臺中市環境保護局「臺中市100年度以化學氣味誘捕小黑蚊之防治工作計畫」期末報告書-定稿本

執行期限：

100年 03 月01 日 起 至 100年 11 月30日

實施地點：

臺中市小黑蚊危害發生區域

計畫主持人：林春福

共同主持人：李憲明、吳正男

計畫參與人員：黃雅莉、游婷婷、張伯靖、陳欣彥、邱柏瑞、游連盛、周泱儒、丁慧婷、陳銘信、柯懿芷

委託單位：臺中市環境保護局

執行單位： 中臺科技大學 醫學檢驗生物技術系/生命科學研究所

中 華 民 國 100年 11月 17日

目　　錄

壹、委員意見回覆.....4
貳、計畫摘要.....11
參、計畫內容.....12
一、前言.....12
二、計畫目標.....15
三、相關資料蒐集分析.....16
四、實施方法.....21
五、結果.....23
六、結論與討論.....24
七、建議事項.....25
八、參考文獻.....26

表及圖次

表一、100 年度臺中市小黑蚊危害發生區域之族群密度誘捕位置 29
表二、不同誘捕劑對小黑蚊之誘捕成效分析 30
圖一 A-I、100 年度臺中市小黑蚊危害發生區域之族群密度誘捕位置圖.....31
圖二、小黑蚊自動誘捕器釣掛照片.....40
圖三、小黑蚊被誘捕後之顯微鏡觀察.....41
圖四、豐原區以小腿 (L) 及誘捕劑 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較 42
圖五、潭子區以小腿 (L) 及誘捕劑 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較 43
圖六、潭子區以小腿 (L) 及誘捕劑 B (T) 誘捕雌成蟲之密度比較 44
圖七、民德里以小腿 (L) 及誘捕劑 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較 45
圖八、東山里以小腿 (L) 及誘捕劑 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較 46
圖九、大坑里以小腿 (L) 及人工汗液 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較 47
圖十、廍子里以小腿 (L) 及人工汗液 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較 48
圖十一、民政里以小腿 (L) 及人工汗液 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較 49
圖十二、民政里以小腿 (L) 及人工汗液 B (T) 誘捕雌成蟲之密度比較 50
圖十三、太平區以小腿 (L) 及人工汗液 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較 51
圖十四、霧峰區以小腿 (L) 及人工汗液 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較 52
圖十五、潭子區 99-100 年同期同地點小黑蚊危害之密度比較.....53
圖十六、民德里 98-100 年同期同地點小黑蚊危害之密度比較.....54
圖十七、東山里 98-100 年同期同地點小黑蚊危害之密度比較.....55
圖十八、大坑里 98-100 年同期同地點小黑蚊危害之密度比較.....56
圖十九、廍子里 98-100 年同期同地點小黑蚊危害之密度比較.....57
圖二十、民政里 98-100 年同期同地點小黑蚊危害之密度比較.....58
圖二十一、太平區 98-100 年同期同地點小黑蚊危害之密度比較.....59

壹、委員意見回覆

杜委員	
意見	回覆
1. 誘捕防治是小黑蚊問題解決的重要手段，本計畫以汗液及誘捕劑 B 可在田間有效誘捕小黑蚊，具有開發潛力，宜繼續研發。	感謝委員寶貴意見，後續會繼續研發改良以提高誘捕效率。
2. 誘捕劑 B 若不涉及專利等智財層面，建議具體說明其成分與來源。	因誘捕劑 B，屬於測試階段之半成品，故其成分與來源暫時無法公開陳述。
3. 誘捕器設置高度是否影響誘捕效果？宜說明。	由於小黑蚊不善於飛行，且飛行高度約 100 公分，又嗜叮小腿，因此為模擬人體小腿高度，將誘捕器掛於離地面 30-50 cm，不過委員提出擺置較高的位置對於氣味之散發會更佳，感謝委員建議，後續會調整不同高度進行測試。
4. 圖三之誘捕效果，建議換算成單位時間誘捕效果。	已依委員建議修改，請見圖四至圖十四。
5. 人工汗液與誘引劑 B 比較結果如何？有無加成誘引效果，人工汗液加熱後是否誘捕效果更好？	人工汗液 B 之誘捕效果並不及誘引劑 B，參見表二。對於委員建議將二者混合後，評估其加成效果，感謝委員寶貴意見，後續會評估其效益。另外，本計畫在進行小黑蚊誘捕時均會以導熱膜進行加熱，此部分已撰寫於本文。
6. 圖四說明與內容有不符之處，應改正。	感謝委員意見，已更改之，請見圖四至圖十四。
7. 全文台灣銳蠓學名應正確標示。	感謝委員建議，已將全文台灣銳蠓學名正確標示。
8. 表二成效分析理論依據應說明。	由於本試驗主要目的為評估誘引劑誘捕小黑蚊之成效，但為了能客觀進行評估，故以 1 小腿誘捕小黑蚊之數量為參考依據，但試驗開始時先假設誘捕器在誘捕 1 小時可能約為小腿誘捕 20 分鐘之數量，故乃設定誘捕器之誘捕時間為 1 小時，而小腿誘捕因考量小腿長時間被小黑蚊叮咬後可能引發過敏之虞，實難以實際進行 1 小時之誘捕，因此表二乃以原先之假設進行評估誘捕器之誘

	捕效率。不過為了避免誤會並採納委員之意見以獲得較為客觀之分析結果，因此已將表二有關二者之誘捕時間統一為 1 小時，進行評估誘捕劑之誘捕效率。
9. 建議不同誘引劑測試各自比較，不依月份排序。	感謝委員建議，已依委員建議修改圖四至圖十四。

沈委員	
意見	回覆
1. 本計畫證實以誘捕劑B及人工汗液B經5小時,可誘捕200隻小黑蚊,雖然誘捕效率可能不算高，且尚有誘捕機器普及化問題，如何避免野外失竊及建立最佳誘捕條件參數等，需要再努力。但已為小黑蚊防治方法另開一道曙光，值得肯定。	感謝委員寶貴意見,目前已針對誘捕劑之配方及劑型進行改進,希望能提高1小時至少誘捕100隻以上之小黑蚊,並避免使用電力進行誘捕,以方便其野外之使用並兼顧無失竊之虞。
2. 續前，將被誘捕之小黑蚊帶回實驗室解剖、觀察,是否確認皆是雌蟲？若是，則此方法將來應用於小黑蚊防治之實質效益或可更高。	將所誘捕之小黑蚊經實驗室解剖顯微鏡確認均是雌蟲,故本研究對於小黑蚊之防治極具開發潛力。
3. 小黑蚊密度與歷年進行比對部分，潭子區及北屯區民德里今年密度較歷年明顯降低，其他太平區及北屯其他里今年亦有減少之趨勢，是否有特殊原因或施以何種防治措施？	本年度台中市小黑蚊密度的確較往年為低,此種情形在南投縣及其他縣市也相同,顯示應該與今年氣候有關,特別是年初長時間低溫且4-5月份也無梅雨鋒面，而7-9月份也無颱風襲台，故氣候應為主要影響因子。
4. 圖三A～I,以黑白列印，不易分辨L及T。	感謝委員建議,在期末報告書之定稿本將以清楚列印圖四至圖十四,以方便分辨。

王委員	
意見	回覆
1. 摘要、前言中，台灣銨蠓的學名，請標示為斜體字。	感謝委員意見，已修正之。
2. 小黑蚊幼蟲滋長環境為何？是青苔嗎？請明確指出？	感謝委員意見,小黑蚊真正滋長環境應為滋生藍綠藻或相關藻類之環境,但為使大眾能容易分辨故已俗名"青苔"稱呼，此為錯誤用法，已修正之。
3. P6 雌蟲常採群體叮咬策略，可避免全部被打死，有利其群體之繁衍？有何文獻引證？	感謝委員意見，此說法並無文獻支持，但在這數年研究小黑蚊經驗中,當撩起小腿後，小黑蚊的確為多隻叮咬方式，如要一巴掌將他們全部大死,的確難度很高,故吸過血但不被打死的小黑蚊便有機會進行繁衍,而一隻小黑蚊雌蟲平均剷下約 40 個卵，故此種叮咬行為，的確有助於其族群之繁殖。
4. P6 缺文獻 Chen 等 2005；Chen 等 2009。	感謝委員意見，已修正之。
5. P9 小黑蚊分佈資料，請更新？	感謝委員意見，已修正之。
6. P12 針對小黑蚊幼蟲噴藥？是否嘗試針對藻類噴藥？另外，於幼蟲孳生地噴無患子油劑，缺引證文獻？無患子油劑為對環境無污染之安全性殺蟲及殺菌劑，有無文獻引證？	進行小黑蚊成蟲及幼蟲防治,早已行之有年,且為直接降低小黑蚊危害之重要手段，至於噴灑除藻藥劑，減少幼蟲食物來源的確也是一種防治方法,如南投縣在 2008-2009 年均採用漂白水除藻，有減少小黑蚊密度之效果。另外，針對幼蟲孳生地噴無患子油劑,目前仍在測試階段，雖沒有文獻引證，但基於其具有殺蟲之功效，又是天然產品，將噴灑濃度經本研究室之魚類生物毒性試驗分析並不具毒性，故列為參考資料。
7. P14 調查時間：(1) 人體誘捕 10 min? 20 min? (2) 氣味誘捕劑誘捕 1 hrs，如何與人體誘捕進行比較？(3) 密度調查每月 2 次，足夠嗎？	(1) 人體誘捕應為 20 分鐘,本文誤植為 10 分鐘，已修正之。 (2) 由於誘捕劑之開發屬於初步階段，尚無法與人體誘捕相提並論，但機器具有長時效自動誘捕之便利性，故採用 1 小時進行誘捕，至於和人

	體比較方式將採相同單位時間進行，以能獲得更為客觀之數據。 (3) 礙於經費因素，且所調查之範圍涵蓋四區及五里，故僅能進行每月 2 次之調查，未來如能獲得較多經費支持，將進行更多次調查以求得更為客觀之數據。
8. P14 如何進行連續誘捕，請清楚描述。	所謂連續誘捕，乃將誘捕器放置於定點，從早上 10 點放置至下午 3 點之意。
9. 小黑蚊密度調查地點，請用圖示？	感謝委員意見，已修正之。
10. 誘捕劑為何成分？人工汗液為何成分？	誘捕劑與人工汗液均屬於半成品，仍有很大的改善空間，故暫時難以將其成分公開。
11. 不同地點、相同地點實驗方法改變，如何進行比較？	由於每個誘捕地點均在誘捕劑進行誘捕後，再進行人體誘捕，故有關誘捕劑誘捕數量之比較，均採和人體誘捕數量比較之，如表二所示。
12. 圖四 A 圖說潭子區 98-100 年？但圖只有 99, 100 年？請修改。	感謝委員意見，已修正之。
13. 圖三 B 潭子區 5 小時連續，人工汗液 B、誘捕劑 B 未見有較好的效果 (無 SD 值？)，誰較可誘捕 200 隻以上小黑蚊？	感謝委員意見，已將 SD 值列入，可方便瞭解人工汗液 B 及誘捕劑 B 之誘捕成效。
14. 圖四 A, B 較往年明顯偏低？其餘地區無顯著差異？有統計上的分析嗎？	由圖四 A 及 B 明顯得知，潭子區與民德里在今年小黑蚊密度的確較往年為低，而其餘各區里則與往年比較每月小黑蚊密度均呈現消長不一之情形，故難以看出其顯著差異。
15. 圖四 C 東山里、F 民政里，8, 9, 10 月高，98-100 年，小黑蚊密度無太大變化？請說明。	由圖四 C 及 F 小黑蚊數量變化之情形，與往年比較可發現東山里及民政里在 98-100 年均呈現>100 隻/1 小腿/20 分鐘之密度，屬於極嚴重危害區，故表示其危害並無變化。
16. 表二中，假設誘捕劑誘捕 1 小時的小黑蚊密度，相當於小腿誘捕 20 min 的密度？有何引證文獻？	請參見杜委員意見 8 之回覆說明。
17. 參考文獻請依姓氏筆畫順序排列。	感謝委員建議，已修正之。

18. 建議事項是否往前移到參考文獻前，另請加入結論與建議事項同一節。	感謝委員建議，已修正之。

吳委員	
1. P15 項次重覆，請修正。	感謝委員建議，已修正之。
2. P16 項次編排重覆，請修正。	感謝委員建議，已修正之。

貳、 計畫摘要

台灣銳蠓 (*Forcipomyia taiwana*) 俗稱小黑蚊，雌成蟲比黑芝麻小，叮咬皮膚時難以發現，但之後會感覺搔癢難耐，並引起紅腫疼痛之過敏反應。本蟲於白天活動嗜吸人血，對當地居民、學童及遊客造成嚴重騷擾，故生活品質、上課與旅遊均受到極大影響。小黑蚊幼蟲為陸生偏好潮濕滋長藻類 (青苔) 之環境，造成各縣市主要小黑蚊危害均位在郊區與低海拔山區 (統稱山腳地帶)，已知山腳地帶屬於觀光休閒發展重點區域，故對於未來觀光產業之發展，將造成衝擊。

由於山腳地帶之背陽面，日照普遍不足，農民以種植竹筍為主，竹筍需要大量水源灌溉，加上夏季山區常有午後雷陣雨等，造成適合小黑蚊生存之環境，又農民常穿著短褲汗衫從事農作，且多數不怕小黑蚊叮咬 (叮後無過敏反應)，成為小黑蚊之供養者，另外來遊客對小黑蚊普遍認知不足，更加劇問題的嚴重性。

雖然歷年來均採用環境用藥進行小黑蚊之防治，但由噴藥前後之密度調查結果分析，證實噴藥並無法有效控制小黑蚊之密度。因此本試驗應用市售之誘捕劑及其裝置進行小黑蚊之誘捕並與人體之小腿誘捕進行比較，試驗結果發現，市售之蚊蟲誘捕劑 A 及人工汗液 A 誘捕效果不佳，但蚊蟲誘捕劑 B 及人工汗液 B 具有良好的誘捕效果，在 10 月份進行 5 小時 (10:00 – 15：00) 之誘捕試驗中，得知潭子區以新鮮蚊蟲誘捕劑 B 誘集，最高可捕獲 200 隻小黑蚊 (40 隻/小時)；民政里以新鮮人工汗液 B 誘集，最高可捕獲 250 隻小黑蚊 (50 隻/小時)。另當誘捕劑配製約二週後，誘引小黑蚊之效率會急遽下降。未來將嘗試改變人工汗液 B 之配方與劑型，提升誘捕小黑蚊之效能，達到能替代傳統以人體進行小黑蚊密度調查法，並應用於防治小黑蚊之目的。

關鍵字：台灣銳蠓、小黑蚊、氣味誘捕、人工汗液

壹、 計畫內容

一、 前言

小黑蚊學名為台灣銨蠓 *Forcipomyia* (Lasiohelea) *taiwana* (Shiraki)，在分類上屬於雙翅目 (Diptera)、蠓科 (Ceratopogonidae)、銨蠓屬 (Forcipomyia)、蠟蠓亞屬 (La Lasiohelea) [Sun, 1967]。本蟲具有趨光性屬於白天活動性昆蟲，由於體長僅約 1.4 mm，比黑芝麻小，故當人體被其雌成蟲叮咬時，往往沒有察覺，直至叮咬後引發紅腫及搔癢症狀才驚覺被小黑蚊攻擊，此時雌成蟲已吸飽血餐而去，進而助長小黑蚊之繁殖，故每個人如何避免成為小黑蚊無心的血源提供者，為防治小黑蚊極為重要的課題 [林等，2008；劉，2009]。另外，在小黑蚊危害極嚴重區 (密度>100 隻/1 小腿/20 分鐘)，其雌成蟲常採群體叮咬之策略，如此可避免全部被打死，有利其族群之繁衍，然而此種群體叮咬行為會加劇皮膚搔癢感，引起遊客及當地居民極大的抱怨，甚至對幼童及肌膚過敏者，常因搔癢併發細菌性二次感染，而需要就醫 [Chen 等，2005；Chen 等，2009]。

因此小黑蚊的危害已嚴重影響當地居民的生活品質及遊客的旅遊興致，對臺中市近郊區山腳地帶以發展觀光休閒產業為重的地區，如豐原、潭子、大坑、太平及霧峰等受到的衝擊更為顯著。已知這些區域，夏季高溫多濕，又農作多為生產竹筍、蘭花、檳榔、蔬菜等等需要依賴大量水源之作物，造成裸露土表長期潮濕，加上背陽面日照量不足等因素，滋生藻類 (青苔) 面積廣闊形成極適合小黑蚊孳生的環境 [吳等，2011]。

另該區域綜合住家、民宿、特色景觀餐廳林立及休閒設施如步道之設置等，在週休二日時吸引大量遊客湧入，這些不瞭解小黑蚊生態習性的觀光客，更容易成為血源的提供者，故在血源充足及小黑蚊幼蟲棲地廣大等因素下，致使維持小黑蚊生命週期 (life cycle) 之因素更趨完善，因而加劇了小黑蚊危害的嚴重性。此外，位於市中心區之綠地，如科博館、文化中心等也已被小黑蚊入侵，如此對於臺中市觀光產業及地區之整體發展，將帶來極大負面的影響。

由於小黑蚊的危害乃受到「人為因素—提供血源」、「氣候因素—高溫多濕」及「環境因素—地勢低窪與農作型態」 三大因素之影響，因此，

小黑蚊防治需結合產、官及學界之整合力量，將綜合防治技術之觀念，潛移默化讓當地居民與遊客瞭解並落實小黑蚊之防治，方能收實質之防治成效。有關綜合防治之施行應以環境管理及個人防護為主 (治根)，化學噴藥為輔 (治標) 等，各分述如下 [李，1996；林等，2008]：

1. 環境管理：

   透過環境管理以減少藻類 (青苔) 滋生，為阻斷小黑蚊幼蟲生長最重要的方法，只要沒有幼蟲棲地，便能有效防治小黑蚊。

2. 個人及物理防護：

   人人做好個人及物理防護，避免提供血源，是阻斷雌成蟲蟲卵發育的方法，只要雌成蟲無法產卵，自能防治小黑蚊。

3. 教育宣導：

   透過教育宣導使人人能瞭解小黑蚊的生態習性與發生危害之原因，方能落實綜合防治之推動。

4. 生物防治：

   在小黑蚊天敵尚未發現之前，發展能殺死小黑蚊幼蟲及藻類 (青苔) 之綠色農藥，以彌補環境管理無法施作之區域。

5. 化學防治：

   人類對於害蟲之防治，長久以來依賴化學藥劑，然為避免長期使用，導致環境污染，法令明確規定環境用藥之藥效期要短，但容易孳生小黑蚊的山腳地帶夏季多雨更使環境用藥之藥效大打折扣，另外山腳地帶地勢起伏大，且範圍廣闊致使噴藥不易，又加上種植農作物之私領域常無法噴藥成為防治死角，綜合以上因素造成噴藥防治效果不彰，徒浪費人力及物力並嚴重影響環境。故噴藥的時機應選擇當小黑蚊發生高峰前，施以局部化學藥劑防治，可收立即短期壓制其族群攀升之效果。

   已知小黑蚊幼蟲棲地在冬天旱季時範圍最小，可施以冬季防治，以降低隔年小黑蚊族群密度 [王，1997]。

   另研發可誘捕小黑蚊雌成蟲之氣味分子，也能捕捉雌成蟲以有效控制其族群。

因此，綜合上述有關小黑蚊發生因素與防治策略，今年將應用化學氣

味誘捕小黑蚊裝置進行小黑蚊雌成蟲之誘捕，除能突破傳統應用人體誘集小黑蚊之方式 (人體誘集會遭受小黑蚊叮咬且不同的調查人員其吸引小黑蚊的效果也不同，故所獲得的密度數據較不客觀)，建立更客觀更科學的密度調查法，來探討其族群消長的情形以提醒民眾積極進行綜合防治措施外，也期望能藉此達到降低小黑蚊之危害。

二、 計畫目標

(一) 建立具客觀性且避免被小黑蚊叮咬的密度調查法

在固定時間內藉由化學氣味誘捕小黑蚊，便能客觀且輕易獲知小黑蚊之密度，並避免人體遭受小黑蚊叮咬。本方法之建立可用於分析各地區遭受小黑蚊危害之情形，並可快速預估小黑蚊密度變化之趨勢，作為噴藥防治時機之參考。

(二) 建立實務可行之誘捕小黑蚊防治法

藉由化學氣味誘捕小黑蚊雌成蟲，依據上午 10 時至下午 3 時共 5 小時所誘捕之雌成蟲數量，評估其防治成效。

三、相關資料蒐集分析

台灣銳蠓 （Forcipomyia taiwana） 俗稱小黑蚊，在分類上屬於雙翅目（Diptera），蠓科 （Ceratopogonidae），銳蠓屬（Forcipomyia），銳蠓亞屬（Lasiohelea）。雖然臺灣目前已發現 24 種銳蠓亞屬，但其中只有臺灣銳蠓及三地銳蠓 (Forcipomyia anabaenae) 確定會吸食人血 [Lien, 1989; 1991]，而臺灣銳蠓為分佈最廣且危害最嚴重的日間活動吸血性昆蟲。茲將截至目前有關小黑蚊危害與防治之研究資料整理如下：

(一) 分佈

臺灣銳蠓主要分佈在中國大陸及臺灣地區 [譚等，1989；Sun, 1967]，在 1913 年，由日本昆蟲學家 Shiraki 首次於台中縣發現，隨後在 1967 年台中大度山區便開始出現臺灣銳蠓之危害。莊於 1994 年針對台灣的小黑蚊族群調查中發現除苗栗、高雄、屏東及臺東地區尚無小黑蚊外，其餘地區皆有分佈 [莊，1994]，其中尤以花蓮、新竹、臺中、南投、彰化、嘉義、臺南等地為嚴重危害區 [陳等，1982；莊，1994]，又以靠山的鄉鎮最為嚴重。原小黑蚊主要棲息在 400 公尺以下的山腳地帶，但因低海拔過度開發，加上遊客來往頻繁，汽車成為攜帶小黑蚊到處蔓延的工具，致使小黑蚊逐漸向城市及高海拔地區擴展的趨勢。截至目前，已確知在台灣除了台東與屏東縣無小黑蚊被發現外，其餘各縣市均見其蹤跡，甚至在海拔約 900 公尺之日月潭也可發現到小黑蚊 [林等，2008]。

(二) 小黑蚊生態及生活史

臺灣銳蠓屬完全變態的雙翅目昆蟲，生活史分為卵期、幼蟲期、蛹期及成蟲期四個階段。臺灣銳蠓屬日行性昆蟲，雄蟲不吸血，但雌蟲則需要吸食血液才能獲得足夠養分以繁殖後代。雌蟲為害人體裸露處主要以小腿與手部最常受害，當它吸血時常緊貼皮膚，受害者常被飽食血液後患處隨即紅腫才知被咬，因此，小黑蚊吸血特性為防治小黑蚊重要宣導工作。

應用人體誘集法調查小黑蚊於日間的活動情形 (日律動)，發現臺灣銨蠓吸血活動自上午八點開始其族群逐漸增多，至下午二點達最高峰，之後漸漸減少，至黃昏低於 50 燭光之亮度時則完全消失，其日律動主要以早上十點至下午三點為吸血活躍期 [劉，2009]。

雌蟲在戶外活動，主要棲息於靠近人群活動與竹林、茶園、果園、菜園等等重疊區域，如涼亭、廟宇、屋簷下、孩童遊憩區、社區管理室旁等處。雌蟲一般飛行高度距離地面不超過兩公尺，其活動範圍在孳生場所約 50 公尺半徑內 [李等，2007]，但當血源缺乏時，則可能隨風擴散至其他區域。

幼蟲階段 (卵期、幼蟲期及蛹期) 均生活在屬於濕潤土壤及滋長藻類 (青苔) 的地區。幼蟲為陸生，可分為四個齡期，以藍綠藻、藻類等有機物為食 [謝，2006]。在 28℃ 幼蟲約 16~18 天可化蛹。幼蟲在第四齡時，會爬到較乾燥處化蛹 [李，1996]。蛹經 3~5 天之發育即羽化為成蟲 [Sun, 1967]。故透過環境管理有效減少藻類 (青苔) 區域，為防治小黑蚊極為重要之方法。

(三) 小黑蚊之防治

目前針對小黑蚊的防治工作，主要是以藥劑噴灑方式進行，但其成效有限，僅能維持數日，而無法達到長期的有效控制 [莊，1994；李及侯，1997]。因此防治實務上不能單單依賴化學防治，而是應採用綜合防治的概念，將個人防護、環境管理與化學防治等技術與方法整合實施，並透過教育宣導，建立民眾正確的防治觀念，才能有效的控制小黑蚊的密度，減緩其危害 [李，1996, 林等，2008]。在綜合防治工作的推動上，主要包括下列幾項措施：

1. 個人防護

小黑蚊雌蟲不吸食血液，將無法產卵。故能做好個人保護，避免叮咬，將可阻斷小黑蚊的繁殖。個人的防護包括在小黑蚊發生區應穿著長袖衣褲或塗抹忌避劑（防蚊液），如使用含 DEET（即 diethyltoluamide）之防蚊液可預防小黑蚊為害達數小時之久。

2. 物理防治法

裝設細孔之紗門、紗窗或設置塗抹殺蟲劑之欄杆圍網，以防止小黑蚊進入室內或戶外主要活動區域進行吸血。

3. 環境管理

由於小黑蚊的幼蟲極為細小，肉眼難以觀察。故清除其藻類 (青苔) 之孳生源為首要之務。如 (1) 拆除不必要之欄架、竹籬、遮陰棚等，以減少遮陰潮濕之幼蟲孳生場所。(2) 翻土、清除雜草、灌木叢、疏伐樹枝、疏通排水溝及種植密生草種如蔓花生以改變原有生態環境，亦為減少孳生源之措施。(3) 校園周圍或附近可能是竹林、果園、蔗園或雜木林等小黑蚊成蟲活動棲息處，應納入環境整理之範圍，以減少學生受害。(4) 改善社區環境如密植韓國草、蔓花生等密生草種，使藻類 (青苔) 無法滋生減少幼蟲棲地 [杜，2006] 。

4. 化學防治

依據張在 1997 年所進行的藥效測試結果顯示，大部分的環境衛生用藥對小黑蚊的各個蟲期都有極佳的殺滅效果 [張，1997]。但藥劑防治使用之藥劑應選擇合格之環境衛生用藥，以對人類及家禽家畜毒性低、對環境污染小而有效之種類為優先考慮。成蟲之防治如在紗門、紗窗塗刷或噴灑殺成蟲藥劑，如亞滅寧 (α-cypermethrin)，以毒殺飛入之成蟲。於成蟲活動棲息處所如竹林、灌木叢、雜草叢及雜木林等，利用熱煙霧法進行空間噴灑觸殺成蟲以成蟲活動高峰的時間施作最為理想，但施作時必須注意風勢及風向，最好選擇氣流較穩定的時段進行噴藥並耐心施藥才會有防治成效。

防治藥劑包括有機磷劑如亞特松 (pirimiphos－methyl)、馬拉松 (malathion)、撲滅松 (fenitrothion)或人工合成除蟲菊類藥劑如賽酚寧 (cyphenothrin)、第滅寧(deltamethrin)、賽滅寧(cypermethrin)、百亞列寧 (bioallethrin)、賜百寧(esbiothrin)、百滅寧（permethrin）、酚丁滅蝨（phenothrin） [張及葉，1997]。

另外，利用超低容量噴灑法，讓噴出之藥劑微粒懸浮在空氣中一段時間，增加藥劑與蟲體接觸之機會，較能有效觸殺成蟲。李及侯等 [1997] 之

試驗結果顯示，經連續之施藥防治，處理區之小黑蚊雌成蟲族群密度有降低之趨勢。王等 [1997] 之研究認為，於冬季對幼蟲及成蟲進行化學防治，能得到較佳之防治成效。

幼蟲防治，主針對長有藻類 (青苔) 之幼蟲孳生地，以背負式噴筒噴灑藥劑，如陶斯松(chlorpyrifos)、撲滅松或亞特松等。此外，亦可施用昆蟲生長調節劑如百利普芬（pyriproxyfen），阻礙幼蟲及蛹之發育生長，以降低成蟲之族群密度。另於幼蟲孳生地噴灑無患子油劑，為對環境無污染之安全性殺蟲及殺菌劑，以期達到防治功效。

5. 教育宣導

小黑蚊因其體型微小（成蟲體長僅約 1.4 mm），叮咬時不易察覺，待有搔癢感覺時，才有所警覺但為時已晚，甚至有民眾誤以為遭受跳蚤叮咬而不知。故透過教育宣導，可讓民眾對於小黑蚊的生活及習性有所認識，並瞭解如何防護及防治小黑蚊的所造成之危害。鼓勵民眾隨時做好個人的防護，避免遭受小黑蚊的叮咬，避免成為小黑蚊的「供養者」 [李，1996, 林等，2008]，是防治小黑蚊積極而正面的作法。

台灣本島屬於溫熱多濕的亞熱帶氣候型態，加上多山區的地理因素，形成極適合小黑蚊孳生的環境，而依山傍水的村落或社區型態聚集了人群與遊客，提供小黑蚊不虞匱乏的血源。另外，許多農民由早期的水稻耕作改為經濟價值較高且不需付出大量勞力之農作物，如茶樹、竹子、檳榔、果樹等農作，其對水分需求多造成地表時常呈現潮濕狀態，成為提供小黑蚊幼蟲孳生棲地的有利環境。加上有機農業的概念建立與推廣，農業用藥大量減少，也間接讓小黑蚊族群數量得以快速增長的機會。再配合上鄉村社會人口的群居化，以及週休二日悠閒旅遊風的興起，也增加提供小黑蚊繁殖必要的血源，因此小黑蚊在台灣山腳地帶有日漸猖獗之勢。

在此一區域中的民眾因生活型態的差異而出現不同類型的聚落，其中包括：以農耕為主的散居村落；近年來因民眾崇尚自然所遷居形成的集合式社區；因發展休閒旅遊所衍生的新興景點等。各個聚落中的人類活動對於小黑蚊的繁殖影響甚鉅，因此在進行綜合防治之規劃時，除了考量各個危害區域的地理環境外，還必須針對當地的聚落型態，設計合適的防治策

略與方法。

期望藉由本計畫的執行，提供未來小黑蚊防治模式之參考，有效防治並降低小黑蚊危害程度等級，藉以減少小黑蚊危害，提升居民生活與觀光旅遊品質及經濟產業發展效益。

四、 實施方法

(一) 建立小黑蚊長期密度監測點

針對小黑蚊危害嚴重發生區域如豐原、潭子、大坑五里 (民政、部子、東山、大坑及民德)、太平及霧峰等九個區域進行雌成蟲全年密度調查，調查方法如下所述：

1. 小黑蚊危害嚴重九區域之小黑蚊雌成蟲密度調查點之選定

配合臺中市環境保護局，以小黑蚊猖獗之豐原、潭子、大坑、太平及霧峰等五個區域為小黑蚊調查區。計畫開始執行初期首先進行現場探勘，實地了解小黑蚊猖獗區域之地理與環境特性。同時，拜訪當地居民或鄰里長及村幹事，藉以了解當地過往小黑蚊之發生情形與特性，依訪談資訊與密度調查為參考依據提供為研擬防治策略之參考。此外，並參考先前在大坑地區及杜武俊教授在台中縣所調查之小黑蚊雌成蟲密度資料，在各區域分別選定三個經臺中市環境保護局認可後，作為本年度小黑蚊雌成蟲密度調查地點 (表一及圖一)。

2. 小黑蚊雌成蟲密度調查與監測

小黑蚊雌成蟲密度調查旨在監測其族群密度變化，並長期建立當地小黑蚊族群消長之基本資料，以提供小黑蚊生態研究以及防治時機之參考，並可作為防治成效之評估依據。調查區以豐原、潭子、大坑五里、太平及霧峰等九個區域，各設三個調查點進行之。

目前已有廠商開發出一種能藉由氣味及溫度來誘捕小黑蚊雌成蟲之產品，初步測試在小黑蚊嚴重危害區於 1 小時內可誘捕到約 200 隻左右之雌成蟲。故小黑蚊密度調查方式將採人體及氣味分別進行誘捕，條件為從 4 月至 9 月每二週定期選擇在較穩定的氣候型態下進行一次調查，共調查 12 次。調查條件為白天上午 10 點至下午 3 點雌成蟲吸血活動高峰時段進行之，調查時間以人體誘集 20 分鐘，而氣味誘捕劑誘集則為 1 小時，誘捕時均以導熱膜加熱，促進誘引劑散發。此外，為確定經氣味誘捕之昆蟲均為小黑蚊，必須將之攜回實驗室以解剖顯微鏡進行觀察與記錄。

(二) 建立實務上可行之小黑蚊氣味誘捕及防治方法

在豐原、潭子、大坑五里、太平及霧峰等九個區域中，各選定三處危害嚴重地點，條件為每二週定期選擇在較穩定的氣候型態下進行一次誘集，誘集條件為白天上午 10 點至下午 3 點小黑蚊活動高峰期進行之，藉由所誘捕之雌成蟲數量，與小腿誘捕數量比較，分析應用氣味誘捕取代人體誘捕之可行性。另外在九個區域內選定一高度危害區，在白天上午 10 點至下午 3 點共計 5 小時進行連續誘捕。藉由所誘捕之雌成蟲數量與小腿誘捕數量比較，評估其應用於防治小黑蚊之可行性，以期能遏止小黑蚊之猖獗。

(三) 繪製小黑蚊歷年密度圖

將所獲得之密度資料與歷年比對，繪製小黑蚊密度圖，可藉此分析近年來小黑蚊密度變化趨勢及蔓延範圍。

五、結果

(一) 建立小黑蚊長期密度監測點

本計畫選定小黑蚊猖獗之豐原、潭子、大坑五里、太平及霧峰等五個區域為小黑蚊密度調查區。各區及大坑五里均選定三個嚴重危害區作為小黑蚊族群密度調查及誘捕位置 (表一及圖一)。

(二) 評估氣味誘捕小黑蚊取代傳統人體誘集與應用於防治之可行性

將誘捕器掛置於各誘捕地點，高度為離地 30 公分，使誘捕網垂掛接近地表 (圖二)，隨即加入約 10 mL 誘捕劑，藉由不同誘捕劑進行小黑蚊之誘捕，結果發現在潭子區及民政里分別以誘捕劑 B 及人工汗液 B 進行測試，經解剖顯微鏡觀察能捕獲較多的小黑蚊 (圖三 A)，而其他昆蟲所佔比例甚低，具有誘集專一性 (圖三 B)。

但誘捕劑 A (圖四至五、七至八) 及人工汗液 A (圖九至十一及十三至十四) 之配方，則誘捕小黑蚊效率甚低 (表二)。進一步將誘捕劑 B 與人工汗液 B 進行 5 小時之誘集試驗，發現二者平均每小時能有效誘捕到 40-50 隻以上之小黑蚊 (圖六及圖十二)。證實本方法具有替代傳統以人體進行小黑蚊誘集之潛力，但與人體誘捕法相較，仍差異甚大。

(三) 繪製小黑蚊歷年密度圖

將同區域且同期之小黑蚊密度資料與歷年進行比對，繪製小黑蚊密度變化圖，由結果得知，各區里在 4-5 月份之小黑蚊密度較往年低 (圖十五至二十一)，另潭子區及民德里今年度小黑蚊密度相較往年明顯偏低 (圖十五及十六)，其餘區域各有消長差異性不大。其中，東山里與民政里從 98-100 年迄今之小黑蚊密度仍>100 隻/1 小腿/20 分鐘，屬於極嚴重危害地區。

六、結論與討論

本試驗為首次應用化學氣味作為小黑蚊誘捕劑進行大範圍小黑蚊之誘捕，由於各區里小黑蚊密度差異甚大，不管由人體小腿或誘捕劑進行誘捕，均呈現相類似之密度曲線，證實開發以自動化誘捕取代傳統人體小腿誘捕極具潛力，有關各誘捕劑之誘捕成效如表二所示，故相信只要假以時日，調整誘捕劑配方與誘捕器之結構，應能取代人體進行小黑蚊密度調查，藉由自動化誘捕能免除人體誘捕發生人為誤差、產生過敏及遭受微生物感染之疑慮。

由人體小腿誘捕小黑蚊之結果，發現在 98-100 年間，同區域同月份小黑蚊之密度變化差異甚大，其中尤以潭子區及大坑民德里於今年所測得之密度顯著偏低，推測原因與調查點周遭環境改變有關，如潭子區改變竹筍耕種，民德里活動中心進行圍網防治小黑蚊及榕樹修剪等。而環境變化最小的東山里與民政里，小黑蚊數量在這三年間並無顯著差異，不過今年在 4-5 月份各區里小黑蚊密度均偏低，此與今年沒有梅雨鋒面有關。

此外，本試驗使用之化學氣味誘捕劑只有在新鮮配製後馬上使用方具有較好的誘捕效果，一旦放置逾二週則因誘引氣味分子之散失，導致誘引小黑蚊之效果急遽下降 (圖十二)。顯示必須改變誘捕劑之劑型，讓誘引氣味分子能夠穩定釋放，才有可能將其開發為防治小黑蚊之用途。

七、 建議事項

本試驗所使用之小黑蚊誘捕劑 B 與人工汗液 B 具有專一性誘捕小黑蚊之效果，只要再稍微調整配方與劑型，便值得開發作為取代人體進行小黑蚊密度調查之自動化設備，如此將有利於各縣市環保局推動小黑蚊密度普查，以隨時掌握小黑蚊危害情形與蔓延狀態，方能具體研擬防治對策有效防治小黑蚊。故建議能持續補助本計畫進行誘捕劑配方調整及劑型之開發。

八、參考文獻

王惠鵬。1997。南投地區台灣銻蠓之化學防治。國立中興大學昆蟲學系研究所碩士論文。

李學進。1996。小黑蚊的生態及綜合防治。第八屆病媒防治技術研討會論文集。15-23 頁。

李學進、侯豐男。1997。臺南地區臺灣銻蠓之季節消長及藥劑防治。行政院環保署第九屆病媒防治技術研討會論文集。125-136 頁。行政院環境保護署。

杜武俊。2006。南投縣政府九十五年度小黑蚊重點防治計畫期末成果報告。南投縣政府環境保護局。

林春福、李憲明、吳正男、杜武俊。2008。小黑蚊綜合防治技術。台灣昆蟲特刊。65-73 頁。

吳正男、李憲明、黃雅莉、林彥至、潘銘正、林春福。2011。臺中市大坑地區微氣候因子與小黑蚊密度危害等級關係暨其預警系統。中臺學報 22：1-10。

陳錦生、徐世傑、連日清。1982。花蓮地區臺灣銻蠓季節消長研究。國立臺灣大學植物病蟲害學刊 9: 68-90。

陳伯中。1982。臺灣本地淡水綠藻、藍綠藻之培養及其利用價值之研究。國立中興大學理工學報 19: 185-189。

侯豐男、李學進。1993。登革熱病媒及重要害蟲綜合防治計畫期末報告小黑蚊之綜合防治研究。1-15 頁。行政院環境保護署。

侯豐男、李學進。1994。小黑蚊之綜合防治。登革熱病媒及重要害蟲監視與綜合防治計畫 1-13 頁。行政院環境保護署。

莊益源。1994。臺灣銻蠓之生活史及其在南投地區之季節消長。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文。

張伯熙。1997。台灣銳蠓之殺蟲劑篩選及其誘集研究。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文。

張伯熙、葉金彰。1997。物理方法誘集小黑蚊。行政院環保署第九屆 病媒防治技術研討會論文集。137-150 頁。行政院環境保護署。

謝伯岳。2006。台灣銳蠓 Forcipomyia taiwana（Shiraki）的產卵習性、棲群動態與對昆蟲生長調節劑感受性之研究。國立中興大學昆蟲學研究所碩士論文。

劉文勇。2009。臺灣銳蠓 (雙翅目：蠓科) 之飼育技術、吸血習性及其誘集器開發。國立中興大學昆蟲學研究所博士論文。

譚璟憲、薛景珉、柯衛。1989。臺灣銳蠓吸血和生殖的觀察。中國昆 蟲學報 32 (1)：52-57。

Chen YH, Lee MF, Lan JL, Chen CS, Wang HL, Hwang GY, and Wu CH. 2005. Hypersensitivity to Forcipomyia taiwana (biting midge): clinical analysis and identification of major For t 1, For t 2 and For t 3 allergens. Allergy. 60: 1518-1523.

Chen YH, Lee MF, Tsai JJ, Wu HJ, and Hwang GY. 2009. Specific IgE and IgG responses and cytokine profile in subjects with allergic reactions to biting midge Forcipomyia taiwana. Int Arch Allergy Immunol. 150: 66-74.

Lien, J. C. 1989. Taxonomic and ecological studies on the biting midges of the subgenus Lasiohelea, genus Forcipomyia from Taiwan. J. Taiwan Mus. 42: 37-77.

Lien, J. C. 1991. Seven new species and four new record of Forcipomyia subgenus Lasiohelea from Taiwan (Diptera: Ceratopogonide). J. Taiwan Mus. 44: 83-116.

Sun, W. K. C. 1967. Study of a biting midge, Forcipomyia (Lasiohelea)

taiwana (Shiraki) (Diptera：Ceratopogonidae). I. Description of the complete life cycle of the midge reared in the laboratory. Biol. Bull. Tunghai Univ., Taiwan, Taichung. 29：1-10.

Yeh CC, and Chuang IY. 1996. Colonization and bionomics of Forcipomyia taiwana (Diptera: Ceratopogonidae) in the laboratory. J Med Entomol. 33: 445-448.

表一、100 年度臺中市小黑蚊危害發生區域之族群密度誘捕位置

區里	調查點		
豐原區	中正公園涼亭	扶輪社涼亭	漆藝博物館
潭子區	新興國小	竹筍集散地	小橋涼亭
民德里	宜梅園	松園	活動中心
東山里	風景管理處	濁水巷 20 號	濁水巷 14 號
大坑里	天星花園別墅	土地公廟	貴城巷巷底
廍子里	廍子巷	廍子巷竹林	中臺湖畔
民政里	美國學校	苧園巷土地公廟	觀音山步道市集
太平區	清涼寺後溝邊	長億國小竹林	慈光寺涼亭
霧峰區	象鼻路 31 號	象鼻路 24-3 號	達摩山莊停車場

表二、不同誘捕劑對小黑蚊之誘捕成效分析 (%)

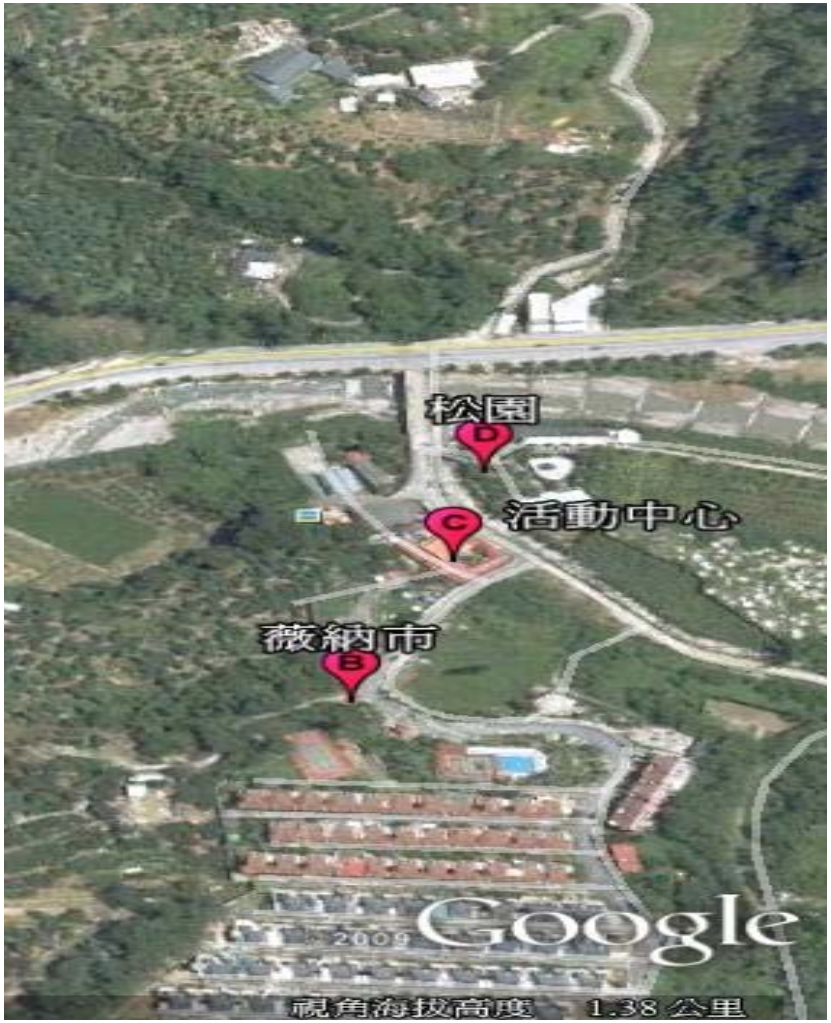
區里	誘捕劑 A	誘捕劑 B	人工汗液 A	人工汗液 B
豐原區	7[a]	-[b]	-	-
潭子區	7	**17**	-	-
民德里	2	-	-	-
東山里	1	-	-	-
大坑里	-	-	3	-
廍子里	-	-	5	-
民政里	-	-	2	**10**
太平區	-	-	4	-
霧峰區	-	-	3	-

[a]: 相同單位時間內誘捕成效= (誘捕劑誘捕數量/小腿誘捕數量)X100%；

[b]: non tested

圖一 A、100 年度臺中市豐原區小黑蚊危害發生區域之族群密度誘捕位置圖。

圖一 B、100 年度臺中市潭子區小黑蚊危害發生區域之族群密度誘捕位置圖。

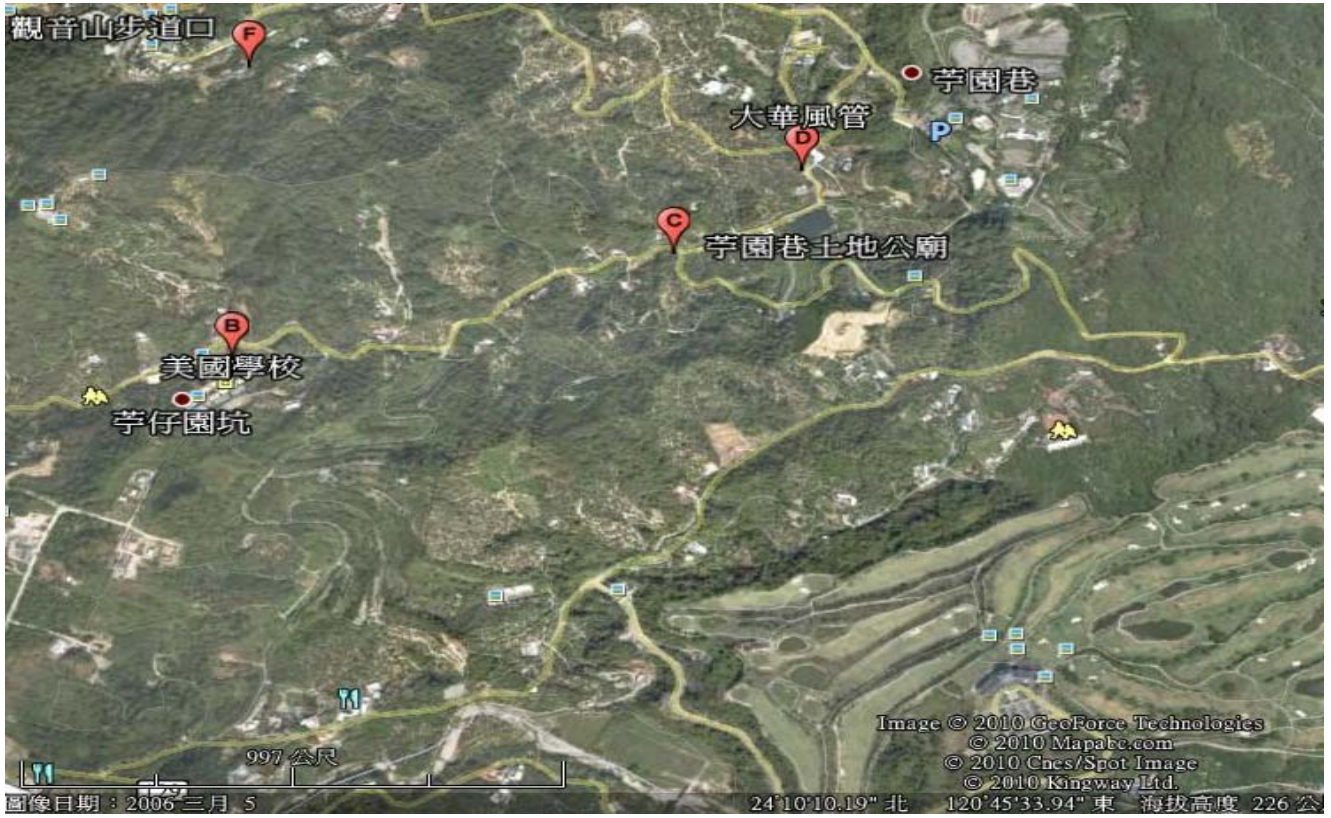


圖一 C、100 年度臺中市民德里小黑蚊危害發生區域之族群密度誘捕位置圖。

圖一 D、100 年度臺中市東山里小黑蚊危害發生區域之族群密度誘捕位置圖。

圖一 E、100 年度臺中市大坑里小黑蚊危害發生區域之族群密度誘捕位置圖。

圖一 F、100 年度臺中市廍子里小黑蚊危害發生區域之族群密度誘捕位置圖。



圖一 G、100 年度臺中市民政里小黑蚊危害發生區域之族群密度誘捕位置圖。

圖一 H、100 年度臺中市太平區小黑蚊危害發生區域之族群密度誘捕位置圖。

圖一 I、100 年度臺中市霧峰區小黑蚊危害發生區域之族群密度誘捕位置圖。

(A)

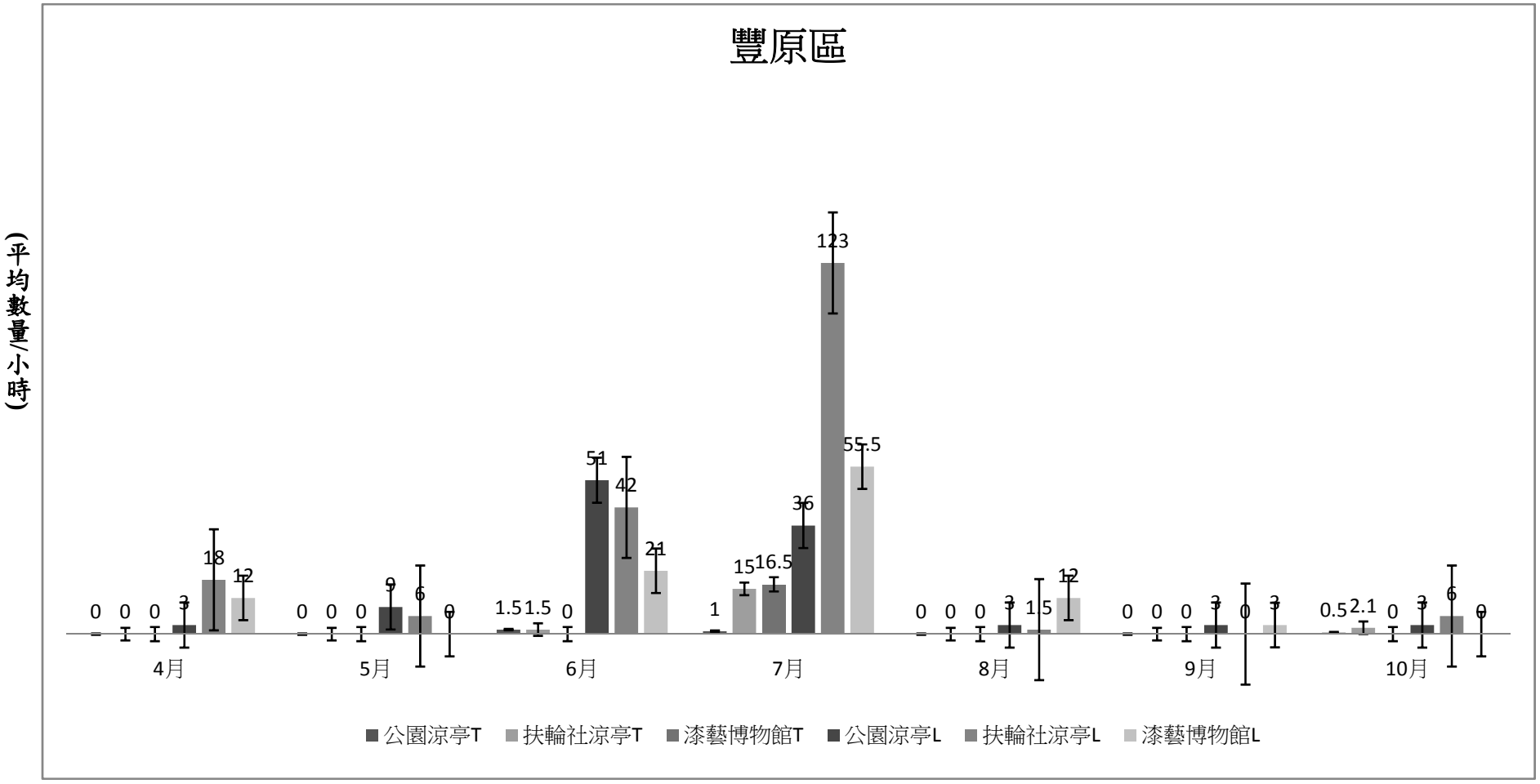
(B)

圖二、小黑蚊自動誘捕器釣掛照片。集蟲網網格大小為 100 網目。

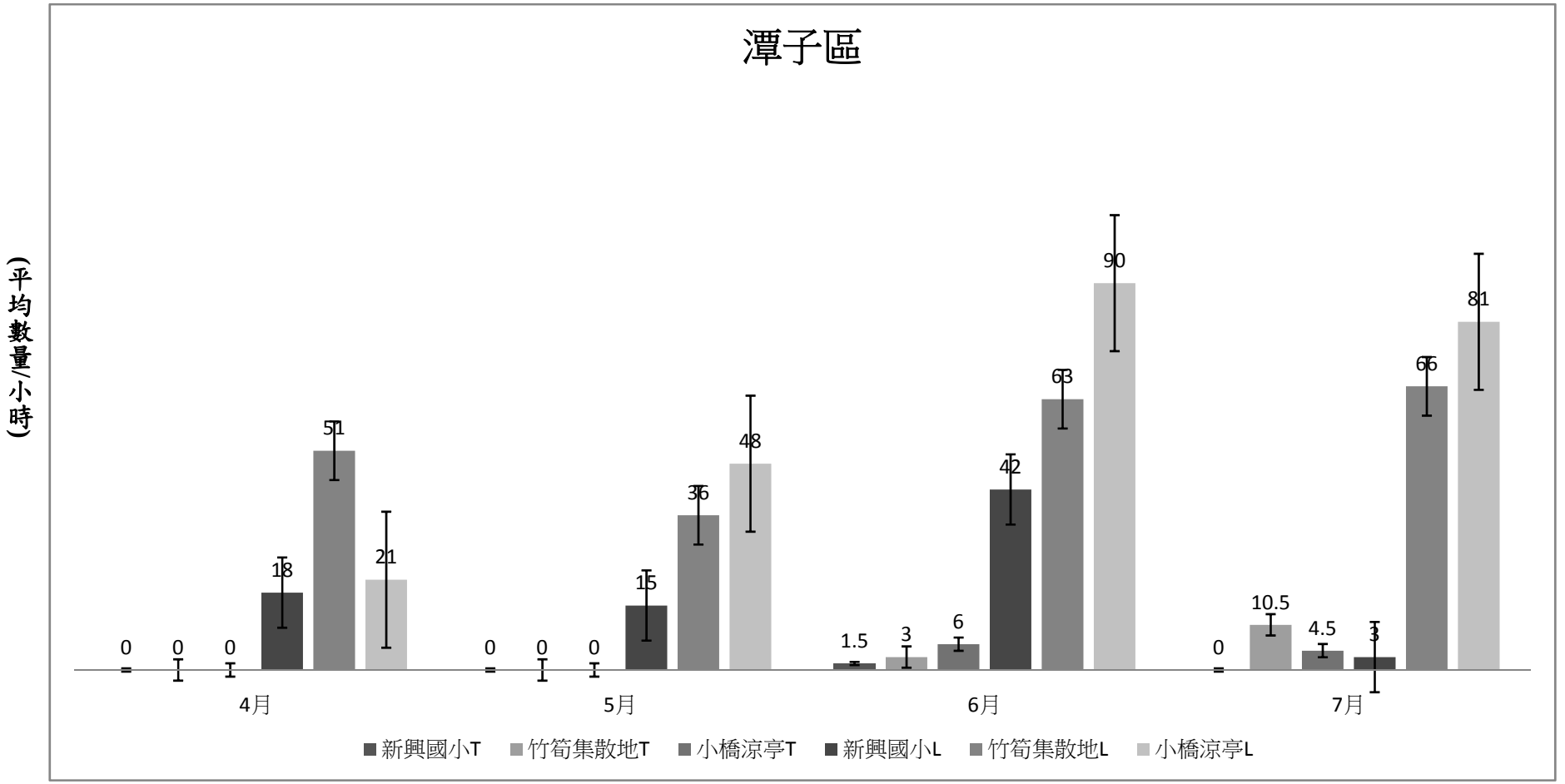
(A)

(B)

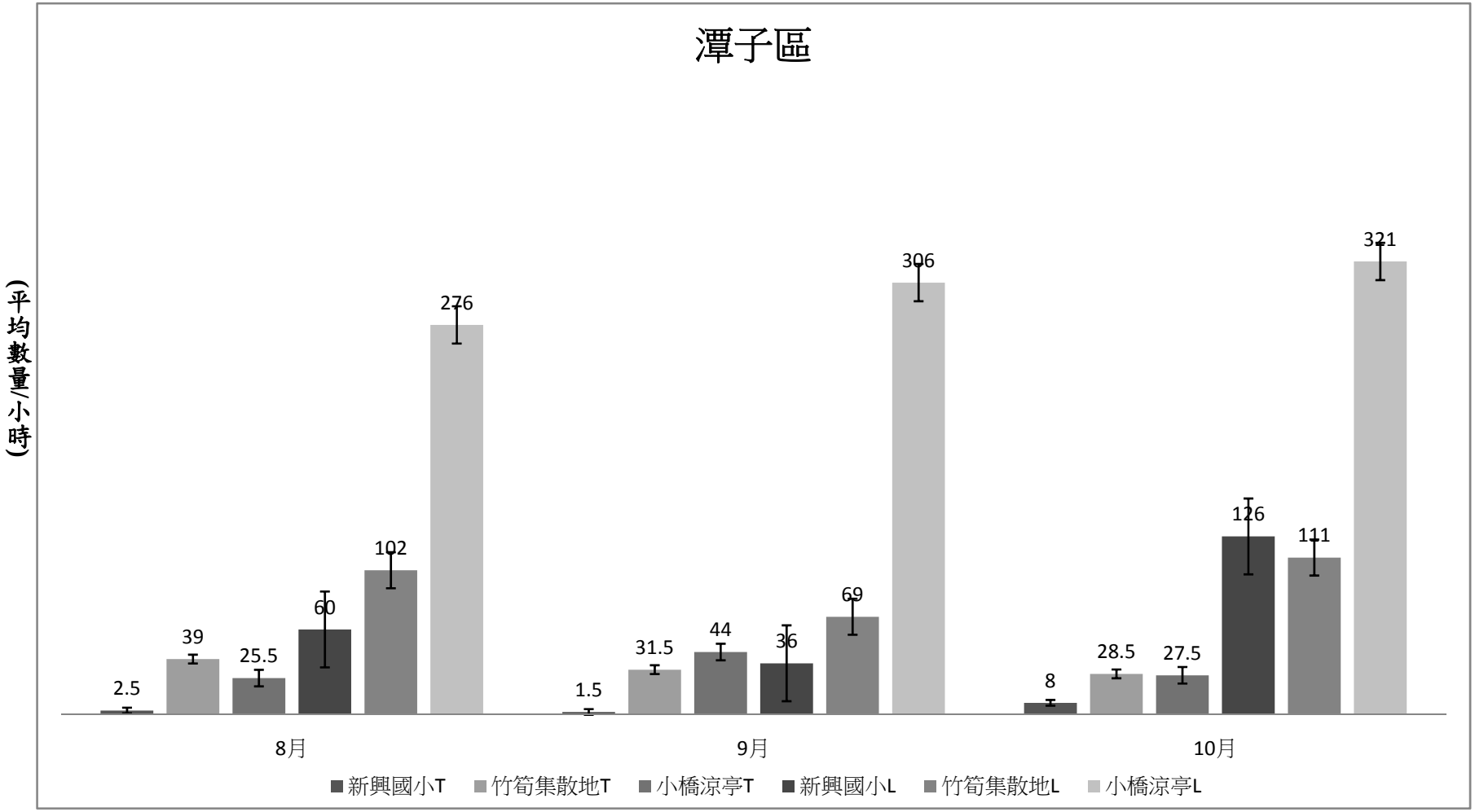
圖三、小黑蚊被誘捕後之顯微鏡觀察。小黑蚊(A)，其他類昆蟲(B)。



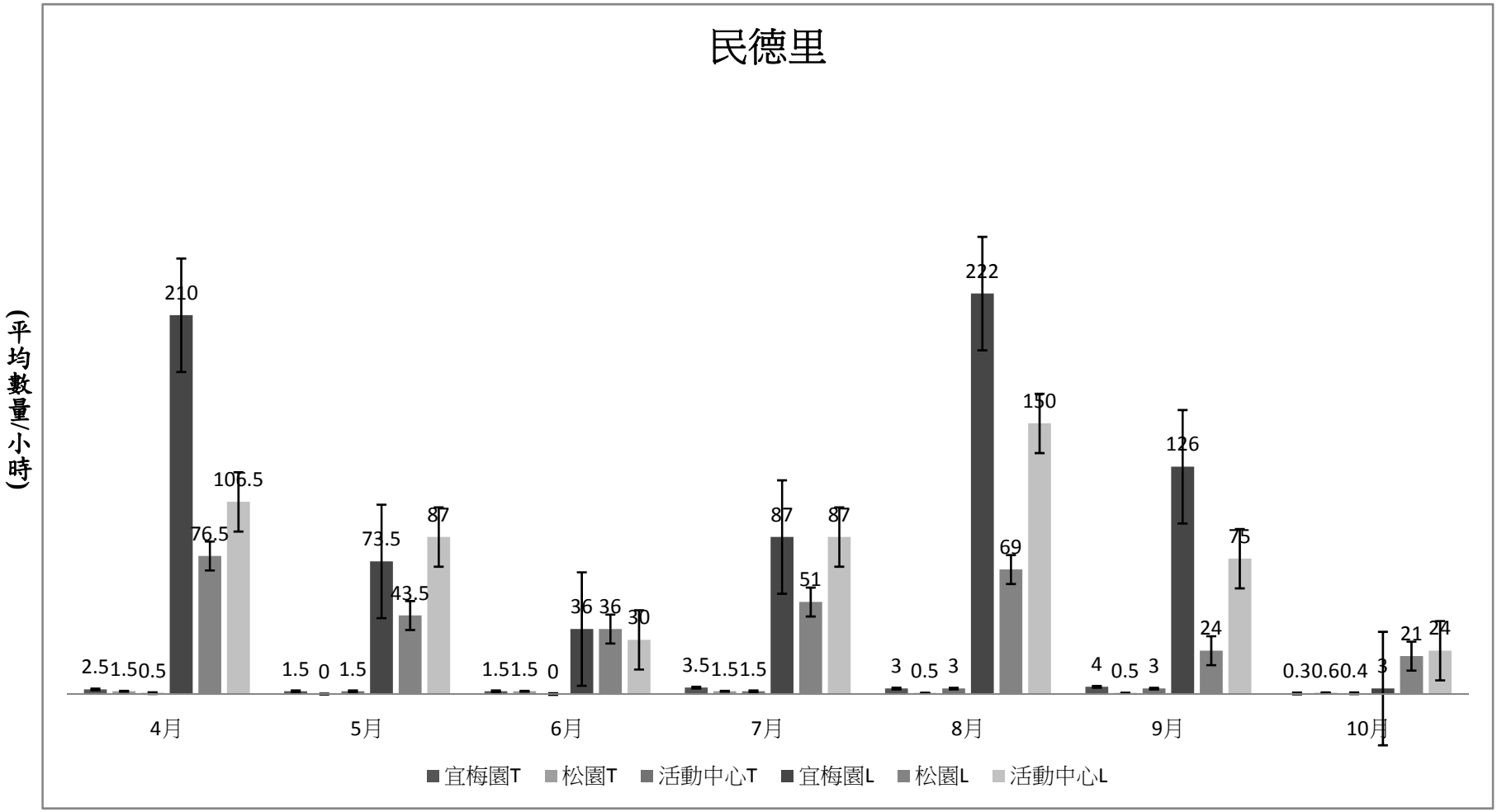
圖四、豐原區以小腿 (L) 及誘捕劑 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較。



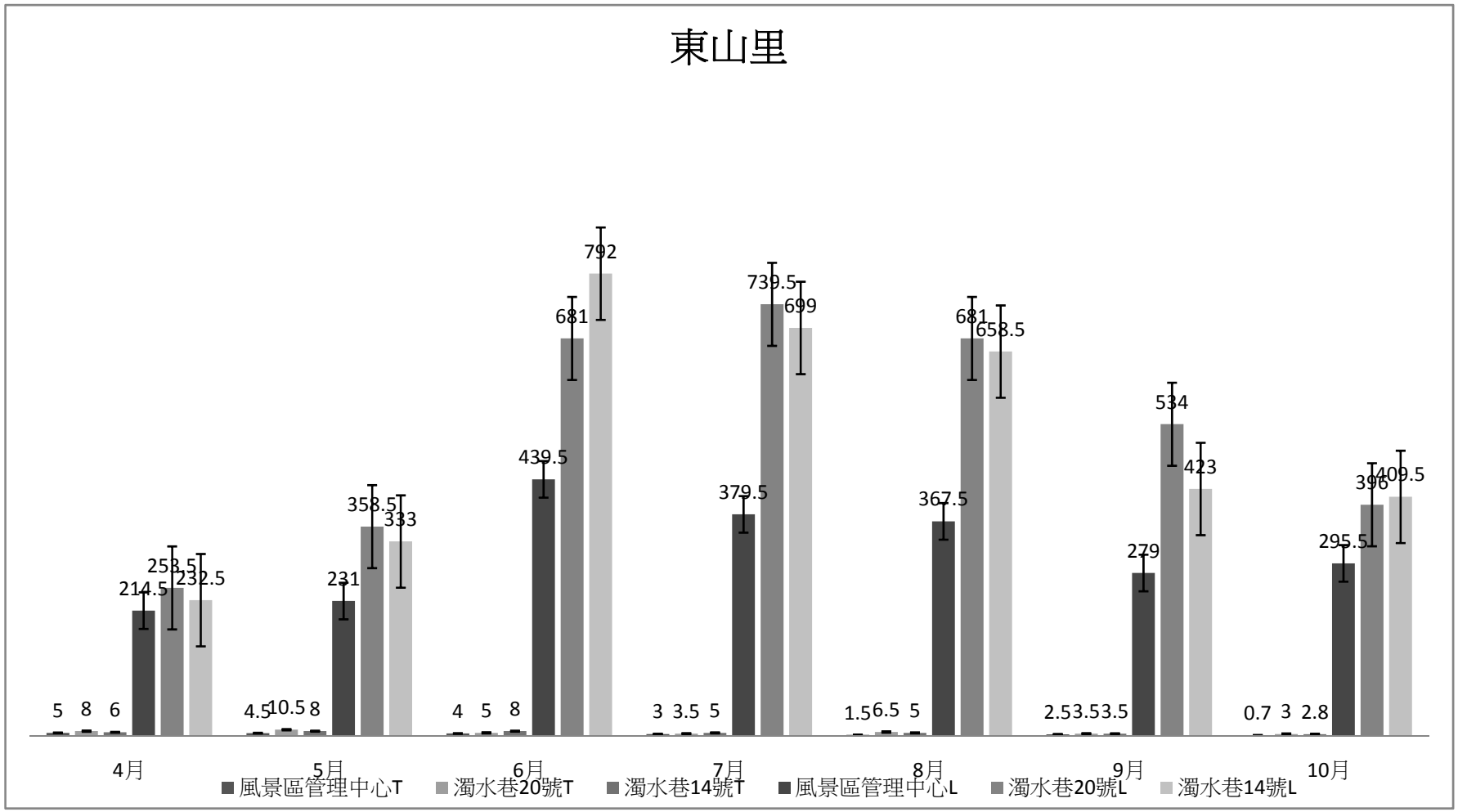
圖五、潭子區以小腿 (L) 及誘捕劑 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較。



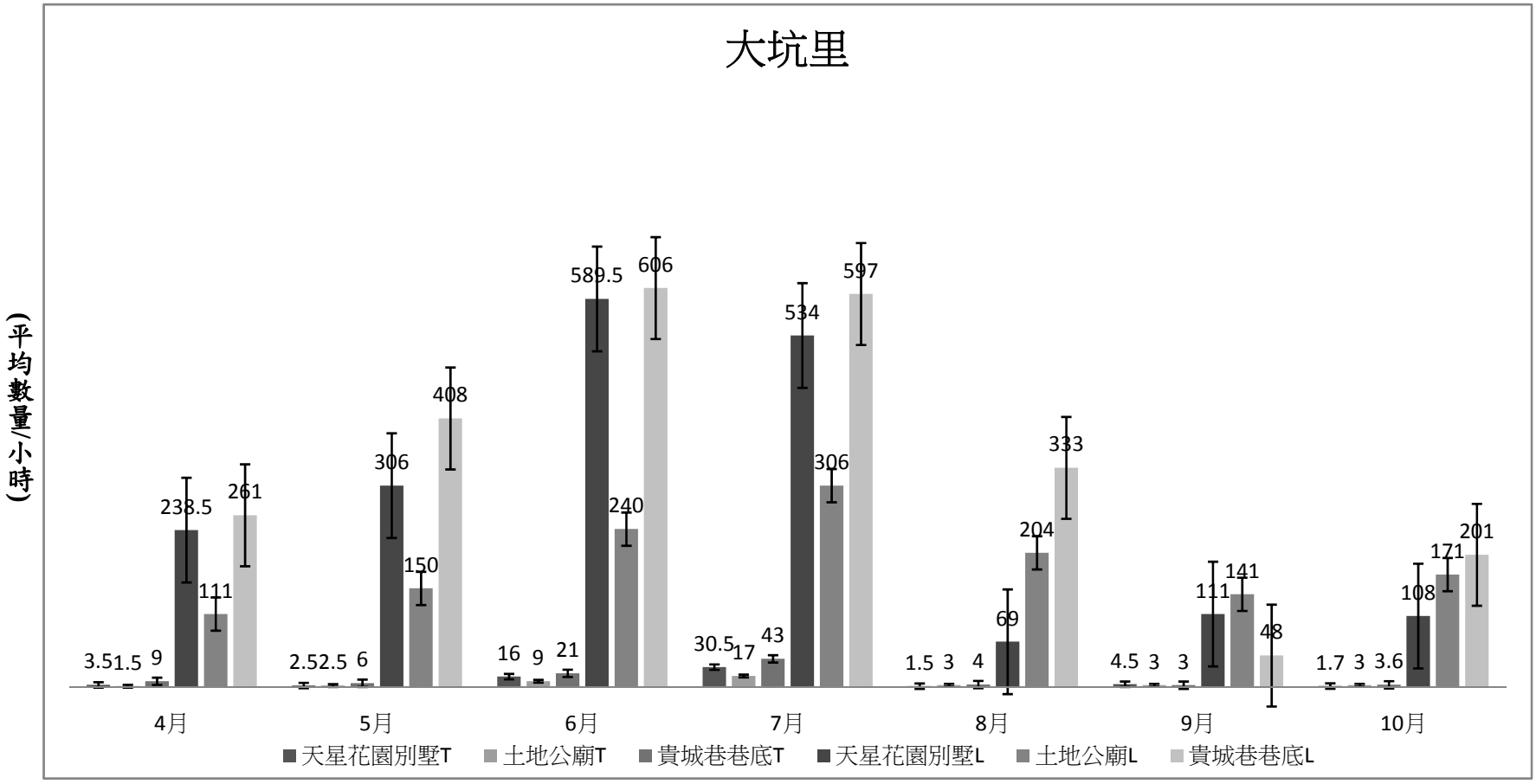
圖六、潭子區以小腿 (L) 及誘捕劑 B (T) 誘捕雌成蟲之密度比較。



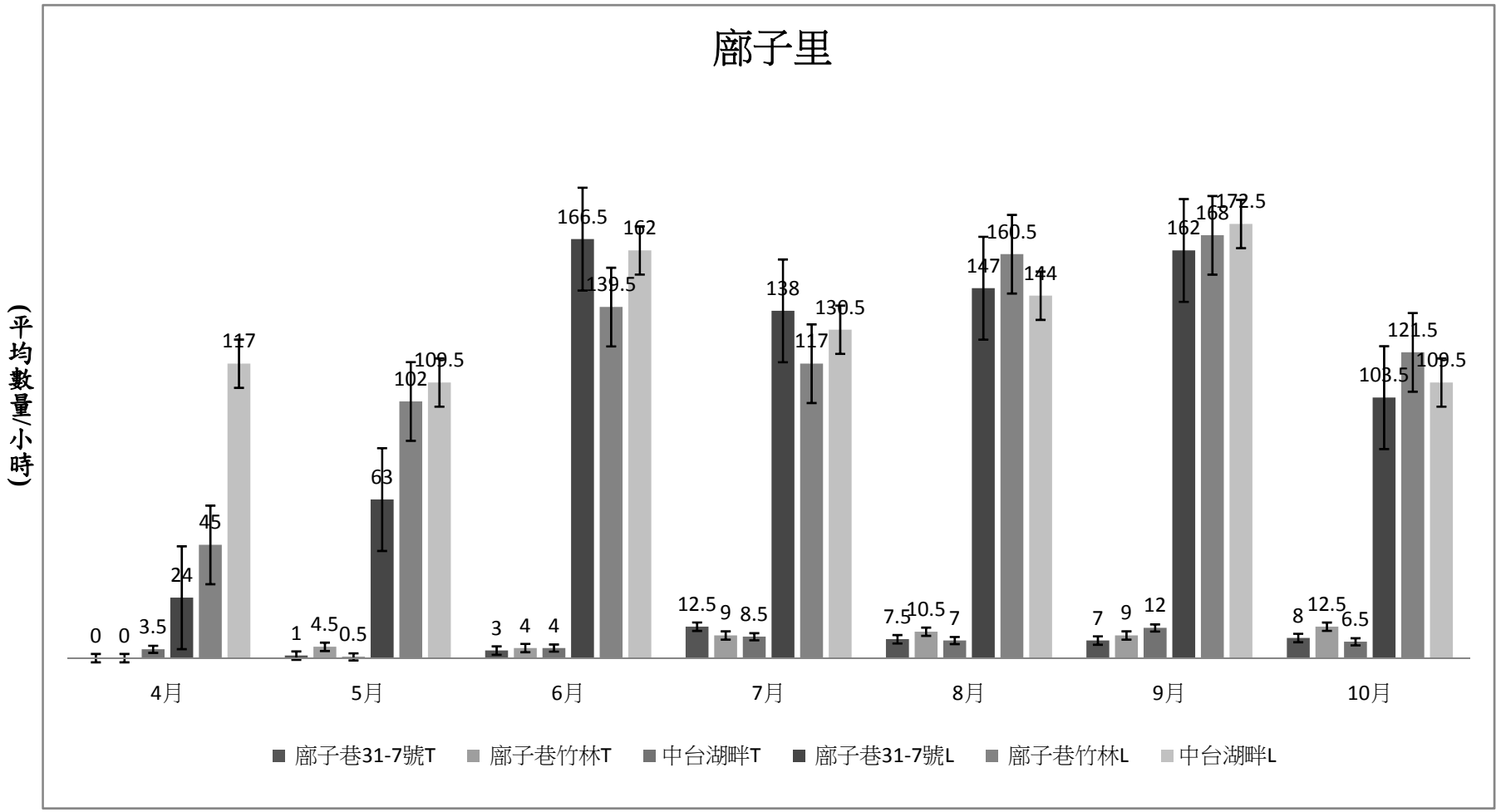
圖七、民德里以小腿 (L) 及誘捕劑 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較。



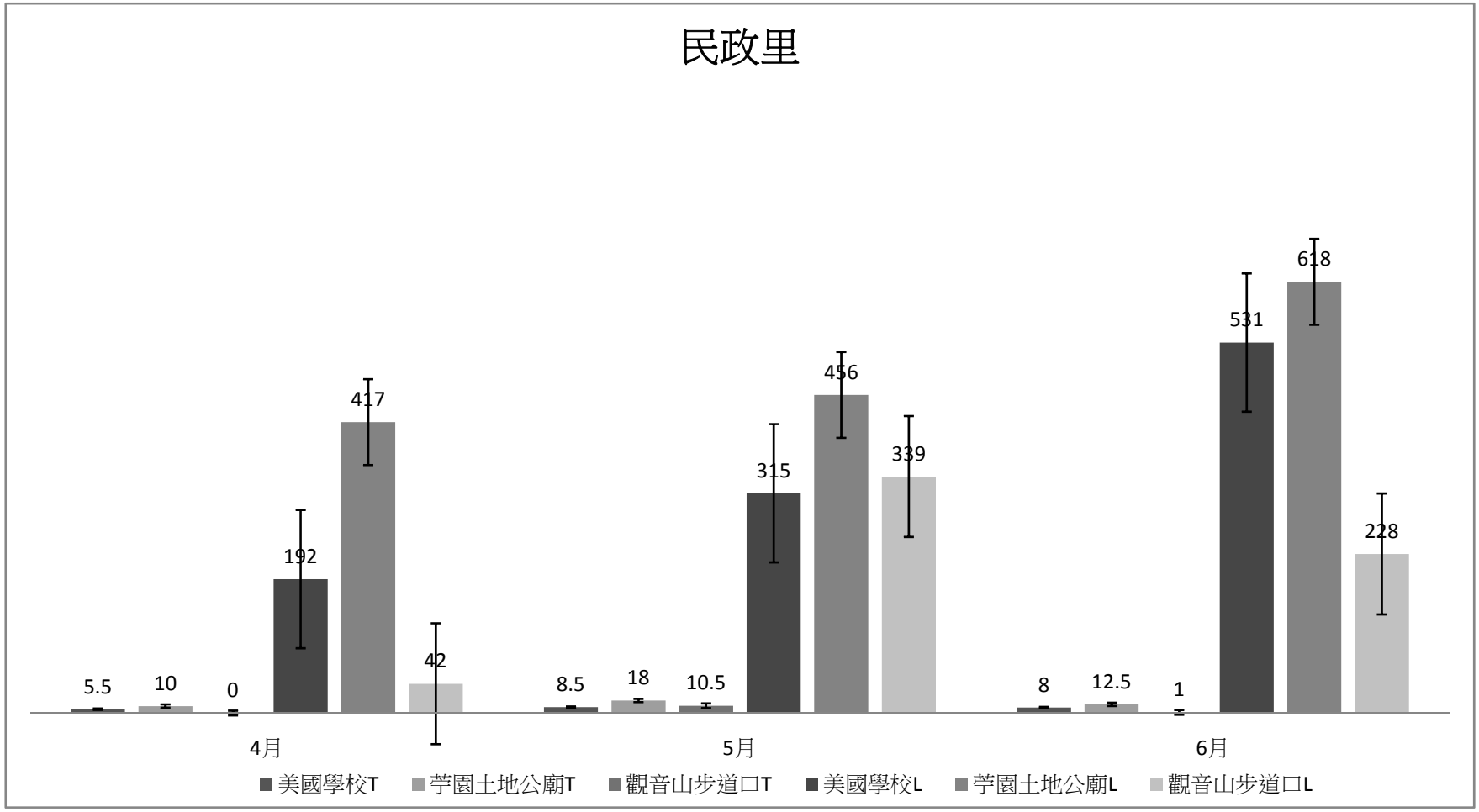
圖八、東山里以小腿 (L) 及誘捕劑 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較。



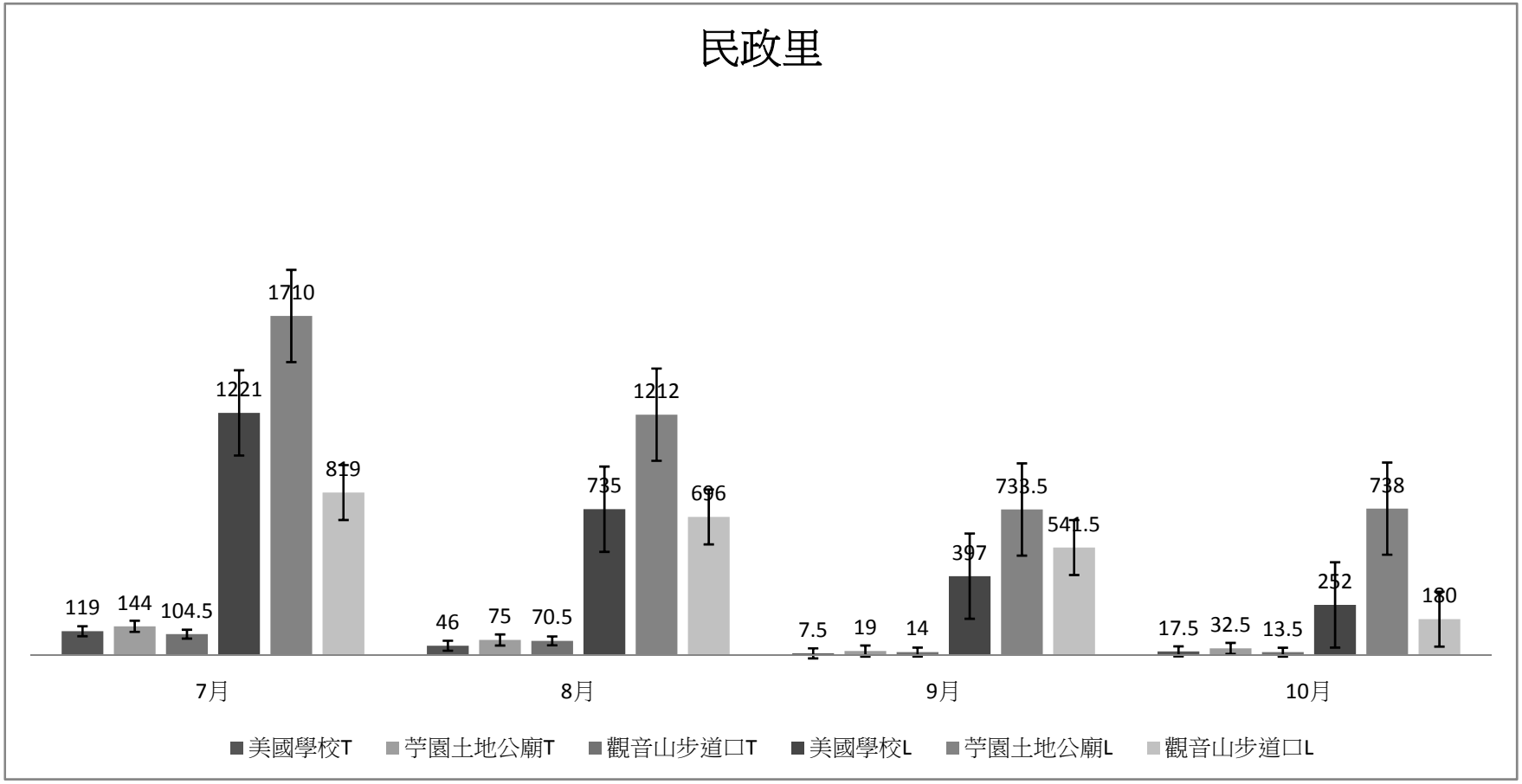
圖九、大坑里以小腿 (L) 及人工汗液 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較。



圖十、廊子里以小腿 (L) 及人工汗液 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較。

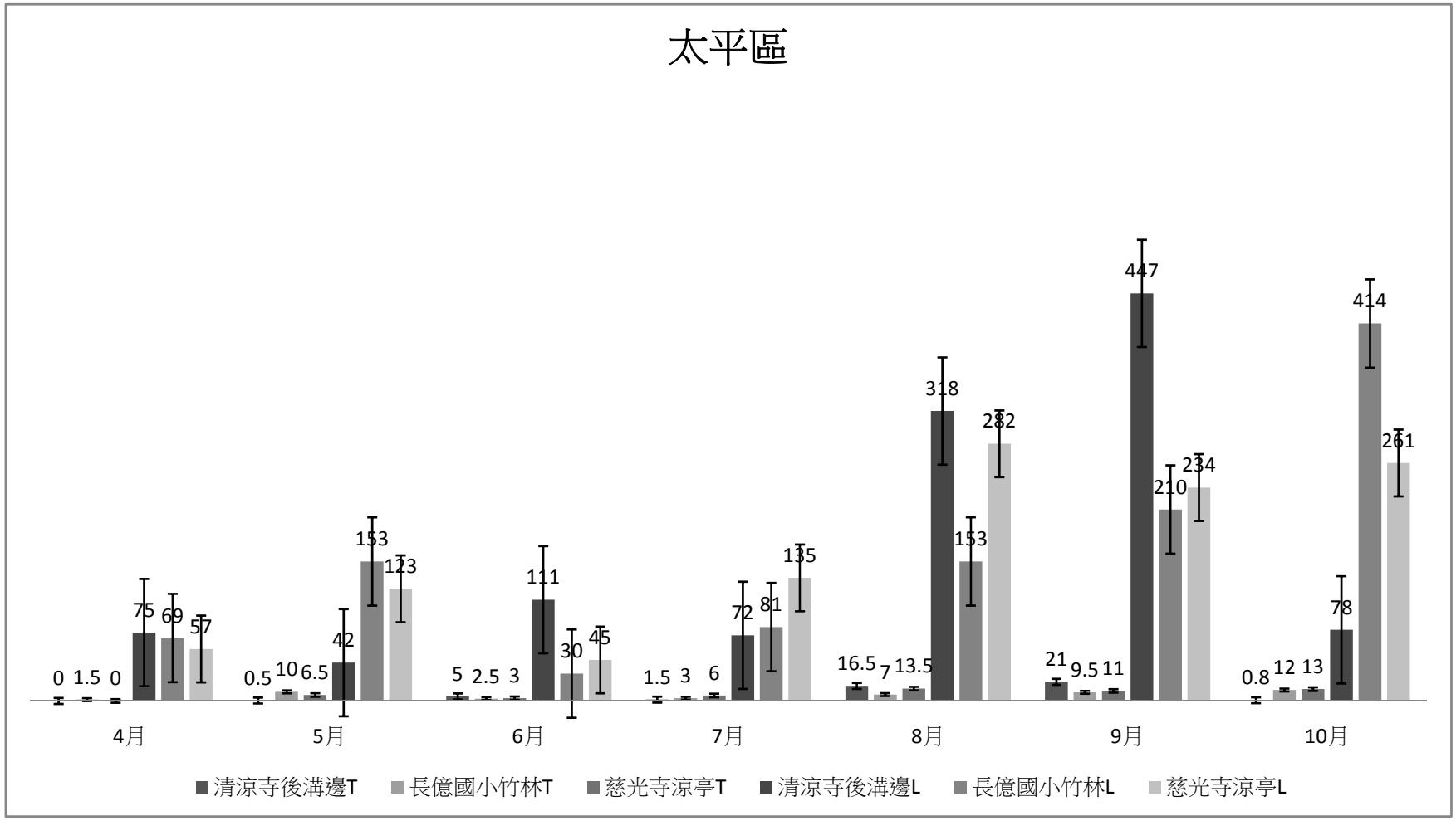


圖十一、民政里以小腿 (L) 及人工汗液 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較。

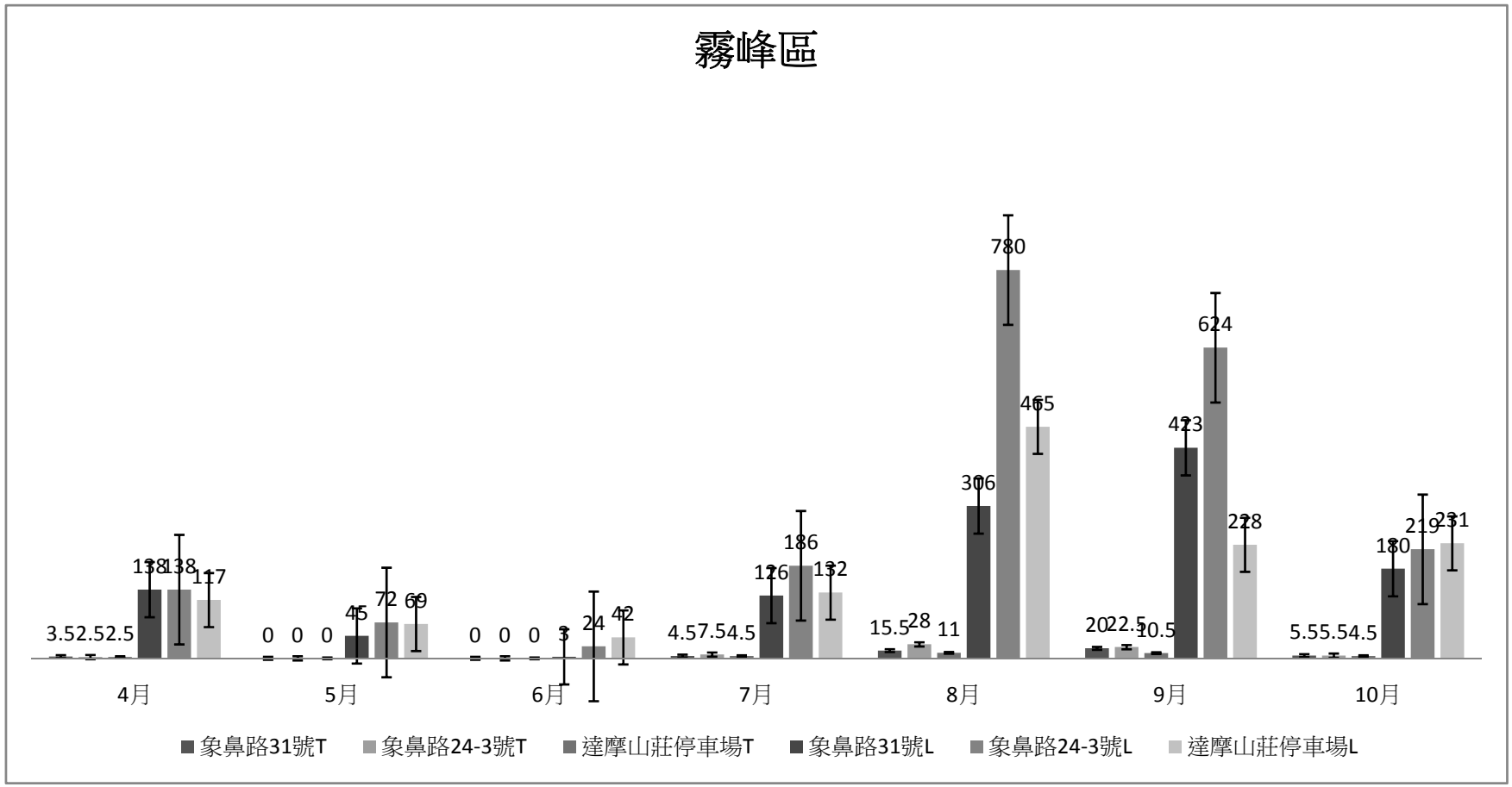


圖十二、民政里以小腿 (L) 及人工汗液 B (T) 誘捕雌成蟲之密度比較。

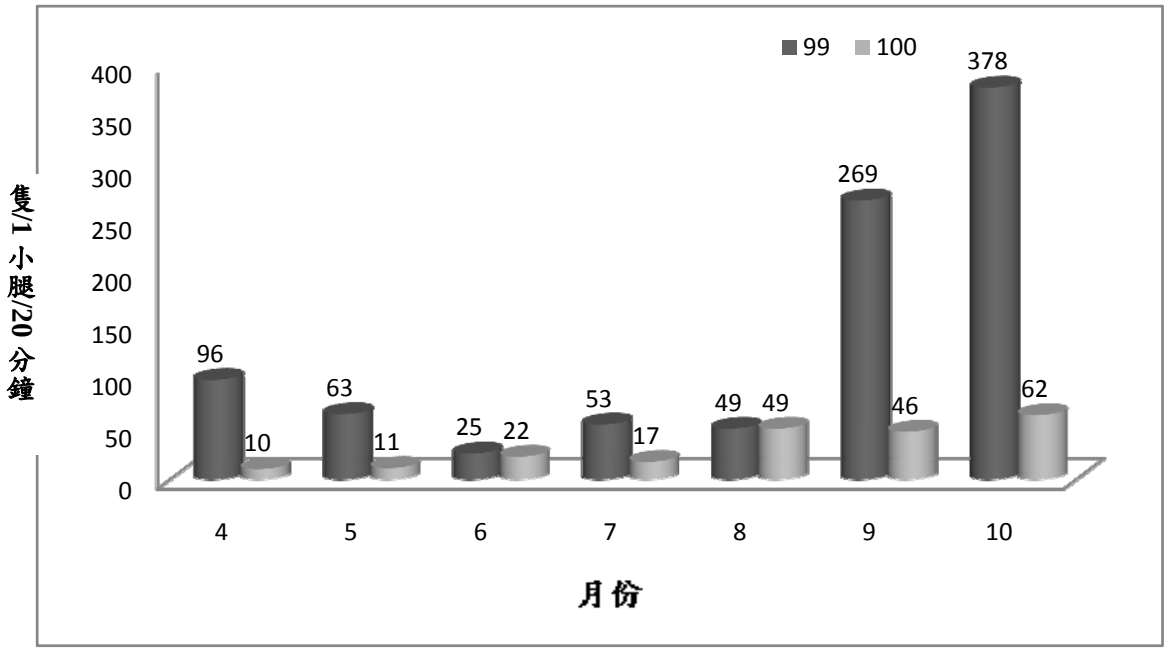
8-9 月因所使用之誘捕劑乃 7 月份所配製，發現誘捕效果呈現遞減效應，顯示氣味分子在溶液中並不穩定。



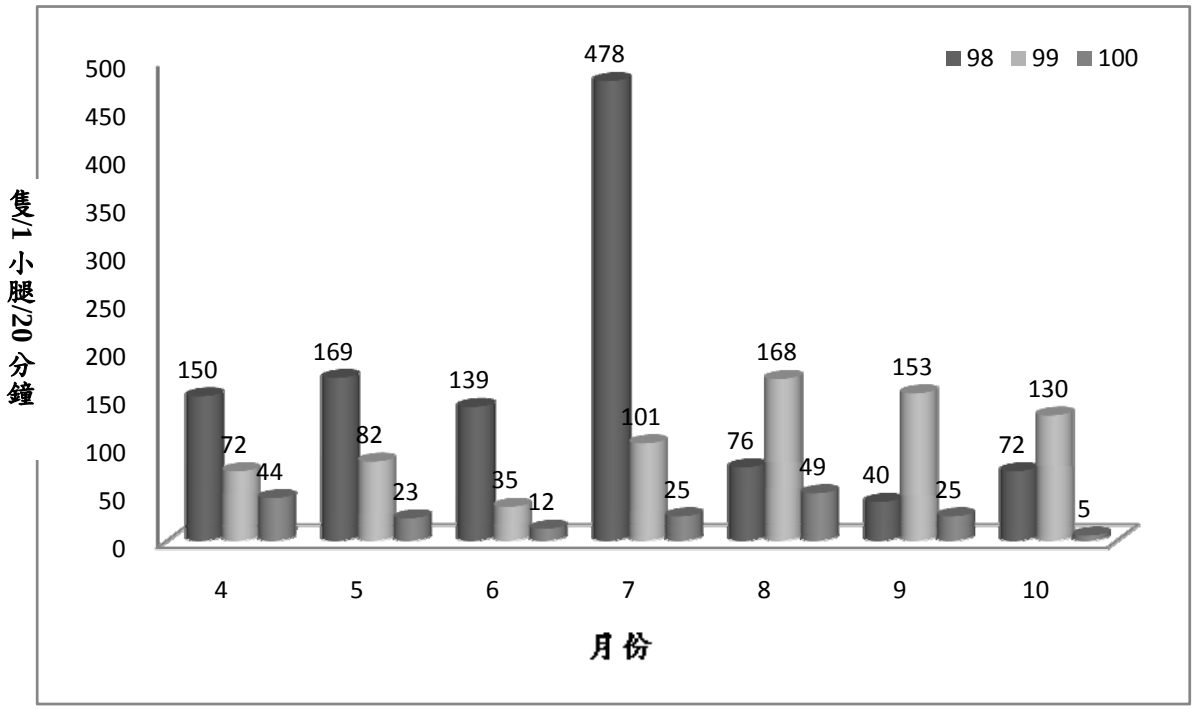
圖十三、太平區以小腿 (L) 及人工汗液 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較。



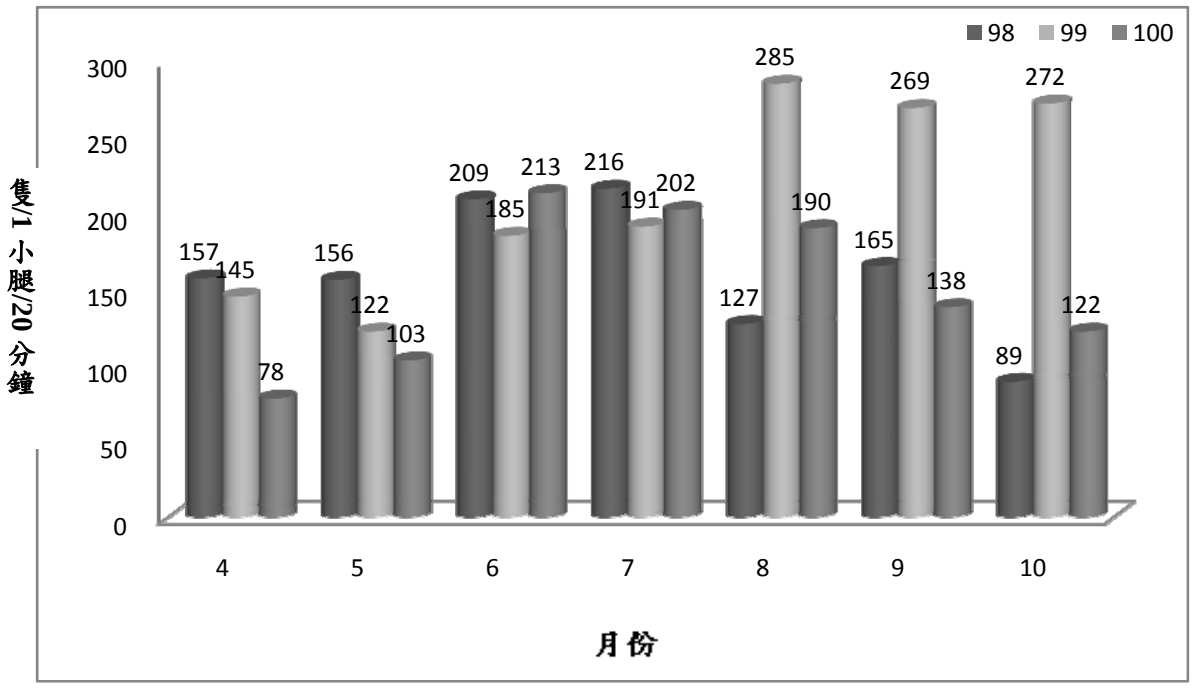
圖十四、霧峰區以小腿 (L) 及人工汗液 A (T) 誘捕雌成蟲之密度比較。



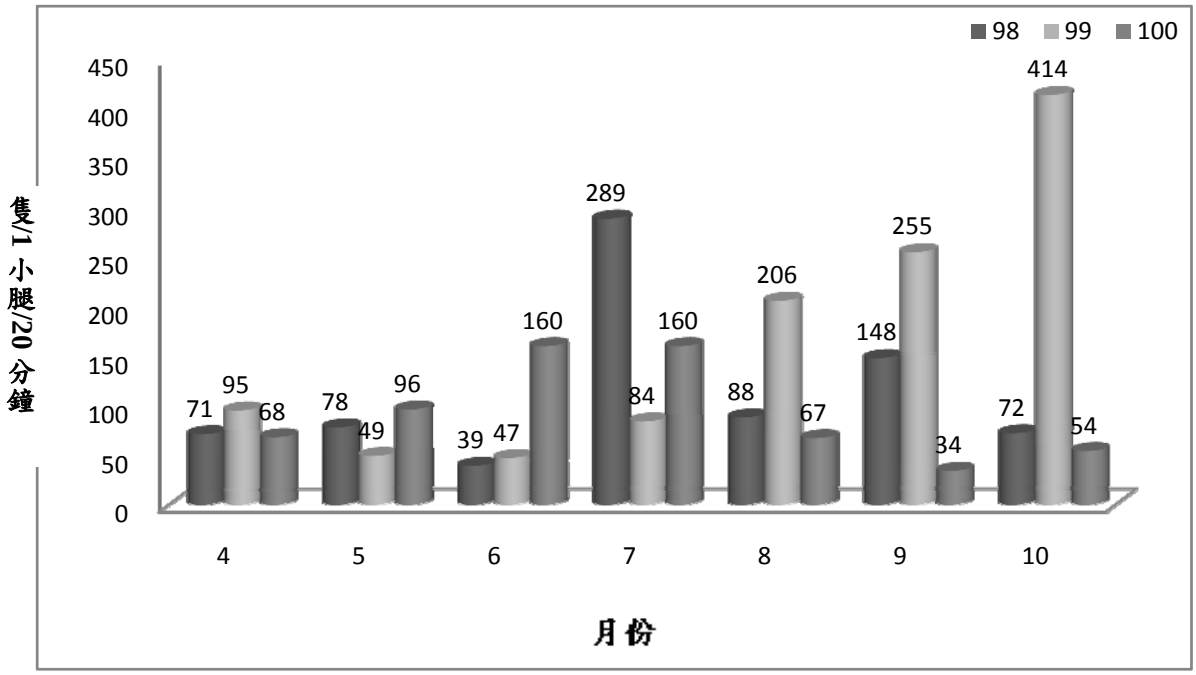
圖十五、潭子區 99-100 年同期同地點小黑蚊危害之密度比較。



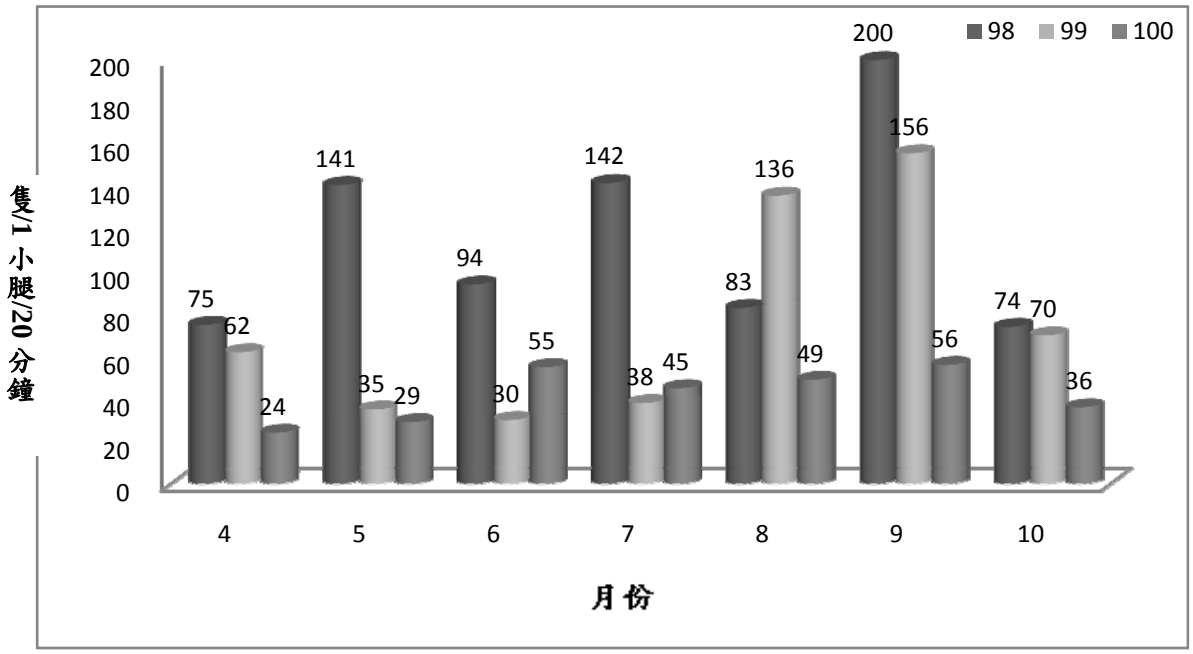
圖十六、民德里 98-100 年同期同地點小黑蚊危害之密度比較。



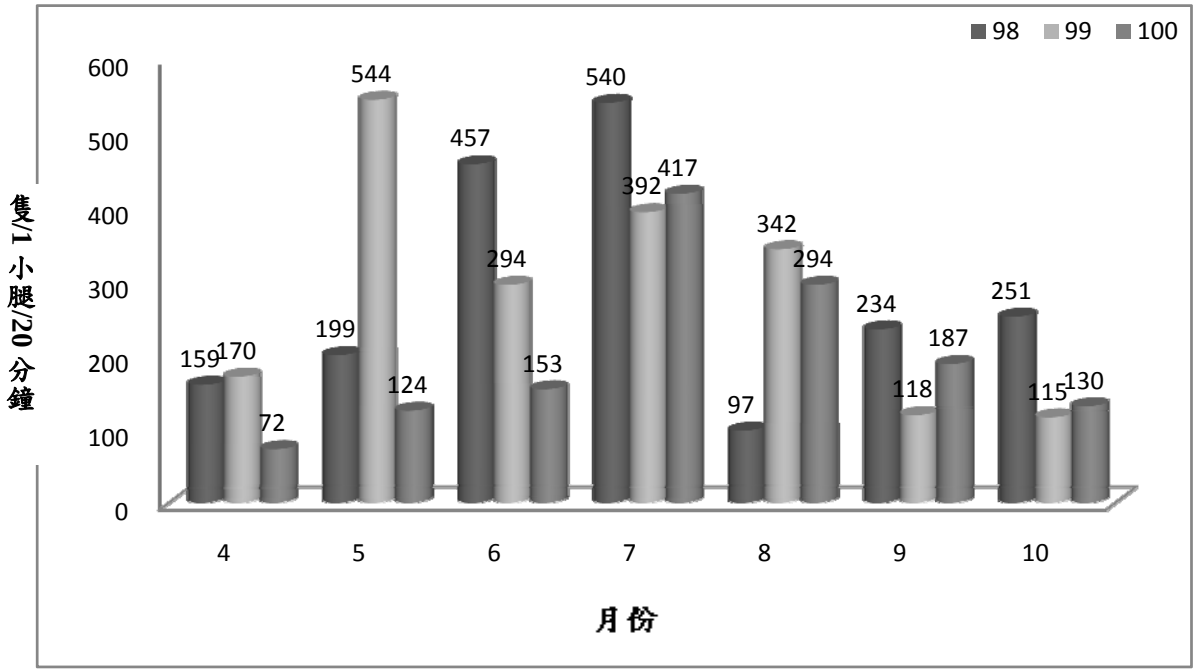
圖十七、東山里 98-100 年同期同地點小黑蚊危害之密度比較。



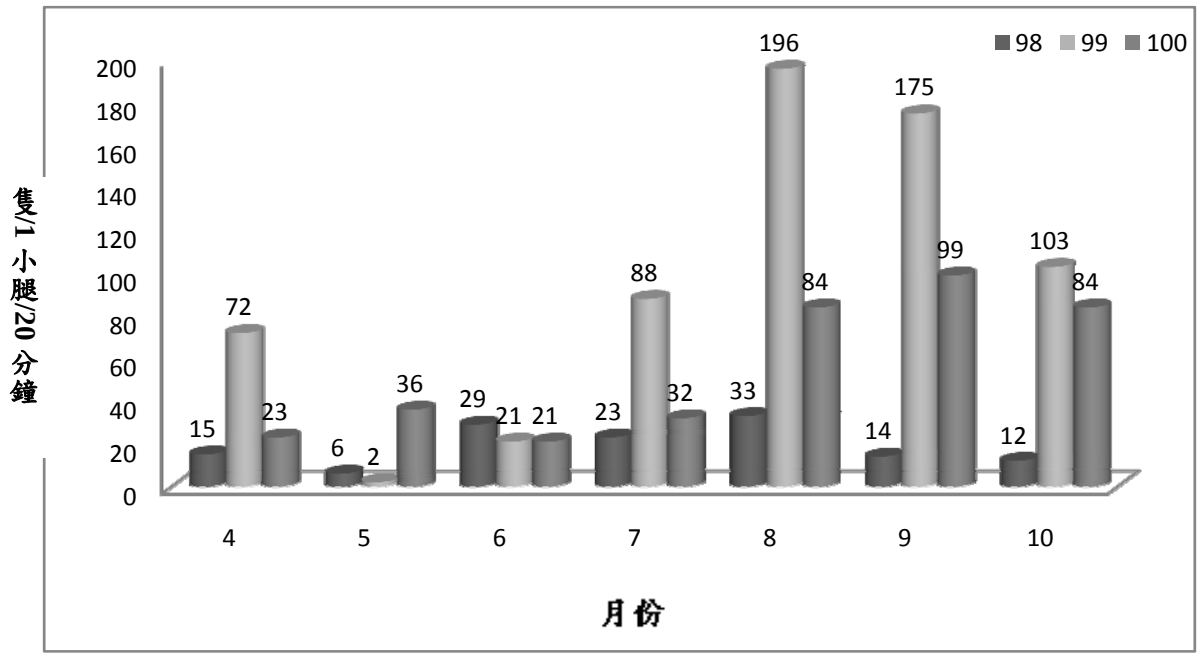
圖十八、大坑里 98-100 年同期同地點小黑蚊危害之密度比較。



圖十九、廊子里 98-100 年同期同地點小黑蚊危害之密度比較。



圖二十、民政里 98-100 年同期同地點小黑蚊危害之密度比較。



圖二十一、太平區 98-100 年同期同地點小黑蚊危害之密度比較。