

計畫編號：SWCB-96-062

水生植物手冊
Handbook of Hydrophyte

出版單位	行政院農業委員會水土保持局
出版日期	民國 96 年 12 月
發行者	吳輝龍

行政院農業委員會水土保持局 編印

中華民國 96 年 12 月

一、前言

水生植物具有涵養水源、保護水質、穩定河道、攔阻泥砂、過濾營養鹽、遮蔭溪流、維持水溫、提供有機物質等功能。在坡地生態水池上應用之水生植物，原則上應以適合當地環境的原生種為宜。由於原生種植物之屬性與定義不易明確，部分植物雖屬台灣地區之原生種，但將原適生於南部地區之物種引到北部種植或將高海拔地區物種引到低海拔地區種植，因氣候形態差異導致不符合植物栽植的適地性，其是否符合生態學理念，仍有爭議。另外生態水池之設計目的、水池功能類型等因地而異，其植栽設計與應用需符合基地現況之適地適用為準。因此，水生植物之適用範圍與適生基地條件之資訊，宜加以整理彙整，以供參考。

生態水池屬開放型之生態系，其綠色植物之淨生產量高，能量與物質之轉換速率快，植生演替速度亦高於一般陸域生態系，因此水池內如有外來侵略性植物入侵，會快速造成水池生態系之破壞而致無法復原，甚至需特別加以維護管理。此類常見外來侵略性植物問題，亦將於手冊之內文中加以闡述，以供植物選取及生態水池設計時之考量。

有關坡地生態水池各種水生植物之特性解說，本文依植物體成熟之形態進行分類，解說內容包括中名、學名、別名、科名、分布(產地)、習性、形態、用途、撫育管理以及附圖說明全株外形及特徵特寫(花或果、葉形等)，俾供相關工作人員參考。

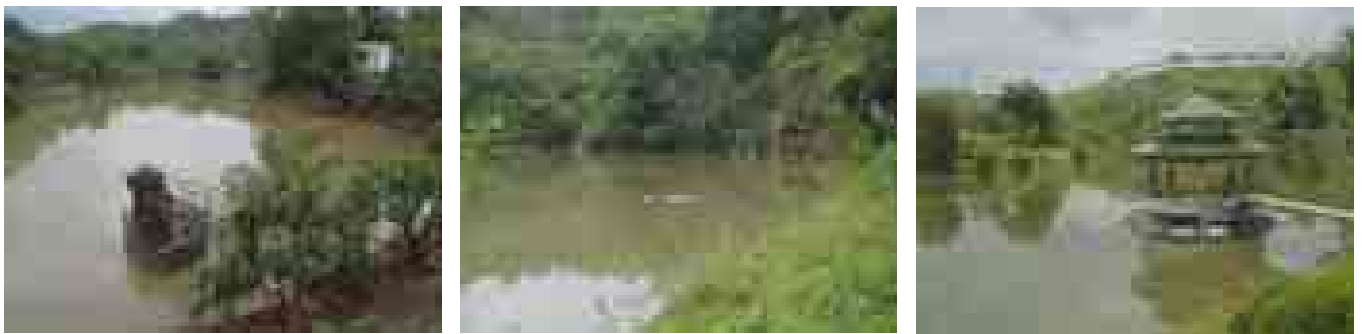
二、生態水池之目的

生態水池廣義性的定義為以水域為主體，由動物、植物、微生物、土壤共同組成具完整動態生態體系的水池，包含人為與自然、永久或短暫、靜止或流動的水域，例如埤塘、公園水池、校園水池等。

狹義性的生態水池，係指根據生態水池構成條件，在不同土地利用或城鄉開發尺度上具有串連生態系統。適當的微氣候條件下，水池本身條件上擁有足夠的面積、合理水深、適當形狀、不透水底質、純淨水源、多樣性孔隙，並與本土植物構成複雜棲地環境提供動物生存，且需藉由少部分人為力量協助維持完整動態生態體系。由於生態水池之範圍與屬性內涵因地而異，茲以其設置目的而言，可歸納為下列四種：

(一) 蓄水灌溉

主要包括灌溉水圳、農塘，一般農作依賴的是引自水庫集水區或是溪流中上游之灌溉水圳，部分農作則利用低窪地區興建農塘自然蓄水，再將農塘內的水引至農田中；旱作則因作物所需水量較少，多數仰賴自然降雨，部分則透過此類水池之建置達到灌溉之目的。



以蓄水灌溉為目的之農塘水池(泥岩地區)

(二) 滯洪防災

降低因開發山坡地而增加下游地區洪峰流量之衝擊，藉由坡地水池之蓄水體積及出口設計而達到降低洪峰流量、遲滯洪峰到達時間或增加入滲等目的。若其出口高於池底，亦能達到污染及泥砂控制之目的。

此外也可用來提供林火發生時之消防用水、阻擋林火蔓延等，多設置於人口密集之聚落區、林木茂盛及大面積之草生地區域，且需較大面積之規劃，尋覓自然凹地加以土壤改良，以粘土取代透水性佳保水性弱之礫石紅壤，透過自然降雨達到水池蓄水之功能，以提高蓄水、保水的功能，達到防災保全的效益。平時亦可調節環境微氣候，改善過度乾燥之氣候環境，並提供野生動物良好的棲地。



以滯洪防災為目的之景觀滯洪池(台中科學園區)

(三) 濕地保育

濕地具有淨水及生態保育功能，人工濕地則是將生態工程技術應用於水或廢水管理及處理上的一種自然淨化程序，在操作上無需曝氣、攪拌、加壓等人為動力，亦不需添加化學藥劑、介質單體附著物等人造物質，具有省能源、低成本、無二次污染、不破壞生態及不受流水的水質與水量影響之優點。因此於社區、小集居區周邊利用低窪地或閒置空地設置人工濕地進行社區廢水之自然淨化，除可達到環境保護之功能外，並可達到蓄水與景觀美化之效果，亦可利用濕地淨化之水做為社區綠美化植栽澆灌之用。包括集居區旁之水池可做為人工濕地，進行聚落生活廢污水之水質淨化，並與社區聚落結合提昇社區之景觀品質，或以防洪排水為主之排水路，透過景觀、水土保持工程設施改善排水路蓄水、防洪之功能，另可於排水路交會之適宜處設置水池，除有滯洪效果，亦可提供做為動植物棲地。

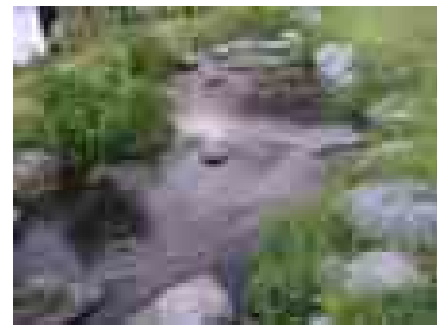
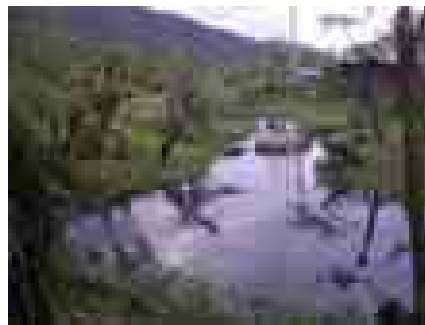
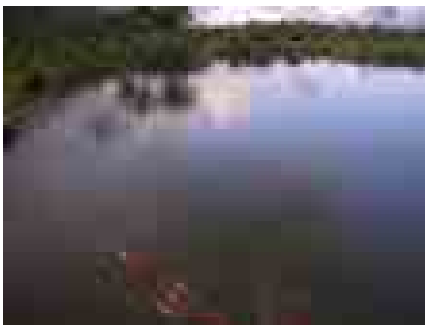


以保育爲目的之水池濕地(花蓮富里六十石山)

(四) 景觀遊憩

利用景觀造園手法建置水池，除提供基本蓄水、淨化水質及消防之功能外，亦可改善原本單調的林地、草生地或陸域景觀，並透過周邊景觀休憩設施之導入、步道之建置，塑造適宜地方居民從事休閒活動之場所，達到生態水池建置之多重目標。

利用現有水池進行功能再造及景觀改善計畫，重塑昔日農村風華，或配合位於步道或階地旁之防災型水池進行景觀改善，塑造具多重功能之目的。



偏重景觀遊憩爲目的之水池(花蓮光復大豐村)

三、水生植物之分類與功能

(一) 水生植物之定義

水生植物(Hydrophyte)顧名思義是以水為生存及生長媒介之植物。狹義上是指植物的生活史必須在有水環境下完成，亦即該植物一生都必須生活在水中，且能長出適應水域生長之根系與葉片形態構造；廣義上則包括生活史中有一時期生長於水中或生長於飽和含水量之土壤上之濕生植物，這類型水生植物不見得要生長於有水環境中，但最少供其生長之土壤必須是在潮濕狀態下或是土壤飽和含水量必須維持在水生植物可以生存的最低限度上。目前較為人所接受的水生植物定義，包含了下列數種狀態的植物：

1. 終其一生都是生活在水面下，並且可以順利完成其完整生活史的植物。
2. 完全漂浮在水面上生活並且能自然繁衍的植物。
3. 至少有部分的莖、葉是必須完全依附水的條件或可以適應完全的水生環境而生活的植物。
4. 在生活史的某一時段是必須生活在絕對潮濕的土壤或是水中的植物。
5. 根系可以完全適應水中環境且莖葉能自然生長的植物。

(二) 水生植物分類

依據植物體成熟開花時，所呈現其葉片與水面的相對位置和生活習性，可分為下列五種(如：水生植物分類示意圖)，茲說明如下：

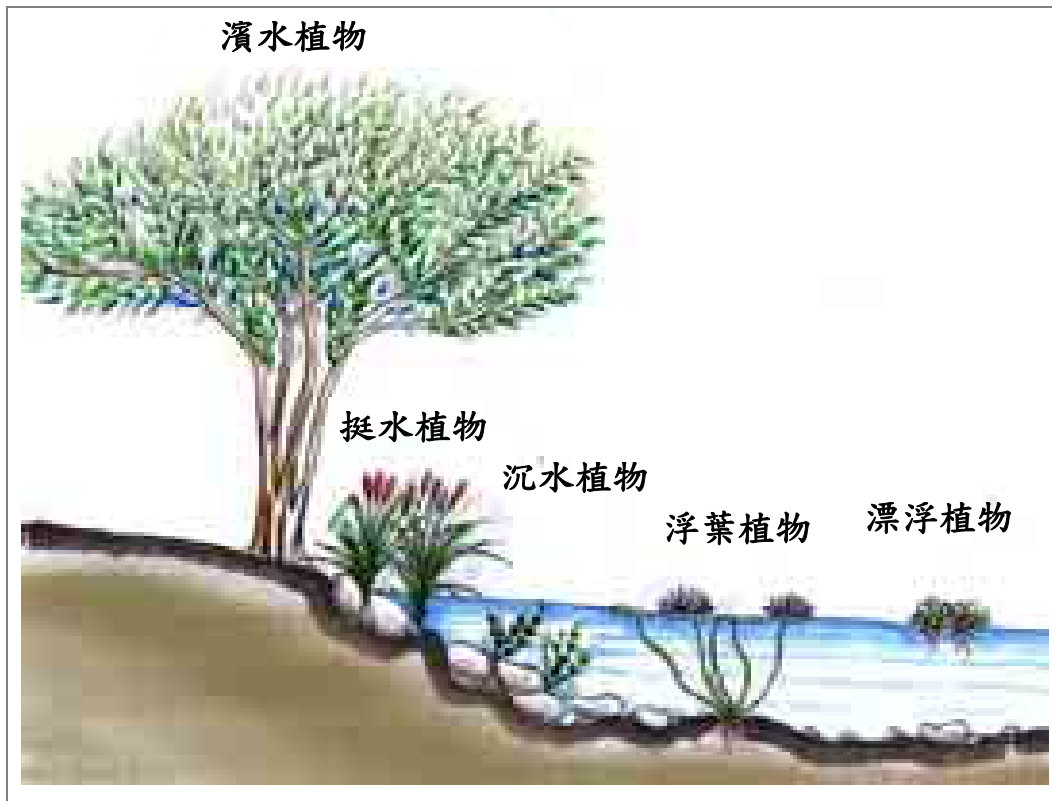


圖 1 水生植物分類示意圖

1. 漂浮植物

漂浮植物的葉子漂浮於水面，但根系並沒有固著於泥土中，而是漂浮於水中，且根系是細長且柔弱的，或者已經完全退化，所以植物體本身會隨著水流動而四處漂移。有時候在水位退去時，使得植物體「擱淺」，或因為水流或風力等因素而致植物體被「推擠」上岸，根系充其量只是暫時「附著」在泥與土壤的表層上；但水面上升後，根系終將承受不了水對植物的拉力而被輕易地「扯斷」，便又會脫離土表而漂浮在水面上。可細分如下：

(1) 植物體具備足夠的浮力

可以完全地「浮游」在水面之上。這類植物利用在植物體表布滿了細長的毛茸，有效地利用了水的表面張力讓自己撐在水面上，例如槐葉蘋。

(2)具有發達的氣室

利用葉片、葉柄等部位發育出發達的氣室，讓植物體得以儲備大量的氣體而使自己浮在水面上，例如水蘩。

(3)懸浮於水域上層的植物體

這類植物係直接「懸浮」在水域的最上層，例如紫萍。

漂浮植物喜愛生長在靜水域環境，一般而言，在流動水域中較難見到其蹤跡，且無性繁殖機制非常旺盛，可迅速地將整個水面鋪滿。

2.浮葉植物

指葉片自由漂浮於水面上，根系或地下莖固著在水下土壤層之水生植物。浮葉植物之葉片會因生活期而有不同的形狀變化。

(1)水下葉：生活於水下的葉片會如同沉水植物般的薄且柔軟。

(2)水面葉：伸出水面之上的葉片，其向陽的一面則會有薄薄的角質層，除可以防護葉肉組織免於日曬與風力的損害，亦可防止組織細胞內水分的快速蒸散。

這類型植物根部所需要的氧氣經由葉片的氣孔傳遞供應，故其葉柄會隨著水的深度增加而迅速成長，以適應環境中的水位變動，例如台灣萍蓬草。

3.沉水植物

係指植物體完全或大部分沉沒於水中生長，根系固著在水下土壤層之水生植物，開花時，花沒於水中或挺出水面。植物體表面沒有或不具有發達的防止水分蒸散的構造，因此，植物體的地上枝一旦離開了水域，往往會快速失水、凋萎，甚至死亡。

沉水植物自身爲了適應水面下生長，其葉表面細胞壁通常甚薄或不具角質層，葉片色淡而柔軟，內部構造也較清晰透明；二氧化

碳與氧氣可以直接經由葉片細胞交換，有利於植物體的光合作用與呼吸作用進行。某些沉水植物之定著根系已退化，必須依附在其他植物之莖叢間或漂浮水面，例如金魚藻。沉水植物莖葉內輸導系統不發達，葉片大多呈線狀、片狀或條狀，以利於流水環境，不會因水流的衝擊而導致莖折斷。

這類型植物對於生活環境的容忍範圍很小，對水質變化之反應較為敏感，可當作水體水質的生物指標。

4.挺水植物

挺水植物通常生長在水深 50 cm 至 1 m 左右之淺水區，其根系固著在水下之土壤層，莖葉的一部分或大部分伸出水面的植物。挺水植物的根系發育情形隨種類而不同，大多具有走莖或根莖形態，其根系所需之氧氣係外界空氣經由莖葉內的通氣組織傳遞供應。

全世界有三分之二的水生植物多屬於挺水植物，因此在外觀和生活習性上呈現多樣化面貌，部分種類偏向陸生、有些近似飄浮葉，部分挺水植物會在水面下兼具沉水葉，其形態與水面上生長的挺水葉截然不同，例如異葉石龍尾。

5.濱水植物

濱水帶植群通常係指河岸區域一條具有生命力的綠帶，藉由不同植物組成，連接了乾燥高灘地與濕潤的水域，並且控制兩者間的水分、沉澱物與有機營養物的傳遞。發展完整的河溪或水域環境，具有茂盛且多樣化的帶狀濱水帶，隨著流域的範圍、水域水位之高低、季節的變化以及植生演替變遷之過程，水體所影響濱水帶的範圍亦有顯著的差異。依濱水帶字面上之涵義，自然植群組成結構，受水域造成之地下水位、大氣相對溼度以及水陸域交界處生態系變化影響之範圍，均具濱水帶之特性與內涵。而生長或優勢生長於濱

水帶之植物，可謂之濱水植物。

有些學者認為濱水植物並不一定被視為水生植物，因其可能與其他植物同時在陸域上生長，但考慮到生態水池邊緣常遭受定期或不定期起落水位之作用，以及生態水池生態系之完整性需藉濱水植物為遮蔭、落葉及提供生物完成生命週期之棲地與食物來源等，故本文將濱水植物納入水生植物之範圍內。

(三) 水生植物之功能

依據不同規劃設計目的栽植之水生植物，其對生態環境保育之功能，茲分述如下：

1. 緩衝與調節水流

水生植物群落具有天然的緩衝能力，在暴雨時可吸收、儲存或滯留逕流，發揮水文調節的功能，並可減少下游泥砂量；平時則可透過地表逕流控制與地下水入滲作用等，達到地下水補充與涵養水源之成效。水生植物也能夠提供做為保護土壤之覆蓋物或做為大氣、水域與土壤之緩衝界面，提供遮蔭控制水域溫差；而在寒冷的冬季，可減緩熱量散失及降低風速等。

2. 固土護坡功能

濱水型和挺水型水生植物，可以減少水流的物理作用力對水岸產生沖刷或侵蝕等影響，具有水土保持的實質功效如下：

(1) 崩塌之防止

濱水植物根群之固結土壤及加勁作用，可增強土壤凝聚力及摩擦力，亦可消耗土中水分，降低暴雨時土壤抗剪力之急速降低。例如茄苳、構樹、烏桕和九芎等，其主根或垂下根以垂直型根系伸入土層，可增加土體之穩定性；水平根、斜出根等可固結土石，

防止土石滑落或淺層的崩塌。

(2)防止水土流失

近地表層細根多或水平根發達之植物，對於防止表層水土流失較為有效。植物地上部之雨水截留作用，根系對土壤之網結作用，均可達到防止土壤沖蝕之效果。

(3)改良土壤、增加滲透

根系除可固結表土，防止沖蝕外，深根性之根系有破碎底土，增加風化之用，進而促使風化層與基岩之界面漸移，枯死之根系所殘留孔道及遺體，有增加滲透及改良深層土壤條件之效。根皮與土壤之接觸面，有利於雨水之滲入，減少逕流溢出，防止洪害，並可增加蓄水及過濾水質，在生態水池經營上至為重要。

3.攔阻泥砂及過濾作用

水域周邊具有完整之植生緩衝帶，可達到過濾溶解性污染物及泥砂之效果，也可保持土壤濕潤度。緩衝帶提供更大的表面入滲勢能，當逕流發生時，能增加逕流入滲量，降低地表逕流流速與逕流量，造成泥砂沉澱與水質過濾之效果。

4.去污淨化水質功能

污染物的去除和淨化是藉由水生植物、底泥層與水體相互作用下完成的，其過程包括物理、化學和生物過程，概述及詳細流程圖如下：

- (1)物理過程：在植物體和底泥層的作用下，可減緩流速或攔阻污水、促進水體進行懸浮固體物的沉降及過濾而移除污染物。
- (2)化學過程：藉由植物體自身分泌的抗生素類化合物，分解污染物，增加污染物之沈澱和吸收。
- (3)生物過程：污染物由微生物和植物（包含藻類）的新陳代謝、

植物吸收和最終自然的死亡，以及有機物的沈澱堆積等方式移除。

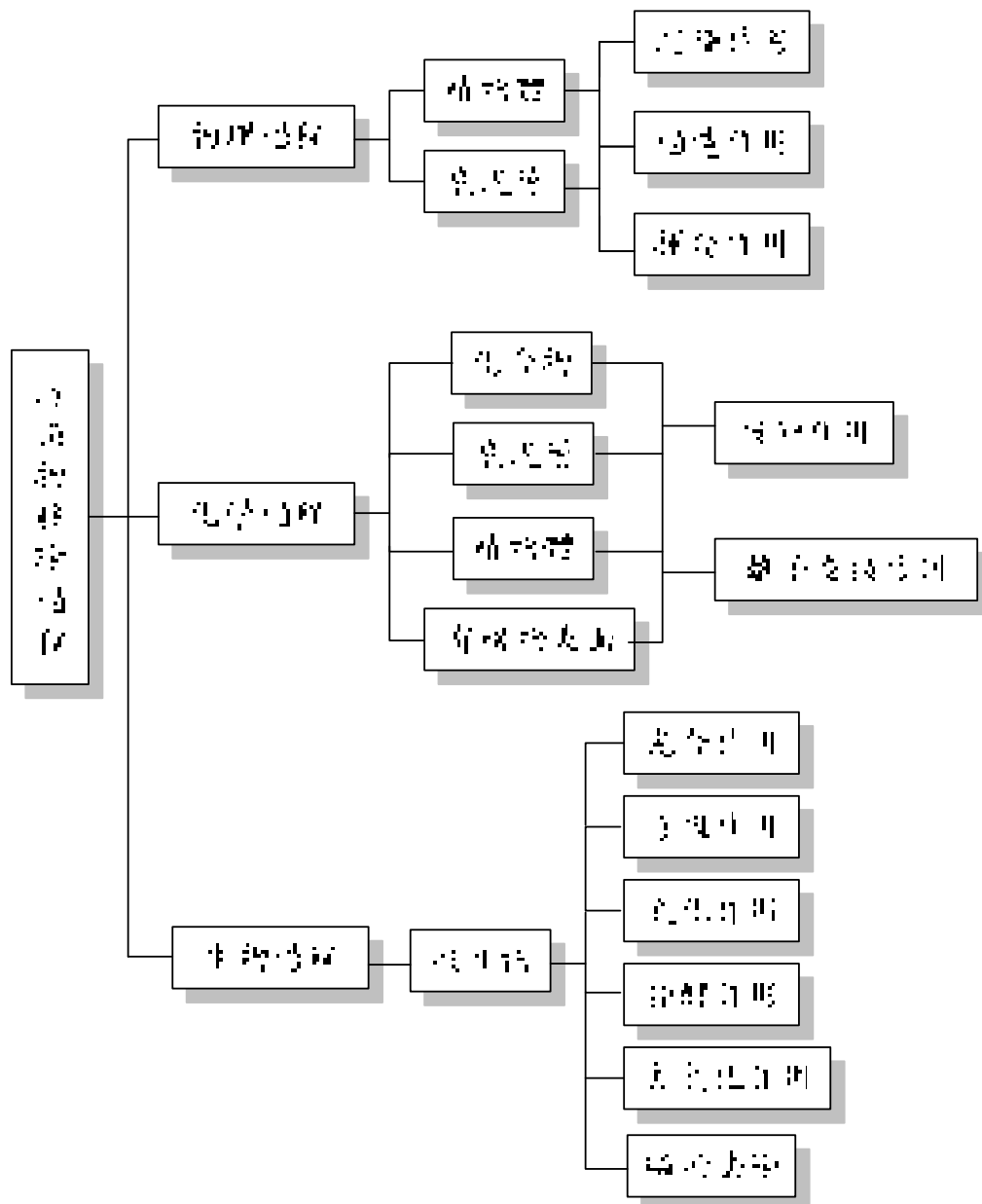


圖 2 生態水池污染物處理過程之流程圖

5. 增加生態機能

藉由水域植生群落多層次的空間結構分布，有效地將太陽能轉化為化學能(碳水化合物)，透過生物營養階層間的物質循環與能量流動，產生大量的懸浮性有機顆粒與浮游生物，吸引軟體動物、節肢動物及魚類等動物的覓食與繁殖行為。其微棲地組成特性，區隔

出多樣性的生態棲位，以因應不同物種的獨特生理需求。

自然死去的風倒木和沖蝕產生之浮木等木質殘骸，進入水池後，可提供魚類、鳥類、昆蟲、小型哺乳類動物良好的生存環境，也可提供水域生態系統與陸域生態系統交錯區—生態過渡帶之能量來源。濱水林帶冠層下為中小型哺乳類、鳥類、兩棲類、爬蟲類、無脊椎動物、昆蟲幼蟲等之棲息場所，植物果實為鳥類、鼠類及其他哺乳類食物，樹葉、樹枝、樹液、花蜜為昆蟲的食物來源；濱水草叢為小型哺乳類、濱溪鳥類、兩棲類(蛙)、爬蟲類(蛇、龜)、蜻蜓、螢火蟲、無脊椎動物棲息、覓食的場所，葉子亦為昆蟲幼蟲的食料、果實為食穀鳥類的食物來源，最後枯枝落葉、無脊椎動物以及其他掉落至水池中可以提供做為能源用途的物質等，再成為水生植物和水域動物能量的來源。

茲就各類水生植物之形態，功能及應用措施等有關資訊，列表綜合比較如下(表 1)：

表 1 不同類型水生植物之綜合比較表

類型	植物性狀與習性	生態機能	規劃設計與維護管理考量
漂浮型	<ol style="list-style-type: none"> 1.根系懸浮在漂浮葉片之下。 2.隨著水流移動，不會直立生長出水面。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.密生的漂浮植物會限制大氣中的氧氣擴散入水中，並阻礙沈水植物行光合作用。 2.植物體可為動物之食物來源。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.可設計用於較深的水域環境中，擴大水體容積，外圍用格網或竹椿圈圍以利管理。 2.植株密度過高時，可適時給予撈除。
浮葉型	<ol style="list-style-type: none"> 1.通常有浮水的葉片，但可能也有水面下呈現不同形態之葉片。 2.根固著在底部土壤層。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.密生的葉片會限制大氣與水體間的氣體交換，並影響沈水植物行光合作用。 2.植物體可為動物食物來源及提供掩蔽材料。 3.可提供為水鳥、兩棲類及水生昆蟲築巢或棲息空間。 	可用於中等深度的水域環境，或較寬廣之水體。
沉水型	<ol style="list-style-type: none"> 1.通常整個植株都會沈在水中，但可能有浮水葉片。 2.根長在底部土壤層或懸浮於水中。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.提供水生動物食物來源(如螺類、蝌蚪等)。 2.作為動物築巢、產卵或幼蟲的隱蔽空間。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.適用於開放水域之生長空間 2.可藉由日照的阻斷，抑制此類植物的生長。
挺水型	<ol style="list-style-type: none"> 1.根長在底部土壤裡。 2.對於水分的適應範圍較廣，可忍受淹沒和飽和含水量較高的基質。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.提供築巢、掩蔽或供為鳥類、兩棲爬行等動物食物來源。 2.開花植物可作為蝶、蜂的蜜源，部分植物則可提供食草功能。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.較適合栽植於淺水域的環境中。 2.因植株較高大且部分物種較為強勢，必要時適時予以疏除(如香蒲、水燭、蘆竹等強勢物種)，以維持植物的多樣性。
濱水型	對於水分的適應範圍較廣，可忍受短期淹水和飽和含水量較高的基質條件。	<ol style="list-style-type: none"> 1.提供築巢、掩蔽及食物來源(特別是鳥類)。 2.開花植物可作為蝶、蜂的蜜源，部分植物則可提供野生動物之食草來源。 3.果實或樹液可提供生物的食餌來源。 	基質的設計需考量植物的根系發育空間。若採用不透水布為底層，務必增加覆土深度，以避免植株倒伏。

四、坡地生態水池規劃與植栽設計原則

(一) 坡地生態水池規劃原則

爲了減輕坡地開發利用可能造成環境的負面衝擊，及達到增加坡地水源涵養與污染防治等功效，坡地生態水池必須謹慎地規劃設計、營造，使其發揮其效益，如下表 2 所述。

表 2 坡地生態水池規劃原則(1/2)

項目與區位	規劃設計原則
水深	以安全考量爲主，大部分池面水位不要比 60 cm 深，且應具有變化，在 10 ~60 cm 間配置不同之比例。如爲有利於較多魚類棲息過冬，可於池中間區域保持小區域水深 100 cm 之深水區。
形狀	應造成不規則、彎曲且多變化；避免平直、整齊之形狀。如果有足夠的空間，可考量設計成數個不同大小的水池，各水池以小水道連接，可創造水流或高差的效應。
池底	以厚 30~60 cm，粘土成分占 40%以上之土壤層，充分壓實可達部分防漏效果，不宜使用水泥或磁磚等，並於池底挖溝、堆石、堆木塊、放置多孔隙材料等做成深淺不一，具有變化之地形，提供水生生物利用之選擇。池邊 1~2 m 坡預留爲緩衝帶及透水區。
植栽	依不同水深，栽植原生之漂浮、挺水、沈水及浮葉等植物，周邊栽種濱水之原生地被、灌木及喬木，並應使植物、枯枝落葉和水體有最多的接觸面。
池岸	水岸之邊坡坡度應盡量平緩，並以自然之土壤、木材或天然石塊砌成，營造動物喜歡之緩和邊緣，切勿設置成垂直堤岸或使用水泥、磁磚，尤應注意邊坡要維持多孔隙性及多變化性，以利動物之活動及棲息隱蔽。
堆置物	可放置枯木、石堆、枯竹，並使部分沈入水中，部分設置爲直立之棲木，部分自岸上自然倒入池中便於水棲昆蟲及魚蝦生存，亦可形成水陸兩棲動物之天然通路及水鳥之佇足點。
生態島	池中儘量預設 1~3 個緩坡且彎曲的生態小島，並混合種植多樣化植物，包括喬木。如果空間不夠大，亦可以浮水植生栽植槽取代生態小島。

表 2 坡地生態水池規劃原則(2/2)

項目與 區位	規劃設計原則
動物之引入	如果水池有平緩而自然的進水溝渠或排水溝渠等，其水域廊道可供野生動物自然進入，但最好讓野生動物自然地逐漸建立其族群，或以小規模輔助放養泥鰱、台灣馬口魚、蓋斑鬥魚、七星鯉魚、鯉魚、貢德氏蛙、盤谷蟾蜍、黑眶蟾蜍、澤蛙、拉杜希氏蛙、金線蛙、虎皮蛙、各種蜻蜓幼蟲(水蠅)等原生物種。另需進行觀察監測，設法移除福壽螺、吳郭魚、巴西龜、琵琶鼠等具侵略性外來物種。以免外來物種迅速繁殖，影響整體生態水池生態系之平衡。
利用及保護	應將水池區分為利用區及保護區，保護區應占水池三分之一以上。並應禁止人為干擾或進入，讓各種野生動植物有適當之生長及隱蔽處所。親水利用區，應考慮最大承載量之問題，避免利用過度，接近及利用通道應在水池邊緣通過，切忌由中間切斷池面。另外，在使用上應有明確之利用目標及規劃，例如教學、展示、物種蒐集、保存等，否則很容易變成一個使用率偏低的奢侈品或荒廢池。
流動水	流動之水聲及噴霧對某些動物具有吸引力，可以人工抽水造成循環水流或流動水域，或利用抽水馬達造成之震動效應亦可減少水域中藻類大量滋生。
隔離	水池是親水性的自然空間，不要裝置上鎖之門鎖或高大圍籬，讓居民、學生、一般遊客隨時可以進入利用區進行觀察、學習及遊憩。
日照	池面大部分之面積每天應維持適當之光照，以利各種動植物繁殖生長，池邊可種植親水性的喬木或灌叢，但要避開高大的人為建築物。
水源	應設法使其清潔與穩定，進水管道及出水管道以隱藏方式設計；池中及岸邊植物視其生長及競爭情形隨時做必要之整理，俾利維持水流之順暢。
多功能設計	附屬構造物設計應期具有多功能用途，以減少物資、能量之耗費。例如水岸段砌石塊，可以排列成多孔隙生態空間或石塊休息椅或石塊隔離帶，並製造多變化之視覺效果，木材亦可同此設計。
其他材料	儘量利用當地再生或永續性材料，也儘量利用簡單、耐久的建造方式，以備損壞時，一般居民、員工、師生都可以自行修復及更換，以符合就地取材與 DIY 原則。

(二) 水域之植栽設計

1. 應用植物種類選擇之考量要點

- (1)植物生長後之景觀：植栽選種須具高歧異度，植群設計應包含濱水植物、挺水植物、沉水植物、浮葉植物、漂浮植物等。
- (2)植物生長效率：考慮不同形式的植物生長型態與生長速率，包括相互競爭、入侵、生產及自然的生物入侵等，均會影響水池的機能及外貌。
- (3)植物之耐水性：草本植物與木本植物；濱水植物與挺水植物對水淹沒深度與淹沒時間之容忍性有極大的不同。
- (4)土壤基質之特性：植物種類之選擇，需依土壤類型和化學性質而定。
- (5)健化植栽之應用：植物健化即指階段性的提高植物萌芽與繁殖之容易度。由苗圃移植到生態水池水域之植栽，因其土壤水分條件不同，初期生長不易，故需將苗木移植至施工地點附近進行健化處理，以增加其萌芽和繁殖的容易度，提高抗病性等。

2. 植栽設計策略與注意事項

植栽空間的形式安排在創造水池機能、功效及美質上扮演重要角色，有關其設計策略如下：

- (1)水路：植栽結構會影響水流流速方向，因此亦會影響植物吸附污染物質效果，設計時應避免難以管理維護的角落或死水區，特別是低水位時，植株較高之挺水植物或濱水植物對水流之影響。

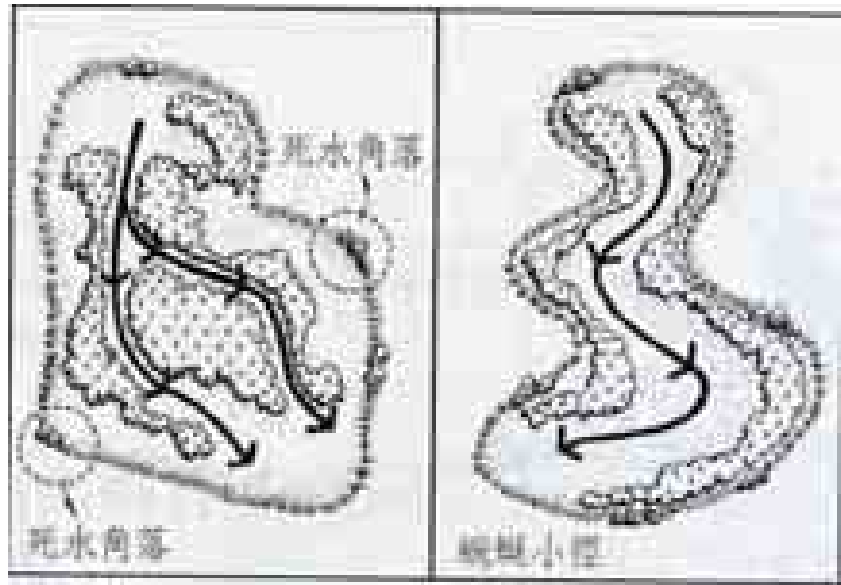


圖 3 植栽結構會影響水流方向示意圖

(2)棲地：可透過在生態水池內部或周邊配置各式不同的植物組成形式，以及建立結構高度複雜的植生區域，增加生物之多樣性。例如將挺水植物散布於開放水域、水道或淤泥灘中，比建立幾個不同的大型生物棲地中心更能促進生物多樣性。

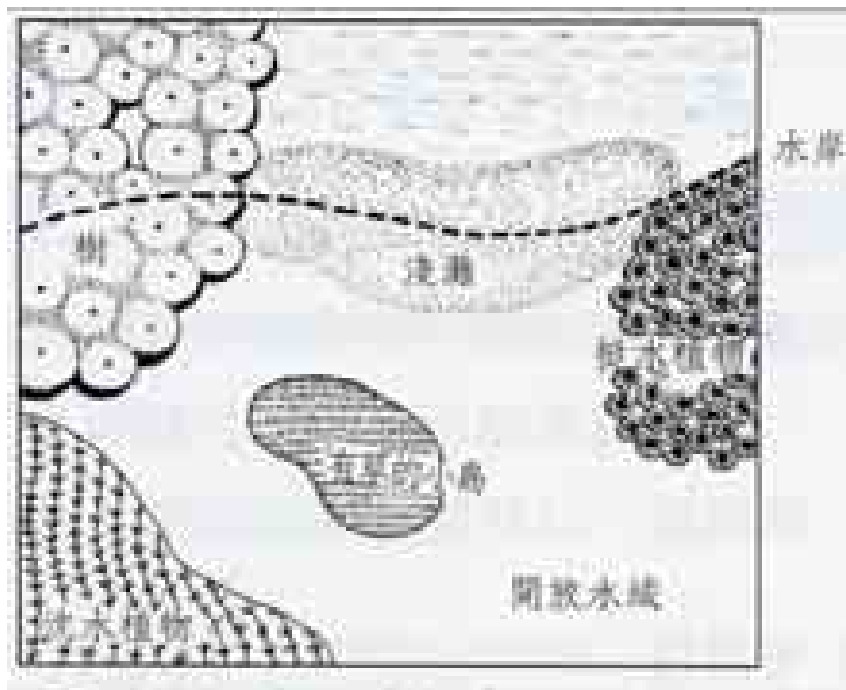


圖 4 水池內外棲地多樣性示意圖

- (3)美學：對生態水池設計而言，不同植栽的視覺空間、色彩、開花季節、空間的安排與協調，都是相當重要的屬性。生態水池之栽植設計需輔以創作之圖藝想像力，建立植栽與地形地物之整體形相。
- (4)植栽類型：生態水池植物之栽植方法與類型，包括人爲規劃特殊植物種類的植栽區、含種子土壤之混合物促進演替生長、植物地下莖或塊莖之扞植或整株植物之苗植等。如果種植範圍大於 1 ha，使用種子材料較爲經濟(雖然種子發芽生長之過程較難預料)，容器或泥炭盆栽的植物有較高的存活率，勝過裸根移栽的植物，因此目前較常用容器苗栽植(雖最初的價錢較高，但其通常最終較爲經濟)。
- (5)間距：種植密度因植栽種類而異，挺水性植物大約 1 株/ m^2 ，較小之草花植物則以 2 株/ m^2 惟符。爲補償預期自然死亡、水流的破壞及來自野生生物所造成的損失，可增加栽植密度與植苗(扞苗)之大小。某些植物具侵略性，可能需要被迫完全地種植在盆內。
- (6)水域：植物適應水池水位深度大小，因種類而異。在常見之設計案例中，大約 5~10 cm 的水域深度對一般濱水植物較爲理想，而挺水植物則以水深低於 30 cm 較佳。漸進式的引水入生態水池能保護水池內部，且使得植物能逐漸適應環境。有些植物需在污染源排入之前生長良好，才能達到污染物排除的功能。有些植物需要水的波動，但初期需控制水位變化直到植物生長良好。
- (7)植栽季節：植栽季節需配合植物之生理狀況及水域之水文條件，如果來不及種植，可延緩至翌年栽植。

(8)肥料：肥料應避免使用易流失之化學肥料，應以低生產力為設計標的，在植栽穴底下置入有機肥或緩效肥料，可限制藻類繁殖。

(9)自然的入侵演替：在某些案例中發現，自生的植物種類能促成水池超過 90% 的覆蓋和多樣性，但依附近的種子來源與運送途徑、現有植被、濕地建造的時間及土壤類型而有所差異。除非為加速自然植被的再生，才採用人工種植方法。

(三) 陸域濱水帶之植栽設計

根據護岸結構體之坡度及岸邊之腹地空間大小，植栽種類之選擇與配置設計應有所不同。一般而言於陡坡邊坡擁有的腹地較小，而平緩之邊坡則有較大之腹地，如岸邊有足夠之腹地時，可利用喬木植栽增加綠蔭與生物棲地。在岸邊較窄之處，利用灌木植栽增加生物棲地之連結性。在腹地較為不足之水岸，可斟酌種植藤類植物使水岸增添色彩與親和性。

1. 緩坡陸域濱水帶

在較緩之邊坡及較寬大之陸域濱水帶腹地，可採用較為豐富之植栽配置形式，可綜合搭配挺水植物、地被植物和濱水植物，形成一多層次且高豐多度之植栽配置。無論在景觀美化或生態性上都較為有利，甚至可發展岸際遊憩活動等。

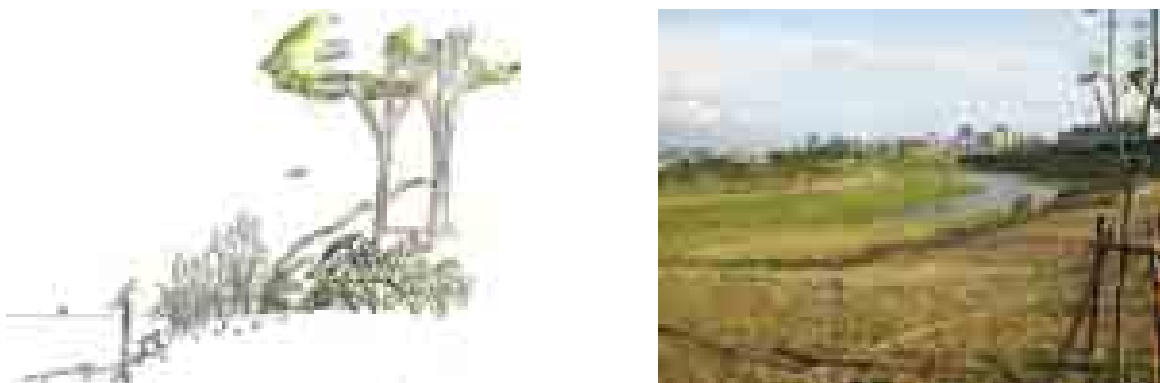


圖 5 緩坡陸域濱水帶植栽設計示意圖與實景(台中科學園區)

2. 中等坡陸域濱水帶

在中等坡度之邊坡及次寬大之岸邊腹地，同樣可採用豐富之植栽配置形式，並綜合搭配挺水植物、地被植物和濱水植物，形成一多層次且豐多度高之植栽配置。但其植栽選用之種類及活動發展的自由度上就較單調。



圖 6 中等坡陸域濱水帶植栽設計示意圖與實景(台南龍崎泥岩地區)

3. 陡坡陸域濱水帶

在陡峭之邊坡及狹窄甚至缺乏之緩衝帶腹地。部分腹地可採用護岸與固土能力較佳之濱水植物的配植。其植栽種類之選用上就較少。

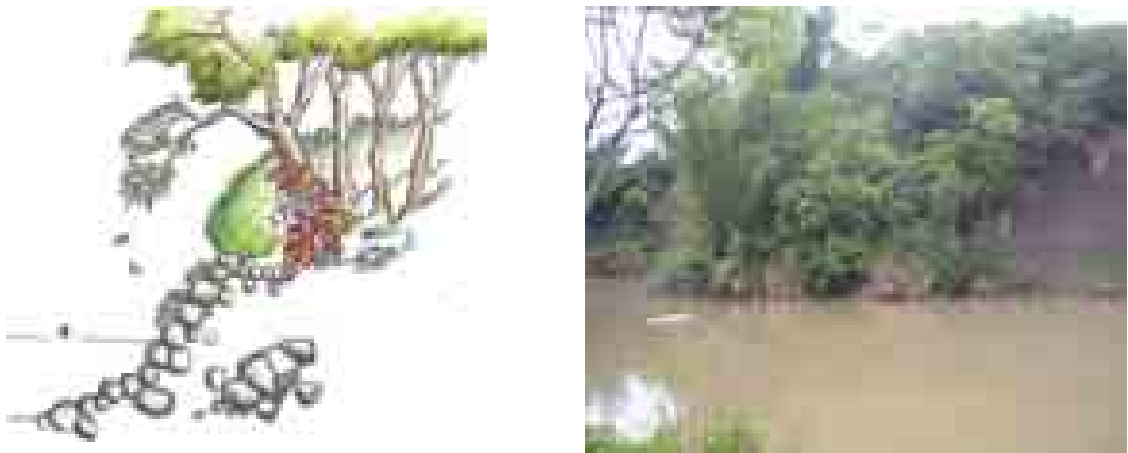


圖 7 陡坡陸域濱水帶植栽設計示意圖與實景(台南龍崎泥岩地區)

五、台灣地區生態水池常見之侵略性植物

(一) 常見外來侵略性水生植物

外來種是指由其他地區引進至非自然分布區域的物種，引進可能是由人爲刻意安排，也可能是自然情況下進行。並非每個外來植物種皆會成功拓殖與完成生活史，成功入侵的植物具有高生殖率與高散布能力，可在有利的新生育地迅速建立族群。人爲干擾地或在植群演替初期的地區最容易被外來植物入侵霸佔，外來種往往會占據原本物種生態棲位空檔，有時也會與本地種間產生競爭關係。外來物種通常成長迅速，且根部分蘖擴大分布，阻礙其他植物生長，所以採用時必須注意到不威脅本地種。另外引進栽植時亦可能挾帶病蟲害，例如移植時附著的土壤也許就是病原體的帶原者，應加以注意。

在台灣坡地生態水池水生植物中屬侵略性植物之外來種，主要包括大萍、布袋蓮、巴拉草等。其入侵時程與路徑(除少數有明確紀錄之引進植物外)通常不易瞭解，因此以台灣地區島嶼生態系之特性，生態水池之規劃應整體考量水生植物之整體配置與自然入侵干擾之可能性，及早發現且有效地控制非植生設計標的之外來入侵植物，健全水池生態系之結構與功能。

目前外來侵略性水生植物就略舉較常見之 11 種，分述如下：

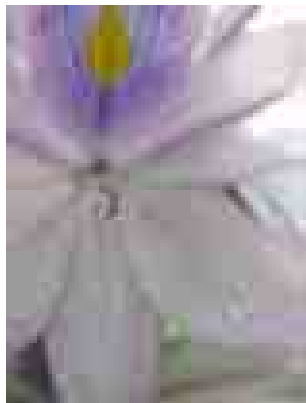
1. 布袋蓮 *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms

- ✿ 別名：鳳眼蓮、水鴛鴦、浮水蓮花、大水萍、水風信子、洋雨九花
- ✿ 來源：雨久花科之漂浮植物，原產於南美亞馬遜河流域，因其艷麗之花色被人引進，又可去除水體重金屬離子，故常被刻意使用在人工濕地系統上過濾水質。而其漂浮之適應強力，造成堵住河流或沼澤出口，易引起雨季之水災；對不良環境之容忍力強、營養吸收力及無性繁殖力強，具極高生物質量之增長力，造成水中溶氧量減少，

令其他水生植物和魚蝦類難以生存。

✿ 影響：(1)造成灌溉溝渠、水道、水庫或發電廠進水口與水閘門之阻塞，或因水道排放水、造成大量布袋蓮群塊之排放，雖然布袋蓮在海水中無法生存，但該等群塊流入河口養殖區後，常與養殖圍網等設施糾纏，造成養殖業之損失。(2)造成魚類缺氧。(3)可促成較正常水域高達 2~8 倍之呼吸蒸散作用力，造成水資源之額外耗損。(4)提供病媒昆蟲等繁殖與保護棲所。

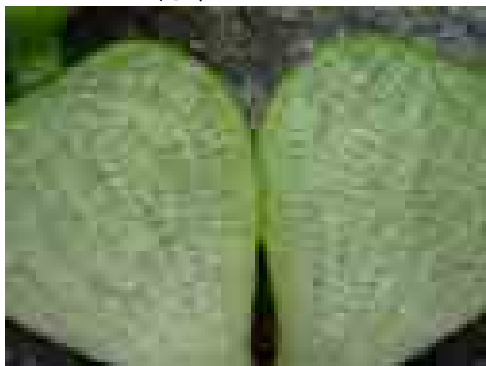
✿ 處理對策：較普遍之方法有化學防治法、人力及機械防治法、生物防治法等。台灣主要灌排水渠大多施用殺草劑後流放或以機械方式清除殘株；已有許多國家利用釋放數種天敵防治布袋蓮，並獲得完全或顯著成功之效果，台灣也在近年來引進布袋蓮象鼻蟲及布袋蓮螟蛾，期望以生物防治作為解決之道。



花朵



布袋蓮開花景觀



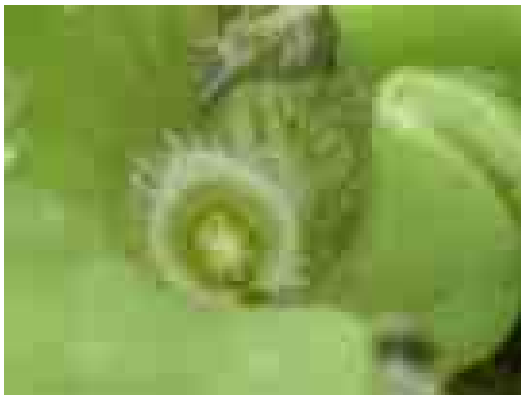
葉柄之膨大氣室(剖面)



葉柄膨大之情形

2.大萍 *Pistia stratiotes* L.

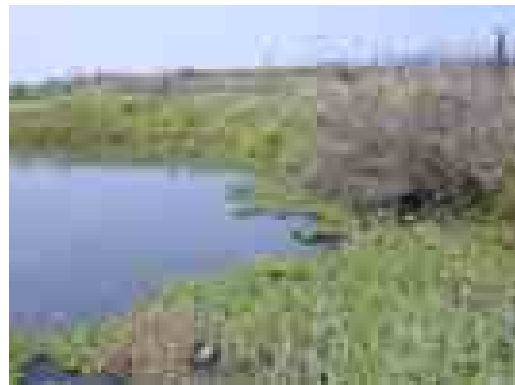
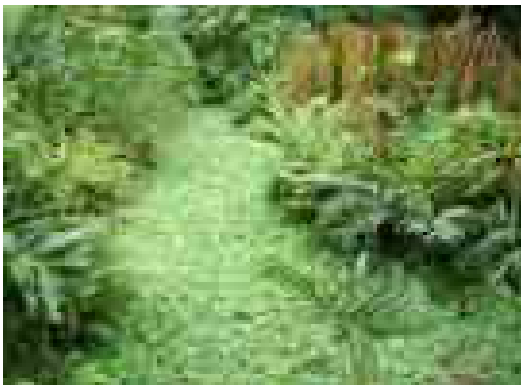
- ✿ 別名：水芙蓉、大蓮、大蕊萍、大藻、水蓮花
- ✿ 來源：天南星科之漂浮植物，原產於中南美洲，喜愛高溫潮濕氣候，其外形像綠色的芙蓉花，形狀優雅，因此被引進作為觀賞植物，刻意營造販賣。其利用無性走莖繁殖方法，常會迅速的蓋滿整個池面，減少水中的氧氣，令其他水生植物和魚蝦類難以生存；亦阻塞出水口，在豪雨來臨時常引起水患困擾；可吸收水體重金屬元素，故常被刻意使用在人工濕地系統上以過濾水質；在農村常拿來當家禽家畜的飼料。
- ✿ 處理對策：應時常清除過剩的植株，將其曬乾，不可隨意丟棄；因大萍喜愛溫度大約 20-30℃，故冬季時常會凋萎。曬乾亦可作為肥料之用。



佛焰花序



蓮座形葉片與葉序



水池內大萍快速繁殖情形實景

3.光葉水菊 *Gymnocoronis spilanthoides* DC.

✿ 別名：河菊、光冠水菊

✿ 來源：菊科之挺水植物，原產於美洲，常被引進作為池邊觀賞造景之用；花期甚長且香氣濃郁又多蜜，可吸引數種斑蝶前來採蜜，生長快速瞬時間就變成強勢種，導致其他植物的種類與數量會因此銳減，威脅到原生水生植物生存。

✿ 處理對策：除非在控制範圍內做為蜜源植物之植栽外，應減少栽植。



光葉水菊之植株



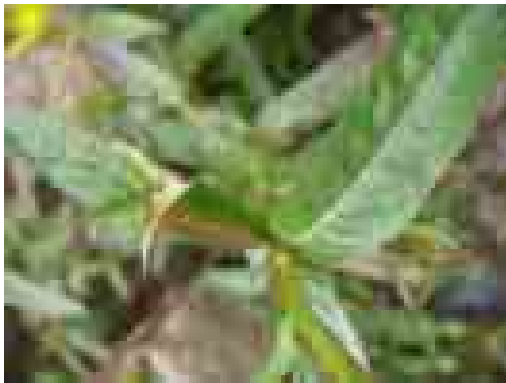
花序

4.翼莖水丁香 *Ludwigia decurrens* Walt.

✿ 別名：方果水丁香

✿ 來源：柳葉菜科之挺水植物，原產於美洲，推測其來源可能隨著船舶或木材進入港灣而引進，外形似原生之細葉水丁香，惟株高可達2 m，常成群生長，尤其溝渠或廢耕農田。為一年生挺水植物，種子產量大且適應力強，能夠生活在各種不同的環境中，已是夏季之強勢外來物種。

✿ 處理對策：因種子繁殖快速，應於開花前予以移除。



翼莖水丁香果實



花序形態



植株形態

5. 粉綠狐尾藻 *Myriophyllum aquaticum* (Vell.) Verdc.

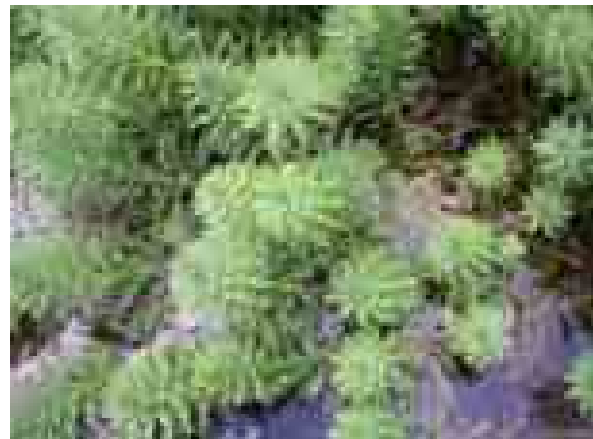
✿ 別名：大聚藻、水聚藻、青狐尾、綠羽毛草、水松

✿ 來源：小二仙草科之挺水植物，原產於美洲，由水族業者大量引進，成長後酷似小松林，成為頗富盛名之觀賞性水草。但由於它的適應力強，能夠生活在各種不同的環境中，並成為附近區域之強勢種，造成許多弱勢植物死亡；又因可吸收水體重金屬元素，故常被刻意使用在人工濕地系統上以過濾水質，再加上成長迅速，易覆蓋全水面，清除不易。

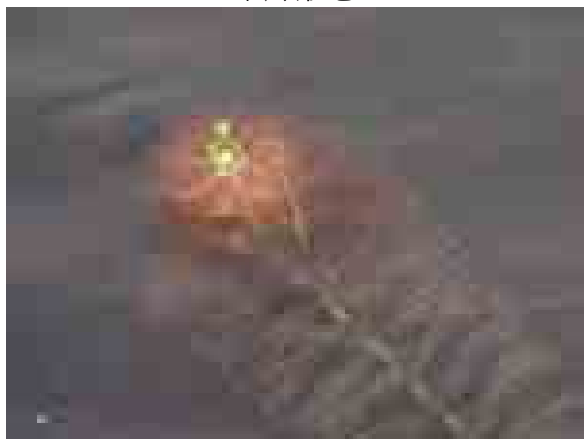
✿ 處理對策：常見於池塘或溝渠，抗葉性強，老莖繁殖力強，故須連根拔除並曬乾。



葉片形態



粉綠狐尾藻植株生長情形



沉水葉



腋生之花序

6. 白花穗蓴 *Cabomba caroliniana* A. Gray

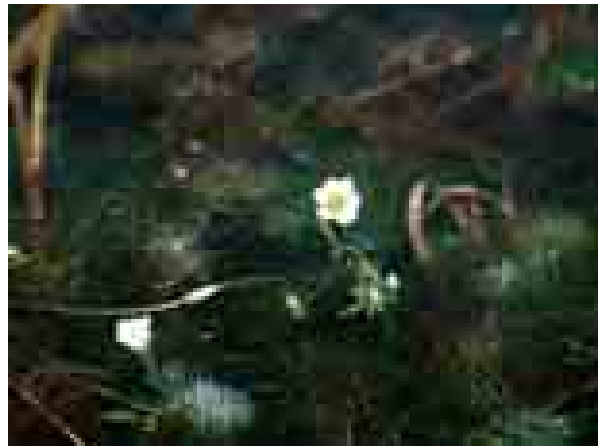
✿ 別名：水盾草、綠菊草、綠菊花

✿ 來源：為蓴科之沉水性外來物種，乃是水族業者引進。早期曾在宜蘭縣員山鄉雙連埤大量繁殖，後因地主放養草魚而抑制之，但目前本島各地水域仍有零散分布，以埤塘及溝渠為主，外形與紅花穗蓴一樣，只差花朵顏色不同。

✿ 處理對策：常見於池塘或溝渠，抗藥性強(除草劑或農藥)，老莖繁殖力強，故須連根拔除並曬乾。



白花穗蓴族群生長情形



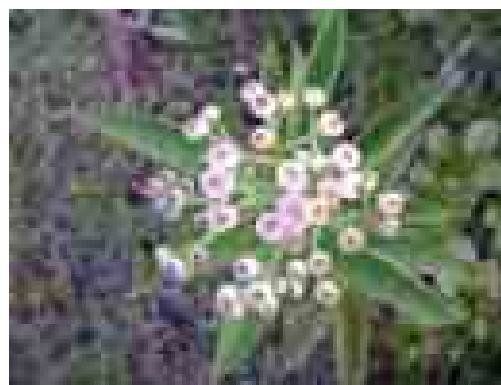
開花情形

7. 翼莖闊苞菊 *Pluchea sagittalis* (Lam.) Cabrera

- ✿ 來源：菊科之濱水植物，原產於美洲。一年生草本，全株被毛，頭狀花序及莖上有明顯翼狀突起為其特徵，以種子繁殖，由於種子細小可隨風飄送至河川，本種早期多發現於廢耕農田，目前已大量逸出，台灣低海拔地區到處可見，又其族群間基因變異度極低，可知近百年來僅入侵台灣一次，且入侵台灣後並未行基因交流產生變異。菊科植物因意外傳入或人為引進，其種子在傳播上的特殊性，故能夠快速擴展並影響當地物種，故應當注意或消滅之。
- ✿ 處理對策：主要以種子來繁殖，為避免大面積散布，應於開花或結果前連根移除。



莖及分枝有明顯翼狀構造



翼莖闊苞菊之頭狀花序



天然下種情形情形

8. 異葉水蓼衣 *Hygrophila difformis* (L. f.) Blume

✿ 別名：水蘿蘭、大葉菊

✿ 來源：爵床科之挺水植物，原產於東南亞，是水族造景的重要水草；由於沉水葉大且翠綠，花朵也可供蝶類覓食，適應力強，因此會威脅到其他水生植物。

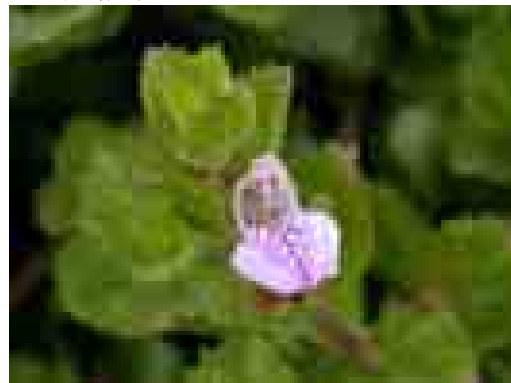
✿ 處理對策：主要以走莖繁衍族群，建議移至乾燥處曝曬之。



異葉水蓼衣植株生長情形



兩種葉片形態



唇形花

9.白頭天胡荽 *Hydrocotyle leucocephala* Cham. & Schltdl.

✿ 別名：亞馬遜天胡荽、香香草、白花天胡荽

✿ 來源：繖形花科之挺水植物，原產中南美洲，略有特殊香味，由水族業者引進，葉形類似雷公根；葉子至達水面後即形成浮葉，進而在水面橫走生長，將遮蔽光線，影響到其他水生植物。

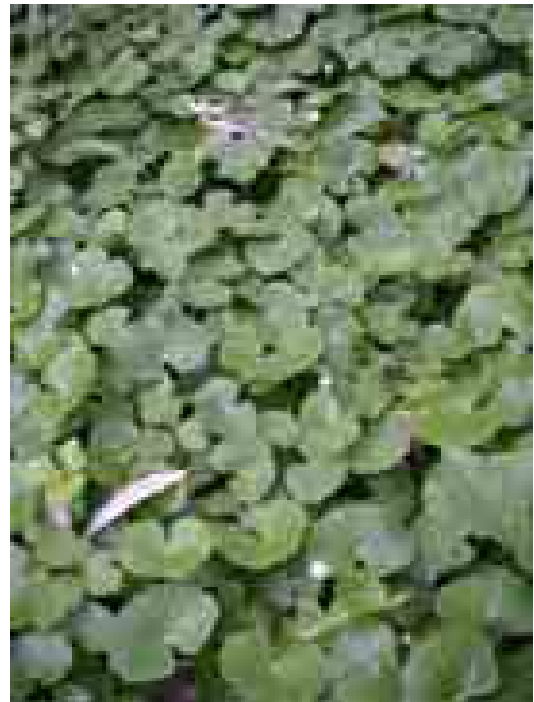
✿ 處理對策：同異葉水蓼衣，亦可以火燒之。此外，亦可種植高莖之水生植物來抑制蔓延，如大安水蓼衣。



白頭天胡荽在水邊生長情形



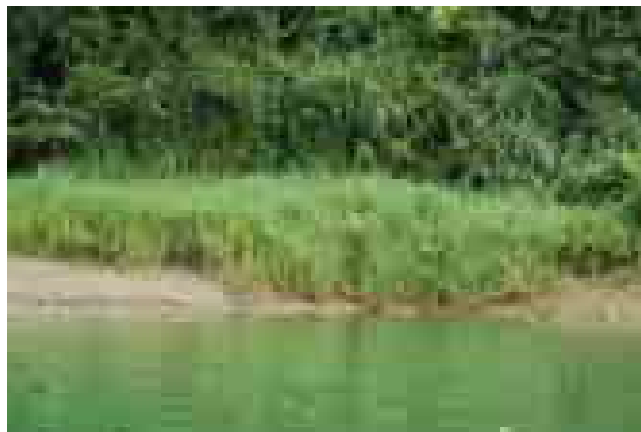
花序



葉片形態(似雷公根)

10.巴拉草 *Brachiaria mutica* (Forssk.) Stapf

- ✿ 別名：爬拉草、無刺臂草、背帶草、大骨草、鱸鰻草
- ✿ 來源：禾本科之濱水植物，原產於熱帶非洲與熱帶美洲，多年生匍匐草本，以匍匐莖或種子繁殖，常傍水成群生長，為強勢親水性外來植物；陸域亦可繁衍，喜愛光照潮濕之地，也可生長在半鹹水濕地，亦能忍受季節性乾旱，並可忍受高溫及烈日。由畜牧業引進為牧草，耐踐踏且再生力強。憑藉著快速蔓延的地下莖和具有毒他作用，常在潮濕地區成為優勢物種。
- ✿ 處理對策：成群生長，尤其是河流兩岸或塘埤，應用機械移除或作為畜牧之用，一般很難根除，或種植本土強勢物種如柳葉水蓼等抑制其蔓延。



巴拉草生長於濱水帶情形



生長於水邊情形



花序

11.人厭槐葉蘋 *Salvinia molesta* D. S. Mitchell

- ✿ 別名：美洲槐葉蘋、人厭蘋、山椒藻、蜈蚣萍、水鵝絨
- ✿ 來源：槐葉蘋科之漂浮植物，原產於美洲，由水族業者引進，常被誤認為稀有種槐葉蘋。人厭槐葉蘋以斷裂繁殖，平均 2.2 日就可以擴大一倍族群數量，在鋪滿水面後仍會不斷增加，阻礙陽光照射和空氣交換，使得水棲動物因缺氧而大量死亡；枯死的人厭槐葉蘋也造成嚴重的污染；因常住有血吸蟲，引起人類的病害，因此又有人稱它為水生生態系的殺手。
- ✿ 處理對策：定時撈除為主，減少孢子繁殖或無性繁殖之機會。



人厭槐葉蘋之孢子囊果



葉片上之絨毛



族群分長情形

(二) 原生水生植物面臨之生存問題

近年來由於台灣經濟快速成長，對本島自然環境及資源過度開發利用，已使相當多的水生植物生育地逐漸消失，例如低海拔地區之沼澤或農塘因土地利用形態之轉變而移作建築、養殖或其他農業及工業之用，致使原生之水生植物如槐葉蘋、台灣萍蓬草、大安水蓑衣、風箱樹、細蕊紅樹等面臨瀕危或已經滅絕。根據學者調查與文獻資料得知，台灣地區三百多種水生植物，其中稀有及瀕危者佔近半數。稀有植物的評定，不外乎是它們的分布狹隘，或是其分布廣，但族群一直呈現出弱勢，也就是說它們競爭或生育能力比其他植物差。導致水生植物稀有化的原因有很多，但以人為破壞為首，以下幾點便是它們所面臨的生存問題：

1. 池塘的消失

水是水生植物生存最重要的媒介，池塘是水生植物繁衍最常見的場所。以往一些老池塘，生長著許多特有及稀有的水生植物，如台灣萍蓬草、田蔥等。不過分布如上述植物的池塘，大半已被填平蓋起公寓大樓或填平成農業區。目前倍受池塘開發壓力，而有滅絕危機的種類有芡實、大安水蓑衣、台灣萍蓬草等。

2. 外來動物的危害

外來動物的引進如福壽螺與吳郭魚，造成台灣沉水型水生植物之嚴重危害，植被景觀也因而改變。在本地未出現福壽螺時，台灣地區之水田、溝渠或池塘中，四處可見沉水植物衍生。但近三十年間，平地的沉水植物群均受其害，無一能倖免，目前因它而接近消失的物種，有水車前及台灣水蘊等。

3. 外來植物競爭

布袋蓮與大萍是外來植物中最具代表性，由於它們繁殖力強與生長速度快，加上適應環境強，本地水生植物無法與之競爭，台灣

地區許多河道溝渠多被它們佔據，農政水利單位每年需花費大筆經費來清除它們。

4.水田轉耕或永久休耕

台灣百分之七十以上的水生植物，可尋自水田裏。不過台灣的稻米因產量過剩，已逐漸轉耕或永久休耕。這些休耕水田因無翻動土壤的過程，日久一些弱勢草種便被強勢的禾本科植物所覆蓋，現有危機的代表性植物有澤瀉、槐葉蘋等。

5.溝渠水泥化

河溝的水泥化，帶給我們許多的便利，但對水生植物而言，卻是它們的永久墳場。此範圍所面臨生存危機的種類有穗花棋盤腳、風箱樹及眼子菜等。

6.除草劑或農藥的毒害

除草劑與農藥的大量使用，確實能造成植物的快速滅絕，但以台灣現今的農地使用頻率而言，尚不致於嚴重。冬季休耕期間幾乎不使用，因此有段時間可讓水生植物繁衍，如與前述的幾點比較起來，尚稱輕微，目前有壓力的瀕危種有大安水蓑衣、瓜皮草等。

7.水質污染

家庭污水及工廠排放水是造成水質惡化的主因，一旦水域遭受污染，幾乎生物很難生存，台灣平地水域污染嚴重，沉水性植物已經無法繁衍，而山區水源若保有一定程度的清淨，尚可見到茨藻或苦草等稀有物種。

六、台灣坡地生態水池建議植栽水生植物簡介

(一)漂浮植物									
1	槐葉蘋	2	水鱉	3	青萍	4	水萍	5	紫萍
(二)浮葉植物									
6	南國田字草	7	台灣冠果草	8	蓴	9	芡	10	台灣萍蓬草
11	甕菜	12	小苔菜	13	龍骨瓣苔菜	14	印度苔菜	15	龍潭苔菜
16	台灣水龍	17	白花水龍	18	水禾	19	菱		
(三)沉水植物									
20	金魚藻	21	聚藻	22	瘤果簕藻	23	水蘊草	24	水王孫
25	苦草	26	黃花狸藻	27	絲葉狸藻	28	小茨藻	29	馬藻
30	眼子菜	31	台灣水韭	32	石龍尾				
(四)挺水植物									
33	鬯蕨	34	水蕨	35	毛蕨	36	澤瀉	37	線慈菇
38	三腳剪	39	空心蓮子草	40	水芹菜	41	石菖蒲	42	芋
43	半邊蓮	44	連萼穀精草	45	小穀精草	46	大葉穀精草	47	燈心草
48	水薄荷草	49	水豬母乳	50	細葉水丁香	51	水丁香	52	田蔥
53	毛蓼	54	水紅骨蛇	55	紅辣蓼	56	紅蓼	57	箭葉蓼
58	戟葉蓼	59	腺花毛蓼	60	鴨舌草	61	過長沙	62	紫蘇草
63	擬紫蘇草	64	異葉石龍尾	65	大葉石龍尾	66	水燭	67	香蒲
68	華克拉莎	69	風車草	70	無翅莎草	71	單葉鹹草	72	寬柱莎草
73	牛毛氈	74	葶薺	75	日月潭蘭	76	黑珠蒿	77	三儉草
78	馬來刺子莞	79	螢蘭	80	水毛花	81	蒲	82	莞
83	類雀稗	84	蘆葦	85	開卡蘆	86	大安水蓑衣	87	柳葉水蓑衣
(五)濱水植物									
88	筆筒樹	89	過溝菜蕨	90	木賊	91	觀音座蓮	92	小獅子草
93	絡石	94	鵝掌蘗	95	鵝掌柴	96	蔓囊荷	97	舖地黍
98	水竹葉	99	茄苳	100	白柏	101	烏柏	102	水黃皮
103	水茄苳	104	九芎	105	黃槿	106	構樹	107	牛乳榕
108	豬母乳	109	大有榕	110	雀榕	111	甜藍盤	112	樹杞
113	狗牙根	114	白茅	115	水生黍	116	風箱樹	117	水社柳
118	水柳	119	臭腥草	120	三白草	121	大頭茶	122	朴樹
123	密花芋麻	124	水麻	125	苦林盤	126	漢氏山葡萄	127	月桃
128	野薑花								