

豐原淨水廠淨水處理過程中之藻類相研究

The Algal Study of Water Treatment Procedure in Fung Yuang Water-treatment Plant

范誠偉 陳伯中*

摘要

自75年12月26日起，至77年4月29日，每隔1、2或3週到豐原淨水廠採集水樣調查結果發現，在採集水樣中，浮游藻類計有綠藻綱13屬22種，甲藻綱2屬2種，矽藻綱17屬57種，藍藻綱7屬7種。在數量上，以矽藻佔有絕對優勢（97~98%），甲藻和綠藻都不及2%，藍藻優勢度極小（小於0.1%）。甲藻中，以多甲藻屬的 Peridinium bipes fa. occulatum 為主。各種矽藻中以曲殼藻屬的 Achnanthes atomus 及橋彎藻屬的 Cymbella wallaceana 為優勢種。其季節性變化為 Peridinium bipes fa. occulatum 在1~4月有數量峰期，Achnanthes atomus 在1~4和9~10月有數量峰期。Synedra ulna 在7、8月有數量峰期。在水廠中 Peridinium bipes fa. occulatum 和 Synedra ulna 在理程序中數量減少，而 Achnanthes atomus 則有增加。水廠濾砂對藻類過濾效果是以去除率來表示，因其形狀及大小而有不同的效果。Peridinium bipes fa. occulatum 去除率為48~50%，Achnanthes atomus 為83~84%。Synedra ulna 則偏低為73~74%。

壹：前言

豐原淨水廠位於豐原市豐勢路1148之2號，屬於台灣省自來水公司第四區管理處。其處理水量每日約為45~46萬噸，供應台中市75%之用水及豐原、神岡、大雅等地區。豐原淨水廠所處理的原水是來自石岡壩的大甲溪水，經由南幹渠引入淨水廠進行淨水處理。原水的特性在平時（約有半年）為低濁度（5NTU以下），而在梅雨季節（4至5月），及夏季暴風雨季節，原水濁度大增並挾帶大量泥砂，須加入膠羽劑（PAC）以去除大量污泥，為一濾前處理。豐原淨水廠中有兩種淨水處理程序，而水廠中有三期的修建工程，1、2期工程為一種處理程序，（為綠葉改良型），3期工程則為另一種稱為阿卡諾式V型的處理程序，其二者淨水處理程序為自原水抽取後，經由快混池加氯（濾前加氯）或膠羽劑（為PAC，當原水濁度高，即污泥含量高時才加入）。再進入沈砂池進行除砂。而後分別進入1、2期的膠羽沈澱池或3期的脈動沈澱池，進行膠羽沈澱。再分別流入其過濾池，過濾後再加氯（濾後加氯），而進入清水池，完成淨水處理。

*范誠偉：中興大學植物學研究所研究助理

陳伯中：中興大學植物學研究所教授

國內對於優養化的水生環境（湖泊、水庫、河川）多有研究調查，但對於一淨水廠所生長的藻類和其對淨水廠作業所產生的影響的研究並不多（陳是瑩，曾怡禎 1982，蔡進 1986，蕭榮超，張嬉麗）。本實驗嘗試以豐原淨水廠為一生態環境，對於淨水廠水中和池壁上的藻類進行調查，了解其季節性變化和藻類對淨水廠處理上的影響。

貳：材料與方法

一.採樣點：

在整個水廠中共6個採樣點

- 1.入水口
- 2.2期（工程）過濾池
- 3.3期（工程）過濾池
- 4.2期（工程）過濾後管道
- 5.3期（工程）過濾後管道
- 6.清水池（出水口）

二.採樣時間

自 75年12月26日起，至77年4月29日，每隔1、2或3週到水廠採集水樣。

三.樣本採集及處理

採集方法是以 1 升的塑膠採集瓶直接灌水，以採集浮游水中的藻類，將採集的水樣離心成適量的濃縮液，在光學顯微鏡下做新鮮片的觀察及計數，並製作矽藻永久片，相同在光學顯微鏡下進行矽藻種類之觀察及計數。

參：結果與討論

採集水樣中，浮游藻類計有綠藻綱 13屬 22種，甲藻綱 2屬 2種，矽藻綱 17屬 57種，藍藻綱 7屬 7種。其種類名稱如表：1。

水中浮游藻類中，以矽藻的種類和數量最多，甲藻、綠藻次之，以藍藻最少。其優勢度如表 2.所列，在採樣觀察計數期間中，都是以矽藻佔有絕對優勢（97~98%），甲藻和綠藻都不及 2%，藍藻優勢度極最小（小於 0.1%）。各種矽藻的優勢度如表 3.所列，其中以曲殼藻屬的 *Achnanthes atomus* 最佔優勢（36~38%），其次為橋彎藻屬的 *Cymbella wallaceana*（20~23%），小環藻屬的 *Cyclotella stelligera*（10~13%）和等片藻屬 *Diatoma vulgare*（5~6%）。另外針杆藻屬的 *Synedra ulna* 之優勢度為 1.5~2%。

甲藻中，絕大部分是多甲藻的 *Peridinium bipes* fa. *occulatum*。圖 1. 中 *Peridinium bipes* fa. *occulatum* 在 1~4 月有數量峰期，*Cyclotella stelligera*、及 *Diatoma vulgare* 有相同的季節性變化，進入水廠後，在過濾池所觀察到的 *Peridinium bipes* fa. *occulatum* 多不具活性（不游動或原生質濃縮）。*Achnanthes atomus* 是矽藻中最優勢的一種（優勢度 36-37%）。由圖 1. *Achnanthes atomus* 在入水口中沒有明顯的數量峰期，進入淨水廠後，2、3 期過濾池都有明顯的數量峰期，分別在 1~4 和 9~10 月有數量峰期。*Cymbella wallaceana*

有相同的季節性變化。此外 Synedra ulna 的變化情形，是在計數的藻類中，唯一在 7、8 月有明顯數量峰期的一種矽藻。

水中浮游藻類在水廠處理程序中之數量變化，以入水口到過濾前而言，將各藻類在入水口的個體數，減去 2、3 期過濾池的個體數，再合各次採樣結果，求其平均值，以此數值表示藻類由入水口到過濾前的數量變異，正值表示數量減少，負值表示數量增加（表 4.）。由表可知 Peridinium bipes fa. occulatum 和綠藻總量在此處理程序中數量減少，而矽藻則有增加，在矽藻種類中，Achnanthes atomus 的增加最多，Cymbella wallaceana 次之，Diatoma vulgare 也有增加。而 Cyclotella stelligera 和 Synedra ulna 則在此處理程序中數量沒有增加，反而減少。

各藻類在過濾處理程序中的數量變化以去除率來表示其過濾效果。去除率表示法是以過濾前的個體數（2、3 期過濾池的個體數）減去過濾後的個體數，再除以過濾前的個體數，換算成百分率，再合各次採樣結果，以平均值表示之。對於過濾後的數量大於過濾前者，則其去除率視為“0”。由表 5. 可知，Peridinium bipes fa. occulatum 和綠藻總量的去除率偏低，Peridinium bipes fa. occulatum 為 50% 左右，而綠藻總量的去除率更低分別為 30% 左右。矽藻總量的去除率為 81%。Achnanthes atomus、Cyclotella stelligera、Diatoma vulgare 等之去除率在 80% 左右，而 Cyclotella stelligera 和 Synedra ulna 的去除率則偏低（大多低於 75%）。

以過濾前的數量為 X 軸，其相對的去除率為 Y 軸，作過濾前數量和去除率的分布圖形（圖 2.）。由圖可知，過濾前的數量愈高則其去除率則易趨穩定，但隨著種類的不同，其去除率趨於穩定的最低數量有所不同。圖 1. 中 Peridinium bipes fa. occulatum 在 30 organisms/10ml 以下時，去除率變化大，過濾前數量若大於 30 organisms/10ml 以上，則去除率可達 85~90% 以上。矽藻中優勢種 Achnanthes atomus 在 2 期過濾池中，數量在 600 organisms/10ml 以上，去除率則趨於 90% 以上，3 期過濾池則需 1000 organisms/10ml 以上才趨 90%。Synedra ulna 在可計數到的數量都偏低，但在可計數到 100 organisms/10ml 以上的兩點（箭頭所指）其去除率則達 99%。此外綠藻總量在所計數的數量中，仍未達到足以表示穩定的去除率之數量，對於矽藻總量則需大於 2000 organism/10m 以上，才有 80~90% 的去除率。Cymbella wallaceana 的分布較為紛亂，同於綠藻總量，在可計數的數量中，無法看出其穩定的去除率。Cyclotella stelligera 則在 200 organisms/10ml 以上時則有趨於 80~90% 的去除率，Diatoma vulgare 在大於 100 organisms/10ml 以上時，其去除率可趨於 90% 以上。

同樣在過濾前數量和去除率的關係中，可發現有些藻類在過濾前數量很低時，就有很穩定的去除率，如果其去除率很高，表示大部分的藻類會被濾砂阻擋而殘留在濾砂中，可以將這一類的藻類歸於易於阻塞濾砂的藻類。這一類的藻類有 Peridinium bipes fa. occulatum 在過濾前數量 30 organisms/10ml 以上時，有 85~95% 的去除率。Cyclotella stelligera 在過濾前數量 200 organisms/10ml 以上時，有 90% 的去除率。Diatoma vulgare 在過濾前數量 100 organisms/10ml 以上時，有 90% 的去除率。而 Synedra ulna 在過濾前數量達 100 organisms/10ml 以上時有近 99% 的去除率。以上各種藻類都可歸於在豐原淨水廠中，易於阻

塞濾砂的藻類。在這些易於阻塞濾砂的藻類中，似乎和其形狀、大小有關。例如 Peridinium bipes fa. occulatum 和 Cyclotella stelligera 屬於圓形藻類，Peridinium bipes fa. occulatum大小為 $60 \times 50 \mu\text{m}$ ，Cyclotella stelligera 為 $10 \times 10 \mu\text{m}$ ，Cyclotella stelligera 因其細胞較小，所以過濾前數量在200 organisms/10ml以上時才有穩定的去除率。而 Diatoma vulgare和 Synedra ulna有較長和較寬的矽殼，Diatoma vulgare為 $40 \times 12 \mu\text{m}$ ；Synedra ulna 為 $100 \times 6 \mu\text{m}$ ，所以過濾前數量在 100 organisms/10ml以上時，分別有 90 %和 99%的去除率。Achnanthes atomus 是屬於小長形細胞 ($19 \times 4 \mu\text{m}$)，所以過濾前數量在1000 organisms/10ml前，都沒有穩定的去除率。而 Cymbella wallaceana (大小為 $32 \times 8 \mu\text{m}$)，雖然具有長形矽殼，但其寬度較窄 ($8 \mu\text{m}$)，而且其形態上為兩端尖銳，易於通過濾砂，所以在調查計數的數量中，仍無法發現其穩定的去除率。

在過濾前的藻類數量和其去除率的關係中 (圖 2.)，可知大部分的藻類會隨著過濾前的數量增高，其去除率會漸趨於穩定，但不是跟著上升達到極限 (99%)。所以在藻類數量多時，因其去除率趨於穩定，故阻塞在濾砂的藻類數量和通過濾砂的藻類數量，都會相對增加。即是在藻類數量多時，這些藻類會易於阻塞濾砂，減少濾程；而且過濾也不能完全去除這些藻類，其過濾後的藻類數量也會增多。這說明以現在濾砂的過濾效果，並不足以應付多量的藻類，它的困擾一是阻塞濾砂，另一是無法控制在清水池的藻類數量。

豐原淨水廠作業人員是以在入水口所測得的原水濁度值 (NTU)，來決定是否需要進行濾前處理，在濁度值高時，表示水中污泥多，則須在原水中加入膠羽劑 (PAC) 進行膠羽沈澱，以去除污泥，減少過濾池的負擔。調查期間中發現在藻類的數量高時 (1至4月)，並不是在高濁度的月份 (7至11月)，可見藻類的數量尚未影響到原水的濁度，所以在淨水廠處理的標準中，藻類數量尚未對豐原淨水廠的淨水處理上造成困擾。雖然到目前為止，藻類並未對豐原淨水廠的淨水處理上造成實際上的威脅，但是從上述所發現易於阻塞濾砂的藻類中 Peridinium bipes fa. occulatum 有日益嚴重的威脅，Diatoma vulgare在淨水廠中有生長趨勢之外，在淨水廠中的池壁上有藻類的著生生長，(Spirogyra sp.和Oedogonium sp.都曾茂密生長)。這些在淨水廠中的藻類，除了會與淨水廠中的氯氣結合，以產生三鹵甲烷，危害人體健康 (致癌物質) 外 (朱威、饒進財 1986，柯慶明 1986，Shubert 1984)，在淨水廠的管理上，為了參觀人士的美好印象，淨水廠都得定期清洗刮除。這是現今淨水廠對藻類的最大困擾。基於上述淨水廠可能有的威脅 (阻塞濾砂) 和產生三鹵甲烷及清除的困擾，這些由藻類所引發的問題，都是值得淨水廠作業人員，未雨綢繆，思慮對策。

肆：參考文獻

大甲溪河川水質長期監視計劃工作報告 經濟部水資會

朱威、饒進財 1986 自來水中的致癌物-三鹵甲烷。環境毒物學 208-213 東海大學環境科技研究中心。

行政院衛生署環境保護局 1987 以水質生物指標方法對大甲溪暨德基水庫水質調查報告。BEP-76-06-005。

- 柯慶明 1986 自來水中污染物-三鹵甲烷(Tri-HaloMethane). 臺灣環境保護 3:54-59.
- 陳伯中.賴雪端 1985 大甲溪流域之淡水矽藻. 理工學報 22 : 61-82
- 陳伯中 1985 德基水庫湖多甲藻之研究. Yushania 2(1) 9-12.
- 陳伯中 1987 德基水庫湖多甲藻異常繁殖之初步探討. 理工學報 24 : 27-38.
- 陳是瑩.曾怡禎 1982a 澄清湖浮游植物的生態及其生產量之研究 (I)澄清湖浮游植物的季節性與阻塞水廠濾池藻類之研究. 生物科學 19 : 1-20.
- 陳是瑩.曾怡禎 1982 澄清湖浮游植物的生態及其生產量之研究 (II)境與營養因子對澄清湖阻塞濾池藻類生長之影響. 生物科學 19 : 21-31.
- 陳是瑩.曾怡禎 1983 澄清湖浮游植物的生態及其生產量之研究 (III)澄清湖營養因子與季節性變化對浮游植物繁殖的影響. 生物科學 21 : 29-46.
- 陳是瑩.曾怡禎 1983 澄清湖浮游植物的生態及其生產量之研究 (IV)營養因子與溫度改變對澄清湖浮游植物生長之影響. 生物科學 21 : 47-61.
- 陳是瑩.曾怡禎 1986 澄清湖藻類圖鑑 成功大學生物系.
- 陳建初.謝元程 1981 臺灣湖沼和水庫浮游生物分佈之初步調察. Journal of the Fisheries Society of Taiwan 2(5) 70-88.
- 蕭榮超.張嬉麗 1982 大甲溪水源水質與浮游生物之研究. 台灣省自來水股份有限公司水質研究中心.
- Clare L. G. & N. E.Hopson 1975 Algae Problems in Eastern Lake Eire. Jour. AWWA 3 : 131-134.
- Collins M. 1978 Algal Toxins. Microbiol. Rev. 42: 725-746.
- Darley W. M. 1982 Algal Biology : a Physiological Approach. Blackwell Scientific Publications Oxford London.
- Hoehn R. C. , D. B. Barnes , B. C. Thompson ,C. W. Randall , T. J. Grizzard & P. T.B. Shaffer 1980 Algae as Sources of Trihalomethane Precursors. Jour. AWWA 6: 344-350.
- Kay G. P. , J. L. Sykora , R. A. Burgess 1980 Algal Concentration as a Parameter of Finished Drinking Waters in and Around Pittsburgh,Pa. Jour AWWA 3:170-176.
- McGuire M.J. , R. M. Jones , E. G. Means , G.Izaguirre & A. E. Preston 1984 Controlling Attached Blue-green Algae With CopperSulfate. Jour. AWWA 5: 60-65.
- Naghavi, B. & R. F. Malone 1986 Algae Removal by Fine Sand/Silt Filtration. Wat. Res. Vol.20:377-383.
- Palmer C. M. 1962 Algae in Water Supplies. Public Health Service Publication No. 657 .U.S.A.
- Patrickk, R. & C. W. Reimer 1966 The diatoms of the U.S.A. exclusive of Alaska

- and Hawaii. Vol.1. Monogr. Acad. NaturalSci. Philadelphia.NO. 13.
- Patrickk, R. & C. W. Reimer 1975 The diatoms of the U.S.A. exclusive of Alaska and Hawaii.Vol.(2)1. Monogr. Acad. Natural Sci. Philadelphia. NO. 13.
- Poston H. W. & M. B. Gamet 1964 Effect of Algae on Filter Run With Great Lakes Water Jour. AWWA 9:1203-1216.
- Prescott G. W. 1951 Algae of the Western Great Lakes Area. WM.C.Brown company publishers. U.S.A.
- Raman R. K. 1985 Controlling Algae in Water Supply Impoundments. Jour. AWWA 8: 41-43.
- Vaughn, J. C. 1972 Special Lake Water Treatment Problem. Jour. AWWA 9:585-590.

表：1. 浮游水中之藻類

- | | |
|--|---|
| 甲藻綱 (Dinophyceae) | 矽藻 (Bacillariophyceae) |
| 1. <u>Ceratium hirundinella</u> | 13. <u>Cocconeis placentula</u> |
| 2. <u>Peridinium bipes</u> | var. <u>lineata</u> |
| fa. <u>occulatum</u> | 14. <u>Gomphonema subclavatum</u> |
| 綠藻綱 (Chlorophyceae) | 15. <u>Gomphonema globiferum</u> |
| 1. <u>Chlamydomonas</u> sp. | 16. <u>Gomphonema abbreviatum</u> |
| 2. <u>Pandorina morum</u> | 17. <u>Gomphonema parvulum</u> |
| 3. <u>Golenkinia radiata</u> | 18. <u>Gomphonema ventricosum</u> |
| 4. <u>Sphaerocystis</u> sp. | 19. <u>Gomphonema tenellum</u> |
| 5. <u>Chlorella</u> sp. | 20. <u>Navicula accomoda</u> |
| 6. <u>Tetraedron minimum</u> | 21. <u>Navicula viridula</u> var. <u>capitata</u> |
| 7. <u>Micractinium pusillum</u> | 22. <u>Navicula amphibola</u> |
| 8. <u>Coelastrum microporum</u> | 23. <u>Navicula salinarum</u> |
| 9. <u>Coelastrum reticulatum</u> | var. <u>intermedia</u> |
| 10. <u>Scenedesmus longus</u> | 24. <u>Navicula bacillum</u> |
| var. <u>nalgelii</u> | 25. <u>Navicula gastrum</u> |
| 11. <u>Scenedesmus circumfusus</u> | 26. <u>Navicula pupula</u> |
| var. <u>circumfusus</u> | 27. <u>Navicula mutica</u> |
| 12. <u>Scenedesmus abundans</u> | 28. <u>Navicula mutica</u> |
| 13. <u>Scenedesmus dimorphus</u> | var. <u>Undulata</u> |
| 14. <u>Scenedesmus opoliensis</u> | 29. <u>Navicula anqusta</u> |
| 15. <u>Pediastrum tetras</u> | 30. <u>Diploneis puella</u> |
| 16. <u>Pediastrum boryanum</u> | 31. <u>Caloneis bacillum</u> |
| 17. <u>Pediastrum simplex</u> | 32. <u>Gyrosigma spencerii</u> |
| 18. <u>Staurastrum paradoxum</u> | 33. <u>Cymbella tumida</u> |
| 19. <u>Staurastrum tetracerum</u> | 34. <u>Cymbella cymbiformis</u> |
| 20. <u>Cosmarium laeve</u> var. <u>laeve</u> | 35. <u>Cymbella cymbiformis</u> |
| 21. <u>Cosmarium quadrum</u> | var. <u>nonpunctata</u> |
| 22. <u>Euastrum</u> sp. | 36. <u>Cymbella wallaceana</u> |
| 藍藻綱 (Cyanophyceae) | 37. <u>Cymbella cistula</u> |
| 1. <u>Chroococcus turgidus</u> | 38. <u>Cymbella leptoceros</u> |
| 2. <u>Merismopedia punctata</u> | 39. <u>Cymbella lacustris</u> |
| 3. <u>Aphanocapsa virularis</u> | 40. <u>Cymbella minuta</u> |
| 4. <u>Lyngbya</u> sp. | 41. <u>Cymbella sinuata</u> |
| 5. <u>Anabaena</u> sp. | 42. <u>Amphora ovalis</u> |
| 6. <u>Oscillatoria</u> sp. | var. <u>affinis</u> |
| 7. <u>Spirulina</u> sp. | 43. <u>Surirella wotzoli</u> |
| 矽藻 (Bacillariophyceae) | 44. <u>Surirella anqusta</u> |
| 1. <u>Fragilaria pseudogailonii</u> | 45. <u>Nitzschia palea</u> |
| | 46. <u>Nitzschia sinuata</u> |
| | var. <u>tabellaria</u> |

續 (表: 1.)

2. <u>Fragilaria brevistriata</u>	47. <u>Nitzschia dissipata</u>
3. <u>Synedra ulna</u>	48. <u>Nitzschia amphibia</u>
4. <u>Synedra rumpens</u> var. <u>familiari</u>	49. <u>Nitzschia obtusa</u> var. <u>scalpelliformis</u>
5. <u>Diatoma vulgare</u>	50. <u>Nitzschia invisitata</u>
6. <u>Diatoma hiemale</u> var. <u>mesodon</u>	51. <u>Nitzschia Kutzingiana</u>
7. <u>Achnanthes atomus</u>	52. <u>Bacillaria paradoxa</u>
8. <u>Achnanthes minutissima</u>	53. <u>Rhizosolenia</u> sp.
9. <u>Achnanthes nolli</u>	54. <u>Cyclotella meneghillonii</u>
10. <u>Achnanthes deflexa</u>	55. <u>Cyclotella stelligera</u>
11. <u>Achnanthes inflata</u>	56. <u>Melosira hustedtii</u>
12. <u>Achnanthes lanceolata</u>	57. <u>Melosira armbigua</u>

表: 2. 各藻類之數量 (organisms/10ml) 與優勢度 (%)

	入水口		2期工程沈澱池		3期工程沈澱池	
	總量	優勢度	總量	優勢度	總量	優勢度
矽藻	1183 ± 148	97.0%	1216 ± 176	98.2%	1435 ± 188	98.1%
甲藻	19 ± 5	1.9%	8 ± 2	0.9%	12 ± 3	1.1%
綠藻	11 ± 2	1.0%	10 ± 2	0.8%	10 ± 2	0.7%
藍藻	< 1	< 0.1%	< 1	< 0.1%	< 1	< 0.1%

表：3. 矽藻類中之優勢種與其優勢度 (%)
(各矽藻屬量 ÷ 矽藻總量) × 100

	入水口	2期沈澱池	3期沈澱池
<u>Achnanthes atomus</u>	36 ± 2	36 ± 2	38 ± 2
<u>Cymbella wallaceana</u>	20 ± 1	23 ± 1	22 ± 1
<u>Cyclotella stelligera</u>	13 ± 2	10 ± 2	10 ± 2
<u>Diatoma vulgare</u>	6 ± 1	6 ± 1	5 ± 1
<u>Synedra ulna</u>	1.7 ± 0.5	1.4 ± 0.4	1.3 ± 0.4
其它	< 20%	< 20%	< 20%

表：4. 各藻類在水廠中的增加量 (organisms/10ml)
(入水口-2,3期工程過濾池)

	2期工程	3期工程
總綠藻量	2	2
總矽藻量	-33	-252
<u>Peridinium bipes</u>	11	7
fa. <u>occulatum</u>		
<u>Achnanthes atomus</u>	-10	-131
<u>Cymbella wallaceana</u>	-30	-52
<u>Cyclotella stelligera</u>	35	25
<u>Diatoma vulgare</u>	-4	-13
<u>Synedra ulna</u>	6	2

*正值表示減少 負值表示增加

表：5. 矽藻類在水廠中過濾後的去除率 (%)
(2,3期工程過濾池-入水口) ÷ (2,3期工程過濾池) × 100

	2期工程	3期工程
總綠藻量	31 ± 6	27 ± 5
總矽藻量	81 ± 4	81 ± 3
<u>Peridinium bipes</u>	50 ± 7	48 ± 6
fa. <u>occulatum</u>		
<u>Achnanthes atomus</u>	83 ± 4	84 ± 3
<u>Cymbella wallaceana</u>	79 ± 5	80 ± 4
<u>Cyclotella stelligera</u>	67 ± 6	74 ± 5
<u>Diatoma vulgare</u>	82 ± 5	80 ± 5
<u>Synedra ulna</u>	73 ± 7	74 ± 6

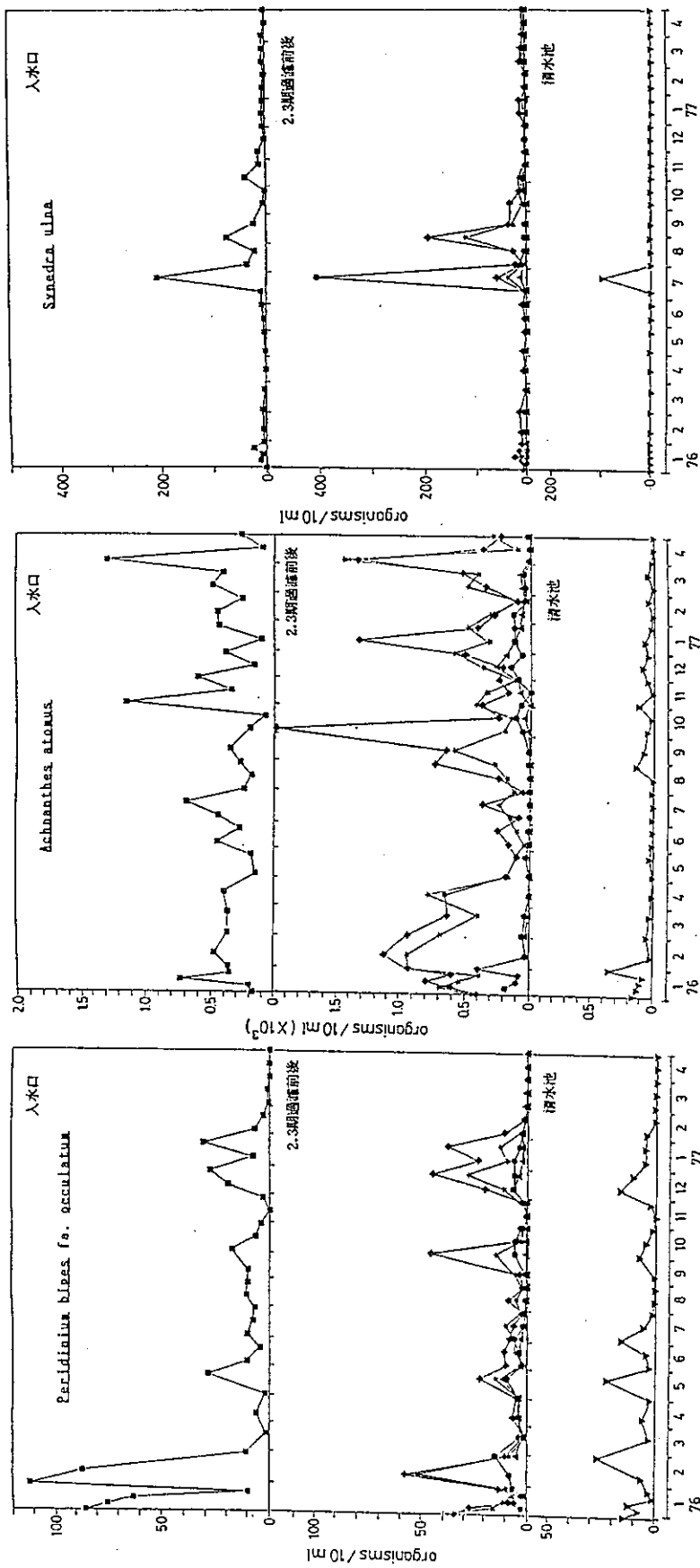
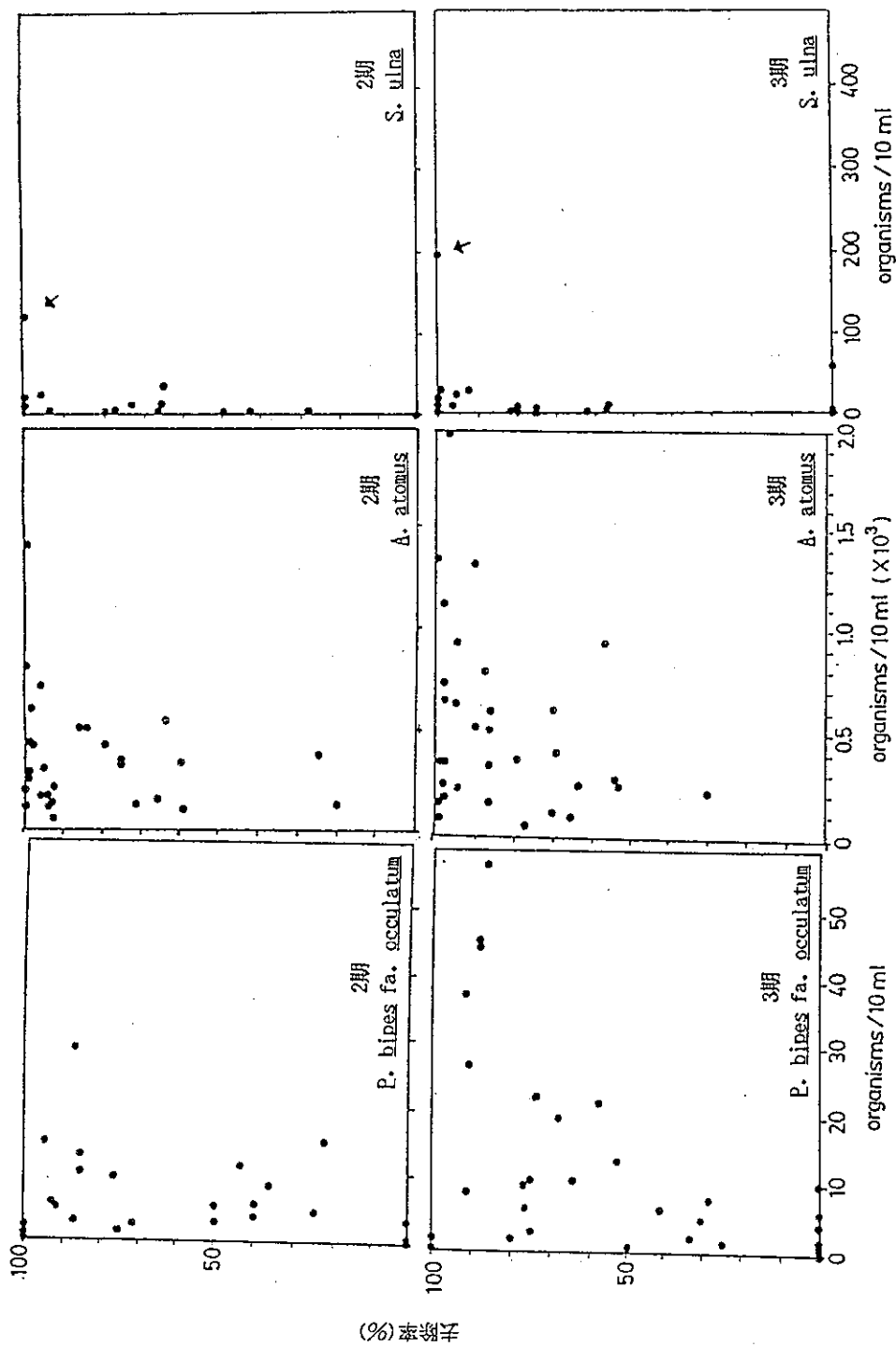


圖: 1. *Peridinium bipes* fa. *occulatum*、*Achnanthes atomus*、*Synedra ulna* 之季節性變化情形。
 ■: 入口 * : 2期過濾池 ◆ : 3期過濾池 ▲ : 2期過濾後 ● : 3期過濾後 ▼ : 清水池



圖：2. *Peridinium bipes* fa. *occulatum*、*Achnanthes atomus*、*Synedra ulna*
 過濾前數量與其去除率之關係圖。

左：*Peridinium bipes* fa. *occulatum* 中：*Achnanthes atomus* 右：*Synedra ulna*
 上：2期過濾池 下：3期過濾池