

中華民國第 62 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 生活與應用科學(二)科

佳作

032919

「藻生罐子?」 --- 改良水庫太陽能板漂浮罐的研究

學校名稱：臺中市立居仁國民中學

作者： 國一 林尚毅 國一 宋梓誠	指導老師： 潘瑾卿 蔡明致
-------------------------	---------------------

關鍵詞：生質能、優養化、生態罐

摘要

許多國家都在尋找減少水庫蒸發量的方法，我們想在水庫放置結合太陽能板的生態罐，它能吸收氮磷化合物，改善優養化，燃燒藻類後又能提供生質能源。

實驗發現：

一、生態罐水位於 3/5 時可提供藻類生長的合宜環境：

1. 瓶內溫度最低也最穩定，約 25°C，較瓶外氣溫 32°C 低，故具有良好降溫效果。
2. 照光下，罐內外氣壓差穩定於 6 cm-H₂O。
3. 藻類的周生長倍數大約為 1.19 倍。
4. 燃燒熱值周產量為 19.5mW/mm²。

二、藻生罐子平衡速率快，大約 24 秒就能平衡於 3/5 位置



圖 1. 實驗下藻類產生氧氣的樣子

壹、研究動機

台灣近來積極發展綠電，「漁電共生」是政府發展太陽光電的重要作法，參考其他國家對於太陽能板在水域架設的相關經驗發現：新加坡在水庫上架設太陽能板，讓太陽能板漂浮在水上，會透光且不影響水庫生態(DaisyChuang, 2021)，但浮台設計通常不具有生態功能性，僅僅提供沉浮、輸電與固定(圖 1-2)。美國學者利用”黑球”覆蓋洛杉磯市區附近的飲用水水庫來減少水庫蒸發量而且還能減少紫外線輻射水後產生的副產物和藻類的生長(柳成蔭, 2019)。所以如果能在不影響生態的情況下，於水庫覆蓋太陽能板不僅可以發電還可以減少紫外線與寶特瓶性質相同照射與水庫蒸發量，發展「水庫-綠電共生」極具潛力。此外，傳統的浮台沒有多大的利用性，生物老師曾經在教過我們如何在寶特瓶中裝置生態系，所以我就想，與寶特瓶性質相同且較大的梅子罐也具有上下沉浮的功能，如果利用梅子罐模擬浮台，梅子罐內養殖一些藻類做成生態系，利用科學原理，該系統能與大水庫互通物質並平衡水壓，那太陽能板浮台本身也成為某個具有功能性的結構體。我將此想法與老師討論，我們決定嘗試在罐子中種植綠藻，因為綠藻可以大量吸收氮肥，起到淨化水體的作用(周晏羽等, 2004)。，並且如果我們浮台生態罐中的藻類能吸收氮、磷等元素，就能減少水庫優養化，並且如果浮台生態罐具有降溫的效果，也能促進太陽能板的發電效率。最後這些生態罐中的藻類能被方便且快速地收集轉換成甲烷 (ET today 國際, 2013)或生質柴油，我們將以一連串的理論為基礎進行實驗活動。



圖 1-1、勝科登格浮動式太陽能電場 (Sembcorp Tengoh Floating Solar Farm) 位於新加坡西部集水區的登格蓄水池 (Tengoh Reservoir)，總容量高達 60MW (Daisy Chuang, 2021)

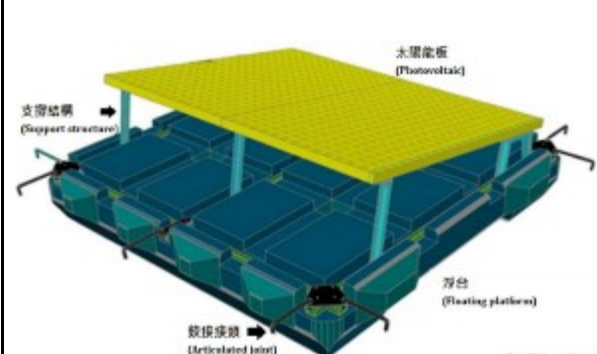


圖 1-2 浮動式太陽能零件(取自:The News Lens 關鍵評論, 2018)

貳、研究目的

- 一、水位對瓶內及瓶外溫度變化的影響
- 二、光源照射生態罐的時間對瓶內氣壓的影響
- 三、不同水量對藻類生長速率的影響
- 四、水位的高度對藻類吸收氮磷化合物速率的影響
- 五、藻類與光源的距離對藻類產氧量的影響
- 六、生態浮罐上的孔洞數量對藻生罐子內水量達到 3/5 所需時間的影響
- 七、使用瓣膜與濾紙時水位到達 3/5 所需時間的比較
- 八、藻生罐子的熱值效益實驗與計算

參、研究設備及器材

一、研究器材

研究器材與規格 含氮肥料 	研究器材與規格 橡皮管 	研究器材與規格 烤箱 	研究器材與規格 點滴管 
吸油器(瓣膜) 	可樂罐(內瓶) 	外瓶 	日光燈 
電風扇蓋 	水桶 	梅子罐 	鋸槍 
熱熔膠槍 	水族箱 	檯燈 	支架(用於支撐檯燈) 
滴管 	培養皿 	小湯匙(用於取藻類) 	螺帽 
量筒 	濾紙 	電子溫度計 	藻類(水綿) 

肆、研究過程或方法

一、重要名詞解釋

(一)水綿藻類：水綿是水綿屬（學名：Spirogyra）綠藻們物種的總稱，是一種**普遍生活**在淡水裡的真核多細胞藻類，因體內含有 1—16 條帶狀、螺旋形的葉綠體，所以呈現綠色。世界上大概有超過 400 種水綿，它們的寬度大概在 10—100 μm 之間，長度最長可達數厘米。水綿在相對清潔的優養化水體中非常普遍，在水中呈片或團狀，摸起來手感黏滑。春季，水綿在水下生活，**當陽光充足、天氣溫暖時，它們就可以進行光合作用產生大量氧氣泡**，出現在纏結的細絲間，並有**上浮現象**。水綿個體由一串圓筒狀細胞構成，所以在顯微鏡下看起來像一根無分支的絲線。它的細胞壁有兩層，外層由纖維素構成，內層由果膠構成。（維基百科，2021）

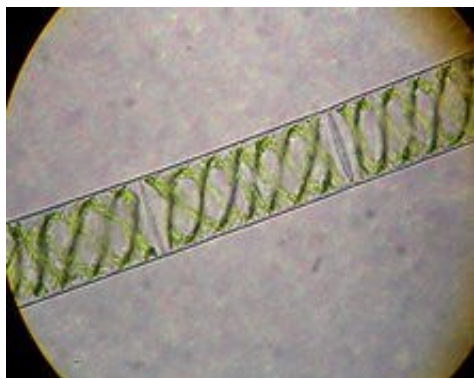


圖 4-1-1 顯微鏡下的水綿



圖 4-1-2 水綿

(二)太陽能板的原理與能源轉換：太陽能發電的主要設備包含太陽能電板、專用電池、專用變頻器等。電板中的光電半導體接受陽光照射後，將輻射能轉換成直流電。接著，再由光伏逆變器將直流電轉換為符合市電頻率的交流電，將產生的電力儲存於電池中，或與電網連接進行調度使用，**而太陽能發電量與日照強度、日照時間成正比**，因此發電量在陽光充足的夏日、日照時間長的低緯度地區成效較佳，太陽能的發電過程中，**電板的運作功率也會直接影響發電成效。**

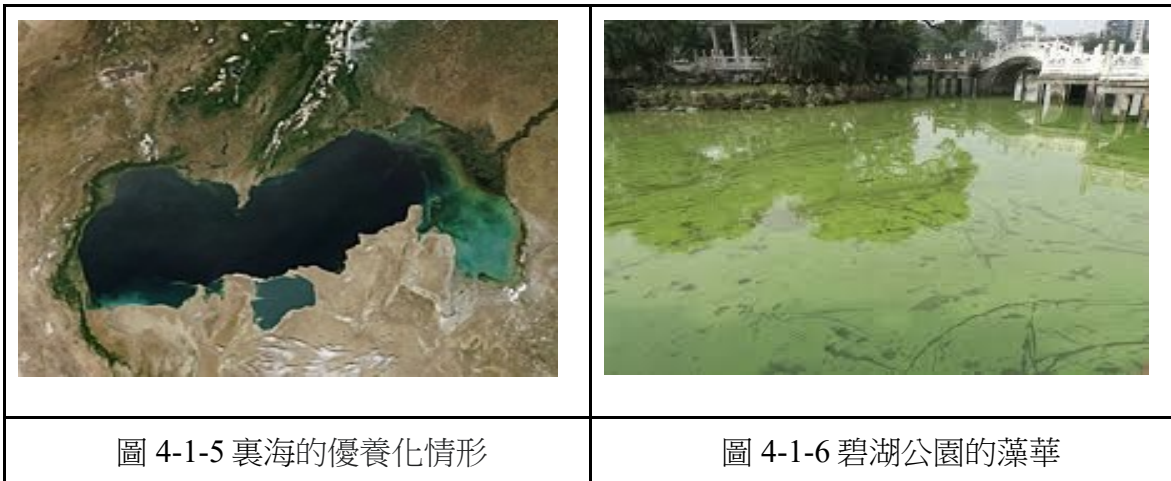


圖 4-1-3 太陽能板圖



圖 4-1-4 能源轉換示意圖

(三)優養化：優養化（英語：Eutrophication），是指湖泊、河流、水庫等水體中氮、磷等植物營養物質含量過多所引起的水質污染現象。由於水體中氮、磷營養物質的富集，引起藻類及其他浮游生物的迅速繁殖，使水體溶解氧含量下降，造成植物、水生物和魚類衰亡甚至絕跡的污染現象，水體出現優養化時主要表現為浮游生物的大量繁殖。因為藻類大量繁殖也會伴隨大量死亡，這些藻類屍體在腐爛分解的過程中會用盡水中的氧氣，使棲息在那裡的魚族會因窒息而死亡，再者，形成藻華的藍綠藻往往是群體狀或絲狀，這些不是濾食性魚類的食物，因此使水域生態系中的食物看似很豐富，但卻有不少魚類是因為飢餓或窒息而死。(維基百科，2021)



(四)生質柴油：生質柴油，是用未加工過的或者使用過的植物油以及動物脂肪通過不同的化學反應製備出來的一種被認為是環保的生質燃料。這種生物燃料可以像柴油一樣使用。生質柴油一般不是直接作為燃料使用；而是與普通柴油混合使用。生質柴油另一個環保優勢，是其可降低引擎廢氣排放。研究顯示如果用 20%生質柴油的比例混合的話，柴油引擎 NO_x 排放會增加 2%，但微粒排放會降低 15%，碳氫化合物排放會降低 30%，一氧化碳的排放會降低 20%，硫氧化化合物的排放量會降低 20%。(維基百科，2021)



二、實驗方法

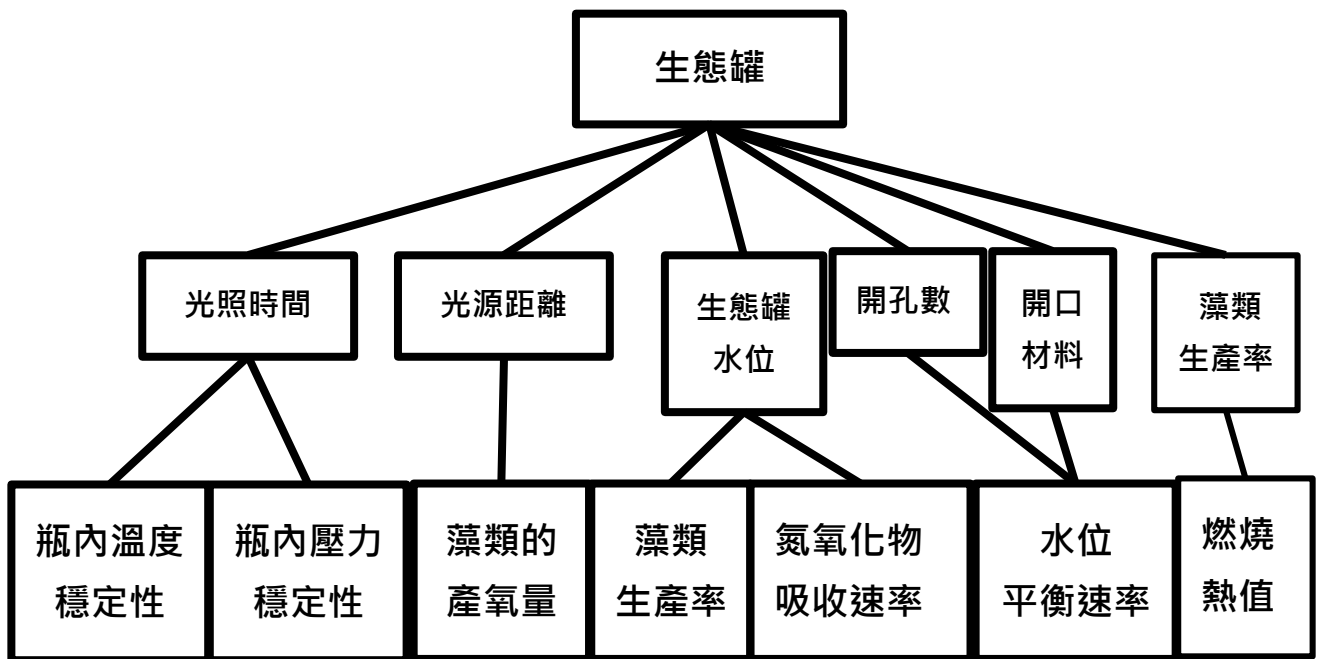


圖 4-2-1 實驗研究架構圖

三、研究步驟

(一)、水位對瓶內及瓶外溫度變化的影響

- 1.取藻生罐子和烤箱。
- 2.將烤箱架設在離水面約 40 公分處，預熱 20 分鐘後，把藻生罐子分別裝 1/5 到 5/5 的水位放進水中，並以**烤箱到瓶頂的距離來調整烤箱的高度**，靜待五分鐘後分別在水中和瓶子中進行溫度的測量。
- 3.使用電子溫度計進行測量。
- 4.透過記錄水溫的變化，來了解何種水位的浮體恆定性最佳。

(二)、照射時間對氣壓變化的影響

- 1.取烤箱和藻生罐子及點滴管。
- 2.將點滴管插入藻生罐子內，再把水加至 3/5 水位，閉管，再將藻生罐子放入水中，每過 5 分鐘透過**水和空氣比例的改變會隨著大氣壓力改變的特性來記錄氣壓變化**，再以手機照相的放大功能來便是更精確的數值。
- 3.使用尺及手機進行測量。
- 4.利用點滴管水位變化來測量氣壓變化，來確認瓶內原本的壓力經過照射後是否會改變，以確認瓶內環境的穩定性。

(三)、水量的多寡對藻類生產速率的影響

- 1.取五瓶相同的可樂罐、橡皮筋、燈座、塑膠桶。
- 2.將學校水池中的藻類(每組 1 公克)放入可樂罐中，再把分別以 100、200、300、400、500ml 的水量加入可樂罐中，並把蓋子挖一個洞，再以兩層濾紙覆蓋其上，把五個瓶罐放入水中後以橡皮筋固定並用燈座照射。
- 3.使用電子秤進行測量。
- 4.記錄藻類的生長量，以找尋最適合藻類的生長環境。

(四)、水量的多寡對氮磷化合物吸收量的影響

- 1.取五瓶相同切割方式的大寶特瓶來裝小可樂罐及用來平衡總水量的池塘水、五瓶相同的小可樂罐做為內瓶以及外瓶作為對照組，在池塘相同點取含氮磷化合物的池水並以濾紙過濾。
- 2.將水綿放入裝滿池水的外瓶中，並各放入 1g 的水綿，另外在可樂瓶的蓋子以焊槍挖洞，再以兩層濾紙覆蓋其上，瓶外則分別放入 1600~1200ml 肥料水的大罐子，以日光燈照射。
- 3.使用硝酸鹽檢測器進行測量，再觀察藻類對氮磷化合物的吸收量的多寡。
- 4.觀察各個裝有不同水量的可樂罐內的氮磷化合物量，以確認不同水量對藻類吸收氮磷化合物速率的影響。

(五)、藻類與光源的距離對藻類產氧量的影響

- 1.取五個規格相同的量筒，並在裡面裝滿自來水。
- 2.量取五份一公克的藻類(水綿)分別裝到五個量筒內。
- 3.將量筒分別倒置在五個規格相同的寶特瓶，並分別放置在與光源距離 0、10、20、30、40 公分的位置，並分別放入一個相同的瓶子固定以防量筒晃動。
- 4.觀察並記錄各個與光源距離不同的藻類在 10 天內產出的氧氣量。

(六)、生態浮罐上的孔洞數量對藻生罐子內水量達到 3/5 所需時間的影響

- 1.取五個規格相同的寶特瓶和一個水族箱。
- 2.分別在距離瓶底 2/5 的位置，以鉗槍挖 1、2、3、4、5 個孔洞。
- 3.使用碼錶測量寶特瓶內水量達到 3/5 所需時間(每個測 3 次，最後取平均)。
- 4.觀察寶特瓶下沉至 3/5 水位的速率與孔洞數量的關係。

(七)、使用瓣膜與濾紙時水位到達 3/5 所需時間的比較

- 1.取兩個相同的梅子罐、濾紙、瓣膜、重物(螺帽)和碼錶
- 2.分別將兩個罐子在 3/5 處挖 4 個洞，並在兩個罐子的瓶蓋接上相同重量的重物(螺帽)
- 3.分別將瓣膜和濾紙與瓶蓋接合
- 4.測量兩種模型在放入水中後的平衡時間(測 5 次後取平均)

(八)、藻類生長速率與燃燒熱值實驗

- 1.取出罐子中的藻類並以水鉛直沖洗約 10 分鐘左右，觀察無雜質即停止。
- 2.並烘乾(100°C，30 分鐘)得到乾值藻類約 3 克。
- 3.將以上藻類分為五堆並秤其質量紀錄。
- 4.進行燃燒，紀錄無風下以酒精燈燃燒藻類所需的時間。
- 5.查關於太陽能板效能文獻並與我們算出來的結果比較。

伍、研究結果與討論

一、不同吃水位在不同時間照射下之水溫變化

〔第一部分〕：水位高度對生態浮罐的水溫的影響

(一) 假設：因為水的比熱較空氣大，所以生態浮罐內的水位越高，生態浮罐的水溫越穩定。

操作變因：生態浮罐內的水量。

控制變因：瓶子的大小、受光源照射時間、生態浮罐受光照時與光源的距離、操作環境。

應變變因：不同水位的生態罐瓶內溫度的變化。

(二) 實驗結果

表 5-1-1 不同水位下之不同照射時間的水溫變化

水位(五等分)	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
照射時間(分)	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20
水溫 1(°C)	29	30	32	29	29	27	28	28	28	26	25	26	30	30	31	31	31	29	30	30
水溫 2(°C)	29	31	31	30	28	27	28	28	28	26	25	27	29	29	31	31	31	29	30	29
水溫 3(°C)	29	33	31	29	28	27	28	28	28	26	25	26	30	29	31	31	31	29	30	29
平均水溫(°C)	29	31	31	29	28	27	28	28	28	26	25	26	29	29	31	31	31	29	30	29

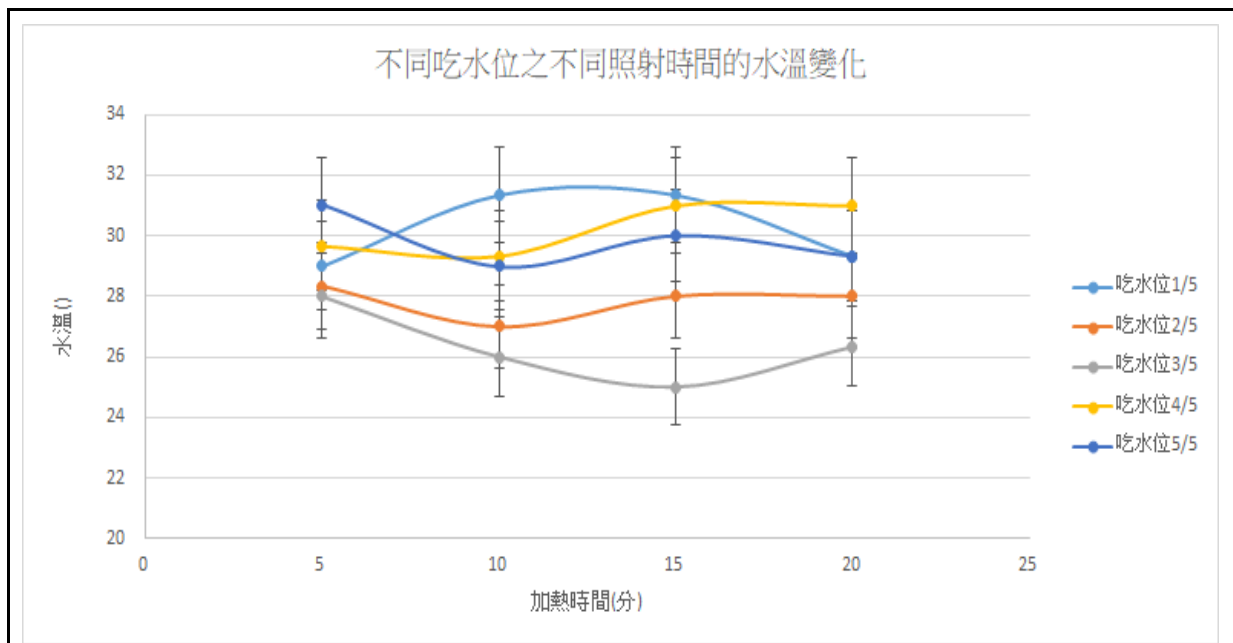


圖 5-1-1 不同水位下之不同照射時間的水溫變化

(三). 實驗裝置圖

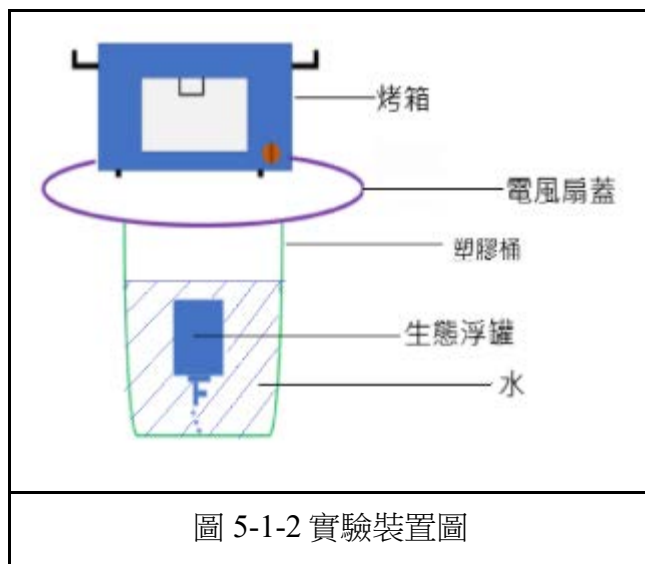


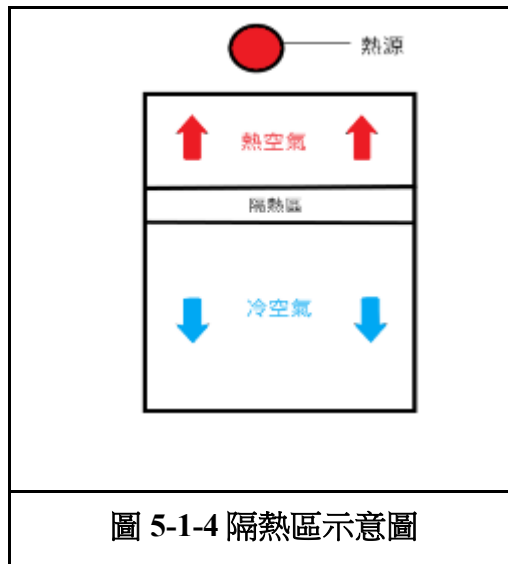
圖 5-1-2 實驗裝置圖



圖 5-1-3 實際裝置照片

(四). 實驗結果與討論

1. **因果關係**：在 5-20 分鐘內的照射時間，不論水位多寡，水溫變化均為 2°C 左右，但 3/5 吃水位的溫度維持均勻甚至在 25°C，具有降溫效果。
2. **原理解釋**：水的比熱較空氣大，所以水對溫度的穩定性非常重要，然而，這不是改變生態浮罐內溫度的唯一因素。水可以藉由蒸發、凝結等方式調節溫度，但若水量過多，空氣就較少，水蒸氣就較容易飽和，水的型態就較難從液態轉成氣態(這個過程會吸熱)。當熱源在上方時空氣會產生隔熱區，空氣若過少，又不足以形成隔熱區。所以雖然 2/5 水位的溫度曾比 3/5 低，但 3/5 空氣跟水量都有一定量的 3/5 降溫效果及溫度的穩定性最好。



3. 新發現與應用: 生態罐內的水位佔 3/5 時瓶內溫度能降的最低也能最穩定，而溫度越低，水蒸發的速率越慢。

一、不同吃水位在不同時間照射下之氣溫變化

〔第二部分〕

(一) 假設：氣體越多，氣溫越穩定。

操作變因：生態浮罐內的水量。

控制變因：瓶子的大小、受光源照射時間、生態浮罐受光照時與光源的距離、操作環境。

應變變因：不同水位的生態罐瓶內氣溫的變化。

(二) 實驗結果

表 5-1-5 不同水位在不同照射時間下的瓶內氣溫變化

水位(五等分)	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5	5
照射時間(分)	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10	15	20
瓶內氣溫 1(°C)	28	29	28	30	27	27	27	28	28	26	28	27	30	29	31	31	28	28	29	29
瓶內氣溫 2(°C)	29	30	28	29	27	27	27	28	27	27	27	27	30	28	29	31	29	27	29	29
瓶內氣溫 3(°C)	29	30	28	29	28	27	27	28	27	27	27	27	28	29	29	31	29	27	29	29
平均瓶內氣溫 (°C)	28	29	28	29	27	27	27	28	27	27	27	27	29	29	30	31	29	27	29	29

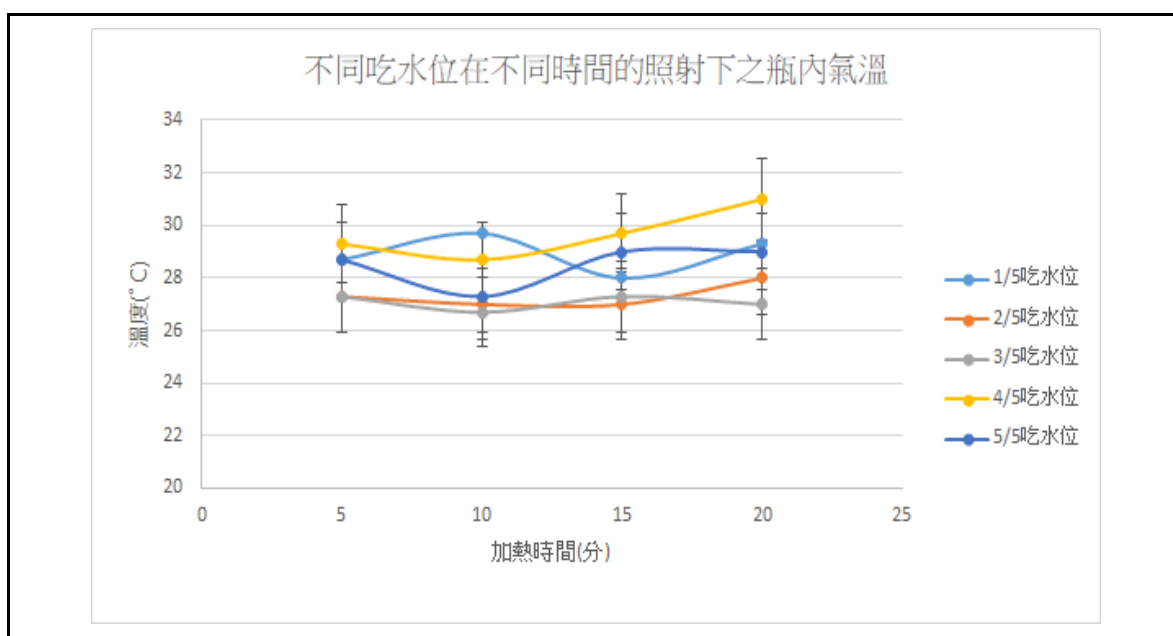


圖 5-1-6 不同水位在不同照射時間下的瓶內氣溫變化

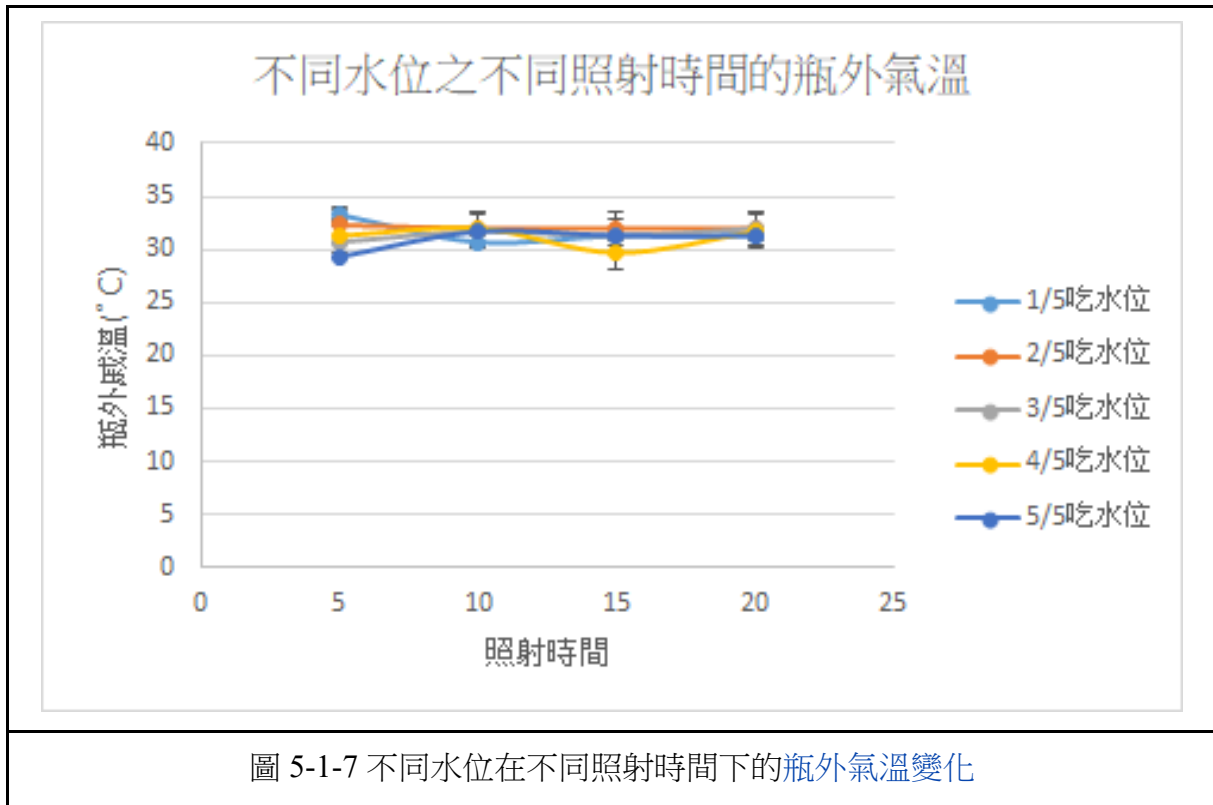


圖 5-1-7 不同水位在不同照射時間下的瓶外氣溫變化

(三). 實驗結果與討論

1. **因果關係**：在 5-20 分鐘內的照射時間，但 3/5 吃水位的氣溫最低，大約 27°C 左右。
2. **原理解釋**：氣體與液體的比例合宜下，有最佳的溫度。
3. **新發現與應用**：從圖 5-1-7 可見，當光源溫定後(約 8 分鐘)，瓶外溫度改變不大，即背景值穩定，瓶子外的氣溫穩定為 32°C 左右，所以瓶內的氣溫與水溫分別為 27°C 左右與 25°C 左右，良好的生態罐環境具有降溫效果。

二、水位對藻類生長速率的影響

(一)、假設：水位占 3/5 時的生態浮罐之生長率最高。

操作變因：寶特瓶水位深度。

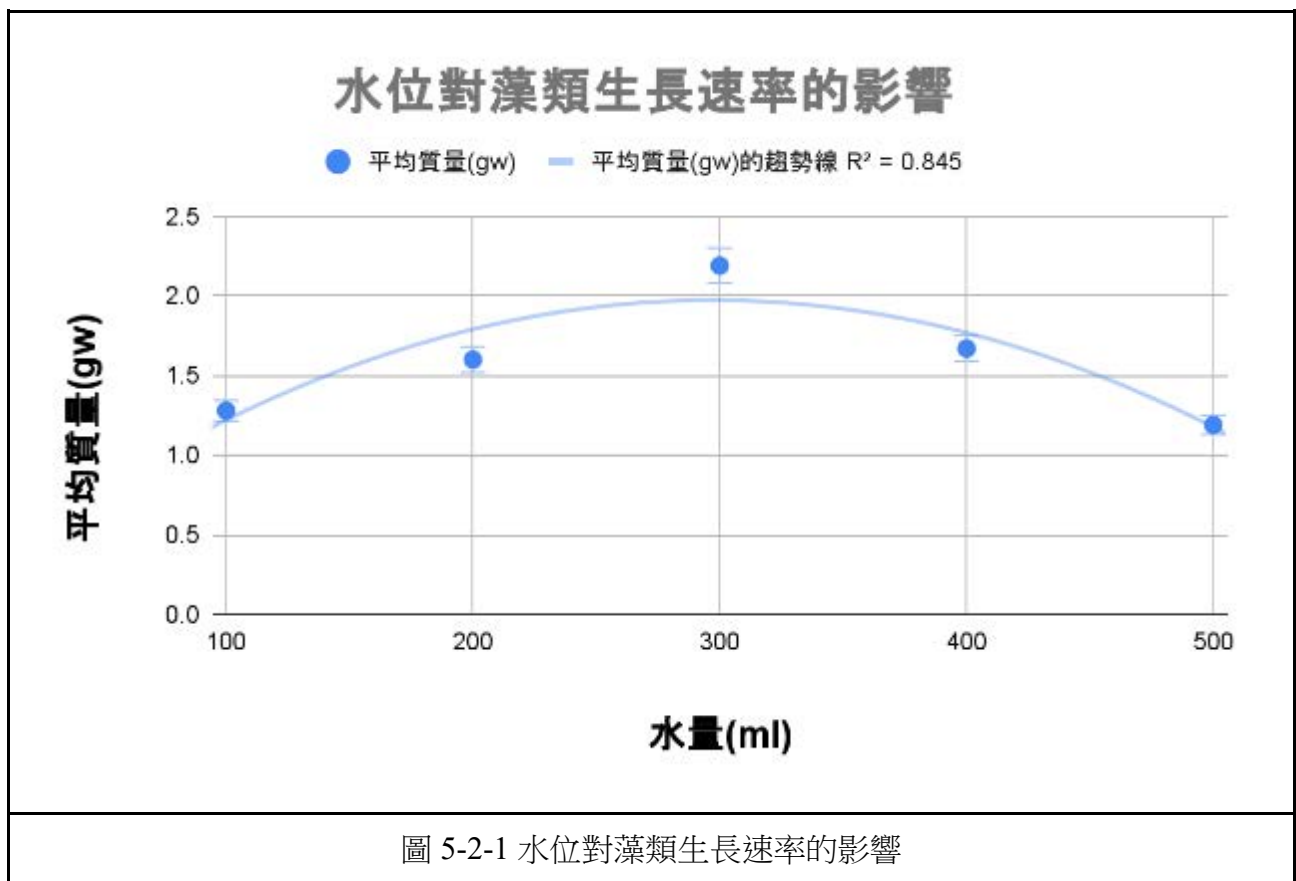
控制變因：寶特瓶的規格、照射時間、操作環境。

應變變因：內瓶不同水位的藻類生長速率。

(二)、實驗結果

表 5-2-1 水位對藻類生長速率的影響

水量(ml)	100	200	300	400	500
原始值(gw)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
第一次	1.84	2.52	3.60	2.36	1.08
第二次	0.86	1.12	1.52	1.38	1.32
第三次	1.14	1.16	1.46	1.28	1.18
平均質量(gw)	1.28	1.6	2.19	1.67	1.19
平均生長量(gw)	0.28	0.6	1.19	0.67	0.19



(三)、實驗裝置圖

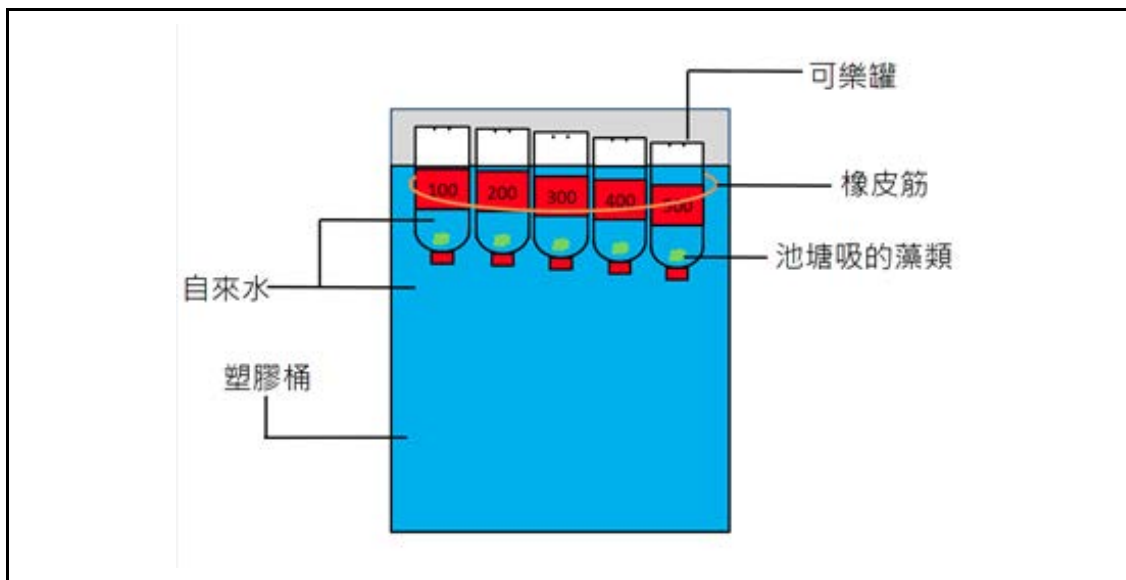


圖 5-2-2 實驗裝置圖



圖 5-2-3 實際裝置照片

(四)、實驗結果與討論

1.因果關係：由圖 5-3-1 可知在水位占比 3/5 時，藻類具有最佳生長率，生長率高達 1.19 倍，而水位占比 2/5 與 4/5 時生長率次之，約為 0.6 倍，水位 1/5 與水位 5/5 時生長率最差，約為 0.2 倍左右)，整體而言，水位占比之物理空間變化對水綿的生長速率影響呈現以 3/5 水位為軸的對稱曲線。

2.原理解釋：我們已在實驗一得知水位在 3/5 時水溫最為恆定，而環境變化越小，藻類的生長就越穩定。

3.新發現與應用：水位占 3/5 時，藻類生長速率最快，所以對氮肥的吸收速率應該也會越快。(這個假設我們會在實驗四中驗證)

三、水量的多寡對藻類吸收氮化合物速率的影響

(一)、假設：生態浮罐內的水量占 3/5 時，藻類能生長的最快，所以藻類吸收氮化合物的速率也最快。

操作變因：內瓶的水量。

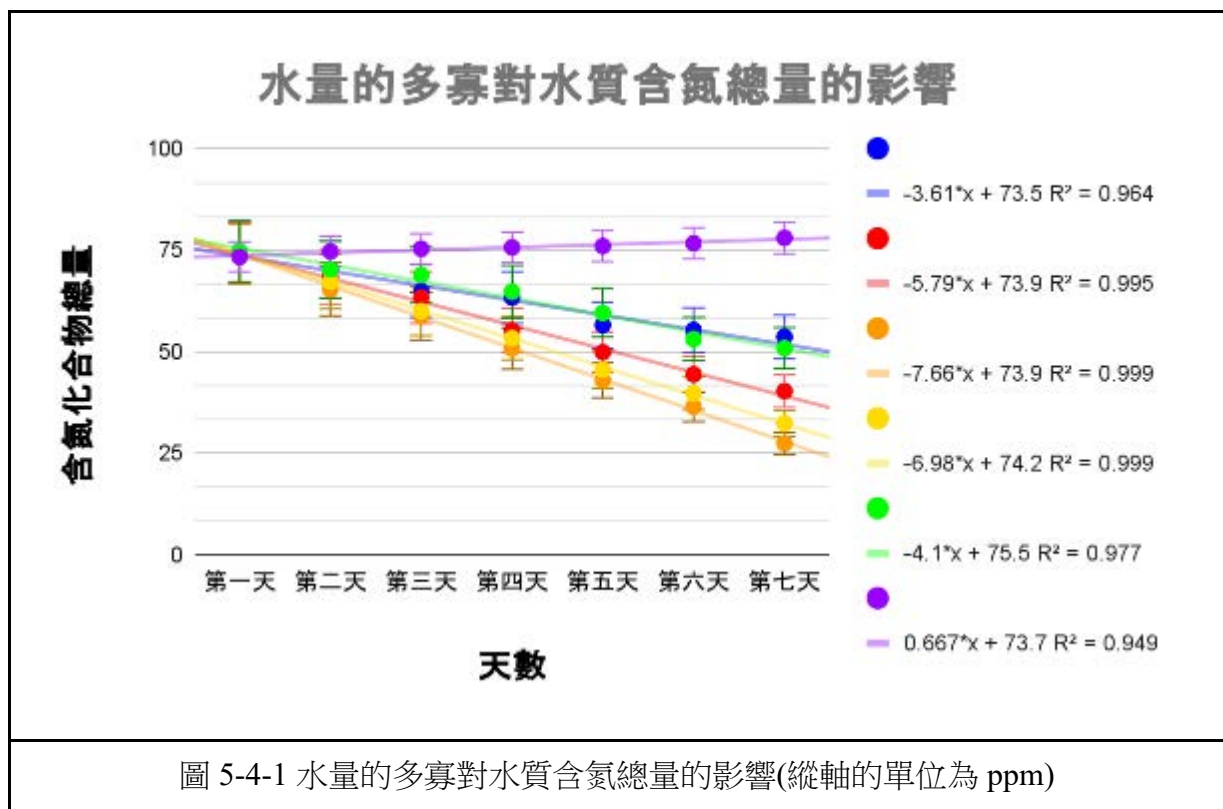
控制變因：內瓶的規格、外瓶的規格、藻類量、照射時間、藻類受光照時與光源的距離、操作環境、內外瓶總水量。

應變變因：內瓶不同水位的藻類吸收含氮化合物的速率。

(二)、實驗結果

表 5-4-1 水量的多寡對藻類吸收氮化合物速率的影響

水量單位(ml)	100	200	300	400	500	對照組 (300)
第一天 (ppm)	75	74	74	74	75	73
第二天 (ppm)	70	68	65	67	70	75
第三天 (ppm)	65	63	59	60	69	75
第四天 (ppm)	63	65	51	53	65	76
第五天 (ppm)	57	50	43	46	60	76
第六天 (ppm)	55	44	36	40	53	77
第七天 (ppm)	54	40	27	32	51	78



(三)、實驗裝置圖

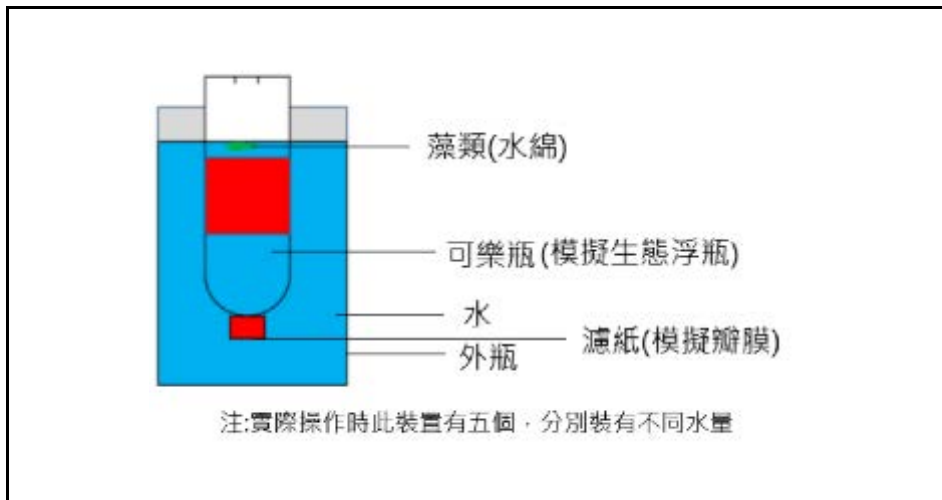


圖 5-4-2 實驗裝置圖



圖 5-4-3 實際裝置照片

(四)、實驗結果與討論

1.因果關係：由圖 5-4-1 可見，水位在 3/5 時，藻類吸收含氮化合物的速率最快，七天內 1 公克的藻類隨著生長可以吸收 47ppm，並且其單日吸收率均勻變化約 6ppm-9ppm。

2.原理解釋：我們已在實驗三得知了水位在 3/5 時藻類生長速率最快，而藻類生長的越快，吸收含氮化合物的速率就越快。

3.新發現與應用：透過此實驗，我們發現生態罐的水位在 3/5 時，藻類能最有效率的吸收水庫中的含氮化合物，改善環境。

四、光源照射生態罐的時間對瓶內氣壓的影響

(一)、假設：照射時間愈久，氣溫愈穩定

操作變因：生態罐接受照射的時間

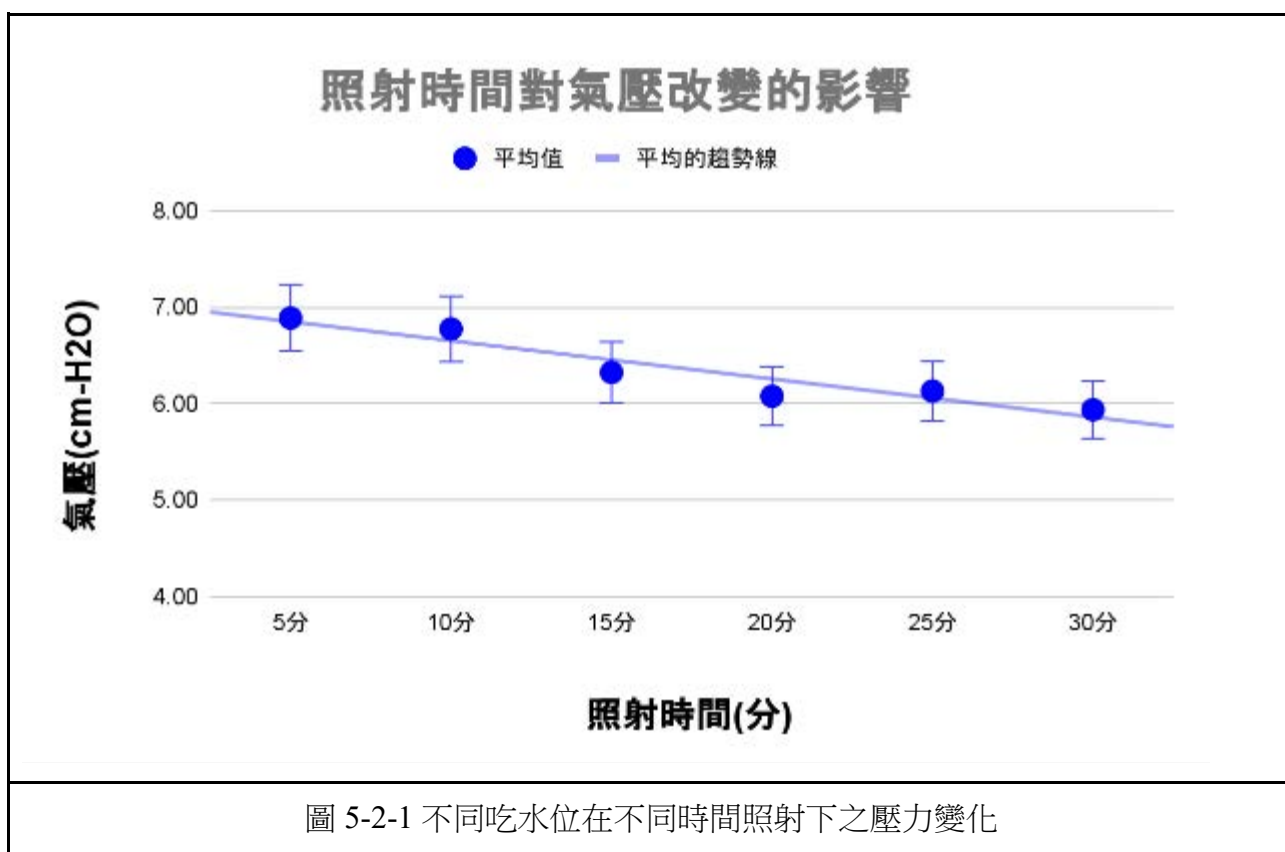
控制變因：藻類種類、光源、生態浮罐與光源的距離等

應變變因：瓶內改變的氣壓

(二)、實驗結果

表 5-2-1 不同吃水位在不同時間照射下之壓力變化

氣壓變化(cm-H ₂ O)	第一次	第二次	第三次	平均值
5分	6.89	6.87	6.90	6.89
10分	6.82	6.74	6.76	6.77
15分	6.24	6.32	6.41	6.32
20分	6.09	6.13	6.01	6.08
25分	6.31	6.11	5.97	6.13
30分	5.88	6.00	5.93	5.94



(三)、實驗裝置圖

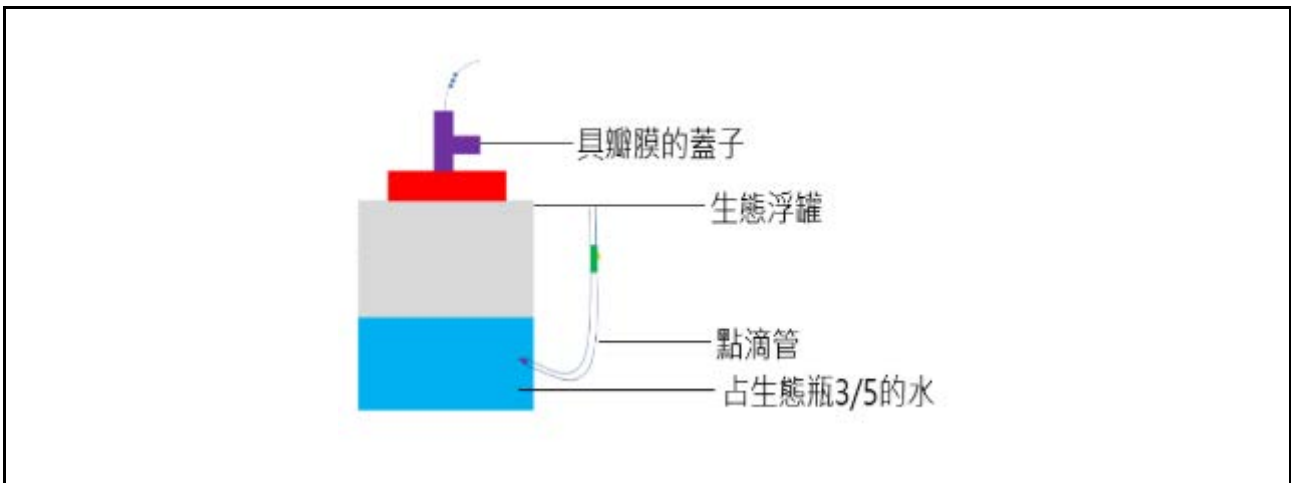


圖 5-2-2 實驗裝置圖(仿波以耳式閉管氣壓計)

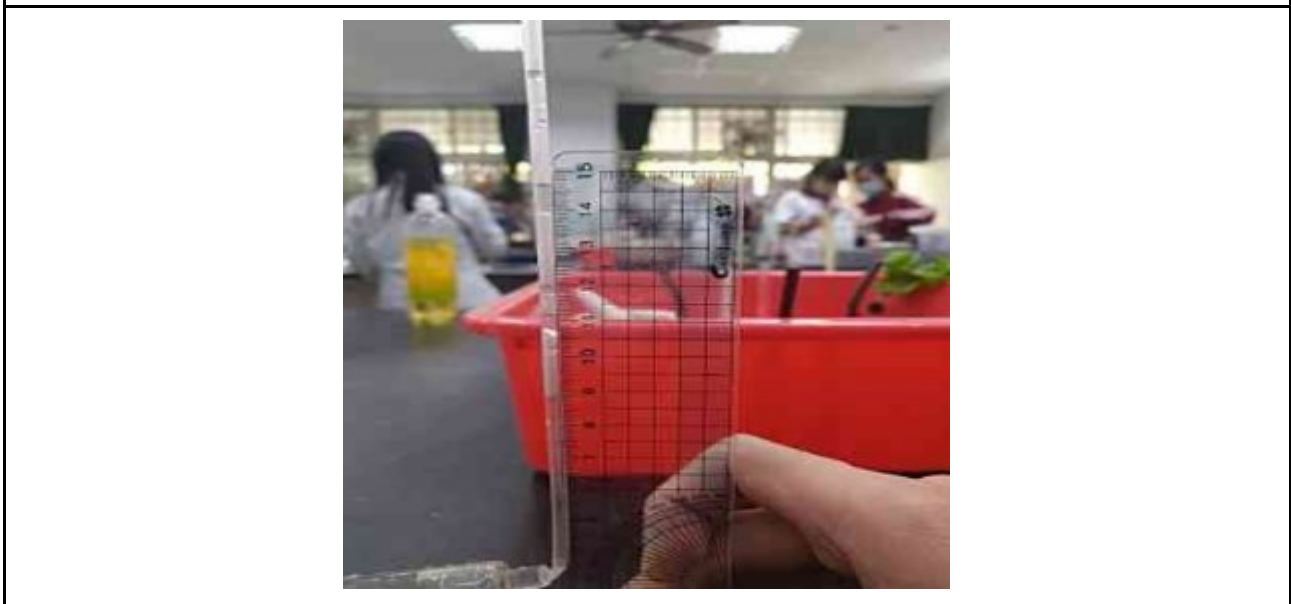


圖 5-2-3 測量時的實際照片

(四)、實驗結果與討論

- 1.因果關係：**由圖 5-2-1 可知:在照射時間 15 分鐘內瓶中氣壓有較大的改變，但隨著時間的增加，瓶中的壓力越來越穩定，變化量較少，幾乎停留在內外氣壓差值 6cm-H₂O 之中。
- 2.原理解釋：**在 15 分鐘內瓶中溫度與室溫較接近，與烤箱溫度相差較大，所以照射後改變的溫度也較大，而壓力也隨著溫度改變；15 分鐘後瓶內溫度與烤箱溫度越來越接近，所以照射後溫度和壓力的改變也較少。
- 3.新發現與應用：**這個裝置運用到實際水庫後的情況和我們的實驗結果理論上不會差太多(剛開始壓力會有些微變化，但之後會逐漸穩定)，所以藻類的生長也不會受到太大的影響。

五、藻類與光源的距離對產氧量的影響

(一)、假設：藻類與光源的距離越近，產氧量就越多。

操作變因：量筒與光的距離

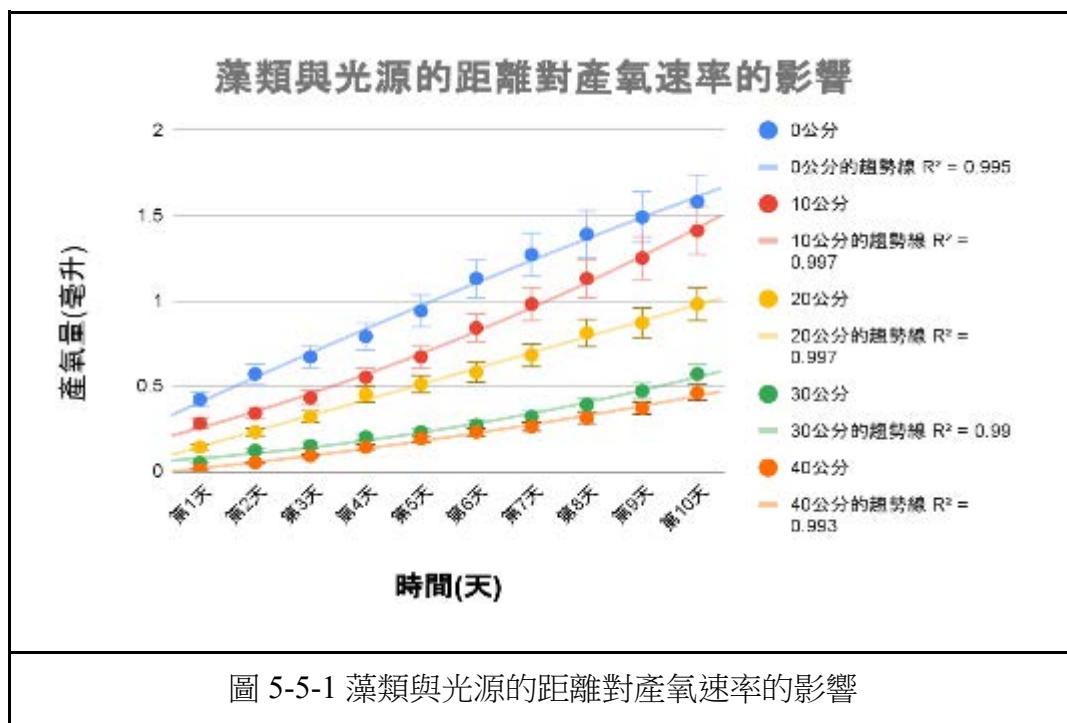
控制變因：照射時間、實驗環境、量筒內的水量

應變變因：與光源不同距離的藻類產氧量多寡

(二)、實驗結果

表 5-5-1 藻類與光源的距離對產氧量的影響

量筒與光源的距離 (公分)	0	10	20	30	40
第 1 天(ml)	0.42	0.28	0.14	0.05	0.01
第 2 天(ml)	0.57	0.34	0.23	0.12	0.05
第 3 天(ml)	0.67	0.43	0.32	0.15	0.09
第 4 天(ml)	0.79	0.55	0.45	0.2	0.14
第 5 天(ml)	0.94	0.67	0.51	0.23	0.19
第 6 天(ml)	1.13	0.84	0.58	0.27	0.23
第 7 天(ml)	1.27	0.98	0.68	0.32	0.26
第 8 天(ml)	1.39	1.13	0.81	0.39	0.31
第 9 天(ml)	1.49	1.25	0.87	0.47	0.37
第 10 天(ml)	1.58	1.41	0.98	0.57	0.46



(三)、實驗裝置圖

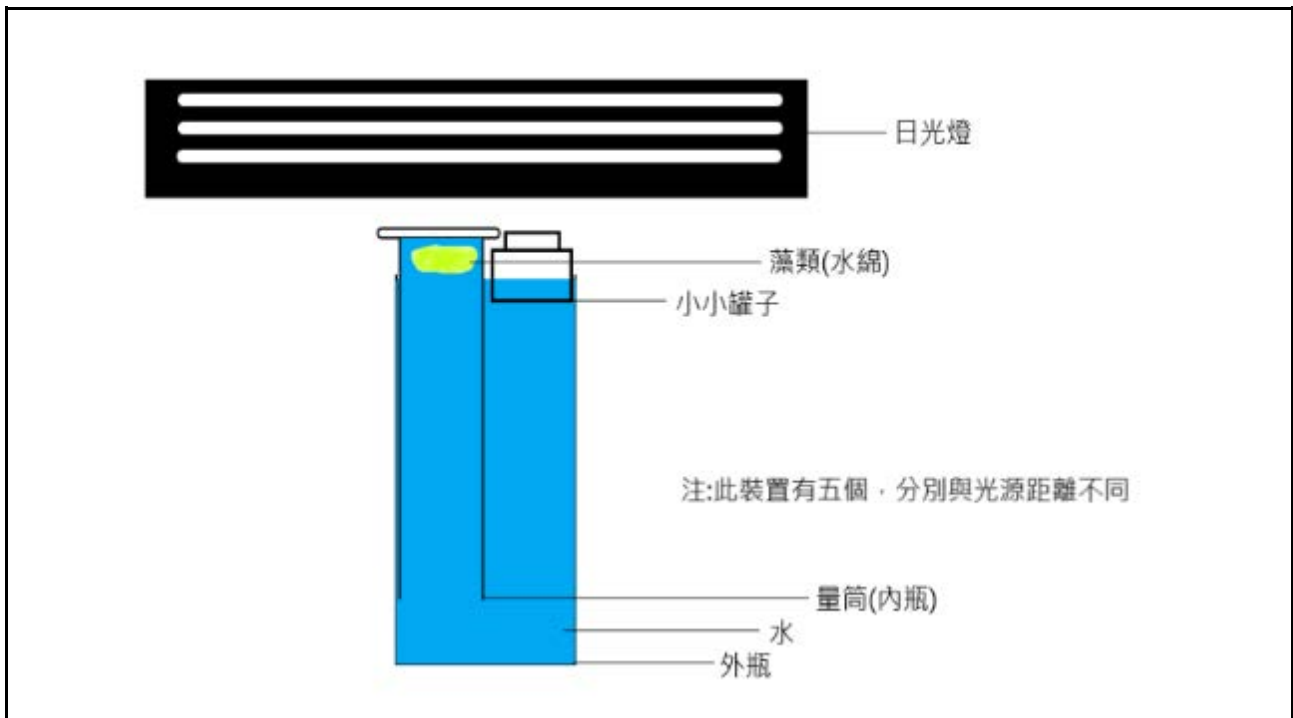


圖 5-5-2 實驗裝置圖

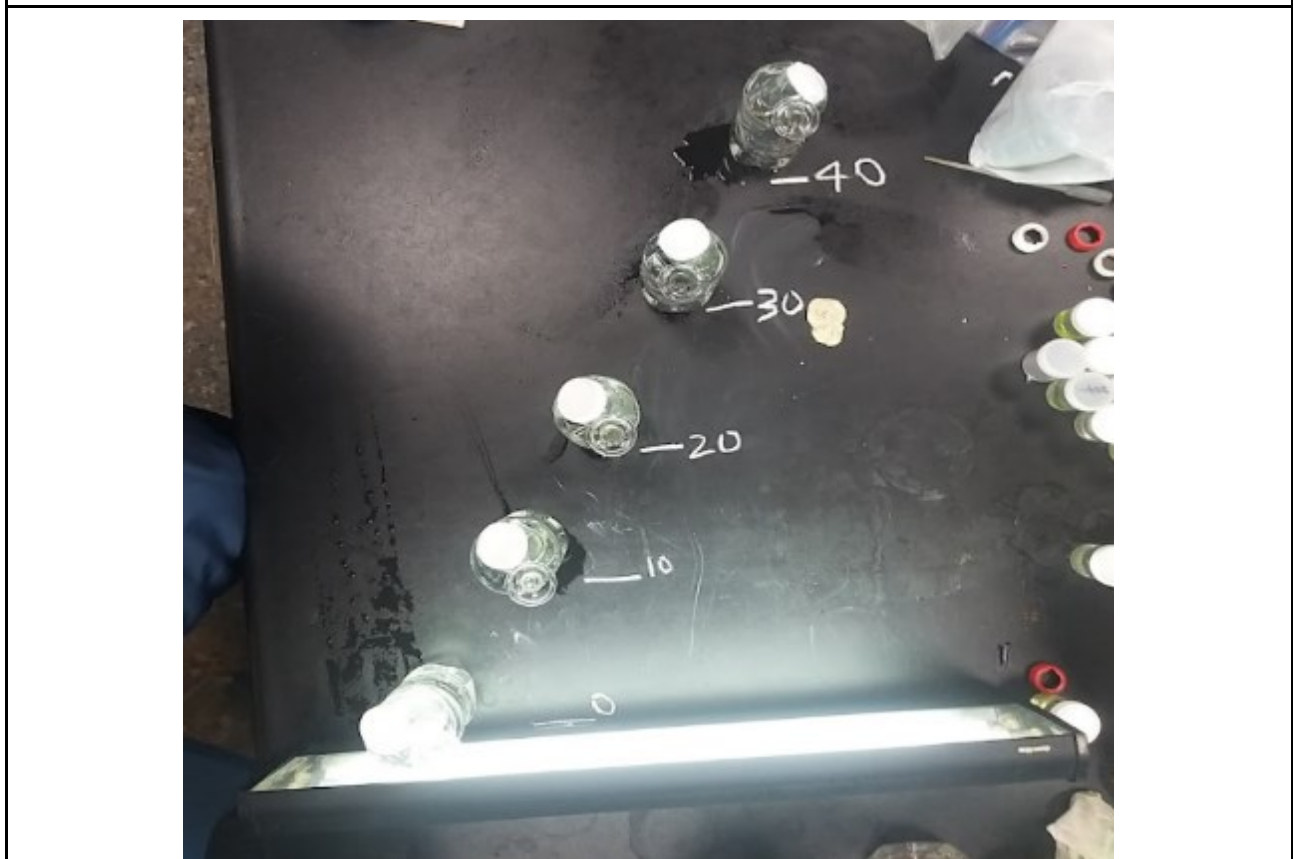
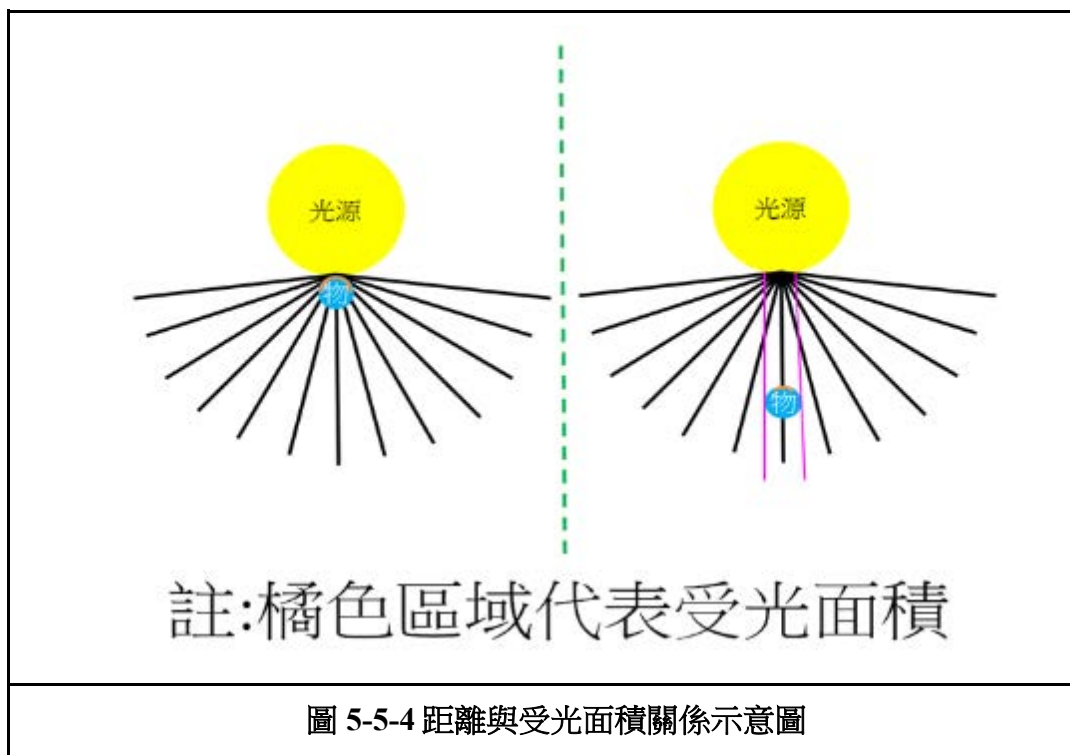


圖 5-5-3 實際裝置照片

(四)、實驗結果與討論

1.因果關係：由表 5-3-1 可見，藻類與光源的距離越近，產氧速率就越快，在測量 10 天後，距離光源較近的產氧量可達 1.58cm，而較遠的則是只有 0.46cm 而已。

2.原理解釋：光是散射的，而物體接收光量與距離的平方成反比，所以藻類與光的距離越遠，接收到的光就越少，產氧量就隨之減少了。



3.新發現與應用：有些藻類品種無法自行浮於水面，而若將這些藻類置於生態浮瓶內，這些藻類便能更接近陽光，更快速的行光合作用，改善環境。但我們也在此實驗中注意到了藻類所產生的氧氣因為難溶於水，可能導致生態浮罐內的水位隨著時間遠離 3/5 的最佳水位，所以我們打算在下個實驗中解決這個問題。

六、生態浮罐上的孔洞數量對藻生罐子內水量達到 3/5 所需時間的影響

(一)、假設：生態浮罐上的孔洞越多，空氣就能更快地被排出，所以生態浮罐內水量能越快達到我們設定的高度(3/5)。

操作變因：寶特瓶上的孔洞數量。

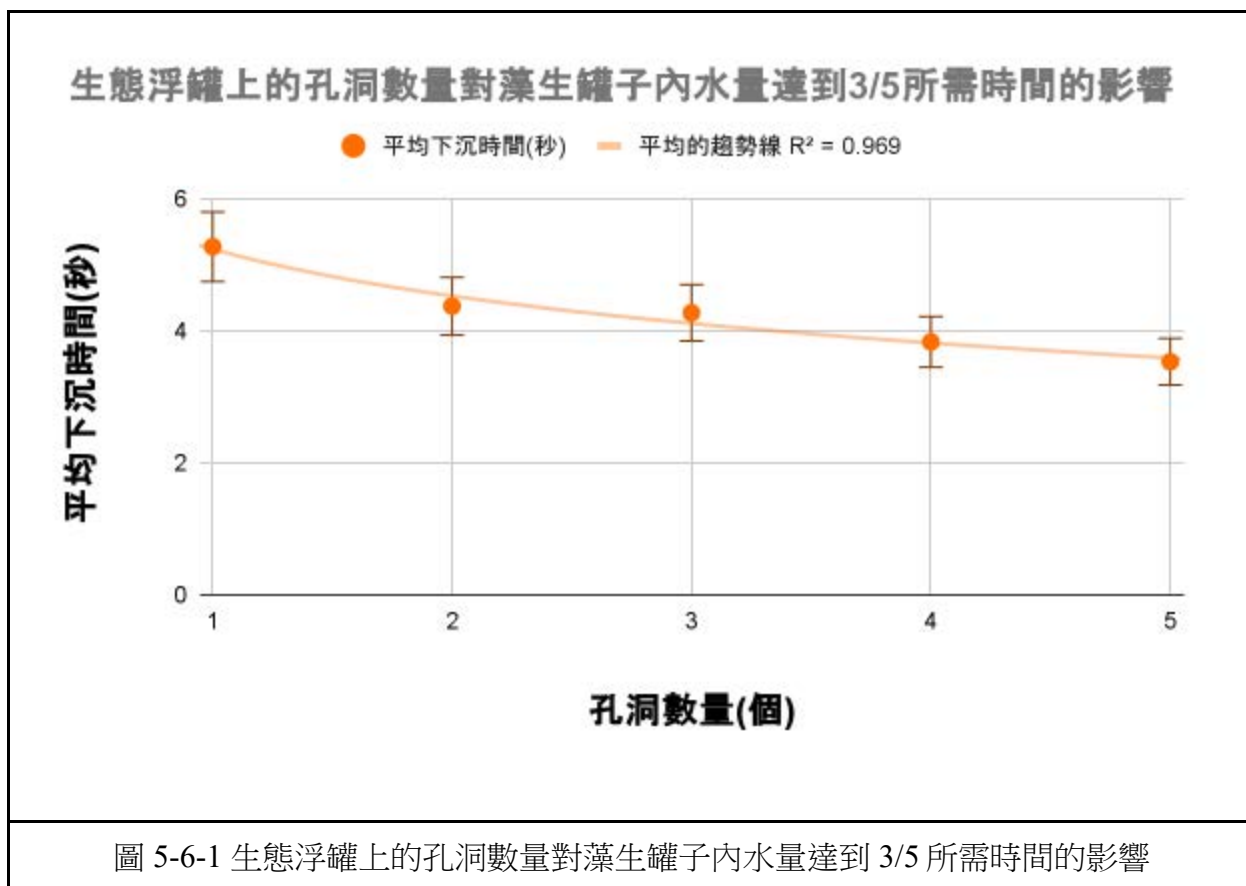
控制變因：實驗環境、瓶子的規格、鑽孔的方法、孔洞的大小。

應變變因：保特瓶內的水量達到 3/5 所需的時間。

(二)、實驗結果

表 5-6-1 生態浮罐上的孔洞數量對藻生罐子內水量達到 3/5 所需時間的影響

孔洞數量(個)	1	2	3	4	5
第一次	4.6	4.1	4.5	3.6	3.5
第二次	6.1	4.5	3.9	3.8	3.6
第三次	5.1	4.5	4.4	4.1	3.5
平均下沉時間(秒)	5.2	4.3	4.2	3.8	3.5



(三)、實驗裝置圖

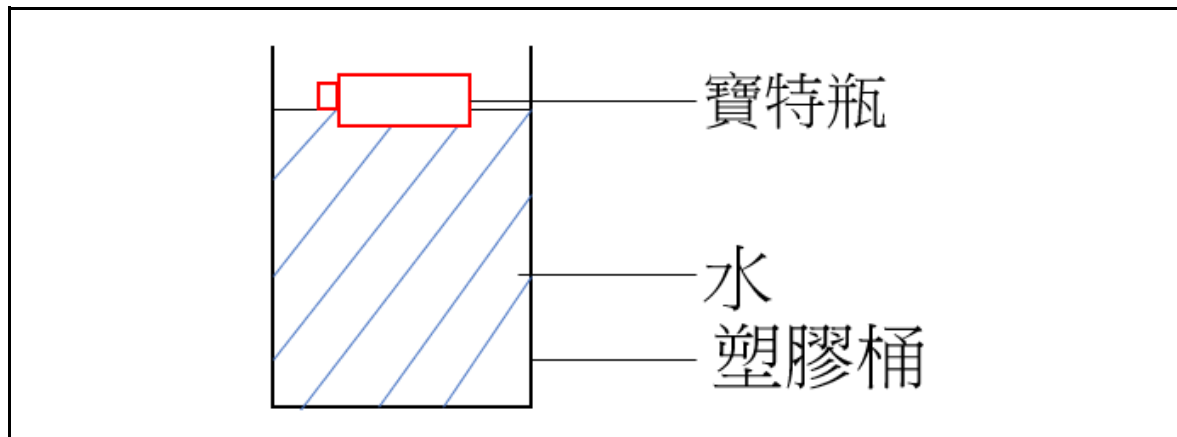


圖 5-6-2 實驗裝置圖



圖 5-6-3 實驗實際圖

(四)、實驗結果與討論

1.因果關係:由表 5-6-1 可見，孔洞量越多，生態浮罐內水量達到我們設定的高度(3/5)所需的時間越少，約莫只需要 4 秒。

2.原理解釋:水進入瓶內時必須有等量的空氣被排出，也就是說空氣被排出的速度越快，水就能更快地進入生態罐。而孔洞量越多，空氣能被排出的管道就越多，空氣被排出的速度就越快。

3.新發現與應用:孔洞能使生態浮罐內的水位維持在孔洞的高度，並且孔洞數量越多，此過程所需的時間越少，所以將來製作生態浮罐時應減少孔洞之間的距離，才能提供藻類最佳的生長環境。

七、使用瓣膜與濾紙時水位到達 3/5 所需時間的比較

(一)、假設：生態罐的底部改良為濾紙，可以比塑膠瓣膜更快使生態罐達到設定高度(3/5)。

操作變因：出口材料種類(濾紙、 塑膠瓣膜)。

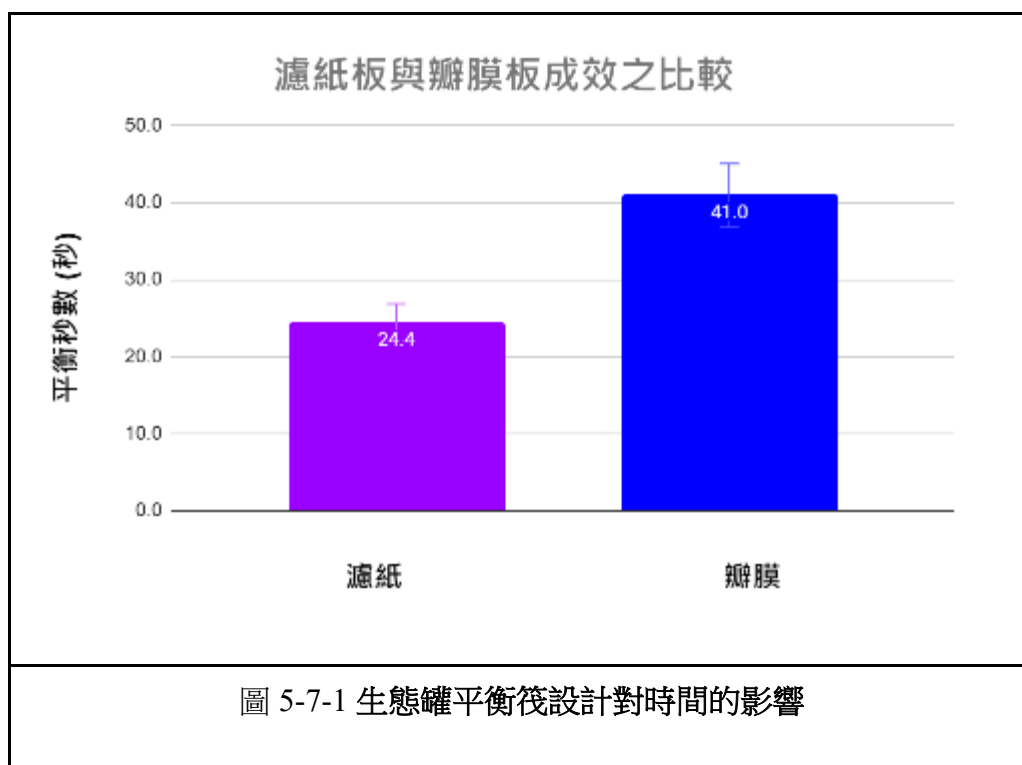
控制變因：實驗環境、瓶子的規格、平衡位置、放置方法。

應變變因：保特瓶內的水量達到 3/5 所需的時間。

(二)、實驗結果

表 5-7-1 生態罐平衡筏設計對藻生罐子內水量達到 3/5 所需時間的影響

	第 1 次	第 2 次	第 3 次	第 4 次	第 5 次	平均下沉時間 (秒)
濾紙	21.0	35.4	20.4	23.3	21.9	24.4
瓣膜	39.5	39.7	36.7	40.4	48.5	41.0



(三)、實驗裝置圖

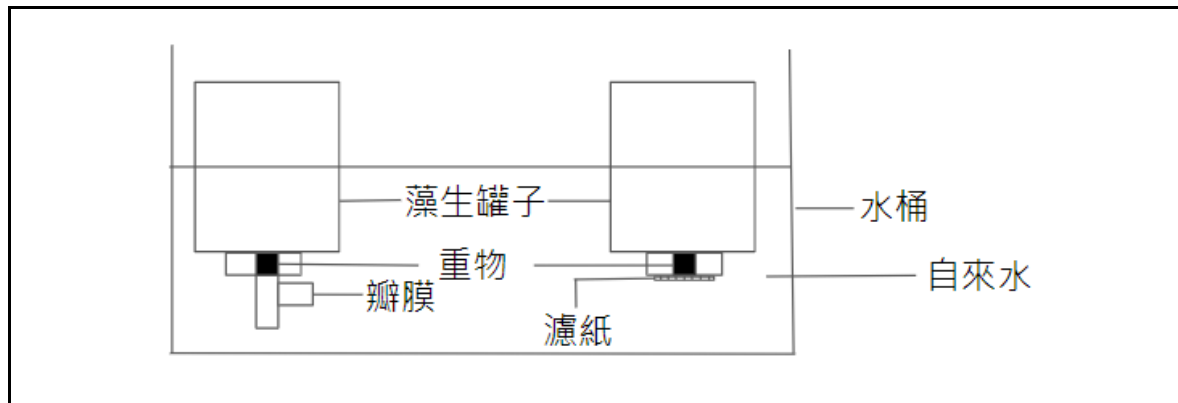


圖 5-7-2 實驗裝置圖



圖 5-7-3 實驗實際圖

(四)、實驗結果與討論

- 1.因果關係:**由圖 5-7-1 可知，濾紙板的效果明顯高於瓣模板(24.4 秒<41.0 秒)，約莫只需要瓣模板的 60%(24.4/41.0)。
- 2.原理解釋:**因為瓣膜的材料為塑膠，有一定的重量。水在進入時會碰到瓣膜，就會損失一些能量，水進入瓶子的時間就會增加；而濾紙上微小的孔洞能讓水通過，不會有此問題。
- 3.新發現與應用:**濾紙防止藻類散出的效果較瓣膜佳，而且使用濾紙時水又能較快的進入，成本又較低，更適合我們使用。

八、藻生罐子的熱質計算

(一)、假設：生態罐的燃燒熱值(焦耳)可以取代太陽能板的能量(毫瓦 mW)

操作變因：綠能方式(太陽能、藻類生質能)。

控制變因：面積、自然環境條件。

應變變因：燃燒熱值與太陽能板功率(周產量)。

(二) 實驗結果

表 5-8-1 無風下用酒精燈燃燒藻類所需時間

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
質量(g)	0.13	0.27	0.26	0.21	0.32	0.238
燃燒時間(秒)	165	163	197	164	241	186
單位質量燃燒時間(秒/g)	1269.23	603.70	757.69	780.95	753.13	832.94

表 5-8-2 單位面積(1mm²)藻類的熱值與功率計算 (周產量)

	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
質量(g)	0.88	1.01	0.81	0.10	0.19	0.598
面積(cm ²)	25.0	25.0	25.0	4.0	4.0	16.6
質量(g/cm ²)	0.0352	0.0404	0.0324	0.0250	0.0475	0.0361
質量(g/mm ²)	0.0004	0.0004	0.0003	0.0003	0.0005	0.0004
碳(g/mm ²)	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001
碳燃燒放熱(J/mm ²)	4.6	5.3	4.3	3.3	6.2	4.7
碳燃燒功率(mW/mm ²)	6.7	6.7	6.7	42.0	42.0	19.5

表 5-8-3 太陽能板的功率資料

	太陽能板-單晶矽	太陽能板-多晶矽
單位面積的功率(mW/mm ²)	4.0	4.8

資料來源:太陽神綠能有限公司，2020

(三)、實驗裝置圖

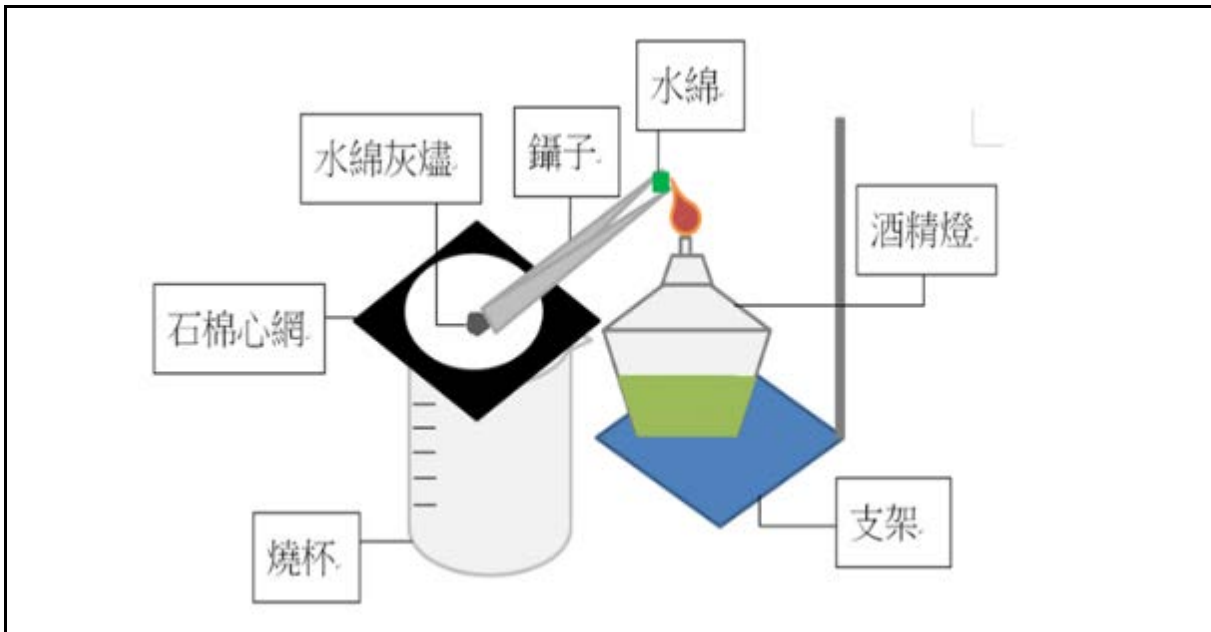


圖 5-8-2 實驗裝置圖

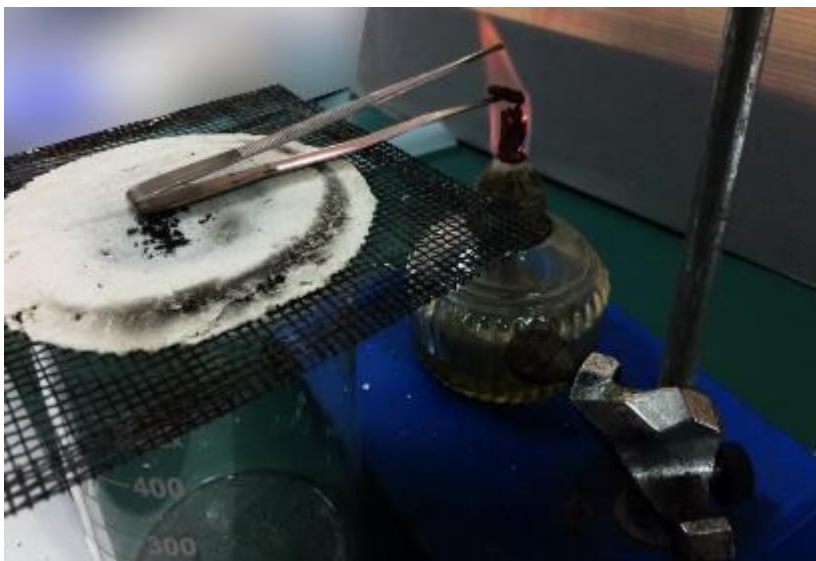


圖 5-8-3 藻類熱含量實驗

(四)、實驗結果與討論

1.因果關係:藻類(水綿)周產量燃燒熱能 4.73 J/mm^2 ，而太陽能板能每小時產能每平方毫米為 1×10^{-5} 度; 由表 5-8-2 與表 5-8-3 比較，藻類周產量之燃燒功率為 19.5 mW/mm^2 ，而太陽能板為 $4.0\text{-}4.8 \text{ mW/mm}^2$ 之間，**太陽能板周產量為 $224.0\text{-}268.8 \text{ mW/mm}^2$ 之間(4.0*7 天*8 小時~4.8*7 天*8 小時)**，**藻類周產燃燒產生熱值功率約為太陽能板收集光能的 7.2%-8.7%。**

2.原理解釋:

(1)本實驗所採用的計算方法為將藻類(水綿)的組成視為纖維素，而纖維素多醣類分子通式為碳水化合物 $(\text{CH}_2\text{O})_n$ ($n \geq 3$)，其中碳 C 的質量佔整個分子的分子量的 40% ($12/30=0.4$)，又知道碳的燃燒放熱為 $\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g})$ ， $\Delta H = -394(\text{kJ}/\text{mol})$ ，所以 1 公克的碳燃燒放熱 32.8 kJ/g ($394/12=32.833$)，我們測定在無風下酒精燈燃燒乾燥藻類所需時間，能得效率的燃燒功率 (J/t)，但因為酒精燈的溫度太低使得燃燒時間太長，我們得到的是最小功率(燃燒功率藉由燃燒溫度影響燃燒時間)。

(2)接下來生質能量轉換必需考慮轉換率變數，比較發現:太陽能板會直接將光能轉成電能；而水綿先利用光能合成葡萄糖，然後把葡萄糖轉換成澱粉與纖維素，若再將澱粉與纖維素燃燒放出熱能，每次能量轉換都會損失部分能量。**所以太陽能板的效益是比藻生罐子好。**

3.新發現與應用:生態罐產生能量效能較太陽能板低，所以我們會建議將目標設為以下兩點:

(1).尋找故碳產能高的藻類，例如在「以微藻生產生質柴油之未來發展」(林哲毅，2008)中提及油脂較高的「*Botryococcus Braunii*」可含有 50% 以上的油脂，此種藻類已被認定為與一些油頁岩沉積物的來源有關。

(2).組合藻罐成為目前太陽能板的浮筒可增加約 **7%生質能**的效能:當「漁電共生」等太陽能板設置模式推廣越來越多時，生態罐浮台也能提供可觀的能源。

(3)太陽能板與藻生罐子結合，太陽能板與藻類同時產生能量，使發電量提升，又能減緩優養化。

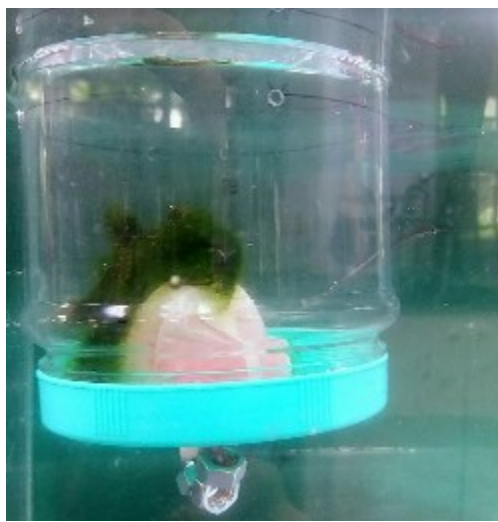


圖 5-8-4 藻生罐子最終成品圖

陸、結論

一、水量對生態罐內溫度的影響

水量占生態罐的 3/5 時，瓶內溫度能降的最低，也最穩定(約在 25 度)，所以將來放置在水庫的實體若使用這個水位，也能最有效的減少水資源的蒸發。

二、照射時間對瓶內壓力的影響

生態罐內壓力的穩定(每 5 分鐘變化約 0.5cm-H₂O)，而環境的穩定性也代表生物更適合生長，所以這個生態罐能提供生物一個良好的環境。

三、水量對藻類成長速率的影響

最適合藻類生長的水量為生態罐的 3/5(此時藻類 7 天能長超過 1 倍)，所以將來放置在水庫的實體若使用這個水位，就能讓藻類以最快的速度生長，以便之後製作生質能源來源。

四、水量對藻類吸收含氮化合物速率的影響

生態罐的 3/5 為最適合藻類吸收含氮化合物的水量，所以將來放置在水庫的實體若使用這個水位，就能更快速的改善水庫的水質，周吸收量每公克藻類吸收 47ppm。

五、藻類與光源的距離對產氧速率的影響

這個實驗讓我們又得知了一項生態浮瓶對降低環境光能熱量增加生質柴油綠能生產的益處(讓藻類與光源保持最近的距離，以便更快速行光合作用，也可改善水庫環境)。

六、生態浮罐上的孔洞數量對藻生罐子內水量達到 3/5 所需時間的影響

透過此實驗我們得知在生態浮罐上挖孔洞能解決我們在實驗五中產生的問題、製作生態浮罐時應減少孔洞之間的距離，才能提供藻類最佳的生長環境，平衡寶特瓶只需要 4 秒。

七、生態罐平衡筏設計對藻生罐子內水量達到 3/5 所需時間的影響

為了減少成本並更有效的防止水綿散出所以才想用濾紙取代瓣膜。我們擔心此改變會增加平衡所需時間所以做此實驗來確認。結果使用濾紙時平衡時間還更少(約 17 秒)，所以濾紙更適合我們使用。

八、藻生罐子的熱質計算

儘管生態罐產生能量的效能較太陽能板好，燃燒熱值可以達到 4.7J/mm²，但我們仍會將目標設為 1.尋找故碳產能高的藻類。2.組合藻罐成為目前太陽能板的浮筒可增加 7%生質能的效能。

九、太陽能浮台生態罐的生態模式

實驗發現當 600ml 的寶特瓶在 3/5 的沒水位時有最穩定的溫度與氣壓平衡環境，推測良好的氣壓環境使得藻類吸收二氧化碳的速率合宜，當光合作用產生氧氣時，又可排除空氣中的二氧化碳入水中，使得藻類吸收底部與空氣中的二氧化碳，實驗也發現當 1 公克藻類在 3/5 沒水位時具有最佳的生殖速率，經過燃燒後具有最佳的生質能源效率。

十、太陽能板與藻生罐子結合有以下優點

1.太陽能板與藻類同時產生能量，發電量提升 2.藻生罐子能同時吸收水中的氮磷化合物，改善環境

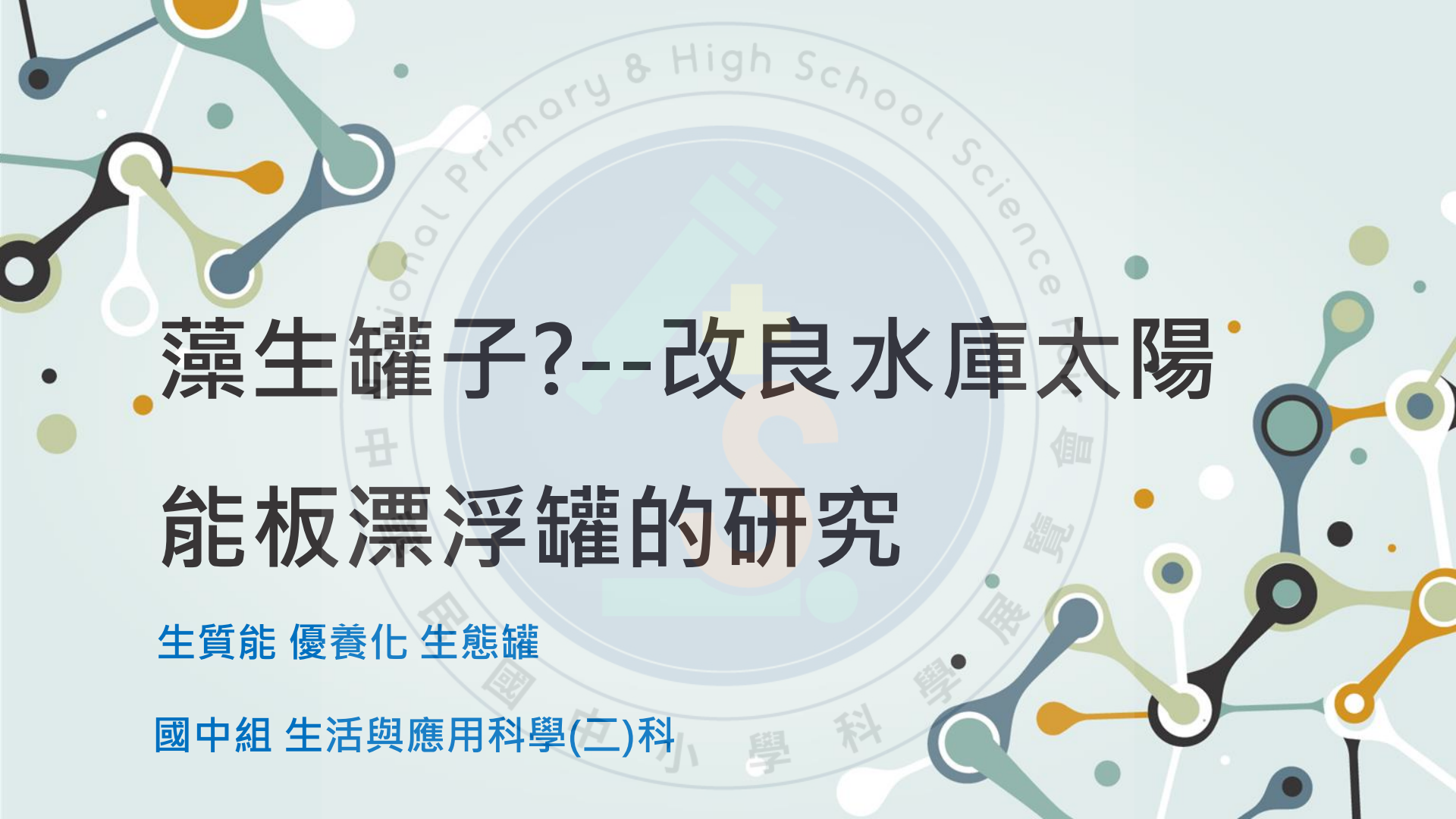
柒、參考資料及其他

- ANRE(2006)海洋藻類其實沒吸收那麼多二氧化碳。痞客邦。20211009 取自：
<https://anre0080.pixnet.net/blog/post/56302342>
- croxword (2008)。連通管原理與應用台灣養耕共生協會。20211007 取自：
<http://waguaponics.blogspot.com/2012/06/siphon-ebb-and-flow.html>
- Daisy Chuang(2021)新加坡 60MW 最大浮動式太陽能電廠開幕，面積如 45 座足球場，科技新報。20211007 取自：
<https://technews.tw/2021/07/15/sembcorp-tengeh/>
- 中文百科(未標示年份)濾紙:層吸作用。中文百科。20211227 取自：
<https://www.newton.com.tw/wiki/%E6%BF%BE%E7%B4%99>
- 中國科技網 (2012)NASA 開發生物燃料生產新方法。臺灣實驗室網。20211202 取自：
<http://www.taiwanlab.com.tw/doc/show.asp?id=9489>
- 白映俞(2017)。維繫生命的薄膜 照護線上。20211008 取自：
<https://www.careonline.com.tw/2017/08/valve.html>
- 百瑞生物(2019)颱風過後高溫持續，學會這幾點，池塘「降溫」跑不了 每日頭條。20211009 取自：
<https://kknews.cc/zh-tw/agriculture/ql622ab.html>
- 周晏羽林允謙(2004)比較經濟性微細藻類的水色與保溫效果及降低石斑魚殘食率的研究。高中生網站。20211202 取自：
<https://www.klms.ntou.edu.tw/images/>
- 阿簡(2008)，用抽油器模擬心臟收縮舒張。阿簡生物筆記。20211230 取自：
http://a-chien.blogspot.com/2008/11/blog-post_21.html
- 柳成蔭(2019)，水域型太陽光電的挑戰：在水面設置太陽能板前，該考慮什麼問題？。20220208 取自：
<https://www.thenewslens.com/article/1033681>
- 洞庭夜月(2019)植物常識--水綿。每日頭條。20211223 取自：
<https://kknews.cc/news/ejxg93y.htm>
- 黃柏源、張雅婷、賴環源(2011)。藻你成柴—藻類生質柴油之製備。中華民國第 51 屆中小學科學展覽會作品說明書。20211007 取自：
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/51/pdf/091102.pdf>
- 張博亭、陳思豪(2019)，這「綠化」很不妙！ 碧湖公園湖面出現腥臭綠毯。蘋果日報新聞網。20211230 取自：
<https://tw.appledaily.com/life/20190416/LC03U2VSM4BL6V4MRH6RNGAJ71/>
- 黃應昌(2018)綠藻助降溫 提煉變燃料。文匯報。20211009 取自：
<http://paper.wenweipo.com/2018/03/13/ED1803130015.htm>
- 獅子科學樂園(2018)，你知道馬德寶半球實驗嗎？《力的秘密》。每日頭條。20220208 取自：
<https://kknews.cc/history/lrobare.html>
- 維基百科(2021)，生質燃油。維基百科。20211227 取自：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%94%9F%E7%89%A9%E6%9F%B4%E6%B2%B9>
- 維基百科(2021)波以耳-馬略特定律。維基百科。20211116 取自：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E7%8E%BB%E6%84%8F%E8%80%B3-%E9%A9%AC%E7%95%A5%E7%89%B9%E5%AE%9A%E5%BE%8B>
- 維基百科(2021)亨利·鮑爾。維基百科。20190406 取自：
https://web.archive.org/web/20190502035627/https://en.wikipedia.org/wiki/Henry_Power
- 維基百科(2021)優養化。維基百科。20211227 取自：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%AF%8C%E8%90%A5%E5%85%BB%E5%8C%96>
- 維基百科(2021)藻類生質燃料。維基百科。20211202 取自：
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%97%BB%E9%A1%9E%E7%94%9F%E8%B3%AA%E7%87%8%E6%96%99>
- 蔡韶恬、陳昭錦(2020)。優養化(Eutrophication)國立台灣大學科學online。20211007 取自：
<https://highscope.ch.ntu.edu.tw/wordpress/?p=57141>
- 環保署(2016)水中硝酸鹽氮檢測方法一分立式分析系統比色法 20211215 取自：
<https://www.epa.gov.tw/DisplayFile.aspx?FileID=3541A25B57A6C1A2>
- 簡非凡、張羽呈、陳金鈴(2013)。日本石花菜為太陽能光電轉換效率最高。中華民國第 53 屆中小學科學展覽會作品說明書。20211009 取自：
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/53/pdf/091101.pdf>
- ET today 國際焦點(2013)。廢水大翻身！海藻加汗水提煉甲烷天然氣。20220602 取自：
<https://www.ettoday.net/news/20130805/251341.htm>
- 林哲毅(2008)以微藻生產生質柴油之未來發展，能源資訊節能科技之發展與應用。20220602 取自：
[http://www.ee.ncu.edu.tw/~linfj/greenpower/節能技術分類/\(四\)電力電子之節能技術提升與應用/再生能源/其他/02.pdf](http://www.ee.ncu.edu.tw/~linfj/greenpower/節能技術分類/(四)電力電子之節能技術提升與應用/再生能源/其他/02.pdf)
- 太陽能綠神有限公司(2020)太陽能板的效能。20220602 取自：
<https://www.apollopower.tw/p/pspvl20w18v/>
- 林哲毅(2008)，以微藻生產生質柴油之未來發展，能源報導期刊。

【評語】 032919

1. 此類研究對於環境保護深具創意性，未來將可應用於減緩水庫水量蒸發。
2. 研究建議加入水庫內土壤在整體作品的相互作用性，可更貼切實際場域應用。
3. 實際場域中，水氣蒸發與環境溼度亦可加入探討。
4. 水位對藻類生長速率的影響，其三次實驗數據差異較大，建議可多汲取較多實驗數據以判斷最佳化水位之體現。
5. 建議藻類或許不僅止拿來做燃燒，亦可考慮其他應用。

作品簡報



藻生罐子?--改良水庫太陽 能板漂浮罐的研究

生質能 優養化 生態罐

國中組 生活與應用科學(二)科

一、研究動機

- 減少蒸發，留住水資源。
- 改良浮台，生態罐養殖藻類提供生質能。
- 吸收水中的氮磷化合物減緩優養化。



二、研究目的與架構圖

水庫太陽能板漂浮罐

光源對藻類的照射時間

藻類與光源的距離

生態罐的水位高度

生態罐的開孔數

濾紙與人工瓣膜

溫度穩定性

壓力穩定性

藻類產氧量

藻類生長速率

藻類吸收氮氧化物速率

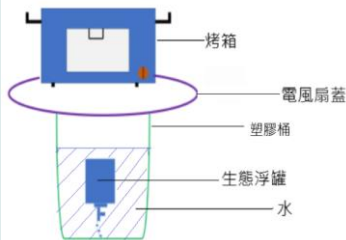
水位平衡速率

三、結果與討論

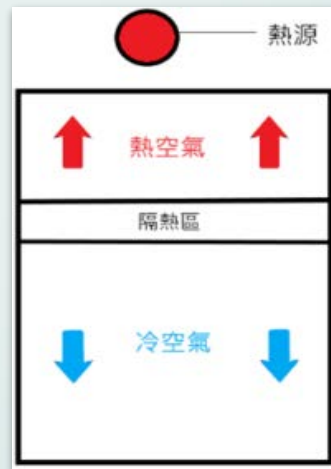
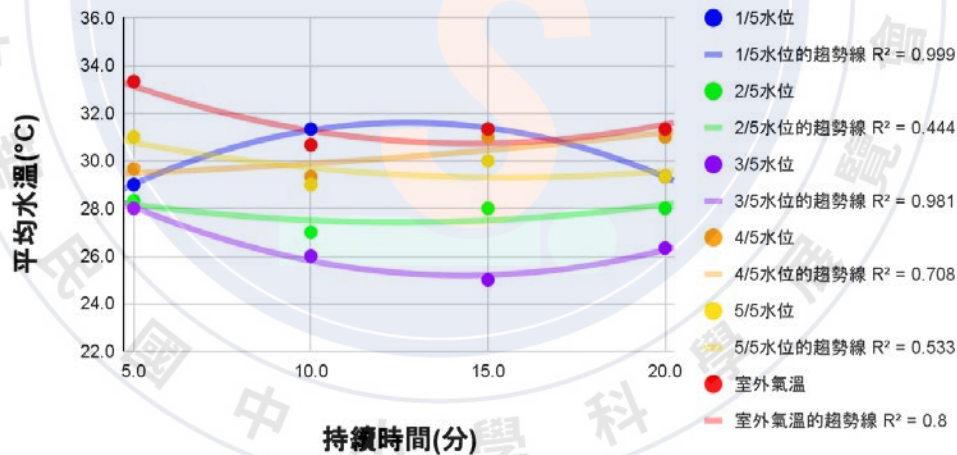
01

(一) 水位對瓶內水溫變化的影響

- 生態浮罐內水位佔3/5時，瓶內水溫能**降到最低**，減少水庫蒸發量。
- 水的比熱較空氣大，且會產生隔熱區，降低空氣對水溫的影響。



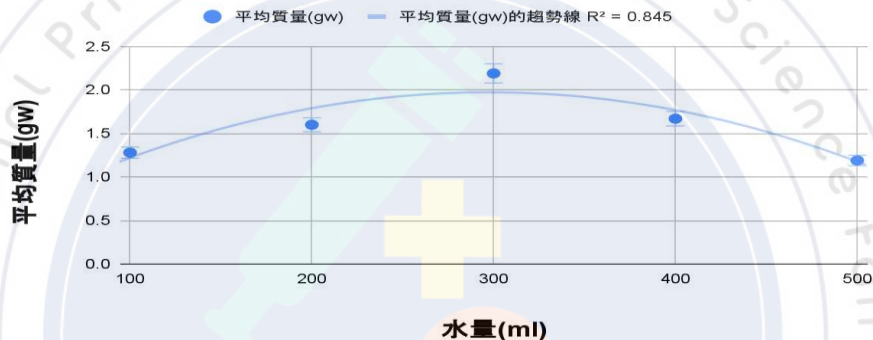
實驗一 水位對瓶內水溫變化的影響



02

(二)、水位對藻類生長速率的影響、

水位對藻類生長速率的影響

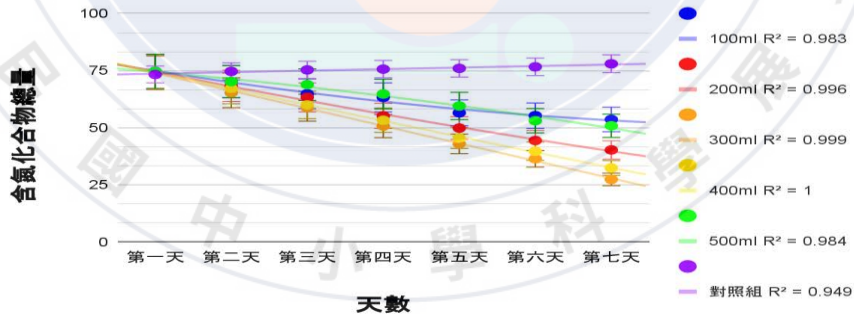


● 水位在3/5時藻類生長速率最快，能最有效率地提供我們製作生質柴能的原料，七天內生長成1.19倍。



(三)、水量對藻類吸收氮氧化化合物的影響

水量的多寡對水質含氮總量的影響



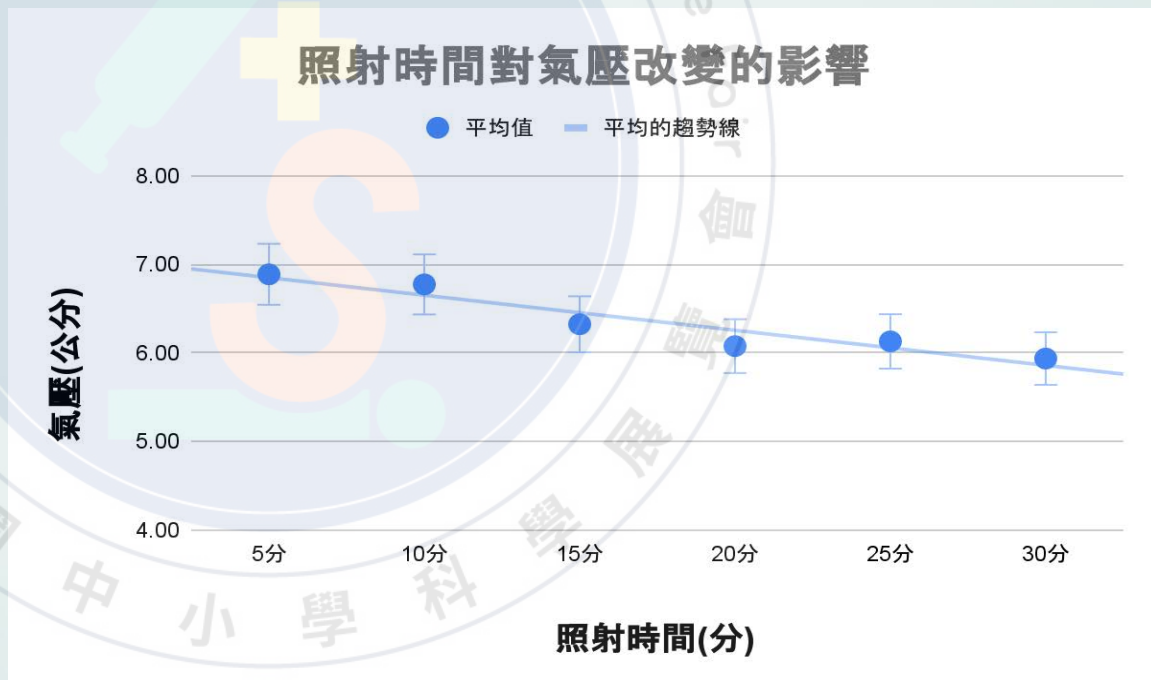
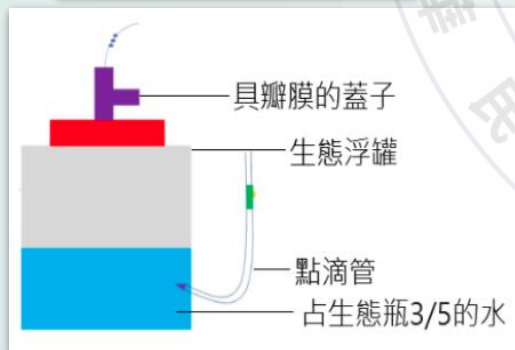
● 生態罐的水位在3/5時，藻類能最有效率的吸收氮磷化合物，單日吸收率約為6ppm-9ppm。能改善水庫的環境。



03

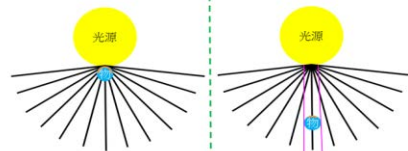
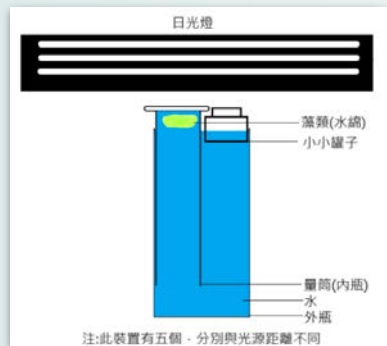
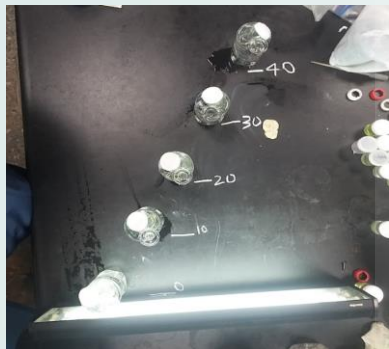
(四)、光源照射時間對瓶內氣壓的影響

- 但隨著時間的增加，瓶中的壓力越來越穩定，變化量較少，幾乎停留在內外氣壓差值6cm- H₂O之中。



(五)、藻類與光源的距離對藻類產氧量的影響

- 藻類與光源的距離越近，產氧速率就越快，但藻類所產生的氧氣會導致水位遠離3/5，所以我們打算在以下實驗中解決問題。

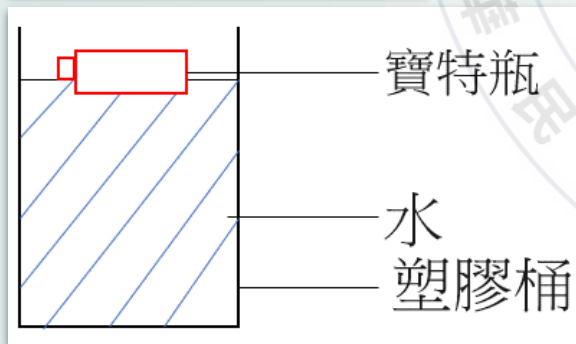


註:橘色區域代表受光面積

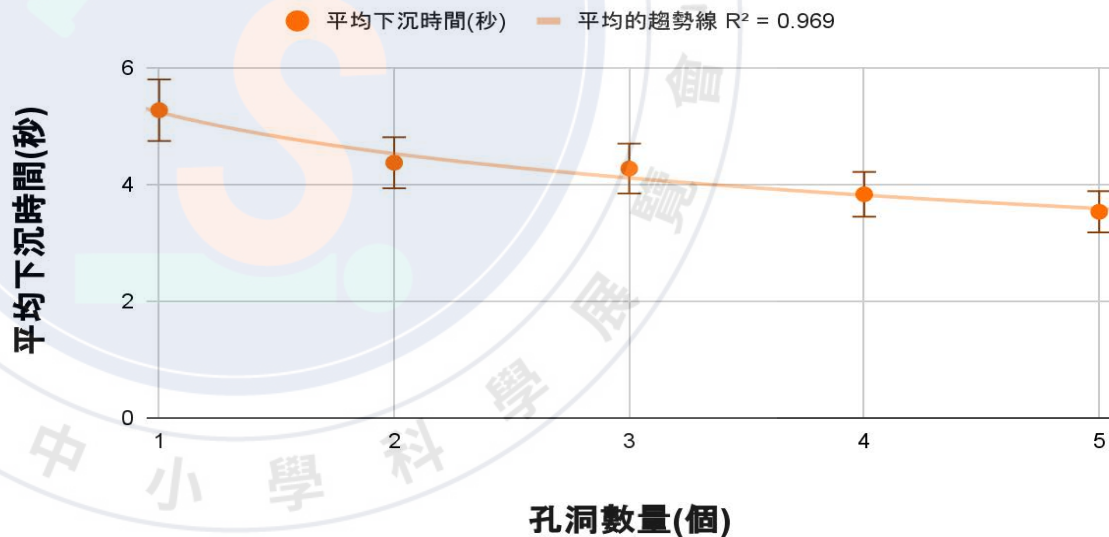
05

(六)、孔洞數對水量達到3/5所需時間的影響

- 孔洞越多，水位平衡得越快，所以將來製作生態浮罐時應**減少孔洞之間的距離**，才能提供藻類最佳的生長環境。
- 生態罐的設計應用開放系統設計能與水庫環境調節與通透。

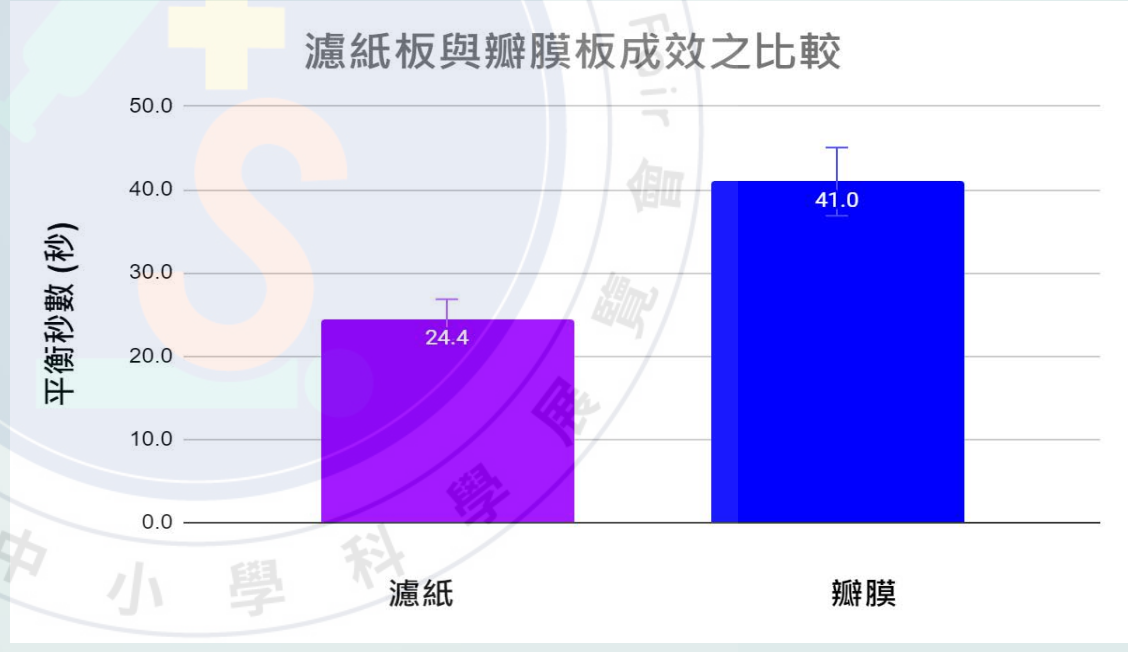
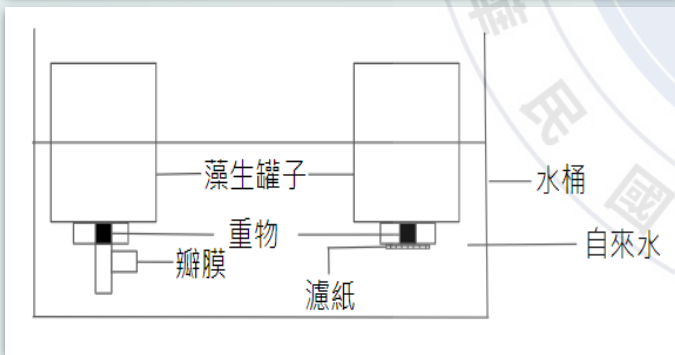
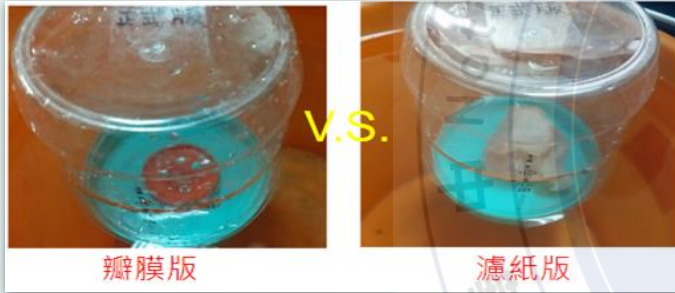


生態浮罐上的孔洞數量對藻生罐子內水量達到3/5所需時間的影響



(七)、瓶口改使用濾紙對進水速率的影響

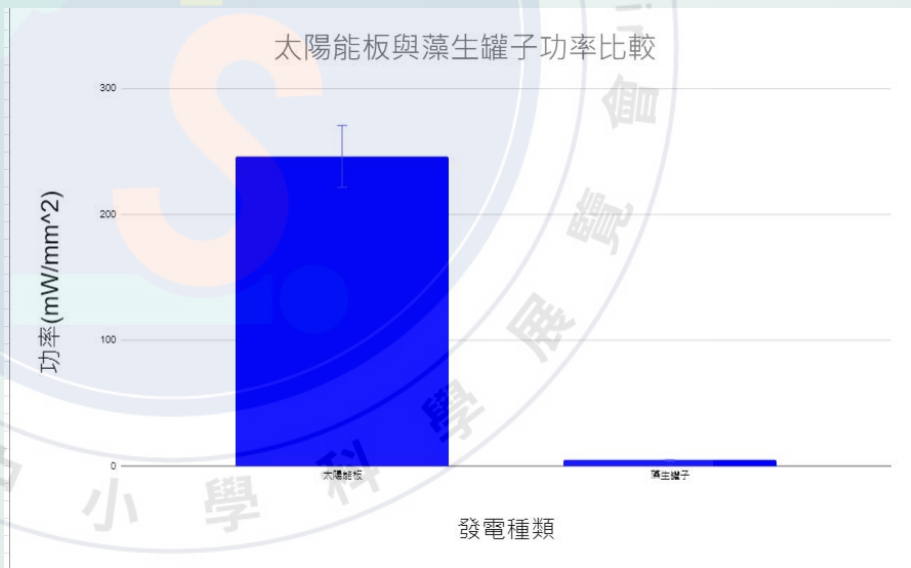
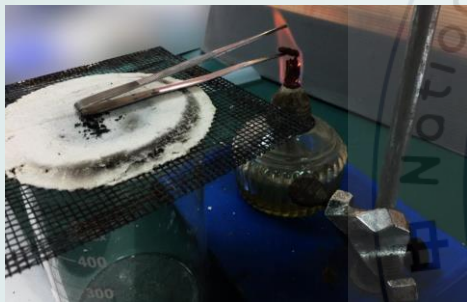
- 濾紙較瓣膜能更有效地防止藻類散出，水也能更快速地進出，約莫只需要辦模板的60%(24.4/41.0)。因此最適合我們使用。



07

(八)、藻生罐子的熱值功率計算

- 太陽能板周產量為 $224.0\text{-}268.8\text{mW/mm}^2$ ，而藻類在酒精燈下熱值功率為 $19.5\text{ (mW/mm}^2)$ ，約為太陽能板產能的 $7.2\%\text{-}8.7\%$ 。
- 應該把藻生罐子主要功能設為改善水庫環境。



四、結論與最佳模型



孔洞

“因為水位會與之對齊，所以我們將設計在最理想的3/5處”



水綿

“活體受光照一段時間後會浮於水面”



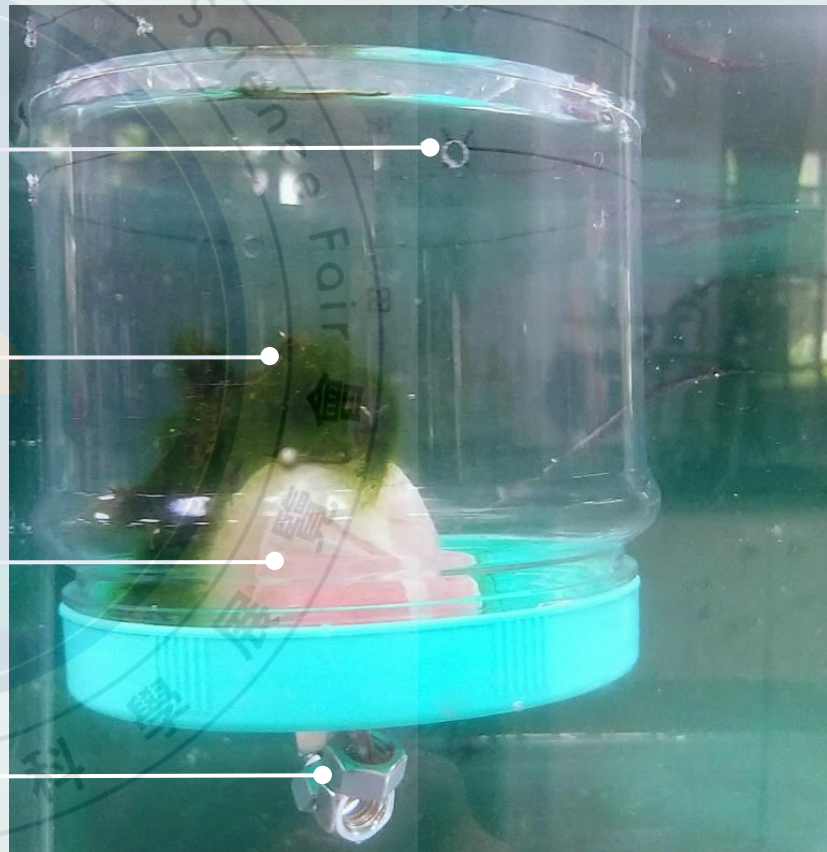
濾紙

“能有效防止水綿散出”



螺帽

“使瓶口朝下並更穩定而使用的重物”



參考文獻

林哲毅(2008)·以微藻生產生質柴油之未來發展·能源報導期刊·2008年四月。

黃柏源、張雅婷、賴璟源(2011)。藻你成柴—藻類生質柴油之製備。中華民國第 51 屆中小學科學展覽會作品說明書。

黃柏源、張雅婷、賴璟源(2011)。藻你成柴—藻類生質柴油之製備。中華民國第 51 屆中小學科學展覽會作品說明書。

水中硝酸鹽氮檢測方法(2016) - 分立式分析系統比色法。環保署

簡非凡、張羽呈、陳金鈴(2013)。日本石花菜為太陽能光電轉換效率最高。中華民國第 53 屆中小學科學展覽會作品說明書。

Daisy Chuang(2021)新加坡 60MW 最大浮動式太陽能電廠開幕，面積如 45 座足球場，科技新報。

THANKS
感謝聆聽 謝謝指教