

106 年度科技行政自行研究發展計畫成果報告

小黑蚊（臺灣缺蠓）防治技術研發成果
之研析與彙整

研究單位：生科司

研究人員：周玲勤

研究期程：106 年 4 月至 106 年 12 月

目錄

摘要	1
前言	3
計畫緣起、研究現況與防治策略	3
一、計畫緣起及現況	3
二、小黑蚊與蚊子的差異比較	9
三、小黑蚊危害、分布及分級	10
四、小黑蚊化學防治研究	11
五、小黑蚊生物防治技術的研發	13
六、小黑蚊對溫度、光度、氣味誘引之研究	16
七、學者專家問卷意見彙整	18
八、小黑蚊綜合防治策略建議	19
結論	21
參考文獻	21
附件	26

小黑蚊（臺灣缺蠓）防治技術研發成果之研析與彙整成果報告

摘要

小黑蚊常被誤認為是蚊子，其正式名稱應為臺灣缺蠓，屬於蠓科完全變態昆蟲，研究顯示小黑蚊有潛力但尚未有傳播疾病的例子。藉由跨部會合作持續推動小黑蚊防治推廣工作，防治策略上施用化學藥劑可作為緊急防治之用，長期以生物防治技術的研發為主。目前研究成果在實驗階段效果良好，但田間測試因環境因素變異太多成果較不易展現。建議可以依據不同區域環境特性，設計有效的防治策略與做法，經由教育宣導加強民眾對小黑蚊的瞭解，建立「以個人防護與環境管理為主，化學防治為輔」的正確防治觀念。同時可以結合社區民眾與政府單位共同參與防治工作，運用多元管道來防治小黑蚊。

關鍵字：小黑蚊、臺灣缺蠓、防治策略

Abstract

Biting midge has been often mistaken for mosquito, its official name should be *Forcipomyia taiwana*, belong to the *Ceratopogonidae*, an completely abnormal insect. Studies have shown that biting midge does not spread disease yet, but with good potential. Through inter-ministry cooperations to promote and apply the control of biting midge continually, strategies of prevention and treatment of biting midge reveal to use chemical agents for emergency control and to develop biotechnology-based methods for long-term control. Current research of biting midge control results well in the experimental phases, but in the field tests, it shows less significantly owing to many variations of environment. It suggests that we can design effective prevention and control strategies and practices based on the environmental characteristics in different regions, strengthen public understanding of biting midge control through education and advocacy and establish the correct concept of prevention and control of *F. taiwana* mainly by personal protection and environmental management and supplemented by chemical agents. At the same time, we could integrate social communities and government agencies to share the prevention and control of biting midge together via multiple channels.

Key word: biting midges, *Forcipomyia taiwana*, strategies of prevention and control

前言

小黑蚊分類上屬於雙翅目(Diptera)，蠓科(Ceratopogonidae)，缺蠓屬(Forcipomyia)，蠓蠓亞屬(Lasiohelea) (Lien, 1989)，其生活史分為卵期、幼蟲期、蛹期及成蟲期 4 個時期(附件一)，是完全變態昆蟲，一般雄蟲不吸血，只負責群舞交配之責並於交尾後死亡；雌成蟲嗜吸人血，幼蟲期為陸生，共 4 個齡期，主要以藍綠藻類為食物，所以在山區邊緣或無雜草生長之潮濕隱蔽場為幼蟲孳生地，由卵期到成蟲完成一個生活史大約需要 3 至 4 週。此外在 25°C 時約 10 天可化蛹，蛹期靜止不動，大約 2 至 3 天後即可羽化為成蟲。

目前認為小黑蚊屬生態環境問題，研究顯示小黑蚊有潛力但尚未有傳播疾病的例子，故不屬於傳染性疾病之病媒，被小黑蚊叮咬若呈現過敏反應，被叮咬的部位會產生癢痛，同時出現紅腫，數日不易消退，造成生活上的不便。

近幾年來政府單位藉由跨部會的合作持續推動小黑蚊防治推廣工作，在小黑蚊無論是化學防治或生物防治都有一些學研究界的研究人員投入研發並探討其可能原因，對於小黑蚊的認知經由研究過程中探討其習性、棲地及環境生態等問題，以及許多研究成果的發表，讓我們對於小黑蚊防治能夠有更進一步的認知與瞭解，惟將研發成果應用於田間環境則有待更多的研究投入參與。藉由長期並持續的執行生物防治技術之研發，並傳達正確防治觀念，以多元管道共同防治小黑蚊，藉此才有機會發揮具體且有效的防治效果。

計畫緣起、研究現況與防治策略

一、計畫緣起及現況

台中市環保局於 96 年 8 月 30 日全國環保機關第 79 次業務協調聯繫會議提案，希望環保署協助解決中部六縣市日益嚴重之小黑蚊問題，環保署於 96 年 10 月 3 日來函本部要求優先寬列補助小黑蚊防治技術相關經費，並於 96 年 11 月 16 日召開「中部地區縣市小黑蚊危害防治工作」諮商座談暨彰化縣小黑蚊防治區實地現勘會。

96 年 12 月 12 日環保署邀集國科會(現為科技部)、衛生署(現為衛福部)、農委會召開研商「小黑蚊防治中心」先期會議，國科會同意協助以專案公開徵求計畫方式，供學研界申請小黑蚊防治技術之研發計畫，共同為小

黑蚊防治盡一份心力。

97年1月7日國科會生物處（現為科技部生科司）邀集專家學者召開「小黑蚊防治技術之研發」專家諮詢會議，經與會人員充分討論達成共識，建議先以小黑蚊生物學、生態發生與防治研究為徵求重點，其中小黑蚊防治研究建議以幼蟲及藍綠藻為研究主題，並定期追蹤管考計畫研究成果。

環保署依據98年5月27日行政院張政務委員進福於行政院主持「協商小黑蚊防治相關事宜」會議指示研擬規劃跨部會之小黑蚊防治專案小組，環保署於98年8月31日召開「研商小黑蚊防治推廣專案小組設置要點(草案)及跨部會權責分工事項」會議，98年10月21日召開「研商小黑蚊防治推廣專案小組設置要點(草案)及跨部會權責分工事項」第二次研商會議。

行政院於99年1月15日核定成立國家級跨部會「小黑蚊防治推廣專案小組」，由環保署擔任幕僚單位，依「小黑蚊防治推廣工作跨部會分工事項」，由各相關部會依權責協助並督導所屬推廣防治，直轄市及縣(市)政府據以推動防治工作。

環保署於99年2月3日以環署毒字第0990011812號函送「小黑蚊防治推廣專案小組設置要點」及「小黑蚊防治推廣工作跨部會分工事項」各乙份，請各部會依權責分工事項推動，環保署將視業務需要，不定期召開會議，協調相關防治事宜，並委託中興大學及中台科技大學成立「小黑蚊防治推廣中心」協助辦理民眾對於小黑蚊之諮詢服務及其他相關防治工作等。

101年行政院陳政務委員振川於9月14日邀集相關部會召開研商會議，經會議決議基於小黑蚊為臺灣原生種，其對民眾造成滋擾係屬生態問題，與農業、生態環境有密切關係，為求長期有效防治，有關小黑蚊防治相關工作，自102年起將移由農委會主政，以其防治紅火蟻之經驗，檢討修正「小黑蚊防治推廣專案小組設置要點」及「小黑蚊防治推廣工作跨部會分工事項」，加強整合中央及地方政府防治工作。目前依據現行「小黑蚊防治推廣專案小組設置要點」，各部會及地方政府均持續辦理跨部會、跨局處分工事項相關工作，由相關權責機關就轄管加強落實小黑蚊防治，包括密度調查、通報、孳生源清除、教育宣導等防治工作，並發布新聞呼籲民眾加強個人防護，以阻斷雌成蟲血源，防止其產卵孳生。

小黑蚊推廣防治工作自97年由環保署擔任小黑蚊之幕僚單位，委託中

興大學與中台科技大學團隊辦理為期 3 年之「推動建構小黑蚊防治專案計畫」,成立「小黑蚊防治推廣中心」,主要工作為宣導民眾如何透過環境管理,和加強自我保護的意識,從個人居家做起,減少小黑蚊繁殖的來源,但自 102 年起小黑蚊防治推廣工作改由農委會主政,因主責部會由環保署轉為農委會,「小黑蚊防治推廣中心」的推廣服務工作一併移轉給農委會主政,於是農委會委託台灣昆蟲學會,執行小黑蚊防治宣導計畫,為此建置「小黑蚊資訊服務中心」,配合跨部會之需求進行小黑蚊防治宣導活動,並將相關小黑蚊防治宣導教材放置於「小黑蚊資訊服務中心」網站提供給有需要者免費下載使用。

目前小黑蚊防治推廣工作主責部會為農委會,並依各部會之權責分工修正「小黑蚊防治推廣專案小組設置要點」及「小黑蚊防治推廣工作跨部會分工事項」,103 年由各部會自行擬定小黑蚊防治計畫,104 年度由農委會統籌辦理「強化全民小黑蚊防治宣導活動」,現階段藉由農委會、內政部、國防部、教育部、交通部、衛生福利部、科技部、環保署等跨部會的分工合作,並定期召開會議,以及各縣市政府參與推動全面性的進行小黑蚊防治推廣教育及防治工作。

科技部依據跨部會權責分工,主要負責工作為推動「小黑蚊防治技術之研發」研究計畫,現階段以生物防治方法為研究主軸,每年以公開徵求計畫方式持續推動,近年研究主題包含(一)台灣缺蠓生態發生與台灣缺蠓防治研究;(二)探討台灣缺蠓叮咬後所可能呈現之過敏反應及相關研究,徵求研究主題依當年研究成果滾動修正公告主題。

農委會於 106 年 11 月 27 日召開 106 年度跨部會小黑蚊防治推廣期末執行成果報告暨檢討會議,於會議中提出小黑蚊防治技術成熟且資訊充分,化學防治法中環境衛生用藥種類齊全,亦能為各機關瞭解應用,相關宣導文案資料庫建置完成,隨時提供公務部門及民眾參考應用。由 8 大部會組成之專案小組業已完成階段性任務,建議業務回歸各目的事業主管機關自行管理,此議題尚需報行政院決定才能夠決定跨部會之任務是否同意回歸各部會自行運作。

由早期環保署委託中興大學或中台科大所成立的小黑蚊防治推廣中心,到目前由農委會主政並委託臺灣昆蟲學會所建立的小黑蚊資訊服務中心網

站，出版了一些小黑蚊宣導推廣手冊、推廣摺頁及推廣海報等。相關宣導品如下：



小黑蚊(台灣鈹蠓)的發生與防治推廣手冊



山腳地區小黑蚊防治模式建構導覽手冊

行政院環境保護署小黑蚊防治推廣中心推廣摺頁

全民動起來 防治小黑蚊

行政院環境保護署 小黑蚊防治推廣中心
www.bitingmidge.org.tw

中臺科技大學 承辦
專線電話：04-22395985

小黑蚊防治推廣宣導活動兒童版推廣摺頁

小黑蚊防治宣導推廣摺頁

小黑蚊防治宣導推廣摺頁

小黑蚊防治宣導推廣海報

二、小黑蚊與蚊子的差異比較

因大多數民眾常因名稱的關係將小黑蚊誤認為是蚊子，其實他正式的名稱應為臺灣缺蠓屬於蠓科吸血昆蟲，並非一般的蚊子，茲歸納小黑蚊與蚊子的差異比較如下表：

	小黑蚊	蚊子
分類	昆蟲綱雙翅目蠓科	昆蟲綱雙翅目蚊科
生活史	完全變態的昆蟲。 卵期 (2-3 天)、幼蟲期 (10-14 天)、蛹期 (3-4 天)、成蟲期 (約一個月)	完全變態的昆蟲。 白線斑蚊：卵 3~4 天,幼蟲 8 天,蛹 2 天,成蟲 14 天。 埃及斑蚊：卵 2 天,幼蟲 5~6 天,蛹 1 天,成蟲 30 天。
分布範圍	早期僅部份縣市，目前遍佈全台。	全台。
飛行範圍	大多在 1 公尺以內，少數可到 2 公尺以內。	大多在 50-150 公尺間，少有超過 200 公尺。
生態及習性	卵於陰暗潮濕生有青苔或藍綠藻的土壤表層產卵。 幼蟲生長於潮濕、有光照，且孳生需光合作用的藍綠藻、綠藻等藻類的土壤地表。如：竹林、花圃、綠地、菜園、邊溝、樹下等。 成蟲之雄蟲交尾後死亡，雌蟲交配後會在人群活動頻繁的光影交界處，等待吸食人血，如：樹蔭下、走廊、涼亭、庭院、遊樂場及廟口等。	卵以跳躍方式在多個積水容器內產卵。 幼蟲生長於人工容器和泥土隔開之容器，室內外長時積水而水質澄清之處。 白線斑蚊成蟲：生長在室外於孳生地附近之植物上。 埃及斑蚊成蟲：生長在室內窗簾、布幔、傢俱及其他黑暗處。 雄蚊可以持續交配，雌蚊一生只交配一次。
吸血高峰期	吸血的高峰期上午十一點到下午三點。	吸血的高峰期多在午後四、五點。
活動溫度	適合的溫度為 18°C~32°C。	生育溫度為 18°C 以上，吸血溫度則為 21~22°C。
生活環境	幼蟲生長在濕潤陸地上，成蟲則棲息於室外。	幼蟲生長在水裡，白線斑蚊成蟲以室外為主。埃及斑蚊則在室內。
疾病傳播	目前沒有傳播疾病的疑慮。	登革熱、瘧疾、黃熱病、絲蟲病、日本腦炎等。
過敏反應	可能引起過敏反應。	可能引起過敏反應。

三、小黑蚊危害、分布及分級

隨著大環境的變遷小黑蚊的危害從早期只在鄉村地區有零星的發現，到現在已蔓延到都市皆可發現小黑蚊的蹤跡，目前已遍佈全台，連離島的金門也可發現小黑蚊的出沒。例如 1994 年小黑蚊全台分布調查在屏東、台東、高雄及苗栗等地尚未出現小黑蚊的蹤跡（莊，1994）。1995 年所進行的全省分布調查有南投縣、台中縣....等 12 縣之鄉鎮中可調查到小黑蚊（王，1997）。2006 年進行全台分布調查已有多達 16 縣市 125 個鄉鎮受到危害（謝，2007），2012 年在屏東調查時也發現有小黑蚊的存在，2012 年至 2013 年起幾乎每個縣市都可發現小黑蚊的蹤跡，僅離島地區尚無相關調查資料，到了 2016 年 6 月於金門地區的研究調查亦可採集到小黑蚊（吳，2016），因此截至目前的研究調查結果確認，除臺灣本島可以採集到小黑蚊，僅是危害程度不同外，在金門地區也可採集到小黑蚊，其他離島地區因尚無科學研究或調查證據，故尚無法確認該地區是否有小黑蚊的存在。

此外，小黑蚊危害情形也由平地往中海拔山區移動，早期紀錄小黑蚊的分布都低於海拔 150 公尺。1997 年調查最高海拔僅能到 470 公尺（張和葉，1997），2006 年在南投魚池鄉海拔 900 公尺有採集到小黑蚊的紀錄（謝，2007）。2010 年至 2012 年由研究人員針對小黑蚊海拔分布進行普查時發現，小黑蚊大部份還是分布在 150 公尺下（66.66%），300 公尺以下危害樣點的分布比率已達 86.17%，少數在海拔高度 751-900 公尺也可採集到少數小黑蚊（杜，2012），目前在 900 公尺以下都有可能採集到小黑蚊，推測小黑蚊遍佈全台並往中海拔山區移動，有很大的原因可能是人們生活水平的提升以及生態旅遊的盛行，往山區發展觀光休閒產業，再加上交通工具的普及，因此小黑蚊跟著轎車或其他交通工具一起由鄉村遷移到都市，造成現在全台都可看到小黑蚊出沒的情形。

目前進行小黑蚊防治研究工作，針對其危害密度之估算調查，都是利用人體當誘餌，將小腿裸露於小黑蚊可能出沒的地方，以小腿誘集法，於 20

分鐘後計算所捕獲的蟲體數，經統計後取其平均數作為該地區的密度。

早期小黑蚊的危害調查都是以研究人員自行訂定的危害程度，並無統一的標準，造成相同危害密度確可能在不同研究人員的研究結果卻呈現不同危害等級的現象，因為此一可能產生不同危害程度的問題，於是民國 100 年由多位參與小黑蚊研究的學者專家召開了小黑蚊專家座談會，依該會議決議作為日後進行研究時區分小黑蚊危害等級的參考，將小黑蚊之危害等級分成 0-5 級，其參考危害等級如下：

小黑蚊密度等級	參考性危害程度	各密度等級蟲數
0	無危害	0 隻/20 分鐘
1	輕度	1-5 隻/20 分鐘
2	中度	6-20 隻 / 20 分鐘
3	中重度	21-50 隻 / 20 分鐘
4	嚴重	51-100 隻 / 20 分鐘
5	極嚴重	>100 隻 / 20 分鐘

在「小黑蚊防治推廣中心」進行教育推廣的過程，將此小黑蚊危害等級的建議表格提供給各廣單位進行調查時之參考，並請縣市政府環保進行教育宣導或是調查時也可參考此表。

四、小黑蚊化學防治研究

目前市售合格的防蚊產品只要是含有敵避（DEET）成分的商品，對於小黑蚊的防治幾乎都具有一定的功效，但是效期長短不同，研究顯示若長期使用 DEET 或是使用濃度過高，對 12 歲以下之孩童施用可能有皮膚過敏反應及對兒童神經毒性的疑慮 (Koren et al., 2003)。此外在環保署登記有案的環境衛生用藥，對臺灣缺蠓的成蟲與幼蟲都具有良好的殺蟲效果，但這些藥劑多登記為特殊環境衛生用藥，必須領有專業證照的環保人員或是病媒防治業者才能從事這項化學防治工作（杜等，2009）。

大部分的噴灑方式都是利用熱煙霧法作空間噴灑並產生大量含藥之可見濃煙，以此撲殺成蟲。另有研究認為使用環保署登記有案的環境衛生用藥

使用在成蟲防治可使用 2.5%賽洛寧乳劑、3.0%第滅寧懸浮劑、3%亞滅寧乳劑進行化學防治，幼蟲可使用 2.5%賽洛寧乳劑、3.0%第滅寧懸浮劑、3%亞滅寧乳劑、10.2%百利普芬乳劑、0.0143%百利普芬粒劑進行防治具有一定的效果。此外亦有研究認為環保單位所使用之化學防治，其成效於施藥後僅能維持約 7 日（李和侯，1997）。

小黑蚊化學藥劑防治研究方面，因硼砂具有殺蟲或殺菌等作用，被廣泛應用作為環境用藥毒性成分之一，食用後會導致昆蟲無法存活（Chen et al, 2004）。利用硼酸粉 (Boric acid dust)可以有效降低德國蟑螂族群的增長，與殺蟲劑 cyfluthrin 有較持久的效果(Zurek et al., 2003)，使用含有硼砂成分之化學藥劑防治小黑蚊亦具有一定的功效，例如使用 0.125-1%濃度之硼酸處理小黑蚊，對小黑蚊具有一定的致死率，經過處理 72 小時後，濃度在 0.125-1%之硼酸對小黑蚊的致死率均可達 80%以上（黃，2012）。施用 0.125-1%濃度之硼酸糖水供小黑蚊吸食或以 0.125-1%濃度之硼酸糖水處理觀音竹後移入尼龍養蟲籠後再放入小黑蚊，觀察其對小黑蚊的影響，結果顯示兩者皆具有一定劑量相關之致死效果，施用濃度 1%之硼酸會對觀音竹造成藥害（黃，2013）。

此外亦有研究指出以 1%無機鹽硼酸糖水餵食 24 小時後小黑蚊成蟲致死率 100%，幼蟲致死率可達到 75%，因此確認無機鹽硼酸對小黑蚊成蟲和幼蟲具備相同毒殺功效。利用小黑蚊的醣類吸食量檢測方法藉以推算硼酸的吸食量，平均每隻小黑蚊會吸 1-2 uL 糖水，藉此換算小黑蚊毒殺有效硼酸濃度為 0.5-1%。計算毒殺一隻小黑蚊所需硼酸量：5-20 ug（蔡，2012）。

選用賜諾殺、百利普芬、蘇力菌、以及硼砂等四種藥劑，添加於供試驗的藻類中，之後測試餌劑對小黑蚊幼蟲之殺蟲效果，試驗結果顯示，四種藥劑測試中，以食入添加藥劑賜諾殺以及硼砂對二齡、三齡及四齡幼蟲存活率之影響最大，可明顯發揮餌劑之殺蟲效用。若是以噴灑方式施藥，則以蚤蟑清效果較佳。若以藻類混合賜諾殺、硼砂進行餌劑誘殺小黑蚊幼蟲亦具有良

好效果（杜，2012）。在小黑蚊幼蟲防治試驗，實驗室階段研發不同的誘引餌劑皆可誘引幼蟲取食，並可殺死幼蟲或使其不羽化的功效，小黑蚊幼蟲餌劑研發雖然在實驗室具有良好殺蟲功效，但田間試驗效果較差，對於棲地幼蟲之生態與習性尚待更深入的觀察與研究，才能將此幼蟲誘殺技術應用於棲地（杜，2016）。

使用迪森除臭殺菌劑（Timsen）在低濃度下即可對小球藻及藍綠藻的健康造成影響，施用濃度 80 ppm 迪森除臭殺菌劑具有抑制藻類生長的功效，在田間實際測試連續 4 天使用 400 ppm 迪森除臭殺菌劑可以有效抑制藻類生長，因抑制藻類生長會使得小黑蚊之幼蟲食物來源減少，藉此達到防治效果（王，2011）。此外，使用 40%w/w 氯化正烷二甲基銨粒劑殺菌劑也具有殺藻的功效。在室內實驗以及野外實驗的結果顯示，殺菌劑濃度 400 ppm 的對藍綠藻與小球藻之生長具有顯著抑制效果（謝等，2011）。藉由抑制藻類生長可減少小黑蚊食物來源，以期降低小黑蚊數量。

五、小黑蚊生物防治技術的研發

小黑蚊雌蟲口針長度在掃描式電子顯微鏡下測量為 0.16mm，藉由試驗設計雙層結構網套，該網套包含一表層網布及一裡層網布附於表層網布之一面，表層網布及裡層網布均具有複數條體交織所形成的複數孔目。其中，表層網布的孔目為大於 80 網目，裡層網布的條體厚度大於欲防止小黑蚊叮咬之口針長度 0.18mm。經測試可以有效預防避免被小黑蚊叮咬，適合密度調查時使用（杜，2011）。目前研究人員進行密度調查時，已可使用此網襪以避免實驗人員直接被小黑蚊叮咬。

早期進行小黑蚊誘集實驗都只能以人體當誘餌，再利用人的嘴巴口含吸蟲管將小黑蚊吸入吸蟲管後放入收集容器中，目前經過不斷的研究與改進，已可使用電動按壓方式將小黑蚊吸入吸蟲管後放入收集容器中，藉此技術的改進可避免誤食小黑蚊並節省收集時間（黃，2014）。

使用綠色眼鏡加上小型探照燈，調查住家與幼蟲孳生源之關係，調查結果顯示其孳生源大多位於住家周圍半徑 10 公尺之內，並在較靠近水源且含有藍綠藻及枯萎青苔上，可觀察到小黑蚊幼蟲，但在乾燥的地表則觀察不到（王和葉，1997）。在乾燥環境 30 分鐘左右部份小黑蚊幼蟲會在 24 小時內死亡，完全乾燥環境兩小時可導致幼蟲 100% 死亡，顯示乾燥環境可影響小黑蚊幼蟲存活率。由此可知乾燥環境不利於小黑蚊幼蟲存活，幼蟲不耐乾燥的特性，可以提供小黑蚊防治、管理技術之參考。小黑蚊幼蟲的棲地幾乎都在潮濕環境，當小黑蚊幼蟲遇到乾燥環境會產生彈跳行為，此彈跳行為在乾燥環境中會持續產生，由試驗結果顯示，這種持續彈跳的行為對幼蟲是不利的，前十分鐘的持續彈跳會幾乎耗盡幼蟲的能量，推測小黑蚊幼蟲不耐乾燥環境容易死亡的原因之一可能為彈跳時耗盡能量有關（杜，2013）。

利用小花蔓澤蘭製備而成不同濃度之醋液，探討其對小黑蚊之忌避性及分析醋液對環境生態之影響等，研究結果顯示未稀釋之小花蔓澤蘭醋液乙醚萃取醋液、酚性及中性分離部對小黑蚊皆具有忌避效果，其中乙醚萃取醋液、酚性及中性分離部之忌避效果優於一般市售防蚊液。環境生態之影響，除高濃度之小花蔓澤蘭醋液（500 mg/L）會導致黑殼蝦及大肚魚全數死亡、水中溶氧量降低，且會影響水蘊草之生長，其餘低濃度施用對生態環境影響不大（胡，2013）。

以台灣產土肉桂精油噴撒在含有綠藻上小黑蚊幼蟲，發現小黑蚊幼蟲活力減弱，半數致死濃度（ LC_{50} ）為 $29.5\mu\text{g/mL}$ 。化蛹的成功比例降至 34%，顯示土肉桂精油對小黑蚊具滅活功效（蔡，2012）。不同濃度之植物精油對小黑蚊防治有一定的效果，例如使用土肉桂精油濃度 15.8mg/cm^2 小黑蚊幼蟲存活率 0%、白珠樹葉子精油濃度 31.6mg/cm^2 小黑蚊幼蟲存活率 0% 以及小葉樟葉子精油濃度約 $31.6\sim 63.2\text{mg/cm}^2$ 小黑蚊幼蟲存活率 23.3%（蔡，2013）。

研究發現坊間販售之黃白色全光譜螺旋燈管（24W；2700K）與可見光

藍光 (400~450 nm) 對小黑蚊具吸引之功效，效果可達常用捕蚊燈的三倍以上 (蔡，2013)，目前小黑蚊吸取其他動物血的文獻不多，主要以吸食人血為主，經學者研究結果顯示以剃毛小鼠與基因改變裸鼠代替人體被小黑蚊叮咬 (蔡，2014)，使小黑蚊能餵飽血餐，減少試驗者的困擾，藉此建立於實驗室內小黑蚊吸食非人類血源的吸血模式，探討其可能原因與宿主動物的表皮是否具毛可能有關。

利用研發「土棲趨光性生物採集裝置」及「藻類誘引裝置」等，進行小黑蚊田間密度調查或誘捕，藉由研發誘引捕捉小黑蚊的裝置，作為小黑蚊防治策略之參考，進而減少民眾被小黑蚊叮咬的機率 (溫，2012)。使用市售黏蟲紙誘捕小黑蚊，研究顯示所捕捉到的小黑蚊大多位於綠色黏蟲紙的位置，推測在黃色或綠色夾雜的環境下，小黑蚊可能具有閃避黃色黏蟲紙的習性 (溫，2013)。

近幾年有不少資料探勘技術運用在農業的研究上，透過資料探勘分析施用農藥頻度與作物產量問題，顯示農藥濫用確實會造成作物減產 (Abdullah *et al.*, 2004)；收集病蟲害監測資料等資訊，利用歷史數據模擬田間害蟲危害水平建議和提供適當的處理，並提出害蟲管理架構 (Tripathy *et al.*, 2009)，利用資料探勘技術進行小黑蚊之試驗應具有一定的參考價值，進行小黑蚊全年期的調查資料分析，不論是在上午(09:00~10:00)、中午(11:00-12:00) 或下午(13:00-14:00)不同的時間點進行採樣，採樣之結果皆呈現一致性，調查時間在一小時內，試驗結果顯示其平均值之趨勢為試驗前五分鐘是高峰之後就趨於平緩，此試驗結果可作為試驗人員進行小黑蚊採樣或田間調查時之參考依據 (莊，2013)。

使用電磁波來防治水果及穀類病蟲害等，在受到微波照射時，可引起昆蟲體內的組織受傷，進而導致死亡 (Neven, 2000)。採用 24 GHz 高頻微波照射加熱法，比較 24 GHz 與 2.45 GHz 兩頻率照射下土壤的升溫情形，使用 24 GHz 照射能夠使土壤表面溫度在 10 秒內即自室溫 25.4°C 升高至 59.1

°C，並可有效殺死全部小黑蚊的蟲卵；而使用 2.45 GHz 照射相同時間僅能使土壤表面溫度升高至 5.2°C，殺卵效果不顯著（柯，2015）。

小黑蚊的雌蟲若將卵產於含水量 20%以上之環境中其孵化能力兩個月以上，外觀乾扁的卵皆無法正常孵化，卵剛產下為粉紅色，約 12-15 小時後完全黑化，黑化後可順利完成孵化。若將卵產在 NGM 培養基或含 0.05 M 之 NaCl 的鹽類中，卵會保持粉紅色狀態無法順利黑化，卵無法順利黑化則無法孵化或許可藉此研究成果的應用有效降低環境中小黑蚊的幼蟲數目（黃，2016）。

小黑蚊是否有天敵存在早期幾乎無科學研究可供參考，近幾年經由實驗調查推測小黑蚊幼蟲棲地之天敵可能包括隱翅蟲、瓢蟲，寄生蜂或蜘蛛類等，但隱翅蟲成蟲或蜘蛛類對捕食小黑蚊幼蟲意願皆不高，而囊蟎科及尾足蟎科為較具發展潛力之天敵候選者，初步測試尾足蟎可捕食小黑蚊老熟幼蟲及蛹，但仍需進一步再確認其捕食能力（陳，2015；陳，2016）。

六、小黑蚊對溫度、光度、氣味誘引之研究

人體產生的一些揮發物質，可以干擾斑蚊與部份吸血昆蟲的寄主搜尋能力（Logan et al. 2008; Logan et al. 2009），而人體體表的微生物也會產生各種具揮發性之有機化合物，產生額外的氣味，在皮膚上產生不同的菌相，對吸血昆蟲造成不同程度的誘引效果（Verhulst et al., 2010），味道在誘引小黑蚊上也扮演非常重要的角色，由研究結果顯示乳酸並非誘引小黑蚊之主要化學物質；小黑蚊被人的體味誘引，而誘引的體味來自於汗液，汗液成分中又以表皮細菌所產生的味道具有誘引效果，蒐集人體汗水進行誘引試驗，結果顯示以 37°C 培養過的汗水具有顯著高於生理食鹽水、新鮮汗水、水及空白濾紙之誘引效果。若添加抗生素處理則汗液中誘引小黑蚊的味道成分無法產生而喪失誘引效果（楊，2012）。針對小黑蚊之氣味喜好進行試驗，試驗結果發現大部分的揮發物並沒有顯著的誘集效果。經由試驗結果發現，比較對小

黑蚊具吸引組與不吸引組間氣味的差異，人體體表之揮發物成分具差異性，但成分尚待更進一步分析研究（黃，2013）。

研究發現有兩種人體氣味衍生物犛牛兒基丙酮 (GA)、6-甲基-5-庚烯-2-酮 (6MHO) 與其混合物 (GA+6MHO) 對小黑蚊具有顯著忌避效果，在 0.0016 % 濃度下，GA 已有良好的忌避效果，但相同濃度的 6MHO 則無忌避效果，使用 6MHO 在 0.004 % 濃度以上開始呈現忌避反應，在 1 % 濃度下忌避功效可達 51 %。GA+6MHO 混合液在 0.4 % 濃度以上，忌避成效高達 80~100 %，使用 GA +6MHO 混合液在 1 % 濃度以下，在 30 分鐘內不會被小黑蚊叮咬，並在施用 2 小時內皆可達 80 % 以上忌避功效（黃，2011）。

另有試驗結果顯示小黑蚊在同一地點有超過兩個人以上，則雌蟲的吸血行為具有選擇性，至於此選擇性是因受測者體溫、氣味、性別的影響尚待探討，此外藉由適當的阻隔措施，可以有效大幅降低小黑蚊雌蟲的吸血危害，人體氣味透過紗網誘引雌蟲前來吸血，塑膠布處理組應不透氣未有此現象，可提供小黑蚊物理防治之參考使用（杜，2011）。

在自然光照下測試光照區及遮蔽光線下小黑蚊雌蟲產卵情形，試驗結果顯示在遮蔽光線下小黑蚊雌蟲平均產卵數比較高，自然光照下產量較低，當自然光照區與遮蔽區的土壤含水量皆為 20% 時，自然光照區大約平均產卵數為 98.3 ± 20.5 顆，遮蔽區則平均為 460 ± 94.1 顆，實驗結果呈現顯著差異。但若將自然光照改成以日光燈照射處理，當光照與遮蔽區之土壤含水量皆為 20% 時，則其產於光照區之卵數為 113.3 ± 39 顆，遮蔽區則為 63.7 ± 16 顆，小黑蚊雌蟲在這兩區所產的卵數則沒有顯著差異（唐，2011）。

小黑蚊雌蟲的吸血活動與溫度及光度呈現正相關，溫度在 18°C 以下雌蚊不吸血，其原因究竟是低溫影響人體氣味發散、低溫影響雌蚊的活動力尚待一步試驗釐清，經實驗證實只要保持行進狀態均不會被雌蟲所叮；但是停下腳步後雌蟲可以在短短數秒鐘內叮上小腿，推測小黑蚊雌蟲並無主動搜尋寄主之行為，因感應到氣味後起飛前往吸血（杜，2011）。

在南投地區進行小黑蚊田間成蟲密度調查，結果顯示 6 月至 8 月是高峰期，9 月以後逐漸減少，到了次年 3 月以後會再逐漸發生，根據複迴歸結果顯示溫度為影響小黑蚊密度之最重要的因子，隨著溫度上升（15 - 30°C）密度也隨之增加（Chuang et al., 2000）。

由小黑蚊體內所分離出之酵母菌相所產生之代謝氣味進行小黑蚊誘捕試驗並分析不同菌種之誘捕效率，利用不同的酵母菌株進行氣味誘引，試驗結果發現特定的酵母菌株可以誘引到小黑蚊，其中體內酵母菌相以短柄霉屬 (*Aureobasidium* spp.) 之黑酵母菌 (*A. pullulans*) 出現頻率最高，但是這些內共生酵母菌所扮演角色尚待更進一步的試驗目前仍未明確（王，2014；王，2015；溫，2016），此外在裝有酵母菌發酵液的黏紙盤可以同時捕獲雌蚊與雄蚊（蔡等，2016）。

七、學者專家問卷意見彙整

藉由近幾年對小黑蚊之瞭解設計出一份簡易問卷（附件一），寄出 66 份問卷請相關領域學者專家協助回答問卷，總計共回收 38 份問卷，問卷回收率約 6 成，就問卷回覆內容，89.47% 研究人員表示看過小黑蚊計畫徵求公告，7.89% 於近 5 年內不曾看到計畫徵求公告。因為小黑蚊常被誤認為是蚊子的一種，所以在問卷設計上針對小黑蚊應該稱俗名還是正名為臺灣缺蠓進行調查，有 63.16% 的學者專家皆建議應該將小黑蚊正名為臺灣缺蠓，避免民眾誤認為他是一種蚊子但其實是一種蠓科昆蟲，26.32% 學者認為還是以大家所熟知的小黑蚊即可，另外有 10.53% 的學者認為稱小黑蚊或臺灣缺蠓都可以。

就問卷統計結果得知大部份學者都認為小黑蚊防治研究計畫應該持續推動，有 81.58% 認為小黑蚊防治研究計畫應該持續推動並以多年期計畫方式進行，建議核定 2 年期計畫佔 42.11%，建議核定 3 年期計畫佔 47.37%，若包含都可以的數據，建議核定多年期高達 92.11%，經由小黑蚊防治研究

計畫的推動雖短期內無法有效解決小黑蚊危害的問題，但是可以對小黑蚊的習性、幼蟲及成蟲等防治技術有更進一步的瞭解，長期對協助解決小黑蚊危害的問題具有一定程度的幫助。經由科學證據一步步深入探討尋找可能原因，適時提出可以解決的方案，雖無一勞永逸的方法，但可協助防治技術的提升。

彙整多位專家學者共同建議包含建立防治示範觀摩區應是可行的方法，並正確處理孳生源，若是能導入產學合作的模式，應該可以更聚焦在可行的解決方法上，加快產、學界的研發速度，才能正確解決小黑蚊的問題。建議除科技部推動小黑蚊防治研究計畫之外，各權責部會亦應自行規劃研究計畫或以任務導向研究主題進行科技計畫，更應審慎選擇補助計畫並考核計畫執行成果。目前科技部補助之計畫應從基礎與應用來考量，也許可以增加教育推廣方面的計畫徵求，讓全民一同來防治。

小黑蚊幼蟲必須棲息於一定濕度的環境，故對其適宜生存棲地之調查非常重要，因為幼蟲防治之成效與此緊密相扣。開發有效而對人體無害的成蟲忌避劑是可行的方向至於防治恐怕很難。小黑蚊的防治最適合使用誘殺雌蟲的方式，既可減少騷擾人的雌蟲，也可以降低漫無目標噴灑殺蟲劑造成的負面衝擊。

八、小黑蚊綜合防治策略建議

小黑蚊的防治無法期望使用單一方法就能解決小黑蚊，建議採用綜合防治的概念，並利用個人防護、環境管理、以及化學防治等各種技術與方法進行有效防治，防治策略建議如下：

1. 個人防護面：適當使用含有「敵避」成分的防蚊產品避免被叮咬，針對被小黑蚊叮咬後有過敏性反應之民眾，建議可以穿著長袖衣物、鞋襪避免被叮咬，對小黑蚊沒有嚴重性過敏反應之民眾，應宣導不提供血源，阻斷小黑蚊繁殖，可減少小黑蚊之吸血產卵並有效降低其棲群之增長。

2. 環境管理面：避免青苔的滋生或是清除青苔，即可避免提供小黑蚊幼蟲生長的食物來源，亦可阻斷小黑蚊滋生棲息地及危害。有關清除方法包含①可利用鋼刷等工具刮除石、磚、溝壁、邊坡滋長的青苔，刮除後利用防水漆、油漆等材料上漆，可降低青苔生長。②在土壤表面可密植合適的覆被植物（如韓國草、蔓花生等植物），可阻擋光線並有效阻止青苔的滋生。③在花圃、花盆上的土壤表面，可鋪上適量的鵝卵石、碎石、沙石等以阻隔地表，亦可有效阻斷青苔的滋生。④拆除不必要的棚架，清理雜物、枯枝落葉及修剪花木，保持通風狀態，可降低環境溼度，有效減少藻類的滋生。⑤不易清除部份，將長有青苔或孳生幼蟲部分翻蓋到土壤裡面，直接破壞幼蟲棲地。
3. 化學藥劑防治：選擇合格之環境衛生用藥，目前在環保署登記有案的環境衛生用藥，對小黑蚊的成蟲與幼蟲都具有良好的殺蟲效果，其主要成分包括合成除蟲菊類、有機磷類、氨基甲酸鹽類及昆蟲生長調節劑等，這些藥劑多登記為特殊環境衛生用藥，必須領有專業證照的環保人員或是病媒防治業者才能從事這項化學防治工作。
4. 生物防治：持續推動小黑蚊生態發生與防治研究，並探討小黑蚊叮咬後所可能呈現過敏反應之相關研究，以持續探討可能解決小黑蚊危害問題之生物防治策略。
5. 社區共同防治：社區做好環境清潔減少青苔的滋生，有效清除小黑蚊成蟲及幼蟲之棲地及繁殖場所，除可達到防治成效，尚可減少藥劑防治所造成之環境污染。
6. 教育宣導：小黑蚊是蠓科吸血昆蟲，並非一般的蚊子，許多民眾不知道如何防治小黑蚊，藉由跨部會的合作（農委會、內政部、國防部、教育部、交通部、衛生福利部、科技部、環保署），及各縣市政府參與推動全面性的小黑蚊防治推廣教育，宣導教育推廣體系則可經由現有小黑蚊跨部會合作之行政系統加以發揮，讓民眾對小黑蚊有正確的知識，對小黑

蚊的防治之推動可達正面積極意義與功效。

結論

近幾年政府藉由跨部會的合作持續推動小黑蚊防治推廣工作，在小黑蚊的防治研究成果顯示噴灑化學藥劑具一定功效，但因為其有效期限短僅能作為緊急防治之用，利用生物防治方法在實驗室具有良好殺蟲功效，惟尚未能應用於田間環境。此外，對於棲地幼蟲之生態與習性；或者對於雌蟲產卵行為及天敵等仍待更深入的觀察與研究，防治實務上不能僅依賴化學防治或期望使用單一方法就能解決小黑蚊，建議採用綜合防治的概念，並將個人防護、環境管理、以及化學防治等各種技術與方法，依不同區域環境特性，設計有效的防治策略與做法，加強民眾對小黑蚊的認知及教育宣導，同時結合社區民眾與政府單位共同參與，建立「以個人防護與環境管理為主，化學防治為輔」的正確防治觀念，長期並持續的執行生物防治技術之研發，以多元管道共同防治小黑蚊，如此才能發揮具體的防治效果。

參考文獻

- 王凱淞、葉金彰。1997。台灣缺蠓幼蟲孳生源調查。行政院環保署第九屆病媒防治技術研討會論文集。111-123 頁。行政院環境保護署。
- 王惠鵬。1997。南投地區台灣缺蠓之化學防治。國立中興大學昆蟲學系研究所碩士論文 72頁。
- 王瑋龍。2011。台灣缺蠓(*Forcipomyia taiwana*)(雙翅目：蠓科)幼蟲棲息環境中藻類(藍綠藻與綠藻)之組成及其棲群動態與防治技術研究計畫成果報告。27頁。行政院國家科學委員會。
- 王瑋龍。2014。小黑蚊成蟲、幼蟲與棲地中微小生物藻類、真菌關係之研究計畫成果報告。17頁。科技部。
- 王瑋龍。2015。臺灣缺蠓與棲地中微小生物(藻類、酵母菌)關係與相關誘引防治技術開發計畫成果報告。34頁。科技部。
- 吳尹文。2016。金門地區小黑蚊(台灣缺蠓)之研究(I)-金門地區小黑蚊空間及時間

- 之分佈計畫成果報告。43頁。科技部。
- 李學進、侯豐男。1997。臺南地區臺灣缺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、謝伯岳、唐立正、施昌良。2009。小黑蚊（台灣缺蠓）的發生與防治推廣手冊。31頁。行政院環境保護署。
- 杜武俊。2011。台灣缺蠓雌蟲寄主搜尋與產卵行為之研究計畫成果報告。40頁。行政院國家科學委員會。
- 杜武俊。2012。台灣缺蠓幼蟲取食趨性物質探討與餌劑研發計畫成果報告。19頁。行政院國家科學委員會。
- 杜武俊。2013。小黑蚊幼蟲食性探討與餌劑研發研究計畫成果報告。15頁。行政院國家科學委員會。
- 杜武俊。2016。台灣缺蠓幼蟲行為探討與防治技術計畫成果報告。19頁。科技部。
- 柯俊成。2015。高頻微波防治臺灣缺蠓(雙翅目：蠓科)技術之研發計畫成果報告。29頁。科技部。
- 胡政欣。2013。小花蔓澤蘭醋液及其分離部於小黑蚊忌避性與抗菌性之應用。國立中興大學森林學系研究所碩士論文。94頁。
- 唐立正。2011。台灣缺蠓發生生態之探討計畫成果報告。27頁。行政院國家科學委員會。
- 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。
- 莊益源。2013。應用資料探勘技術分析影響台灣缺蠓發生之關鍵因子與評估熱點防治技術之成效計畫成果報告。13頁。行政院國家科學委員會。
- 莊益源。1994。台灣缺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系研究所碩士論文。52頁。
- 陳文華。2015。小黑蚊之生物防治-天敵種類調查及其效果評估計畫成果報告。16頁。科技部。

- 陳文華。2016。台灣蚊蠓之生物防治研究-捕食性天敵及蘇力菌製劑之效果評估計畫成果報告。12頁。科技部。
- 黃紹毅。2013。小黑蚊防治技術之研發-人體表揮發物及性費洛蒙對小黑蚊誘引與忌避之研究計畫成果報告。21頁。行政院國家科學委員會。
- 黃榮南。2011。小黑蚊幼期防治技術研發計畫成果報告。69頁。行政院國家科學委員會。
- 黃榮南。2012。台灣缺蠓成蟲棲地與防治策略之研究計畫成果報告。23頁。行政院國家科學委員會。
- 黃榮南。2013。台灣缺蠓棲地與非農藥防治技術研究計畫成果報告。16頁。行政院國家科學委員會。
- 黃榮南。2014。台灣缺蠓棲地與非農藥防治技術研究(2) 計畫成果報告。16頁。科技部。
- 黃榮南。2016。臺灣缺蠓(*Forcipomyia taiwana*)卵期防治技術研究計畫成果報告。17頁。科技部。
- 楊恩誠。2012。人體氣味對小黑蚊誘引成分分析計畫成果報告。25頁。行政院國家科學委員會。
- 溫育德。2012。小黑蚊藻類誘引裝置：研發、成效評估、以及在小黑蚊綜合防治上的應用計畫成果報告。16頁。行政院國家科學委員會。
- 溫育德。2013。小黑蚊藻類誘引多元防治技術研發與試驗計畫成果報告。17頁。行政院國家科學委員會。
- 溫育德。2016。臺灣缺蠓棲地中的生物因子（藻類、酵母菌）之探究，以及相關誘引防治技術田間試驗計畫成果報告。8頁。科技部。
- 蔡坤憲。2012。建立兼具誘引和滅殺的小黑蚊防治技術計畫成果報告。29頁。行政院國家科學委員會。
- 蔡坤憲。2013。建立兼具誘引和滅殺的小黑蚊防治技術計畫成果報告。46頁。行政院國家科學委員會。

- 蔡坤憲。2014。建立兼具誘引和滅殺的小黑蚊防治技術（Ⅲ）計畫成果報告。60 頁。科技部。
- 蔡惇仁，周睿鈺，林宗岐，王瑋龍，溫育德。2016。酵母菌氣味誘引捕捉台灣缺蠓(*Forcipomyia taiwana*) 田間預試驗。2016 動物行為暨生態研討會。中興大學。
- 謝伯岳。2007。台灣缺蠓*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系研究所碩士論文。83 頁。
- 謝芸軒、林宗岐、溫育德、王瑋龍。2011。殺菌劑在室內及應用在野外滅除小黑蚊(雙翅目：蠓科)幼蟲之食物來源(藍綠藻和小球藻)以評估其抑制效果。生物科學。52(3): 65-78.
- 小黑蚊資訊服務中心網址 <https://bmisc.weebly.com/>
- Abdullah, A., Brobst, S., Pervaiz, I., Umer, M., Nisar, A., 2004. Learning dynamics of pesticide 9 abuse through data mining. In: Hogan J, Montague P, Purvis M, Steketee C (eds). The second workshop on Australasian information security, data mining and web intelligence, and software internationalization. Australian Computer Society, Inc., Australia. pp 151-156.
- Chen, S. P., C. L. Wang, J. Y. Wong, and C. Y. Lin. 2004. Development of the simple bait of control red imported fire ant. TARI Technological service. 60:23-25.
- Chuang, Y. Y., C. S. Lin, C. H. Wang, and C. C. Yeh. 2000. Distribution and seasonal occurrence of *Forcipomyia taiwana* (Diptera : Ceratopogonidae) in the Nantou area in Taiwan. J. Med. Entomol. 37 : 205-209.
- Koren, G., D. Matsui, and B. Bailey. 2003. DEET-based insect repellents: safety implications for children and pregnant and lactating women. CMAJ 169: 209-212.
- Lien, J. C. 1989. Taxonomic and ecological studies on the biting midges of the

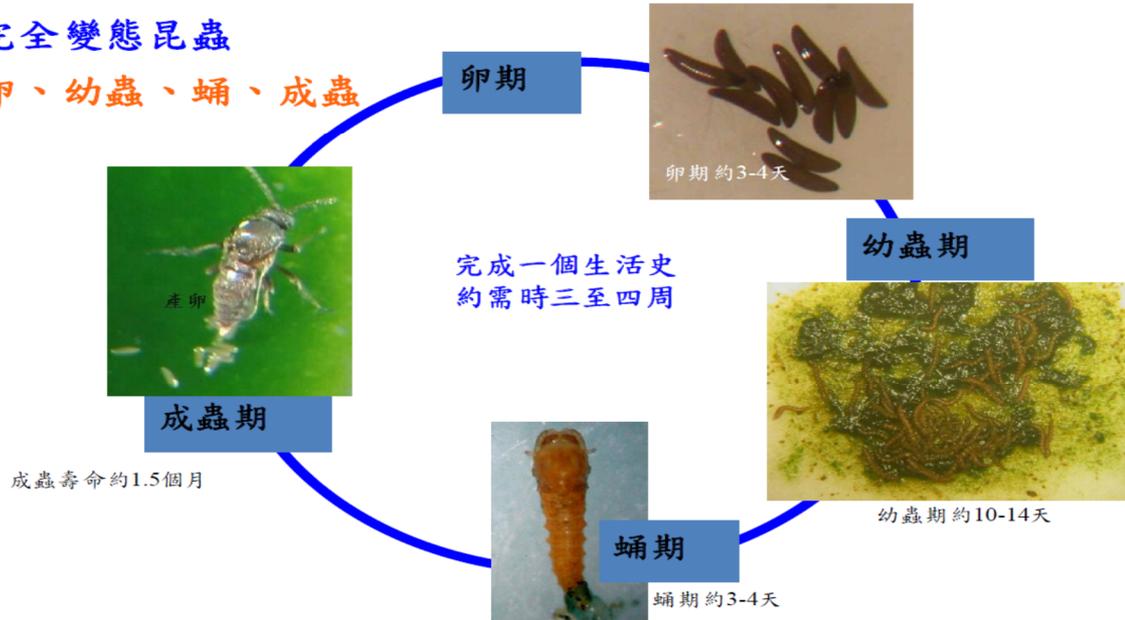
- subgenus *Lasiohelea* , genus *Forcipomyia* from Taiwan. *Journal of Taiwan Museum*. 42 : 37-77.
- Logan, J. G., Birkett, M. A., Clark, Su. J., Powers, S., Seal, N. J., Wadhams, L. J., Mordue, A. J., and Pickett, J. A. 2008. Identification of human-derived volatile chemicals that interfere with attraction of *Aedes aegypti* mosquitoes. *J. Chem. Ecol.* 34: 308-322.
- Logan, J. G., Seal, N., Cook, J. I., Stanczyk, N. M., Birkett, M. A., Clark, S. J., Gezan, S. A., Wadhams, L. J., Pickett, J. A., and Mordue, A. J. 2009. Identification of human-derived volatile chemicals that interfere with attraction of the Scottish biting midge and their potential use as repellents. *J. Med. Entomol.* 46:208-219.
- Neven LG. 2000. Physiological responses of insects to heat. *Postharvest Biol Tech* 21: 103-111.
- Tripathy, A.K., Adinarayana, J., Sudharsan, D., 2009. Geospatial data mining for agriculture pest management – a framework. In: Di L (ed). *The 17th international conference on geoinformatics 2009*. IEEE; 2009 Aug 12-14; Washington. Virginia(VA): Fairfax. pp 1-6.
- Verhulst NO, Takken W, Dicke M, Schraa G, Smallegange RC. 2010. Chemical ecology of interactions between human skin microbiota and mosquitoes. *FEMS Microbiology Ecology* 74: 1–9.
- Zurek, L., J. C. Gore, S. M. Stringham, D. W. Watson, M. G. Waldvogel, and C. Schal. 2003. Boric acid dust as a component of an integrated cockroach management program in confined swine production. *J. Economic Entomol.* 96: 1362-1366.

附件一：

台灣缺蠓生活史

完全變態昆蟲

卵、幼蟲、蛹、成蟲



小黑蚊生活史（資料來源：小黑蚊防治推廣中心網站）

附件二：

小黑蚊防治技術研究計畫意見調查表

隨著科學研究日新月異，為使研究計畫的主題及方向能更符合協助解決小黑蚊危害問題，進一步了解小黑蚊防治技術研究議題需以何種形式進行深入的探討，茲於本次調查研究人員對推動小黑蚊防治技術研究之建議，您的寶貴意見將可作為往後推動小黑蚊防治技術相關業務之參考。

- 一、台灣鉅蠓(俗稱小黑蚊)對於名稱之建議：小黑蚊 台灣鉅蠓
- 二、小黑蚊防治研究計畫建議核定執行年限：一年期 二年期 三年期
- 三、小黑蚊防治研究計畫是否需持續推動：是 否 其他_____
- 四、近5年內是否有看過小黑蚊徵求公告：是 否 其他_____
- 五、小黑蚊防治研究主題之建議：防治幼蟲防治成蟲過敏反應相關研究
其他_____
- 六、小黑蚊防治研究計畫的推動是否可協助解決小黑蚊危害問題：是 否
其他_____
- 七、對於推動小黑蚊防治技術研究計畫是否有其他建議，可作為推動小黑蚊防治技術相關業務之參考？

備註：本問卷提供個人行政研究計畫使用。