

中文摘要

臺灣鈇蠓(小黑蚊)幼蟲孳生場所多為濕潤土壤，長青苔與藍綠藻之處。而青苔及藍綠藻又常於構造物排水不良或邊坡工程有滲透水等小瑕疵之處營生，本研究乃針對此種特殊工程區位環境與臺灣鈇蠓之棲地習性進行關聯性之探討。

根據埔里鎮愛蘭國小試區 4.2 公頃內三個相距 200 公尺三種不同坡地不良整治工程區位，以人體誘餌法誘捕臺灣鈇蠓。發現在榕樹下積水排水溝處，比其他二種區位：擋土牆下地面有青苔但水溝無積水處區與柏油地面旁排水溝積水處誘捕到臺灣鈇蠓較多。誘捕時間 2 分鐘起即有臺灣鈇蠓前來叮食，大於 25 分鐘以後即不再出現臺灣鈇蠓。試區附近沒有不良積水的虎頭山山腳下聯外道路排水溝旁則沒有臺灣鈇蠓棲息。

本研究推論臺灣鈇蠓棲息地主要特性為含靜止水排水溝數量比乾燥排水溝多，陰涼處比日照暴露下多，裸露土表比混凝土或瀝青混凝土地表多，混凝土表面潮溼長藍綠藻或青苔處比表面乾燥處多。

關鍵詞：臺灣鈇蠓，青苔與藍綠藻，工程瑕疵，水溝積水

Abstract

The habitats for *Forcipomyia taiwana* are abundant in Bryophytes and Anabaena. The Anabaena and Bryophytes also grow well in the faults of structure. This study, therefore, try to investigate the correlation between the structure faults and the habitats of *F. taiwana*.

According to numbers of *F. taiwana* captured at three sites formed 200m distance as triangular area within 4.2 ha campus of Ai-lan Primary School. Drainage ditch of dead water under the big trees had more *F. taiwana* than other two sites .The latter sites were the clear ditch under retarding wall and ditch of dead water near asphalt pavement. The first comer of *F. taiwana* appeared after 2-3 minutes. While last comer came after 25 minutes. No *F. taiwana* had ever appeared for ditches without dead water located on foot of Futo San.

It is believed that the quantity of *F. taiwana* is more in the ditch of dead water than that of the clear ditch; shade, than the sunshine; the naked ground, than the concrete or the asphalt; the concrete with

Bryophytes, than the nothing.

Key words: *Forcipomyia taiwana*, Bryophytes and Anabaena, the faults of structures, ditch with dead water.

壹、前言

由於坡地地區河川整治及坡地開挖等等，不良的結構區位往往提供為台灣鈹蠓(小黑蚊)新棲地，因此最近台灣鈹蠓大量地出現在整治區域的山腳下或山坡地。台灣鈹蠓(*Forcipomyia. taiwana*)俗稱「小黑蚊」，或「黑微仔」、「網微仔」，也有人稱「小金剛」。目前花蓮、南投及台中大坑等山坡地範圍地區為害十分嚴重，學童居民與一般觀光客深受其擾，不但在野外甚至居家亦受其叮咬吸血，且被叮後手腳紅腫發癢十分難受。比較敏感者，數星期仍未消腫，嚴重者還需送醫治療，真是一種令人討厭的騷擾性昆蟲。尤其在炎熱的五至七月間為其出現的高峰期，學生須穿長袖長褲上學，不但嚴重妨害學童作息更影響觀光旅遊業之發展，對整個社會經濟發展實為一負面的影響。

台灣鈹蠓主要為害地區過去發現以中部的南投縣及台中縣，南部的台南縣及嘉義縣(莊，1994)與東部的花蓮縣(Chen et al, 1979)較為嚴重，近幾年則快速蔓延至台北縣、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣、彰化縣、雲林縣、高雄縣等 12 縣，1995 年進行的台灣鈹蠓全省分佈調查，除苗栗、屏東、台東及基隆市未誘集到蟲體外，範圍幾乎涵蓋整個台灣(王，1997)，如圖 1-1，而且有從鄉村逼近城市的趨勢。近年來由於生活品質提高加上環保意識抬頭，各縣市環保單位針對台灣鈹蠓所帶來的為害，亦提出許多防

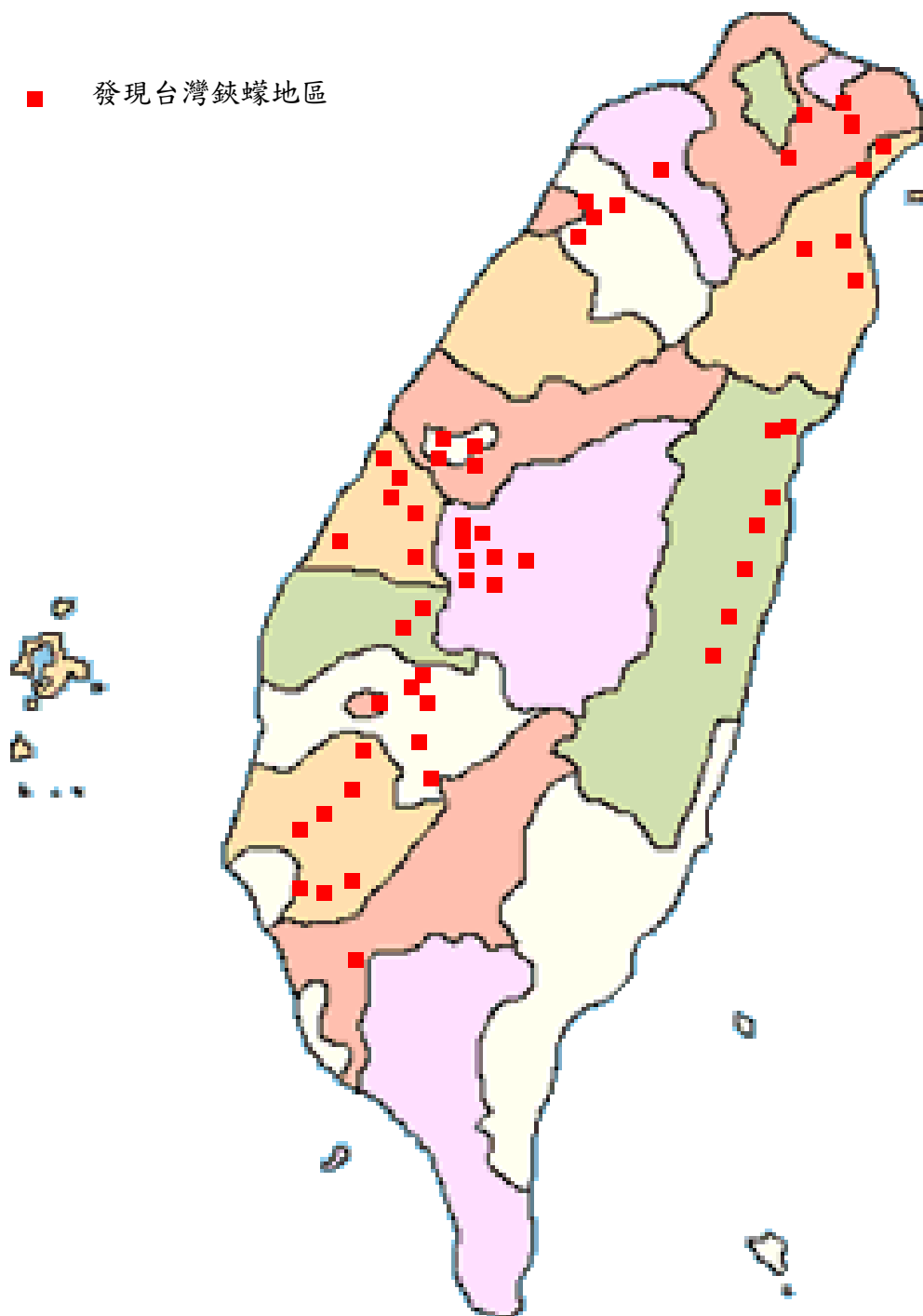


圖 1-1 台灣缺蠓在臺灣發現之分佈圖。

Fig.1-1 The distribution of *Forcipomyia taiwana* in Taiwan Island.

治計畫，惟因此等台灣缺蠓生態尚未能充分掌握，故至今仍無法有效遏止其族群密度之蔓延。

中國大陸學者裘和榮（1979）分別以不同飼料飼育臺灣缺蠓幼蟲，觀察其發育時間，認為藍綠藻對臺灣缺蠓幼蟲營養影響最大，有不少文獻均指出其幼蟲以藍綠藻為生，孳生場所為濕潤土壤及長青苔處。藍綠藻及青苔又常於構造物排水不良或邊坡工程有小缺陷之處營生，遂成為臺灣缺蠓幼蟲主要孳生場所，此乃工程設計施工上必須改進考量者，而此種特殊環境區位至今仍未見有研究者。本研究首先有必要了解臺灣缺蠓之生態史及其棲地習性，之後進行不同工程區位之誘捕台灣缺蠓試驗，以了解何種工程區位易成為其孳生源？台灣缺蠓對不良工程區位之嗜好與活動之時空條件得能進一步了解。是以本研究之目的乃針對坡地整治工程區位與台灣缺蠓棲地間之關係進行研究。研究內容包括：

1. 台灣缺蠓以坡地整治工程為孳生場所之調查。
2. 坡地整治工程為台灣缺蠓棲地區位特徵之分析。

貳、前人研究

臺灣缺蠓(*Forcipomyia taiwana* (Shiraki)) 又稱為小黑蚊，屬雙翅目 (Diptera)，蠓科 (Ceratopogonidae)，缺蠓屬 (Forcipomyia)，蠓蠓亞屬 (Lasiohelea)，最早由日本學者 Shiraki 於 1913 年在台中縣發現，Tokunaga(1937) 加以描述。1967 年起孫克勤等由實驗室之飼養描述卵、幼蟲、蛹期之各期形態，並開始著手對台灣缺蠓之生態進行初步研究。至 1991 年止已知台灣蠓蠓亞屬之種類共發現有 24 種之多，其中僅台灣缺蠓及山地缺蠓二種會吸血 (連，1989)，兩者又以台灣缺蠓為害最為嚴重，因其體型極小，體長約 1.4mm (Sun, 1967)，又非病媒，研究台灣缺蠓者並不多。陳等(1980)曾於實驗室飼養臺灣缺蠓之各齡期，再以電子顯微鏡觀察做為分類研究之依據。莊(1994)成功的在實驗室大量繁殖，對台灣缺蠓各齡期的生活史均有較詳盡的敘述。王(1997)及張(1997)對台灣缺蠓的化學防治藥劑方面也有多方之實驗比較，並且綜合各種因子製作發展出間隔式台灣缺蠓之自動誘集器。

一、台灣缺蠓的生態史

台灣缺蠓之生活史包含卵期、幼蟲期、蛹期及成蟲期等四個階段。大部份卵產下 3 日後即孵化，幼蟲期 16~18 日，蛹期 3~5 日，整個生活史從卵至成蟲約須 21~26 日，而飼育出之雌蟲最久可活 26 日 (Sun, 1967)。茲將此四階段分述如後：

(一) 卵期：

剛生出之卵為淡黃色，後逐漸變為褐黑色，多產於陰暗潮濕長有青苔或藍綠藻之濕潤土壤表層上（譚等，1989），如茶園茶樹下、竹林土堆上、蔬菜園畦邊、溪水邊淤泥土面、檳榔園下、屋簷下、牆邊等。呈紡錘形，長約 0.3mm（葉和王，1997），如圖 2-1 所示。卵孵化成幼蟲約需 2-3 日（Sun,1967），孵化時卵殼自三分之一處裂開，形成一拖鞋狀（葉和王，1997）。



圖 2-1 台灣缺蠓之卵(行政院環境保護署，2002)。

Fig.2-1 Eggs of *Forcipomyia taiwana*

(二) 幼蟲期：

卵約經過三天後即孵化為幼蟲，共分為四齡，初齡體長約 0.35mm，呈透明狀較不易察覺，2-4 齡後逐漸變為黃褐色，體長約 2.5mm，如圖 2-2，具負趨光性，幼蟲個體小，在土面上肉眼難以辨識，對其孳生地之調查較為困難。柳等（1964）利用飽和鹽水飄浮法檢查可能孳生地土

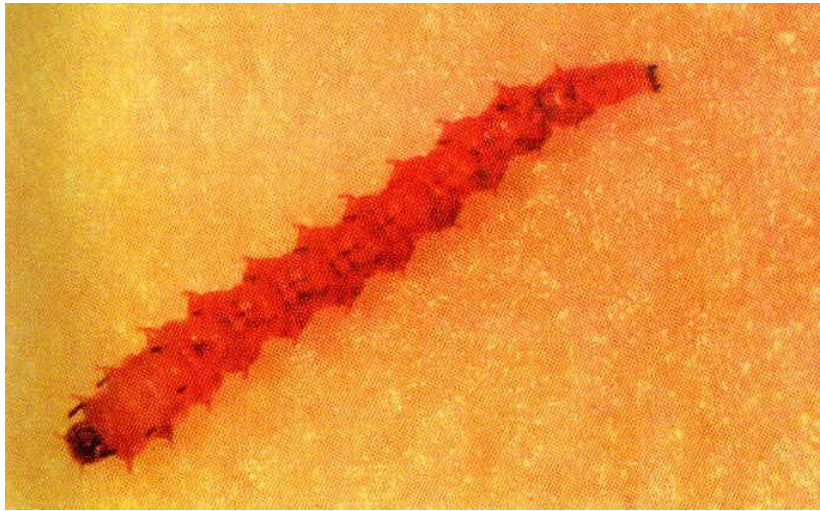


圖 2-2 台灣鉞蠓之幼蟲(行政院環境保護署，2002)。

Fig.2-2 Larva of *Forcipomyia taiwana*.

壤樣本，結果以樹蔭下腐質土發現台灣鉞蠓幼蟲之陽性率最高，完全向陽之土壤則未發現。幼蟲以周圍之藍綠藻為食，發育至蛹的日數隨溫度升高而減少，例如 15°C 時約需 34 日、20°C 時約需 19.5 日、30°C 時約需 9.4 日，但溫度過高（35°C）或過低（10°C）幼蟲就會死亡。且水份太多也會將幼蟲淹死。故排水不良而常遭浸水地區較少發現蟲體。此期常孳生於住家或建築物附近枝葉茂密之樹下、竹籬下或瓜棚下有相當濕度而沒有雜草孳生之遮陰、潮濕含砂質及腐植質生有青苔或藍綠藻等之表土層，其次為花生田、甘藷田、旱田、蔗田等，再其次為土牆及石牆之裂縫及水溝旁邊等；較硬的土面與完全向陽的場所則未發現有幼蟲孳生(柳等，1964; Lien and Lin, 1966; 周等，1988)。

陳等（1979）於花蓮縣調查並記錄陽性地點之土壤特

性，包含含水量、PH 值、土壤結構及及棲地之遮蔭情形，發現土壤含水量介於 10~20%之環境最適合，太溼或太乾均不適合幼蟲孳生，且與土壤 PH 值較無直接相關性。

大多數幼蟲分佈距離土表 1cm 之土中，並且其孳生與降雨有關（柳等，1964）。葉和王（1997）調查發現幼蟲孳生源大多位於住家周圍半徑 10m 之範圍，靠近水源、腐質土的地方，包括排水溝、圍牆上、屋簷下，且大部份生長在藍綠藻及青苔上，但在乾燥的泥土、砂地及水泥地上則沒有發現。翻動土壤深度約 10 公分可破壞其孳生地；種植披地雜草或朝鮮草可抑止台灣缺蠓產卵及幼蟲孳生；整治排水溝亦可減少幼蟲生存。

台灣缺蠓幼蟲在田間若能找到適當食物與合適的孳生場所，在台灣之氣溫下，溫度對其影響而言，一年四季中幼蟲都可能以相當高之存活率發育，完成其生活史。

（三） 蛹期：

幼蟲歷經二到三週（Sun, 1967；莊，1994）之發育生長後，會爬到水分較少之容器壁、土表、或草莖部化蛹。裸蛹長約 2.1 mm，黃褐色，前胸兩側有一對呼吸管，頭粗尾細呈錐形狀，末齡幼蟲脫皮之蛻仍粘附在蛹的尾端以利羽化（裘及榮, 1979），如圖 2-3。蛹經過 3~5 天之發育即羽化成蟲（Sun, 1967），蛹發育至成蟲的時間和溫度有關，在 15°C 時約需 20 日、30°C 時約需 6 日，但溫度過高（35°C）或過低（10°C）則無法生存。

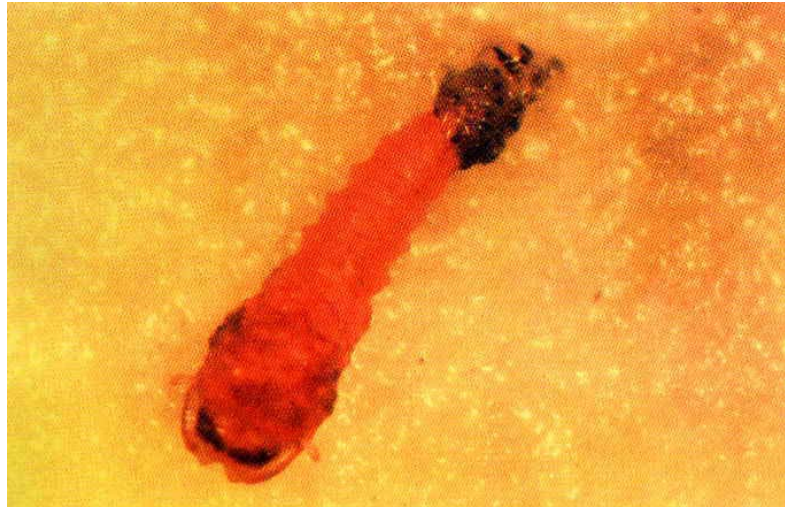


圖 2-3 台灣鉞蠓之蛹(行政院環境保護署，2002)。

Fig.2-3 Pupa of *Forcipomyia taiwana*.

(四) 成蟲期：

成蟲之壽命約二到六週。羽化之成蟲於各種溫度下飼育，發現成蟲壽命隨溫度之降低，壽命愈長，於 20°C 及 25°C 下，雌蟲壽命分別為 41.1 日及 37.1 日，雄蟲壽命則無顯著差異，分別為 19.7 日及 19.5 日（莊，1994）。只有雌蟲會吸人血，吸飽血之雌蟲二至三天後約可以產出 30 ~ 35 粒卵（譚等，1989；莊，1994），每隻最多可產 65 粒卵。莊（1994）於實驗室中飼育時，發現雌蟲於羽化第二天即可被人體手臂誘引而進行吸血，因此推測田間雌蟲於羽化後 1~2 日即已完成交尾。台灣鉞蠓成蟲雌雄不同，如圖 2-4 與圖 2-5。

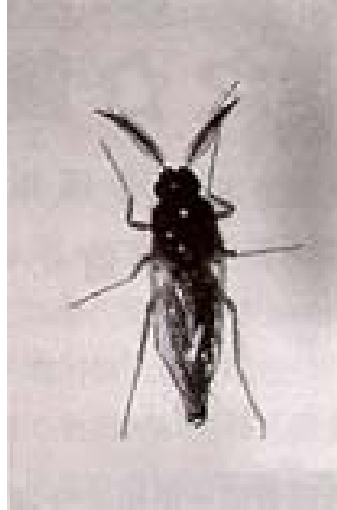


圖 2-4 台灣缺蠓雄成蟲(李學進，2000)。

Fig.2-4 Adult male of *Forcipomyia taiwana*.



圖 2-5 台灣缺蠓雌成蟲(李學進，2000)。

Fig.2-5 Adult female of *Forcipomyia taiwana*.

台灣缺蠓成蟲出現的時間為上午八時起至下午日落前一小時止，但以上午十時至下午三時為高峰期，為在室外取食的習性。離地面 10~70 cm 處之高度飛行，為害人體以叮咬離地面較近的小腿為主，被叮咬後奇癢無比，且紅腫多日不消。其主要活動地區在孳生場所的 500 公尺半徑範圍內（周等，1988）。受害地區環境都是靠山腳地、有溪流穿越，尤其周圍有淤沙泥尚未整治者及如竹林等，再加上人類（血源）出沒頻繁的屋外部份，如廟口、雜貨店門口，學校操場邊緣等地。張（1997）於實施田間調查時發現當風速超過 2.2m/s 則誘集器誘捕不到任何蟲，而小於 0.5m/s 則蟲數明顯較多；在活動日週期方面，高峰期則落在午後四時半至五時間。

族群之密度隨季節消長，且因地區之不同而有些差異。例如在花蓮地區，每年自元月份起該蟲族群密度逐漸上升，至七月份達最高峰，八月至十二月則急遽下降（陳等，1982）。在南投地區，從十一月到翌年三月間雌成蟲之族群密度極低，三月下旬或四月上旬起密度逐漸上升，至六、七月間達最高峰（莊，1994）。而於台南地區，從十一月到次年二月間，台灣缺蠓雌成蟲密度一般較低，在四至五月及七至十月則各有一個族群密度高峰期（侯及李，1994）。陳等（1982）調查花蓮地區台灣缺蠓族群之季節消長時，將族群變動情形配合氣象因子，以路徑分析法測定，認為獨立因子之影響程度依序為日照時數 > 雨量 > 濕度 > 溫度。

二、由台灣缺蠓的防治對策了解其棲地

近幾年來台灣缺蠓肆虐變本加厲，故防治工作愈來愈受到重視，除了尚未見及生物或天敵防治法外，已有棲地清理、個人防護、物理防護、藥劑防治與綜合性防治，這些手段均有相當程度針對其棲地之特徵加以改善及防治。

(一) 棲地清除

1. 減少遮陰潮濕之幼蟲孳生場所：拆除不必要之欄架、竹籬、遮陰棚等（周等，1992），清除遮陰處潮濕之青苔土塊、腐植質（李，1996）。
2. 翻土、清除雜草、灌木叢、疏伐樹枝及疏通排水溝（李，1996）：保持表土層之乾燥，以減少幼蟲存活之機會及成蟲產卵之處所，或改變其原有生態環境，亦為減少孳生源之措施
3. 學校周圍環境整頓及孳生源清除工作（李，1996）：於山腳地帶校園周圍或附近可能是竹林、果園、蔗園或雜木林等亦應納入清除之範圍，以減少台灣缺蠓成蟲活動棲息之處。
4. 改善社區環境建設（李，1996）：地面改鋪水泥或石板路，改變栽培作物相，轉種其他耐旱性較強之作物，減少灌溉次數，以避免表土保持潮濕；密植

韓國草類植物，使成蟲無法直接接觸地面產卵等。

5. 竹筍園鋪設黑色塑膠布（王等，1997）。

（二）個人防護

1. 減少身體裸露之部位，可穿著長袖衣服、長褲，以避免台灣缺蠓之叮咬。
2. 於身體裸露部位塗抹或噴施忌避劑（防蚊液）

（三）物理防護

裝置細孔之紗門、紗窗，阻隔台灣缺蠓飛入室內。使用此種方法防護範圍僅限於室內，且可能導致室內之通風性較差。

（四）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。1990年環保署補助中興大學在南投地區實施低容量噴霧藥劑噴殺成蟲，結果蟲體密度降低只能維持三天，效果並不理想（張，1997）。

（五）幼蟲之防治：

在陰暗潮濕且長有青苔或藍綠藻之幼蟲孳生地，噴灑殺幼蟲藥劑，如陶斯松(chlorpyrifos)、撲滅松或亞特松等。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（李，1996）。

（六）成蟲之防治：

1. 於紗門、紗窗塗刷或噴灑殺成蟲藥劑，如亞滅寧(α -cypermethrin)，以毒殺飛來之成蟲。
2. 於成蟲活動棲息處所如竹林、灌木叢、雜草叢及雜木林等，利用超低容量（ULV）或熱煙霧法作空間噴灑，以觸殺成蟲。噴藥時間之選擇，以成蟲活動高峰的時間及氣流較穩定的時段最為理想，約中午十二點到下午三點。

（七）綜合性防治

周欽賢等（1990）在「小黑蚊的生態及防治簡介」中提出，防治台灣缺蠓的基本方法是清除其孳生源，但因其孳生源廣泛不易清除，故使用殺蟲劑噴灑成為防治成蟲及幼蟲的治標方法。

莊（1994）亦指出各地環保單位使用化學藥劑防治台灣缺蠓，其成效僅能維持數日，而改善環境對台灣缺蠓族群卻有長遠的影響。建議以整理環境破壞其孳生場所及棲地為主要手段，並輔以化學藥劑防治。應可達到長期性有效之防治。

因發生台灣缺蠓地點均屬鄉間較偏僻地區，範圍

較為廣範，為達到更好的防治效果，需綜合各種方法之防治，多管齊下確實破壞其孳生源，可由社區發展協會或村里長發動民眾組成義工隊，或類似愛心媽媽之組織，加強社區共同參與防治之觀念，利用平日空餘時間從事孳生源清除工作，以減少台灣缺蠓之發生及為害。

三、台灣缺蠓的誘捕因子

張（1997）設計誘集器（如圖 2-6）比較不同的影響因子來誘捕台灣缺蠓，包括下列各項試驗：

1. 室內 CO₂ 氣體誘引試驗。
2. 溫度氣味及顏色因子之影響試驗。
3. 誘集種類之鑑定與性比率。
4. 不同 CO₂ 來源對台灣缺蠓誘集之影響。
5. 加熱電器溫度與 CO₂ 協力作用對台灣缺蠓誘集之影響。
6. 朝下之風扇板顏色對台灣缺蠓誘集之影響。
7. 風扇板離地面高度對台灣缺蠓誘集之影響。
8. CO₂ 釋放率及釋出口與抽風風扇板的距離對台灣缺蠓誘集之影響。
9. 風速的大小對誘集效果之影響。
10. 誘集器連續誘集對台灣缺蠓的誘集效果比較。
11. 比較以人之小腿及誘集器調查台灣缺蠓之日週期。

試驗結果發現雌蠓會對 CO₂ 氣體反應而趨向其來源處飛行，且不同來源的 CO₂ 以鋼瓶效果最好。釋放率以 200、250 及 500 ml/min 效果較佳。而單一的溫度因子對台灣缺蠓誘集效果並不理想。至於顏色對臺灣缺蠓之誘集效果，只利用單純之不同顏色絨布並無法誘集到蟲體。在性比率方面，試驗期間誘集器則未捕獲任何雄性台灣缺蠓。比較風扇板顏色時，以黑、黃、藍及綠色等深色系列所捕獲的蟲數較多。高度則以 70cm 誘集蟲數最多。當環境風速到達 2.2m/s 時，

誘集器誘捕不到成蟲。比較以人小腿及誘集器時，整體而言，以人小腿的平均誘集蟲數比誘集器所得之結果高。

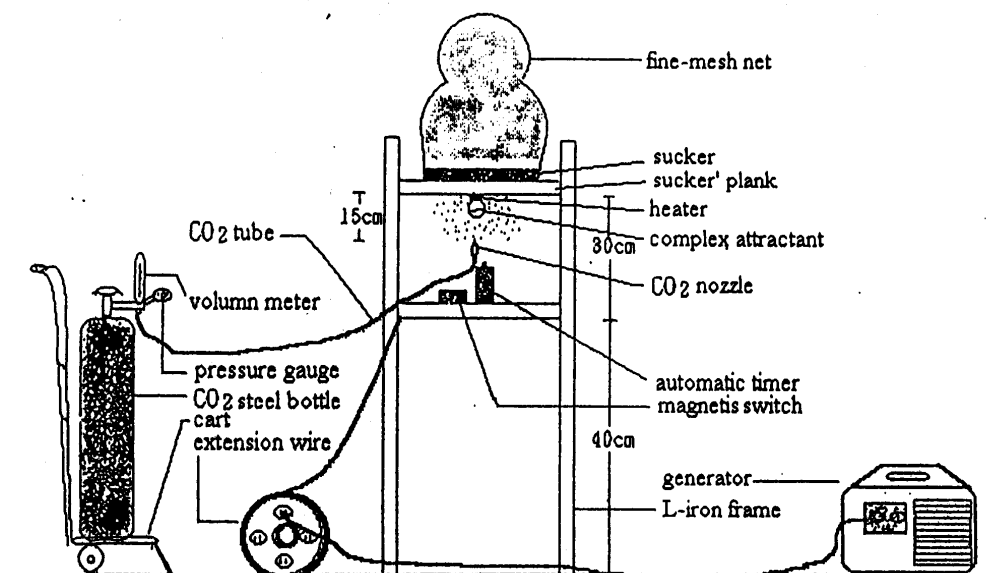


圖 2-6 誘集器構造配置圖。

Fig. 2-6 The structure of biting midge trap.

周等 (1997) 對台灣銜蠓之野外活動及誘引試驗結果發現，當台灣銜蠓之吸血活動達高峰時，也是一日間溫度較高、相對溼度較低、光度較強的時候。而誘得最多的地點都在住屋旁、大水溝橋上及竹林旁次之、另一處住屋及停車場最少。推測可能接近其棲息所，且覓食容易。至於紫外光捕蟲燈的捕獲數與對照組則無顯著差異。適宜台灣銜蠓活動的溫度在 20~33°C 之間。

四、藍綠藻與青苔的特性

(一) 藍綠藻對台灣缺蠓的影響

台灣缺蠓從卵至成蟲完成一個生活史，約需 21-26 日(Sun, 1967)，實驗室中以藍綠藻(*Anabaena* sp.CH3) 飼養台灣缺蠓發現其生活史縮短至約 12~15 天(葉和莊, 1996)。莊(1994)在以三種飼料之七種組合集體飼育台灣缺蠓時，結果以含藍綠藻懸浮液之四種飼料組合餵飼，幼蟲發育時間最短，化蛹率最高，且羽化後成蟲壽命亦較長。王(1997)調查南投地區台灣缺蠓棲群環境亦都選擇潮溼長有藍綠藻青苔的地方，證明藍綠藻對台灣缺蠓有極大的影響。

(二) 藻類的分類

在所有藻類中，藍綠藻是最原始、最簡單的一群。它們的細胞除了細胞膜外，沒有細胞核，也沒有其他由膜圍住的特殊構造，細胞內的遺傳物質也沒有核膜包圍，染色體與色素均分散在細胞質中，故與細菌同稱為五界中的原核生物界。植物學家根據藻類所含的色素種類、儲藏物質、細胞壁成分、鞭毛數目和著生位置、細胞及細胞構造的特徵，把藻類分為十大門：藍綠藻門就是其中一門。

Division Cyanophyta 藍綠藻門- Cyanobacteria
(Blue-green algae)

Class Cyanophyceae 藍綠藻綱→分為兩大類：

1：單細胞、一粒粒的→分為兩目：色球藻目及管胞藻目。

2：多細胞呈絲狀的藻體→分為三目：顫藻目、念珠藻目及真枝藻目。

全世界藍綠藻約有 150 屬，1500 種。

(三) 藻類的生態環境

藻類在地球上的分布極廣，從炎熱的赤道地區到千年冰封的極地，無論在江河湖海、溝渠池塘等各種水體中，還是在潮濕的土表、牆壁、樹枝、樹葉岩石甚至沙漠、天空、雲、地底下、深海中，都有藻類的生長。就藻類生活環境的特點及其與環境的相互關係，主要可把藻類區分為「浮游性藻類」和「固著性藻類」兩大類。藻類的繁殖方式基本上有三種：營養繁殖、無性生殖和有性生殖。

藍綠藻是最原始、最古老的藻類，細胞內除了含有葉綠素外，尚有藻藍素和藻紅素，多呈藍綠色，可行光合作用。藍藻生長在在各種水體或潮濕土壤、岩石、樹幹上；有不少種類能在乾燥的環境中生長繁殖。藍綠藻也是構成地衣的成員之一，具可分解岩石，促進土壤形成，在自然生態體系中是先鋒者、拓荒者及生產者，

(四) 蘚苔植物的特徵

蘚苔植物(Bryophyta)通常分為蘚綱 (*liverworts*) 和苔綱 (*mosses*)，多生於陰濕的環境中，其形狀一般很小，小至肉眼幾乎不能辨認，大者也僅有幾十厘米。蘚苔植物雖然和蕨類及種子植物一樣屬胚胎植物。但所有蘚苔植物都沒有維管束構造，輸水能力不強，因而限制它們的體形及高度。有假根，而沒有真根。葉由單層細胞組成，整株植物的細胞分化程度不高，為植物界中較低等者。

現生的苔類約有一萬四千餘種，共六百屬，分佈很廣，大都生長在潮濕的土面、石塊、樹皮上，也有生長在水中者。另有一些種類抗旱力極強，生長在乾燥裸露的石壁上或新崩塌的土坡上。在天然演替中，它們常緊跟著細菌、藍綠藻類和地衣類附生於乾燥的基質上，慢慢累積水份和浮塵，並以酸性代謝產物分解岩石表面，促使分化 (賴，1990)。

參、研究材料與方法

一、研究流程

本研究主要針對台灣缺蠓棲地進行探討，首先蒐集台灣缺蠓生態相關資料加以研判，同時進行其棲地特徵之觀察，主要為坡地整治工程構造不良之處，諸如擋土牆及排水溝積水潮溼易長藍綠藻青苔處，並誘捕成蟲加以驗證。設計誘捕方式，綜合張（1997）及周（1997）等之田間誘捕結果，決定選擇以人體小腿誘捕法較為直接有效，同時進行白色捕蠅紙粘捕做為輔助方法，整個研究流程如圖 3-1。

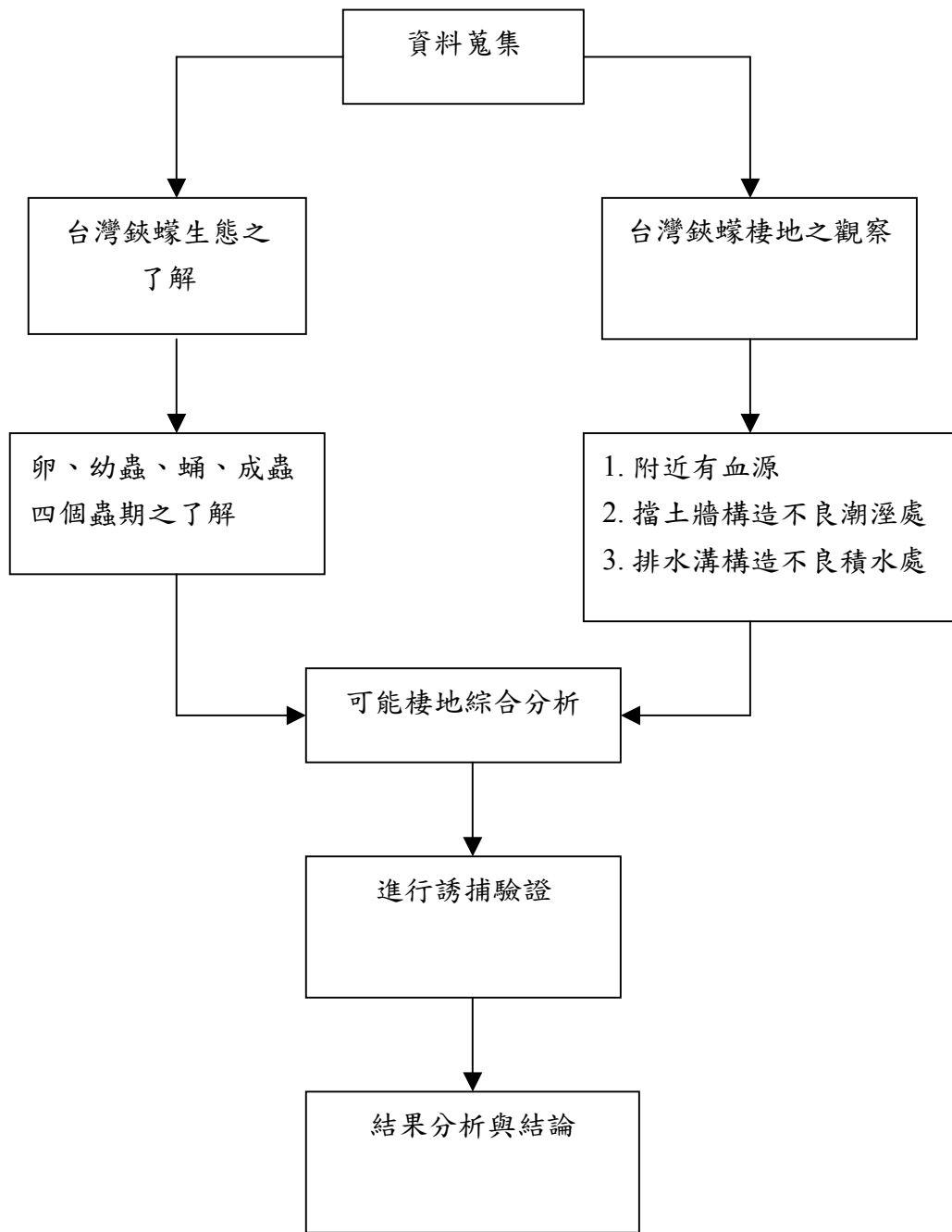


圖 3-1.本研究進行之流程。

Fig.3-1 The flowchart shows the procedures conducted in this study.

二、 工程不良成為台灣缺蠓棲地之調查

一般坡地整治工程構造物屬混凝土者如擋土牆及排水溝等，其表面或裂縫處因溢流水、滲透水造成之潮溼環境均有可能成為台灣缺蠓下卵及幼蟲棲地。如圖 3-2 至圖 3-6 諸種地點。圖 3-2、圖 3-3 為背陽之擋土牆因時常有溢流水而致潮溼牆面處長滿青苔。圖 3-4 則因排水孔堵塞引起長期溢滲出水。圖 3-5 與圖 3-6 則發生在排水溝上。上述這些地點提供為下節誘捕調查之參考。



圖 3-2 背陽之擋土牆因溢流水而使潮溼牆面處長滿青苔。

Fig.3-2 Bryophytes appeared in the retarding wall.



圖 3-3 擋土牆潮溼牆面處長滿青苔而可能成為台灣缺
蠓下卵及幼蟲棲地。

Fig.3-3 Bryophytes grown along retaining wall forms the
habitat of *Forcipomyia taiwana*.



圖 3-4 擋土牆排水孔堵塞後形成潮溼表面長滿青苔。

Fig.3-4 Bryophytes appeared along the retaining
wall after outlet blocked.



圖 3-5 排水溝側牆因潮溼表面長滿青苔。

Fig.3-5 Bryophytes appeared along drainage ditch.

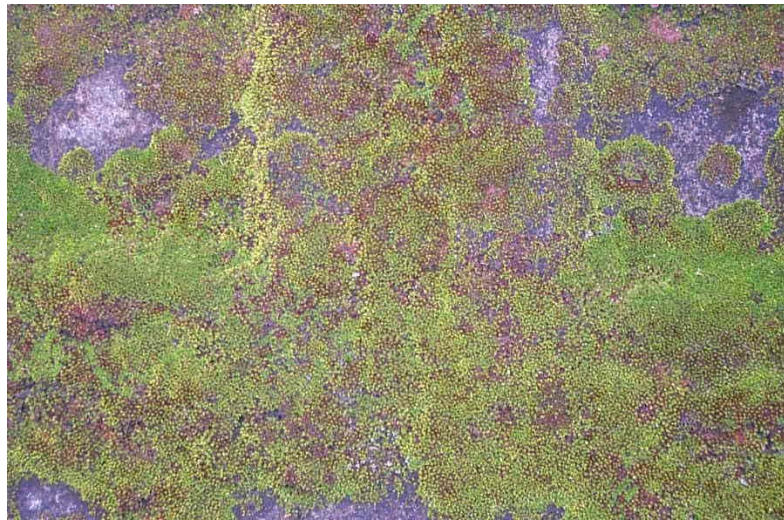


圖 3-6 排水溝側牆因潮溼表面長滿青苔而成為台灣缺
蠓下卵及幼蟲棲地。

Fig.3-6 Bryophytes on Drainage ditch.

三、誘捕台灣缺蠓之試驗

(一) 進行野外生態觀察：

觀察與台灣缺蠓棲息地有關之藍綠藻及青苔生長環境,以人體誘捕法及白色捕蠅紙分別固定在藍綠藻青苔生長數量較多之混凝土工程(包括擋土牆及排水溝)及無藍綠藻青苔生長之混凝土工程,觀察台灣缺蠓活動數量,作為比對。

1. 人體誘捕法：於試區暴露人體小腿部份,待台灣缺蠓前來叮咬時,以塑膠袋口封蓋其上予捕捉,觀察30分鐘內每一分鐘分別出現之數量並記錄之。如圖3-7。



圖3-7. 以人體誘捕法暴露小腿誘捕台灣缺蠓成蟲。
Fig.4-1 Leg feeding for *Forcipomyia taiwana*.

2. 捕蠅紙粘捕法：於試區距地面高不超過70cm處固定一張長20cm*寬15cm之白色捕蠅紙，利用成蟲之向光性使其誤投而誘捕之，放置24小時後觀察台灣缺蠓雌成蟲粘著其上之數量。如圖3-8，



圖 3-8. 在潮溼長藍綠藻青苔之結構物上放置捕蠅紙誘捕台灣缺蠓成蟲。

Fig.3-8 Flypaper for catch *Forcipomyia taiwana*.

(二) 試區地點：

本研究試區選定三處分別位於南投縣埔里鎮西、東、南三側郊區之愛蘭國小、虎頭山及桃米坑，相隔距離約 4~6 公里，如圖 3-9。

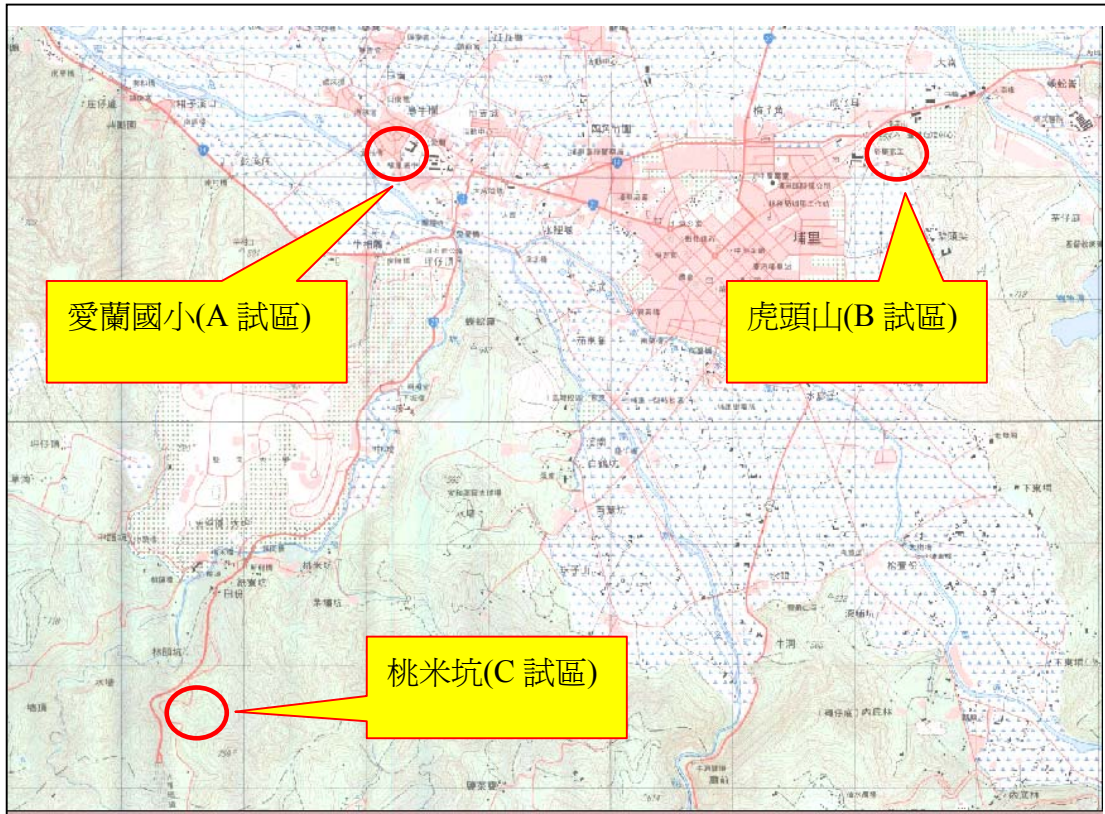


圖 3-9. 南投縣埔里鎮試區地點位置圖。
Fig.3-9 Location of sites A,B and C at Puli.

1 埔里鎮愛蘭國小 (A 試區):埔里鎮愛蘭國小位於埔里鎮西側愛蘭台地海拔 450 公尺，面積約 4.2 公頃，為一地勢平坦之台地，南側 500 公尺鄰南烘溪，附近有愛蘭社區、鐵山社區及暨大附中，全校總人數 1082 人，除上學時間有學童外早晨及傍晚亦有民眾前來活動休閒。

2.埔里鎮虎頭山 (B 試區)：虎頭山位於位於埔里鎮東側，海拔 550 公尺，附近有社區及學校距離約 300 公尺，因開闢聯絡道路至山頂長約 3000 公尺，均做道路邊坡整治，面積約 20 公頃，包括混凝土擋土牆、打樁編柵及邊坡植生等工程，除早晨及傍晚有民眾前來運動休閒外，平常時間活動人數不多。

3.埔里鎮桃米坑 (C 試區)：桃米坑位於埔里鎮南側，試區為省道台 21 線之邊坡擋土牆及排水溝，蔭涼潮溼，又為背陽坡地，長滿藍綠藻青苔，海拔 600 公尺，距離約 500 公尺有社區及學校(海拔 500 公尺)，除快速通過之車輛外，並無人群在此活動。

(三) 試區環境特性：

1. 愛蘭國小 A1,A2,A3 三處試區距離 200 公尺為正三角形位置分佈，如圖 3-10。

(1) A1 試區(A11、A12)：愛蘭國小 100m 跑道終點處樹蔭下，擋土牆長青苔 5 m²，U 型排水溝無水，蔭涼無日照，裸露土面長青苔 50 m²，氣溫 27~28℃，感覺無風狀態，周圍 100m 除試體外無人活動。

(2) A2 試區(A21、A22)：愛蘭國小正門右側榕樹下，近 5m 有 U 型排水溝積水無流動，裸露土表面長青苔 10 m²，樹下蔭涼無日照，氣溫 27~28℃，感覺無風狀態，周圍 100m 常有人活動。



圖 3-10 愛蘭國小 A1,A2,A3 三處試區位置分佈圖。
 Fig.3-10 Sites A1,A2 and A3 at Ai-lan Primary school campus.

(3) A3 試區(A31、A32)：愛蘭國小後門黑板樹下，柏油地面，附近有裸露土面花圃 2.5 m²六座及 30 m²一座，鄰近 1m 有 U 型排水溝積水無流動，樹下蔭涼無日照，氣溫 27~28°C，感覺無風狀態，周圍 100m 常有人活動。

2. 虎頭山 B1,B2,B3 三處試區距離 300 公尺為線形位置分佈，如圖 3-11。

(1) B1 試區(B11、B12)：虎頭山山腳下聯外道路起點樹蔭處，裸坡無擋土牆，附近 5m 處排水溝已整治有流水，蔭涼無日照，氣溫 25~26°C，感覺無風狀態，周圍 100m 人群活動頻繁。

(2) B2 試區(B21、B22)：虎頭山聯外道路中點，混凝土地面，有擋土牆及排水溝乾燥無積水，邊坡敷蓋稻草並植生百慕達草，日照充份，氣溫 27~28°C，感覺無風狀態，周圍 100m 除試體外無人活動。

(3) B3 試區(B31、B32)：虎頭山聯外道路中點，混凝土路面，有擋土牆及排水溝乾燥無積水，邊坡敷蓋稻草並植生百慕達草，樹下蔭涼無日照，氣溫 26~27°C，感覺無風狀態，周圍 100m 除試體外無人活動。

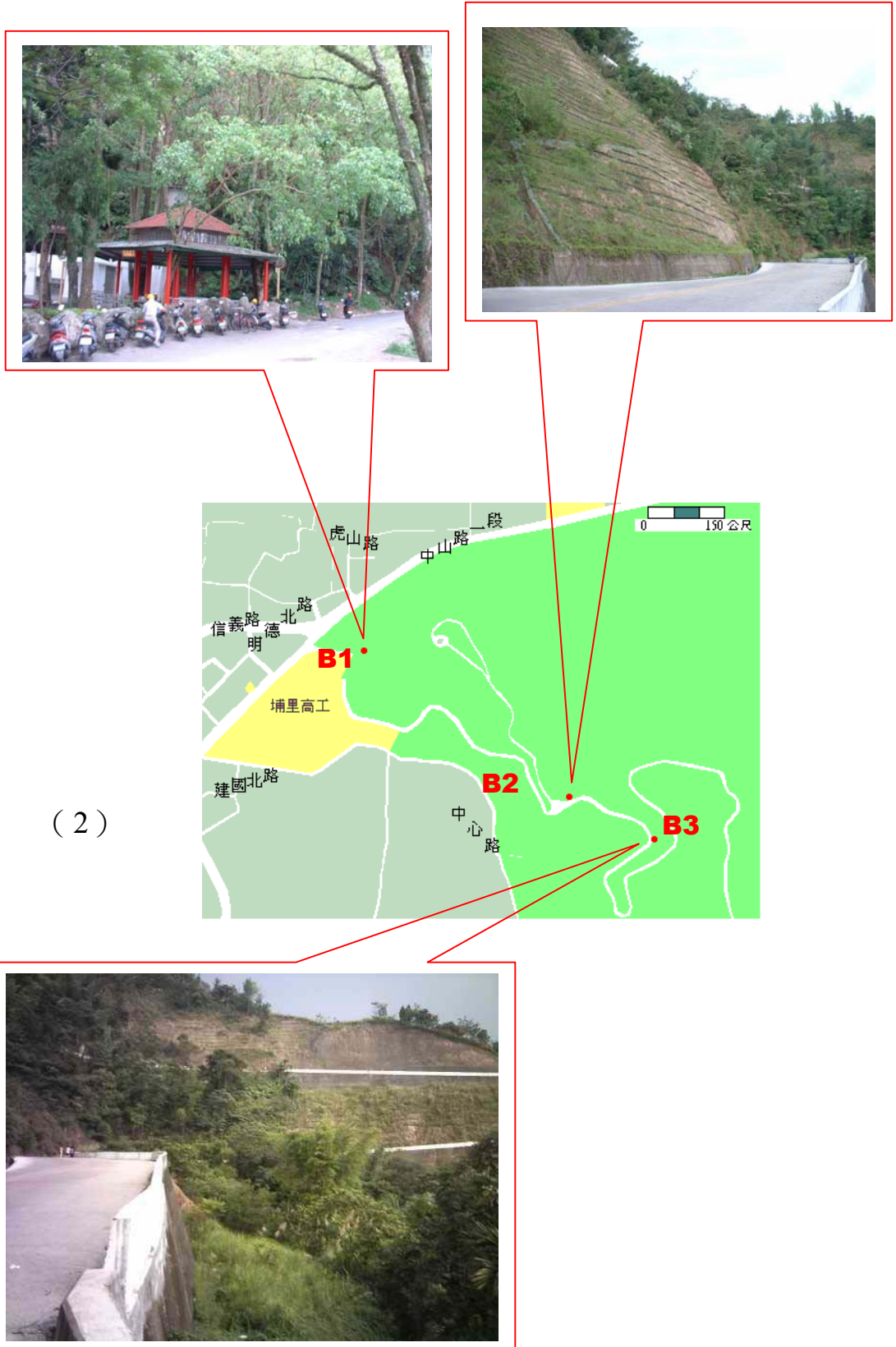


圖 3-11. 虎頭山 B1,B2,B3 三處試區位置分佈圖。

Fig.3-11 Sites B1, B2, and B3 at FutoSan.

3. 桃米坑 C1,C2,C3 三處試區距離約 200~400 公尺為線形位置分佈，如圖 3-12。

(1) C1 試區(C11、C12)：桃米坑省道台 21 線道路 51K+800 處邊坡擋土牆，背陽坡地，半日照，順向坡，擋土牆潮溼長青苔藍綠藻，排水溝有流水，氣溫 23~24°C，車輛通過時風速很強，除汽機車來往外周圍 100m 無人群活動。

(2) C2 試區(C21、C22)：桃米坑省道台 21 線道路 53K+100 處邊坡擋土牆，向陽坡地，半日照，逆向坡，擋土牆表面乾燥無長青苔藍綠藻，排水溝乾燥無流水，氣溫 23~24°C，車輛通過時風速很強，除汽機車來往外周圍 100m 無人群活動。

(3) C3 試區(C31、C32)：桃米坑省道台 21 線道路 53K+400 處邊坡擋土牆，背陽坡地，半日照，順向坡，擋土牆潮溼長青苔藍綠藻，排水溝有流水，氣溫 23~24°C，車輛通過時風速很強，除汽機車來往外周圍 100m 無人群活動。

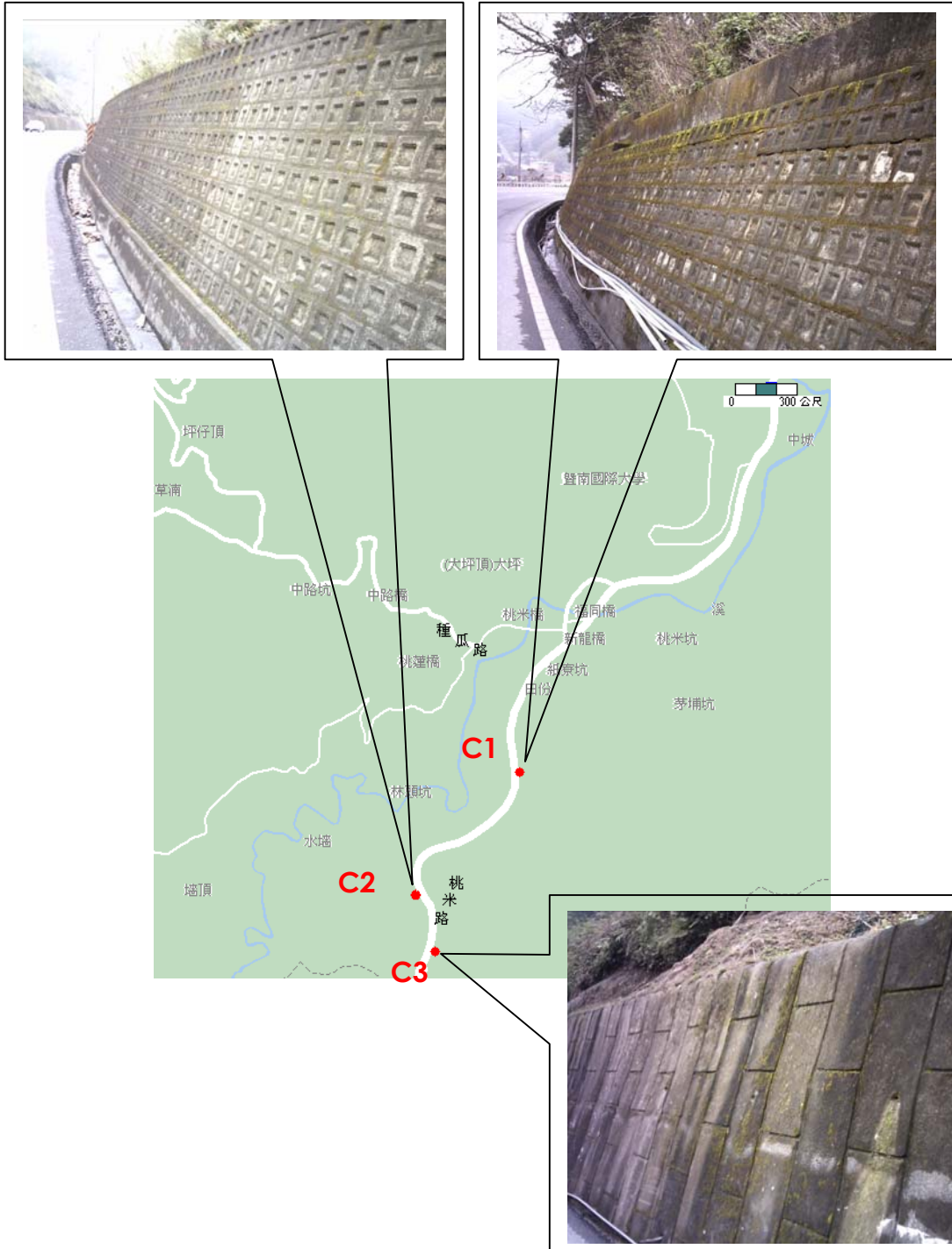


圖 3-12. 桃米坑 C1,C2,C3 三處試區位置分佈圖。
 Fig.3-12 Sites C1, C2, and C3 at Taumikun.

(四) 調查方法：

於試區內選擇之三個試點，於 2004 年 4 月下旬至 5 月上旬台灣缺蠓活動開始進入高峰期日落前之 17:00~17:30，以人體誘捕法暴露小腿引誘雌成蟲前來叮咬，觀察 30 分鐘內出現的數量並記錄之，同一定點、同一時段隔日重複再做一次，分別編號為 A11、A12、A21、A22、A31、A32、B11、B12、B21、B22、B31、B32、C11、C12、C21、C22、C31、C32。

利用捕蠅紙粘捕法，於同一試區分別選擇潮溼結構物長藍綠藻青苔的地方（如圖 3-13），及另一對照組則為乾燥之結構物（如圖 3-14），分別置放捕蠅紙誘捕台灣缺蠓，高度不超過 70cm，經過 24 小時後以低倍顯微鏡觀察捕蠅紙粘捕數量，以了解台灣缺蠓成蟲在其幼蟲孳生地附近活動之情形。



圖 3-13. 在潮溼長綠藻及青苔之結構物放置捕蠅紙。
Fig.3-13 Flypaper in wet site for catching *Forcipomyia taiwana*.



圖 3-14. 在乾燥之結構物放置捕蠅紙。
Fig.3-14 Flypaper in dry site for catching *Forcipomyia taiwana*.

肆、結果分析與討論

一、誘捕結果

以人體誘捕法觀察愛蘭國小試區30分鐘後分別出現6-18隻之台灣缺蠓雌成蟲，而白色捕蠅紙放置24小時後經由40倍顯微鏡下觀察則無發現其數量。此與張（1997）所稱多數雌蟲經常是圍繞著誘集器中心之周圍飛行，而沒有停留的跡象，頗為吻合。是以本研究觀察之台灣缺蠓雌成蟲均為人體小腿誘捕法捕捉而得。

二、台灣缺蠓之外觀特徵

以人體誘捕法捕捉而得之台灣缺蠓雌成蟲，經密封塑膠袋密閉24hr死亡後放置白紙上，如圖4-1，以毛筆沾放至40倍顯微鏡下觀察其外觀，如圖4-2。

1. 頭部：由許多紅褐色圓形小眼排列成六角形構成複眼，前端有一對觸角長約 0.7mm 及黑色針狀之刺吸式口器長約 0.2mm。如圖 4-3~4-5。
2. 腹部：橢圓形有褐色環紋，有一對透明翅膀長約 1.2mm 寬約 0.4mm，前腳較長約 1mm。如圖 4-6。

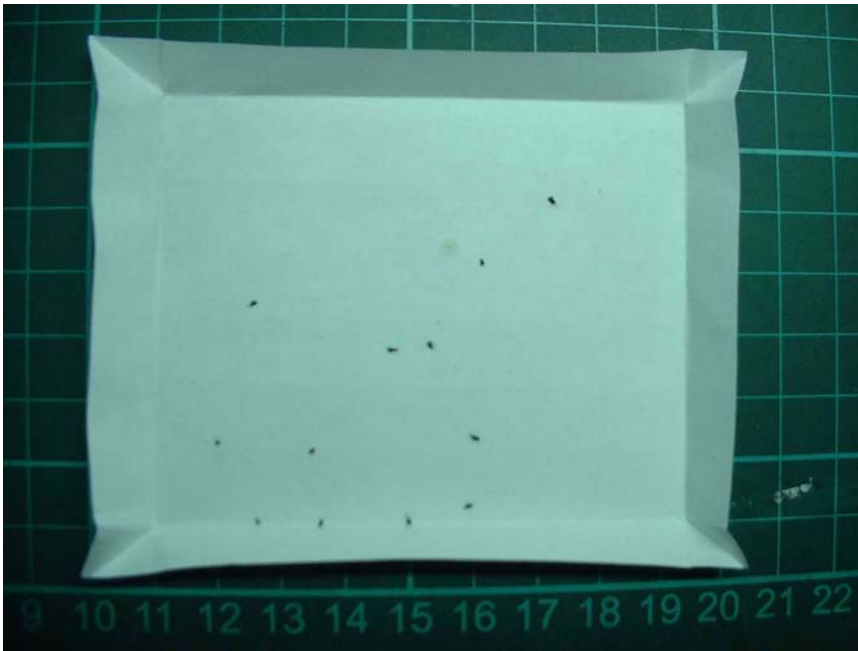


圖 4-1. 捕捉之台灣缺蠓成蟲。

Fig.4-1 Adult female of the *Forcipomyia taiwana* on paper.



圖 4-2. 使用低倍顯微鏡觀察台灣缺蠓。

Fig.4-2 Autopsy *Forcipomyia taiwana* with microscope.



圖 4-3. 放大 80 倍之顯微鏡下之台灣缺蠓雌成蟲前端有一對觸角長約 0.7mm。

Fig.4-3 Antennae of *Forcipomyia taiwana* under 80x microscope.

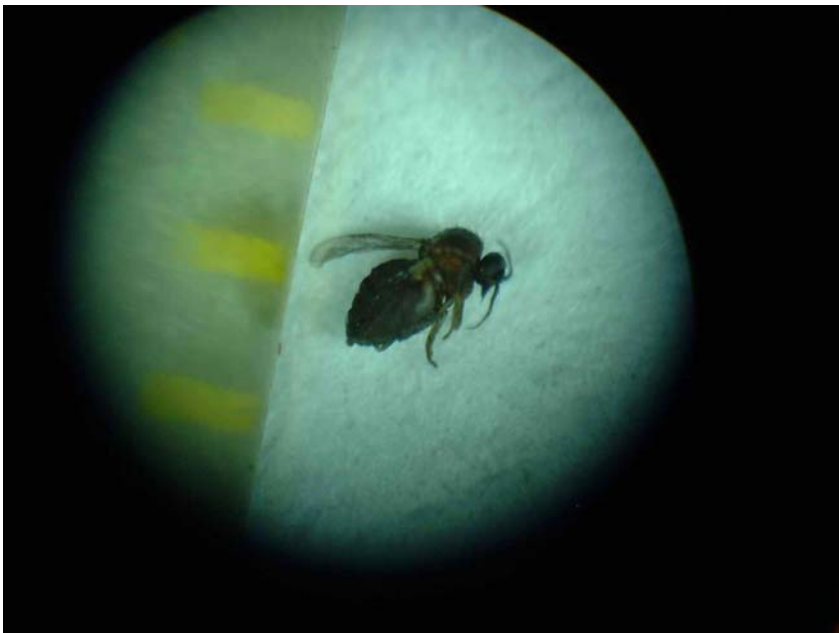


圖 4-4. 放大 40 倍之台灣缺蠓雌成蟲前端有一黑色針狀之刺吸式口器長約 0.2mm。

Fig.4-4 The Piercing-sucking mouthparts of *Forcipomyia taiwana* under 40x microscope.

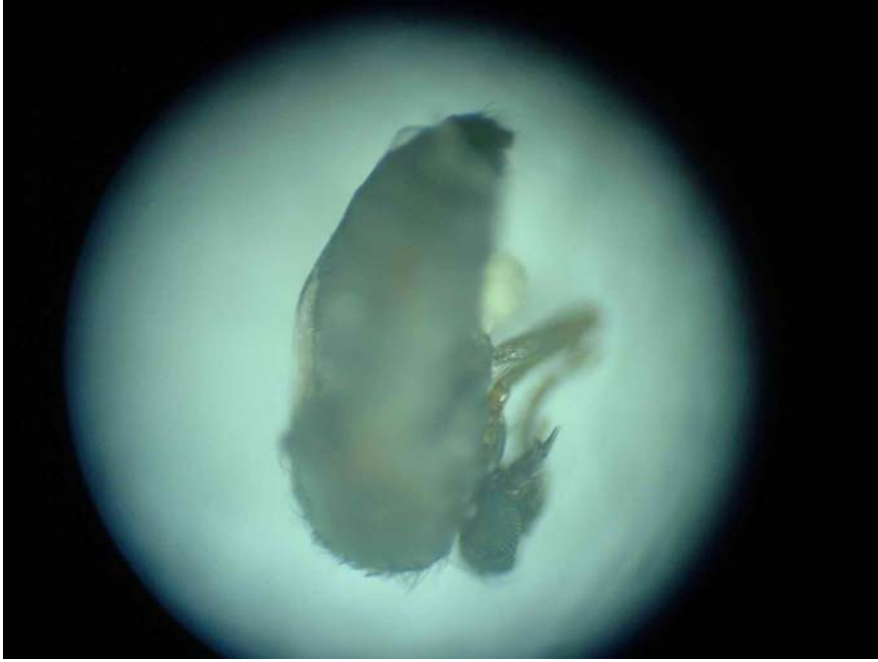


圖 4-5. 放大 100 倍之台灣缺蠓雌成蟲前端有黑色針狀之刺吸式口器長約 0.2mm。

Fig.4-5 The Piercing-sucking mouthparts of *Forcipomyia taiwana* under 100x microscope.



圖 4-6. 放大 40 倍之台灣缺蠓雌成蟲有一對透明翅膀長約 1.2mm 寬約 0.4mm (圖中刻度為 1mm)。

Fig.4-6 The wings of *Forcipomyia taiwana* under 40x microscope.

三、 野外調查結果

(一) 埔里鎮愛蘭國小 (A1,A2,A3 三處試區)

表 1 為愛蘭國小 A 試區選擇之三處地點，於 2004 年五月上旬誘捕到台灣缺蠓每一分鐘出現的數量紀錄表。台灣缺蠓在以人體小腿開始誘捕的頭 5 分鐘各處全部出現，而在 24 分鐘到 25 分鐘即結束。

表 1. 愛蘭國小 (A 試區) 台灣缺蠓出現分時數量表。

Table 1: Data of *Forcipomyia taiwana* from A sites of Ai-lan Primary School campus.

時間(分) 地點	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	合計
A11	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
A12	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
A21	0	0	0	0	1	1	0	0	1	2	1	1	2	0	0	1	0	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	15
A22	0	0	0	1	0	1	1	2	1	1	0	1	0	2	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	18
A31	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
A32	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10

台灣缺蠓出現之累積曲線如圖 4-7。圖 4-7 說明 A2 出現的台灣缺蠓數量最多，遠比 A1 與 A3 高出許多。A1 與 A3 二地極為接近。A2 處出現的台灣缺蠓歷時長達 20 分鐘，A1 僅發生 10 分鐘，A3 則約 18 分鐘。

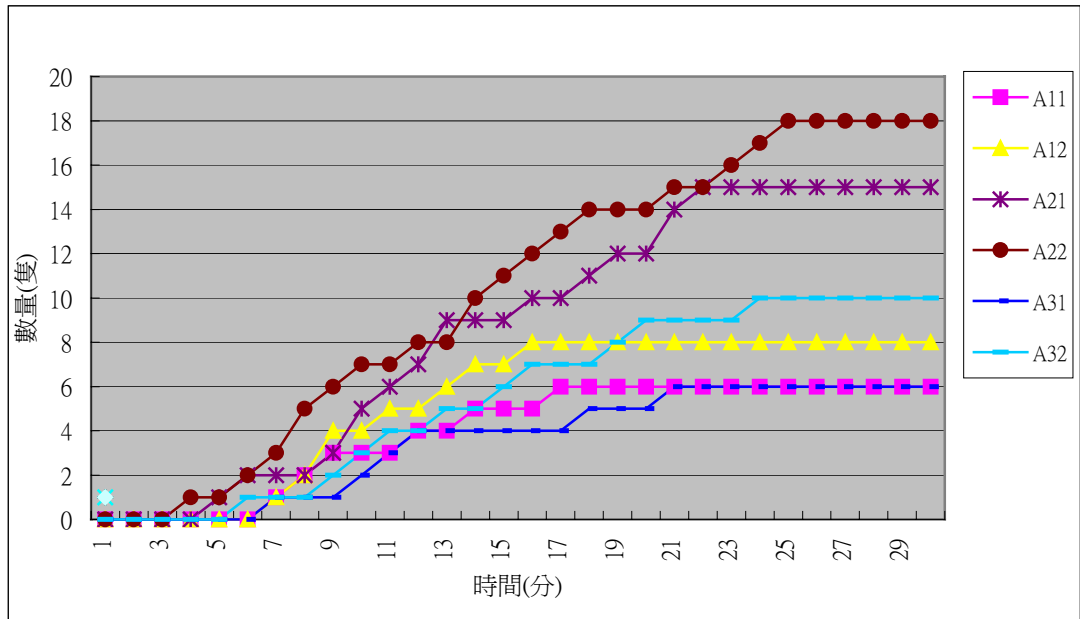


圖 4-7. 愛蘭國小試區台灣缺蠅出現累計數量圖。

Fig.4-7 Cumulative numbers of *Forcipomyia taiwana* at A sites.

(二) 埔里鎮虎頭山 (B1,B2,B3 三處試區)

於 2004 年五月上旬觀察六次結果，都沒有得到台灣缺蠅前來叮咬吸血之資料。

(三) 桃米坑(C1,C2,C3 三處試區)

於 2004 年四月下旬觀察六次結果，除在捕蠅紙上意外捕獲 14 隻不明蚊蟲外，其餘並沒有得到台灣缺蠅前來叮咬吸血之資料。

(五) 環境特性分析比較

1. 埔里鎮愛蘭國小 (A 試區) 三個樣區 A1、A2、A3 之環境特性均屬樹蔭下無日照，有附著藻類苔類，附近 100m 鄰近住家，人類血源多。其差異點主要為 A1 樣區排水溝無積水，A3 樣區為瀝青混凝土路面。如表 2。

表 2.埔里鎮愛蘭國小 (A 試區) 環境特性比較表

Table 2 : The habitat environment of site A

地點	捕獲台灣缺額數量	排水溝積水	裸露土壤	附著藻類苔類	樹蔭下日照	人類活動 (近住家 100m)
A1 試區	14		*	*	*	*
A2 試區	33	*	*	*	*	*
A3 試區	16	*		*	*	*

2. 埔里鎮虎頭山 (B 試區) 三個樣區 B1、B2、B3 之環境特性為混凝土路面，排水溝均屬乾燥無水，附近 100m 內無住家，人類血源不多，除 B1 外，日照無遮蔭、無裸露土表及附著藻類苔類。如表 3。

表 3. 埔里鎮虎頭山 (B 試區) 環境特性比較表

Table 3 : The habitat environment of site B

地點	捕獲 台灣 缺數 蟻量	排水 溝積 水	裸 土 露 壤	附 著 藻 類 苔	樹 下 日 陰 無 照	人 類 活 動 (近 住 家 100m)
B1 試區	0		*	*	*	*
B2 試區	0					
B3 試區	0					

3. 埔里鎮桃米坑 (C 試區) 三個樣區 C1、C2、C3 之環境特性為裸露土壤，除 C2 外均屬背陽坡地，有排水溝積水，附著藍綠藻青苔，附近 100m 內無住家，人類血源不多。如表 4。

表 4. 埔里鎮桃米坑 (C 試區) 環境特性比較表

Table 4 : The habitat environment of site C

地點	捕獲 台灣 缺數 蟻量	排水 溝積 水	裸 土 露 壤	附 著 藻 類 苔	向 陽 坡 日 半 照	人 類 活 動 (近 住 家 100m)
C1 試區	0	*		*		
C2 試區	0				*	
C3 試區	0	*		*		

四、討論

1. 由愛蘭國小（A 試區）調查結果 A1 試區捕獲台灣缺蠓雌成蟲 14 隻比 A2 試區捕獲 33 隻少，經比較兩處環境特性，共同點為樹蔭下、裸露土表，差異點為 A2 附近 5m 有積水排水溝，A1 附近排水溝則是乾燥的。A3 試區捕獲台灣缺蠓雌成蟲 16 隻比 A2 試區捕獲 33 隻少，經比較兩處環境特性，共同點為樹蔭下、附近 5m 有積水排水溝，差異點為 A2 裸露土表，A3 附近則是瀝青混凝土地表。A1 試區捕獲台灣缺蠓雌成蟲 14 隻比 A3 試區捕獲 16 隻少，經比較兩處環境特性，共同點為樹蔭下，差異點為 A1 裸露土表，A2 附近 5m 有積水排水溝但是地表為瀝青混凝土。以此交叉分析歸納為積水排水溝比乾燥排水溝多 19 隻(1.4 倍)，裸露土表面比瀝青混凝土表面多 17 隻(1.1 倍)。推論影響台灣缺蠓成蟲棲地因子為排水溝積水大於裸露土表。
2. 由虎頭山（B 試區）調查結果並沒有發現台灣缺蠓前來叮咬吸血之情形研判，因為此地平常人群聚集不多，缺乏台灣缺蠓雌成蟲需要之血源，再者此區環境大部份均屬向陽乾燥坡地，道路邊坡擋土牆及邊溝乾燥無積水，沒有蔭涼潮溼適合藍綠藻及青苔附著生長的環境，故雖屬四、五月台灣缺蠓出現之高峰期，仍難在本試區發現其蹤跡。
3. 桃米坑（C 試區）調查結果並沒有發現台灣缺蠓前來叮咬吸血之情形研判，試區位於公路旁，車輛來往頻繁造成極大風速，當風速超過 2.2m/s 則誘集器誘捕不

到任何蟲(張，1997)，應為主要原因。再者，此地除車輛通過以外，並無人群聚集，缺乏台灣缺蠓雌成蟲需要之血源。

4. 數量顯示，台灣缺蠓成蟲棲息地環境主要特性為含靜止水排水溝數量比乾燥排水溝多，裸露土表比混凝土或瀝青混凝土地表多，陰涼處比日照暴露下多，混凝土表面潮溼長藍綠藻或青苔比乾燥表面多。
5. 比較試區 A 及試區 B 誘捕數量顯示，台灣缺蠓成蟲棲息地人群多之處比人跡少之處為多，陰涼處比向陽坡日照處多，長青苔藍綠藻處比乾燥處多。
6. 試區 A 調查數量明顯較試區 B 調查數量多，顯示工程瑕疵而發生積水或滲水潮溼處易為台灣缺蠓孳生場所。
7. 本試驗發現台灣缺蠓在人體誘捕時間 3-25 分鐘即全部出動的情況，似乎說明台灣缺蠓的活動範圍較小，與 Gillies and Wilkes (1972)所做實驗釋放 CO₂ 會吸引超過 15m 遠的雌蚊趨近符合的話，研判台灣缺蠓的感應範圍約為 15m。
8. 是以一般坡地整治工程混凝土構造物者如擋土牆及排水溝等，其表面因工程不良致生溢流水處或裂縫處均有營造生成藍綠藻青苔而成為台灣缺蠓下卵及幼蟲棲地。諸如下列坡地整地工程環境：
 - (1)背陽坡面溼度大之擋土牆。
 - (2)牆面因坡頂排水設計不當致溢流水潮溼之擋土牆。
 - (3)牆面因接縫不良致止水不良而滲水潮溼之擋土牆。
 - (4)排水孔堵塞後滲水形成潮溼表面之擋土牆。
 - (5)滲水潮溼之排水溝側牆表面。

9. 結構物排水設施為將地面逕流導至安全地點之設施，良好之排水設施可保持構造物表面乾燥，避免苔類植物附著生長，排水不良之溝底易生靜止水灘形成台灣鈹蠓之孳生場所。
10. 觀察發現苔類植物喜性生長潮溼陰涼處，亦為構造物排水不良之徵兆，可供評估構造物排水狀況之先期指標。其生長環境受坡地工程影響分述如下：
 - (1)地質類型之影響

地質構造類型以向斜背斜因坡地開挖可能造成順向坡及逆向坡，結構物位於順向坡下方易匯集地下水，其形成潮溼表面適合藍綠藻苔類植物生長。
 - (2)構造物表面類型之影響

構造物表面愈粗造，則苔類植物愈容易附著生長。
 - (3)坡地走向

坡地整治方向其受風面或向陽面均影響植物生長，苔類植物適半日照時間，西北坡向日照時間較短，較適合苔類植物生長。
11. 台灣鈹蠓成蟲棲息地為含靜止水排水溝，陰涼處，裸露土表比混凝土或瀝青混泥土地表多，混凝土表面潮溼長藍綠藻或青苔比乾燥表面多。如果此點屬實，台灣鈹蠓的防治上，不良構造物形成的台灣鈹蠓棲地，在積水或滲水等條件改善後極有可能是有效根除對策。

伍、結論與建議

一、結論

- (一) 試區A調查台灣缺蠓成蟲數量明顯較多，而試區B調查則無發現，顯示工程瑕疵而發生積水或滲水潮溼處易孳生台灣缺蠓，而乾燥處則不易發現。是以一般坡地整治工程混凝土構造物者如擋土牆及排水溝等，其表面因溢流水處或裂縫均有營造生成藍綠藻青苔而成為台灣缺蠓下卵及幼蟲棲地。
- (二) 台灣缺蠓成蟲棲息地環境共同條件為，含靜止水排水溝數量比乾燥排水溝多，陰涼處比日照暴露下多，裸露土表比混凝土或瀝青混凝土地表多，混凝土表面潮溼長綠藻或青苔比乾燥表面多。
- (三) 試區誘捕數量顯示台灣缺蠓棲息地人群多之處比人跡少之處為多，山下陰涼處比山上日照處多，背陽坡比向陽坡多，長青苔綠藻處比乾燥處多。
- (四) 誘捕方式仍是以人體小腿誘集法最為直接有效。



二、建議

礙於有限之經費與人力，本研究調查之台灣缺蠓數量僅為被動式之誘捕，經研判其易孳生於坡地整治工程之不良區位，據此若能進一步逐項改善試區之孳生環境因子，並於同一時期再做觀察比對台灣缺蠓之活動數量，則更能驗證本研究之論點，同時做為防治台灣缺蠓之治本方法。

陸、參考文獻

1. 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，行政院環境保護署，頁 1-13。
2. 侯豐男、葉金彰、李學進、莊益源（1995），小黑蚊之飼育及防治探討，登革熱病媒及重要害蟲鼠之監視與綜合防治技術研究，行政院環境保護署，18-32 頁。
3. 李學進（1996），小黑蚊防治實務研究。登革熱病媒及重要害蟲鼠之監視與綜合防治 1-14 頁。行政院環境保護署。
4. 行政院環境保護署（2002），台灣缺蠓（小黑蚊）防治。
5. 陳錦生、連日清、徐世傑(1980)，台灣缺蠓之形態及掃描電子顯微鏡觀察，國立中興大學昆蟲學報 15：211-226。
6. 莊益源（1994），台灣缺蠓之生活史及其在南投地區之季節消長，碩士論文，國立中興大學昆蟲學系。
7. 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，行政院環境保護署，頁 15-23。
8. 李學進(1999)，小黑蚊之生態習性及防治方法，科學知識 49:42-47，臺灣省立台中圖書館。
9. 張伯熙（1997），台灣缺蠓之殺蟲劑篩選及其誘集研究，碩士論文，國立中興大學昆蟲學系，頁 37。
10. 王惠鵬（1997），南投地區台灣缺蠓之化學防治，碩士論文，國立中興大學昆蟲學系。

11. 張伯熙、葉金彰 (1997), 物理方法誘集小黑蚊, 行政院環境保護署第九屆病媒防治研討會論文集, 137-150。
12. 葉金彰、王凱淞 (無日期), 台灣缺蠓之生態與防治, 國立中興大學昆蟲學系, (2003), 取自:
<http://www.nchu.edu.tw/~aesc/22-1.htm>。
13. 陳錦生 (1980), 花蓮地區台灣缺蠓之形態及族群動態研究, 碩士論文, 國立台灣大學植物病蟲害研究所。
14. 王凱助、葉金彰 (1997), 台灣缺蠓幼蟲孳生源調查, 行政院環境保護署第九屆病媒防治研討會論文集, 111-123。
15. 王惠鵬、葉金彰、莊源益 (1997), 台灣缺蠓之田間防治實務, 行政院環境保護署第九屆病媒防治研討會論文集, 151-175。
16. 黃杏英 (2000), 台灣缺蠓過敏機轉之研究, 第一部份: 台灣缺蠓型態之研究, 碩士論文, 私立中山醫學院生物化學研究所。
17. 張伯熙、葉金彰 (1997), 十九種環境衛生用藥對台灣缺蠓之藥效, 行政院環境保護署第九屆病媒防治研討會論文集, 177-184。
18. 柳忠婉、丁爾成、蔡連來、梁玉寬 (1964), 台灣缺蠓孳生地調查, 中國昆蟲學報 13 (5): 757-760。
19. 周延鑫等 (1997), 小黑蚊防治實務研究—小黑蚊的誘引防治試驗, 行政院環境保護署, 研究計劃 EPA-86-E3J1-09-04。
20. 葉金彰等 (1997), 台灣中南部地區小黑蚊之綜合防

- 治，行政院環境保護署，研究計劃 EPA-86-J103-09-06。
21. 葉金彰等(1998)，台灣缺蠓發生地區之防治示範及指導研究計畫，行政院環境保護署，研究計劃 EPA-87-J103-03-12。
 22. 裘明華、榮雲龍(1979)，台灣缺蠓生活史研究(雙翅目：蠓科)，中國昆蟲學報 22(4)：437-442。
 23. 林善雄(2000)，梅峰小宇宙/苔蘚植物世界，國立台灣大學農學院附設山地實驗農場。
 24. 張忠俊(1999)，山坡地開發實務，高立圖書有限公司。
 25. 潘國樑(1999)，山坡地永續利用，詹式書局。
 26. 國立彰化師範大學生物學系(2003)，取自：
<http://macro.bio.ncue.edu.tw/whitesand/algae/common-alg/algae-index.htm>。
<http://coop.bio.ncue.edu.tw/pro-teach/data/content/ch10/supply/an7-2.html>。
 27. 賴明洲(1990)，陽明山國家公園苔蘚地衣類植物之資源調查，東海大學環境規劃暨景觀研究中心，內政部營建署陽明山國家公園管理處印。
 28. Sun, W. K C., 1967, Study of a biting midge, *Foripomyia (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.
 29. Chuang, Y. Y., C. S. Lin, C. H. Wang, and C. C. Yeh, 2000, "Distribution and seasonal occurrence of

- Forcipomyia taiwana* in Nantou area in Taiwan,” J. Med. Entomol. 37(2):205-209.
30. Chen, C. S., Y. N. Lin, C. L. Chung, and H. Hung, 1979, Preliminary observations on the larval breeding sites and adult resting places of a bloodsucking midge, *Forcipomyia* (*Lasiohelea*) *taiwana* (Shiraki) (Diptera: Ceratopogonidae). Bull. Soc Entomol. Nat'l. Chung Hsing Univ. Taiwan 14 (1) : 51-59.
31. Yeh, C. C. and I. Y. Chuang, 1996, Colonization and Bionomics of *Forcipomyia taiwana* (Diptera: Ceratopogonidae) in the Laboratory. J. Med. Entomol. 33:445-448.
32. Gillies, M. T. and T. J. Wilks. 1972. The range of animal baits and carbon dioxide for mosquitoes. Studies in freshwater area of West Africa. Bull. Entomol. Res. 61:389-404.