

# 藻類也會以毒反撲！

潘復華

大自然會以各種型態反撲，暴雨、洪水、乾旱、嚴寒以及熱浪等極端天氣肆虐全球，海平面的上升讓部分島嶼在逐漸消失，部分沙漠卻逐年擴大，大自然的憤怒不僅如此，在我們生活週遭也暗藏反撲的種子，水庫中常發現的藻類也暗藏毒素，水庫殺手微囊藻就是一例。

## 水質的優養化、藻華形成

“藻華”（圖 1）是指內陸水域中一些浮游生物（如藍綠藻等）的大量繁殖引起的水色異常現象，淡水中的“藻華”與海洋中的“赤潮”並稱為水環境污染的兩大災害。微囊藻分布於溫帶、亞熱帶及熱帶地區，常見於台灣各水域，包括淡水、半淡鹹水養殖池及水庫等，這些產毒微細藻類的形成，不但造成養殖池生物的死亡，亦污染水庫造成飲用水安全問題。國內學者研究結果顯示台灣島內的水庫中常發現過銅綠微囊藻及韋氏微囊藻的存在，且每年夏天溫度高、陽光強、微囊藻的數量與溫度呈正相關，水溫愈高，藻類就會大量繁殖，一旦藻類群聚成長至明顯大聚落時，就形成所謂的“藻華”。



圖 1 、大量藍綠藻產生的藻華，猶如厚厚的綠油漆漂浮在水面

## 藻類之毒素－肝癌誘發的關鍵

大量藍綠藻產生的藻華，猶如厚厚的綠油漆漂浮在水面上，景觀與飲水安全均造成影響。這些於夏秋季節在湖泊、池塘大量繁殖的藍綠藻，當聚落內部許多藻體已經無法獲得充分的二氧化碳進行光合作用，微囊藻群落不再啓動沉降機制而滯留在表水層，表層的高輻射與熱損害藻體，造成藻體瓦解毒素釋出，另外亦會造成水中含氧量降低，導致魚類等水生生物死亡。過去的十年間隨著氣候變暖和，國內水庫普遍存在藍綠藻，一旦天氣變熱，水溫升高，愈發生產毒藍綠藻華，有毒藍綠藻藻華是全球化的問題，不但造成水資源的品質降低，並且也造成水體生態環境的變遷。微囊藻毒具有特殊的肝臟毒性，急性中毒症狀為嚴重的肝出血與肝衰竭，動物實驗發現，微囊藻毒 70%以上分布於肝臟，並對胎鼠有致畸作用，轉基因小鼠聯合毒性作用顯示，B 肝病毒、黃麴毒素（aflatoxins）和微囊藻毒素聯合作用可使小鼠肝癌發生率高達 40%，可能是毒素能夠啓動人體內的致癌基因，同時抑制抗癌基因的作用，進而促進惡性腫瘤成長，使癌症的發生。1996 年巴西 Caruaru 地區的血透洗腎中心，因引用湖泊的水含有高量微囊藻毒素，在 131 位洗腎病患在血液透析後，13 人直接死亡，32 人發生肝衰竭死亡，還有 41 位病人產生嚴重肝病。分析發現，洗腎透析用水遭到微囊藻毒素的污染，這事件首次證實了微囊藻毒素的毒害，引起全世界醫學雜誌如新英格蘭醫學雜誌及媒體的廣泛報導。此外流行病學已研究證實在中國江蘇省啓東（南通）市與海門市的高肝癌罹患率與其飲用水遭到微囊藻毒的污染有關，如長期飲用含微囊藻毒素的飲用水，罹患肝癌、腸胃道癌症的風險也大幅上升 7 倍以上。

## 藻類毒素之監測、避免健康之危害

監測或管理均需藉助毒素的分析，而藻體個數監測則作為藻華發生前的預警警訊。目前藻毒以固相萃取再搭配液相層析/串聯式質譜儀來檢測最為準確且靈敏度高，並能區分藻毒種類。由於國際間尚無以液相層析串聯式質譜儀檢測微囊藻毒素的標準方法，故自行開發串聯式液相層析質譜儀檢測微囊藻毒(microcystin LR、RR)、魚腥藻毒(anatoxin) 方法，並調查國內水庫微囊藻及藻毒分布情形。自 2005 年開始每年四季檢測全國約 60 座水庫，6 年間水庫之表水藻體中 MC-LR 超出世界衛生組織（WHO）的指引值 1.0 µg/L 者有 34

件(檢出率 1.5%)，介於 0.5 ~ 1.0 µg/L 有 69 件(檢出率 3.1%)，介於 0.1 ~ 0.5 µg/L 有 131 件(檢出率 6.0%)；MC-RR > 1.0 µg/L 者有 33 件(檢出率 1.5%)，介於 0.5 ~ 1.0 µg/L 有 57 件(檢出率 2.6%)，介於 0.1~0.5 µg/L 有 113 件(檢出率 5.1%)；Anatoxin-A > 1.0 µg/L 者有 6 件(檢出率 0.3%)，介於 0.5 ~ 1.0 µg/L 有 4 件(檢出率 0.2%)，介於 0.1~0.5 µg/L 有 35 件(檢出率 1.6%)；其中 8 成以上在離島水庫，多因離島水庫少有河川貫流，多為自然水塘，又因蓄水量小，且緊鄰人口聚集區，甚至有些水庫上游蓄養牛羊，故藻華事件較多，所幸藻毒局限在水表層藻體，藉由深層取水，再經過水處理淨化後，其淨水場之清水均無檢出藻毒。另外微囊藻垂直分布情形，石門水庫在水下 15 公尺以下並無發現微囊藻體，而鯉魚潭水下 20 公尺處仍有些微藻體存在，但是不論那座水庫，在水下 10 公尺以下均無檢出藻毒；經由 6 年來檢測數據研判，對於國內水庫產毒藻類及毒性有全面的瞭解，島內水庫水質穩定，雖曾發生數次藻華事件，所幸藻毒局限在水表層藻體，檢測其淨水場之清水均無檢出藻毒群眾飲用到含超過 WHO 之管制值(1.0 µg/L) 的自來水風險為零。環境檢驗所亦曾就藻毒較高的數座國內大型民生水庫協助執行其淨水廠水源水質檢測，不過經過水處理淨化後，發現淨水廠處理後的自來水，其清水中均為未檢出藻毒，顯示可以藉由水庫深層取水及淨水廠水處理技術來去除水中藻毒，只有減少藻類滋生，避免水庫藻華生成，才是免除藻毒危害根本之道。