

熱帶珊瑚礁海域

的藻源生物毒素

文·圖/盧重光

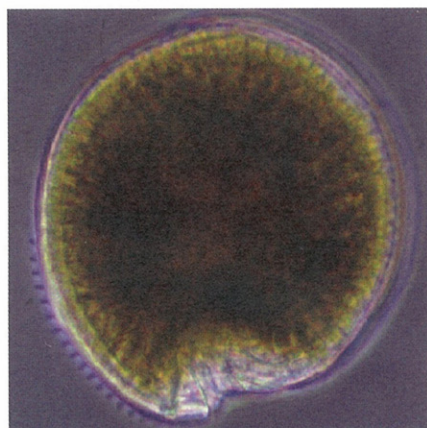
熱帶珊瑚礁生態系中海洋渦鞭毛藻 (marine dinoflagellates) 與無脊椎動物間之高度特異性與接近完美的共生關係，使得海洋渦鞭毛藻在珊瑚礁生態系扮演著相當重要的角色。除了特殊的生態角色外，研究學者也發現這群生長在熱帶珊瑚礁海域的渦鞭毛藻會產生數種相當特殊並具有高度生物活性的二次代謝物 (secondary metabolites)，這些二次代謝物往往構成生物毒性的現象。這些藻源生物毒素會經由食物鏈的傳遞與累積毒化食物鏈中的生物，首先由草食性的魚類攝食了附著於大型海藻上的毒藻，再被肉食性魚類所攝食，最後造成人類因食用被毒化的熱帶珊瑚礁魚類而中毒，根據統計，全球每年約有二萬人因食用熱帶珊瑚礁魚類而中毒，常發生在加勒比海附近，因此被稱為ciguatera—熱帶珊瑚礁魚毒中毒現象，其毒素主要是多醚化合物西加毒素ciguatoxin (圖一) 與刺尾魚毒素maitotoxin (圖二)。熱帶珊瑚礁魚毒的中毒症狀最為特殊的是手觸

冷水時會有如觸電般的炙熱感與皮膚疼痛，此外噁心、嘔吐、腹瀉及下腹疼痛造成虛弱疲倦長達一星期，走路困難須臥床數天之久，腰背僵直，關節疼痛，肌肉痛，特別是腿部肌肉，無力感或痙攣，頭痛，暈眩，皮膚發癢等均使中毒者感覺相當痛苦。

除了會產生西加毒素的類似物及刺尾魚毒的甘比爾藻 *Gambierdiscus toxicus* (圖三) 外，目前於珊瑚礁海域被發現會產生毒素的渦鞭毛藻種類與毒素包括有原甲藻 *Prorocentrum lima* 所產生的內酯毒素prorocentrolides及下痢性的黑海綿酸毒素okadaic acid，前溝藻 *Amphidinium klebsii* 的溶血毒素 amphidinols 與豪殼甲藻 *Ostreopsis simensis* 的ostrecin D毒素。這些珊瑚礁海域的藻源生物毒素的獨特化學結構與超乎想像的生物毒性吸引了無數的科學家投入其畢生的研究精力，因此這些毒素的化學結構被完全解析，毒性與毒理機制被了解，例如西加毒素與刺尾魚毒

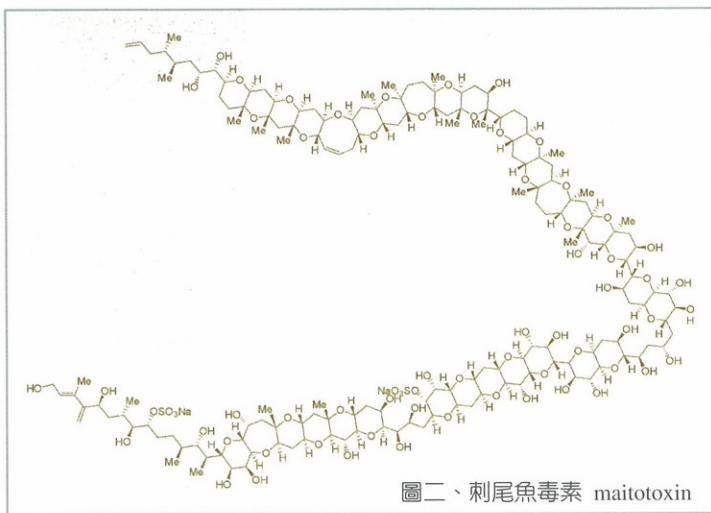
素對實驗小鼠的半致死毒性分別為0.35 $\mu\text{g}/\text{Kg}$ 與50 ng/Kg ，亦即1毫克的刺尾魚毒素可毒死100萬隻實驗小鼠，約口服70 ng 的西加毒素即可造成人類產生中毒現象，更進一步，這些生物毒素被生化學家利用為生物探針來探索細胞的生化機制與細胞離子通道的運作。

由於熱帶珊瑚礁魚毒毒素是隨機地在食物鏈中傳遞，無限定於特定的魚種，因此相當難預防，早期只能根據居住於珊瑚礁地區居民的經驗，於特定時期之某些海域的魚類有較高比例的含毒現象，目前，已利用由魚類與毒源藻類中純化出的西加毒素與其類似物發展出免疫反應檢

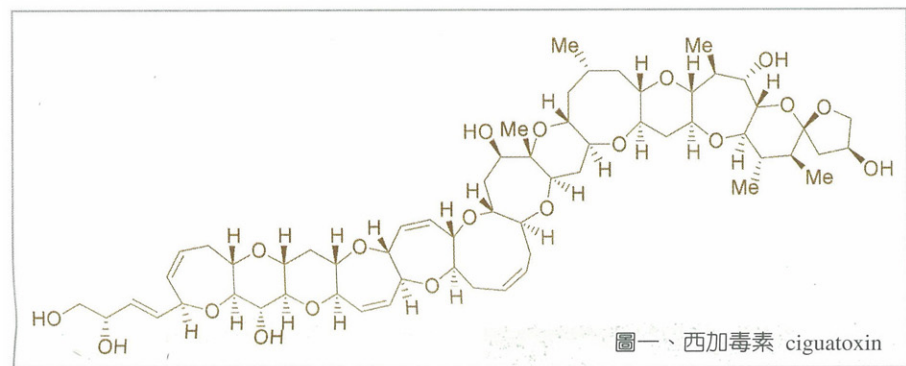


圖三、熱帶珊瑚礁魚毒源生物 *Gambierdiscus toxicus*

驗工具組，短短數分鐘內即可辨別欲食用的魚類個體是否含有西加毒素。



圖二、刺尾魚毒素 maitotoxin



圖一、西加毒素 ciguatoxin