

台灣蚊化¹

The Mosquito Biology of Taiwan

陳錦生

Chen Chin-Seng

長榮大學校長

摘要

本文介紹台灣常見蚊蟲之生態習性，包括一般生活史，蚊蟲傳染疾病、交配行為、吸血嗜好、人蚊關係及預防和防治方法等問題。根據記錄，目前台灣有 135 種蚊蟲，其中約有 20 種嗜吸人血，但真正傳染疾病的只有四種，分別為：三斑家蚊、環紋家蚊傳染日本腦炎；埃及斑蚊、白線斑蚊傳染登革熱。本文針對登革熱病媒蚊之生態與防治加以介紹，另一方面，論及蚊蟲之引誘劑、忌避劑之原理與效果，文中亦介紹有益蚊蟲和蚊蟲研究之未來發展。

This paper covers the general biology of the mosquito, the reason why some people are prone to mosquito bites, the mating behavior and the relationship between human and mosquito as well as mosquito prevention and control. There are 135 species of mosquito are recorded in Taiwan. Less than 20 species bite humans. At present, two mosquito-borne diseases are still active in Taiwan, i.e, Japanese encephalitis, transmitted by *Culex tritaeniorhynchus* and *Cx. annulus*, and dengue, transmitted by *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*. Part of this discussion focuses on the ecology and control of dengue vectors. Another aspect of this paper covers attractants and repellents of mosquito and the use of beneficial mosquitoes in mosquito control.

關鍵字： 蚊子生態學 (mosquito biology)、登革熱 (dengue)、蚊子傳染疾病 (mosquito-borne diseases)

¹ 本文依據作者 2007/12/14 於成大奇美咖啡演講之錄音整理而成

壹、認識蚊蟲、文蟲 Mosquito

世界上大概沒有一種昆蟲可以跟人類如此地接近，人們只要提到蚊子就深惡痛絕，欲去之而後快。大部份的人，雖然討厭蚊子，卻不想去瞭解蚊子。其實蚊子是不是這麼壞，可進一步了解再下定論。

中文古字的「蚊」，原文其實為文化、文學的「文」，主要是因為蚊蟲體型瘦瘦細細的像是文弱書生，所以叫「文蟲」，單獨一個字則稱為「蚊」，我們現在常說「蚊蟲」，「蟲」其實是多餘的。而英文 Mosquito 一字則為外來語，由西班牙文而來（本來外來語複數直接加 s，但久了，美國人直接把它當作英文使用，因此複數變成要加 es，這點很多人都不太注意。）

蚊子是一種完全變態的昆蟲，從幼蟲變為成蟲是不同形態，牠的生活史分成卵、幼蟲、蛹、成蟲四個階段。蚊子的卵、幼蟲與蛹三個階段皆生活在水中，等到長成成蟲後才飛到陸上生存，因此若要防治蚊蟲，在前三個階段是最容易的。一般而言，在常溫下從卵發育到成蟲大約只需一個星期至十天，不過因為蚊子為冷血動物，故生活史隨溫度高低而異，在一定範圍內，溫度愈高，發育時間愈短。

蚊子身體構造分頭、胸、腹三個部份。蚊子沒有鼻子，因此，藉由頭部的觸角當作嗅覺器官，觸角上的感覺毛很多，有長短粗細、空心、實心之分，功能各有不同，其中最重要的是用以判斷化學物質濃度(特別是二氧化碳)的感覺毛，蚊子主要是藉由觸角搜尋二氧化碳濃度獵物。許多人誤以為蚊子是以複眼來觀察獵物動向，其實不然，蚊子的觸角對於二氧化碳的偵測相當敏感，人在呼吸時吐出的二氧化碳便是吸引蚊子靠近的主要因素。根據研究，蚊子可以偵測大約 100 至 150 英尺遠的二氧化碳。

蚊子沒有鼻子但仍然可以呼吸，主要是利用胸部的氣孔。而他的口器則由六根針所組成，分別是上唇、大顎兩個、小顎兩個，以及舌，其大顎在變態過程中變成鋸齒狀，這是蚊子叮人會讓人覺得痛的原因之一。

一般昆蟲大多有四個翅膀，像蜻蜓螳螂等，但有一類昆蟲卻只有兩個翅膀，即雙翅目(Diptera)昆蟲，蚊子、蒼蠅都屬這類。其實牠們也擁有兩對翅膀，只是後面的翅膀退化成為平衡棍，以利飛行平衡。蚊子同時也是昆蟲裡除了鱗翅目昆蟲外，唯一翅膀上有鱗片(毛)的昆蟲。全世界大約有三千多種蚊子，在分類學上屬於雙翅目的蚊科(Culicidae)，分為家蚊、瘧蚊及巨蚊亞屬，其中家蚊亞屬又可分為家

蚊屬(Culex)、斑蚊屬(Aedes)、叢蚊屬(Armigeres)等。台灣目前有 135 種蚊子，但真正會叮人的只有 20 幾種，其餘種類的蚊子則靠叮咬其他動物來獲取養分；其實大部份的蚊子都吃素，靠吸取植物的汁液維生。而在所有會叮人的蚊蟲當中，只有交配過後的母蚊子才會叮人，公蚊則不會；未交配過的母蚊及公蚊都是靠吸取植物花蜜及汁液生存。而台灣目前 135 種蚊蟲裡，真正會傳染疾病的只有四種：即傳染日本腦炎的三斑家蚊及環蚊家蚊和傳染登革熱的埃及斑蚊及白線斑蚊。

貳、蚊蟲之吸血嗜好

當一大群蚊子在自己頭上飛舞，是非常令人討厭的，其實這是蚊子交配前求偶的現象，這些在頭上飛舞的蚊蟲大部分都是公蚊，不會叮人，飛舞目的在於用翅膀振動的頻率吸引雌蚊。雌蚊會在一旁靜觀其變，找到適當的對象便進行交配。這種蚊蟲群舞(swarming)的情形通常都是一天之中的傍晚或黎明，溫度適當、光度不太亮也不太暗、風速不能太高的條件下。群舞形成時，像一根柱狀物，因此，日本人也稱爲「蚊柱」。

生物學裡提到的「種」(species)的觀念，乃指自然狀況下能交配，並產生正常後代的一群個體。因此生物在演化的過程中，都會避免雜種交配的行爲。蚊子也一樣，雄蚊群舞發出嗡嗡的聲音，其實是翅膀振動的聲音。不同種類的蚊子翅膀發出的聲音頻率不一樣，母蚊會搜尋與自己翅膀振動頻率相同的公蚊交配。但有時候不同種類的蚊子，發出的聲音頻率太過接近會認錯，因此牠們會在交配前再經由六隻腳的表皮碳氫化合物(cuticular hydrocarbons)的接觸來判斷是否同種，這種表皮碳氫化合物其實就是一種觸覺費洛蒙(contact pheromone)。不同種的蚊子牠們的表皮碳氫化合物也不同，母蚊與公蚊一旦發現彼此的碳氫化合物不同，就不會交配，這是一種預防無效交配的機制。

母蚊爲什麼一生只能交配一次呢？在雌蚊體內有稱做儲精囊(spermatheca)的東西，功能類似精子銀行，當公蚊和母蚊交配時，公蚊藉由射精將所有這輩子母蚊需要用到的精子都給了母蚊，母蚊就將這些精子全部儲存在儲精囊裡，因此母蚊一輩子交配一次即可(畢竟有性生殖是非常耗時又耗能的)，但公蚊卻可以交配多次以繁衍後代。因此，如果可以使雄蚊結紮，就可以讓更多的母蚊不孕。利用這個原理，過去曾經實驗，企圖以生物防治的方法，要將公蚊結紮(幅

射或化學不孕劑)，使其無法繁衍後代，但這種方法後來並沒有成功。

另外一個造成母蚊只交配一次的原因是：當公蚊與母蚊交配後，公蚊會在母蚊體內置入一種叫做 **matrone** 的費洛蒙，告知其他公蚊這隻母蚊已經交配過了，其他公蚊察覺到母蚊身上有 **matrone** 時就不會再靠近母蚊了，因此母蚊一生一般只能交配一次。但也有例外，在實驗室特殊條件下，母蚊產過幾次卵後，當 **matrone** 不再作用後，也會有再交配的情形，不過這種「第二春」情形在自然界較少發生。

一般公蚊和未交配的母蚊，都是吸取植物花蜜和汁液取得糖分使其獲得能量，而交配過後的母蚊爲了要獲取蛋白質以培育下一代，才有吸血的行爲。前陣子市面上有種所謂的超音波驅蚊器，號稱機器釋放出來的音波屬於公蚊的音波，商人以爲公蚊的音波可以讓吸血的母蚊因爲不願意再交配而躲開。其實這原理是錯誤的，一方面台灣蚊子種類很多，公蚊的音波各有不同，另一方面，雌蚊只交配一次的原因如前所述，跟母蚊的意願無關，因此，這種所謂驅蚊器的效果可想而知。

參、蚊蟲之吸血引誘物質

蚊蟲吸血的嗜好因種類不同而有差異，一般而言，蚊蟲觸角和小顎鬚的感覺毛數量越多，其叮咬的動物體型就越小，反之，蚊子的感覺毛越少，其叮咬的動物體型越大。因其吸血動物的二氧化碳排出量不一(雞 25 ml/min、人 250 ml/min、牛馬 2500 ml/min)，因此可以從形態判斷蚊蟲的行爲。有人認爲男性被叮咬的頻率比女性高，或是體溫高的女性比體溫低的女性更容易被叮咬，甚至是女性月經週期及不同血型也與被叮咬的頻率高低有關等，但其實原因並非絕對。至於血型，在 165 人的測試中，平均叮咬率分別爲 O 型 5.05，A 型 3.28，B 型 4.25，AB 型 3.28，看起來好像 O 型較多，但統計上差異並不顯著。

吸引蚊蟲接近的因素，可用距離遠近來說明。蚊子靠二氧化碳的濃度搜尋遠距離獵物時(有研究認爲蚊子在 35 公尺以上的距離即可偵測到二氧化碳)，因此越多人聚集的地方蚊子越容易被吸引過來；而在近距離時，靠人類皮膚上的化學物質選擇獵物，人類皮膚表層大約有 120 種以上的化學物質(乳酸、尿酸、胺基酸以及皮膚表皮細菌的代謝物…等)，而每個人皮膚表層上的化學物質組成也有所不同，再配合每個人的體溫高低有所差異，不同種的蚊子也會被不同的化學物質吸引。最適合蚊蟲叮咬的膚溫是 36 度，若穿著太亮或太暗

的布料也容易吸引蚊蟲靠近，因此有太多吸引蚊蟲的因素，我們很難找出一個標準系統，但會吸引蚊蟲的因素大概就是這些。

肆、驅蚊物質

蚊子天生不喜愛的味道是忌避劑(repellents)，在自然界中常發現某些物質有吸引蚊子的效果，但也有很多天然和合成的物質有驅蚊效果，其中天然香茅油(Citronella Oil)具有良好的防蚊效果，還有迷迭香油(Rosemary oil)、薄荷油、檸檬草油(Lemongrass oil)等等，但這些的效果就比較不好。

一般市售化學防蚊液(忌避劑)最常使用的是 Deet(待乙妥)(就是市售歐護防蚊液的主要成分)，化學名為 N,N-diethyl-3-methylbenzamide，其效果良好且安全性也相當高。它主要是對蚊子的感覺毛有抑制作用，特別是抑制蚊蟲感覺毛對人體皮膚的乳酸興奮反應。另外有些忌避劑則是改變母蚊行為的指令，當母蚊要叮咬人時，一旦聞到這種氣味，氣味可能發散要母蚊去產卵的指令，於是母蚊就會掉頭產卵而忘了要吸血。

DEET 在 1946 年就已獲得專利，並在 1957 年時被大量使用。EPA 估計每年在美國有 38% 人用過 Deet。當使用濃度為 12.5% 時，防蚊效果約 6 小時，但濃度升到 25% 時，卻只有 8 小時的效果，因此，過高的濃度並不一定有用。就像引誘劑濃度太高時，也可能變成忌避劑一樣，當濃度不夠高時，忌避劑也很容易就會變為引誘劑，這點必須注意。

美軍在越戰時也用了許多 Deet，並且也做了很多的人體實驗，發現對人體沒有傷害，可以將防蚊液噴灑塗抹於人體皮膚上使用，但由於 Deet 會在人體皮膚流汗後稀釋，影響防蚊效果，因此也研發出 deet 的口服錠劑，更證明其安全性。

在此我要特別強調樟腦油(camphor)，臺灣以前是樟腦油最大出口國，臺灣人非常喜歡使用樟腦油避免蚊蟲叮咬，但其實樟腦油對驅蚊無效用，且會傷害人類中樞神經，因此千萬不能隨意使用，尤其是對小孩的毒性更高。

伍、蚊蟲的危害

蚊蟲的危害大概有三類，第一類稱為病媒 (The carrier 或

vector)，會傳染疾病的害蟲。第二類稱為騷擾性害蟲(Nuisance)，不傳染疾病，但仍然會叮人，特別是夜晚睡覺，在耳邊嗡嗡作響擾人清夢。第三類較特別也較少見，是由蚊蟲引起的過敏反應(Allergy)，有些人先天就對蚊蟲過敏，而且過敏程度相當嚴重。曾有個病例，病人自 12 歲起，被蚊子叮咬後，傷口就會變得相當腫脹，且有高燒的症狀，一直到 18 歲時，身體的自體免疫功能幾乎都失效了。我們曾將各種常見的蚊子種類和病人作皮膚測試(skin test)，結果發現不管是那一種蚊子，病人都會產生相當大的激烈反應，後來病人就因為對蚊子的過敏而不治。

陸、蚊蟲傳染的疾病

關於蚊子傳染的疾病，大家很熟悉的是登革熱和日本腦炎，還有狗與貓的心絲蟲、瘧疾、西尼羅病毒(West Nile Virus 美國才有)以及黃熱病(亞洲地區沒有)等疾病。目前台灣只有日本腦炎和登革熱是蚊子所傳染的，另外貓狗的心絲蟲在台灣也頗嚴重，常見蚊蟲及所傳染的疾病和生態習性的比較見表一。

表 1：台灣常見蚊蟲種類及傳染病

蚊蟲種類	傳染疾病	孳生源	活動時間
熱帶家蚊	血絲蟲病	污水、地下室積水、水溝	夜間
地下家蚊		地下室污水槽、化糞池	夜間
三斑家蚊	日本腦炎	水田、灌溉溝	傍晚
環紋家蚊	日本腦炎	水田、灌溉溝	傍晚
中華瘧蚊		水田、灌溉溝	夜間
矮小瘧蚊	瘧疾	溪流	夜間
埃及斑蚊	登革熱	人工容器	日間
白線斑蚊	登革熱	人工容器、樹洞、竹筒	日間
白腹叢蚊		化糞池，豬舍	傍晚

一、血絲蟲病

血絲蟲病(象皮病)在台灣也已經不常見，病媒是熱帶家蚊(*Culex pipiens quinquefasciatus*)，是一般水溝最常見的蚊子，也是夜晚入睡時最容易干擾人類睡眠的蚊子，過去在台灣傳染血絲蟲病(象皮病)，

患者被蚊蟲叮咬後，血絲蟲藉由血液通到淋巴，並阻塞淋巴系統，導致四肢或身體腫脹，情況嚴重時，甚至必須截肢。以前曾有一部電影叫「無卵頭家」，就是以澎湖的象皮病為背景，不過現在台灣已經沒有這種疾病了，但傳染象皮病的蚊子仍然存在，只是牠的身份由「病媒」變成騷擾性害蟲。

通常一般人說家裡蚊子很多的時候，我都會反問他們是白天蚊子較多或是夜晚蚊子較多？若是晚上時蚊子較多，大概就是熱帶家蚊。熱帶家蚊的公蚊和母蚊如何判斷呢？雄蚊觸角上的感覺毛較長、較明顯，尾部有一個外生殖器官；母蚊子一般體型較大。另外，來叮人的一定是母蚊子，因為雄蚊不叮人。一般家蚊的卵通稱「卵塊」，而一個卵塊將近有一百多個卵，當他長成幼蟲時子孓，只靠一個呼吸孔連接水面，因此必須不斷的浮到水面換氣，因此，若在水面灑油，阻塞住子孓氣孔，子孓就會淹死。

另外一種和熱帶家蚊很像的，叫做地下家蚊(*Cx. p. molestus*)，是十多年前由日本傳過來的，孳生於大樓地下室的污水槽，故名。牠與熱帶家蚊同種，卻屬不同亞種（*subspecies*），理論上不同亞種應該是分佈在不同的區域，而且可以互相交配（因為牠們還是同一個種，因此，我們也很想知道這兩種蚊子未來在台灣會不會雜交，結果會如何，這是很有趣的一個問題。）這兩種蚊子的孳生環境不同，地下家蚊原產地在日本，較不受氣溫低冷影響。近年冬天氣溫相當低，但在公寓大樓卻仍有蚊子出現，原因是這種地下家蚊常孳生於大樓地下室污水槽及化糞池中，地下家蚊出現時間沒有四季之分。不過因為它的生長環境很單純，因此只要將藥劑植入槽內，很快的就可以將蚊蟲消滅。

二、心絲蟲病

除了人類的疾病，另外一種常見的蚊媒疾病是貓狗的心絲蟲病(*Dirofilariasis*)。以前台灣人並不知道狗也會有這類疾病，大部分的人都認為台灣原生土狗沒有這種心絲蟲病，以為都是外國進口的名貴狗種才會得這種疾病，後來因為心絲蟲檢驗技術改進，發現心絲蟲在台灣非常普遍，土狗也常感染。寵物感染心絲蟲病時症狀多為咳嗽不止，寵物飼主應定時檢查或給寵物打預防針、服用預防藥物才能避免感染。

三、日本腦炎

日本腦炎，台灣人對日本腦炎的認知和登革熱有些差別，一般人比較重視登革熱而忽略日本腦炎。其實日本腦炎在台灣每年雖然只

有四、五十個病例，死亡率卻比登革熱高。日本腦炎和登革熱都是屬於節肢動物病毒，兩者都無藥可醫治，但日本腦炎可用疫苗注射來預防，登革熱則目前尚無有效疫苗。

日本腦炎比較常發生的地點是農村水田附近，並且需靠豬隻作為媒介再傳染給人類。日本腦炎病毒在豬隻體內可以大量繁殖，因此稱豬為增幅源(amplifier)，又因為它在血液裡面存活的時間(病毒血症 Viremia)較長，蚊子在吸豬隻的血液時，吸到病毒的機率較高，之後再去叮咬人類，這時才有可能傳染日本腦炎。但如果蚊子叮咬日本腦炎病人的血液再去叮咬另一個健康人體，這時的傳染機率並不高，因為人的病毒血症時間太短，而且病毒數目也不夠多。由於日本腦炎的病媒三斑家蚊(*Cx. tritaeniorhynchus*)和環紋家蚊(*Cx. annulus*)都是孳生於水田，且活動習性主要在傍晚的戶外，因此，小孩子只要避開這個時段，不要在戶外玩耍，被蚊子叮的機會就少了。

四、白腹叢蚊

白腹叢蚊(*Armigeres subalbatus*)的體形比一般蚊蟲大一些，在台灣不傳染疾病，但仍會叮人，為騷擾性蚊蟲。從之前東海大學的研究中發現，主要的孳生源是化糞池，若直接從源頭作防制，會有顯著效果，當然，不斷同樣使用這個方法後，效果漸差，因為孑孓對藥劑產生了抗藥性，因此必須輪替使用不同藥劑，到現在東海大學仍然用這個方法在防治白腹叢蚊。

五、瘧疾

至於瘧疾，病媒為矮小瘧蚊(*Anopheles minimus*)。台灣有 15 種瘧蚊，但只有這種會傳染瘧疾。從 1965 年世界衛生組織宣佈台灣為瘧疾根除地區後，就不再有本土性的瘧疾出現，大部分都是境外移入，以後也不太可能有本土性瘧疾產生，因為矮小瘧蚊必須在相當乾淨的溪流才能生存，按照目前台灣溪流污染的情形來看，除了少數山區外，很難再找到這種瘧蚊，因此大家應該可以放心。

講到蚊子傳染的疾病，有人可能會問，蚊子會傳染愛滋嗎?其機率其實大約是千萬分之 1 (1/10,000,000)，因為蚊子口器接觸愛滋病患者的面積範圍不大，因此沾染的病毒數不足已讓人得病，而且這種病毒在蚊蟲體內不會增殖，反而會被消化掉。同樣的，B 型肝炎也是一樣，並不會經由蚊蟲叮咬而感染。

柒、登革熱

光復前台灣全島最後一次登革熱大流行是在 1942 年，往後四十年間就沒再流行。一直到 1981 年小琉球又開始流行，當時醫生對於登革熱並不熟悉，誤稱爲是菲律賓型感冒，因爲最早的病例是由被菲律賓扣留的漁船上漁民所帶回的，後來經檢查後證實是登革熱，由於只在小琉球流行，因此，對本島沒有什麼影響。

到了 1987 年屏東東港和高雄又開始流行登革熱，最開始時登革熱只在南部流行，專家也認爲北部及中部不會有登革熱流行，因爲中北部沒有埃及斑蚊(*Aedes aegypti*)的生長環境。但是到了 1995 年時，登革熱竟然在台北縣中和市及台中東海大學大流行，證明除了埃及斑蚊之外，另一種白線斑蚊(*Ae. albopictus*)也是病媒，因此隨後幾年，北部仍有登革熱的病例發生。一般而言，登革熱可分兩種，一種是典型的登革熱(dengue)，另一種是出血性登革熱(dengue hemorrhagic fever)。典型的登革熱症狀是全身骨頭酸痛並有高燒症狀產生，但不至於致命；但是另一種出血性登革熱(或稱登革出血熱)則死亡率較高。登革熱病毒主要有 4 種，通常得了某一型登革熱之後，會產生免疫力，但是如果得又到另一型會產生交叉感染，就可能出現出血性登革熱。不過真正導致出血性登革熱的原因有很多種理論，但通常得到兩種不同型態的登革熱病毒時其危險性會較高。

登革熱是經由人和斑蚊互相感染的，人和人之間不會互相傳染。傳染登革熱的病媒蚊有兩種：一種是埃及斑蚊，另一種是白線斑蚊。埃及斑蚊分佈在台灣嘉義以南，這也是爲什麼南部登革熱較多的原因之一；而白線斑蚊分佈在全省各地，其生存環境是在海拔一千公尺以下。若是北部或中部有登革熱產生，大都是由白線斑蚊所傳染，而南部的話，兩者蚊子皆有可能。另外白線斑蚊活動範圍主要是在戶外，而埃及斑蚊主要是在室內，因此，由病例的分佈情形也可判斷是那種病媒蚊傳染的。若是同一住宅有多人得到登革熱，則可判斷大概是由埃及斑蚊所傳染的；但若是病例較分散，則可猜測可能是由白線斑蚊所傳染的。

斑蚊的卵和家蚊的卵不同。家蚊的卵屬於卵塊，每一卵塊約有一百多個卵，產在水面上，第二天就孵化；而斑蚊的卵則爲粒狀，產在乾燥的水邊，耐乾燥，碰到水卵就有可能會再孵化。埃及斑蚊和白線斑蚊主要生長在人工積水容器內，但白線斑蚊在天然的積水容器內也可生存，像是竹洞、樹洞都有白線斑蚊的產生。一般家中的盆栽水

盤只要有一點點水就可能有斑蚊的孳生，另外，廢輪胎也是重要的孳生源，特別是廢輪胎在下雨後容易產生積水，積水後內部的水又不容易倒乾處裡，成了斑蚊最愛的產卵處。因此，政府在前幾年曾鼓勵廢輪胎回收，回收後並切成塊狀，以免孳生蚊蟲，但後來輪胎實在太多無法處理，就運至美國，交由美方做再製或其他用途處裡。美國本來是沒有白線斑蚊的，自此之後美國竟然也出現白線斑蚊了，而且還取了個洋名字，叫 **tiger mosquito**。本來以埃及斑蚊居多的美國，竟然因為白線斑蚊的出現而被取代了，這種「乞丐趕廟公」的現象，也是生態學上有趣的課題。這兩種斑蚊的食性都是日間吸血，牠的吸血高峰在上午九點至十點以及下午的四點至五點之間，每三到四天才會再吸血一次(產卵一次)，並在氣溫 18°C 以上時才較有叮咬人的行為產生。晚上休息時，埃及斑蚊通常停在屋內陰暗的角落，白線斑蚊則多在戶外樹叢中棲息，這是在防治作業，必須要瞭解的生態習性。

捌、有用的蚊子和蚊子的用處

俗稱巨蚊(*Toxorhynchites* spp.)的蚊子，是完全益蟲。在美國佛羅里達州，為了防治輪胎中的白線斑蚊，科學家在實驗室內大量培養巨蚊，並野放到戶外。巨蚊和白線斑蚊一樣會在輪胎內產卵，但巨蚊卵的體型較一般斑蚊體型大，而且巨蚊幼蟲是以白線斑蚊幼蟲作為食物，因此，以巨蚊作為病媒蚊的天敵，可以有效消滅病媒蚊，達到以蚊剋蚊的目的。巨蚊羽化為成蟲後，雖然體型也很大，但不吸血，以植物汁液作為食物，因此對人類沒有害處。另外，由於巨蚊體型較大，又容易飼養，因此，在實驗室內曾用於日本腦炎病毒的研究和檢驗，可說是對人有益的蚊子。

其實蚊子唾液腺內有兩種對心血管疾病很好的天然藥方，一種是抗凝血劑，另一種是血管擴張劑。另外，也有研究試圖改造蚊子的基因，將疫苗直接植入蚊子體內，讓蚊子作為人類的天然疫苗，當蚊子叮咬人類時可以將疫苗直接注入人類體內，達到預防接種的目的。

目前有科學家在從事基因改造的工程，有些蚊蟲不會感染血絲蟲，因為蚊蟲體內有特別的防衛機制(defense mechanism)可以產生類似哺乳動物免疫的效果，因此科學家希望從蚊子體內抽取出這項防衛機制基因，將這種基因轉殖到會傳染疾病的蚊蟲體內。將來若是這些蚊蟲感染到血絲蟲，便可藉由改造過後的基因產生防衛機制，往後這類蚊蟲有可能就不再傳染疾病給人類。

玖、結論

蚊子雖然會傳染疾病，令人討厭，但如果好好研究，瞭解牠們的習性，可以幫助我們更有效的去防治牠們，另一方面，透過研究，也可以發現一些人類可利用的價值。

附錄：問與答

一、防治病媒蚊—清潔家園

問：想請問一下教授，登革熱孳生源清除的問題，因為本身主修公共衛生，我們都有向社區做衛教推廣，我們了解到要居民清除積水容器其實是困難的，尤其是有長年都是積水狀況的容器，居民是覺得很麻煩。教授今天播放的幻燈片有些積水容器我們平常若不去注意其實也很難注意到，不過剛才教授有提到，要從蚊蟲的習性及生態來防治病媒蚊的孳生，那除了清理積水容器之外有沒有其他的防治步驟？像是可能投擲藥物至蚊蟲孳生處，因為可能對民眾來說「丟」可能比「倒」這個動作還容易，有沒有可能改變人工容器內的酸鹼值是否也可以破壞孳生的生態？

答：關於這個問題，其實可以直接在花盆的集水盆中灑入一些鹽巴，水質太鹹孳生也會無法生存，或是加一些礦物油、植物油，當卵變成孳生需要呼吸時，水面被油覆蓋，孳生無法呼吸後就會死亡，這些都是比較簡易的防治方法，不過最好的方法還是避免容器積水。

問：本身在野外做長時間的環境清潔，常在做垃圾清除的動作時，發現近年有個相當大的現象產生，在諸多垃圾中有許多大家喝完即丟的飲料杯，包括玻璃瓶、保麗龍、塑膠等材質，這些飲料杯大約佔了垃圾的三分之二，那這些飲料杯是否也容易形成積水容器而導致蚊蟲孳生？

答：這是不容置疑的，像寶特瓶罐或是飲料罐都必需要將積水倒除，一般商店販售的啤酒罐，許多店家會將玻璃罐瓶口朝上收集放置，這些都容易導致積水及蚊蟲孳生，其實只要將玻璃罐蓋好瓶蓋或是覆蓋一層塑膠布，就可以防病媒蚊的產生

二、防治病媒蚊— 防蚊液與殺蟲劑

問：通常我們在防治病媒蚊時，剛才教授有提到就是需要從源頭根除，但如果這個第一關我們沒辦法做好，第二關我們必須做特殊保護，但剛才教授提到防蚊液時講的稍微快了一點，像坊間的香茅油或是剛才教授提到的 DEET，可不可以再請教授講解的詳細一些？

答：其實登革熱目前是沒有疫苗的，但日本腦炎有疫苗是可以做預防的，因為登革熱有四種型，因此不容易製造疫苗。還好，可以使用防蚊液來避免蚊蟲叮咬。DEET 是在我的實驗經驗裡，效果最好的，塗抹 DEET 一次可維持六個小時的功效，而香茅油大約只能維持三個鐘頭。但台灣有許多防蚊液標榜不含 DEET（敵避），並且可直接塗抹於皮膚上，其實 DEET 直接塗抹於皮膚上是不會有副作用產生的，尤其美國使用 DEET 在做居家防護蚊蟲使用了 50 多年，沒有任何後遺症產生。而台灣因為衛生署的規定，若要登記可將藥劑塗抹於人體皮膚的產品，必須通過人體實驗，需花費較長的時間與金錢，但若是生產噴灑於外衣的產品，直接向環保署登記就可以了。不過其實在美國 DEET 的使用是相當普遍的，並且可直接塗抹於皮膚上使用。目前市面上也有販售一種香茅油濕紙巾，可以直接擦拭全身，有效，但效果並不是這麼持久，

問：目前市售的殺蟲劑安不安全呢？

答：目前市面上的殺蟲劑大部分的成分是合成除蟲菊 (pyrethroids)，對哺乳動物來說它的毒性是很低的，所以是安全的，但它對魚類的毒性就比較高了，或是家裡有氣喘病患，有的氣喘病患對於合成除蟲菊具有高敏感性，容易因此過敏。很多人看到蚊蟲時就用殺蟲劑噴灑，蚊蟲一旦沾染到殺蟲劑後，因這種藥劑分子很小沒隔多久蚊蟲一定會死亡，但是要注意是否過量，不必「追殺」噴灑至蚊蟲死亡才甘願。有的人噴灑殺蟲劑後發現手上有微濕的狀態，這時就是噴灑藥劑過量，接著藥劑很可能就會滲透皮膚，雖然除蟲菊對人類的毒性很低，但還是不好，其實最好還是不要噴灑這些藥劑。另外一種是水性的殺蟲劑，但其實水性的殺蟲劑大多是噱頭，水性殺蟲劑的藥劑分子較大，往蚊蟲身上噴時不容易附著在蚊蟲身上，但比較安全的是這種藥劑是水性的，較不容易滲透到皮膚底層。

問：想請教關於 DDT 與 BHC 的問題為何不再使用？

答：DDT 與 BHC 因為不能分解，長期使用下來會汙染環境，DDT 以往在使用時，噴灑一次可維持六個月的效果，但是它的優點同時也是它的缺點，因此現在已經停止使用了。而天然的除蟲菊怕日照，因此室內是可以噴灑的，而早期的天然除蟲菊沒有讓蚊蟲致死的效果，通常只是讓蚊蟲暈厥，但現在的合成除蟲菊，添加了可以讓蚊蟲致死的成分，因此比較有效果。一般獸醫和寵物飼主說動物身上有跳蚤，會給飼主天然除蟲菊讓寵物洗澡，並且會吩咐飼主不能曬到太陽，因為天然除蟲菊碰到日光會被分解，因此，天然除蟲菊雖然安全但效果不是很好。

問：請問一下電蚊香的原理是否也和一般殺蟲劑一樣？

答：其實電蚊香也是合成除蟲菊，蚊香又分蚊香片以及液體的電蚊香，蚊香片只要溫度到達 160 度時就會揮發，因此只有在剛開始使用的那段期間是有效的，之後的效果就不是那麼顯著了。而液體的電蚊香靠的是一根可吸附蚊香液體的棍子，效果持久也較有效。我們曾經實驗過液體電蚊香及一般蚊香對人體的傷害何者較大？我們用白老鼠做模擬，在正常狀況下(一般常溫、室溫)的正常蚊香劑量，持續三個月的使用之後，將老鼠做切片觀察，發現老鼠的肺纖毛有斷裂情形，但是電蚊香卻沒有這種影響，其實它們的成分是相同的，因此實驗結果發現電蚊香的安全性比蚊香高。但有人質疑，中國人使用蚊香這麼久的時間，為什麼都沒有這項疑慮產生呢？為此我們又做了一個實驗，讓老鼠聞了三個月的蚊香後，假設冬天來臨溫度較低無須使用蚊香，過了三個月後，再將老鼠做切片，實驗結果發現，老鼠的肺纖毛有重新生長的現象，雖然不是很完整，但是細胞仍有自我修復的功能。我們發現其實蚊香與拜拜時所用的香的傷害是一樣的，而非除蟲菊本身的害處，所以除蟲菊本身是安全的。

問：衛生局家戶噴藥的成分為何？

答：就我所知道的「全菊」，它是合成除蟲菊的配方，理論上毒性是蠻低的，但是不管毒性再怎麼低，它仍然是有毒物質，劑量決定毒性，毒性再怎麼低，若使用過量仍然是有傷害的。剛才我提到的除蟲菊除了對魚類及氣喘病患等有傷害，有些人也會對除菊精產生過敏，像是噴灑後眼睛會容易流淚等。但重點是在於噴灑者

的知識，並不是隨處噴灑就可以防治病媒蚊孳生，必須針對孳生源或蚊蟲棲息處重點噴灑，並調查比較噴灑前後的狀況是否有改善。

問：剛才教授提到的噴灑藥劑可能會因為不當使用而形成無效噴藥，但會不會因為藥劑用量過多過久而產生蚊蟲對殺蟲劑的抗藥性？

答：這其實是我們一直非常擔心的問題，因此一般在使用藥劑時有一定的邏輯程序，一項藥劑沒有效果了就該換另一種嘗試，不斷輪替使用藥劑，其實藥劑使用有一定的順序，他們會有交互抗性，例如：甲藥使用後可能蚊蟲對乙藥也會產生抗性，但若先使用乙藥它可能就對甲藥不會有抗性，所以有一定的順序。其實全島登革熱防治必須靠各縣市衛生所、衛生局、環保局的合作才有絕對的功效，絕不可各行其是。

問：請問一下拜拜使用的香對人體是否有傷害？

答：剛剛提到的就是香燃燒後的氣味，會破壞肺部纖毛，就像使用蚊香產生的後果是一樣的，但若往後一陣子較少接觸這類商品，肺部的纖毛會再生長修復，但拜拜使用的香有沒有其他化學成分存在，我就不是那麼清楚了，物理性的傷害是很顯著的。

三、防治病媒蚊—捕捉蚊蟲

問：請問要如何將蚊子活捉呢？蚊子一定要經過四個階段才能成為成蟲嗎？

答：我們可以利用捕蟲網將蚊蟲活捉，另外還有一種特別的吸管，將它吸進來之後再吹進箱子裡。我們也可以將蚊子抓進紙杯中放進冰箱裡，蚊子自然就會冰凍昏迷。蚊子因為是完全變態的昆蟲，因此一定會經過卵、幼蟲、蛹再孵化為成蟲，這樣的過程大約一星期至 10 天就可以成為成蟲。

問：關於引誘及捕捉蚊蟲我們都知道有幾項方法，其中有一項是最近台北市永安國小師生一起做的一項實驗即環保罐，他們也拿了這項環保罐做了科學成果展，我是不太清楚它的原理是什麼，但想請教一下教授這樣的環保罐有效果嗎？

答：很肯定的是它的確是有效果的，捕蚊與引誘蚊子都是有效果的，

它的原理是利用發酵作用產生二氧化碳，吸引蚊蟲進入，蚊蟲一旦進入罐子就不容易在往外飛，但是如果不去製作那個引誘器，週遭又沒有積水容器，其實蚊蟲根本也不會靠近。但一般若不製作環保罐又想捕捉蚊蟲，其實像白線斑蚊晚上都躲在陰暗的角落，若在這些角落用捕蟲網就很容易抓到蚊子。不過一般製作環保罐抓的幾乎都是母蚊，因為環保罐產生的二氧化碳比較容易吸引到母蚊，但是陰暗處或是地下室等，公蚊母蚊都可以捕捉得到。一般若是在陰暗處捕捉到公蚊，大概就可判斷此處有孳生源。另外一種在暗處也可以捕捉到蚊子的方法就是使用捕蚊燈，但若是白天將捕蚊燈在室內點亮，其實沒什麼效果，因為戶外的紫外線比捕蚊燈更強。我想其實捕捉蚊蟲的方法真的很多，但是最好的方法仍然是避免積水，先將住家週遭環境清掃乾淨，將不必要的容器積水倒除，才是防治蚊蟲最好的方法，新加坡在蚊蟲防治方面做的相當好，他們將環境清掃乾淨，接著置入一個誘卵器，誘卵器下方有網子，當蚊蟲從子變為成蟲後因飛不出網子就會死亡，因此我們稱它為自殺式的誘卵器(autocidal ovitap)。

四、其他

問：那如果新加坡有境外移入的蚊蟲呢？

答：新加坡在機場週遭每幾百公尺就放了一個自殺式誘卵器，因此若是蚊蟲在飛機上吸飽了血，要產卵時，因為找不到孳生源，直接就會找到新加坡政府設的陷阱裡產卵，等到變為成蟲時就會一起被消滅。新加坡是一度將登革熱防治做的最完善的國家，其中另一項能成功防治病媒蚊的方法是新加坡訂有「病媒蚊防治法」，若被發現住家內有蚊子產生，需罰鍰新幣 200 元，嚴重時可能將屋主關三個月，因此新加坡在蚊蟲防治方面做得相當成功。

問：為什麼 40 年前登革熱就從台灣消失了？其原因為何？

答：我曾在文獻中發現，在台灣的美國海軍第二醫學研究所，有一年在台南市地區的民眾身上發現有登革熱抗體，有抗體表示，可能前五六年有流行過，但登革熱一般很難診斷，通常都會被誤認為是感冒，我相信這 40 年間一定有流行過，只是沒有醫生診斷的出來。不過現在台灣就比較危險了，因為登革熱在台灣出現四種不同型態的病毒，因此有可能有出血性登革熱的產生。台灣在 80 年後開始有登革熱，最主要的原因是開放觀光，特別是民眾到東

南亞觀光以及引進外勞，這些都是使台灣登革熱流行的原因。

問：蚊子可以解剖嗎？用什麼方法可以解剖？

答：蚊子是可以解剖的，用的器具是細針而非小刀。我們可以解剖蚊蟲後觀察蚊蟲卵巢並判斷母蚊生了幾次卵，有人曾經實驗發現母蚊最多生了 13 次卵。因為母蚊每次產卵後，微囊管就有一次膨脹的痕跡，因此也可以據此判斷這隻蚊子年紀有多大(生理年齡)。有一次我在研究上偶然發現，蚊子表皮有一項物質會隨著天數而每天增長，於是我們將這項物質與日期做回歸分析後發現 R 值 > 90 ，因此用此判斷蚊子的實際日齡是準確的。其實蚊子年齡結構在傳染病學上非常重要，舉例：若發現某區蚊蟲年齡較大，此區就不用擔心病媒蚊傳染疾病，反之，若發現某區蚊蟲年齡較年輕，則此區就必須做好病媒蚊傳染疾病的防治。蚊子在吸血時，一定要吸到一定的程度，才會停止，其原理是，母蚊吸血時，當吸到半飽後，腹部的血液會壓迫到卵巢上的神經，卵巢才會開始發育，因此若腹部的血吸不到一定的量，母蚊則不會停止叮咬的動作，這就是會傳染疾病的原因之一。