

海藻轉換二氧化碳速率之探討

壹、摘要

這次的研究中，我們將海藻進行了二氧化碳轉化速率的探討。為了知道在甚麼樣波長的光照下，海藻能達成最佳的二氧化碳轉換效率；因此我們使用了兩種不同顏色玻璃紙去測試海藻轉換二氧化碳的速率。在測試的過程中，我們發現到不同色光的照射下，海藻在轉換二氧化碳的效率上，似乎會呈現時間性的變化。

貳、前言

這次的研究，我們是因為最近的綠能議題，因在歐盟中有人提出用海藻來作為永續能源發展的工具，而聯想到這個題目的，並想要了解到海藻對二氧化碳轉換為氧氣的能力。這次的研究主要是為了去了解，海藻的二氧化碳轉換效率；並且想進一步知道海藻在不同波長的光線下，對於二氧化碳的轉換速率是否有所不同，進而能以此為基礎去規劃在特定的照光環境中培養海藻，更能落實減碳的目的。

參、研究過程或方法

一、研究方法

為了能夠確實的去了解不同波長下，海藻對二氧化碳的轉換速率差異，我們首要克服的是從一般的白光中分離出特定之色光。而我們想到在理化課中有學過玻璃紙的顏色即為穿透之色光，因此可以利用玻璃紙來分離出所需要的色光。而海藻的部分，考量易掌控其數量與取得的難易度，選擇了在水族館有在販售的綠葡萄藻作為觀察之對象。又綠葡萄藻的外觀呈現綠色，代表其不吸收綠光，因此在色光的選擇上先使用兩種波長較為明顯不同的黃光(575nm)與藍光(470nm)作為實驗所需之色光。

二、研究器材

器材名稱	數量
透明壓克力盒子(含蓋)	2 個
海水	1 公升
綠葡萄藻	3 株
塑膠水缸	2 個
二氧化碳偵測計(ppm)	2 組
白光 LED 檯燈	1 座
A4 黃色玻璃紙	1 張
A4 藍色玻璃紙	1 張
500ml 燒杯	3 個
電子秤	1 台

三、 研究步驟

- (一)由純水與海水素調配出 1 公升的海水，因自然的海水中含有其他可能行光合作之微生物，且容易腐敗，會影響實驗之結果，因此藉由調配人造之海水來避免以上可能影響實驗結果之因素。
- (二)將綠葡萄藻分別放入事先準備好的塑膠水缸中，並將水缸連同二氧化碳偵測器一同放入加蓋的透明壓克力盒中，開啟二氧化碳偵測器，並蓋上蓋子。
- (三)測量初始的二氧化碳濃度並記錄之。
- (四)測量在未蓋上玻璃紙的光照情形下(正常白光照射)，二氧化碳濃度隨時間的變化，並記錄之；每小時觀察並記錄一次，共 48 小時。
- (五)分別在兩個壓克力盒子上加上黃色與藍色玻璃紙，並測量在蓋上玻璃紙的光照情形下(黃光、藍光照射)，二氧化碳濃度隨時間的變化，並記錄之；每小時觀察並記錄一次，共 48 小時。
- (六)裝置如圖一、圖二所示



肆、研究結果

表一為每一小時所觀察在不同環境下二氧化碳之濃度，其中以下為實驗開始前(0 小時)的二氧化碳濃度(單位：ppm)測量：

沒玻璃紙：1646 ppm

蓋黃色玻璃紙：698 ppm

蓋綠色玻璃紙：783 ppm

CO ₂ 濃度	1 小時	2 小時	3 小時	4 小時	5 小時	6 小時	7 小時	8 小時
沒玻璃紙	1634	1636	1639	1624	1634	1625	1622	1629
黃玻璃紙	688	1054	645	832	849	729	644	603
綠玻璃紙	754	763	725	784	734	735	716	718

CO ₂ 濃度	9 小時	10 小時	11 小時	12 小時	13 小時	14 小時	15 小時	16 小時
沒玻璃紙	1619	1602	1601	1583	1579	1571	1563	1554

黃玻璃紙	594	684	589	571	566	582	584	584
綠玻璃紙	683	694	692	684	672	672	673	664

CO ₂ 濃度	17 小時	18 小時	19 小時	20 小時	21 小時	22 小時	23 小時	24 小時
沒玻璃紙	1554	1556	1546	1541	1543	1538	1527	1523
黃玻璃紙	574	563	541	535	548	532	531	526
綠玻璃紙	661	672	653	662	624	631	524	583

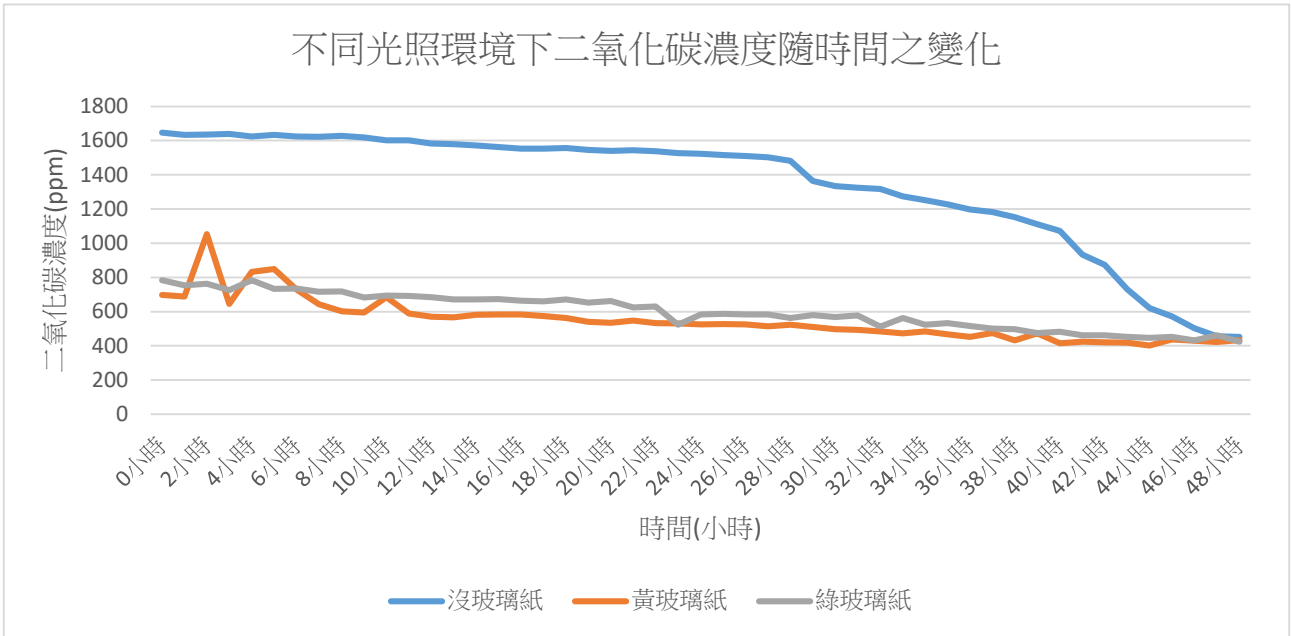
CO ₂ 濃度	25 小時	26 小時	27 小時	28 小時	29 小時	30 小時	31 小時	32 小時
沒玻璃紙	1516	1510	1502	1482	1364	1334	1325	1317
黃玻璃紙	527	526	514	523	511	498	493	485
綠玻璃紙	588	583	584	562	579	569	578	513

CO ₂ 濃度	33 小時	34 小時	35 小時	36 小時	37 小時	38 小時	39 小時	40 小時
沒玻璃紙	1275	1251	1227	1198	1182	1152	1112	1072
黃玻璃紙	473	485	467	452	475	432	472	414
綠玻璃紙	563	523	533	516	501	498	475	482

CO ₂ 濃度	41 小時	42 小時	43 小時	44 小時	45 小時	46 小時	47 小時	48 小時
沒玻璃紙	934	874	732	620	573	502	456	452
黃玻璃紙	424	421	419	402	437	429	423	433

綠玻璃紙	461	461	453	446	453	432	461	425
------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

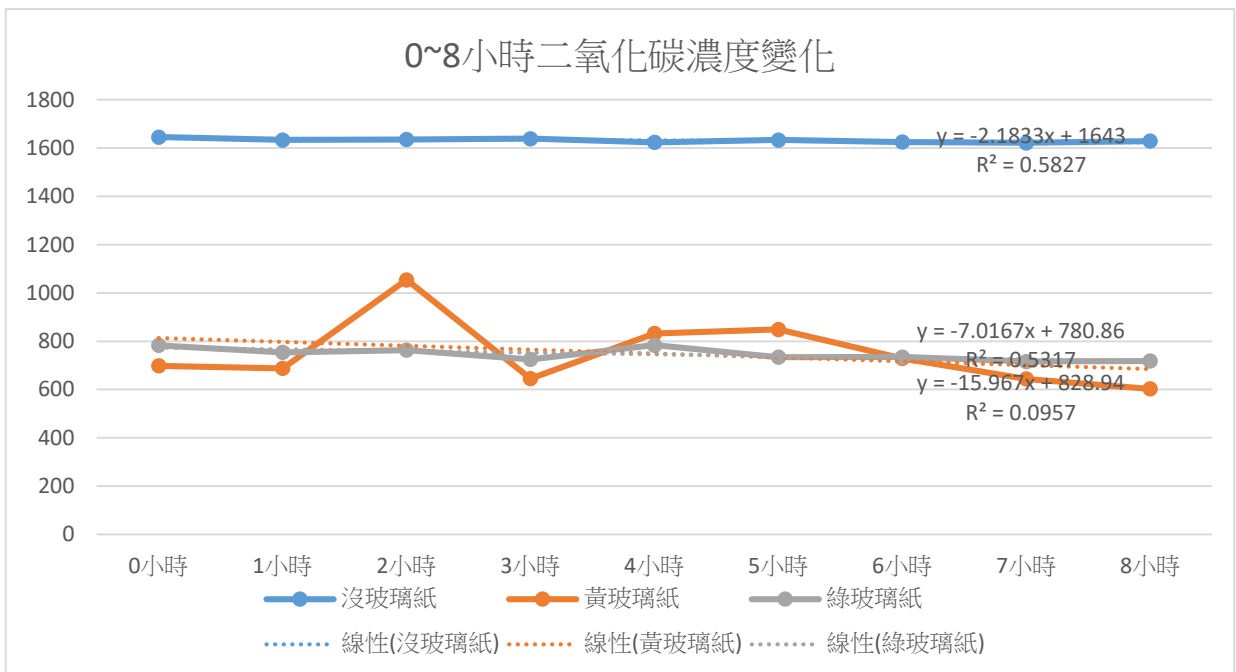
表一、在沒蓋上玻璃紙、蓋上黃玻璃紙與蓋上綠玻璃紙時二氧化碳濃度隨時間的變化
我們將表一數據繪製成圖，其結果如圖三所示。



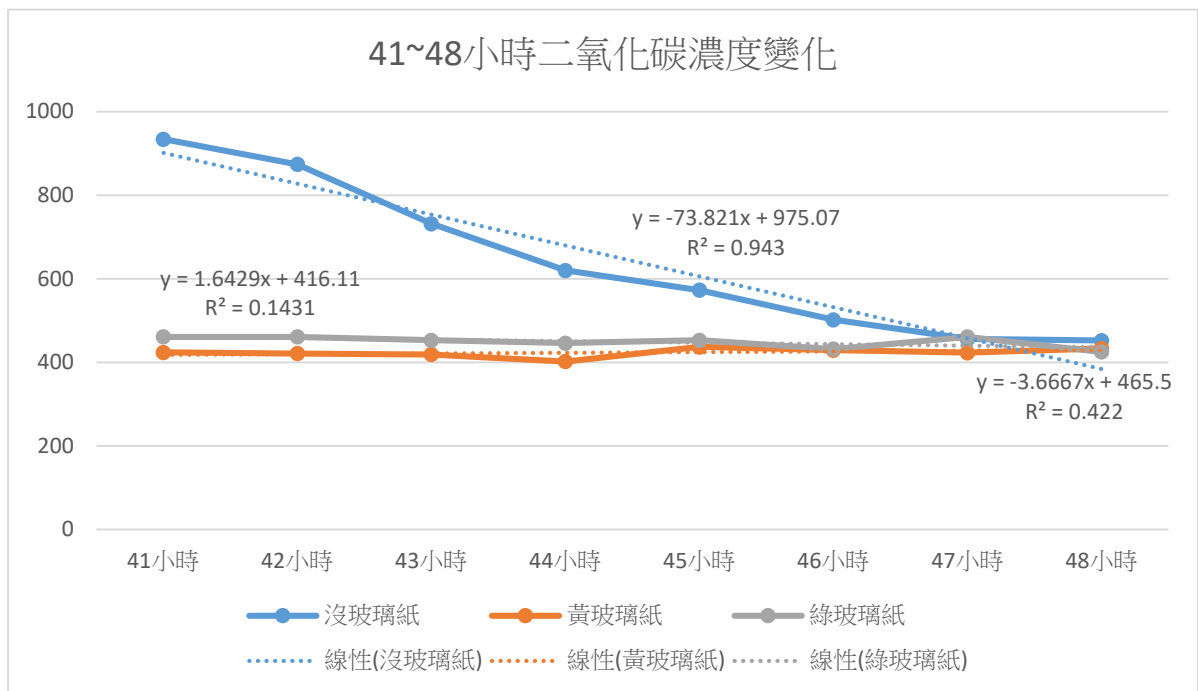
圖三、不同光照環境下二氧化碳濃度隨時間之變化圖

伍、討論

一、在這次實驗中，我們有發現到，在三種不同光照下的海藻培養箱中，二氧化碳的濃度變化會有其特定的時間關係，因此以下分不同時間段落呈現之。



圖四、0~8 小時二氧化碳濃度隨時間之變化



圖九、41~48 小時二氧化碳濃度隨時間之變化

- 二、從圖中可以發現，在以白光進行照射的條件下，48 小時內的二氧化碳濃度下降速率比以單一色光而言更佳，我們認為這是因為白光的強度大於另外兩個單一色光，使之二氧化碳轉換速率更佳。
- 三、我們發現蓋上黃色玻璃紙的海藻，二氧化碳濃度變化在前 8 個小時的起伏較大 (如圖四)；而在 8 小時有一明顯之濃度下降之後則以固定之速率下降 (如圖五~圖九)。而蓋上綠色玻璃紙的海藻在轉換二氧化碳濃度效率上，大致上呈現穩定、平緩的下降趨勢。
- 四、因此根據第三點，我們認為綠葡萄藻在不同波段的色光下的二氧化碳轉換效率能力應不一樣。
- 五、在有蓋玻璃紙的海藻培養箱中，二氧化碳的濃度隨時間的變化整體而言有隨二氧化碳濃度下降而有趨緩的現象；而在正常白光照射的情況下，在 42~48 小時的時間區間中，也能觀察到類似的現象。(如圖九)

陸、結論

- 一、在沒有用玻璃紙的情況下，二氧化碳濃度在 41~48 小時有明顯的變化。而考慮密閉的空間與二氧化碳的溶解率的情況，我們可以說二氧化碳的增減只與海藻有

關，而能夠明顯影響二氧化碳濃度的因素應為海藻的呼吸作用與光合作用。海藻的呼吸作用與光合作用是同時進行的，因此我們假設海藻的光合作用效率在 41~48 小時的時候有明顯的提升，使二氧化碳濃度在此時間區段有明顯的下降現象。

二、光合作用效率為什麼會在 41~48 小時的時候才有明顯的提升，現階段的觀察並沒有辦法進行說明。但我們推測這可能與葉綠素本身有關；葉綠素在行光合作用時也會依靠部分酵素的作用，因此我們推測光合作用速率的提升，可能與酵素開始進行作用有關。此外，在黃光與藍光的照射條件下，並沒有觀察到這樣的現象，是否為酵素在此兩種色光的條件下較無法作用，也是值得再討論的問題。

三、我們推測二氧化碳轉換效率會隨濃度下降而有漸緩的現象，可能是因為海藻自空氣中取得二氧化碳分子的機率或數量會逐漸減少，造成轉換的速率有所下降。但是否真的為這樣的原因，還需要再由後續其他的實驗來驗證之。

四、目前只測定特定波段的光源照射下，海藻對於二氧化碳的吸收轉換速率；且由於我們採用的是由同一光源中分離出特定波長之色光，因此在光的強度上無法維持相等並且恆定，為影響實驗結果之因素之一。根據目前的實驗，我們仍無法精確找出最適切可以有效吸收二氧化碳的的色光，而修正以上的變因並且補齊在其他色光下的二氧化碳轉換速率數據也是我們未來繼續努力的方向。

柒、參考文獻資料

農業科技決策資訊平台管理團隊(2020/02/04)。海藻能否能扮演提供永續性生物燃料的角色。農業科技決策資訊平台。

<https://agritech-foresight.atrri.org.tw/article/contents/2996>

陳怡玫(2007/02)。海藻抗溫室 日明年試驗。Stli 科技法律研究所。

<https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=64&tp=1&d=268>

陳韋廷(2015)。利用光合作用原理打造世界第一台室內二氧化碳清淨機。中華民國第 56 屆中小學科學展覽會。