

## 目 錄

緣起.....	1
訓練課.....	2
課程內容	
水生植物簡介--廖俊奎.....	4
水質監測調查方法介紹與實際操作練習--謝莉顥.....	19
臺灣蛙類與調查方法介紹--莊孟憲.....	47
水棲昆蟲調查方法--任秀慧.....	64

# 屏東麟洛濕地生態環境監測系統 標準作業程序（SOP）教育訓練班

## 講 義

主辦單位：內政部營建署城鄉發展分署

執行單位：特有生物研究保育中心

協辦單位：屏東柚園生態農場

時間：103年11月22日

地點：屏東柚園生態農場

# 水生植物簡介

節錄自”臺灣水生植物圖誌”

## 一、水生植物的定義與範圍

水生植物 (Aquatic plants) 是生態學上的名詞，其定義隨著不同的研究者而有不同的界限與範圍。通常指的是泰半時期必須長在多水的環境中才能完成生活史的維管束植物。此處所謂的多水環境即土壤上略有淺層或至深層的水體。因此，舉凡長在沼澤溼地、池沼、溪流、水田或甚至是潮濕的滴水岩壁上的維管束植物即是水生植物。

根據植物體沒入水中的深度與部位，以及其開花時的生長狀態，可將水生植物區分為三大類：僅根部或部份植物體淹沒於水中的**挺水植物** (Emerged plants)；完全沉沒於水中的**沉水植物** (Submerged plants)；以及漂浮於水面上的**浮水植物** (Floating plants)。

沉水植物是植物體完全沉沒於水中生長，僅開花時，花埋於水中或挺出水面。此外，也包含沉浸在水中，但未於水中基質上生根者。而浮水植物除整株植物自由漂浮於水面上外，尚有根部著生於水底基質的浮葉植物。不過在此必需說明的是，在描述一種植物是否為所謂的挺水、沉水或浮水植物時，是根據植物體成熟開花時所呈現的狀態來界定。當然，此種區分方法並不見得適用於所有的水生植物，例如許多的挺水雙子葉植物在沉水狀態時亦可發育出閉鎖花 (Cleistogamous flower) 以結實繁衍後代，如千屈菜科、玄參科、柳葉菜科、水馬齒科、溝繁縷科等植物。

挺水植物是水生植物中較不易界定範圍的類群，主要原因是許多的岸邊植物或河濱植物經常因河水或溪水定期或不定期起落遭受浸泡淹沒，尤其是禾本科與莎草科的植物，對水的浸泡通常具有比較大的耐受性以及有效的呼吸生理適應。因此，在羅列水生植物的種類時，許多禾本科、莎草科與菊科植物經常左右了相當可觀的數目。另外一類可能對水生植物定義造成困擾的，則是濱水生長的木本植物與紅樹林植物。某些常在濕地生長的木本植物，例如楊柳科的水柳、水社柳，玉蕊科的穗花棋盤腳，茜草科的風箱樹以及大戟科的菲律賓饅頭果等等，這類植物在淹水環境下能夠由水中發育出相當發達的呼吸根，而能長期在水淹的泥土上生存，不過在多數學者的傳統共識下，這類的木本植物並不一定被視為水生植物。

## 二、臺灣的水域環境與水生植物生育地類型

臺灣為一高山島嶼，河川短而湍急。河川上游底質不適於植物著根；中下游亦佈滿不穩定的卵石底層。因此，臺灣河川並不適於成為大多數水生植物的生育地。基本上，水生植物的生育地型態可依水體流動情況，區分為**靜止水域** (Stagnant water) 以及**流動水域** (Flowing water)；依形成因素可分為**天然水域** 與**人工或半人工水域**；依鹽度區分則有**淡水** (Fresh water)、**海水** (Sea water) 以及**半鹹水域** (Brackish water)。就地理分布來說，台灣約有 80% 的水生種類分

布在北半部及東北半部的池塘、稻田與灌溉溝渠中，其餘種類則零星散布於中南部的相似環境。整體上，臺灣水生植物的主要生育地類型有如下幾類：

1. 平原或低海拔池塘：這類的地形大多數分布於桃園、新竹及苗栗縣一帶的河階地或臺地上以及蘭陽平原及高雄縣境內的低山帶。所謂**池塘 (pond)**的面積通常不大，經常座落於人類聚落的附近。以桃園地區的池塘為例，其用途除蓄水灌溉之外也是蓄養淡水經濟魚類的場所。早期對天然池塘的利用與管理方式僅為季節性地疏浚水草或修剪池緣的雜草，或者僅在邊緣堆疊石塊鞏固堤岸，因此對池中的生態並沒有顯著的影響甚至有著正面的調節演替過程的功用。由於臺灣的低海拔池塘環境長久以來被功能性地定位於經濟用途，人們對於池塘環境的態度就顯得粗暴無理且帶有些許的偏見。目前低海拔的天然池塘環境所面臨的危機除了快速優養化、水泥化、垂釣化外，廢土的傾倒掩埋則是立即且難以挽回的迫害。臺灣的稀有水生植物中，有大半的種類分布於此，例如臺灣萍蓬草、烏蘇里聚藻、杉葉節節菜、黃花庭菖蒲、桃園石龍尾、異葉石龍尾及數種水蓑衣等等。
2. 稻田以及水田廢耕地：水稻為一種挺水植物。而水稻田是東亞地區重要的景觀和糧食的生產場地，也是重要的濕地生態環境。早年農業藥劑污染尚未普遍的時期，水稻田的確提供了許多原本棲息於淺水區域之動植物的一個優良替代棲所。水稻田遭受人為干擾，如經常性的除草或間歇性的放水，這些干擾對於減緩水質優養化有著正面的效果。因此，對於生活史短暫的淡水生物的生長和繁衍，反而提供了有利因素。臺灣的水稻田雖然廣布於全島的低山丘陵地、平地或是山間盆地，但是水生植物種類較為豐富的區域在於臺北縣與宜蘭縣境內。嘉南平原雖然有著廣大的水稻栽培土地面積，由於土地利用型式較臺北縣與宜蘭縣來得密集，加上近年雨量較不穩定，水生植物無論就種類及個體數量上已無法與日據時代的採集紀錄相提並論；其中的大部份，仍屬常見的水生植物，如慈菇、鴨舌草、陌上菜、多花水荳、圓葉節節菜、青萍、大萍及水馬齒等等。至於在臺北縣境內水稻田的廢耕地，則生長許多稀有淺水性的水生植物，如腺葉澤蕃椒、微果草、水車前、澤瀉、日本茨藻、印度茨藻、墨西哥節節菜與擬紫蘇草。
3. 其它水生作物栽培區：茭白筍田、菱角田與荷田及水芋田是獨特的水生作物產業。這些作物的環境與稻田的差別在於其栽培期較長，水位較水稻田深，因而伴生其中的水生植物種類與水稻田的淺水性植物有些不同。目前所知，茭白筍的栽培面積以南投縣的埔里鎮最大，另外在臺北縣與宜蘭縣有少量的分布。菱角田與荷田則以臺南縣最為知名，臺南縣的官田鄉菱角田旁有稀有的冠果草。此外，臺灣另有零星小面積的觀賞性睡蓮與藥用芡實栽培區。
4. 湖沼：臺灣具有水生植被的湖沼本不多，加上被大量且稠密地放養經濟性魚種或四周加蓋俗麗的小橋流水人工建造物(所以全臺灣到處都可見到「鯉魚潭」和「蓮花池」!)，因此臺灣目前並沒有穩定而豐富的湖沼水生植被。過去，臺灣最具規模的天然淡水湖泊當屬南投縣的日月潭，但經建造水庫及在長久的觀光經營下、湖緣因水泥化而日趨乾燥；湖水水域遭受優養化之後，

湖中水生植被已蕩然無存。其中臺灣原產的子午蓮、印度荇菜、水社穀精草與線葉眼子菜在近五十年來已無採集紀錄。位於內湖的大湖公園在日據時代具有相當可觀的水生植物資源，至少在 1970 年代池中仍有日本簞藻與金魚藻的生長。雖然目前大湖的水生植物只剩下一些長相不佳的布袋蓮，但是過往的繁榮景象或許可由周邊山區小水塘的植物種類得窺一二。位於新竹尖石鄉與宜蘭大同鄉交界的鴛鴦湖以湖中所產的東亞黑三稜及其它稀有的莎草科與茜草科水生植物而聞名。不過鴛鴦湖的湖水冰冷，在水生植物的豐富度方面還不及宜蘭縣南澳山區的神祕湖。事實上，鴛鴦湖中所有的水生植物在雪山山脈的湖沼群中皆可發現，而東亞黑三稜在花蓮的瑞穗也具有可觀的族群量，因此鴛鴦湖周邊森林(檜木林)生態系應該較池中的植物種類值得注意。神祕湖則是一個處於演替後期的湖泊。在 1985 年左右，該湖的單位面積水生植物種類曾為全臺之冠，不過近年來，許多的水生植物已因演替消失，但是部份種類的個體數量卻更為蓬勃，如卵葉水丁香、石菖蒲、微齒眼子菜以及可能為近年才進入湖中的線葉眼子菜。臺灣南部的著名湖沼雖然不少，如大小鬼湖與龍鑾潭等等，其中具有較豐富水生植被的可能僅有南仁山生態保護區中的南仁湖地區。事實上南仁湖區本身是水稻田廢耕後積水所形成，其水生植物的組成與臨近地區如九棚海濱的淡水濕地以及石門與四重溪地區廢耕稻田因地緣關係具有相當的相似性。在這個區域中較為特別的植物種類為柳葉水蓑衣以及瓦氏節節菜。

5. 水庫：印象中，水庫並不是討喜的人工地面構造物。許多天然湖沼中的水生植被也幾乎因為水庫的興建而破壞殆盡。不過在臺灣唯一的例外卻是位於南投水里的明潭抽蓄電廠上方的明潭水庫。明潭水庫的周邊生長了相當茂密的三白草與某種水蓑衣屬植物。由於每隔數小時的抽蓄發電使得水位變化相當劇烈，因此在高水位時段，所有的植物甚至包括岸邊的水柳都被湖水淹沒，但在低水位時段，所有的「水草」卻都露出水面，形成水草長在山坡上的奇景。因為湖水的含沙量大，水生植物生長雖茂密，其葉表總是覆滿一層厚厚的泥土，此也堪為一景。
6. 溪流：臺灣的溪流環境污染已經極為惡化。目前，臺灣大部份的溪流環境中，雖然仍可發現一些水生植物，但主要仍為耐污力稍強的馬藻、黑藻及聚藻。另外，中部某些情況尚可的小溪流中，可見的有長柄石龍尾、盤腺蓼、眼子菜及龍鬚藻這些不尋常的水生植物。至於中海拔的溪流中，可常見到引進歸化的豆瓣菜蔓延水面。此外，有些經常生長於河床上的植物，在豐水期間亦能發育出沉水葉片以適應環境的改變，例如菊科的帶馬蘭。此外，臺灣東部的溪流中上游，或許存在著極為特殊的川蔓藻科植物(Podostemaceae)。這是一群形似地衣或苔蘚的雙子葉沉水性岩生植物，在整個東亞島弧皆有分布，唯獨在臺灣尚未發現。
7. 灌溉溝渠：經常伴隨於稻田或農業地帶的灌溉溝渠提供了溪流性生物另一種棲所。但是目前長在灌溉溝渠中的生物面臨了溝渠加蓋、農藥污染與水泥化的危機，對原本在溪流中已生存不易的淡水生物不啻是雪上加霜。目前僅有宜蘭縣與桃園縣境內的灌溉溝渠仍有為數不少的水生植物，種類則以眼子

菜科、小二仙草科與爵床科植物為主。此外，在屏東縣境內的椰子園有少數的小灌溉渠中仍有少量的品萍(*Lemna trisulca*)，這是一種在整個東亞地區已呈瀕危狀態的沉水性浮萍科植物。

8. 河口：河口環境的鹽度與水位變化較大，因而在此生長的水生植物多半以挺水性的莎草科與禾本科植物為主，例如分布於西部河口地區的雲林莞草以及香蒲科植物。至於沉水植物方面，則有馬藻、角果藻與流蘇菜三種植物分布於臺灣東南部的港口溪溪口。
9. 鹽田與鹹水魚塢：這是一類較不受注意的水生植物生育地，通常分布於西南沿海，尤以嘉義與台南縣沿海最為普遍。鹽田的鹽度通常遠高於海水，不過在臺灣的鹽田或其堤岸經常可見到的海馬齒與鹹蓬在海水或鹽鹵水的浸泡下仍然能夠生長良好。在有些廢棄的鹽田上，海馬齒與鹹蓬生長繁茂宛如溫帶地區的鹽沼(Salt marsh)。流蘇菜(*Ruppia maritima*)則為這個地區唯一的沉水植物，其對鹽鹵水的耐受程度較海馬齒更高，事實上這種植物的產量頗豐。但在大多數有關西南海岸的溼地生態或植被調查報告中通常忽略了水生植被的存在。
10. 海域：海生的維管束植物俗稱海草(Sea grasses or marine grasses)，會開花結果，截然不同於藻類(Algae)。由於多年前海岸地區的管制及採集上的困難，臺灣的海草相與分布一直到近年才有比較清楚的輪廓。一般來說，海草的生長海域可由河口延伸至六至二十公尺的淺海中，底床由泥質淺灘到珊瑚礁底床都有。在臺灣含離島地區已確認記錄的海生植物約有 8-10 種。在中部及西南部的泥質海床可發現少量的甘藻(*Zostera japonica*)以及未來可能被發現的海蒲蓄屬(*Enhanus*)的植物；南部與東南部的珊瑚礁海域則有為數不少的泰來藻屬(*Thalassia*)、二藥藻屬(*Halodule*)、鹽藻屬(*Halophila*)的植物以及曾被發現的絲葛藻科(Cymodoceaceae)與極可能分布於臺灣的波西冬草科(Posidoniaceae)。

除了以上的水域環境以外，臺灣許多山區的林道積水處與山溝常有許多水龍骨科、木賊科、燈心草科、毛茛科、繖形科與桔梗科植物，於雨季或幼苗時期有些能夠在水中生長良好甚至發育出沉水葉片，在一般水生植物的論述中鮮少被提及。

### 三、臺灣水生植物的多樣性

截至目前為止，臺灣可稱之為水生維管束植物的種類分屬於 65 科 132 屬約 296 個分類群，其中單子葉部份以莎草科及禾本科為主；雙子葉部份則以玄參科與千屈菜科的種類最為豐富。有許多的水生雙子葉植物在文獻中很少提及它們的水生特性或對淹水的適應力，因此在印象中，水生的種數似乎是寥寥無幾。

臺灣產水生植物的特有率並不高，這是一個相當合理的現象，主要有兩個原因：(1)臺灣的特有或子遺分布型物種多分布於中高海拔，而臺灣的水生植物多分布於平原與低海拔地區；(2)中海拔湖沼內所產的水生植物幾乎皆為東亞廣布種；(3)臺灣雖為海島，但屬於大陸島(Continental island)且非單一或獨

立隔離的生物地理區，並位於亞洲東部候鳥的遷徙中繼站，因此在基因交流潛在性高和封閉性低的情況下，形成特有種的機率並不高。

目前所知臺灣的特有水生植物分類群僅有臺灣萍蓬草、臺灣水韭、臺灣菱與數種穀精草科(Eriocaulaceae)植物，其中萍蓬草屬可能因種子不利於藉由鳥類傳播。就整個亞洲來說，地區性的特有率極高，因此其分布型屬於隨著地質上的更迭而緩慢散布，而非二次地由候鳥廣泛傳播。不過候鳥傳播與臺灣南北明顯的氣候差異卻是形成臺灣水生植物相當豐富的原因之一。

#### 四、水生植物所面臨的危機與保育

臺灣水生植物相關的保育論述起源自於柳楮與徐國士(1971)對臺灣稀有植物名錄的評估，其後經徐國士等(1980-85)、賴明洲(1991)、呂勝由與鄭育斌(2000)、黃朝慶(2001)的整理，以及林春吉、李松柏等人的呼籲，臺灣的稀有水生植物種類與所受威脅來源已漸明朗，有關水生植物的保育事件亦漸受到媒體的重視以及大眾的注意。至目前為止，約有 100 種以上的臺灣產水生植物面臨絕滅的危機。部份中大型種類可能早在 1950 年代前即告消失或絕種，例如水驚、日月潭的鬼菱與原生的睡蓮。近年來，因生育地的一夕消失，而於野外近乎滅絕的水生植物種類至少有桃園石龍尾、異葉石龍尾、彎果茨藻以及澤蕃椒。如果目前的情況繼續進行，未來五年內將於臺灣地區消失的水生植物恐怕將有數十種之多(包括田蔥、長葉茅膏菜、絲葉石龍尾、許多小型的莎草科、燈心草科及狸藻科植物)。由於平地淡水環境多半位於人類聚落或寸土寸金的都市周遭，在現實上很難如保護區或國家公園一般可採取保護措施。很不幸的是，絕大部份的水生植物生育地並不在這些區域內，因此似乎僅能在預期絕滅的心態下看待這些植物的生存。事實上，甚至是在國家公園範圍內的生育地，在過去十年間，除了某些著名地區曾受到研究人員與計畫經費的投注以外，其它的水域則在觀光化的經營方式下遭到嚴重的破壞。除了上述的環境壓力，臺灣的水稻轉作與廢耕面積逐漸擴大，亦是所有臺灣淡水生物所正面對的嚴重生存瓶頸。

另一項值得憂慮的問題是外來水生植物的引入與歸化問題，布袋蓮在臺灣所造成的生態為害情況即是一例。另外，原產南美的人厭槐葉蘋的歸化及危害潛力也開始受到注意。事實上，在臺灣曾進口過的約二百種水生觀賞植物(不含觀花性睡蓮科植物)中，已溢出野外成歸化狀態的約有三十五種之多，例如原產泰國，自歐洲引進的繖花水蓑衣(*Hygrophila corymbosa*)、水蘊草(*Egeria densa*)、來源不明的大苦草(*Vallisneria gigantea*)、原產南美的多種齒果澤瀉(*Echinodorus*)、原產墨西哥後引自歐洲的光冠水蓊(*Gymnocoronis spilanthoides*)、引自丹麥的水禾(*Hygroryza aristata*)，以及已相當泛濫的穗蓴(*Cabomba*)與粉綠狐尾藻(*Myriophyllum aquaticum*)，在臺灣某些地區皆已相當棘手且改變水域的植群結構與食物鏈組成。外來水生植物遠較外來陸生植物更難以對付的原因在於：(1) 水生植物多可行無性繁殖，只要有合適的環境與植物片段就可生長成群；(2) 水生植物在水域中的區塊消長波動極大，再加上某些植物化學競生作用，外來種可輕易在本土植物休眠或被清除的空窗期侵

入本土水生植物原所佔有的生態棲位(niche)；(3) 水生植物的天敵極少，尤其是植食性昆蟲。部份挺水植物雖有昆蟲啃食，但對其族群的影響極為有限。沉水植物僅有非常少的植食性昆蟲取食，如水螟蛾亞科(Nymphulinae)。然而目前為止在臺灣的外來沉水植物上，並未有任何的水螟蛾幼蟲被發現，可見本土生物尚無法運用這些植物成為其食物資源。外來水生植物對本土生態與農業灌溉系統的危害已在世界各地被報導。除了眾所皆知的布袋蓮與人厭槐葉萍以外，美國與澳洲每年花費在外來水生植物控制的經費上已十分可觀，但不論是生物防治或物理防治，似乎仍然無法悍動部份強勢種類在水域中的擴展。

在臺灣，這些外來水生植物的歸化主要有三個來源：一是一般消費者隨手丟棄的植株片斷；二是來自水草繁殖場溢出的植株或果實。以上兩種原因所造成的影響尚不嚴重，最嚴重的破壞行為是來自某些水草愛好者，他們刻意將外來種放流於原本生長著臺灣原生水生植物的溪流或池塘，以便大量繁殖後可在不需成本的情況下銷售營利甚至攫取媒體的注意。目前這類情況以宜蘭縣員山鄉、臺中縣新社鄉以及花蓮的玉里鎮最為嚴重。外來種的引入將造成本土水生植物族群結構的改變，甚至在原本已不易生存的環境中增加了環境壓力，此種刻意在野外引入外來種的行為實應受到譴責。另一個令人憂慮的問題則是外來種的來源與身份認定問題。目前流通於市面上的多數水生植物大多來自於 80 年代以後大量自丹麥或其它國家所多方管道進口的水草。這些水草的原產地有絕大部份在亞洲，其中並不乏亦原生於臺灣的種類。然而這些經過歐洲水草栽培場大量無性繁殖或篩選後的個體再度被引入回亞洲，並逸出至野外，便將形成難以評估的基因庫污染問題。目前在臺灣已可見到的例子有：無柄花石龍尾的臺灣原產族群(分布於東北部)以及歸化於各地的無柄花石龍尾進口品系(原產自斯里蘭卡，於丹麥馴化)；圓葉節節菜的原產族群(分布全臺灣各地)以及進口的品系(商品名為新小園葉，原產地不明，由丹麥與日本分別引進)。

目前在臺灣的水生植物保育上，除了上述的棲地破壞與外來種引入外，尚有兩個問題值得重視。第一，就生物多樣性公約的精神來檢視，任何國家的本土生物資源皆應予保護，尤其是生物產業與生物基因庫將成為未來的國家競爭力時，本土生物種源庫的保護尤為重要。然而在過去的十年間，臺灣已經數種具有高觀賞價值的水生植物，如杉葉節節菜、南仁山的瓦氏節節菜以及俗稱"宮廷草"的圓葉節節菜(沉水葉對生且呈綠白色的族群)，由臺灣的水草業者無條件地贈送給歐洲的水草公司。然而這些物種在立刻成為該公司的專賣商品，就商業利益的損失來說不可謂不大，也是臺灣生物資源的損失。究竟瀕危物種是否可以人工商業性繁殖達成保育的目的？一直是具有爭議性的問題。然而在臺灣原產的水生植物中，已有不少的種類因具有觀賞性而在近五年內大量商品化，例如瓦氏節節菜、印度節節菜、杉葉節節菜、日本篔藻、卵葉水丁香、水虎尾、擬紫蘇草及三白草等等。商品化固然可為植物的個體或保存部份基因庫找到出路，但是臺灣整體的水域環境劣化與消失卻不是商品化的植物栽培與增殖能夠替代或復原的。第二，在物種保育的策略上，部份論述似乎認為個體增殖或推廣為園藝性或教學性栽培有助於分散物種絕滅的風險，然而棲地環境的整體保護似乎較個體增殖更為重要。以臺灣萍蓬草來說，在桃園龍潭地區的萍蓬

草皆有一種水生的金花蟲(*Donacia* sp.)伴生。該種昆蟲之幼蟲利用萍蓬草的根部與葉片，成蟲並為授粉媒，然而這種對萍蓬草非常專一的水生昆蟲在臺灣萍蓬草的其它移植地點並未發現，可見移植單一的物種並無法完全複製消失中的生態體系。棲地保護對水生植物來說似乎比較起其它分布於中高海拔的國家公園與保護區的植物來得困難，原因不外乎土地利用的壓力龐大以及土地所有權多屬私人所有。此外，在農業政策的轉型後，傳統的灌溉用池沼與溝渠也可能隨之為所有人所棄置或變更土地利用，更使棲地保護更形不易。

然而可喜的現象則是水生植物的生育地保育，雖然在過去的濕地研究中並不被重視，然而近年來桃園、新竹與宜蘭地區的池沼已漸漸受到民間保育團體的重視，此外在中南部，伴隨著特定水鳥的復育計畫以及生態工法的受到重視，池沼性棲地的重建與技術亦已受到相當的重視(見參考文獻之[水生植物於環境與農業科學之應用]部份)。目前可供「示範性」參考的人工池沼復育計畫可見福山植物園、中央研究院的水生植物池、臺北市立動物園的臺灣水生植物池試驗區以及特有生物中心教育中心的水生植物區。

近年來有部份單位與個人認為引入物種增殖個體即可稱為「保育成效」，部份的物種如水禾、水驚、印度荖菜、芡實已被認為在臺灣絕滅或瀕臨絕滅，然而自國外引入相同物種(不同族群)流放至天然水域增殖是否可稱為「復育」實有待商榷與檢討。部份單位將雙連埤產菱誤認為日月潭的鬼菱，而將之由宜蘭引入南投「復育」，恐怕將造成天然分布上的混亂。甚至有單位將太平洋地區著名的水生害草「光冠水菊」誤為「本土罕見植物」加以推廣，恐將在臺灣水域造成如蔓澤蘭般的災情。此外，欲以族群間雜交干擾無性繁殖所產生的天然不稔性，似乎亦無此必要。我們認為有必要在此提出澄清與呼籲，任何物種或棲地的復育計畫應有詳細完整的資訊來源與嚴密的論述思慮，以免造成日後更大的困擾。而水生植物的研究與保育，則有賴學術單位、行政單位、教育單位與民間團體及個人更密切的信賴與合作。

## 水生植物檢索表

1. 植物體產生孢子囊，內有孢子；孢子囊發生於葉的下表面，孢子果內或生殖性葉(與營養性葉外形不同)上；葉線形、長橢圓形、鱗片狀、圓形(4深裂)或2至3回羽裂；葉脈難辨或叉狀分裂達葉緣(不連成網眼)或葉的小裂片僅有10餘個網眼(註：檢索表中所列蕨類植物的葉若分上下兩部分，此僅述說浮在水面的部分，而不述說水中部分。若要了解全部葉的構造和特徵，請參考「台灣維管束植物簡誌」..... I. 蕨類植物(Pteridophytes)
1. 植物體產生花，內至少有雄蕊或雌蕊(由心皮構成)、或有花萼或/及花瓣；單葉(呈各種形狀)全緣、鋸齒緣或深裂，或為複葉；葉脈除極少不明顯外，均連成網狀脈或呈平行脈
  2. 葉除少部分種類的葉脈不明顯外，呈網狀脈；葉柄基部除少數種類外，不膨大呈葉鞘；單葉(少全緣，多為鋸齒緣或裂開)或複葉；花各部分的數目多為4或5的倍數..... II. 雙子葉植物(Dicotyledones)
  2. 葉脈呈平行脈或羽狀平行脈；葉柄基部除少數種類外，膨大呈鞘狀；單葉(多為全緣，僅有少數細鋸齒緣或鋸齒緣)，無複葉；花各部分的數目多為3的倍數..... III. 單子葉植物(Monocotyledones)

註：以上所述的特徵僅用於水生維管束植物。

## I. 水生蕨類科檢索表

1. 葉(若葉分上下兩部分, 僅只浮於水面部分的葉)不裂或僅近基部 2-3 裂
  2. 葉無葉柄或具短柄; 葉脈 1 或難辨
    3. 葉線形, 橫切面近半圓形, 前端漸尖..... 水韭科 Isoetaceae
    3. 葉鱗片狀(長方形或菱形)、長橢圓形
      4. 葉鱗片狀, 長不及 4 mm, 兩側交互排列..... 滿江紅科 Azollaceae
      4. 葉長橢圓形..... 槐葉蘋科 Salviniaceae
  2. 葉明顯具柄; 葉脈網眼中具游離脈..... 水龍骨科 Polypodiaceae
1. 葉深裂成田字形或 1-3 回羽裂
  5. 葉深裂成田字形..... 蘋科 Marsileaceae
  5. 葉呈 1-3 回羽裂或羽狀
    6. 葉 2 回羽裂; 小羽片無網脈
      7. 小裂片深裂達 2/3; 兩相鄰小葉片的小葉脈不連接.....  
..... 金星蕨科 Thelypteridaceae
      7. 小裂片淺裂不及 1/3; 兩相鄰小裂片的下方 2-3 對小葉脈相連.....  
..... 紫萁科 Osmundaceae
    6. 葉 2-3 回羽裂; 小羽片有網脈..... 水蕨科 Parkeriaceae



- 18. 葉先端銳尖；雄蕊多數 ..... 番杏科 Aizoaceae
- 17. 葉膜質或紙質
  - 19. 葉羽狀脈
    - 20. 葉長於 1-11 cm，具柄(若不具柄，葉基部抱莖)，不具托葉
      - 21. 花具 2 小苞片，無退化雄蕊；蒴果..... 千屈菜科 Lythraceae
      - 21. 花具 3 小苞片，有退化雄蕊；瘦果狀.... 莧科 Amaranthaceae
    - 20. 葉短於 0.3-1 cm，不具柄，具托葉 .... 溝繁縷科 Elatinaceae
  - 19. 葉單脈或離基 3 出脈 ..... 水馬齒科 Callitrichaceae
- 15. 莖直立或匍匐後直立
  - 22. 葉明顯鋸齒緣、齒緣或圓齒緣
    - 23. 莖實心；花不呈頭狀花序排列
      - 24. 花緊密排成頂生穗狀花序..... 唇形科 Labiatae
      - 24. 花單生或疏鬆排列成總狀或穗狀花序. 玄參科 Scrophulariaceae
    - 23. 莖空心；花呈頭狀花序排列..... 菊科 Compositae
  - 22. 葉全緣、近全緣、略波狀緣或略圓齒緣
    - 25. 葉具多數灰色或黑色腺點；雄蕊多數..... 金絲桃科 Guttiferae
    - 26. 葉無腺點；雄蕊(可孕性)5 或以下
      - 27. 莖空心；頭狀花序 ..... 菊科 Compositae
      - 27. 莖實心；非頭狀花序
        - 28. 葉基出 3 脈 ..... 石竹科 Caryophyllaceae
        - 28. 葉非基出 3 脈
          - 29. 葉明顯具托葉 ..... 茜草科 Rubiaceae
          - 29. 葉不具托葉
            - 30. 雄蕊 4，2 強
              - 31. 葉短於 2.5 cm；花腋生，單生或疏鬆排列成總狀花.....  
..... 玄參科 Scrophulariaceae
              - 31. 葉長於 3 cm；花簇生葉腋或緊密排成頂生穗狀花序.....  
..... 爵床科 Acanthaceae
            - 30. 雄蕊 4 或 5，等長
              - 32. 花萼下方(花梗上端)無小苞片；花序頂生報春花科 Primulaceae
              - 32. 花萼下方有 2 或 3 小苞片；花序腋生
                - 33. 花萼下方具 2 小苞片；退化雄蕊無；蒴果千屈菜科 Lythraceae
                - 33. 花萼下方具 3 小苞片；退化雄蕊存；瘦果莧科 Amaranthaceae
  - 11. 莖生葉互生
    - 34. 葉長線形，密生腺毛，尾端捲曲..... 茅膏菜科 Droseraceae
    - 34. 葉不成長線形，光滑或略被毛，尾端平直
      - 35. 葉全緣、近全緣或略具數疏齒
        - 36. 植物體具魚腥味；葉基 5 或 7 出脈..... 三白草科 Saururaceae
        - 36. 植物體無魚腥味；葉羽狀脈
          - 37. 莖的節上方有葉鞘包圍莖 ..... 蓼科 Polygonaceae

- 37. 莖的節上方無葉鞘
- 38. 植物體具匍匐莖
  - 39. 植物體具乳汁；莖明顯，中空；葉長於 3 cm，不具歪卵狀囊..  
..... 旋花科 Convolvulaceae
  - 39. 植物體不具乳汁；莖纖細，實心；葉短於 1.5 cm，具歪卵狀囊  
..... 狸藻科 Lentibulariaceae
- 38. 植物體具直立莖，無乳汁；莖實心(稀空心)
  - 40. 葉無柄或近無柄
    - 41 葉線形，綠色，半抱莖；頭狀花序..... 菊科 Compositae
    - 41. 葉卵圓形或闊橢圓形，常棕紅色，不抱莖；花單生柳葉菜科 Onagraceae
  - 40. 葉有柄
    - 42. 莖中空；葉下表面呈粉綠色；頂生穗狀花序密穗桔梗科 Sphenocleaceae
    - 42. 莖實心；葉下表面不成粉綠色；花腋生
      - 43. 花數朵成一花序，藍紫色；子房上位田亞麻科 Hydrophyllaceae
      - 43. 花單生，黃色或白色；子房下位..... 千屈菜科 Onagraceae
- 35. 鋸齒緣或深裂
  - 44. 植物體具基生葉；葉基鞘狀..... 毛茛科 Ranunculaceae
  - 44. 植物體具基生葉；葉基不成鞘狀
    - 45. 葉兩面被毛..... 菊科 Compositae
    - 45. 葉兩面光滑無毛..... 桔梗科 Campanulaceae
- 1. 植物體具複葉(至少沉水葉為複葉)
  - 46. 植物體無沉水葉
    - 47. 葉為三出複葉
      - 48. 葉 1 回三出複葉(小葉片深裂)..... 毛茛科 Ranunculaceae
      - 48. 葉 2-3 回三出複葉..... 紫堇科 Fumariaceae
    - 47. 葉為羽狀複葉..... 繖形科 Umbelliferae
  - 46. 植物體具羽狀複葉或掌狀複葉的沉水葉
    - 49. 沉水葉互生
      - 50. 沉水葉每片段絲狀，具歪卵狀囊..... 狸藻科 Lentibulariaceae
      - 50. 沉水葉每片段近橢圓形，不成絲狀，無歪卵狀囊. 十字花科 Cruciferae
    - 49. 沉水葉對生或輪生
      - 51. 沉水葉成叉狀分裂，外形呈掌狀複葉
        - 52. 沉水葉每分裂的片段外側鋸齒緣..... 金魚藻科 Ceratophyllaceae
        - 52. 沉水葉每分裂的片段全緣..... 蓴科 Cabombaceae
      - 51. 沉水葉成羽狀複葉
        - 53. 沉水葉為羽狀複葉
          - 54. 沉水葉 3-4 枚輪生..... 小二仙草科 Haloragaceae
          - 54. 沉水葉(4-)6-8(-10)枚輪生..... 玄參科 Scrophulariaceae
        - 53. 沉水葉為三出複葉或掌狀深裂..... 毛茛科 Ranunculaceae

### III. 水生單子葉植物科檢索表

1. 植物體成一扁平或半橢圓體的葉狀體，無莖與葉的分別.. 浮萍科 Lemnaceae
1. 植物體有明顯的莖與葉分別
  2. 植物體生於淡水或半鹹水中
  3. 植物體具沉水葉或/且具浮水葉
    4. 植物體僅具沉水葉
      5. 葉基生，無莖生
        6. 葉具柄，卵形至心形 ..... 水蘓科 Hydrocharitaceae
        6. 葉無柄，線形
          7. 葉先端逐漸變尖
            8. 葉膜質，呈半透明狀，細鋸齒緣..... 水蘓科 Hydrocharitaceae
            8. 葉草或紙質，不透明，全緣 ..... 穀精草科 Eriocaulaceae
          7. 葉先端鈍或銳尖
            9. 植物體具匍匐莖；葉下部橫切面扁平，上半部細鋸齒緣.....  
..... 水蘓科 Hydrocharitaceae
            9. 植物體無匍匐莖；葉下部橫切面半圓形，全緣 澤瀉科 Alismataceae
        5. 葉莖生
          10. 葉全緣
            11. 葉互生；花兩性 ..... 眼子菜科 Potamogetonaceae
            11. 葉多對生；花單性 ..... 角果藻科 Zannichelliaceae
          10. 葉至少於先端細鋸齒緣
            12. 葉僅先端細鋸齒緣 ..... 流蘇菜科 Ruppiaceae
            12. 葉兩側均細鋸齒緣或鋸齒緣
              13. 葉輪生 ..... 水蘓科 Hydrocharitaceae
              13. 葉互生
                14. 葉基無鞘，略抱莖，細鋸齒緣..... 水蘓科 Hydrocharitaceae
                14. 葉基具鞘抱莖，若無鞘略抱莖，則明顯粗鋸齒緣茨藻科 Najadaceae
      4. 植物體具浮水葉
        15. 葉基生
          16. 葉長橢圓形；葉柄頂端常具 2 小腺體..... 水蘓科 Aponogetonaceae
          16. 葉卵心形；葉柄頂端無腺體 ..... 澤瀉科 Alismataceae
        15. 葉莖生 ..... 眼子菜科 Potamogetonaceae
    3. 植物體挺水或浮水
      17. 植物體不固著於泥土上，浮於水面
        18. 葉片卵狀橢圓形，窄於 1.5 cm，禾草 ..... 禾本科 Gramineae
        18. 葉片其他形狀，寬於 2 cm
          19. 葉片近扁橢圓形，葉柄膨大成囊狀..... 兩久花科 Pontederiaceae
          19. 葉片圓心形或倒三角形，葉柄不膨大
            20. 葉片圓心形，上表面光滑，明顯具柄
              21. 葉中央下表面膨大呈海綿質狀；葉基心形；花白色.....

- ..... 水驚科 Hydrocharitaceae
21. 葉中央下表面僅沿中脈處略膨大；葉基淺心形；花黃色.....
- ..... 黃花蘭科 Limnocharitaceae
20. 葉倒三角形，兩面密生毛，具短柄或近無柄..... 天南星科 Araceae
17. 植物體固著於泥土上，具挺水葉
22. 葉退化，無葉片或具細小鱗片狀或針狀小葉片，具葉鞘
23. 葉鞘封閉性，側面無裂口..... 莎草科 Cyperaceae
23. 葉鞘開放性，一側裂開..... 燈心草科 Juncaceae
22. 葉不退化，具葉片
24. 葉兩側壓扁(側扁)或呈圓柱狀
25. 莖匍匐..... 天南星科 Araceae
25. 莖直立
26. 植物體無基生葉；莖生葉圓柱形，前端漸尖. 燈心草科 Juncaceae
26. 植物體具基生葉；莖生葉側扁
27. 葉片內鬆軟呈海綿質狀；穗狀花序..... 田蔥科 Philydraceae
27. 葉片不鬆軟，紙質；非穗狀花序
28. 花排列成繖形..... 鳶尾科 Iridaceae
28. 花排列成頭狀
29. 花莖僅具1頭狀花序..... 蔥草科 Xyridaceae
29. 花莖具多個頭狀花序，呈聚繖排列..... 燈心草科 Juncaceae
24. 葉橫扁(上下壓扁，一般葉狀況)
30. 植物體具基生葉(生於近基部或基部)
31. 植物體具直立假莖，假莖近基部具基生葉；基生葉及莖上部之葉抱生，排成2列(假莖是由許多葉鞘包圍而成，如香蕉植物之直立假莖)
32. 基生葉下表面中央有稜，下部橫切面三角形；花序軸呈之字形彎曲..... 黑三稜科 Sparganiaceae
32. 基生葉下表面中央圓弧形突起，下部橫切面呈弦月形.....
- ..... 香蒲科 Typhaceae
31. 植物體近無莖，具基生葉；基生葉不抱莖，不排成2列
33. 葉卵狀心形(葉脈明顯)，葉基盾狀..... 天南星科 Araceae
33. 葉線形、菱狀橢圓形或心形(心形者葉脈極不明顯)，葉基非盾狀
34. 葉之下半部橫切面半圓形..... 澤瀉科 Alismataceae
34. 葉之下半部橫切面扁平
35. 葉明顯具柄..... 兩久花科 Pontederiaceae
35. 葉無柄
36. 葉具封閉性葉鞘..... 莎草科 Cyperaceae
36. 葉無葉鞘..... 穀精草科 Eriocaulaceae
30. 植物體不具基生葉
37. 葉寬於10 cm；植物體具大塊莖..... 薑科 Zingiberaceae

- 37. 葉窄於 5 cm；植物體不具塊莖或具小於 3 cm 的塊莖
- 38. 葉排成 3 列；莖常呈三角形(橫切面)；葉鞘封閉性，不裂  
..... 莎草科 Cyperaceae
- 38. 葉排成 2 列；莖圓柱形(橫切面)；葉鞘一側裂開
- 39. 莖多空心；葉先端長漸尖；花不明顯..... 禾本科 Gramineae
- 39. 莖實心；葉先端銳尖具略鈍頭；花明顯，具花瓣  
..... 鴨跖草科 Commelinaceae
- 2. 植物體生於鹹水中(海水生)
- 40. 葉明顯有葉柄及葉片的分別 ..... 水蘓科 Hydrocharitaceae
- 40. 葉無葉柄與葉片的區別
- 41. 葉寬於 5 mm..... 水蘓科 Hydrocharitaceae
- 41. 葉窄於 4 mm
- 42. 葉先端具圓頭，葉身具橫脈 ..... 甘藻科 Zosteraceae
- 42. 葉先端具齒，不為圓形，葉身無橫脈.... 角果藻科 Zannichelliaceae

# 水質調查方法簡介

謝莉顯

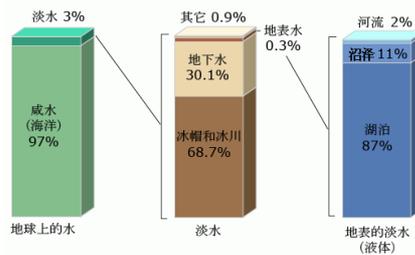
行政院農業委員會特有生物研究保育中心

2014.09



繪圖者: John M. Evans, Howard Perlman, USGS

全球的水分布



(Gleick, 1996)

## 什麼是水質?

- \* 闡述水體的物理、化學和生物特性
- \* 水質的概念和水質的好與壞，並無絕對意義
- \* 水質問題不單純是自然科學的問題，所反應的是某一個社會、某一國度、某一時期的人與水之間廣泛的關係

3

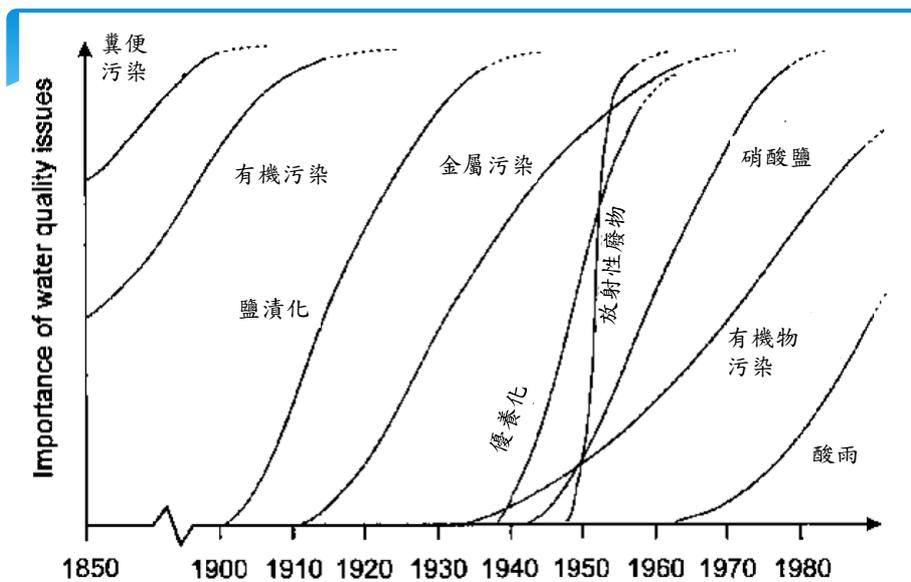


Figure 1.3. The sequence of water quality issues arising in industrialised countries (After Meybeck and Helmer, 1989)

### \* 水質的物理參數

- \* 用各種物理方法測得與水生生物棲息地相關的水質訊息
- \* 水色、溫度、電導度、懸浮物數量、粒徑、水密度、水流量、水流動力、水面坡度、河床地貌等

### \* 水質的化學參數

- \* 用各種化學方法測得與水生生物棲息地相關的水質訊息
- \* 無機化合物、有機化合物、金屬、元素同位素、放射性核素

### \* 水質的生物參數

- \* 生物種類、數量、分布及健康狀態

5

## ◆ 水質隨時間的變化

### \* 分鐘至日

- \* 水體混合,輸入物質所造成的擾動,通常和氣象條件及水體大小有關

### \* 日夜變化

- \* 生物周期,日夜循環(氧,營養鹽,pH), 污染物輸入循環(如**家庭廢水**)

### \* 日至月

- \* 和氣候因子有關(河流水體等), 污染來源(如**工業廢水**, 農業地的逕流)

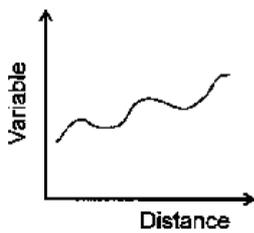
### \* 季節性水文及生物循環

- \* 大部分和氣候因子有關

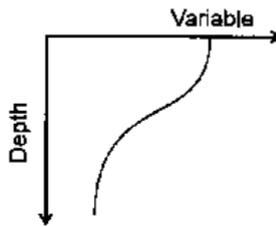
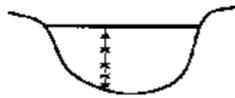
6

## ◆ 水質在空間的變動

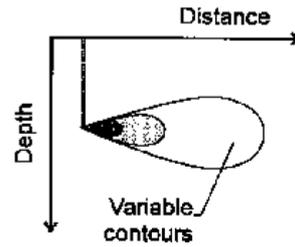
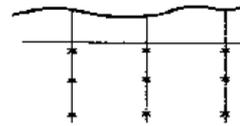
Longitudinal profile  
(e.g. river)



Vertical profile  
(e.g. lake)



Two-dimensional profile  
(e.g. groundwater)



## 水質監測採樣技術步驟

- 歷史資料蒐集
- 現場初勘
- 擬定採樣計畫
- 採樣前準備
- 現場採樣作業
- 採樣品保品管作業
- 監測成果

## 歷史資料蒐集

- \* 地理環境資料
  - \* 各種構造物、橋樑位置、水文站位置、水質監測站位置、地形圖、航照圖
  - \* Google地圖
- \* 氣象水文資料
  - \* 氣象局、水資源局、台灣電力公司等
- \* 歷年水質
  - \* 環保署、各縣市環保局、水資源局等

9

## 現場初勘

- 先在紙上作業
- 現場探勘修正
- 描繪採樣位置
- 找出可供識別的標記
- 照片紀錄之

10

## 樣站選擇



- \* 能**安全**作業之處
- \* 遇橋選上游處
- \* 遇堰選下游處（是一種橫越河川的障礙設施，可以改變水流的特性）
- \* 斷面水流儘可能**只有一條流路**
- \* 上、下游之差距最少要有河寬數倍長之直流段，且無漩渦、積流及急流
- \* 避開不規則及大量廢棄物之河床
- \* 若測流量，應有適當水深
- \* 若為**長期監測**，應儘可能選擇**同一採樣位置**



11

## 擬定採樣計畫

(NIEA W104.51C)

### \* 河川採樣

1. 每月採樣一次。
2. 為採樣人員安全，儘量安排於白天時段進行採樣工作。
3. 同一條河川之各採樣點，應於同一天完成採樣。

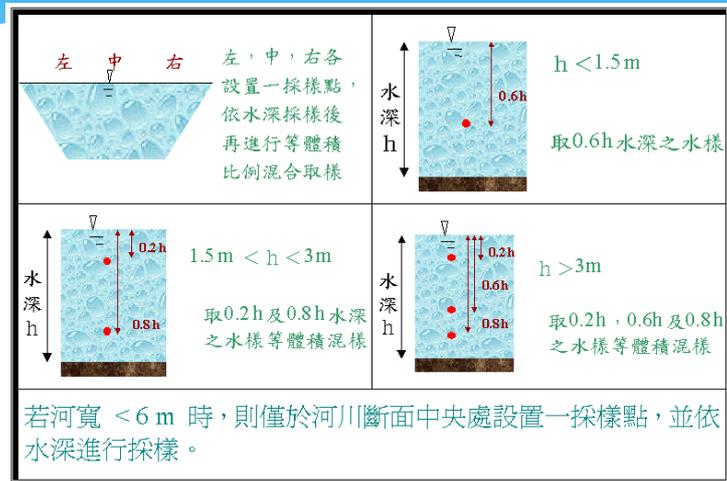
### \* 湖泊及水庫採樣

1. 每季採樣一次，安排於2月、5月、8月、11月採樣。
2. 應事先與主管機關或水庫管理局連絡，確認排洪時間及允許採樣時間，以確認採樣行程安排。
3. 監測項目如包括透明度，則應安排於天候良好之白天時段進行。
4. 同一座水庫之各採樣點，儘量於同一日完成採樣

### \* 海域採樣採樣

1. 每季採樣一次，安排於2月、5月、8月、11月採樣。
2. 以安全為第一考量，於白天時段內進行採樣。
3. 同一處海域，儘量於同一日完成採樣（特殊狀況除外，例如：遇天候臨時惡化則順延，確保人員安全）。

## 河川水質採樣



圖三、河川水體採樣位置示意圖

## 湖泊及水庫採樣

先經量測其水深後，依下列之水深採樣原則決定採樣之深度，然後再在其斷面點之中央位置依使用採水器進行分層採樣，各層水樣不混樣，深度規範如下：

表水層：水面下  $0.5\text{ m}$  處

中層：水深之中間處，若水深超過  $50\text{ m}$  則中層採兩點

底層：底床上  $1\text{ m}$  處

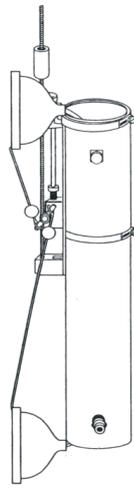


各式採水器

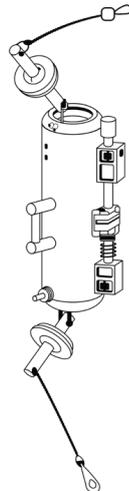
各式定深採水器



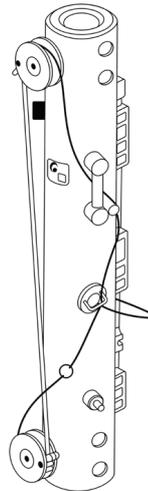
圖一、甘末爾 (Kemmerer) 採水器



圖二、范多恩 (van Dorn) 採水器



圖三、尼斯金 (Niskin) 採水器



圖四、鄂佩洛 (go-flo) 採水器

## 採樣前準備

- 行前會議
  - ✓ 調查流程
  - ✓ 調查內容
  - ✓ 調查器材
  - ✓ 人員分工
- 行前檢查
  - ✓ 儀器狀態
  - ✓ 樣品瓶準備
  - ✓ 檢查清單
- 採樣日誌
  - ✓ 行前
  - ✓ 完成

17

## 現場採樣作業

安全注意事項  
紀錄內容

## 安全注意事項

- 一定要2人以上同行。隨時讓你的伙伴知道你在那裡。
- 準備手機、隨身簡易急救包。瞭解同伴的身體狀況，是否有長期服用的藥品（心臟、糖尿病等），要帶必需的藥品。
- 注意氣象報告。若預測有豪大下不要安排採樣。
- 將寵物留在家裡。因為狗有可能會傷害野生動物。
- 要懂得辨識有毒植物。
- 注意蛇、農場動物、或壁蝨、蜜蜂等昆蟲。穿鞋子、戴帽子、淡色長褲、長袖襯衫，將褲腳塞進襪子，在褲子及袖子上噴防蟲液。
- 不要進入私人地。最好是在公共區域，如橋、公園等採樣。
- 不要喝溪流或湖裡的水。
- 不要監測嚴重污染的水。
- 不要走在不穩的河床。
- 絕對不要涉過湍急的水域。

19



20

# 現場採樣紀錄內容

## \* 基本資料

- \* 測站編號、名稱、河流或水庫名稱
- \* 採樣日期(年月日)
- \* 採樣時間(24小時制): 起始及結束時間

## \* 現場檢測項目

- \* 採樣方式及器具
- \* 測量儀器廠牌及型號
- \* 單位及小數位數

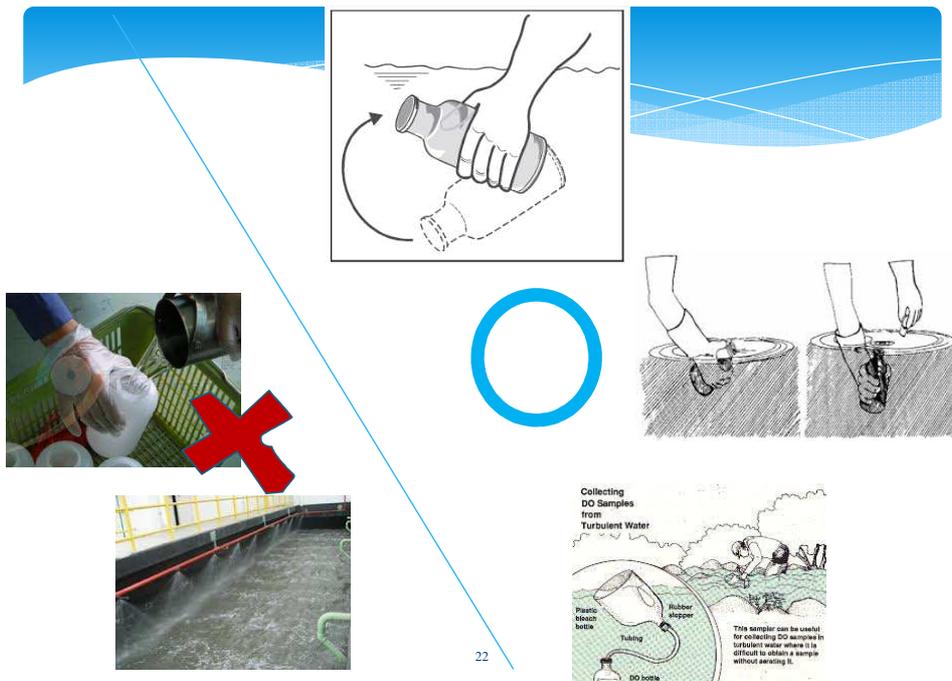
## \* 採樣體積、保存方法、分析項目

## \* 採樣位置水體狀況

- \* 河水外觀、水深、水面寬度、水流概況、岸邊結構等

## \* 操作人員

21



22

## 攜回實驗室分析之水樣

- 取樣: 潤洗的水要往**岸邊**或**下游**的方向倒
- 依不同項目準備不同容器
- 標籤的記錄**一定要確實**，不可偷懶
- 冷藏攜回實驗室



5. 依用途選擇透光或不透光瓶採集水體



7. 將採集好的水瓶密封後寫上標籤以紀錄採集日期、地點及樣品編號等資訊

## 採樣品保品管作業

管制資料品質  
儀器  
現場採樣人員之訓練  
樣品污染之預防  
樣品運送

## 管制資料品質

- 現場採樣
  - ✓ 採樣方法
- 實驗室分析
  - ✓ 分析方法
- 數據儲存處理
  - ✓ 儲存欄位

25

## 儀器(記錄之)

- \* 平時校正、保養維護
- \* 儀器故障或維修情形、次數
- \* 現場人員應遵照採樣程序步驟，及各種儀器提供之使用手冊，來執行採樣工作。若採樣時，有變更任何程序步驟，需有數據證明改變後的方法可達到同樣或更好的結果

26

## 現場採樣人員之訓練

- \* 必需接受技術訓練
- \* 現場採樣經常是獨立性的工作，採樣時必需主動且具技巧性
- \* 對採樣程序的原理及目的要非常清楚
- \* 對水體的變化有直接瞭解，如當數據出現了未預期的結果，可借重採樣人員對現場狀況的了解來判斷

27

## 樣品污染之預防

現場檢測過的水樣必須倒掉，不可再將此水樣做實驗室分析水樣之用

- \* 容器無論是新或舊，皆必須清洗乾淨
- \* 容器之採用，依分析項目選擇適合之容器
- \* 實驗室中曾裝過高濃度藥品之容器不可用之
- \* 保存樣品時，依可用相同保存方法來分組，可減少用錯保存試劑及交叉污染之可能
- \* 勿用手、手套或其它物件接觸樣品容器內部及瓶蓋內部
- \* 運送時交通工具的清潔也是非常重要的
- \* 採樣人員採樣時應保持雙手清潔，並禁止在工作時吸煙
- \* 樣品勿置於陽光照射之下，最好冷藏處理
- \* 注意樣品分析項目之保存方法及期限

28

## 樣品運送

- \* 選擇適當樣品容器非常重要
  - \* 避免容器材質因水樣中某些物質溶出，或被容器壁吸附
- \* 樣品冷藏
- \* 樣品標示
  - \* 計畫代號、採樣日期、樣品編號、瓶號
  - \* 保存代號、分析項目
- \* 運送標籤

29

## 水質檢測方法

## ■ 環保署之水質檢測方法

<http://www.niea.gov.tw/analysis/method/ListMethod.asp?methodtype=WATER>

中華民國行政院環境保護署  
環境檢驗所  
Environmental Analysis Laboratory  
EPA, Executive Yuan, R.O.C.

更新日期: 2011/01/12

關於環境檢驗所  
業務項目  
服務資訊  
檢驗方法查詢

檢驗方法查詢

使用中之水質標準: 135 種檢測方法 【依公告日期排序】 【依檢測次數排序】 【停止使用之檢測方法查詢】 【其他查詢】  
查詢時間: 100/10/11 上午 05:41

| 編號       | 方法名稱               | 公告日期      | 約編頁數 | 已被檢閱次數 | 公告資料                   | 技術交流<br>FAQ           |
|----------|--------------------|-----------|------|--------|------------------------|-----------------------|
| W020.51C | 水量測定方法—容器法         | 093/06/16 | 2    | 8,674  | <a href="#">(公告資料)</a> |                       |
| W021.52C | 水量測定方法—量水堰法        | 094/11/30 | 10   | 3,908  | <a href="#">(公告資料)</a> |                       |
| W022.51C | 水量測定方法—流槽計法        | 093/06/16 | 3    | 5,925  | <a href="#">(公告資料)</a> | <a href="#">(FAQ)</a> |
| W023.51C | 水量測定方法—流量計法        | 093/06/16 | 2    | 4,083  | <a href="#">(公告資料)</a> | <a href="#">(FAQ)</a> |
| W101.54A | 飲用水水質採樣方法—自來水系統    | 094/11/30 | 12   | 14,373 | <a href="#">(公告資料)</a> | <a href="#">(FAQ)</a> |
| W102.51C | 水質檢測方法總則           | 094/03/02 | 45   | 25,751 | <a href="#">(公告資料)</a> | <a href="#">(FAQ)</a> |
| W103.54B | 監測井地下水採樣方法         | 099/05/07 | 15   | 5,475  | <a href="#">(公告資料)</a> | <a href="#">(FAQ)</a> |
| W104.51C | 河川、湖泊及水庫水質採樣總則     | 093/12/27 | 10   | 7,133  | <a href="#">(公告資料)</a> |                       |
| W105.50B | 深層大口徑監測井地下水開流井採樣方法 | 097/01/24 | 13   | 3,494  | <a href="#">(公告資料)</a> | <a href="#">(FAQ)</a> |

## ■ 綜合水質儀

- ◆ 一次測定項目多
- ◆ 現場操作簡易
- ◆ 價格昂貴
- ◆ 維護費高



## ■ 單項水質儀

- ◆ 量測範圍
- ◆ 精確度
- ◆ 準確度



33

## ■ 水質檢測包

- ◆ 教學
- ◆ 養殖水
- ◆ 精確度低



**AccuStar Radon in Water Test Kit**  
List Price: \$35.00  
**Our Price: \$27.95**  
You save \$7.05! [FREE](#) [add to cart](#)

Radon in water may contribute to the level of Radon you have a private well. This kit includes a single via [MORE INFO](#)



**ITS Home Water Quality Test Kit**  
**Our Price: \$39.45** [FREE](#) [add to cart](#)

A Do It Yourself water test using test strip technolog color chip to the provided color chart to obtain the re Hydrogen Sulfide, Total Hardness, Total Alkalinity, T Pesticide, iron, & pH. [MORE INFO](#)



**Watercheck Test**  
**Pricing > \$156.95** [FREE](#) [add to cart](#)

The WaterCheck water quality test kit provides a cor WaterCheck test analyzes 83 water quality paramete plus an analysis of 20 additional organic chemicals f with water and send to the lab for analysis and a cor



**FRESHWATER MASTER TEST KIT**  
FAST EASY ACCURATE

- HIGH RANGE pH
- AMMONIA
- NITRITE
- NITRATE

OVER 100 TESTS







## 進階水質監測藥劑 及儀器

CHEMetrics

[www.chemetrics.com](http://www.chemetrics.com)

☎ 800 356 3072 (U.S., toll-free), ☎ +1 540 788 9026

Hach Company

[www.hach.com](http://www.hach.com)

☎ 800 227 4224 (U.S., toll-free), ☎ +1 970 669 3050

Hanna Instruments

[www.hannainst.com](http://www.hannainst.com)

☎ 800 426 6287 (U.S., toll-free), consult Web site for orders outside U.S.

Industrial Test Systems, Inc.

[www.sensafe.com](http://www.sensafe.com)

☎ 800 861 9712 (U.S., toll-free), ☎ +44 1722 329502 (Europe)

LaMotte Company

[www.lamotte.com](http://www.lamotte.com)

☎ 800 344 3100 (U.S., toll-free), ☎ +1 410 778 3100

Orbeco-Hellige

[www.orbeco.com](http://www.orbeco.com)

☎ 800 922 5242 (U.S., toll-free), ☎ +1 631 293 4110

Tintometer/Lovibond

[www.tintometer.com](http://www.tintometer.com)

☎ +44 1980 664800

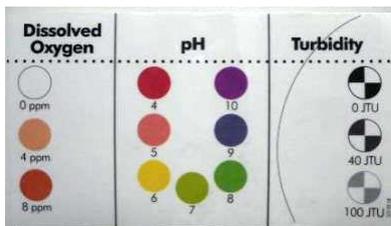
Water Monitoring Equipment & Supply

[www.watermonitoringequip.com](http://www.watermonitoringequip.com)

☎ +1 207 276 5746

## 資料品質注意事項

- \* EPA, USGS 等標章
- \* 測定項目
- \* 測定之精確度(小數位數)



| 快速水質光度計—三款機型規格 Micro 7+, 8, Lead |                                |               |                 |
|----------------------------------|--------------------------------|---------------|-----------------|
| 規格說明                             | Micro 7+                       | Micro 8       | Lead Quick      |
| 波長範圍                             | 525nm ± 1.5nm                  | 625nm ± 1.5nm | 476nm ± 1.5nm   |
| 光徑長度                             | 20mm                           |               |                 |
| 測光範圍                             | 0~2.5Abs · 0.00~100%T          |               |                 |
| 測光精度                             | ±0.001A · 0.01%T               |               |                 |
| 檢測器                              | 矽光二極體 Silicon Photodiode       |               |                 |
| 記憶容量                             | 7x20 組                         |               |                 |
| 濃度單位                             | ppm · pH · %T                  | ppm · %T      | uL/L · mg/L · A |
| 光源設計                             | LED 525nm                      | LED 625nm     | LED 475nm       |
| 樣品容量                             | PET 強化塑膠固定式 4mL(C.C)           |               |                 |
| 測量顯示                             | LCD 液晶顯示                       |               |                 |
| 防護等級                             | IP-67 · 防塵防水(水深 1 公尺 30 分鐘)    |               |                 |
| 電源供應                             | 電池 AAx4 顆, 可以使用 2000 次         |               |                 |
| 尺寸重量                             | 160 高 x 50 寬 x 40 深 mm · 160 克 |               |                 |

## 水質標準監測項目 及其意義

### 濕地水質調查建議監測項目

-營建署城鄉發展分署-

| 濕地水質調查<br>建議監測項目                    | 基礎調查項目 | 進階調查項目 |
|-------------------------------------|--------|--------|
| 氫離子濃度指數(pH)                         | ◎      | ◎      |
| 溶氧量(DO)                             | ◎      | ◎      |
| 導電度(EC)                             | ◎      | ◎      |
| 溫度                                  | ◎      | ◎      |
| 鹽度                                  | ◎      | ◎      |
| 光穿透度                                | ◎      | ◎      |
| 生化需氧量(BOD)                          |        | ◎      |
| 懸浮固體(SS)                            |        | ◎      |
| 氨氮(NH <sub>3</sub> -N)              |        | ◎      |
| 亞硝酸鹽(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) |        | ◎      |
| 硝酸鹽氮(NO <sub>3</sub> -N)            |        | ◎      |
| 總凱氏氮(TKN)                           |        | ◎      |
| 總磷(TP)                              |        | ◎      |

## ➤ 氫離子濃度指數(pH)

- pH值對於水中所有物質的化學反應具有極大的影響。因此維持穩定的pH值對於魚類或其它水生生物的存活具有決定性的關鍵
- 在水質未受干擾的溪流中pH值是很穩定的，家庭畜牧農業或工業廢水的排放會造成河川水質pH值快速變動
- 天然淡水pH值約為**6.0-7.5**  
正常海水之pH值為**8.15**
- 魚類可以生存在pH值4-10的範圍中，但是以pH值**5-9**為其較安全的範圍
- pH<6.5，造成魚類酸中毒，運輸氧的功能發生障礙  
pH呈強鹼時，腐蝕魚類鰓，造成呼吸障礙

39

## ➤ 溶氧量與魚類

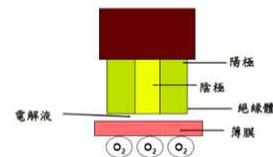
- 水中溶氧的高低對生物生存有絕對影響，且與水質的自淨作用有關，溶氧高低可用來大略判斷水質的好壞
- 若水中溶氧量在1-5 mg/L之間，部分魚類可以生存，但生長變緩
- 一般魚類在水中溶氧量  
降至3 mg/L時攝食率會減少  
降至2 mg/L則停止攝食  
溶氧量小於0.3 mg/L容易死亡
- 溶氧量過高(>20 mg/L)，魚苗易得氣泡病並導致死亡  
溶氧量1.0 mg/L為魚之最少需氧量
- 一般水域溶氧量最好維持在**5 mg/L**以上。

40

## 溶氧量 (mg/L, ppm)

- 水中溶解度隨溫度及大氣分壓而改變
  - 溫度高, 溶氧低, 因此夏季溶氧量一般低於冬季
- 鹽度含量越高, 溶氧越低
  - 20°C時, 純水飽和溶氧量為 9.07 mg/L, 海水為7.33 mg/L
- 測定方法
  - 碘定量法
  - 溶氧計(電極法)
    - ✓ 飽和溶氧係指在一定壓力下, 氣液平衡時溶於水之氧量 (氧於水中之溶解度), 以mg/L 或 % 飽和度表示

溶氧電極之構造



41

## 溶氧量之影響

淡水河浩劫 / 10萬尾魚暴斃 屍漂10公里

2006.08.11



死魚大多是烏仔魚成魚

台北市環保局長陳永仁說, 死亡魚隻以烏仔魚最多, 體型在10到15公分之間, 初步採樣結果顯示, 酸鹼值7.4, 介於正常範圍, 溶氧值1.4 mg/L 則較正常值 2 mg/L 偏低, 判斷魚群暴斃是河川溶氧值低所致, 溶氧值低則是雙颱低氣壓所造成。

42

## ➤ 電導度 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ , $\text{mS}/\text{cm}$ )

- \* 導電度是水中無機鹽離子以及有機物所造成，代表水體中離子的總量。
- \* 所產生的滲透壓影響作物對水分的吸收能力
- \* 低於 $1,200\mu\text{S}/\text{cm}$ 的水稱為淡水  
高於 $50,000\mu\text{S}/\text{cm}$ 稱為鹵水  
介於之間的通稱為鹹水
- \* 過濃的金屬離子對作物呈毒性



EZDO 6022 (防水筆型)  
Range:0~1999  $\mu\text{S}/\text{cm}$   
Accuracy:  $\pm 1\%$  FS  
Resolution: 1  $\mu\text{S}/\text{cm}$

43

## 電導度

- ✓ 一般淡水生物可忍耐之極限 $30000\mu\text{S}/\text{cm}$

臺灣湖沼水為 $100\sim 400\mu\text{S}/\text{cm}$

井水、泉水等為 $400\sim 800\mu\text{S}/\text{cm}$

灌溉用水 $< 750\mu\text{S}/\text{cm}$

工業廢水 $> 10000\mu\text{S}/\text{cm}$

美國飲用水  $50\sim 1500\mu\text{S}/\text{cm}$



EZDO 6022 (防水筆型)  
Range:0~1999  $\mu\text{S}/\text{cm}$   
Accuracy:  $\pm 1\%$  FS  
Resolution: 1  $\mu\text{S}/\text{cm}$

44

## ➤ 水溫與魚類

熱帶性魚類 (25-35 °C)

暖水性魚類 (4-25 °C)

冷水性魚類 (4-15 °C)

- 許多魚類的繁殖均對溫度極為敏感，例如台灣原產的魚類中櫻花鉤吻鮭為典型冷水性魚類，當其在水溫18°C以上的環境時依然可以存活但是生長減緩，且其水溫超過12°C時即無法繁殖。
- 香魚，其適應水溫在14-28°C，而以20-25°C為最適應，香魚雖為廣溫性之魚類，當水溫超過24°C時攝食量減少，此外香魚對於水中溶氧要求較高。
- 兩棲類及龜鱉對於水溫也極敏感，例如以往溪流中常見的鱉其最適溫為20-26°C當溫度超過34°C或低於15°C則不攝食。



45

## 溫度(°C)

### ◆ 膨脹式溫度計

-36°C ~ +1200°C, -10°C ~ +110°C

精確度：0.1°C, 1°C

### 酒精溫度計：

- 相對水銀溫度計來說，對溫度變化的反應較慢
- 天氣記錄和測量實驗室室溫

### 水銀溫度計：

- 水銀廢棄物對環境危害
- 可撒適量的硫粉與流動的
- 水銀反應生成固態的硫化汞以便回收有劇毒的液態汞

### ◆ 電子式溫度計

測溫範圍：-50°C ~ +300°C

分辨率：0.1°C

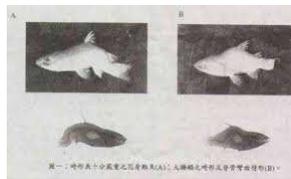
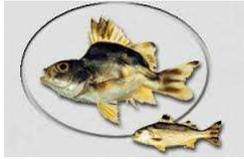
精確度：±1°C (-20°C ~ +80°C)

反應時間：5秒



無線室內外溫度計

## 水溫影響之例子



47

## ➤ 鹽度

海水的含鹽總量，每kg海水溶解物質的g重量

▶ 氯化物、溴及碘化物等

✓ 淡水: <0.5

半淡鹹水: 0.5-30

鹹水: 30-50

大洋中鹽度介於33-37，降雨多或有河流注入之海面甚至可小於5，地中海、紅海 41

48

## 鹽度

- ◆ 屈折計: 溶液濃度( $\pm 1$ )
- ◆ 導電度( $\pm 0.003$ )
- ◆ 鹽度比重計
- ◆ 蒸發、滴定( $\pm 0.02$ )



## 其它

- ◆ 波美度計: 鹽度濃度越大，浮力越高



49

## ➤ 光穿透度

- ▶ 表示光入射水體時被散射的程度
- ▶ 濁度的來源包括黏粒、矽粒、細微有機物、浮游生物或微生物等
- ▶ 濁度高會影響水體外觀並阻礙光的穿透，進而影響水生植物的光合作用
- ▶ 濁度高還會使魚類的呼吸作用受阻，影響魚類的生長與繁殖，甚至使其窒息而死亡

## 相關網站

全國環境水質監測網

<http://wqshow.epa.gov.tw>

環境檢驗所

<http://www.niea.gov.tw>

環保署環檢所檢測方法查詢

[http://www.niea.gov.tw/analysis/epa\\_www.htm](http://www.niea.gov.tw/analysis/epa_www.htm)

經濟部水利署

<http://www.wra.gov.tw/>

教育部「自然生態學習網」

<http://nature.edu.tw/index>

51

## 生態監測標準作業程序 目的

- 讓資料達到標準化及一致性
- 增進資料長期累積之具比較性及互換性
- 有助於經營管理與棲地復育的成效評估，進而提供決策之參考

52



敬請指教

謝謝!

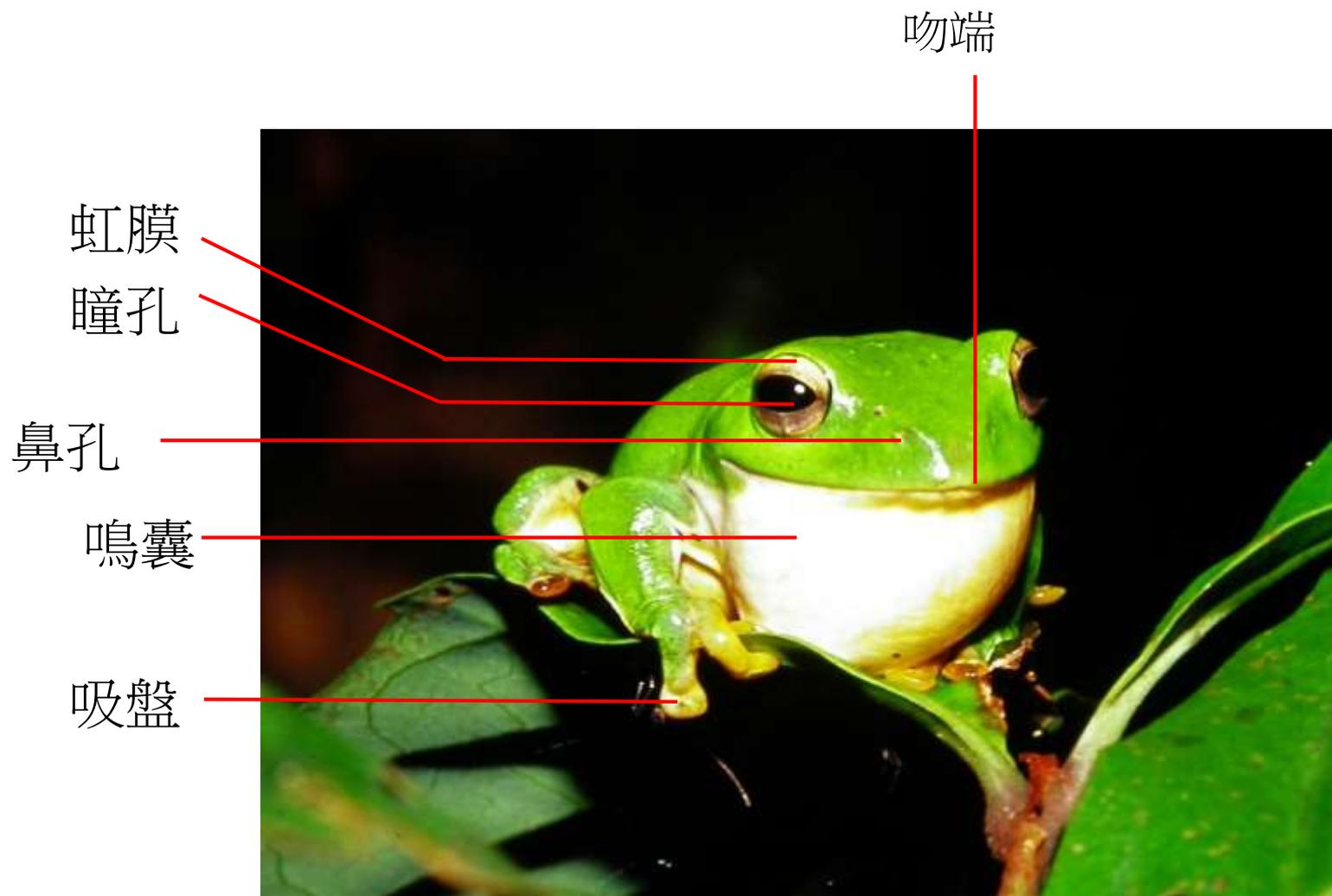
# 臺灣蛙類與調查方法介紹

莊孟憲

真理大學 環境教育暨生態保育研究推廣中心

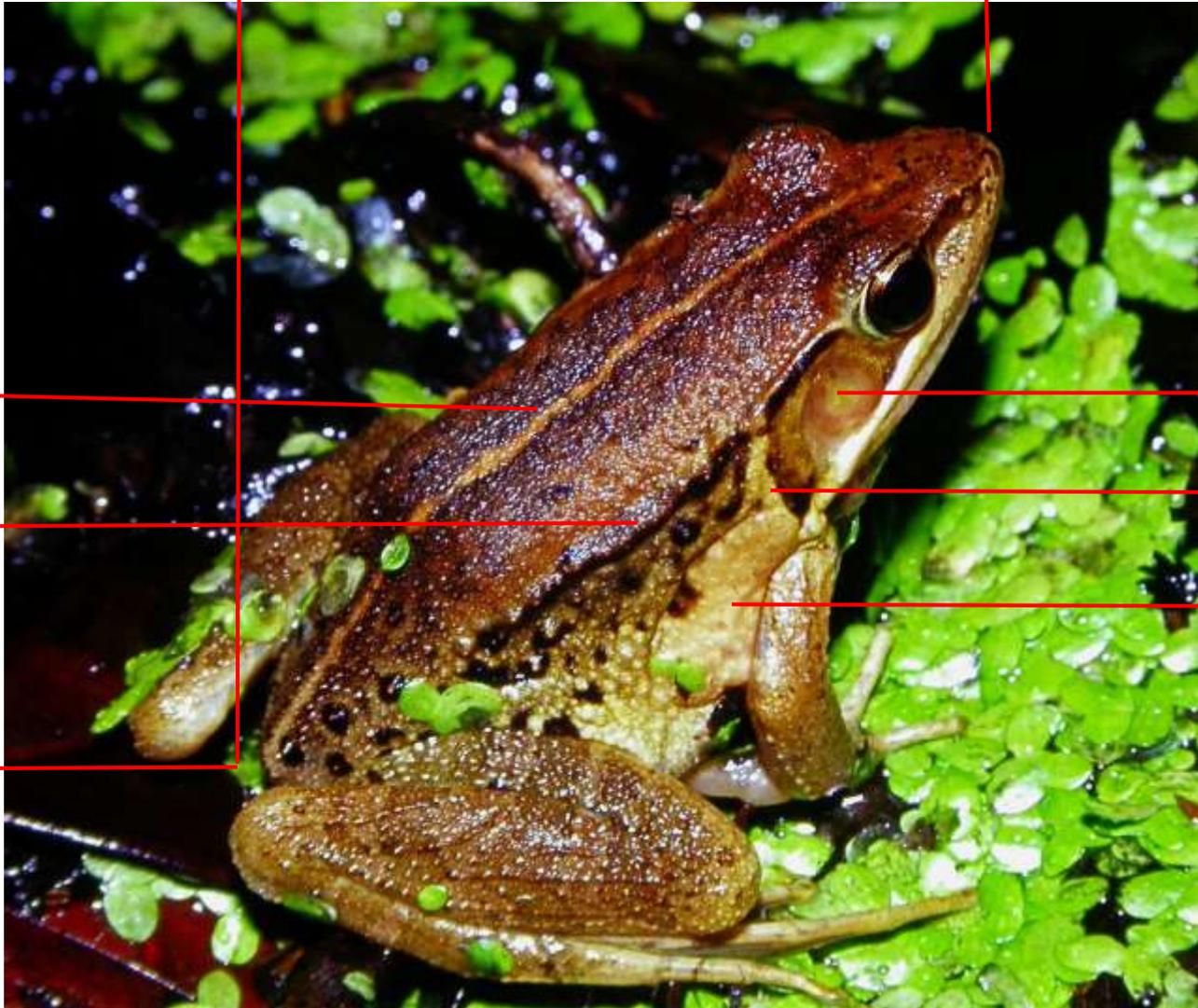
| 序號 | 科別                     | 中文名         | 學名                                | 特有種 | 保育等級(註)      | 臺灣本島<br>外來種 |
|----|------------------------|-------------|-----------------------------------|-----|--------------|-------------|
| 1  | 蟾蜍科                    | 盤古蟾蜍        | <i>Bufo bankorensis</i>           | 特有種 |              |             |
| 2  | Bufonidae              | 黑眶蟾蜍        | <i>Duttaphrynus melanostictus</i> |     |              |             |
| 3  | 樹蟾科<br>Hylidae         | 中國樹蟾        | <i>Hyla chinensis</i>             |     |              |             |
| 4  | 叉舌蛙科<br>Dicroglossidae | 海蛙          | <i>Fejervarya cancrivora</i>      |     |              | 外來種         |
| 5  |                        | 澤蛙          | <i>Fejervarya limnocharis</i>     |     |              |             |
| 6  |                        | 虎皮蛙         | <i>Hoplobatrachus rugulosus</i>   |     |              |             |
| 7  |                        | 福建大頭蛙(古氏赤蛙) | <i>Limnonectes fujianensis</i>    |     |              |             |
| 8  | 狹口蛙科<br>Microhylidae   | 花狹口蛙(亞洲錦蛙)  | <i>Kaloula pulchra pulchra</i>    |     |              | 外來種         |
| 9  |                        | 巴氏小雨蛙       | <i>Microhyla butleri</i>          |     |              |             |
| 10 |                        | 小雨蛙         | <i>Microhyla fissipes</i>         |     |              |             |
| 11 |                        | 黑蒙西氏小雨蛙     | <i>Microhyla heymonsi</i>         |     |              |             |
| 12 |                        | 史丹吉氏小雨蛙     | <i>Micryletta steinegeri</i>      | 特有種 |              |             |
| 13 | 赤蛙科<br>Ranidae         | 腹斑蛙         | <i>Babina adenopleura</i>         |     |              |             |
| 14 |                        | 豎琴蛙         | <i>Babina okinavana</i>           |     | II珍貴稀有野生動物   |             |
| 15 |                        | 賈德氏赤蛙       | <i>Hylarana guentheri</i>         |     |              |             |
| 16 |                        | 拉都希氏赤蛙      | <i>Hylarana latouchii</i>         |     |              |             |
| 17 |                        | 臺北赤蛙        | <i>Hylarana taipehensis</i>       |     | II珍貴稀有野生動物   |             |
| 18 |                        | 美洲牛蛙        | <i>Lithobates catesbeianus</i>    |     |              | 外來種         |
| 19 |                        | 斯文豪氏赤蛙      | <i>Odorrana swinhoana</i>         | 特有種 |              |             |
| 20 |                        | 金線蛙         | <i>Pelophylax fukienensis</i>     |     | III其他應予保育野生動 |             |
| 21 |                        | 長腳赤蛙        | <i>Rana longicrus</i>             |     |              |             |
| 22 |                        | 梭德氏赤蛙       | <i>Rana sauteri</i>               | 特有種 |              |             |
| 23 | 樹蛙科<br>Rhacophoridae   | 日本樹蛙        | <i>Buergeria japonica</i>         |     |              |             |
| 24 |                        | 褐樹蛙         | <i>Buergeria robusta</i>          | 特有種 |              |             |
| 25 |                        | 艾氏樹蛙        | <i>Kurixalus eiffingeri</i>       |     |              |             |
| 26 |                        | 面天樹蛙        | <i>Kurixalus idiootocus</i>       | 特有種 |              |             |
| 27 |                        | 白額樹蛙(布氏樹蛙)  | <i>Polypedates braueri</i>        |     |              |             |
| 28 |                        | 斑腿樹蛙        | <i>Polypedates megacephalus</i>   |     |              | 外來種         |
| 29 |                        | 諾羅樹蛙        | <i>Rhacophorus arvalis</i>        | 特有種 | II珍貴稀有野生動物   |             |
| 30 |                        | 橙腹樹蛙        | <i>Rhacophorus aurantiventris</i> | 特有種 | II珍貴稀有野生動物   |             |
| 31 |                        | 莫氏樹蛙        | <i>Rhacophorus moltrechti</i>     | 特有種 |              |             |
| 32 |                        | 翡翠樹蛙        | <i>Rhacophorus prasinatus</i>     | 特有種 | III其他應予保育野生動 |             |
| 33 |                        | 臺北樹蛙        | <i>Rhacophorus taipeianus</i>     | 特有種 | III其他應予保育野生動 |             |

# 外型特徵



莫氏樹蛙

吻肛長（體長）



背中線

背側褶

肛門

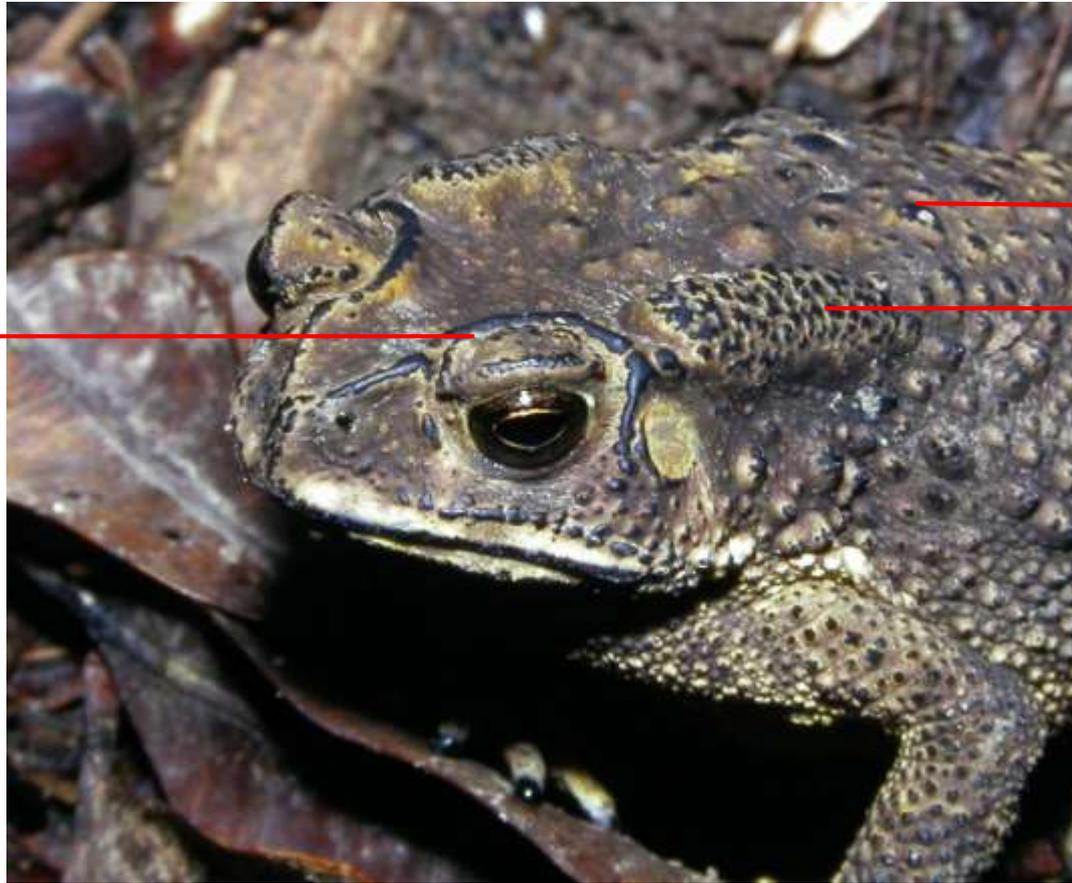
鼓膜

肩腺

合頁腺

腹斑蛙

黑色稜脊



壘粒  
耳後腺

黑眶蟾蜍



前肢有四指



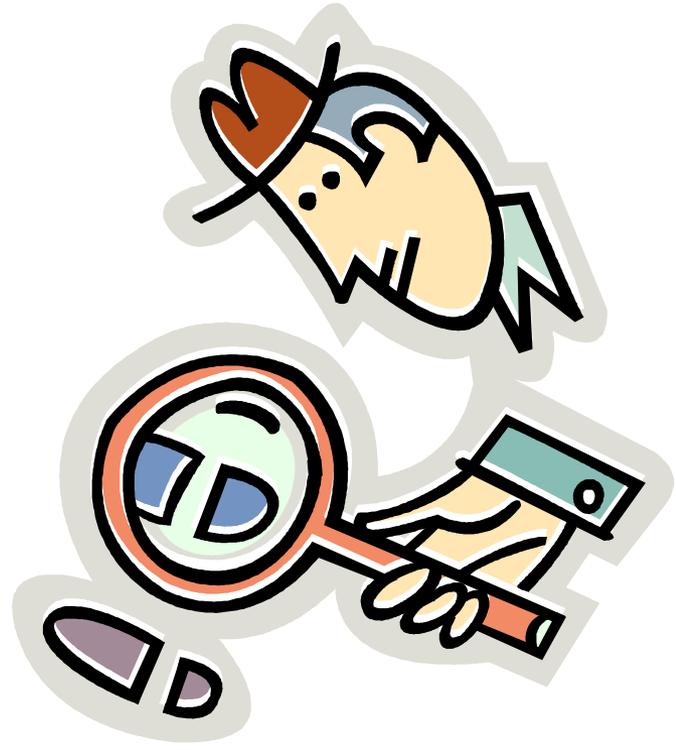
前肢有五趾

# 進行蛙類調查的原則

- 統一與標準的方法與技術（科學分析）
- 不同的目的有不同的方法，考慮目標為何，再決定方法
- 取樣的時機
  - 必須選定同一時節進行調查（如生殖期）
  - 每日進行調查的時段也需相同
  - 調查的頻度
  - 人力與天候狀況的記錄

# 依調查目的來分

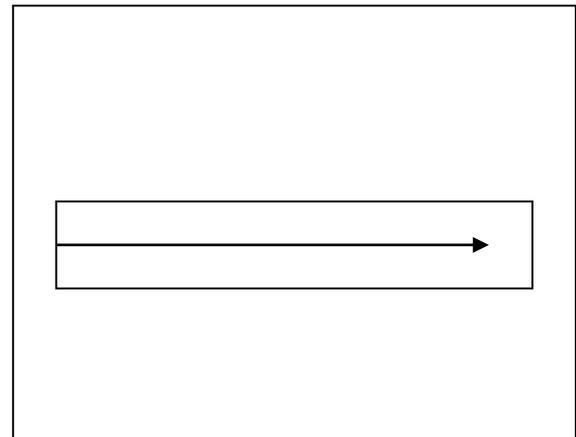
- 確定名錄與數量
- 評估一地的青蛙密度
- 食性
- 追蹤



# 確定名錄與數量

## 一、穿越線目視遭遇法

- 指在一定時間內，以徒步緩行的方式，有系統的走過一特定段落（穿越線）的棲地，搜尋所有穿越線兩旁1 m範圍內兩棲類可能出沒的地點。





# 聲音辨識法

- 用以調查生殖期會鳴叫的蛙類

- 依據物種特有的鳴叫聲來辨識物種

- 通常在小樣區內可選定幾個定點進行

- 聽的時間與時間長短在每次調查中需統一

- 記錄物種名稱及相對數量等級

- 單隻鳴叫

- 五隻內可直接計數

- 大於五隻的大合唱無法分辨隻數

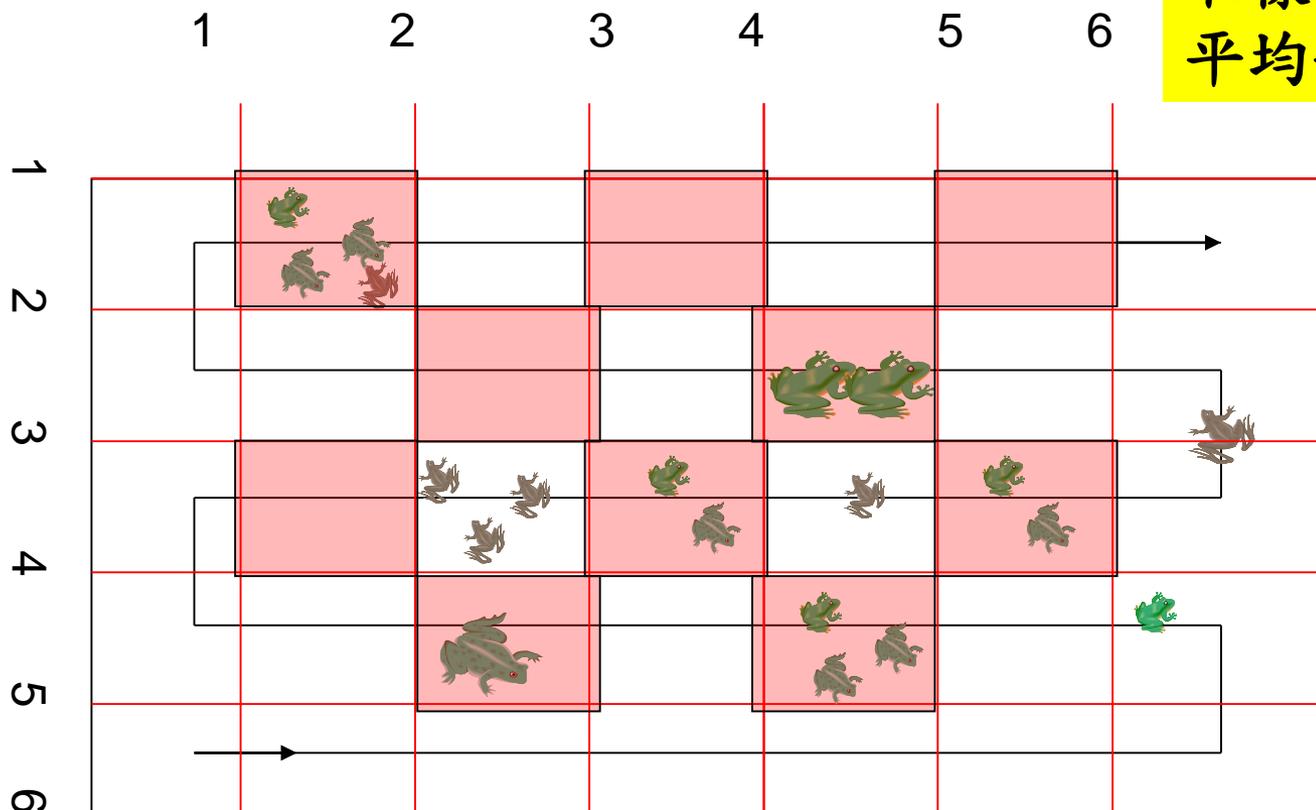
- 也可配合特定路線成為穿越帶聲音辨識法

- 此方法在兩棲類生殖季可得到接近穿越線目視法之物種數，且只要一人即可進行，但數量只能以等級表示，往往會低估。

# 評估一地的青蛙密度 方塊設計之目視遭遇法

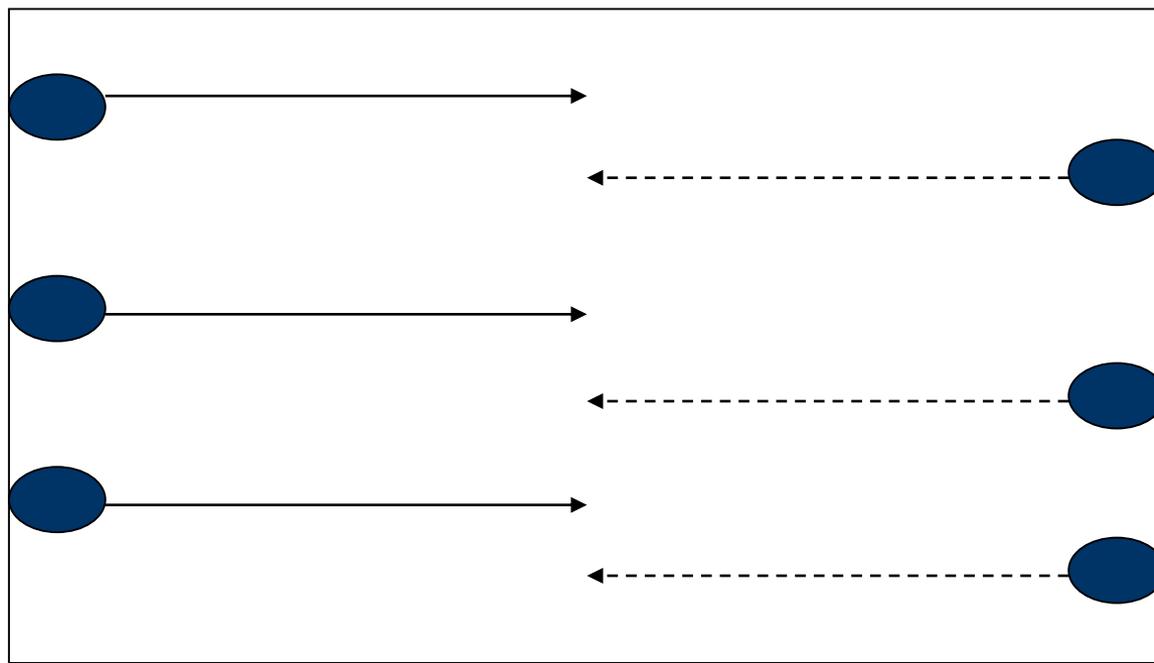
在樣區內選定一10 m × 10 m or 25 m × 25 m的方塊，調查人員以有系統的平行道行走方式進行類似穿越線的調查

取樣**10**格，共有**12**隻，  
平均每格**1.2**隻



# 樣方底層搜尋法

- 此種設計需較多人力，先圍好樣方，在同一時間由樣方相對邊向彼此方向搜尋，直到對邊為止。搜尋時不只目視，還包括翻起枯枝落葉檢視，將所找到之個體先裝入採集箱以免重覆計數，待搜尋完畢後鑑種並計數



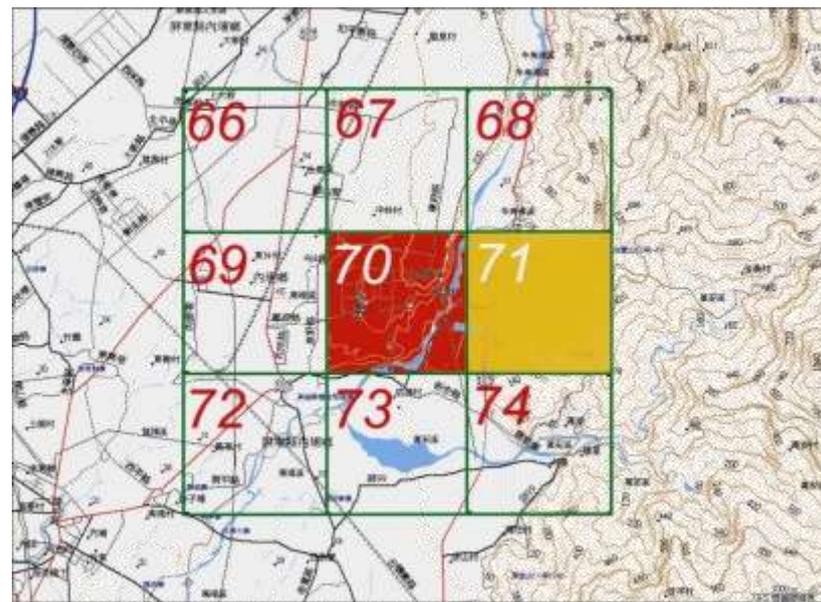
有些蛙類非繁殖期不易發現，可利用：  
窩卵數計數(相對數量)、生殖場引誘法(相  
對數量)



# 亞洲錦蛙（花狹口蛙）

*Kaloula pulchra* Gray, 1831 外來種

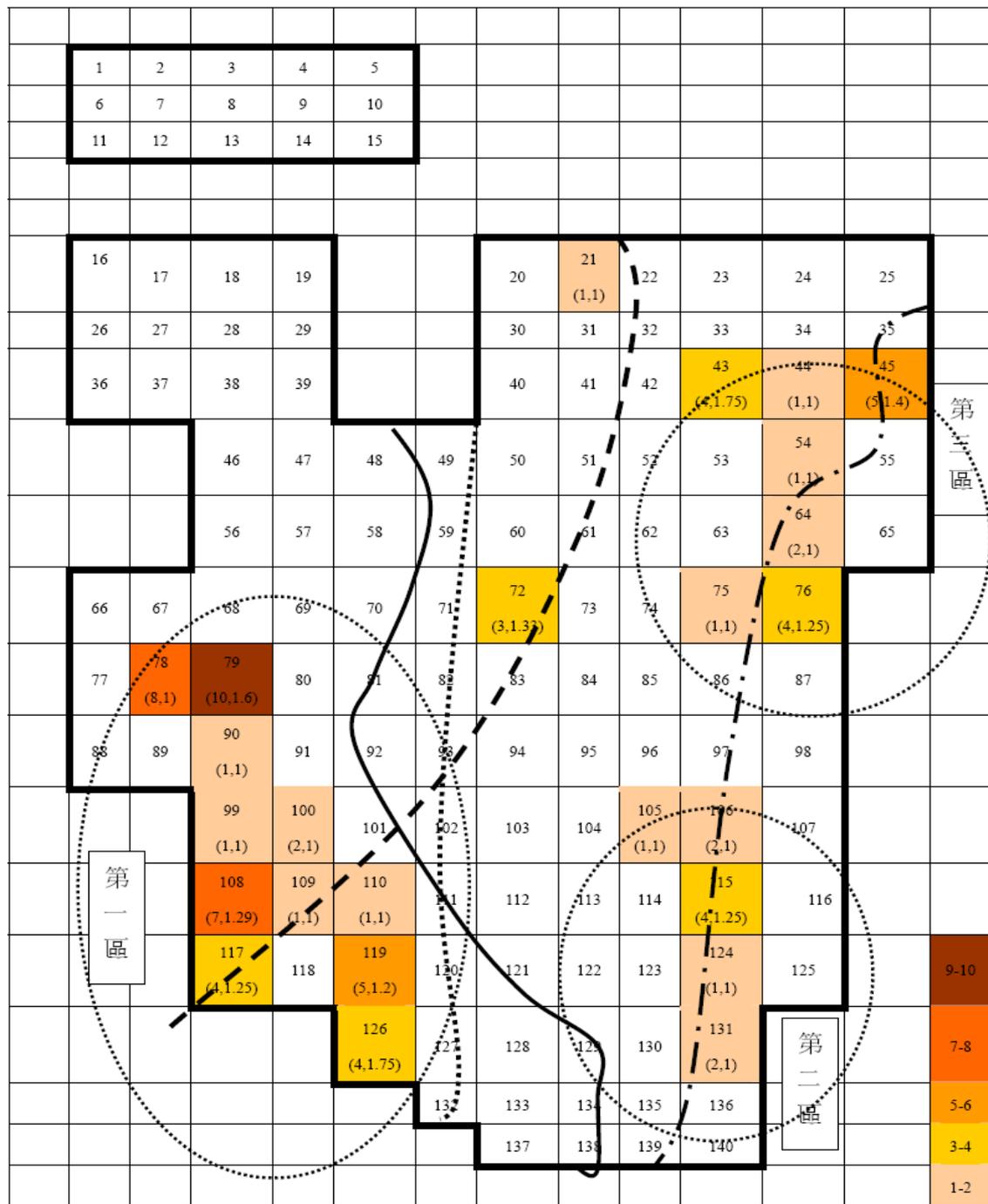


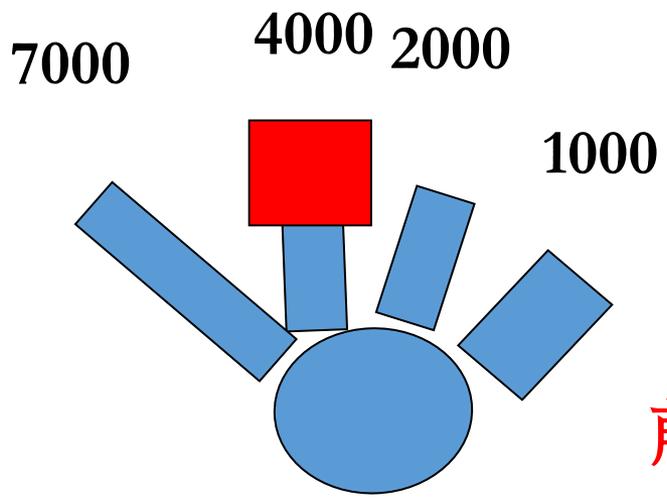


圖五、綜合聲音辨識與目視調查之亞洲錦蛙分布頻度。A.為高雄區分布圖，B.為屏東科技大學樣區。淡黃色、橙色與紅色分別表示該樣方有一、二與三次發現記錄。

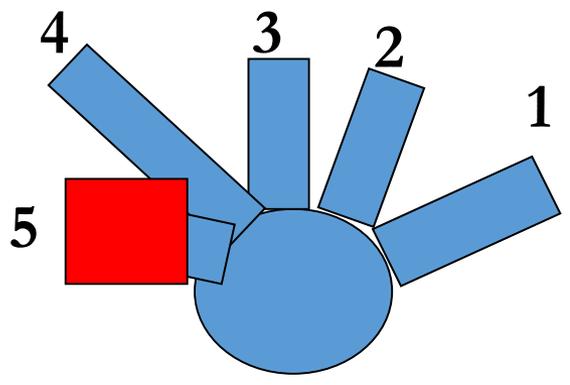
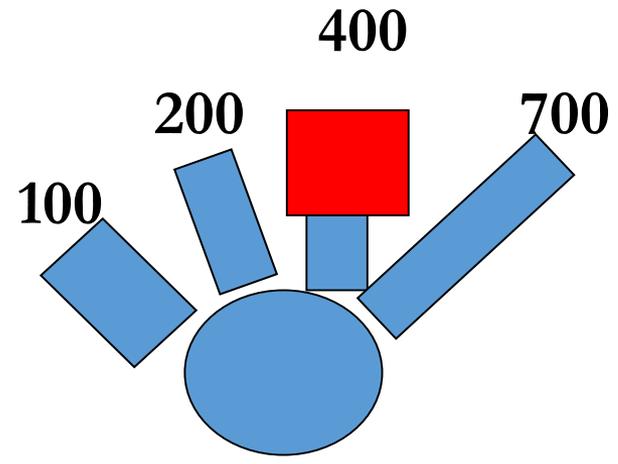


圖四、台南縣台北赤蛙分佈及相對豐度示意圖。( )內第一位數字為每樣塊出現台北赤蛙之水田數目，利用不同顏色代表，顏色越深代表其水田數越多(右下角為圖例)；第二位數字為平均每塊水田重複調查出現台北赤蛙之機率。\_\_代表台一線省道；...代表縱貫鐵路；---代表高鐵；\_...代表國道三號。

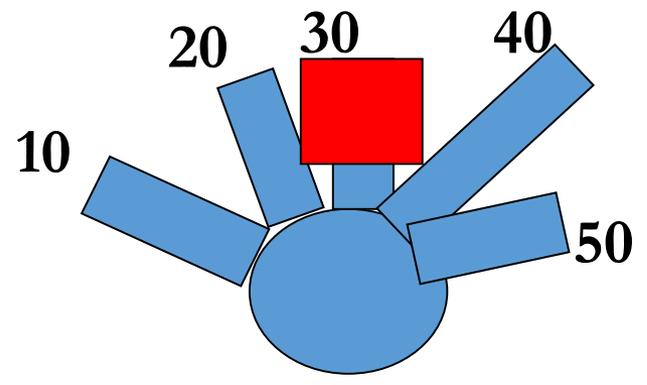




前肢



後肢



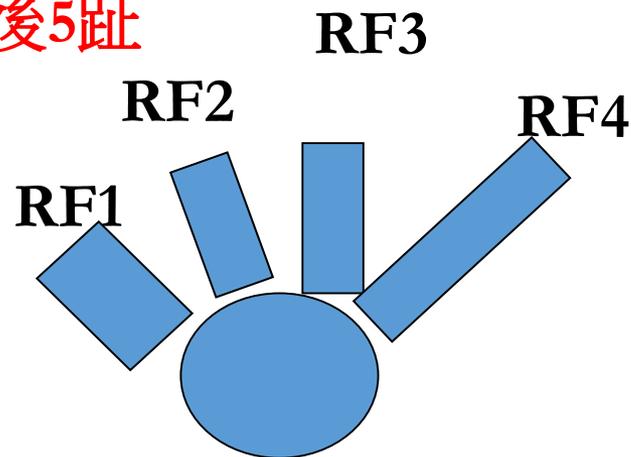
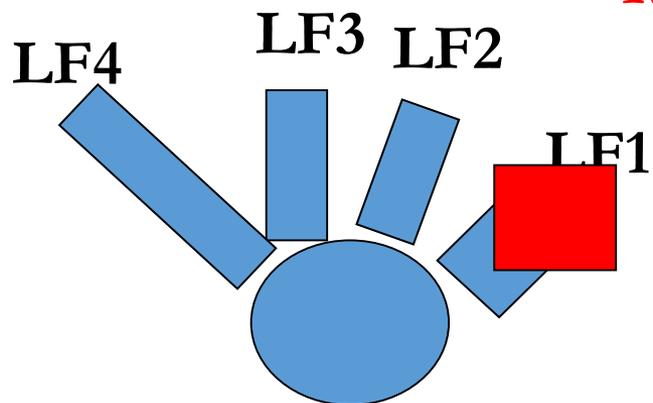
左

Twitty法

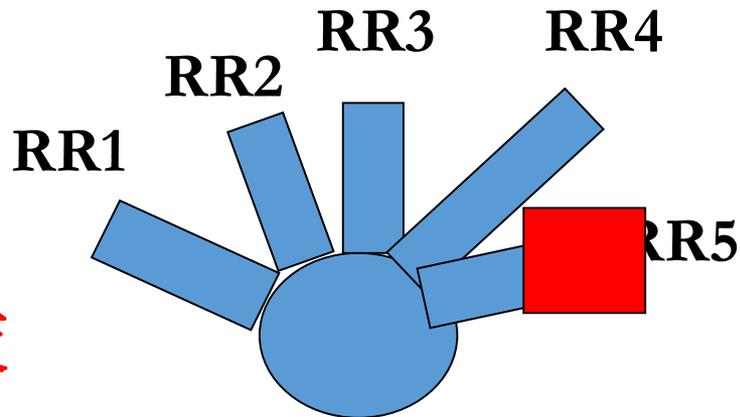
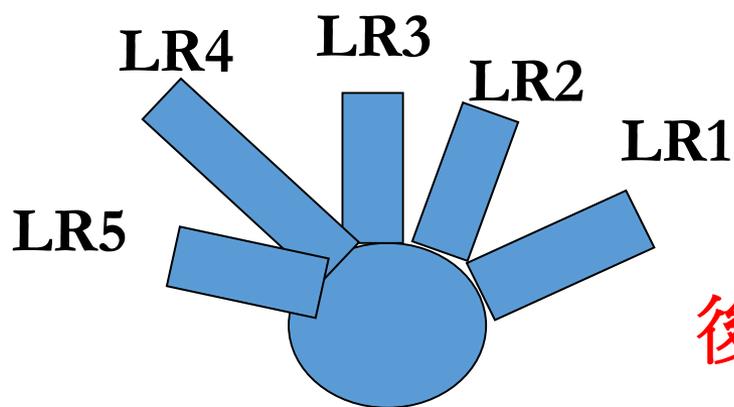
右

LF1=左前1趾

RR5=右後5趾



前肢

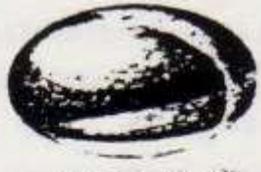


後肢

Donnelly法



受精



灰新月痕



2個細胞



4個細胞



8個細胞



16個細胞



32個細胞



卵裂中期



卵裂後期



背脊



原腸中期



原腸後期



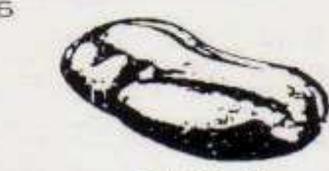
神經板



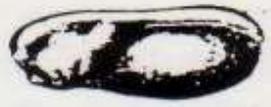
神經褶



旋轉



神經管



尾芽



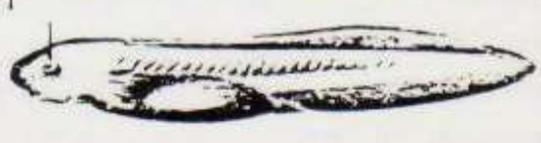
肌肉收縮反應開始



心跳開始



鰓絲血液開始循環



角膜透明



尾鰭血液開始循環



鰓絲



鰓蓋



水管



26

 $L < \frac{1}{2} \cdot D$ 

27

 $L \approx \frac{1}{2} \times D$ 

28

肢芽  $L \approx 1 \times D$ 

29

 $L \approx 1\frac{1}{2} \times D$ 

30

 $L = 2 \times D$ 

31



32



33



34



35



36



37



38



趾發展

39



曲關節突起

40



41



前肢

泄殖腔尾片

42

前肢變大  
蝌蚪口器消失

43



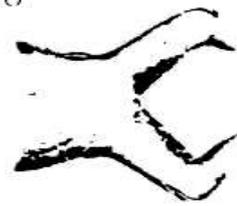
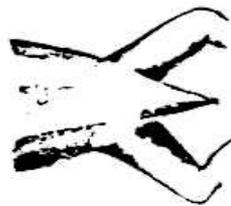
44



45



46



蛙口部發育及尾部再吸收

# 其他調查方法

- 陷阱法
- 自動錄音法
- 道路死亡動物調查法 (road kill)
- 訪問調查訪等
  - 依目的及人力資源而做搭配使用



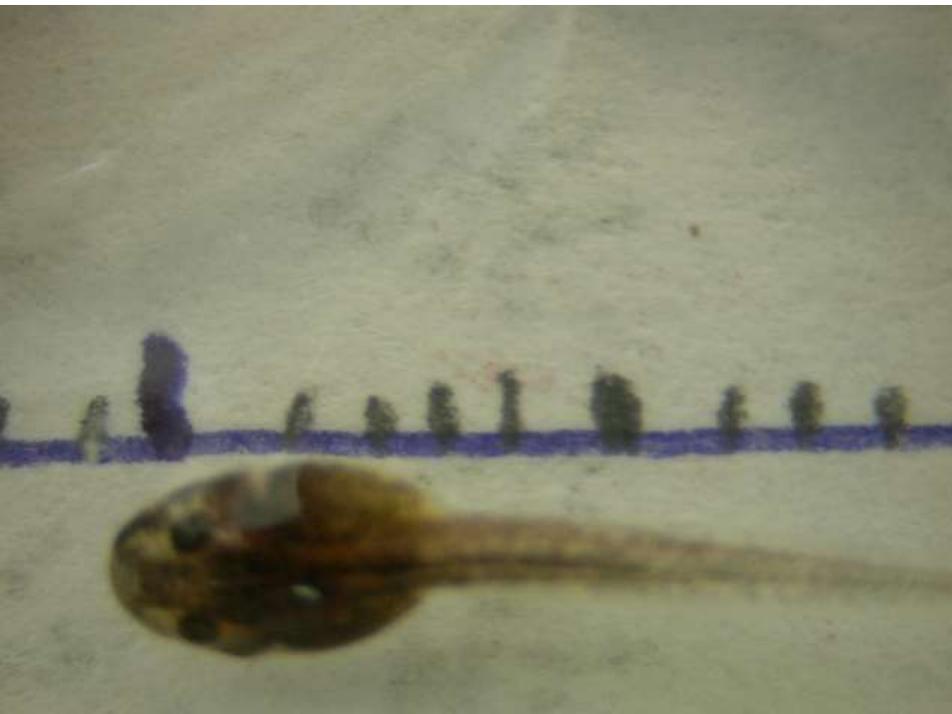
# 成體測量

- 游標尺
- 電子秤、彈簧秤



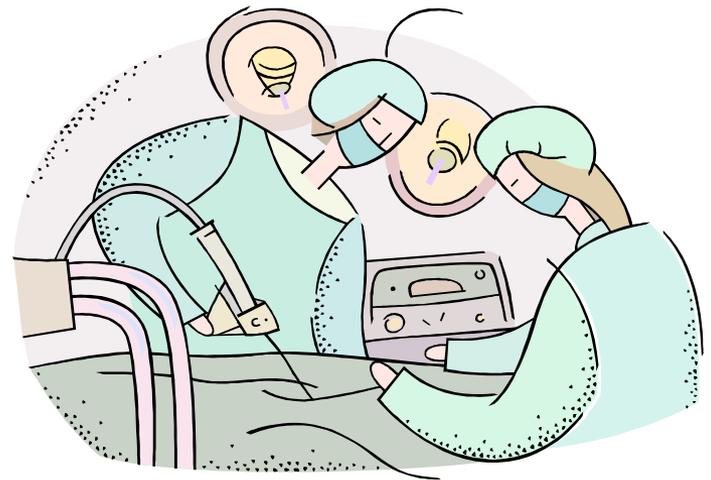
# 蝌蚪測量

- 解剖顯微鏡



# 食性 胃內含物分析

- 得知其食性的較佳方法。
- 這種方式若數量過大時，可能會影響該物種的族群。



## 洗胃法 (Stomach Flushing)

- 以直徑6 mm之矽膠軟管插入食道，軟管另一端連接一支60 ml之注射針筒，針筒內裝清水用來注入胃內，以洗出胃內含物



- 洗出之胃內含物則以70%酒精保存，標本瓶上標示採集地點時間與物種，然後攜回以解剖顯微鏡或放大鏡，鑑定較大的食物種類，並計算每種類之出現頻度

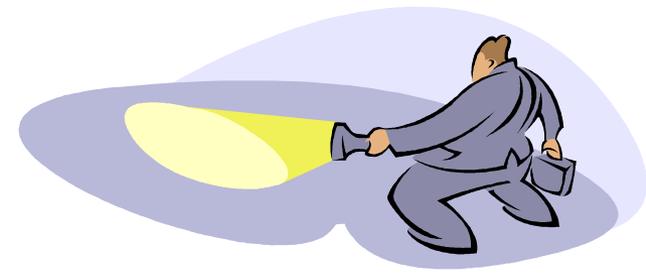


# 排遺檢查

- 只有不易消化的食物。才能由排遺中得知



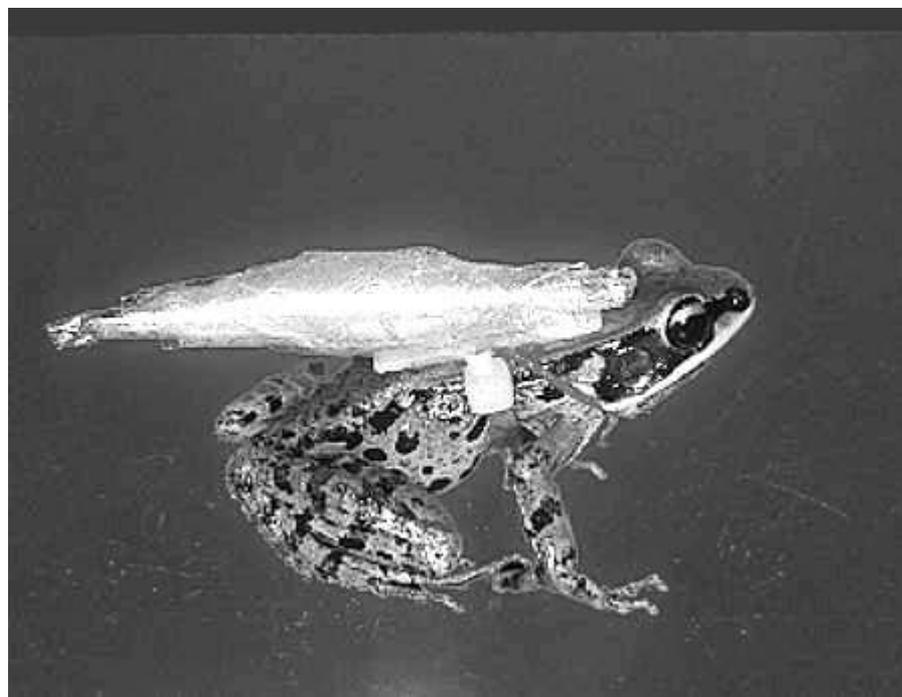
# 追蹤



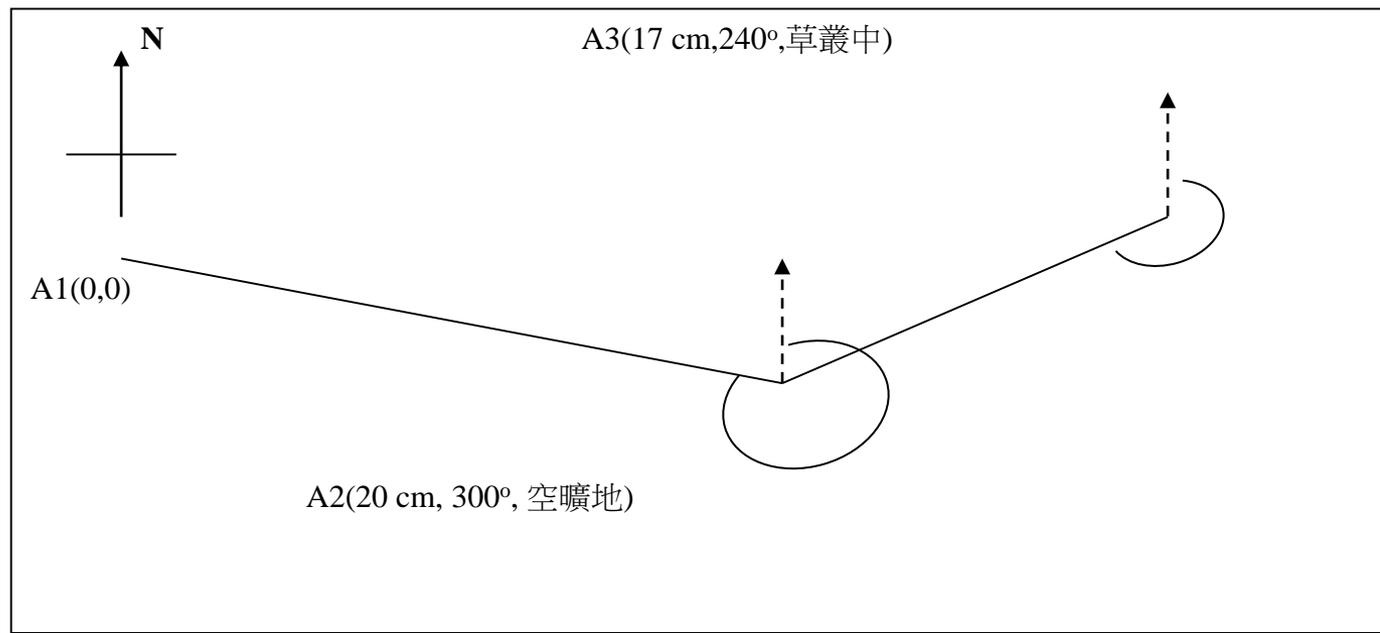
- 放射性標籤radioactive tags
  - 放射性元素會對環境及研究人員造成污染
- 無線電發報器radiotelemetry
  - 設備的價格昂貴，加上發報器的壽命和重量的關係，較適用於大型蛙類
- 線團追蹤法 thread bobbins

# 線團追蹤法 thread bobbins

- 以白色或黃色的釣魚線捲成繭狀。一個1.0~1.5 g的繭式線團線長約40~50 m。先將線團固定在依背負系統上，再讓青蛙背上。背負系統可以用有平板的束線帶，或依兩棲類體型剪裁背心。一個繭式線團加上背負系統重約1.5~2.0 g（一般追蹤盡量將追蹤器控制於動物體重的5%以內）。



- 將線頭固定於捕捉點附近的石頭或樹枝上，並綁上色帶於線頭固定物上標示個體編號及時間
- 隔日清晨研究者可以依循線找到青蛙的位置，並且依據其移動所釋出的線，在每個轉折點記錄兩折點間的距離、北方與此段路線的順時針夾角(如右圖)、路徑類型
- 依這些數據轉換成座標點即可匯出路徑圖
- 記錄微棲地類型
- 將線剪除重新綁於其附近，更換線團並記錄換線時間



台南市麻豆區總爺藝文中心內諸羅樹蛙線團追蹤資料



| 雄蛙編號 | 體重<br>(g) | 吻剛長<br>(cm) | 移動距離<br>(m) | 一夜最大<br>活動直徑<br>(m) | 距地面高度<br>(m) |
|------|-----------|-------------|-------------|---------------------|--------------|
| 01   | 5.8       | 4.3         | 23.35       | 15                  | 4.5          |
| 02   | 5.7       | 4.2         | 7.5         | 3                   | 1.3          |
| 03   | 5.7       | 4.2         | 0           | 0                   | 1.1          |

# 注意事項

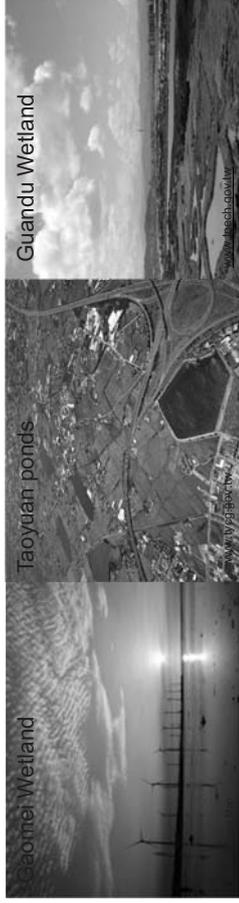


# 參考文獻

- 呂光洋等合編，1996。台灣野生動物資源調查～兩棲類資源調查手冊。行政院農業委員會出版。
- 韋昕林、侯平君，2002。南仁山盤股蟾蜍的日活動模式與微棲地利用。2002年動物行為暨生態研討會論文集。自然科學博物館，台中。
- 侯平君，1998。全球變遷：南仁山森林生態系研究—兩棲類與爬蟲類動物群落結構之研究（二）。台灣長期生態研究八十六年專題研究計畫成果報告。行政院國家科學委員會生物科學發展處。
- 張原謀、侯平君，2001。以線團追蹤兩棲類初探。台灣長期生態研究簡訊。
- 關永才、吳奇勳、徐敏益、林逸賢、莊銘豐，2004。台灣兩棲類調查方法的比較及應用評估。整合性生物資源調查人力培訓研習會講義，pp.13~29。國立中興大學，台中。

# What are wetlands?

- RAMSAR definition "areas of marsh, fen, peatland or water, whether natural or artificial, permanent or temporary, with water that is static or flowing, fresh, brackish or salt, including areas of marine water the depth of which at low tide <6m" [Convention (Article 1.1)]
- 五大類型: (1) 海洋; (2) 河口; (3) 湖泊; (4) 河流; (5) 沼澤濕地 + (6) 人為濕地
- 全球土地面積6% (~2,900,000 km<sup>2</sup>)
- 嚴重破壞: 人類活動 → >50% loss



# 濕地生物監測: 水棲昆蟲的調查方法

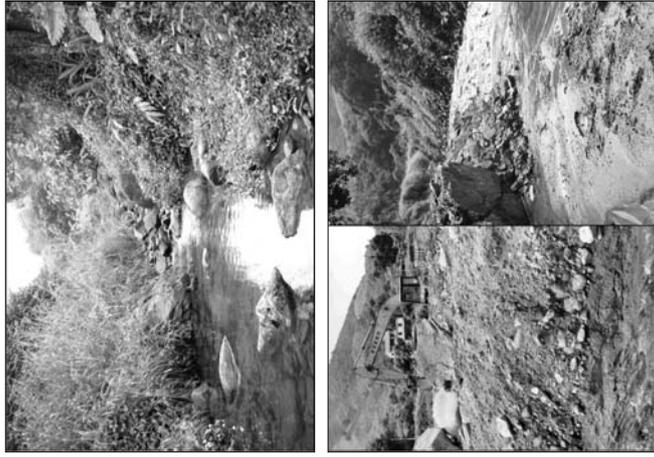
任秀慧  
國立臺灣大學 生物環境系統工程學系

生態環境監測系統標準作業程序 (SOP) 教育訓練班

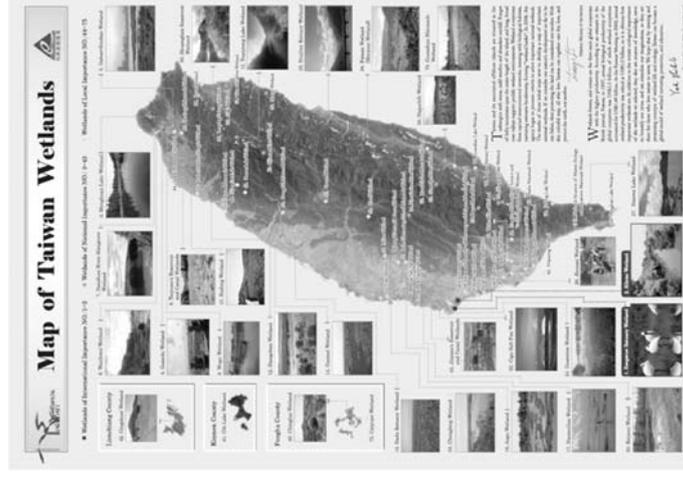
2014年11月22日

# Before & after

“污染” = 錯誤東西  
出現在錯誤的地點，  
及/或在錯誤的時間，  
及/或在錯誤的量



4  
Source: Guardian News, UK

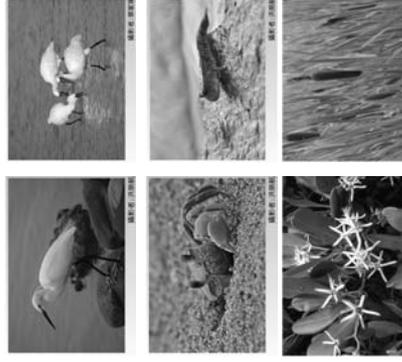


Wetlands of international interest:

- Zengwun Estuary Wetland
- Sihcao Wetland

Wetlands of national interest: 41

Wetlands of local interest: 32



Taiwan Wetland Ramsar Citizen, ROC TCD

3

## 生物監測

- 研究生存在時空環境的生物 → 評估生態條件
- 任何生態系統，最常用於評估河川、湖泊、溪流和濕地
- 兩種方法：
  - 生物檢定 Bioassaya
  - 群集評估 Community assessment
- 河川評估 → 藻類、浮游植物、水生植物(水草)、無脊椎動物、魚類、或兩棲類(e.g. EU-WFD, US-EPA)
- 在某些情況下，大型動物(爬蟲類、鳥類和哺乳類)

6

## 指標生物的選擇?

- **Commonness:** Literature for comparison
- **Mobility:** History of exposure
- **Life cycle:** Time integrating environmental conditions & biological interactions
- **Diversity:** Taxa & lifestyles (feeding) with varying responses to different levels & type of impact
- **Size:** Collection & identification?
- **Sampling skills:** Special equipment or training?

8



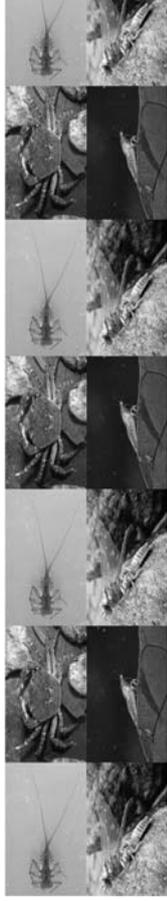
## 調查/取樣方法

- 技術：收集樣本使用的裝置或方法類型
- 策略：何時?何地?怎樣?多少?
- 可重複性，所以技術和策略必須詳細的記錄
- 最佳的取樣方式決定於 **our question** (環境影響評估? 生活史研究?)
- **Target model:** (1) 整個群集或 (2) 單一/少數物種?

7

## 底棲無脊椎動物

- 包括水棲昆蟲、甲殼類、寡毛類、貝類、端足目和腹足類動物
- 生活在濕地水域環境中，且全部或大部分的生命週期在水生生態系統完成，故適合對生態健康影響的連續監測
- 容易收集，生物多樣性及豐富度亦較高，目前已建立標準採集方法
- 多為自然、原生物種，可有效評估生態風險



## 指標生物 = 底棲無脊椎動物

- **Commonness:** Among possible biomonitors (fish, algae, etc.), benthic macroinvertebrates most widely used (e.g. abundance, species richness, 'diversity')
- **Mobility:** Limited → know history of exposure
- **Life cycle:** Various time integrating environmental conditions & biological interactions
- **Diversity:** High variations of taxa & lifestyles (feeding) with varying responses to different levels & type of impact
- **Size:** Easy collection & identification
- **Sampling skills:** No special equipment or training

9

## 水棲昆蟲-1



Ephemeroptera 蜉蝣目  
(Mayfly)

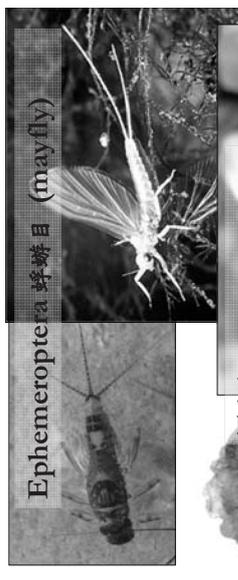
Odonata 蜻蛉目  
(Dragonfly + damselfly)

Trichoptera 毛翅目  
(Caddisfly)

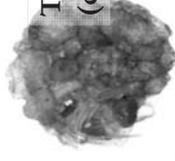
12



Diptera 雙翅目  
(blackfly)



Ephemeroptera 蜉蝣目  
(mayfly)



Trichoptera 毛翅目  
(caddisfly 石蠶蛾)



Odonata 蜻蛉目

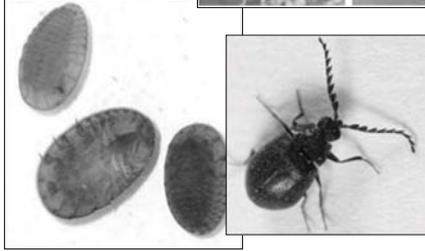


Coleoptera 鞘翅目  
(beetle 甲蟲)

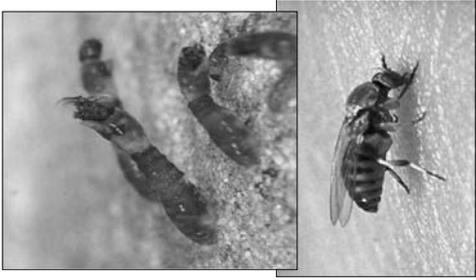
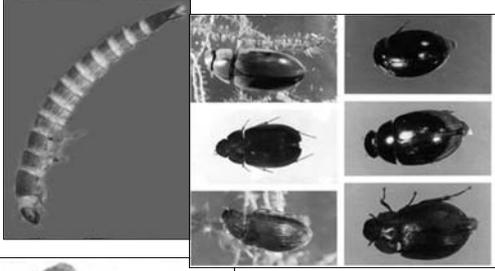
11

Source: <http://ecology.hku.hk/ivs/lsc/bio2615/ModHome.htm>

## 水棲昆蟲-3



Coleoptera 鞘翅目  
(Beetle)

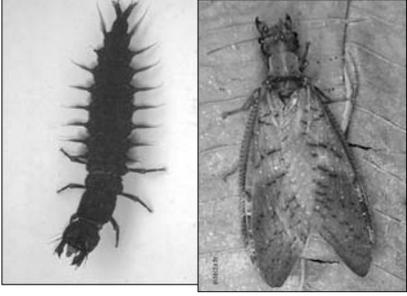


Diptera 雙翅目  
(True fly, midge)

14

Source: <http://www.sunbio.usd.edu/~www2000/secta/secta.html>, <http://www.mdfc.org.au/>

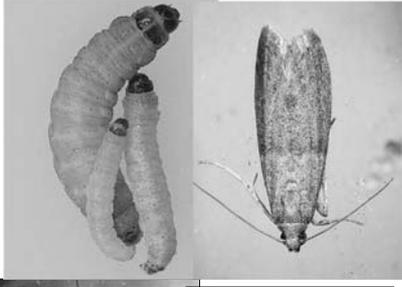
## 水棲昆蟲-2



Megaloptera 廣翅目  
(Fishfly 魚蛉)



Plecoptera 蜚翅目  
(Stonefly 石蠅)



Lepidoptera 鱗翅目  
(Pyralidae 螟蛾科)  
aquatic moth

13

Source: <http://www.sunbio.usd.edu/~www2000/secta/secta.html>, <http://www.usd.edu/~secta/secta.html>, <http://www.purdonbio.com/>

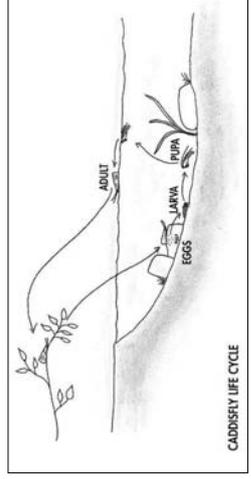
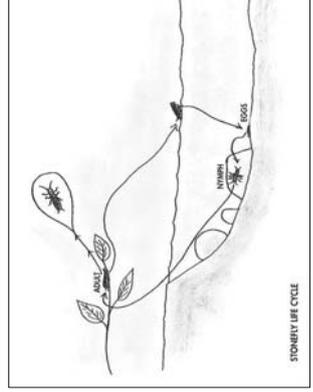
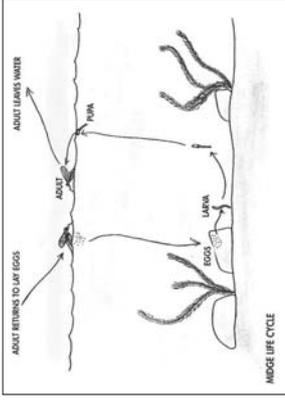
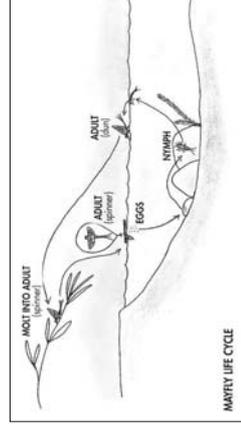


Why?

Photo by Dean C. Hansen

16

## Aquatic insect life cycle

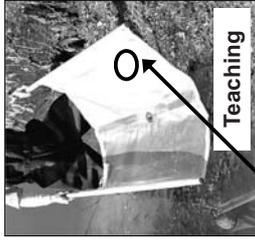


15

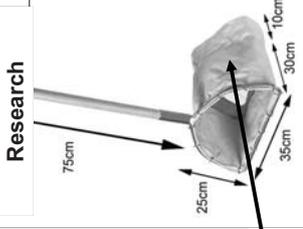
Source: [http://www.albertabowyer.com/insect\\_life\\_cycles.htm](http://www.albertabowyer.com/insect_life_cycles.htm)

# Nets 網

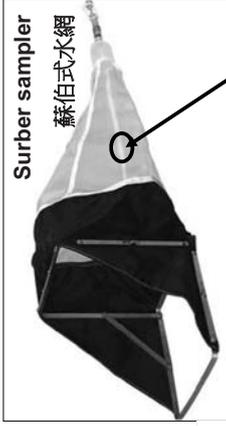
Kick-net sampler 踢擊網



?



Research



Surber sampler 蘇伯式水網



Hess sampler 海斯水網

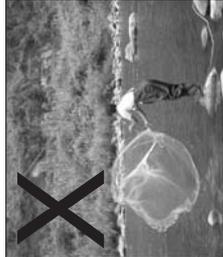


Plankton net浮游生物網

通常將網子逆流擺放，  
透過擾動河床收集

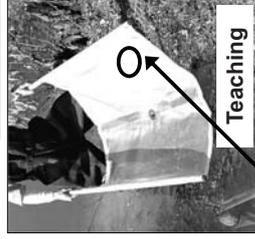
# 底棲生物的生物監測 & 生態研究的取樣方法

正確使用Kick-net sampler

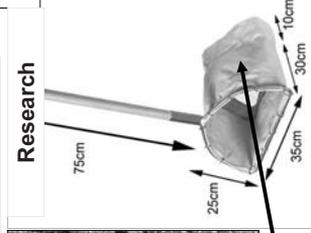


# Nets 網

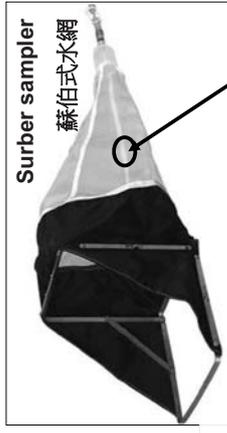
Kick-net sampler 踢擊網



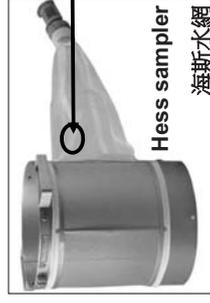
500µm



Research

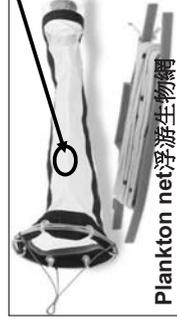


Surber sampler 蘇伯式水網



Hess sampler 海斯水網

100µm



Plankton net浮游生物網

通常將網子逆流擺放，  
透過擾動河床收集

## 取樣方法標準化

- 豐度、密度估算受到下列因子影響：
  - 網目大小
  - 目前的流速
  - 水深
  - 擾動河床的強度
  - 溪床的異質性，表面積的改變
- 時間？
- 如何採集成蟲<sup>1</sup>？
- 如何比較結果<sup>2</sup>？

22

## Sediment sampler

Bottom dredge



Suction sampler



Hess sampler  
海斯水網



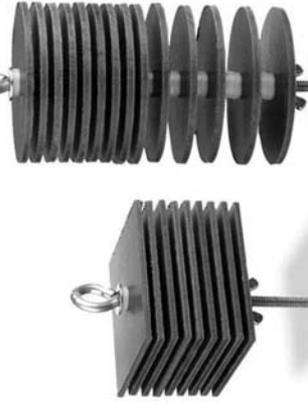
21

Source: Forestry Suppliers Inc.

## 如何比較結果<sup>2</sup>→定量

Passive sampling

Multiplate sampler (MPS)



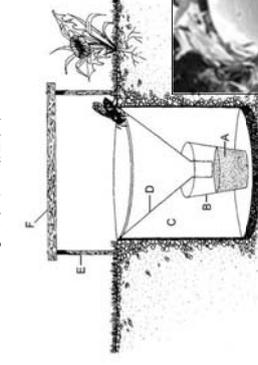
Colonization substrates,  
e.g. Ceramic tile



23

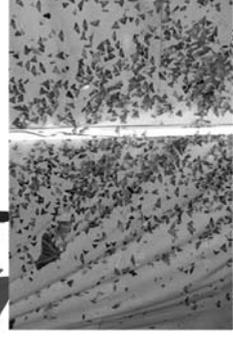
## 如何採集成蟲<sup>1</sup>

Pitfall trap 掉落式陷阱



**Pitfall trap.** Epigeic species will enter trap space if walk or slip down the funnel (D) and be preserved in the or ethylene glycol (entrance = A), contained in the 6 l. Rain-roof (F) is supported by a pin-penny nail (C) sunk into the ground so that its top is flush with the ground surface. The soil immediately adjacent to the gallon can (C) must be firmly compacted to prohibit subsidence and maximize accessibility to the arthropod fauna. The rain-roof (F) can be made of composition-board or aluminum sheeting or the former is easily supported by pin-penny nails (C), the latter requires a wooden support. The trap is used to sample the diversity of arthropod types, including winged species that are either truly soil-associated (e.g., soil-nesting bee, as pictured) or simply attracted to scents emanating from the fluid. Traps can be run for specific portions of a day, or continuously for several weeks.

UV/light insect trap



23

## 生物監測取樣

- 設定一個應該會引起問題的目標：最初，簡單、明確
- 目標 & 問題，確定取樣方法：
  - 定性或定量？多少種物種？所有群的大小？網目大小？持續的時間(何時)？樣點(哪裡)？
  - 何時→哪裡採樣→多少樣本
  - 我們需要：

統計數據→決策制定



26

## 重要的科學問題

- 所有生物類群同等重要？
- 限制取樣類群較好？(有限經費→重複取樣)
- 是否應該投入大量的時間+人力於「個別類群」取樣？
- 集中採集稀有類群造成的影響？
- 持續時間：一季、一年或更長的時間？



25

## 好的生物監測計畫？

- 量化“生態系統的健康”的多時空尺度
- 對照已知生態系統的自然變化分出人為衝擊的特定類型
- 在多種時空尺度上，確實地預測人為衝擊的特定類型



為了使決策者能夠辨識且減少環境退化的特定來源

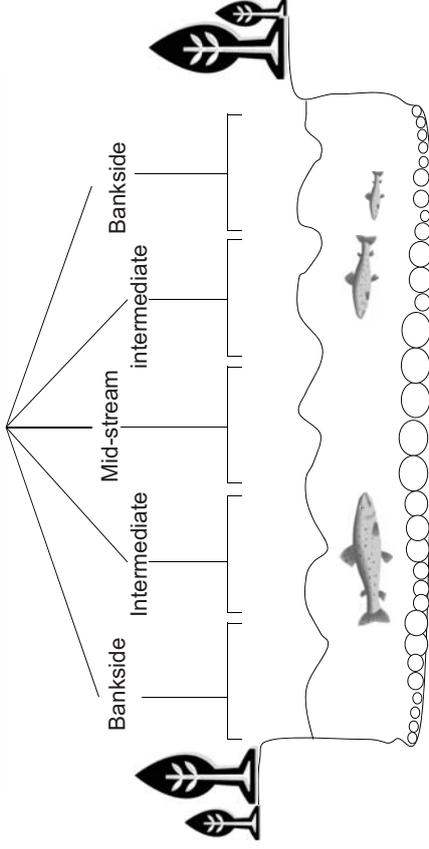
28

## 好的取樣設計？

- 好的取樣設計較容易→理解 **stressor** 本質/影響程度/生態效應
- 不好的設計(→錯誤的結論)：所需經費可能較低
- 對於生物學家&環境管理人員，錯誤的結論：
  - 瀕危物種的不當管理→不好的設計+生態+經濟+文化+.....各方面損失較高
- 人為衝擊的評估(生物監測)錯誤損失是高的，不是低估衝擊(環境健康)，就是高估(經濟損失或經營成本)

27

## Stratified random sampling, e.g. samples collected in multiples of five (2:2:1)



Proportional allocation of sampling effort; combined samples give overall density of organisms at the stream site

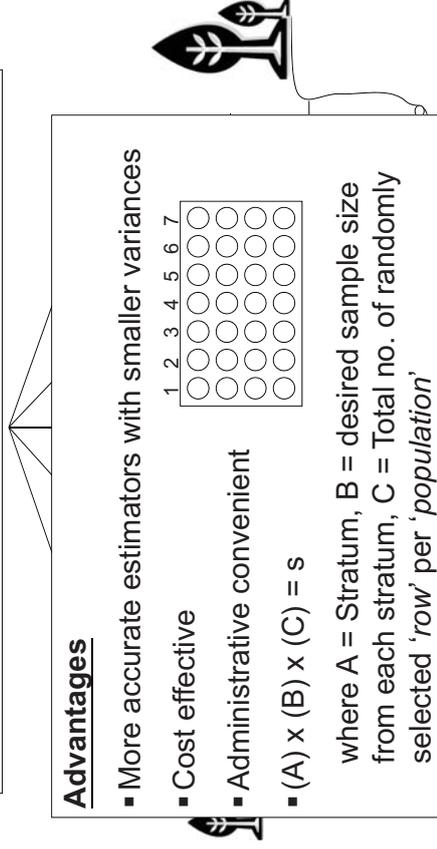
30

## 選擇好的取樣設計

- 一個好的設計 → 每單位成本獲得最大化的資訊，前提：重複 & 隨機
- 代表性的取樣
  - 優於隨機取樣
  - 有助於避免異常情況
- 系統取樣：隨機選出第一個單位 & 相同間隔的其他
- 代表取樣 + 分層取樣：將樣點劃分成層級或帶狀代表微棲所和條件的範圍
- 常用的方法 → 分層隨機抽樣

29

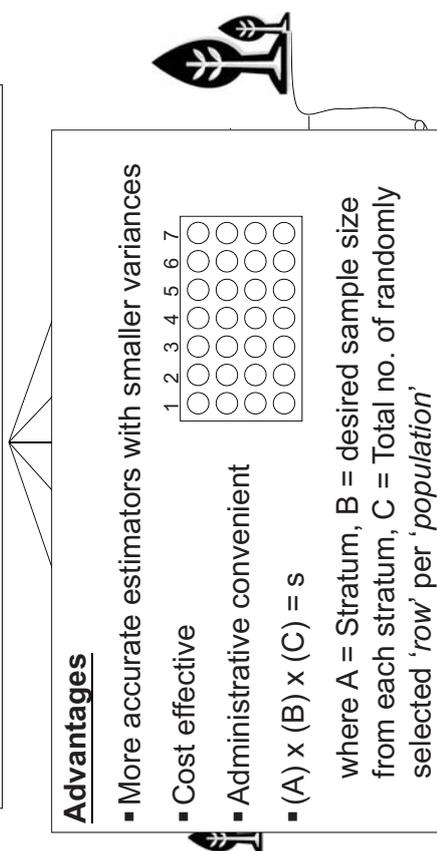
## Stratified random sampling, e.g. samples collected in multiples of five (2:2:1)



Proportional allocation of sampling effort; combined samples give overall density of organisms at the stream site

32

## Stratified random sampling, e.g. samples collected in multiples of five (2:2:1)



### Advantages

- More accurate estimators with smaller variances
- Cost effective
- Administrative convenient
- $(A) \times (B) \times (C) = s$

where A = Stratum, B = desired sample size from each stratum, C = Total no. of randomly selected 'row' per 'population'

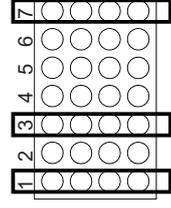
Proportional allocation of sampling effort; combined samples give overall density of organisms at the stream site

31

**Stratified random sampling, e.g. samples collected in multiples of five (2:2:1)**

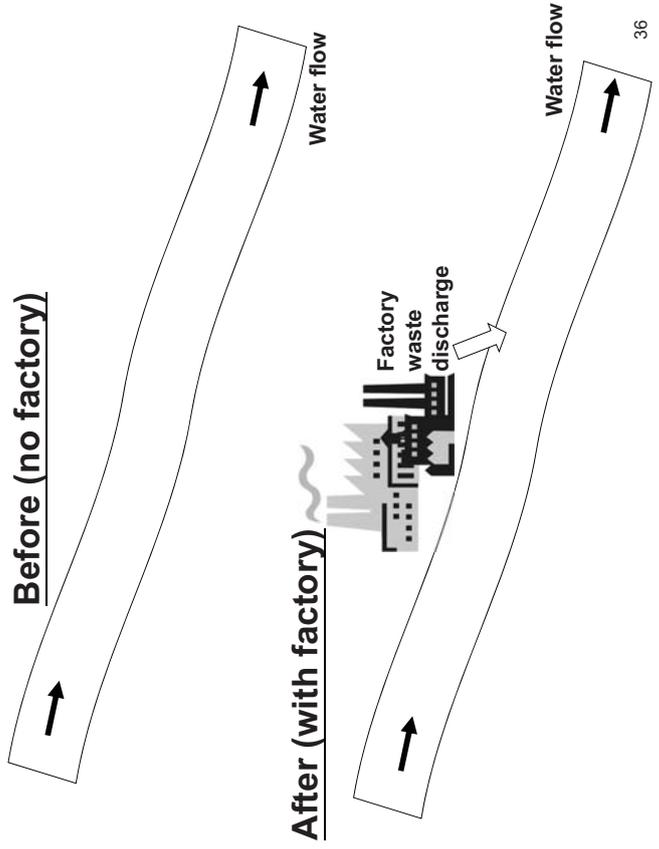
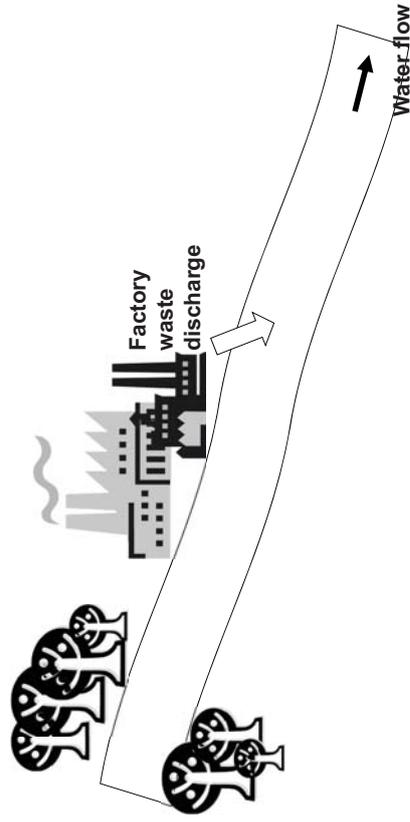
**Advantages**

- More accurate estimators with smaller variances
- Cost effective
- Administrative convenient
- $(A) \times (B) \times (C) = s$

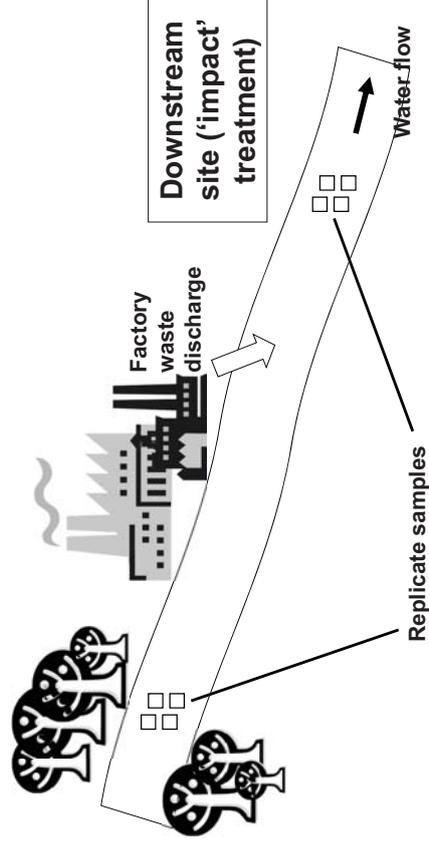


where A = Stratum, B = desired sample size from each stratum, C = Total no. of randomly selected 'row' per 'population'

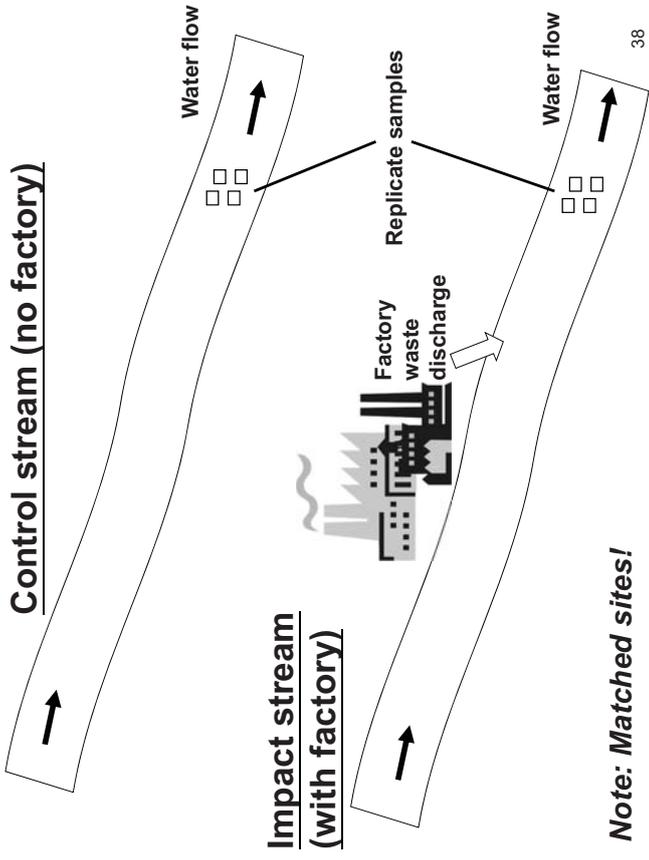
Proportional allocation of sampling effort; combined samples give overall density of organisms at the stream site



**Upstream site ('Control' treatment)**

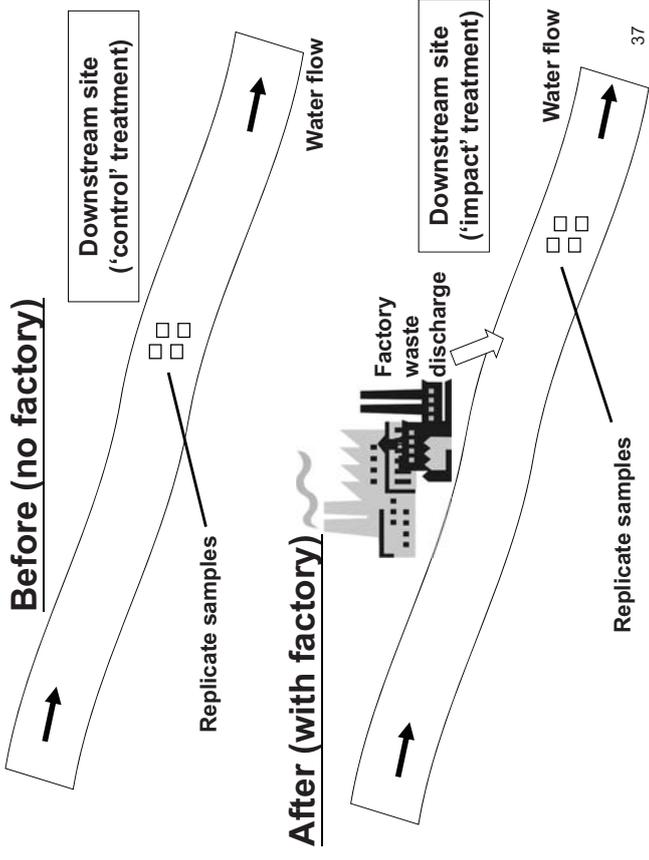


Control stream (no factory)

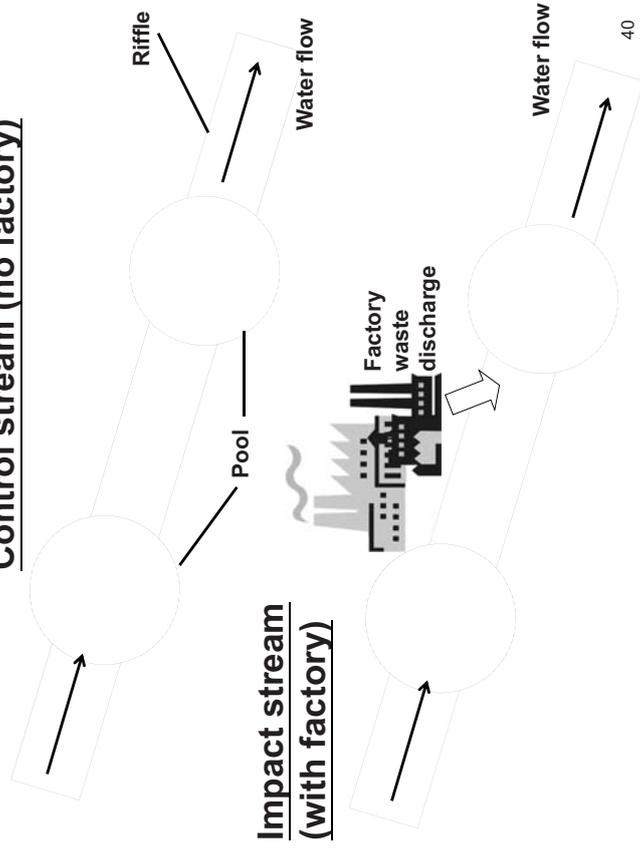


Note: Matched sites!

Before (no factory)



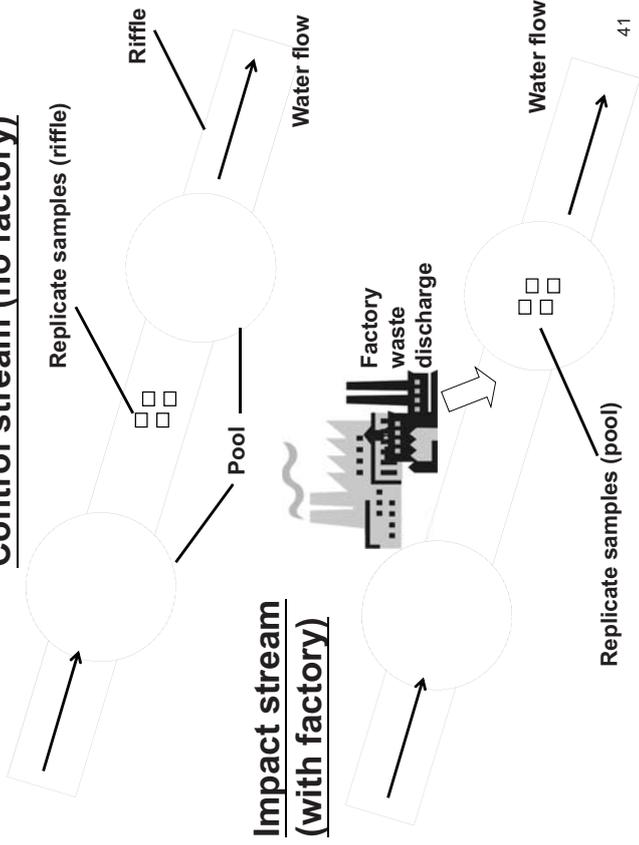
Control stream (no factory)



Any more thing we need to consider?

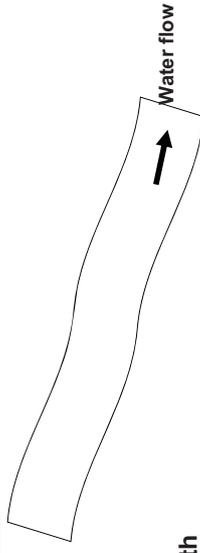
# Control vs. impact

## Control stream (no factory)

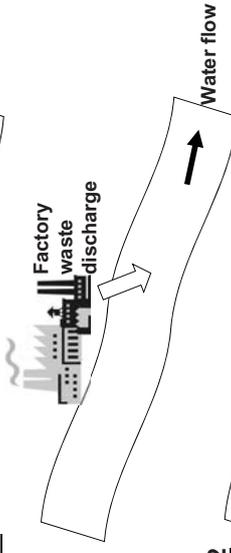


## Impact stream (with factory)

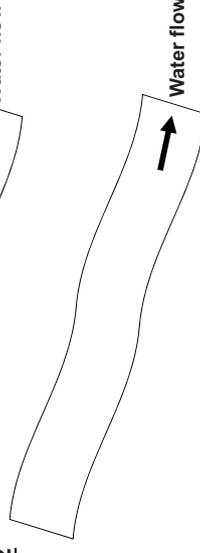
### Control stream #1 no factory



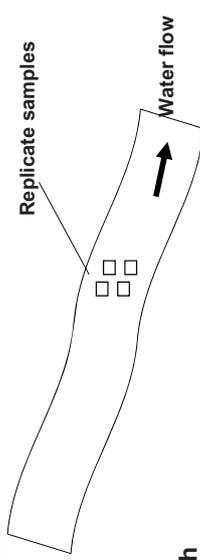
### Impact stream with factory



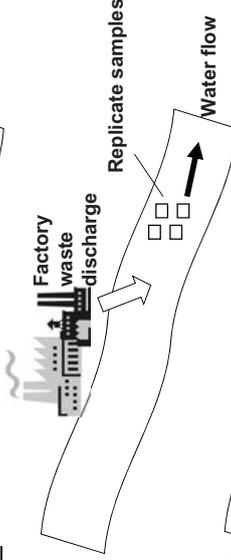
### Control stream #2 (#3...) no factory



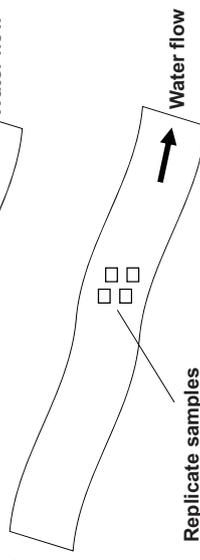
### Control stream #1 no factory



### Impact stream with factory

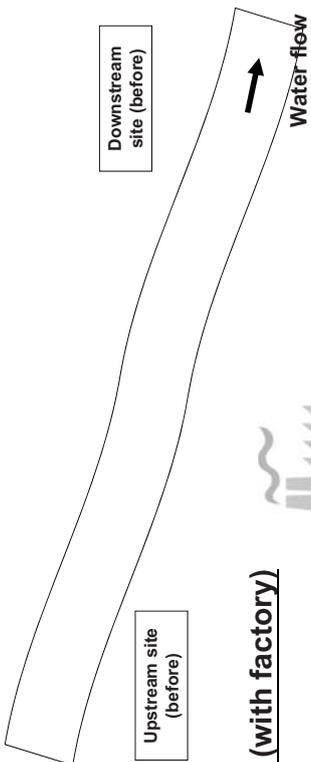


### Control stream #2 (#3...) no factory

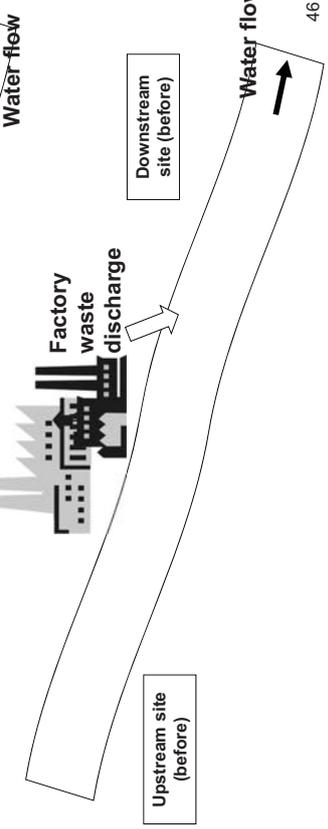


# Before vs. after

Before (no factory)

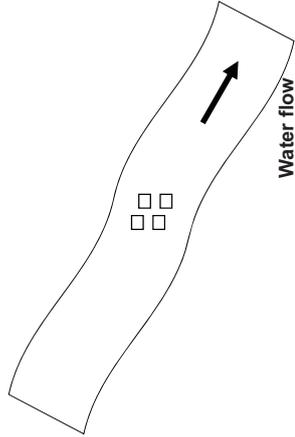


After (with factory)



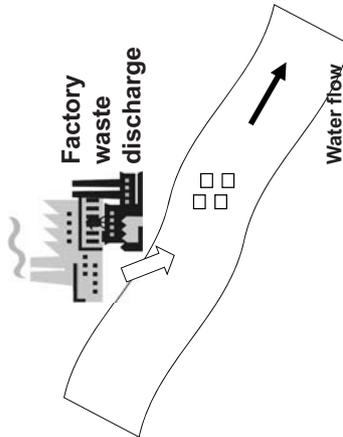
Before 2010 Summer

(no factory)

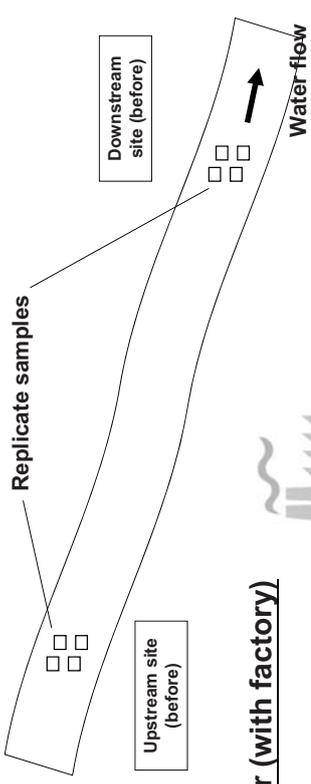


After 2011 winter

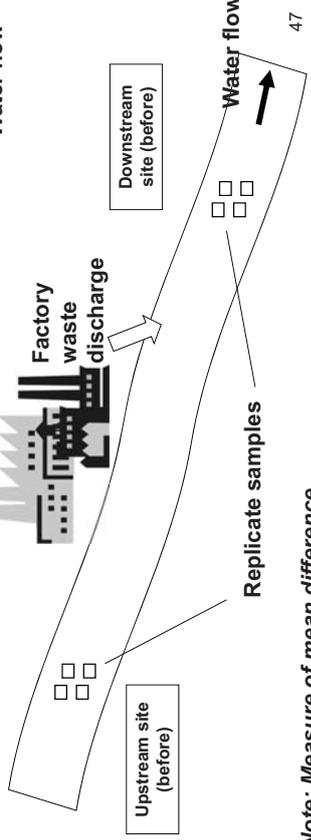
(with factory)



Before (no factory)



After (with factory)



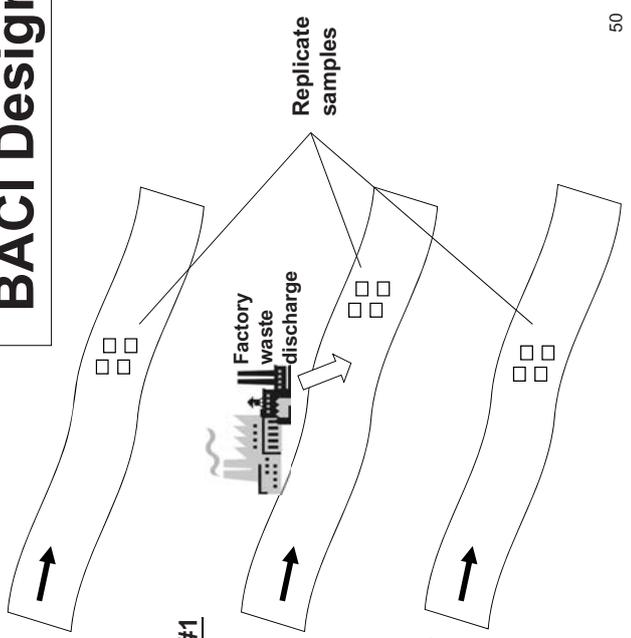
Note: *Measure of mean difference*

# BACI Design

Control stream #1

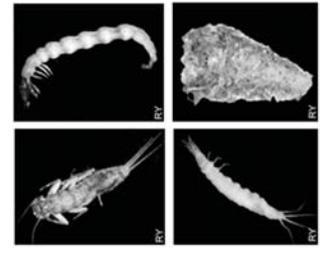
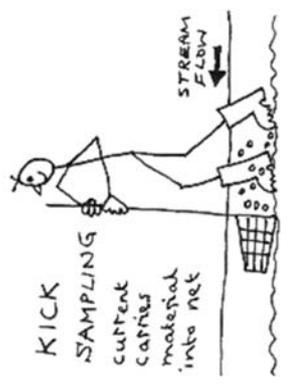
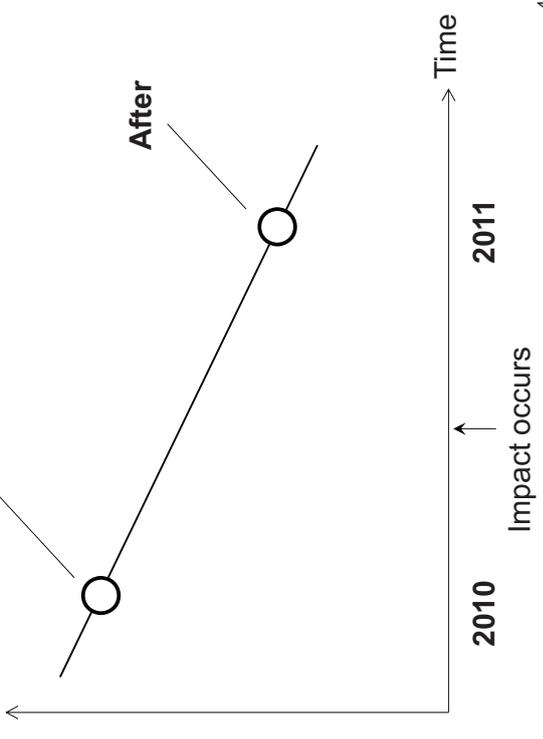
Impacted stream #1

Control stream #2



Before

No. of species



| Pollution tolerance                  | 1                                                                                                 | 2                                                                              | 3                                                   | 4                                                |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Benthic macroinvertebrate taxa group | Stonely<br>Mayfly<br>Caddisfly<br>Dobsonfly<br>Riffle beetle<br>Water penny<br>Right-handed snail | Damselfly<br>Dragonfly<br>Crane fly<br>Beetle (others)<br>Mussel<br>Water mite | Midge<br>Planaria<br>Blackfly<br>Water bug<br>Leech | Aquatic worm<br>Blood worm<br>Left-handed snails |

### Macroinvertebrate Identification Key

**GROUP 1 – Very Intolerant of Pollution**

- Stonely Nymph: 2 tails, 2 pairs of legs, 2 pairs of antennae
- Mayfly Nymph: 3 pairs of legs, 2 pairs of antennae
- Riffle Beetle Adult & Larva: 6 legs, 2 pairs of antennae
- Water Penny Larva: 6 legs, 2 pairs of antennae
- Dobsonfly Larva: 12 legs, 2 pairs of antennae
- Dragonfly Nymph: 6 legs, 2 pairs of antennae
- Crane fly: 6 legs, 2 pairs of antennae
- Scud: 2 pairs of antennae
- Clam/Mussel: 2 shells, 2 pairs of gills

**GROUP 2 – Moderately Intolerant of Pollution**

- Damselfly Nymph: 2 tails, 2 pairs of legs, 2 pairs of antennae
- Sowbug: 12 legs, 2 pairs of antennae
- Midge Larva: 6 legs, 2 pairs of antennae
- Planaria: flat, 2 pairs of eyes
- Black Fly Larva: 6 legs, 2 pairs of antennae
- Leech: 10 pairs of suckers
- Left-handed Snail: 1 shell, 2 pairs of eyes
- Right-handed Snail: 1 shell, 2 pairs of eyes
- Rat-tailed Maggot: 6 legs, 2 pairs of antennae
- Blood Worm: 6 legs, 2 pairs of antennae
- Midge Larva: 6 legs, 2 pairs of antennae
- Aquatic Worms: 10 pairs of suckers

**GROUP 3 – Fairly Tolerant of Pollution**

**GROUP 4 – Very Tolerant of Pollution**

## A case study:

- BMWP = The **Biological Monitoring Working Party** (BMWP) score based on the presence/absence of different benthic macroinvertebrate groups used as a measure of the pollution at a particular site
- More sensitive organisms (e.g. stonefly larvae) → high scores
- More tolerant species (e.g. midge larvae) → low scores
- Total score → degree of pollution at that site



**Thank you very much  
Questions are welcomed**

**Rita S.W. Yam: [ritayam@ntu.edu.tw](mailto:ritayam@ntu.edu.tw)**

生態環境監測系統標準作業程序 (SOP) 教育訓練班

2014年11月22日

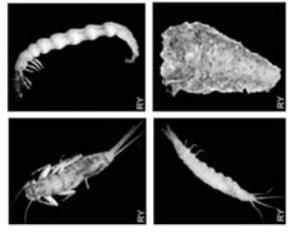
| Group   | Taxa             | Formula   |
|---------|------------------|-----------|
| Group 1 | 1 different Taxa | 1 = 1     |
| Group 2 | 4 different Taxa | 2 = 4 - 8 |
| Group 3 | 2 different Taxa | 3 = 2 = 6 |
| Group 4 | 0 Taxa           | 4 = 0 = 0 |

BM, Group 4  
(BM) Total number of taxa = 7 Total sum of score = 15

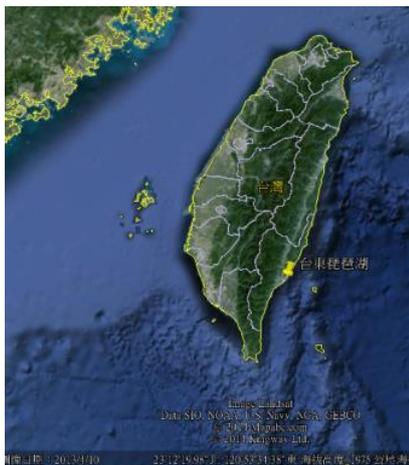
| Pollution index | Water quality rating    |
|-----------------|-------------------------|
| 1.0-2.0         | Excellent water quality |
| 2.1-2.5         | Good water quality      |
| 2.6-3.5         | Fair water quality      |
| >3.5            | Poor water quality      |



| Pollution tolerance                  | Low                                                                                                | High                                                                           |                                                     |                                                  |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Pollution tolerance score            | 1                                                                                                  | 2                                                                              | 3                                                   | 4                                                |
| Benthic macroinvertebrate taxa group | Stonefly<br>Mayfly<br>Caddisfly<br>Dobsonfly<br>Riffle beetle<br>Water penny<br>Right-handed snail | Damselfly<br>Dragonfly<br>Crane fly<br>Beetle (others)<br>Mussel<br>Water mite | Midge<br>Planaria<br>Blackfly<br>Water bug<br>Leech | Aquatic worm<br>Blood worm<br>Left-handed snails |



|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 計畫名稱： | 103年[地點]濕地生態環境監測系統標準作業程序教育訓練班-水質檢測                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 擁有者：  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 摘要：   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 關鍵字：  | [地點]、[縣市]、水質                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 範圍細節： |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 經緯度：  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 聯絡人：  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 研究方法： | <p><b>氫離子濃度指數(pH)：</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.比色法 (世界水質監測日之水質檢測包)</li> <li>2.電極法 (NIEA W424.52A)</li> </ol> <p><b>溶氧量：</b>比色法 (世界水質監測日之水質檢測包)</p> <p><b>導電度：</b>導電度計法 (NIEA W203.51B). EZDO 6022 (防水筆型)<br/>Range:0~1999 <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>, Accuracy: <math>\pm 1\%</math> FS, Resolution: 1 <math>\mu\text{S}/\text{cm}</math></p> <p><b>氣溫及水溫：</b>電子式溫度計，測溫範圍：-50<math>^{\circ}\text{C}</math>~+300<math>^{\circ}\text{C}</math>，分辨率：0.1<math>^{\circ}\text{C}</math>，<br/>精確度：<math>\pm 1^{\circ}\text{C}</math> (-20<math>^{\circ}\text{C}</math>~+80<math>^{\circ}\text{C}</math>)，反應時間：5秒</p> <p><b>鹽度：</b>利用波美度計(Baume hydrometers)測定。<br/>海水鹽度由溫度－比重－鹽度換算公式得之。<br/>波美度與比重換算公式：比重 = 144.3 / (144.3 - 波美度)</p> <p>水溫超過 17.5<math>^{\circ}\text{C}</math>：S (%<math>_{\text{o}}</math>) = 1305 × (比重 - 1) + 0.3 (溫度 - 17.5)<br/>水溫低於 17.5<math>^{\circ}\text{C}</math>：S (%<math>_{\text{o}}</math>) = 1305 × (比重 - 1) - 0.2 (17.5 - 溫度)</p> <p><b>光穿透度：</b>濁度 (世界水質監測日之水質檢測包)</p> |



計畫名稱：103年濕地生態環境監測系統標準作業程序教育訓練班-水質檢測

調查地點：

調查人員：

天氣狀況：

| 樣站代號<br>Site | 調查日期<br>Date | 調查時間<br>Time | 酸鹼值<br>(比色法)<br>pH | 酸鹼值<br>(電極法)<br>pH | 溶氧量<br>mg/L<br>DO_Conc | 導電度<br>μS/cm<br>EC | 氣溫<br>℃<br>Air_temp | 水溫<br>℃<br>Water_temp | 波美度計<br>°Be<br>Boume | 鹽度<br>(計算)<br>Salinity | 濁度<br>NTU<br>Turbidity |
|--------------|--------------|--------------|--------------------|--------------------|------------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|
|              |              |              |                    |                    |                        |                    |                     |                       |                      |                        |                        |
|              |              |              |                    |                    |                        |                    |                     |                       |                      |                        |                        |
|              |              |              |                    |                    |                        |                    |                     |                       |                      |                        |                        |

| 樣站代號<br>Site | 緯度<br>Latitude | 經度<br>Longitude | 測站點位描述<br>Description |
|--------------|----------------|-----------------|-----------------------|
|              |                |                 |                       |
|              |                |                 |                       |
|              |                |                 |                       |