

第三章 水質、光強度與藻類成長之關係

3-1 水質調查結果

3-1-1 現地與室內實驗室水質調查結果

1. 水溫

由影響海域水溫的主要因素為天候及季節性變化。現地水溫資料由圖 3-1 可知，冬季水溫資料介於 15.6 至 19.9°C 間，平均值為 17.9°C，夏季水溫資料介於 27.7 至 33.4°C 間，平均值為 29.8°C。而各月水溫平均以 2 月最低，8 月最高，其中 St.1 之水溫自 4 月~8 月較高於其他測站，起因於其退潮後水深較其他兩區淺，受日照影響致使水溫較其他兩區高。

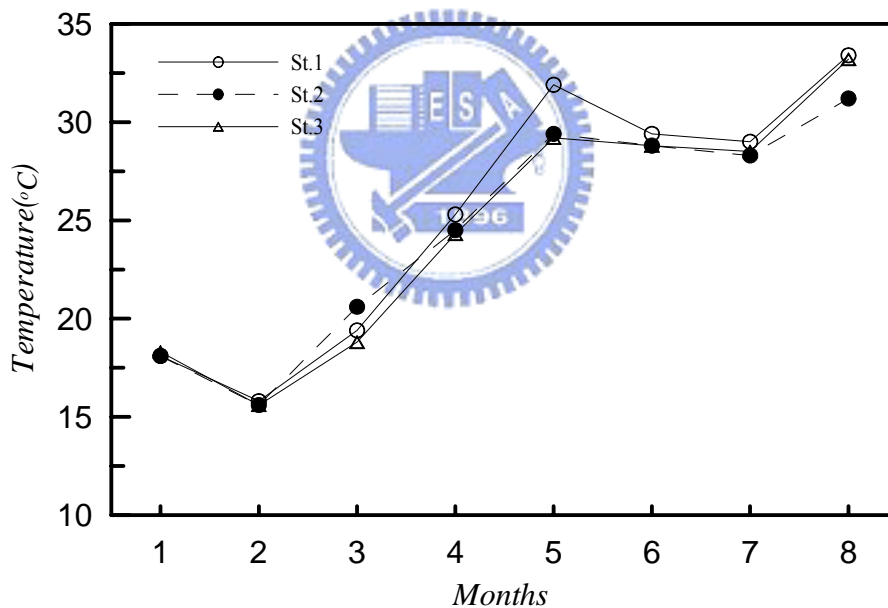


圖 3-1 現地各測站水溫變化(2005 年)

由圖 3-2 可知，室內實驗室試驗水槽以室內冷氣機循環，控制其水溫不因人工光源照射而上升劇烈，水溫資料介於 15.2 至 23.3°C 間，平均為 18.9°C，室內水溫與現地冬季差異不大。室內對照組水溫亦受環境氣溫之影響，依氣象局公佈之新竹 2 月至 5 月氣溫最高為 32.6°C，最低為 8.7°C，平均為 20.3°C，對照組水溫資料介於 16.5 至 28.6°C 間，平均為 23.0°C，對照組水溫較為實驗室高。

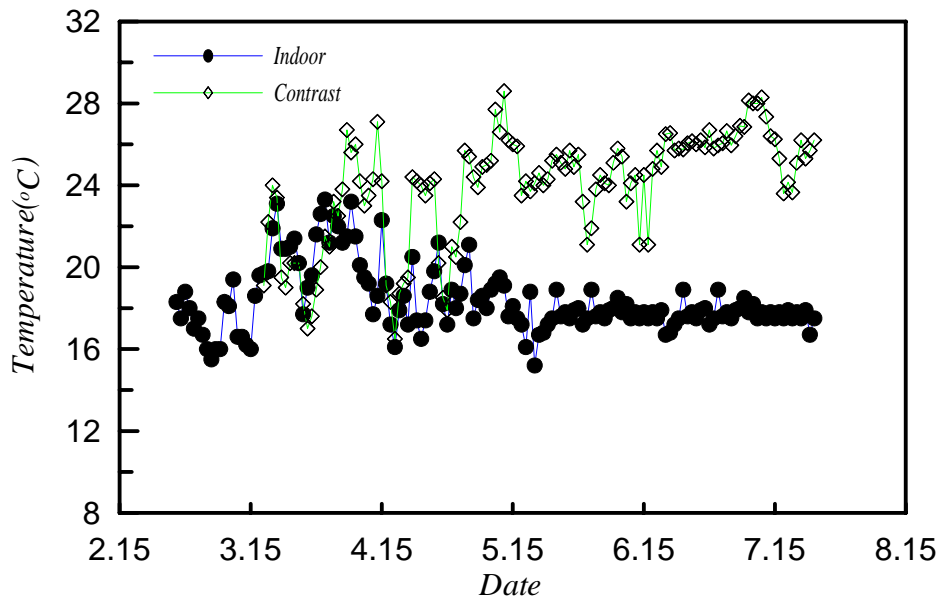


圖 3-2 室內水槽水溫變化圖(2006 年)

2. 鹽度

海水鹽度主要受洋流、降雨量、蒸發和陸地排水的影響，一般而言，潮池鹽度隨潮位漲退依次遞減，潮池內受蒸發速率的影響，讓潮池中鹽度變化較為劇烈。一般海水表面的鹽度介於 33 至 37 mg/m^3 (Pickard and Emery, 1987)，平均值約為 35 mg/m^3 (Garrison, 1993)。現地鹽度資料由圖 3-3 可知，冬季海水鹽度介於 31.8 至 34.6 mg/m^3 間，平均值為 33.3 mg/m^3 ，夏季海水鹽度介於 27.7 至 34.0 mg/m^3 間，平均值為 31.9 mg/m^3 。而北海岸雨量特性為東北季風雨、春季有鋒面雨(梅雨)，加上夏季雷陣雨和颱風之影響，雨量集中於春、冬兩季，因此 5、6 月之平均值較其他月平均值略低。

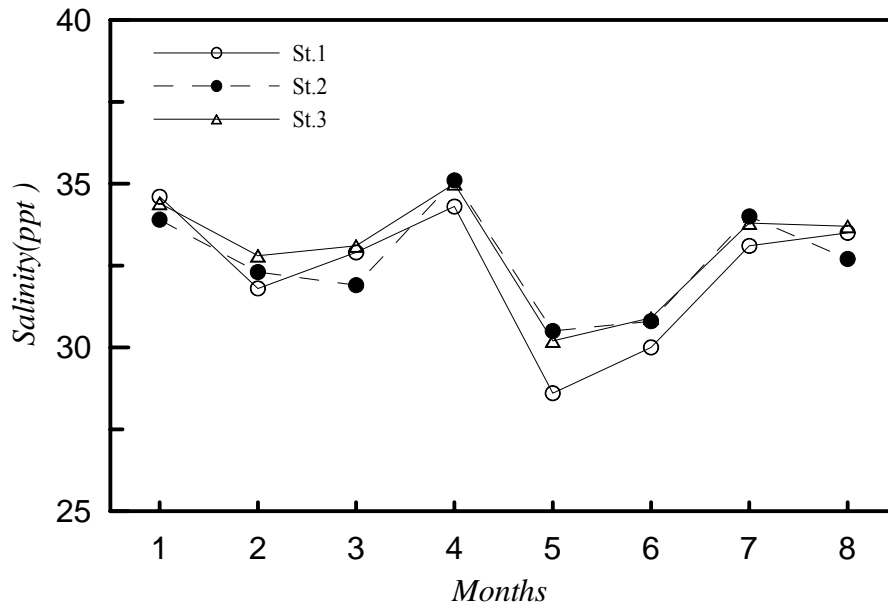


圖 3-3 現地各測站鹽度變化(2005 年)

由圖 3-4 可知，室內實驗室水槽鹽度介於 29.6 至 34.7 mg/m^3 間，平均值為 32.9 mg/m^3 ；室內對照組鹽度介於 31.3 至 34.2 mg/m^3 間，平均值為 33.2 mg/m^3 。在現地中所量測的鹽度範圍為 31.9~33.3 mg/m^3 ，室內實驗室與現地鹽度值差異不大，與一般的海水數值接近。

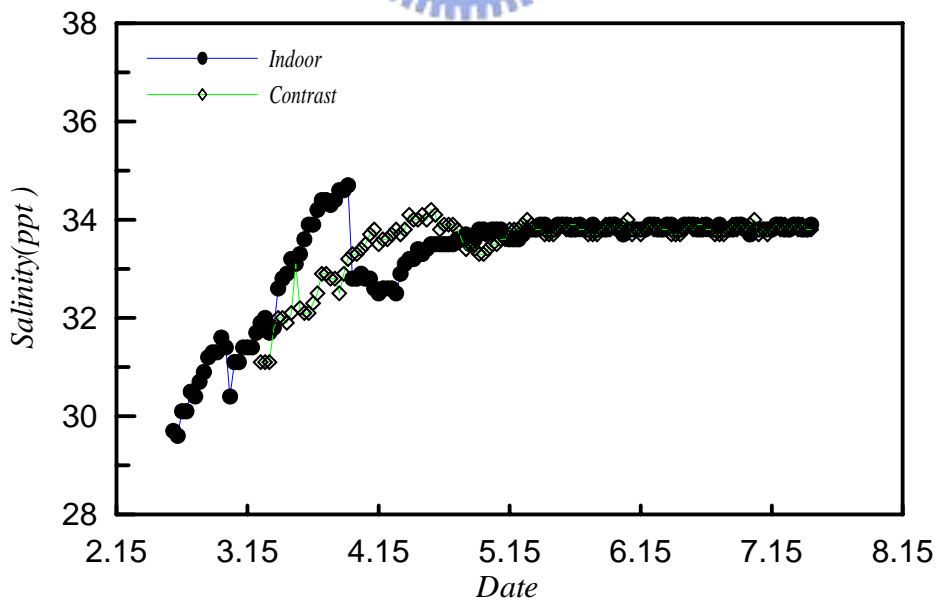


圖 3-4 室內水槽鹽度變化圖(2006 年)

3. 酸鹼度(pH)

一般海水的酸鹼度的範圍為 7.5 至 8.5 之間(江、林，1997)，平均值約為 7.8 (Garrison，1993)，不過在海水表層較溫暖的水域中，酸鹼度的數值會略微偏高，大約在 8.5 左右(Garrison，1993)。由圖 3-5 可知現地 pH 值資料，冬季海水 pH 值介於 8.06 至 8.24 間，平均值為 8.13，夏季海水 pH 值介於 7.18 至 8.30 間，平均值為 7.94。各月平均值以 3 月最大，8 月最小，四季各測站間 pH 值變化並不大，其 pH 值平均介於 7.79 至 8.37 間。

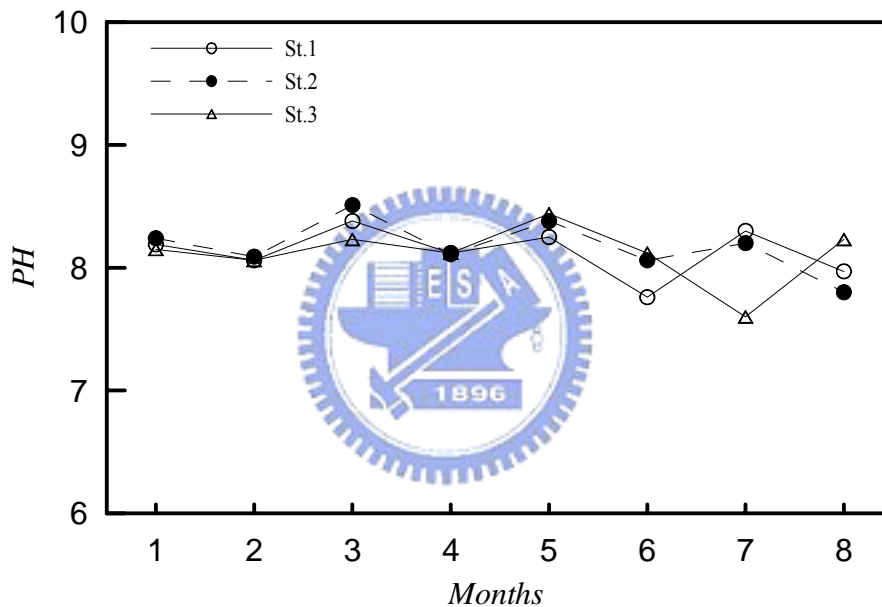


圖 3-5 現地各測站 pH 值變化(2005 年)

由圖 3-6 可知，室內實驗室水槽海水 pH 值介於 7.24 至 7.93 間，平均值為 7.63；室內對照組水槽 pH 值介於 7.36 至 8.01 間，平均值為 7.78。本研究中所量測的水質樣本，室內實驗室 pH 值與對照組水槽差異不大，其酸鹼度之平均值介於 7.87~8.23 間，與往昔現地的研究結果相符合。

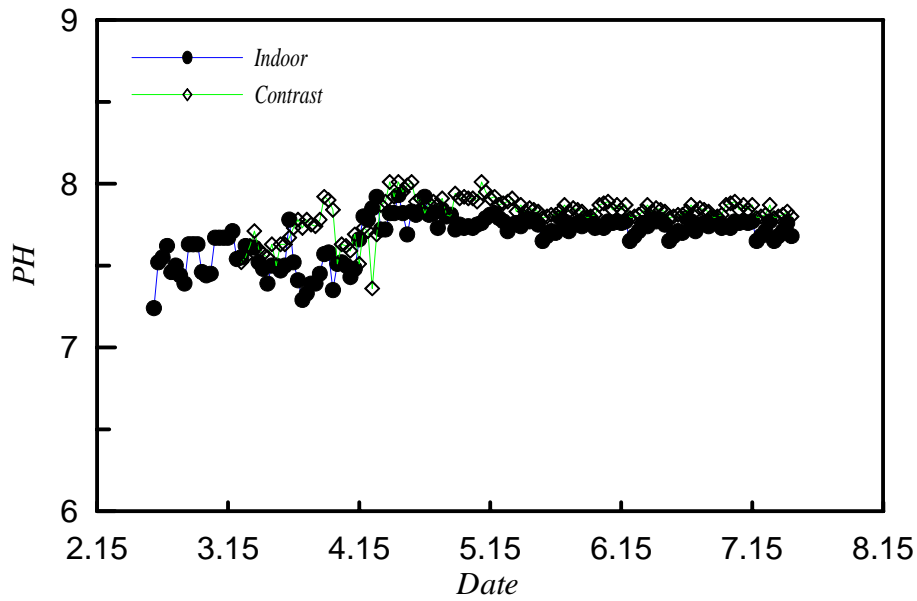


圖 3-6 室內水槽 pH 值變化圖(2006 年)

4. 導電度(EC)

導電度表示水導電性質，通常導電大者表示電解質含量較多，因為大部分鹽類都可電離，所以導電度可指示總溶解固體的多少。由圖 3-7 可知，現地冬季海水導電度介於 40.1 至 45.6ms/cm 間，平均值為 43.0ms/cm，夏季海水導電度介於 49.8 至 59.8ms/cm 間，平均值為 54.3ms/cm。現地各測站間 EC 值變化並不大，8 月 EC 值平均最大，2 月 EC 值平均最小。

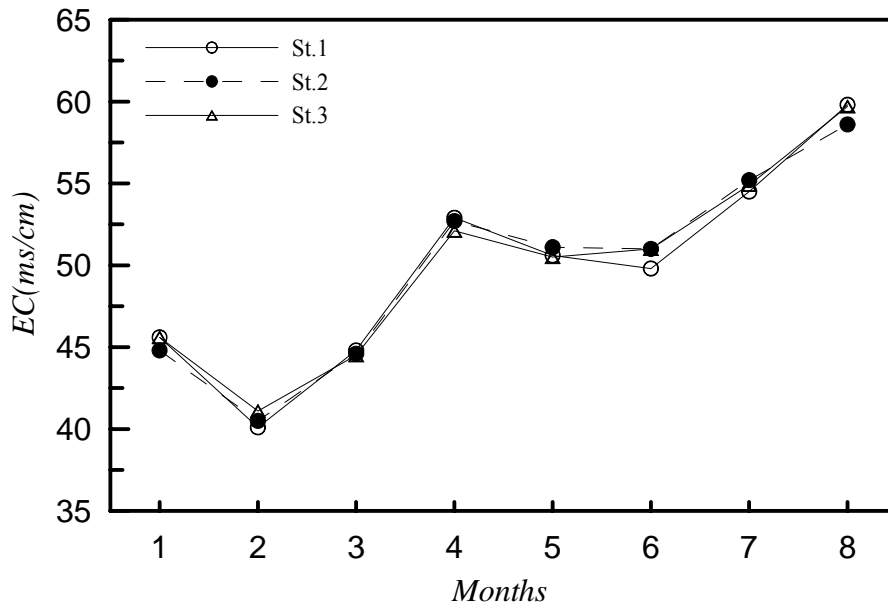


圖 3-7 現地各測站 EC 值變化(2005 年)

由圖 3-8 可知，室內實驗水槽海水導電度介於 38.8 至 50.8ms/cm 間，平均值為 44.6ms/cm；室內對照組海水導電度介於 41.6 至 52.1ms/cm 間，平均值為 48.0ms/cm，可知室內水槽 EC 值介於現地冬夏季之間，室內實驗室水槽與現地冬季平均 EC 值差異不大。

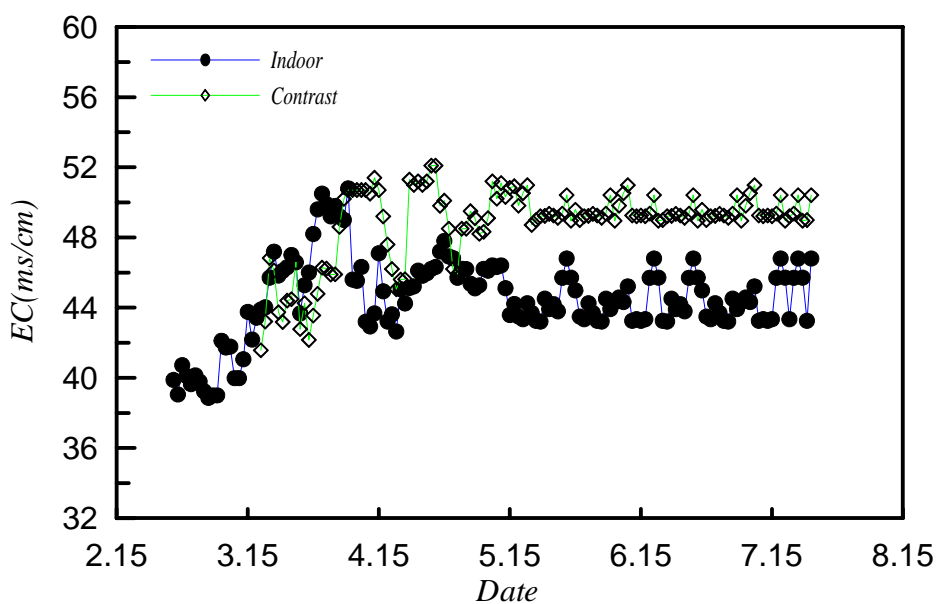


圖 3-8 室內水槽 EC 值變化(2006 年)

3-1-2 新竹南寮水質調查結果

依據環保署「臺灣地區沿海海域環境分類一覽表」得知，本調查區域為乙類海域環境。兩次水質採樣日期分別為民國 94 年 6 月 7 日及 9 月 28 日，其分析結果如表 3-1 所示。由表 3-1 可知水溫、鹽度、pH 值及導電度(EC)變化並不大，顯現海域水體混和性良好。

表 3-1 新竹水質監測結果一覽表

項目 \ 日期	94.06.07	94.09.28
水溫(°C)	27.9~28.1	28.6~28.8
鹽度(‰)	31.9	32.0
pH	8.1~8.2	8.0~8.1
EC(μmho/cm)	49,100~49,200	50,100~50,300
DO 電擊法(mg/L)	8.3	7.0
DO 滴定法(mg/L)	7.6~7.7	6.8~6.9
SS(mg/L)	27.1~29.5	36.2~51.4
濁度(NTU)	2.2~2.3	29~34
NH ₃ -N(mg/L)	0.05~0.10	0.08~0.11
硝酸鹽(mg/L)	0.51~0.71	0.47~0.60
磷酸鹽(mg/L)	0.047~0.070	0.068~0.080
矽酸鹽(mg/L)	0.565~0.799	1.160~1.240
BOD(mg/L)	N.D.	N.D.<1.0
COD(mg/L)	12.7~16.4	7.1~12.9
葉綠素 a(mg/m ³)	6.16~8.27	0.50~4.90

1. 溶氧(DO)

海水中溶氧量的變化，主要是受到溫度、鹽度、大氣壓力、風浪及生物活動的影響。若無生物性因子作用時，則在同一壓力下，海水中的溶氧量與溫度之間成負相關，即是溫度愈高則溶氧量愈低，而溫度愈低則溶氧量愈高。因此，海水中的溶氧量會隨溫度成季節性變化。

由表 3-1 可知，6、9 月採用電擊法檢測所得之海水溶氧平均值為 7.7mg/L；而 6、9 月採用滴定法檢測所得之海水溶氧平均值為 7.3

mg/L。因此，依行政院環保署平均值均於 5.0 以上。溶氧符合甲類海域環境品質標準。

2. 懸浮固體物(SS)

懸浮固體物表示海水的混濁程度。水中之懸浮固體物是由懸浮物質如黏土、粉砂、微生物及浮游動植物所造成的。在暴風雨過後，近岸海水之懸浮固體物會大幅增加，而在近岸施工亦會對附近海水的懸浮固體物造成相當程度的影響。

目前國內的水質標準尚未對海域水體中的懸浮固體物含量進行管制。由表 3-1 可知，6 月海水懸浮固體物介於 27.1 至 27.9 mg/L 之間，平均值為 28.7 mg/L，9 月海水懸浮固體物介於 36.2 至 51.4 mg/L 之間，平均值為 43.5 mg/L，約為 6 月份平均值的 1.5 倍。

3. 濁度

濁度表示水對光反射及吸收之性質，主要來源為黏土、浮游生物等。濁度將影響光之滲透，並影響水生植物之光合作用及魚類之生長與繁殖。濁度為水體清澈程度的指標。

由表 3.1 可知，6 月海水濁度介於 2.2 至 2.3 NTU 之間，平均值為 2.25 NTU，9 月海水濁度介於 29 至 34 NTU 之間，平均值為 32 NTU，濁度受到懸浮固體物的影響，懸浮固體物的含量高則濁度較高。

4. 氨態氮(NH₃-N)

氨態氮是生物活動及含氮有機物分解的產物，其存在表示水體遭受污染的時間較短，國內的水質標準尚未對海域水體中的氨態氮濃度進行管制。由表 3.1 可知，6 月海水氨氮濃度平均值為 0.05 至 0.1 mg/L 之間，平均值為 0.07 mg/L，9 月海水氨氮濃度範圍介於 0.08 至 0.11 mg/L 之間，平均值為 0.09 mg/L，6 月及 9 月的平均值差異不大。

5. 硝酸鹽

硝酸鹽的存在表示水體遭受污染已有一段時日。由表 3-1 可知，6 月海水硝酸鹽濃度介於 0.51 至 0.71 mg/L 之間，平均值為 0.64

mg/L，9月海水氨氮濃度範圍介於 0.47 至 0.60 mg/L 之間，平均值為 0.55 mg/L，6月及9月的平均值差異不大。

6. 磷酸鹽

磷酸鹽為海水中營養鹽的一種，營養鹽為水中植物生長所不能或缺的化學物質，於海洋中，營養鹽主要來源為有機物之分解，而在近岸地區，營養鹽除了來自有機物之分解外，亦可能受溪流輸入帶有家庭、農業及工業廢水的影響。由表 3-1 可知，6月海水磷酸鹽濃度介於 0.047 至 0.070 mg/L 之間，平均值為 0.055mg/L，9月海水磷酸鹽濃度介於 0.068 至 0.008 mg/L 之間，平均值為 0.073 mg/L。

7. 矽酸鹽

矽酸鹽亦為海水中營養鹽的一種，其含量受到光合作用及有機物分解影響，營養鹽與水中動植物的繁殖有密切的關係，通常在海水表層，由於陽光可穿透，故被植物行光合作用攝取，造成濃度較低，而在海水底層，由於陽光照射不到，再加上動植物遺體的分解，故營養鹽濃度較高。由表 3-1 可知，6月海水矽酸鹽濃度介於 0.556 至 0.799 mg/L 之間，平均值為 0.669 mg/L，9月海水矽酸鹽濃度介於 1.16 至 1.24 mg/L 之間，平均值為 1.19 mg/L。

8. 生化需氧量(BOD)

生化需氧量為表示水中有機性污染程度最重要而簡單之指標。水中之有機物藉好氧菌之幫助，在某一時間、溫度及氧氣充分供給下，進行氧化分解作用，把有機物質變成安定物質時，所消耗的氧量稱為生化需氧量，由生化需氧量可以推估水中所含可氧化分解有機物的多寡。

由表 3-1 可知，6月份各測站樣本之海水生化需氧量均低於測定方法的偵測極限 1.0 mg/L，9月份亦皆低於測定方法的偵測極限。目前依國內行政院環保署規定甲類海域的生化需氧量需低於 2 mg/L，故本區域符合甲類海域環境品質標準。

9. 化學需氧量(COD)

化學需氧量為水樣中加入已知量的化學氧化劑，在某一特定溫度進行氧化作用後滴定剩餘之氧化劑量，而藉以測定出水樣中的有機物相當量。

由表 3-1 可知，6 月海水化學需氧量介於 12.7 至 16.4 mg/L 之間，平均值為 14.8 mg/L，9 月海水化學需氧量介於 7.1 至 12.9 mg/L 之間，平均值為 10.7 mg/L。

10. 葉綠素 a

藉由葉綠素 a 之監測，可對水中植物性浮游生物的變化特性有所瞭解。由表 3-1 可知，6 月海水葉綠素 a 含量介於 6.16 至 8.27mg/m³ 之間，平均值為 6.88 mg/m³，9 月海水葉綠素 a 含量介於 0.50 至 4.90 mg/m³ 之間，平均值為 2.03 mg/m³。

3-2 室內實驗室光強度調查結果

室內實驗水槽以 500W 的鹵素燈作為光源，並以智慧型電子式定時器控制光照度時間為每日 9 至 18 時，共 10 小時，由每日之 10、12 及 14 時分三次量測光照度，觀察室外、室內實驗室試驗水槽及對照組水槽水表面光照度，量測結果如下圖 3-9，室外光照度最高值為 110,000Lux，最低值為 1,350Lux；室內實驗室水表面光照度範圍為 41,000~68,000Lux，平均光照度為 53,000Lux；室內對照組水表面光照度範圍為 500~29,000Lux，平均光照度為 9,000Lux。川崎(1999)一般藻場生成海底日照度為春夏季 2100Lux 以上，而秋冬季為 1100Lux 以上，則室內實驗皆符合在其範圍內。莊(2004)於北部核能二廠附近海域量測 2001 至 2003 年一日光照度變化，夏季最高值為 125,000Lux，冬季最高值為 70,000Lux。由陳(2002)研究報告中指出，在夏季光照度(125,000Lux)台灣全島幾乎完全相同，冬日最高因地區而不同，在屏東地區光照度在 60,000 Lux 以上；南部山區，冬季光量為 40,000 Lux；中部山區，冬季光量為 34,000 lux。本研究實驗之鹵素燈光照度平均值為 53,000Lux，符合台灣實際冬季光照度範圍內。

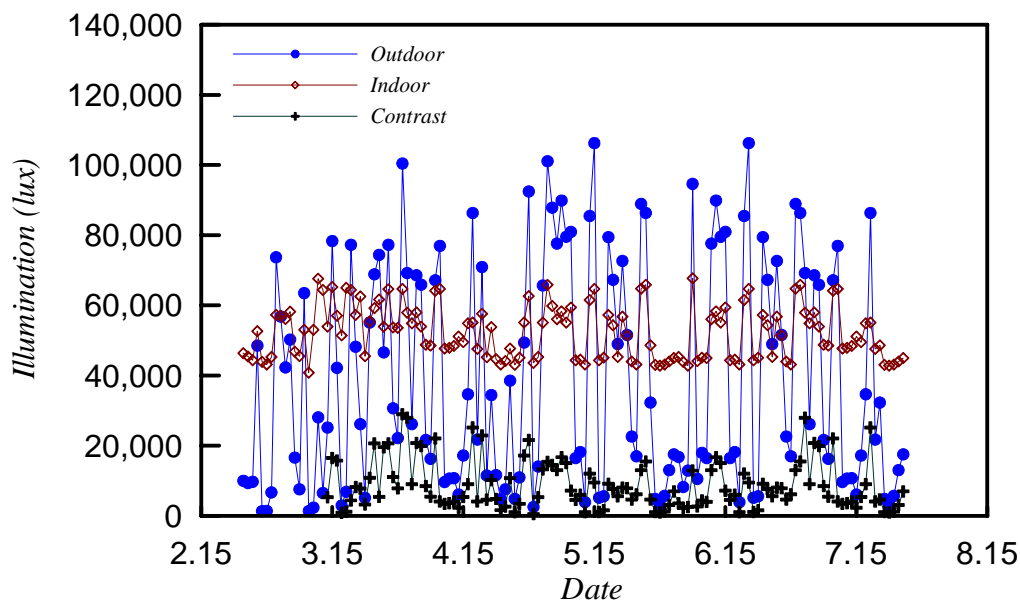


圖 3-9 實驗室內外光照度變化(2006 年)

3-3 藻類調查

3-3-1 現地藻類覆蓋度

本研究現地調查於民國 94 年 1 至 8 月，每月針對 3 測站及 2 種型式材質(岩面及刻痕)結構物觀測覆蓋度。由圖 3-10 可知，麟山鼻海域藻類之生長季節以入秋後開始至冬、春兩季為主要高峰，藻類覆蓋率在 2~3 月最多，隨著日射量上升，氣溫與水溫也隨著上升(夏季)，5~6 月以後海藻之生物量大幅減少，以夏季生物量最低，其中 St.1 平均潮位之平均覆蓋度較低潮位 St.2 及 St.3 少，岩面及深槽型結構物表面皆屬擬岩性，藻類易於附著生長，兩種型式結構物覆蓋度差異不大。其海藻生長情形據觀察海藻主要著生於結構物之頂部、側面及斜面等受光處，如圖 3-11、3-12 所示，即使光滑之混凝土、石塊表面亦可發現，顯示其著生能力相當強。於試驗期間分析採樣種類，發現其潮池內亦有 3 種綠藻及 2 種紅藻，其綠藻為裂片石蓴、牡丹菜與許苔；紅藻為小杉藻與匍匐擬石花。主要附著多為綠藻之裂片石蓴居多。

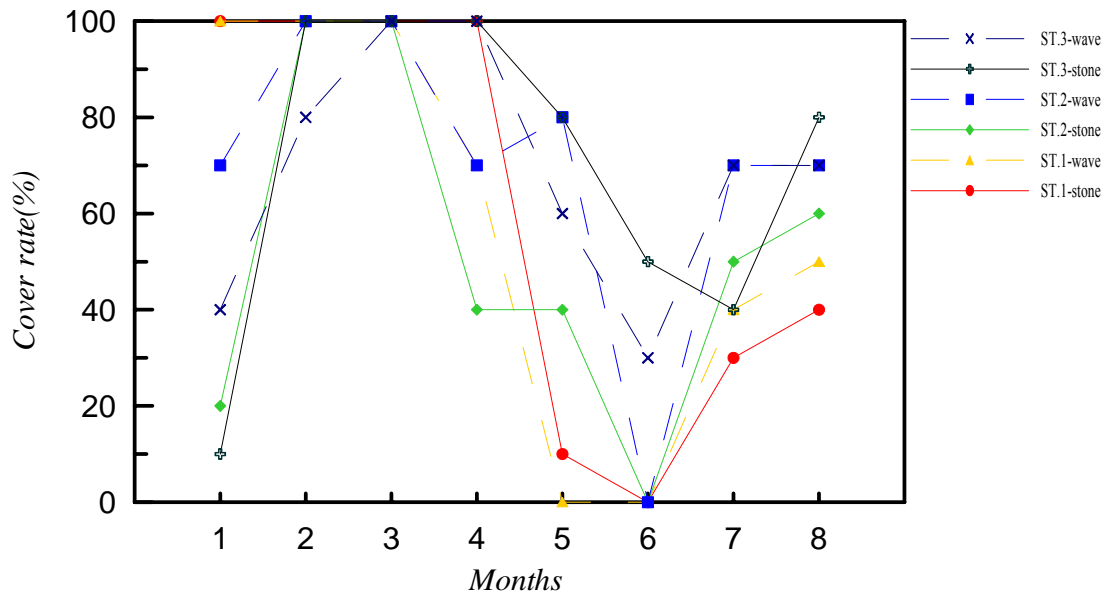


圖 3-10 現地各測站每月藻類覆蓋度變化(2005 年)



圖 3-11 藻類著生於頂部受光面



圖 3-12 藻類著生於斜面受光處

3-3-2 室內實驗室藻類覆蓋度調查結果

室內藻類養殖實驗於民國 95 年 2 月至 94 年 7 月，本研究選擇臺灣東北角麟山鼻漁港旁之人工潮池作為藻類來源的基地，進而將其海藻附著之結構物帶回實驗室培育，主要附著為綠藻之許苔居多，以室內實驗室模擬自然環境來進行藻類之生育試驗。再利用不同水深與水表面間的距離，設定為透光度 5、20、40、55、70 及 85% 等六個不同光照度處理組，由圖 3-12 可知，室內實驗室藻類覆蓋度最高值在透光度 85% 為 90.2%，透光度 5% 之平均覆蓋度值為 68.3%，透光度 20% 之平均覆蓋度值為 78.3%，透光度 40% 之平均覆蓋度值為 75.5%，透光度 55% 之平均覆蓋度值為 75.8%，透光度 70% 之平均覆蓋度值為 79.8%，透光度 85% 之平均覆蓋度值為 78.4%，室內對照組透光度 70% 覆蓋度平均值為 61.2%，亦發現藻類覆蓋度初期(1~40 天)有增多的趨勢，從覆蓋度 56.5% 增加至 90.2%，在藻類實驗培育 50 天時開始減少，實驗 140 天後海藻覆蓋度減少為 5.3~30.7%，可知初期(1~40 天)藻類覆蓋度多寡隨透光度高而增加，而下降原因推測為藻類生長週期影響。

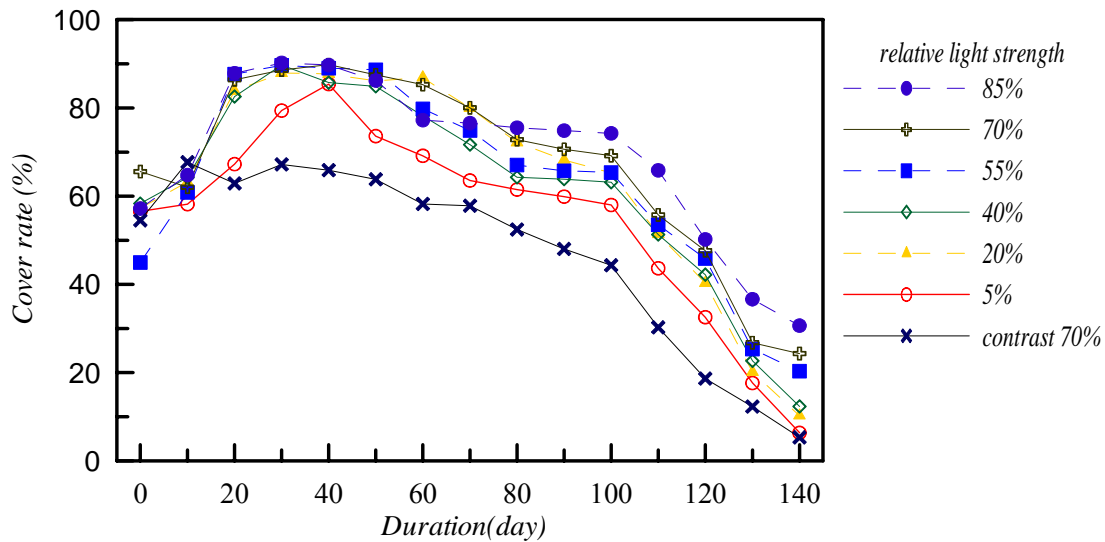


圖 3-13 不同光強度之室內藻類覆蓋度變化

3-3-3 藻類葉長

調查於民國 95 年 2 至 7 月間，現地藻類葉長量測為每月一次，而室內藻類葉長為每十日測量一次，其量測結果如圖 3-13 至 3-20 所示，現地葉長範圍介於 0.2~16.7cm，平均值範圍為 0.1~11.2cm；在透光度 5%之葉長範圍介於 0.1~6.4cm，平均值範圍為 0.2~4.9cm；在透光度 20%之葉長範圍介於 0.5~6.9 cm，平均值範圍為 0.7~5.2cm；在透光度 40%之葉長範圍介於 0.7~8.1cm，平均值範圍為 0.9~6.2cm；在透光度 55%之葉長範圍介於 0.7~8.2 cm，平均值範圍為 1.0~6.5cm；透光度 70%之葉長範圍介於 0.7~9.2 cm，平均值範圍為 1.3~6.9cm；透光度 85%之葉長範圍介於 0.8~13.5cm，平均值範圍為 1.8~8.3cm。

在室內對照組透光度 70%之葉長範圍介於 0.8~6.2 cm，平均值範圍為 0.5~5.0cm。可知室內實驗室設置依透光度不同，藻類葉長亦有所變化，葉長隨透光度大而有所增長，室內藻類培育 20 天時，透光度於 20、40、55、70、85%下之葉長平均值斜率較大，葉長平均值從 0.2 增至 1.5~4.2cm；而透光度 5%之葉長平均值於培育 30 天時，葉長變化較明顯，葉長平均值從 0.2 增至 2.0cm。室內對照組在無人工光源模擬下，其藻類葉長生長較實驗室同透光度(70%)下短小，最大葉長差值為 3-4cm。在現地藻類葉長平均值較室內實驗室長，差值為

3cm，但其現地藻類於4月時澣苔被砂源覆蓋，且於6月現地海岸砂源被沖刷至潮池裡，以致實驗磚上之裂片石蓴葉長被砂層覆蓋變短，現地實驗磚上附著以裂片石蓴為主，與實驗室內澣苔種類不同，而現地藻類葉長無法用來比對其室內外差異。

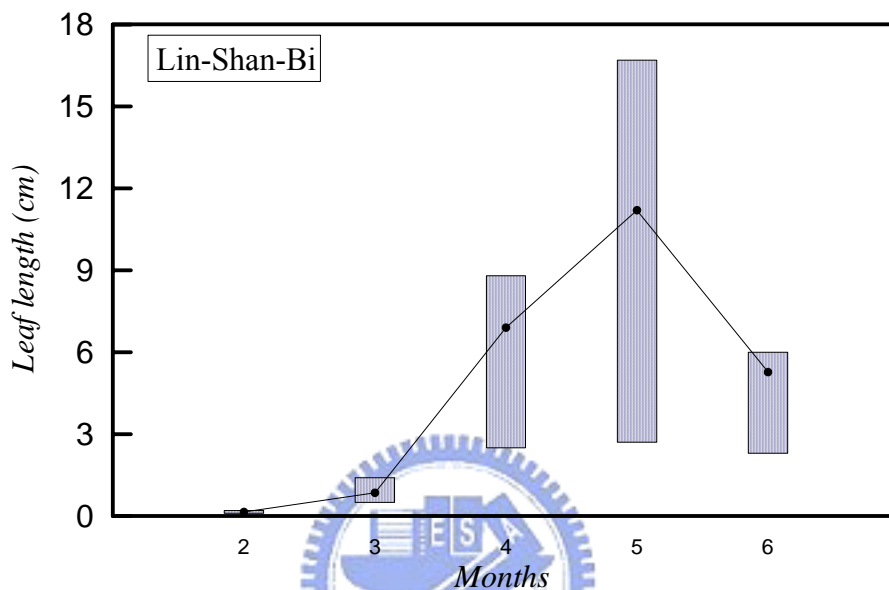


圖 3-14 現地藻類葉長之變化

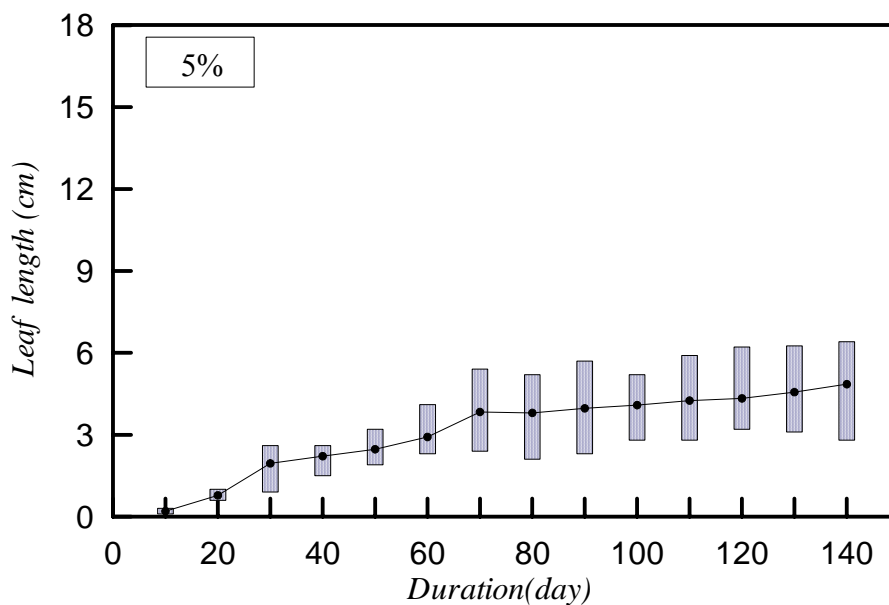


圖 3-15 透光度 5% 之藻類葉長變化

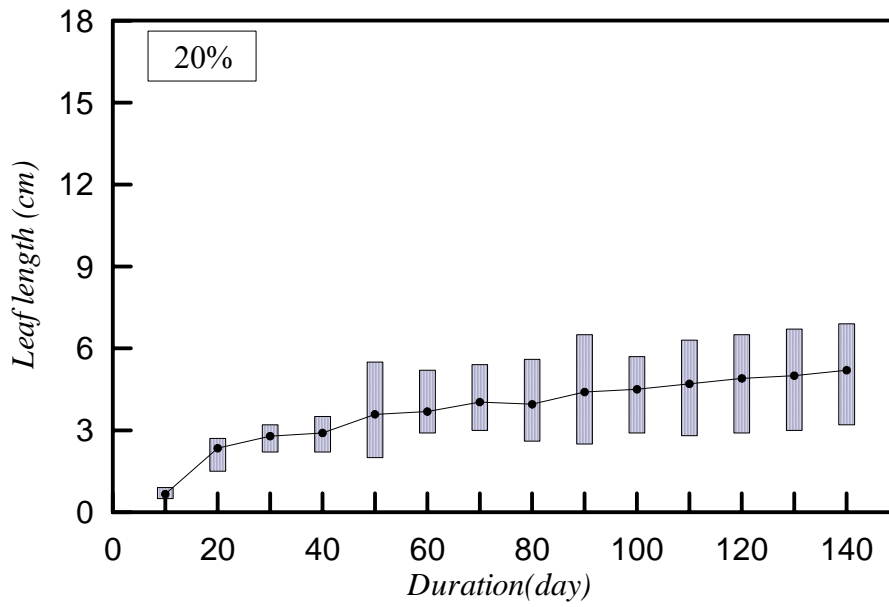


圖 3-16 透光度 20%之藻類葉長變化

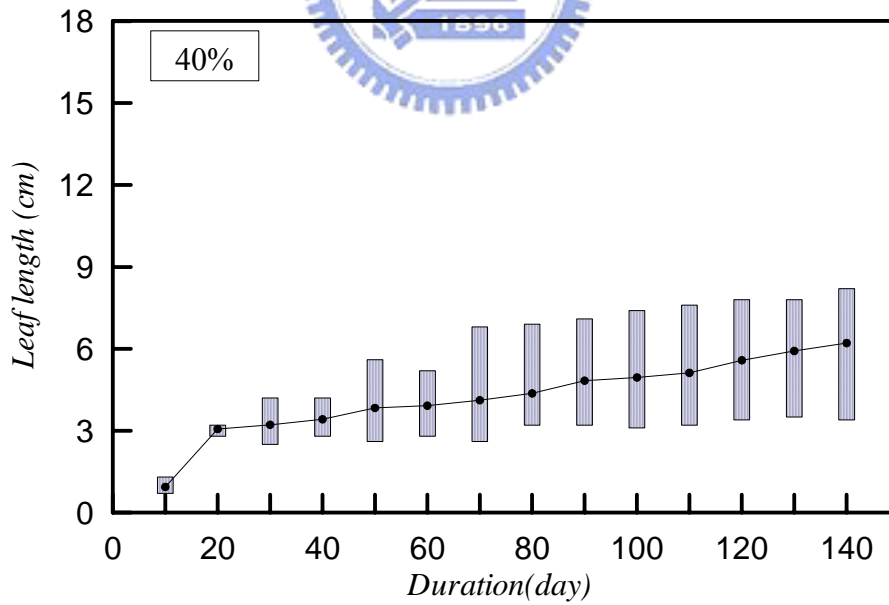


圖 3-17 透光度 40%之藻類葉長變化

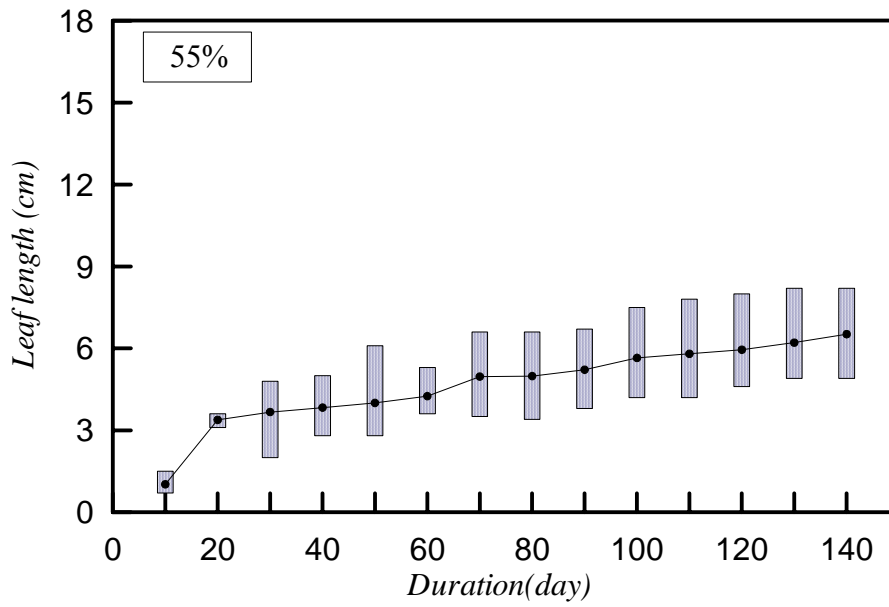


圖 3-18 透光度 55%之藻類葉長變化

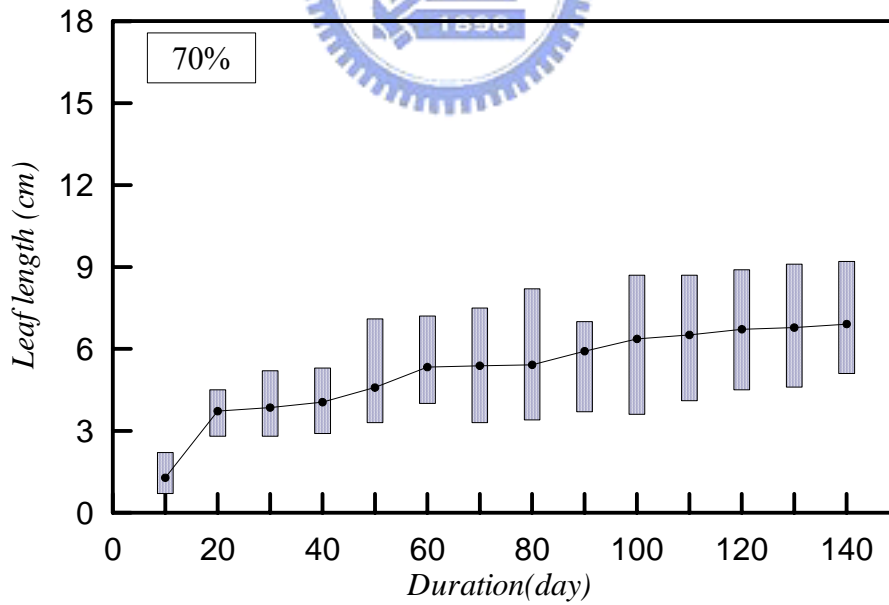


圖 3-19 透光度 70%之藻類葉長變化

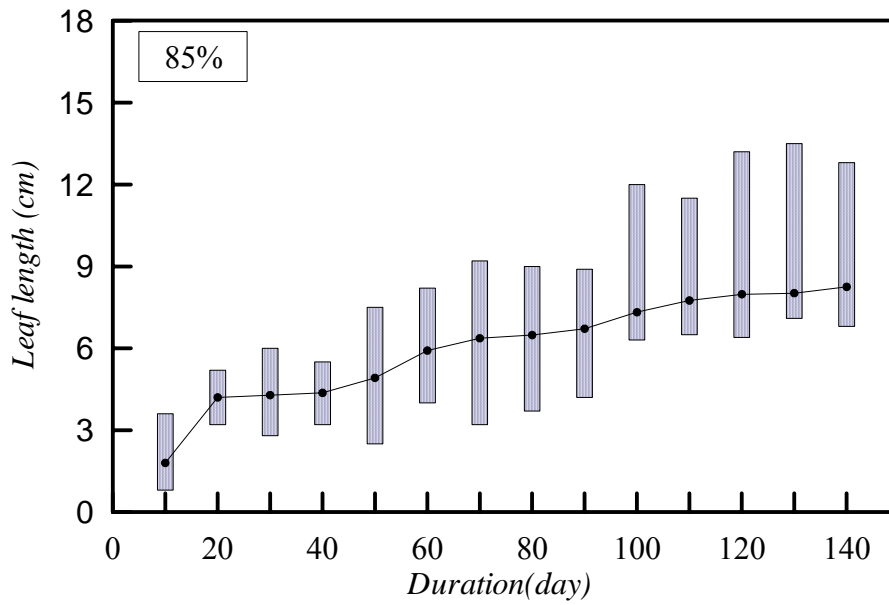


圖 3-20 透光度 85%之藻類葉長變化

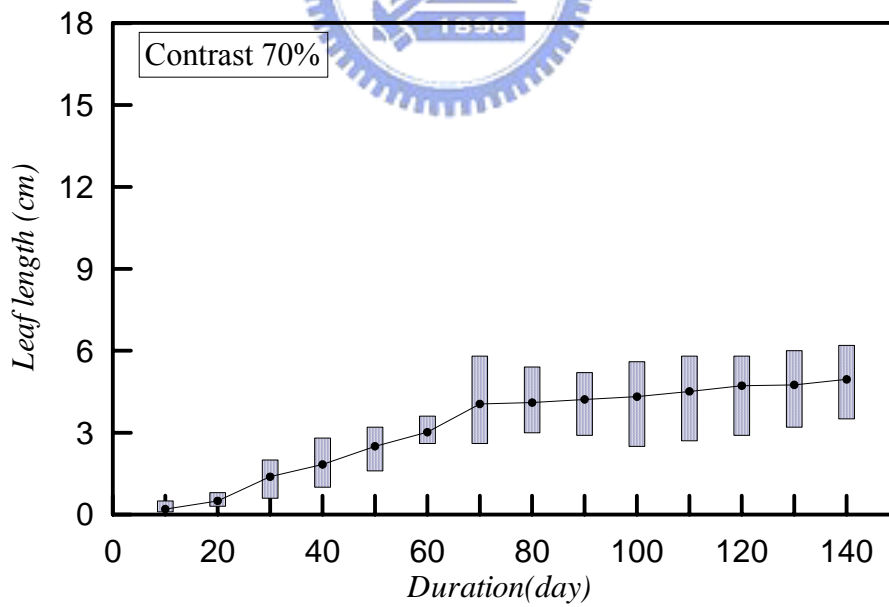


圖 3-21 室內對照組透光度 70%之藻類葉長變化