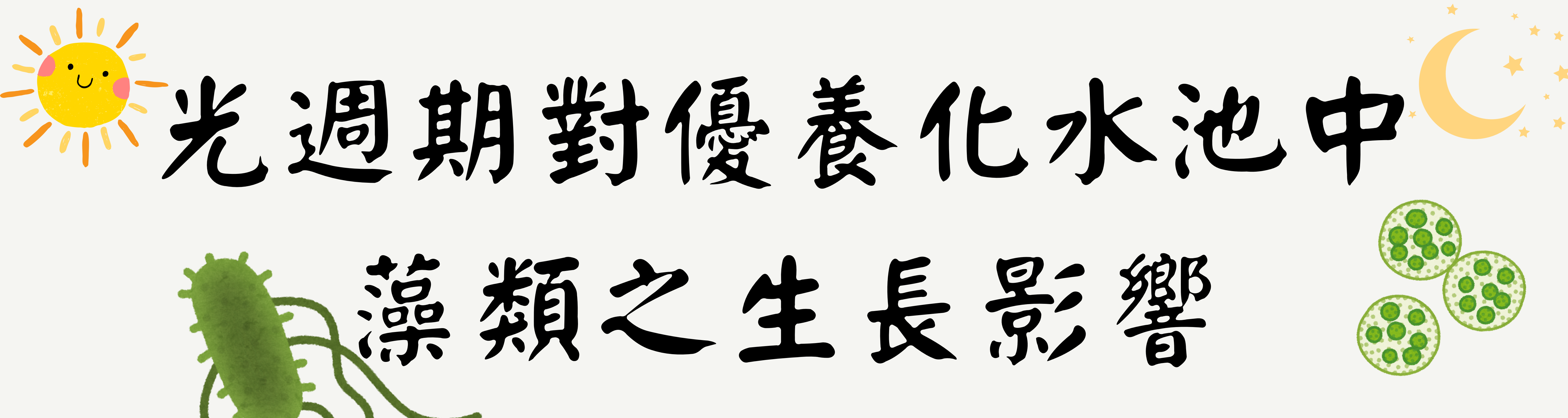




光週期對優養化水池中

藻類之生長影響

摘要

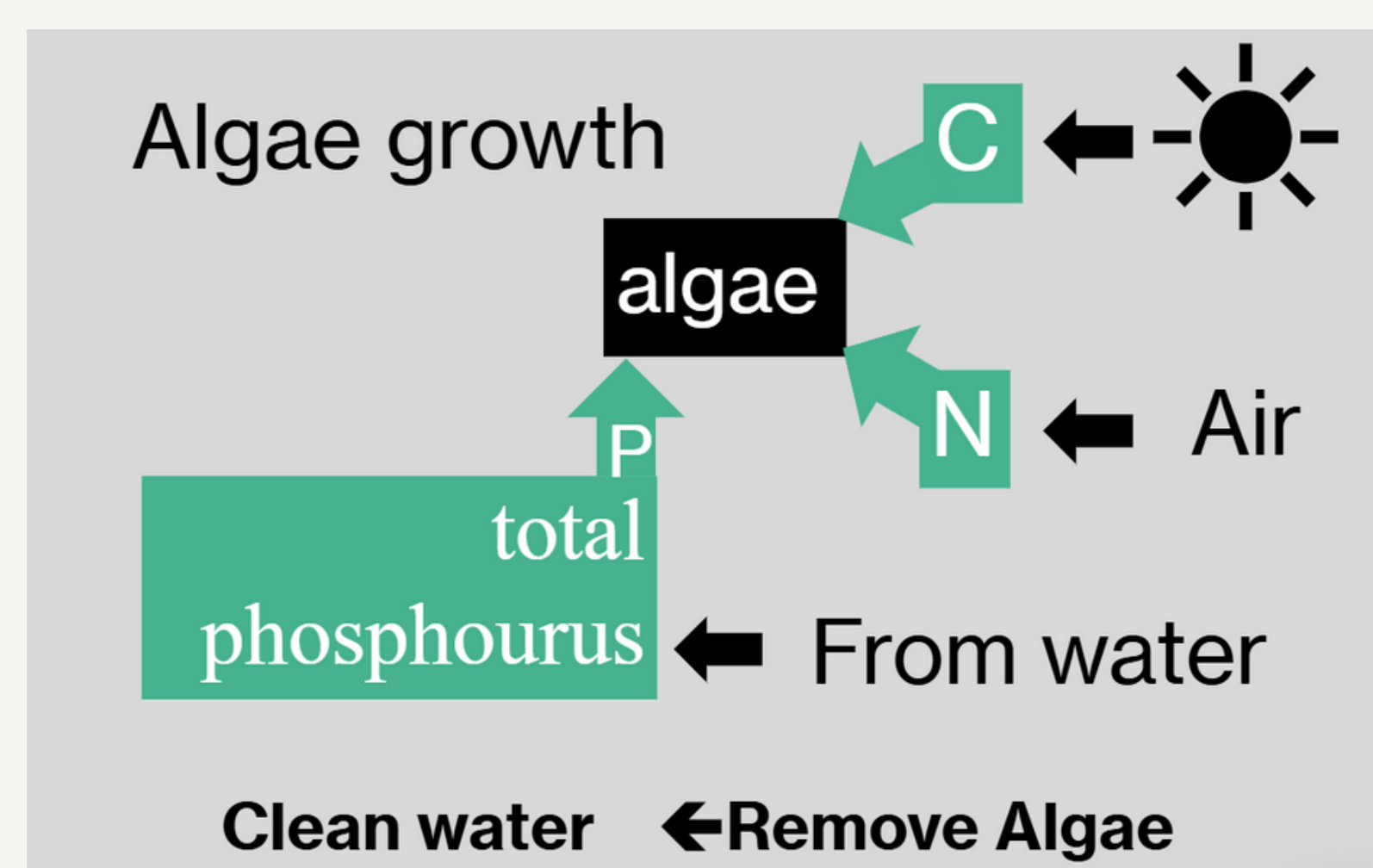
因本校的生態池有優養化問題，故本研究藉由觀察藻類生長來尋找改善水質的方法。首先，培養生態池水於光週期為24、16、12、8以及0小時環境下，並於第0（培養前）、14、28天時進行分析，結果顯示每日光照在12小時以上時，在第14天時葉綠素a濃度（藻類生長指標）達到高峰，且有較高的總磷消耗速率。進一步研究顯示培養第7天(D7)時藻類增長和磷的消耗量的趨勢遠高於培養14天(D14)時。12小時的光週期與本校的自然光週期相仿，故應可以透過在水池外獨立培養水體（7天）刺激藻類生長移除水中的磷，就可以控制優養化，並藉由土壤過濾裝置，移除藻類並將其作為肥料，達成改善水質與資源再利用的目標。

壹、研究動機

- 一、優養化是常見的水汙染，也出現在本校生態池。
- 二、目前的控制措施為持續添加地下水。
- 三、透過藻類的生長來消耗水中磷的含量。
- 四、藻類生長會消耗水中的營養鹽類（導致優養化的主因）當作生長的養分。
- 五、希望透過此實驗和生態池做結合，有效的改善生態池的水質。



圖一、水池現況



圖二、藻類生長所需之養分及來源

藉由控制光週期觀察藻類生長情形，藉此消耗優養化水池中的磷。再以土壤過濾來移除藻類，進而改善學校生態池水質優養化問題。

貳、研究目的

- 一、實驗一：光週期與藻類培養觀察
 - 1.不同光週期:24h、16h、12h、8h、0h/24h
 - 2.培養觀察與採樣:在第0、14、28天觀察外觀並採集水樣與水質分析實驗，了解藻的生長趨勢。利用顯微鏡進行微藻觀察，並推測水體中的藻種。
- 二、實驗二：藻類生長指標(葉綠素a含量)
- 三、實驗三：水質指標(總磷含量)
- 四、實驗四：尋找最佳培養條件
- 五、水質淨化裝置設計
 - 1.以節省能源與資源為目標
 - 2.藻類飼養期間減低CO2含量
 - 3.培養過後的藻經過濾後怎作為土壤肥料



圖三、水樣培養空間以及培養設備

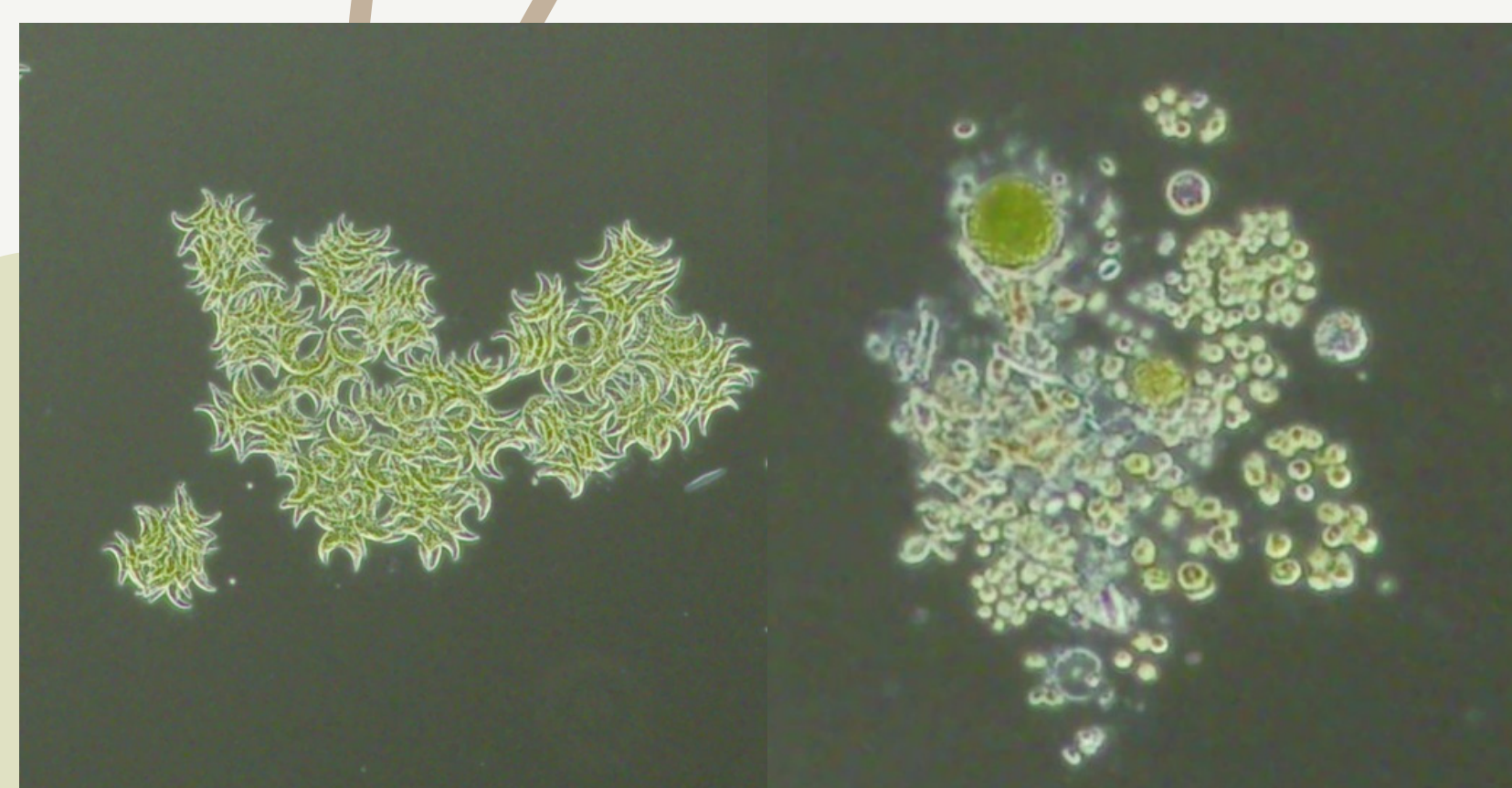


圖四、經每日12小時光照培養後水池樣本(由左至右分別為培養前、培養14天、28天)

參、研究方法

一、水樣的培養與觀察

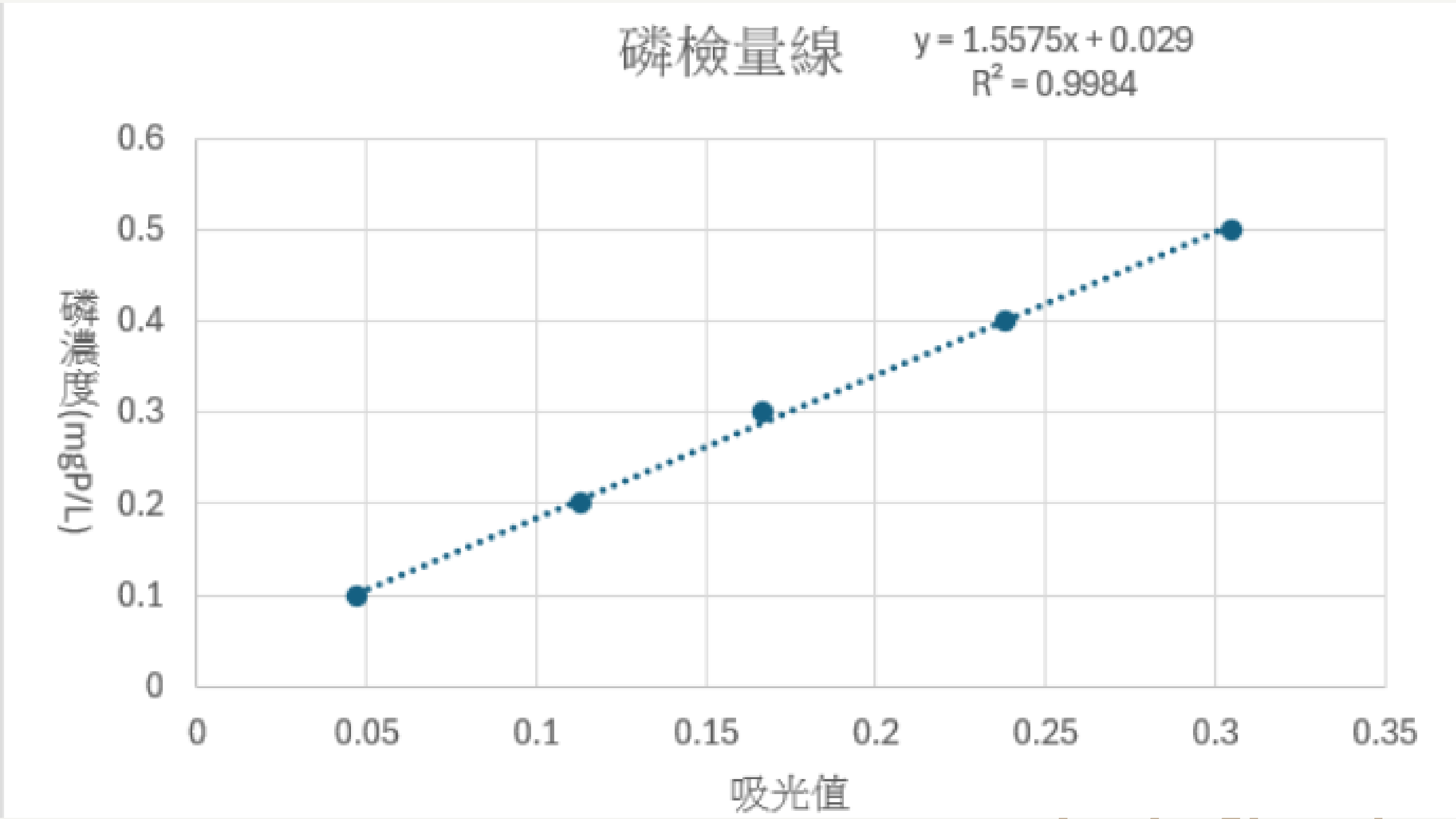
在培養第0、14、28天時，我們針對水樣的外觀進行觀察(圖二)。圖三為我們利用顯微鏡觀察水體中藻類外觀後的結果。



圖五、顯微鏡下觀察的水池藻類：左為新月藻，右為球藻

二、磷檢量線的配置

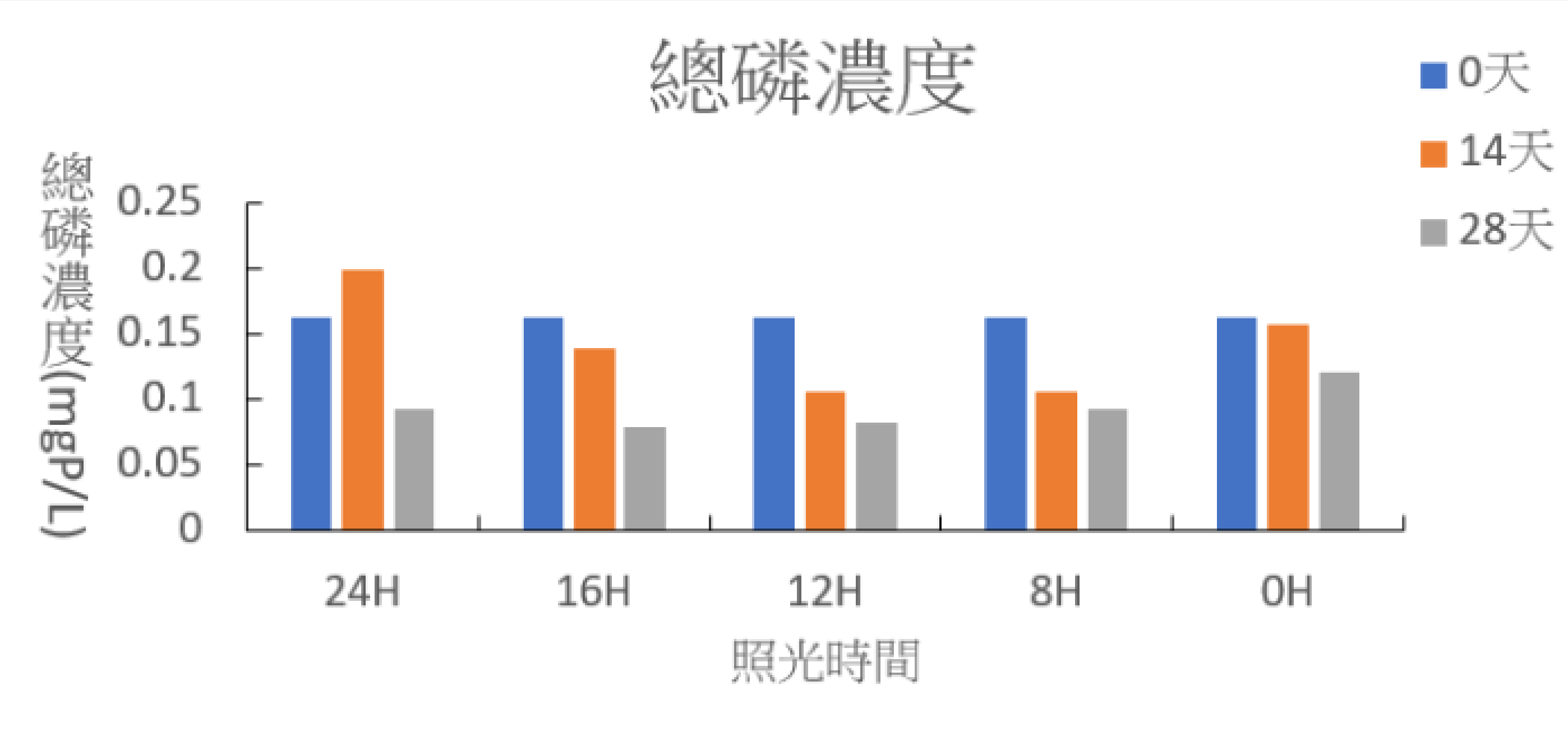
利用分光光度計／維生素丙法配置檢量線，結果如圖六。



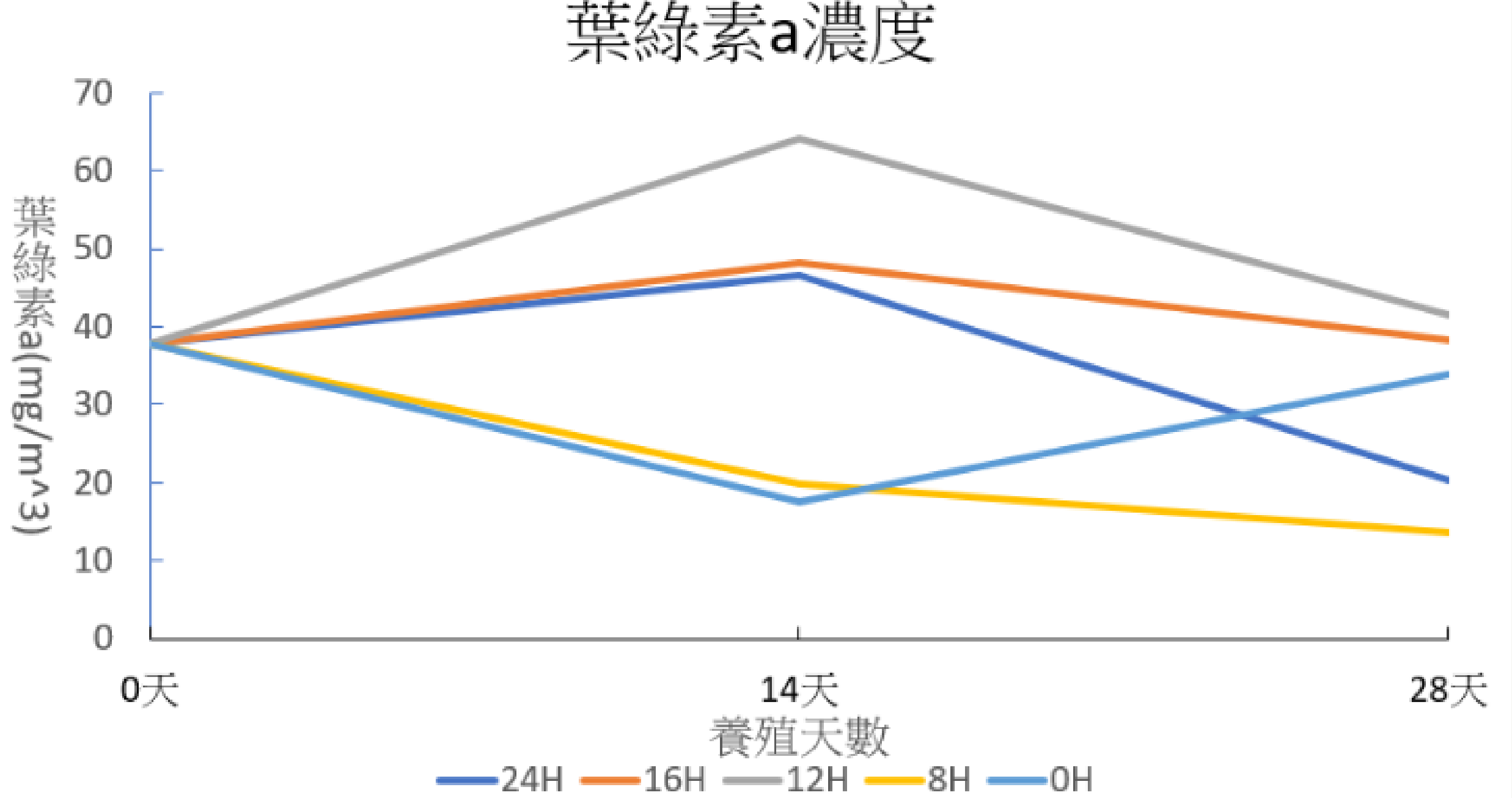
圖六、磷檢量線

三、葉綠素a濃度與總磷濃度

圖七與圖八顯示不同光照時間對葉綠素a和總磷濃度的影響。葉綠素a在部分組別於14天達高峰後下降，而總磷濃度則隨時間整體下降，顯示光照影響藻類生長並消耗水中總磷。

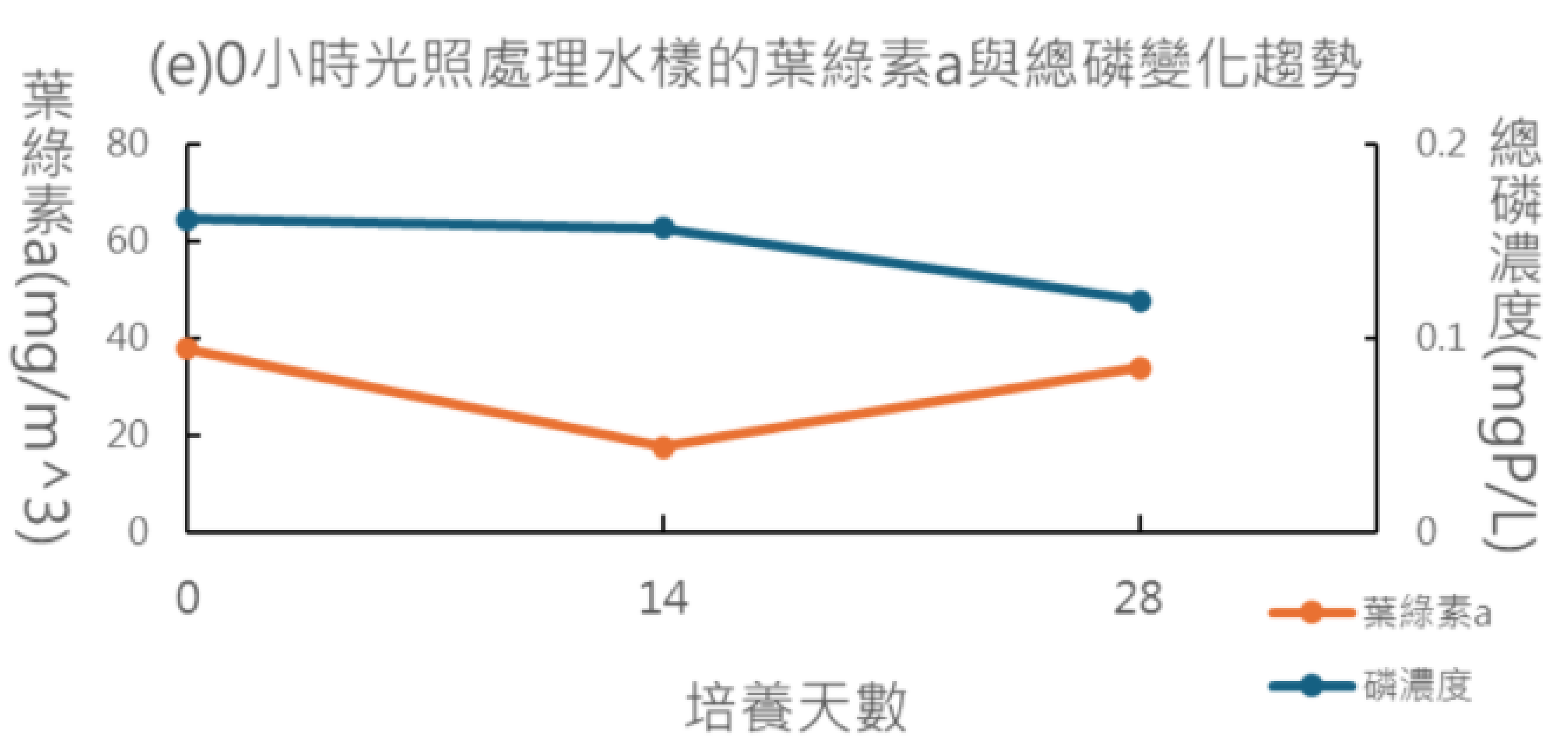
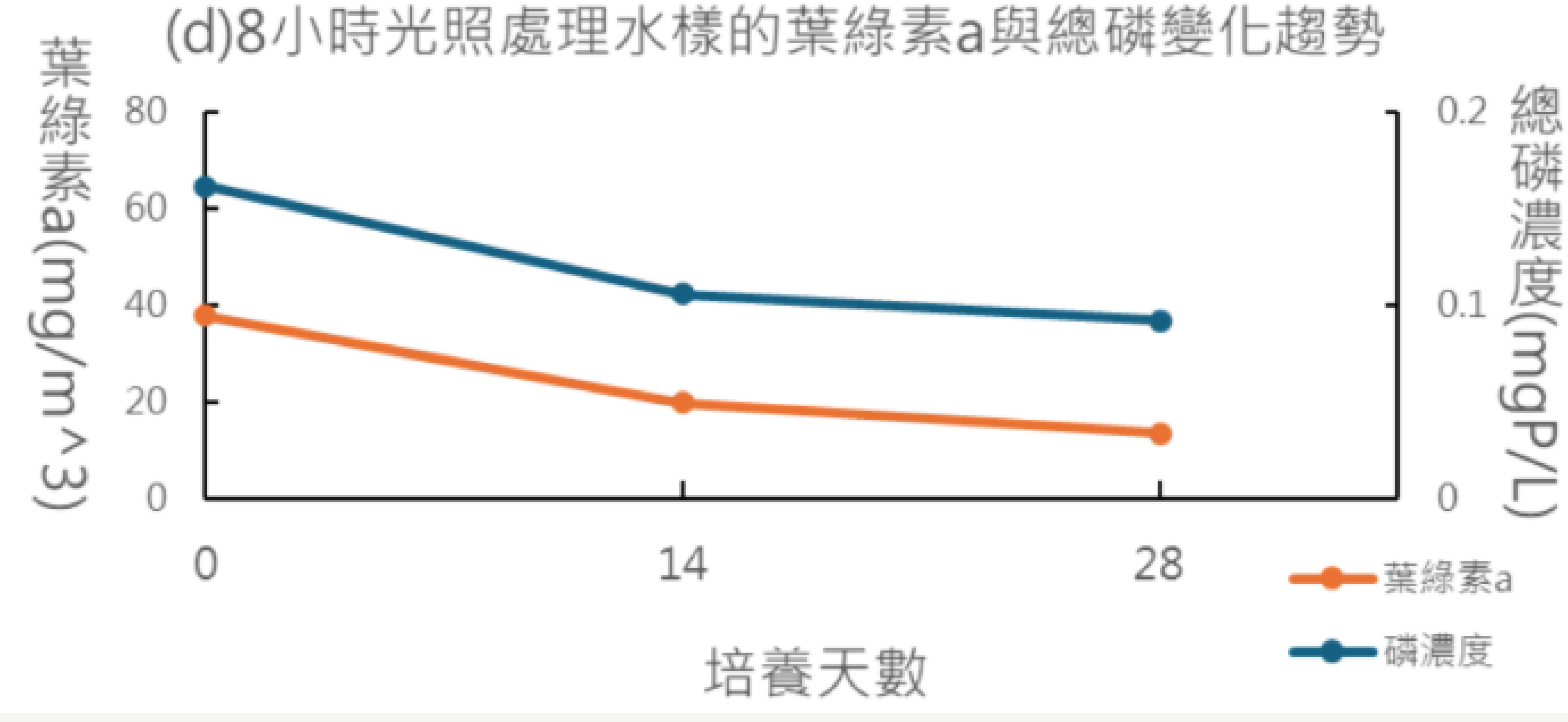
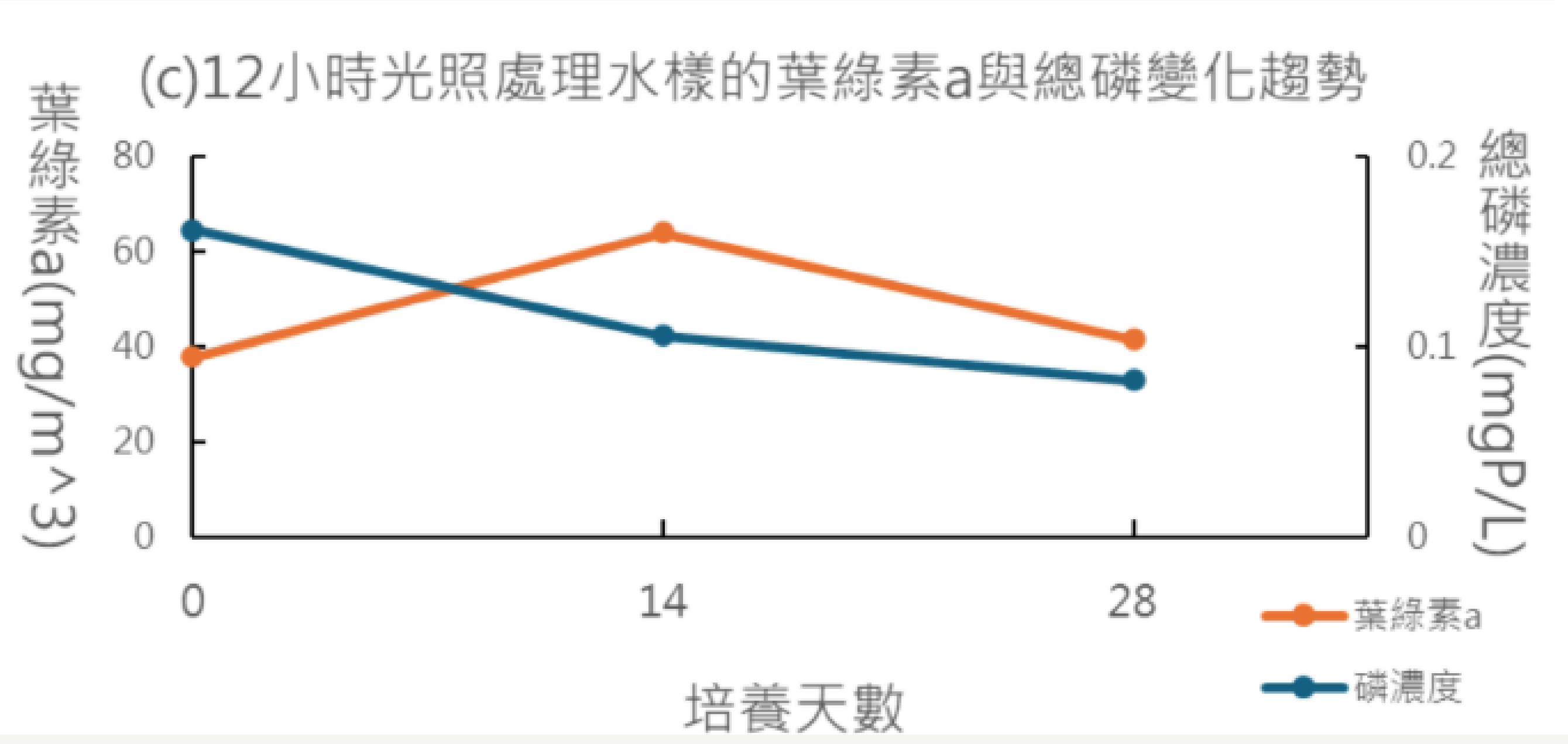
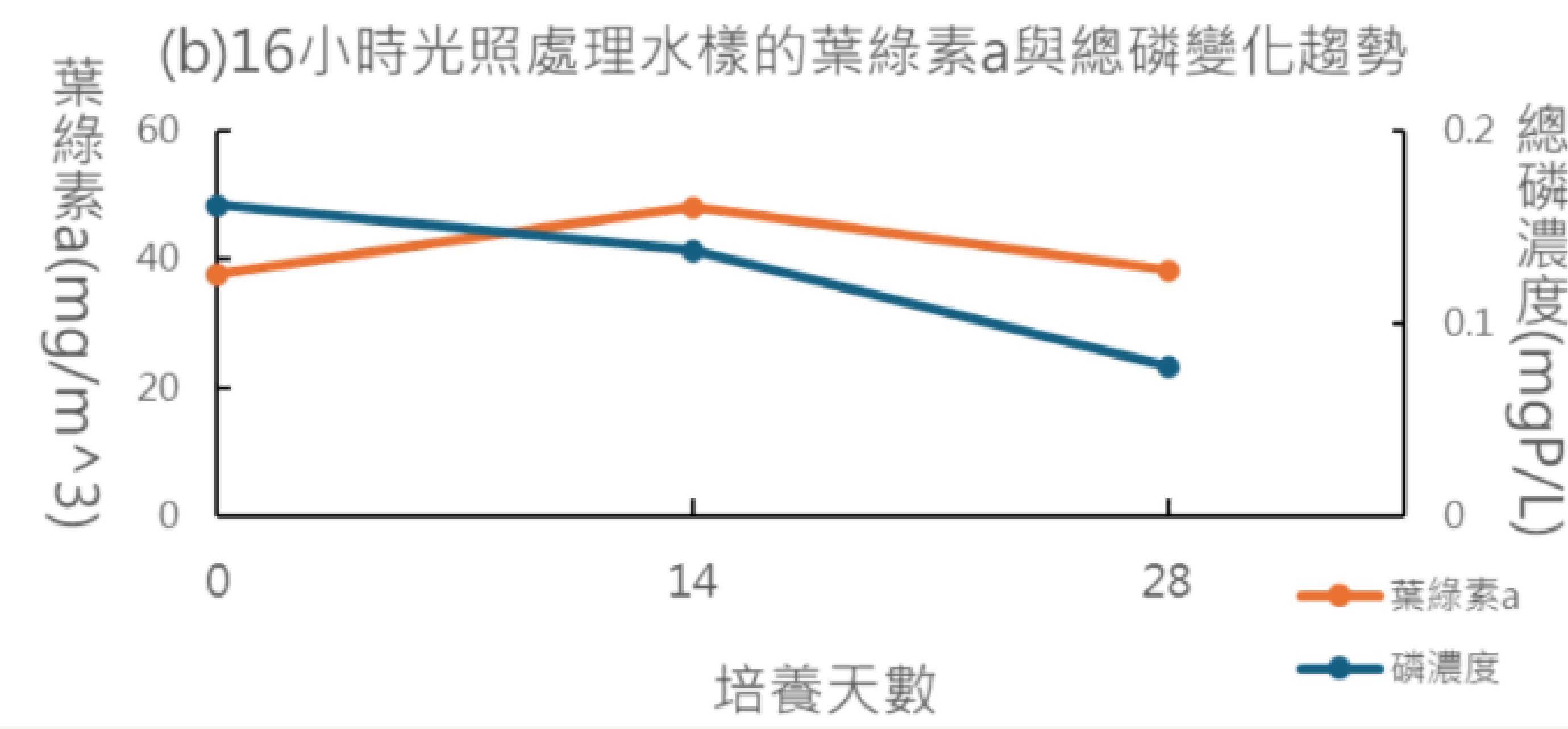
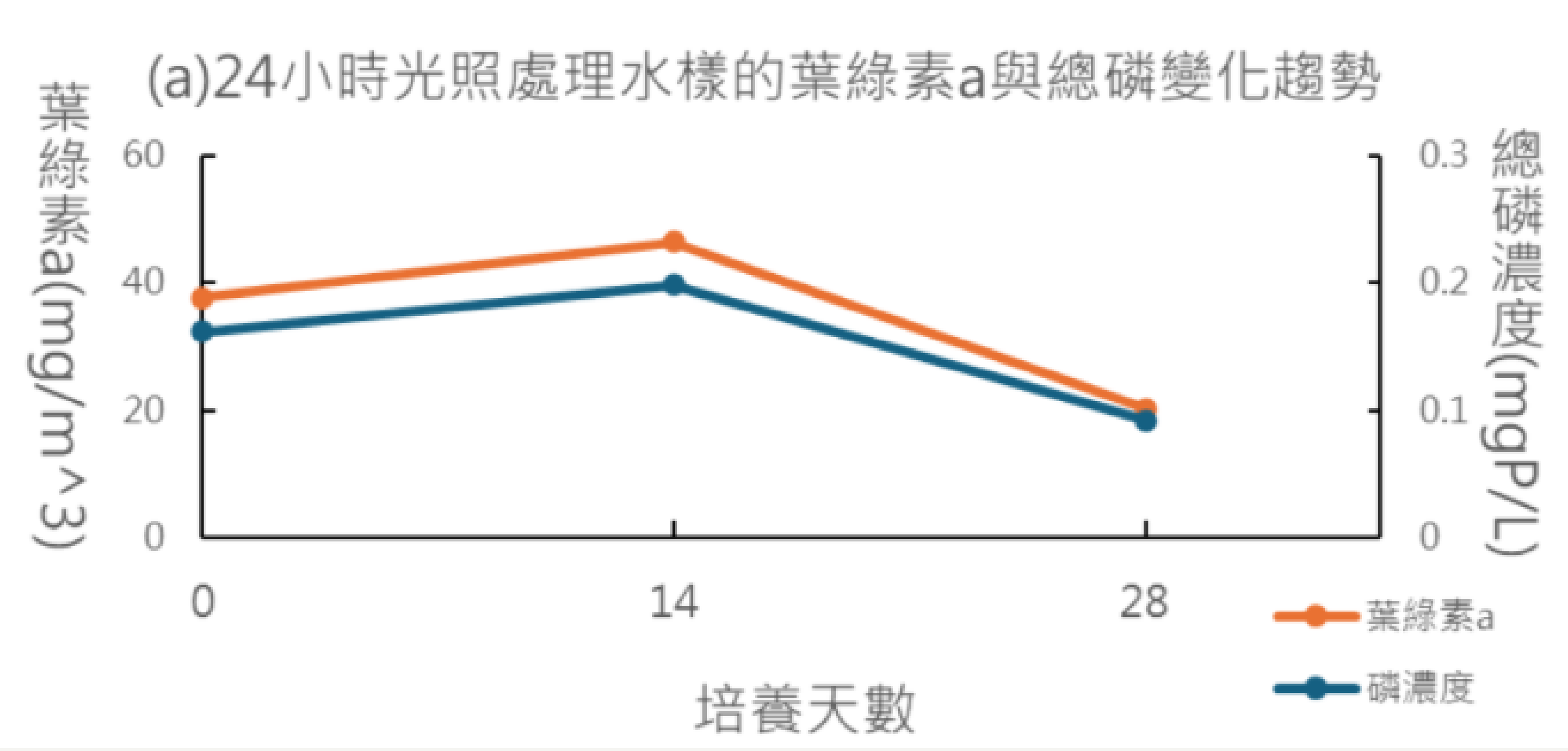


圖七、總磷濃度長條圖



圖八、葉綠素a濃度趨勢折線圖

四、不同光週期下葉綠素a濃度與總磷濃度變化趨勢



- 圖九、總磷與葉綠素a變化趨勢：圖a到e分別代表，每日提供24、16、12、8以及0小時光照，其中：
- 1.每日光照在12~24小時組別的葉綠素a含量高峰皆出現在第14天
 - 2.葉綠素a含量上升速度最快的出現在每日光照12小時組。
 - 3.總磷含量上升速度最快的出現在每日光照12小時組。

五、第二階段水樣的培養與觀察

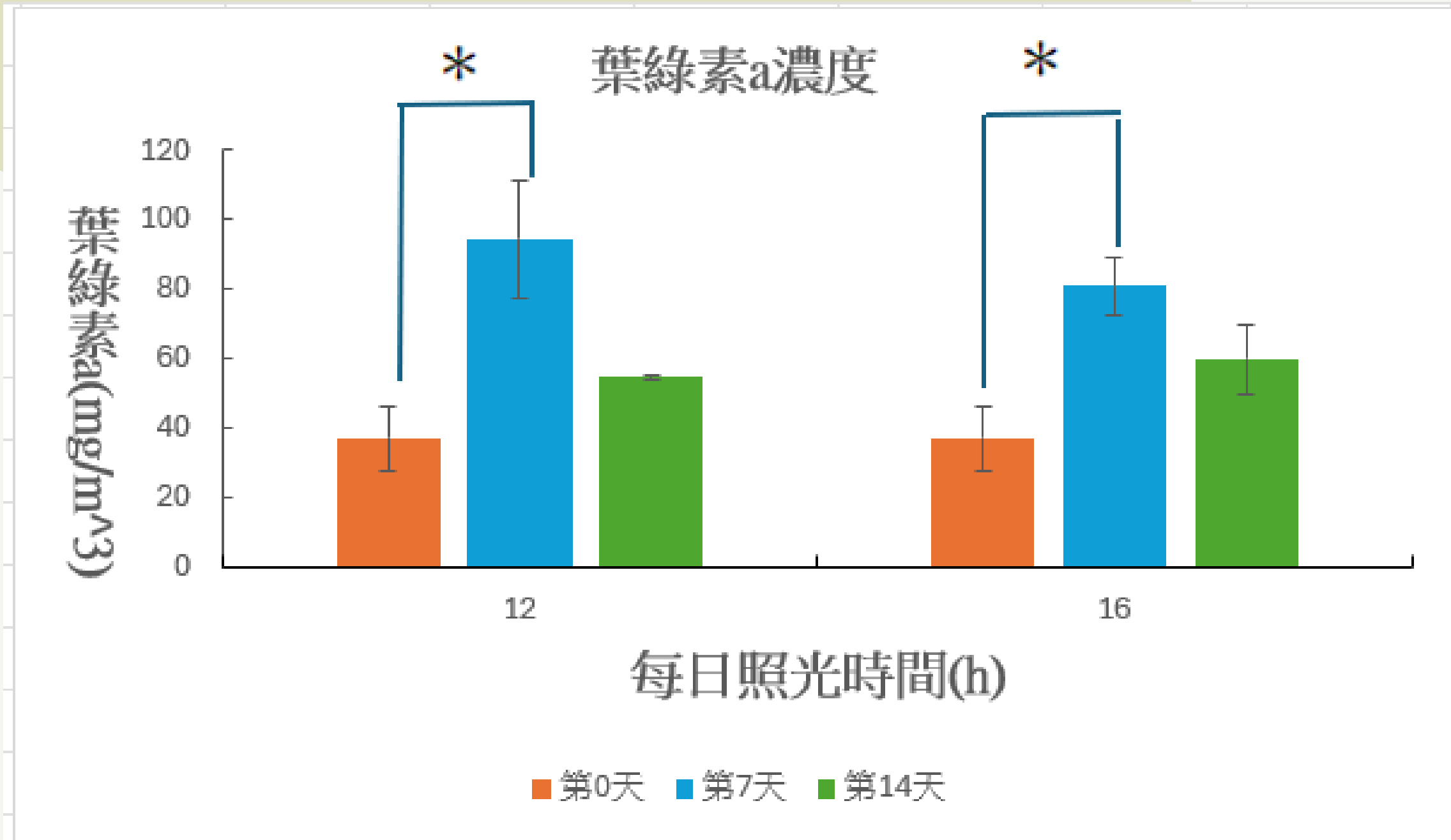
在培養第0、7、14天時，我們針對水樣的外觀進行觀察(圖九)。在第7天時，水樣外觀無明顯變化；在第14天時，水樣外觀顏色較之前變深。



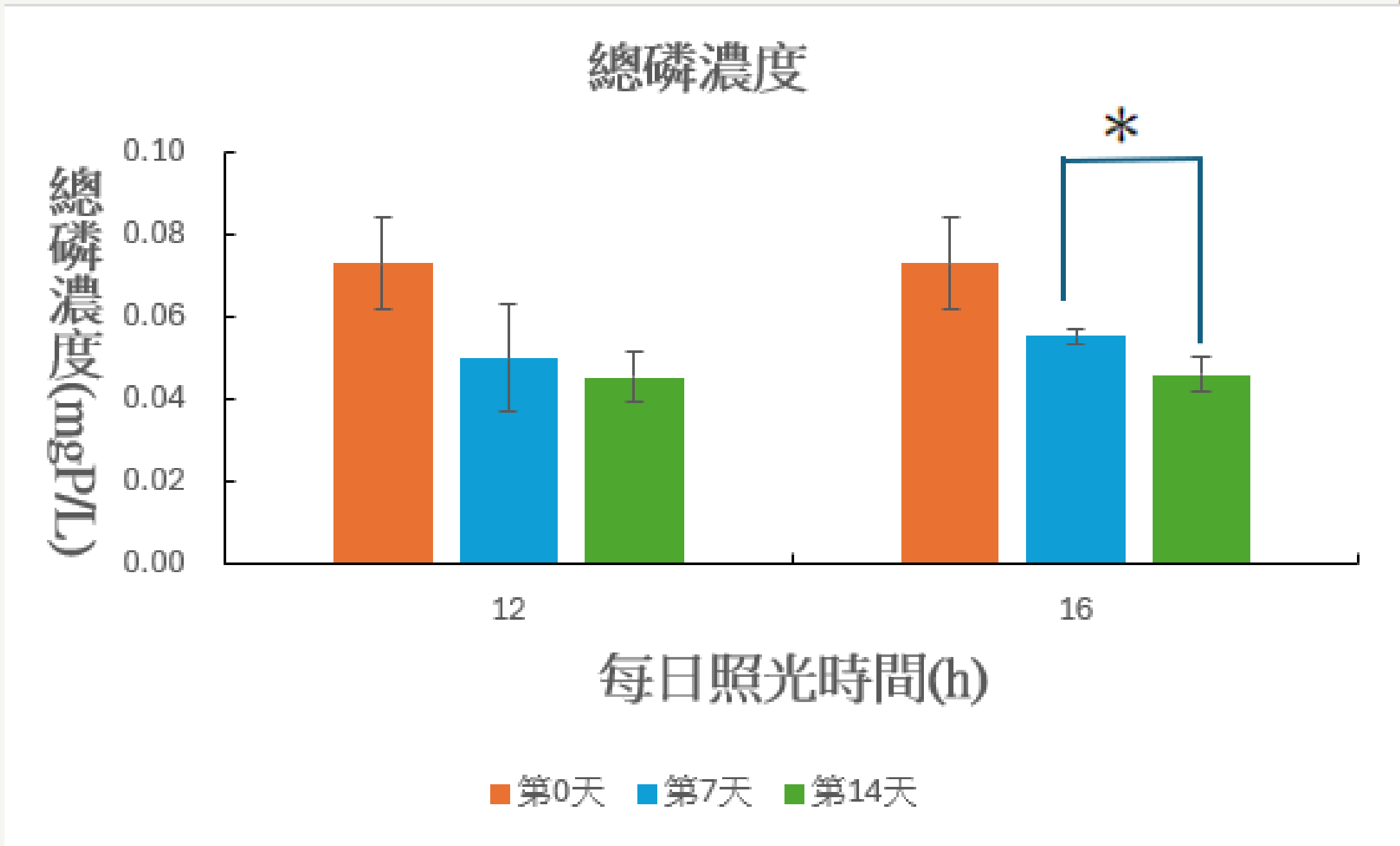
圖十、經每日12及16小時光照培養後水池樣本外觀

六、第二階段的葉綠素a濃度與總磷濃度

圖十與圖十一分別比較了12及16小時照光週期對葉綠素a和總磷濃度的含量。在第7天時兩組葉綠素a濃度達到高峰，總磷的部分則是兩組皆在第14天時最低。12小時照光的葉綠素a在0~7天時皆有顯著差異。16小時照光的葉綠素a含量在0~7天時有顯著差異，而總磷含量在7~14天時有顯著差異。



圖十一、葉綠素a濃度長條圖



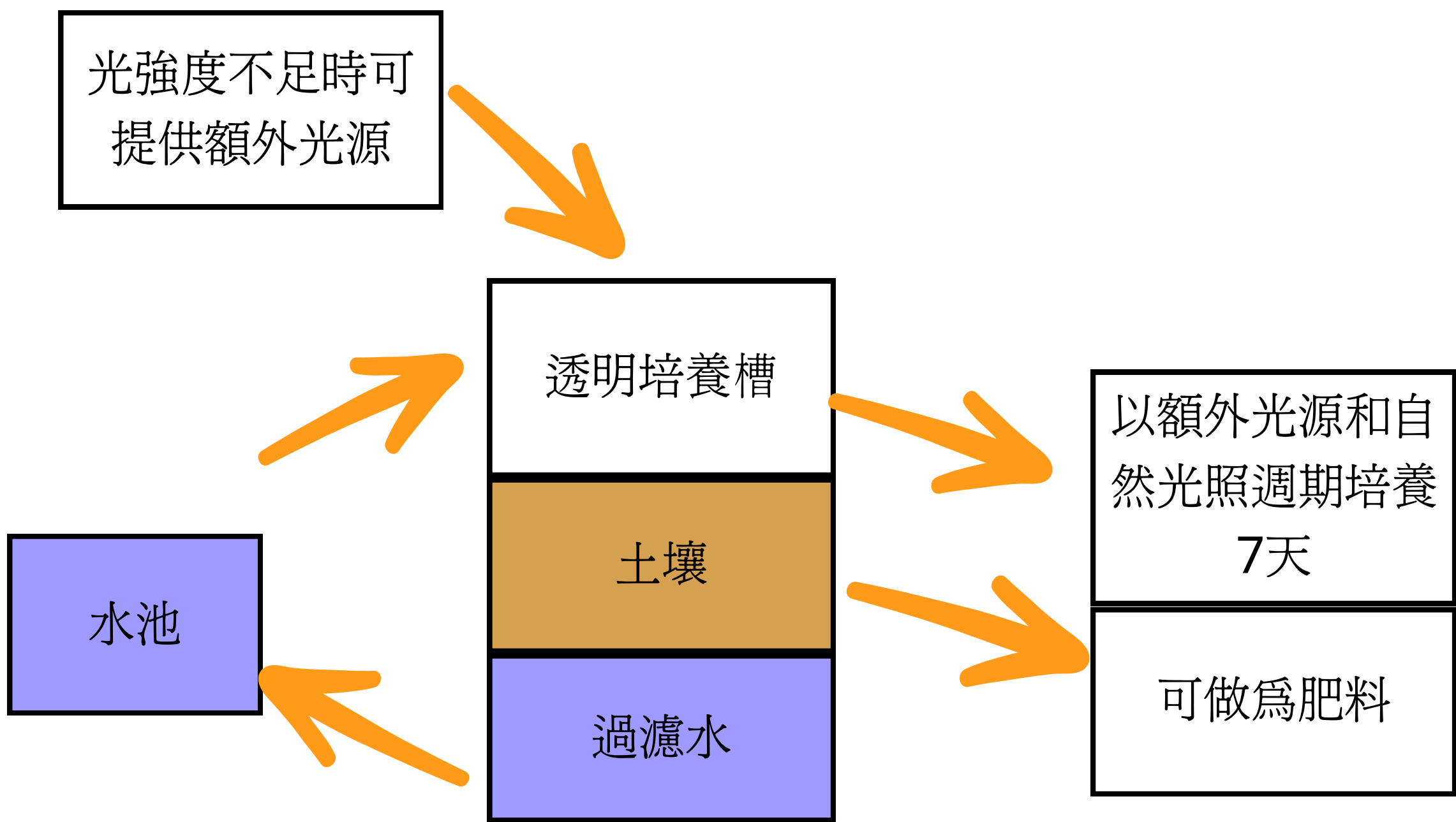
圖十二、總磷濃度長條圖

伍、結論與未來展望

- 一、在本研究中所使用的五種光週期，於第28天時皆能使總磷濃度下降。
- 二、24小時光週期中，藻類可能於0至14天間大量死亡，使14天時總磷濃度高於第0天。
- 三、12小時照光週期可能具有最佳的藻類生長效果以及去除磷效果，可能是適合作為培養藻類的光照條件。結果顯示，12小時光照對比16小時光照的葉綠素a濃度以及總磷濃度無顯著差異。故若是以12小時的光週期作為培養藻類的條件，可以較16小時的光週期培養節省更多資源和電力。

四、藻類淨水裝置的構思：

- 1.裝置目的：降低水中的總磷含量，減少水資源的浪費，且再利用藻類。
- 2.裝置結構：以三層結構，每層中間有可移動式夾層控制水流流入下層，第二層中的土壤可過濾水中藻類，之後讓水流入第三層，最後導回水池之中。



圖十三、藻類培養裝置示意圖

五、淨水裝置之運作：

- 1.光照控制：12小時的光週期與本校生態池環境的的白晝時長相仿，故可利用自然光照進行培養。
- 2.光照處理時間：以培養7天為一次的培養的週期。培養時可於光照充足時以太陽能板儲電，於清晨與黃昏光強不足時提供輔助照明。
- 3.土壤過濾步驟：將培養槽內水體導入過濾層後，將藻類附著於土壤中，且將過濾後的水回流至生態池。
- 4.資源再利用：過濾後的含磷土壤作為可供校園的花圃施肥，實現資源的再利用與循環，並促進生態環境的永續發展。

六、裝置優勢：培養過程中可利用太陽能提供額外光照，降低能源消耗。藻類具固碳功能，可減少空氣中的二氧化碳。水循環系統可以減少水資源的浪費。最終處理後的土壤亦可作為有機肥料再利用，提升資源循環效益。

陸、參考文獻

一、環境部(2010)。水中磷檢測方法－分光光度計／維生素丙法。NIEA W427.53B
二、環境部(2019)。水中葉綠素 a 檢測方法－丙酮萃取法／分光光度計分析法。NIEA E507.03B
三、王亭威、李柏叡、薛秩棋(2021)。科展作品：以藻類淨化畜牧廢水並進行後續藻體加值利用。