

淺釋《野外方案(Wild Solutions)》書中有關布袋蓮與土石流的誤解

文/圖 梁昇 ■ 國立中興大學水土保持學系兼任生態工法教授

《野外方案(Wild Solutions)》這本書對我來說，就像科學知識的巨人。它提供給我許多「生物多樣性」先進的知識，尤其當我有生態學上收穫時，我不斷地核對新發現。針對該書2004年的第二版，到目前為止，有兩個小議題我不滿意書中的說法。其一是布袋蓮對策，其二是美國南加州海岸土石流產生的原因。書中所載述與我親自訪視結果有所差異，特別在此討論。

布袋蓮(Water Hyacinth, 學名*Eichhornia crassipes*)原產於巴西，在淡水環境中的大部分時間裡，是一種飄浮性多年生水草，最大的特色是不管水域狀況如何，生長奇快，具有扼殺水中其他生物的特徵。水位低時垂蕩的根(Dangling Roots)馬上著土，變成是唯一的先驅草類，立刻一變為挺水性水草。水位高時，葉柄拉長，葉片高舉在空中，優先卡位競爭陽光的照射。布袋蓮應變行動力似乎像動物一樣。根與葉均自莖長出，二氧化碳、水、與養分互

相供應距離最快捷。而且莖為走莖(Stolons)，根有根冠且成叢，綠莖、綠葉柄、與綠葉均為類似於不透水綠皮包裹的海棉，具空洞甚大的氣囊，故能飄浮在水面，由於同時走莖快速成長，一大叢成株擠在水面，可形成厚達2公尺的草氈；與李氏禾(*Leersia hexandra* SW.)、水芙蓉(*Pistia stratiotes*)合稱「草氈三劍客」，而且三劍客的老大(圖1)。就是冬天，你如能去造訪新竹縣大埔水庫，仍然可以看到老大獨佔水庫內草氈面積的95%以上。



圖1 2010年12月大埔水庫草氈三劍客的分布。中央較淡是水芙蓉，遠方較淡是李氏禾，其餘均為布袋蓮。

布袋蓮能夠在水域生存競爭中打敗所有的動植物，搶奪走有智慧的人類在地球上流露的光彩，最大的可能性恐怕是尚有未被發現的特徵。人類對於布袋蓮過度擴張一直沒有有效對策，因此產生過度優柔且寬容的憧憬，尤其植生復育(Phytoremediation)專家，如十分優秀的生態學家Andrew Beattie 與Paul R. Ehrlich在他們合著的成名作：Wild Solutions：How Biodiversity Is Money in the Bank第100頁，就認為可以利用它來淨化污水與降低採礦污水中的有毒化學成分。他們認可的下一步驟是「從船上撈起已吸收含有污染物成分的布袋蓮，並安全地棄置(they can be relatively easily be harvested from boats and to safely disposed of (the contaminated water hyacinth))。真有安全地棄置的對策嗎？

撈起是直覺反射，世界所有受苦於布袋蓮的國家都用過這種方法，每個案例均嘗到失敗的苦頭。因為布袋蓮的繁殖速率與其對水況出奇制勝的適應性，導致撈起成本太高。筆者參觀過某河流旁人工濕地的回流渠道上的撈起作業，七架怪手與二條船已作業三天之後(圖2)，似乎毫無功效；可見一斑。也可證明草氈的特色不可等閒視之。



圖2 某河流旁人工濕地的回流渠道上0.7公頃儲水池布袋蓮的撈起作業，七架怪手與二條船已作業三天之後，似乎毫無功效。

談到安全地棄置，布袋蓮吸收污染成分不會回歸土地、水域、或為害生物的方法大概只有高溫焚燒，但是成本呢？21世紀成名生態學家輕率的這種提議，造成許多專家的誤解，反而助長布袋蓮繼續為害。美國在20世紀的70年代就轉向化學藥劑，80年代就求助生物控制。2010年5月甚至於大張旗鼓地宣告生物控制方法的成功(有興趣的讀者請上網查“Megamelus Release Ceremony May 18, 2010”)。引用這種生物控制成果，恐怕要擴大考量兩地間天敵的天敵之不同差異。譬如我國引入人工濕地，引發許多疑難雜症，應引為戒。其他國家比較偏向食源與編織應用、動物飼料、肥料、繩索、與造紙等方向，似乎均無顯著成效。

布袋蓮對河川航運與水利措施的堵塞與破壞，是大家熟悉的，但是症徵是在那個環節上？卻未能釐清。防治對策上，過去被發現無效的方法不宜再列為參考。過去不正確的觀念不要再被引用。譬如，我們要正確認識到布袋蓮不僅行無性生殖，它更能行有性繁殖，它的種子跟密西西比河的蜉蝣蛋(蜉蝣，夏至當天出水交配，朝生暮死)一樣多，掉落在水中底泥的數量多而且十年內隨時可發芽成長。防治對策對兩種生殖方式者皆不可偏廢。我們不要只會強調其中之一。台灣水庫有離槽與在槽兩種，兩者對布袋蓮繁殖的影響有重大差異，因此防治與管理對策是有差異的，希望農林界水利的先進要充分慮及之。草氈三劍客對灌溉效益均會產生不良影響，但產生的問題不同，希望能正視之。針對草氈形成有無特別途徑可資了解？作者試以下述說明切入。

外侵物種所以能入侵成功，也是有理論

的。譬如所謂生態區位(Niche)空缺假說，一個水域生態系(Ecosystem)環境沒有滿足應有區位需求就會招致補位需求而造成入侵成功。如果某區位生物一直懸缺，這個補位需求就一直存在；不過尋找這需求可能是十分困難的挑戰。Wild Solution 書中第65頁特別提到哺乳類(Mammals)在白堊紀(Cretaceous)之後大量繁殖，發揮了「適應性擴張(Adaptive Radiation)」填補白堊紀恐龍(Dinosaurs)等大滅絕所留下的生態區位，新生代於焉開始，才使地球成為現在的樣子。否則再多的安排或再刻意的對策，都不可能形成今天的地球。發生布袋蓮入侵成功到處發生過，卻未見有關補位需求任何的研究報導。一個水域生態系(Ecosystem)環境到底缺乏甚麼區位？從未曾見有研究，問題顯然認識不足。生態理論已慢慢抬頭，現代的農業管理者趁這大好時光充電，恐怕也要列入對策考量。

作者進行完全黑暗水域布袋蓮空間數量觀察後，初步認為草氈形成是空間區位，補位需求對於空閒的水域愈高(優先，Higher Priority)，

補位需求激發了預儲養分的行為，因此結論只有誘殺才能對症下藥，如何誘殺植物？大概只有「以毒攻毒」，此處所謂毒殺不是化學藥劑，因為化學成分與布袋蓮生態區位無關，尚有待繼續努力。

同一本書的第72頁，有關美國南加州海岸土石流產生的原因竟然只歸罪於「植生還沒有恢復到足以控制水流的狀況(the vegetation has not yet recovered sufficiently to control the flow of water)」。正確嗎？其實，主要原因乃發生在 Santa Lucia Fir (學名: *Abies bracteata*) 硬苞冷杉與 Incense Cedar (學名: *Libocedrus decurrens* Torr.) 北美翠柏的海岸林，在遭遇火災之後，昇華樹脂冷卻，覆蓋火災跡地，林地表土孔隙變成不透水，即所謂斥水性土壤(Repellent Soils)之火災跡地。火災後的暴雨逕流無法為土壤吸收，過去土壤吸收大量逕流功能不再，火災跡地的下方發生顯著的逕流集中現象，造成原設計排水設施排水功能來不及渲泄才引起土石流。撥偏復正，加強生態理論資訊與實證，才能避免造成盲從與誤解。🏠