

中華民國第 61 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 動物與醫學科

052004

探討環境因子對白線斑蚊產卵行為的影響

學校名稱：國立彰化女子高級中學

作者： 高二 陳令茹	指導老師： 蕭碧鳳
---------------	--------------

關鍵詞：白線斑蚊、誘卵桶、產卵陽性率

摘要

本研究在校園內廣設誘卵桶，研究校園內特多之白線斑蚊的產卵習性。實驗結果顯示環境溫度、濕度、光度對白線斑蚊的產卵數、陽性率影響不大。白線斑蚊的小組總產卵數與陽性率正相關，單筒產卵數與陽性率負相關，顯示白線斑蚊具有分散產卵的特性。繪製校園斑蚊產卵地圖發現校園內無特定的白線斑蚊孳生熱點，白線斑蚊選擇產卵地點與大環境無關，和誘卵桶放置位置的微環境有關。最有趣的發現為於校園廣置誘卵桶再移除所產的卵，可使白線斑蚊的數量劇減，可作為有效的防治方式。

壹、研究動機

一、實驗動機

台灣常見的蚊種中，白日吸食人類血液的主要為斑蚊屬，以埃及斑蚊、白線斑蚊為大宗，若以斑蚊分布範圍來辨別本校校園中的蚊子類型，則非白線斑蚊莫屬。因為埃及斑蚊主要分布於北回歸線以南，而白線斑蚊則分布於全台，所以中部地區校園的斑蚊主要是白線斑蚊。

身為校園的一份子，在炎炎夏日時欣賞著眼前一片綠意盎然，同時卻也飽受蚊子摧殘，尤其是樹林陰暗一隅，每每被迫收穫紅豆冰，癢不可耐，同學們皆飽受此苦，還有可能因此感染疾病。本校所發展的校園特色課程之一便是研究蚊子的生態，讓同學們在校園內放置誘卵桶，來探討環境因子對白線斑蚊產卵行為的影響。

在課程結束後，對蚊子生態十分有興趣的我蒐集了許多同學的誘卵桶數據，藉由這些數據的整理與分析，從中發現一些有用的資訊，並據以繪置校園斑蚊產卵地圖，評估校園中斑蚊孳生的熱點，未來可就重點地區加強防治。

二、文獻探討

白線斑蚊(*Aedes albopictus*)全身呈現黑色且密布白色斑點，胸部背板上有一條明顯之粗白線，分布於全台灣海拔1,500公尺以下平地及山區，棲息場所主要為室外，活動場所多在離孳生源附近陰涼不通風的場所或樹林草叢。雌蚊吸血高峰期為上午8~10和下午4~5時，對象為哺乳類動物，每次吸血後產卵數約為80~120粒。孳生源以戶外天然容器或廢

棄容器為主，蚊卵乾燥3個月後仍有孵化能力。目前已知，斑蚊較喜將蚊卵產於黑色容器，因此市面上誘卵桶顏色多為深色。

使白線斑蚊孳生的環境因子許多，目前在文獻中曾探討過的有：累積雨量、平均氣溫、相對溼度等三項因素對蚊卵孵化率有著最直接的影響。斑蚊較適合在20~32°C的環境下生活，低於10°C或高於40°C均不利於生長。若溫度太高，會造成環境濕度下降，使斑蚊體內水份散失的速度加快，斑蚊如果無法即時補充水份，則容易死亡；反之，溫度太低時，可能造成卵無法孵化或幼蟲發育遲緩。而在25~32°C時，產卵數約為20°C時的2倍；幼蟲發育至成蟲的天數也將縮短至20°C時的一半，完成世代的天數縮短，會在短時間內出現大量斑蚊。

目前台灣有許多關於白線斑蚊的研究正在進行。由於登革熱(Dengue fever)是一種會經由斑蚊傳播給人類的傳染病，其全球流行地區主要集中於熱帶、亞熱帶等有埃及斑蚊(*Aedes aegypti*)、白線斑蚊分布的國家。而台灣位於亞熱帶地區，氣候濕熱，為流行高風險地區。因此投入許多人力、物力以防治登革熱的快速傳播。也希望我的研究在未來可為台灣的防疫盡一份心力。

貳、 研究目的

- 一、探討環境溫度、光度、濕度對白線斑蚊產卵數、陽性率的影響。
- 二、探討白線斑蚊產卵數與產卵陽性率的關聯。
- 三、探討白線斑蚊產卵數、產卵陽性率的每週趨勢變化。
- 四、繪製校園蚊卵分布地圖及校園蚊卵產卵陽性率地圖，並評估校園孳生熱點。

參、 研究設備及器材

一、實驗器材

表一、實驗器材與其用途

物品	用途
白色塑膠碗	主容器
透明塑膠蓋	容器之頂蓋，中間穿孔以做為白線斑蚊的出入口
剪裁用具	修剪、穿孔
吸光黑色膠帶	包覆容器
紙巾	使蚊卵附著



圖一、實驗器材

二、溶液：自來水

三、環境因子測量

(一) 儀器：小米藍芽溫濕度計

(二) 應用程式：台灣大地羅盤及座標轉換工具、Lux Light Meter Free



圖二、測量工具

肆、 研究過程或方法

一、研究架構



圖三、研究架構圖

二、誘卵桶製作方法

- (一) 將塑膠蓋中心挖洞，以讓白線斑蚊進出。
- (二) 將塑膠碗、蓋以黑色遮光膠帶完全黏貼至不透光。
- (三) 將擦手紙巾對折後上緣撕小段，放入桶中並且部分外翻固定。
- (四) 倒水至八分滿(約500毫升)，蓋上頂蓋即可置於觀察地點。



圖四、誘卵桶成品

三、數據測量與分析

(一) 在校園角落設置誘卵桶，每4桶為一組置於一地點，為期一個月：

1. 以台灣大地羅盤及座標轉換工具記錄經緯度，做為繪製校園地圖的座標參考。
2. 固定時間測量各地點之環境光度、濕度、溫度，作為實驗之變因。
3. 每週收回一次，以避免蚊卵孵化、孑孓羽化成斑蚊後離開誘卵桶，造成數據上的誤差錯誤。
4. 由於產卵陽性率及總卵數可做為病媒蚊風險高低之指標依據因此每週計算單桶誘卵桶產卵數與小組總產卵數(4桶的總和)，而產卵陽性率則以小組為單位計算，計算公式如下：

$$\text{產卵陽性率} = \frac{\text{被產卵的桶數}}{\text{總桶數}} \times 100\%$$

(二) 以excel繪製表格、圖表與計算數值。

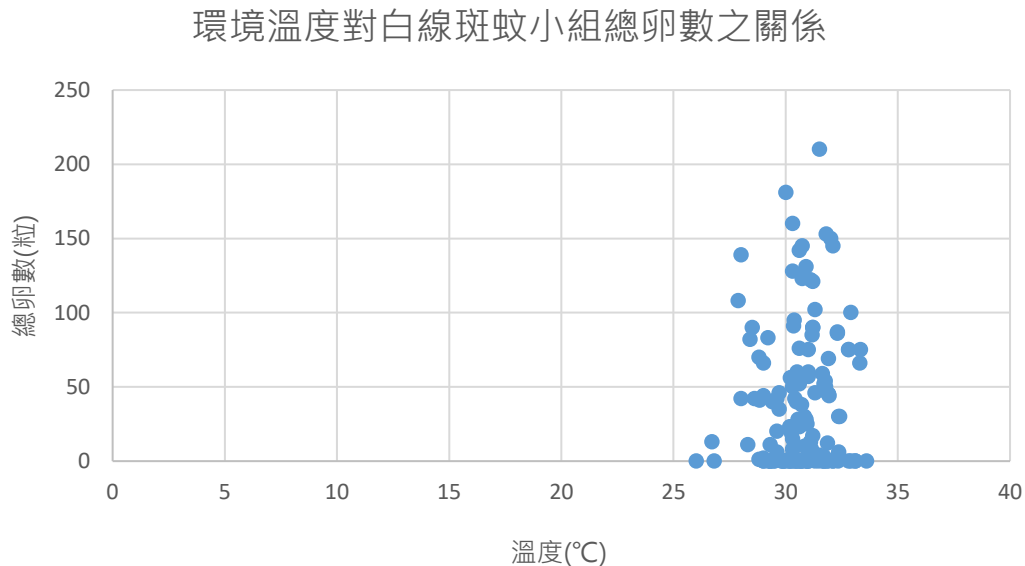
(三) 以疊圖的方式繪製地圖。

伍、 研究結果與討論

一、探討環境溫度對實驗結果的影響

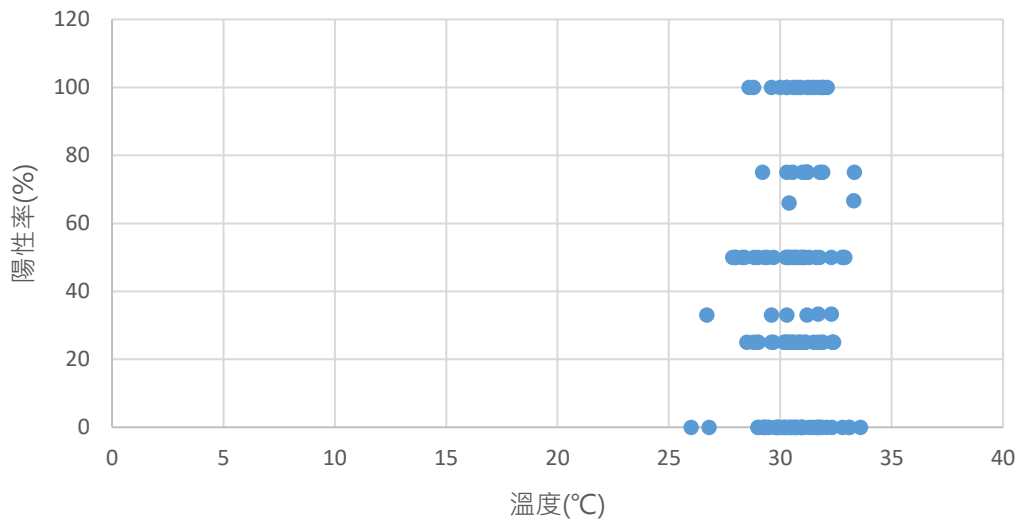
在此採用35組每週的數據($n \approx 35 \times 4 = 140$)以相關係數分析後，環境溫度與小組總產卵數、陽性率呈現低度正相關(相關係數=0.079、0.064)，其散佈圖見圖五、圖六。我認為使環境溫度與二者相關性不高之原因如下：

- (一) 樣本的環境溫度大多落在29~32°C，而較適合斑蚊生長的溫度區間則為25~32°C，樣本資料恰吻合此範圍，因此無法明顯看出溫度對產卵數、陽性率之影響。
- (二) 實驗皆於同一月份(9月)中完成，過程中並無降雨、颱風等天氣現象，因此環境溫度並不會有大幅度的升降，以至於無明顯的變化。



圖五、環境溫度對白線斑蚊小組總卵數之散佈圖

環境溫度對小組產卵陽性率之關係



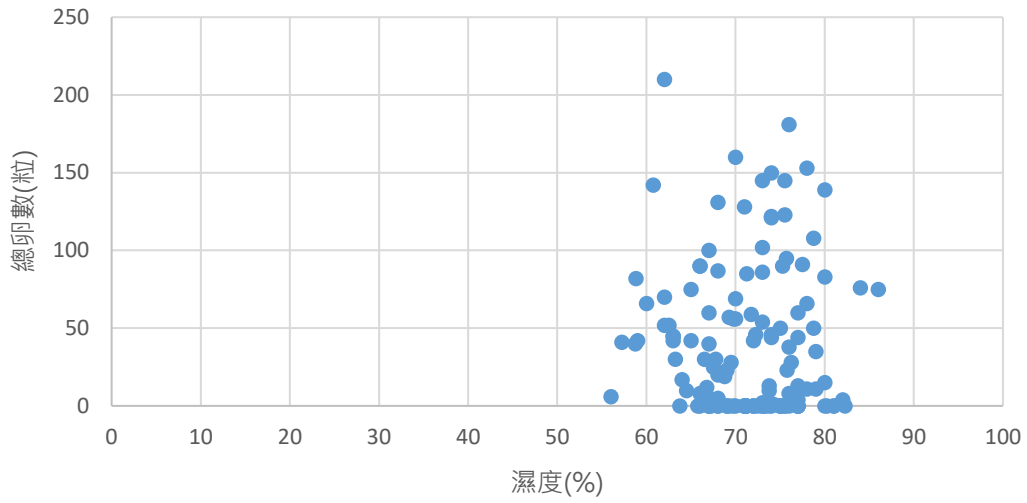
圖六、環境溫度對小組產卵陽性率之散佈圖

二、探討環境相對溼度對實驗結果的影響

在此採用35組每週的數據($n \approx 35 \times 4 = 140$)以相關係數分析後，環境溼度與小組總產卵數、陽性率呈低度負相關(相關係數= -0.037 、 -0.189)，其散佈圖見圖七、圖八。但根據前人的研究，相對濕度為影響產卵之主要原因之一。以下為使此結果發生之推測：

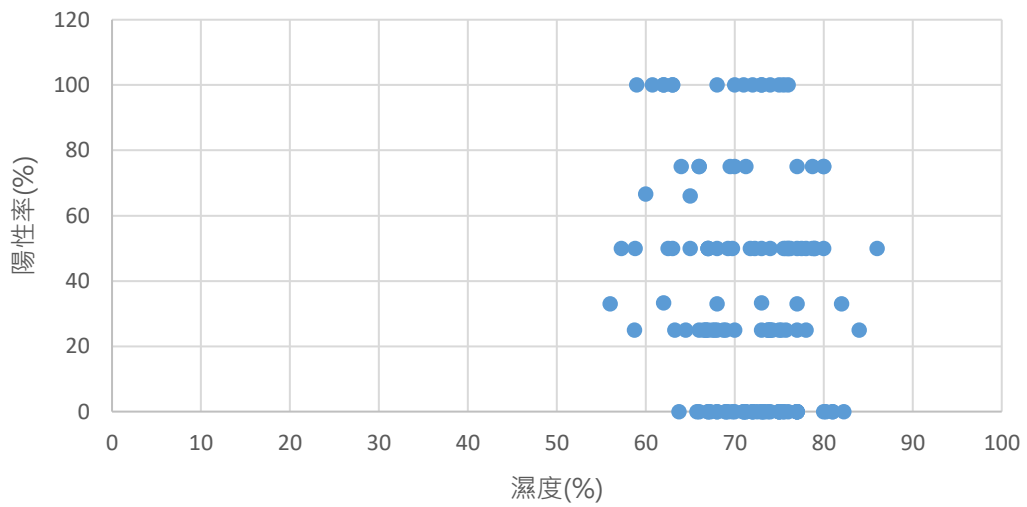
- (一) 樣本的環境濕度約為60~80%，而較有利於斑蚊繁殖的相對濕度為70~80%，因此並無明顯可對比的樣本資料可供分析探討。
- (二) 實驗皆於同一月分(9月)完成，期間並無降雨、颱風等天氣現象，因此環境溼度並不會有大幅度的升降，以至於無明顯的變化。
- (三) 誘卵桶之放置點附近環境遭人為影響，如：周遭綠植灌溉，因此增加環境溼度的誤差。

環境相對濕度對白線斑蚊小組總卵數之關係



圖七、環境相對濕度對白線斑蚊小組總卵數之散佈圖

環境相對濕度對小組產卵陽性率之關係

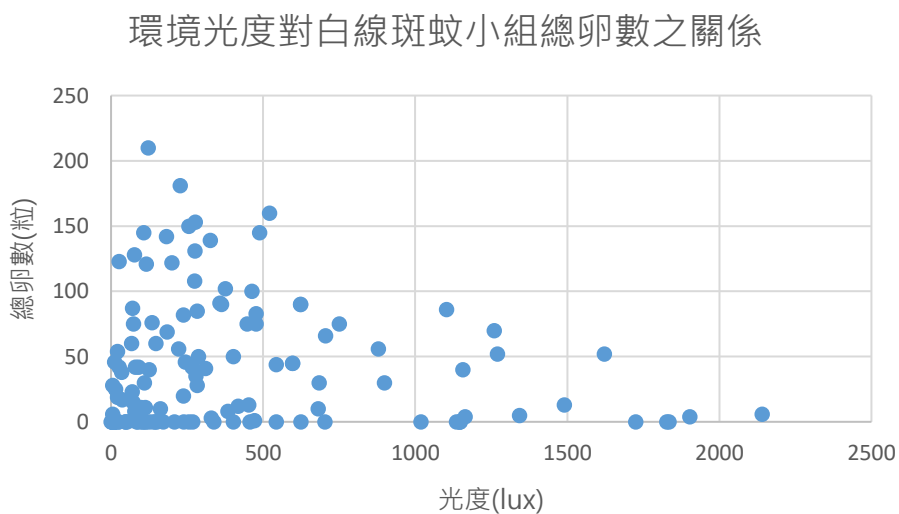


圖八、環境相對濕度對小組產卵陽性率之散佈圖

三、探討環境光度對實驗結果的影響

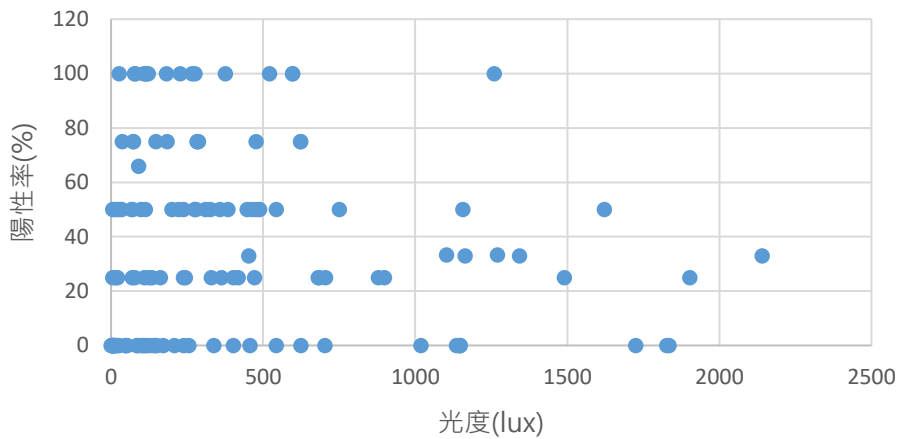
在此採用35組每週的數據($n \approx 35 \times 4 = 140$)以相關係數分析後，環境光度與小組總產卵數、陽性率呈低度負相關(相關係數= -0.079、-0.069)，其散佈圖見圖九、圖十。然而，據前人研究，白線斑蚊若處於光度為0~200lux的環境時，光度高低對選擇產卵位置之作用並不明顯；而環境光度為50~1200lux時，則較偏好低光度之環境。總體而言，斑蚊會擇較陰暗之場所，從圖九、十可看出負相關的趨勢，但經相關係數分析後卻只有低度負相關。以下為使二者相關度不高之推測：

- (一) 實驗樣本數不足，以致於無法看出明顯趨勢。
- (二) 放置場所較多人聚集、經過，人為活動干擾了雌蚊的產卵，造成許多光度低的誘卵桶無雌蚊產卵。
- (三) 放置點周遭為較陰暗的矮樹叢，經每週收回時發現有部分的誘卵桶中有其他生物誤入，因此可能為小動物誤食白線斑蚊之蚊卵，或小動物的存在致使白線斑蚊不敢進入桶中產卵，避免蚊卵被吃掉。



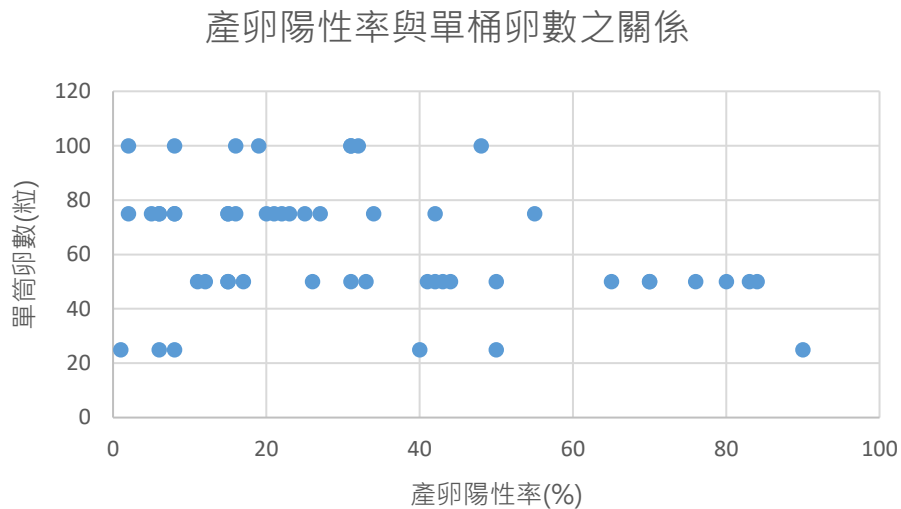
圖九、環境光度對白線斑蚊小組總卵數之散佈圖

環境光度對小組產卵陽性率之關係



(二) 產卵陽性率與單桶產卵數的關係

因部分組別未完整記錄每位同學的單桶卵數，因此在此採用13組每週每人的數據($n \approx 13 \times 4 = 42$)以相關係數分析，二者呈中度負相關(相關係數 = -0.318)，其散佈圖見圖十二。結果顯示：小組產卵數越高，則陽性率越高，但單筒卵數卻降低。



圖十二、產卵陽性率與單桶產卵數之散佈圖

(三) 總結

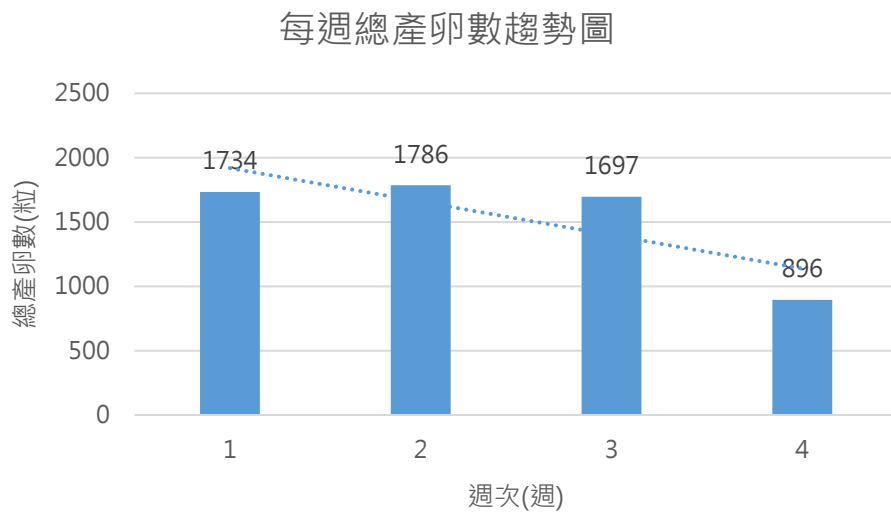
綜上所述，陽性率和小組總產卵數呈正相關，和單筒產卵數呈負相關，因此可推測白線斑蚊具有分散產卵的特性，若鄰近區域同時有多個適合的誘卵桶可供產卵，白線斑蚊會選擇於多個桶但每桶產卵數較少的分配方式。

五、樣本每週趨勢變化

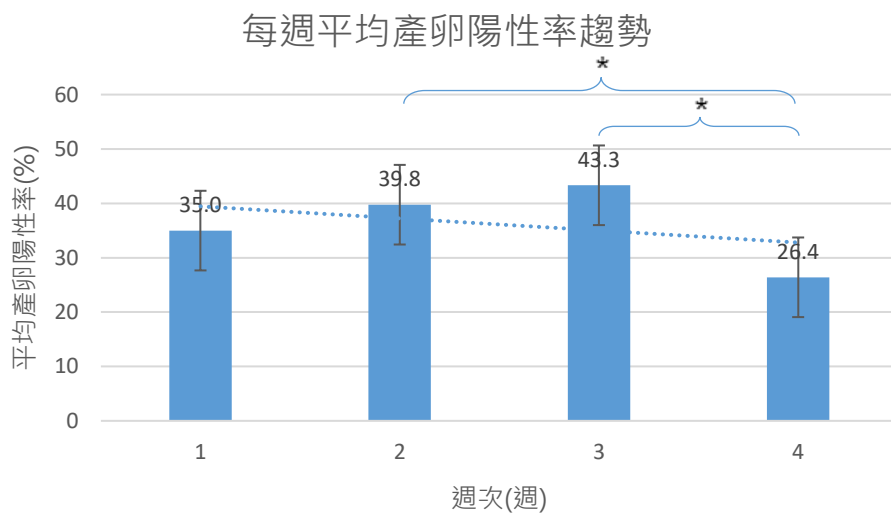
在此採用35組每週的數據。根據圖十三、圖十四，前三週的總產卵數、平均陽性率差異不大，卻在第四週急遽下降，進一步對陽性率進行t-test統計分析，發現第二週、第三週皆與第四週具有顯著差異($P < 0.05$)。一開始在第一週放置的誘卵桶有部分遭同學移動或傾倒，可能是造成第一週產卵數、陽性率略為下降的原因。但第四週已無人為破壞，所以我認為最可能的原因為校園內廣置誘卵桶可能造成蚊子數量遽減。因為白線斑蚊從卵至羽化成蟲的平均生活史約為14天，在第一週、第二週被引誘前來產的卵被移除而無法孵化，致使第四週的成

蚊數量遽減，而使第四週的產卵數、陽性率大幅下降。

我覺得這個現象很有趣，由於以往我們被教導要盡可能的清除孳生源來減少斑蚊的快速繁衍；經此次的實驗，我認為或許以廣置誘卵桶引誘斑蚊產卵，再加以移除斑蚊的蚊卵是更好更快的防治方式。



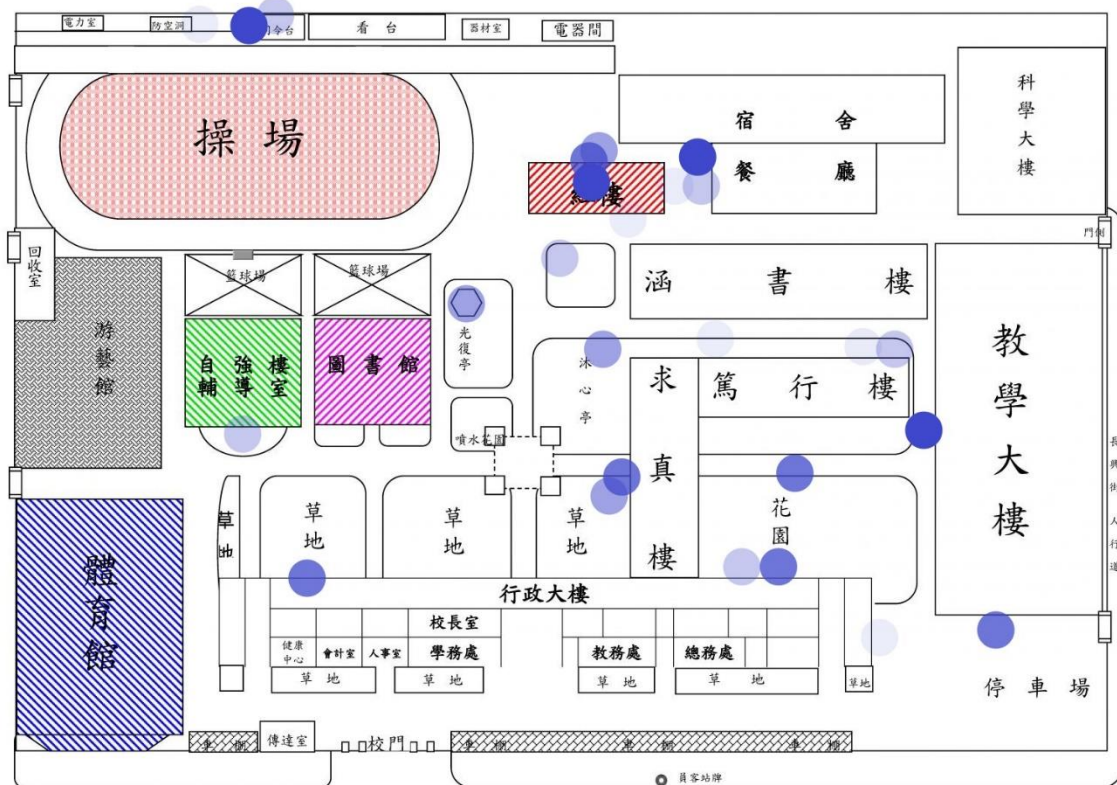
圖十三、每週總產卵數之長條圖



圖十四、每週平均產卵陽性率

六、校園地圖繪製

(一) 校園蚊卵分布地圖(圖十五)：因部分組別未完整記錄每週的總卵數，因此在此取26組的週平均為數據繪圖。每個數據點為每組四週的總卵數平均，轉換為區間色塊進行繪製。

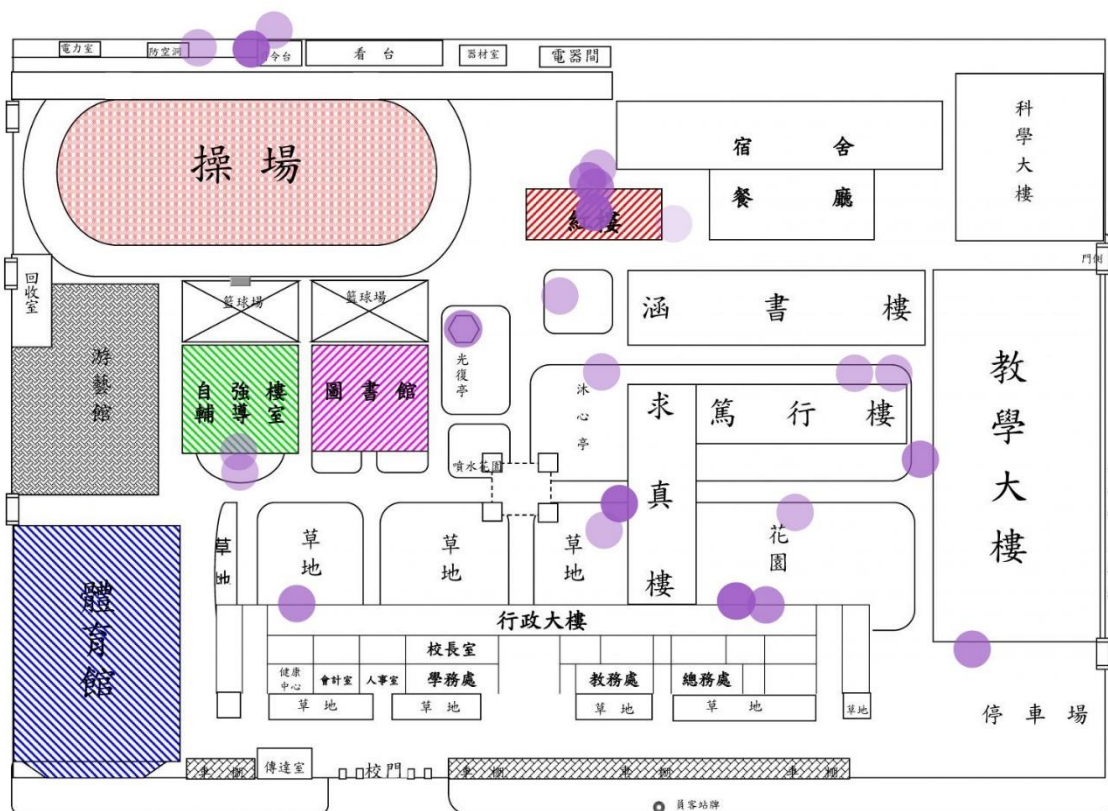


圖十五、校園蚊卵分布地圖

表三、校園蚊卵分布地圖之圖例

圖例	範圍
●	100粒以上
●	75~100粒
●	50~75粒
●	25~50粒
●	低於25粒

(二) 校園蚊卵產卵陽性率地圖(圖十六)：因部分組別未完整記錄每週的陽性率，因此在此取23組的週平均為數據繪圖。每個數據點為每組四週的陽性率平均，轉換為區間色塊進行繪製。



圖十六、校園蚊卵產卵陽性率地圖

表四、校園蚊卵陽性率地圖之圖例

圖例	範圍
● (largest purple circle)	75%以上
● (medium-large purple circle)	50~75%
● (medium-small purple circle)	25~50%
● (smallest purple circle)	25%以下

(三) 地圖討論

據以上兩張校園地圖，可發現白線斑蚊在校園中並沒有特別偏好的產卵場所，校園中空曠、較少同學經過之處或人工建築物附近皆為其孳生源，並無特別的滋生熱點。鄰近場所的產卵數、陽性率有高有低，造成此現象可能是因為白線斑蚊的產卵行為受誘卵桶放置處之微環境因子影響，如建築物陰影、綠植栽種等；與大環境較無關聯。

陸、 結論

- 一、環境溫度、濕度、光度對白線斑蚊的產卵數、陽性率影響不大。
- 二、白線斑蚊的小組總產卵數與陽性率正相關，單筒產卵數與陽性率負相關，顯示白線斑蚊具有分散產卵的特性。
- 三、在校園廣置誘卵桶再移除所產的卵，可使白線斑蚊的數量劇減，可作為有效的防治方式。
- 四、校園內無特定的白線斑蚊孳生熱點，白線斑蚊選擇產卵地點與大環境無關，和誘卵桶放置位置的微環境有關。

柒、 參考文獻資料及其他

- 吳懷慧、溫在弘、吳智文、翁芝琦、林巧、呂良振、王智源、簡淑婉(2009)。登革熱病媒蚊誘蚊產卵器監測研究計畫。行政院衛生署疾病管制局98年度科技研究發展計畫。
- 陳朝東、潘紹穎、林子容、黃美惠、林秀蓉、鄭志明、黃志堅、李俊毅、石裕馨(2005)。高雄市登革熱病媒蚊密度調查與誘蚊產卵器監測成果之相關性研討。行政院衛生署疾病管制局九十四年度科技研究發展計畫。高雄市政府衛生局。
- 謝志偉、賴淑寬、張筱玲、邱展賢(2006)。氣象資料與登革熱病媒蚊幼蟲密度級數之相關性研究。行政院衛生署疾病管制局。
- 李學進(1994)。白線斑蚊之吸血、產卵、壽命。台灣昆蟲期刊第十四卷第二期。
- 林鼎翔。登革熱病媒蚊生態與防治。衛生署疾病管制局研究檢驗組。

登革熱病媒蚊生態習性與密度調查。衛生福利部疾病管制署。

黃崇豪(2016)。登革熱傳播媒介—斑蚊習性知多少。高醫醫訊夏季專刊第36卷2期。

楊嘉惠(2020)。最易傳播登革病毒的溫度：25~32 °C。科學人。

白線斑蚊。維基百科。取自：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%99%BD%E7%B4%8B%E4%BC%8A%E8%9A%8A>。

登革熱。傳染病介紹。傳染病與防疫專題。衛生福利部疾病管制署。取自：

<http://at.cdc.tw/y0129l>。

登革熱地圖。衛生福利部疾病管制署。取自：<https://cdc dengue.azurewebsites.net/Index.aspx>。

防蚊篇Q&A。傳染病防治。衛生園地。南投縣政府衛生局。取自：

<https://www.ntshb.gov.tw/information/index.aspx?aid=631&inford=3047>。

埃及斑蚊和白線斑蚊的比較。台東縣衛生局。取自：

<https://www.ttshb.gov.tw/files/16-1000-813.php?Lang=zh-tw>。

蚊子會通過蟄伏和產卵方式越冬 冬季仍需堅持滅蚊。每日頭條。取自：

<https://kknews.cc/other/pk5bjkj.html>。

【評語】 052004

研究目的為一、探討環境溫度、光度、濕度對白線斑蚊產卵數、陽性率的影響。二、探討白線斑蚊產卵數與產卵陽性率的關聯。三、探討白線斑蚊產卵數、產卵陽性率的每週趨勢變化。四、繪製校園蚊卵分布地圖及校園蚊卵產卵陽性率地圖，並評估校園孳生熱點。建議如下：

1. 檢測單純變因（如：溫度、光度、濕度）所造成的影響，創意有限，實驗設計不夠嚴謹，單純呈現觀察結果但無進一步的探討。此作品的研究目的明確清楚，但目前所得結論對相關研究領域的貢獻度可能不高。
2. 過去已有類似的相關研究，整體新穎性較為不足，所得結論尚看不出其實用價值。
3. 此研究所使用的方法大致合理可行，但大多數資料的數據分析未使用統計方法及顯著性檢定，以確定不同組別之間是否具顯著性差異。此外，作品中似乎也未提及每組的樣本數與實驗的重複次數，其會影響結果及結論的正確性或適當性，在實驗設計上應更清楚說明。討論的內容較像是結果的延伸，建議可引用文獻加以綜合討論。
4. 簡報資料編排大致合理，有些相關分析的圖稍嫌小了些，也缺乏統計檢定。

作品簡報

科別：動物與醫學學科

組別：高級中等學校組

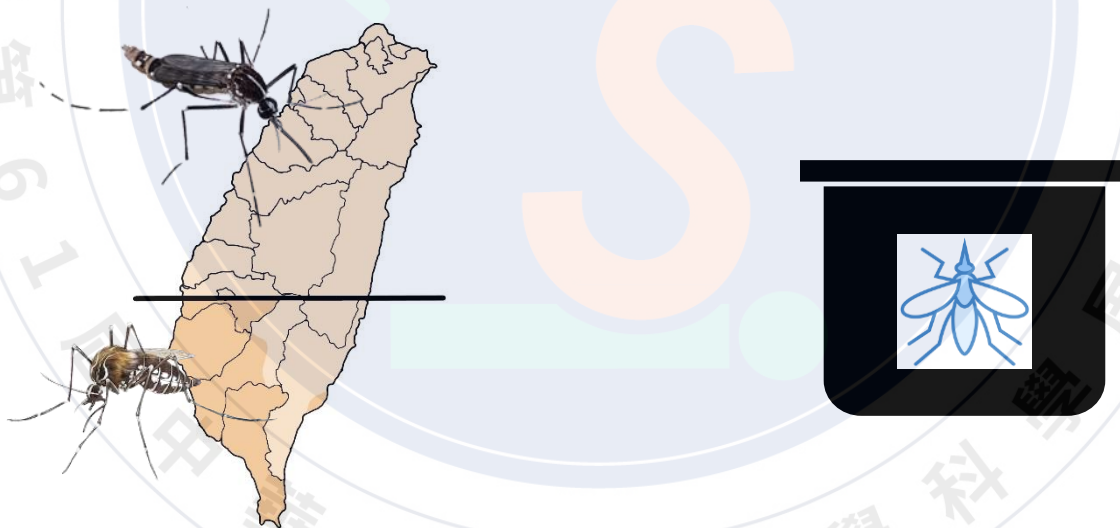
探討環境因子對白線斑蚊產卵行為的影響



被蚊子虐哭

前言

每個人都經歷過被蚊子摧殘的痛苦時分，也聽過無數次關於**登革熱**的防疫宣導。身在中部地區，**白線斑蚊**為主要的革熱病媒蚊種。因此透過在校園內**放置誘卵桶**，探討環境因子對白線斑蚊產卵行為的影響，並透過數據的整理與分析，加強重點地區的防治。



研究目的

- 一. 探討環境溫度、光度、濕度對白線斑蚊產卵數、陽性率的影響。
- 二. 探討白線斑蚊產卵數與產卵陽性率的關聯。
- 三. 繪製校園蚊卵分布地圖及校園產卵陽性率地圖，並評估滋生熱點。

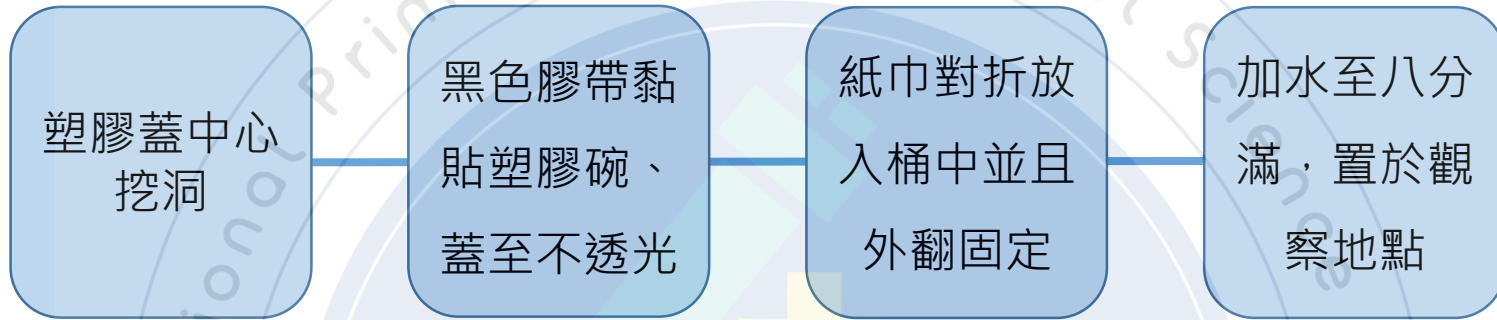


研究過程及方法—研究流程圖



圖一、研究流程圖

研究過程及方法—誘卵桶製作



圖二、誘卵桶製作流程



圖三、誘卵桶實際成品

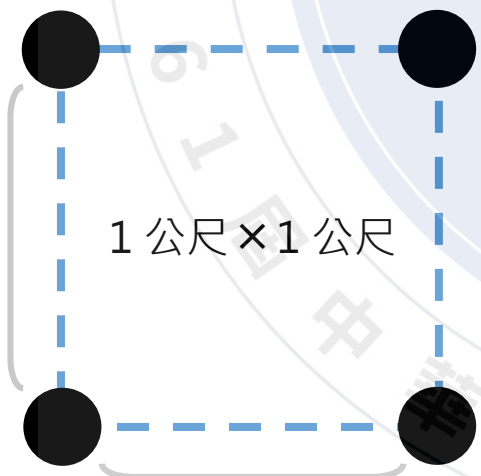


圖四、誘卵桶剖面示意圖

研究過程及方法—數據測量與分析

- 一. 每4桶為一組置於一地點，為期一個月，每週收回一次紀錄數據。
- 二. 記錄放置點經緯度、環境溫度、相對濕度、光度。
- 三. 計算單桶產卵數、小組總卵數、小組產卵陽性率。
- 四. excel繪製表格及圖表。
- 五. 以疊圖的方式繪製地圖。

$$\text{產卵陽性率} = \frac{\text{被產卵的桶數}}{\text{總桶數}} \times 100\%$$



圖五、誘卵桶放置方式示意圖

圖六、圖七、誘卵桶實際放置示意圖

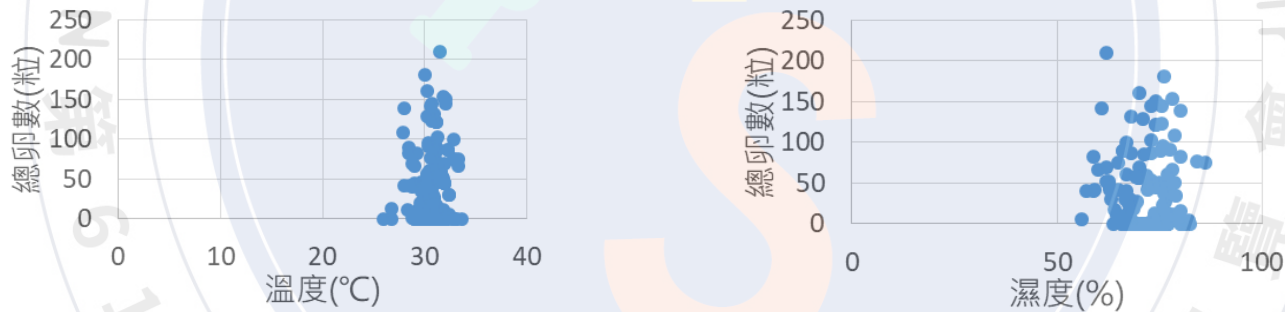
研究結果與討論

一. 探討環境溫度、相對濕度對小組總卵數、小組產卵陽性率的影響

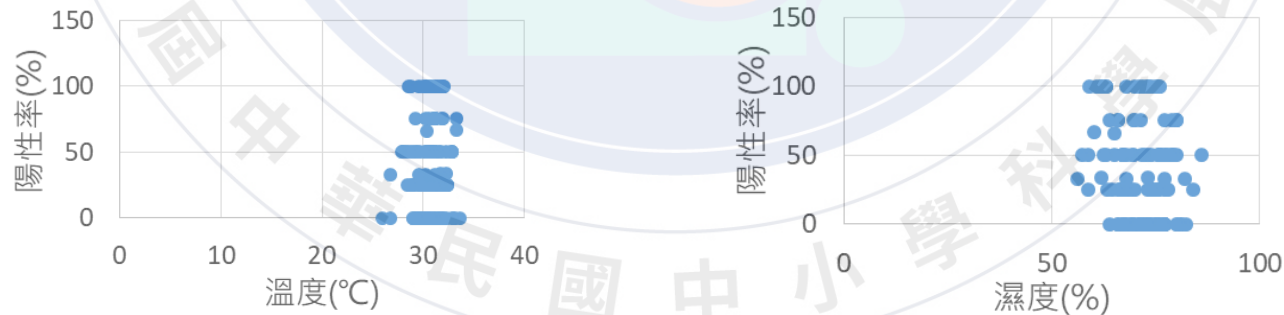
➤ 溫度、濕度對小組總卵數、小組陽性率均呈**低度相關**

➤ 推測①：樣本的環境溫、溼度大多落在較**適合斑蚊生長**的區間

➤ 推測②：誘卵桶放置點附近環境遭**人為影響**，因此增加誤差



圖八、圖九、環境溫度、相對濕度對白線斑蚊小組總卵數之關係

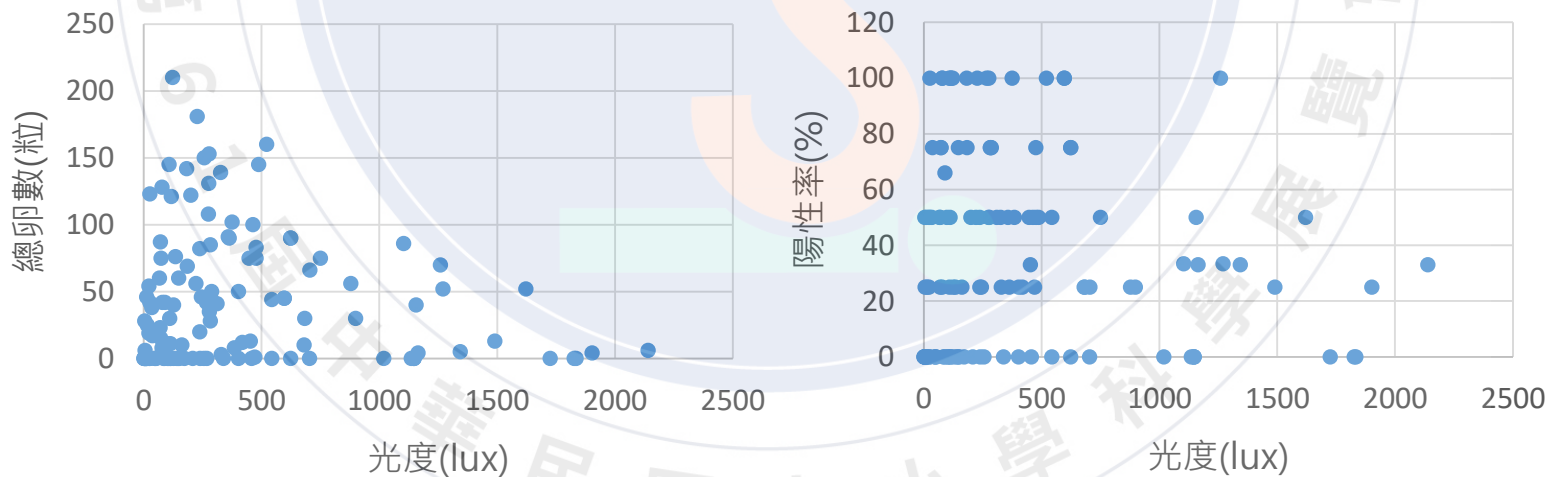


圖十、圖十一、環境溫度、相對濕度對白線斑蚊小組產卵陽性率之關係

研究結果與討論

二. 探討環境光度對小組總卵數、小組產卵陽性率的影響

- 光度對小組總卵數、小組陽性率均呈**低度相關**，但文獻顯示應有負相關
- 推測①：放置場所較多人聚集、經過，**人為活動**干擾了雌蚊的產卵
- 推測②：桶中其他生物**誤食**蚊卵
- 推測③：**桶中小動物**的存在使白線斑蚊不敢進入桶中產卵

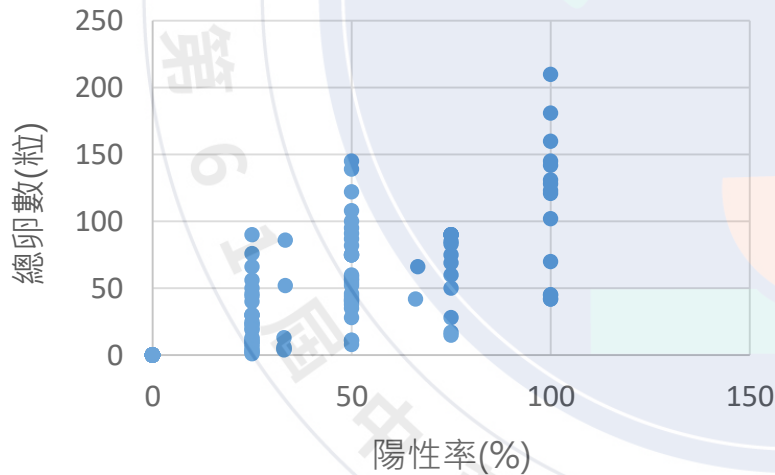


圖十二、圖十三、環境光度對白線斑蚊小組總產卵數、產卵陽性率之關係

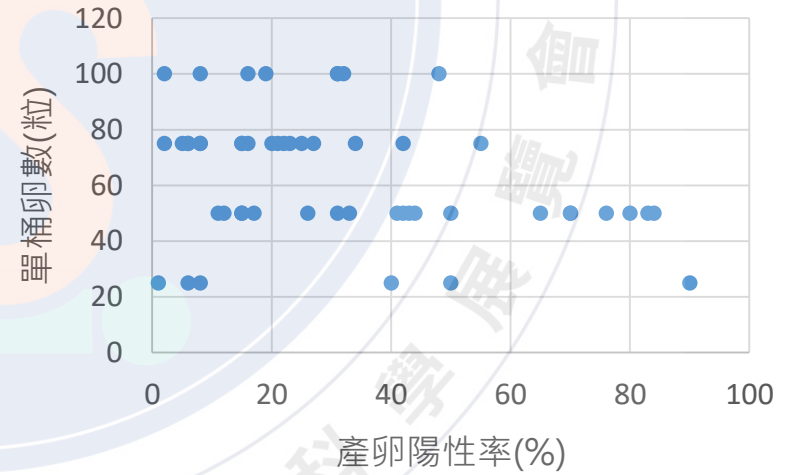
研究結果與討論

三. 探討小組產卵陽性率與產卵數的關係

- 產卵陽性率與小組總卵數呈**高度正相關**
- 產卵陽性率與單桶產卵數呈**中度負相關**
- 推測：白線斑蚊具有**分散產卵**的特性



圖十四、小組產卵陽性率對白線斑蚊小組總卵數之關係

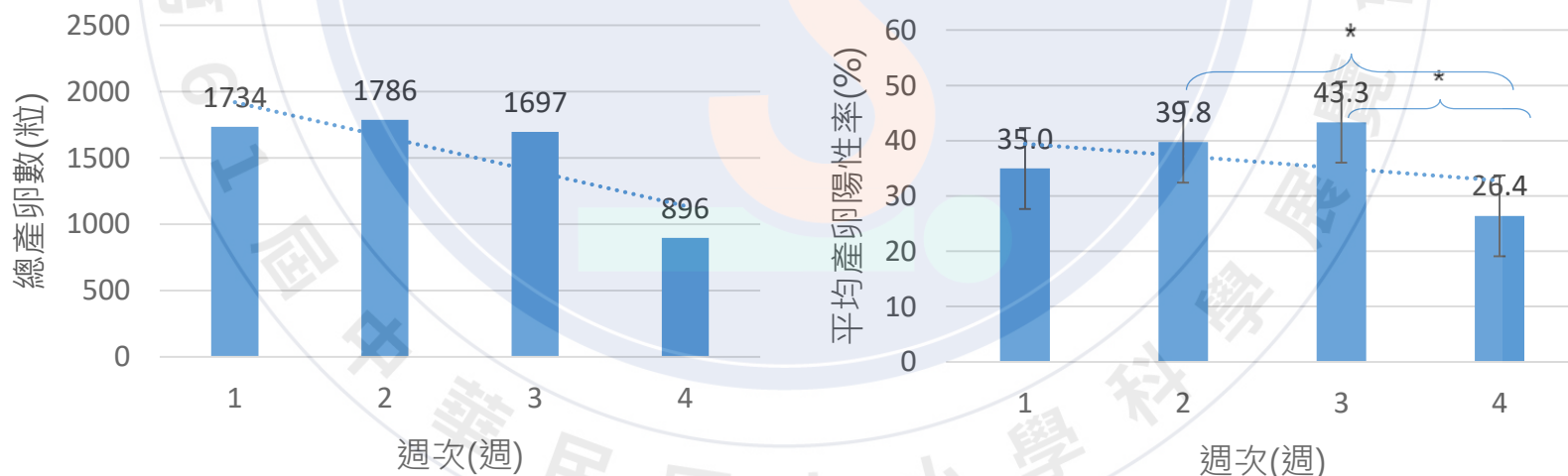


圖十五、小組產卵陽性率對白線斑蚊單桶卵數之關係

研究結果與討論

四. 樣本每週趨勢變化

- 前三週差異不大，卻在**第四週急遽下降**
- 對陽性率進行t-test統計分析，發現第二週、第三週皆與第四週有**顯著差異**
- 推測①：校園內廣置誘卵桶可能造成蚊子**數量遽減**
- 推測②：**廣置誘卵桶**引誘斑蚊產卵，再**移除蚊卵**是更好更快的防治方式



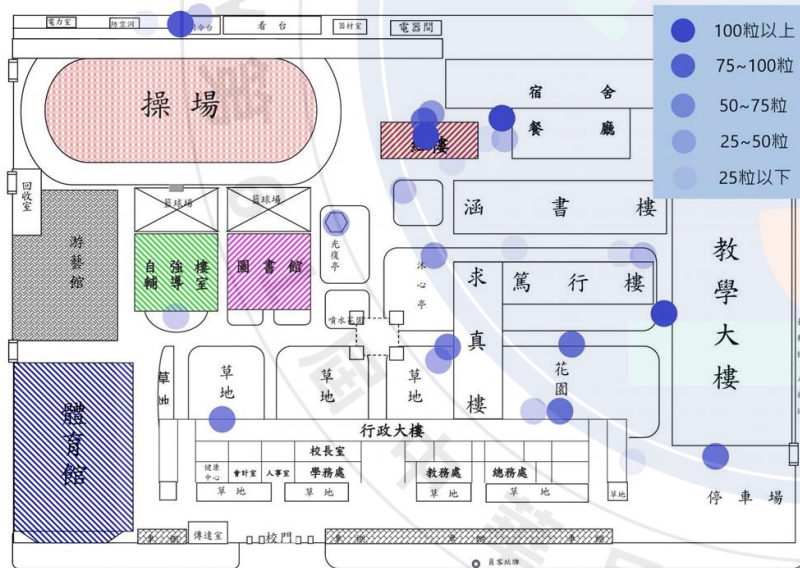
圖十六、每週總產卵數趨勢圖

圖十七、每週平均產卵陽性率趨勢圖

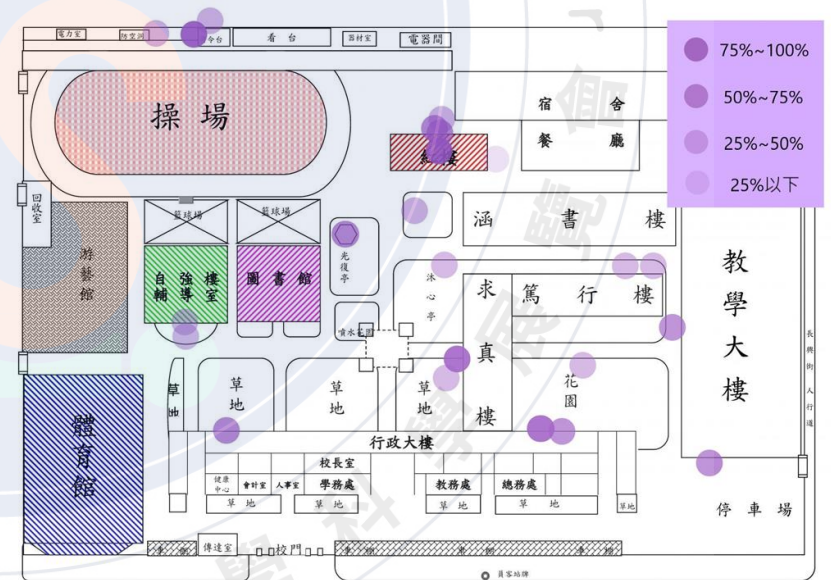
研究結果與討論

五. 校園地圖

- 發現①：鄰近場所的產卵數、陽性率有高有低
- 發現②：白線斑蚊在校園中並沒有特別偏好的產卵場所
- 推測：白線斑蚊的產卵行為受誘卵桶放置處之微環境因子影響



圖十八、校園蚊卵分布地圖



圖十九、校園產卵陽性率地圖

結論

- 一. **環境因子**對白線斑蚊的產卵數、陽性率**影響不大**，均呈低度相關。
- 二. 產卵陽性率與小組總卵數呈高度正相關，且與單桶產卵數呈中度負相關，推測白線斑蚊具有**分散產卵**的特性。
- 三. 產卵數與平均陽性率在**第四週急遽下降**，推測廣置誘卵桶可能可以造成蚊子數量遽減；若**廣置誘卵桶再移除所產的卵**，可使白線斑蚊的數量劇減，可作為**有效的防治方式**。
- 四. 校園內**無特定的孳生熱點**，推測白線斑蚊選擇產卵地點與大環境無關，和誘卵桶**放置位置的微環境**因子有關。