

### 埃及斑蚊及白線斑蚊之生態特性及 傳播病毒能力的文獻回顧

陳易呈<sup>1,2</sup>、陳彥圻<sup>1,2</sup>、鄧華真<sup>1\*</sup>、舒佩芸<sup>1</sup>、李淑英<sup>1</sup>

#### 摘要

在臺灣，埃及斑蚊及白線斑蚊為傳播登革熱之病媒蚊，它們同時也傳播黃熱病毒、屈公病毒、茲卡病毒，造成重大公衛議題。因此，有必要深入了解其生態特性，及傳播病毒能力，以提供精準資訊。本文利用 MEDLINE Complete 資料庫，搜尋「*Aedes aegypti* or *Aedes albopictus*」字串，進行文獻回顧。蚊蟲在臺灣南部夏季日夜溫差範圍(24–35°C)下，發育所需時間最短，成蟲壽命最長，短時間內族群數量急遽上升，造成蚊媒疾病發生風險增加。埃及斑蚊的分布侷限於臺灣部分縣市，但因嗜吸人血、偏好室內(70–80%)棲息、多次吸血行為、高病毒傳播效率，是臺灣有埃及斑蚊分布地區的主要病媒蚊，進行防治時需同時兼顧戶內、戶外防治。白線斑蚊遍及全臺，偏好戶外(≥98%)活動、單次吸血行為、低病毒傳播效率、高沃巴爾氏菌感染，是臺灣有埃及斑蚊分布地區次要病媒蚊，以及無埃及斑蚊分布地區唯一的病媒蚊，可進行戶外防治。依據本篇文獻探討所得數據，推估一隻埃及斑蚊雌蚊一生，在最適狀況及周遭高密度族群下，30 天內可傳播登革病毒 84 人，屈公病毒 2,442 人；白線斑蚊則可傳播登革病毒 8 人，屈公病毒 32 人。有感於埃及斑蚊的高傳播效率，應針對埃及斑蚊進行傳染病預防策略，降低密度，減少人與病毒接觸機會。白線斑蚊遍佈全臺，也具有傳播疾病能力，建議評估發生風險，高風險地區亦須執行預防策略。

**關鍵字：**埃及斑蚊、白線斑蚊、生態特徵、傳播病毒能力、臺灣

<sup>1</sup>衛生福利部疾病管制署檢驗及疫苗研製中心

<sup>2</sup>財團法人國家衛生研究院國家蚊媒傳染病防治研究中心

DOI : 10.6524/EB.201907\_35(13).0001

投稿日期：2018年03月21日

接受日期：2018年07月25日

通訊作者：鄧華真<sup>1\*</sup>

E-mail : hjteng@cdc.gov.tw

## 前言

臺灣橫跨熱帶及亞熱帶地區，終年溫暖潮濕，夏季溫度平均 28–29°C，冬季 15°C。年平均降雨量 2,500 公釐以上，約為世界平均的 2.6 倍[1]，極適合蚊蟲孳生。目前臺灣地區共有 132 種蚊蟲[2]，主要的病媒蚊種類包括埃及斑蚊 *Aedes aegypti* L.、白線斑蚊 *Ae. albopictus* Skuse、三斑家蚊 *Culex tritaeniorhynchus* Giles、環紋家蚊 *Cx. annulus* Theobald、白頭家蚊 *Cx. fuscocephala* Theobald、矮小瘧蚊 *Anopheles minimus* L. 以及中華瘧蚊 *An. sinensis* Wiedemann。其中，埃及斑蚊及白線斑蚊，可傳播多種病毒，引發登革熱、屈公病、黃熱病及茲卡病毒感染症。

登革熱自臺灣光復以後，沉寂 40 年，而後 1981 年於屏東縣琉球鄉，發生第二型登革熱大流行，預估當時島上有 80% 以上的人口感染[3]。臺灣本島則於 1987 年，在高雄地區爆發登革熱疫情，第二年病例數高達 5,000 例。2002 年，在臺南、高雄、屏東地區和澎湖縣，再度發生 5,336 例本土病例。2004–2013 年，每年有一個 202–2,000 例不等的疫情。2014–2015 年，在高雄及臺南地區爆發大流行，病例數分別為 15,492 及 43,419 例。2016 年的本土病例數，則大幅下降至 381 例，2017 年 10 例。屈公病自 2007 年 7 月納入通報疾病，截至 2017 年 12 月 31 日，共檢出 105 例境外移入病例。茲卡病毒感染症於 2016 年 1 月納入通報疾病，截至 2017 年 12 月 31 日，共檢出 17 例境外移入病例。黃熱病自 1990 年監測以來，均無病例檢出[4]。

在臺灣，不管是登革熱、屈公病、黃熱病或茲卡病毒感染症，均屬於旅遊傳染病。登革熱除 4 次跨年流行（1987–1988 登革病毒第一型、2001–2002 登革病毒第二型、2009–2010 登革病毒第三型、2014–2015 登革病毒第一型）外，其他年度多因病毒自流行地區帶回臺灣，傳給本地病媒蚊，引發本土疫情[5]。雖然屈公病、黃熱病、茲卡病毒感染症個案，僅自國外感染病毒，但因臺灣具有傳播能力之病媒蚊，以及伺機而入的病毒，隨時都有發生流行的風險。因此，本文回顧歷史文獻，透過分析病媒蚊的生活史、棲息環境、飛行距離、吸血行為、病毒傳播，以及經卵傳播能力，探討埃及斑蚊及白線斑蚊，在傳播疾病中所扮演的角色，提供預防疾病發生之參考。

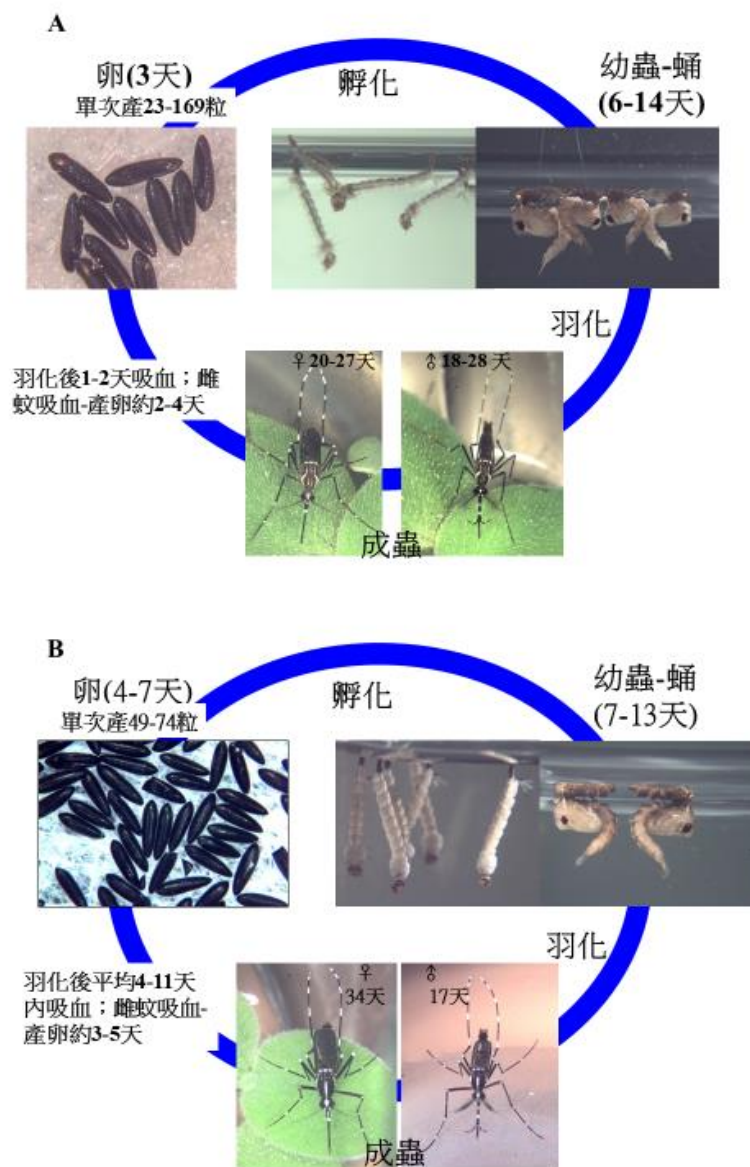
## 材料與方法

利用 MEDLINE Complete 資料庫，以「*Aedes aegypti* or *Aedes albopictus*」字串搜尋文獻。截至 2018 年 3 月 20 日，共搜得 10,546 篇文獻。接著，檢視題目及摘要，包含文章是否使用英文書寫、是否具有關鍵字 *Aedes aegypti*、*Aedes albopictus*、內容是否涵蓋本文之六大主題，篩選出相關文章 55 篇。再輔以 Google 搜尋引擎，找到中文書目 2 篇、英文書目 4 篇、中文期刊 2 篇與網頁資料 3 篇，共計 66 篇。另外，根據文獻所得數據，繪製登革熱與屈公病傳播示意圖，乃依最佳狀況下，計算 30 天內可傳播的人數。

## 結果

### 埃及斑蚊／白線斑蚊生活史

蚊蟲一生分為卵、幼蟲、蛹、成蟲，共四個時期，各階段之發育受到溫度顯著影響[6, 7]。在臺灣南部夏季日夜溫度範圍(24–35°C)內[1]，埃及斑蚊卵孵化需3天、幼蟲–蛹6–14天、雌蚊壽命20–27天、雄蚊壽命18–28天(圖一A及表一)；白線斑蚊卵孵化需4–7天、幼蟲–蛹7–13天、雌蚊壽命34天、雄蚊壽命17天(圖一B及表一)。埃及斑蚊在溫度低於12°C或高於40°C的環境下，卵無法孵化，幼蟲亦無法存活，但在16–36°C範圍內，卵孵化天數，隨溫度降低而延長[8,9]。白線斑蚊的卵，適應低溫能力較佳，5°C仍可孵化，但幼蟲無法存活，在15°C環境中，則擁有最長的幼蟲–蛹發育所需時間(32–35天)[10]。



圖一、在臺灣南部夏季日夜溫度範圍(24–35°C)內，埃及斑蚊(A)及白線斑蚊(B)之生活史

表一、溫度對埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲存活率與各階段生命週期的影響[8-13]。

蚊蟲種類	溫度 (°C)	幼蟲存活率 (%)	各發育階段天數 (日)			
			卵-孵化	幼蟲-蛹	雌蚊	雄蚊
埃及斑蚊	12	0	-	-	-	-
	16	20	12	30-40	13	12
	20	66	-	15	-	-
	22	-	7	23	29	31
	24	88	-	9	23	-
	28	90	3	7-14	25-27	18-28
	32	87	-	6	-	-
	33	-	3	14	20	20
	36	62	3	6-9	9	9
	37	80	-	8	-	-
	38	63	-	8	-	-
	39	1	-	13	-	-
40	0	-	0	-	-	
白線斑蚊	5	0	11	-	-	-
	10	0	2	-	-	-
	15	-	7-42	32-35	-	-
	20	63	3-10	14-24	-	-
	24	64	7	11-13	-	-
	25	-	5	10	-	-
	28	72	4	8-10	34	17
	30	-	7	9	-	-
	32	79	4	7-8	-	-
	35	-	7	12	-	-
	36	60	3	9	-	-
	40	0	-	-	-	-

成蚊羽化後，先吸食花蜜或植物汁液，並於 1-2 天內完成交尾。埃及斑蚊雌蚊一生僅交尾一次，雄蚊一次可使 5-6 隻雌蚊受精，之後需 2 天時間補充精液[10]。溫度亦會影響雌蚊的生理週期（表二）。在臺灣南部夏季日夜溫度範圍(24-35°C)內，埃及斑蚊雌蚊羽化後 2 天內完成吸血，一次可產下 23-169 顆卵[8]，並平均在 2.3-4.1 天內完成一個生殖週期[9]。白線斑蚊雌蚊，最快羽化後 2 天初次吸血，平均為 4.2-10.8 天，一次可產下 49-74 粒卵，生殖週期平均需 3.5-4.5 天，一生至多可吸 8 次血，平均落在 1.3-3.9 次之間[10]。臺灣南部三縣市冬季（12-2 月）最低平均溫度為 17.6 °C [1]，依據表一、表二數據，推測埃及斑蚊及白線斑蚊，在臺灣南部終年可產卵發育。

表二、溫度對埃及斑蚊與白線斑蚊吸血行為與產卵週期的影響[8-10,13-15]。

蚊蟲種類	溫度(°C)	羽化至初次吸血所需天數		產卵週期		
		平均	最小值	單次產卵數	一生可循環次數(範圍)	單次循環天數
埃及斑蚊	16	4	-	0	-	7.4
	20	2.5	-	46	-	7.6
	22	-	0.8	122	-	5
	26	1.2	-	77	-	3
	28	-	-	169	-	3.3
	30	1.4	-	71.4	1.42(1-3)	2.4
	33	-	-	48	-	2.3
	35	1.7	-	23	-	4.1
	36	-	-	23	-	2.2
	37	2	-	-	-	1.9
白線斑蚊	15	15	6	-	-	-
	20	5.4	2	51	1.7(1-4)	8.1
	25	5.5	2	65	3.1(1-8)	4.5
	30	4.2	2	74	3.9(1-7)	3.5
	35	10.8	2	49	1.3(1-2)	4.4

此外，相對濕度(related humidity, % RH)也是影響斑蚊發育的因素。斑蚊的卵於 26°C 時在 25%、55% RH 兩個低濕度組別，具有較高的死亡率，而 75%、95% RH 死亡率較低[16]。白線斑蚊成蚊壽命在 60%–90% RH 環境中影響不大[11]，但也有研究指出 35% RH 的組別，相較 80% RH 的組別，白線斑蚊減少 20% 的壽命，埃及斑蚊則減少 42% [17]。

### 斑蚊分布與棲息行為

埃及斑蚊及白線斑蚊的地理分布與溫度有關[10,18–26]。埃及斑蚊無法越冬，白線斑蚊對低溫耐受力較強[19]，可以卵期越冬[10]。因此，埃及斑蚊僅分布於 10°C 等溫線以內之熱帶、亞熱帶地區；白線斑蚊可分布於較冷之溫帶地區[10,20,21]。一般而言，埃及斑蚊分布高度在海拔 1,000 公尺以下[22]，但在墨西哥與尼泊爾仍有海拔 2,100 公尺的採集記錄[23,24]。在臺灣，埃及斑蚊分布於北迴歸線以南，包括臺南市、高雄市、屏東縣、臺東市、澎湖縣馬公市及望安鄉[25]。白線斑蚊原分布於亞洲熱帶及溫帶地區，但近 30 年藉由人類移動，以及自亞洲大量輸出之廢棄輪胎和富貴竹，白線斑蚊逐步入侵北美、南美、非洲及歐洲[26]。目前，臺灣白線斑蚊廣泛分布於海拔 1,500 公尺以下之地區，最高海拔採集記錄為 1,760 公尺 [25]，但在尼泊爾 1,750–2,100 公尺高度下，仍有採集記錄[24]。

除了地理分布，兩種病媒蚊偏好環境也有所差異。埃及斑蚊(70–80%)喜棲息於住家內，而白線斑蚊( $\geq 98\%$ )則多在戶外棲息[10]。埃及斑蚊雌蚊偏好室內，或住家附近之人造容器中產卵[27]，在室內的誘蚊產卵器中，捕獲雌蚊隻數、陽性率約為室外 2 倍[28]。白線斑蚊產卵選擇範圍較廣，可於人造容器及戶外天然容器中產卵[26,29]。因此建議防治埃及斑蚊，必須進到住家，進行戶內、外防治，而白線斑蚊可著重於戶外防治。

### 飛行距離

雌蚊飛行的目的為覓食（可吸食露水、花蜜或血液）、覓偶及產卵；雄蚊則為覓食（吸食露水或花蜜）及覓偶[27,29,30]。斑蚊分散產卵的習性[31]，使雌蚊飛行範圍增加。研究飛行距離的方法有兩種，分別為標記釋放回捕法 (Mark-release-recapture method)，以及銻標記卵法 (Rubidium-marked egg method)。早期利用前者進行研究，顯示多數埃及斑蚊(96.8–99%)飛行距離不超過 100 公尺，並且受到村莊內的布局及房屋距離影響，不隨季節及年齡改變[32]，推測可能與食物及孳生源的分布有關。相對來說，白線斑蚊飛行距離較遠，在美國密蘇里州，捕回有標記的族群中，雌蚊最遠飛行距離為 525 公尺，雄蚊則為 225 公尺，但僅有 11.1%的蚊蟲移動超過 100 公尺[33]。1995 年，首度使用標記卵，進行雌蚊產卵飛行距離之研究[34]。在巴西，釋放吸血一天之埃及斑蚊，3–6 天後，可於 100–800 公尺內發現標記卵，而白線斑蚊則於 0–800 公尺內發現標記卵[30]，但因誘蚊產卵器最遠放置於 800 公尺處，因此兩蚊種產卵之活動範圍可能更遠。現有資料均指出，吸血後埃及斑蚊雌蚊的飛行散佈距離，與孳生源分布具有顯著關係[32,34,35]，雌蚊會因為無合適產卵環境，而飛行更遠的距離。參考上述調查，藥劑施作半徑訂在 100 公尺，應可殺死 96.8%埃及斑蚊雌蚊[32]，88.9%白線斑蚊雌蚊[33]。並且自病人、病媒蚊體內監測到病毒時，除了噴灑藥劑殺死成蚊外，清除外圍孳生源，輔以有黏紙的誘蚊產卵器，能縮小病媒蚊之飛行距離。

### 斑蚊吸血行為

斑蚊雌蚊口器呈針狀，可刺穿宿主皮膚吸血，而血液提供卵巢發育必需之胺基酸[36]。斑蚊本身無血紅素，因此檢測雌蚊體內血紅素的量，即可推估吸血量，結果顯示埃及斑蚊雌蚊最大吸血量為 6.5 $\mu$ L，但吸血超過 4 $\mu$ L 的個體，即喪失尋找宿主與吸血的意願[37]；白線斑蚊的最大吸血量則為 6 $\mu$ L[38]。兩種病媒蚊均於白天活動，埃及斑蚊吸血高峰於下午 4–5 點，次高峰落在上午 9–10 點；白線斑蚊亦可見晨昏二個吸血高峰，分別為日出前後 1–2 小時，以及日落前 2–3 小時，且下午高峰較上午高[3]。兩者吸血行為有所不同，埃及斑蚊屬多宿主、多次吸血行為，且極易受到驚擾，40%個體需吸血兩次以上，才能取得一次生殖循環所需的

血量，整體平均則為 1.4 次；白線斑蚊屬單宿主、單次吸血行為，過程中不易受驚動而中斷，會在同一宿主吸飽後才離開[39–41]。對於兩蚊種的宿主選擇，有文獻指出在居家環境中，1% 埃及斑蚊檢出多血源（人血與牛血），而白線斑蚊只吸人血。牛棚環境中，仍有 17.6% 埃及斑蚊檢測出多血源（人血與牛血），而白線斑蚊只吸牛血。顯示埃及斑蚊嗜吸人血，白線斑蚊則為機會主義者[41]。另外，泰國的調查顯示 11.7% 埃及斑蚊體內，檢測出兩種宿主血液，並有紀錄到吸食三種宿主血源的個體；而白線斑蚊檢測出兩種宿主血液的比率僅 6.1%，並無任何檢體觀察到三種血源[42]。由上述調查可歸納出，埃及斑蚊確實具有多宿主，以及嗜吸人血的習性。此外，宿主體溫是另一個吸引蚊蟲的因素，研究指出 38.5°C、40°C 的高溫組別，可吸引較多埃及斑蚊，若病人感染後發燒，可能更容易吸引蚊蟲叮咬[43]。

### 病毒傳播能力

當雌蚊叮咬帶病毒的宿主時，病毒會隨著血液進入蟲體內，病毒增殖後進入唾液腺，當雌蚊再次吸血時，病毒經由唾液進入新宿主血液中。埃及斑蚊及白線斑蚊可傳播的病毒包括登革病毒、茲卡病毒、黃熱病毒及屈公病毒。其中，前三者同屬黃病毒科(Flaviviridae)，黃病毒屬(Flavivirus)，後者則屬披膜病毒科(Togaviridae)， $\alpha$  病毒屬(Alphavirus)。其中，屈公病毒傳播速率最快，病毒進入蚊蟲體內後，僅需 2 天增殖，即可傳播給新宿主[44]。登革病毒、茲卡病毒，以及黃熱病毒則需時 8–12 天[45–47]。

傳染力模式推估涉及變數甚多，若以最適狀況進行簡單推估，假設一隻埃及斑蚊雌蚊壽命為 30 天，羽化後第 2 天吸血[8]，每 3 天一次生殖循環[9]，一次生殖循環叮咬 3 人[40,42]，吸食登革病毒至唾液腺為 8 天[47]，人的潛伏期 5 天[22]，則此個體一生可感染 24 人。假設環境中，埃及斑蚊密度高，每位登革熱感染者具有傳染力之後，第一時間再被其他埃及斑蚊叮咬，將登革熱傳播出去，則 30 天之內可感染 78 人（圖二 A）。相同條件下，屈公病毒至唾液腺僅需 2 天[44]，此個體一生可感染 30 人，假設環境中，埃及斑蚊密度高，則 30 天內可感染 2,442 人（圖二 B）。

假設一隻白線斑蚊雌蚊壽命為 30 天，羽化後第 4 天吸血，每 4 天一次生殖循環[10]，一次生殖循環叮咬 1 人[41]，吸食登革病毒至唾液腺為 8 天[47]，人的潛伏期 5 天[22]，則此個體一生可感染 5 人。假設環境中，白線斑蚊密度高，則 30 天之內可感染 8 人（圖二 C）。相同條件下，屈公病毒至唾液腺僅需 2 天[44]，此個體一生可感染 7 人，假設環境中，白線斑蚊密度高，則 30 天內可感染 32 人（圖二 D）。



圖二、病媒雌蚊病毒傳播示意圖，(A)埃及斑蚊傳播登革病毒示意圖，假設羽化後第 2 天吸血，每 3 天一次生殖循環(GC, gonotrophic cycle)，一次生殖循環叮咬 3 人，吸食登革病毒至唾液腺時間(EIP, extrinsic incubation period)為 8 天，人的潛伏期(IIP, intrinsic incubation period)為 5 天；(B)埃及斑蚊傳播屈公病毒示意圖，假設同(A)，惟吸食屈公病毒至唾液腺時間為 2 天；(C)白線斑蚊傳播登革病毒示意圖，假設羽化後第 4 天吸血，每 4 天一次生殖循環，一次生殖循環叮咬 1 人，吸食登革病毒至唾液腺時間為 8 天，人的潛伏期為 5 天；(D)白線斑蚊傳播屈公病毒示意圖，假設同(C)，惟吸食屈公病毒至唾液腺時間為 2 天。(C) (D)因圖解問題，圖形以+N 代表後續 30 日內新增感染人數

病媒能力(Vector capacity)因病毒型別、基因型別、蚊蟲種類與品系而有差異。就登革病毒而言，埃及斑蚊和白線斑蚊的感染、傳播效率有所差異[48–50]。研究人員利用胸腔注射第一型登革病毒，感染高雄地區的埃及斑蚊和白線斑蚊，兩週後，埃及斑蚊感染率為 67%，傳播率為 50%，白線斑蚊感染率與傳播率僅 3%。三週後，埃及斑蚊均感染病毒，傳播率增為 83%，白線斑蚊感染率仍維持於 3%，顯示埃及斑蚊的感染及傳播效率顯著高於白線斑蚊[48]。其他國家研究報告亦觀察



到相似的現象。Vazeille 等人，利用血餐餵食第二型登革病毒，感染越南和泰國品系之兩種病媒蚊，結果顯示所有品系埃及斑蚊的感染率(93–100%)皆高於白線斑蚊(7–46%)[49]。此外，分析臺灣本土登革熱病例與病媒蚊之間地理分布的關係，顯示臺灣地區埃及斑蚊為傳播登革熱之主要蚊種[50]。

另外，病媒蚊受到沃巴爾氏菌感染，亦會影響病毒在蚊體內之複製或傳播[51–53]。雖然作用機制不明，但此菌之抑制效果會受到其密度及溫度影響[54]，故有研究顯示感染此菌之白線斑蚊對屈公病毒[55]及登革病毒[56]感染沒有影響，但亦有研究指出此菌感染會降低病毒傳播，但不會影響病毒量[52]。臺灣本土研究指出，採集自高雄市前鎮區的白線斑蚊，97%以上的個體帶有沃巴爾氏菌，且經實驗證明可降低登革病毒量[57]。

### 登革病毒經卵垂直傳播在登革熱流行病學所扮演的角色

在實驗室，登革病毒被證實能夠由雌蚊經卵垂直傳播至第七代，但會因病毒型別、地區蚊蟲種類及品系而有所差異。Rosen 等人進行一次感染研究，利用胸腔注射四型病毒，感染 5 個埃及斑蚊品系，以及 6 個白線斑蚊品系，結果顯示埃及斑蚊僅波多黎各品系可垂直感染第一型病毒，最低感染率為 1/1,543，而白線斑蚊均可垂直感染四型病毒，最低感染率第一型 1/200–1/579（6 個品系）、第二型 1/408–1/2,193（6 個品系）、第三型 1/320–1/4,420（3 個品系），以及第四型病毒 1/194–1/535（5 個品系）[58]。Joshi 等人利用胸腔注射第三型病毒，感染埃及斑蚊，病毒量在第一代及第二代的蚊蟲體內，均有上升的趨勢，接下來的子代則趨向穩定，該篇研究報告僅持續觀察至第七代，顯示垂直傳播至少可持續至第七代[59]。臺灣本土研究則指出，高雄品系之埃及斑蚊可垂直傳播第一型病毒，其垂直傳播感染率為 1/133.6–1/254.6[60]。

雌蚊以外的個體（卵、幼蟲、蛹、雄蚊）皆不吸血，且雄蚊可能透過交尾而得到病毒。因此透過野外採集，直接進行病毒檢測，可以瞭解野外環境中，發生垂直及平行傳播的機率。但因為目前正反兩方均有佐證報告，因此結論仍無法定奪。例如在巴西的調查中，病媒蚊幼蟲體內能夠偵測到病毒，陽性率為 1.6–28/1,000[61–63]，但部分文獻則記載未能檢出[64,65]。臺灣本土研究也曾對南部埃及斑蚊雄蚊，以及白線斑蚊雄蚊做過四年大規模的篩檢，不過並未驗出登革病毒[66]。因此，垂直傳播在登革熱流行病學所扮演的角色仍不清楚。目前學界仍以雌蚊吸到帶病毒的血液開始，啟動疾病傳播循環為準則。

### 結論

臺灣傳播登革病毒的兩種病媒蚊，同時也傳播多種疾病，造成重大公衛議題。本文利用文獻回顧，分析兩種病媒蚊之生活史、分布與棲息行為、飛行距離、斑蚊吸血行為、病毒傳播能力，以及登革病毒經卵傳播角色之差異。埃及斑蚊分布範圍小，但因嗜吸人血、偏好室內棲息、多人次吸血行為、高病毒傳播效率，

是臺灣主要病媒蚊，進行防治時須同時兼顧戶內、戶外防治。白線斑蚊遍及全臺，偏好戶外活動、單人次吸血行為、低病毒傳播效率、高沃巴爾氏菌感染，是臺灣次要病媒蚊，可進行戶外防治。參考本篇文獻回顧所得數據進一步推估，在 30 天內，一隻埃及斑蚊雌蚊一生，至多可傳播登革病毒 84 人，屈公病毒 2,442 人；白線斑蚊至多可傳播登革病毒 8 人，屈公病毒 32 人。有感於埃及斑蚊之高病毒傳播效率，加上臺灣適合病媒蚊孳生的氣候，應針對埃及斑蚊進行傳染病預防策略，降低密度，減少人與病毒接觸機會。白線斑蚊遍佈全臺，也具有傳播疾病能力，建議評估發生風險，高風險地區亦需執行預防策略。此外，根據文獻觀察之飛行距離，建議藥劑施作半徑訂於 100 公尺，不論埃及斑蚊或白線斑蚊，應能有效降低族群數量。

## 誌謝

感謝朱美蓮小姐拍攝蚊蟲照片及蔡振輝先生提供稿件修正意見，特此申謝。

## 參考文獻

1. 交通部中央氣象局：臺灣氣候特徵簡介。取自：[http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/climate\\_info/taiwan\\_climate/taiwan\\_1.html](http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/climate_info/taiwan_climate/taiwan_1.html)。
2. 連日清：臺灣蚊種檢索。臺北：藝軒圖書出版社，2004。
3. 衛生福利部疾病管制署：登革熱／屈公病防治工作指引。第十版。臺北市：衛生福利部疾病管制署，2017。
4. 衛生福利部疾病管制署：傳染病介紹。取自：<https://www.cdc.gov.tw/Disease/Index>。
5. Chang SF, Yang CF, Hsu TC, et al. Laboratory-based surveillance and molecular characterization of dengue viruses in Taiwan, 2014. *Am J Trop Med Hyg* 2016; 94(4): 804–11.
6. Teng HJ, Apperson CS. Development and survival of immature *Aedes albopictus* and *Aedes triseriatus* (Diptera: Culicidae) in the laboratory: effects of density, food, and competition on response to temperature. *J Med Entomol* 2000; 37(1): 40–52.
7. 吳懷慧、張念台。溫度、水質及酸鹼度對埃及斑蚊與白線斑蚊幼蟲取食及發育之影響。中華昆蟲 1993；13(1)：33–44。
8. Carrington LB, Armijos MV, Lambrechts L, et al. Effects of fluctuating daily temperatures at critical thermal extremes on *Aedes aegypti* life-history traits. *PLoS One* 2013; 8(3): e58824.
9. Marinho RA, Beserra EB, Bezerra-Gusmao MA, et al. Effects of temperature on the life cycle, expansion, and dispersion of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in three cities in Paraiba, Brazil. *J Vector Ecol* 2016; 41(1): 1–10.

10. Delatte H, Gimonneau G, Triboire A, et al. Influence of temperature on immature development, survival, longevity, fecundity, and gonotrophic cycles of *Aedes albopictus*, vector of chikungunya and dengue in the Indian Ocean. *J Med Entomol* 2009; 46(1): 33–41.
11. Waldock J, Chandra NL, Lelieveld J, et al. The role of environmental variables on *Aedes albopictus* biology and chikungunya epidemiology. *Pathog Glob Health* 2013; 107(5): 224–41.
12. Eisen L, Monaghan AJ, Lozano-Fuentes S, et al. The impact of temperature on the bionomics of *Aedes (Stegomyia) aegypti*, with special reference to the cool geographic range margins. *J Med Entomol* 2014; 51(3): 496–516.
13. Goindin D, Delannay C, Ramdini C, et al. Parity and longevity of *Aedes aegypti* according to temperatures in controlled conditions and consequences on dengue transmission risks. *PLoS One* 2015; 10(8): e0135489.
14. Johnson HA. Note on the continuous rearing of *Aedes aegypti* in the laboratory. *Public Health Rep* 1937; 52(35): 1177–9.
15. Brady OJ, Golding N, Pigott DM, et al. Global temperature constraints on *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus* persistence and competence for dengue virus transmission. *Parasit Vectors* 2014; 7: 338.
16. Juliano SA, O'Meara GF, Morrill JR, et al. Desiccation and thermal tolerance of eggs and the coexistence of competing mosquitoes. *Oecologia* 2002; 130(3): 458–69.
17. Reiskind MH, Lounibos LP. Effects of intraspecific larval competition on adult longevity in the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. *Med Vet Entomol* 2009; 23(1): 62–8.
18. Tsai PJ, Lin TH, Teng HJ, et al. Critical low temperature for the survival of *Aedes aegypti* in Taiwan. *Parasit Vectors* 2018; 11(1): 22.
19. Chang LH, Hsu EL, Teng HJ, et al. Differential survival of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) larvae exposed to low temperatures in Taiwan. *J Med Entomol* 2007; 44(2): 205–10.
20. Mitchell CJ. Geographic spread of *Aedes albopictus* and potential for involvement in arbovirus cycles in the Mediterranean basin. *J Vector Ecol* 1995; 20(1): 44–58.
21. Kobayashi M, Nihei N, Kurihara T. Analysis of northern distribution of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Japan by geographical information system. *J Med Entomol* 2002; 39(1): 4–11.
22. WHO. Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control – New edition. Geneva: World Health Organization, 2009; 1–147.

23. Lozano-Fuentes S, Hayden MH, Welsh-Rodriguez C, et al. The dengue virus mosquito vector *Aedes aegypti* at high elevation in Mexico. *Am J Trop Med Hyg* 2012; 87(5): 902–9.
24. Dhimal M, Gautam I, Joshi HD, et al. Risk factors for the presence of chikungunya and dengue vectors (*Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*), their altitudinal distribution and climatic determinants of their abundance in central Nepal. *PLoS Negl Trop Dis* 2015; 9(3): e0003545.
25. 羅林巧、王智源、鄧華真。2009-2011 年臺灣地區登革熱病媒蚊分布調查。疫情報導 2014 ; 30(15) : 304–10。
26. Paupy C, Delatte H, Bagny L, et al. *Aedes albopictus*, an arbovirus vector: from the darkness to the light. *Microbes Infect* 2009; 11(14–15): 1177–85.
27. Christophers SR. *Aedes aegypti* (L.), the Yellow Fever Mosquito. Its life history, bionomics, and structure. New York: Cambridge University Press, 1960; 1–739.
28. Wu HH, Wang CY, Teng HJ, et al. A dengue vector surveillance by human population-stratified ovitrap survey for *Aedes* (Diptera: Culicidae) adult and egg collections in high dengue-risk areas of Taiwan. *J Med Entomol* 2013; 50(2): 261–9.
29. Estrada-Franco JG, Craig GBJ. Biology, Disease Relationships, and Control of *Aedes albopictus*. Pan American Health Organization, Pan American Sanitary Bureau, Regional Office of the World Health Organization, 1995; 1–49.
30. Honorio NA, Silva Wda C, Leite PJ, et al. Dispersal of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in an urban endemic dengue area in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2003; 98(2): 191–8.
31. Colton YM, Chadee DD, Severson DW. Natural skip oviposition of the mosquito *Aedes aegypti* indicated by codominant genetic markers. *Med Vet Entomol* 2003; 17(2): 195–204.
32. Harrington LC, Scott TW, Lerdthusnee K, et al. Dispersal of the dengue vector *Aedes aegypti* within and between rural communities. *Am J Trop Med Hyg* 2005; 72(2): 209–20.
33. Niebylski ML, Craig GB, Jr. Dispersal and survival of *Aedes albopictus* at a scrap tire yard in Missouri. *J Am Mosq Control Assoc* 1994; 10(3): 339–43.
34. Reiter P, Amador MA, Anderson RA, et al. Short report: dispersal of *Aedes aegypti* in an urban area after blood feeding as demonstrated by rubidium-marked eggs. *Am J Trop Med Hyg* 1995; 52(2): 177–9.
35. Edman JD, Scott TW, Costero A, et al. *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) movement influenced by availability of oviposition sites. *J Med Entomol* 1998; 35(4): 578–83.

36. Dimond JB, Lea AO, Hahnert WF, et al. The amino acids required for egg production in *Aedes aegypti*. *Can Entomol* 1956; 88(2): 57–62.
37. Klowden MJ, Lea AO. Blood meal size as a factor affecting continued host-seeking by *Aedes aegypti* (L.). *Am J Trop Med Hyg* 1978; 27(4): 827–31.
38. Konishi E. Size of blood meals of *Aedes albopictus* and *Culex tritaeniorhynchus* (Diptera: Culicidae) feeding on an unrestrained dog infected with *Dirofilaria immitis* (Spirurida: Filariidae). *J Med Entomol* 1989; 26(6): 535–8.
39. Scott TW, Amerasinghe PH, Morrison AC, et al. Longitudinal studies of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) in Thailand and Puerto Rico: blood feeding frequency. *J Med Entomol* 2000; 37(1): 89–101.
40. Scott TW, Clark GG, Lorenz LH, et al. Detection of multiple blood feeding in *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) during a single gonotrophic cycle using a histologic technique. *J Med Entomol* 1993; 30(1): 94–9.
41. Tandon N, Ray S. Host Feeding Pattern of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Kolkata India. *Dengue Bull* 2000; 24: 117–20.
42. Ponlawat A, Harrington LC. Blood feeding patterns of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Thailand. *J Med Entomol* 2005; 42(5): 844–9.
43. Corfas RA, Vosshall LB. The cation channel TRPA1 tunes mosquito thermotaxis to host temperatures. *ELife* 2015; 4: e11750.
44. Dubrulle M, Mousson L, Moutailler S, et al. Chikungunya virus and *Aedes* mosquitoes: saliva is infectious as soon as two days after oral infection. *PLoS One* 2009; 4(6): e5895.
45. Boorman JP, Porterfield JS. A simple technique for infection of mosquitoes with viruses; transmission of Zika virus. *Trans R Soc Trop Med Hyg* 1956; 50(3): 238–42.
46. Gubler DJ. Dengue viruses. In: Mahy BW, Regenmortel MH, editors. *Desk Encyclopedia of Human and Medical Virology*. Boston: Academic Press, 2010; 372–82.
47. 衛生福利部疾病管制署：登革熱。取自：<https://www.cdc.gov.tw/Disease/SubIndex/WYbKe3aE7LiY5gb-eA8PBw>。
48. Chen WJ, Wei HL, Hsu EL, et al. Vector competence of *Aedes albopictus* and *Ae. aegypti* (Diptera: Culicidae) to dengue 1 virus on Taiwan: development of the virus in orally and parenterally infected mosquitoes. *J Med Entomol* 1993; 30(3): 524–30.
49. Vazeille M, Rosen L, Mousson L, et al. Low oral receptivity for dengue type 2 viruses of *Aedes albopictus* from Southeast Asia compared with that of *Aedes aegypti*. *Am J Trop Med Hyg* 2003; 68(2): 203–8.

50. Tsai PJ, Teng HJ. Role of *Aedes aegypti* (Linnaeus) and *Aedes albopictus* (Skuse) in local dengue epidemics in Taiwan. *BMC Infect Dis* 2016; 16(1): 662.
51. Walker T, Johnson PH, Moreira LA, et al. The wMel *Wolbachia* strain blocks dengue and invades caged *Aedes aegypti* populations. *Nature* 2011; 476(7361): 450–3.
52. Mousson L, Zouache K, Arias-Goeta C, et al. The native *Wolbachia* symbionts limit transmission of dengue virus in *Aedes albopictus*. *PLoS Negl Trop Dis* 2012; 6(12): e1989.
53. Mains JW, Brelsfoard CL, Rose RI, et al. Female adult *Aedes albopictus* suppression by *Wolbachia*-infected male mosquitoes. *Sci Rep* 2016; 6: 33846.
54. Ye YH, Carrasco AM, Dong Y, et al. The effect of temperature on *Wolbachia*-mediated dengue virus blocking in *Aedes aegypti*. *Am J Trop Med Hyg* 2016; 94(4): 812–9.
55. Mousson L, Martin E, Zouache K, et al. *Wolbachia* modulates chikungunya replication in *Aedes albopictus*. *Mol Ecol* 2010; 19(9): 1953–64.
56. Lu P, Bian G, Pan X, et al. *Wolbachia* induces density-dependent inhibition to dengue virus in mosquito cells. *PLoS Negl Trop Dis* 2012; 6(7): e1754.
57. Tsai CH, Chen TH, Lin C, et al. The impact of temperature and *Wolbachia* infection on vector competence of potential dengue vectors *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in the transmission of dengue virus serotype 1 in southern Taiwan. *Parasit Vectors* 2017; 10(1): 551.
58. Rosen L, Shroyer DA, Tesh RB, et al. Transovarial transmission of dengue viruses by mosquitoes: *Aedes albopictus* and *Aedes aegypti*. *Am J Trop Med Hyg* 1983; 32(5): 1108–19.
59. Joshi V, Mourya DT, Sharma RC. Persistence of dengue-3 virus through transovarial transmission passage in successive generations of *Aedes aegypti* mosquitoes. *Am J Trop Med Hyg* 2002; 67(2): 158–61.
60. Chen WJ, Tsai SM, Chen SL, et al. [A study on transovarial transmission of dengue type 1 virus in *Aedes aegypti*]. *Zhonghua Min Guo Wei Sheng Wu Ji Mian Yi Xue Za Zhi* 1990; 23(4): 259–70.
61. Cecílio AB, Campanelli ES, Souza KP, et al. Natural vertical transmission by *Stegomyia albopicta* as dengue vector in Brazil. *Braz J Biol* 2009; 69(1): 123–7.
62. Martins VE, Alencar CH, Kamimura MT, et al. Occurrence of natural vertical transmission of dengue-2 and dengue-3 viruses in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in Fortaleza, Ceara, Brazil. *PLoS One* 2012; 7(7): e41386.

63. Serufo JC, de Oca HM, Tavares VA, et al. Isolation of dengue virus type 1 from larvae of *Aedes albopictus* in Campos Altos city, State of Minas Gerais, Brazil. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 1993; 88(3): 503–4.
64. Pinheiro VC, Tadei WP, Barros PM, et al. Detection of dengue virus serotype 3 by reverse transcription-polymerase chain reaction in *Aedes aegypti* (Diptera, Culicidae) captured in Manaus, Amazonas. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 2005; 100(8): 833–9.
65. Zeidler JD, Acosta PO, Barreto PP, et al. Dengue virus in *Aedes aegypti* larvae and infestation dynamics in Roraima, Brazil. *Rev Saude Publica* 2008; 42(6): 986–91.
66. Chen CF, Shu PY, Teng HJ, et al. Screening of dengue virus in field-caught *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) by one-step SYBR green-based reverse transcriptase-polymerase chain reaction assay during 2004–2007 in Southern Taiwan. *Vector Borne Zoonotic Dis* 2010; 10(10): 1017–25.