

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高中-生物科

科 別：生物科

組 別：高中組

作品名稱：校園水池藻種與水質相關性之研究

關鍵詞：矽藻、水質、消長

編 號：040718

學校名稱：

臺北市立大直高級中學

作者姓名：

孫慶美、陳湘靜、陳怡婷、陳佩吟

指導老師：

賴黃絹



摘 要

去年造成台北最大災害的颱風－納莉颱風，使校園造成不小的損失，當然也對校園荷花池帶來不小的衝擊。我們利用風災之前對校園荷花池所累積的藻類數據為依據，再與風災過後之實驗數據加以比較，觀察經過風災後的池水，其中藻種之變遷、消長情形，並與新教材的高一基礎生物課本相關內容對照；運用生物方法－指標藻類－分析水池從以前到現在的水質變遷過程。

由結果得知，風災後近荷採樣點(SN)、遠荷採樣點(SF)和風災前底泥之數據比較，確實有藻種之變遷。在這個實驗中，我們利用了矽藻的特性來鑑定出水質的好壞；也從中了解到，事實上，課本中所敘述的「在水質良好的湖泊，以矽藻為主」雖然是大致上的歸類，但似乎還是有些爭議，我們認為——不論是矽藻、綠藻或是其他藻類，都有在各種水質環境下適合的優勢藻種與數量。而且本校荷花池從以前到現在之腐水度是有惡化之趨勢——由貧腐轉為中腐，只是因為淹水之原故才會使得腐水度又下降，但是下降後往往又會回升。

另外，在我們觀察各種藻類之際，也同時累積校園荷花池藻類之照片以製成圖鑑，期望對校內之「物種多樣性」紀錄盡一分心力。

研究動機

身為本校高中的一分子，對於和我們息息相關的校園環境，充滿了好奇心。尤其是校園中那充滿了蓊鬱之美的荷花池，除了關係整個池塘週遭的生態環境外，當然也和我們有密不可分的關係。

而由於本校為高一生所開的專題研究之課程，讓我們有一個能親自經由實驗去驗證我們心中疑問的機會，使我們想對校園荷花池有更進一步的了解；再加上高一的基礎生物課本內容曾提到過：「湖泊生態系中主要的生產者是浮游植物，如矽藻、綠藻、藍綠藻等三大類。在水質良好的湖泊，以矽藻為主。但水質不良及受有機物污染的湖泊，矽藻的種類和數量會減少，藍綠藻數量卻增加。」⁽⁶⁾不過，在讀完課本後，我們對於課本如此之敘述，抱存著一絲疑問——靜止水域若存在大量矽藻便是良好的水質？優養化嚴重的水域則存在大量藍綠藻？因此使我們想利用課外的實驗，來進一步印證課內內容；加上近年來河川、水池嚴重污染頻傳，更激起我們對於本校校園荷花池的關切之心。

鑑於之前學姐們曾利用物理、化學方法對於校園荷花池做過觀測與初步了解⁽¹²⁾，因此，我們為了深入了解荷花池的水質，應用生物之方法(指標藻類)分析從以前到現在的水質變遷過程，以便和學姐們的物化因子做比對，找出原因和方法來改善或保持水質情況。

又因為去年造成台北最大災害的颱風—納莉颱風，使校園造成不小的損失，當然也對校園荷花池帶來不小的衝擊。因此，我們決定利用風災之前對校園荷花池所累積的藻類數據作為對照，進一步與風災過後之分析數據加以比較，期待觀察水池中可能的藻種之變遷、消長情形，應證基礎生物教材內所謂的生物消長與巔峰群集^(5,8,13)等觀念；而最終還是希望大家有個良好的校園環境，也藉此提醒大家，環境保護是不分年齡、地點，而應該是從日常生活中做起的。

研究目的

- 壹、利用底泥的矽藻進行藻種鑑定，憑藉矽藻指標藻類以了解校園荷花池過去歷年（約 37 年）來水質的變化，並和現在水質比對，以便能推得池水水質未來之走向。
- 貳、2001 年 9 月 17 日納莉颱風造成台灣各地飽受災害，台北市亦受創嚴重，而本校淹水及腰，連帶使荷花池池水也大更換！所以擬以現生藻類來觀察藻類在風災前後變化的情形，和之前的資料比對，以便古今貫徹，完整的了解校園荷花池的過去與現在。
- 參、印證綠藻及矽藻和水質之對應關係。
- 肆、建立本校校園荷花池的藻類圖鑑。

前人研究

壹、本校荷花池的相關研究報告

由學姐們的 89 學年度科展報告⁽¹²⁾中，我們得到本校荷花池從物理化學方面所檢測到的數值(附表 1)，且和環保署地面水體分類水質標準(附表 2)，相做對照，可暫時將本校荷花池的池水區分為丙類陸域地面水體 (附表 3)。

貳、關於矽藻和優養化

矽藻為單細胞，體甚小，單獨或成群體。群體的形狀有許多種，常連接成絲狀或扇形，亦有包於瓊膠質中者。矽藻的構造相當奇特，其細胞壁由兩半相嵌而成，嵌合之形如一組培養皿，相當於蓋的一片，叫作上殼(epitheca)，相當於底的一片，叫作下殼(hypotheca)。上下兩殼相合之處，通稱腰帶(girdle)或殼帶(connective band)。上下兩面與腰帶間，尚有一插入之中間帶(intercalary band)。有多數矽藻，在殼上有彎曲的縱線，即背殼上的裂縫，特稱為脊溝(raphe)。脊溝兩端以及中心每有特厚之處分別稱為極節(polar nodule)與中節(central nodule)。脊溝不明顯而只有線之模樣者，則另稱假脊溝(pseudoraphe)。此外殼面尚有點狀、線狀、龍骨狀等諸多微細模紋⁽¹⁹⁾。

矽藻死亡後即沉落水底，但它們的矽外殼並不腐朽，矽藻土就是由矽藻的外殼沉積而成的⁽¹¹⁾。水質優養化是水中某些營養源因人為污染或其他原因而增加的一種現象，而藻類之所以可作為水質優養化的指標，是因為水中營養源的增加會改變水質環境中之物理及化學特性，因而造成有利於某些藻種之生長及不利於另一些藻種之生存，其結果會造成藻類群落中有優勢種之出現，或有些藻種之消逝；因此，從水中生長的藻種可判定水質之優養化程度，即利用藻類可作為水質優養化之指標^(3,18)。

綜合以上兩點特性，我們得以利用底泥中的矽藻來得知本校水池環境以往的水質情況，進而來分析水池之水質可能的變遷過程。

研究器材與藥品

壹、器材：

筆、記錄本、滴管、底片盒、寶特瓶、載玻片、蓋玻片、BOD 瓶、BOD 測量器、恆溫箱、離心管(10 毫升)、微量離心管 (eppendorff, 1.5 毫升)、試管、試管架、蒸餾水 (一次、二次)、顯微鏡(Leica LABOLUX S, 放大倍率為 1000 倍)、顯微照相機、底片、一百五十公分壓克力管、橡皮塞、蠟紙、標籤紙、量筒、藥勺、稱藥紙、微量滴管、小玻璃罐、鑷子、衛生紙、拭鏡紙、油鏡油、光度計、溫度計、天平、離心機 (SIGMA 3E) (SIGMA 2~15) (DIGMA 3K20) (SIGMA-201M) (皆使用 3300~3600 rpm, 約 1900 \times g(離心力) \times 10 min)、計時器、震盪器、電熱板、磁極攪拌器、抽風櫃、烘箱、計數器、水樣撈網、抽氣過濾裝置、醋酸纖維濾膜 (0.45 μ m)。

貳、藥品：

酸溶液 (濃硫酸：冰醋酸 = 1：9)、二甲苯(Xylene)、矽藻用封片膠(Naphrax)、封片膠、甘油溶液(Glycerol：Formalin = 98：2)、酒精(濃度 95%)、藻類固定液、定量片用染劑 (Coomassie Blue Reagent)。

研 究 方 法

壹、了解本校荷花池風災前的水質狀況

一、取樣：

- (一)利用網撈(如附圖一)，分別取回近荷採樣點(SN)及遠荷採樣點(SF)之池水於底片盒中，加固定液。
- (二)各取 10 毫升放入離心管中離心 5 分鐘。
- (三)倒掉上清液，留下底部藻類沉澱，混合均勻後，進行酸處理與製片。

二、酸處理：

- (一)取水樣混合均勻放入圓底耐酸離心管離心 10 分鐘。
- (二)離心後，吸去上清液再加入二次蒸餾水離心 10 分鐘。
- (三)抽風櫃中事先預熱電熱板至 100°C。
- (四)加入酸溶液後，放至預熱好的電熱板上，加熱 5 分鐘。加熱時須於抽風櫃中進行。
- (五)冷卻後，加蒸餾水懸浮之，再離心 10 分鐘，離心後，吸去上清液。
- (六)重複步驟（5）三次以確保將酸溶液完全稀釋、洗淨。
- (七)完成三次離心後，將水樣移入微量離心管中，混和均勻，備製成觀察玻片。

三、製作觀察玻片：

- (一)先以 95%酒精將載玻片拭乾淨，置於已鋪好衛生紙之桌面。
- (二)將酸處理後，混和均勻的樣本以微量滴管取少量塗抹於在玻片上，拿至烘箱烘乾之（乾燥約 15 分鐘）。
- (三)烘乾後，滴上矽藻專用封片膠（2~5 滴），以 45°角蓋下蓋玻片，吸乾多餘封片膠，待乾（須隨時注意是否有氣泡出現，一有氣泡，即須立刻排去之）。
- (四)置於顯微鏡下觀察、記錄，並照相存檔。

貳、荷花池底泥矽藻分析

一、取樣：

- (一)將一公尺透明壓克力管筆直插入池底，至底泥最底部，壓實。
- (二)以橡皮塞將管上端堵住，垂直拿起，不可搖晃。
- (三)利用虹吸原理將底部底泥吸起，當壓克力管離池面下 30cm 處，再將另一橡皮塞塞住管子底部。
- (四)將取得的底泥 (13cm) 分為每公分一份，計 13 份，分裝在小瓶中。
- (五)我們選擇性取樣，分別將位於 1cm(最底處)、4cm、7cm、10cm、13cm(最上端)的底泥，進行酸處理。

二、酸處理：

- (一)抽風櫃中事先預熱電熱板至 100°C。
- (二)取底泥 0.3 克混合均勻放入圓底耐酸離心管。
- (三)加入酸溶液後，放至預熱好的電熱板上，在抽風櫃內加熱 30 分鐘。
- (四)冷卻後，加水離心 10 分鐘。
- (五)離心後，將上清液吸去，重覆步驟(4)三次，以確保將酸溶液完全稀釋。
- (六)離心完後，將所得之底泥矽藻依前述壹之三步驟製成觀察玻片。

三、製作觀察玻片：

- (一)先用 95%酒精將載玻片拭乾淨，置於已鋪好衛生紙之桌面。
- (二)以 200ml 微量滴管取離心後混合均勻的酸處理底泥均勻塗抹於載玻片上。將玻片拿至烘箱烘至完全乾燥（約 15 分鐘）。
- (三)烘乾後，將較大的泥沙刮掉。在玻片上滴上數滴（約 3~6 滴）矽藻專用封片膠，以 45°角蓋下蓋玻片，吸乾多餘封片膠，待乾（須隨時注意是否有氣泡出現，一有氣泡，即須立刻除去之）。

(四)置於顯微鏡下，觀察、紀錄，並照相存檔。

參、分析風災過後之藻種變遷

一、取樣：

(一)測定當日天氣狀況、水溫。

(二)分別取回近荷採樣點及遠荷採樣點之池水，至入 BOD 瓶，進行 BOD_0 之測定，隨後移入 20°C 黑暗之培養箱；五天後， BOD_5 之測定。

(三)分別取回近荷採樣點及遠荷採樣點之池水於寶特瓶 (600ml) 中，加固定液。

二、酸處理與製作觀察玻片：

(一)取 300 毫升放入離心管中離心 ($1900\text{ g} \times 10\text{ min}$)。

(二)倒掉上清液，留下底部藻類沉澱，混合均勻後，製成酸處理片——與前述步驟壹之二、三相同。

(三)於顯微鏡下，觀察、紀錄，並照相存檔。

三、定性片之製作：

(一)另取已固定之池水 200 毫升，放入離心管中離心 ($1900\text{ g} \times 10\text{ min}$)。

(二)倒掉上清液，留下底部藻類沉澱，混合均勻後，各滴入 3 至 4 滴的甘油，放置數天 (使其自然乾燥至無水分)，方可製片。

(三)將混合均勻的甘油水樣以微量滴管吸取少量，均勻塗抹於載玻片上。

(四)滴上一層封片膠於甘油水樣四周，以 45° 角蓋下蓋玻片，吸乾多餘封片膠，待其乾燥就可以開始在顯微鏡下觀察、照相、紀錄並分析藻種。

四、定量片之製作：

(一)用微量滴管各取 10ml 已固定之水樣，放入尖底耐酸離心管中離心 ($1900\text{ g} \times 10\text{ min}$)。

(二)離心完，並吸去上清液後，利用震盪器使之搖晃均勻。

(三)加入 3~4 滴之定量片用染劑。

- (四)事先將加熱器預熱 80~90°C，將以加入定量片用染劑之樣本加熱 5 分鐘。
- (五)待其冷卻後，倒入已裝有醋酸纖維過濾膜之抽器過濾裝置，使之完全過濾。
- (六)在玻片上加上 3~4 滴之鏡油，並把裁好之過濾膜置於上，靜置 1~2 天，使過濾膜充分吸收鏡油，並使鏡油乾燥。
- (七)將完成上述之樣本之四周滴上封片膠，覆上蓋玻片，壓出氣泡，待乾後即可在顯微鏡下觀察、計數、照相、紀錄並分析藻種。

研究結果

壹、本校荷花池風災前的水質狀況

我們將去年風災前(2001年5月1日)的水樣分為近荷採樣點及遠荷採樣點所採之水樣(網撈)製片後，利用和分析底泥數據相同之方法得知：近荷採樣點的優勢藻為 *Attheya zachariasi* Brun. (四棘藻屬，圖 2-5) 和 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4)，而遠荷採樣點之優勢藻為 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) (表 1、表 2)；二處採樣點之腐水度都屬於 β -中腐級的範圍內 (圖 5、6 及附表 4)。

貳、荷花池過去的水質變遷情形

我們將所採之底泥分為十三個樣本，並取其中 1cm、4cm、7cm、10cm 及 13cm 處之底泥，經處理製片後，分別記數出 200 餘隻藻種，主要優勢種有：*Achnanthes minutissima* Kützing var. *minutissima* Kützing (曲殼藻屬)、*Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) (見表 5)。

分別計算出水樣及各底泥深度出現藻種的頻度 (h)，及找出具有指標權重 (g) 和指標值 (s) 指標意義的藻類(見表 6)，例如 *Achnanthes lanceolata* (Breb.) Grunow (曲殼藻屬，圖 2-1) 的指標權重為 2，指標值為 0.75，*Stephanodiscus astraea* (Ehr.) Grunow (冠盤藻屬，圖 2-57) 的指標權重為 3，指標值為 1.4 等等。再依腐水度指標公式：

$$S = \sum (s \times h \times g) / \sum (h \times g)$$

計算出水樣和各底泥深度的 S 值，並轉成腐水度指標值之折線圖 (見圖 13)；再對照污染值範圍 (附表 4) 可得知我們池水的腐水度平均都維持在 β -中腐級。

參、風災過後之荷花池藻種變遷

利用納莉風災造成大淹水的情況，之後，每兩週採樣一次，各製成酸處理片、定性片與定量片，進行藻類消長的觀察，並和風災前所得的數據加以比較，以將可能的水質變化紀錄之；並建立本校水池的藻種圖鑑。由於顯微鏡下所觀察的藻類密度有明顯減少的趨勢，因此我們將酸處理片之矽藻計數的數目降為 100 左右；而定性片藻類計數之數目仍為 200。

一、不同採樣點之酸處理片各月份之矽藻優勢種分析如下：

(一)近荷採樣點(SN) (見表 1)：

- 1.五月以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 為主，而雖然在大水過後頻度呈下降趨勢，但是仍為各月份最主要的優勢種。另有 *Acanthoceras zachariasii* (Brun) Simonsen (四棘藻屬，圖 2-5) 為次優勢種。
- 2.風災過後，十、十一月只以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 為優勢種。
- 3.十二月除了 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 為優勢種外，又多了 *Achnanthes minutissima* Kützing var. *minutissima* Kützing (曲殼藻屬)為次優勢種。
- 4.一月是以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 和 *Navicula cryptotenella* Lange-Bertalot (舟形藻屬，圖 2-33) 為優勢種。
- 5.二月是以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 和 *Stephanodiscus astraea* (Ehr.) Grunow (冠盤藻屬，圖 2-57) 為優勢種，另有 *Achnanthes minutissima* Kützing (曲殼藻屬，圖 2-2)、*Achnanthes minutissima* Kützing var. *minutissima* Kützing (曲殼藻屬) 和 *Fragilaria construens* (Ehr.) Grunow (脆桿藻屬，圖 2-22) 為次優勢種。
- 6.三月則仍以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 為優勢種和

Achnanthes minutissima Kützing var. *minutissima* Kützing (曲殼藻屬) 為次優勢種。

(二)遠荷採樣點(SF) (見表 2)：

- 1.五月以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4)為主，而在十二月頻度達到最高峰後其頻度也呈下坡趨勢，但是還是各月份最主要的優勢種。
- 2.十月依舊是以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 為優勢種。但開始有其他藻種出現。
- 3.十一月是以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 為優勢種，
Achnanthes minutissima Kützing var. *minutissima* Kützing (曲殼藻屬)為次優勢種。
- 4.十二月突然又以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 為主優勢種，月初時頻度高達 91%。
- 5.一月的 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 幾乎減少了 20%，但仍是主優勢種，而多了 *Achnanthes minutissima* Kützing (曲殼藻屬，圖 2-2)和
Achnanthes minutissima Kützing var. *minutissima* Kützing (曲殼藻屬) 為次優勢種。
- 6.二月的優勢種有 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 和
Achnanthes minutissima Kützing (曲殼藻屬，圖 2-2)，*Achnanthes minutissima* Kützing var.
minutissima Kützing (曲殼藻屬) 仍為次優勢種。但是藻種歧異度似有增加趨勢。
- 7.三月的 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 頻度首次出現不到 50%，但仍為優勢種，*Achnanthes minutissima* Kützing (曲殼藻屬，圖 2-2)又輪為次優勢種，而其他藻種頻度逐漸增加中。

然而，在經由計算顯示，風災過後近荷及遠荷之採樣點的腐水度值，仍在 β -中腐級之內（見圖 5、6）。

二、浮游藻類（定性片）之各月份優勢藻種如下：

(一)近荷採樣點(SN) (見表 3)：

- 1.十月是以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 為優勢種，綠藻的 *Pediastrum duplex* Meyen var. *duplex* (盤星藻屬，圖 4-9) 和 *Scenedesmus spinosus* Chodat var. *spinosus* (柵藻屬，圖 4-16) 為次優勢種。
- 2.十一月是以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 和 裸藻的 *Trachelomonas oblonga* Lemmermann var. *truncata* Lemmermann (囊裸藻屬，圖 3-8)為優勢種，而綠藻的 *Scenedesmus spinosus* Chodat var. *spinosus* (柵藻屬，圖 4-16)為次優勢種。
- 3.十二月的 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 出現頻度下降許多，但與綠藻的 *Scenedesmus spinosus* Chodat var. *spinosus* (柵藻屬，圖 4-16) 共同為優勢種，而以 *Scenedesmus carinatus* (Lemm.) Chodat var. *diagonal* (柵藻屬，圖 4-11) 為次優勢種。奇特的是——本月出現藻種數目 27 種，超過其他月份。
- 4.一月的藻種數目下降，*Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4)又大幅上升成為單一優勢種，綠藻的 *Scenedesmus spinosus* Chodat var. *spinosus* (柵藻屬，圖 4-16)轉為次優勢種。
- 5.二月的 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4)雖為優勢種之一，但數量再次下降，另外特別出現綠藻的 *Furcilia* sp. 為主優勢種，顯示水質正在轉變。*Scenedesmus carinatus* (Lemm.) Chodat var. *diagonal* (柵藻屬，圖 4-11) 則為次優勢種。
- 6.三月仍算優勢的 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4)數量頻度降至新低—僅 26%，而以綠藻的 *Monoraphidium contortum* (Thuret) Komarkova-Legnerova (單殼縫目，圖 4-8) 為主優勢種，*Kirchneriella contorta* var. *elegans* (Playf.) Komarek (蹄形藻屬，圖 4-6) 為次優勢種。

(二)遠荷採樣點(SF) (見表 4)：

Aulacoseira granulata (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 的數量頻度走勢與近荷處

相似，十一月底有下降趨勢，隨後一月又上升，但二月後又大幅下降至失去主優勢藻種的地位。

- 1.十月的藻種數量少，以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 為優勢種。
- 2.十一月是以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 和綠藻的 *Scenedesmus spinosus* Chodat var. *spinosus* (柵藻屬，圖 4-16) 為優勢種，隱藻的 *Cryptomonas ovata* Ehrenberg (隱藻屬，圖 1-2)、裸藻的 *Trachelomonas oblonga* Lemmermann var. *truncata* Lemmermann (囊裸藻屬，圖 3-8)、綠藻的 *Pediastrum duplex* Meyen var. *duplex* (盤星藻屬，圖 4-9) 和 *Scenedesmus carinatus* (Lemm.) Chodat var. *diagonal* (柵藻屬，圖 4-11) 為次優勢種。
- 3.十二月是以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4)、綠藻的 *Scenedesmus spinosus* Chodat var. *spinosus* (柵藻屬，圖 4-16) 和 *Scenedesmus carinatus* (Lemm.) Chodat var. *diagonal* (柵藻屬，圖 4-11) 為優勢種。藻種歧異度似乎比較均勻。
- 4.一月又以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 和綠藻的 *Scenedesmus spinosus* Chodat var. *spinosus* (柵藻屬，圖 4-16) 為優勢種，而 *Monoraphidium contortum* (Thuret) Komarkova-Legnerova (單殼縫目，圖 4-8) 與 *Scenedesmus carinatus* (Lemm.) Chodat var. *diagonal* (柵藻屬，圖 4-11) 為次優勢種。
- 5.二月的優勢種包括 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4)、*Monoraphidium contortum* (Thuret) Komarkova-Legnerova (單殼縫目，圖 4-8) 和 *Scenedesmus spinosus* Chodat var. *spinosus* (柵藻屬，圖 4-16)，頻度相接近。
- 6.三月改朝換代，以綠藻的 *Crucigenia quadrata* Morren var. *quadrata* (十字藻屬，圖 4-2) 和 *Monoraphidium contortum* (Thuret) Komarkova-Legnerova (單殼縫目，圖 4-8) 為主

優勢種，矽藻的 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 降為次優勢藻種。

三、生化需氧量〈BOD〉之測定：

我們將風災過後量測荷花池之生化需氧量— BOD_0 及 BOD_5 ，所得數據製表(未列出)整理成折線圖(圖 8 和圖 9)後可見：風災後的生化需氧量值較大—4~6 mg/L，而 12 月以後則大幅減少為 1~2 mg/L；即顯示：池水之有機質減少，導致生化需氧量降低。

四、定量片之觀察：

在藻類之定量分析方面，經由圖 10 和圖 11，我們觀察到原本大水過後之藻類密度有下降之趨勢；在十一月到達最低點，之後又有逐漸恢復的情況。

討 論

壹、本校荷花池風災前的水質狀況

矽藻類的細胞壁含有多量的矽質，其殼瓣為圓形者，以分布在海中居多，外形上呈橢圓或長方形者，則多產於淡水內⁽¹¹⁾。而從我們所觀察的矽藻當中，我們可以清楚的看到藻類的形狀有長方形和似橢圓狀的，其中，又以長方形的 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬) 為優勢種(圖 2-4)。由此可知：外形為長方形之藻類在淡水中，在生存上的確較佔優勢。

另外，從我們水樣中所計數出的藻種比對文獻報告 1 和 6 可知，藻種所適應的酸鹼度範圍大部分約為 pH 7~9 (表 7)，少數為酸性藻種——這和我們所測得荷花池的 pH 值為 7.1(未列出數據)，以及從學姐的報告中⁽¹²⁾，荷花池的 pH 值為 7.12 相差不遠，都還在一定的範圍內。由此，我們也了解到荷花池的水質大約是維持在中性的範圍，且尚稱穩定。

貳、本校荷花池過去的水質變遷過程

Chen & Wu (1999) 和 Wu *et al.* (1997) 的報告皆提及了利用矽藻作為指標，來得知鴛鴦湖⁽¹⁴⁾和大鬼湖⁽¹⁸⁾歷年來之腐水度、酸鹼性等水質狀況，並配合其他參數(如：營養鹽、含碳量、含氮量等)來了解湖水之變遷狀況。且其中大鬼湖之研究是由鴛鴦湖資料⁽¹⁴⁾所導出之模式應用於此湖泊來進行實驗，結果發現可以適用，而這也顯示矽藻是研究湖泊環境變遷的良好指標⁽¹⁸⁾，故本實驗便以底泥中的矽藻來得知本校水池環境以往的水質情況，進而來分析水池之水質可能的變遷過程。

根據荷花池的底泥矽藻所計算出的腐水指數(圖 7)與附表四對照，顯示出我們校園荷花池的腐水度在一開始時是處於最佳的**貧腐**狀態，而在漸漸轉為 β -中腐級後就一直維持在此範圍中；若進一步與風災後的近荷採樣點及遠荷採樣點(圖 5 與圖 6)作比較後，可以很清楚的觀察到，在過去(前十多年)的水質狀況是比淹水前的水質狀況要好一些。

若特別針對過去底泥部分做比較的話，可以在圖 7 中清楚的看出在底泥約七公分處其腐水值有好轉之傾向。也就是說，若將校園荷花池的年齡約略估計為 37 年，則可得知荷花池每年底泥沉積大約 0.4cm。由此可推得，約在民國 75-77 年間，此池有較低的腐水度值和優養值，即曾有較佳的水質。是什麼原因使當時呈現最佳水質？我們詢問了校方的歷史和資深的教職員，得知校方為盡量保持水池的自然，故從未對荷花池進行換水，此似乎推翻因換水而改善水質的可能性。不過，由中央氣象局的網站⁽²⁰⁾ 查證，發現在民國 76 年確曾有一個名為琳恩(LYNN)的颱風造成北部地區松山、南港、內湖、汐止等地嚴重淹水，據此，當時的淹水很可能是造成花池水質改善的原因。因此，底泥矽藻的資料，與實際發生的水環境變遷有吻合之處。

參、分析風災過後藻種變遷。

從民國 90 年 9 月 17 日的納莉颱風造成校園淹沒後，我們繼續採樣分析水中藻種，期望累積課內所提過的「消長」數值^(5,13)，並監測水質可能的變化。

一、採樣點之水樣經酸處理後，藻種的百分比頻度：

表 1 為近荷水樣的矽藻數據，整體而言，各月份最主要的優勢種一直是以屬於中腐度的 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 為主，但在颱風大水淹沒過後其出現頻度有小幅度的向下現象；而此時屬於貧腐的 *Stephanodiscus astraea* (Ehr.) Grunow (冠盤藻屬) 在風災淹水過後自十月至二月期間，頻度有明顯的上升趨勢；不過，中腐級的 *Fragilaria construens* (Ehr.) Grunow (脆桿藻屬，圖 2-22) 其出現頻度卻有大幅度的上升現象，因此，校園池水似乎都仍維持於 β -中腐級的範圍中起伏。

若以遠荷採樣點（表 2）分析，優勢藻仍以 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 為主，而平均看來頻度也有下降之趨勢。

再者，將表 1、表 2 轉換為圖 5、圖 6 之腐水度折線圖中，也可清楚的看出：自納莉風災過後，從十月至一月間的腐水度比起以往的數據看來是屬偏高的；但是從二月

至三月的數據中發現遠荷採樣點之腐水度有明顯之下降趨勢 (圖 6)，此和民國 76 年時由於颱風淹水後，造成底泥矽藻之分析，其腐水度為歷年來最良好之結果頗為相似！此結果也增加了我們之前所推估原因的可能性。而遠荷採樣點藻種歧異度也有增加之情況，但是在同日期之近荷採樣點卻無此現象 (圖 5)；同時比對 BOD 數據 (圖 8、圖 9)的兩個採樣點中，卻並未發現此種差異！因此，腐水度數據之變化是何種學理上的原因？則似乎需要對池水持續進行監測，才能得到合理的解答。

另外，對照表 5 之底泥矽藻百分比頻度與表 1、表 2 之風災後矽藻百分比頻度的藻種差異性，發現具有指標義意的矽藻在靠近荷葉(SN)和遠離荷葉(SF)採樣點及底泥之分析結果還是有所差異：其中在靠近荷葉和遠離荷葉採樣點之指標矽藻，重複的共有 12 種；但是只在靠近荷葉採樣點出現之指標矽藻有 *Cymbella lacustris* (Ag.) Cleve (橋灣藻屬，圖 2-11) 和 *Pinnularia gibba* Ehrenberg (羽紋藻屬，圖 2-54) 二種；只在遠離荷葉採樣點出現之指標矽藻則有 *Bacillaria paxillifera* (O. F. Muller) Hendey (杆狀藻屬) 一種。而底泥之指標矽藻與前二者重複的有 7 種，另外還有 *Achnanthes lanceolata* (Breb.) Grunow (曲殼藻屬，圖 2-1)、*Caloneis bacillum* (Grun.) Cleve (美壁藻屬，圖 2-6)、*Cymbella lanceolata* (Ehr.) Van. Heurck (橋灣藻屬，圖 2-12)、*Fragilaria capucina* var. *amphicephala* (Grun.) Lange-Bertalot (脆桿藻屬)、*Gomphonema angustum* Agardh (異極藻屬)、*Nitzschia dissipata* (Kütz.) Grunow (菱形藻屬，圖 2-46)、*Nitzschia paleacea* Grunow (菱形藻屬) 和 *Pinnularia maior* (Kütz.) Rabenh (羽紋藻屬) 等矽藻只有在底泥中才出現。由此，則似可歸納出底泥之指標矽藻的差異性又比靠近荷葉和遠離荷葉採樣點的差異要來的大。也就是說底泥之指標矽藻與風災後池水中之指標矽藻藻種有明顯替代，類似課本所提的隨時間變化而有物種的消長、演替(succession)^{5,8,13}。但是，此數據之呈現是因基隆河水的入侵而造成矽藻之消長變化？抑或是池水原本就有的新陳代謝之變化？則可能需要進行長期監測，得到進一步的觀察和分析，才能得到更正確的結論。

在藻類之密度方面，由圖 10 與圖 11 中可清楚看到，在風災後之水中藻類密度偏低，二個月後則大幅上升，尤其是圖 11 遠荷處的密度呈現更平穩的數據；進而我們推斷，風災前，校園荷花池之藻類組成與密度可能已達穩定—即所謂的「巔峰群集」之狀態；然後在經歷風災淹水過後，可能大量外來的水來沖淡了池中藻類之密度，此需要經過一段適應期後藻類之密度才又漸漸恢復。是否是因校方換水過濾之緣故，減低水中營養鹽才始得腐水度因而下降，造就目前至二月份的數據見到藻種歧異度之增加（表 1 和表 2）？！只可惜我們已分身乏術—沒有更多的時間可同時監測水中營養鹽的變化了。

二、從定性片的百分比頻度來看：

近荷及遠荷採樣點的藻類主要優勢種為綠藻門之 *Scenedesmus spinosus* Chodat var. *spinosus* (柵藻屬，圖 4-16) 和矽藻綱之 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 為主（表 3 和表 4）。而以分類來看，本校池水之藻類組成在近荷採樣點之藻類組成中：包含了 2 種隱藻、10 種矽藻、9 種裸藻、以及 18 種綠藻；在遠荷採樣點之藻類組成中：則包含 2 種隱藻、6 種矽藻、9 種裸藻、和 19 種綠藻。所以，對本校目前水池整體之藻類組成而言，綠藻是最主要之藻類組成；不過，由表 8 和表 9 數量比例之數據上，則可見到：淹水後不久，池水中的矽藻數量遠超過綠藻數量之情形，經過二、三個月後，轉變為綠藻數量大於矽藻數量之情形——這也顯示水池中的矽藻數量在降低，而綠藻數量逐漸增加；若對照基礎生物課本⁽⁹⁾有關靜止水域藻種之敘述，則表示水質逐漸變差，但是，根據圖 6 的顯示，其腐水值卻是未增反減呢！因此，我們認為不論是矽藻或是綠藻，都有在各種水質環境下適合的優勢藻種—水質的好與壞各有其藻種代表！而課文中曾經敘述過：「在水質良好的湖泊，以矽藻為主。但水質不良及受有機物污染的湖泊，矽藻的種類和數量會減少，藍綠藻數量卻增加。」⁽⁹⁾ 但是，就我們以藻種指標分析學校荷花池的水質狀況得到表 3 和表 4 可知，於原先 β -中腐級水

質的狀況下，藍綠藻的數量並不多，反而是綠藻與矽藻的密度相對多許多！是否代表所謂的「 β -中腐級」水質還不算很差的水，所以藍綠藻數量才不多？！而依據文獻報告^②所述：「各種藻類在不同水質都有其優勢種，如：屬於綠藻類的 *Staurastrum o'mearii* Archer (角星鼓藻) 和 *Staurastrum tohopekaligense* Wolle var. *tohopekaligense* (角星鼓藻)，極有可能是翡翠水庫優養化的現象之一。」由此看來，課本的敘述似乎太直接。而且在此文獻報告當中提及：「翡翠水庫之各採樣點若從上游至下游之浮游藻類頻度看來，矽藻不論在種類或是數量上都有逐漸減少之趨勢，不過並沒有完全消失。」然而在文獻^③中也提到，藍綠藻類一直是翡翠水庫的最優勢種，但其水質狀況卻並非為很差的水質；另外，藍隱藻屬 (*Chroomonas*) 和隱藻屬 (*Cryptomonas*) 與翡翠水庫上游之水質較差有關，且水庫「上游矽藻藻種較下游多。」，由此觀之，課本所述之情形似不適用於本校荷花池和翡翠水庫。**或許可建議修改為：**「在水質良好的湖泊中，以矽藻之種類及數量佔優勢；但水質不良及受有機物污染的湖泊，**通常會造成矽藻的種類和數量減少，不過並沒有完全消失，而藍綠藻數量卻增加；也就是說，藻類在不同之水質環境下，都可能有特定的種類出現，而成爲可供使用的『指標藻種』。**」

另外，在文獻(2)當中曾敘述「矽藻 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-3) 爲冬季較頻繁的藻種…」而從表 3、表 4 呈現的數據中也可以清楚的發現到本校池水在去年的十月和今年的一月剛好溫度偏低時 *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen (直鏈藻屬，圖 2-4) 的計數頻度特別高，這點和文獻(2)所述之情形相當吻合。

三、生化需氧量(BOD)之數據分析：

從圖 8 和圖 9 之數據中，我們發現池水之 BOD 值無論是近荷或遠荷處其曲線走勢大致上相同；均在十二月十日後逐漸下降，此數據也表示池水水質正在改善中；而在十二月十日前之 BOD 較高，故水中有機物含量較高，且以靠近荷葉十二月三日 BOD 之值爲最高 (6.13ppm(mg/L))；但是在觀察定量片後，發現在當時之藻類密度並無明顯

增加(圖 10、11)，所以我們推估——數值增加之原因可能是淹水時外來之基隆河水的影響，而造成有機物之含量增加。

此 BOD 數據與之前學姊們的分析結果(附表一) 相比，顯示風災後的兩個月內之水質是較優養化的，因 BOD 較高，但十二月底以後之數據則回到學姊們的數據(2 mg/L)，甚至遠荷採樣點的生物需氧量更低——只有 0.5 mg/L，表示荷花池裡的有機物含量應是很少的，水質應是較佳的狀態——符合圖 6 之藻種腐水度分析結果呢！

四、觀察定量片，所得知之藻類密度變遷：

由圖 10 和圖 11 可見藻類密度下降後而又上升之現象，我們推斷是因為淹水時由於大量的水造成了池水中的藻類密度被稀釋，再加上校方在此時進行上層換水，使得藻類密度驟降；從經過將近二個月之後池中藻類密度才漸漸恢復原有之密度來看，此應是水池恢復其藻類群落到達較穩定所需的時間。

結 論

壹、在分析底泥及風災前後之水樣後，我們發現本校荷花池大致上都還可以維持在 β -腐水度之範圍內；而在風災淹水過後，校方同時進行更換池水，使得其水質獲得改善。此水質改善之情形可反映在藻類相上，因此，本調查結果或許可提拱校方一個控管荷花池水質的指標方法，以使水質維持在良好的狀態。

貳、以矽藻指標藻種來看，風災後近荷採樣點、遠荷採樣點和風災前底泥之數據顯示藻種確實有變遷。也就是說，風災後池水中之指標矽藻確實有明顯消長變化，此變化正可反映出水質的變遷。

參、在這個實驗中，我們利用了矽藻的特性來鑑定出水質的好壞；也從中了解到，對本校目前水池整體之藻類組成而言，雖然綠藻是最主要之藻類組成，但是，自納莉風災後之腐水值是下降的——荷花池水質轉變為較佳的狀況。故，課本中所敘述的「在水質良好的湖泊，以矽藻為主」應只是大致上的歸類，而非定律。我們認為就不論是矽藻、綠藻或是其他藻類，由於隨著環境之不同，藻類相就會有變異，因此，都有在各種水質環境下適合的優勢藻種與數量，或許可建議修改為：「在水質良好的湖泊中，以矽藻之種類及數量佔優勢；但水質不良及受有機物污染的湖泊，通常會造成矽藻的種類和數量減少，不過，並沒有完全消失，而藍綠藻數量卻增加；也就是說，藻類在不同之水質環境下，都可能有特定的種類出現，而成為可供使用的『指標藻種』。」

肆、在我們觀察各種藻類之際，也同時累積校園荷花池藻類之照片以製成圖鑑，期望對校內之「物種多樣性」記錄盡一分心力，或許，此記錄有一天也能被彙整成爲國內藻類多樣性調查之地區性資料之一，如此，則本調查研究也算是在此方面有一點點小貢獻！

謝 謝 各 位 評 審 教 授 ！

敬 請

批 評 指 教 ！

參 考 文 獻

1. 王雲五 總編。民國 61 年。植物學。中山自然科學大辭典-第八冊。
台灣商務書印館：台北。p. 370-403。
2. 吳俊宗。民國 90 年。翡翠水庫藻與水質關係之長期監測(I)。中央研究院：台北。
3. 吳俊宗。民國 89 年。翡翠水庫浮游藻與水質關係研究(V)。中央研究院：台北。
4. 吳俊宗。民國 89 年。台灣淡水藻類的多樣性問題－從矽藻指標看問題。2000 年海峽兩岸
生物多樣性與保育研討會論文集。國立自然科學博物館：台中。p. 237-240。
5. 施河 主編。民國 90 年。高級中學生物（上）－探討活動一之（二）顯微測量技術。南一
書局：台南。
6. 施河 主編。民國 89 年。高級中學基礎生物（全）－3-3 群集的消長、5-5 淡水中的生物世
界。南一書局：台南。
7. 胡鴻均、魏印心、李蕘英、朱惠忠、陳嘉佑、施之新。民國 68 年。中國淡水藻類(上)(下)。
上海科學技術出版社：中國。
8. 徐明光。民國 79 年。台灣的淡水浮游藻（ I ）－通論及綠藻（1）。
國立台灣博物館：台北。
9. 許明俊 主編。民國 88 年。高中基礎生物－3-3 群集的消長、4- 4 淡水中的生物世界。康熙
圖書網路股份有限公司：台中。
10. 森若美代子、齊家。民國 85 年。台灣地區水庫浮游藻類圖鑑。
行政院環境保護署環境檢驗所：台北。
11. 黃淑芳。民國 78 年。認識藻類。台灣省立博物館出版部：台北。
12. 曾惠中。民國 75 年。微生物的世界。中正書局：台北。
13. 溫治寧、郭品均、楊全琮。民國 89 年。荷花池的水質研究。大直高中：台北。
14. 楊冠政、汪靜明、郭城孟、湯炳垣、黃瑛瑛、梁光裕、許偉傑。民國 89 年。基礎生物（全）

—3-3 群集的消長、4-4 淡水中的生物世界。龍騰文化事業股份有限公司：台北。

15. Chen, S. H. & J. T. Wu. 1999. Paleolimnological environment indicated by the diatom and pollen assemblages in an alpine lake in Taiwan. *J. of Paleolimnol.* 22: 149-158.
16. Komarek, J. & B. Fott. 1983. *Das Phytoplankton des Süsswassers (I) and (II)*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
17. Krammer, K. & H. Lange-Bertalot. 1986. *Bacillariophyceae (1~4)*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart & New York.
18. Yamagishi, T. 1992. *Plankton Algae in Taiwan (Formosa)* Uchida Rokakuho, Tokyo.
19. Wu, J.-T., P.-P. Chuang, L.-Z. Wu and C.-T. A. Chen. 1997. Diatoms as Indicators of Environmental Changes : A Case Study in Great Ghost Lake. *Proc. Nat. Sci. Council, Part B* : 21 : 112-119.
20. http://content.edu.tw/junior/bio/tc_wc/textbook/ch02/supply2-1-2.htm。
21. <http://www.cwb.gov.tw/v3.0/index.htm>

表

表 1. 本校荷花池 2001 年 5 月至 2002 年 3 月期間靠近荷葉採樣點之矽藻百分比頻度

年 代		2001						2002				
類別*	藻 種 學 名 \ 日期	0501	1029	1112	1126	1210	1224	0107	0121	0204	0225	0311
D	<i>Acanthoceras zachariasii</i> (Brun.) Simonsen	26.3										0.5
D	<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing var. <i>attinis</i> (Grun.) Lange-Bertalot						5.3		5.7			3.7
D	<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing var. <i>jackii</i> (Raben.) Lange-Bertalot											2.8
D	<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing		4.6	7.1	6.4				0.8	16.4	9.8	2.8
D	<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing var. <i>minutissima</i> Kützing		7.4	2.7	1.8	1.8	11.4	0.8	3.3		11.4	12.5
D	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen	68.7	74.1	65.5	72.5	67.3	68.4	62	69.9	41.5	60.2	60.6
D	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing			3.5	0.9				1.6		0.8	
D	<i>Cyclotella stelligera</i> Cleve & Grunow	0.3	2.8						2.4	1	1.6	0.5
D	<i>Cymbella lacustris</i> (Ag.) Cleve	0.3			2.8	0.9		1.7	0.8			0.5
D	<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch				1.8			1.7				
D	<i>Cymbella ventricosa</i> Kützing						3.5		0.8		0.8	
D	<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg				0.9							
D	<i>Eunotia soleirolii</i> (Kützing) Rabenh			0.9								
D	<i>Fragilaria biceps</i> (Kützing) Lange-Bertalot										0.8	
D	<i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grunow				1.8			0.8		10.6		0.9
D	<i>Fragilaria pinnata</i> Ehrenberg			0.9								1.9
D	<i>Fragilaria rumpens</i> (Kützing) Carls			0.9		0.9	0.9	0.8	1.6			0.9
D	<i>Fragilaria</i> sp.	0.3										
D	<i>Gomphonema clevei</i> Fricke			4.4	0.9	6.2		4.1		2.4	1.6	1.9
D	<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg		0.9	1.8	3.7	1.8	1.8	1.7	1.6		0.8	0.5
D	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing		4.6	4.4		6.2	4.4		3.3			3.7
D	<i>Melosira nummuloides</i> Agardh			0.9								
D	<i>Navicula bryophila</i> Petersen										0.8	
D	<i>Navicula contenta</i> Grunow			0.9								
D	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	0.3	2.8	1.8	3.7	9.7	0.9	24.8	1.6	5.3	6.5	1.4
D	<i>Navicula ingrata</i> Krasske							0.8				
D	<i>Navicula muticoides</i> Hustedt									0.5		
D	<i>Neidium hitcbcockit</i> (Ehr.) Cleve		0.9	0.9				0.8	0.8		0.8	
D	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Simth										0.8	
D	<i>Nitzschia agnita</i> Hustedt									1		
D	<i>Nitzschia alpina</i> Hustedt					0.9						
D	<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch			0.9								
D	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow			0.9		1.8			0.8		1.6	0.9
D	<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow									0.5		
D	<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perpusilla</i> (Kützing) Grunow					0.9						
D	<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	0.3			0.9	0.9						
D	<i>Rhopalodia brebissonii</i> Krammer			0.9	1.8	0.9						
D	<i>Stephanodiscus astra</i> (Ehr.) Grunow	2.8	1.9	0.9			3.5		4.9	20.8	1.6	4.2

註： D-矽藻。

表 2. 本校荷花池 2001 年 5 月至 2002 年 3 月期間遠離荷葉採樣點之矽藻百分比頻度

類別*	年 代 藻 種 學 名 \ 日期	2001						2002				
		0501	1029	1112	1126	1210	1224	0107	0121	0204	0225	0311
D	<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing var. <i>attinis</i> (Grun.) Lange-Bertalot	1.0			9.4						4.3	
D	<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing var. <i>jackii</i> (Raben.) Lange-Bertalot	0.7										
D	<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing	3.0	2.8				6.5	12.7	6.9	21.1	4.3	16.5
D	<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing var. <i>minutissima</i> Kützing	2.0	0.9	4.7	12.2	2.6	9.3	13.7	0.9		17.1	7.9
D	<i>Aulacoseira distans</i> (Ehr.) Simonsen										0.9	
D	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen	85.4	76.9	73.6	63.3	91.2	65.4	54.9	69.8	67.2	53.1	43.8
D	<i>Bacillaria paxillifera</i> (O. F. Muller) Hendey	0.3										
D	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	3.3	0.9				0.9	1.0	0.9	1.0		1.2
D	<i>Cyclotella stelligera</i> Cleve & Grunow				2.2	0.9		4.9	0.9	1.5	1.9	4.1
D	<i>Cymbella lacustris</i> (Ag.) Cleve			3.8	2.2				0.9			
D	<i>Cymbella microcephala</i> Grunow				0.7							
D	<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch		1.9									
D	<i>Cymbella tumida</i> (Breb.) Heurck					0.9						
D	<i>Cymbella ventricosa</i> Kützing			0.9	0.7				0.9			0.4
D	<i>Eunotia arcus</i> Ehrenberg				0.7		1.9	1.0	3.4	1.0		
D	<i>Fragilaria biceps</i> (Kützing) Lange-Bertalot			0.9			0.9					0.4
D	<i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grunow						0.9		0.9	2.0		
D	<i>Fragilaria pinnata</i> Ehrenberg											0.4
D	<i>Fragilaria rumpens</i> (Kützing) Carls	0.3	1.9				3.7		3.4	1.0	0.5	3.3
D	<i>Gomphonema clevei</i> Fricke		4.6				4.7	1.0	2.6	3.9		5.0
D	<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg		1.9				2.8		0.9		3.8	0.4
D	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing			2.8	2.2	0.9		4.9			2.4	2.1
D	<i>Gomphonema</i> sp.				0.7							
D	<i>Navicula bryophila</i> Petersen									1.0	0.5	
D	<i>Navicula contenta</i> Grunow								0.9	0.5	1.4	
D	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot	0.3	5.6	6.6	2.2	1.8	2.8		6.9		1.9	1.7
D	<i>Neidium hitcbcockit</i> (Ehr.) Cleve	0.3		0.9								
D	<i>Nitzschia acicularis</i> (Kützing) W. Simth											0.8
D	<i>Nitzschia brevissima</i> Grunow		0.9									
D	<i>Nitzschia clausii</i> Hantzsch										0.5	
D	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow		1.9		1.4			1.0			1.9	2.1
D	<i>Nitzschia frustulum</i> (Kützing) Grunow											0.8
D	<i>Nitzschin microcephala</i> Grunow										1.4	
D	<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehr.) O. Mueller										0.5	
D	<i>Stephanodiscus astraea</i> (Ehr.) Grunow	3.3		5.7	2.2	1.8		4.9			3.8	9.1

註：D-矽藻。

表 3. 本校荷花池 2001 年 10 月至 2002 年 3 月期間靠近荷葉採樣點之浮游藻百分比頻度

年 代		2001					2002				
類別*	藻 種 學 名 \ 日期	1029	1112	1126	1210	1224	0107	0121	0204	0225	0311
C	<i>Cryptomonas erosa</i> var. <i>veflexa</i>				0.5	0.5				0.5	
C	<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg	7.1	4.2	6.8	2.4	3.7	1.0	0.9	2.4		1.3
D	<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing var. <i>attinis</i> (Grun.) Lange-Bertalot										0.4
D	<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing		2.1		1.4	0.5	1.5	0.5	2.4		
D	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen	53.8	55.2	33.8	28.8	38.1	62.2	65.6	44	4.7	26.3
D	<i>Cyclotella stelligera</i> Cleve & Grunow				0.5	0.5			1.2		
D	<i>Gomphonema clevei</i> Fricke					0.5					
D	<i>Gomphonema gracile</i> Ehrenberg							1.4			
D	<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing					0.5	0.5				0.4
D	<i>Navicula contenta</i> Grunow			0.5							
D	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot				0.5		5	0.5	1.2		
D	<i>Stephanodiscus astraea</i> (Ehr.) Grunow			1.4				0.9			
E	<i>Euglena gaumei</i> Allorge & Lefevre							0.5		0.5	
E	<i>Euglena geniculate</i> Duj		1	1.9	0.5	1.9					
E	<i>Lepocihclis</i> sp.		1								
E	<i>Lepocinlis marssonii</i> Lemmermann var. <i>inflata</i> Conrad			1						0.5	
E	<i>Phacus acuminatus</i> Stokes var. <i>megaparamylica</i> (Roll)	0.5									
E	<i>Phacus circulatus</i> Pochmann var. <i>circulatus</i>	0.9				0.5		0.5			
E	<i>Phacus pusillus</i> Lemmermann		1	1		0.5					
E	<i>Phacus wettsteini</i> Drezepolski				0.5						
E	<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann var. <i>truncata</i> Lemmermann	9.4		22.2							
G	<i>Crucigenia quadrata</i> Morren var. <i>quadrata</i>					1.9		5.6	19		
G	<i>Dictyosphaerium granulatum</i> Hindak				3.8						
G	<i>Elakatothrix genevensis</i> (Reverdin) Hindak					1.9					
G	<i>Furcilia</i> sp.									82.5	
G	<i>Kirchneriella contorta</i> var. <i>elogata</i> (G.M.Smith) Komarek										9.7
G	<i>Kirchneriella contorta</i> var. <i>elegans</i> (Playf.) Komarek	1.9	4.2	2.9	4.3		0.5				12.3
G	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikoff) Hindak		2.1	1	3.4	0.9	2.5			0.5	0.8
G	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komarkova-Legnerova		7.3	1.9	2.4	5.1	2	1.4	7.1	6.6	36.9
G	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen var. <i>duplex</i>	13.7		7.7	3.4					1.4	
G	<i>Pediastrum tetras</i> (Ehr.) Ralfs var. <i>tetras</i>				3.8						
G	<i>Scenedesmus carinatus</i> (Lemm.) Chodat var. <i>diagonal</i>		8.3		9.6	14.4	8	6.5	11.9	1.9	6.8
G	<i>Scenedesmus lefevrii</i> Deflandre var. <i>lefevrii</i>					0.9					
G	<i>Scenedesmus praetervisus</i> Chodat	1.9		2.9							1.7
G	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Chodat) G. M. Smith var. <i>parvus</i> G. M. Smith				1	7.4	1	0.9	2.4	0.9	2.1
G	<i>Scenedesmus smithii</i> Teiling var. <i>smithii</i>					3.7					
G	<i>Scenedesmus spinosus</i> Chodat var. <i>spinosus</i>	10.4	11.5	14.5	27.4	15.3	15.9	14.9	6		1.3
G	<i>Tetraedron gracile</i> (Reinsch) Hansgirg var. <i>gracile</i>					0.5					
G	<i>Tetraedron trigonum</i> (Naegeli.) Hansgirg var. <i>graci</i>	0.5		0.5							
G	<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schrod) Lemmermann		2.1		5.8	0.9			2.4		

註：C-隱藻、D-矽藻、E-裸藻、G-綠藻。

表 4. 本校荷花池 2001 年 10 月至 2002 年 3 月期間遠離荷葉採樣點之浮游藻百分比頻度

年 代			2001					2002				
類別*	藻 種 學 名	\ 日期	1029	1112	1126	1210	1224	0107	0121	0204	0225	0311
C	<i>Cryptomonas erosa</i> var. <i>veflexa</i>			1.5		0.5						
C	<i>Cryptomonas ovata</i> Ehrenberg		4.9		16.5	2.8					2.8	
D	<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing						3.2	2.9	0.5	3.4	1.1	0.4
D	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen		73.2	54.9	25.3	39.4	58.1	39.1	71.6	34.5	24.9	12.1
D	<i>Cymbella ventricosa</i> Kützing							0.5				
D	<i>Navicula contenta</i> Grunow			0.5								
D	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot				1							
E	<i>Euglena gaumei</i> Allorge & Lefevre			0.5		0.5						
E	<i>Euglena geniculate</i> Duj		2		2.6							
E	<i>Euglena pisciformis</i> Klebs		0.5									
E	<i>Lepocinclis marssonii</i> Lemmermann var. <i>sinensis</i> Popova		1	2							0.6	
E	<i>Lepocinclis marssonii</i> Lemmermann var. <i>inflata</i> Conrad		2					1.4				
E	<i>Phacus acuminatus</i> Stokes var. <i>megaparamylica</i> (Roll)				0.5							
E	<i>Phacus pusillus</i> Lemmermann			1								
E	<i>Phacus wettsteini</i> Drezepolski			0.5								
E	<i>Trachelomonas oblonga</i> Lemmermann var. <i>truncata</i> Lemmermann		3.9	10.3								
G	<i>Crucigenia quadrata</i> Morren var. <i>quadrata</i>											27.7
G	<i>Elakatothrix genevensis</i> (Reverdin) Hindak					1.8					1.1	
G	<i>Golenkinia paucispina</i> W. & G. S. West				0.5							
G	<i>Kirchneriella contorta</i> var. <i>elegans</i> (Playf.) Komarek							5.8			9.6	7.8
G	<i>Monoraphidium arcuatum</i> (Korshikoff) Hindak		1	2.9	0.5	1.4	3.2		1		8.5	2.2
G	<i>Monoraphidium contortum</i> (Thuret) Komarkova-Legn		5.4		1.5	4.6	9.7	10.1	3.5	27.6	42.4	34.2
G	<i>Pediastrum duplex</i> Meyen var. <i>duplex</i>			12.3		2.8						
G	<i>Scenedesmus spinosus</i> Chodat var. <i>spinosus</i>		4.4	13.2	28.4	16.5	25.8	29	6	27.6	6.8	5.2
G	<i>Scenedesmus carinatus</i> (Lemm.) chodat var. <i>diagonal</i>		2		18.6	22		5.8	15.9			8.7
G	<i>Scenedesmus praetervisus</i> Chodat				2.6	2.8		5.8				
G	<i>Scenedesmus quadricauda</i> (Chodat) G. M. Smith var. <i>parvus</i> G. M. Smith								1	6.9	2.3	
G	<i>Scenedesmus smithii</i> Teiling var. <i>smithii</i>				2.1							
G	<i>Scenedesmus sooi</i> Hortobagyi var. <i>sooi</i>					0.9						
G	<i>Scenedesmus</i> sp.					1.8						1.7
G	<i>Staurastrum tetracerum</i> (Kütz.) Ralfs var. <i>tetrac</i>					0.5						
G	<i>Tetraedron trigonum</i> (Naegeli.) Hansgirg var. <i>graci</i>			0.5								
G	<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i> (Schrod) Lemmermann					1.8						

註：C-隱藻、D-矽藻、E-裸藻、G-綠藻。

表 5. 本校荷花池底泥之矽藻百分比頻度

類別*	藻種學名	底泥深度				
		D1CM	D4CM	D7CM	D10CM	D13CM
D	<i>Achnanthes coarctata</i> (Breb.) Grunow	0.5				
D	<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.) Grunow			0.5		1.0
D	<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing var. <i>attinis</i> (Grun.) Lange-Bertalot		7.73	0.5	0.5	
D	<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing	13.0	4.8	1.5	8.5	7.8
D	<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing var. <i>minutissima</i> Kützing	42.0	11.6	9.4	26.9	25.7
D	<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen	32.0	51.7	50.0	47.8	54.4
D	<i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Cleve					0.5
D	<i>Caloneis</i> sp.		1.0			
D	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	0.5	1.0			1.5
D	<i>Cyclotella radiosa</i> Grunow Lemmerman	2.0	0.0			1.9
D	<i>Cyclotella stelligera</i> Cleve & Grunow	4.5	2.4	9.9	5.0	1.0
D	<i>Cymbella lacustris</i> (Ag.) Cleve		0.5	2.0	0.5	1.0
D	<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehr.) Van. Heurck		1.9			
D	<i>Cymbella ventricosa</i> Kützing	1.0	1.0			1.0
D	<i>Epithemia cistula</i> (Ehr.) Ralfs		1.0			0.5
D	<i>Eunotia soleirolii</i> (Kützing) Rabenh		0.5			
D	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>amphicephala</i> (Grun.) Lange-Bertalot	0.5	0.0		2.5	0.5
D	<i>Fragilaria pinnata</i> Ehrenberg var. <i>pinnata</i> Ehrenberg	1.0	0	0.5		0.5
D	<i>Fragilaria rumpens</i> (Kützing) Carls		1.0			0.5
D	<i>Fragilaria</i> sp.		2.4			0.0
D	<i>Gomphonema angustum</i> Agardh					0.5
D	<i>Navicula cari</i> Ehrenberg					0.5
D	<i>Navicula contenta</i> Grunow	1.0		1.0		
D	<i>Navicula cryptotenella</i> Lange-Bertalot		0.5	21.3	3.0	0.5
D	<i>Neidium hitchcockii</i> (Ehr.) Cleve		1.0		0.5	0.5
D	<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow	0.5				
D	<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	0.5				0.5
D	<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>perpusilla</i> (Kützing) Grunow			0.5	2.0	
D	<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow	0.5				
D	<i>Pinnularia maior</i> (Kützing) Rabenh	0.5	1.0			
D	<i>Stephanodiscus astraea</i> (Ehr.) Grunow		9.2	3.0	3.0	

註：D-矽藻。

表 6. 本校荷花池水質腐水度指標之藻種指標值(S)和其指標權重值(G)

藻種學名	G	S
<i>Achnanthes coarctata</i> (Breb.) Grunow		0.10
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.) Grunow	2	0.75
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing	2	1.45
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing var. <i>minutissima</i> Kützing	2	1.45
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen	4	1.80
<i>Bacillaria paxillifera</i> (O. F. Muller) Hendey	4	2.80
<i>Caloneis bacillum</i> (Grun.) Cleve	3	0.40
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	3	2.60
<i>Cymbella lacustris</i> (Ag.) Cleve	5	1.90
<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehr.) Van. Heurck	5	1.90
<i>Cymbella ventricosa</i> Kützing	1	1.35
<i>Fragilaria biceps</i> (Kützing) Lange-Bertalot	3	1.15
<i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grunow		2.00
<i>Gomphonema clevei</i> Fricke	4	0.30
<i>Gomphonema parvulum</i> (Kützing) Kützing	1	1.95
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow	3	1.40
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	3	1.50
<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow	3	2.75
<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	4	0.20
<i>Pinnularia maior</i> (Kützing) Rabenh	5	2.10
<i>Stephanodiscus astraea</i> (Ehr.) Grunow	3	1.40

表 7. 本校荷花池矽藻之酸鹼值屬性

藻種學名	pH
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Breb.) Grunow	alp
<i>Achnanthes minutissima</i> Kützing var. <i>minutissima</i> Kützing	cir
<i>Aulacoseira italica</i> (Ehr.) Kützing	cir-alp
<i>Aulacoseira granulata</i> (Ehr.) Simonsen	cir
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	cir
<i>Cyclotella stelligera</i> Cleve & Grunow	cir
<i>Epithemia cistula</i> (Ehr.) Ralfs	acp
<i>Eunotia soleirolii</i> (Kützing) Rabenh	acp
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehrenberg var. <i>pinnata</i> Ehrenberg	alp
<i>Nitzschia fonticola</i> Grunow	alp
<i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow	alp
<i>Nitzschia paleacea</i> Grunow	cir

註：alp-鹼性、cir-中性、acp-酸性。

表 8. 靠近荷葉之各門藻類總量計數表

類別*日期	1029	1112	1126	1210	1224	0107	0121	0204	0225	0311
C	15	4	14	6	9	2	2	2	1	3
D	114	55	74	65	86	139	148	41	10	64
E	23	3	54	2	6	0	2	0	2	86
G	60	34	65	135	114	60	63	41	199	169

註：C-隱藻、D-矽藻、E-裸藻、G-綠藻。

表 9. 遠離荷葉之各門藻類總量計數表

類別*日期	1029	1112	1126	1210	1224	0107	0121	0204	0225	0311
C	10	3	32	7	0	0	0	0	5	57
D	150	113	51	86	19	29	146	11	46	29
E	19	29	6	1	0	1	0	0	1	57
G	26	59	105	124	12	39	55	18	125	202

註：C-隱藻、D-矽藻、E-裸藻、G-綠藻。

圖

10 μm

C 隱藻



圖 1-1 *Cryptomonas erosa* var. *veflexa*
隱藻屬



圖 1-2 *Cryptomonas ovata* Ehrenberg
隱藻屬

圖 1. 隱藻

D 矽藻



圖 2-1 *Achnanthes lanceolata* (Berb.)
Grunow 曲殼藻屬

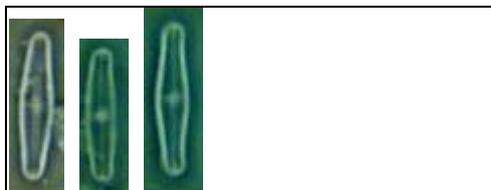


圖 2-2 *Achnanthes minutissima*
Kützing 曲殼藻屬



圖 2-3 *Achnanthes subhudsonis*
Hustedt 曲殼藻屬

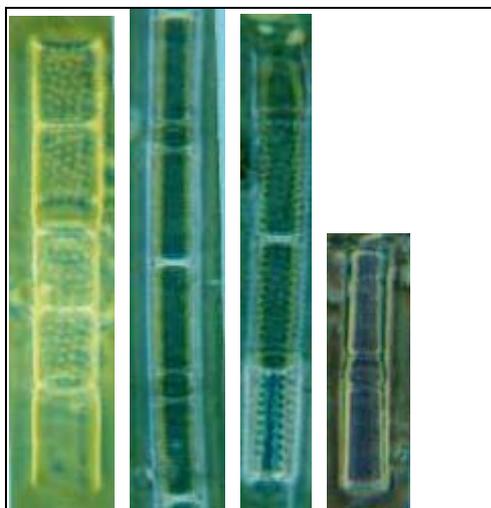


圖 2-4 *Aulacoseira granulata* (Ehr.)
Simonsen 直鏈藻屬



圖 2-5 *Attheya zachariasii* Brunow
四棘藻屬

圖 2. 矽藻 (2-1 ~ 2-5)

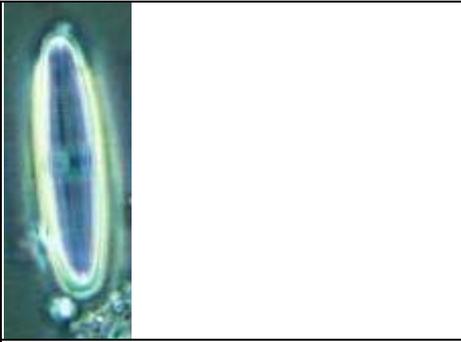


圖 2-6 *Caloneis bacillum* (Grun.)
Cleve 美壁藻屬



圖 2-7 *Caloneis hyalina* Hustedt
美壁藻屬

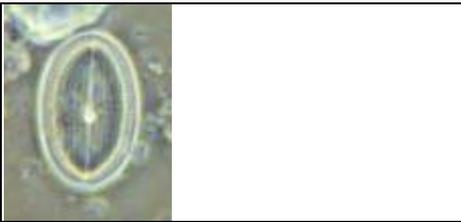


圖 2-8 *Cocconeis placentula* (Ehr.)
Hustedt 卵形藻屬



圖 2-9 *Cyclotella meneghiniana*
Kützing 小環藻屬



圖 2-10 *Cyclotella stelligera*
Cleve & Grunow 小環藻屬



圖 2-11 *Cymbella lacustris* (Ag.)
Cleve 橋灣藻屬



圖 2-12 *Cymbella lanceolata* (Ehr.) Van. Heurck
橋灣藻屬

圖 2. 矽藻 (2-6 ~ 2-12)



圖 2-13 *Cymbella microcephala*
Grunow 橋灣藻屬

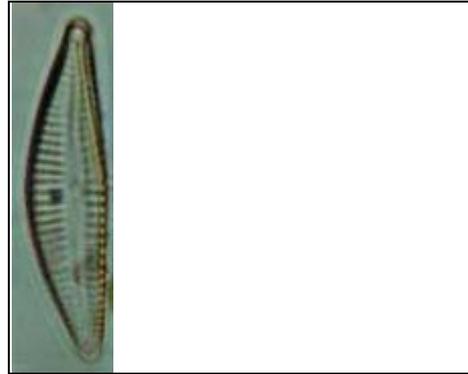


圖 2-14 *Cymbella silesiaca* Bleisch
橋灣藻屬

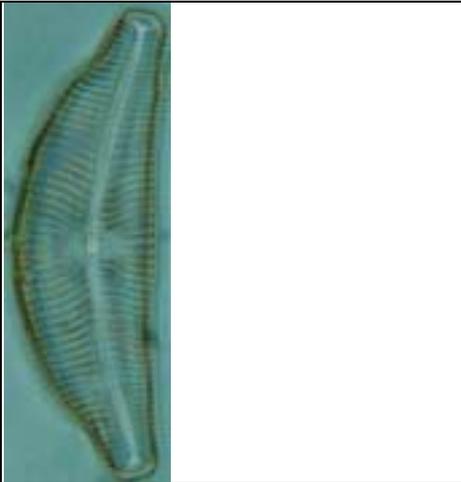


圖 2-15 *Cymbella tumida* (Breb.)
Heurck 橋灣藻屬

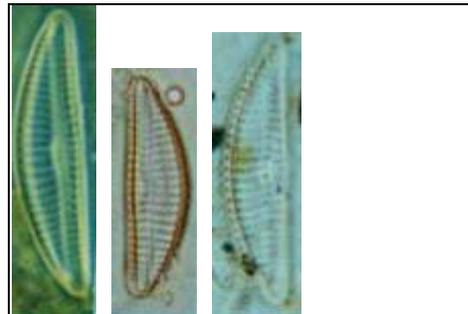


圖 2-16 *Cymbella ventricosa*
Kützing 橋灣藻屬



圖 2-17 *Denticula* sp. 細齒藻屬

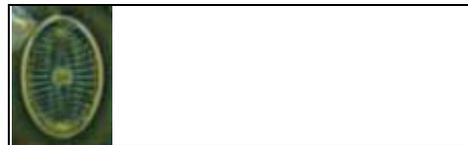


圖 2-18 *Diploneis subovalis*
(Cleve) 雙壁藻屬



圖 2-19 *Eunotia arcus* Ehrenberg 短縫藻屬



圖 2-20 *Fragilaria biceps* (Kütz.) Lange-Bertalot 脆桿藻屬

圖 2. 矽藻 (2-13 ~ 2-20)



圖 2-21 *Fragilaria capucina* Desm.
脆桿藻屬

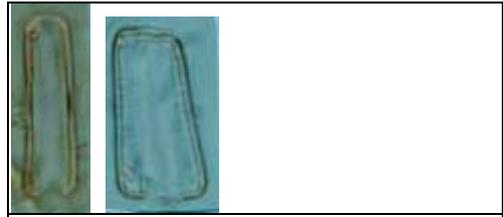


圖 2-22 *Fragilaria construens* (Ehr.)
Grunow 脆桿藻屬



圖 2-23 *Fragilaria pinnata* Ehrenberg
var. *pinnata* Ehrenberg
脆桿藻屬

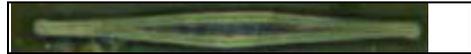


圖 2-24 *Fragilaria rumpens*
(Kützing) Carls 脆桿藻屬

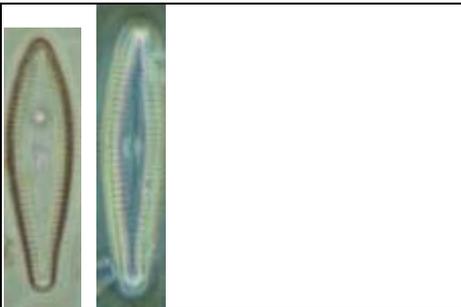


圖 2-25 *Gomphonema clevei*
Fricke
異極藻屬

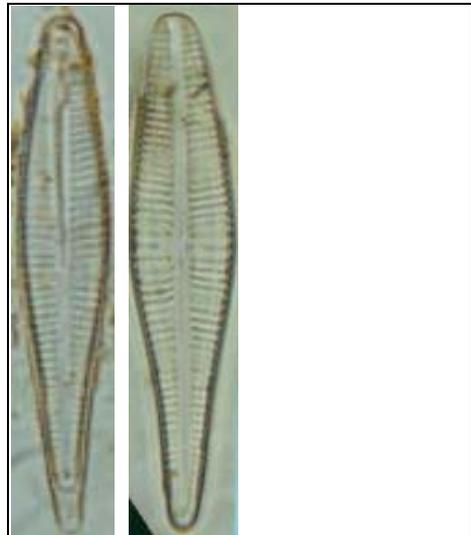


圖 2-26 *Gomphonema gracile*
Ehrenberg 異極藻屬

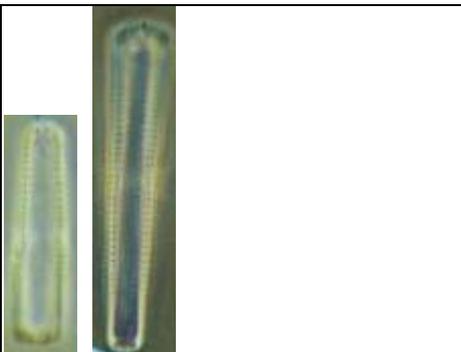


圖 2-27 *Gomphonema parvulum*
(Kützing) Kützing 異極藻屬



圖 2-28 *Melosira nummuloides*
Agardh
直鏈藻屬

圖 2. 矽藻 (2-21 ~ 2-28)



圖 2-29 *Navicula absoluta* Hustedt
舟形藻屬



圖 2-30 *Navicula bryophila* Petersen
舟形藻屬



圖 2-31 *Navicula brockmannii* Hustedt
舟形藻屬



圖 2-32 *Navicula contenta* Grunow
舟形藻屬

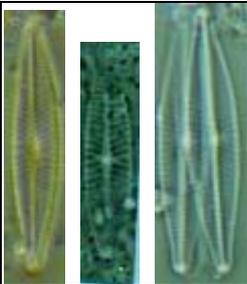


圖 2-33 *Navicula cryptotenella*
Lange-Bertalot 舟形藻屬



圖 2-34 *Navicula ingrata* Krasske
舟形藻屬



圖 2-35 *Navicula menisculus* Schumann
var. *menisculus* 舟形藻屬



圖 2-36 *Navicula neoventricosa* Hustedt
舟形藻屬

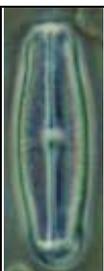


圖 2-37 *Navicula pupula* Kützing var.
pupula 舟形藻屬

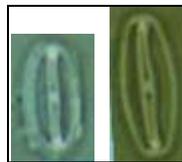


圖 2-38 *Navicula pygmaea* Kützing
舟形藻屬

圖 2. 矽藻 (2-29 ~ 2-38)



圖 2-39 *Navicula* sp. 舟形藻屬



圖 2-41 *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W.Smith 菱形藻屬

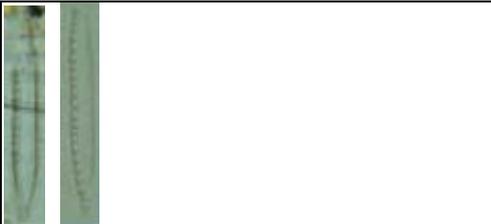


圖 2-42 *Nitzschia alpina* Hustedt
菱形藻屬

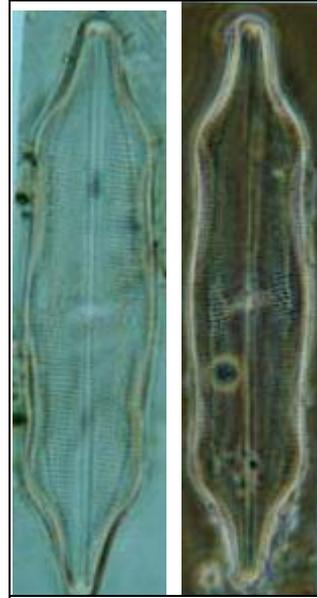


圖 2-40 *Neidium hitchcockii* (Ehr.)
Cleve 長筧藻屬



圖 2-43 *Nitzschia brevissima* Grunow
菱形藻屬



圖 2-44 *Nitzschia capitellate* Hustedt
菱形藻屬



圖 2-45 *Nitzschia clausii*
Hantzsch 菱形藻屬



圖 2-46 *Nitzschia dissipata* (Kütz.) Grunow 菱形藻屬



圖 2-47 *Nitzschia fonticola* Grunow
菱形藻屬



圖 2-48 *Nitzschia frustulum* (Kützing)
Grunow 菱形藻屬

圖 2. 矽藻 (2-39 ~ 2-48)



圖 2-49 *Nitzschia frustulum*
var. *perpusilla* (Kützing)
Grunow 菱形藻屬



圖 2-50 *Nitzschia palea* (Kützing)
W. Smith 菱形藻屬



圖 2-51 *Nitzschia sigmoidea* (Nitz.)
W. Smith (側面) 菱形藻屬



圖 2-52 *Nitzschia socialis* Gregory 菱形藻屬



圖 2-53 *Pinnularia appendiculata*
(Ag.) Cleve 羽紋藻屬



圖 2-54 *Pinnularia gibba* Ehrenberg 羽紋藻屬

圖 2. 矽藻 (2-49 ~ 2-54)



圖 2-55 *Pinnularia viridis* (Nitz.) Ehrenberg 羽紋藻屬



圖 2-56 *Rhopalodia brebissonii*
Krammer
棒杆藻屬



圖 2-57 *Stephanodiscus astraea* (Ehr.)
Grunow 冠盤藻屬

圖 2. 矽藻 (2-55 ~ 2-57)

E 裸藻



圖 3-1 *Euglena gaumei* Allorge & Lefevre
裸藻屬



圖 3-2 *Euglena geniculata* Duj 裸藻屬

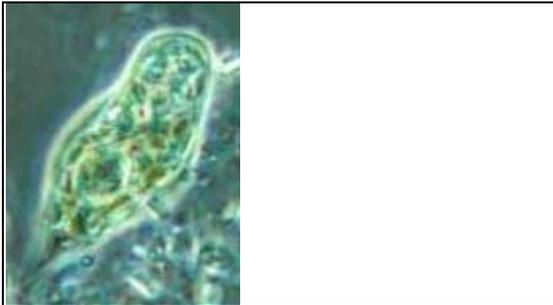


圖 3-3 *Euglena viridis* Ehrenberg 裸藻屬



圖 3-4 *Lepocinclis marssonii* Lemmermann
var. *sinensis* Popova 鱗孔藻屬

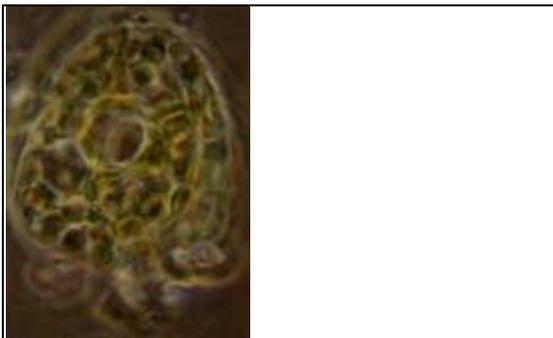


圖 3-5 *Phacus acuminatus* Stokes
var. *megaparamylica* (Roll)
Huber-Pestalozzi 扁裸藻屬

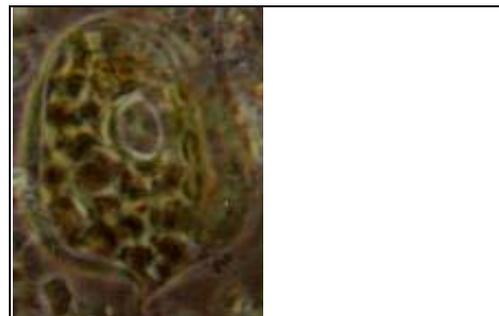


圖 3-6 *Phacus circulatus* Pochmann
var. *circulatus* 扁裸藻屬

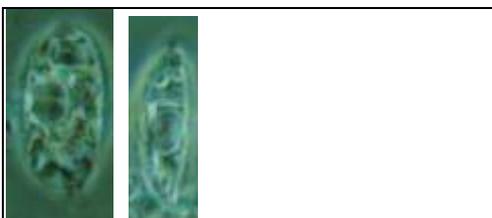


圖 3-7 *Phacus pusillus* Lemmermann
扁裸藻屬



圖 3-8 *Trachelomonas oblonga* Lemmermann
var. *truncata* Lemmermann 囊裸藻屬

圖 3. 裸藻 (3-1 ~ 3-8)

G 綠藻

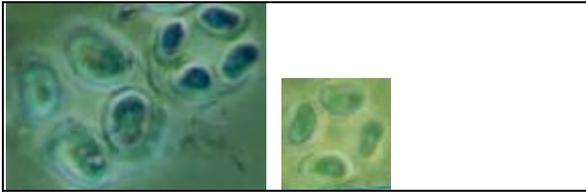


圖 4-1 *Crucigenia mucronata* (Smith)
Komarek var. *mucronata* 十字藻屬

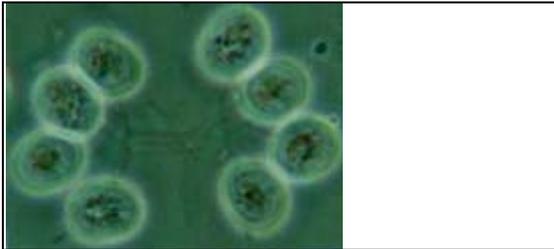


圖 4-3 *Dictyosphaerium granulatum*
Hindak 膠網藻屬



圖 4-5 *Golenkinia paucispina*
W. & G. S. West 多芒藻屬



圖 4-6 *Kirchneriella contorta* var. *elegans*
(Playf.) Karek 蹄形藻屬

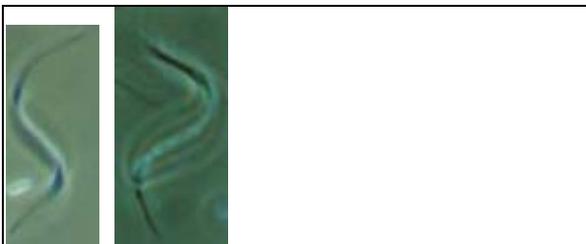


圖 4-8 *Monoraphidium contortum* (Thuret)
Komarkova-Legnerova 單殼縫目



圖 4-2 *Crucigenia quadrata* Morren
var. *quadrata* 十字藻屬

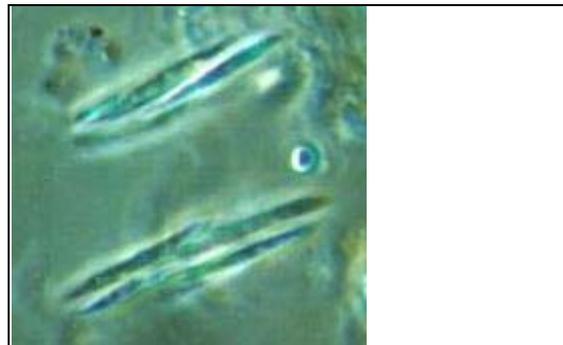


圖 4-4 *Elakatothrix genevensis* (Reverdin)
Hindak 紡錘藻屬



圖 4-7 *Monoraphidium arcuatum*
(Korshikoff) Hindak 單殼縫目

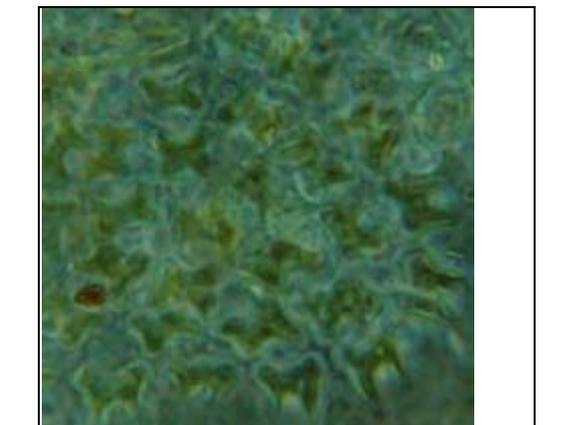


圖 4-9 *Pediastrum duplex* Meyen
var. *duplex* 盤星藻屬

圖 4. 綠藻 (4-1 ~ 4-9)

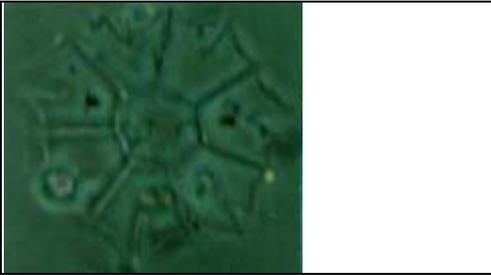


圖 4-10 *Pediastrum tetras* (Ehr.)
Ralfs var. *tetras* 盤星藻屬



圖 4-12 *Scenedesmus praetervisus*
Chodat 柵藻屬



圖 4-14 *Scenedesmus smithii* Teiling
var. *smithii* 柵藻屬



圖 4-16 *Scenedesmus spinosus* Chodat
var. *spinosus* 柵藻屬

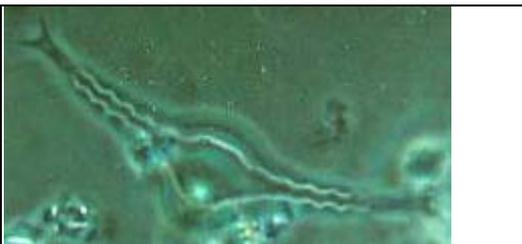


圖 4-18 *Staurostrum tetracerum*
(Kützing)
Ralfs var. *tetracerum* 鼓藻屬

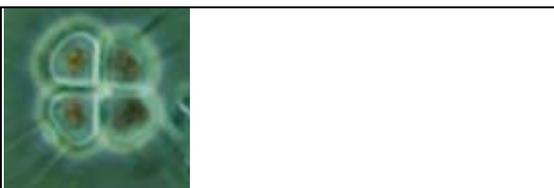


圖 4-19 *Tetrastrum staurogeniaeforme*
(Schrod) Lemmermann 四星藻屬



圖 4-11 *Scenedesmus carinatus* (Lemm.)
Chodat var. *diagonal* Shen 柵藻屬



圖 4-13 *Scenedesmus quadricauda*
(Chodat) G. M. Smith var. *parvus*
G. M. Smith 柵藻屬



圖 4-15 *Scenedesmus spinulatus* Biswas
柵藻屬



圖 4-17 *Scenedesmus sooi* Hortobagyi
var. *sooi* 柵藻屬



圖 4-20 *Tetraedron trigonum* (Naegeli)
Hansgirg var. *gracile* (Reinslch)
De Toni 四星藻屬

圖 4. 綠藻 (4-10 ~ 4-20)

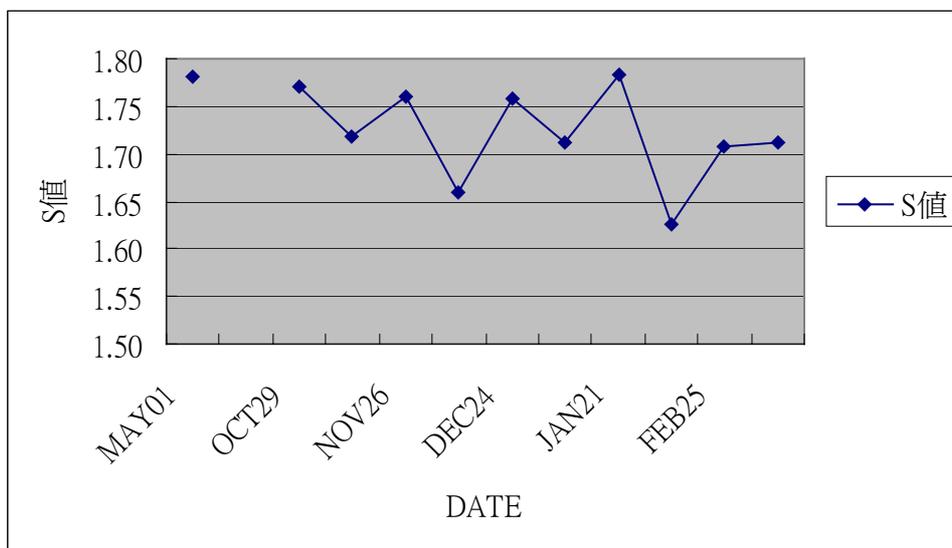


圖 5.本校荷花池 2001 年 5 月至 2002 年 3 月期間靠近荷葉採樣點之矽藻腐水度(S)值之折線圖

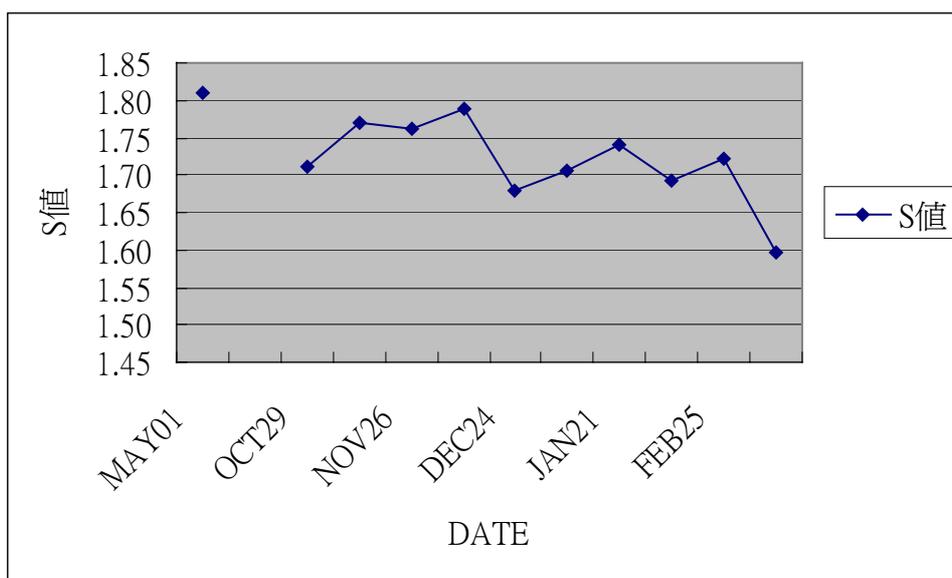


圖 6.本校荷花池 2001 年 5 月至 2002 年 3 月期間遠離荷葉採樣點之矽藻腐水度(S)值之折線圖

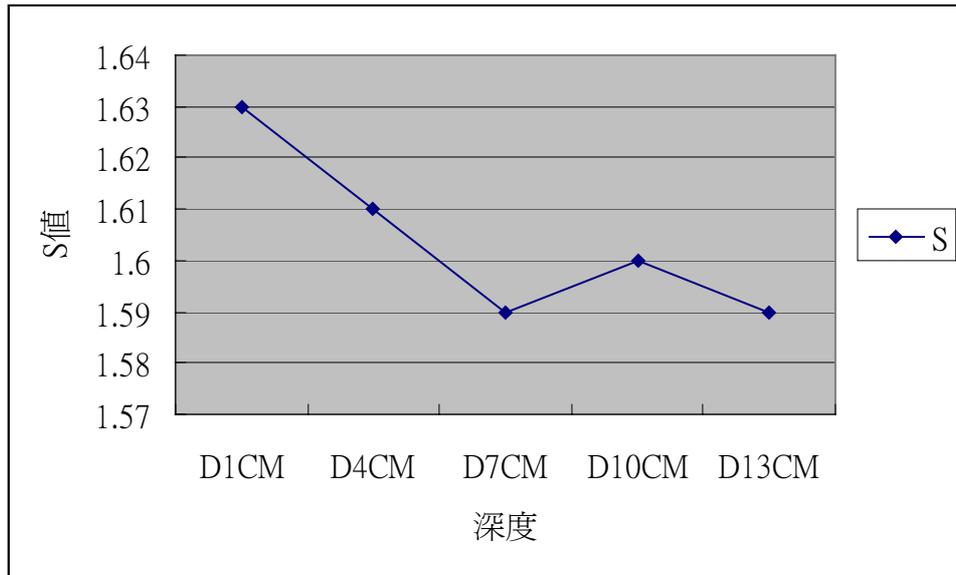


圖 7. 本校荷花池不同底泥深度之矽藻腐水度(S)值之折線圖

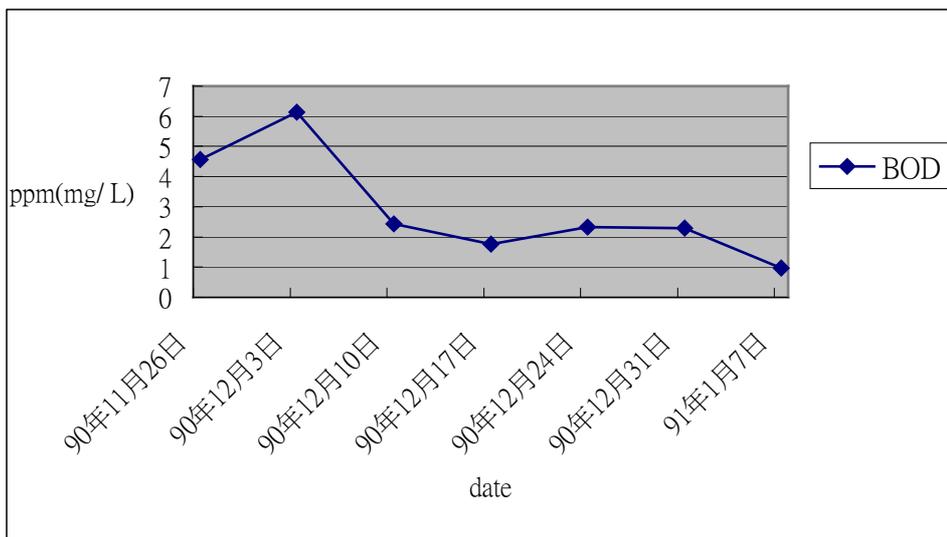


圖 8. 風災後，靠近荷葉採樣點生化需氧量(BOD)之折線圖

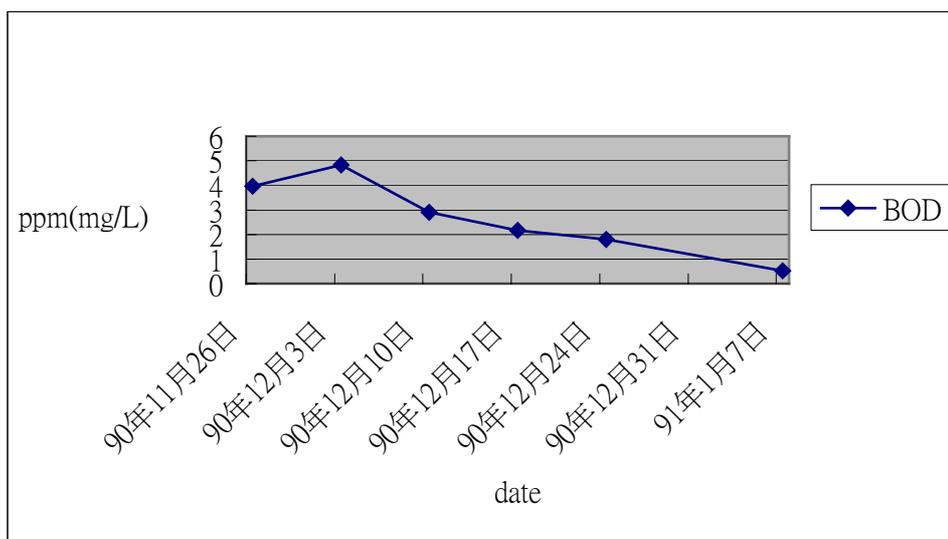


圖 9. 風災後，遠離荷葉採樣點生化需氧量(BOD)之折線圖

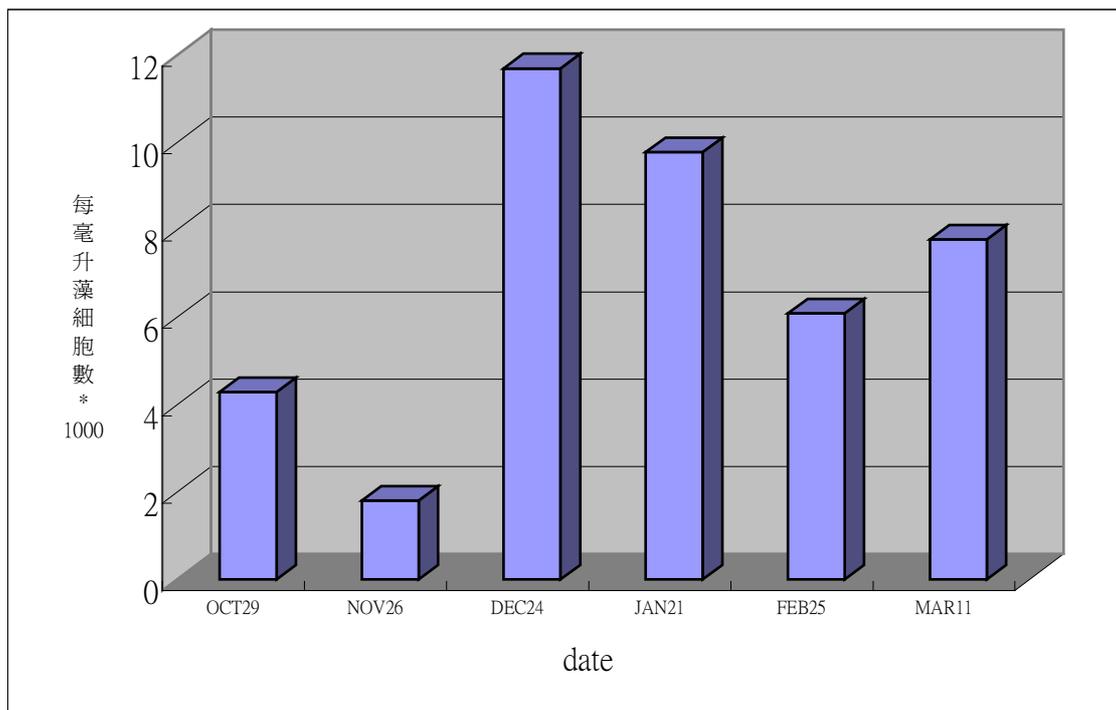


圖 10.風災後，2001 年 10 月至 2002 年 3 月期間靠近荷葉採樣點之藻類密度(隻 * 1000/ml)

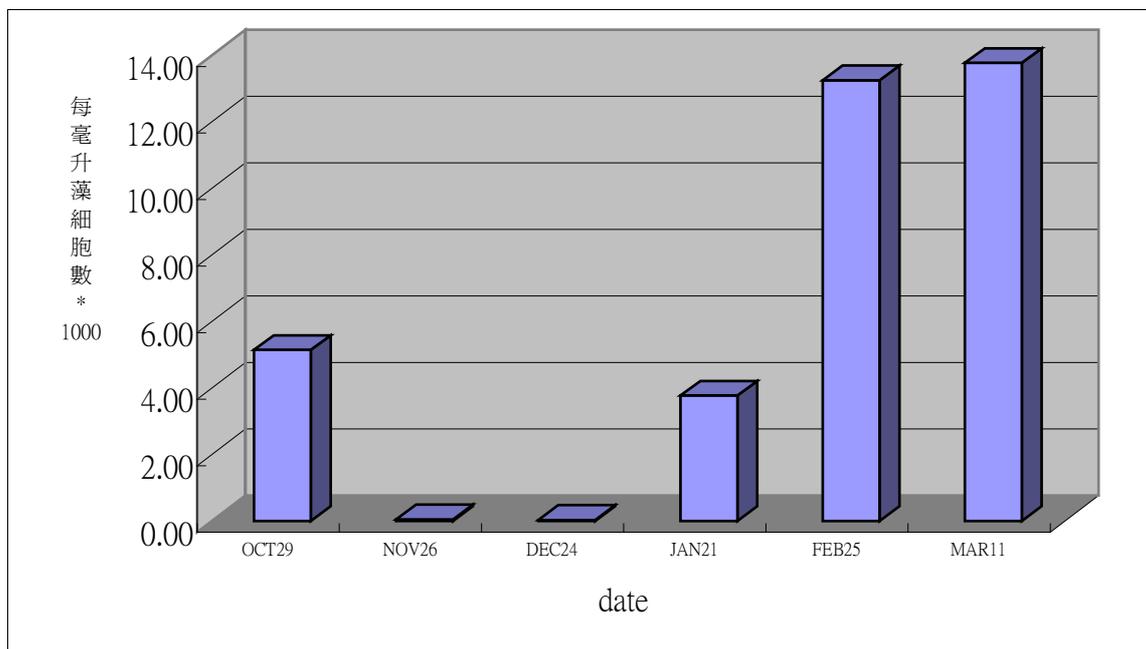


圖 11.風災後，2001 年 10 月至 2002 年 3 月期間遠離荷葉採樣點之藻類密度(隻 * 1000/ml)

致 謝

這份報告的完成，首先要感謝的是我們的指導老師老師費盡心力的教導、指正。並有學校設備組組長、技佐李阿姨、高先生和其他生物老師的指導和幫助。還有工友武雄伯伯捨身下池為我們採水樣。和同學家長在百忙之中還特地抽空載我們到中研院。

另外，因學校的三眼顯微鏡之解析度欠佳下，故時常藉助於中央研究院植物所 4xx室，包括吳教授於各方面給予我們的意見、指導及協助和實驗室裡大哥、大姊們的不吝指導，在此特別感謝！

更是感謝學校開授「專題研究」課程，讓我們能實際學習科學實驗流程，且有機會嘗試發展自己的想法與課業內容的驗證，使我們體驗到另一種學習的方式，真是獲益良多！

附 錄

附表 1. 大直、至德和實踐三處水樣的檢測結果其中五項製表

	PH 值	溶氧量 (DO) (mg/L)	生化需氧量(BOD ₅) (ml/L)	懸浮固體 (SS) (mg/L)	大腸桿菌群 (CFU/100ml)
大直	7.12	5.21	2.03	41	300
至德	7.20	5.81	5.81	75	1400
實踐	7.27	6.41	4.00	23	200

附表 2. 環保署地面水體分類水質標準（保護生活環境相關環境基準）

分 級	基準值						
	氫離子濃度 指數(PH)	溶氧量 (DO) (ml/L)	生化需氧量 (BOD) (mg/L)	懸浮固體 (SS)(mg/L)	大腸桿菌群 (CFU/100ml)	氨氮 (NH ₃ -N) (mg/L)	總磷(TP) (mg/L)
甲	6.5-8.5	6.5 以上	1 以下	25 以下	50 個以下	0.1 以下	0.02 以下
乙	6.0-9.0	5.5 以上	2 以下	25 以下	5,000 個以下	0.3 以下	0.05 以下
丙	6.0-9.0	4.5 以上	4 以下	40 以下	10,000 個以下	0.3 以下	—
丁	6.0-9.0	3 以上	—	100 以下	—	—	—
戊	6.0-9.0	2 以上	—	無漂浮物 且無油污	—	—	—

附表 3. 陸域地面水體（河川、湖泊）

	陸域地面水體分類	適用性
大直	丙類	適用於三級公共用水、二級水產用水、一級工業用水及丁類、戊類陸域地面水體。
至德	丁類	適用於灌溉用水、二級工業用水及環境保育。
實踐	丙類	適用於三級公共用水、二級水產用水、一級工業用水及丁類、戊類陸域地面水體。
附註	<p>三級公共用水 Tertiary public water supply 指經活性碳吸附、離子交換、逆滲透等特殊或高度處理可供公共給水之水源。</p> <p>二級水產用水 Secondary aquacultural water supply 在陸域地面水體，指可供鱸魚、草魚及貝類培養用水之水源；在海域水體，指虱目魚、烏魚及龍鬚菜培養用水之水源。</p> <p>一級工業用水 Primary industrial water supply 指可供製造用水之水源。</p> <p>二級工業用水 Secondary industrial water supply 指可供冷卻用水之水源。</p>	

附表 4.S 腐水值範圍（文獻 2）

範圍	0.5<S<1.5	1.5<S<2.5	2.5<S<3.5	S>3.5
水質情況	貧腐	β -中腐	α -中腐	強腐

附 圖



附圖 1. 網撈採樣過程

心 得

從高一到高二，從專題研究一路走到科學展覽，整整超過一年半的時間，從一開始看不到藻類、幾經過濾，遍嚐各種方式而不得其門而入，努力和得到的成果永遠不成比例！輾轉詢問到中研院的吳教授才得到方法！隨後的水樣測量，包括 pH 值、溫度、光度(數據未列出)，和藻類的辨識、照相，原本可直接利用學校實驗室裡的三眼顯微鏡設備，但其解析度差了不少，所以，之後每天除了功課以外，我們的生活不外乎就是學校—中研院兩頭跑，更別說是荷花池了，不論是炎熱的夏天或寒冷的冬天；黃濁的水或是清澈的水，我們都必須親手下去採水樣，實驗更是不分假日的進行；到了交報告的時候，就連日夜也都不分！不過，看著我們圖文並茂的辛苦結晶出爐時，就算再累再困難也值得了。其實我們最感到不適的，並不是實驗本身的困難及繁雜，而是對於要一直麻煩人家感到不好意思，尤其是學校老師和中研院植物所 4xx 室的教授及裡面的助理或研究生等哥哥姐姐們，我們常常問到連自己都覺得很煩了，但是大家對於我們的問題還是很有耐心的回答和教導，使我們由衷的感激，或許也是這個原因，讓我們覺得有辦法能繼續實驗就是天大的幸福了，而不敢抱怨。

在這個實驗當中，我們利用環境指標生物的方法來評估水池的環境，其中，也讓我們深刻的體會到鑑別物種的困難度，尤其是那摸不到的微生物，只能用細微的觀察(放大 1000 倍)和比較來區別時，又更增加了鑑別的困難度。另外，分類和中文名上的確認工作，也使我們明瞭——「分類學」是一項只有極少數研究者願意投入物種分析、比對、鑑定、……之浩大工程。

經過這兩年來的研究歷程，我們確實**實踐科學方法的流程**，認知**科學的嚴謹與生物多樣性的博大**——目前已鑑定校園荷花池(應更名為睡蓮塘)內的藻種數量將近 90 種，並將其製成屬於本校水池的**藻類圖鑑**！遺憾的是，由於時間有限，我們沒有多餘的時間對營養鹽及藻類之間的關係多加著墨，只能由藻種的出現頻度推斷水質的演變。這是我們上高中以來最偉大的成就，日後如有機會，我們將會很榮幸地繼續鑽研，並樂於成為生物科技的一份子！