

計畫編號：MOHW103-CDC-C-315-000203

衛生福利部疾病管制署 103 年度科技研究發展計畫

埃及斑蚊抗藥性消長研究

研究報告

執行機構：疾病管制署

計畫主持人：夏維泰

研究人員：林秀品

執行期間：103 年 1 月 1 日至 103 年 12 月 31 日

本研究報告僅供參考，不代表本署意見，如對外研究成果應事先徵求本署同意

目錄

壹、	摘要	2
貳、	前言	10
參、	材料與方法	14
肆、	結果	18
伍、	討論	40
陸、	結論與建議.....	46
柒、	參考文獻	47
捌、	圖表	51
玖、	附件	91

表目錄

表一、受測野外品系埃及斑蚊與殺蟲藥劑一覽表	51
表二、受測殺蟲藥劑對感受性品系斑蚊的藥效	52
表三、受測殺蟲藥劑對台南市各品系埃及斑蚊的藥效	53
表四、受測殺蟲藥劑對高雄市各品系埃及斑蚊的藥效	54
表五、100~103 年虫光乳劑抗藥性監測	55
表六、高雄前鎮品系對受測殺蟲藥劑的抗藥性	56
表七、103 年台南市殺蟲藥劑使用情形表	57
表八、103 年高雄市殺蟲藥劑使用情形表	59
表九、103 年屏東縣殺蟲藥劑使用情形表	71
表十、103 年度台南市、高雄市及屏東縣殺蟲藥劑使用情形總表	73
表十一、103 年台南市、高雄市及屏東縣藥效試驗參採情形及成果效益總表 .	74
表十二、103 年台南市、高雄市及屏東縣藥效試驗噴藥品質表	75
表十三、103 年度台南市、高雄市及屏東縣登革熱防治預算及支出表	76

圖目錄

圖一、感受性品系斑蚊對各殺蟲藥劑的感藥性基線.....	77
圖二、台南中西品系埃及斑蚊對各殺蟲藥劑的感藥性基線.....	78
圖三、台南永康品系埃及斑蚊對各殺蟲藥劑的感藥迴歸線.....	79
圖四、台南北區品系埃及斑蚊對逸利寧乳劑的感藥迴歸線.....	80
圖五、台南南區品系埃及斑蚊對逸利寧乳劑的感藥迴歸線.....	81
圖六、台南安南品系埃及斑蚊對逸利寧乳劑的感藥迴歸線.....	82
圖七、高雄鳳山品系埃及斑蚊對各殺蟲藥劑的感藥性基線.....	83
圖八、高雄三民品系埃及斑蚊對各殺蟲藥劑的感藥迴歸線.....	84
圖九、高雄前鎮品系埃及斑蚊對各殺蟲藥劑的感藥迴歸線.....	85
圖十、101~103 年台南中西品系埃及斑蚊對虫光乳劑的抗藥性變化情形	86
圖十一、100~103 年台南永康品系埃及斑蚊對虫光乳劑的抗藥性變化情形	87
圖十二、100~103 年高雄鳳山品系埃及斑蚊對虫光乳劑的抗藥性變化情形	88
圖十三、100~103 年高雄三民品系埃及斑蚊對虫光乳劑的抗藥性變化情形	89
圖十四、100~103 年高雄前鎮品系埃及斑蚊對虫光乳劑的抗藥性變化情形	90

壹、 摘要

2014年台灣的本土性登革病例已創同期新高，登革熱四年的魔咒再度困擾南部地區的防疫單位。雖然中央政府已訂定「以孳生源清除為主、噴藥為輔」的最高指導方針，同時要求在緊急防治時依「限縮噴藥」的原則，針對確定病例的住宅及活動地等可能感染的場所始予實施噴藥作業。然而，每當疫情發生時，各防疫單位凜於民眾及輿論的壓力，往往求助緊急噴藥，希冀一噴奏效；結果常因基層防疫人員缺乏專業技能，經常過量且重複的噴灑藥劑，最後不但未能迅速消弭疫情，甚而因「亂噴」、「亂用」及「亂花」的無知行為，造成環境污染、公帑浪費，以及民怨四起、政府公信力喪失的嚴重惡果。

本研究依台南市及高雄市政府衛生局的需求，進行其欲採購或以往經常使用的殺蟲藥劑對各登革熱高風險區域品系埃及斑蚊的藥效(KC50、LC50、LC99)試驗，以決定受測殺蟲藥劑於當地施噴時最適當的稀釋濃度。依擊昏比值(KR50)比較各藥劑對埃及斑蚊的擊昏效果，同時以稀釋倍數與抗性比值(RR99)綜合分析並建議其使用的層級。另外，依感藥迴歸線的感藥起始濃度及斜率分析並推估各野外品系埃及斑蚊對各受測殺蟲藥劑的抗性程度與發展的趨勢；最後彙整分析、比較各地方防疫單位殺蟲藥劑的使用情形，依其藥劑支出的金額、噴藥品質及年度預算的差異進行計劃的成果效益分析。

結果發現，「喜富寧乳劑」、「雙勝 6%混合乳劑」、「賽億寧乳劑」、「除蟲寧乳劑」及「安菊乳劑」對埃及斑蚊的擊昏效力皆稍差，蚊蟲可能會有復甦的現象產生。同時，埃及斑蚊對「賽億寧乳劑」、「除蟲寧乳劑」、「安菊乳劑」、「喜富寧乳劑」及「雙勝 6%混合乳劑」的感藥起始濃度皆低，顯示埃及斑蚊對該等藥劑的殺蚊作用相當敏感，其中尤以「雙勝 6%混合乳劑」者為最低。至於「喜富寧乳劑」、「雙勝 6%混合乳劑」、「賽億寧乳劑」及「安菊乳劑」的感藥迴歸線的斜率數值相當，同時均小於「除蟲寧乳劑」者，表示埃及斑蚊對前述四種殺蟲藥劑抗性的產生會較快於後者。雖然前述五種殺蟲藥劑的擊昏效果皆不佳，但「除蟲寧乳劑」的撲殺效果良好，同時埃及斑蚊較不易對其產生抗性，故可推薦實際用於野外施噴，以有效防治登革熱。「尚蓋好 2.35%w/w 乳劑」對白線斑蚊的撲殺效果尚可，但其感藥迴歸線的斜率數值較小，故用於野外實際防治白線斑蚊時，應隨時注意調整其適當的施噴濃度，以避免抗性的產生。

埃及斑蚊抗藥性的產生與否、抗性程度的高低及其抗性發展的趨勢均會因地域上的差異而有所不同。台南市中西區的埃及斑蚊對「喜富寧乳劑」的殺蚊作用較「虫光乳劑」、「優克 10.6% w/w 水基乳劑」及「逸利寧乳劑」為敏感，同時其目前對該四種殺蟲藥劑皆尚未產生抗藥性，故可分別以稀釋 254.0、51.1、126.4 及 143.5 倍的濃度逕予施噴於當地，以有效防治登革熱。台南市永康區的埃及斑蚊對於「優克 10.6% w/w 水基乳劑」的殺蚊作用較「虫光乳劑」及「逸利寧乳劑」為敏感，同時其目前對該三種殺蟲藥劑皆尚未產生抗藥性，故可分

別以稀釋 395.2、130.6 及 111.8 倍的濃度直接施噴於當地；「雙勝 6% 混合乳劑」雖然仍具殺蚊作用，但可能已有抗性產生，因此須謹慎使用，隨時調整其施噴濃度。「喜富寧乳劑」雖然對於台南北區埃及斑蚊的撲殺效果較「逸利寧乳劑」為佳，但因其已有低程度的抗性產生，故雖然目前仍可以稀釋 81.1 倍的濃度施噴於台南市北區，但在連續使用達 3~6 個月後，即應予以更換藥劑，以防止埃及斑蚊抗藥性的急速發展；而「逸利寧乳劑」對於台南北區埃及斑蚊的殺蚊作用尚佳，且該品系對於該藥劑仍為敏感，故可以稀釋 68.5 倍的濃度直接施噴於當地。南區及安南區品系埃及斑蚊對「逸利寧乳劑」的藥效敏感且尚未有抗藥性的發生，因此可分別以稀釋 226.5 及 254.5 倍的濃度逕自施噴於該區，以撲殺埃及斑蚊。

對於高雄市而言，「虫光乳劑」、「逸利寧乳劑」、「正祝讚 2%w/w 乳劑」、「除蟲寧乳劑」、「賽億寧乳劑」及「安菊乳劑」可分別以 182.7、122.3、81.6、420.0、150.6 及 130.6 的稀釋倍數逕自施噴於鳳山區。三民區的埃及斑蚊目前對「虫光乳劑」及「逸利寧乳劑」、「正祝讚 %w/w 乳劑」及「安菊乳劑」仍屬敏感，可分別稀釋 53.9、163.4、132.2 及 158.1 倍後逕自施噴於當地；「除蟲寧乳劑」及「賽億寧乳劑」則對其撲殺效果稍差，且已有低程度的抗性產生，雖然目前仍可以稀釋 205.9 及 54.9 倍的濃度施噴，但在連續使用達 3~6 個月後，即應予以更換藥劑，以防止埃及斑蚊抗藥性的急速發展。「虫光乳劑」、「逸利寧乳劑」、「賽億寧乳劑」及「安菊乳劑」皆可分別依所建議的稀釋倍數(80.6, 101.1, 98.3, 125.3)，逕自於前鎮區施噴；而「正祝讚 2%w/w 乳劑」及「除蟲寧乳劑」則對其撲殺效果稍差，且已有低程度的抗性產生，雖然目前仍可以稀釋 25.3 及 108.5 倍的濃度施噴，但在連續使用達 3~6 個月後，即應予以更換藥劑，以防止埃及斑蚊抗藥性的急速發展。

半數擊昏濃度(KR50)、致死率達 99%濃度(LC99)及抗性比值(RR99)等指標，所代表的只有進行試驗當下的蚊蟲對於殺蟲藥劑的反應，並無法充分表達其過去甚至未來的發展歷史及趨勢。KR50 及感藥起始濃度代表著藥劑對蚊蟲的基本作用機制，較不受抗性程度變動的影響；因此，若要評估一品系蚊蟲的抗藥性及預測其未來的發展情形，最好能同時參考 KR50、LC99、RR99、感藥起始濃度及感藥迴歸線斜率等 5 項指標，才能較為精確的評估及預測其抗性發展趨勢。

不同地區品系埃及斑蚊對相同殺蟲藥劑的感受性/抗藥性會依地區的不同而隨時間變動。各品系埃及斑蚊對「虫光乳劑」的抗性程度時有消長。對「正祝讚 2%w/w 乳劑」及「除蟲寧乳劑」已具低抗性的高雄前鎮品系埃及斑蚊，當該品系不再接觸該藥劑後，其繼代繁殖的子代對該二藥劑的抗性會有逐漸下降的趨勢，但至少需在三代之後，才會恢復其敏感性。同時，「正祝讚 2%w/w 乳劑」及「除蟲寧乳劑」對高雄前鎮品系埃及斑蚊擊昏效力雖有逐代增加的趨

勢，但差異並不明顯。

不同縣市所使用殺蟲藥劑的種類、稀釋的倍數及施噴的方式皆依地區不同而異。103 年間，三縣市所使用的殺蟲藥劑種類與施噴藥量各有不同(僅快克利乳劑為共同使用者)。高雄市使用的種類數目(24 種)及藥量(12388.8 公升)最多，其中正祝讚 2%w/w 乳劑、立滅寧、快克利乳劑、得力興速倍達、速沛乳劑、喜富寧乳劑、登熱治殺蟲劑及賽億寧乳劑為衛生局及環保單位皆有使用者；屏東縣的殺蟲劑種類(14 種) 及藥量(833.5 公升) 次之，其中得力興速倍達及賽普寧為二單位皆有使用者；而台南市的殺蟲劑種類(8 種) 及藥量(60.5 公升)最少且無相同者。

103 年，台南市衛生局僅使用空間噴灑方式來防治登革熱；環保單位則使用了空間及殘效二種噴灑方式，但以殘效噴灑(51.0 公升)為主。高雄市衛生局及環保單位雖然二種噴灑方式(空間，殘效)皆有使用，但衛生局以空間噴灑(2251.1 公升)為主，環保單位則殘效噴灑(5946.8 公升)較多。屏東縣衛生局及環保單位亦同時使用了空間及殘效二種噴灑方式，但皆以殘效噴灑(10.0, 818.0 公升)為主。台南市的噴藥品質較佳，而屏東縣較差；同時，環保單位較為遵守稀釋建議進行噴灑作業，其中又以台南市環保單位噴藥的品質最為良好。

台南市、高雄市及屏東縣衛生局於 103 年間所使用的藥劑種類(1 種，11 種，3 種)與藥量(4.5, 3094.9, 11.5 公升)皆少於環保單位(7 種、56.0 公升，22 種、9293.9 公升，14 種、822.0 公升)者；可見，衛生局通常所使用的藥劑種類或數量皆少於環保單位者。各地方衛生局僅於登革熱發生時始進行噴藥作業，因此若無確定病例發生，則無藥劑支出的費用；環保單位則除了支援及配合衛生局進行登革熱疫情的緊急噴藥外，平日亦會實施例行性的消毒作業，故而每月大多皆有殺蟲藥劑的費用支出。台南市、高雄市及屏東縣衛生局今年皆僅有公務預算的編列但目前無中央補助款。由於高雄市爆發嚴重的登革熱疫情，台南市及屏東縣亦疫情持續不斷，因此今年各有購藥費用支出，且以屏東縣居冠；至於環保單位則將年度編列的公務預算及中央補助款幾乎皆全額用於購置藥劑。二單位由於任務職掌不同，導致噴藥作業的目的相異，故其施噴殺蟲藥劑的種類、噴霧機具的類型及噴灑的方式皆會因而不同，導致其使用殺蟲藥劑的數量及支出的費用亦會有所不同。

為了避免埃及斑蚊抗藥性的急遽增加，除應長期且持續地進行抗藥性監測研究，以隨時掌握各地區品系埃及斑蚊的抗性程度及發展趨勢外；最好能於每次施噴藥劑前先進行藥效試驗，以確定其於各區塊施用時的最有效成分及最適當的使用濃度，俾減少多次且重複噴藥所造成的公帑浪費與民怨積累。未來若要自根本避免抗藥性的產生，應逆向反思，確認埃及斑蚊對各種殺蟲藥劑的抗性衰退週期，以訂定確切的輪替用藥方案並正確的購置及使用藥劑，才能延緩蚊蟲抗藥性的發展。研究抗藥性蚊蟲的繁殖潛能與殺蟲藥劑使用濃度間的關係，

可以用最少的藥量達到最大降低蚊蟲棲群密度的目標；更可以蚊蟲抗藥性衰退的週期配合其繁殖潛能的數值，掌握抗藥性蚊蟲族群較為衰弱的時期，加強孳生源的清除工作，以減少藥劑的施噴及浪費、避免環境生態的污染；同時又可保障防疫人員的身體健康及維護民眾的生活品質，最後自根本降低登革熱防疫預算與社會成本的支出。

關鍵字：登革熱、埃及斑蚊、抗藥性、殺蟲藥劑、消長

Abstract

Indigenous dengue cases in Taiwan has hit a new high during the past ten years in 2014, and the four-year spell of dengue fever once again plagued the epidemic prevention units in the southern Taiwan. The central government has laid down the strategy "remove the containers first and spraying subsidiary later", to be the highest guidelines. The principle of chemical control is to spray on confirmed dengue cases' residence and active areas mainly to decrease the frequency and areas of spraying and save public funds. Prevention units would conduct emergent chemical control yield to the public and the media during the epidemics; nevertheless, due to the short of professional skills for spraying, they often sprayed repeatedly and use excessive insecticides. Finally, indiscriminate spraying, insecticide abused and cost waste would cause environmental pollution, waste of public money, discontent everywhere, and the loss of credibility of the government's serious consequences.

This study is to establish the base lines of susceptible strain of *Aedes aegypti* to different insecticides and also to determine the median knock down concentration (KC_{50}), 50% lethal concentration (LC_{50}) and 99% lethal concentration (LC_{99}) of each strain in Tainan and Kaohsiung area, by Net Cage Test. Resistance ratios (RR_{99}) were applied to evaluate the resistance level of field strains, and their double values of LC_{99} were recommend in the field spray. The Knockdown ratio was used to compare the knockdown effects of different insecticides and to predict the resistant tendency of each field strain of *Aedes aegypti* to specific insecticide by the slope and x intercept of its log concentration-mortality regression line. Finally, to synthesized and compared the quantity of insecticide used, quality of spray and annual budget of dengue control of Tainan and Kaohsiung government to analyze the benefit of this project.

Results showed "Xi-Fu-Ning EC", "Shuang-Sheng 6%", "Sai-Yi-Ning EC", "Chu-Chong-Ning EC" and "An-Ju EC" had bad knockdown effects to *Aedes aegypti*, and the mosquitoes would recover. Besides, *Aedes aegypti* were sensitive to "Sai-Yi-Ning EC", "Chu-Chong-Ning EC", "An-Ju EC", "Xi-Fu-Ning EC" and "Shuang-Sheng 6%" with low value of x intercept of its log concentration-mortality regression line, and the value of "Shuang-Sheng 6%" was the lowest. The slopes of log concentration-mortality regression line of "Xi-Fu-Ning EC", "Shuang-Sheng 6%", "Sai-Yi-Ning EC" and "An-Ju EC" were similar and lower than "Chu-Chong-Ning EC"; the result showed the first four insecticides would lead the mosquito resistance more quickly than the latter. Although "Sai-Yi-Ning EC", "Chu-Chong-Ning EC", "An-Ju EC", "Xi-Fu-Ning EC" and "Shuang-Sheng 6%" had bad knockdown effects to *Aedes aegypti*, "Chu-Chong-Ning EC" had good killing effect and would not

lead the mosquito resistance. “Chu-Chong-Ning EC” could be sprayed in fields to control density of *Aedes aegypti*. “Shang-Gai-Hao 2.35%w/w EC” had fair killing effect and lower slope of log concentration-mortality regression line to *Aedes albopictus*, so it should be adjusted concentration by cases and used carefully to avoid insecticide resistance.

Different area characteristic would affect the insecticide resistance produce, the resistance levels and the development of resistance. Results showed Tainan West-Central strain of *Aedes aegypti* was more sensitive to “Xi-Fu-Ning EC” than “Pest Free EC”, “You-Ke 10.6% w/w EW” and “Yi-Li-Ning EC”. Besides, the mosquitoes had no resistance to above insecticides, so those insecticides could be diluted 254.0, 51.1, 126.4 and 143.5 times to spray separately. Tainan Yongkang strain of *Aedes aegypti* had more sensitive to “You-Ke 10.6% w/w EW” than “Pest Free EC” and “Yi-Li-Ning EC”. Therefore, the mosquitoes had no resistance to above insecticides, so those insecticides could be diluted 395.2, 130.6 and 111.8 times to spray separately. Since Tainan Yongkang strain of *Aedes aegypti* might have resistance to “Shuang-Sheng 6%”, it should be used carefully and adjusted concentration by cases. 「Xi-Fu-Ning EC」 had better killing effect to Tainan North strain of *Aedes aegypti* than “Yi-Li-Ning EC”, but it could be diluted 81.1 times to spray and should be substituted after used for 3 to 6 months because the resistance. “Yi-Li-Ning EC” had fair killing effect to Tainan North strain of *Aedes aegypti*, so it could be diluted 68.5 times to spray. Tainan South and Annan strain of *Aedes aegypti* had no resistance for “Yi-Li-Ning EC”, and it could be diluted 226.5 and 254.5 times to spray separately.

For Kaohsiung City, “Pest Free EC”, “Yi-Li-Ning EC”, “Zheng-Jhu-Zan 2%w/w EC”, “Chu-Chong-Ning EC”, “Sai-Yi-Ning EC” and “An-Ju EC” could be diluted 182.7, 122.3, 81.6 420.0, 150.6 and 254.5 times to spray separately in Fongshan area. Sanmin strain of *Aedes aegypti* had sensitive to “Pest Free EC” and “Yi-Li-Ning EC”, “Zheng-Jhu-Zan 2%w/w EC” and “An-Ju EC”, above insecticides could be diluted 53.9, 163.4, 132.2 and 158.1 times to spray separately. “Chu-Chong-Ning EC” and “Sai-Yi-Ning EC” had bad killing effect and Sanmin strain of *Aedes aegypti* had resistance to those insecticides. Therefore, “Chu-Chong-Ning EC” and “Sai-Yi-Ning EC” still could be diluted 205.9 and 54.9 times to spray, but should be substituted after used for 3 to 6 months because the resistance. “Pest Free EC”, “Yi-Li-Ning EC”, “Sai-Yi-Ning EC” and “An-Ju EC” could be diluted 80.6, 101.1, 98.3 and 125.3 times to spray separately in Cianjhen area. Cianjhen strain of *Aedes aegypti* had resistance to “Zheng-Jhu-Zan 2%w/w EC” and “Chu-Chong-Ning EC”, those insecticides still could be diluted 25.3 and 108.5 times to spray, but should be substituted after used for 3 to 6 months because the resistance.

50% knockdown ratio (KR_{50}), 99% lethal concentration (LC_{99}) and resistance ratio (RR_{99}) only represent the mosquitoes' sensitivities during the period; they did not show the past and future development. 50% knockdown ratio (KR_{50}) and x intercept of log concentration-mortality regression line represent the basic reaction, they were not affected easily by resistance level. Indeed, we have to use 50% knockdown ratio (KR_{50}), 99% lethal concentration (LC_{99}), resistance ratio (RR_{99}), x intercept and slope of log concentration-mortality regression line in the same time, in order to evaluate and predict the resistance development accurately.

Different strains of *Aedes aegypti* may have different sensitivities and resistance by regional characteristics and time. The resistance level of various strains of *Aedes aegypti* would be fluctuated by time. Kaohsiung Cianjhen strain of *Aedes aegypti* had low resistance to “Zheng-Jhu-Zan 2%w/w EC” and “Chu-Chong-Ning EC”, and the results showed their offsprings had more and more lower resistance to above insecticides after spray stoped. The resistance will disappear after at least three generations and the sensitivities recovered. In addition, the knockdown effect of Kaohsiung Cianjhen strain of *Aedes aegypti* to “Zheng-Jhu-Zan 2%w/w EC” and “Chu-Chong-Ning EC” had more and higher by generations, but there were no significant difference between them.

Different cities and counties would have different methods to spray the same insecticides with different concentrations. In year 103, Tainan City, Kaohsiung City and Pingtung County used different insecticides (only “Acetellic 25.0% EC” was be used by all three cities) and various quantity of insecticides. Kaohsiung city used the most kinds and quantity of insecticides (24 kinds, 12388.8 liters), and “Zheng-Jhu-Zan 2%w/w EC”, “Lemelin”, “Acetellic 25.0% EC” , “De-Li-Xing-Su-Bei-Da”, “Su-Pei EC”, “Xi-Fu-Ning EC”, “Deng-Re-Zhi” and “Sai-Yi-Ning EC” were used by both the Department of Health and Environmental Units. Pingtung County used 14 kinds of insecticides(833.5 litters), “De-Li-Xing-Su-Bei-Da” and “Sai-Pu-Ning” were used by both the Department of Health and Environmental Units. Tainan city used the fewest insecticides (8 kinds, 60.5 liters) and both the Department of Health and Environmental Units did not use the same insecticide.

Department of Health of Tainan City conduct Space Spray but the Environmental Units carry out both Space and Residual Spray ; Environmental Units majored in Residual Spray (51.0 liters insecticides) to control dengue. In Kaohsiung, the department of Health and Environment Units both used Space and Residual to control dengue; the department of Health majored in Space Spray (2251.1 liters insecticides) and Environment Units majored in Residual Spray (5948.4 liters insecticides). Both the department of Health and Environment Units of Pingtung County were major in Residual Spray (10.0

and 818.0 liters). Tainan City had the best quality of spray and the Pingtung had the worst and Environment Units had better quality of spray than the departments of Health generally. Besides, Environment Units of Tainan had the best quality of spray than other five government units.

The department of Health in Tainan City, Kaohsiung City and Pingtung County used fewer kinds (1, 11 and 3 kinds) and quantity (4.5, 3094.9 and 11.5 liters) of insecticides than local Environment Units (7 kinds, 56.0 liters; 22 kinds, 9293.9 liters; 14 kinds, 822.0 liters). The departments of Health only spray with dengue epidemics, so there will no expense of insecticide if there was no case of dengue. Environment Units conduct daily spray, so they had monthly expenses of insecticides. Health Department of Tainan City, Kaohsiung City and Pingtung County had only official budget and no central grant. Since they all had dengue epidemic this year with expenses of insecticides and Pingtung County spent the most budget. Because of the different tasks and spraying purposes, Health Departments and Environment units had would use different sprayers, insecticides or methods to spray and caused different quantity and expenses of insecticides.

In order to avoid the resistance of *Aedes aegypti* develops fast, we have to do a long-term and continuous resistance surveillance research to monitor the resistance level and the resistance development of *Aedes aegypti* in each district. Therefore, to confirm the appropriate concentrations and active ingredient before spraying is necessary to avoid the waste of insecticide and public budget. Acknowledge the resistance fluctuation cycle of *Aedes aegypti* to each insecticide would help the local government to set up an actual insecticide rotating spraying program to purchase proper insecticides and defer the development of resistance. We should find out the relationship between the reproductive potential and the insecticide concentration sprayed, in order to achieve the goal of using least insecticide quantity to minimize the mosquito density. Coordinating the recession cycle of resistance and reproductive potential of *Aedes aegypti* with breeding site sanitation could decrease the insecticide waste, environmental pollution and protect people health, maintain the quality of residents, finally, to reduce the social cost and dengue public budget fundamentally.

Key words: dengue, *Aedes aegypti*, resistance, insecticide, fluctuation

貳、 前言

「全球暖化」為近年來人類所關切的主要議題之一。20 世紀時，全球接近地面的大氣層溫度平均上升了攝氏 0.74 度，若以目前氣候變遷的趨勢預測，到了 21 世紀末，全球平均溫度可能會上升攝氏 1.5-5.8°C (Rosenzweig et al. 2001)，同時將伴隨著極端的氣象，如旱災、水災、熱浪、颱風、強降雨等發生的頻率與強度的增加(IPCC 2007)。氣象因子的改變可能影響自然生態及環境中動、植物及各類微生物的繁衍生長、分布及傳染病的傳播途徑，導致疾病流行的程度與分布因而改變，其中「蟲媒傳染病」更是多種受氣候影響最為嚴重的疾病之一。目前世界上已流行的各種新興及再浮現的蟲媒傳染病中，以埃及斑蚊及白線斑蚊為傳播之病媒者居多，諸如：西尼羅熱、屈公病及登革熱等；台灣亦同時有上述二種斑蚊的分布孳生，因此我們更要重視此類蚊媒傳染病的發展情況。

登革熱(Dengue 或 Dengue fever)是由登革病毒所引起的傳染病(葛 1989)，台灣民間俗稱「天狗熱」及「斷骨熱」，登革病毒會經由蚊子傳播給人類，疾病主要流行地區在熱帶和亞熱帶地區，同時發病率高且傳播迅速。根據世界衛生組織(WHO)所公佈的資料顯示，目前有登革熱病例的國家超過 100 個，約有 2.5 億的人(40%)居住於風險區內；和 1960 年代相比，近年來登革熱病例數快速的增加，已是過去的三十倍(Honório NA et al. 2009)。1998 至 2013 年間，平均每年皆有五千萬至一億的人被登革病毒感染，其中約有五十萬的感染者更發展為症狀較嚴重的登革出血熱，造成五至二十萬人的死亡 (WHO 2013)。有鑑於此，世界衛生組織遂將今年訂為登革熱年，同時今(2014)年的世界衛生日(04/07)更因此被定為蟲媒傳染病日，同時以"small bite, big threat" 為主要防疫宣導標語。

台灣正處於熱帶與亞熱帶交界處，四面環海且終年潮濕，加上高度都市化所造成的熱島效應，使得氣溫居高不下，因此極易成為登革熱病媒蚊孳生的溫床 (Kara and Elder 2009)。自 1981 年台灣屏東縣琉球鄉爆發登革熱大流行以來，南部地區就經常發生大規模的登革熱流行；迄今，每年的感染人數仍高居不下，因感染登革出血熱而死亡的病例亦逐年增加。近年夏天，由於溫度屢創新高且降雨量在 7、8 月颱風來襲期間更是持續上升，造就出更加炎熱且潮濕的環境，形成蟲媒傳染病流行所需要的最佳條件；甚而由於旅遊人口的增加，除了北部地區經常有小規模的登革熱群聚感染發生外，屈公病境外移入的病例亦逐年上升；南部地區更是因有埃及斑蚊的分布，而飽受登革熱疫情之苦。根據疾管署的統計資料顯示，2013 年間，全台共有 860 個本土登革病例(屏東縣 480 例、高雄市 102 例、台南市 52 例)，14 個登革出血熱。今(2014)年，登革熱四年的魔咒再度困擾著南部地區的防疫單位；截至目前(11/11)為止，已有 10,600(10,390 個本土及 210 個

境外移入)個病例，其中 80 個登革出血熱，13 人死亡，為近十一年來的同期新高；本土病例一如往常大多發生於台南、高雄及屏東地區，其中 97%(10,619 人)更是集中於高雄市。需要特別注意的是，當民眾交叉感染不同型別的登革熱，不但有可能罹患登革出血熱，更會因未能妥適醫療，導致死亡率高達 5 成，所以我們對於登革熱的防治更是不能掉以輕心，實應列為重點防治的疾病之一。

埃及斑蚊在台灣的分佈原為嘉義縣布袋鎮之北回歸線以南(徐 2007)，但近年來因為全球暖化的緣故，已逐漸有向北擴散的跡象。歷年來台灣地區斑蚊的密度多在 7、8 月份達到高峰，而登革熱流行時期則都發生在病媒蚊密度高峰期之後一個月(王 2007)。氣溫的升高會促進雌蚊體內血液的消化及卵的發育，縮短其生殖營養週期(gonotrophic cycle)，進而增加吸血的次數和頻率，使病媒蚊的生命潛能隨溫度的升高而提高(周 等人 1988)。埃及斑蚊雌蚊的神經系統受登革病毒感染後，其吸血所需的時間會顯著高於未受感染者，吸血活動亦較為活躍；由於吸食的時間延長，將導致其吸血行為較為人類所發覺而被打斷，因此必須再去吸食他人因而增加了人類被感染的數目及機率，使得登革熱的傳播散布更為快速容易，所以徹底掌握病例及病媒蚊的數量可以有效防堵登革熱的爆發流行(Scott et al. 1997)。目前並沒有疫苗得以確切的預防登革熱，也沒有藥物可以有效的治療及殺死體內的病毒(Jose 2007)。台灣平時以孳生源清除、生物防治法(如魚類、捕食性昆蟲及微生物等)、誘殺法(誘卵器、誘蚊器等)和化學防治法等方法消滅斑蚊幼蟲和成蟲，緊急防治時則以直接噴灑殺蟲藥劑為最有效且快速的防治方法。

「控制病媒密度」及「消滅病媒蚊」似乎為當前最有效的登革熱防治措施(WHO-VMI Dengue Vaccine Modeling Group 2012)。近年來，中央當局已將登革熱防治策略改為「病媒蚊孳生源清除為主、噴藥為輔」標本兼治的綜合防治(夏 等人 2011)；遇有疫情爆發，則依據「限縮噴藥」的原則，僅針對確定病例個案活動地及居住地，才予施行緊急噴藥作業，以撲殺成蚊。然而，防疫單位往往為了緊急防治並避免登革熱疫情的擴散蔓延，同時怯於輿論及民眾的壓力，經常隨意使用殺蟲藥劑，希冀能一舉消弭疫情。甚至有些噴藥人員，對於環境用藥配製方法及濃度不甚了解，隨興稀釋藥劑，導致病例個案活動地及居住地常有一噴、二噴甚至三噴的情事發生，造成民怨四起、政府公信力喪失的不良後果。同時，大範圍且高濃度的施噴殺蟲藥劑，除了造成藥劑的浪費及生態環境的污染外，更有可能加速蚊蟲抗藥性的增加。殺蟲藥劑的濫用及誤用，則會對居民及施藥人員的健康造成嚴重的威脅，亦且浪費公帑、消耗國庫，同時由於生病人數的增加，

也會造成全國健康人年的降低、勞動力的大量縮減，進而導致國力的耗弱不振。

依據環保的考量及經由健康和藥劑效力的評估，從 1970 年代起便開始使用合成除蟲菊類殺蟲藥劑來防治病媒蚊(Nauen 2007)；然而由於農業和公共衛生上大量地使用合成除蟲菊類藥劑，已造成蚊蟲對於合成除蟲菊類藥劑產生抗藥性的情形(Tang and Wood 1986；Brooke et al. 2001)。台灣的登革熱防治，由於考量環境的負荷和人體的健康，通常使用對於人體低毒的合成除蟲菊類殺蟲藥劑，然而長期大量的使用，也使得蚊蟲對此類藥劑的敏感度逐漸降低，甚至產生抗藥性，進而導致威脅防治成效的惡果(Maria et al. 2007)。

由於台灣每年使用的殺蟲藥劑數量逐年攀升，尤其是以合成除蟲菊類為主要成份者；因此自 2002 年至今，南部地區埃及斑蚊抗藥性監測的資料顯示，當地的埃及斑蚊對合成除蟲菊類有效成分殺蟲作用的離子通道位置已產生了突變，故而已同時對多種除蟲菊類的有效成分(如：Permethrin (百滅寧)、d-T80-Cyphenothrin (賽酚寧)、Etofenprox (依芬寧)等)產生了抗性(徐 2001)。由於蚊蟲抗藥性的程度嚴重時，會有「多重抗性」或「交互抗性」的現象發生，因此以往為了顧慮同時使用不同成份的合成除蟲菊類殺蟲藥劑，將導致蚊蟲快速產生抗性且不易恢復其敏感性的結果，大多建議採用單一有效成份(單方)的合成除蟲菊類殺蟲藥劑，以防治登革熱病媒蚊，結果卻造成南部地區在防治登革熱實施緊急噴藥時，經常面臨無藥可用或無從選擇的艱難困境。為避免以上情形發生，應及早訂定「殺蟲藥劑藥效分級標準」，不僅可提供各地方防疫單位作為採購藥劑的參考，也可以維持生態平衡、減少公帑的浪費及降低民怨。

蚊蟲抗藥性的產生受到遺傳因子的支配，具有抗性遺傳因子的個體可以在連續接受藥劑的選汰壓力(selection pressure)下生存並且繁殖。由於蚊蟲棲群中感性品系(susceptible strains)的同質基因個體(homozygote)易被藥劑所淘汰，僅留下具有抗性之異質接合子(heterozygote)的個體產生後代；所以在持續數代後，具有抗性之同質基因個體(homozygote)也將出現，使得棲群中的抗性個體越來越多；因此棲群中感性個體與抗性個體比例的多寡，會依藥劑使用濃度、使用次數以及抗性基因的出現頻率而定。故而，長期且持續地進行蚊蟲抗藥性的監測工作，可以有效掌握各地區埃及斑蚊的抗性程度並提供地方防疫單位參考。

評估野外品系埃及斑蚊對殺蟲藥劑的抗性時，大多以其與感受性品系的半數擊昏濃度(KC₅₀)、半數致死濃度(LC₅₀)、99%致死濃度(LC₉₉)等參數之間的差異作為標準(任 等人 2008，孫 等人 2000)。「擊昏」並不代表「死亡」，「擊昏」是 30 分鐘短暫的效果，儘可以反映出在施噴藥劑時，現場

民眾的觀感及接受的程度；「死亡」則是 24 小時觀察後的結果，才能代表著防治病媒的真正成效(夏 等人 2011)。近年來，各國的專家學者紛紛以抗性比值(RR)，作為評估當地病媒蚊抗藥性程度的指標，研究人員依其研究目的、研究對象及研究地點的不同而各有其分級標準。例如，中國係利用野外品系與感受性品系的 LC_{50} 計算 RR_{50} 數值(中國 2008)，泰國是利用野外品系與感受性品系的 LT_{50} 計算 RR_{50} 數值(Pimsamarn et al. 2009)；巴西是利用野外品系與感受性品系的 LC_{95} 計算 RR_{95} 數值(Lima et al. 2011)。本研究則依之前的自行研究結果並參考各國學者專家的研究，採用 LC_{99} 的數值來計算 RR_{99} 數值，將 RR_{99} 數值分為四個層級，同時依此訂定殺蟲藥劑的推薦標準，以提供各地方防疫單位作為採購藥劑時的參考：第一級(敏感性， $RR_{99}<2$)為「推薦使用」，亦即可依建議使用的濃度，逕予施噴；第二級(低抗性， $RR_{99}=2\sim 10$)為「輪替使用」，亦即連續使用 3~6 個月後，應予更換藥劑施噴；第三級(中抗性， $RR_{99}=10.1\sim 20$)，為「小心使用」，亦即每次使用前皆須先進行生物檢定試驗，確認其最適當的使用濃度後，再予施噴；第四級(高抗性， $RR_{99}>20$)，為「不予推薦」，亦即該品系對該藥已有較高程度的抗性情形發生，2~3 年內最好禁止使用(夏 等人 2011)。事實上，無論是 KC_{50} 、 LC_{50} 、 LC_{99} 或 RR_{50} 及 RR_{99} ，皆僅能反映出野外品系對於該殺蟲藥劑當下的感藥性或抗性的程度，而無法表現其抗性發展的情形。因此，運用藥效試驗中系列濃度與死亡率的關係，繪出其感藥迴歸線，經由埃及斑蚊對該藥的最初反應濃度(感藥起始濃度)及對不同濃度的反應情形(斜率)，或許較能更準確的推估其抗性發展的趨勢。如能長期於同一地區進行持續的監測研究，則其結果當更可精準的預測其抗性發展的速率，同時作為地方單位每年採購藥劑、訂定輪替用藥方案的基準。

為了全體國民的健康、維護生態環境以及拯救政府防疫財政的黑洞，建立精準的用藥標準流程是必須且重要的。掌握各地防疫單位轄區內噴藥的歷史(頻率、種類及用量等)，除了可以維持生態平衡，更可以有效評估最適合的防治噴灑濃度。現今，除了要積極輔導防疫人員依「戶外殺蟲藥劑稀釋及安全使用操作指引」使用藥劑外，更需經常檢測各地防疫單位擬(經常)使用的殺蟲藥劑對其轄區品系埃及斑蚊的殺蚊效果，以確認其於當地施噴時最適當的防治濃度。同時逐年持續的監測其抗藥性發展的情形並依其抗性程度予以分級，藉以訂定「埃及斑蚊抗藥性消長標準」，作為防疫單位年度輪替用藥方案訂定的參考，期能以最小的經濟成本獲得最大的防疫效能。

參、 材料與方法

一、 蚊蟲採集飼育與品系建立

(一)感受性品系

分別於 1987 年自台南地區採集埃及斑蚊及 1997 年自嘉義民雄地區採集白線斑蚊後，於疾病管制署養蚊室中繼代飼育至今（約 650/400 代以上）。

(二)受測野外品系

自 103 年初起，依台南市、高雄市政府衛生局需求，分別赴台南市（中西區、永康區、北區、南區及安南區）、高雄市（鳳山區、三民區及前鎮區）地區，以幼蟲採集法自現場採集埃及斑蚊，經現場鑑定無誤後，帶回疾管署的養蚊室內飼育至第一子代成蚊供試(表一)。

(三)蚊蟲飼育

將感受性及野外品系埃及斑蚊/白線斑蚊的幼蟲分別飼育於塑膠水盆中，以台糖酵母+豬肝粉（1：1）餵食並每日刮去水膜。幼蟲化蛹後，將蛹挑起置於水杯中，再分別放入養蚊籠中（30×30×20 公分），俟其羽化成蟲後，飼以 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、 抗藥性試驗

(一)試驗作業

使用霧化效能良好(Span<2, DR≈1)，同時符合空間噴灑標準（20~50 微米(μm)）的二流體噴嘴(Su2, 粒徑 41.7μm)進行試驗；經測定該噴嘴流量為每分鐘 46.2±0.6 毫升(ml) (CV=0.68) (夏 等人 2012)。量測噴藥模擬室的空間大小為 20.8 立方公尺(m³)，以上述二流體噴嘴的流量，換算出於該室進行空間噴灑時應予施噴的時間為 27 秒。

(二)受測殺蟲藥劑

102 年底，分別與台南市及高雄市政府衛生局協商討論，將其欲採購或以往經常使用及疫情期間臨時需求之殺蟲藥劑納入試驗（表一）。受測殺蟲藥劑分別以純水稀釋成系列(5~12 個)濃度的藥液後備用(24 小時的死亡率須介於 10~100%之間)。

(三)藥效檢測

將埃及斑蚊/白線斑蚊（3~5 日齡，未吸血雌蚊）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。於噴藥模擬室內正對門口的牆壁上，其四個角落處分別吊掛 1 個網籠，空白組則置於生長箱中。

噴藥後，全室密閉 30 分鐘，接著取出各個網籠，分別觀察及紀錄其擊昏數。網籠上方置放 10%糖水棉花後，放入生長箱中飼育，待 24 小時後再予觀察並紀錄其死亡數。生長箱中維持 $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相對溼度 $70\pm 5\%$ ，光照 12 小時 (夏 等人 2011)。

(四) 監測試驗

選定 1 種藥劑(虫光乳劑)及 5 個野外品系(台南中西、台南永康、高雄鳳山、高雄三民、高雄前鎮)埃及斑蚊。自 100 年至 103 年間每年進行一次藥效檢測，並記錄其 30 分鐘擊昏率及 24 小時死亡率。

三、 抗藥性消長試驗

依抗藥性試驗結果，將具抗性($RR_{99}>2$)的野外品系埃及斑蚊且未經藥效檢測者持續飼育並繼代繁殖，同時逐代進行抗藥性檢測試驗並紀錄其抗性程度，直至該抗性品系的感藥情形與感受性品系者相當時為止($RR_{99}\leq 2$)。

四、 成果效益

(一) 藥效試驗參採

103 年 1 月起，持續收集台南市及高雄市防疫單位(衛生局(所)、環保單位(清潔隊、鄉鎮市區公所))每月於其轄區內使用殺蟲藥劑的資料，彙整其殺蟲藥劑品名、劑型、成份、使用量、施噴方式(溶劑種類及用量)、藥劑及溶劑(乙二醇)單價等，以了解各地區殺蟲藥劑使用的情形，同時依稀釋倍數比值(DR)評估藥效試驗結果為各地方防疫單位採行的情形。

(二) 公帑減省金額

綜合比較各防疫單位在使用殺蟲藥劑時，實際耗費的金額與理想支出金額間的差異，以評估本計畫對於減省登革熱化學防治預算的成果效益。

五、 統計分析

(一) 校正

1. 擊昏率

空白組的擊昏率如 $<5\%$ ，則不需校正；若為 $5\sim 20\%$ 之間，則需用 Abbott 公式校正其擊昏率；若 $>20\%$ ，則整組試驗數據不予採用。校正擊昏率的公式為： $(\text{試驗組的擊昏率} - \text{空白組的擊昏率}) / (1 - \text{空白組的擊昏率}) \times 100\%$ 。

2. 死亡率

空白組的死亡率如 $<5\%$ ，則不需校正；若為 $5\sim 20\%$ 之間，則需用 Abbott 公式校正其死亡率；若 $>20\%$ ，則整組試驗數據

不予採用。校正死亡率的公式為： $(\text{試驗組的死亡率} - \text{空白組的死亡率}) / (1 - \text{空白組的死亡率}) \times 100\%$ 。

(二)感藥性基線建立

以網籠試驗分別檢測各受測殺蟲藥劑不同系列濃度對感受性品系埃及斑蚊/白線斑蚊，於噴藥後 30 分鐘的蚊蟲擊昏率及 24 小時的死亡率。使用 SPSS 統計程式軟體分別進行概率單位迴歸分析，以計算出其半數擊昏濃度(KC_{50} ，噴藥後 30 分鐘蚊蟲擊昏率達 50%的藥劑濃度)、半數致死濃度(LC_{50} ，噴藥後 24 小時蚊蟲死亡率達 50%的藥劑濃度)及 LC_{99} (噴藥後 24 小時蚊蟲死亡率達 99%的藥劑濃度)，同時建立埃及斑蚊/白線斑蚊對各受測殺蟲藥劑的感藥性基線。

(三)擊昏與致死效力

將受測殺蟲藥劑對各品系埃及斑蚊/白線斑蚊的 KC_{50} 數值與 LC_{50} 數值相比，以計算其擊昏比值(KR_{50})； $KR_{50} = KC_{50} / LC_{50}$ 。受測殺蟲藥劑對各品系埃及斑蚊/白線斑蚊的擊昏效力可分為三個程度：當 KR 值 <1 ，表示該藥劑具有擊昏蚊蟲的效力；當 $KR=1\sim 100$ ，表示該藥劑對蚊蟲雖具擊昏效應但效力不佳，蚊蟲可能會有復甦的現象產生；當 $KR>100$ ，則表示該藥劑對蚊蟲不具有擊昏的效力。

依受測殺蟲藥劑對各品系埃及斑蚊/白線斑蚊 LC_{99} 數值的兩倍，換算成其於田間實際使用時的建議稀釋倍數。殺蟲藥劑對埃及斑蚊/白線斑蚊的致死效力分為三個程度；當稀釋倍數 ≥ 500 時，表示該藥劑對蚊蟲的致死效力甚佳；當稀釋倍數介於 100~500 之間時，表示該藥劑對蚊蟲的撲殺效果良好；當稀釋倍數 ≤ 100 時，表示該藥劑對蚊蟲的致死效力尚可。

(四)抗性程度

以 SPSS 統計程式軟體分別將各受測殺蟲藥劑不同系列濃度，對台南市及高雄市等各野外品系埃及斑蚊/白線斑蚊的 30 分鐘擊昏率及 24 小時死亡率，進行概率單位迴歸分析，以計算出其 KC_{50} 、 LC_{50} 及 LC_{99} 。將野外品系埃及斑蚊/白線斑蚊的 LC_{99} 數值，分別與感受性品系埃及斑蚊/白線斑蚊的 LC_{99} 數值相比，以計算其抗性比值(RR_{99})； $RR_{99} = \text{野外品系 } LC_{99} / \text{感受性品系 } LC_{99}$ 。埃及斑蚊/白線斑蚊對受測殺蟲藥劑的抗性程度可分為四個層級：當 RR 值 <2 ，視為敏感性；當 $RR=2\sim 10$ ，視為低抗性；當 $RR=10.1\sim 20$ ，視為中抗性；當 $RR>20$ ，則為高抗性(Pimsamarn et al. 2009, Lima et al. 2011, 中國 2008)。

(五)推薦濃度與分級使用

將受測殺蟲藥劑對各野外品系埃及斑蚊/白線斑蚊 LC_{99} 數值的兩倍，推薦為其實際於田間使用的濃度(WHO 1998)；同時換算成其於野外實際施噴時建議的稀釋倍數。依殺蟲藥劑對蚊蟲的抗性程度(RR_{99})區分為四個不同的使用層級：第一級(敏感性)為「推薦使用」，亦即可依推薦使用的濃度，逕予施噴於該地區；第二級(低抗性)為「輪替使用」，亦即若於該地區連續使用該藥劑達3~6個月後，即應予以更換藥劑施噴；第三級(中抗性)為「小心使用」，亦即於該區域每次使用該藥劑前，皆須先進行生物檢定試驗以確認其當下最適當的使用濃度後，再予施噴；第四級(高抗性)為「不予推薦」，亦即該地區的埃及斑蚊對該藥劑已具有較高程度的抗性，2~3年內最好都不要再予使用(夏 等人 2011)。

(六)抗藥性監測

- 1.將抗藥性試驗的結果，以一般線性迴歸模型分別求出其感藥迴歸方程式，同時繪出各品系 \log 濃度—24小時死亡率的感藥迴歸曲線。分析各品系埃及斑蚊/白線斑蚊對各受測殺蟲藥劑的感藥起始濃度(最初反應濃度)及感藥迴歸線的斜率，以推估其抗性發展的速度及趨勢。
- 2.將100年至103年間，同種野外品系埃及斑蚊對同種殺蟲藥劑的抗藥性試驗結果(KR_{50} , LC_{99} , RR_{99})，以折線圖將各年度各殺蟲藥劑藥效評估指標的數值畫出，以了解該品系埃及斑蚊對該藥劑抗藥性的連續變化情形。

(七)成果效益分析

- 1.稀釋倍數比值(DR)：各藥劑於各地區施噴時，實際使用的稀釋倍數除以經藥效試驗結果建議的稀釋倍數，所得出的比值。考量野外環境因子(地形、地物、家具、隔間等)及氣候因子(溫度、濕度與風速等)等變數，同時施藥人員會因疫情或成蚊密度的變化而調整其施噴藥劑的濃度，因此將稀釋倍數比值(DR)分為五個層級：當 DR 值 < 0.5 時，視為「無效噴灑」，表示其施噴的濃度過低於試驗結果所建議者，可能導致因藥量不足致無法確實降低病媒蚊密度；當 $0.5 \leq DR$ 值 < 1.0 時，視為「合格噴灑」，表示其施噴的濃度雖略低於試驗結果所建議者，以致無法達到最佳的效果，但仍可控制病媒蚊密度在可接受的範圍內； DR 值 = 1.0 時，視為「精準噴灑」，代表該地區確實依照藥效試驗結果的建議使用，因此防治成效良好；當 $1.0 < DR$ 值 ≤ 1.5 時，視為「有效噴灑」，代表其使用的濃度略高於試驗結果所建議

者，雖然防治成效良好，但可能會有蚊蟲開始產生抗藥性的疑慮；若稀釋倍數比值(DR)大於 1.5 時，則為「過量噴灑」，則表示其使用的濃度不符合試驗結果所建議者，藥量或將超過該區環境所能負荷者，因此容易造成環境污染、生態危害及蚊蟲抗藥性加劇等問題。

2. 公帑減省金額：以噴藥地區施噴的藥量計算出其實際耗費的金額，再減去依藥效試驗結果的建議用量所估算出的理想支出金額(以 DR=1 為標準)。若該地區的 DR 值介於 0.5 至 1.5 間，亦即「合格噴灑」與「有效噴灑」，因此其與標準值(DR=1)相減後得出的金額，可代表防疫單位在噴藥作為上所「減省」的金額；若該地區的 DR 值小於 0.5 或大於 1.5 時，亦即「無效噴灑」與「過量噴灑」，因此其與標準值(DR=1)相減後得出的金額，則為防疫單位「溢支」的公帑金額。

肆、 結果

一、 感藥性基線及藥效試驗

將今(103)年抽測之「喜富寧乳劑」、「雙勝 6%混合乳劑」、「賽億寧乳劑」、「除蟲寧乳劑」、「安菊乳劑」及「尚蓋好 2.35% w/w 乳劑」等殺蟲藥劑分別稀釋成系列濃度的藥液後，分別以感受性品系埃及斑蚊及白線斑蚊進行藥效試驗，其試驗結果列於表二。依表中所列各受測殺蟲藥劑 LC₉₉ 的數值顯示，各受測殺蟲藥劑對於斑蚊皆具有撲殺的效力。

另依對埃及斑蚊致死率達 99% 濃度(LC₉₉)的兩倍換算成其於田間使用時的建議稀釋倍數觀之，「除蟲寧乳劑」(760.1 倍)遠高於「賽億寧乳劑」(125.8 倍)、「安菊乳劑」(227.1 倍)、「喜富寧乳劑」(256.8 倍)及「雙勝 6%混合乳劑」(263.8 倍)，亦即「除蟲寧乳劑」的建議使用濃度較後四者為低。由各受測殺蟲藥劑對埃及斑蚊半數擊昏濃度(KC₅₀)與半數致死濃度(LC₅₀)的比值(KR₅₀)觀之，「喜富寧乳劑」、「雙勝 6%混合乳劑」、「賽億寧乳劑」、「除蟲寧乳劑」及「安菊乳劑」五者的 KR₅₀ 數值(12.5, 9.4, 9.0, 4.3, 3.1)相當，皆介於 1~100 間，表示前述各藥劑對於埃及斑蚊雖然皆具有擊昏的效應但效力不佳，蚊蟲可能會有復甦的現象產生。

「尚蓋好 2.35% w/w 乳劑」對感受性品系白線斑蚊的半數擊昏濃度(KC₅₀)為 1.1×10^{-2} v/v%，半數致死濃度(LC₅₀)為 3.5×10^{-5} v/v%，半數擊昏比值(KR₅₀)為 3.1，介於 1~100 間，表示該藥劑對白線斑蚊的擊昏效力不佳，蚊蟲可能會有復甦的現象產生。另依其 LC₉₉ 數值(1.8×10^{-3} v/v%)的兩倍換算成其於田間使用時的建議稀釋倍數為 284.8，顯示「尚蓋好

2.35% w/w 乳劑」對於白線斑蚊具有撲殺的效力。

以一般線性迴歸模型，分別依各受測殺蟲藥劑對感受性斑蚊的藥效，計算出其感藥迴歸方程式，同時繪製其感藥性基線於圖一。圖中可見，在受測的殺蟲藥劑中，感受性品系埃及斑蚊對「喜富寧乳劑」(1.4×10^{-5} v/v%)、「雙勝 6% 混合乳劑」(1.0×10^{-6} v/v%)、「賽億寧乳劑」(3.2×10^{-5} v/v%)、「除蟲寧乳劑」(2.4×10^{-5} v/v%)及「安菊乳劑」(1.2×10^{-5} v/v%)的感藥起始濃度相當，但以「雙勝 6% 混合乳劑」的數值為最低。另以感藥迴歸線的斜率觀之，「賽億寧乳劑」(46.7)、「安菊乳劑」(43.9)、「喜富寧乳劑」(51.3)及「雙勝 6% 混合乳劑」(33.2)的數值相當，同時均小於「除蟲寧乳劑」(70.4)者。感受性品系白線斑蚊對「尚蓋好 2.35% w/w 乳劑」的感藥起始濃度為(1.3×10^{-4} v/v%)，斜率為 34.4。

綜而論之，「喜富寧乳劑」、「雙勝 6% 混合乳劑」、「賽億寧乳劑」、「除蟲寧乳劑」及「安菊乳劑」對埃及斑蚊的擊昏效力皆稍差，蚊蟲可能會有復甦的現象產生。同時埃及斑蚊對「賽億寧乳劑」、「除蟲寧乳劑」、「安菊乳劑」、「喜富寧乳劑」及「雙勝 6% 混合乳劑」的感藥起始濃度皆低，顯示埃及斑蚊對該等藥劑的殺蚊作用相當敏感，其中尤以「雙勝 6% 混合乳劑」者為最低。至於「喜富寧乳劑」、「雙勝 6% 混合乳劑」、「賽億寧乳劑」及「安菊乳劑」的感藥迴歸線的斜率數值相當，且均小於「除蟲寧乳劑」者，表示埃及斑蚊對前述四種殺蟲藥劑抗性的產生會快於後者。

雖然前述五種殺蟲藥劑的擊昏效果皆不佳，但「除蟲寧乳劑」的撲殺效果良好，同時埃及斑蚊較不易對其產生抗性，故可推薦實際用於野外施噴，以有效防治登革熱。「尚蓋好 2.35% w/w 乳劑」的撲殺效果尚可，但其感藥迴歸線的斜率數值較小，故用於野外實際防治白線斑蚊時，應隨時注意調整其適當的施噴濃度，以避免抗性的產生。

二、 抗藥性試驗

將 9 種受測殺蟲藥劑(台南市 5 種，高雄市 6 種)對 8 個野外品系(台南市 5 品系，高雄市 3 品系)的藥效試驗結果，以概率單位迴歸模型分別計算出其 KC_{50} 、 LC_{50} 及 LC_{99} ，同時將 LC_{99} 數值的 2 倍換算成稀釋倍數。復依抗性比值(RR_{99})評估其抗性程度後，予以分級推薦使用，其結果分別列於表三及表四。

(一)台南市(表三)

1. 虫光乳劑

「虫光乳劑」對台南中西品系及永康品系埃及斑蚊的 KC_{50} 數值相近，分別為 1.9×10^{-3} v/v% 及 2.4×10^{-3} 者；但其 LC_{99} 的數值為 9.8×10^{-3} ，大於永康品系(3.8×10^{-3} v/v%)者，可見該

藥劑對於中西品系埃及斑蚊的擊昏效果雖與永康品系相當，但對永康品系的致死效果卻略差。依 LC_{99} 數值的 2 倍換算成田間使用時的建議稀釋倍數後，「虫光乳劑」若使用於中西區及永康區時，可分別以稀釋 51.1 及 130.6 倍後逕予施噴。自二野外品系埃及斑蚊的 LC_{99} 與感受性品系埃及斑蚊的 LC_{99} 相比後的比值(RR_{99})觀之，中西(1.6)及永康(0.6)品系的抗性比值皆小於 2，為「敏感性」程度，屬於「推薦使用」分級，故而「虫光乳劑」可分別依前述建議的使用濃度，逕予施噴於台南市中西區及永康區，以防治埃及斑蚊。

2. 優克 10.6%w/w 水基乳劑

「優克 10.6%w/w 水基乳劑」對台南中西品系埃及斑蚊的 KC_{50} 與 LC_{99} 的數值各為 9.6×10^{-4} 及 4.0×10^{-3} v/v%，皆略大於永康品系(4.1×10^{-4} v/v%， 1.3×10^{-3} v/v%)者，可見該藥劑對於永康品系埃及斑蚊的擊昏及致死效果皆較其對中西品系者略佳。依 LC_{99} 數值的 2 倍換算成田間使用時的建議稀釋倍數後，「優克 10.6%w/w 水基乳劑」若使用於中西區及永康區時，可分別稀釋 126.4 及 395.2 倍後逕予施噴。自二野外品系埃及斑蚊的抗性比值(RR_{99})觀之，中西(1.8)及永康(0.6)品系的數值皆小於 2，為「敏感性」程度，屬於「推薦使用」分級，故而「優克 10.6%w/w 水基乳劑」可分別依前述建議的使用濃度，逕予施噴於台南市中西區及永康區，以有效防治埃及斑蚊。

3. 逸利寧乳劑

「逸利寧乳劑」對台南中西、永康、北區、南區及安南品系埃及斑蚊 KC_{50} 的數值皆相近，分別為 1.6×10^{-3} 、 1.3×10^{-3} 、 2.5×10^{-3} 、 1.3×10^{-3} 及 1.0×10^{-3} v/v%；但台南北區品系埃及斑蚊 LC_{99} 的數值(7.3×10^{-3} v/v%)則略大於、中西(3.5×10^{-3} v/v%)、永康(4.5×10^{-3} v/v%)、南區(2.2×10^{-3} v/v%)及安南品系(2.0×10^{-3} v/v%)者；可見該藥劑對於台南中西、永康、北區、南區及安南品系埃及斑蚊的擊昏效果相當，但對北區品系埃及斑蚊的致死效果略佳於中西、永康、南區及安南品系者。依 LC_{99} 數值的 2 倍換算成田間使用時的建議稀釋倍數後，「逸利寧乳劑」於台南市南區及安南區施噴時，可將其分別稀釋 226.5 及 254.5 倍後使用；於中西及永康區施噴時，可分別將稀釋倍數調整為 143.5 及 111.8 倍後使用；若使用於北區時，則需將稀釋倍數降低至 68.5 倍後施噴。自五個野外品系埃及斑蚊的抗性比值(RR_{99})觀之，中西(0.9)、永康(1.1)、北區(1.9)、南區(0.6)

及安南(0.5)品系的數值皆小於2，為「敏感性」程度，屬於「推薦使用」分級，故而「逸利寧乳劑」可分別依前述建議的使用濃度，逕予施噴於台南市中西區、永康區、北區、南區及安南區。

4. 喜富寧乳劑

「喜富寧乳劑」對台南北區品系埃及斑蚊的 KC_{50} 為 1.6×10^{-4} v/v%，小於中西(2.0×10^{-3} v/v%)品系者，可見該藥劑對於北區品系埃及斑蚊的擊昏效果較中西品系者為佳。但台南北區品系埃及斑蚊 LC_{99} 的數值(6.2×10^{-3} v/v%)則大於中西品系(2.0×10^{-3} v/v%)者，顯示該藥劑對於北區品系埃及斑蚊的致死效果較中西品系者為差。依 LC_{99} 數值的2倍換算成田間使用時的建議稀釋倍數後，「喜富寧乳劑」若使用於中西區時，可分以稀釋254.0倍後逕予施噴；若使用於北區時，則需將稀釋倍數降低至81.1倍後施噴。自二野外品系埃及斑蚊的抗性比值(RR_{99})觀之，中西(1.0)品系的比值小於2，為「敏感性」程度，屬於「推薦使用」分級，故而「喜富寧乳劑」可依前述建議的使用濃度，逕予施噴於台南市中西區；而北區品系的抗性比值(3.2)則介於2.1~10.0之間，為「低抗性」，屬於「輪替使用」分級，故而該藥劑目前可將其以稀釋81.1倍後的濃度施噴於該區，尚可有效撲殺埃及斑蚊；但如連續使用達3~6個月後，最好予以更換藥劑，以避免該區的埃及斑蚊產生抗藥性。

5. 雙勝6%混合乳劑

「雙勝6%混合乳劑」對台南永康品系埃及斑蚊的 KC_{50} 與 LC_{99} 的數值各為 2.0×10^{-3} 及 3.5×10^{-3} v/v%。依 LC_{99} 數值的2倍換算成田間使用時的建議稀釋倍數為141.6倍。由於其抗性比值小於2，為「敏感性」程度，屬於「推薦使用」分級，故而「雙勝6%混合乳劑」可依前述建議的使用濃度，逕予施噴於台南市永康區。

(二) 高雄市(表四)

1. 虫光乳劑

由「虫光乳劑」對高雄鳳山(2.8×10^{-3} v/v%)、三民(2.3×10^{-3} v/v%)及前鎮品系(2.7×10^{-3} v/v%)埃及斑蚊的 KC_{50} 數值來看，該藥劑對於鳳山、前鎮及三民品系埃及斑蚊的擊昏效果相當。至於該藥劑對鳳山(2.7×10^{-3} v/v%)品系的 LC_{99} 數值最小，其次為前鎮(6.2×10^{-3} v/v%)品系，三民(9.3×10^{-3} v/v%)品系則為最大；

可見該藥劑對於鳳山品系埃及斑蚊的撲殺效果較佳，對三民及前鎮品系者為較差。

依 LC_{99} 數值的 2 倍換算成田間使用的建議稀釋倍數與抗性比值(RR_{99})綜合來看，高雄鳳山、三民及前鎮品系埃及斑蚊對「虫光乳劑」 RR_{99} 的數值分別為 0.5、1.6 及 1.0，皆小於 2，為「敏感性」程度，屬於「推薦使用」分級，故「虫光乳劑」可分別以稀釋 182.7、53.9 及 80.6 倍的濃度，逕予施噴於高雄市鳳山、三民及前鎮地區。

2. 逸利寧乳劑

「逸利寧乳劑」對高雄三民(2.1×10^{-3} v/v%)及前鎮(3.6×10^{-3} v/v%)品系埃及斑蚊 KC_{50} 的數值相當，皆小於高雄鳳山(8.0×10^{-3} v/v%)品系，可見該藥劑對於三民及前鎮品系埃及斑蚊的擊昏效果較鳳山品系為佳。至於 LC_{99} 的數值，則高雄鳳山(4.1×10^{-3} v/v%)、三民(3.1×10^{-3} v/v%)及前鎮(5.0×10^{-3} v/v%)品系相近，顯示該藥劑對於前述三品系埃及斑蚊的撲殺效果相當。

依 LC_{99} 數值的 2 倍換算成田間使用的建議稀釋倍數與抗性比值(RR_{99})綜合來看，高雄鳳山、三民及前鎮品系埃及斑蚊對「逸利寧乳劑」 RR_{99} 的數值分別為 1.0、0.8 及 1.3，皆小於 2，為「敏感性」程度，屬於「推薦使用」分級，故「虫光乳劑」可分別以稀釋 122.3、163.4 及 101.1 倍的濃度，逕予施噴於高雄市鳳山、三民及前鎮地區。

3. 正祝讚 2% w/w 乳劑

「正祝讚 2% w/w 乳劑」對高雄前鎮品系埃及斑蚊 KC_{50} (2.1×10^{-2} v/v%)及 LC_{99} 的數值(2.0×10^{-2} v/v%)皆分別大於高雄鳳山(3.8×10^{-3} ， 6.1×10^{-3} v/v%)及三民品系(3.6×10^{-3} ， 3.8×10^{-3} v/v%)者，可見該藥劑對於前鎮品系埃及斑蚊的擊昏及撲殺效果皆較鳳山及三民品系為差。

將 LC_{99} 數值的 2 倍換算成田間使用的建議稀釋倍數與抗性比值(RR_{99})綜合來看時，高雄鳳山及三民品系埃及斑蚊對「正祝讚 2% w/w 乳劑」的 RR_{99} 的數值分別為 1.7 及 1.3，皆小於 2，為「敏感性」程度，屬於「推薦使用」分級，故而「正祝讚 2% w/w 乳劑」可分別以稀釋 81.6 及 132.2 倍的濃度，逕予施噴於高雄市鳳山區及三民區；而對於前鎮品系 RR_{99} 的數值為 5.5，則介於 2.1~10 之間，為「低抗性」程度，屬於「輪替使用」的分級，故而該藥劑目前若以稀釋 25.3 倍的濃度施

噴於高雄市前鎮區時，尚可有效撲殺埃及斑蚊；但如連續使用達3~6個月後，最好予以更換藥劑，以避免該區的埃及斑蚊產生抗藥性。

4. 除蟲寧乳劑

「除蟲寧乳劑」對高雄前鎮品系埃及斑蚊 $KC_{50}(1.9 \times 10^{-3} \text{ v/v\%})$ 及 LC_{99} 的數值 $(4.6 \times 10^{-3} \text{ v/v\%})$ 皆為最大，高雄三民 $(9.3 \times 10^{-4}、2.4 \times 10^{-3} \text{ v/v\%})$ 及鳳山 $(7.6 \times 10^{-4}、1.2 \times 10^{-3} \text{ v/v\%})$ 品系次之，可見該藥劑對於三民及鳳山品系埃及斑蚊的擊昏及致死效果皆較前鎮品系為佳。

將 LC_{99} 數值的2倍換算成田間使用的建議稀釋倍數與抗性比值 (RR_{99}) 綜合來看時，高雄鳳山品系埃及斑蚊對「除蟲寧乳劑」的 RR_{99} 的數值為1.8，小於2，為「敏感性」程度，屬於「推薦使用」分級，故而「除蟲寧乳劑」可以稀釋420.0倍的濃度，逕予施噴於高雄市鳳山區；而對於三民及前鎮品系 RR_{99} 的數值則分別為3.7及7.0，皆介於2.1~10之間，為「低抗性」程度，屬於「輪替使用」的分級，故而該藥劑目前若分別以稀釋205.9及108.5倍的濃度施噴於高雄市三民區及前鎮區，尚可有效撲殺埃及斑蚊；但如連續使用達3~6個月後，最好予以更換藥劑，以避免該區的埃及斑蚊產生抗藥性。

5. 賽億寧乳劑

「賽億寧乳劑」對高雄前鎮 $(8.3 \times 10^{-4} \text{ v/v\%})$ 品系埃及斑蚊 KC_{50} 的數值最小，其次為高雄鳳山 $(3.6 \times 10^{-3} \text{ v/v\%})$ 品系，而三民 $(7.6 \times 10^{-3} \text{ v/v\%})$ 品系最大，可見該藥劑對於前鎮品系埃及斑蚊的擊昏效果較佳，其次為鳳山品系，而三民品系較差。至於 LC_{99} 的數值，則高雄鳳山 $(3.3 \times 10^{-3} \text{ v/v\%})$ 品系最小，其次為前鎮 $(5.1 \times 10^{-3} \text{ v/v\%})$ 品系，最大為三民 $(9.1 \times 10^{-3} \text{ v/v\%})$ 品系，顯示該藥劑對於鳳山品系埃及斑蚊的致死效果較佳，其次為前鎮品系，而對三民品系較差。

將 LC_{99} 數值的2倍換算成田間使用的建議稀釋倍數與抗性比值 (RR_{99}) 綜合來看時，高雄鳳山及前鎮品系埃及斑蚊對「賽億寧乳劑」的 RR_{99} 的數值分別為1.1及1.7，皆小於2，為「敏感性」程度，屬於「推薦使用」分級，故而「賽億寧乳劑」可分別以稀釋150.6及98.3倍的濃度，逕予施噴於高雄市鳳山區及前鎮區；而對於三民品系 RR_{99} 的數值則為3.0，介於2.1~10之間，為「低抗性」程度，屬於「輪替使用」的

分級，故而該藥劑目前若以稀釋 54.9 倍的濃度施噴於高雄市三民區時，尚可有效撲殺埃及斑蚊；但如連續使用達 3~6 個月後，最好予以更換藥劑，以避免該區的埃及斑蚊產生抗藥性。

4. 安菊乳劑

「安菊乳劑」對高雄鳳山(8.5×10^{-4} v/v%)及三民(8.6×10^{-4} v/v%)品系埃及斑蚊 KC_{50} 的數值相近，皆小於高雄前鎮(1.3×10^{-3} v/v%)品系，可見該藥劑對於鳳山及三民品系埃及斑蚊的擊昏效果較前鎮品系為佳。至於高雄鳳山(3.8×10^{-3} v/v%)、三民(3.2×10^{-3} v/v%)及前鎮(4.0×10^{-3} v/v%)品系 LC_{99} 的數值相近，則顯示該藥劑對於三者的撲殺效果相當。

依 LC_{99} 數值的 2 倍換算成田間使用的建議稀釋倍數與抗性比值(RR_{99})綜合來看，高雄鳳山、三民及前鎮品系埃及斑蚊對「安菊乳劑」 RR_{99} 的數值分別為 1.7、1.4 及 1.8，皆小於 2，為「敏感性」程度，屬於「推薦使用」分級，故「安菊乳劑」可分別以稀釋 130.6、158.1 及 125.3 倍的濃度，逕予施噴於高雄市鳳山、三民及前鎮地區。

三、 抗藥性試驗

將前述藥效試驗的結果，以一般線性迴歸模型分別求出其感藥迴歸方程式並換算出各品系埃及斑蚊對各受測殺蟲藥劑的感藥起始濃度(最初反應濃度)，同時繪出各品系 log 濃度—24 小時死亡率的感藥迴歸曲線於圖二至圖九。

(一) 台南市

1. 台南中西品系(圖二)

依台南中西品系埃及斑蚊對「虫光乳劑」及「優克 10.6% w/w 水基乳劑」的感藥迴歸線顯示，其感藥起始濃度(1.3×10^{-5} ， 1.1×10^{-6} v/v%)皆低於感受性品系者(1.3×10^{-4} ， 1.6×10^{-6} v/v%)，但同時其斜率數值(38.5, 30.8)皆小於感受性品系者(62.8, 33.7)；可見，該二藥劑雖然目前對於中西品系埃及斑蚊的藥效良好，但較易產生抗藥性，倘若一旦發生，則「優克 10.6% w/w 水基乳劑」的發展速率將較「虫光乳劑」為快。「逸利寧乳劑」及「喜富寧乳劑」的感藥起始濃度(1.6×10^{-5} ， 2.1×10^{-5} v/v%)皆略高於感受性品系 (1.1×10^{-6} ， 1.4×10^{-5} v/v%)者，同時其斜率數值(43.5, 54.8)亦略大於感受性品系(30.4, 51.3)者，可見該藥劑對於該區的埃及斑蚊仍具防治效果且未來亦不易產生抗性。

由於，「優克 10.6% w/w 水基乳劑」對中西品系埃及斑蚊的感藥起始濃度低於「虫光乳劑」、「逸利寧乳劑」及「喜富寧乳劑」者，同時其斜率數值皆小於其它三者；可見「優克 10.6% w/w 水基乳劑」用於該區防治埃及斑蚊的效果較優於「虫光乳劑」、「逸利寧乳劑」及「喜富寧乳劑」，但該區埃及斑蚊亦較易對其產生抗藥性，同時抗性一旦發生，其發展亦將較為快速。「喜富寧乳劑」雖然對中西品系的感藥起始濃度較高，但其斜率數值為四種藥劑中最大者，表示該藥劑目前對於該區埃及斑蚊的藥效尚佳且較不易產生抗性，因此較為適用於台南中西區。

2. 台南永康品系(圖三)

永康品系埃及斑蚊對「虫光乳劑」及「優克 10.6% w/w 水基乳劑」的感藥迴歸線顯示，其感藥起始濃度(4.8×10^{-5} , 1.7×10^{-7} v/v%)皆低於感受性品系(1.3×10^{-4} , 1.6×10^{-6} v/v%)者，同時其斜率數值(56.5, 26.5)亦皆小於感受性品系(62.8, 33.7)者，可見該二藥劑目前對永康品系埃及斑蚊的藥效良好，但「優克 10.6% w/w 水基乳劑」可能已有抗藥性的現象產生，同時未來抗性發展的速率亦會較「虫光乳劑」為快。「逸利寧乳劑」及「雙勝 6% 混合乳劑」的感藥起始濃度(2.4×10^{-5} , 2.3×10^{-5} v/v%)皆略高於感受性品系(1.1×10^{-6} , 1.0×10^{-6} v/v%)者，同時其斜率的數值(44.8, 45.7)亦大於感受性品系(30.4, 33.2)者，可見於當地施用該二藥劑時，目前藥效尚佳且未來亦不易有抗藥性的發生。

雖然，「逸利寧乳劑」及「雙勝 6% 混合乳劑」對永康品系埃及斑蚊的感藥起始濃度為四種藥劑中較低者，但其斜率數值為其中較大者。因此，相較於其它二種藥劑而言，「逸利寧乳劑」及「雙勝 6% 混合乳劑」當較為適用於台南永康地區，以防治埃及斑蚊；除可達到良好的撲殺效果外，同時抗藥性的產生亦會較為緩慢。

3. 台南北區品系(圖四)

依台南北區品系埃及斑蚊對「逸利寧乳劑」的感藥迴歸線顯示，其感藥起始濃度(1.4×10^{-5} v/v%)較感受性品系(1.1×10^{-6} v/v%)者為高，同時斜率數值(40.0)亦大於感受性(30.4)者，可見該區的埃及斑蚊對「逸利寧乳劑」目前尚無抗藥性的產生，防治效果尚佳。「喜富寧乳劑」的感藥迴歸線則顯示，其感藥起始濃度(3.0×10^{-3} v/v%)遠大於感受性品系(1.4×10^{-5} v/v%)者

且其斜率(40.7)小於感受性品系(51.3)者；故該藥劑對於北區品系埃及斑蚊的防治效果不佳，應已有抗藥性的現象產生，同時未來抗性發展的速率亦會較為快速。

4. 台南南區品系(圖五)

台南南區品系埃及斑蚊對「逸利寧乳劑」的感藥起始濃度(7.9×10^{-6} v/v%)較感受性品系(1.1×10^{-6} v/v%)者為高，同時斜率數值(42.2)亦較感受性(30.4)者為大；可見該區的埃及斑蚊對於「逸利寧乳劑」目前仍屬敏感，同時尚無明顯的抗藥性產生。

5. 台南安南品系(圖六)

台南安南品系埃及斑蚊對「逸利寧乳劑」的感藥起始濃度(1.2×10^{-5} v/v%)較感受性品系(1.1×10^{-6} v/v%)者為高，同時其斜率數值(48.2)亦大於感受性(30.4)者；可見該區的埃及斑蚊對「逸利寧乳劑」目前仍屬敏感，同時尚無明顯的抗藥性產生。

(二) 高雄市

1. 高雄鳳山品系(圖七)

如圖所示，鳳山品系埃及斑蚊對「虫光乳劑」的感藥起始濃度(4.3×10^{-5} v/v%)低於感受性品系者(1.3×10^{-4})，但斜率數值(58.2)與感受性品系(62.8)者相近；可見該藥劑目前對鳳山品系埃及斑蚊的藥效良好，同時該品系對於該藥劑目前仍未產生抗性。「正祝讚 2% w/w 乳劑」及「除蟲寧乳劑」的感藥迴歸線顯示，其感藥起始濃度(2.7×10^{-6} , 1.8×10^{-5} v/v%)皆低於感受性品系(7.2×10^{-6} , 2.4×10^{-5} v/v%)者，同時其斜率數值(29.7, 53.8)皆小於感受性品系(40.1, 70.4)者，可見該二藥劑目前對於鳳山品系埃及斑蚊的藥效良好，但可能已有抗藥性的現象產生，同時未來一旦發生抗性，則「正祝讚 2% w/w 乳劑」發展的速率亦會較為快速。「逸利寧乳劑」的感藥起始濃度(7.3×10^{-6})雖然高於感受性品系(1.1×10^{-6})，但其斜率數值(38.6)則相近(30.4)；可見於當地施用該藥劑時，目前藥效良好且未來亦不易有抗藥性的發生。「安菊乳劑」的感藥起始濃度(5.1×10^{-5})雖然高於感受性品系(1.2×10^{-5})，同時其斜率數值(59.0)亦大於感受性品系(43.9)者；可見該藥劑目前對於鳳山品系埃及斑蚊的藥效尚佳，但可能已有抗藥性的現象產生，不過其發展的速率或會較為緩慢。「賽逸寧乳劑」的感藥起始濃度(2.6×10^{-5} v/v%)及斜率數值(51.2)皆與感受性品系(3.2×10^{-5})

v/v%，46.7)相近，可見目前該藥若於該區使用時，藥效良好且仍未產生抗性。

「正祝讚 2% w/w 乳劑」對鳳山品系埃及斑蚊的感藥起始濃度低於「虫光乳劑」、「逸利寧乳劑」、「除蟲寧乳劑」、「賽億寧乳劑」及「安菊乳劑」，同時其斜率數值皆小於其它五者；可見「正祝讚 2% w/w 乳劑」用於該區防治埃及斑蚊的效果較優於「虫光乳劑」、「逸利寧乳劑」、「除蟲寧乳劑」、「賽億寧乳劑」及「安菊乳劑」，但該區埃及斑蚊對其抗藥性的產生亦會較為容易且發展較快。另外，雖然「除蟲寧乳劑」對該品系埃及斑蚊的感藥起始濃度亦較低，但其斜率數值較大，表示該藥劑對於該區埃及斑蚊的藥效良好且較不易產生抗性，因此較為適用於鳳山地區。

2. 高雄三民品系(圖八)

依高雄三民品系埃及斑蚊對「虫光乳劑」的感藥迴歸線顯示，其感藥起始濃度(5.7×10^{-5} v/v%)低於感受性品系(1.3×10^{-4} v/v%)者，同時其斜率數值(49.4)亦小於感受性品系(62.8)；可見該藥使用於該區時，雖然目前藥效良好，但可能已有抗藥性的現象產生，不過，發展的速率或會較為緩慢。三民品系對「逸利寧乳劑」、「正祝讚 2% w/w 乳劑」及「安菊乳劑」的感藥起始濃度(9.2×10^{-6} ， 5.4×10^{-5} ， 5.1×10^{-5} v/v%)雖然皆高於感受性品系者(1.1×10^{-6} ， 7.2×10^{-6} ， 1.2×10^{-5} v/v%)，但其斜率數值(42.8，59.0，59.0)亦皆大於感受性品系(30.4，40.1，43.9)者；顯示於當地施用該藥時，目前藥效良好且未來亦不易有抗藥性的發生。「除蟲寧乳劑」的感藥起始濃度(2.1×10^{-5} v/v%)與感受性品系(2.4×10^{-5} v/v%)相近，但其斜率數值(49.3)則小於感受性品系(70.4)者，可見該藥劑雖然目前對三民品系埃及斑蚊的藥效良好，但可能已有抗藥性的現象產生，不過，發展的速率或會較為緩慢。「賽億寧乳劑」的感藥起始濃度(3.8×10^{-5} v/v%)及斜率數值(44.9)皆相當於感受性品系(3.2×10^{-5} v/v%，46.7)者，可見該藥劑對於該區的埃及斑蚊仍具防治效果且未來亦不易產生抗性。

綜合論之，「逸利寧乳劑」對三民品系埃及斑蚊的感藥起始濃度低於「虫光乳劑」、「正祝讚 2% w/w 乳劑」、「除蟲寧乳劑」、「賽億寧乳劑」及「安菊乳劑」者，但其斜率數值亦為最小者，因此雖然目前該藥劑對三民品系埃及斑蚊的防治效果良好，但未來抗性發展的速率亦會較其它五者較為快速，故而須

謹慎使用於三民地區。「正祝讚 2% w/w 乳劑」及「安菊乳劑」的藥效雖然不及於「逸利寧乳劑」、「除蟲寧乳劑」及「賽億寧乳劑」，但仍具防治效力，同時其斜率數值為六種藥劑中較大者，致抗藥性的產生亦會較為緩慢；因此相較於其它四種藥劑而言，當較為適用於高雄三民地區，以有效防治登革熱。

3. 高雄前鎮品系(圖九)

「虫光乳劑」及「除蟲寧乳劑」的感藥起始濃度(6.8×10^{-5} ， 2.2×10^{-5} v/v%)分別低於或相近於感受性品系(1.3×10^{-4} ， 2.4×10^{-5} v/v%)者，同時其斜率數值(51.7，44.3)亦皆小於感受性品系(62.8，70.4)者，顯見該二藥於該區使用時，目前仍然藥效良好，但「除蟲寧乳劑」可能已有抗藥性的現象產生，不過其抗性發展的速率較為緩慢。前鎮品系對「逸利寧乳劑」、「正祝讚 2% w/w 乳劑」及「賽億寧乳劑」的感藥起始濃度(1.6×10^{-5} ， 3.2×10^{-4} ， 5.3×10^{-5} v/v%)雖然高於感受性品系者(1.1×10^{-6} ， 7.2×10^{-6} ， 3.2×10^{-5} v/v%)者，同時其斜率數值(44.4，60.7，51.2)亦皆大於感受性品系(30.4，40.1，46.7)者，可見於當地施用該藥時，目前藥效良好，但「正祝讚 2% w/w 乳劑」應已有抗藥性的現象產生，但發展的速率較為緩慢。「安菊乳劑」的感藥起始濃度(1.4×10^{-5} v/v%)及斜率數值(44.3)皆與感受性品系(1.2×10^{-5} v/v%，43.9)者相近，可見該藥劑目前對於前鎮品系埃及斑蚊的藥效良好，同時未來亦不易產生抗性。

綜合論之，由於「正祝讚 2% w/w 乳劑」應已有抗藥性產生，故不適用於前鎮地區；至於「虫光乳劑」、「逸利寧乳劑」、「除蟲寧乳劑」、「賽億寧乳劑」及「安菊乳劑」的撲殺效果皆為良好且尚未產生抗藥性，故目前較適用於前鎮地區。

綜觀前述抗藥性試驗結果，可以發現埃及斑蚊抗藥性的產生與否、抗性程度的高低及其抗性發展的趨勢皆會有地域上的差異性存在。就今(2014)年研究結果而言，台南市中西區埃及斑蚊對「喜富寧乳劑」的殺蚊作用較「虫光乳劑」、「優克 10.6% w/w 水基乳劑」及「逸利寧乳劑」為敏感，同時其目前對該四種殺蟲藥劑皆尚未產生抗藥性，故可分別以稀釋 254.0、51.1、126.4 及 143.5 倍的濃度逕予施噴於當地，以有效防治登革熱。台南市永康區的埃及斑蚊對於「優克 10.6% w/w 水基乳劑」的殺蚊作用較「虫光乳劑」及「逸利寧乳劑」為敏感，同時其目前對該三種殺蟲藥劑皆尚未產生抗藥性，故可分別以稀釋 395.2、130.6 及 111.8 倍的濃度直接施噴於當地；「雙勝 6% 混合乳劑」雖然仍具殺蚊作用，但可能已有抗性產生，因此須謹慎使用，隨時調整其施

噴濃度。「喜富寧乳劑」雖然對於台南北區埃及斑蚊的撲殺效果較「逸利寧乳劑」為佳，但因其已有低程度的抗性產生，故雖然目前仍可以稀釋 81.1 倍的濃度施噴於台南市北區，但在連續使用達 3~6 個月後，即應予以更換藥劑，以防止埃及斑蚊抗藥性的急速發展；而「逸利寧乳劑」對於台南北區埃及斑蚊的殺蚊作用尚佳，且該品系對於該藥劑仍為敏感，故可以稀釋 68.5 倍的濃度直接施噴於當地。南區及安南區品系埃及斑蚊對「逸利寧乳劑」的藥效敏感且尚未有抗藥性的發生，因此可分別以稀釋 226.5 及 254.5 倍的濃度逕自施噴於該區，以撲殺埃及斑蚊。

對於高雄市而言，「虫光乳劑」、「逸利寧乳劑」、「正祝讚 2%w/w 乳劑」、「除蟲寧乳劑」、「賽億寧乳劑」及「安菊乳劑」可分別以 182.7、122.3、81.6、420.0、150.6 及 130.6 的稀釋倍數逕自施噴於高雄市鳳山區。高雄市三民區的埃及斑蚊目前對「虫光乳劑」及「逸利寧乳劑」、「正祝讚%w/w 乳劑」及「安菊乳劑」仍屬敏感，可分別稀釋 53.9、163.4、132.2 及 158.1 倍後逕自施噴於當地；「除蟲寧乳劑」及「賽億寧乳劑」則對其撲殺效果稍差，且已有低程度的抗性產生，雖然目前仍可以稀釋 205.9 及 54.9 倍的濃度施噴，但在連續使用達 3~6 個月後，即應予以更換藥劑，以防止埃及斑蚊抗藥性的急速發展。「虫光乳劑」、「逸利寧乳劑」、「賽億寧乳劑」及「安菊乳劑」皆可分別依所建議的稀釋倍數(80.6, 101.1, 98.3, 125.3)，逕自於高雄市前鎮區施噴；而「正祝讚 2%w/w 乳劑」及「除蟲寧乳劑」則對其撲殺效果稍差，且已有低程度的抗性產生，雖然目前仍可以稀釋 25.3 及 108.5 倍的濃度施噴，但在連續使用達 3~6 個月後，即應予以更換藥劑，以防止埃及斑蚊抗藥性的急速發展。

四、 抗藥性監測試驗

自 100 至 103 年間，持續進行「虫光乳劑」對高雄市 3 個野外品系(鳳山、三民及前鎮)及台南市 2 個野外品系(中西及永康)的藥效試驗，將各年試驗結果分別以概率單位迴歸模型分別計算出其 KC_{50} 、 LC_{50} 及 LC_{99} ，再依結果計算出 KR_{50} 及 RR_{99} ，復以折線圖分別繪出抗藥性的連續變化情形於圖十至十四。另以一般線性迴歸模型分別求出其感藥迴歸方程式並換算出各年各品系埃及斑蚊對虫光乳劑的感藥起始濃度(最初反應濃度)，結果分別列於表五。

(一)台南中西品系

101 年，台南中西品系埃及斑蚊對「虫光乳劑」的 LC_{99} 為 7.3×10^{-3} v/v%，其抗性比值為 1.2，屬「敏感性」；於 102 年時， LC_{99} 提高至 2.0×10^{-2} v/v%，抗性比值亦升至 3.3，屬「低抗性」；

但 103 年， LC_{99} 反降至 9.8×10^{-3} v/v%，抗性比值亦降為 1.6，屬「敏感性」。可見，中西品系埃及斑蚊對「虫光乳劑」於 103 年已恢復其敏感性；同時，「虫光乳劑」對台南中西品系埃及斑蚊的 LC_{99} 數值會受到抗性程度變動的影響。

「虫光乳劑」對中西品系埃及斑蚊三年來的感藥起始濃度 (1.9×10^{-5} , 1.6×10^{-5} , 1.3×10^{-5} v/v%) 皆相近；顯示，雖然台南中西品系埃及斑蚊對「虫光乳劑」的抗性時有消長，但「虫光乳劑」對中西品系埃及斑蚊開始作用的濃度並不會受到其抗性程度變化的影響。

100 至 103 年間，「虫光乳劑」對中西品系埃及斑蚊的 KR_{50} 數值分別為 3.6、10.0 及 7.0，雖然數值上下波動，但皆介於 1~100，表示「虫光乳劑」對台南中西品系埃及斑蚊雖具有擊昏的效應但效力不佳，埃及斑蚊可能會有復甦的現象產生(圖十)。

(二)台南永康品系

100、102 及 103 年間，台南永康品系埃及斑蚊對「虫光乳劑」的抗性比值相近(1.6, 1.7, 0.6)皆小於 2，同屬於「敏感性」；至其三年的 LC_{99} 數值(9.3×10^{-3} , 9.9×10^{-3} 及 3.8×10^{-3} v/v%)及感藥起始濃度(4.6×10^{-5} , 3.8×10^{-5} 及 4.8×10^{-5} v/v%)亦相近；顯示，「虫光乳劑」對永康品系埃及斑蚊的殺蚊作用維持不變。

永康品系埃及斑蚊對「虫光乳劑」 KR_{50} 的數值(1.9, 6.5, 6.8)雖有逐年增加的情形，但仍介於 1~100 之間，顯示「虫光乳劑」對於台南永康品系埃及斑蚊雖具有擊昏的效應但效力不佳，埃及斑蚊可能會有復甦的現象產生(圖十一)。

(三)高雄鳳山品系

100 至 103 年間，高雄鳳山品系埃及斑蚊對「虫光乳劑」的 LC_{99} 數值分別為 4.2×10^{-2} , 2.6×10^{-3} 、 9.8×10^{-2} 及 2.7×10^{-3} v/v%，呈現高低交錯的趨勢。高雄鳳山品系於 100 年時，其 RR_{99} 數值為 7.2，屬於「低抗性」；101 年降為 0.4，仍為「敏感性」；在 102 年則增加至 16.5，抗性程度提高為「中抗性」，但在 103 年又下降為 0.5，屬於「敏感性」。可見，「虫光乳劑」對高雄鳳山品系埃及斑蚊的 LC_{99} 數值會受到抗性程度的影響。

至於，感藥起始濃度(6.6×10^{-5} , 1.5×10^{-5} , 3.2×10^{-5} 及 4.3×10^{-5} v/v%)則三年來幾乎維持不變；可見，「虫光乳劑」對高雄鳳山品系埃及斑蚊開始作用的濃度並不會受到其抗性程度變化的影響。

KR_{50} 的數值，則自 100 年持續上升至 103 年；100 至 102

年間的數值(1.9, 3.9, 66.6)仍皆介於 1~100 間, 表示該藥劑於前三年時, 對高雄鳳山品系埃及斑蚊雖具擊昏的效應但效力不佳, 蚊蟲可能會有復甦的現象產生; 而 103 年(131.7)則已超過 100, 表示該藥劑目前對高雄鳳山品系埃及斑蚊已不具有擊昏的效力(圖十二)。

(四)高雄三民品系

100 至 103 年間, 高雄三民品系埃及斑蚊對「虫光乳劑」的 LC_{99} 數值分別為 1.8×10^{-2} , 7.9×10^{-4} 、 1.8×10^{-2} 及 9.3×10^{-3} v/v%, 呈現高低交錯的趨勢。高雄三民品系於 100 年時, 其 RR_{99} 數值為 3.1, 屬於「低抗性」; 至 101 年降為 0.1, 屬於「敏感性」; 而在 102 年又升高為 3.0, 屬於「低抗性」, 但在 103 年又降為 1.6, 屬於「敏感性」。可見「虫光乳劑」對高雄三民品系埃及斑蚊的撲殺效力會受到抗性程度的影響。

至於 100~103 年間, 高雄三民品系埃及斑蚊對「虫光乳劑」的感藥起始濃度(1.3×10^{-4} , 1.7×10^{-6} , 2.2×10^{-5} 及 5.7×10^{-5} v/v%) 則呈現先降後升的趨勢, 可見, 「虫光乳劑」對高雄三民品系埃及斑蚊開始作用的濃度與其抗性程度無關。

由於 KR_{50} 的數值, 自 100 年的 1.3 上升至 101 年的 12.9, 而後 102 及 103 年則持續下降為 8.0 及 4.0; 但仍皆介於 1~100 間, 表示該藥劑對高雄三民品系埃及斑蚊雖具有擊昏的效應但效力不佳, 同時也不會受到抗性程度的影響(圖十三)。

(五)高雄前鎮品系

100 及 101 年高雄前鎮品系埃及斑蚊對「虫光乳劑」的 LC_{99} 數值分別為 4.1×10^{-2} 及 3.9×10^{-2} v/v%, 其後 102 及 103 年, 則呈現逐漸下降的趨勢至 9.6×10^{-3} 及 6.2×10^{-3} v/v%。 RR_{99} 的數值亦然, 分別為 7.0, 6.6, 1.6, 1.0; 前二年數值尚介於 2~10 間, 屬於「低抗性」; 後二年則皆小於 2, 屬於「敏感性」, 故可發現該品系對「虫光乳劑」的抗藥性正逐年消退中。

感藥起始濃度在 100~103 年間, 雖呈先降後升的趨勢, 但數值(1.7×10^{-4} , 2.5×10^{-5} , 3.3×10^{-5} 及 6.8×10^{-5} v/v%) 大致相當, 並無太大變化; 可見, 「虫光乳劑」對高雄前鎮品系埃及斑蚊開始作用的濃度不受其抗性程度消退的影響。

至於 KR_{50} 的數值雖有波動(1.2, 6.2, 3.4, 4.5), 但數值大致相當且均介於 1~100 間, 表示 100~103 年間, 「虫光乳劑」對高雄前鎮品系埃及斑蚊雖具擊昏效應但效力不佳, 埃及斑蚊可能會有復甦的現象產生; 同時, 擊昏的效力也不會受到抗性程

度的影響(圖十四)。

五、 抗藥性消長試驗

依抗藥性試驗結果，將分別對「正祝讚 2% w/w 乳劑」及「除蟲寧乳劑」已具有抗藥性($RR_{99} > 2$)的高雄前鎮品系埃及斑蚊且未經藥效檢測之成蟲持續飼育並繼代繁殖，同時逐代進行抗藥性檢測試驗並紀錄其半數擊昏濃度(KC_{50})、致死率達 99% 濃度(LC_{99})及換算抗性比值(RR_{99})與程度後，結果列於表六。

(一) 「正祝讚 2% w/w 乳劑」

將對「正祝讚 2% w/w 乳劑」已產生抗藥性($RR_{99} = 5.5$)的高雄前鎮品系埃及斑蚊的子代，繼代飼育並逐代進行抗藥性檢測試驗後發現；無論是 $KC_{50}(2.0 \times 10^{-3}, 2.2 \times 10^{-3}, 7.3 \times 10^{-4}, 2.5 \times 10^{-4} \text{ v/v\%})$ 、 $LC_{99}(2.0 \times 10^{-2}, 1.7 \times 10^{-2}, 1.7 \times 10^{-2}, 3.9 \times 10^{-3} \text{ v/v\%})$ 及 $RR_{99}(5.5, 4.7, 4.6, 1.1)$ 的數值皆在逐代減小中。同時，抗性程度亦自親代的「低抗性」逐漸降低為「敏感性」；可見，抗藥性會隨著藥劑選汰壓力的消失而逐漸消退。

(二) 「除蟲寧乳劑」

將對「除蟲寧乳劑」已產生抗藥性($RR_{99} = 7.0$)的高雄前鎮品系埃及斑蚊的子代，繼代飼育並逐代進行抗藥性檢測試驗後發現；無論是 $KC_{50}(2.7 \times 10^{-4}, 2.7 \times 10^{-4}, 1.6 \times 10^{-4}, 1.5 \times 10^{-4} \text{ v/v\%})$ 、 $LC_{99}(4.6 \times 10^{-3}, 3.7 \times 10^{-3}, 3.1 \times 10^{-3}, 1.9 \times 10^{-3} \text{ v/v\%})$ 及 $RR_{99}(7.0, 5.6, 4.7, 2.9)$ 的數值皆有逐代減小的趨勢。由於其 RR_{99} 的數值仍皆介於 2~10 間，因此抗性程度仍屬「低抗性」；可見，抗藥性雖然會隨著藥劑選汰壓力的消失而逐漸消退，但所需要恢復其敏感性的時間則會隨著當地噴灑藥劑的歷史而異。

六、 計畫效益

(一) 殺蟲藥劑使用情形

將 103 年台南市、高雄市及屏東縣衛生、環保單位每月使用殺蟲藥劑的資料(品名、稀釋倍數及比值、施噴地區、藥劑及溶劑使用量)分別彙整於表七至九。再統計各殺蟲藥劑使用的種類、數量(含溶劑)及噴灑方式後，結果列於表十。

1. 台南市

由表七中可見，台南市衛生局於 103 年間，僅使用了 1 種殺蟲藥劑(優克 10.6% w/w 水基乳劑、4.5 公升)及 200.0 公升的乙二醇(99.8% v/v)來防治登革熱；同時，其施噴時稀釋的倍數會因區域不同而異(安南區為 3.8，南區為 2.4)，甚至於相同地區施噴時，稀釋的倍數亦有不同(永康區為 3.9 及

4.9，東區為 3.0 及 3.7)，但比值(DR)皆大於 1.5。

環保單位於 103 年間，計使用了 7 種殺蟲藥劑(56.0 公升):中西全菊乳劑(4.0 公升)、正祝讚 2%w/w 乳劑(7.0 公升)、立除寧乳劑(1.0 公升)、利住旺 10%殺蟲乳劑(27.0 公升)、快克利乳劑(12.0 公升)、惠友 20%乳劑(1.0 公升)、賽多 20%乳劑(4.0 公升)及 28.5 公升的乙二醇(99.8%v/v);同時，其分別施噴於不同區域時，所稀釋的倍數亦各有不同。至於，稀釋倍數的比值(DR)則約有半數介於 0.5~1.5 間;另一半則多大於 1.5，其中又以「賽多 20%乳劑」於台南市東區施噴時的 31.2 及 73.4 為最高。

綜上顯示，台南市環保單位施噴殺蟲藥劑時的使用濃度較衛生局者較為符合藥效試驗結果/藥瓶標示建議的濃度。總計台南市至 103 年 9 月底止，為防治登革熱，計使用了 8 種不同的殺蟲藥劑(60.5 公升)及 228.5 公升的乙二醇溶液(99.8%v/v)。

2. 高雄市

依表八所示，高雄市衛生局於 103 年間，計使用了 11 種殺蟲藥劑(3094.9 公升):正祝讚 2%w/w 乳劑(682.0 公升)、立滅寧(334.1 公升)、快克利乳劑(260.0 公升)、亞寧乳劑(200.0 公升)、得力興速倍達(63.8 公升)、第寧淨蟲(71.5 公升)、賽億寧乳劑(115.5 公升)、速沛乳劑(108.0 公升)、速益乳劑(412.0 公升)、喜富寧乳劑(417.0 公升)、登熱治殺蟲劑(431.0 公升)及 22785.0 公升的乙二醇溶液(99.8%v/v);同時，其所稀釋的倍數會依施噴的地區不同而異，但 DR 值大多大於 1.5，顯示其於防治時所施噴的濃度，大多過高於藥效試驗結果/藥瓶標示建議的濃度;其中又以「得力興速倍達」於三民區施噴時的 52.3 及賽億寧乳劑於鳳山區施噴時的 62.7 為最高。另外，如以曾進行藥效試驗的殺蟲藥劑與品系地區而論，則其稀釋倍數比值亦大多大於 1.5(鳳山區施噴賽億寧乳劑為 62.7 及 25.1，三民區施噴立滅寧為 21.5，前鎮區施噴快克利乳劑為 25.5 等);顯示，高雄市衛生局今年較未參考本試驗結果以調整其使用濃度。

環保單位則使用了 22 種不同的殺蟲藥劑(9293.9 公升):中西全菊乳劑(285.0 公升)、正祝讚 2%w/w 乳劑 (348.8 公升)、立除寧(16.0 公升)、立滅寧(369.1 公升)、好吉利(447.9 公升)、安菊乳劑(1214.2 公升)、百力寶水性液劑(49.0 公升)、

虫光乳劑(108.0 公升)、助蟲斃(446.7 公升)、快克利乳劑(617.0 公升)、快克利液劑(212.0 公升)、尚蓋好 2.35%w/w 乳劑(302.5 公升)、除蟲寧乳劑(2.3 公升)、得力興速倍達(90.0 公升)、速沛乳劑(3188.9 公升)、淨效滅寧(126.5 公升)、喜富寧乳劑(932.8 公升)、登熱治殺蟲劑(31.8 公升)、萬克 10.6%w/w 乳劑(386.0 公升)、滿點 20%乳劑(27.5 公升)、賽億寧乳劑(92.0 公升) 及 237815.6 公升的乙二醇溶液(99.8%v/v)；同時，稀釋的倍數會依施噴的地區不同而異，其中 DR 值約有半數大於 1.5(以鳳山施噴立滅寧最大，為 88.4)，另半數大多為 DR 值介 0.5~1.5 者；顯示，高雄市環保局大多會參考藥效試驗的結果而調整其施藥的濃度。總計高雄市至 103 年 9 月底止，為防治登革熱，計使用了 24 種(12388.8 公升)的殺蟲藥劑及 260600.6 公升的乙二醇溶液(99.8%v/v)。

3.屏東縣

由表九可見，屏東縣衛生局 103 年計使用了 3 種殺蟲藥劑(11.5 公升)：得力興速倍達(9.0 公升)、登熱治殺蟲劑(1.5 公升)、賽普寧(1.0 公升)及 219.0 公升的乙二醇溶液(99.8%v/v)；同時其 DR 值半數為小於 0.5，半數為大於 1.5 者，而且最大比值為 50.0(里港區施噴賽普寧)，顯示其實際施噴時的濃度大多高於藥瓶標示的濃度。

至 9 月底為止，環保單位則使用了 14 種不同的殺蟲藥劑(822.0 公升)：必飛滅乳劑(60.0 公升)、必滅水水基乳劑(160.0 公升)、正百寧 5%乳劑(10.0 公升)、利住旺 10%殺蟲乳劑(6.0 公升)、快克利乳劑(62.0 公升)、快滅寧液劑(2.0 公升)、得力興速倍達(94.0 公升)、第寧淨蟲(60.0 公升)、賽普寧(40.0 公升)、速飛淨(50.0 公升)、速益乳劑(50.0 公升)、陶吉寧乳劑(48.0 公升)、賽億寧乳劑(180.0)及 2.5 公升的乙二醇溶液(99.8%v/v)。同時，其大部份藥劑的稀釋倍數比值都大於 1.5，其中以東港鎮施噴得力興速倍達(73.8)及速飛淨(44.4)與屏東市、潮州鎮及九如鄉施噴賽普寧(50.0)為最大；另一半則多介於 0.5~1.5 間；僅來義鄉施噴速益乳劑，東港鎮、枋寮鄉及鹽埔鄉施噴賽億寧乳劑為小於 0.5 者；顯示其於實際防治時，所施噴殺蟲藥劑的濃度大多高於建議的濃度。總計屏東縣至 103 年 9 月底止，為防治登革熱，計使用了 14 種(833.5 公升)的殺蟲藥劑及 221.5 公升的乙二

醇溶液(99.8% v/v)。

不同縣市除使用殺蟲藥劑的種類及其稀釋的倍數會隨著地區的不同而異外，其施噴的方式亦皆有所不同。自表十中可見，103 年間，三個縣市所使用的殺蟲藥劑種類與施噴藥量各有不同(僅快克利乳劑為共同使用者)。高雄市使用的種類數目(24 種)及藥量(12388.8 公升)最多，其中正祝讚 2%w/w 乳劑、立滅寧、快克利乳劑、得力興速倍達、速沛乳劑、喜富寧乳劑、登熱治殺蟲劑及賽億寧乳劑為衛生局及環保單位皆有使用者，屏東縣的殺蟲劑種類(12 種)及藥量(833.5 公升)次之，其中得力興速倍達及賽普寧為二單位皆有使用者；而台南市的殺蟲劑種類(8 種)及藥量(60.5 公升)最少且無相同者。

103 年，台南市衛生局僅使用空間噴灑方式來防治登革熱；環保單位則使用了空間及殘效二種噴灑方式，但以殘效噴灑(51.0 公升)為主。高雄市衛生局及環保單位雖然二種噴灑方式(空間，殘效)皆有使用，但衛生局以空間噴灑(2251.1 公升)為主，環保單位則殘效噴灑(5946.8 公升)較多。屏東縣衛生局及環保單位亦同時使用了空間及殘效二種噴灑方式，但皆以殘效噴灑(10.0，818.0 公升)為主的方式來施噴殺蟲藥劑。

台南市、高雄市及屏東縣衛生局於 103 年間所使用的藥劑種類(1 種，11 種，3 種)與藥量(4.5，3094.9，11.5 公升)皆少於環保單位(7 種、56.0 公升，22 種、9293.9 公升，14 種、822.0 公升)者；可見，衛生局通常所使用的藥劑種類或數量皆少於環保單位者。

(二)藥效試驗參採情形

1.及時提供最適噴灑濃度

每月將藥效試驗結果公佈於疾病管制署的官方網頁上，同時行文相關地區管制中心及地方衛生局，作為各防疫單位年度購置藥劑的參考，平日即可依試驗結果提供的稀釋倍數進行噴藥作業，以正確的使用殺蟲藥劑並避免環境污染日益嚴重。

(1)台南市

7 月時，永康區爆發登革熱疫情；本署於 6 月間即已先行完成「逸利寧乳劑」對永康區埃及斑蚊的藥效試驗結果並即時提供予台南市衛生局參酌使用。9 月時，中西區發生本土性登革熱病例，6 月及 8 月間即已先行將「逸利寧乳劑」與「優克 10.6%w/w 水基乳劑」對中西區埃及斑

蚊藥效試驗結果提供參考。

8 月底時，因應防疫需求，臨時增加「喜富寧乳劑」對中西區及北區埃及斑蚊的藥效試驗，並於 9 月和 10 月間及時完成並提供參酌使用。同時，9 月亦臨時增加「雙勝 6% 混合乳劑」對永康埃及斑蚊之藥效試驗，並於 10 月間即時完成將結果提供予台南市衛生局使用。

(2) 高雄市

103 年 5 月 26 日，前鎮區爆發全台第一起本土性登革熱病例；本署於 4 月間即已先行完成「正祝讚 2%w/w 乳劑」對於前鎮區埃及斑蚊的藥效試驗，5 月底前亦即時完成「賽億寧乳劑」的藥效試驗，同時將結果提供參酌使用。6 月時，三民及鳳山區開始有本土性登革熱病例出現，本署於 3 月、4 月及 5 月即已先行完成「逸利寧乳劑」、「賽億寧乳劑」、「虫光乳劑」對三民區埃及斑蚊之藥效試驗以及「正祝讚 2%w/w 乳劑」、「賽億寧乳劑」、「虫光乳劑」對鳳山區埃及斑蚊之藥效試驗，並予提供參考。

因應防疫需求，6 月臨時增加「安菊乳劑」對前鎮、三民及鳳山區埃及斑蚊藥效試驗，且及時於 7、8 及 10 月間完成試驗並提供參酌使用。同時，8 月底前亦臨時增加並完成「除蟲寧乳劑」對三民區埃及斑蚊之藥效試驗，提供高雄市衛生局參酌使用。

2. 藥效試驗參採比例

將 103 年度台南市、高雄市及屏東縣使用殺蟲藥劑的資料彙整後，分別統計其噴藥次數(不同殺蟲藥劑於不同地區施噴不同濃度之總數)及提供藥效試驗結果數(噴藥地區及所使用的藥劑為本署曾提供藥效試驗結果之次數)，再將藥效試驗結果建議的稀釋倍數與其實際使用時稀釋倍數的比值定為稀釋倍數比值(DR)，同時以 $0.5 \leq DR \leq 1.5$ 為符合建議濃度的判定，以了解本署之藥效試驗為各地方防疫單位參考採行的情形，結果分別列於表十一。

(1) 台南市

103 年 10 月底前，台南市衛生局為防治登革熱共進行噴藥 10 次，其中有 7 次為本署曾提供藥效試驗結果者，佔全部噴藥次數的 70.0%，但卻無一符合標準者($0.5 \leq DR \leq 1.5$)。環保單位全年的噴藥次數為 20 次，但無曾進行藥效試驗者。總計，台南市共噴藥 30 次，其中 7 次為有提

供藥效試驗者(23.3%);同時衛生局及環保單位皆未採行試驗結果之建議。因此，台南市施噴殺蟲藥劑的稀釋倍數皆不符合標準。

(2)高雄市

高雄市衛生局為防治登革熱，至 103 年 10 月底前，共進行噴藥 197 次，其中 28 次(14.2%)為曾提供藥效試驗結果者;符合標準者為 4 次(14.3%);不符者 24 次(85.7%)。環保單位全年的噴藥次數為 255 次，其中 38 次(14.9%)為曾提供藥效試驗結果者;符合標準者為 21 次(55.3%);不符者 17 次(44.7%)。總計，高雄市總噴藥次數為 452 次，其中 66 次為有提供藥效試驗者(14.6%)，符合標準者為 25 次(37.9%)，不符者共 41 次(62.1%)。可見，高雄市雖有採行藥效試驗結果之建議，但比例仍較低。

(3)屏東縣

103 年 10 月底前，屏東縣衛生局共進行噴藥 5 次，其中有 1 次(20.0%)為曾提供藥效試驗結果者，但其稀釋倍數卻不符標準。環保單位全年噴藥 36 次中，有 6 次(16.7%)為曾提供藥效試驗結果者，但其稀釋倍數皆不符合標準($DR > 1.5$)。總計，屏東縣總噴藥次數為 41 次，其中 7 次(17.1%)為有提供藥效試驗者，但皆不符標準。可見，屏東縣衛生局及環保單位皆未採行藥效試驗結果的建議。

總而言之，台南市、高雄市及屏東縣衛生局所施噴藥劑的總次數皆少於環保單位者。至於，其所使用的藥劑中，有曾提供藥效試驗者的比例較多於環保單位者，但環保單位採行藥效試驗的比例多高於衛生局;可見，環保單位在稀釋藥劑時，多會遵照建議而行。

(三)公帑減省情形

將 103 年度台南市、高雄市及屏東縣使用殺蟲藥劑的稀釋倍數比值的符合($0.5 \leq DR \leq 1.5$)及不符合($DR < 0.5$ 或 $DR > 1.5$)數分別彙整後，再以噴藥地區使用的藥量乘上藥劑的單價即為其實際耗費的金額。若該地區的 DR 值介於 0.5~1.5 間，其與標準值($DR=1$)相減後則得出「減省」的金額;若該地區的 DR 值小於 0.5 或大於 1.5 時，則其與標準值($DR=1$)相減後得出的金額，則「溢支」的公帑金額。分析藥效試驗結果對三縣市執行登革熱防治工作的效益如表十一。

1.台南市

由於 103 年間，台南市衛生局並未採行藥效試驗的建議，因此並無減省金額(0 元)；溢支金額則為 991.4 元。環保單位則因所進行噴藥的區域皆無曾提供相關藥效試驗結果者，故亦無法計算金額的減省或及溢支。總計，103 年間，台南市共多支出了 991.4 元於登革熱化學防治上。

2.高雄市

103 年間，高雄市衛生局由於其所進行噴藥的區域中，曾提供相關藥效試驗結果的比例較低(14.2%)，同時符合標準的比例亦低(14.3%)，導致減省金額僅為 24,192.5 元，溢支金額卻高達 558,038.3 元。環保單位雖然在其所進行噴藥的區域中，曾提供相關藥效試驗結果的比例亦較低(14.9%)，但因其符合標準的比例較高(55.3%)；所以，其減省金額為 187,196.2 元，溢支金額為 191,572.9 元。總計，103 年間，高雄市減省了 211,388.7 元的公帑，但也浪費了 749,611.2 元。

3.屏東縣

屏東縣衛生局及環保單位由於皆未採行藥效試驗的建議，因此分別溢支了 2,970.9 及 35,965.3 元。總計，103 年間，屏東縣總共浪費公帑 38,936.2 元。

(四)噴藥品質

將 103 年度台南市、高雄市及屏東縣施噴殺蟲藥劑的次數及稀釋倍數比值依數值區分($DR < 0.5$, $0.5 \leq DR < 1.0$, $DR = 1$, $1.0 < DR \leq 1.5$, $DR > 1.5$)後，彙整於表十二。

1.台南市

103 年，台南市衛生局共進行噴藥 10 次，其 DR 值皆大於 1.5，全屬「過量噴灑」；可見衛生局的噴藥品質不佳。環保單位則共噴藥 20 次，其中 1 次為「無效噴灑」，5 次為「合格噴灑」，5 次為「精準噴灑」，2 次為「有效噴灑」，7 次為「過量噴灑」；可見，環保單位較為遵照建議稀釋倍數而施噴藥劑，噴藥品質較為良好，比例高達七成左右。總計 103 年間，台南市為防治登革熱計進行噴藥 30 次，符合品質要求的噴藥比例為四成左右。

2.高雄市

103 年間，高雄市衛生局共進行噴藥 197 次，其中 17 次為「無效噴灑」，39 次為「合格噴灑」，8 次為「有效噴灑」，133 次為「過量噴灑」；符合要求的噴灑比例僅二成左右，大

部分皆為過量噴藥，可見衛生局的噴藥品質較為不佳。環保單位則共噴藥 255 次，其中 20 次為「無效噴灑」，50 次為「合格噴灑」，26 次為「精準噴灑」，36 次為「有效噴灑」，123 次為「過量噴灑」；符合與不符合要求者約各半，可見環保單位較為遵照建議而施噴藥劑。總計 103 年間，高雄市為防治登革熱計進行噴藥 452 次，符合品質要求的噴藥比例約為三成三左右。

3.屏東縣

103 年間，屏東縣衛生局僅進行噴藥 5 次，其中 3 次為「無效噴灑」，2 次為「過量噴灑」，全部不符合要求；可見衛生局的噴藥品質不佳。環保單位則共噴藥 36 次，其中 4 次為「無效噴灑」，3 次為「合格噴灑」，8 次為「精準噴灑」，21 次為「過量噴灑」；符合要求的比例約為三成左右，可見環保單位較為遵照建議而施噴藥劑。總計 103 年間，屏東縣為防治登革熱計進行噴藥 41 次，符合品質要求的噴藥比例約為二成五左右。

綜上可見，台南市的噴藥品質較佳，而屏東縣較為自行其是；同時，環保單位較為遵守稀釋建議進行噴灑作業，其中又以台南市環保單位最為良好。

(五)年度預算支出

1.台南市

將 103 年台南市、高雄市及屏東縣衛生局及環保單位用於登革熱防治的年度預算及支出情形分別列於表十三。由表中可見，台南市衛生局 103 年度編列了 2,998,500 元的公務預算、沒有中央補助款，同時於今年採購藥劑 54,000 元；環保單位則編列了 336,000 元的公務預算，再加上 2,100,000 元的中央補助款，已全數用於採購殺蟲藥劑。比較二單位的預算及支出可見，衛生局的可用金額(公務預算與中央補助款總和)較環保單位為多，但未用於採購殺蟲藥劑；反而是環保單位將可用金額全數支出於殺蟲藥劑採購項目上，顯示環保單位採購藥劑的數量較多。

2.高雄市

高雄市衛生局今年編列了 21,450,000 元的公務預算、沒有中央補助款，目前有 4,713,685 元用於採購藥劑；環保單位則編列了 12,000,000 元公務預算，加上中央補助款 3,600,000 元，可用金額共有 15,600,000 元，其中 15,253,695 元已用於

採購藥劑。可見，衛生局的年度預算雖然較多，但用於採購殺蟲藥劑的比例較小；環保單位則幾乎全數(佔總額 97.8%)支出於殺蟲藥劑採購項目上，顯示環保單位採購藥劑的數量較多。

3.屏東縣

屏東縣衛生局於 103 年編列了 3,360,624 元的公務預算，加上中央補助款 3,430,000 元，共有 6,790,624 元，其中僅 934,650 元用以採購藥劑；環保單位則編列了 2,900,000 元，沒有中央補助款，但全數用於藥劑採購，因此採購藥劑的數量仍以環保單位較多。

一般而言，台南市、高雄市及屏東縣衛生局編列的登革熱防治年度預算均較環保單位為多，但僅屏東縣獲得中央補助款，同時衛生局通常皆較少用於採購殺蟲藥劑項目上。環保單位雖然年度預算編列較少，但除了屏東縣外，餘二縣市均獲得較多的中央補助款，同時幾乎全數用於藥劑採購項目上，故而環保單位使用的藥量當較衛生局為多。

伍、 討論

「合成除蟲菊」為目前世界上最被廣泛使用的殺蟲藥劑成份，亦是台灣目前最廣泛使用的殺蟲藥劑有效成份(徐 2001)。合成除蟲菊類殺蟲藥劑除具有廣效(對大部份農衛害蟲有效)、高效及速效外，更重要的是其可被陽光快速分解、不易污染環境且對人畜低毒，為一防治衛生害蟲理想的殺蟲劑(鄒 2006)。合成除蟲菊類又分擊昏型、致死型及兩者兼備者；擊昏型，有 Tetramethrin(治滅寧)、Bioallethrin(百亞列寧)、d-Allethrin(異亞列寧)等；致死型有 Cypermethrin(賽滅寧)、Deltamethrin(第滅寧)、Permethrin(百滅寧)及 Lambda-cyhalothrin(賽洛寧)等；兩者兼備者有 Kadethrin(剋特寧)、Tralomethrin(特多寧)、Cyfluthrin(賽飛寧)及 d-Tetramethrin(異治滅寧)等。

殺蟲藥劑的毒性取決於「劑量」，而「劑量」的多寡會影響其效果及副作用。一般都以「時間」(半數擊昏時間(KT₅₀)，百分之九十擊昏時間(KT₉₀)，半數致死時間(LT₅₀)，百分之九十致死時間(LT₉₀)、「濃度」(半數擊昏濃度(KC₅₀)，百分之九十擊昏濃度(KC₉₀)，半數致死濃度(LC₅₀)，百分之九十致死濃度(LC₉₀)或「劑量」(半數擊昏劑量(KD₅₀)，百分之九十擊昏劑量(KD₉₀)，半數致死劑量(LD₅₀)，百分之九十致死劑量(LD₉₀)等指標去評估殺蟲藥劑的藥效；然而，不同的指標皆有其不同適用的範圍：「時間」(KT₅₀、LT₅₀)係用於固定殺蟲劑量時，實驗生物對藥劑產生反應的時間(Etang J et al 2004)；「濃度」(KC₅₀、LC₅₀)適用於無

法確定致死劑量或受試者的體積等情況下，實驗動物對藥劑產生反應的濃度(Dapkus D and Merrell DJ 1977)，通常用於評估蚊蟲忌避劑或蚊香等效果；「劑量」(KD_{50} 、 LD_{50})則為每毫克殺蟲藥劑對每公斤實驗動物的毒性，通常用於較大型的實驗生物或口服毒的測定上(Sette A 1995)。

本研究選擇以「濃度」(KC_{50} 、 LC_{50} 及 LC_{99})進行殺蟲藥劑效果評估作業的原因有二：一、蚊蟲個體的體積、質量太小，不易測量，故不宜以「劑量」進行測定；二、當殺蟲藥劑實際應用於防疫作業時，第一首要考量是需要多少濃度/用量的殺蟲藥劑才能將病媒蚊消滅，而非藥劑使用後，多少時間會讓蚊子離開或減少到一定密度，故以「濃度」取代「時間」作為檢測標準。無論是KT或是KC，都僅能顯示該殺蟲藥劑擊昏該品系蚊蟲至某一程度所需的濃度，並無法判定該藥劑的擊昏效果；所以本研究依結果訂定擊昏比值(KR_{50})，將受測殺蟲藥劑對感受性品系埃及斑蚊的 KC_{50} 數值與 LC_{50} 數值相比後，可將受測殺蟲藥劑對埃及斑蚊的擊昏效力可分為三個程度：當 KR 值 <1 ，表示該藥劑具有擊昏蚊蟲的效力；當 $KR=1\sim 100$ ，表示該藥劑對蚊蟲雖具擊昏效應但效力不佳，蚊蟲可能會有復甦的現象產生；當 $KR>100$ ，則表示該藥劑對蚊蟲不具有擊昏的效力；如此一來，便可利用感受性品系埃及斑蚊的 KR 值去評估該藥劑的擊昏效力了。至於，評估蚊蟲對於藥劑的反應時，當以「死亡率」較具代表性。現場執行噴藥作業時，最好能依其需求選擇同時兼具擊昏(視覺效果)及撲殺(實際效果)且成效良好的複方藥劑使用(夏、林 2011)。

以往為了顧慮同時使用不同成份的合成除蟲菊類殺蟲藥劑會導致蚊蟲更快的產生交互或多重的抗性且不易恢復其敏感性，故而多建議採用單一有效成份(單方)，如今年所檢測的「虫光乳劑」(Deltamethrin 第滅寧)、「賽億寧」(賽滅寧 Cypermethrin)、「喜富寧乳劑」(Cyfluthrin 賽飛寧)及「安菊乳劑」(d-T80-Cyphenothrin 賽酚寧)等皆是；而為了兼顧防疫效果及民眾的觀感，故衛生局多選擇殺蟲藥劑有效成份同時具有擊昏及致死效果者，如「喜富寧乳劑」(Cyfluthrin 賽飛寧)、「除蟲寧乳劑」(Alphacypermethrin 亞滅寧)、「安菊乳劑」(Cyphenothrin 賽酚寧)及「正祝讚 2%w/w 乳劑」(Alphacypermethrin 亞滅寧)等；但因為只選用單一有效成份(單方)的殺蟲藥劑，反而容易造成南部地區於防治登革熱實施緊急噴藥時，經常面臨無藥可用或無從選擇的艱難困境。

事實上，兩種以上不同有效成份組成(複方)的殺蟲藥劑的優點較多，不但能提高殺蟲效力，甚至因具有擊昏的成份在內，還可減少民眾對於防治成效的疑慮；同時對毒性較高的有效成份也可因複方的配製而減輕其毒性並減少用藥量，因而降低防治成本(張 等人 2003)。由於蚊蟲容

易對合成除蟲菊類殺蟲藥劑產生抗性，故而近年來為了避免加劇其抗藥性發展，地方防疫單位已開始注意「輪替用藥」的策略，每年儘量使用不同的殺蟲藥施噴於不同地區，以高雄為例，去年(102年)以 Cypermethrin(賽滅寧)及 Alphacypermethrin(亞滅寧)為主，而今年(103年)則採有效成份多樣化，有 Cypermethrin(賽滅寧)、Alphacypermethrin(亞滅寧)、Deltamethrin(第滅寧)及 Cyphenothrin(賽酚寧)等。

目前登革熱防治用藥的建議方案為「以合成除蟲菊於戶內施噴、以有機磷施噴於戶外」，這是因為有機磷類殺蟲藥劑對人的毒性強，可能影響神經及生殖系統的功能、甚至有致癌的可能(潘 2007)；但由於有機磷類殺蟲藥劑的殘效性高，所以較除蟲菊類殺蟲藥劑更適用於戶外，故可自結果各地衛生局及環保局使用殺蟲藥劑一覽表可見，衛生局僅使用合成除蟲菊類殺蟲藥劑、不用有機磷類殺蟲藥劑，故使用的藥劑種類較少；而環保局主要負責戶外消毒，使用的藥劑種類較多元化，也較常使用有機磷類殺蟲藥劑。事實上，有機磷類殺蟲藥劑不易讓蚊蟲產生抗藥性、甚至是多重抗性或交互抗性，而且與其它種類殺蟲藥劑(合成除蟲菊類及氨基甲酸鹽類等)混用時，更能發揮其獨特性(劉 等人 2001)。目前亦有同時具機磷類與合成除蟲菊類的複方殺蟲藥劑，由於兩者毒理作用機制不同，加上合成除蟲菊類具擊昏效力、可彌補有機磷類僅具致死效果的不足，不失為防疫的另一選擇。若擔心該種複方殺蟲藥劑用於待內，可能造成人體較大的危害，亦可選擇對人畜毒性較低的有機磷類(如:Fenitrothion 撲滅松)搭配合成除蟲菊類的藥劑，同時以較低濃度施噴，便可提升防疫成效且降低生物危害。

不同地區品系埃及斑蚊對相同殺蟲藥劑的感受性/抗藥性會依地區的不同而隨時間變動。台南中西品系埃及斑蚊於 101 年，對虫光乳劑為「敏感性」，至 101 年變為「低抗性」，但 102 年又回復到「敏感性」。其因或為 101 年間，中西區有登革熱疫情發生，防疫單位雖然接受藥效試驗之建議，未再使用虫光乳劑，但卻使用了含有與虫光乳劑相同成份(Deltamethrin)者進行防治，因此可能導致了 102 年的抗性產生；其後，中西區並未施噴任何藥劑，故 103 年時，該品系又回復其敏感性。台南永康品系埃及斑蚊於 100、102 及 103 年間對虫光乳劑皆為「敏感性」，可能就是因為其時永康地區皆未施噴殺蟲藥劑的關係。高雄鳳山地區的埃及斑蚊在 100 年時，對虫光乳劑為「低抗性」，至 101 年恢復為「敏感性」；但由於 101 年間，鳳山地區雖無使用虫光乳劑，卻有使用其它多種除蟲菊精及有機磷類成分的殺蟲藥劑且用量較多(7種, 688.5 公升)，因此可能導致 102 年的抗性快速攀升為「中抗性」；然而 102 年間，由於使用藥劑的種類及量皆減少(1種, 118.0 公升)，故而 103 年又恢復為

「敏感性」。高雄三民地區的埃及斑蚊於 100 年，對虫光乳劑為「低抗性」，101 年為「敏感性」；但由於 101 年間使用了多種藥劑且用量較多（9 種，1077.5 公升），因此導致 102 年的抗性升為「低抗性」；而後 102 年間，施噴虫光乳劑的藥量減少（15.0 公升），故而又恢復為「敏感性」。高雄前鎮地區的埃及斑蚊在 100 及 101 年間，對虫光乳劑皆為「低抗性」；由於其後並無使用該藥劑，至 102 年則恢復為「敏感性」；同時，102 年施噴虫光乳劑的藥量亦少（9.0 公升），故仍維持其「敏感性」。

雖然每年各品系埃及斑蚊對同一殺蟲藥劑的「抗性程度」時有消長，但同一品系於不同年間的擊昏比值(KR)及感藥起始濃度的數值卻很相近，並無太大的差別。由於半數擊昏濃度(KR₅₀)、致死率達 99% 濃度(LC₉₉)及抗性比值(RR₉₉)等指標，所代表的只有進行試驗當下的蚊蟲對於殺蟲藥劑的反應，雖然會與先前藥劑的使用情形(藥量、濃度及施噴次數等)息息相關，但並無法充分表達其過去甚至未來的發展歷史及趨勢。KR₅₀及感藥起始濃度代表著藥劑對蚊蟲的基本作用機制，因此較不受抗性程度變動的影響。僅以單一指標評估「蚊蟲的抗藥性」，不但易流於片面甚至是冒險且危險的；因此，若要評估一品系蚊蟲的抗藥性及預測其未來的發展情形，最好能同時參考 KR₅₀、LC₉₉、RR₉₉、感藥起始濃度及感藥迴歸線斜率等 5 項指標，才能較為精確的評估及預測其抗性發展趨勢並據以訂定輪替用藥方案、正確選購及使用藥劑，方能避免蚊蟲抗藥性的急遽增加，進而提升防疫效能。

蚊蟲的抗藥性是「動態且可逆」的；蚊蟲可因長期接觸同一種殺蟲藥劑而對其產生抗性，亦可因停止接觸該藥劑而逐步恢復其敏感性。抗性種群的產生是蚊蟲受到殺蟲藥劑選汰之後的結果，當選汰壓力消失，蚊蟲的种群即會恢復其活性(陸 2002)。當蚊蟲不再接觸殺蟲藥劑後，其抗藥性程度通常會逐漸恢復成敏感性，如高雄前鎮品系對除蟲寧乳劑的抗性比值即由親代的 7.0 降至第三子代的 2.9，而該品系對正祝讚 2% w/w 乳劑更是從親代的 5.5 降至第三子代的 1.1；可見「輪替用藥」不但可降低抗藥性，甚至能避免抗藥性的發生。由於各種品系埃及斑蚊對各藥劑的恢復時間不同，更應長期且持續地進行抗藥性監測，以隨時掌握各地區埃及斑蚊的抗性程度及發展趨勢；同時，應於每次施噴藥劑前及先行完成藥效試驗，以確定其於各區塊施用時的最有效成分及最適當的使用濃度，減少多次噴藥所造成的公帑浪費與民怨積累。

抗藥性品系蚊蟲並非「無藥可治」，而是要使用正確的殺蟲藥劑、施噴適當的藥劑濃度、選擇合適的噴霧機具及精進噴藥人員的噴灑技術，才能提升噴藥的品質並確保防疫成效的提高，進而保護施藥人員及全民的健康安全。由於抗性的增長程度會較遠大於衰退的程度(胡 2003)，故

而除了持續監測蚊蟲抗藥性的發展趨勢外，更應逆向反思，確認埃及斑蚊對於不同殺蟲藥劑的抗性衰退週期；只有同時掌握了抗藥性的發展趨勢及衰退情形，才能有效的掌控病媒蚊的棲群密度。由於蚊蟲為了在艱困的環境中存活，個體的生理上必須付出對等的代價；所以具有抗性的蚊蟲其繁殖潛能將會逐漸下降(產卵數及卵的孵化率下降、或是生命週期的縮短等)(Kumar S et al 2009)，導致族群的數量因而受到影響(Brito LP et al 2013) 進而對藥劑的敏感度增加，但對藥劑的耐受性亦逐漸增加。

蚊蟲抗性的產生通常會與使用殺蟲藥劑的種類相關，事實上，殺蟲藥劑的使用方式才是造成抗藥性加劇的主要原因(陸 2002)。研究結果顯示，台南市及高雄市的衛生局及環保單位噴灑藥劑的方式，皆會依其使用藥劑種類的不同而異，但較不會受到施噴地區的影響；至於同種殺蟲藥劑如於不同地區使用時，則稀釋倍數亦均會有所不同。屏東縣衛生局僅在疫情發生時，才進行登革熱緊急化學防治工作，至於環保單位則負責例行性地噴藥工作，同時其施噴藥劑的方式幾乎皆以殘效噴灑為主，但稀釋的倍數在不同地區間仍會有所差異。衛生局與環保單位噴藥作業目的不同，衛生局係針對登革熱防治實施緊急噴藥作業為主；環保單位則以日常消毒為主、協助登革熱防治噴藥為輔；因此，環保單位的用藥量通常較多。同時，環保單位稀釋藥劑時較為採行藥效試驗的建議；因此施噴的濃度較低，噴藥的品質也較佳。衛生局則由於噴灑動作不當、稀釋藥劑各行其是，因此多為過量噴灑，導致噴藥品質較差；最後，不但使用濃度及藥量皆超過環境負荷，更會造成環境污、生態危害及蚊蟲抗藥性加劇的不良後果。

高雄市全年的使用藥劑量為環保局高於衛生局，而本署提供的藥效試驗結果則是衛生局多於環保局。就藥效試驗成果效益而論，衛生局擁有較多的藥效試驗結果，但卻較少參採；不過，由於環保局用藥量較大且「過量噴灑」或「無效噴灑」時所使用的藥量較多，故整體總計仍為「溢支」公帑。台南市則是僅有衛生局擁有本署提供的藥效試驗結果，但卻完全沒有採用且皆為「過量噴灑」，故而今年其殺蟲藥劑的支出皆為「溢支」而屏東縣的衛生局及環保局皆有超過 15% 的比例是有提供藥效試驗結果者，但兩單位皆完全無參採其結果，故整體總計仍為「溢支」公帑，且因環保局使用的藥劑量多於衛生局，故環保局的溢支金額是衛生局的 12 倍之多。一般而言，環保單位於噴藥方面的金額支出多高於衛生局者。

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 等人 2008);而正確的選擇有效的藥劑與劑量配合最佳噴灑組合的噴灑機具與精準嫻熟的噴灑技術,不但可以減少噴藥次數、縮減施噴範圍,延緩蚊蟲抗藥性的發展、減少藥劑的浪費及減省防疫預算的支出

進行化學防治時,藥劑的使用占有舉足輕重之位,據今年(103 年)各地防疫單位的殺蟲藥劑使用一覽表可見,各單位使用的藥劑種類、濃度、頻率皆不相同,甚至在同一縣市、相同行政區(村、里、鄰、大區塊)裏施噴的藥劑及濃度卻大相逕庭。然而「精準用藥」是防疫作戰中重要的防治課題,其不單只為了全體國民的健康,更是拯救各單位防疫財政黑洞的一帖良藥。所以本研究訂定藥效試驗結果參採效益的指標(DR 值),以評估各單位參考採行的情形。分析結果顯示,衛生局雖有較多的藥效試驗結果,但其參採的比例卻遠低於環保局者;而環保局藥劑的使用量雖然較多但因可參採的藥效試驗結果的數目較少,故公帑減省的金額亦較衛生局為少。各單位如皆能正確的參採藥效試驗建議的結果使用,除了可以提升用藥量的精準度外,更能避免公帑的浪費。

今年因高雄市爆發嚴重的登革熱疫情,截至 10 月底止,已累計近萬個本土登革熱病例、75 個登革出血熱病例且已有 8 人死亡;加上觀光旅遊、商業及交通的頻繁,導致除花蓮縣及離島金門、馬祖外,無一倖免於難,可見,登革熱將不再只是南部民眾的夢魘,全台民眾實應在疫情發生之前做好萬全的準備。近年因觀光旅遊及國際貿易的頻繁,使得登革熱疫情範圍擴大,就連在台灣北邊的日本皆已有疫情爆發,顯示登革熱已漸有北移的情況。除此之外,日本當地僅有登革熱的次要傳播媒介-白線斑蚊,但今年(截至 10 月底止),已有 160 例確定的病例;同時,與台灣地理位置相近,但亦只有白線斑蚊分布的中國大陸廣東省,其累計的登革病例數已達 42,358 人,其中有 20 例登革出血熱,且有 6 人死亡。由上述情形可見,埃及斑蚊及白線斑蚊皆能造成嚴重的登革熱疫情,而我們身處兩種斑蚊皆有的台灣,怎能掉以輕心?

為了避免登革熱疫情的發生,平日就應時常動手清除孳生源,以減少病媒蚊落地生根的機會;一旦疫情爆發,更應擴大孳生源清除的範圍,必要時需以化學防治當作最後一道防線,以迅速控制疫情。而為避免蚊蟲抗藥性的急遽增加,除應長期且持續地進行抗藥性監測,以隨時掌握各地區埃及斑蚊的抗性程度及發展趨勢;同時,應於每次施噴藥劑前及先行完成藥效試驗,以確定其於各區塊施用時的最有效成分及最適當的使用濃度,減少多次噴藥所造成的公帑浪費與民怨積累。若要自根本避免抗藥性的產生,應逆向反思並確認埃及斑蚊對各種殺蟲藥劑的抗性衰退週期,以訂定良好的輪替用藥方案,正確選購及使用藥劑,才能延緩

蚊蟲抗藥性的發展。未來更應擴大抗藥性監測研究的範圍，逐步將全台灣各地區品系埃及斑蚊及白線斑蚊均納入監測系統，經由長期且持續地進行抗藥性檢測試驗，以隨時掌握全台灣各地區登革熱病媒蚊的抗性程度及發展趨勢。同時，深入研究抗藥性蚊蟲的繁殖潛能與殺蟲藥劑使用濃度間的平衡關係，以最少藥劑的使用量達到最大降低蚊蟲棲群密度的目標，再加上若以埃及斑蚊抗藥性衰退週期配合其繁殖潛能數值，將可以掌握抗藥性蚊蟲族群較為衰弱的時期，適時地加強孳生源清除的工作，以減少藥劑的浪費、避免生態污染，同時保障防疫人員身體健康與維護民眾生活品質，最後自根本降低登革熱防疫預算與社會成本的支出。

陸、 結論與建議

- 一、 評估殺蟲藥劑的擊昏及致死效果，應以「濃度」(擊昏濃度，致死濃度)較具有代表性；「時間」(擊昏時間，致死時間)僅能反映民眾的觀感度及接受度。
- 二、 單方殺蟲藥劑容易使蚊蟲出現抗藥性，故建議使用兩種以上不同有效成份(單除蟲菊精類、單有機磷類或除蟲菊精類及有機磷類搭配使用)組成(複方)的殺蟲藥劑不但能提高殺蟲效力，甚至因同時具有擊昏的成份在內，還可減少民眾對於防治成效的疑慮；同時對於毒性較高的有效成份也可因複方的配製而減輕其毒性並減少用藥量，因而降低防治成本。
- 三、 目前發現埃及斑蚊對殺蟲藥劑的抗藥性至少需要至第三子代之後(約半年)才能恢復其敏感性，故應及早監測具不同抗性的不同品系埃及斑蚊對特定殺蟲藥劑的抗藥性消長週期，同時匯整所有抗藥性消長資料以了解埃及斑蚊對不同除蟲菊類殺蟲藥劑的抗性消長週期，以訂定「埃及斑蚊抗藥性的消長標準」，提供防疫單位訂定確切輪替用藥方案的依據。
- 四、 由於蚊蟲抗藥性會影響該品系的繁殖潛能，故應進行抗藥性品系埃及斑蚊繁殖潛能的研究，以了解抗藥性蚊蟲的繁殖潛能與殺蟲藥劑使用濃度間的平衡關係，期以最少的藥量達到最大降低蚊蟲棲群密度的目標，進而自根本減省防疫公帑。
- 五、 為增加化學防治的效力，應於登革熱疫情爆發前，即先行完成各地區擬用於防疫的殺蟲藥劑的藥效試驗，確認其於當地施噴的最適當濃度；同時擴大受測的地區及藥劑的種類，以即時且全面的提供防疫資訊，適時調整大規模噴藥的施噴濃度並減少施噴次數及縮減噴藥範圍，避免藥劑的濫用及保護生態環境及民眾身體健康。
- 六、 台南市、高雄市及屏東縣環保局使用的藥劑量遠大於衛生局，但所擁有的藥效試驗結果卻少之又少。為增進防疫效能、降低環保

污染、節省公帑，應擴大殺蟲藥劑檢測範圍，將空間與殘效噴灑所使用的有機磷與合成除蟲菊之複方類殺蟲藥劑一併納入試驗範圍，確認其於當地防治埃及斑蚊時，所需施噴的最適當濃度，以提升用藥的精準度及整體防疫效能。

- 七、 每一年野外品系對各殺蟲藥劑的感受性及抗藥性皆有所差異，故應長期且持續性的進行各地區埃及斑蚊抗藥性的監測研究，隨時掌握其抗性程度與發展趨勢，以提供防疫單位正確選用藥劑並避免環境污染及斑蚊抗藥性的急劇產生。
- 八、 近年台灣全島皆已出現本土性登革熱疫情的爆發，而北部地區更爆發多起登革熱群聚感染案例，顯示登革熱疫情已有擴張的情況，故應將白線斑蚊分布地區一併納入抗藥性監測研究範圍，先期持續建立埃及斑蚊及白線斑蚊對於各種殺蟲藥劑的感藥性基線，用以訂定「殺蟲藥劑藥效的分級標準」，以評估各殺蟲藥劑對於斑蚊撲殺效果的優劣，作為防疫單位購置藥劑及使用時的參考指標；同時建立各品系白線斑蚊的感藥迴歸線，於疫情發生時可即時提供防疫單位用藥參考與當下施噴最適濃度，以有效防止疫情擴大並迅速消滅流行範圍。
- 九、 防疫人員沒有參採藥效試驗結果，亦幾乎不參考藥瓶標示的建議稀釋倍數就隨意稀釋藥劑，甚至不熟稔藥劑稀釋作業流程，導致施噴濃度過高；故應經常舉辦各項相關教育訓練，加強同仁防疫專業使熟諳噴藥作業規劃、藥劑稀釋流程並提升噴灑技能，確保科學化、精準化的落實噴藥工作，以有效防疫並避免藥劑的誤用，同時維護民眾居家生活品質。

柒、 參考文獻

1. 中國。2008：深圳市病媒生物監測與控制專案工作指南。中國：深圳市衛生局。59 頁
2. 王正雄。2007。登革熱病媒蚊防治實務與孳生源清除。取自 http://www.epa.gov.tw/attachment_file/200705/。
3. 任樟堯，邱再平，楊天賜，陸龍喜。2008。臨海市蚊、蠅、蜚蠊對 7 種殺蟲劑的抗性調查。中國媒介生物學及控制雜誌 19(3)：206-208 頁。
4. 吳懷慧、張念台。1990。埃及斑蚊與白線斑蚊取食率之比較。中華昆蟲 10：433-442 頁。
5. 周欽賢、連日清、王正雄。1988。醫學昆蟲學。南山堂出版社印行。536 頁。
6. 胡興強。2003。家蠅對辛硫磷抗性預測研究。中華衛生殺蟲藥械 9(2):10-14

7. 夏維泰、吳和生、楊依潔、羅林巧。2011。登革熱防治常用殺蟲藥劑對台灣南部地區埃及斑蚊的藥效。疫情報導 27(3):28-35 頁。
8. 夏維泰、林秀品。2011。登革熱病媒蚊抗藥性監測研究(第一年)。48 頁。行政院衛生署疾病管制局 100 年度科技研究發展計畫。(DOH100-DC-2017)。
9. 夏維泰、潘炤穎、陳昶勳、林懿薇。2008。2006 年高雄市登革熱緊急防治成效評估。疫情報導 24(1):21-35。
10. 孫洪武、韓召軍、王萌長。2000。南京農業大學學報 23 (3):29-32。
11. 徐爾烈。2001。環境用藥有機磷殺蟲劑及殺菌劑使用安全評估。253 頁。行政院環保署 90 年度計畫。(EPA-90U1J1-02-103)。
12. 徐爾烈。2007。登革熱病媒蚊生態分布與調查防治。取自 http://www.epa.gov.tw/attachment_file/200705/。
13. 張應闢、司袁仁、閻丙申。2003。衛生殺蟲劑復配的選擇及應用。醫學動物防制 19(9): 516-520。
14. 陸寶麟。2002。媒介蚊蟲化學防治的思考。中華衛生殺蟲藥械 8(1):3-5。
15. 黃清臻。2004。殺蟲劑的科學複配與綜合防治。中華衛生殺蟲藥械 10(3):170-173。
16. 葛應欽。1989。登革熱流行病學—登革熱在台灣之流行。Kaohsiung J. Med. Sci. 5:1-11。
17. 鄒欽。2006。消毒殺蟲藥械使用中存在的兩大誤區。中華衛生殺蟲藥械 12(5):360-361。
18. 劉龍慶、周培盛、王峰。2001。中華衛生殺蟲藥械 7(3):35-37。2. 李永紅。2001。農藥的發展與人類的健康。生物學通報 36(5):12-13。
19. Brito LP, Linss JG, Lima-Camara TN, Belinato TA, Peixoto AA, Lima JB, Valle D, Martins AJ. 2013. Assessing the effects of *Aedes aegypti* kdr mutations on pyrethroid resistance and its fitness cost. PLoS One. 8(4):e60878
20. Brooke BD, Kloke G, Hunt RH, Koekemoer LL, Temu EA, Taylor ME, Small G, Hemingway J, and Coetzee M. 2001. Bioassay and biochemical analyses of insecticide resistance in southern African *Anopheles funestus* (Diptera: Culicidae). Bull. Entomol. Res. 91: 265-272.
21. Dapkus D. and Merrell DJ. 1977. Genetics Soc America: 87(4):685-697.
22. Etang J, Chandre F, Guillet P, Manga L. Malar J. 2004. Reduced bio-efficacy of permethrin EC impregnated bednets against an *Anopheles gambiae* strain with oxidase-based pyrethroid tolerance. Journal Article, Research Support, Non-U.S. Gov't .10.1186/1475-2875-3-46.
23. Honório NA, Nogueira RM, Codeço CT, Carvalho MS, Cruz G, Magalhães Mde A, de Araújo JM, de Araújo ES, Gomes MQ, Pinheiro LS, da Silva

- Pinel C, Lourenço-de-Oliveira R. Spatial evaluation and modeling of Dengue seroprevalence and vector density in Rio de Janeiro, Brazil. 2009. *PLoS Negl Trop Dis*, 3(11):e545. doi: 10.1371/journal.pntd.0000545.
24. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change. 2007. Chapter 1: Historical Overview of Climate Change Science.
<http://ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch1.html>.
 25. Jose OC. 2007. Defeating dengue: A difficult task ahead, *Bulletin of the World Health Organization*, 85 (10): 737-738.
 26. Kara KB-B and Elder JP. 2009. Multi-modal *Aedes aegypti* mosquito reduction interventions and dengue fever prevention. *Tropical Medicine & International Health* 14: 1542-1551.
 27. Kumar S, Thomas A, Samuel T, Sahgal A, Verma A, Pillai MK. 2009. Diminished reproductive fitness associated with the deltamethrin resistance in an Indian strain of dengue vector mosquito, *Aedes aegypti* L. *Trop Biomed*, 26(2):155-64.
 28. Lima E, Paiva MH, de Araújo AP, da Silva EV, da Silva UM, de Oliveira LN, Santana AE, Barbosa CN, de Paiva Neto CC, Goulart MO, Wilding CS, Ayres CF, de Melo Santos MA. 2011. Insecticide resistance in *Aedes aegypti* populations from Ceará, Brazil. *Parasit Vectors*. 4: 5.
 29. Maria LGM, Maria TMA, Otrera VCG, Carvalho LR, Caldas Júnior AL, Brogdon WG. 2007. Association of insecticide use and alteration on *Aedes aegypti* susceptibility status. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, Rio de Janeiro. 102(8):895-900.
 30. Nauen, R. 2007. Perspective insecticide resistance in disease vectors of public health importance. *Pest. Manag. Sci.* 63:628-633.
 31. Pimsamarn S, Sornpeng W, Akksilp S, Paeporn P, Limpawitthayakul M. 2009. Detection of insecticide resistance in *Aedes aegypti* to organophosphate and synthetic pyrethroid compounds in the north-east of Thailand. *Bull World Health Organ.* 33(21): 194-202.
 32. Rosenzweig, C. A., X. B. Iglesias, P.R. Yang, E. Epstein, and E. Chivian. 2001. Climate change and extreme weather events. Implications for food production, plant diseases and pest. *Global Change and Human Health* 2:90-104.
 33. Scott TW, Naksathit A, Day JF, Kittayapong P, & Edman JD. (1997). A fitness advantage for *Aedes aegypti* and the viruses it transmits when females feed only on human blood. *American Journal of Tropical Medicine & Hygiene*, 57: 235-239.
 34. Sette A, Vitiello A, Reheman B, Fowler P, Nayersina R, Kast WM, Melief CJ, Oseroff C, Yuan L, Ruppert J, Sidney J, Guercio MFD, Southwood S, Kubo RT, Chesnut RW, Grey HG and Chisari FV. 1995. The relationship between class I binding affinity and immunogenicity of potential cytotoxic T

- cell epitopes. *The Journal of Immunology*:153(12)5586-5592
35. Tang ZH, and Wood RJ. 1986. Comparative study of resistance to organophosphate and carbamate insecticides in four strains of the *Culex pipiens* L. complex (Diptera: Culicidae). *Bull. Ent. Res.* 76: 505-511.
 36. WHO-VMI Dengue Vaccine Modeling Group, Beatty M, Boni MF, Brown S, Buathong R, Burke D, Coudeville L, Cummings DA, Edelman R, Farrar J, Focks DA, Gomes MG, Guignard A, Halstead S, Hombach J, Knerer G, Koelle K, Lam FC, Lang J, Longini I, Medlock J, Namgyal P, Powell M, Recker M, Rohani P, Standaert B, Struchiner C, Teyssou R, Wearing H. 2012. Assessing the potential of a candidate dengue vaccine with mathematical modeling. *PLoS Negl Trop Dis.* 6(3):e1450.
 37. World Health Organization. 2013. Dengue and dengue haemorrhagic fever. Fact sheet 117. Available: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/en/>. Accessed on 2013 September.

捌、 圖表

表一、受測野外品系埃及斑蚊與殺蟲藥劑一覽表

蚊蟲品系	殺蟲藥劑			
	品名	劑型	有效成份	藥瓶標示稀釋倍數
台南市 中西 永康 北區 南區 安南	虫光乳劑	乳劑	Deltamethrin 2.8% w/w	10~25
	優克 10.6%w/w 水基乳劑	水基乳劑	Cypermethrin 10.6% w/w	300~500
	逸利寧乳劑	乳劑	Deltamethrin 2.4% w/w	600
	喜富寧乳劑	乳劑	Cyfluthrin 5.1% w/w	100~150
	雙勝 6% 混合乳劑	乳劑	Fenvalerate 5.0% w/w Lambda-cyhalothrin 1.0% w/w	400~600
高雄市 鳳山 三民 前鎮	正祝讚 2% w/w 乳劑	乳劑	Alphacypermethrin 2.0% w/w	100~300
	虫光乳劑	乳劑	Deltamethrin 2.8% w/w	10~25
	安菊乳劑	乳劑	Cyphenothrin 5% w/w	300
	除蟲寧乳劑	乳劑	Alphacypermethrin 3.0% w/w	400
	賽億寧乳劑	乳劑	Cypermethrin 5.0 w/w	10~40
	逸利寧乳劑	乳劑	Deltamethrin 2.4% w/w	600

表二、受測殺蟲藥劑對感受性品系斑蚊的藥效

殺蟲藥劑品名	半數擊昏濃度 KC ₅₀ (v/v%)	半數致死濃度 LC ₅₀ (v/v%)	擊昏比值 (KR ₅₀)	致死率達 99%濃度 LC ₉₉ (v/v%)	建議 稀釋倍數
喜富寧乳劑 ¹	1.5×10 ⁻³	1.2×10 ⁻⁴	12.5	1.9×10 ⁻³	256.8
雙勝 6%混合乳劑 ¹	3.3×10 ⁻⁴	3.5×10 ⁻⁵	9.4	1.9×10 ⁻³	263.8
賽億寧乳劑 ¹	2.7×10 ⁻³	3.0×10 ⁻⁴	9.0	4.0×10 ⁻³	125.8
除蟲寧乳劑 ¹	5.2×10 ⁻⁴	1.2×10 ⁻⁴	4.3	6.6×10 ⁻⁴	760.1
安菊乳劑 ¹	4.7×10 ⁻⁴	1.5×10 ⁻⁴	3.1	2.2×10 ⁻³	227.1
尚蓋好 2.35%w/w 乳劑 ²	1.1×10 ⁻²	3.5×10 ⁻⁵	3.1	1.8×10 ⁻³	284.8

備註：1. 埃及斑蚊
2. 白線斑蚊

表三、受測殺蟲藥劑對台南市各品系埃及斑蚊的藥效

殺蟲藥劑品名	蚊蟲品系	半數擊昏濃度	致死率達 99%濃度	建議	抗性比值	抗性程度	分級推薦
		KC ₅₀ (v/v%)	LC ₉₉ (v/v%)	稀釋倍數	RR ₉₉		
虫光乳劑	中西	1.9×10 ⁻³	9.8×10 ⁻³	51.1	1.6	S	推薦使用
	永康	2.4×10 ⁻³	3.8×10 ⁻³	130.6	0.6	S	推薦使用
優克 10.6%w/w 水基乳劑	中西	9.6×10 ⁻⁴	4.0×10 ⁻³	126.4	1.8	S	推薦使用
	永康	4.1×10 ⁻⁴	1.3×10 ⁻³	395.2	0.6	S	推薦使用
逸利寧乳劑	中西	1.6×10 ⁻³	3.5×10 ⁻³	143.5	0.9	S	推薦使用
	永康	1.3×10 ⁻³	4.5×10 ⁻³	111.8	1.1	S	推薦使用
	北區	2.5×10 ⁻³	7.3×10 ⁻³	68.5	1.9	S	推薦使用
	南區	1.3×10 ⁻³	2.2×10 ⁻³	226.5	0.6	S	推薦使用
	安南	1.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻³	254.5	0.5	S	推薦使用
喜富寧乳劑	中西	2.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻³	254.0	1.0	S	推薦使用
	北區	1.6×10 ⁻⁴	6.2×10 ⁻³	81.1	3.2	LR	輪替使用
雙勝 6%混合乳劑	永康	2.0×10 ⁻³	3.5×10 ⁻³	141.6	1.9	S	推薦使用

表四、受測殺蟲藥劑對高雄市各品系埃及斑蚊的藥效

殺蟲藥劑品名	蚊蟲品系	半數擊昏濃度	致死率達99%濃度	建議	抗性比值	抗性程度	分級推薦
		KC ₅₀ (v/v%)	LC ₉₉ (v/v%)	稀釋倍數	RR ₉₉		
虫光乳劑	高雄鳳山	2.8×10 ⁻³	2.7×10 ⁻³	182.7	0.5	S	推薦使用
	高雄三民	2.3×10 ⁻³	9.3×10 ⁻³	53.9	1.6	S	推薦使用
	高雄前鎮	2.7×10 ⁻³	6.2×10 ⁻³	80.6	1.0	S	推薦使用
逸利寧乳劑	高雄鳳山	8.0×10 ⁻³	4.1×10 ⁻³	122.3	1.0	S	推薦使用
	高雄三民	2.1×10 ⁻³	3.1×10 ⁻³	163.4	0.8	S	推薦使用
	高雄前鎮	3.6×10 ⁻³	5.0×10 ⁻³	101.1	1.3	S	推薦使用
正祝讚 2%w/w 乳劑	高雄鳳山	3.8×10 ⁻³	6.1×10 ⁻³	81.6	1.7	S	推薦使用
	高雄三民	3.6×10 ⁻³	3.8×10 ⁻³	132.2	1.3	S	推薦使用
	高雄前鎮	2.1×10 ⁻²	2.0×10 ⁻²	25.3	5.5	LR	輪替使用
除蟲寧乳劑	高雄鳳山	7.6×10 ⁻⁴	1.2×10 ⁻³	420.0	1.8	S	推薦使用
	高雄三民	9.3×10 ⁻⁴	2.4×10 ⁻³	205.9	3.7	LR	輪替使用
	高雄前鎮	1.9×10 ⁻³	4.6×10 ⁻³	108.5	7.0	LR	輪替使用
賽億寧乳劑	高雄鳳山	3.6×10 ⁻³	3.3×10 ⁻³	150.6	1.1	S	推薦使用
	高雄三民	7.6×10 ⁻³	9.1×10 ⁻³	54.9	3.0	LR	輪替使用
	高雄前鎮	8.3×10 ⁻⁴	5.1×10 ⁻³	98.3	1.7	S	推薦使用
安菊乳劑	高雄鳳山	8.5×10 ⁻⁴	3.8×10 ⁻³	130.6	1.7	S	推薦使用
	高雄三民	8.6×10 ⁻⁴	3.2×10 ⁻³	158.1	1.4	S	推薦使用
	高雄前鎮	1.3×10 ⁻³	4.0×10 ⁻³	125.3	1.8	S	推薦使用

表五、100~103 年虫光乳劑抗藥性監測

蚊蟲品系	年	擊昏比值 KR ₅₀	致死率達 99% 濃度 LC ₉₉ (v/v%)	抗性比值(RR ₉₉)	感藥起始濃度 (v/v%)
台南中西	101	3.6	7.3 x10 ⁻³	1.2	1.9 x10 ⁻⁵
	102	10.0	2.0 x10 ⁻²	3.3	1.6 x10 ⁻⁵
	103	7.0	9.8 x10 ⁻³	1.6	1.3 x10 ⁻⁵
台南永康	100	1.9	9.3 x10 ⁻³	1.6	4.6 x10 ⁻⁵
	102	6.5	9.9 x10 ⁻³	1.7	3.8 x10 ⁻⁵
	103	6.8	3.8 x10 ⁻³	0.6	4.8 x10 ⁻⁵
高雄鳳山	100	1.9	4.2 x10 ⁻²	7.2	6.6 x10 ⁻⁵
	101	3.9	2.6 x10 ⁻³	0.4	1.5 x10 ⁻⁵
	102	66.6	9.8 x10 ⁻²	16.5	3.2 x10 ⁻⁵
	103	131.7	2.7 x10 ⁻³	0.5	4.3 x10 ⁻⁵
高雄三民	100	1.3	1.8 x10 ⁻²	3.1	1.3 x10 ⁻⁴
	101	12.9	7.9 x10 ⁻⁴	0.1	1.7 x10 ⁻⁶
	102	8.0	1.8 x10 ⁻²	3.0	2.2 x10 ⁻⁵
	103	4.0	9.3 x10 ⁻³	1.6	5.7 x10 ⁻⁵
高雄前鎮	100	1.2	4.1 x10 ⁻²	7.0	1.7 x10 ⁻⁴
	101	6.2	3.9 x10 ⁻²	6.6	2.5 x10 ⁻⁵
	102	3.4	9.6 x10 ⁻³	1.6	3.3 x10 ⁻⁵
	103	4.5	6.2 x10 ⁻³	1.0	6.8 x10 ⁻⁵

表六、高雄前鎮品系對受測殺蟲藥劑的抗藥性

殺蟲藥劑品名	世代	半數擊昏濃度 KC ₅₀ (v/v%)	致死率達 99% 濃度 LC ₉₉ (v/v%)	抗性比值 RR ₉₉	抗性程度
正祝讚 2%w/w 乳劑	親代	2.0×10 ⁻³	2.0×10 ⁻²	5.5	LR
	第一	2.2×10 ⁻³	1.7×10 ⁻²	4.7	LR
	第二	7.3×10 ⁻⁴	1.7×10 ⁻²	4.6	LR
	第三	2.5×10 ⁻⁴	3.9×10 ⁻³	1.1	S
除蟲寧乳劑	親代	2.7×10 ⁻⁴	4.6×10 ⁻³	7.0	LR
	第一	2.7×10 ⁻⁴	3.7×10 ⁻³	5.6	LR
	第二	1.6×10 ⁻⁴	3.1×10 ⁻³	4.7	LR
	第三	1.5×10 ⁻⁴	1.9×10 ⁻³	2.9	LR

表七、103 年台南市殺蟲藥劑使用情形表

單位	品名	稀釋倍數	實際稀釋 ³ 倍數	稀釋 ⁴ 倍數 比值	施噴地區	使用 藥劑量(L)			使用溶劑量 (L)	
									乙二醇(99.8% v/v)	
									單價:	
						總量	合計	金額	總量	金額
衛生局	優克 10.6%W/W 水基乳劑	395.2 ²	101.0	3.9	永康	1.6	4.5	1710.0	80.0	9680.0
		382.7 ²	101.0	3.8	安南	0.2			10.0	
		300-500 ¹	101.0	3.0	東區	0.2			10.0	
		395.2 ²	81.0	4.9	永康	0.5			20.0	
		300-500 ¹	81.0	3.7	東區	0.75			30.0	
		196.6 ²	81.0	2.4	南區	1.25			50.0	
	小計					4.5	1710.0	200.0	9680.0	
環保局	中西全菊乳 劑	80-200 ¹	200.0	0.4	東區	1.0	4.0	3600.0	-	-
			61.0	1.3	北區	2.0			-	-
			20.0	4.0	東區	1.0			9.5	416.1
	正祝讚 2%w/w 乳劑	100-300 ¹	101.0	1.0	安南	6.0	7.0	6300.0	-	-
			20.0	5.0	安南	1.0			9.5	416.1

立除寧乳劑	100-500 ¹	20.0	5.0	中西	1.0	1.0	900.0	9.5	416.1
利住旺 10% 殺蟲乳劑	160 ¹	251.0	0.6	永康、南區	20.0	27.0	6480.0	-	-
		201.0	0.8	安平	2.0				
		168.0	1.0	永康	3.0				
		61.0	2.6	西港	2.0				
快克利乳劑	100-400 ¹	101.0	1.0	中西、安平	8.0	12.0	8640.0	-	-
		31.0	3.2	北區	4.0				
惠友 20%乳劑	500 ¹	401.0	1.2	東區	1.0	1.0	1000.0	-	-
賽多 20%乳劑	800-1600 ¹	251	31.2	東區	2.0	4.0	4000.0	-	-
		10.9	73.4	東區	2.0				
小計						56.0	30920.0	28.5	1248.3
總計						60.5	32630.0	228.5	10834.2

備註：「-」：表示以清水稀釋藥劑，不含乙二醇成份

1. 藥瓶標示稀釋倍數
2. 藥效試驗建議稀釋倍數
3. 地區噴藥實際稀釋倍數
4. DR 值

表八、103 年高雄市殺蟲藥劑使用情形表

單位	品名	稀釋倍數	實際稀釋 ³ 倍數	稀釋 ⁴ 倍數 比值	施噴地區	使用 藥劑量(L)			使用溶劑量 (L)	
									乙二醇(99.8% v/v)	
									單價:	
						總量	合計	金額	總量	金額
衛生局	正祝讚 2%w/w 乳劑	25.3 ²	32.0	0.8	前鎮	111.3	682.0	341000.0	2962.0	109594.0
		132.2 ²	32.0	4.1	三民	5.5			155.0	5735.0
		81.6 ²	32.0	2.6	鳳山	10.2			316.2	11699.4
		100-300 ¹	32.0	3.1	小港、左營、林園、 楠梓、鼓山、旗津	82.5			2549.8	94342.6
		100-300 ¹	21.0	4.7	烏松	3.5			70.0	2590.0
		25.3 ²	9.0	2.8	前鎮	111.0			888.0	32856.0
		81.6 ²	9.0	9.1	鳳山	88.0			704.0	26048.0
		132.2 ²	9.0	14.7	三民	29.0			232.0	8584.0
		100-300 ¹	9.0	11.1	小港、仁武、左營、 岡山、林園、前金、 苓雅、烏松、新興、 楠梓、路竹、鼓山、 旗山、鹽埕	241.0			1928.0	71336.0
	立滅寧	100-200 ¹	33.0	3.0	內門	0.1	334.1	329088.5	3.2	118.4
		126.0 ²	9.0	14.0	前鎮	62.0			496.0	18352.0

	166.4 ²	9.0	18.5	鳳山	71.0			568.0	21016.0
	193.2 ²	9.0	21.5	三民	81.0			648.0	23976.0
	100-200 ¹	9.0	11.1	小港、左營、美濃、 苓雅、茄苳、新興、 鼓山、旗山、橋頭	120.0			960.0	35520.0
快克利乳劑	100-400 ¹	401.0	0.3	小港、仁武、鼓山	1.5	260.0	187200.0	-	-
	177.5 ²	201.0	0.9	前鎮	125.5				
	13.5 ²	201.0	0.1	鳳山	15.0				
	33.7 ²	201.0	0.2	三民	3.5				
	100-400 ¹	201.0	0.5	大社、大寮、小港、 左營、林園、苓雅、 鼓山、旗津	40.5				
	177.5 ²	200.0	0.9	前鎮	3.0				
	13.5 ²	200.0	0.1	鳳山	16.0				
	33.7 ²	200.0	0.2	三民	3.0				
	100-400 ¹	200.0	0.5	左營、苓雅、鼓山	13.0				
	100-400 ¹	37.4	2.7	左營	5.5				
	177.5 ²	7.0	25.5	前鎮	33.5				
亞寧乳劑	50-100 ¹	9.0	5.6	三民、小港、仁武、 左營、岡山、林園、 前金、前鎮、苓雅、 新興、鼓山、旗山、 鳳山、彌陀、鹽埕	200.0	200.0	-	1400.0	51800.0
得力興速 倍達	800 ¹	2001.0	0.4	岡山	0.1	63.8	28582.4	-	-
		1001.0	0.8	仁武	0.2				

		401.0	2.0	三民	1.5				
				前鎮					
				苓雅					
		201.0	4.0	大社	5.0				
				大寮					
				前金					
				路竹					
		134.3	6.0	三民	1.5				
		67.7	11.8	三民	12.0				
				苓雅					
				新興					
				旗山					
		58.1	13.8	鳳山	3.5				
		45.4	17.6	岡山	4.5				
		19.2	41.7	鳳山	11.0				
		18.4	43.5	前鎮	11.5				
		15.3	52.3	三民	14.0				
第寧淨蟲	40-160 ¹	32.0	1.3	三民	1.0	71.5	96525.0	2077.0	76849.0
				大寮、小港、前鎮、 鼓山、鳳山	62.5			-	-
				大寮	8.0			-	-
賽億寧乳劑	10-40 ¹	41.0	0.2	苓雅	0.5	115.5	43890.0	10.0	370.0
	98.3 ²	32.0	3.1	前鎮	31.0			480.5	17778.5

	10-40 ¹	32.0	0.3	苓雅、大社、小港、 仁武、左營、苓雅、 鼓山	12.5			209.3	7742.3
	54.9 ²	21.0	2.6	三民	1.0			10.0	370.0
	10-40 ¹	21.0	0.5	岡山、湖內	2.0			20.0	740.0
	98.3 ²	14.3	6.9	前鎮	1.5			10.0	370.0
	10-40 ¹	11.0	0.9	大社、大寮、仁武	6.0			30.0	1110.0
		9.0	1.1	前金、苓雅	5.0			20.0	740.0
	54.9 ²	7.7	7.2	三民	3.0			20.0	740.0
	10-40 ¹	7.7	1.3	路竹	3.0			10.0	370.0
	150.6 ²	6.0	25.1	鳳山	4.0			10.0	370.0
	54.9 ²	6.0	9.2	三民	3.0			10.0	370.0
	10-40 ¹	6.0	1.7	岡山、新興	8.0			20.0	740.0
	98.3 ²	5.4	18.2	前鎮	4.5			10.0	370.0
	10-40 ¹	5.0	2.0	旗山	5.0			10.0	370.0
	54.9 ²	3.1	17.7	三民	9.5			10.0	370.0
	150.6 ²	2.4	62.7	鳳山	14.0			10.0	370.0
速沛乳劑	1200-2400 ¹	200.0	6.0	小港、前金、苓雅、 新興、鼓山、鳳山、 三民、前鎮、楠梓、 鼓山	108.0	108.0	26960.0	-	-
速益乳劑	120-240 ¹	1001.0	0.1	三民	20.0	412.0	184576.0	-	-
		201.0	0.6	大社、小港、仁武、 前鎮、苓雅、新興、	392.0				

				鼓山、旗山、旗津、 鳳山、三民、前金						
		200.0	1.7	三民、小港、前金、 前鎮、苓雅、鳳山	57.0			-	-	
喜富寧乳劑	100-150 ¹	16.0	0.2	三民、大寮、大樹、 小港、仁武、左營、 前金、前鎮、美濃、 苓雅、新興、楠梓、 鼓山、鳳山	417.0	417.0	562950.0	2919.0	108003.0	
登熱治殺 蟲劑	200-500 ¹	16.0	3.2	三民、大寮、大樹、 小港、仁武、左營、 前金、前鎮、苓雅、 楠梓、鼓山、旗山、 鳳山、燕巢、鹽埕	429.0	431.0	47841.0	3019.0	111703.0	
		9.0	0.6	前鎮	2.0					
小計						3094.9	1848612.9	22785.0	843148.8	
環保局	中西全菊 乳劑	80-160 ¹	101.0	0.8	小港	46.0	285.0	256500.0	-	-
			51.0	1.6	大寮	4.0			100.0	4037.0
			33.0	2.4	小港	127.0			2032.0	82031.8
			32.0	2.5	小港	58.0			899.0	36292.6
			22.0	3.6	小港	33.0			-	-
			17.0	4.7	大寮	2.0			16.0	645.9
			4.0	20.0	大寮	15.0			22.5	908.3
	正祝讚 2%w/w 乳劑	132.2 ²	201.0	0.7	三民	3.0	348.8	174395.0	-	-
		132.2 ²	101.0	1.3	三民	6.0			-	-

	100-300 ¹	51.0	2.0	彌陀	5.0			125.0	5046.3	
		38.5	2.6	彌陀	4.0			75.0	3027.8	
		25.3 ²	33.0	0.8	前鎮			210.8	3372.6	136153.5
		25.3 ²	21.0	1.2	前鎮			112.0	1120.0	45214.4
		132.2 ²	17.0	7.8	三民			3.0	24.0	968.9
		132.2 ²	9.5	13.9	三民			4.0	17.0	686.3
		132.2 ²	9.0	14.7	三民			1.0	4.0	161.5
立除寧	100-500 ¹	17	5.9	大寮	16.0	16.0	8000.0	128.0	5167.4	
立減寧	100-200 ¹	166.4 ²	146.2	1.1	鳳山	100.0	369.1	405988.0	7260.0	293086.2
		166.4 ²	111.0	1.5	鳳山	49.5			2772.5	109907.3
		166.4 ²	110.0	1.5	鳳山	66.0			3597.0	145210.9
			100.0	1.0	楠梓	2.0			99.0	3996.6
			79.6	1.3	鹽埕	9.8			384.4	15518.2
			33.0	3.0	楠梓、六龜	23.3			374.4	15114.5
			19.0	5.3	楠梓	3.0			27.0	1090.0
			18.2	5.5	鹽埕	34.1			185.0	7468.5
		193.2 ²	17.0	11.4	三民	14.0			112.0	4521.4
100-200 ¹	12.5	8.0	楠梓	5.4	31.0	1251.5				
166.4 ²	1.9	88.4	鳳山	51.0	22.5	908.3				
好吉利	100-200 ¹	231.0	0.4	鹽埕	0.5	447.9	313530.0	-	-	
		221.0	0.5	鹽埕	1.0			-	-	
		201.0	0.5	小港、左營、楠梓	159.0			-	-	
		200.0	0.5	楠梓、左營	205.0			-	-	

		151.0	0.7	鼓山	13.0			-	-
		101.0	1.0	小港、左營、鹽埕	7.4			-	-
		100.0	1.0	鹽埕	62.0			-	-
安菊乳劑	158.1 ²	401.0	0.4	三民	151.0	1214.2	1019919.6	-	-
	158.1 ²	400.0	0.4	三民	13.0			2593.5	104699.6
	158.1 ²	367.4	0.4	三民	250.0			-	-
	125.3 ²	321.0	0.4	前鎮	3.0			480.0	19377.6
	158.1 ²	301.0	0.5	三民	29.0			750.0	30277.5
	300 ¹	301.0	1.0	烏松	27.0			-	-
	158.1 ²	300.0	0.5	三民	215.0			897.0	36211.9
	300 ¹	300.0	1.0	楠梓	6.0			-	-
	125.3 ²	299.2	0.4	前鎮	5.7			-	-
	125.3 ²	272.0	0.5	前鎮	62.8			8508.1	343470.0
	300 ¹	255.0	1.2	烏松	79.0			-	-
	158.1 ²	226.0	0.7	三民	4.0			-	-
	300 ¹	201.0	1.5	岡山	71.0			-	-
	158.1 ²	200.0	0.8	三民	230.0			298.5	12050.4
	300 ¹	200.0	1.5	左營、岡山	3.0			-	-
	300 ¹	151.0	2.0	楠梓	6.0			-	-
	125.3 ²	100.0	1.3	前鎮	28.0			1386.0	55952.8
	300 ¹	81.0	3.7	大寮	24.0			-	-
		51.0	5.9	大寮	25.0			-	-
33.0		9.1	楠梓	22.7	363.2	26611.9			

		20.0	15.0	新興	27.0			256.5	10354.9
	158.1 ²	16.0	9.9	三民	3.0			22.5	908.3
百力寶水性液劑	200-500 ¹	151.0	1.3	楠梓	9.0	49.0	44345.0	-	-
		101.0	2.0	鼓山	6.0			-	-
		100.0	2.0	楠梓	5.0			247.5	9991.6
		33.0	6.1	楠梓	27.0			432.0	17439.8
		32.0	6.3	楠梓	2.0			31.0	1251.5
虫光乳劑	10-25 ¹	33.0	0.3	楠梓	15.0	108.0	11988.0	240.0	9688.8
		31.0	0.3	岡山	2.0			30.0	611.2
		30.0	0.3	岡山	3.0			45.0	1816.7
		22.0	0.5	鼓山	32.0			336.0	13564.3
		17.0	0.6	鼓山、大寮	20.0			160.0	6459.2
		8.0	1.3	小港	25.0			87.5	3532.4
		5.1	2.0	小港	11.0			22.5	908.3
助蟲斃	40 ¹	41	1.0	前鎮、岡山、林園、 鳥松	446.7	446.7	200135.0	-	-
快克利乳劑	100-400 ¹	401.0	0.2	前金、鹽埕	105.0	617.0	444240.0	-	-
		301.0	0.3	新興、旗山	156.0			-	-
		201.0	0.5	鼓山、茄萣	36.0			-	-
		176.9	0.6	鼓山	13.0			-	-
		161.0	0.6	新興	6.0			-	-
		151.0	0.7	茄萣、楠梓、鼓山	67.5			-	-
		126.0	0.8	鹽埕	5.0			-	-

		101.0	1.0	鼓山、鹽埕	94.0			-	-
快克利液劑	160-400 ¹	501.0	0.3	旗山	71.0	212.0	116600.0	-	-
		393.0	0.4	大寮	5.0			-	-
		361.0	0.4	大寮	5.0			-	-
		212.4	0.8	三民	22.0			-	-
		201.0	0.8	永安、鼓山	11.0			-	-
		200.0	0.8	永安	1.5			-	-
		151.0	1.1	三民、大寮	74.5			525.0	21194.3
		101.0	1.6	三民	17.0			-	-
		81.0	2.0	新興	5.0			-	-
		尚蓋好 2.35%w/w 乳劑	300 ¹	706.9	0.4			內門	68.0
601.0	0.5			內門	41.0	-	-		
300.0	1.0			永安	14.0	-	-		
76.0	3.9			內門	3.0	112.5	4541.6		
45.4	6.6			三民	8.0	1120.0	45214.4		
33.0	9.1			三民	97.0	1552.0	62654.2		
30.0	10.0			三民	13.0	188.5	7609.7		
17.0	17.6			內門	1.0	72.0	2906.6		
				新興	8.0	-	-		
除蟲寧乳劑	80-160 ¹	186.0	0.4	彌陀	2.3	2.3	874.0	-	-
得力興速 倍達	400 ¹	801.0	0.5	岡山、燕巢	67.0	90.0	10371.0	-	-
		501.0	0.8	旗津	10.0			-	-

		300.0	1.3	楠梓	5.0			-	-
		41.0	9.8	杉林	2.0			40.0	1614.8
		34.3	11.7	杉林	6.0			100.0	4037.0
速沛乳劑	1200-2400 ¹	1201.0	1	林園、桃源、前鎮	35.3	3188.9	765326.4	13800.0	557106.0
		1200.0	1	林園	31.0			18584.5	750256.3
		1001.0	1.2	六龜	5.3			-	-
		1000.0	1.2	永安	2.0			-	-
		801.0	1.5	林園	20.0			16000.0	645920.0
		769.5	1.6	前鎮	127.1			-	-
		601.0	2	前鎮、林園、前金、 燕巢、仁武	480.3			-	-
		600.0	2.0	前鎮、鼓山	114.0			760.8	30711.5
		563.5	2.1	湖內	16.0			-	-
		554.1	2.2	鼓山	157.0			-	-
		501.0	2.4	苓雅、湖內、鼓山、 旗津、林園	536.5			-	-
		435.6	2.8	鳳山	214.0			-	-
		400.0	3.0	三民	16.0			3192.0	128861.0
		371.0	3.2	甲仙	10.0			-	-
		301.0	4.0	三民、小港、鳳山	742.0			-	-
		227.1	5.3	田寮	34.5			-	-
		201.0	6.0	三民	2.0			200.0	8074.0
				三民、鼓山	319.5			-	-
		200.0	6.0	三民	13.0			1293.5	52218.6

		194.5	6.2	三民	39.0			3773.5	152336.2
		162.2	7.4	鼓山	8.8			-	-
		151.0	7.9	大寮、三民	182.0			-	-
		101.0	12.0	楠梓	12.0				
		100.0	12.0	前鎮	53.6			2655.2	107190.4
		63.5	18.9	湖內	8.0			-	-
淨效滅寧	25-50 ¹	17.0	1.5	三民、林園	126.5	126.5	48070.0	92920.0	3751180.4
喜富寧乳劑	100-150 ¹	151.0	0.7	鹽埕	52.0	932.8	1099305.0	3900.0	157443.0
		101.0	1.0	前金	38.5			1925.0	77712.3
		92.0	1.1	前鎮	557.3			25355.4	1023595.5
		44.0	2.3	前金	35.5			763.3	30812.4
		33.0	3.0	三民	37.0			592.0	23899.0
		32.0	3.1	三民	46.0			736.0	29712.3
		24.0	4.2	大寮	2.0			23.0	928.5
		17.0	5.9	大寮、前金、鹽埕	86.0			1268.0	27774.6
		16.0	6.3	大寮	2.0			15.0	605.6
9.0	11.1	大寮	4.0	16.0	645.9				
登熱治殺蟲劑	200-500 ¹	290.5	0.02	左營	2.0	31.8	35298.0	-	-
		130.0	0.03	左營	1.8			116.0	4682.9
		101.0	0.05	左營	5.0			250.0	10092.5
		33.0	6.1	左營	19.0			304.0	4521.4
		18.0	11.1	左營	1.0			8.5	343.1
		16.0	12.5	鼓山	3.0			22.5	908.3
萬克	41.9 ²	110.0	0.4	鳳山	11.0	386.0	135100.0	599.5	24201.8

10.6%w/w 乳劑	41.9 ²	51.0	0.8	鳳山	81.0			2025.0	81749.3
	250-400 ¹	33.0	7.6	小港	45.0			720.0	16793.9
	41.9 ²	17.0	2.5	鳳山	123.0			984.0	18731.7
	41.9 ²	16.0	2.5	鳳山	16.0			120.0	4844.4
	41.9 ²	15.5	2.6	鳳山	110.0			800.0	32296.0
滿點 20%乳劑	300 ¹	201.0	1.5	茄萣	27.5	27.5	27500.0	-	-
賽億寧乳劑	10-40 ¹	13.5	0.7	彌陀	40.0	92.0	34960.0	250.0	10092.5
		11.0	0.9	燕巢	3.0			15.0	605.6
		8.5	1.2	彌陀	40.0			150.0	6055.5
		8.0	1.3	燕巢	9.0			31.5	1271.7
小計					9293.9	5311257.5	237815.6	9600617.6	
總計					12388.8	7159870.4	260600.6	10443766.4	

備註：「-」：表示以清水稀釋藥劑，不含乙二醇成份

1. 藥瓶標示稀釋倍數
2. 藥效試驗建議稀釋倍數
3. 地區噴藥實際稀釋倍數
4. DR 值

表九、103 年屏東縣殺蟲藥劑使用情形表

單位	品名	稀釋倍數	實際稀釋 ³ 倍數	稀釋 ⁴ 倍數 比值	施噴地區	使用 藥劑量(L)			使用溶劑量 (L)	
						總量	合計	金額	乙二醇(99.8% v/v)	
									單價:	
						總量	合計	金額	總量	金額
衛生局	得力興速倍達	258.3 ²	68.0	3.8	東港	9.0	9.0	4032.0	-	-
	登熱治殺蟲劑	200 ¹	731.0	0.3	屏東市	1.5	1.5	1665.0	219.0	15330.0
	賽普寧	800-1600 ¹	16.0	50.0	里港	1.0	1.0	500.0	-	-
	小計							11.5	6197.0	219.0
環保局	必飛滅乳劑	250 ¹	13.0	19.2	內埔	60.0	60.0	21000.0	-	-
	必滅水水基乳劑	250 ¹	11.0	22.7	屏東市	160.0	160.0	56000.0	-	-
	正百寧 5%乳劑	40-80 ¹	5.0	8.0	枋寮	10.0	10.0	5000.0	-	-
	利住旺 10%殺蟲乳劑	160 ¹	68.0	2.4	萬丹	6.0	6.0	1440.0	-	-
	快克利乳劑	100-400 ¹	101.0	1.0	屏東市	48.0	62.0	46500.0	-	-
			30.0	3.3	萬丹	14.0				
	快滅寧液劑	10-40 ¹	16.0	0.6	屏東市	2.0	2.0	1800	-	-
得力興速倍達		258.3 ²	61.0	4.2	東港	36.0	94.0	16128.0	2.5	250.0
		649.0 ²	61.0	10.6	屏東市	54.0		24192.0	-	-

	258.3 ²	3.5	73.8	東港	4.0		1792.0		
第寧淨蟲	40-160 ¹	41.0	1.0	東港、枋寮、長治	60.0	60.0	31500.0	-	-
賽普寧	800-1600 ¹	101.0	7.9	屏東市	33.0	40.0	9900.0	-	-
		16.0	50.0	屏東市、潮洲、九如	6.0		3000.0	-	-
		15.0	53.3	潮洲	1.0		500.0	-	-
速飛淨	400 ¹	9.0	44.4	里港	50.0	50.0	-	-	-
速益乳劑	120-240 ¹	301.0	0.4	來義	50.0	50.0	22400.0	-	-
陶吉寧乳劑	200-800 ¹	101.0	2.0	萬丹	48.0	48.0	-	-	-
賽億寧乳劑	10-40 ¹	101.0	0.1	東港	60.0	180.0	22800.0	-	-
		41.0	0.2	鹽埔、枋寮	30.0		11400.0	-	-
		21.0	0.5	新園	30.0		11400.0	-	-
		11.0	0.9	屏東市	60.0		22800.0	-	-
小計						822.0	170802.0	2.5	250.0
總計						833.5	176999.0	221.5	15580.0

備註：「-」：表示以清水稀釋藥劑，不含乙二醇成份

1. 藥瓶標示稀釋倍數
2. 藥效試驗建議稀釋倍數
3. 地區噴藥實際稀釋倍數
4. DR 值

表十、103 年度台南市、高雄市及屏東縣殺蟲藥劑使用情形總表

縣市	單位	藥劑種類	總計 ¹	使用殺蟲藥劑量(L)				乙二醇(L) ⁴	
				空間噴灑 ²	殘效噴灑 ³	小計	合計	總量	合計
台南市	衛生局	1	8	4.5	-	4.5	60.5	200.0	228.5
	環保單位	7		5.0	51.0	56.0		28.5	
高雄市	衛生局	11	24 ¹	2251.1	843.8	3094.9	12388.8	22785.0	260600.6
	環保單位	22		3347.1	5946.8	9293.9		237815.6	
屏東縣	衛生局	3	14 ¹	1.5	10.0	11.5	833.5	219.0	221.5
	環保單位	14		4.0	818.0	822.0		2.5	

備註：1. 衛生局及環保單位有使用相同殺蟲藥劑

2. 使用乙二醇(99.8% v/v)為溶劑

3. 使用清水為溶劑

4. 乙二醇濃度為 99.8%

表十一、103年台南市、高雄市及屏東縣藥效試驗參採情形及成果效益總表

縣市	單位	噴藥次數 ¹ (藥劑-地區-濃度)	提供藥效試驗 ² 結果數 (比例)	稀釋倍數 ³ 比值(DR) 符合數 (比例)	最低 ⁴ 減省 金額	稀釋倍數 ⁵ 比值(DR) 不符合數 (比例)	溢支 ⁴ 金額
台南市	衛生局	10	7(70.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	7(100.0%)	991.4
	環保單位	20	0(0.0%)	0(0.0%)	-	0(0.0%)	-
	總計	30	7(23.3%)	0(0.0%)	0(0.0%)	7(100.0%)	991.4
高雄市	衛生局	197	28.0(14.2%)	4.0(14.3%)	24192.5	24.0(85.7%)	558038.3
	環保單位	255	38.0(14.9%)	21.0(55.3%)	187196.2	17.0(44.7%)	191572.9
	總計	452	66.0(14.6%)	25.0(37.9%)	211388.7	41.0(62.1%)	749611.2
屏東縣	衛生局	5	1(20.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	1(100.0%)	2970.9
	環保單位	36	6(16.7%)	0(0.0%)	-	6(100.0%)	35965.3
	總計	41	7(17.1%)	0(0.0%)	0(0.0%)	7(100.0%)	38936.2

備註:1.不同殺蟲藥劑於不同地區施噴不同濃度數

2.施藥地區所使用藥劑為曾提供藥效試驗結果之次數

3. $0.5 \leq DR \leq 1.5$

4.噴藥地區的用藥實際耗費金額-估算應使用藥量金額(以 $DR=1$ 為標準),若 $0.5 \leq DR \leq 1.5$ 則為減省之金額,若 $DR < 0.5$ 或 $DR > 1.5$ 則為溢支金額

5. $DR < 0.5$ 或 $DR > 1.5$

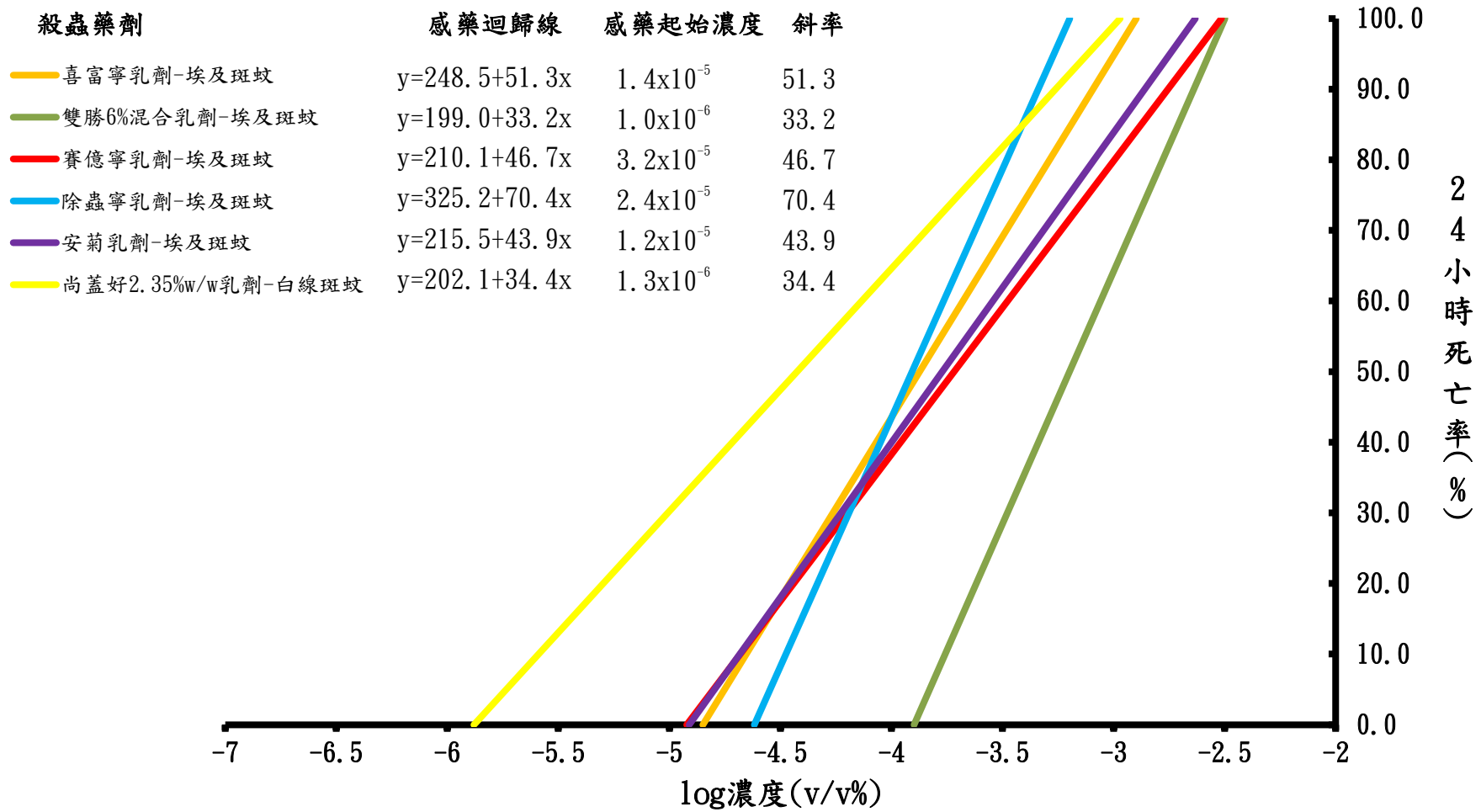
表十二、103年台南市、高雄市及屏東縣藥效試驗噴藥品質表

縣市	單位	噴藥次數 ¹ (地區-濃度-次數)	無效噴灑 (DR<0.5)	合格噴灑 (0.5≤DR<1.0)	精準噴灑 (DR=1.0)	有效噴灑 (1.0< DR≤1.5)	過量噴灑 (DR>1.5)
台南市	衛生局	10	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	10(100.0%)
	環保單位	20	1(5.0%)	5(25.0%)	5(25.0%)	2(10.0%)	7(35.0%)
	總計	30	1(3.3%)	5(16.7%)	5(16.7%)	2(6.7%)	7(23.3%)
高雄市	衛生局	197	17(8.6%)	39(19.8%)	0(0.0%)	8(4.1%)	133(67.5%)
	環保單位	255	20(7.8%)	50(19.6%)	26(10.2%)	36(14.1%)	123(48.2%)
	總計	452	37(8.2%)	89(19.7%)	26(5.8%)	44(9.7%)	256(56.6%)
屏東縣	衛生局	5	3(60.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	0(0.0%)	2(40.0%)
	環保單位	36	4(11.1%)	3(8.3%)	8(22.2%)	0(0.0%)	21(58.3%)
	總計	41	7(17.1%)	3(7.3%)	8(19.5%)	0(0.0%)	23(56.1%)

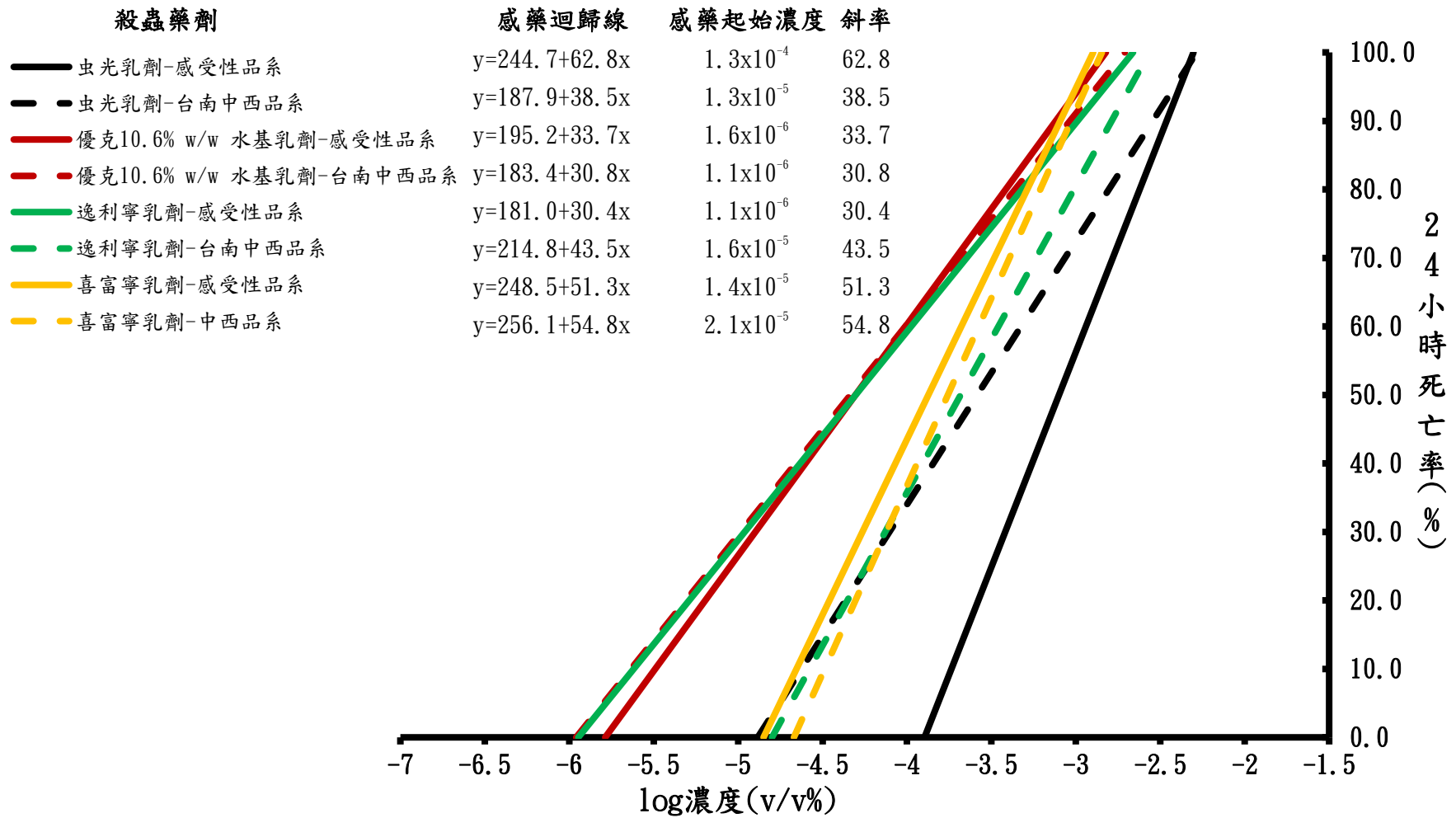
備註:1.不同殺蟲藥劑於不同地區施噴不同濃度數

表十三、103 年度台南市、高雄市及屏東縣登革熱防治預算及支出表

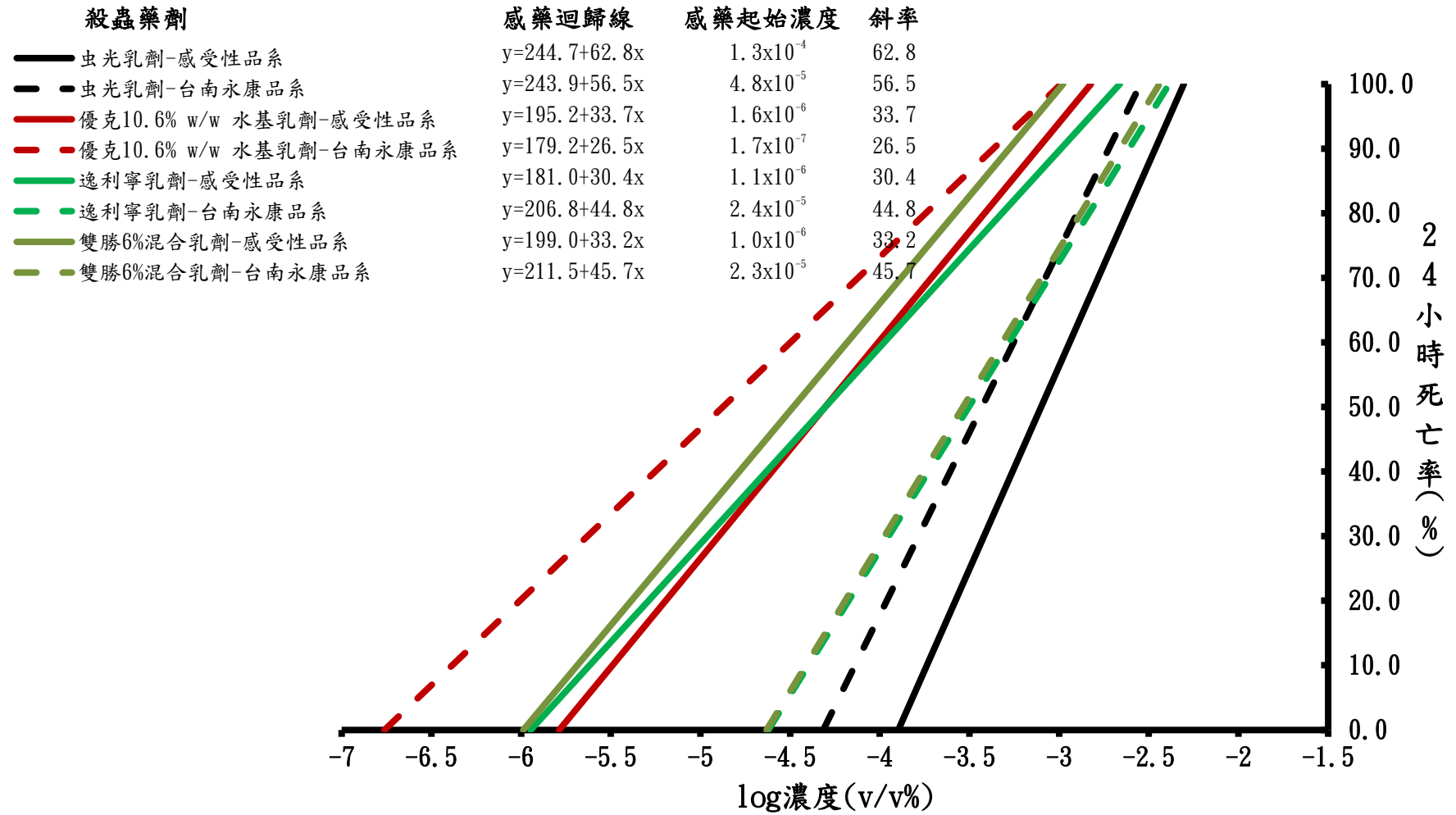
	台南市		高雄市		屏東縣	
	衛生局	環保單位	衛生局	環保單位	衛生局	環保單位
公務預算	2,998,500	336,000	21,450,000	12,000,000	3,360,624	2,900,000
中央補助款	0	2,100,000	0	3,600,000	3,430,000	0
採購殺蟲藥劑費用	54,000	2,436,000	4,713,685	15,253,695	934,650	2,900,000



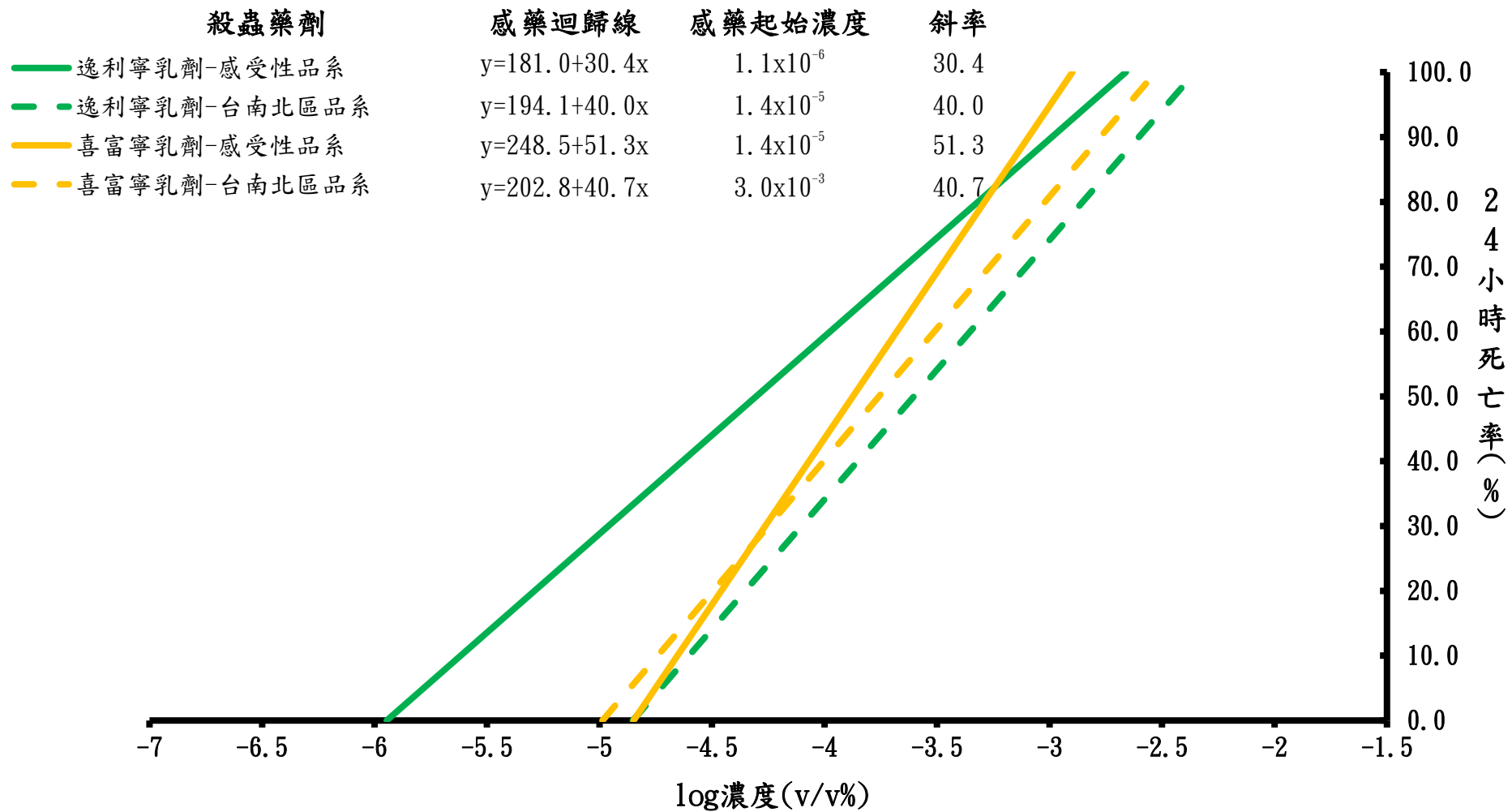
圖一、感受性品系斑蚊對各殺蟲藥劑的感藥性基線



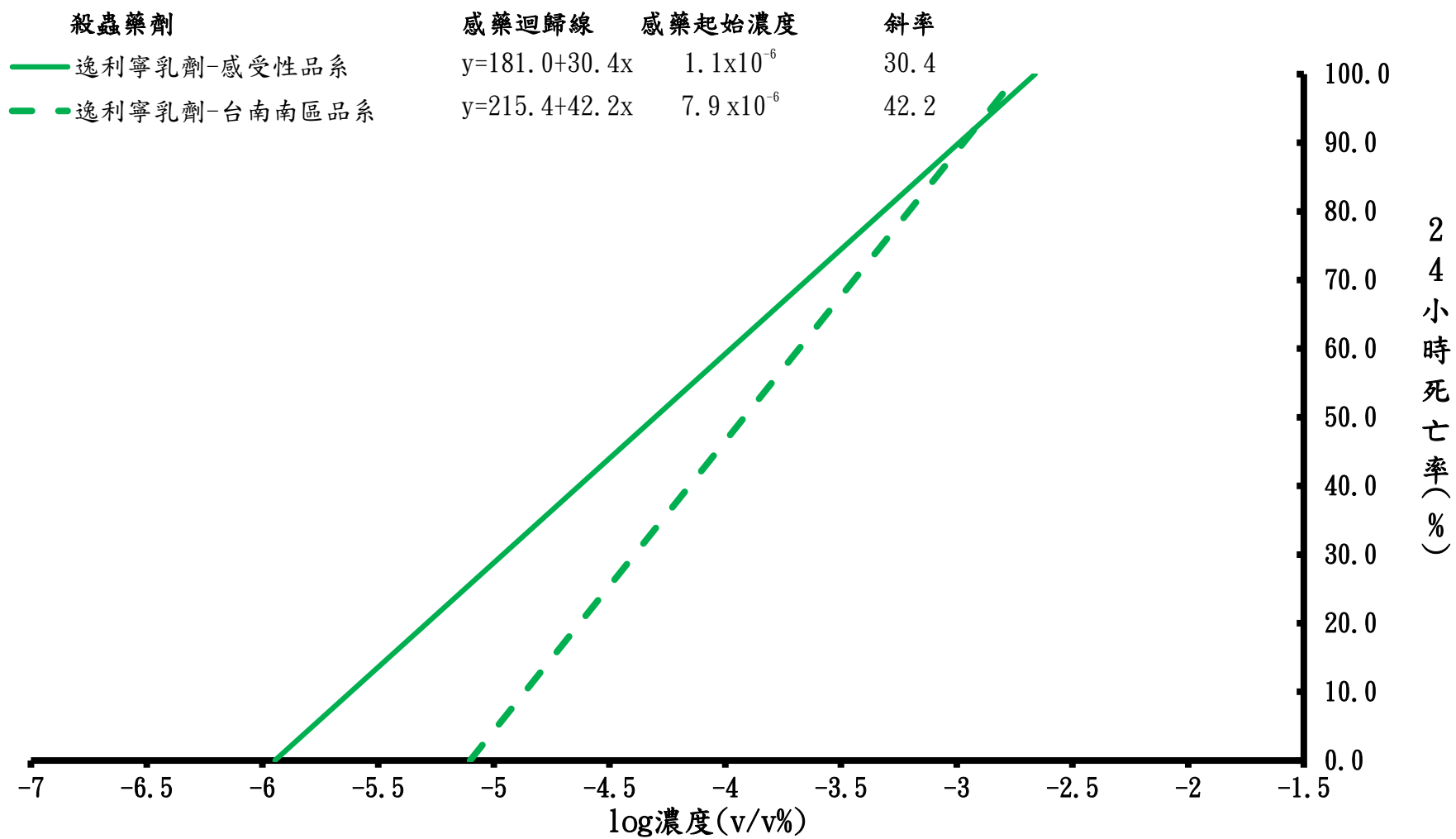
圖二、台南中西品系埃及斑蚊對各殺蟲藥劑的感藥性基線



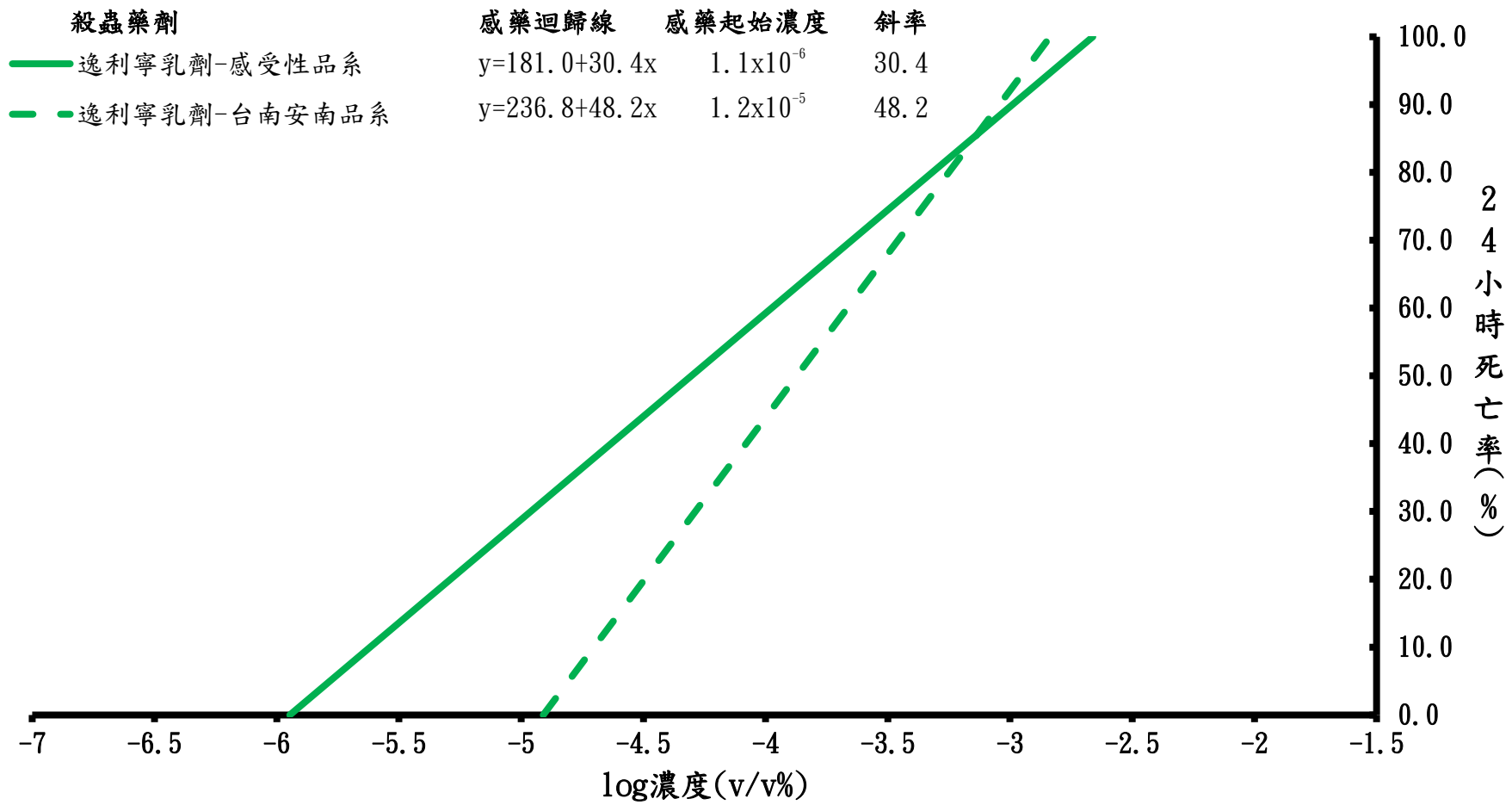
圖三、台南永康品系埃及斑蚊對各殺蟲藥劑的感藥迴歸線



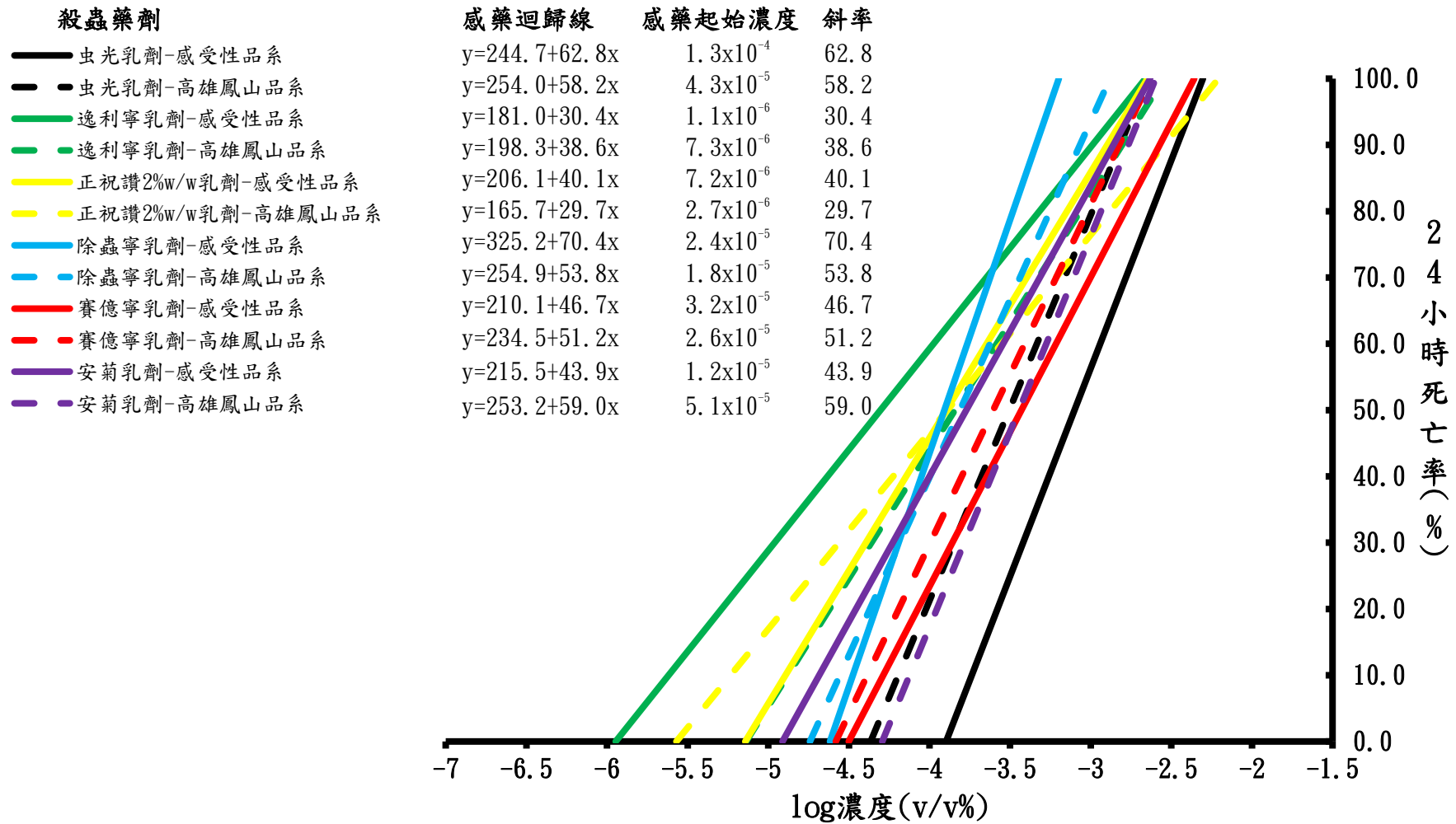
圖四、台南北區品系埃及斑蚊對逸利寧乳劑的感藥迴歸線



圖五、台南南區品系埃及斑蚊對逸利寧乳劑的感藥迴歸線



圖六、台南安南品系埃及斑蚊對逸利寧乳劑的感藥迴歸線

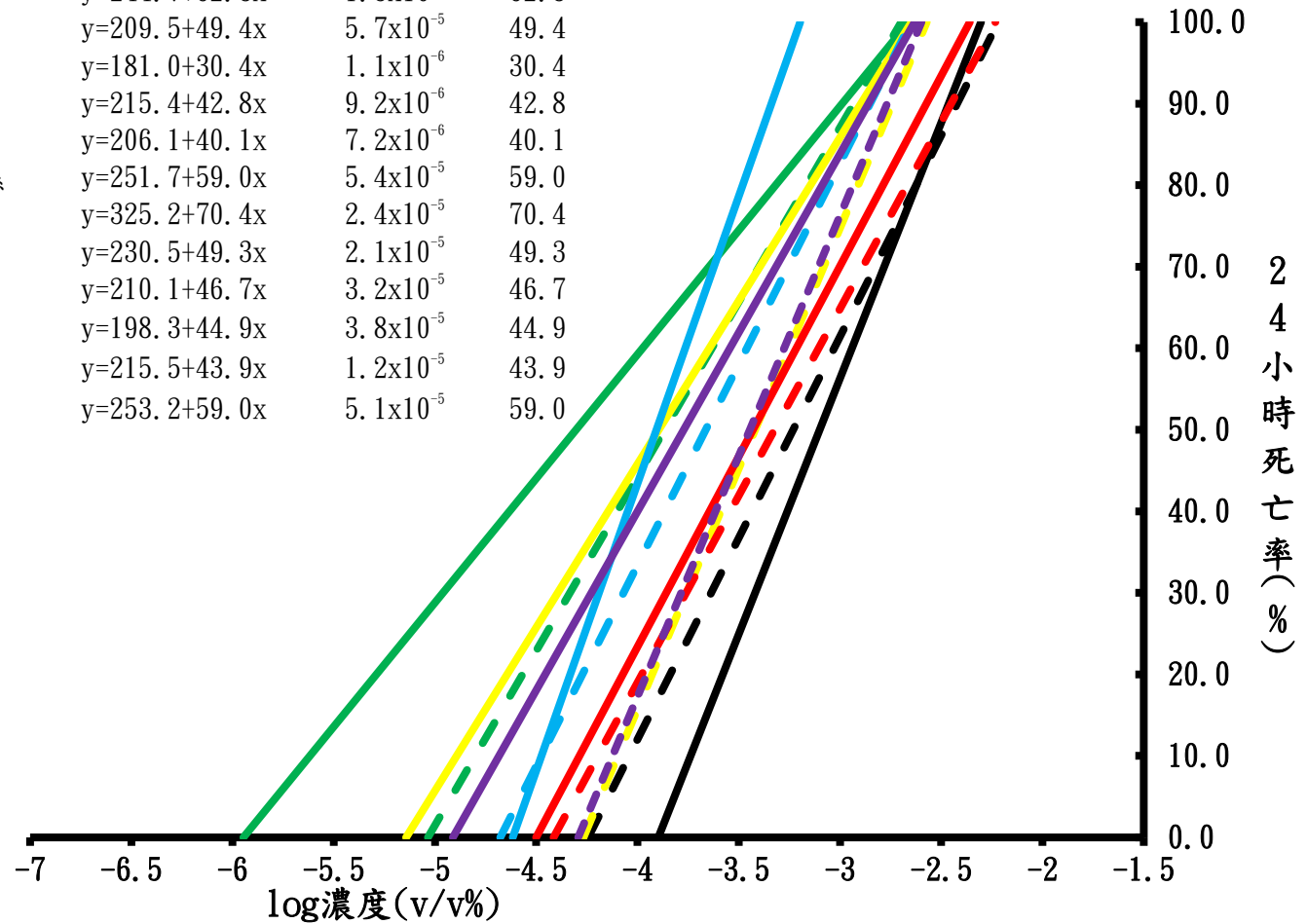


圖七、高雄鳳山品系埃及斑蚊對各殺蟲藥劑的感藥性基線

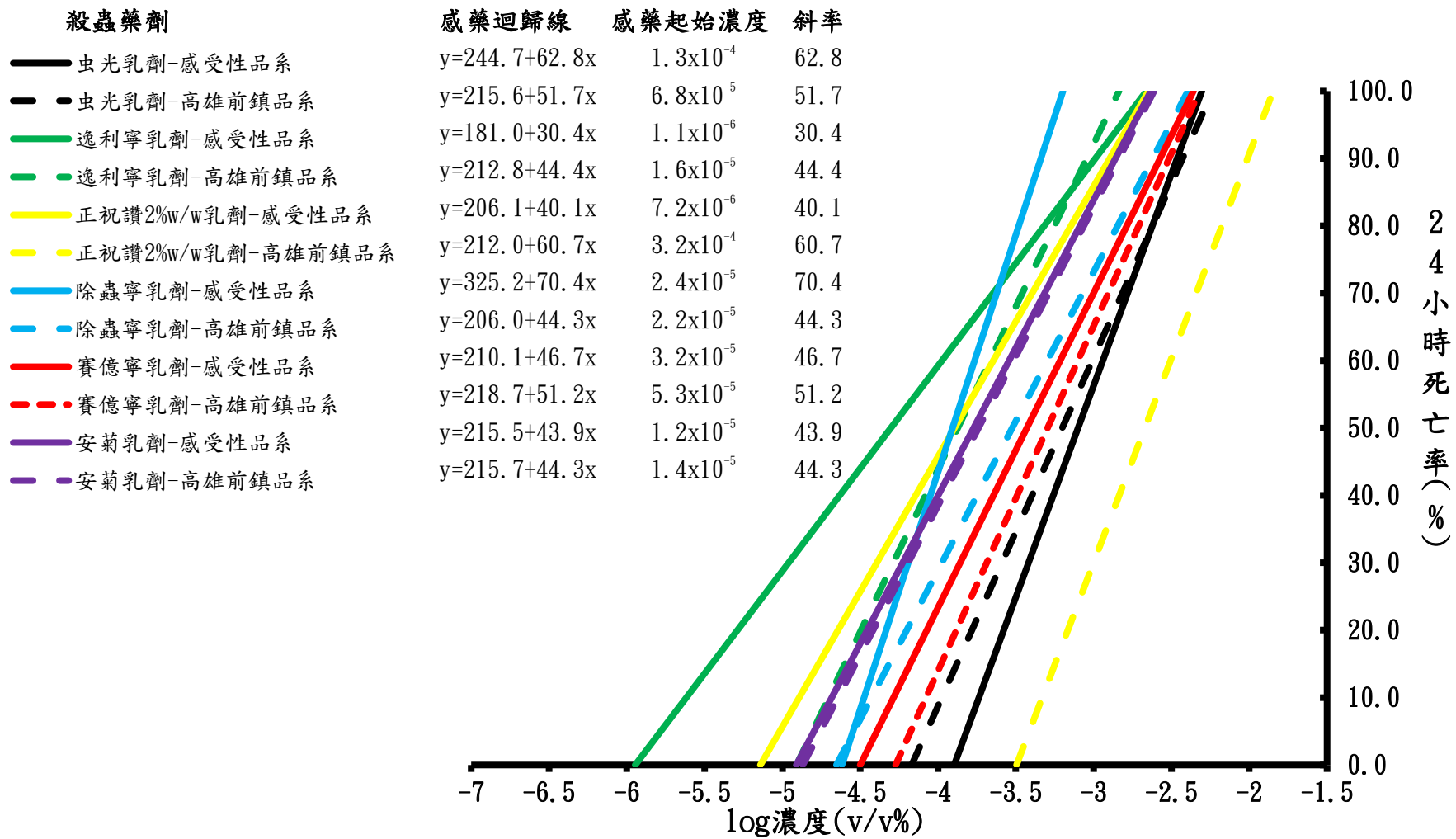
殺蟲藥劑

- 虫光乳劑-感受性品系
- - 虫光乳劑-高雄三民品系
- 逸利寧乳劑-感受性品系
- - 逸利寧乳劑-高雄三民品系
- 正祝讚2%/w乳劑-感受性品系
- - 正祝讚2%/w乳劑-高雄三民品系
- 除蟲寧乳劑-感受性品系
- - 除蟲寧乳劑-高雄三民品系
- 賽億寧乳劑-感受性品系
- - 賽億寧乳劑-高雄三民品系
- 安菊乳劑-感受性品系
- - 安菊乳劑-高雄三民品系

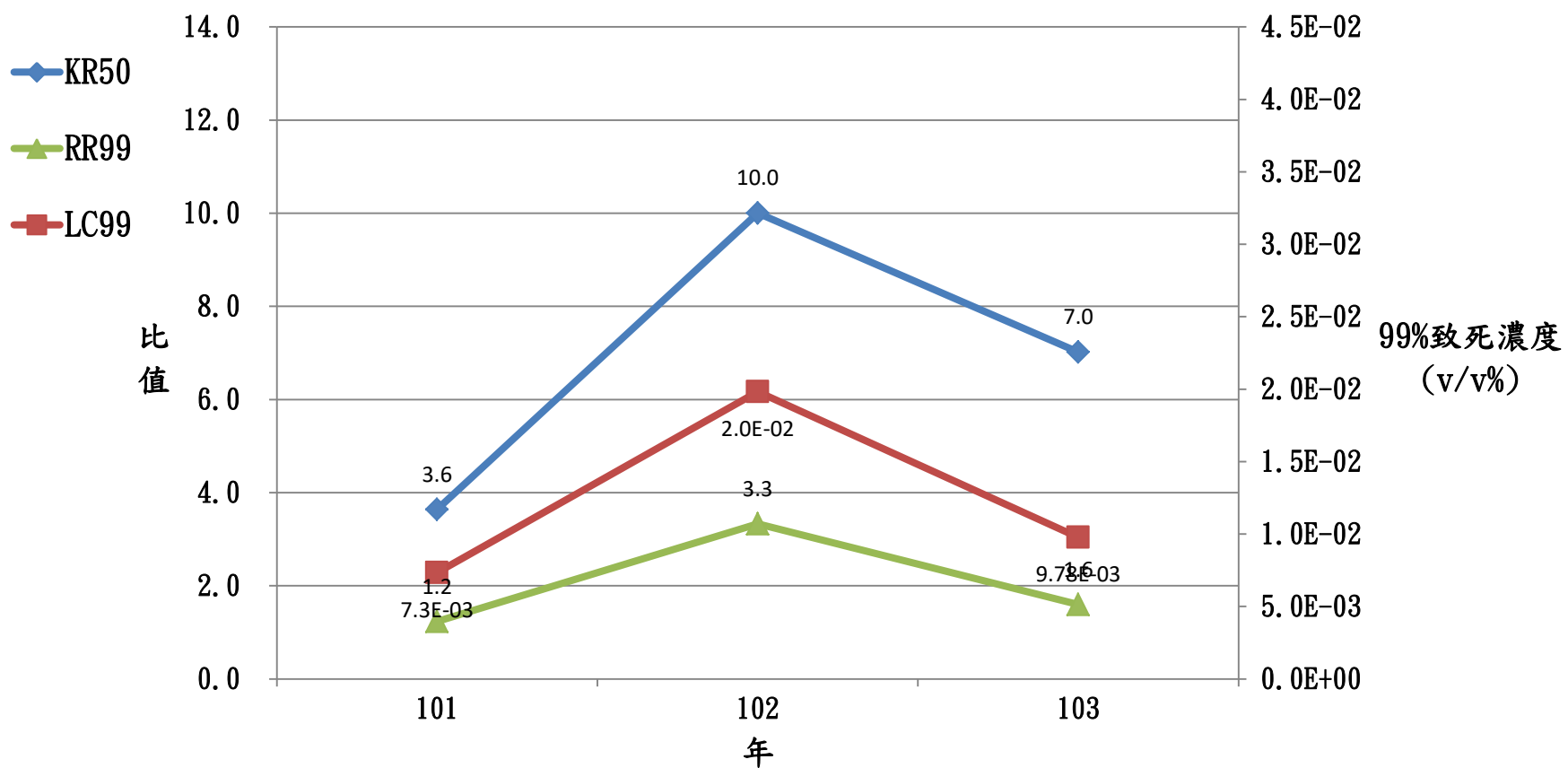
感藥迴歸線	感藥起始濃度	斜率
$y=244.7+62.8x$	1.3×10^{-4}	62.8
$y=209.5+49.4x$	5.7×10^{-5}	49.4
$y=181.0+30.4x$	1.1×10^{-6}	30.4
$y=215.4+42.8x$	9.2×10^{-6}	42.8
$y=206.1+40.1x$	7.2×10^{-6}	40.1
$y=251.7+59.0x$	5.4×10^{-5}	59.0
$y=325.2+70.4x$	2.4×10^{-5}	70.4
$y=230.5+49.3x$	2.1×10^{-5}	49.3
$y=210.1+46.7x$	3.2×10^{-5}	46.7
$y=198.3+44.9x$	3.8×10^{-5}	44.9
$y=215.5+43.9x$	1.2×10^{-5}	43.9
$y=253.2+59.0x$	5.1×10^{-5}	59.0



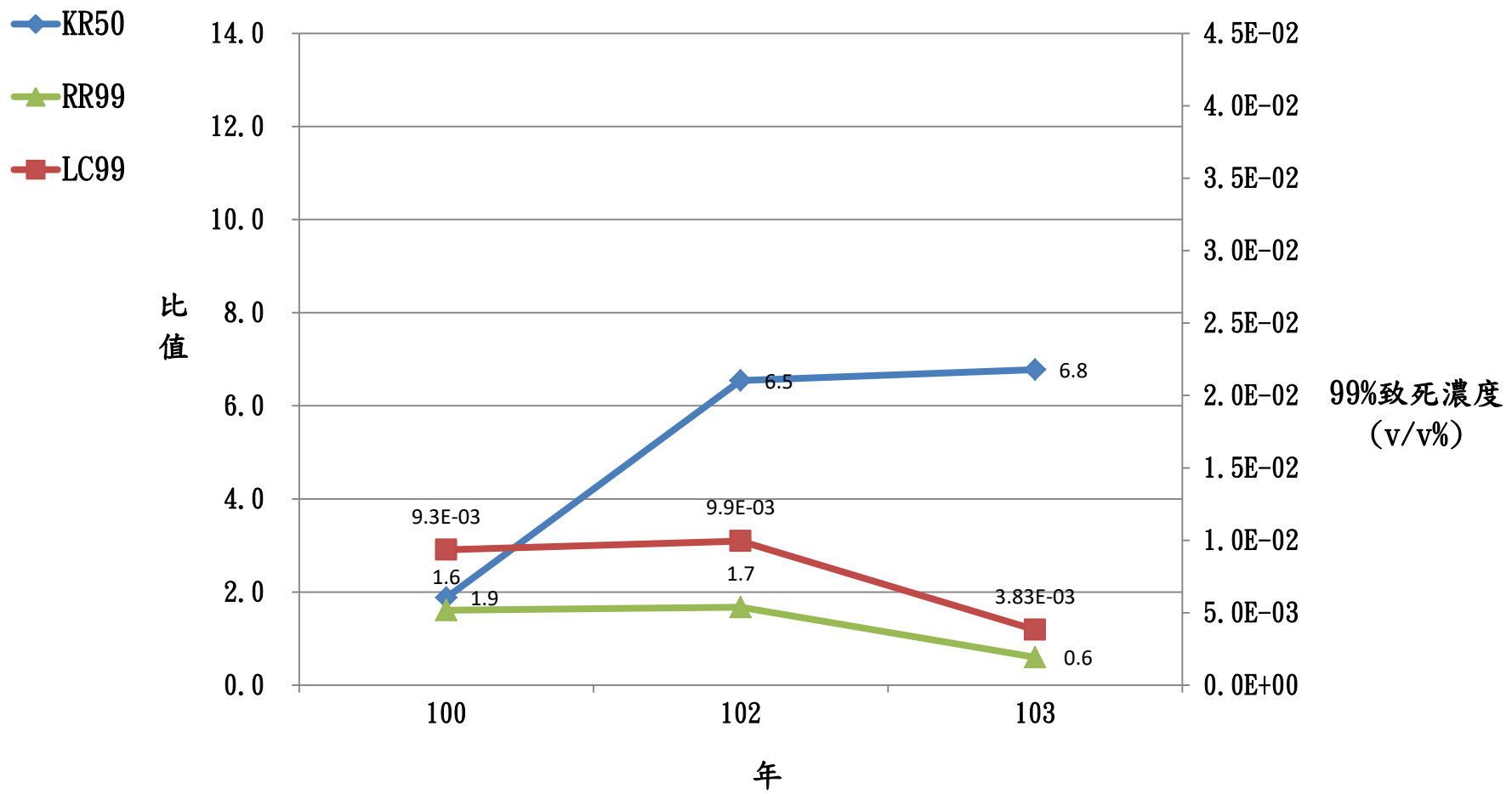
圖八、高雄三民品系埃及斑蚊對各殺蟲藥劑的感藥迴歸線



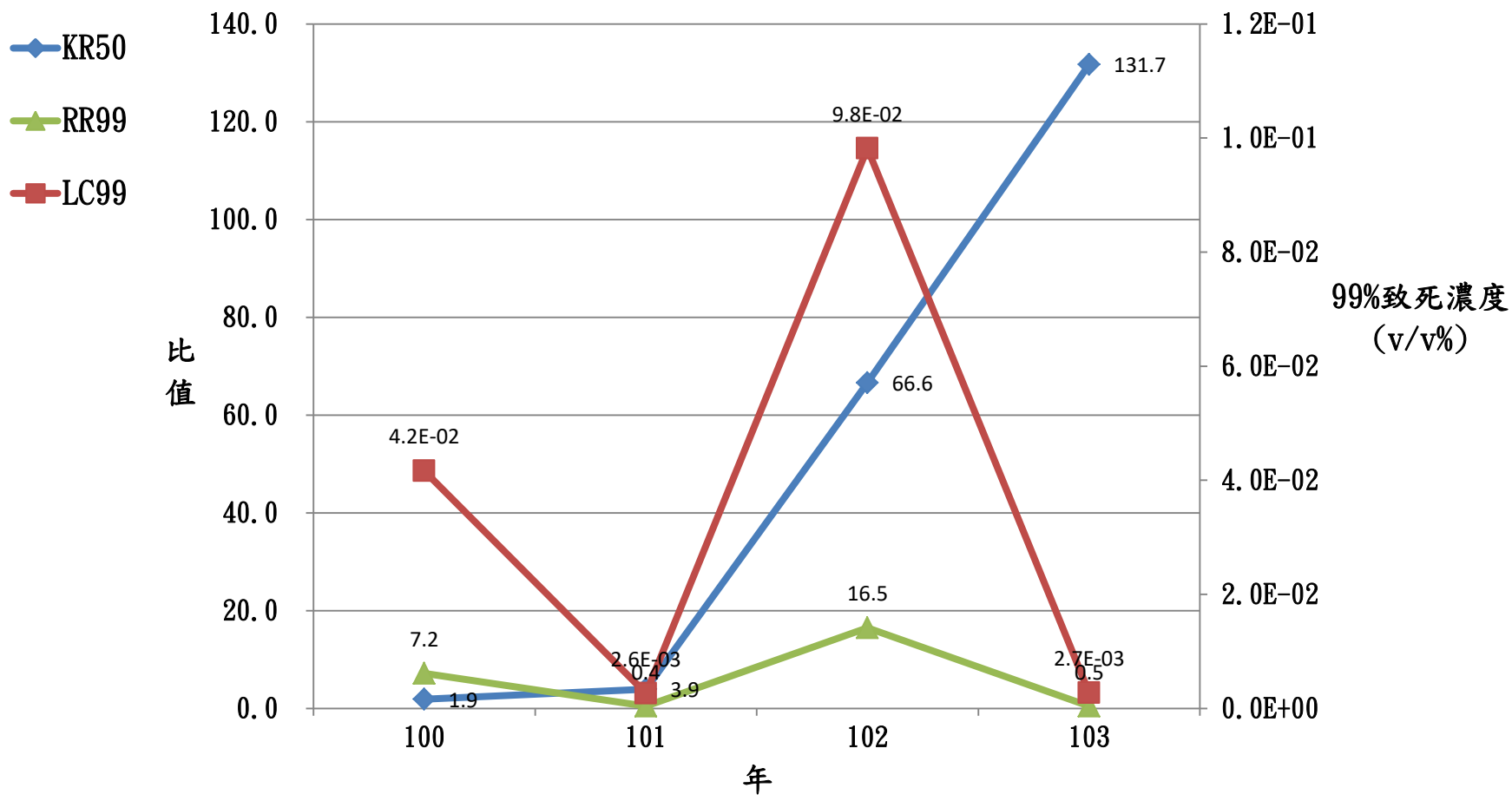
圖九、高雄前鎮品系埃及斑蚊對各殺蟲藥劑的感藥迴歸線



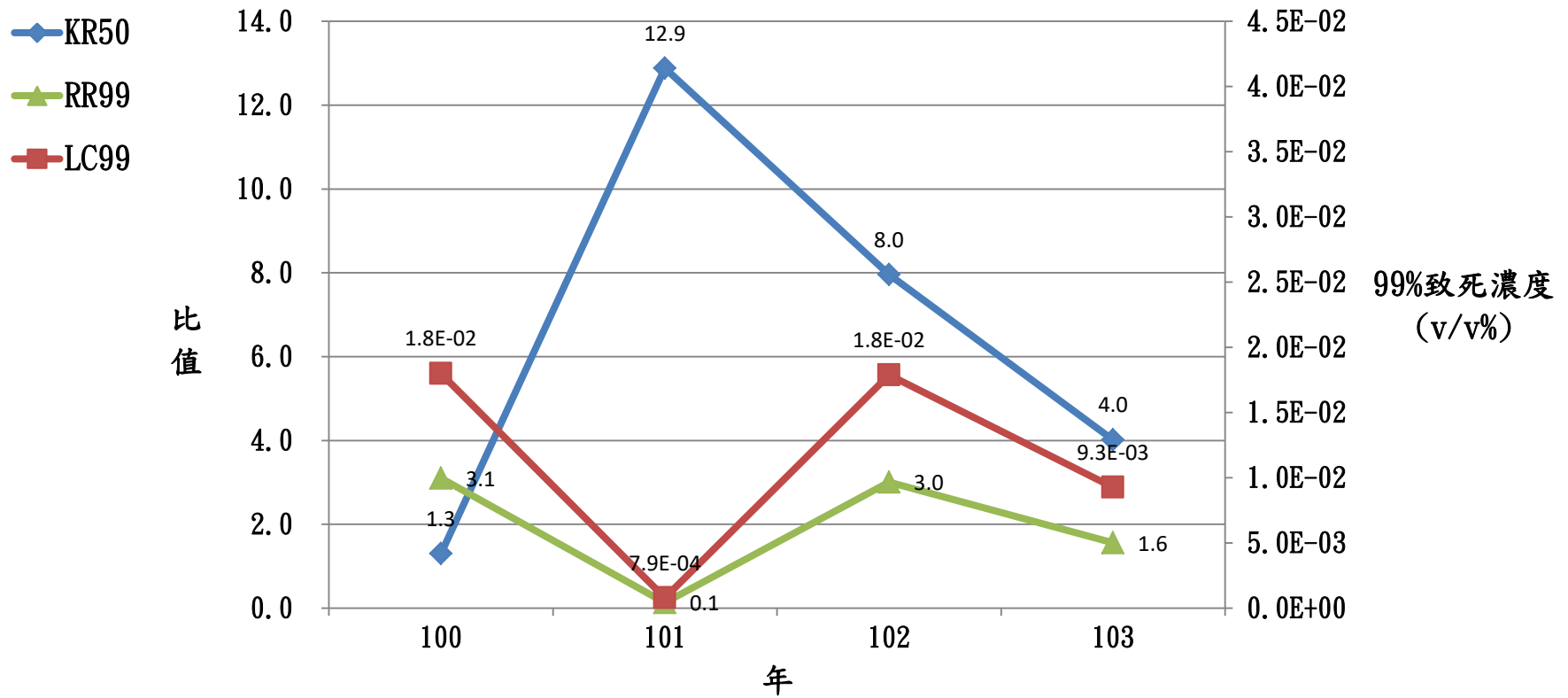
圖十、101~103年台南中西品系埃及斑蚊對虫光乳劑的抗藥性變化情形



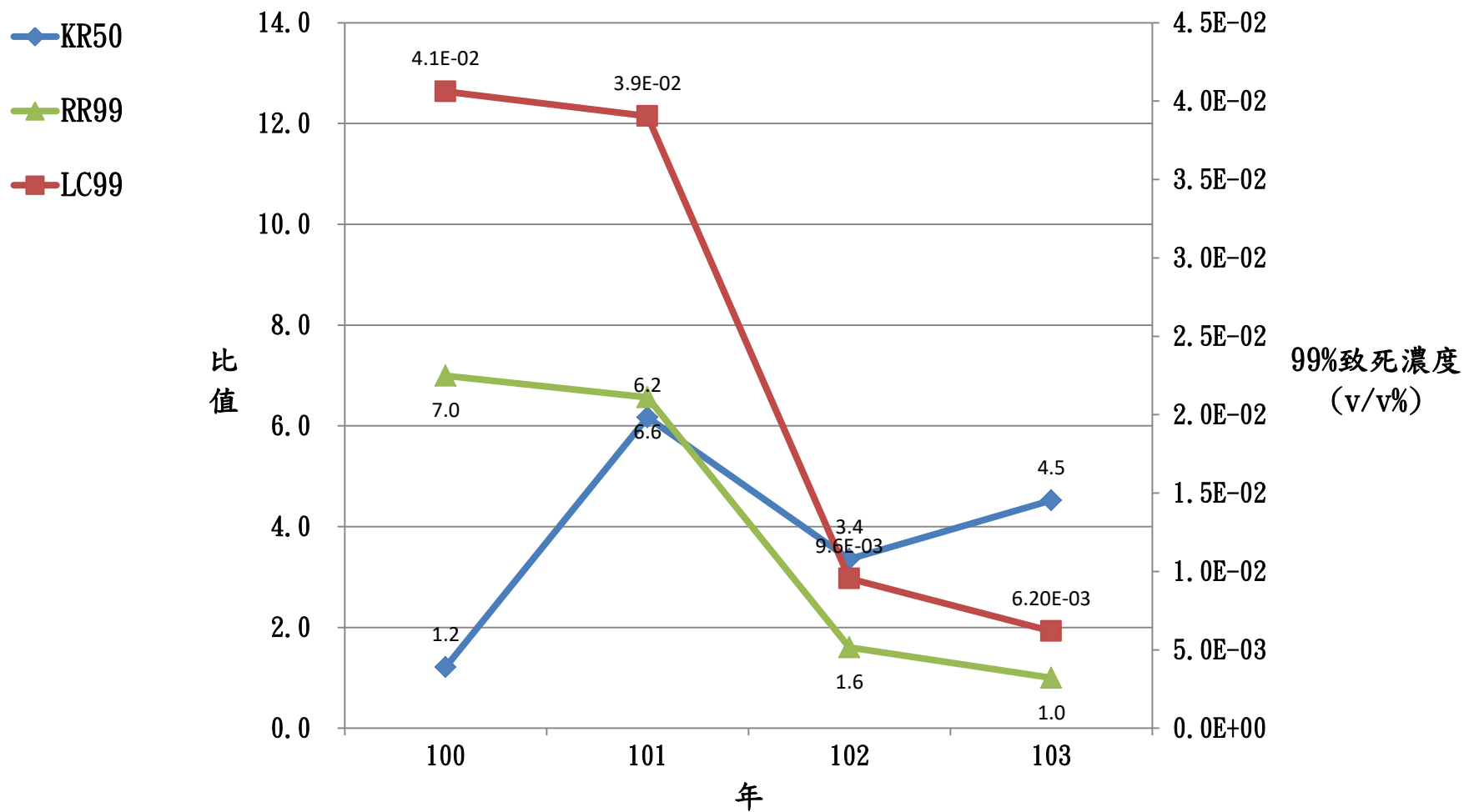
圖十一、100~103 年台南永康品系埃及斑蚊對虫光乳劑的抗藥性變化情形



圖十二、100~103年高雄鳳山品系埃及斑蚊對虫光乳劑的抗藥性變化情形



圖十三、100~103年高雄三民品系埃及斑蚊對虫光乳劑的抗藥性變化情形



圖十四、100~103年高雄前鎮品系埃及斑蚊對虫光乳劑的抗藥性變化情形

玖、 附件

附件一、103 年台南市殺蟲藥劑使用一覽表

品名	劑型	有效成份(%w/w)	藥瓶標示稀釋倍數	單瓶容量(L)	單價
中西全菊乳劑	乳劑	Cyphenothrin 5.5 d-Tetramethrin 0.75 Piperonyl butoxide 8	80-200	1	900
正祝讚 2%w/w 乳劑	乳劑	Alphacypermethrin 2.0	100-300	1	900
立除寧乳劑	乳劑	Alphacypermethrin 2.0	100-500	1	900
利住旺 10%殺蟲乳劑	乳劑	Fenitrothion 9.89	160	1	240
快克利乳劑	乳劑	Pirimiphos-Methyl 25	100-400	1	720
惠友 20%乳劑	乳劑	Fenvalerate 20.0	500	1	1000
優克 10.6%w/w 水基乳劑	水基乳劑	Cypermethrin 10.6	300-500	1	380
賽多 20%乳劑	乳劑	Fenvalerate 20.0	80-1600	1	1000

附件二、103 年高雄市殺蟲藥劑使用一覽表

品名	劑型	有效成份	藥瓶標示稀釋倍數	單瓶容量(L)	單價
中西全菊乳劑	乳劑	Cyphenothrin 5.5 d-Tetramethrin 0.75 Piperonyl butoxide 8.0	80-200	1	900
正祝讚 2%w/w 乳劑	乳劑	Alphacypermethrin 2.0	100-300	1	500
立除寧乳劑	乳劑	Alphacypermethrin 2.0	100-500	1	500
立滅寧	液劑	Cypermethrin 9.4 d-allethrin 1.6 Piperonyl dutoxide 9.0	100-200	1	1100
好吉利	水基乳劑	MaIathion 42.0	100-200	1	700
安菊乳劑	乳劑	Cyphenothrin 5.0	300	1	550
百力寶水性液劑	液劑	Tetramethrin 2.0 Cypermethrin 6.0	200-500	1	905
虫光乳劑	乳劑	Deltamethrin 1.0 Esbiothrin 3.0 Piperonyl dutoxide 10.0	100-400	1	1110
助蟲斃	乳劑	Fenitrothion 25.5	40	1	448
快克利乳劑	乳劑	Pirimiphos-Methyl 25.0	100-400	1	720
快克利液劑	液劑	Pirimiphos-Methyl 12.5	160-400	1	550
亞寧乳劑	乳劑	Alphacypermethrin 3.0	50-100	1	台北市捐贈
尚蓋好 2.35%w/w 乳劑	乳劑	Deltamethrin 2.35	300	1	525
除蟲寧乳劑	乳劑	Alphacypermethrin 3.0	80-160	1	900
得力興速倍達	乳劑	Fenitrothion 25.0	800	1	448
淨效滅寧	乳劑	Cypermethrin 5.0	25-50	1	380
第寧淨蟲	乳劑	Deltamethrin 2.35	40-160	1	1350
速沛乳劑	乳劑	Fenitrothion 10.0	1000-2400	1	240
速益乳劑	乳劑	Fenitrothion 30.0	120-240	1	448
喜富寧乳劑	乳劑	Cyfiutnrin 5.1	100-150	1	1350
登熱治殺蟲劑	乳劑	Cypermethrin 6.0 Prallethrin 1.5 Piperonyl butoxide 8.0	200-500	1	1110
萬克 10.6%w/w 乳劑	乳劑	Cypermethrin 10.6	250-400	1	350
滿點 20%乳劑	乳劑	Fenvalerate 20.0	300	1	1000
賽億寧乳劑	乳劑	Cypermethrin 5.0	10-40	1	380

附件三、103 年屏東縣殺蟲藥劑使用一覽表

品名	劑型	有效成份(% W/W)	藥瓶標示稀釋倍數	單瓶容量(L)	單價
第寧淨蟲	乳劑	Deltamethrin 3.0	40-160	1	525
必飛滅乳劑	乳劑	Cypermethrin 10.0	250	1	350
必滅水水基乳劑	水基乳劑	Cypermethrin 10.0	250	1	350
正百寧 5%乳劑	乳劑	Cypermethrin 5.0	40-80	1	500
利住旺 10%殺蟲乳劑	乳劑	Fenitrothion 9.89	160	1	240
快克利乳劑	乳劑	Pirimiphos-Methyl 25.0	100-400	1	750
快滅寧液劑	液劑	Alphacypermethrin 1.5	10-40	1	900
得力興速倍達	乳劑	Fenitrothion 25.0	800	1	448
速飛淨	乳劑	Permethrin(cis:trans=25:75) 10.0	400	1	-
速益乳劑	乳劑	Fenitrothion 30.0	120-240	1	448
陶吉寧乳劑	乳劑	Cypermethrin 6.0	200-800	1	-
		Chlorpyrifos 20.0			
登熱治殺蟲劑	乳劑	Cypermethrin 6.0			
		Prallethrin 1.5	200-500	1	1110
		Piperonyl butoxide 8.0			
賽普寧	乳劑	Cypermethrin 12.5	800-1600	1	300
賽億寧乳劑	乳劑	Cypermethrin 5.0	10-40	1	380

附件四、103 年台南市衛生局永康區藥效試驗成果效益表

	一月		二月		三月		四月		五月		六月		七月		八月		九月		總計金額
	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	
優克 10.6%W/W 水基乳劑	-	-	3.9	-113.0	-	-	-	-	-	-	-	-	3.9	-341.2	3.9	-37.2	4.9	-159.0	-650.4

備註：「-」:表示無施噴該種殺除蟲藥劑

附件五、103 年台南市衛生局南區藥效試驗成果效益表

	一月		二月		三月		四月		五月		六月		七月		八月		九月		總計金額
	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	
優克 10.6%W/W 水基乳劑	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.4	-110.8	2.4	-174.2	-285.0

備註：「-」:表示無施噴該種殺除蟲藥劑

附件六、103 年台南市衛生局安南區藥效試驗成果效益表

	一月		二月		三月		四月		五月		六月		七月		八月		九月		總計金額
	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	
優克 10.6%W/W 水基乳劑	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.8	-56.0	-	-	-	-	-56.0

備註：「-」:表示無施噴該種殺除蟲藥劑

附件七、103 年高雄市衛生局鳳山區藥效試驗成果效益表

	一月		二月		三月		四月		五月		六月		七月		八月		九月		總計金額
	DR 值	金額	DR 值	金額	D R 值	金 額	D R 值	金 額	D R 值	金 額	DR 值	金額	DR 值	金額	D R 值	金 額	DR 值	金額	
正祝讚 2%w/w 乳劑	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	-3138.5	-	-	-	-	9.1	-39164.8	-42303.3
快克利乳劑	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-97200.0	0.1	-103680.0	-	-	-	-	-200880.0
賽億寧乳劑	62.0	-5234.2	25.1	-1459.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-6693.6
立滅寧	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.5	-66154.7	-66154.7

備註：「-」:表示無施噴該種殺除蟲藥劑

附件八、103 年高雄市環保局鳳山區藥效試驗成果效益表

	一月		二月		三月		四月		五月		六月		七月		八月		九月		總計金額
	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	
立滅寧	1.8	-10755.6	1.5	1100.0	1.5	3483.4	1.5	14666.7	1.1	10000.0	1.5	24200.0	88.4	-55465.4	-	-	-	-	-12770.9
萬克 10.6%w/w 乳劑	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.6	-3446.2	0.8	7087.5	2.5	-13650.0	-52204.4
													0.4	-5775.0	2.5	-12180.0	2.7	-24240.7	

備註：「-」:表示無施噴該種殺除蟲藥劑

附件十、103 年高雄市衛生局三民區藥效試驗成果效益表

	一月		二月		三月		四月		五月		六月		七月		八月		九月		總計金額
	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	
賽億寧乳劑	-	-	17.7	-3406.0	2.6	-233.8	9.2	-1354.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-5976.3
							7.2	-981.7											
正祝讚 2%w/w 乳劑	-	-	-	-	-	-	-	-	4.1	-378.0	4.1	-1701.2	-	-	-	-	14.7	-13513.6	-21568.3
快克利乳劑	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-2880.0	0.2	-7200.0	0.2	-8640.0	-	-	-	-	-18720.0
立滅寧	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21.5	-76074.1	-76074.1

備註：「-」:表示無施噴該種殺除蟲藥劑

附件十一、103 年高雄市環保局三民區藥效試驗成果效益表

	一月		二月		三月		四月		五月		六月	七月		八月		九月		總計金額	
	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額			
正祝讚 2%w/w 乳劑	-	-	-	-	-	-	13.9	-1856.1	-	-	-	-	0.7	642.9	-	-	14.7	-13513.6	-15808.2
													1.3	692.3					
													7.8	-1307.7					
													14.7	-466.0					
立滅寧	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.4	-14049.1	-	-	-14049.1	
安菊乳劑	-	-	-	-	0.5	6720.0	-	-	0.4	-315000.0	0.4	-206640.0	0.5	12600.0	-	-	-	-	-479475.5
													0.7	1440.0					
													0.8	630.0					
													0.5	10080.0					

備註：「-」:表示無施噴該種殺除蟲藥劑

附件十二、103 年高雄市衛生局前鎮區藥效試驗成果效益表

	一月		二月		三月		四月		五月		六月		七月		八月		九月		總計金額
	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	
正祝讚 2%w/w 乳劑	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	3937.5	0.8	9975.0	-	-	-	-	2.8	-35678.6	-21766.1
快克利乳劑	-	-	-	-	-	-	-	-	25.4	-23170.4	0.9	10040.0	0.9	240.0	-	-	-	-	-12890.4
賽億寧乳劑	18.1	-1615.5	-	-	6.9	-487.4	-	-	3.1	-7980.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-10082.9
立滅寧	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.0	-56707.9	-56707.9

備註：「-」:表示無施噴該種殺除蟲藥劑

附件十三、103 年高雄市環保局前鎮區藥效試驗成果效益表

	一月		二月		三月		四月		五月		六月		七月		八月		九月		總計金額
	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	
正祝讚 2%w/w 乳劑	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	26348.8	1.2	9333.3	35682.1
安菊乳劑	0.4	-3780.0	-	-	0.4	-7182.0	-	-	-	-	0.5	52743.6	1.3	5427.7	-	-	-	-	47209.3

備註：「-」:表示無施噴該種殺除蟲藥劑

附件十四、103 年屏東縣環保局屏東市藥效試驗成果效益表

	一月		二月		三月		四月		五月		六月		七月		八月		九月		總計金額
	DR 值	金額	DR 值	金額	D R 值	金額	D R 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	
得力興速倍達	10.6	-7303.2	10.6	-7303.2	-	-	-	-	10.6	-7303.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-21909.6

備註：「-」:表示無施噴該種殺除蟲藥劑

附件十五、103 年屏東縣衛生局東港鎮藥效試驗成果效益表

	一月		二月		三月		四月		五月		六月		七月		八月		九月		總計金額
	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	
得力興速倍達	-	-	3.8	-2970.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-2970.9

備註：「-」:表示無施噴該種殺除蟲藥劑

附件十六、103 年屏東縣環保局東港鎮藥效試驗成果效益表

	一月		二月		三月		四月		五月		六月		七月		八月		九月		總計金額
	D R 值	金額	D R 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	DR 值	金額	
得力興速倍達	-	-	-	-	73.8	-1767.7	-	-	4.2	-6144.0	4.2	-6144.0	-	-	-	-	-	-	-14055.7

備註：「-」:表示無施噴該種殺除蟲藥劑