

■ 王道還

## 大陸棚地下水

關於台灣面臨的環境問題，〈看見台灣〉是一部令人震撼的電影。可是它以影像取勝，許多段落缺乏說明。例如片中有一段指出，台灣有些地區因為抽取大量地下水而地層下陷，一遇颱風暴雨就會淹水。影片中我們看到一個沿海地帶，密密麻麻的水管越過海堤、沉入海水裡。旁白指出那些水管是魚塢經營者抽取地下水的水管。許多觀眾都不清楚，為什麼抽取地下水的水管會越過海堤從海裡抽地下水？

原來海水下面的大陸棚藏了大量淡水。大陸棚是大陸結構在海洋中的延伸，從海岸一直到距海岸 70 公里處的海床。而大陸棚中，有些岩層是由吸水、透水性的岩層組成，如砂層與礫石層。要是含水層之下有不透水的岩層，水就能儲藏在含水層中，可鑽井抽水，做為民生、農業或工業用水。

要是含水層被汗水、廢棄物中有毒物質滲入，會造成嚴重的環境問題。如果過度抽取沿海地下水，含鹽的海水會滲入含水層。但是台灣有些沿海地區，過度抽取沿海地下水，更嚴重的後果是地層下陷。

去年 12 月初，有一個國際團隊發表了一份報告，指出我們對於大陸棚地下水，以及相關地質學的研究，投入的資源不足。我們最容易理解的原因是，涉及海洋的任何研究都不容易，因為研究人員不容易接觸研究對象。後果當然就是知識不足，而知識不足的後果是難以管理開發、利用的方式。

關於大陸棚中的地下水，這個研究團隊指出了幾個重要事實。最值得注意的是：大陸棚地下水的含量比過去估計的多，要是把鹹度較低的水也包括進來，地球上大陸棚地下水的總量可達過去估計的 100 倍。因為地下水並不限於距海岸較近的大陸棚，離海岸較遠的大陸棚也有，例如距海岸 10 公里處。

所謂「鹹度較低的水」，指的是鹹度只有海水 1 / 3 的水。以現有的技術而言，把鹹度只有海水 1 / 3 的水淡化，成本並不太高。

至於大陸棚地下水的來源，最容易想像的就是：在冰河時代，由於海平面下降，大陸棚大面積地暴露。例如最近一次冰期最寒冷的時候是在 26,500 ~ 19,000 年前，那時台灣海峽並不存在。暴露的大陸棚因為天上降下的水（雨水、雪水等），以及陸地河流的水，而出現淡水湖泊。然後那些淡水滲透到地下，積蓄成大水庫。

參考資料：Post, V.E.A. et al. (2013) Offshore fresh groundwater reserves as a global phenomenon, *Nature* 504 (7478), 71-78.

圖片來源：種子發

# 驅除昆蟲的物質

蚊子是病媒，會傳播病原，例如瘧疾、登革熱等。美國早在第二次世界大戰期間就因熱帶叢林作戰的需求，開發驅除蚊蟲的藥劑。化學分子「敵避」（DEET）是研發成果之一，早已是驅蚊劑的主成分之一。

可是「敵避」有幾個缺點，例如必須長時間塗抹在皮膚上，或噴灑在衣服上；會溶解塑膠、尼龍。此外，它並不便宜。更麻煩的是，有些蚊、蠅對「敵避」已產生抗藥性。可是開發新的驅蟲劑，最大的障礙是成本：首先，必須尋找新的化學分子；然後，確定那些化學分子對人無害，而且生產成本並不高。

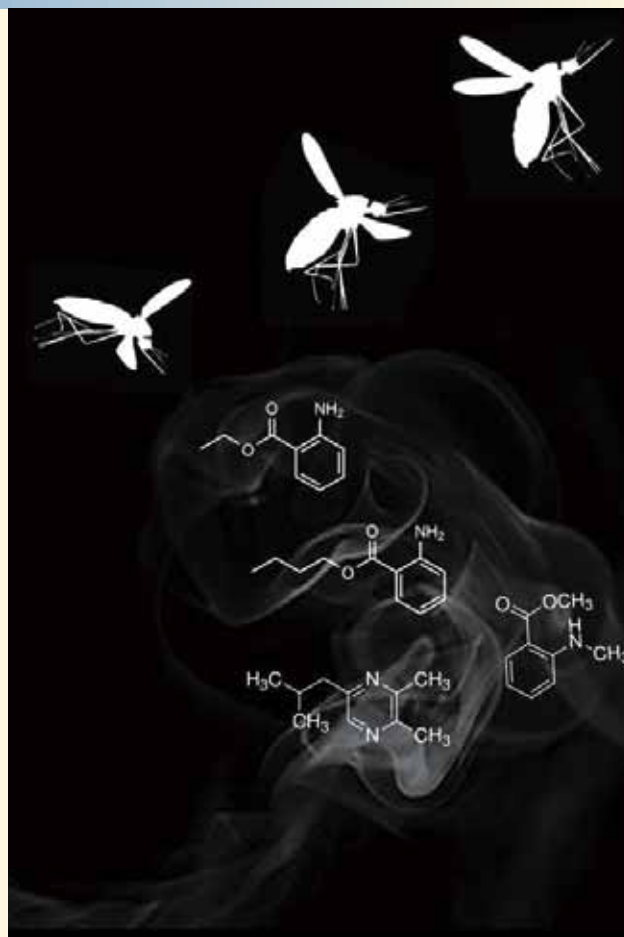
然而科學家對於「敵避」的驅蚊機制並不清楚，難以著手搜尋替代品。美國加州大學河濱校區昆蟲系副教授芮依（Anandasankar Ray）的研究團隊解開了這個謎團，他們用黑腹果蠅（*Drosophila melanogaster*）做實驗，以基因工程技术使對DEET敏感的嗅覺神經元發出綠色螢光。

結果芮依的團隊在果蠅觸鬚上找到了負責偵測DEET的受體Ir40a，要是表現這一受體的神經元無法傳訊，或鎖死製造Ir40a的基因，果蠅便不再對DEET避之唯恐不及。

接著，芮依的團隊利用Ir40a的蛋白質構形特徵，篩檢四十多萬種化學物質，以搜尋DEET的替代分子。他們找出一百多個天然物質，以其中10個做實驗，有8個的確能刺激Ir40a神經元並使果蠅逃避。那些化學物質有4個也有強烈的驅蚊效果，而且其中3個是美國食品藥物管理局（FDA）批准的食品添加劑。

加州大學河濱校區的技術商轉辦公室（OTC）已經為芮依團隊的發現提出兩項專利申請，這是因為Ir40a是非常古老的嗅覺受體，許多昆蟲都有；專門對付這一受體的化學分子，經濟價值很高。

參考資料：Kain, P. et al. (2013) Odour receptors and neurons for DEET and new insect repellents, *Nature* 502 (7472), 507-512.



芮依實驗室發現的4種驅蚊分子（圖片來源：Ray Lab, UC Riverside）

圖片來源：種子發



加勒比海礁鯊（圖片來源：Albert Kok, 2007）

## 鯊魚

瑞士人李特（Erich K. Ritter）博士是鯊魚行為專家，他相信鯊魚攻擊人類是蓄意行為，絕非誤會一場，把人當成海豹、海龜。這可能是因為 2002 年 4 月 9 日，他在巴哈馬參與 Discover 電視頻道拍攝鯊魚紀錄片，被鯊魚咬過小腿肚子。

要是鯊魚蓄意攻擊人類，自人的背後發動最能收到奇襲效果。但是鯊魚是否能分辨人的前面與背面呢？於是他到巴哈馬群島做了一個簡單的實驗。

實驗組是一名跪在海床上的潛水伏，海水深度大約 12 米，四周毫無阻礙，30 米外一覽無遺，這一姿勢消除了人與海豹、海龜的相似處。控制組是兩位潛水伏，背對背跪著，消除了視野的盲點。李特以攝影機記錄礁鯊（*Carcharhinus perezi*）與潛水伏的邂逅，總共錄下了 312 次人、鯊邂逅。其中 211 次，礁鯊遇上單人潛水伏，有 4 / 5 自他背後通過，似乎不願讓人看見。遇上雙人潛水伏，則無偏好。因此李特認為他證明了礁鯊能分辨人體的腹面與背面。

參考資料：Ritter, E.K. and R. Amin (2013) Are Caribbean reef sharks, *Carcharhinus perezi*, able to perceive human body orientation? *Animal Cognition*, published online: December 5, 2013; DOI: 10.1007/s10071-013-0706-z.



這張蟹狀星雲的照片是以美國哈伯太空望遠鏡與歐洲赫歇耳太空望遠鏡拍下的照片合成的（圖片來源：<http://sci.esa.int/herschel/53338-herschel-and-hubble-composite-image-of-the-crab-nebula/>）

## 氫化氫

蟹狀星雲是一顆超新星爆炸的遺跡，中國史書中留下了觀測紀錄：「嘉祐元年三月辛未（1056年4月5日），司天監言：自至和元年五月（1054年7月4日），客星晨出東方，守天關（金牛座 $\xi$ 星），至是沒。」（《宋史·仁宗本紀》）因此這一顆「客星」又叫「中國超新星」。

由於蟹狀星雲位在銀河系中，距離我們很近，大約 6,500 光年；爆炸時間距現在又很近，因此是研究恆星爆炸死亡過程的理想對象。

最新的一個發現是英國倫敦大學天文物理系主任巴婁（Michael J. Barlow）的團隊公布的：他們意外地在蟹狀星雲中發現了氫化氫（ArH）。氫屬於「高貴氣體」，又名「惰性氣體」，因為它的化學活性非常低，很難與其他元素起化學反應，因此在自然界很難發現它的化合物。像氫化氫這樣的分子，科學家只期望在實驗室裡生產、研究，而不會刻意地在太空中搜尋。

巴婁的團隊利用的資訊來自歐洲太空署（ESA）赫歇耳太空望遠鏡，這具望遠鏡偵測的是遠紅外線以及波長更長的「光」。那些「光」在地面上觀測不到，因為大氣層會吸收波長較長的光。

學者認為，造成蟹狀星雲的超新星，質量是太陽的 8 ~ 16 倍。1054 年，它的核心先塌陷、再爆炸。學者推論，在這個過程中會發生核合成，形成較重的元素。倫敦大學團隊發現了氫，證實了這個理論。

參考資料：Barlow, M.J. et al. (2013) Detection of a Noble Gas Molecular Ion,  $^{36}\text{ArH}^+$ , in the Crab Nebula, *Science* 342 (6164), 1343-1345; DOI: 10.1126/science.1243582.

## 葉酸與精子

維生素 B<sub>9</sub>，即葉酸，是孕婦必需的維生素，因為它與「新生兒神經管發育缺損症」有關。可是 2008 年美國加州大學柏克萊校區與勞倫斯柏克萊國家實驗室的研究人員發現，從日常飲食攝取大量葉酸的男性，精子 X、Y 與 21 號染色體異常的發生率，比葉酸不足的人低五分之一。

最近，加拿大麥基爾大學生殖生物學副教授金明斯（Sarah Kimmins）的團隊發現，準父親要是葉酸攝取量不足，即使染色體看來正常，基因的表現也可能不正常。後果是：禍延子孫。

金明斯的團隊以小鼠做實驗。首先，他們先培育一批雄鼠，從受孕起就在葉酸不足的環境中發育。也就是說，生養牠們的雌鼠沒有攝取充足的葉酸。等雄鼠斷奶後，才供應正常飲食。一旦成熟，便讓牠們與雌鼠交配。

研究人員發現，與這些雄鼠交配的雌鼠（實驗組），只有 52% 懷孕，而控制組是 85%。此外，實驗組的雌鼠即使懷孕，胎兒被重新吸收（懷孕終止）的比率高達控制組的兩倍。等到鼠仔出生後，實驗組的目視畸形率也非常高：27% vs. 3%，例如水腦症、五趾不全等。

葉酸不足的雄鼠的精子有一個特徵可能與鼠仔畸形有直接關係，就是 DNA 甲基化模式。由於 DNA 甲基化是控制基因表現的機制之一，研究人員推測，畸形鼠仔是葉酸不足精子特有的甲基化模式造成的。

金明斯強調，雖然許多食物都添加了葉酸，但是攝取大量油脂食物或速食的人以及肥胖的人，身體代謝葉酸的方式與飲食健康的正常人也許不同。

參考資料：

1. Lambrot, R. et al. (2013) Low paternal dietary folate alters the mouse sperm epigenome and is associated with negative pregnancy outcomes, *Nature Communications* 4, Article number: 2889, DOI:10.1038/ncomms3889.
2. 高增婷、傅子芳（民102），葉酸 你夠了嗎，*科學發展*，492，42-48。

王道還

中央研究院歷史語言研究所人類學組

圖片來源：種子發