

Design and Study of Wide area Type UV-LED cmosquito attractants system

曾維雄¹ 詹政翰³ 田崇延² 吳峰蒼⁴ 李昀儒⁴ 李孝貽¹

¹ 國立高雄應用科技大學電機工程學系

² 國立高雄應用科技大學企業管理學系

³ 空軍航空技術學院一般學科部航空通訊電子系

⁴ 空軍航空技術學院一般學科部航空電子科

摘要

蚊蟲是許多傳染病的媒介，尤其是登革熱為臺灣目前最具威脅的蚊蟲傳染病之一，目前登革熱尚無疫苗或藥物可以進行治療，以病媒蚊防治為防疫手段。

本研究致力發展誘蚊系統，首先測量 365nm 與 395nm 兩款 LED 的誘蚊效果，誘蚊數據為 365nm 之 1 顆 LED 的誘蚊結果為 42 隻而 395nm-1 顆 LED 的誘蚊結果為 28 隻，365nm 之 3 顆 LED 的誘蚊結果為 55 隻而 395nm-3 顆 LED 的誘蚊結果為 47 隻，由結果得知為 365nm 的誘蚊效果較佳，觀察整體的實驗結果發現 365nm 的誘蚊結果只比 395nm 捕蚊結果略好，且光的能量為波長越短則能量越強，對人眼會有傷害。

因此，本研究誘蚊系統測試以 395nm 為主，395nm 光條分為透鏡式與無透鏡式，並測試 395nm 光條與風扇的相對位置如何擺放能使誘蚊效率最大化，從結果中得出三組的效果，一是光條貼在入口處外側-395nm(無透鏡)，二是光條貼在入口處外側-395nm(透鏡)，三是光條與風扇往後移 5cm-395nm(透鏡)。

其測試研究結果又以第二組光條貼在入口處外側-395nm(透鏡)的 UV LED 誘蚊系統之設計架構為本研究最佳化設計。

本研究採用全域型 UV LED 誘蚊系統的物理性質，可以增強登革熱病媒蚊的誘食效果，並結合智能控制陽光電源管理器件，從而使研究可應用於庭院和無電源的地方可用來改善該地區的蚊子引誘設備。

關鍵詞：蚊蟲、透鏡、全域型 UV LED、智能控制陽光電源管理器件。

I. 前言

台灣處於亞熱帶地區，為許多蚊蟲分佈的國家，蚊蟲是許多傳染性疾病的媒介，目前台灣主要蚊子種類有 131 種，常見的有埃及斑蚊、白線斑蚊、熱帶家蚊及地下家蚊...等[1]，而常見的傳染疾病有登革熱、瘧疾、日本腦炎...等[2]，尤其是登革熱為目前台灣內最具威脅的蚊蟲傳染病[3]，目前對登革熱

的防疫措施，除了加強宣傳民眾定期清潔居家附近的環境之外，就是使用化學滅蚊藥劑消滅蚊蟲，然而化學滅蚊產品對環境會造成一定的汙染，並且對人體會有副作用[4]，因此使用有效的捕蚊系統為目前最有效的辦法。

本項研究致力於發展新型捕蚊工具，本研究使用 395nm UV LED 光源進行吸引蚊蟲實驗，並透過我們設計的光動太陽能廣域

式 UV LED 誘蚊系統針對可吸引埃及斑蚊 (*Aedes aegypti*) 及白線斑蚊 (*Ae. albopictus*) 可能的物理性誘集因子, 包含燈光、顏色[5], 於公園及小學進行評估測試。

本系統結合黑色外殼的紫外光捕蚊燈誘捕效果高於單一誘引因子, 此外, 本系統更結合智慧型光動能供電管理裝置使其可在無電網區域發揮消滅登革熱病媒蚊的效果。

II. 研究動機與目的

現行成蚊防治一般民眾大都利用蚊帳、電蚊拍、捕蚊燈等工具, 其中捕蚊燈是利用蚊蟲的趨光性, 以紫外光誘捕夜間活動的蚊蟲, 但對於日行性昆蟲如登革熱病媒蚊斑蚊來說效果就不得而知, 所以本研究將尋找有效捕捉登革熱病媒蚊埃及斑蚊及白線斑蚊的方法。

幾十年來, 科學家已經了解宿主吸引蚊蟲的機制, 許多研究利用多重吸引條件來控制蚊子尋找宿主的行為, 例如: 濕度、溫度 (Clements 1999)、乳酸 (Smith et al. 1969), 二氧化碳 (Gillies 1980, Mayer and James 1969) 和其他化合物如 Steric Acid (硬脂酸) (Kline et al 1990), 並利用研究結果開發新型捕蚊工具, 但這種新型捕蚊器具通常體積大、價格高、且須更換二氧化碳鋼瓶及氣味來源, 在臺灣並不普及。

捕蚊工具如果能以更簡單、耗費更低的方式達到捕集的效果, 將有利全民使用, 所以本研究將採用物理性質的誘引因子, 包含特定波長的燈光、顏色來增強登革熱病媒蚊的誘引效果並輔以太陽能的供電系統, 將來可以應用於田野捕蚊器材的改善。

III. 研究方法

登革熱的發生與周遭環境息息相關, 只要環境中存在適當的孳生源, 繁殖出足夠的

病媒蚊, 就有登革熱流行的可能。如今登革熱尚無疫苗可以預防接種, 亦無有效治療登革出血熱的藥物得以應用, 所以登革熱防治以病媒蚊防治為主要根本的防治策略, 病媒蚊防治方式分類, 如表 1 所示。

表 1 病媒蚊防治方式分類表

病媒蚊防治	防治類型	防治項目		
幼蟲防治	物理性	環境管理 (清除孳生源)		
	化學性	投藥 (昆蟲生長調節劑)		
	生物性	投藥 (蘇力菌以色列變種)、大肚魚、劍水蚤		
成蟲防治	物理性	捕蚊燈	長波紫外光 (UVA) (非單一波段) 360~425nm	電擊式 吸入式 光觸媒 CO ₂
			UVLED 吸入式光觸媒	
	化學性	噴灑殺蟲劑		

本研究的目標在研發出一組可在無電網區域發揮消滅登革熱病媒蚊的光動太陽能廣域式 UV LED 誘蚊系統如圖 1 所示, 這套系統主要包含了兩個部分:

一、廣域式 UV LED 集蚊光學系統:

本項研發採用 TracePro 光學機構設計分析軟體來模擬的廣域式 UV LED 光學系統如圖 2 所示, 廣域式反射板設計如圖 3 所示, 廣域反射機制示意如圖 4 所示, 本創作之光

場分布如圖 5 所示，本創作之照度分布如圖 6 所示，並於公園及小學進行評估測試。

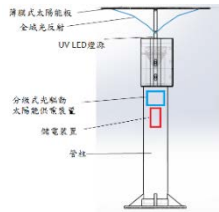


圖 1 立體示意圖

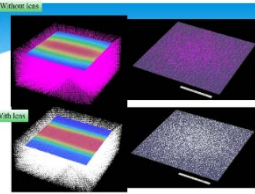


圖 2 TracePro 光學軟體 simulation

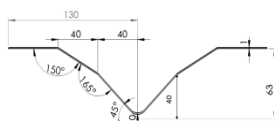


圖 3 廣域式反射板設計圖

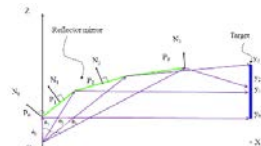


圖 4 廣域式射機制示意圖



圖 5 光場分布圖

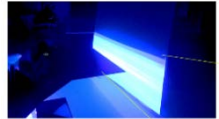


圖 6 照度分布圖

二、智慧型光動能供電管理裝置：

本項研究係將太陽能電池之發電量及蓄電池之蓄電量劃分成數種級距，並根據不同級距之組合方式而決定電能運用方式，其中，當太陽能發電量充足時，除可直接供應負載外，亦將多餘電能儲存至蓄電池；當太陽能發電量不足時，係根據負載所需之耗電量，選擇性地全部供應予負載或儲存於蓄電池；當太陽能發電量微弱時，仍可對蓄電池加以充電，藉此，太陽能電池所產出之電能可獲得高效率的利用，避免能源浪費。

一般以太陽能電池(solar cell)進行光電轉換時，會面臨到能源轉換效率低、易受日照強度影響發電量等缺點，針對目前缺乏太陽能電池之使用缺乏有效率的管理及造成能源浪費，本創作之主要目的是提供一種智慧型光驅動太陽能供電管理方法，係根據所產出之太陽能大小而決定供應予負載使用或直接儲存。

本創作為高效率太陽能充電方法，其一可應用於無電網區域之分級式太陽能充電系統架構圖如圖 7 所示，其二可並聯市電之交錯式太陽能供電管理架構如圖 8 所示，本創作負載供電及蓄電池充電之電量比例分配示意如圖 9 所示，本創作的交錯式供電程序之流程如圖 10 所示，本項研究交錯式光驅動太陽能供電管理流程如圖 11 所示[6、7]，本項研究採用薄膜式太陽能電池如圖 12 所示，並於公園及小學進行評估測試。

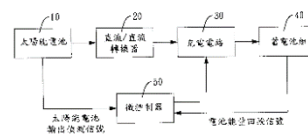


圖 7 分級式太陽能充電系統架構圖

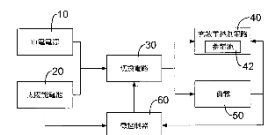


圖 8 交錯式太陽能供電管理架構

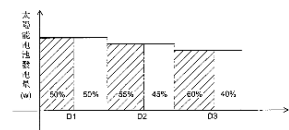


圖 9 負載供電及蓄電池充電之電量比例分配示意圖

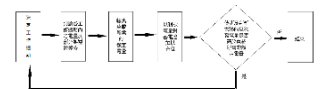


圖 10 交錯式供電管理程序之流程如圖

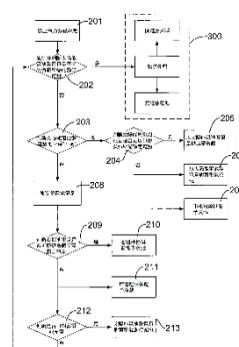


圖 11 交錯式光驅動太陽能供電管理流程



圖 12 薄膜式太陽能電池

IV. 實驗結果與討論

目前國內的登革熱防治策略，以「以孳生源清除為主、噴藥為輔」的方式進行，宣導民眾平時即應勤於整頓環境，隨時動手清除居家及週遭場所的孳生源，另外也有其他

整合工作，包括：病媒蚊密度監測與控制、容器減量、空屋空地列管、水溝蓋鋪設細紗網、動員社區清除環境等(Wang et al. 2000, Tuan et al. 2011)。

一旦疫情爆發，為了能在短時間之內有效的降低其傳播幅度，防疫單位往往會以化學防治的方式，針對確定病例的住宅及活動地等可能感染的場所實施緊急噴藥作業，以迅速殺死帶病毒的成蚊、降低其族群密度，有效中斷本土疫情的傳播途徑。

這種方式雖然可以快速殺死病媒蚊，可是長時間下來，蚊蟲漸漸就會產生抗藥性，現代科技致力於研發消滅蚊子等害蟲的化學藥劑，但生物的抗藥性也越來越強，臺灣大學昆蟲學系徐爾烈教授於 2008 年已指出臺灣南部埃及斑蚊已對常見的殺蟲劑普遍產生抗藥性，必須提高殺蟲劑濃度或更換種類才能維持效果，

另外噴灑殺蟲劑也會產生其他副作用，例如民眾吸入過多殺蟲劑當場昏到送醫，以及直接或間接透過食物鏈傷害到人類的情況也愈來愈嚴重。

在相關文獻的探討中，可以了解目前捕蚊燈的誘蚊效果有數種，一是以光線誘捕，二是利用二氧化碳模擬人體之代謝作用引誘蚊子，三是利用化學藥品模擬人體氣味誘捕蚊子，四是營造蚊子喜愛的環境以引誘雌蚊產卵。為了驗證本項研究光動能廣域式 UV LED 誘蚊系統相關試驗結果如下所示：

實測一：

實測捕蚊裝置：

黑色外殼的太陽能紫外光 UVLED 捕蚊燈

實測電源管理裝置：

無電網區域之分級式太陽能充電系統

實測地點：

高雄市國小後門水溝旁(0131~0210)寒假期間未做滋生源清除

實測結果誘捕蚊蟲(總計：1286 隻)如表 2 所示。

表 2 無電網區域之分級式太陽能充電系統黑色 UV LED(395nm)捕蚊燈實測分析表

日期	氣候	啟動時間	額外功能			誘捕蚊蟲(單位：隻)			
			吸入式	防逃網	硬脂酸	家蚊	斑蚊	其他	總計
31/1	晴	1835	○	○	○	83	54	105	242
1/2	晴	1841	○	○	○	69	31	90	190
2/2	晴	1845	○	○	○	71	49	107	227
3/2	晴	1845	○	○	○	68	37	79	184
4/2	晴	1835	○	○	○	53	41	56	150
5/2	陰	1807	○	○	○	23	11	15	49
6/2	陰	1755	○	○	○	17	6	19	42
7/2	晴	1833	○	○	○	33	19	21	73
8/2	晴	1843	○	○	○	29	15	18	62
9/2	陰	1811	○	○	○	11	9	19	39
10/2	陰	1758	○	○	○	12	5	11	28

根據上表數據看來，雨天捕捉到的蚊蟲數，明顯比晴天的數量來得少，可能是受到雨天的溫度或濕度的影響，未來我們可以朝這個方向繼續探討。

實測二：

實測捕蚊裝置：

黑色外殼的太陽能紫外光 UVLED 捕蚊燈

實測電源管理裝置：

無電網區域之分級式太陽能充電系統

實測地點：

高雄市國小側門停車場旁(0613~0623)有做滋生源清除。

實測結果誘捕蚊蟲(總計：641 隻)如表 3 所示。

表 3 無電網區域之分級式太陽能充電系統黑色 UV LED(395nm)捕蚊燈實測分析表

日期	氣候	啟動時間	額外功能			誘捕蚊蟲(單位：隻)			
			吸入式	防逃網	硬脂酸	家蚊	斑蚊	其他	總計
13/6	晴	1933	○	○	○	19	11	22	52
14/6	晴	1927	○	○	○	21	10	23	54
15/6	晴	1929	○	○	○	19	9	17	45
16/6	晴	1927	○	○	○	17	8	15	40
17/6	晴	1935	○	○	○	17	25	13	55
18/6	晴	1937	○	○	○	21	27	15	63
19/6	晴	1930	○	○	○	19	20	13	52
20/6	晴	全天	○	○	○	33	27	29	89
21/6	晴	全天	○	○	○	34	25	16	75
22/6	晴	全天	○	○	○	31	21	25	77
23/6	陰	全天	○	○	○	13	15	11	39

根據表 2、表 3 數據看來，討論結果分述如下：

- 一、滋生源清除前後誘捕蚊蟲數量亦有明顯差異。
- 二、根據表3數據看來，加入硬脂酸後斑蚊數量有增加，改設定為全天啟動後 斑蚊數量增加更為明顯。

V. 結論

在臺灣傳播登革病毒的病媒蚊主要為埃及斑蚊和白線斑蚊。所以，我們要防治登革熱首先必須要認識這兩種蚊蟲的生態及習性等等，埃及斑蚊及白線斑蚊都是在白天吸血，而且吸血場所都是在屋內或還有野外陰暗的地方，如樹林及竹林內[8]。所以主要防治的方法就有下列二種：

一、清除蚊蟲孳生場所：室內孳生源如：冰箱底盤、水槽等，每週清洗換水。

室外孳生源如：廢輪胎、花盆等，清除後交給清潔隊運走處理[9]但目前不易完全清除是蚊蟲孳生一大隱憂。

二、撲滅蚊子：凡是殺蟲劑對人都有傷害，所以盡可能不要使用，本項研究全域型太陽能戶外誘蚊裝置實測誘捕蚊蟲有明顯的誘蚊成效如表 2、表 3 所示，尤其在無電網區域不易清除蚊蟲孳生源的地方，本項研究其效果更加明顯如表 2 所示，是值得推廣的病媒蚊防治系統。

VI. 參考文獻

- [1] 連日清，台灣蚊種檢索，藝軒圖書出版社，2004。
- [2] 黃高彬，登革熱和登革出血熱－捲土重來的傳染性疾病，台灣醫學，1 卷，1 期，頁 50~56，1 月，1997。
- [3] 李毓敏，從登革熱防疫措施論基本人權之保障，國立中山大學，碩士論文，2007。
- [4] 黃其芷，洪大森，從衛生管理觀點看登革熱防治，疫情報導，19 卷，2 期，頁63~80，2月，2003。
- [5] 蔡家宏，燈光、顏色及溫度對登革熱病媒蚊之誘集能力及其熱感應基因 TRPA1 之表現，國立台灣大學，2014。
- [6] 劉育男，"智慧型太陽能儲存管理之電路設計與研究"，國立高雄應用科技大學碩士論文，2008 年 7 月。
- [7] 劉育仁，"應用於 LED 照明之智慧型交錯式太陽能能源管理電路設計與應用"，第九屆旺宏金矽獎設計組得獎作品名單，2009 年 7 月
- [8] 鍾兆麟，漫談登革熱防治，疫情報導，第 22 卷第 9 期，第 589-596 頁，9 月，2006。
- [9]登革熱防治工作指引，台北市，行政院衛生署疾病管制局，2010。

Design and Study of Wide area Type UV-LED cmosquito attractants system

Wei-Hsiung Tseng¹ Cheng-Han Chan³ Chung-Yen Tien²

Fong-Cang Wu³ Yun-Ru Li³ Hsiao-Yi Lee¹

¹ Department of Electrical Engineering, National Kaohsiung University of Applied Sciences , Taiwan

² Department of Business Administration, National Kaohsiung University of Applied Sciences , Taiwan

³ Department of Aviation & Communication Electronics, Air Force Institute of Technology, Taiwan

⁴ Department of Aeronautical Electronics, Air Force Institute of Technology, Taiwan

ABSTRACT

Mosquitoes are major vectors of several devastating human diseases. Dengue fever is one of the most severe insect-borne infectious diseases in Taiwan. Thus far, no dengue vaccine or medicine is available to control this vector. This study developed a mosquito system. Measuring 365nm and 395nm of the mosquito effects is more effective than measuring only 365nm. The mosquito effect resulting from 365nm and 395nm light-emitting diodes (LEDs) were 42 and 28, respectively. In addition, the mosquito effect results from three 365nm and 395nm LEDs were 55 and 47, respectively. However, the overall results of the experiment revealed that 365nm was slightly superior to 395nm. Furthermore, light had a shorter wavelength and energy was stronger.

Bug zapper tests were conducted using 395nm diodes. Thus, 395nm was used to test the light bar and relative position of a fan to determine how the mosquito should be placed to improve maximum efficiency. The results indicated that the tests of three groups were superior to those of others. The tests involved a light bar attached to the outside entrance [395nm (no lens)], a light bar attached to the outside entrance [395nm (lens)], a light bar and fans moved back 5 cm [395nm (lens)], and a light bar moved back 5 cm. Finally, the bug zapper test in which a light bar was attached to the outside of the entrance [395nm (lens)] was applied to the design.

This study uses the physical properties of Wide area Type UV LED induced mosquito system, can enhance the effect of dengue vector mosquito attractant and combine Intelligent sunlight control power management device, so that the study can be applied to the courtyard and no power area is available to improve the region's attractant mosquito equipment.

Keywords: Mosquitoes 、 lens 、 Wide area Type UV LED 、 Intelligent sunlight control power management device.