



## 台灣鉗蠅 (*Forcipomyia taiwana* (Shiraki)) 雌蟲吸血行為之探討

施昌良、杜武俊\*

國立中興大學昆蟲學系 40227 台中市南區興大路 145 號

\* 通訊作者 email: wctu@dragon.nchu.edu.tw

收件日期：2019 年 6 月 20 日 接受日期：2019 年 11 月 4 日 線上刊登日期：2020 年 1 月 10 日

### 摘要

台灣鉗蠅 (*Forcipomyia taiwana* (Shiraki)), 俗稱小黑蚊。嗜吸人血，為台灣目前危害最嚴重的騷擾性昆蟲。本研究探討雌蟲的吸血行為，證實雌蟲吸血活動之空間主要發生於距高度離地面 1~2 m 之範圍，且在台灣鉗蠅危害區域之雌蟲吸血活動呈現熱點現象，即距熱點愈遠，誘集蟲數愈少。另在台灣鉗蠅危害區正常步行時 (1.3 m/sec) 不會被雌蟲叮，惟行進速率低於 0.9 m/sec 就有機會被叮，且隨步伐愈緩慢被叮的機率亦隨之增加。利用塑膠布與紗網等阻隔效應探討雌蟲吸血行為，結果顯示人體散發之氣味或二氣化碳可能為誘引雌蟲前來吸血的主要原因，且阻隔效應可以明顯降低台灣鉗蠅危害，其中又以紗網的阻隔效果最佳。

**關鍵詞：**台灣鉗蠅、小黑蚊、吸血行為、熱點、阻隔效應。

### 前言

台灣鉗蠅俗稱小黑蚊，在分類上屬蠅科 (Ceratopogonidae)，鉗蠅屬 (*Forcipomyia*)，在 1913 年由日本昆蟲學家素木得一於台灣中部發現且命名 (Shiraki, 1913)。此蟲日間活動，雌蟲嗜吸人血，通常叮人體裸露的四肢部位，為台灣重要騷擾性昆蟲 (Chen and Tsai, 1962; Chen et al., 1980, 1982; Liou et al., 1964)。

台灣鉗蠅在先期的調查顯示分布於台中、屏東 (Sun, 1961)、金門 (Sun, 1968)、花蓮及台南 (Chen et al., 1982) 等鄉區。Chuang (1994) 調查發現，全台只有苗栗、高雄、屏東及台東等四縣市未捕獲。在民眾外出旅遊、觀光和低海拔山區各種休閒產業的蓬勃發展下，加上道路建設及交通的發展，連帶導致台灣鉗蠅的擴散危害。據調查發現小客車在有台

灣鉗蠅發生之地區，平均約有 60% 的機率在車子離開時車內會攜帶此蟲 (Tu et al., 2009)，成為台灣鉗蠅擴展之主因，導致其族群分布迅速分布靠近山腳下的村莊、學校、公園、廟宇或休閒遊樂區等地 (Yeh et al., 2009); Hsieh (2007) 全國調查後發現，本島只有屏東縣及台東縣未捕獲此蟲。本實驗室在 2012 年的普查結果顯示，台灣鉗蠅已經分布於台灣各縣市 (Tu et al. 未發表資料)。不論是海拔 470 m 以下的校園和公園 (Yeh and Wang, 2000)，或海拔 900 m 高的山區部落 (Hsieh, 2007)，均有捕獲。其危害騷擾的蟲數及面積年年擴增，因而造成民眾生活上的困擾。

以台灣多濕的氣候條件，許多地方都有適合台灣鉗蠅孳生的地方，幼蟲孳生地以樹陰下含腐植質的土壤、樹下遮陰處或半遮陰處苔蘚之土表較多，在向陽面與較硬地面和過於潮溼及腐植質過多的土壤



圖一 台灣鉗蠅吸血活動調查樣點。各調查點以代號 A1~4、B1~4 與 C1~4 表示，代號 S 為調查點中心。圖片來源：Google map。

Fig. 1. Survey sites of the blood-sucking activity of *Forcipomyia taiwana*. Each sampling site is represented by a code, namely A1-A4, B1-B4 and C1-C4, and code S indicates the central sampling site. Picture source: Google map.

均未發現幼蟲 (Liou *et al.*, 1964)。其中房屋周圍的潮濕土壤或遮陰區域和栽種竹林、茶園、菜園或檳榔園滋長藍綠藻裸土的隙縫中較多 (Chen *et al.*, 1980; Chuang *et al.*, 2000)。然休閒產業大部分位於海拔 900 m 以下，其腹地內有很多遮陰處裸土滋長藍綠藻及人潮提供台灣鉗蠅幼蟲的食物源及雌成蟲之血源，因此在開放式營業場所要預防台灣鉗蠅吸血騷擾，則有困難。休閒腹地內若有廟宇必定會有民眾聚集參拜，因此吸引台灣鉗蠅前來吸血，並可能形成為雌蟲吸血熱點。為減少台灣鉗蠅叮人吸血，多半藉由防蚊液或穿著長袖、長褲等衣物作為個人防護 (Yeh and Wang, 2000; Lee *et al.*, 2008)，另有多所學校的師生反映在校園裡常發現台灣鉗蠅能飛至二樓教室吸血，迄今只有 Chen *et al.* (1979) 指出，台灣鉗蠅吸血活動多在 2 m 以下的高度，至於有關其飛行高度之研究，尚未有具體科學數據之文獻。

為降低台灣鉗蠅之危害，本研究探討台灣鉗蠅雌蟲吸血行為，以期藉以尋求適當防治對策。

## 材料與方法

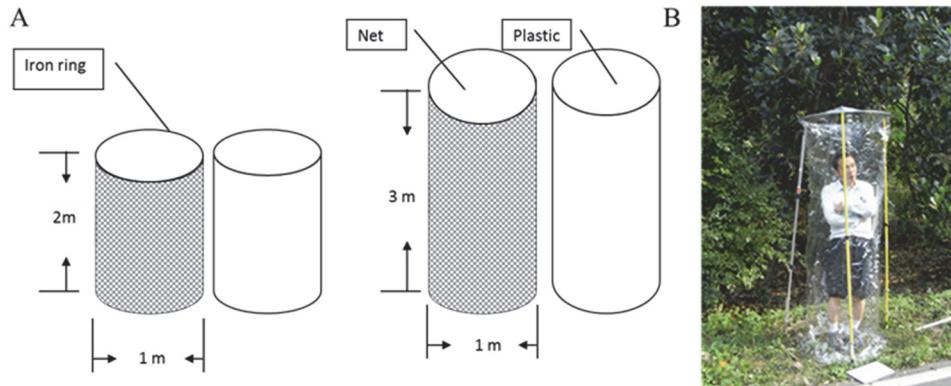
### 一、雌蟲吸血活動高度調查

在台中市北屯區一處台灣鉗蠅危害區 ( $24^{\circ} 17'$

$31.76''$  N,  $120^{\circ} 75' 07.33''$  E) 選擇一平坦地面，於中午雌蟲吸血高峰時段進行雌蟲吸血活動的高度調查。以人體誘集法 (Chuang, 1994) 調查蟲數，調查時由調查人員站立於吊車之吊籃中 (1 m 長  $\times$  0.71 m 寬  $\times$  1 m 高)，先於地面調查 10 分鐘後，再由吊車將調查人員分別吊離至距地面 2、3 及 4 m 之定點高度後，調查人員捲起單邊褲管裸露出 1 小腿，並記錄第一隻雌蟲停靠其上所需時間，及 10 分鐘內捕獲之雌蟲總數量，將吊籃降至地面後，再換另一位調查人員吊離地面至定點高度，每個高度 3 重複。

### 二、雌蟲吸血熱點調查

在台灣鉗蠅吸血高峰之中午時段 13:00~15:00，於上述危害點土地公廟進行熱點調查前之密度測試，其平均蟲數為 514 隻/ 10 分鐘，故以此地點進行雌蟲吸血活動之熱點現象調查。調查時以土地公廟作為調查中心點 (代號 S)，以等距離方式，每 40 m 為一處密度調查點，在往外三個方向的道路上，各設四處調查點，每一調查點分別距離中心點 40 m (代號 A1、B1 及 C1)、80 m (代號 A2、B2 及 C2)、120 m (代號 A3、B3 及 C3) 及 160 m (代號 A4、B4 及 C4)，總計於 13 處樣點進行調查 (圖一)。每處調查時間為 10 分鐘，每樣點各三重覆。以此做為判定台灣鉗蠅雌蟲吸血活動是否具有熱點效應之依



圖二 台灣鉗蠅之阻隔設施。A、阻隔設施之製作。B、試驗器材之架設。

Fig. 2. Facilities for *Forcipomyia taiwana* prevention: (A) Barrier facilities; (B) equipment setting.

據。

### 三、阻隔效應對雌蟲吸血行為之影響

以非透氣性之透明 PVC 塑膠布 (DAYU, Taiwan), 及具透氣性的 100 網目 (1 目 = 0.148 mm) 細白紗網等 2 種供試材料, 探討阻隔效應對雌蟲寄主搜尋與吸血行為的影響。試驗時分別以前述兩種材質製成直徑 1 m、高度分別為 2 m 及 3 m, 兩端透空之圓柱型阻隔設施 (圖二 A)。以伸縮棒勾住紗網上方吊環後升高至 2 m 或 3 m, 下緣與地面密接不留空隙 (圖二 B)。裝設過程中, 工作人員均戴上手套進行相關作業, 以避免人體氣味沾附其上; 裝置完成後人員離開現場 30 分鐘, 使設施周圍空氣中人體氣味消散。試驗於中午時段開始進行, 調查人員迅速從阻隔設施下方鑽入, 將設施下緣與地面確實密接後, 檢查設施內是否有雌蟲存在, 若有先以吸蟲管捕捉, 以確實淨空內部空間。調查人員進入後, 以裸露小腿進行誘捕調查 10 分鐘, 記錄誘捕蟲數, 各調查 3 重複, 並以該地無阻隔設施下調查作為對照組。

### 四、利用行走及踏步探討台灣鉗蠅吸血行為

由於許多人均在停留時才會被小黑蚊叮, 行進間不會被小黑蚊叮的經驗; 因此本試驗探討人類行走或踏步行為與台灣鉗蠅吸血行為相關性。選定台灣鉗蠅平均密度為 187 隻/ 10 分鐘之調查點, 調查人員穿著及膝短褲露出小腿, 隨後利用 SEIKO 節拍器 (Digital metronome DM51) 定速, 並以 2、1.5、1、0.9、0.85、0.8、0.75 及 0.7 m/sec 等不同行進速度, 從距離調查點 50 m 外往調查點方向前進, 通過調查點後持續行進 50 m, 行進間觀察並記錄停留於腿上之雌蟲數目。本調查由四位志願者擔

任, 每人 10 重覆。此外, 調查者分別在裸露小腿與穿著絲襪方式下進行原地踏步試驗。裸露小腿組之踏步頻率為每分鐘 80、90、100、110、120、125、130、135、140、145、150 及 155 下等 12 種頻率, 穿著絲襪組則為每分鐘 80、85、90 及 95 下等四種頻率, 試驗期間記錄停留並叮小腿的台灣鉗蠅隻數, 各重複 4 次。

### 五、統計分析

高度試驗調查結果以 one-way ANOVA 分析法, 檢定不同高度處理組之誘集蟲數, 以及小腿上出現第一隻雌蟲所需時間是否具顯著差異, 若具顯著差異時, 進一步以 LSD 檢定不同高度處理組之誘引蟲數與所需時間。另以相關性分析, 確認離地高度與蟲數, 以及時間為正或負相關, 再經迴歸分析得其關係式。於阻隔效應試驗中, 調查結果以雙因子變異數分析 (two-way ANOVA) 檢定阻隔設施材質、阻隔設施高度等 2 因子對誘集蟲數之影響。另於行走速度及原地踏步的試驗結果, 係以 one-way ANOVA 分析法, 檢定行走速度處理組之誘集蟲數間是否具顯著差異。原地踏步之誘集蟲數部分, 則以 two-way ANOVA 檢定裸露小腿與穿著絲襪之對誘集蟲數間是否具顯著差異, 前述各項檢定, 均係以 JMP (SAS, 2006, v. 6.0) 統計軟體進行分析。

## 結 果

### 一、台灣鉗蠅雌蟲吸血活動高度調查

寄主離地高度的試驗結果顯示, 人體誘集的台灣鉗蠅雌蟲數量與離地面高度呈負相關 ( $r = -0.92$ ), 隨離地高度增加所誘引雌蟲數呈顯著減少 (表一)。地面組所誘引的蟲數最多, 平均為 102.3 隻

表一 離地面不同高度的台灣鉗蠬雌蟲吸血活動調查

Table 1. Investigation on blood-sucking activities of female *Forcipomyia taiwana* at different heights from the ground

Height (m)	No. of midges/10 min	Time of first biting (second)
	Means ± SE <sup>1)</sup>	Means ± SE <sup>1)</sup>
0*	102.3 ± 4.6 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.0
2	58.0 ± 11.4 <sup>b</sup>	55.7 ± 2.3 <sup>a</sup>
3	30.5 ± 2.0 <sup>c</sup>	50.0 ± 17.3 <sup>a</sup>
4	3.0 ± 0.6 <sup>d</sup>	195.0 ± 26.0 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> 台灣鉗蠬平均雌蟲數與誘得第一隻雌蟲所需時間之調查結果，均以 LSD 檢定不同高度處理組間是否呈現顯著性 ( $p < 0.05$ )。各欄位內數值，經檢定不具顯著差異者以相同字母表示。

\* 對照組。

<sup>1)</sup> The same letters indicate no significant difference among height (m) on each column within average number of midges and time of first biting according to Least Significant Difference (LSD) test at  $p < 0.05$ , respectively.

\* Untreated control

/10 分鐘，離地高度為 2、3 及 4 m 的平均誘引蟲數，分別為 58.0、30.5、3.0 隻/10 分鐘，經迴歸分析，得其線性關係式為「誘引雌蟲數 = 112.9 - 27.5 x 離地高度」，決定係數  $R^2 = 0.83$ 。另離地高度與第一隻雌蟲出現在調查者小腿上所需時間部分，結果顯示地面組於調查者至調查點停下腳步時即能誘引到雌蟲，而離地高度 2 及 3 m 處理組分別為 55.7 秒及 50 秒，彼此間無顯著差異；至於離地高度為 4 m 者，平均需達 195.0 秒，經由單因子變異數分析顯示，離地高度顯著影響第一隻雌蟲出現在調查者小腿上所需時間；進一步以 LSD 檢定不同高度處理組之所需時間，結果僅離地高度 4 m 處理組與其它處理組間呈現顯著差異 ( $p < 0.05$ ) (表一)。再經迴歸分析，得其多項式關係式為「第一隻雌蟲出現在調查者小腿上所需時間 = -158.3 + 69.7 x 離地高度 (m) + 74.7 x (離地高度)<sup>2</sup>」，決定係數  $R^2 = 0.83$ 。

## 二、台灣鉗蠬雌蟲吸血活動之熱點現象

本調查以台中市北屯區民政里土地公廟 (S) 調查點的雌蟲密度最高，平均 426.3 隻/10 分鐘，C1 調查點密度 331 隻/10 分鐘次之，距離土地公廟 40 m 之 A1、B1 及 C1 虫數分別為 224.3、211.3、331 隻/10 分鐘，均有明顯下降的趨勢，而距離土地公廟 80 m 之 B2 及 C2，密度已下降到 178.7 隻/10 分鐘及 180.3 隻/10 分鐘，至於距離土地公廟 (S) 調查點 160 m 的 C4 調查點的蟲數最少，僅有 134.7 隻/10 分鐘，由此現象發現土地公廟 (S) 為此區域

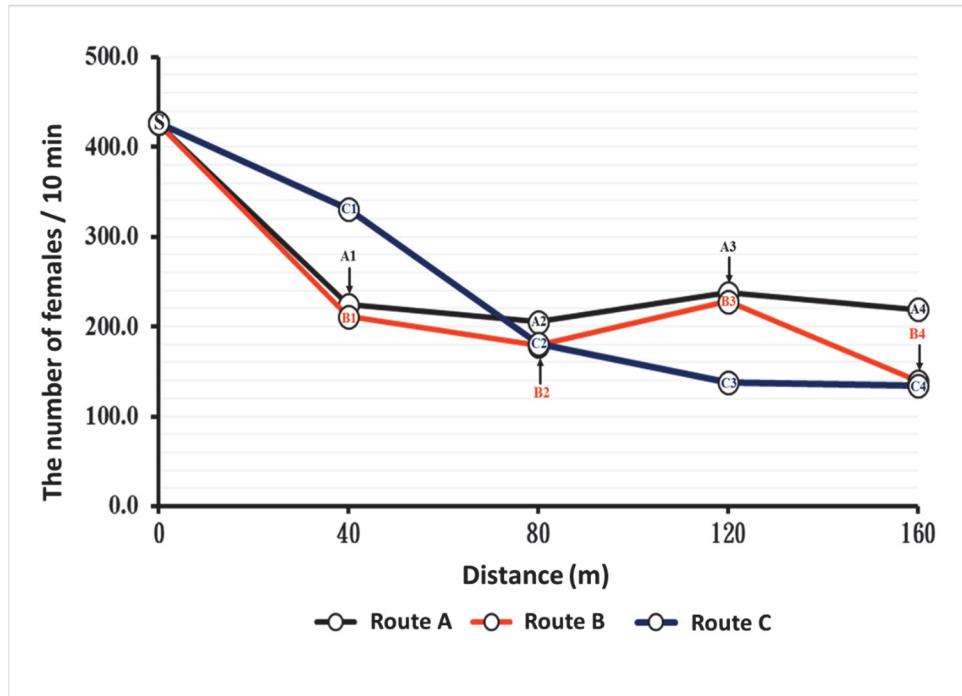
台灣鉗蠬吸血活動之熱點 (hot-spot) (圖三)。

## 三、阻隔對雌蟲吸血活動之影響

阻隔效應的試驗結果顯示未施用阻隔設施調查蟲數為 102.3 隻/10 分鐘，若以 2 與 3 公尺塑膠布阻隔時，蟲數各為 9.3 與 10.3 隻/10 分鐘，當以 2 與 3m 紗網阻隔時，其蟲數均為 1.3 隻/10 分鐘，兩種阻隔設施均可大幅降低雌蟲誘捕數量 (圖四)。經雙因子變異數分析，阻隔設施透氣與否顯著影響誘引蟲數，而各別阻隔設施超過人體身高之高度因子則無顯著差異，且此二因子間無交互關係。進一步以 Student's t-test 比較紗網與透明塑膠布處理組之誘引蟲數，結果二者間呈顯著差異 ( $p = 0.0168$ )，以可透氣的紗網處理組之阻絕效果較佳。

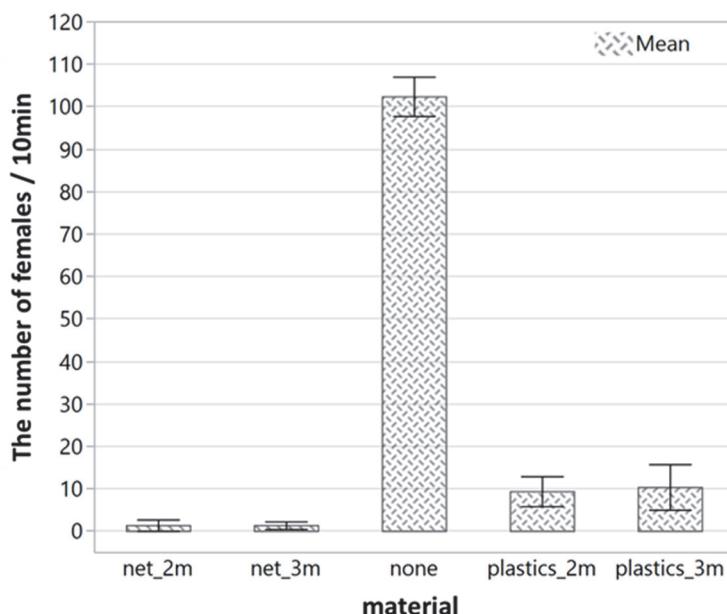
## 四、行走速度以及原地踏步對台灣鉗蠬吸血活動之影響

活動寄主對台灣鉗蠬雌蟲吸血活動之影響，試驗結果顯示，當行走速率大於 1 公尺/秒時，即無雌蟲叮咬現象。但行進速率小於 0.9 m/sec 時，台灣鉗蠬雌蟲可在緩步行走過程停留於受測者的小腿上，並進行叮咬，且隨步伐減慢被叮次數增加，經單因子變異數分析，行走速率顯著影響誘引蟲數。另外，進一步以簡單線性迴歸分析行走速率與誘引蟲數間的相關性，結果行走速率與雌蟲吸血活動呈負相關 ( $r = -0.84, p < 0.0001$ )；並得其關係式為「誘引蟲數 = 8.2 - 9.0 x 行走速率」，決定係數  $R^2 = 0.71$  (圖五)。



圖三 台灣鉗蠻吸血活動調查。編碼 A1~4, B1~4 與 C1~4 為如圖一樣點所示。

Fig. 3. Investigation of the blood-sucking activity of *Forcipomyia taiwana*. Codes A1-A4, B1-B4 and C1-C4 are as shown in Figure 1.



圖四 阻隔設施對台灣鉗蠻雌蟲吸血活動之影響。誤差線為標準偏差。

Fig. 4. Effects of barrier facilities on the blood-sucking activity of female *Forcipomyia taiwana*. Error bars are standard deviations.

另以原地踏步方式進行試驗，結果顯示裸露小腿組在 150 下/分鐘的頻率踏步情形下，台灣鉗蠻雌蟲無法停留於受測者小腿上（圖六）；而穿著絲襪組，則僅需以 90 下/分鐘的頻率在原地踏步，其雌蟲即無法成功停留於受測者小腿上（圖七）。

## 討 論

本調查結果顯示台灣鉗蠻雌蟲吸血活動以靠近地面處為主。當人站在地面時小腿高度約為 0.5 m，被叮的最多；而站在高度 2 m 時被叮的機率即減少約一半，3 m 處則約三分之一，高度達 4 m 時被叮

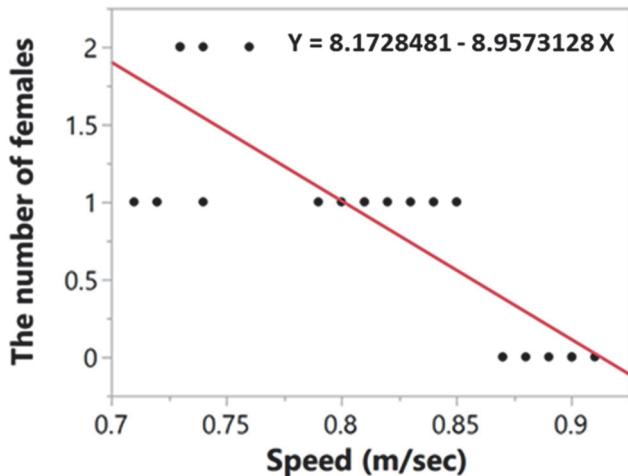
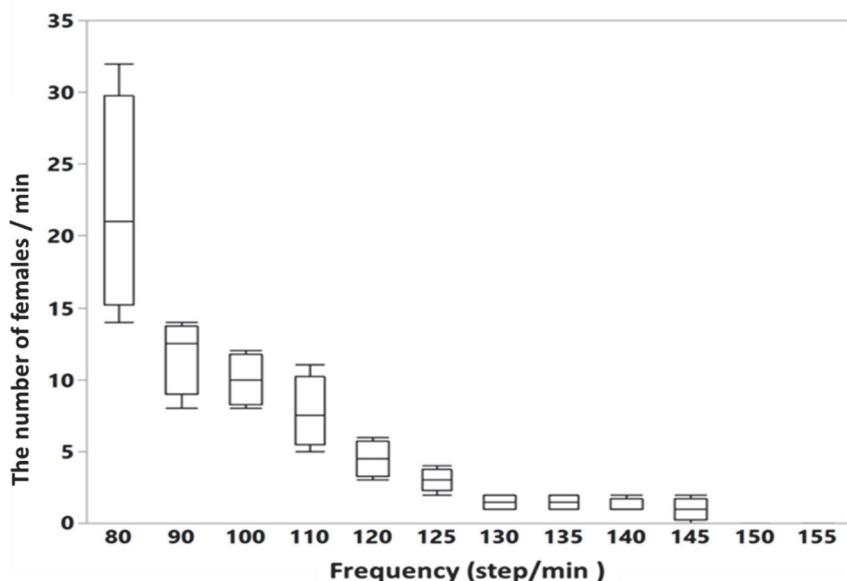
圖五 人行走速率和台灣鉗蠅雌蟲吸血活動之相關性 ( $r = -0.84, p < 0.0001$ )。

Fig. 5. Correlation between human walking speed and the blood-sucking activity of female *Forcipomyia taiwana*. ( $r = -0.84, p < 0.0001$ )



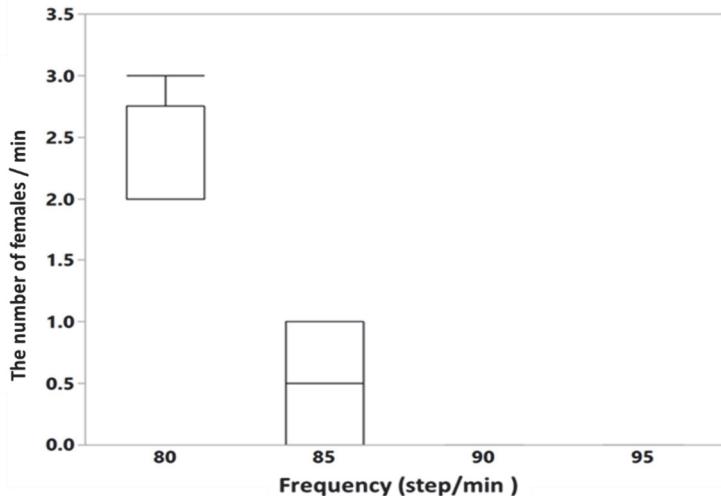
圖六 原地踏步對台灣鉗蠅雌蟲吸血活動之影響。

Fig. 6. Effect of stepping frequency on the blood-sucking activity of female *Forcipomyia taiwana*.

的機率降至 3% 以下，此結果與許多人的經驗值相符，通常二樓以上不會有小黑蚊吸血活動。以往相關研究亦指出台灣鉗蠅屬低飛習性的昆蟲，飛行的高度通常在 2 m 以下，且偏好叮人體裸露四肢之吸血習性 (Chen et al., 1979; Lee and Hou, 1997; Yeh and Wang, 2000)。Carrieri et al. (2007) 針對於 5~7 月期間嚴重影響義大利南方旅遊活動的 *Leptoconops irritans* 和 *Leptoconops noeui* (雙翅目：蠅科) 二種細蠅，進行飛行高度的研究，分別利用乾冰誘捕器 (dry ice baited traps) 及黏紙兩種方法，捕捉於 2、4 及 6 m 高度活動的吸血細蠅，結

果發現以 2 m 高度的捕捉量最多，達 91.9%，而 4 與 6 m 之捕捉量僅分別為 6.0 及 2.1%。*L. noeui* 在 2 m 處每晚可捕獲 103 隻，而 6 m 則僅 12 隻，垂直分布呈現顯著差異 (Gonzalez et al. 2013)。Chen et al. (1979) 的田野調查結果顯示，大部分台灣鉗蠅成蟲侷限棲息於戶外 2 m 以下的地方，且越靠近地面的數量越多。本調查亦指出，雖然台灣鉗蠅吸血活動以接近地面的空間為主，然當於二樓高度的地方若有寄主誘引時，亦會有被叮的可能，惟危害輕微。

吸血活動熱點調查發現土地公廟 (S) 調查點



圖七 穿絲襪原地踏步對台灣鉗蠬雌蟲吸血活動之影響。

Fig. 7. Effect of the stepping frequency of the lower limb while wearing silk stockings on the blood-sucking activity of female *Forcipomyia taiwana*.

經常有民眾穿著短褲或裙子前來參拜，以及騎自行車休閒的民眾會來此處休息；可能因為民眾穿著休閒短袖及短褲提供雌蟲繁殖所必須的血源，才導致此處台灣鉗蠬的密度最高為 426.3 隻/ 10 分鐘；而密度次之的 C1 調查點就位於土地公廟旁。土地公廟周邊環境大部分為竹林，並且有一條河流經過，此為台灣鉗蠬幼蟲之棲地，外圍各調查蟲數，若以同心圓的方式往外推算，發現距離圓心 (S) 越遠的密度呈現遞減的現象。但發現靠近民宅之 A3 及 A4 號調查點的蟲數有增高的趨勢，此現象可能是此住戶供給台灣鉗蠬血源所致。此結果顯示只要是有充足的血源供應，通常為台灣鉗蠬的密度升高之因素。Bousema *et al.* (2010, 2012) 檢測較高的瘧疾 (malaria) 發病率並將其解釋為傳播的熱點，這些熱點與高密度瘧蚊 (*Anopheles*) 的棲群重疊，蟲數越高，瘧疾熱點越明顯，且瘧蚊數量與瘧疾發病率呈正相關。由此可知監測熱點可做為防治台灣鉗蠬的參考指標，是一種預防病媒昆蟲及傳染病爆發流行的有效預防措施。

利用 2 m 或 3 m 高度的阻隔設施均具有干擾台灣鉗蠬雌蟲吸血活動的效應，此結果可與前述寄主離地高度之結果相互呼應，顯示在台灣鉗蠬雌蟲偏好活動的高度，可藉由阻隔設施大幅降低被其叮咬的機會。惟比較不透氣的塑膠材質與可透氣的紗網，還是以紗網具有較佳的阻隔。至於塑膠布處理組，則未發現前述鉗蠬在紗網外飛舞的現象，且因不透氣，可能因而導致受測者氣味以煙函效應朝上方擴散，並於越過阻隔設施後飄降，讓欲吸血的雌蟲可以循著氣味走廊前來吸血，故較紗網處理組明顯有較多

雌蟲進入塑膠布屏障內。適當的阻隔措施可有效降低雌蟲的吸血危害，相關應用可納為台灣鉗蠬之物理防護措施。

於試驗過程觀察阻隔設施外圍的雌蟲活動情形，發現紗網處理組於調查者腿部高度之紗網外亦有雌蟲飛舞及停靠在紗網的現象，推測為人體釋放之二氫化碳與乳酸等仍能透過紗網，誘引雌蟲前來搜尋寄主。Burkot *et al.* (2013) 在印尼、索羅門群島及巴布新幾內亞等三個國家，利用遮陰透氣塑膠網對外棲性蚊子 (exophilic mosquitoes) 做 2 m 高的屏障隔離試驗，結果發現包括瘧蚊、家蚊及斑蚊等蚊種有 92% 停留在離地面低於 1 m 的高度，其中 74% 的蚊子分布於離地 50 cm 與地面之間。

利用原地踏步觀察人的活動對台灣鉗蠬雌蟲吸血行為之影響，結果顯示踏步速率具有干擾台灣鉗蠬停靠人體吸血的作用，且穿著絲襪會比裸露小腿更具降低雌蟲吸血的效應；可能穿著絲襪限制了人體氣味及溫度的擴散效果。由於絲襪處理僅在部分緩步行走時具有降低效果，停下腳步時仍極容易招致雌蟲叮咬，因此不適合建議於個人保護作為。

多篇報告指出台灣鉗蠬雌蟲嗜吸人血 (Chen and Tsai, 1962; Chen *et al.*, 1982)，但是至今尚未有其寄主搜尋行為的相關報告。加上許多人都有行進間不會被小黑蚊叮，通常都是在停下來後才會被叮的經驗；因此本試驗選擇以田野實務調查方式探討台灣鉗蠬雌蟲與吸血相關的寄主搜尋行為。調查結果顯示，以 1 m/sec 的正常行走速度，或以更快的速度行走，的確不會被小黑蚊叮，符合一般人的經驗值。但是若以類似慢步聊天的行進速度行走時，如

0.9 m/sec，就會開始被叮，且隨腳步愈慢，被叮的次數就隨之增加。此結果顯示台灣鉸蠬雌蟲進行吸血活動時的飛行能力可能不強，因此不會、或者無法追上人的速度。這個現象還有另一種可能，就是台灣鉸蠬雌蟲並無事先的寄主搜尋行為，而是感應到人體氣味後才起飛；而人若行走速度快，雌蟲等感應到味道起飛時，人已經離開了，因此無法叮到人。若此推論屬實，則這個現象同時也顯示雌蟲可能只會感應高濃度人體氣味時才會啟動宿主搜尋與吸血活動，人一離開氣味變淡，雌蟲就無法確認宿主位置並前往吸血。而緩步行進時空間人體氣味暫留時間較長，濃度足以讓雌蟲追隨氣味而叮到人。雖然有關台灣鉸蠬雌蟲宿主搜尋行為的真正原因仍有待探討，但是這個現象已經可以提供個人保護的具體參考，提醒人們在有小黑蚊危害的地方快速通過或勿做逗留。*Chen et al.* (1979) 指出台灣鉸蠬幼蟲在棲地可能呈逢機分佈，而上述雌蟲的寄主搜尋或吸血行為如果也如推測般不具明顯、主動的宿主搜尋行為，則可以推論台灣鉸蠬幼蟲棲地與成蟲棲息地具有高度重疊性。綜合雌蟲主動性宿主搜尋行為不明顯、不易追著人飛、幼蟲與成蟲分布呈重疊性等特性，正好可以解釋何以台灣鉸蠬的分布具熱點現象。

台灣鉸蠬在台灣的紀錄已經超過百年歷史 (Shiraki, 1913)，目前僅分布於台灣與中國大陸 (*Chen et al.*, 1979, 1982; *Lien*, 1991)，未見其他國家有相關為害或採集紀錄。惟此昆蟲在台灣十分猖獗並造成嚴重危害，為最近二、三十年才開始，其原因可能複雜而不易追溯探討，因此相關研究文獻極少。本文探討台灣鉸蠬雌蟲吸血行為，證實其為地面危害物種、主動宿主搜尋行為不明顯、具熱點分布等，提供台灣鉸蠬行為之基礎生物學資料。

## 誌謝

試驗期間承蒙科技部提供研究經費 (NSC 102-2321-B-005-017-MY3)，以及中興大學昆蟲學系醫學昆蟲學研究室廖癸閔、許文馨小姐與王亞元先生協助執行調查與試驗等工作，在此深表謝忱。

## 引用文獻

**Bousema T, Drakeley C, Gesase S, Hashim R, Magesa S, Mosha F, Otieno S, Carneiro I, Cox J, Msuya E, Kleinschmidt I, Maxwell C, Greenwood B, Riley E, Sauerwein R,**

- Chandramohan D, Gosling R.** 2010. Identification of hot spots of malaria transmission for targeted malaria control. *J Infect Dis* 201: 1764-1774.
- Bousema T, Griffin JT, Sauerwein RW, Smith DL, Churcher TS, Takken W, Ghani A, Drakeley C, Gosling R.** 2012. Hitting hotspots: Spatial targeting of malaria for control and elimination. *PLoS Med* 9: e1001165.
- Burkot TR, Russell TL, Reimer LJ, Bugoro H, Beebe NW, Cooper RD, Sukawati S, Collins FH, Lobo NF.** 2013. Barrier screens: a method to sample blood-fed and host-seeking exophilic mosquitoes. *Malar J* 12: 49-57.
- Carrieri M, Montemurro E, Valentino SV, Bellini R.** 2007. Study on the flying height of *Leptoconops noe* and *Leptoconops irritans* in southern Italy. *Bull Insectology* 60: 83-87.
- Chen CS, Hsu SJ, Lien JC.** 1982. Seasonal succession of a blood-sucking midge, *Forcipomyia (Lasiohelea) taiwana* (Shiraki) (Diptera: Ceratopogonidae) in the Hualien area. *NTU Phytopathol Entomol* 9: 68-91. (in Chinese)
- Chen CS, Lien JC, Hsu SJ.** 1980. Redescription and scanning electron microscopy of a bloodsucking midge, *Forcipomyia (Lasiohelea) taiwana* (Shiraki) (Diptera: Ceratopogonidae). *Nat'l Chung Hsing Univ Bull Soc Entomol* 15: 211-226. (in Chinese)
- Chen CS, Lin YN, Chung CL, Hung H.** 1979. Preliminary observations on the larval breeding sites and adult resting places of a bloodsucking midge, *Forcipomyia (Lasiohelea) taiwana* (Shiraki) (Diptera: Ceratopogonidae). *Nat'l Chung Hsing Univ Bull Soc Entomol* 14: 51-59. (in Chinese)
- Chen KC, Tsai LL.** 1962. The blood-sucking midges (Ceratopogonidae) of Fukien. *Acta Entomol Sin* 11: 394-400. (in Chinese)
- Chuang YY.** 1994. The life cycle of the biting midge, *Forcipomyia (Lasiohelea) taiwana* (Shiraki) (Diptera: Ceratopogonidae) and

- their seasonal occurrence at Nontou area [Master Thesis]. Taichung (Taiwan): National Chung Hsing University. 52 pp. (in Chinese)
- Chuang YY, Lin CS, Wang CH, Yeh CC.** 2000. Distribution and seasonal occurrence of *Forcipomyia taiwana* (Diptera: Ceratopogonidae) in the Nantou area in Taiwan. *J Med Entomol* 37: 205-209.
- Gonzalez MA, Lopez S, Goldarazena A.** 2013. New record of the biting midge *Leptoconps noeui* in northern Spain: notes on its seasonal abundance and flying height preference. *J Insect Sci* 13: 1-10.
- Hsieh PY.** 2007. Studies on the oviposition, population dynamics and the susceptibility to insect growth regulators of biting midge, *Forcipomyia taiwana* (Shiraki) (Diptera: Ceratopogonidae) [Master Thesis]. Taichung (Taiwan): National Chung Hsing University. 83 pp. (in Chinese)
- Lee HM, Lin YT, Wu CN, Lin CF.** 2008. Development of *Forcipomyia taiwana* attractants and repellents. *Formosan Entomol Spec pub* 11: 53-56. (in Chinese)
- Lee SJ, Hou RF.** 1997. Seasonal succession and chemical control of the biting midge (*Forcipomyia taiwana*). In: Proceedings of the 9<sup>th</sup> seminar on the control of vectors and pests; 1997 May 1-2; Taichung, Taiwan: Environmental Protection Administration, Executive Yuan, ROC. pp 125-136. (in Chinese)
- Lien JC.** 1991. Seven new species and four new record of *Forcipomyia* subgenus *Lasiohelea* from Taiwan (Diptera: Ceratopogonidae). *J Taiwan Mus* 44: 83-116.
- Liou JW, Ding EC, Tsai LL, Liang YK.** 1964. Observation on the breeding habits of *Forcipomyia taiwana*. *Acta Entomol Sin* 13: 757-760. (in Chinese)
- Shiraki T.** 1913. Investigation on general injurious insects. *Taiwan Sotokufu Noji Shikenjo Tokubetsu Hokoku* 8: 286-296.
- Sun WKC.** 1961. A tentative list of Ceratopogonidae (Diptera) recorded from Taiwan. *Biol Bull Tunghai Univ (Taichung, Taiwan)* 6: 1-16.
- Sun WKC.** 1968. Biting midges (Diptera: Ceratopogonidae) from Kinmen (Quemoy). *Biol Bull Tunghai Univ (Taichung, Taiwan)* 36: 1-6.
- Tu WC, Hsieh PY, Tang LC, Shih CL.** 2009. The Occurrence and Control of *Forcipomyia taiwana*. Special publication of the Environmental Protection Administration, Executive Yuan, ROC. 31pp. (in Chinese)
- Yeh CC, Wang KS.** 2000. Ecology and prevention of *Forcipomyia taiwana*. pp 145-159. In: Lee SJ, Wang JS (eds). *Ecology and Prevention of Household Pests*. National Chung Hsing University (NCHU) Agricultural Extension Center, Taichung, ROC. (in Chinese)
- Yeh WB, Lee HM, Tu WC, Tang LC, Lee PY.** 2009. Molecular differentiation and diversity of *Forcipomyia taiwana* (Diptera: Ceratopogonidae) based on the mitochondrial cytochrome oxidase II sequence. *J Med Entomol* 46: 249-256.

## Blood-Sucking Behavior of Female *Forcipomyia taiwana* (Shiraki) (Diptera: Ceratopogonidae)

Chang-Liang Shih, Wu-Chun Tu\*

Department of Entomology, National Chung Hsing University, Taichung 40227, Taiwan

\* Corresponding email: wctu@dragon.nchu.edu.tw

Received: 20 June 2019      Accepted: 4 November 2019      Available online: 10 January 2020

### ABSTRACT

*Forcipomyia taiwana* (biting midge), which only sucks human blood, is the most serious nuisance insect in Taiwan. This study investigated the blood-sucking activity of female *F. taiwana* and verified that such behavior mainly occurred between 1 and 2 m above ground. In addition, this study demonstrated the hot-spot phenomenon; in brief, people were not bitten by female *F. taiwana* when walking at a normal pace in places where these insects were abundant; however, we could be bitten by *F. taiwana* if our walking speed was slower than 0.9 m/s, and the probability of being bitten increased with slower walking speeds. Using plastic and net barrier facilities to investigate the blood-sucking activity of female *F. taiwana*, this study revealed that odors or CO<sub>2</sub> emitted from the body could be the major attractions inducing female *F. taiwana* to suck human blood. Furthermore, this study validated that barrier facilities can significantly reduce the serious nuisance caused by *F. taiwana*.

**Key words:** *Forcipomyia taiwana*, biting midge, blood-sucking behavior, hot-spot, barrier effect