行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

※※※

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

以人工著生基質探討臺南四草生態保護區紅樹林之植棲性與岩棲性微藻資源及其季節性變動之生態指標意義

Study on the Seasonal Variation and Ecological Indicators of Epiphytic and Epilithic Microalgae Using Artificial Substrates in the Mangroves of the Sz-Tsau Ecological Conservation, Tainan.

計畫編號：NSC 89-2313-B-041-019-

執行期限：89 年 8 月 1 日至 90 年 7 月 30 日

主持人：賴雪端

執行機構及單位名稱：嘉南藥理科技大學環工系

一、中文摘要

本研究於紅樹林生態區之六個採樣點共採集 48 **份著生於不同基質上之混合微藻樣品，經光學顯微鏡與掃描式電子顯微鏡鑑定結果發現除了較大型之絲狀藻** (*Cladophora, Microspora* and *Oscillatoria*)**外，矽藻在各採樣點於各次採樣中，大多占所有微藻之** 75 %**以上。共發現** 35 **種附著生矽藻。其中** *Achnanthes brevipes* C.Agardh、*Amphora* spp.、*Cocconeis scutellum* Ehrenb.、 *Healea* sp.、*Mastogloia exigua* F.W.Lewis、 *Navicula* spp.、*Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow **及** *Pleurosigma normanii* Ralfs **為主要之共優勢種。**

經由積差相關分析結果發現此樣區之某些優勢種微藻在各季節所出現之相對豐富度彼此間及與其它非生物因子間具顯著之相關性。例如 *Amphora* spp. **與** pH、NH_3-N **及** Cu^{6+} **呈顯著之正相關，但與** SiO_2 **呈負相關**; *Mastogloia exigua* F.W.Lewis **與鹽度、導電度、**PO_4-P **及** NO_3-N **呈顯著之正相關，但與** *Amphora* spp **呈負相關**; *Pleurosigma normanii* Ralfs **與鹽度、導電度、**PO_4-P、 NO_3-N **及** NH_3-N **呈顯著之正相關，但與** SiO_2 **呈負相關**; *Haslea* spp.**與** SiO_2 **呈顯著之正相關，但與** PO_4-P **及** *Navicula* spp.**呈負相關**; *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow **與 鹽度及** NO_2-N **呈顯著之正相關，但與水溫及** *Amphora* spp. **呈負相關；其它矽藻種類與** *Mastogloia exigua* F.W.Lewis **及** *Navicula* spp. **呈顯著之正相關，但與** pH、 NH_3-N、 SO_4^{-2}、Cu^{6+} **及** *Amphora* spp. **呈負相關。然而，** *Achnanthes brevipes* A.Agardh、*Cocconeis scutellum* Ehrenb. **及** *Navicula* spp. **與任何生物與非生物因子無顯著之相關性。**

關鍵詞:附著性，矽藻，紅樹林

Abstract

Attached diatoms and water samples were seasonally collected from Szu-Tsao mangrove wetlands, in southwestern Taiwan, during eight seasons from autumn of 1999 to summer of 2001. In a total of 48 microalgal samples from 6 collection sites, there were found 35 diatom taxa under light microscope and scanning electronic microscope. Although the environmental change obviously during investigations, the attached diatom taxa *Achnanthes brevipes* C.Agardh, *Amphora* spp., *Cocconeis scutellum* Ehrenb., *Mastogloia exigua* F.W.Lewis, *Haslea* sp., *Navicula* spp., *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow and *Pleurosigma normanii* Ralfs were as codominant species in these mangrove wetlands.

Moreover, some of above codominant species were significantly positive or negative with biotic or abiotic factors by the Pearson's correlation analysis. For example, *Amphora* spp. showed significantly positive with pH, NH_3-N and Cu^{6+}, but negative with SiO_2; *Mastogloia exigua* F.W.Lewis showed significantly positive with salinity, EC, PO_4-P and NO_3-N, but negative with *Amphora* spp.; *Pleurosigma normanii* Ralfs showed significantly positive with salinity, EC, PO_4-P, NO_3-N and NH_3-N, but negative with SiO_2 ; *Haslea* spp. showed significantly positive with SiO_2, but negative with PO_4-P and *Navicula* spp. *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow showed significantly positive with salinity and NO_2-N, but negative with water temperature and *Amphora* spp. ; Other diatoms showed significantly positive with *Mastogloia exigua* F.W.Lewis and *Navicula* spp., but negative with pH, NH_3-N, SO_4^{-2}, Cu^{6+} and *Amphora* spp.; *Achnanthes brevipes* A.Agardh, *Cocconeis scutellum* Ehrenb. and *Navicula* spp. did not show

significant relationship with any abiotic factors.

Keywords: attached, diatom, mangrove

二、緣由與目的

台南市四草濕地位於鹿耳門溪東南方，鹽水溪與嘉南大圳排水道會合處的北方，由會合處至四草大眾廟之間之遼闊的水域，稱之四草內海，在四草內海的岸邊分佈著繁茂的紅樹林植物，主要為欖李 *Lumnitzera racemosa*，及少數之五梨跤 *Rhizophora mucronata* 和海茄苳 *Avicennia marina* 及其伴生植物如濱水菜 *Sesuvium portulacastru* 及鹽地鼠尾粟 *Sporobolus virginicus*) ，目前行政院農委會已於 83 年 11 月正式公告，在台南科技工業區周圍畫分成立五百一十五公頃的"四草野生動物保護區。但四草濕地必將面臨科工區開發所造成之危機，

本研究之主要目的在於探討臺南四草紅樹林生態區內之半鹽水濕地之附著生微藻資源之分類與生態特性，並比較其與曾文河口之著生性微藻資源在分類與生態上之相關性。

三、材料與方法

本研究分別於四草之台南科工區用地與大眾廟之間，選擇相近 50 公尺內之三河道，於不同之季節，分別採集六個採樣點(St1A, St1B, St2A, St2B, St3A, St3B)(Fig.1a,1b,1c)之紅樹林植物[主要為欖李(*Lumnitzera racemosa*)，及少數之五梨跤(*Rhizophora mucronata*)和海茄苳(*Avicennia marina*)或其伴生植物:濱水菜(*Sesuvium portulacastru*)及鹽地鼠尾粟(*Sporobolus virginicus*)]之根莖部位所著生之植棲性(epiphytic)微藻、石上附生之岩棲性(epilithic)微藻、砂上附生之砂附生性(epipelic)微藻，及人工基質上之微藻以組成混合微藻樣品，並檢測其所著生之水域之非生物因子。

採樣分四個季節(包括：十月-十一月秋季、一月-二月冬季、三月-四月春季、六-七月夏季)。每季於三樣區各準備一自製之著生基質，其上固定十五個小石頭 (各採收三次，每次採收三個石頭，多餘的為預備用)。以水線固定著生基質於各測站之岸邊。分別於放養之第七天、第十四天及第二十八天各採集人工基質上之岩棲性微藻及其它現場可採到之附著生微藻成為混合微藻樣品。並同時監測各項非生物因子，包括於現場測定之水溫、氣溫、pH 值、電導度，鹽度，此外並採集數瓶水樣回研究室進行其它水質項目包括：硫酸鹽、矽酸鹽、氨氮、硝酸鹽及亞硝酸鹽等含量之定量分析。採樣時，將附著於石頭上之岩棲性矽藻直接置於 5 % 佛馬林(formalin)溶液中。所有採收之樣品皆置入冰筒帶回實驗室，於 冰箱 4℃ 中保存。非生物因子部份:在現場直接測定水溫、氣溫、導電度(EC-meter，HANNA， HI8733)、酸鹼度(防水型 pH 測試計，HANNA， PHEP3)及鹽度(鹽度屈折計，HAN，S-28E)，其它項目包括:硝酸鹽、亞硝酸鹽、氨氮、硫酸鹽、磷酸鹽及游離銅等，則於採集水樣後，直接以攜帶式分光光度比色器及標準分析套組(Palintest System phtometer 5000，IRiCH 公司)快速分析之。

為計算混合微藻樣品中，各微藻分類群之相對豐富度，一般藻類在光學顯微鏡下鏡檢部份，採用干擾相差顯微鏡(Zeiss，JENAVAL-DIC)，於 400X，1000X 下直接觀察拍照存證以供鑑定，矽藻部份經酸處理(H_2SO_4 與 KNO_3)處理細胞之有機物後，一部份以矽藻膠封片後在干擾相差顯微鏡下觀察拍照存證以供鑑定，另一部份則經脫水鍍金後以掃描式電子顯微鏡(TOPCON，ABT-150S)觀察拍照存證以供鑑定。統計分析部份採用統計軟體 SPSS，進行生態試驗與調查結果之各項統計分析，包括積差相關分析及主成份分析等。

四、結果與討論

本研究於紅樹林生態區之六個採樣點共採集 48 份樣品，經光學顯微鏡與掃描式電子顯微鏡鑑定結果發現除了較大型之絲狀藻(*Cladophora, Microspora* and *Oscillatoria*)外矽藻在各採樣點於各次採樣中，大多占所有微藻之 75 %以上。共發現 35 種植棲或砂附生性矽藻(Table1, 3)。其中 *Achnanthes brevipes* C.Agardh (Figs 1a-d)、 *Amphora* spp.((Figs 2a-d)、*Cocconeis scutellum* Ehrenb. (Figs 3a-d)、*Haslea* sp. (Figs 4a-d)、*Mastogloia exigua* F.W.Lewis(Figs 5a-d)、 *Navicula* spp. (Figs 6a-d), *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow(Figs 7a-6) 及 *Pleurosigma normanii* Ralfs(Figs 8a-d)為主要之共優勢種。

四草紅樹林生態區與曾文河口之紅樹林生態區之半鹽水濕地之微藻種類(Lai 2000)極為相近，兩樣區之微藻皆以矽藻種類最多，共發現 42 種矽藻(Table 4)。但在曾文河口之紅樹林生態區之採樣點有較多種之共優勢種，包括: *Achnanthes brevipes* C.Agardh 、 *Amphora granulata* W.Greg. 、 *A. holsatica* Hust、 *A. normanii* Rabenh、 *A. ovalis* var. *pediulus* (Kütz.)Van Heurk ex De Toni、*A. rhombica*

Kitton ex A.W.F.Schmidt var. *intermedia* Cleve、 *A.* spp.、*Cocconeis placentula* Ehrenb. var. *euglypta* (Ehrenb.)Cleve.、*Diploneis elliptica* (Kütz.)Cleve、*Melosira nummuloides* C.Agardh、 *Navicula angusta* Grunow 、 *N. cryptocephala* var. *veneta* (Kütz.)Rabenh、 *N. margalithii* Lange-Bert、 *N.* spp., *Nitzschia amphibia* Grunow、 *N. longissima* (Bréb. ex Kütz.)Grunow 、 *N. sigma* (Kütz.)W.Sm. 、*Pleurosigma normanii* Ralfs、*Synedra fasciculate* (A.Agard)Kütz. 及 *Thalassiosira quillardii* Hasle.主要因為曾文河口鄰近之紅樹林樣區彼此相鄰較遠，有地域上之差異。

比較四草紅樹林生態區與曾文河口鄰近紅樹林生態區之微藻種類，發現兩生態區雖存在極相似之矽藻生物多樣性，但有少數種類卻只存在其中之一生態區，例如 *Thalassiosira quillardii* Hasle 、*Melosira nummuloides* A.Agardh 及某些種類之 *Amphora* 只在曾文河口鄰近紅樹林生態區之採樣點中出現，而 *Mastogloia exigua* F.W.Lewis 及 *Haslea* sp. 只在四草紅樹林生態區中出現。

比較四草紅樹林生態區，於 1999 秋季至 2001 年夏季，兩年間之主要的共優勢種之種的相對豐富度，在連續的八個季節性之連續變動發現:

1999 年秋季六採樣點有不同之主要優勢種，如 St1A 為 *Navicula* spp.，St1B 為 *Navicula* spp. 及 *Amphora* spp.，St2A 與 St2B 同為 *Achnanthes brevipes* C.Agardh 及 *Cocconeis scutellum* Ehrenb.，St3A 為 *Haslea* sp. 及 *Amphora* spp，St3B 為 *Haslea* sp.、 *Amphora* spp.及 *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow。

2000 年冬季，培養與採樣期間因溫度驟降至 10℃以下，大量魚群暴斃，樣區內充滿死魚，尤其是 St3A and St3B 死魚數量特別多。鹽度普遍偏高，介於 6.7- 8.1 % 之間，導電度相對的較 1999 年秋季高出甚多,尤其樣區 St1A 與 St1B 之電導度高達 85-92 mS/cm ，其中 St1A 與 St1B 中肉眼可見之微藻大多變少了，只有在 St1B 仍存在極少量露出水面之絲狀綠藻，推測大部份藻類死亡之主要原因可能是鹽度太高及溫度太低，以及無法忍受死魚分解所造成之污染，但部份綠色絲狀藻可耐此環境之變異。St3A 與 St3B 之綠色絲狀藻依然生長的很好，但肉眼見不到褐色族群附著於其上，同樣的 St2A 與 St2B 之絲狀藻及微藻族群大多變少。在顯微鏡下觀察發現:此時期主要優勢種，在 St1A 由 *Navicula* spp. 轉變為 *Achnanthes brevipes* C.Agardh 及 *Amphora* spp.; St1B 同前季維持為 *N.* spp.及 *A.* spp.; St2A 由 *Achnanthes brevipes* C.Agardh 及 *Cocconeis scutellum* Ehrenb.轉變為 *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow; St2B 同前一季維持為 *Achnanthes brevipes* C.Agardh 及 *Cocconeis scutellum* Ehrenb.; St3A 由 *Haslea* sp. 轉變為 *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow; St3B 亦由 *Haslea* sp.、*Amphora* spp. 及 *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow 轉變為以 *N. longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow 為最優勢。此時有 1/2 之採樣點包括 St1A，St2A，St3A 皆以 *N. longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow 為主要優勢種，且魚群暴斃最多之採樣點 St3A 及 St3B 皆轉為 *N. longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow，此時之非生物因子中鹽濃度及高導電度明顯增高，*N. longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow 是否特別耐低溫(10℃以下)、高鹽度(6.7-8.1%)及死魚分解之污染物?

2000 年春季主要優勢種，在 St1A 由 *Achnanthes brevipes* C.Agardh 及 *Amphora* spp.轉變為 *Navicula* spp.、*Mastogloia exigua* F.W.Lewis 及 *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow; St1B 由前季之 *Navicula* spp. 及 *Amphora* spp.轉變為 *Navicula* spp.、 *Mastogloia exigua* F.W.Lewis 及 *Amphora* spp.; St2A 由 *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow 轉變為 *Mastogloia exigua* F.W.Lewis 及 *Achnanthes brevipes* C.Agardh; St2B 由前兩季之 *Achnanthes brevipes* C.Agardh 及 *Cocconeis scutellum* Ehrenb. 轉變為 *Mastogloia exigua* F.W.Lewis、 *Achnanthes brevipes* C.Agardh 及 *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow; St3A 與 St3B 皆由 *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow 恢復為 *Haslea* sp. 為優勢。

2000 年夏季在颱風未發生前進行調查。主要優勢種，在 St1A 同前一季維持 *Navicula* spp.、*Mastogloia exigua* F.W.Lewis 及 *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow 為優勢; St1B 由前季之 *Navicula* spp.、 *Mastogloia exigua* F.W.Lewis 及 *Amphora* spp.轉變為 *Navicula* spp. 及 *Mastogloia exigua* F.W.Lewis; St2A 由前一季 *Mastogloia exigua* F.W.Lewis 及 *Achnanthes brevipes* C.Agardh 轉變為 *Navicula* spp.及 *Mastogloia exigua* F.W.Lewis; St2B 由 *Mastogloia exigua* F.W.Lewis、*Achnanthes brevipes* C.Agardh 及 *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow 轉變為 *Navicula* spp.、 *Mastogloia exigua* F.W.Lewis 及 *Amphora* spp.; St3A 及 St3B 皆

維持前一季的 *Haslea* sp.。

然而，經由大量雨量於 2000 年夏季降在臺灣南部，對水質應有稀釋污染物之作用，但 2000 年秋季發現美麗紅樹林區，已因科工區之施工遭受大量之垃圾及廢棄物之破壞，紅樹林植物多呈枯萎狀態，此時六採樣點之最重要之優勢種明顯的以 *Amphora* spp. (此優勢種與 2000 年冬季同)最顯著，各採樣點主要優勢種包括:St1A 由 *Navicula* spp.、*Mastogloia exigua* F.W.Lewis 及 *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow 轉變為 *Amphora* spp.，*Navicula* spp.及 *Mastogloia exigua* F.W.Lewis; St1B 由前季之 *Navicula* spp.，*Mastogloia exigua* F.W.Lewis 轉變為 *Amphora* spp.及 *Navicula* spp.; St2A 由 *Navicula* spp.，*Mastogloia exigua* F.W.Lewis 轉變為 *Amphora* spp.及 *Navicula* spp.; St2B 由 *Mastogloia exigua* F.W.Lewis、*Achnanthes brevipes* C.Agardh 及 *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow 轉變為 *Amphora* spp.及 *Navicula* spp.; St3A 及 St3B 則由前一季的 *Haslea* sp. 轉變為 *Amphora* spp.及 *Haslea* sp.。*Amphora* spp.顯然成為生態環境遭不明污染物污染之環境中之重要優勢種。

2001 年冬季，鹽度幾乎皆高達 8.7% (Text-Figs 3a)，電導度亦高達 108-110 mS/cm (Text-Figs 3b)，pH 並未明顯增加(Text-Figs 3)，但氮磷營養源如 PO_4-P、NH_3-N、 NO_3-N 以及 SO_4^{-2} 等皆極顯著之增加，但樣區內之絲狀藻族群幾乎完全消失，此時肉眼可見之環境污染更嚴重，且大部份紅樹林植物呈乾枯狀。故與 2000 年部份採樣點仍存在明顯之綠色絲狀藻之族群完全不同，此乃因生態環境遭受不明污染物之污染所致，而由於 2001 年之低溫期較不明顯。前一年冬季被認為耐高鹽(6.7-8.1%)低溫(10℃以下)之優勢種 *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow 竟在此更高鹽(8.7%)，低溫較不明顯之冬季中不再出現明顯之優勢，顯然此矽藻只較其它矽藻更耐低溫但並無法耐高達 8.7%鹽度。此外由於 2001 年冬季，水位較低淺，波浪小，形成極明顯之砂上附生褐色族群，經鏡檢後發現為 *Pleurosigma normanii* Ralfs 族群，此分類群因個體大，故族群極顯著，亦使族群褐色較為明顯，此季 *Amphora* spp.及 *Navicula* spp.成為 St1A、St1B、St2A、St2B 之主要優勢種， *Amphora* 及 *Haslea* sp. 成為 St3A, St3B 之主要優勢種，*Pleurosigma normanii* Ralfs 之相對豐富度雖比不上 *Amphora* 及 *Navicula* spp.，但因個體大，形成顯微鏡下極顯著之優勢族群。

2001 年春季，採樣點之垃圾更多，有些紅樹林植物近乎死亡，植物之氣生根變得相當少，由於春季水位上升，底泥之藻不見，水質呈黃色，水樣中出現許多鞭毛藻及纖毛藻。pH 值為本季呈最明顯之變異，變得高於 9.0 以上，最高達 9.9 ，水質出現惡臭，有許多線蟲。水質已顯著受到不明污染物之污染。本季之優勢種在各樣區之 *Amphora* 之相對豐富度皆佔 50 %以上，*Navicula* spp.及 *Haslea* sp. 同上一季次之，而 *Pleurosigma normanii* Ralfs 之相對豐富度雖比不上 *Amphora*，但因個體大，在顯微鏡下仍為極顯著之優勢族群，故極肯定 *Amphora* 為耐高 pH 之優勢種，*Navicula* spp.、*Pleurosigma normanii* Ralfs 及 *Haslea* sp. 次之。

2001 年夏季颱風未來臨前藻類種類同春季皆亦呈高 pH 值達 9.0 以上，*Amphora* 仍為優勢種，*Pleurosigma normanii* Ralfs 則因個體大，與 *Navicula* spp.及 *Haslea* sp. 次之。

由於矽藻一直被確認其極適合做指標生物，但它與複雜的環境因子間存在極複雜之關聯性，為了解其與部份環境因子之相關性以利於指標性之探討，乃選用統計分析之方式，以定量的數據來解釋主要之共優勢種矽藻分類群之相對豐富度與環境理化因子間之季節性變動之相關性，結果顯示:以積差相關分析顯示此樣區之某些優勢種與生物及非生物因子具顯著之正相關或負相關性(Table 4)，例如: *Amphora* spp. 與 pH (.649**)、 NH_3-N(.580**) 及 Cu^{6+}(.428**)呈顯著之正相關，但與 SiO_2(-.501**) 呈負相關。*Mastogloia exigua* F.W.Lewis 與鹽度 (.396**) 、導電度 (.437**) 、 PO_4-P(.302*) 及 NO_3-N(.362*) 呈顯著之正相關，但與 *Amphora* spp.(-.350*)呈負相關。*Pleurosigma normanii* Ralfs 與鹽度(.501**)、導電度(.546**)、 PO_4-P(450**)、NO_3-N(.457**) 及 NH_3-N(.682**) 呈顯著之正相關，但與 SiO_2(-.346**)呈負相關。*Haslea* spp.與 SiO_2(.333*)呈顯著之正相關，但與 PO_4-P(-305*) 及 *Navicula* spp.(-410**) 呈負相關。 *Nitzschia longissima* (Bréb ex Kütz.)Grunow 與鹽度 (.327*) 及 NO_2-N(.288*) 呈顯著之正相關，但與水溫 (-.517**)及 *Amphora* spp. (-.307) 呈負相關。其它矽藻種類與 *Mastogloia exigua* F.W.Lewis (.379**) 及 *Navicula* spp.(.302*) 呈顯著之正相關，但與 pH(-.606**)、NH_3-N(-.409**)、SO_4^{-2} (-.506**)、Cu^{6+} (-.420**)及 *Amphora* spp.(-.473**)呈負相關。然而， *Achnanthes brevipes* A.Agardh, *Cocconeis*

scutellum Ehrenb. and *Navicula* spp. 則與任何生物與非生物因子無顯著之相關性。

Principal component Analysis. 以共優勢種矽藻之相對豐富度的季節性變化與其它非生物因子的季節性變化之平均值等多變項進行主成份分析分析。結果顯示:在四草紅樹林濕地，由 20 個原始變數可抽取出 6 個主成份並可解釋 74.4 %之總變數 (Table 5)。其中，有兩個成份之特性值大於 4，第一成份之特性值為 4.39 且可解釋 21.96% 之總變異，此成份與矽藻 *Pleurosigma normanii* Ralfs 及鹽度、NH_3-N、NO_3-N、pH、導電度、SO_4^{2-} 呈正關聯，但與水溫及 SiO_2 呈負關聯。

第二成份之特性值為 4.23 且可解釋 21.13% 之總變異，此成份與矽藻 *Mastogloia exigua* F.W.Lewis, *Nitzschia longissima*(Bréb ex Kütz.)Grunow 與其它矽藻、鹽度及導電度呈正關聯，但與 pH、SO_4^{-2}、Cu^{6+}、水溫及矽藻 *Amphora* spp.呈負關聯

第三成份之特性值為 2.21 且可解釋 11.07% 之總變異，此成份與矽藻 *Navicula* spp. 及其它矽藻以及 water temperature 呈正關聯， 但與矽藻 *Nitzschia longissima*(Bréb ex Kütz.)Grunow 呈負關聯。

第四成份之特性值為 2.21 且可解釋 8.59% 之總變異，此成份與矽藻 *Haslea* sp. 及 Cu^{6+}呈正關聯，但與矽藻 *Achnanthes brevipes* C.Agardhand 及 *Cocconeis scutellum* Ehrenb. 呈負關聯。

第五成份之特性值為 2.21 且可解釋 6.36% 之總變異，與矽藻 *Cocconeis scutellum* Ehrenb. 呈正關聯，但與矽藻 *Nitzschia longissima*(Bréb ex Kütz.)Grunow. 及 NO_2-N 呈負關聯。

第六成份之特性值為 1.06 且可解釋 6.31%之總變異，此成份與矽藻 *Navicula* spp. 及 *Cocconeis scutellum* Ehrenb. 呈正關聯。

本研究顯示約有五種月眉藻屬之矽藻包括 *Amphora granulata* W.Greg.、*Amphora holsatica* Hust、*Amphora normanii* Rabenh、*Amphora ovalis var. pediulus* (Kütz.)Van Heurk ex De Toni. 及 *Amphora strigosa* Hust.; 四種舟形藻屬之矽藻包括 *Navicula angusta* Grunow、*Navicula cryptocephala* var. *veneta* (Kütz.)Rabenh.、*Navicula heufleri* var. *leptocephala* (Bréb. Ex Grunow) Perag.、*Navicula margalithii* Lange-Bert. 及斜蚊藻屬 *Pleurosigma normanii* Ralfs 可在鹽度範圍 3% to 8.7% 中生長得很好。此外，上述矽藻之月眉藻屬 *Amphora* spp. 、舟形藻屬 *Navicula* spp.、斜蚊藻屬 *Pleurosigma normanii* Ralfs 及 *Haslea* sp. 可耐 pH 範圍自 7.4% 至 9.9% ，在此環境中生長得很好。

此外，由於臺灣地區每年於七月至十月間常有颱風侵襲，颱風所帶來的豪雨有時可達到稀釋水質污染物之效果，但有時亦因致始魚類及其它牲畜之死亡，而造成各地區水質受生物廢棄物之污染更為嚴重。同樣地，複雜的環境變遷亦造成濕地之水質相當劇烈的改變，故瞬間採樣之水文資料不易調查環境所遭受之衝擊，同時亦需耗費較大之成本以評估水體所承受之影響，本研究透過長期觀察著生性矽藻之相對豐富度之變化，以統計分析方式分析其與非生物因子之相關性，可以歸納出不同之優勢種矽藻受非生物因子變化之影響所代表之指標性。

五、計畫成果自評

本計劃為新進人員第三年度計劃 大部份儀器等設備已較穩定使用 故本計畫結束後 大部份常見之藻種已有極好之影像資料(包括光學顯微鏡與電子顯微鏡下鏡檢之圖譜 對於曾文河口及四草生態保護區圖譜資料庫之建立與整理 已有極佳之遠景。

六、參考文獻

American Public Health Association (1989). S*tandard Methods for the Examination of water and wastewater.* 17th ed. APHA. AWWA and WPCF, Washington, D. C., pp.10-1,48,51,53.

Darley 1982. Algal biology: a physiological approach. Blackwell scientific publication, Oxford London.

Kobayasi, H. & Mayama, S. (1982). Most pollution-tolerant diatoms of severely polluted rivers in the vicinity of Tokyo. *Jap J. Phycol.* 30,188-196.

Lai, S. D. (2000). The ecological study of diatom assemblages in the Estuary Tseng-Wen, Taiwan. 16th International Diatom Symposium in Greece pp163:75

Lange-Bertalot, H. (1979). Pollution tolerance of diatoms as a criterion for water quality estimation. *Nova Hedwigia* 64,285-30