

誘蚊劑與驅蚊劑

蔡在壽

國立臺灣師範大學生物學系

蚊蟲是醫學史上三大害蟲之一，其媒介的瘧疾曾使數以百萬計人類死亡；其媒介之日本腦炎、黃熱病、登革熱和血絲蟲病，也曾使人類飽受痛苦。如今，這些疾病雖已不再肆虐，唯其吸血之惡習，依然令人不堪其擾。

蚊蟲嗜吸人畜血液，其緣由一向是人們所極欲了解的。本文除將脊椎動物宿主誘引蚊蟲吸血之原因做一綜合報導外，對於排拒有害昆蟲趨近之驅蟲劑，也做討論。

一、誘引劑(Attractants)

昆蟲之活動，如尋求食物、異性或產卵環境等，化學物均佔極重要之角色。費洛蒙(pheromones)係由動物分泌的化學物質，可以影響同種動物個體間之溝通。有關費洛蒙之存在於昆蟲和其重要性，Jacobson 和 Shorey 均曾做過綜合報導。有關蚊蟲之費洛蒙，只有少數論文涉及之。費洛蒙可影響絨蚊(*Culiseta inornata*)之交配行為，也可使某些種家蚊(*Culex*)及斑蚊(*Aedes*)之雌蟲聚集於適當的產卵場所。乾

草浸液中分離之細菌，據報導亦有誘引及刺激懷孕雌蚊產卵之作用。以化學物質做埃及斑蚊(*Aedes aegypti*)產卵時之誘捕藥劑雖不見有效，但利用這些物質引誘蚊蟲產卵，已並非不可能的事。事實上，當蚊蟲尋找宿主時，化學與物理刺激，占同樣重要的角色。

(一) 蚊蟲尋求宿主之行爲

雌蚊很少在羽化後不久就吸血的。通常在其生理狀況可以吸血之前的一段時間，進行交配且吸食富含糖份之汁液。有些種類則停在陰暗、溼度高之地方，以完成生理發育。此時期一過，蚊蟲即四處做探測性之飛行，或飛行至宿主身上漫步，或叮咬，而後離去。

(二) 人類皮膚何以可誘引蚊蟲趨近

每一個動作反應必由一刺激發生。蚊蟲之趨近宿主通常為逆風性。可能係由氣味所引起之正趨性(Anemotaxis)。例如斑蚊(*Aedes sollicitans* 和 *Aedes cantator*)常停於宿主身上之向風面；吸血蠅類常逆強風飛向宿主；瘧蚊亦有相似的行為；另外以各種刺激誘引埃及斑蚊趨近之研究中，發現宿主之體味可引誘遠方之蚊蟲趨近，Gillies 亦發現體味影響之距離遠較 CO_2 為大。往後我們將詳為討論：

(1) 二氧化碳(CO_2)

二氧化碳之影響蚊蟲運動，各人之解釋不盡相同。研究族群取樣(population sampling)時， CO_2 常被用來誘捕蚊蟲。Reeves 認為蚊蟲對 CO_2 之趨化性，可能是選擇宿主之因素，且各種蚊蟲對環境中不同濃度之 CO_2 ，亦有不同反應。Anderson 及 Olkowski 也認為 CO_2 是多數吸血蠅類之誘引劑。然而，Gills 則報導 CO_2 刺激並不能引起昆蟲做有方向性之反應，昆蟲於 CO_2 源頭周圍表現之行爲極為古怪且漫無方向。因而，多數學者認為 CO_2 只是一種激活劑(activator)而已。Smith 認為以上諸學者之

結果不一致，實係試驗技術上之問題，有些人也可能誤解昆蟲行為之反應。誘引劑之真正效應乃引起昆蟲做有方向性之趨近活動；故 CO_2 只能列為昆蟲運動之刺激劑。

(2) 熱

引起蚊蟲停留與刺探宿主之主要刺激，可能是熱與溼度。多位學者曾探討熱之誘引蚊蟲，認為對流熱頗具效果。Khan 發現一個垂直塔底部 34°C 之熱源，可以引誘 32~34 吋高之蚊蟲趨近。但引起蚊蟲停下之效果則極小，因而於選擇宿主時，溫度可能有點作用。冰涼與溫暖之兩隻手同置一起，埃及斑蚊常偏好暖之一隻手。

(3) 溼度

溼度誘引蚊蟲之效應，決定於空氣中之溫度與含水量，以及蚊蟲體內含水程度。於炎熱而乾燥之環境下，潮溼之空氣具有誘引效果。Khan 等人亦發現溼度所發生之誘引範圍極有限，約 2 呎左右而已。雖然少數學者認為溼度本身即具有誘引之效果，唯多數人仍認為溼度需配合溫度與體味方具有誘蚊作用。

(4) 暖溼之對流空氣

溫度配合溼度於短距離之誘引效果頗佳。Burgess 卻發現埃及斑蚊於缺乏 CO_2 或宿主之情況下，熱而溼之對流空氣使其無動於衷。Khan 發現暖而溼之物面，可誘引埃及斑蚊趨近，若溼度配合熱度更可促使該蚊停下來刺探。於溫溼之情況下，若加入 CO_2 則可引誘更多蚊蟲。此外，該種趨近反應亦決定於蚊蟲體內水分之平衡。乾渴之蚊蟲通常會貪婪地刺探暖溼物。人體皮膚誘引蚊蟲趨近之效果，常隨對流與體味擴散之距離而遞減；若升高空間之溫度使相近於皮膚（ 34°C ），則蚊蟲不向伸在籠子下方之人手掌趨近。若整隻手伸入籠內，則過半數蚊蟲停在手上吸血。這些研究說明暖溼對流於短距離內引誘蚊蟲停下來吸血之重要性，其實最重要的乃其可傳達

體味呢！

(5) 體味

宿主之體味為一長距離之誘引劑，可引起蚊蟲之正趨味性；體味之誘蚊作用，已於多種蚊蟲試驗過。利用雙管嗅覺測定儀（olfactometer），多位學者發現體味可誘引許多種蚊蟲。Khan 等利用垂直塔所做之試驗，發現人手掌之氣味，其誘引埃及斑蚊之效果較溼度、溫度或 CO_2 都高，縱使後三因素配合起來所發生之效果，仍不及之。因為以手掌和其他物體混合之試驗中，發現蚊蟲較偏好手掌，卻不喜歡塗有溫溼而帶有 CO_2 之物體。對皮膚與人造目標間之不同反應，顯視蚊蟲之生理與營養狀況而定。例如，以吸飽糖水之蚊蟲試驗，蚊蟲渴時，則這種對皮膚與混有 CO_2 之暖溼表面之不同反應將不復存在。若已飽食糖水再吸食血液，其後又不斷吸水之蚊蟲，在其產卵前對人類之皮膚均無動於衷；若先吸水再吸血後，即不再供給水，則蚊蟲於吸血後之 40 小時，便開始聚集於人類之手掌上。至於只吸食血液之蚊蟲，則於 24 小時後，仍不斷刺探手掌。通常蚊蟲之刺探反應於產卵後六小時內完全恢復正常。另一有趣的就是人類的皮膚溫度（ 34°C ），是飽食水份之蚊蟲刺探的最適溫度；其刺探反應隨其對象（宿主）溫度之升高而漸減，於 $40^\circ\sim 42^\circ\text{C}$ 時完全停止。故蚊蟲之刺探反應隨其個體乾渴程度而異，乾渴之蚊蟲會貪婪地刺探溫度達 42°C 之皮膚。

(三) 各種宿主之誘蚊程度情形皆一致嗎？

就人類而言，其誘引蚊蟲也有很大的變化。誘引之差異在於皮膚溫度或皮膚顏色之不同；暗色皮膚者較淡色者更能誘引蚊蟲。男人又較女人更能誘引蚊蟲，一歲內之新生嬰孩較兒童或成人不易招惹蚊蟲。據研究結果，蚊蟲較不喜叮五十多歲的人，却較喜叮咬九十歲上下的老人，其主要之誘引原因不在溫度而是體味。Khan 確曾於

100人之團體中，發現有一人根本不為蚊蟲所叮咬。顯然每個人誘引蚊蟲之情形，的確有不同。

脊椎動物宿主誘引蚊蟲之不同點，依然決定於體味之性質。Laarman 發現瘧蚊 (*An. labranchiae atroparvus*) 較喜歡吸兔血，而不喜歡吸牛血，且實驗室中以兔血飼養之蚊蟲，較同一種野生蚊，更嗜吸兔血。同樣地，以人血飼養之瘧蚊 (*An. stephensi*)，對人之體味反應，亦較之對天竺鼠體味之反應更為激烈。就因 *An. maculipennis* 瘧蚊表現對宿主之專一性，昆蟲學家遂提出蚊蟲有偏好動物 (zoophilous) 或偏好人類 (anthropophilous) 之行爲，此一行爲以捕自野外之蚊蟲做血液沉澱試驗，已得到證明。然而，埃及斑蚊以天竺鼠血飼養許多年和無數代，仍表現對人類之偏好。因此，Hocking 又認為血清沈澱試驗之結果，不能解釋蚊蟲吸血之“專一性”。Khan 等用不同脊椎動物做實驗，發現人類皮膚之誘引效果為天竺鼠之三倍，雞與鴿子之皮膚溫度雖較人類高出 3~4 度，但誘引蚊蟲之效果，遠不如人類之皮膚。天竺鼠之誘引效果兩倍於鳥類。McIver 發現埃及斑蚊和某些家蚊較喜叮小白鼠而較不喜歡雞。因此，當有多種動物宿主可供選擇時，蚊蟲偏好某些宿主之原因，在於蚊蟲辨別出某些宿主之體味具有特別之性質。而在沒有其他宿主可供選擇之情況下，蚊蟲當然只叮咬出現之宿主了。至於蚊蟲偏好某些宿主之體味之機制，則尚未有更進一步之研究結果。

(四) 誘蚊刺激來自何處？

(1) 汗液

經研究結果，汗液可能是體味之主要來源。雖然有些人不認為汗液具有誘引蚊蟲之效果，有的卻證實其確可誘引昆蟲。例如，Parker 及 Brown 發現腋下汗液可誘引埃及斑蚊，Khan 亦發現人手部之汗液味道，也可誘引同一蚊種。

以人之腋下汗液塗在人像模型上，並將之置於野外誘引斑蚊 (*Aedes*) 之效果，較穿著溼布之人像為高。據 Khan 檢查兩個因外胚層缺陷而患有閉汗症 (anhidrosis) 的人；發現其誘蚊之情形不如正常人。一般人手掌及前額之汗液較具誘引性。若以皮下注射及離子透入法 (iontophoresis) 注入甲烷胆胺 (methacholine)，以引起局部出汗，則出汗區域之誘蚊效果顯然較佳。將收集之人體汗液，置雙管嗅覺測定儀 (dual-port alfactometer) 下測定其誘蚊效果之試驗中，Khan 發現經冷凍乾燥處理 (lyophilization) 之“乾汗”依然具誘蚊力，而所去除之水液，不具有任何誘蚊效果。經透析法 (dialysis) 分析，此具誘蚊之物質可被分離成數種成分。經冷凍乾燥處理之人體汗液，若以不同溶劑，如己烷 (hexane)、乙醚 (diethylether)、異丙醇 (isopropanol) 及乙醇 (ethanol) 抽取之，則由乙醚及乙醇抽取之成份，方具誘蚊效果。因此證明胺基酸並非汗液中之主要誘蚊成份。若以乙醚抽取汗液全液，且將酸鹼度調為 1，則分離出之一種成份，反而具有驅蚊效果。

(2) 血液

全血液可誘引蚊蟲，且全血液較血球懸浮液更具誘引效果，血漿之誘蚊效果更為水之 4~5 倍。血紅素也可誘引蚊蟲。至於血液中尚有那些因子可誘引蚊蟲，現仍在研究之中，惟自女性於發生月經時其較易招惹蚊蟲叮咬之情形看，血液中所含之內分泌激素（可能為雌素二醇，estradiol）可能是誘蚊之主要因子。

(3) 可誘蚊之化學物質

現已有許多種化合物經實驗認定可列為蚊蟲之誘引劑者，有離胺酸 (Lys)、丙胺酸 (Ala)、精胺酸 (Arg)、甲硫胺酸 (Met)、苯丙胺酸 (Phe)、酪胺酸 (Tyr)、安息香 (benzoic acid)、對苯二醌 (hydroquinone)、雌

素二醇 (estrodial) 、乳酸 (L-form) 以及脂肪酸酯類。唯其中任何一物之誘蚊效果，皆不如自然宿主，故以之做野外族群研究或化學防治之價值，頗值得懷疑。

二、驅蟲劑 (Repellents)

人類利用驅蟲劑以防止吸血昆蟲之叮咬，已經不是新聞了。自古人類即知製造煙幕以驅逐蚊蟲。1940 年代起，除蟲菊 (pyrethrum)、香茅油 (citronella) 及其他油脂類方成為主要之驅蚊劑。第二次世界大戰後，多種有效之驅蟲劑也相繼問世，諸如：二乙基甲苯醯胺 (商品名稱爲“滴特” (deet)、乙基己烷二醇 (ethyl hexanediol)、二甲基苯二甲酸 (dimethyl phthalate，簡稱 DMP)、二甲基碳酸胺鹽 (dimethyl carbamate)，以及因達朗 (Indalone，商品名)。有關驅蟲劑之效力評估，已於 1940 年由 Granett 發展出來。其中“滴特”對大多數蚊蟲有較佳之驅蟲效果。

儘管如此，尚有許多方面仍待改進。例如有些驅蟲劑之效力於施用後數小時即告消失；有些則爲油性，或者會刺激鼻腔黏膜。由於此藥劑多施用於皮膚上，因此必須具備有不損及或毒害皮膚之性質。另外，不污染或溶蝕衣物，價格便宜也須加以考慮。基於層層之條件要求，可供選做驅蚊劑之化學藥劑，實際上也沒有幾種了。

(一) 影響驅蟲劑消失之因素

施用於皮膚之驅蟲劑，常因蒸發、磨擦或表皮吸收，不久即告消失。只要劑量不降至某一程度，則仍具驅蟲藥效，唯低於該一水平，蚊蟲便趨近來叮咬。因此，可保持免受蚊蟲咬叮之驅蟲劑劑量，稱爲最低有效劑量 (Minimum effective dose) (MED)。爲阻止驅蟲劑降至 MED 值太快，通常將施用於皮膚之劑量提高。由於各

驅蚊劑之 MED 值多不一致，因而有些藥劑必須經常施用方能維持效果。MED 值與蚊蟲之族群大小有關，若飼養籠中之蚊蟲密度高，則某些驅蟲劑之 MED 值亦高；反之則低。

DMP 及乙基己烷二醇之揮發性約爲“滴特”之兩倍，但被皮膚吸收之速度則較慢。磨擦是驅蚊劑自皮膚表面散失之重要原因。其他之因素，如風速和溫度，亦決定驅蚊劑之有效作用時間。每分鐘 192.3 公尺之風速使“滴特”之有效時間減爲無風狀態下之三分之一；溫度每升高 10°C，藥劑之有效時效亦減半。“滴特”、環己烯亞胺丁烷磺醯胺 (hexamethyleneimine butanesulfonamide)、二乙基己烷二醇、DMP 及“因達朗”於室溫 (26°C) 和無風情況下之有效時限，分別爲 40°C，192.3 m/min 風速時之 8、5、11、9 和 9 倍。

(二) 影響驅蟲劑有效時限之因素

除了皮膚本身外，尚有許多因素影響驅蟲劑之作用時效，例如蚊蟲之種類與之就有關連。於實驗室內之研究結果，Travis 等人發現 DMP 對四線瘧蚊 (*An. quadrimaculatus*) 之驅蟲效果，優於乙基己烷二醇及“因達朗”；對 *An. punctipennis* 及 *An. freeborni* 兩種瘧蚊之驅蟲效果，則二乙基己烷二醇與 DMP 同等有效；而對 *An. albimanus* 瘧蚊則乙基己烷二醇優於 DMP。於野外試驗“滴特”與 DMP 驅 *An. albimanus* 瘧蚊之效果，“滴特”又較 DMP 和其他驅蚊劑有效。“滴特”驅埃及斑蚊之效果極佳，但以同劑量來對付熱帶家蚊 (*Cx. fatigans*)，則只有一半之驅蟲時效。此種對同一驅蚊劑卻發生不同之效應，可能因各蚊種對驅蚊劑感覺閾值不同所致。

以相同劑量之驅蚊劑應用於不同情況之蚊蟲，其效果亦有差異，此可能係散失速率不同之緣故。誘蚊效果極佳之宿主，若以驅蟲劑施用於其

身上所維持之驅蟲藥效不一定較久。例如，剛吸飽糖水之蚊蟲，其在塗有驅蚊藥之宿主皮膚上之吸血時間，較之飢餓蚊蟲更長，至於蚊蟲之性別，體表上細毛之數量，以及個體的大小和活動力，則不影響驅蟲劑之作用時限。

(三) 施用於局部之驅蚊劑

大多數驅蟲劑之發明，係從大量有機化合物中篩選出來的。美國農業部(USDA)曾試驗過11,000種化合物，此工作現在也一直在進行著。Khan亦曾以“滴特”當標準而試驗過數種合成之化合物。經比較各試驗品之效用(相等於或優於“滴特”)後，再做皮膚之試驗。欲合成出更佳產品，必須先了解驅蟲劑作用之物化原理，許多含環狀構造之二乙基苯甲醯胺(diethyl benzamide)，(構造似“滴特”之化合物)，即依此原理而做成。現已有五種似“滴特”之氟化物，其驅蟲力已被測出與“滴特”相當。

另一類亦含環狀結構之化合物，胺基烷苯甲醯胺(aminoalkyl benzamide)，其分子構造略有增大。二乙基苯甲醯胺化合物之驅蟲力與其揮發性有直接關係，於胺基烷苯甲醯胺化合物中，此等關係雖不明顯，但其揮發性仍重要。某些由丁烷硫磺酸衍生之硫醯胺，是驅除雌性埃及斑蚊(*Ae. aegypti*)極有效的藥劑。自構造和活性之關係中探討，發現沸點是影響局部施用驅蟲劑藥效之另一重要因素。例如，喹啉酸(quinolin-4-Carboxylic acid)之衍生物曾被用以試驗驅蟲效果；發現醯胺類較酯類不具活性之原因，乃揮發性低之緣故(84)。由三乙烯乙二醇(tri-ethylene glycol)的直鏈式單醯類，經證實為一有效的驅蚊劑。其作用持續之時間，也較二乙烯乙二醇(di-ethylene glycol)久，有的甚至優於“滴特”。於實驗室中測試結果，三乙烯乙二醇之衍生物，正庚醚(n-heptyl monoether)為有效之局部施用驅蚊劑，其效果

更兩倍於“滴特”。

這些研究證實這些藥劑之驅蟲效果，除與揮發性有關聯外，驅蟲劑本身分子結構之特異性也是決定驅蟲效能之主要因素。現在有些研究機構正以多項迴歸法分析驅蟲劑分子結構與活性之關係。

發展新驅蟲劑之另一趨勢，就是使化合物分子能固著在皮膚上，使其受皮膚溫度、流出物或細菌之影響，而慢慢釋出具有驅蟲效果的部份。Quintana與其同僚曾合成了許多化合物，包括十一烯酸酯類(undecenoic acid ester)、二羟基丙酮單酯類(dihydroxycetone Monoesters)，以及乙基己烷二醇(ethyl hexanediol)之胺基類化合物，但皆未能達此要求(87, 88)。

(四) 延長驅蟲劑藥效之方法

許多人曾試圖用各種特殊配方，以延長驅蟲劑之驅蟲時效。最早之試驗始於第二次世界大戰，但沒有一個配方比全液施用更有效，因此，現仍在繼續努力中，這些配方不外乎摻入粉劑、激活劑、抗汗劑、乳劑、穩定劑……等，施用之效果不怎麼樣，但所費不貲。通常，固定劑之使用旨在減緩氣味之蒸發，因而固定劑本身之揮發性應較弱，方能保存住驅蟲劑之氣味。常用於固定驅蟲劑之物質有麝香、麝貓香和龍涎香。Khan等曾以“滴特”分別與七種穩定劑(其比例有1:1, 1:2和1:3)混合，發現其中溶有麝香、龍涎香、givambrol及二甲苯(Xylol)者，確能延長驅蟲時效12~88%。

以香草精(vanillin)當固定劑混合之各類驅蟲劑均頗具驅蚊效果，與香草精混合之比例則全然無關。以等量之香草精與三乙烯乙二醇乙基醚(triethylene glycol ethyl hexyl ether)之混合液，施用量為0.16 mg/cm²，其驅埃及斑蚊之時間維持約21小時。只要不因

磨擦而消失，則施用一次藥劑之驅蟲效果甚至可達24小時。

(五) 施用於衣物上之驅蚊劑

於不適穿著厚衣物而蚊蟲又孳生之熱帶地區，單於皮膚上施用驅蟲劑可能不夠。因此穿著之衣物上亦應以驅蟲劑處理之。美國軍方常用於處理衣物之驅蟲劑有：30%之2-丁基-2-乙基-1,3-丙二醇(2-butyl-2-ethyl-1,3-propanediol)為驅蚊劑；30%正丁基苯丙胺(n-butylacetanilide)為蜱(ticks)及跳蚤之驅蟲劑；30%苯甲酸苄酯(benzyl benzoate)以防恙蟲(chiggers)及跳蚤叮咬。以上各劑均混有100% Triton X-100乳劑，其混合物總稱為M-1960。施用於衣物上之各驅蟲劑，一般多可維持數天之藥效。

(六) 施用於帳簾之驅蟲劑

施用驅蟲劑於寬網孔之簾帳上，是目前之新嚐試，其目的在阻止蚊蟲及其他吸血昆蟲靠近宿主，其基本特性應無碍昆蟲之視覺或空氣流通。蘇俄之醫學昆蟲學家於此方面之研究較多。“滴特”施用於18mm之帳簾上，對防止白蛉子(sandflies)及蚋(blackflies)有效，而hexyl menthate則對斑蚊(Aedes spp)極有效。美國試用於帳簾上之藥劑，包括氰酸苯酯(corbanilates)、苯甲醯胺(benzamides)及醯亞胺(imides)。泰國之學者以“滴特”及M-1960施用於蚊帳後，對熱帶家蚊及埃及斑蚊之驅蚊效果，可持續15~17週左右。

(七) 適用於全身之驅蚊劑

一般驅蟲劑具有兩個重大缺點：其一，因吸附、蒸發和磨擦易自皮膚散失，而使作用時效縮短；其二，未能適用於全身各處之皮膚上。因此施用適於全身性之驅蟲劑應是最理想之選擇。理論上，此驅蟲劑應具備下列特性：(1)對大多數吸血節肢動物有效；(2)適宜口服；(3)作用力持續久

(至少有24小時藥效)；(4)毒性低；(5)可長時間保存。

Kingscote曾讓動物口服驅蟲劑，Bar-Zeev和Smith以靜脈注射法打入“滴特”，以觀察此驅蟲劑是否具有全身性藥效，唯所得之結果均為否定。Shannon雖報導氯化噻胺(thiamine chloride，即維生素B₁)為極有效之全身性驅蟲劑，但Wilson等則不敢苟同。美國農業部之試驗結果，依然為否定。Strauss等人雖以113種藥物(包括維生素)施用於醫院中之病人，唯亦無滿意之結果。顯然，這方面之驅蟲藥仍有待進一步發展。

三、結 論

鑑於因防治有害昆蟲而發生昆蟲抗藥性所造成之危機，以及為製造吾人生存之潔淨環境起見，利用誘蟲劑及驅蟲劑以控制有害昆蟲，已變得相當重要。強而有效之誘蟲劑或驅蟲劑理當施用一次即可維持長時效，唯目前有關誘蟲劑和驅蟲劑之知識，都極感不足。因此我們亦無從了解未來將會有什麼進展。由於我們尚未合成出與天然宿主誘引吸血昆蟲之相同化學物質，目前雖已合成了一些驅蟲劑，但我們未瞭解此等藥劑之作用機制。有關其影響蚊蟲行為之研究報告已不少，唯我們所知道的只是當有驅蚊劑存在時，蚊蟲會發生什麼樣的行為而已，至於其造成蚊蟲行為改變之機制，則全然不知。也許從構造與作用間之相互關係探討和多項變因迴歸分析，可提供一可行的方法以合成更良好的驅蟲劑。關於驅蟲劑之作用原理，Wright曾報導驅蟲劑之紅光譜類似於水，因而認定驅蟲劑之發揮效果乃係具有水蒸氣之作用。因為高濕度有排拒蚊蟲之現象，也因此Wright認為驅蟲劑在乾燥氣候下便無效用了。當然，此假說經試驗後已被否定了。

目前我們所需要的知識，不僅包括驅蟲劑之作用方式，有關昆蟲（含蚊蟲）化學感受器（Chemoreceptor）構造和功能之關係亦應瞭解。經多位學者之探討，有關蚊蟲之感覺生理，宿主體表之化學性質和化合物做為驅蟲劑之基本條件等等，將可一一突破。

四、參考文獻

1. Anderson, J.R., and Olkowski, W. 1968. Carbon dioxide as an attractant for host-seeking *Cephenemyia* females. *Nature* 220:190-191.
2. Brown, A.W.A. 1951. Studies of the responses of the female *Aedes* mosquito. Part KV. Field experiments on Canadian species. *Bull. Entomol. Res.* 42:575-582.
3. Brown, A.W.A., Sarkaria, D.S. and Thompson, R.P. 1951. Studies on the responses of the female *Aedes* mosquito. Part I. The search for attractant vapors. *Bull. Entomol. Res.* 42:105-114.
4. Clements, A.N. 1963. *The Physiology of Mosquitoes*. Macmillan, New York.
5. Dethier, V.G., Barton, L., and Smith, C.N. 1960. The designation of chemicals in terms of the response they elicit from insects. *J. Econ. Entomol.* 53:134-136.
6. Gillies, M.T., and Snow, W.F. 1967. A CO₂-baited sticky trap for mosquitoes. *Trans. Roy. Soc. Trop. Med. Hyg.* 61:20.
7. Gillies, M.T., and Wilkies, T. J. 1972. The range of attraction of animal baits and carbon dioxide for mosquitoes. *Studies in a fresh water area of West Africa. Bull. Entomol. Res.* 61:389-404.
8. Granett, P. 1940. Studies of mosquito repellents. I. Test procedure and method of evaluating test data. II. relative performance of certain chemicals and commercially available mixtures as mosquito repellents. *J. Econ. Entomol.* 33:563- 2.
9. Hocking, B., and Khan, A.A. 1966. The mode of action of repellent chemicals against blood-sucking flies. *Can. Entomol.* 98:821-831.
10. Hocking, B. 1963. The use of attractants and repellents in vector control. *Bull. World Hlth Org.* 29:121-126.
11. Hocking, B. 1971. Blood-sucking behavior of terrestrial arthropods. *Ann. Rev. Entomol.* 16:1-26.
12. Jacobson, M. 1965. *Insect Sex Attractant*. Wiley, New York.
13. Karlson P. and Butenandt, A. 1959. Pheromones (ectohormones) in insects. *Ann. Rev. Entomol.* 4:39-58.
14. Karlson, P. and Luscher, M. 1959. "Pheromones": A new term for a class of biologically active substance. *Nature* 183:55-56.
15. Kingscote, A. A. 1952. Studies on the internal administration of known and potential insect repellents. *Can. Defense Res. Board, Environ. Protection Tech. Rep. No. 2.*
16. Khan, A.A., Maibach, H.I., Strauss, W.G., and Fenley, W.R. 1966. Quantitation of effect of several stimuli on the approach of *Aedes aegypti*. *J. Econ. Entomol.* 59:690-694.
17. Khan, A.A., Maibach, H.I., Strauss,

- W.G., and Fisher, J.L. 1969. Increased attractiveness of man to mosquitoes with induced eccrine sweating. *Nature* 223:859-860.
18. Khan, A.A., Maibach, H.I., Strauss, W.G., and Fisher, J.L. 1970. Differential attraction of the yellow fever mosquito to vertebrate hosts. *Mosquito News* 30:43-47.
19. Khan, A.A. and Maibach, H.I. 1972. Effect of human breath on mosquito attraction to man. *Mosquito News* 32:11-15.
20. Khan, A.A., Maibach, H.I., and Skidmore, D.L. 1973. A study of insect repellents. II. Effect of temperature on protection time. *J. Econ. Entomol.* 66:437-438.
21. Khan, A.A., Maibach, H.I., and Skidmore, D.L. 1975. Addition of Vanillin to mosquito repellents to increase protection time. *Mosquito News* 35:223-225.
22. Khan, A.A., Maibach, H.I., and Skidmore, D.L. 1975. Insect repellents: Effects of mosquito and repellent related factors on protection time. *J. Econ. Entomol.* 68:43-45.
23. McIver, S.B. 1968. Host preferences and discrimination by the mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex tarsalis* (Diptera: Culicidae). *J. Med. Entomol.* 5:422-428.
24. Parker, A.H. 1948. Stimuli involved in the attraction of *Aedes aegypti* to man. *Bull. Entomol. Res.* 39:387-397.
25. Quintana, R.P., Garson, L.R., Lasslo, A., Sanders, S.I., Buckner, J.H., Gouck, H.K., Gilbert, I.H., Weidhaas, D.E., and Schreck, C.E. 1970. Mosquito repellent dihydroxy acetone monoesters. *J. Econ. Entomol.* 63:1128-1131.
26. Quintana, R.P., Mui, P.T., Fisher, R.G., Schreck, C., and Gouck, H.K. 1972. Dihydroxyacetone monoester mosquito repellents. Effect of branching cyclization and unsaturation upon repellent efficacy. *J. Econ. Entomol.* 65:66-69.
27. Reeves, W.C. 1953. Quantitative field studies on carbon dioxide chemotropism of mosquitoes. *Amer. J. Trop. Med. Hyg.* 2:325-331.
28. Shannon, W. 1943. Thiamine chloride—an aid in the solution of the mosquito problem. *Minn. Med.* 26:799-802.
29. Shorey, H.H. 1973. Behavioral responses to insect pheromones. *Ann. Rev. Entomol.* 18:349-380.
30. Skinner, W.A., Tong, H., Pearson, T., Strauss, W.G., and Maibach, H.I. 1965. Human sweat components attractive to mosquitoes. *Nature* 207:661-662.
31. Skinner, W.A., Tong, H., Johnson, H., Maibach, H.I., and Skidmore, D. 1968. Human sweat components attractancy and repellency to mosquitoes. *Experientia* 24:679-680.
32. Smith, C.N. 1970. Repellents for anopheline mosquitoes. *Misc. Publ. Entomol. Soc. Amer.* 7:99-115.
33. Strauss, W.G., Maibach, H.I., and Khan, A.A. 1968. Drugs and disease as mosquito repellents in man. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 17:461-464.
34. Travis, B.V., Morton, F.A., Jone, H. A., and Robinson, J.H. 1949. The more effective mosquito repellents tested at the Orlando, Fla., Laboratory.

- tory, 1942-47. J. Econ. Entomol. 42:686-94.
35. Travis, B.V. 1950. Known factors causing variation of results of insect repellent tests. Mosquito News 10:126-132.
36. Wright, R.H. 1957. A theory of olfaction and the action of mosquito repellents. Can. Entomol. 89:518-528.

太陽風

取材自：Frontiers of science 3:
Introduction to earth sciences

過去多少世紀來，科學家們都認為地球是浮遊在宇宙的“以太海”中，光波則藉著「以太」得以傳播。

可是在 1887 年麥可遜莫利氏實驗結果，認為宇宙中並無“以太海”的存在。

從人造衛星所搜集的資料研究所得，地球有如一塊岩石，漂浮在太陽所吹出的粒子流中——即太陽風中。

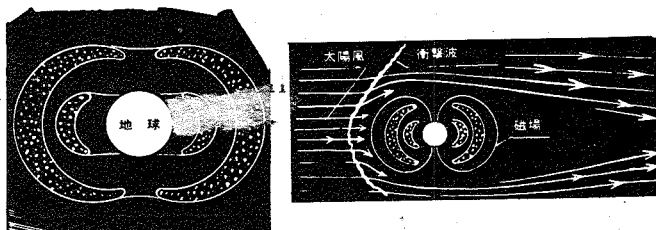
到本世紀已發現：“太陽風”所吹出的不僅只是電磁波，並且有宇宙間遊離的各種粒子，一併被推向地球。

這些由太陽放出帶電的粒子，到達地球後與地球的磁場相作用，引起電波障礙，我們所見到的“極光”，就是由于這種原因發生的。

到 1951 年科學家比曼，並肯定太陽風不是一種突發的現象，而是經常不間斷的挾有一定量的粒子，推向地球。

人造衛星在初期即發現了有圍繞地球的放射能帶——范阿倫帶。

爾後測知地球是懸在太陽風吹向地球時形成的“范阿倫帶”帶中間空洞的地方——“磁氣圈”。



這種“磁氣圈”，使太陽像水流衝過岩石一樣，被分成支流繞過，也就是說：太陽風受磁氣圈的作用與地球隔離。

太陽風在被衝破後，越過地球而在其後方幾百里公里外再合流在一起，繼續進行。

在地球外，磁氣圈的內側有：“范阿倫帶”，然而它們並不成對稱形，而是在面對著太陽與背向太陽處形成較厚的聚集有荷電粒子的半月形帶。

因之所謂地球浮飄在真空間的說法，已不成立。

這些都是在人造衛星成功後，所獲致的資料。

編輯室