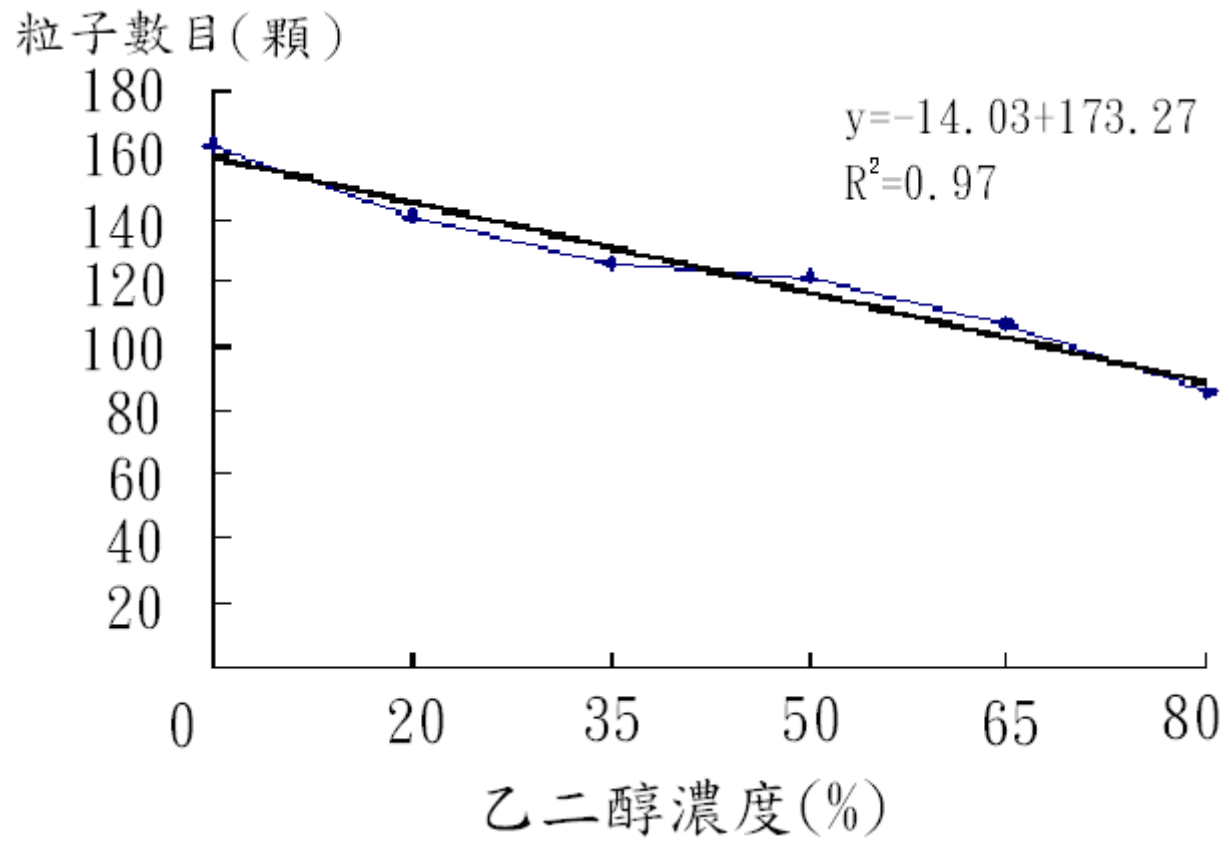
X：不推薦使用[Span>2 or DR≈1]

機器廠牌型號	噴嘴口徑	流量(ml/min)	CV(%)	粒徑(μm)						推薦分級
				D10	DV10	DV50	DV90	Span	DR	
IZ-FOG F-39	原廠	710.0±27.3	3.8	20.3	16.3	27.0	32.8	0.6	0.8	○
IZ-FOG F-25	原廠	858.3±20.3	0.0	22.8	18.3	23.7	33.6	0.6	1.0	○
SWINGFOG SN-50A	0.8	175.0±4.1	2.3	23.1	18.6	27.7	98.8	2.9	0.8	X
	1	308.3±23.6	7.7	25.8	20.6	29.2	53.1	1.1	0.9	△
	1.2	430.0±8.2	1.9	26.2	21.1	29.0	45.6	0.8	0.9	○
A-SUNG 2000	—	29.1±1.2	0.0	30.0	24.4	30.4	42.4	0.6	1.0	○
LONDON AV520	—	362.7±2.4	0.0	22.2	18.4	22.0	29.1	0.5	1.0	○
iGEBBA TF-34	0.8	173.3±9.4	5.4	23.0	18.3	25.3	47.6	1.2	0.9	△
	1	273.3±9.4	3.4	24.1	18.9	29.2	54.0	1.2	0.8	○
TIGERFOG KMS-20S	—	376.7±2.4	0.6	27.6	22.4	29.0	41.8	0.7	1.0	○
TIGERFOG KMS-55SM	—	746.7±12.5	1.7	23.8	18.9	25.8	44.3	1.0	0.9	○
TIGERFOG H-2.4	2	531.7±16.1	3.0	12.8	9.8	12.7	18.1	0.7	1.0	○
	4	636.7±28.9	4.5	13.3	10.2	13.9	23.1	0.9	1.0	○
	6	740.0±20.0	2.7	13.6	10.4	15.1	98.1	5.8	0.9	X

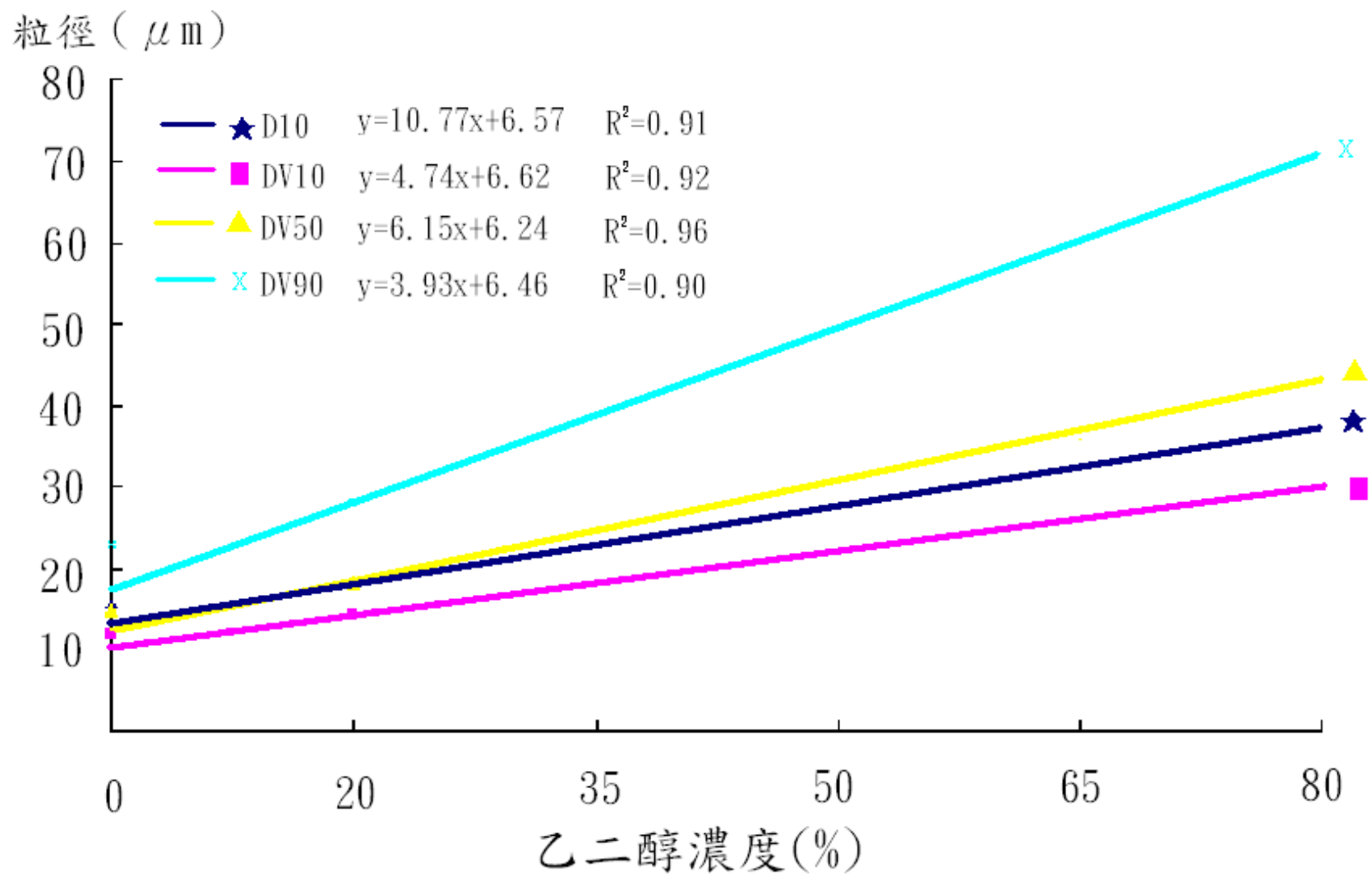
○：推薦使用[Span<2、DR≈1(0.8~1.2)、CV<5]

△：小心使用[Span<2、DR≈1(0.8~1.2)、CV≥5]

X：不推薦使用[Span>2 or DR≈1]



圖一、乙二醇濃度與噴霧粒子數目之關係



圖二、乙二醇濃度與噴霧粒徑之關係

## 登革熱病媒蚊生物檢定標準作業

### 壹、目的

- 1.將藥效試驗方法予以標準化，以利依循。
- 2.將分析評估標準予以統一，以利比較。
- 3.將試驗成果予以數位化，以利建立資料庫供參。

### 貳、試驗設計

- 1.模擬疾病發生區域家戶內空間噴灑情形。
- 2.以網籠試驗之擊昏率與死亡率評估環藥殺蟲效果。
- 3.以當地品系與感受性品系間之差異評估當地蚊蟲之感藥程度。

### 參、器材準備

#### 一、蚊蟲

##### (一)品系建立

##### 1.野外品系

以幼蟲採集法將疫情需要或自行選定之區塊(行政限界或地形地物等天然屏障)範圍內之埃及斑蚊幼蟲採集，於該轄區養蚊室中，以鏡檢鑑定無誤後，即為該區之野外品系，飼育至第一子代成蚊供試。

##### 2.感受性品系

為自 1987 年於台南地區採集之埃及斑蚊，並於疾病管制局病媒昆蟲實驗室中累代飼育至今。

##### (二)飼育

##### 1.幼蟲

野外採集之幼蟲攜回飼育時需先保留 2/3 原生長場所的水，再慢慢添加乾淨除氯過之清水飼養，避免幼蟲因水質的突然變化而導致死亡。各品系幼蟲分別飼於塑膠水盆中，以台糖酵母+豬肝粉(1:1)餵食且每日刮去水膜，待化蛹後挑起置於水杯中，再分別放入養蚊籠中。

##### 2.成蟲

蛹羽化成蟲後，給予糖水(10%)棉花供其取食，棉花需隨時保持溼潤，並每週至少更換一次。夜間以小白鼠供雌蚊吸血以利產卵繼代，另置水杯供其產卵，卵條收集保存，視需要再放入水中孵化。

### 二、藥劑

#### (一)篩選

於行政院環保署所核准許可的特殊環境用藥中，依疫情需要或自行選定藥劑進行檢測。

#### (二)製備

由領有環境用藥專業技術人員證照者，詳細閱讀藥瓶標籤(許可證字號、主成分及含量、適用範圍、使用方法及用量、適用害蟲、稀釋倍數、稀釋藥劑、儲存及使用時應注意事項、

中毒症狀與解毒方法、製造日期、製造批號、有效時間等)後，量測噴藥空間並計算施噴藥量，再依藥瓶標示或欲檢測濃度以稀釋公式計算所需環藥藥液(1:倍數=藥液:總量)。

在調藥筒中先置入少許清水(或藥瓶標籤規定之溶劑)。以滴管將藥液自藥瓶中吸取至量筒中並量測所需藥液量，將攪拌棒斜放於調藥筒內側，量筒傾斜靠在攪拌棒上使藥液沿著攪拌棒流入調藥筒中，再以此些許清水(或藥瓶標籤規定之溶劑)將量筒內剩餘藥液洗入調藥筒中，最後再加水(或藥瓶標籤規定之稀釋液)於調藥筒中至所需之總量。將藥劑攪拌均勻混合後備用。

### 三、機具

#### (一)檢查試噴

選擇適合空間噴灑之噴霧機具。先行檢查各部零組件是否完整及電力、油料是否足夠等，接著進行暖機試噴作業，使輸藥管中確實充滿供試溶液。

#### (二)流量測定

於藥箱內置入定量的供試溶液後，暖機 30 秒，開始噴灑一定的時間後，視機型不同，以收集法或消耗法量測其噴霧量並計算其變異係數(CV)，當  $CV > 5$  時，代表其流量不穩定。 $CV = \text{標準差} \div \text{平均值} \times 100\%$ 。每次試驗前，均需暖機 30 秒並試噴 15 秒；試驗後，則須清乾機體系統內部供試溶液後備用。本測定重覆三次，不同功率、噴嘴口徑及供試溶液等應分別測定。

##### 1.收集法

於噴霧機藥箱內放入已調好之供試溶液，依操作方法起動暖機並試噴後(使輸藥管中充滿藥劑)，將藥箱內剩餘溶液倒出。重新置入定量溶液後，打開噴藥開關並將噴頭置入有刻度之耐酸鹼量杯中，開始噴灑數分鐘後，停機並移出噴頭，量測量杯內之液量並除以時間，即為本機每分鐘的流量(ml/min)。

##### 2.消耗法

於噴霧機藥箱內置入些許供試溶液(輸藥管需在液面下)，依操作方法起動並暖機試噴後(使輸藥管中充滿藥劑)，將藥箱內剩餘溶液倒出。重新置入定量溶液後，打開噴藥開關開始噴灑一定時間後，以量杯量取藥箱內剩餘之液量，以原液量減去剩餘液量後再除以噴灑時間，即為本機每分鐘的流量(ml/min)。

### 肆、試驗方法

一、量測噴藥空間：以雷射測距儀量測噴藥範圍之長、寬、高後，計算其空間( $m^3$ )。



二、計算噴藥時間：以藥瓶標示推薦用量，計算噴藥空間所需噴灑藥液總量(ml)，再依噴霧機流量換算噴藥所需時間。需噴灑藥液總量(ml)/噴藥機具流量(ml/秒)=噴灑時間(秒)。

三、網籠試驗：

(一)吸蚊

以吸蟲管吸蚊之時，吸氣力量不可太大，一次以吸取五隻雌蚊為宜，吸蚊子時切記儘量不要讓蚊蟲撞擊道管壁，避免傷到蚊子，當要排出吸蟲管內的蚊子，可輕敲吸蟲管讓蚊蟲自行飛出，不要一次大力全部吹出。

(二)於噴藥空間入口對面之牆壁上之上下左右四頂點(牆角)與正中處分別吊掛一組網籠。

(三)每組網籠含對照組(感受性品系)與試驗組(野物品系)各一籠。

(四)每網籠內置 20 隻(3~5 日齡)未吸血雌蚊。

(五)將稀釋好之藥液倒入噴霧藥箱中，先暖機 30 秒並試噴 15 秒後，開始試驗。

(六)噴霧機置於入口半人高處，以仰角 $15\sim 30^\circ$ ，左右揮動方式依所計算噴藥時間施噴受測環藥。

(七)噴藥密閉 30 分鐘後，穿著安全防護裝備取出各網籠並觀察記錄其擊昏情形。

(八)將蚊蟲自網籠中吸出置於紙杯內，上置糖水棉花後，放於生長箱中( $25\pm 1^\circ\text{C}$ ，相對溼度  $70\pm 5\%$ ，12 小時光照)，24 小時後觀察記錄其死亡情形。

(九)各品系需製備空白組置於吸蚊室中，待 30 分鐘觀察記錄其擊昏情形後，移至空白組用生長箱培育 24 小時後再予觀察紀錄其死亡情形。

伍、分析評估

一、擊昏率

蚊蟲無法飛行或站立，即判定為擊昏，並將擊昏數除以總蚊蟲隻數即為擊昏率。

二、死亡率

身體完全不動(無反應)，即判定為死亡，以避免復甦情形，干擾試驗準確性，並將死亡數除以總蚊蟲隻數即為死亡率。

三、校正

1. 擊昏率

以空白組之擊昏率為基準，若擊昏率 $< 5\%$ ，則不需校正擊昏率；若為 $5\%$ 至 $20\%$ 之間，則需用 Abbott 公式校正擊昏率；若擊昏率 $> 20\%$ ，則整組試驗數據不予採用。

校正擊昏率的公式為：

$$(\text{野外品系之擊昏率} - \text{感受品系之擊昏率}) / (1 - \text{感受品系之擊昏率}) \times 100\%$$

## 2. 死亡率

以空白組之死亡率為基準，若死亡率 $<5\%$ ，則不需校正死亡率；若為 $5\%$ 至 $20\%$ 之間，則需用 Abbott 公式校正死亡率；若死亡率 $>20\%$ ，則整組試驗數據不予採用。

校正死亡率的公式為：

$$(\text{野外品系之死亡率} - \text{感受品系之死亡率}) / (1 - \text{感受品系之死亡率}) \times 100\%$$

## 四、感藥性評估

以 T 檢定分析感受性品系與野外品系之擊昏率與死亡率的差異 ( $p < 0.05$ )，同時據以評估其感藥程度。

## 五、藥效比較

以 ANOVA 分析不同受測環藥(成份、濃度)間及蚊蟲(品系)間之差異( $p < 0.05$ )，做為分級推薦之參考(結果列於表一)。

## 陸、藥劑推薦分級

依試驗數據可將其防治效能分級區分為五級：第一級為「推薦使用」，其死亡率 $\geq 95\%$ 且與感受性品系間無顯著差異，同時擊昏率 $\geq 80\%$ ；亦可立即依藥瓶標示稀釋倍數使用且殺蚊效果良好。第二級為「適合使用」，其死亡率為 $\geq 95\%$ 且與感受性品系間無顯著差異，同時擊昏率 $< 80\%$ ；亦即可以藥瓶標示稀釋倍數使用且殺蚊效果良好但需考慮民眾對於防治成效觀感。第三級為「輪替使用」，其死亡率為 $80\sim 95\%$ 之間且與感受性品系有顯著差異；其可作為「推薦使用」或「適合使用」藥劑在使用一段時間後之替代藥劑。第四級為「小心使用」，其死亡率為 $50\sim 79\%$ 之間；亦即藥劑成分仍具殺蚊效果，但最好調整稀釋倍數並密切注意抗藥性情形。第五級為「不推薦使用」，其死亡率 $< 50\%$ 。結果整理於表二。

## 柒、儀器設備與用具製備

### 一、儀器設備：

- (一)雷射測距儀：一台，量測噴藥空間。
- (二)生長箱：至少 2 台，可調式溫濕度控制。空白組與試驗組蚊蟲分別置放，以免污染。
- (三)高壓沖洗機：一台，以高壓水柱清洗噴藥空間內殘留藥劑。
- (四)攪拌機：一台，使用磁石攪拌將藥劑混合均勻。
- (五)純水機：一台，以純水稀釋藥劑，避免水質影響試驗結果。
- (六)溫濕度計：至少 5 個，以隨時監測生長箱、養蚊室、吸蚊室與模擬室之溫濕度。

## 二、用具製備：

- (一)原子筆、記錄表、記錄板、剪刀、美工刀、定時器、膠帶(可寫式、絕緣)、掛勾、繩子、橡皮筋。
- (二)個人防護裝備：防毒面具(含濾毒罐)、實驗衣、護目鏡、耳罩、矽膠手套、頭燈。
- (三)吸蚊管：一隻，長 35cm 之透明壓克力管，壓克力管內徑約 0.8cm、厚度 0.3cm，於管的一端套上長約 45 公分的橡皮軟管，其與橡皮軟管連接處套上紗網避免於吸蚊時將蚊子吸入口中。
- (四)砂糖、棉花、毛巾、鑷子、糖水(10%)。
- (五)水桶、紙杯(上徑 7cm，下徑 5cm，高 10cm)、網籠(不銹鋼框架，11\*11\*25cm)、水盤、網籠套(紗網 60x11x11cm，16 網目)。
- (六)養蚊箱：感受性與野外品系蚊蟲飼育。

## 捌、善後處理

### 一、蚊蟲

試驗後，各紙杯(含蚊蟲)置於冷凍櫃中，確認蚊蟲凍死後，連同紙杯交由廢棄物處理。

### 二、器具

所有接觸到藥劑的物品必須確實清洗，最少先以水沖洗三遍。網籠須以清潔液浸泡一天並以清水沖洗後，再以丙酮沖洗並日光曝曬。

### 三、噴霧機

機具噴完藥劑後須加入清水進行輸藥系統沖洗，同時依各機型保養手冊，完成清洗保修動作後備用。

### 四、噴藥室

啟動排風系統以抽出殘餘藥霧，沖洗牆面、地板及天花板以去除殘留藥劑，再抽氣至少 30 分鐘，以保持潔淨。

### 五、廢液

依廢棄物相關規定處理。

## 玖、注意事項

- 一、試驗資料務必詳實記錄且至少保存三年並建檔供日後參考比較。
- 二、稀釋與施噴藥劑應則穿戴個人防護裝備。
- 三、試驗中，吸蚊與藥劑稀釋工作務必分開(換人)進行，以免污染。
- 四、藥劑調配時務必確認藥品名稱與稀釋倍數。

## 拾、參考文獻

- 1.行政院環保署環境檢驗所環境衛生用藥藥效測試通則。12 頁。2001。
- 2.張瀟、趙明海、劉福生、譚德講、李冠民。2007。標準操作規程(SOP)由來、書寫要求及其作用。實驗動物科學 24(5)：43—47 頁。

3. 季江海、彭渤、劉維。2006。殺蟲劑毒力測定中半數效應的計算方法。中國媒介生物學及控制雜 17(6)：513—514 頁。
4. Abbott WS: A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol* 1925;18 : 265—267.
5. Rathburn CB, Dukes Jr. and JC: A comparison of the mortality of caged adult mosquitoes to the size, number and volume of ULV spray droplets sampled in an open and a vegetated area. *J. Amer. Mosquito Control Assoc.* 1989; 5 (2):173—175.
6. Reiter P. and Nathan MB: Guidelines for assessing the efficacy of insecticidal space sprays for control of the dengue vector *Aedes aegypti*. World Health Organization 2001; 32 pp.

表一、「\_\_\_\_\_藥劑」對\_\_\_\_\_品系\_\_\_\_\_斑蚊藥效試驗記錄表

試驗人員\_\_\_\_\_

試驗日期\_\_\_\_\_

蚊蟲品系	○○ (野外)					台南 (感受性)					空白組				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
重覆數															
蚊蟲數															
擊昏數(30分鐘)															
平均擊昏率(%)															
校正擊昏率(%)															
死亡數(24小時)															
平均死亡率(%)															
校正死亡率(%)															

蚊蟲品系：\_\_\_\_\_縣(市)\_\_\_\_\_鄉鎮區\_\_\_\_\_村里，未吸血雌蚊(3~5日齡)

噴霧機：機種\_\_\_\_\_，廠牌型號：\_\_\_\_\_，噴嘴口徑：\_\_\_\_\_

環藥：劑型\_\_\_\_\_，有效成分：\_\_\_\_\_ 廠商\_\_\_\_\_

稀釋倍數：\_\_\_\_\_，使用劑量：\_\_\_\_\_

環境：溫度\_\_\_\_\_，溼度\_\_\_\_\_，日照\_\_\_\_\_小時

表二、\_\_\_\_\_縣(市)\_\_\_\_\_區(塊)\_\_\_\_\_藥劑生物檢定試驗結果

稀釋倍數或濃度(%)	30 分鐘擊昏率(%)		24 小時死亡率(%)		推薦分級
	野外品系	感受性品系	野外品系	感受性品系	

備註：1.野外與感受性品系間做 T-檢定分析，\*表示有顯著差異 (P<0.05)

2.不同英文字母表示以 ANOVA 分析，不同稀釋倍數或濃度(%)間有顯著性差異 (P<0.05)

3.分級標準：○：推薦使用(死亡率≥95%且與感受性品系無顯著差異同時擊昏率≥80%)

✓：適合使用(死亡率≥95%且與感受性品系無顯著差異同時擊昏率<80%)

☆：小心使用(死亡率 80~95%之間，且與感受性品系有顯著差異)

△：小心使用(死亡率 50~79%之間)

X：不推薦使用(死亡率<50%)

## 壹、目的

- 一、因應高雄世運會，評估體育場噴藥工作成效。
- 二、評估前金地區斑蚊之感藥性。
- 三、評估防疫人員之噴藥技能。

## 貳、試驗人員

- 一、疾病管制局研究檢驗中心—夏維泰副研究員、陸逸芳研究助理、楊依潔研究助理
- 二、高雄市疾管處—常豫嫻、耿秀蘭、陳翼揚、呂美櫻、高淑芳。

參、試驗時間：98年7月7日至7月9日

## 肆、試驗設計

### 一、藥效試驗

以擊昏率及死亡率，評估前金品系埃及斑蚊抗藥性情形及使用環藥之藥效。

### 二、噴灑技能

以噴灑時間、機器流量及使用藥量評估噴藥人員噴灑技能。

### 三、成效評估

以捕獲成蚊總隻數與相對防治率評估防治成效。

## 伍、試驗方法

### 一、蚊蟲品系建立與飼育

#### (一) 感受性品系

1987年自台南地區採集埃及斑蚊，於疾病管制局病媒昆蟲實驗室中繼代飼育至今（約500代以上）。

#### (二) 前金品系於

2008年6月間至前金地區採集埃及斑蚊幼蟲，於高雄市政府衛生局養蚊室飼育至成蚊供試。

#### (三) 蚊蟲飼育

將感受性及前金品系之斑蚊幼蟲分別飼於塑膠水盆中，餵以酵母及豬肝粉，化蛹後挑出另置水杯中，待其羽化成蟲以10%糖水飼育。養蟲室維

持 25–28°C，相對溼度 70±5%，光照 12 小時。

## 二、藥效試驗

噴藥前一日 (7/7)，先行赴噴藥現場勘查與進行成蟲指數調查，並選定 5 間辦公室或職員休息室，了解其建物樓層格局，並以「雷射測距儀」(Trimble HD150) 量測各擇定房間之長、寬、高，以換算其噴藥空間。

噴藥當日 (7/8)，先進行成蟲指數調查，再將感受性及前金品系之雌性埃及斑蚊分別吸入各折疊式網籠 (25\*11\*11cm) 中、外套細紗網 (16 網目)，每籠 20 隻 (1~3 日齡，未吸血)，並上置 10% 糖水之棉花。於開始噴藥前一小時，先行赴昨日已隨機擇定之五個房間，將各組網籠 (每組含感受性品系及野外品系各一籠) 匿藏於各房間內等位置，每個房間共三組網籠。對照組置於遠離噴藥區域之車內，空白組置於養蚊室內。俟試驗組五個房間經噴藥人員噴藥後 30 分鐘，即穿著 C 級安全防護裝備進入各房間取出原置放之各組網籠。立即觀察及紀錄各網籠中成蚊的擊昏數，再將蚊蟲全數吸出置於上附 10% 糖水棉花之觀察紙杯中飼育，待 24 小時後觀察並紀錄其死亡數 (表一)。觀察室維持 25±2°C，相對溼度 70±5%，光照 12 小時。

## 三、噴灑技能

以碼錶計算噴藥人員進入房間，自啟動噴霧機開始噴藥至退出房間停止噴藥之時間。五個房間噴藥時間經測定分別為 2 分 30 秒、3 分 4 秒、2 分 44 秒、2 分 56 秒及 9 分 34 秒。此次噴藥使用煙霧機 (puls Fog k10)；經現場測定其流量為 142.2±10.7ml/min (表二)。本次使用藥劑為「賽普寧 (CY-PRING)」(Cypermethrin 12.5%w/w)，稀釋 32 倍 (推薦稀釋倍數為 300 倍)。以使用藥量 (機器流量×噴灑時間÷噴藥空間) 與推薦藥量的比值，評估噴藥人員噴灑技能。

## 四、成效評估

噴藥前二 (7/6)、一日 (7/7)、噴藥當日及噴藥後一 (7/9)、二日 (7/10)，分別赴噴藥區域現場隨機選取 50 戶 (礙於立德棒球場與一般家戶噴灑情況之不同，可視現場情況調整之)，進行成蟲指數調查作業，每日掃網區塊盡量不同。計算其總成蚊數與相對防治率  $[(\text{噴藥前成蚊總數} - \text{噴藥後成蚊總數}) \div \text{噴藥前成蚊總數} \times 100]$ ，據以評估防治成效。

## 陸、結果

### 一、藥效試驗

由表一可見，平均擊昏率與平均死亡率，在前金與感受性品系間無顯著差異，皆幾近 100%，顯示噴藥成效良好。

### 二、噴灑技能



由表二中可見，本次噴藥所使用之煙霧機，經現場測定其噴出純水的流量後，發現 CV 值大於 5，代表煙霧機功率不夠穩定，將影響噴出藥粒大小及其在空間中瀰漫、飄移的效應。

將各房間噴藥情形列於表三，可見各房間之噴藥量比值除「戊」房小於 1 以外，其他均在 2.5 以上，顯示此次防疫人員大部分有過量噴灑情形，恐導致蚊子產生抗藥性並造成環境污染，因此噴藥人員其噴灑技能仍有待加強。

### 三、成效評估

依掃網調查發現，噴藥前 2 日捕獲 5 隻埃及斑蚊，噴藥前一日捕獲 4 隻埃及斑蚊，噴藥當日及後一、二日皆無捕獲斑蚊，顯示此次噴藥對斑蚊防治效果頗為理想，相對防治率頗佳(達 100%)，同時顯示戶內外無孳生環境存在。

表一、前金區立德棒球場埃及斑蚊藥效試驗

房間代號	30 分鐘擊昏率 (%)		24 小時死亡率 (%)	
	前金品系	感受性品系	前金品系	感受性品系
甲	100	100	100	100
乙	100	100	100	100
丙	95	100	100	100
丁	98	100	100	100
戊	98	100	100	100
平均	98.2±2.0	100±0	100±0	100±0

\*：以 T 檢定分析，不同英文字母表示有顯著性差異

。

表二、噴霧機施噴純水之流量<sup>1</sup>

機型	puls Fog k10
流量	142.2±10.7
CV <sup>2</sup>	7.53

備註：1、重覆三次，取其平均值及標準差。

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

表三、前金區立德棒球場噴灑效能

區域	甲	乙	丙	丁	戊
噴藥空間 (m <sup>3</sup> )	141.2	156.6	125.0	117.3	2221.2
噴藥時間	2 分 30 秒	3 分 4 秒	2 分 44 秒	2 分 56 秒	9 分 34 秒
推薦藥量 <sup>1</sup> (ml)	141.2	156.6	125.0	117.3	2221.2
使用藥量 <sup>2</sup> (ml)	355.5	436.1	388.7	417.1	1360.4
比值 <sup>3</sup>	2.5	2.8	3.1	3.6	0.61

備註：1、推薦藥量 = 1ml / m<sup>3</sup> × 噴灑空間

2、使用藥量 = 噴藥時間 × 噴霧機流量

3、比值 = 使用藥量 ÷ 推薦藥量

表四、前金區立德棒球場登革熱防治成效

日期	噴藥前二日				噴藥前一日				噴藥當日				噴藥後一日				噴藥後二日			
	埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊	
品系	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
性別	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
隻數	3	2	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
總隻數	5		4		0		0		0		0		0		0		0		0	
相對防治率 (%) <sup>*</sup>	—		—		—		—		—		—		100		100		100		100	

\*:相對防治率=(噴藥前成蚊總數-噴藥後成蚊總數)/噴藥前成蚊總數×100

## 壹、目的

1. 評估防疫噴藥工作成效。
2. 評估野外品系斑蚊之感藥性。
3. 評估防疫人員之噴灑技能。

## 貳、試驗設計

1. 以擊昏率與死亡率評估藥效。
2. 以感受性與野外品系間之差異評估蚊蟲之感藥程度
3. 以成蟲指數與相對防治率評估防疫成效。
4. 以使用藥量與推薦藥量比值評估噴藥人員噴灑技能。

## 參、用具準備

## 一、蚊蟲：

## (一) 採集與品系建立

## 1. 野外(區域)品系選定

於現場以幼蟲採集法將依疫情需要，以幼蟲採集法將疫區周遭行政區塊（地形地物等天然屏障）之埃及斑蚊幼蟲採集，並攜至該轄區之養蚊室，經現場鏡檢鑑定無誤後，於當地養蚊室飼育至第一子代成蚊供試，即為該區之野外品系。

## 2. 感受性品系

為自 1987 年於台南地區採集之埃及斑蚊，並於疾病管制局病媒昆蟲實驗室中累代飼育。

## (二) 飼育

## 1. 幼蟲

野外採集之幼蟲攜回飼育時需先保留 2/3 原生長場所的水，再慢慢添加乾淨除氯過之清水飼養，避免幼蟲因水質的突然變化而導致死亡。各品系幼蟲分別飼於塑膠水盆中，以台糖酵母+豬肝粉(1:1)餵食且每日刮去水膜，待化蛹後挑起於水杯中，再分別放入養蚊籠中。

## 2. 成蟲

蛹羽化成蟲後，給予糖水(10%)棉花供其取食，棉花需隨時保持溼潤，並每週至少更換一次。夜間以小白鼠供雌蚊吸血以利產卵繼代，另置水杯供其產卵，卵條收集保存，視需要再放入水中孵化。

## 肆、試驗方法

## 一、現場勘查與勤前訓練

噴藥日前二日即須完成收集疫情、噴藥範圍地圖等相關資料工作。同時赴噴藥範圍進行現場勘查且各試驗人員完成勤前訓練。

## 二、成蟲指數調查

於噴藥日前一、二及噴藥日與後一、二日分別在噴藥區，隨機擇定 1/10 家戶（約 50 家戶）進行成蟲指數調查，每日家戶盡量不同。每日將其數據換算成蟲指數。

## 三、試驗家戶擇定

隨機於噴藥區內擇定 5~10 家戶，先向民眾（成人）解說明日進行藥效試驗目的，同時徵求其同意協助試驗進行及請配合事項—明日放置網籠時間、網籠放置地方。再以雷射測距儀量測家戶空間，並記錄門牌號碼、空間大小、樓層等。

#### 四、藥效試驗

##### (一)網籠試驗

噴藥前二小時到達現場，前一小時完成網籠（上加糖棉）放置工作（網籠藏匿力求隱密）。每戶 5 場所（3 處戶內—各樓層（地下室）、客廳、廚房、浴室、2 處戶外—戶外：防火巷、庭院、陽台、頂樓及周圍 10 公尺內之空地），各場所放置一組網籠（一個感受性+一個野外品系）。若為一層樓以上，則於各樓層至少放至一籠。另一對照組置於車上（空地），空白組置於旅館（室內），每品系計 27 籠，網籠上置糖棉並編號。試驗人員於可觀察受測家戶範圍內，觀察並紀錄噴藥之各項情形（每戶噴藥時間、噴藥人員裝備、機器操作—機型、霧滴、使用藥劑、稀釋情形—倍數、方法、用具等）。

噴藥完成後 30 分鐘，穿戴口罩、手套、護目鏡與 C 級防護衣進入家戶收回網籠，二品系分開放置，並觀察記錄各網籠蚊蟲擊昏數。自網籠內吸出蚊蟲置於紙杯中（以吸蟲管或吸蟲機吸取），上置新糖棉並編號後，攜回觀察室觀察試驗蚊蟲之 24 小時死亡情形並紀錄。試驗完成後，各紙杯置於冷凍櫃中冰死蚊蟲，取出後依廢棄物相關規定處理。

##### 二、噴霧機流量測定：

將防疫現場使用之噴霧機隨機擇取一至數台，於藥箱內置入定量的藥劑，開始噴灑 3 分鐘，以消耗法量測其流量並計算變異係數（CV），CV 值小於 5，則表示其流量穩定，公式為： $CV=(標準差\div平均值)\times 100\%$ 。本測定重覆三次。試驗前，先暖機 30 秒並試噴 15 秒，再開始試驗。

##### 三、噴灑技能

以碼錶計算噴藥人員進入房間，自起動噴霧機開始噴藥至退出房間停止噴藥之時間，5 個房間噴藥時間分別測定。以消耗或收集法測定使用噴霧機之流量，並以使用藥量（機器流量 $\times$ 噴灑時間 $\div$ 噴藥空間）與推薦藥量的比值，評估噴藥人員噴灑技能；考慮空間、時間量測上的誤差，給予 10% 的彈性範圍，故比值在  $1\pm 0.1(0.9-1.1)$ ，即顯示噴灑技能良好；小於 0.9 則表示噴藥量不足，易導致蚊蟲產生抗藥性；大於 1.1 則為過量噴藥，對環境容易造成污染；未落於此區間者皆表示噴藥人員之噴灑技能仍有待加強。

#### 伍、分析

一、擊昏率：蚊蟲無法飛行或站立，即判定為擊昏，並將擊昏數除以總蚊蟲隻數即為擊昏率。

二、死亡率：身體完全不動（無反應），即判定為死亡，以避免復甦情形，干擾試驗準確性，並將死亡數除以總蚊蟲隻數即為死亡率。

三、校正：

## 1. 擊昏率

以空白組之擊昏率為基準，若擊昏率 $<5\%$ ，則不需校正擊昏率；若為 $5\%$ 至 $20\%$ 之間，則需用 Abbott 公式校正擊昏率；若擊昏率 $>20\%$ ，則整組試驗數據不予採用。

校正擊昏率的公式為：

$(\text{野外品系之擊昏率} - \text{感受品系之擊昏率}) / (1 - \text{感受品系之擊昏率}) \times 100\%$

## 2. 死亡率

以空白組之死亡率為基準，若死亡率 $<5\%$ ，則不需校正死亡率；若為 $5\%$ 至 $20\%$ 之間，則需用 Abbott 公式校正死亡率；若死亡率 $>20\%$ ，則整組試驗數據不予採用。

校正死亡率的公式為：

$(\text{野外品系之死亡率} - \text{感受品系之死亡率}) / (1 - \text{感受品系之死亡率}) \times 100\%$

## 四、感藥性評估

以 T 檢定分析感受性品系與野外品系之擊昏率與死亡率的差異 ( $p < 0.05$ )，同時據以評估其感藥程度。

## 五、藥效評估

以成蟲指數調查結果計算其總成蚊數與相對防治率【 $(\text{噴藥前成蚊總數} - \text{噴藥後成蚊總數}) \div \text{噴藥前成蚊總數} \times 100$ 】，據以評估防治成效。相對防治率達 $100\%$ ，表示成效良好；低於 $99\%$ 則顯示有待加強。噴藥後一、二日如有捕獲雄蚊，表示附近仍存在孳生源；如捕獲雌蚊，則表示噴灑技術尚待加強，蚊蟲藏匿場所未予施噴或藥量不足。

## 陸、用具製備

- (一) 原子筆、記錄表、記錄板、剪刀、美工刀、定時器、膠帶(可寫式、絕緣)、掛勾、繩子、橡皮筋、溫濕度計。
- (二) 掃蚊網：一人一隻，手把 $12\text{cm}$ ，掃網直徑 $38\text{cm}$ 、網長 $80\text{cm}$ ， $100$ 網目。網框材質為可摺疊式彈性鋼或不銹鋼框，方便收納。
- (三) 保存瓶(保特瓶)：至少 $3$ 個，存放採集之幼蟲或成蟲。
- (四) LED 聚光型手電筒：一個，白色聚光以利搜尋及判定，另備電池一份。
- (五) 地圖與指南針：一份，規劃採集調查路線，避免重覆與迷路。
- (六) 個人防護裝備：防毒面具(含濾毒罐)、C 級防護衣、護目鏡、耳罩、矽膠手套、頭燈。
- (七) 吸蚊管：一人一隻，長 $35\text{cm}$ 之透明壓克力管，壓克力管內徑約 $0.8\text{cm}$ 、厚度 $0.3\text{cm}$ ，於管的一端套上長約 $45$ 公分的橡皮軟管，其與橡皮軟管連接處套上紗網避免於吸蚊時將蚊子吸入口中。
- (八) 砂糖、棉花、毛巾、鑷子、糖水( $\%$ )。
- (九) 水桶、紙杯(上徑 $7\text{cm}$ 、下徑 $5\text{cm}$ 、高 $10\text{cm}$ )、網籠(不銹鋼框架， $11 \times 11 \times 25\text{cm}$ )、水盤、網籠套( $60 \times 11 \times 11\text{cm}$ 、 $16$ 網目)、紙箱。
- (十) 調藥筒、量筒、攪拌棒、漏斗。
- (十一) 無線電對講機(含備用電池至少一組)、照相機。

(十二)養蚊箱－感受性與野外品系飼育。

柒、善後處理

一、蚊蟲

試驗後，各紙杯(含蚊蟲)置於冷凍櫃中，確認蚊蟲凍死後，連同紙杯交由廢棄物處理。

二、器具

所有接觸到藥劑的物品必須確實清洗，最少先以水沖洗三遍。網籠須以清潔液浸泡一天並以清水沖洗，再以丙酮沖洗並日光曝曬。

捌、注意事項

一、網籠放置，力求隱匿，以增加實驗準確性。

二、空白組與噴藥後之觀察及飼育等工作場所應盡量遠離噴藥區，以免遭受藥劑干擾。

三、確實觀察並記錄噴藥人員防護裝備穿戴、調藥稀釋、機具選用、噴灑方式及時間等作業，以提醒改進其噴藥知能。

四、與家戶進行溝通協調及試驗進行途中，個人態度、口氣及行為都需特別注意。

五、確實填寫記錄表上之各項數據及事項，以增加報告之準確性。

六、個人防護裝備應確實著裝。

七、試驗中，盡量避免藥劑汙染空白組。

八、各項資料妥切保存至少三年並建檔供日後參考比較。

玖、參考文獻

1. 行政院環保署環境檢驗所環境衛生用藥藥效測試通則。2001。12 頁。
2. 季江海、彭渤、劉維：殺蟲劑毒力測定中半數效應的計算方法。中國媒介生物學及控制雜 2006；17(6)：513—514 頁。
3. 夏維泰、陳昶勳、潘炤穎、林懿薇：2006 年高雄市登革熱緊急防治成效評估。疫情報導 2008；24(1)：21—35 頁。
4. 張瀟、趙明海、劉福生、譚德講、李冠民：標準操作規程(SOP)由來、書寫要求及其作用。實驗動物科學 2007；24(5)：43—47 頁。
4. Abbott WS: A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 1925;18:265-267.
5. Rathburn CB, Jr. and Dukes JC: A comparison of the mortality of caged adult mosquitoes to the size, number and volume of ULV spray droplets sampled in an open and a vegetated area. *J. Amer. Mosquito Control Assoc* 1989; 5 (2):173-175.
6. Reiter P. and Nathan MB: Guidelines for assessing the efficacy of insecticidal space sprays for control of the dengue vector *Aedes aegypti*. World Health Organization 2001; 32 pp.



表一、\_\_\_\_\_縣市\_\_\_\_\_區緊急防治藥效評估記錄表

第\_\_\_\_\_家戶 家戶地址：\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_月\_\_\_\_\_日

樓層數：\_\_\_\_\_ 空間：\_\_\_\_\_ m<sup>3</sup>

房間編號	A		B		C		D		E		空白組	
網籠放置處												
只數 雌雄數	野外	感受	野外	感受	野外	感受	野外	感受	野外	感受	野外	感受
總隻數												
擊昏數												
擊昏率(%)												
校正擊昏率(%)												
24小時後死亡數												
死亡率(%)												
校正死亡率(%)												

備註：A~C 為戶內房間編號；D~E 為戶外放置場所編號

試驗人員：\_\_\_\_\_ 噴藥時間：\_\_\_\_\_ 噴霧機型：\_\_\_\_\_

噴藥人員著裝安全防護裝備項目：

工作帽 防毒面具 護目鏡 耐酸鹼手套 耳塞 工作服 安全鞋 其它：\_\_\_\_\_

噴藥現場狀況：小組成員配戴口罩 前導人員入內巡視屋內 領隊指引噴藥路徑 屋內門窗緊閉 其它：\_\_\_\_\_

表二、\_\_\_\_\_縣市\_\_\_\_\_區埃及斑蚊藥效試驗

位置	戶別 <sup>2</sup>	30 分鐘後之擊昏率 <sup>1</sup> (%)		24 小時之死亡率 (%)	
		野外品系	感受性品系	野外品系	感受性品系
戶內	一				
	二				
	三				
	四				
	五				
	平均				
戶外	一				
	二				
	三				
	四				
	五				
	平均				
全戶	一				
	二				
	三				
	四				
	五				
	平均				

備註: 1.以 t-test 分析, \*表示在相同位置、品系下野外與感受性品系有顯著差異(P<0.05)。

2.相同英文字母符號者表示以 ANOVA 分析, 在相同位置、品系下, 各家戶間具有顯著差異(P<0.05)。

3.家戶住址: 第一家戶:

    第二家戶:

    第三家戶:

    第四家戶:

    第五家戶:

表三、\_\_\_\_\_機施噴\_\_\_\_\_藥劑之流量<sup>1</sup>

機型
流量
CV <sup>2</sup>

備註：1.本試驗重覆三次，取其平均值及標準差。

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

表四、\_\_\_\_\_縣市\_\_\_\_\_區家戶噴灑效能

戶別	第一戶	第二戶	第三戶	第四戶	第五戶
噴霧機型					
噴藥空間 (m <sup>3</sup> )					
噴藥時間					
推薦藥量 <sup>1</sup> (ml)					
使用藥量 <sup>2</sup> (ml)					
比值 <sup>3</sup>					

備註：1.推薦藥量=1ml/m<sup>3</sup>×噴灑空間

2.使用藥量=噴藥時間×噴霧機流量

3.比值=使用藥量÷推薦藥量

表五、\_\_\_\_\_縣市\_\_\_\_\_區登革熱防治成效

日期	噴藥前二日				噴藥前一日				噴藥當日				噴藥後一日				噴藥後二日			
	埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊	
品系	埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊		埃及斑蚊		白線斑蚊	
性別	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀

蚊蟲數

總蚊蟲數

成蟲指數<sup>1</sup>

相對防治率(%)<sup>2</sup>

備註: 1、成蟲指數=雌性成蚊數/調查戶數

2、噴藥後一日防治率=(噴藥前一日成蚊總數-噴藥後一日成蚊總數)/噴藥前一日成蚊總數×100%

噴藥後二日防治率=(噴藥前一日成蚊總數-噴藥後二日成蚊總數)/噴藥前一日成蚊總數×100%