

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生物科

030315

嘉義縣立六嘉國民中學

指導老師姓名

林子欽

作者姓名

侯有原

楊怡真

侯東億

李珣靜

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生物科
組 別：國中組
作品名稱：水中『藻』寶
關鍵詞：藻類

壹、摘要

經由實驗觀察我們發現池水中的藻類在陰暗處靜置後會有自然沈降的現象，利用這個特點可以很方便的收集藻類進行藻類的觀察，這也解決上學期我們在進行水中小生物實驗觀察時不容易找到他們的問題；藻類因具有葉綠素呈綠色因此在顯微鏡下很容易觀察到，在這次的實驗中我們認識了 25 種藻類，涵蓋原生生物界中的綠藻門、裸藻門及金黃藻門的藻類。

藻類數量的觀察是進行藻類實驗時最基本的課題，經過大家討論及老師的建議我們採用顯微鏡進行視野內藻類數量的估計，先以放大 100 倍率觀察紀錄視野中藻類的種類，再以 400 倍率隨機挑選五個視野觀察藻類數目，平均後以此估計每 ml 樣本中有多少個藻類來作為比較的依據，但此方法不僅費時且存在很大的誤差，為了有比較的標準且尋找一種更簡易方便的方法估計藻類數量，我們想到利用光線對藻類生長影響實驗中池水混濁度和藻類數量成正比的關係，我們將自製濁度計加以改良除去人為主觀的因素，做為監控藻類生長的工具。

由實驗發現藻類的生長繁殖受到溫度、光線、無機營養鹽及有機物的影響很大，池塘中的藻類在池塘生態系中扮演著生產者的角色，藻類不僅是水中小動物的食物，更是大氣中氧氣的製造者，所以水中自然不能沒有它們，但是如果藻類繁殖太多，藻類死亡後由細菌分解用掉大量的氧氣，則對於其他生物亦有不好的影響，由實驗得知目前潭墘村的池塘污染主要是家庭有機污染源，因此研擬減少池水的污染並維護生態平衡將是一個重要的課題。

貳、研究動機

在我們居住的潭墘村有 5 個池塘彼此相連，池水終年呈現深綠色，這和我們喝的水似乎不同，再仔細觀察五個池塘的池水顏色也有差異，實驗課時我將池水帶到學校想看看池塘裡有什麼小生物？可能對於顯微鏡的操作及取水的技巧不熟悉因此除了發現水蚤外並沒有發現其他小生物，在好奇心驅使下我們想和老師一起來探索，認識這些水中的綠精靈。

老師引導我們查詢文獻資料，發現了許多以前不認識的水中小生物，除了試著利用查詢的資料認識這些生物外，我們更進一步探討實驗過程所遇到的問題，希望對這些水中的綠精靈能有進一步的瞭解。

參、研究目的

1. 認識池水中的藻類
2. 研究影響藻類沈降的因素
3. 研究估計池水中藻類數量的可行方式與簡易監控方法
4. 探討影響水中藻類生長的因素

肆、實驗研究器材與藥品

1. 採集用：自製採樣瓶、溫度計、燒杯、裝水瓶、橡膠手套、pH 儀、竹竿、皮尺、TDS 測量儀。
2. 攝影及實驗觀察用：數位照相機、光學顯微鏡（100~1000x）、錐形瓶、鋁箔紙、滴管、天平、自製濁度計、燒杯、量筒。
3. 整理分析：電腦

肆、研究過程及方法

一、認識池水中的藻類

（一）採樣

1. 尋找最適的採樣時間：首先我們想瞭解何時取水較佳，因此利用星期六時間選定四個時段上午五點、中午十二點、下午五時及晚上十時至潭墘村池塘取水，取水後除晚上十時隔天觀察外皆立即觀察，比較藻類種類和數目，實驗後發現藻類種類和數目中午 > 傍晚 > 晚上 > 早上，因此我們固定於假日上午 10:00 至 12:00 或平時下課後 17:30 前往取樣。
2. 取樣方式為每次前往池塘取樣皆取固定的 A、B 二點，以自製採樣器撈取水面下池水各二公升。
3. 採樣調查地點：本實驗的採樣地點屬於靜止水域，採樣池塘位於潭墘村，因有大小五個池塘相連採樣方便。（如下圖一所示）



圖一 標示實驗採樣池塘所在的位置（池王廟），我們幾位同學的家就在附近，潭墘村因村內大小池塘林立而有此名，主要的池塘分佈於活動中心旁，一共有五個池塘彼此相連



圖二 潭墘村內1號池塘，是我們觀察池塘中最大的，池塘底部邊緣有許多石塊



圖三 潭墘村內3號池塘，池塘底部屬於土壤底層，在1號池塘的左側

4.採樣日期如下所示：

時間	取樣地點	水質紀錄	棲地觀察描述
2月29日	學校旁農田 灌溉水圳	pH 值=8.5 水溫 23°C	◎水圳內水流湍急，水質澄清和一般的池塘不相同。 ◎在顯微鏡下觀察發現矽藻，但數量少。
3月13日	1號池塘	pH 值=8.8 水溫 26°C 澄清晰度 42ml	◎池塘水面呈青綠色，觀察 1 號池塘周圍有村民居住；池塘以養殖魚類為主，養殖時間已經 1 年 ◎因學長培育爺爺身體不舒服決定不養了。
3月18日	1號池塘	pH 值=8.7 水溫 21°C 澄清晰度 23ml	◎池塘水位下降，水深：21.5 公分，在 b 點發現水面漂流死雞，岸邊有垃圾漂流。
	2號池塘	pH 值=9.5 水溫 21°C	◎2 號池塘已經棄養 1 個多月，過年期間原本飼養蝦子因缺氧而死，目前為止剩下吳郭魚，岸邊有福壽螺的屍體；水深：15 公分但發現水面有一層藻類並有臭味，經顯微鏡觀察為銅綠微囊藻。
4月7日	2號池塘	pH 值=8.3 水溫 25.5°C 澄清晰度 27ml	◎3 月 22 日學長培育家將 1 號池水抽至 3 號池塘 ◎3 月 27 日 2 號池塘已由鄰居引水飼養魚類，池水水位變高，有人垂釣
4月22日	1號池塘	pH 值=9.2 水溫 32.5°C 澄清晰度 17ml	◎4 月 21 日 1、3 號池塘開始注水，水的來源為抽取地下水，池水水位低水面上浮有一層綠色的藻類，經顯微鏡觀察以矽藻居多。
4月26日	1號池塘	pH 值=8.5 水溫 29°C 澄清晰度 > 100ml T.D.S：589ppm	◎4 月 26 日 1、3 號池塘持續注水，水深：15 公分，取水地點附近聞起來臭臭的，旁邊有垃圾，水面有油污，也有很多蚊子。
4月29日	1號池塘	pH 值=8.6 澄清晰度 > 100ml 水溫 27°C T.D.S：569ppm	◎旁邊有垃圾，池水呈現淡綠色，水面有漂浮綠色藻類，水深：15 公分。
5月1日	1號池塘	pH 值=8.9 澄清晰度=46ml T.D.S：477ppm 水溫 33°C	◎旁邊有垃圾，池塘持續注水，水深：25 公分。
6月5日	1號池塘	早上 05：20	pH 值=9.1 氣溫 25°C 水溫 29°C 澄清晰度=77ml
		中午 12：46	pH 值=9.2 氣溫 35°C 水溫 33°C 澄清晰度=70ml
		下午 05：30	pH 值=9.3 氣溫 28°C 水溫 31°C 澄清晰度=76ml
		晚上 09:24	pH 值=9.3 澄清晰度=91ml
6月19日	1號池塘	pH 值=9.5 澄清晰度=49ml T.D.S：70ppm 水溫 34°C	◎中午 13：31 取水 ◎旁邊有垃圾，池塘持續注水。
6月21日	1號池塘	pH 值=9.5 澄清晰度=39ml T.D.S：66ppm 水溫 32°C	◎中午 12：52 取水

(二) 利用光學顯微鏡觀察池水中的藻類

取樣後將 A、B 瓶混合，放置於實驗室內陰暗的地方，靜置一天後取池水底部的沈澱觀察，查詢資料並紀錄水中的藻類（結果如附件）。

二、研究影響藻類沈降的因素



圖四 池塘池水與蒸餾水顏色的差異

(一) 說明：在池塘取水觀察時發現池水顏色呈淡綠色，但回到學校實驗室放置一天後池水顏色變淡，而且有沈澱生成，我們想瞭解這是什麼原因造成的？為何會有這種變化。

(二) 實驗一：觀察池水中藻類自然沈降現象。

步驟：

1. 取 A、B、C 三個試管，分別加入 A 瓶：蒸餾水 + 過濾藻類、B 瓶：池水、C 瓶：蒸餾水，各 20ml。
2. 靜置於室內觀察池水中藻類自然沈降的情形。

(三) 實驗二：探討浮力、地心引力對藻類沈降的影響？

1. 研究自然情況下藻類沈澱的原因？

(1) 說明：決定物體浮起的條件為物體所受的浮力 > 物體質量；浮力 = 物體沈入液體體積 x 液體密度，因藻類皆在水面下生長，如果物體為沈體時當物體密度 < 液體密度時則物體會浮起來。

(2) 器材：燒杯、量筒、池水、天平、濾紙、食鹽、糖、蒸餾水。

(3) 研究方法：

甲、利用濾紙將池水中的藻類分離出來。

乙、取燒杯加入 5ml 過濾藻類溶液後，依序再加入 A：TDS = 450 食鹽水、B：TDS = 900 食鹽水、C：食鹽水過飽和溶液（密度 1.15）、D：糖水過飽和溶液（密度 1.18）、E：蒸餾水。

丙、靜置於室內觀察池水內藻類分佈的情形。



圖五 利用濾紙將池水中的藻類分離出來

2.研究不同容器盛裝相同體積池水探討其對藻類分佈的影響

- (1) 說明：我們覺得光線和體積是池塘和水桶的主要差異，因此設計這個實驗來驗證。
- (2) 器材：100ml 的量筒 2 個，100ml、250ml、500ml 燒杯各 2 個、池水
- (3) 研究方法：
 - 甲、將池水攪拌均勻。
 - 乙、分別在量筒及 100ml、250ml 和 500ml 燒杯中加入 100ml 的池水，並貼上 ABCD 四個標籤。
 - 丙、另取上述 4 項容器並於管壁包上鋁箔紙後，加入 100ml 的池水，並貼上 EFGH 四個標籤，觀察池水沉降的情形並和步驟 2 比較。

3.研究不同時間池面藻類的分佈是否有差異？

- (1) 目的：想知道不同時間是否會影響池面藻類的分佈，如果有差異我們就可選擇藻類漂浮最多的時間進行取水。
- (2) 器材：自製取水器、燒杯、量筒、溫度計、自製濁度計、漏斗
- (3) 研究方法：
 - 甲、在一天中選定早上、中午、下午、晚上四個時段至 1 號池塘取水。
 - 乙、取水後立刻回實驗室觀察，但因晚上取水後已經 10:00 因此將池水放於冰箱中隔天立刻觀察。
 - 丙、比較各時段藻類數目與種類的差異。

(四) 實驗三：藻類生長與藻類飄浮

- (1) 說明：觀察潭墘村的池塘發現飼養鴨鵝附近藻類浮起最明顯，想研究藻類飄浮的現象是否為藻類生長所造成的？
- (2) 研究方法：
 - 甲、將池水靜置一天後，取樣觀察池水表面藻類的種類和數量。
 - 乙、準備 7 個 250ml 錐形瓶，A、D 中加入 12ml 營養液和池水

至 250ml； B、E 中加入 8ml 營養液和池水至 250ml； C、F 中加入 4ml 營養液和池水至 250ml； G 中加入池水 250ml。

丙、將 D、E、F 包鋁箔紙不照光。

丁、每天用顯微鏡觀察池水的變化。

三、研究估計池水中藻類數量的可行方式

(一) 顯微鏡視野估計法

1. 實驗一：計算一滴水的體積。

(1) 尋找最佳滴管

(2) 計算一滴水的體積

2. 實驗二：觀察顯微鏡下視野與倍數之關係。

(1) 計算顯微鏡各放大倍數內視野數目。

甲、器材：顯微鏡、蓋玻片、載玻片、方格紙。

乙、研究方法：

A、測量蓋玻片的長和寬。

B、剪下大小和蓋玻片相當的方格紙，置於顯微鏡下觀察。

C、比較各個放大倍數下方格的數目，並將結果換算成視野的數目。

3. 實驗三：估計 1ml 池水樣本中含有藻類的種類和數量。

(1) 計算顯微鏡各放大倍數內視野數目。

甲、器材：池水、蓋玻片、載玻片、自製滴管、顯微鏡。

乙、研究方法：

A、用自製吸管滴一滴池水樣本於載玻片上。

B、將玻片置於放大 100 倍和 400 倍顯微鏡下觀察。

C、隨機選取 5 個視野觀察，並紀錄各個視野內藻類種類和數目。

D、利用觀察的 5 個視野內藻類種類和數目估計 1ml 池水樣本中含有藻類的種類和數量。

(二) 自製濁度計觀測法

1. 說明：使用自製濁度計監測光線變化對藻類影響時，發現在室外光照環境下藻類數量和混濁度成正比關係，我們可利用此關係進行藻類數量的估計，但討論後發覺影響實驗準確性的因素有觀測者的主觀因素、觀測環境亮度、水中的非生物因子等，為提高實驗準確性所以將自製濁度計加以改良。

2. 器材：蒸餾水、池水、250ml 錐形瓶、改良自製濁度計、鋁箔紙。

3. 研究方法：

- (1) 測量錐形瓶內 250ml 蒸餾水的電壓值。
- (2) 測量錐形瓶內 250ml 池水的電壓值。
- (3) 取出池水 20ml 再加入蒸餾水 20ml，測量稀釋後池水之電壓值。
- (4) 重複進行上述步驟 9 次，求出電壓變化與藻類數量的關係。

四、研究環境因子對藻類生長的影響

(一) 實驗一：藻類對溫度的忍受度。

- (1) 器材：錐形瓶、池水、冰箱、櫃子、溫度計、改良自製濁度計、鋁箔紙。
- (2) 研究方法：

甲、在四個錐形瓶中倒入 250ml 池水，並標示 A、B、C、D。

乙、將 A 瓶放於冰箱冷藏（約 5~9°C）、B 瓶放在冰箱冷凍室、C 瓶加以煮沸、D 瓶放在實驗室櫃子內。

丙、每日觀察錐形瓶內藻類種類和數量變化。

丁、一星期後比較各瓶藻類變化探討藻類對溫度的忍受度。

(二) 實驗二：光線對藻類生長的影響。

- (1) 器材：池水、錐形瓶、鋁箔紙、自製濁度計、pH 儀、溫度計、天平。
- (2) 研究方法：

甲、將 2 號池塘 A、B 點的池水混和均勻後，各取 250ml 裝入 6 個錐形瓶中。

乙、將每 2 瓶錐形瓶為一組進行實驗，甲：包鋁箔紙、乙：不包鋁箔紙、A：放室內、B：放室外。

丙、每日觀察池水變化，並估計各瓶藻類種類和數目。

丁、比較各瓶藻類變化探討光線對藻類生長的影響。

(三) 探討植物營養液對藻類生長的影響。

- (1) 器材：錐形瓶、自製濁度計、pH 儀、溫度計、天平、市售植物營養液
- (2) 研究方法：

甲、將取自 2 號池塘 A、B 點的池水混和均勻後，使用濾紙過濾藻類。

乙、取過濾後藻類 5ml 放入錐形瓶中，並加入 500ml 蒸餾水後，標示為 A、B、C、D 四瓶。

- 丙、並於四瓶中依序加入 A：10cc 植物營養液、B：5cc 植物營養液、C：1cc 植物營養液。
- 丁、每二日觀察池水變化，並估計各瓶藻類種類和數目。
- 戊、比較各瓶藻類變化探討植物營養液對藻類生長的影響。

(四) 探討有機營養物對藻類生長的影響。

(1) 器材：過濾後藻類、錐形瓶、自製濁度計、pH 儀、溫度計、天平、魚飼料、鳥屎

(2) 研究方法：

- 甲、將取自 1 號池塘 A、B 點的池水混和均勻後，使用濾紙過濾藻類。
- 乙、取過濾後藻類 5ml 放入錐形瓶中，並加入 500ml 蒸餾水後，標示為 A、B、C、D、E 五瓶。
- 丙、並於五瓶中依序加入 A：0.01g 魚飼料、B：0.1g 魚飼料、C：0.5g 魚飼料、D：1g 魚飼料、E 瓶為對照組。
- 丁、另取鳥屎代替魚飼料進行實驗。
- 戊、每二日觀察池水變化，並於第六日估計各瓶藻類種類和數目。
- 己、比較各瓶藻類變化探討有機物對藻類生長的影響。

陸、研究結果

一、什麼是藻類？

藻類的分類屬於原生生物界，根據化石的遺跡推測，早在二十多億年前，渾沌之初，藻類的祖先便知行光合作用，經過了漫長時間的演化，其種類與數量之繁多，型態變化之豐富，以及分佈之廣更是其他生物所難以向被的。

藻類被認為是可以行光合作用而且構造簡單的物種，其大小、形態、色彩變化多端，無奇不有，有的要利用顯微鏡才可觀察的到，而有的則是長達 60 多公尺長的巨型個體。藻類和高等植物一樣，都具有葉綠素，某些藻類更具有特別的色素(例如紅藻的葉綠素 d，褐藻的葉綠素 c...)，所以能夠行光合作用，故藻類的構造雖然簡單，但它還是可以獨立生活。

(摘錄自黃淑芳認識藻類 1999)

二、認識池水中的生物並製作簡易檢索表

藻類因為皆具有葉綠素呈綠色因此在顯微鏡下很好觀察，此次實驗過程中我們共發現 26 種藻類，涵蓋原核生物界的藍綠藻、原生生物界中的綠藻門、裸藻門及金黃藻門，但仍有一些種類無法判斷。

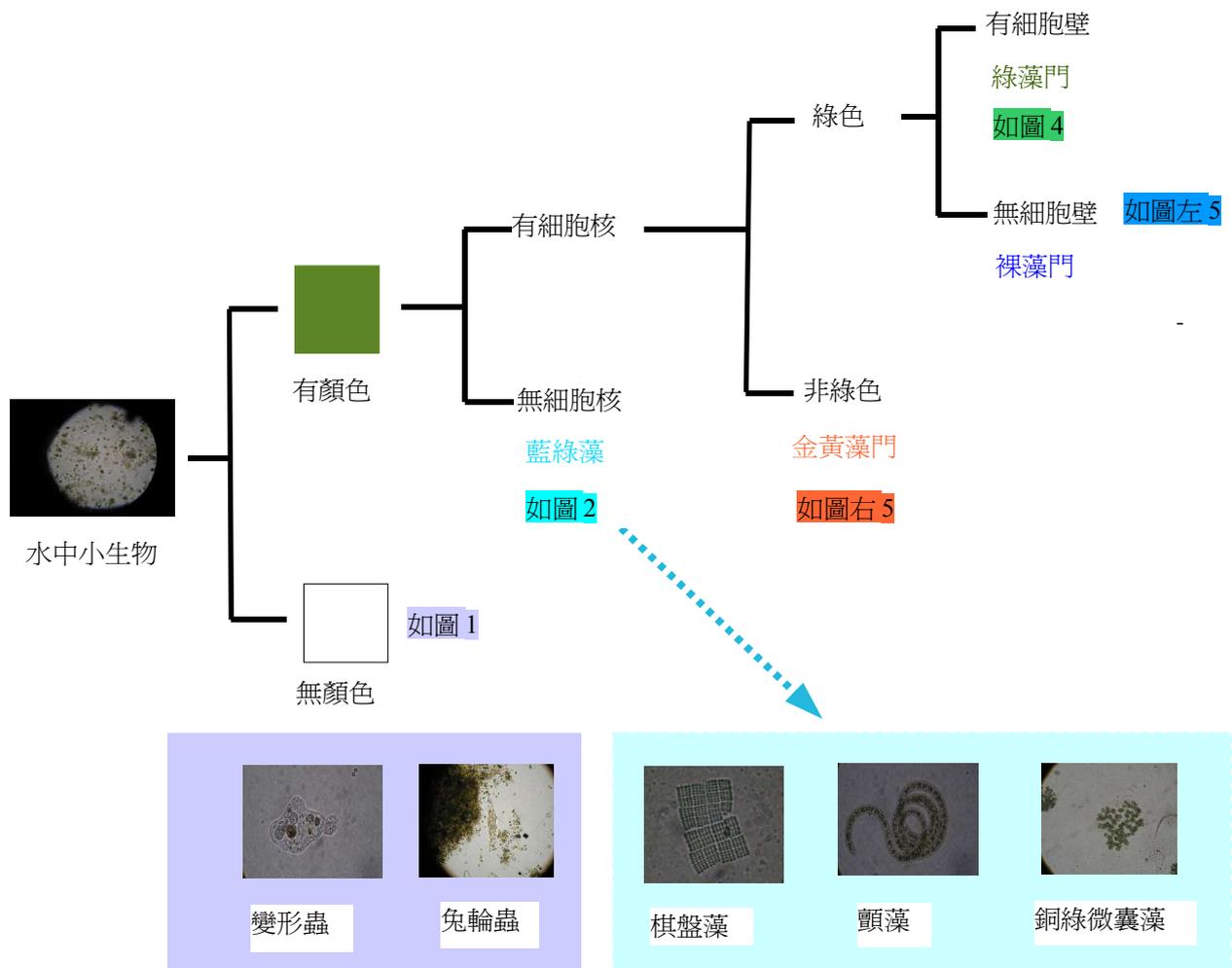


圖 1

圖 2

三、研究影響藻類沈降的因素

(一) 實驗一：觀察池水中藻類自然沈降現象

1. 觀察結果：



圖3 經過2小時後A、B（左邊算第一、二瓶）皆產生沈澱

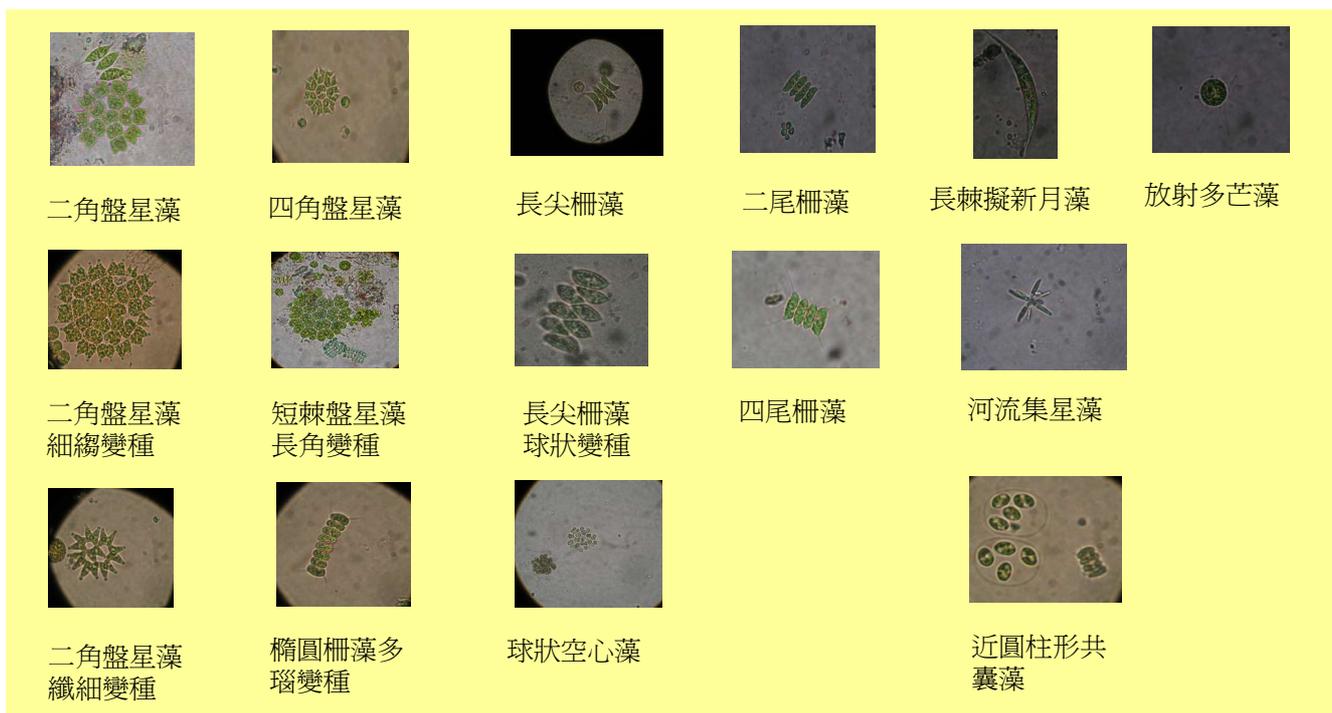


圖4



圖5左



圖5右

	A瓶	B瓶	C瓶
1小時	底部沈澱（少） 溶液淡綠色	底部沈澱（少） 溶液淡綠色	底部無沈澱 溶液無色
2小時	底部沈澱（多） 溶液淡綠色	底部沈澱（多） 溶液淡綠色	底部無沈澱 溶液無色
3小時	底部沈澱（多） 溶液淡綠色	底部沈澱（多） 溶液淡綠色	底部無沈澱 溶液無色

A 瓶：蒸餾水+過濾藻類 B 瓶：池水 C 瓶：蒸餾水

2. 說明：

- (1) 利用顯微鏡觀察 A、B 瓶溶液表面發現整體藻類數量稀少，發現有放射多芒藻、綠球藻、雙胞藻、念珠藻、棋盤藻、四尾柵藻多刺變種等；底部沈澱則種類和數量皆多例如放射多芒藻、念珠藻、單胞藻、雙胞藻、四角星盤藻、二角星盤藻、綠球藻、四尾柵藻、四尾柵藻多刺變種及二尾柵藻等，因此並非某些特定藻類漂浮。
- (2) 在池水或蒸餾水中的藻類皆有沈澱產生。
- (3) 在顯微鏡觀察發現除了矽藻外，藻類的鞭毛並不能運動，因此大多數藻類會沈澱。
- (4) 藻類自然沈澱的現象有助於我們收集藻類來進行觀察，因此要認識它們就容易多了。

(二) 實驗二：探討浮力、地心引力對藻類沈降的影響？

1. 研究不同溶液密度對藻類沈澱的影響？

(1) 觀察結果：



5月16日

5月17日

圖 6 經過 1 天靜置後發現所有瓶子的藻類都有沈澱的現象

(2) 說明：

- 甲、觀察不同密度的溶液靜置 1 天後皆有藻類沈澱產生，如圖 2 所示；表示藻類所受重力 > 浮力，因此藻類會沈澱。
- 乙、這實驗讓我們瞭解並不是池水的浮力使藻類漂浮或引起池水變色，可能另外有其他的原因。

2.研究不同容器盛裝相同體積池水對藻類分佈的影響？

(1) 觀察結果：

	不包鋁箔紙				包鋁箔紙			
	A1	A2	A3	A4	B1	B2	B3	B4
6月26日	+++ 3	++ 1	++ 1	+ 1	+++ 2	++ 2	+ 6	+ 3
6月30日	+++ 4	++ 7	++ 5	+ 2	+++ 8	++ 4	+ 2	+ 3

底部沈澱：+ 底部無沈澱：- 液面有藻類漂浮：1~8 表示數量



圖 7 進行液面開口大小對藻類沈澱的影響實驗

(2) 說明：

- 甲、觀察發現放於室外的池水較混濁，可以用眼睛區分出來。
- 乙、管口孔徑越小藻類沈澱越明顯，池水越澄清。
- 丙、使用顯微鏡觀察液面發現藻類種類以 A 瓶最多，瓶口越大浮起的藻類反而越少，數量則十個視野都沒發現藻類，這和我們的想法不同可能是因為 A1、B1、A2 動物較少而其他組較多有關係。

3.研究不同時間池面藻類的分佈？

(1) 各時段觀察結果：

甲、6月5日早上05：00分。

	藻類種類	10 個視野 內藻類數量	備註
第一次觀察	14	2	
第二次觀察	15	3	
第三次觀察	7	1	
平均	12	2	

乙、6月5日中午12：46分。

	藻類種類	10個視野 內藻類數量	備註
第一次觀察	19	2	
第二次觀察	16	2	
第三次觀察	14	4	
平均	16.33	2.67	

丙、6月6日下午17：30分。

	藻類種類	10個視野 內藻類數量	備註
第一次觀察	15	6	
第二次觀察	15	3	
第三次觀察	11	5	
平均	13.67	4.67	

丁、6月6日晚上09：24分。

	藻類種類	10個視野 內藻類數量	備註
第一次觀察	14	3	
第二次觀察	11	6	
第三次觀察	12	2	
平均	12.33	3.67	

(2) 說明：

甲、觀察發現不同時段取水以中午時間藻類種類最多，其次是下午、晚上最少的則是清晨。

甲、視野內藻類數量的變化隨時間而增加。

乙、因此我們建議在取水做實驗時，如果想要觀察較多種類的藻類應該利用天氣晴朗的中午取水較適合。

(三) 實驗三：藻類生長與藻類飄浮

1. 棲地觀察：

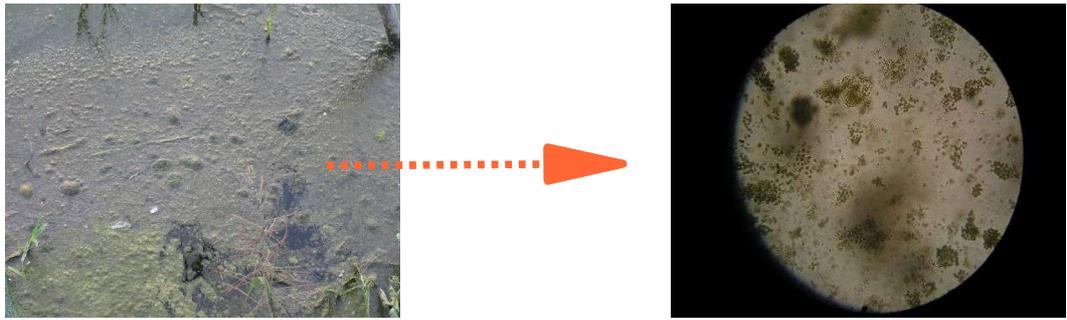
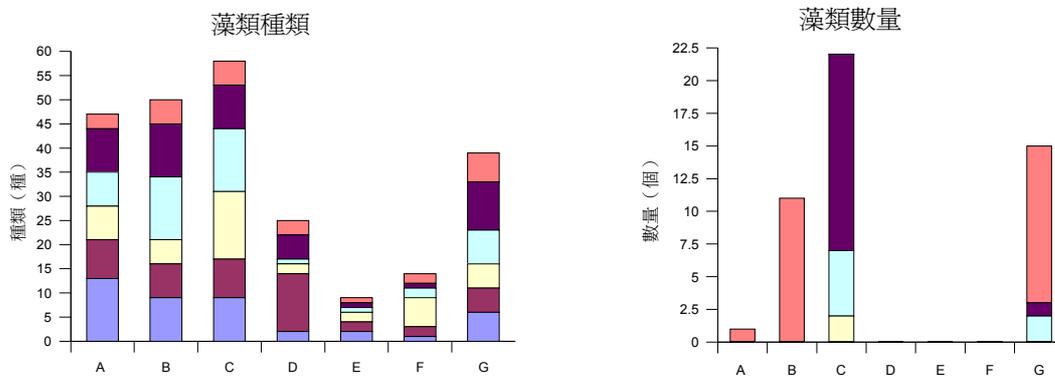


圖 8 發現在池塘岸邊有大量藻類群聚並浮起的現象，以顯微鏡取樣觀察發現其優勢藻類為銅綠微囊藻，且呈群體生活；這種現象在池塘水位下降時容易發生。

2. 實驗觀察：藻類數目顯示十個視野總和

	A	B	C	D	E	F	G
6月22日藻類種類	13	9	9	2	2	1	6
6月22日藻類數目	0	0	0	0	0	0	0
6月23日藻類種類	8	7	8	12	2	2	5
6月23日藻類數目	0	0	0	0	0	0	0
6月24日藻類種類	7	5	14	2	2	6	5
6月24日藻類數目	0	0	2	0	0	0	0
6月25日藻類種類	7	13	13	1	1	2	7
6月25日藻類數目	0	0	5	0	0	0	2
6月26日藻類種類	9	11	9	5	1	1	10
6月26日藻類數目	0	0	15	0	0	0	1
6月29日藻類種類	3	5	5	3	1	2	6
6月29日藻類數目	1	11	0	0	0	0	12

A=12ml 營養液+池水、B=8ml 營養液+池水、C=4ml 營養液+池水、D=12ml 營養液+池水+鋁箔紙、E=8ml 營養液+池水+鋁箔紙、F=4ml 營養液+池水+鋁箔紙、G=池水 250ml。



3.說明：

- (1) 加入植物營養液並給予光照可以促使池面藻類種類增加，如上圖 A、B、C 三組藻類種類較多。
- (2) 有照太陽比沒照的浮起藻類多，這可能是因為水中的熱對流現象造成的。
- (3) 營養液加的越多水中小動物越少，但在不攪拌只觀察池面藻類時，於第八天後發現 G 瓶池面的藻類數目最多。



圖 9 植物營養液對藻類漂浮影響實驗

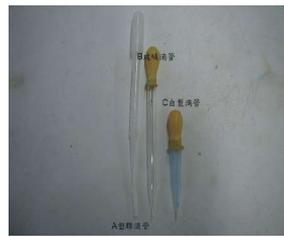


圖 10 實驗滴管

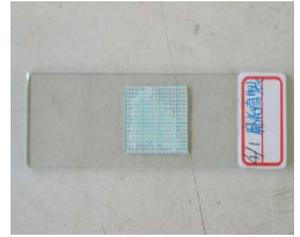


圖 11 測量視野用的玻片

四、研究估計池水中藻類數量的可行方式

(一) 顯微鏡視野估計法

1. 實驗一：計算一滴水的體積。

(1) 尋找最佳滴管

甲、最佳滴管需具備條件：

- ① 穩定性：每滴水的重量皆能相同。
- ② 正確性：能使池水充滿於載玻片和蓋玻片之間且不溢出。
- ③ 簡易性：操作簡便且最好價錢便宜。

乙、說明：

- ① 使用自製滴管觀看 1 滴池水內藻類時，玻片上水份並不會溢出符合 requirements。
- ② 使用塑膠滴管時會發生載玻片和蓋玻片之間水份溢出的現象。
- ③ 使用玻璃滴管發現實驗室內各個玻璃滴管管口口徑大小並不一致，較無一定標準，所以不適用。
- ④ 經反覆比較優缺點後使用自製滴管為實驗設備。

(2) 計算一滴蒸餾水的重量。

甲、使用各種滴管測量二十滴蒸餾水的重量：

	塑膠滴管 A		玻璃滴管 B		自製滴管 C	
	培養皿重	20 滴蒸餾水+培養皿重	培養皿重	20 滴蒸餾水+培養皿重	培養皿重	20 滴蒸餾水+培養皿重
1	110.6	111.4	110.5	111.4	110.5	111
2	110.5	111.5	110.5	111.4	110.5	111
3	110.4	111.5	110.5	111.5	110.5	111
4	110.4	111.5	110.5	111.4	110.5	111
5	110.4	111.4	110.5	111.6	110.5	111
6	110.5	111.5	110.6	111.4	110.5	111
7	110.4	111.5	110.5	111.3	110.5	110.9
8	110.5	111.4	110.5	111.4	110.5	111
9	110.5	111.5	110.6	111.4	110.5	111
10	110.6	111.6	110.6	111.4	110.5	111
平均	110.48	111.48	110.53	111.42	110.5	110.99
20 滴蒸餾水 平均重量	1g		0.89g		0.49g	

3 月 25 日天氣晴 紀錄者侯有原、楊怡真、侯建忠

乙、說明：

①依照實驗結果以自製滴管測量 20 滴蒸餾水重量 0.49g 最少，即每滴蒸餾水平均重量為 0.0245g。

②實驗後發現不管使用哪一種滴管皆需一定的技巧，唯有反覆的練習才能減少實驗誤差。

(3) 計算一滴蒸餾水的體積：

甲、利用質量 = 體積 x 密度。

乙、因使用蒸餾水可將其密度視為 1 g/ml，因此體積大小 = 質量大小。

丙、根據上述實驗結果一滴蒸餾水的體積 = $0.0245 \times 1 = 0.0245$ ml。

2. 實驗二：觀察顯微鏡下視野與倍數之關係。

(1) 計算顯微鏡各放大倍數內視野數目。

(2) 測量蓋玻片的長和寬為 18mm×18mm。

(3) 計算在各個放大倍數下（40 倍、100 倍、400 倍）方格子的數目如下表。

	40 倍	100 倍	400 倍
視野下方格子的數目	22 個格子	3.52 個格子	0.22 個格子

(4) 計算各個放大倍數下視野的數目。

利用每個蓋玻片的方格子數目為 $18 \times 18 = 324$ 個，依照步驟 2 的結果計算視野的數目如下表。

	40 倍	100 倍	400 倍
視野的數目	14.727	92.045	1472.727

3. 實驗三：估計 1cc 池水樣本中含有藻類的種類和數量。

(1) 樣本來源：6 月 19 日 1 號池塘池水。

(2) 觀察日期：2004 年 6 月 19 日下午二點

(3) 實驗記錄：

	第 3 視野	第 10 視野	第 20 視野	20 個視野 內平均數量	每 cc 池水中 藻類數目
微小四角藻	1	0	0	0.05	3005.57
梅尼小環藻	1	0	0	0.05	3005.57
綠球藻	0	0	1	0.05	3005.57
眼蟲	0	1	0	0.05	3005.57

視野中看見的藻類種類：

綠球藻、眼蟲、梅尼小環藻、微小四角藻
單胞藻、扁眼蟲、棋盤藻、念珠藻、雙尾
柵藻、被甲柵藻、四尾柵藻、長尖柵藻、
放射多芒藻、葛氏單針藻、鋸齒單針藻、
微綠舟形藻、疏刺多芒藻、長棘擬新月藻
近圓柱形共囊藻、短棘盤星藻長角變種、
二角盤星藻細縐變種

(4) 說明：根據實驗結果估計池水中所含藻類如下：

①微小四角藻數目 = $0.05 \times 1472.73 \div 0.0245 = 3005.57$ 個/cc。

②梅尼小環藻數目 = $0.05 \times 1472.73 \div 0.0245 = 3005.57$ 個/cc。

③綠球藻數目 = $0.05 \times 1472.73 \div 0.0245 = 3005.57$ 個/cc。

④眼蟲數目 = $0.05 \times 1472.73 \div 0.0245 = 3005.57$ 個/cc。

(二) 簡易自製濁度計觀測法

1. 自製濁度計及測量方法

(1) 器材：100ml 量筒、電腦列印 60 大小字形細明體粗體米字、照度計、自製針筒



圖 12 自製簡易濁度計

(2) 測量方法：在室內先用照度計測量尋找光強度在 400 至 500 燭光的位置，將池水倒入自製濁度計中至 100ml，利用眼睛注視下方米字如不清楚則將池水吸出至清楚觀測為止，紀錄自製濁度計中池水的刻度。

(3) 測量結果：澄清度=49ml

(4) 測量誤差：我們覺得觀測者對清楚觀測的主觀意識、池水中非生物因子的影響等，其中池水中非生物因子可藉由差異性來消除，但對米字清晰度的主觀認定則不易改善，因此我們將這種觀測方式加以改良。

2. 改良式自製濁度計及測量方法

(1) 器材：太陽能板、電表、LED 燈泡、鋁箔紙、黑暗袋、250ml 錐形瓶



圖 13 改良式自製濁度計

(2) 測量方法：

甲、測量錐形瓶內 250ml 蒸餾水的電壓值。

	第一次	第二次	第三次	平均
電壓值	2.78	2.78	2.78	2.78

乙、測量錐形瓶內 250ml 池水的電壓值。

	第一次	第二次	第三次	平均
電壓值	2.58	2.59	2.59	2.58

丙、取出池水 20ml 再加入蒸餾水 20ml，測量稀釋後池水之電壓值；重複進行上述步驟 8 次，求出電壓變化與藻類數量的關係。

	第一次	第二次	第三次	平均
250ml 池水電壓值	2.58	2.59	2.59	2.58
230ml 池水電壓值	2.59	2.6	2.6	2.6
211.6ml 池水電壓值(註 1)	2.65	2.61	2.65	2.64
194.7ml 池水電壓值	2.62	2.64	2.66	2.64
179.1ml 池水電壓值	2.63	2.65	2.67	2.65
164.8ml 池水電壓值	2.67	2.67	2.67	2.67
151.6ml 池水電壓值	2.66	2.66	2.68	2.67
139.5ml 池水電壓值	2.65	2.67	2.69	2.67
128.3ml 池水電壓值	2.73	2.72	2.73	2.73

註 1：230ml 池水加入 20ml 蒸餾水後取出混和均勻溶液 20ml，其中池水比例為 $230 - (230/250) \times 20 = 211.6\text{ml}$

藻類數量與電壓關係圖

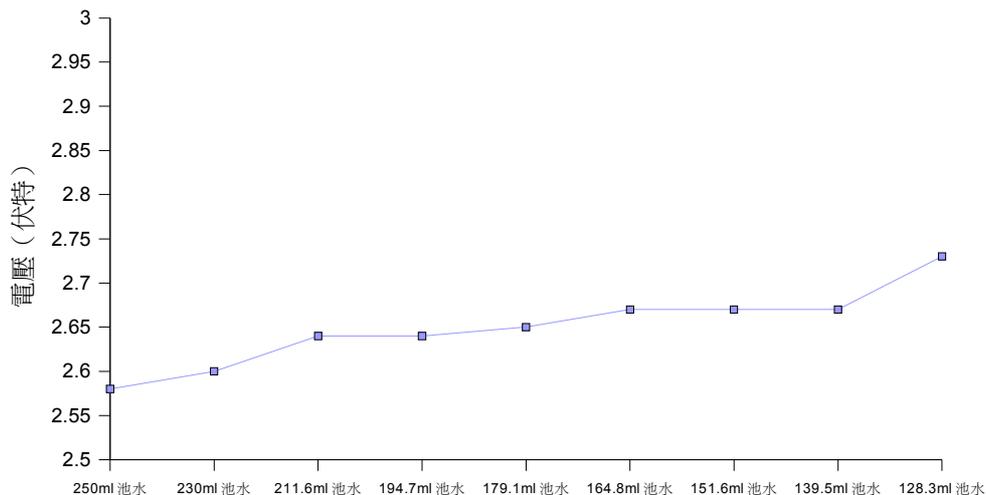


圖 14 不同藻類數量與電壓的關係圖

(3) 實驗改良：

- ①穩定電壓：我們一開始使用電池供電，發現燈泡經太陽能板產生的電壓會越來越弱，因此和老師討論採用固定電壓的變電器解決這問題。
- ②使用白光：我們找到各種顏色的 LED 燈泡測試，因為這樣可以不用有色的玻璃紙，而且發現無色 LED 燈泡在藻類增加時電壓變化較大因此採用。

(4) 實驗誤差：我們覺得玻璃容器底部厚薄不一、池水中非生物因子的影響等是影響實驗準確的因素，其中前項可使用石英試管來解決不過我們因經費有限所以採用此法代替。

五、研究環境因子對藻類生長的影響

(一) 實驗一：藻類對溫度的忍受度。



圖 15 藻類對溫度的忍受度實驗

1.實驗結果：（6月19日開始實驗）

（1）顯微鏡視野內藻類測量方法：（藻類數目採觀察 10 個視野）

	A	B	C	D
6月22日 藻類種類	17	5	0	17
6月22日 藻類數目	9	1	0	5
6月23日 藻類種類	18	6	0	14
6月23日 藻類數目	7	1	0	4
6月24日 藻類種類	16	6	0	14
6月24日 藻類數目	5	1	0	5
6月25日 藻類種類	16	0	0	14
6月25日 藻類數目	4	0	0	3
6月26日 藻類種類	16	0	0	11
6月26日 藻類數目	7	0	0	4

A 瓶：放冰箱冷藏 B 瓶：放冰箱冷凍室 C 瓶：煮沸後放在實驗室內 D 瓶：放在實驗室櫃子內

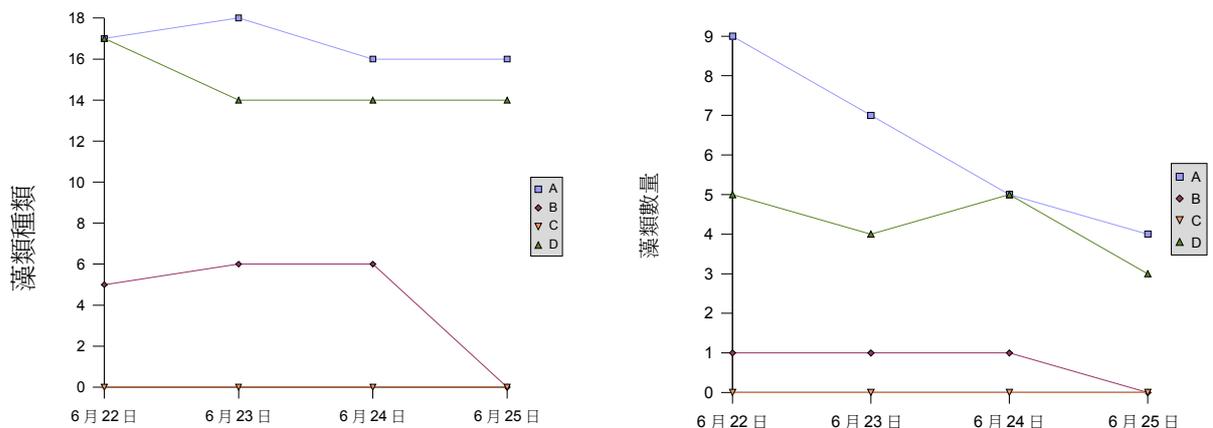


圖 16 溫度對藻類數量及種類影響關係圖

(2) 改良式濁度計測量方法：

	A	B	C	D
6月19日 平均電壓值	2.34			
6月22日 平均電壓值	2.34	2.41	2.42	2.36
6月23日 平均電壓值	2.37	2.38	2.39	2.33
6月24日 藻類種類	2.38	2.42	2.41	2.36
6月25日 平均電壓值	2.35	2.51	2.47	2.44
6月26日 平均電壓值	2.45	2.61	2.52	2.45

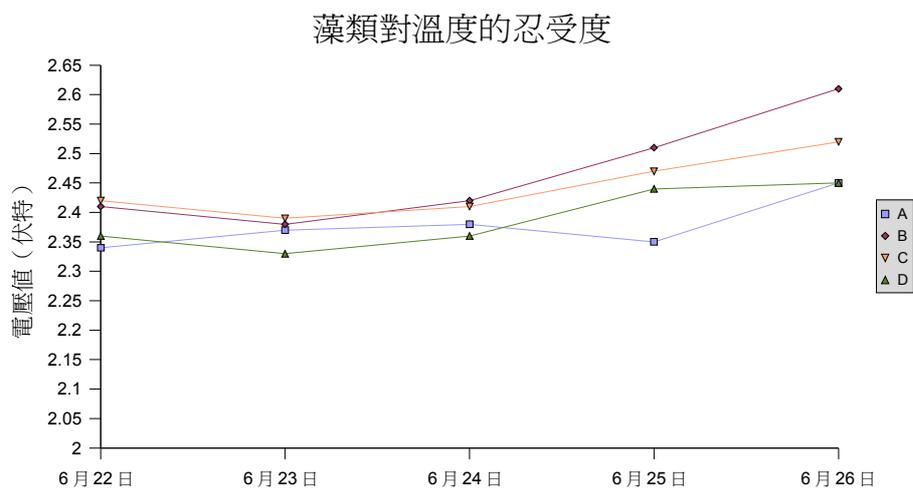


圖 17 藻類數量與電壓關係圖

2. 實驗說明：

- ①在藻類對溫度的忍受度實驗發現冰箱冷藏室中藻類數量比放於室溫陰暗處多；推測原因可能是冰箱中溫度低不合適動物生活，因此藻類被攝食減少數量反而變多。
- ②A、B、C組的電壓曲線相似，和A比較有一段水平距離組表示藻類無法忍受極端溫度，但在冰箱冷藏室（溫度約5~9℃）則影響較小，甚至藻類增加。

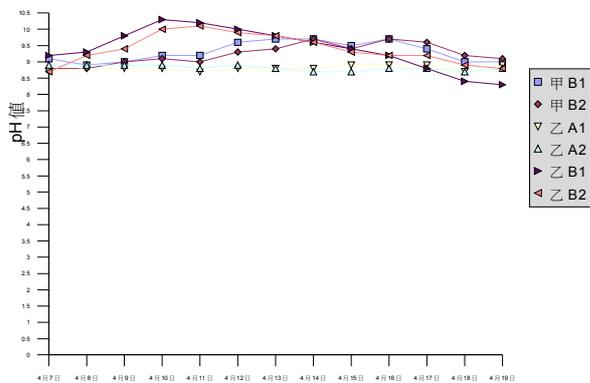
(二) 實驗二：光線對藻類生長的影响。

1. 實驗結果：

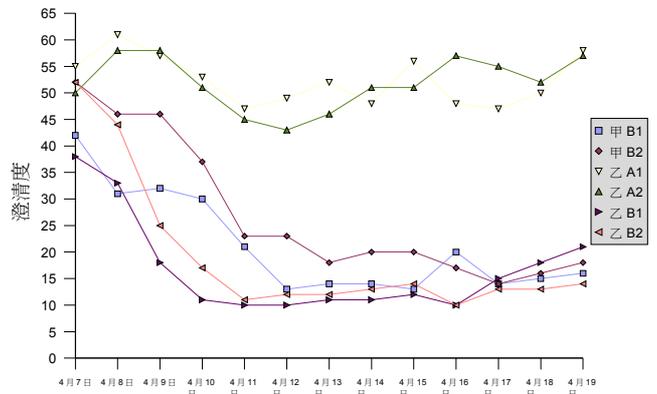
	甲 B1	甲 B2	乙 A1	乙 A2	乙 B1	乙 B2
4月9日 藻類數目	90	135	79	67	200	131
4月10日 藻類數目	99	190	60	210	82	236
4月11日 藻類數目	231	216	141	335	145	107
4月12日 藻類數目	151	130	55	74	80	199
4月14日 藻類數目	188	128	200	92	422	223
4月15日 藻類數目	14	32	34	16	75	55
4月16日 藻類數目	23	118	5	88	69	8
4月17日 藻類數目	76	25	31	73	89	50

甲：包鋁箔紙、乙：不包鋁箔紙、A：放室內、B：放室外

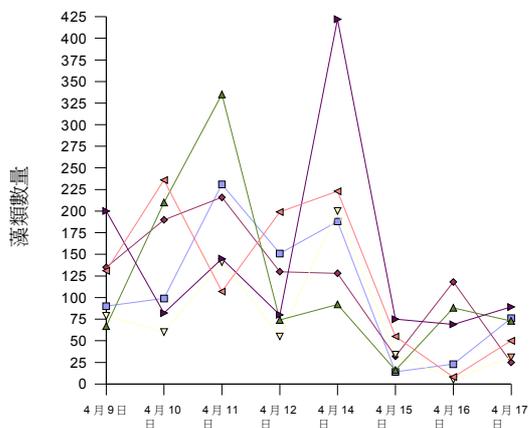
光線對藻類生長的影響—pH值的變化



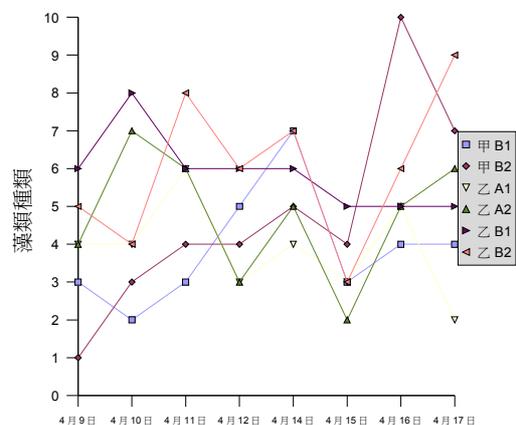
光線對池水澄清度的影響



光線對藻類生長的影響



光線對藻類生長的影響



2.實驗說明：

- ①4月6日開始進行實驗，實驗觀察以各瓶 pH 值、澄清度及藻類數量及種類變化為主。
- ②實驗控制上發現再澄清度的測量上顯示室內和室外是主要的差別，甲 B12 及乙 B12 實驗開始即澄清度下降，推測可能是藻類大量生長造成的。

(三) 實驗二：尋找最佳營養液？

1.探討植物營養液對藻類生長的影響。

(1) 實驗結果：4月22日開始進行實驗

	A	B	C	D
4月28日 藻類種類	9	15	12	10
4月28日 藻類數目	44	35	3	3
5月1日 藻類種類	10	19	14	14
5月1日 藻類數目	0	8	8	39
5月4日 藻類種類	11	25	15	15
5月4日 藻類數目	12	11	11	29
5月7日 藻類種類	15	7	20	13
5月7日 藻類數目	3	0	6	6
5月9日 藻類種類	18	14	19	13
5月9日 藻類數目	3	14	9	1

A：對照組、B：1cc 植物營養液、C：5cc 植物營養液、D：10cc 植物營養液



圖 18 5月9日進行植物營養液對藻類生長的影響實驗

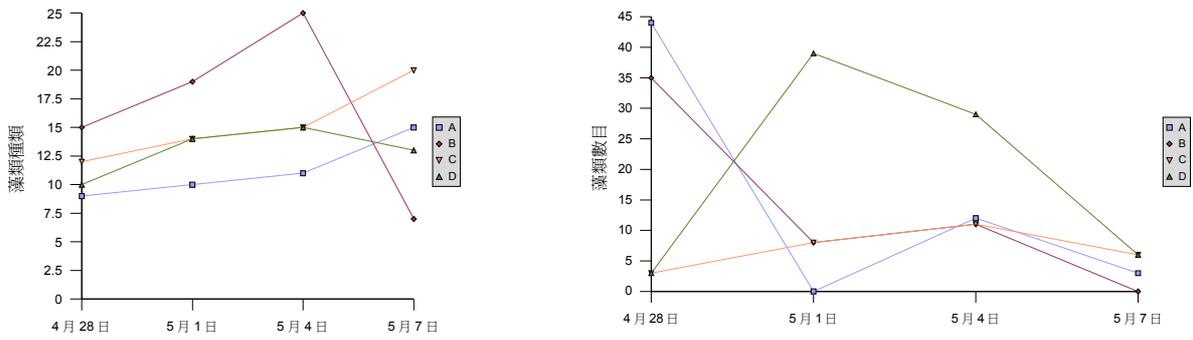


圖 19 植物營養液與藻類種類和數量關係圖

(2) 實驗說明：

①比較實驗六天後（4月28日）發現B瓶藻類種類最多，C瓶藻類數量最多，繼續培養則差異減少。

②除了A瓶藻類數量和種類曲線相似外，其餘皆呈相對曲線。

2. 探討有機營養物對藻類生長的影响。

(1) 以魚飼料模擬有機物

甲、實驗結果：4月19日開始進行實驗

	A	B	C	D	E
5月3日 藻類種類	10	8	2	0	0
5月3日 藻類數目	13	7	2	0	0
5月6日 藻類種類	18	12	4	7	0
5月6日 藻類數目	17	8	4	0	0
5月8日 藻類種類	11	9	5	18	10
5月8日 藻類數目	9	8	46	4	1

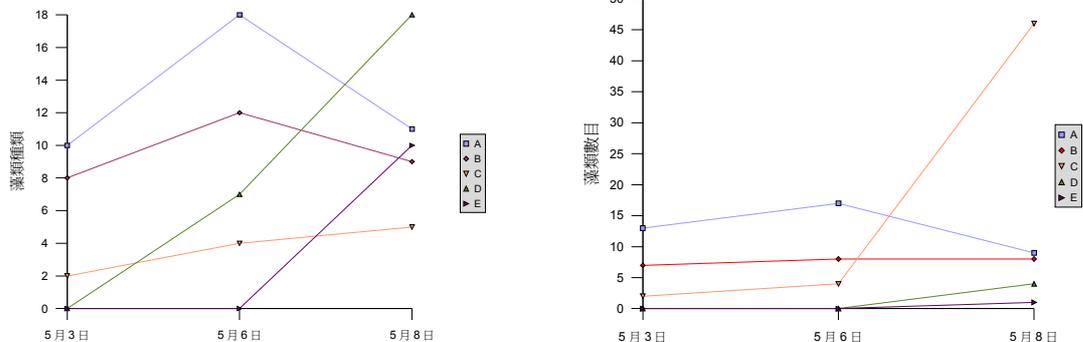


圖 20 以魚飼料模擬有機養分對藻類生長的影响實驗

A：0.01g 魚飼料、B：0.1g 魚飼料、C：0.5g 魚飼料、D：1g 魚飼料、E 瓶為對照組

乙、實驗說明：

- ①使用魚飼料模擬有機物濃度增加使藻類數量增加。
- ②在 C、D 瓶出現藻類數量增加、種類增加的現象顯示藻類在良好的環境下大量生長，但數量變動平緩可能因為此種有機營養物無法馬上利用所致。



圖 21 模擬有機養分對藻類生長的影響實驗（魚飼料）



圖 22 模擬有機養分對藻類生長的影響實驗（鳥屎）

(2) 以鳥屎模擬有機物：

甲、實驗結果：4 月 19 日開始進行實驗

	A	B	C	D
5 月 3 日藻類種類	8	6	6	0
5 月 3 日藻類數目	1	18	9	0
5 月 6 日藻類種類	9	13	5	7
5 月 6 日藻類數目	5	22	0	0
5 月 8 日藻類種	10	15	1	6
5 月 8 日藻類數目	12	2	0	0

A：0.1g 鳥屎、B：0.5g 鳥屎、C：1g 鳥屎、D：瓶為對照組

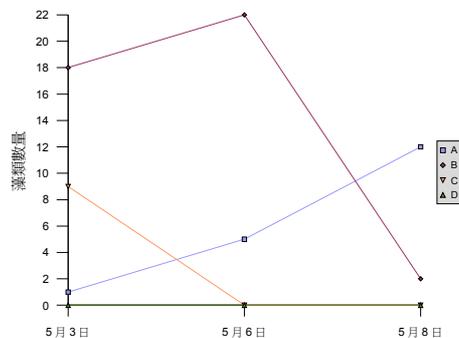
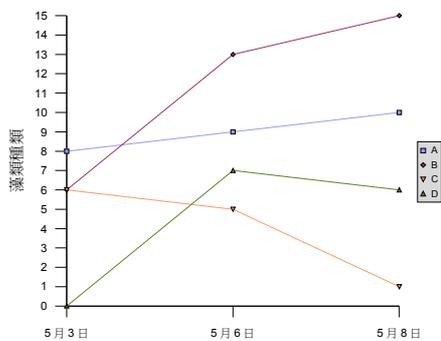


圖 23 以鳥屎模擬有機物對藻類生長的影響之藻類生長種類與數量圖

乙、實驗說明：

- ①A 瓶出現藻類數量增加、種類增加的現象其他各瓶則沒有，因此有機物濃度增加使藻類生長數量增加，但如濃度太高則藻類數量及種類又下降。
- ②因 A、B 瓶（5/3~5/6 日）種類和數量 > D 瓶且溶液混濁呈綠色，表示藻類大量生長之優氧化現象。

柒、討論

一、池水中藻類的形態特徵探討

- （一）統計觀察池水樣本中的藻類已認識並查出學名的共 25 種，涵蓋原生生物界綠藻門、裸藻門及金黃藻門，因藻體皆具有葉綠素呈綠色因此在顯微鏡下很好觀察，但因可供參考的相關書籍有限，因此仍有許多種類無法判斷。
- （二）實驗過程中比較不同池塘的池水取樣，發現優勢藻的群聚組成，會因不同池塘而有不同的組成，在進行光線對藻類影響實驗時，使用相同池水但是因不同環境影響，藻類組成和數量消長仍然不同。

二、研究影響藻類沈降的因素

- （一）觀察池水中藻類自然沈降現象，發現在池水或蒸餾水中大部分的藻類會沈澱，但也有部分藻類會飄浮於水面，因為藻類所受重力 > 浮力，因此藻類沈澱的數量遠大於漂浮數量。
- （二）如果改變水質密度（測量池水可能 TDS 大約 600 以下），在 TDS=450、900 時藻類仍大多數沈澱，所以藻類浮起的原因應非密度的改變；但在溶液放置 3 天後於 A 瓶及 B 瓶有藻類浮起現象。
- （三）在研究不同容器盛裝池水實驗時以顯微鏡觀察發現管口直徑小，且利用鋁箔紙遮光的容器，因水面溫度較高造成上下水溫度差使的浮起藻類變多，所以推測藻類漂浮應受熱的對流現象所影響。
- （四）在研究藻類漂浮與生長關係時，發現植物營養液使藻類種類變多，光照則使其數目增加，因此池水中營養鹽濃度高時會使藻類大量繁殖，使得群體體積增加，浮力增加所以藻類浮起，這是藻類大量群聚生長的優氧化現象。

三、研究估計池水中藻類數量的可行方式

- （一）使用自製滴管吸取 1 滴池水樣本於載玻片上觀察，先以放大 100 倍率觀察紀錄視野中藻類種類，再隨機挑選五個視野觀察藻類數目，雖然可提供估計每 ml 樣本中有多少藻類但因考慮時間及人力我們選擇挑選五個視野做平均，因選擇樣本數太少因此誤差會較大，如果提高至選擇 20 個視野應該可以使準確性提高。
- （二）考慮在計算及比較上較方便，因此本次實驗中有關藻類數目的比較還是採用五個視野的總數。
- （三）因實驗時藻類數量的估計誤差很大，我們思考採用改良式自製濁度計來長期監控藻類數量，在光源選擇上測試過其他色光後採用變化範圍較大的無色 LED 光源，並採用交流電變壓器來固定電壓的值以減少實驗誤差，但仍發現錐形瓶的厚度不一及池水中其他非生物因子是影響實驗準確性的因素。

四、研究影響藻類生長的因素

(一) 藻類對溫度的忍受度

藻類的忍受度受溫度的影響，實驗發現藻類在 100°C 或 0°C 時皆無法生存，但特別的是溫度下降至 5~9°C 藻類種類和數目會多於放至於室內陰暗處的環境，這可能是因為動物在低溫時減少較多的緣故。

(二) 光線對藻類生長的影響

1. 藻類的生長雖有一定的規律性，但受光線的影響很大，光線不止提供藻類進行光合作用的能量，而且也可使環境溫度提高（如甲 B1、B2）來促進藻類生長繁殖。
2. 本次實驗發現培養瓶的 pH 值先增加後減少，pH 值的變化大多介於 8 至 11 之間，因此推測這可能是藻類最適合生長的酸鹼度，不過酸鹼度並不是一個很好的測量藻類數目的指標，只能作為一種水質的因子。
3. 除了藻類數量的變化，溶液的澄清度也和藻類數量的變化呈現高度的相關，所以可以說實驗溶液的混濁是藻類大量生長所造成的。

(三) 對尋找最佳營養液？

1. 使用市售植物營養液探討無機鹽對藻類生長影響時，實驗顯示植物營養液濃度越高則藻類數量較多。
2. 在探討有機物對藻類生長影響時，使用魚飼料和鳥屎，因為在棲地觀察時發現池塘旁常有居民卷養鴨鵝，也發現附近住戶會將廚房及廁所排水管接至池塘中排放，因此選擇這兩種物品比較，實驗過程中發現鳥屎水溶液 pH 值 > 7 和池塘較相近，而魚飼料水溶液 pH 值 < 7，如果濃度太高則藻類反而減少。

五、探討降低池塘污染的可行方法

池塘中的藻類在池塘生物網中扮演著生產者的角色，藻類不僅是水中小動物的食物，更是大氣中氧氣的製造者，所以水中自然不能沒有它們，但是如果藻類繁殖太多對於其他生物亦有不好的影響，因此減少池水的污染是一個重要的課題，其中較可行的方法為減少家庭廢水的排入，將家庭廢水經過處理後再排入河川中可能是減少池塘污染最直接的方法，尤其是有機排泄物可以興建家庭化糞池或共用化糞池來改善。

捌、結論

- 一、在這個實驗中我們認識 25 種以上的藻類，涵蓋原生生物界綠藻門、裸藻門及金黃藻門；，因皆具有葉綠素呈綠色因此在顯微鏡下很好觀察，可以給老師作為生物科的教材。
- 二、藻類在陰暗處靜置一天後會有自然沈澱的現象，利用這個特點在實驗時可以很方便的收集藻類進行藻類的觀察，這也解決上學期我們在進行水中小生物實驗觀察時不容易找到他們的問題。
- 三、藻類如何能夠漂浮？實驗觀察矽藻可來回移動，但綠藻門的藻類不能運動有些種類卻

擁有鞭毛或突起，推測光照引起的熱對流現象應是藻類漂浮的原因，藻類就像是一個很好的滑翔機駕駛員，不用動力就可在水中遨遊，這是我們和老師共同討論的心得，觀察的證據有：

1. 進行光線對藻類影響實驗時不論是否有遮光只要溫度上升池水即混濁。
 2. 觀察水的對流現象。
- 四、藻類在池水有機物或無機營養濃度高時會大量繁殖，使的群體體積增加，浮力增加所以藻類浮起應是藻類大量群聚生長的優養化現象。
- 五、利用抽樣估計方法可以估計藻類的數量，但因觀察視野數目影響實驗準確性，本實驗採用五個視野藻類種數誤差較大，如果增加實驗視野數，則估計準確性將提高；藻類數目的表現，我們考慮在計算及比較上的方便，因此在實驗中的圖表是採用五個視野的總數。
- 六、藻類的生長受到溫度的影響，實驗中發現冰箱冷藏室藻類的種類和數量較靜置於室內高，可能因為溫度低動物較少的關係。
- 七、藻類在好環境時例如有光照、池水有有機物或無機營養鹽濃度高時會大量繁殖，使得個體數目和群體體積增加，大量藻類在水中飄浮造成溶液混濁現象。
- 八、藻類的生長曲線雖有一定的規律性，但受光線的影響很大，光線不止提供藻類進行光和作用的能量，而且當水中營養物質足夠時光線也可使環境溫度提高來促進藻類生長繁殖。
- 九、觀察池塘中的 pH 值大多在 8 至 11 之間，但是如果使用魚飼料模擬過多有機物時溶液 pH 值會呈酸性，因此池塘中的有機物質較接近是由人類或是家禽排泄物所造成的（溶於水成鹼性），使用鳥屎來模擬實驗發現在適當濃度下對藻類生長有促進作用，但是如果濃度太高反而會有不好的影響。
- 十、池塘中的藻類在池塘生態系中扮演著生產者的角色，藻類不僅是水中小動物的食物，更是大氣中氧氣的製造者，所以水中自然不能沒有它們，但是如果藻類繁殖太多對於其他生物亦有不好的影響，由實驗得知目前潭墘村的池塘污染主要是家庭有機污染源因此減少家庭廢水的污染是一個重要的課題。

玖、參考資料

- 一、國中自然與生活科技課本，一年級下冊，第六章第一節生物的命名與分類，p.86-p.92 康軒版。
- 二、田志仁、李文瑋、郭盈君、黃顯宗、汪碧涵，2003，淡水藻類的觀察發法與應用，科學教育月刊第二五九號，國立台灣師範大學科學教育中心
- 三、徐明光，1999，台灣的淡水浮游藻（I），國立台灣科學博物館
- 四、黃淑芳，1999，認識藻類，國立台灣科學博物館

評語

030315 國中組生物科

水中「藻」寶

1. 基礎分類已建立。
2. 群落生態的探索待建立。