

淨水程序沉澱池與污泥中微生物分佈之初探

胡苔莉¹ 林煜棋² 楊素禎³

¹逢甲大學環境工程與科學系教授

²逢甲大學環境工程與科學系,現為中興大學環工所

³逢甲大學環境工程與科學系,現為中央大學環工所

摘要

典型的自來水處理程序為初沉、混凝、過濾與加氯消毒，以達給水之供水目標。初沉過程主要將大顆粒之有機或無機物質沉澱去除；混凝過程則利用化學混凝劑與水中無機物形成膠羽，同時懸浮細小之微生物可吸著於膠羽上，得以快速沉降。一般水中混濁物質，色度及細菌經混凝後，大部份可被去除。然而當原水水質較差時，不但各單元處理程序之效率不好，也會引起微生物之再繁殖，造成處理上之困擾。本研究之目的即探討沉澱池水樣與沉澱污泥中微生物之分佈情形，了解微生物是否有再繁殖及其與原水水質之關係。

自民國八十五年七月至八十六年六月止，每月至以處理大甲溪之豐原淨水廠採樣，沉澱池之水樣及沉澱池底部之底泥為主要分析樣品，探討其中細菌，藍綠細菌及藻類之數目，並分析原水、膠羽池、沉澱池等水樣之SS與TOC。在調查期間，沉澱污泥中之微生物數量均比沉澱池水樣為高；總細菌數約差10~1000倍，而易產生臭味之藍綠細菌數目則非常少。藻類之數量亦以沉澱污泥中較高，平均約為 4.4×10^3 個/ml，其中以殼片狀的舟形藻(*Cymbella* sp.)為主。污泥樣品可培養出綠藻屬之*Palmella* sp.及*Chlorococcum* sp.。沉澱池水樣中平均藻數為1356個/ml，比膠羽池每毫升水樣平均為956個之測值高。各處理程序單元水樣之SS及TOC，除了颱風影響之外，均合於規定標準。

前言

一般淨水的過程包括初沉、化學混凝、過濾和加氯消毒，以達自來水的供水目標。初沉過程主要將大顆粒之有機或無機物質沉澱去除；混凝過程則利用化學混凝劑與水中無機物形成膠羽，同時懸浮細小之微生物可吸著於膠羽上，得以快速沉降。一般水中混濁物質，色度及細菌經混凝後，大部份可被去除(8)。然而當原水水質較差時，不但各單元處理程序之效率不好(8,9,13)，也可能引起微生物之再繁殖現象，造成處理上之困擾。

供應大台中自來水的水源為大甲溪，由豐原淨水廠執行淨水的處理。許多報導指出大甲溪水質已受到污染，其中含有過多的無機磷、氮與藻類⁽¹¹⁾。在淨

sp.的生長，但都不如污泥中的茂盛明顯，各單元水樣經培養後均未發現有臭味產生藻種存在(1,3)。

七、八月之污泥樣品經培養後，雖然曾發現絲狀藍綠細菌的存在，但是數量並不是很多，其外形和六年前在豐原淨水廠取水口壁上分離出會產生臭味的*Anabaena* sp.⁽¹⁵⁾類似，但無臭味產生。因此，推論本次調查期間原水中有藍綠細菌存在，而會產生臭味的藍綠細菌或許有但數量很少。另外，原先預期藍綠細菌會在枯水期間明顯增加的情形於調查期間並未發生。由於會產生臭味的*Anabaena* sp.是當年五月在取水口壁繁殖形成顆粒狀⁽¹⁵⁾，此次水樣調查顯示類似*Anabaena* sp.之數量不多，是否與藍綠細菌之繁殖季節有關，仍有待追蹤探討。

水中總菌落數之分析主要顯示淨水廠各單元之處理效率⁽¹⁴⁾。由表二顯示，原水的總菌落數以八月最高，九月以後的值漸趨於穩定；而污泥的總菌落數在九月、十月兩個月中的起伏很大，會有這種結果可能的原因，一是分析時稀釋所造成之誤差；另一則為九、十兩個月淨水廠因前處理加氧氣量較低，將較多氧氣放在最終處理，而前處理的較低氧氣量使得污泥中的細菌存活量較大所致(私人通訊)。在調查期間，沉澱池污泥之細菌總數均較沉澱池水樣中之數目高，約有10~1000倍之差異，這種含有機性物質之污泥若經長時間的置放，會產生一些腐敗之臭味⁽¹³⁾；而污泥經培養二星期後，藍綠細菌數目非常少且無臭味產生。淨水廠各單元處理對水樣總菌落數的去除率如表三所示，沉澱後與加氧前水樣之總菌落數已相當低，大致均有90%以上之去除率。

原水水樣之SS在調查期間變化不大(圖二)，而以八月測值最高(7.0 mg/l)。造成八月SS值比較高的原因是因賀伯颱風侵襲台灣，豪雨沖刷上游大量的砂土而下所致。大甲溪流至石崗水壩時已是中下游的部份，在調查期間原水水樣SS值都遠小於標準值(20 mg/l)，因此大甲溪的總懸浮固體值符合未受污染或稍受污染的水質⁽⁴⁾。淨水廠為了縮短水樣淨化時間都會在膠羽池裡加入化學藥劑加速沉澱，因為顆粒凝聚變大，所以膠羽池水樣的SS值有可能會比原水水樣的SS值來的高。膠羽池水樣的SS值，雖然也在標準值內(20 mg/l)，但九月和十、十一、十二等四個月的測值差距大於十個單位以上，可能造成的因素一為誤差，或者是十、十一及十二等三個月污水廠在膠羽池中加入的化學藥劑比較少。至於沉澱池水樣的SS值除了十二月份外，其餘月份的測值都在4 mg/l內。因沉澱處理在膠羽池之後，從圖二顯示即使在膠羽池水樣SS測值較高的七、八、九等三個月，沉澱池的SS值也維持在4 mg/l左右。但十二月原水水樣SS值為3.5 mg/l，膠羽池水樣之SS值為4.3 mg/l，沉澱池水樣之SS值為6 mg/l，如果實驗人員採到沉澱池中懸浮固體較高的局部水，或是膠羽池中的膠羽並不是太大，當膠羽水樣進入沉澱池裡顆粒因碰撞而繼續增大，也會使沉澱池中的SS值較高(私人通訊)。沉澱後水其SS值應為最小，但實驗結果發

現七月及九月之測值比原水水樣還高。一般沉澱後水的濁度本來就很低，在此狀況下極易造成人爲分析上之誤差。

由圖三顯示八月颱風使得當月的TOC值除了沉澱後水水樣外，都明顯的提高。九月至十一月的測值可以看出，此三個月中淨水廠的進流水水質已漸趨於穩定。雖然十二月原水的有機物有增加的情形，但是原水經由淨水廠的一系列的物理、化學處理，TOC值可降低一倍以上。由SS、TOC與生物三項分析結果顯示原水中矽藻之數量與水質的TOC有正相關之趨勢，即矽藻數隨水中有機物濃度之升高而增加。

結論

因污泥本身營養供應較充足，停留時間較長，沉澱污泥中微生物之數量均比沉澱池水樣高；總細菌數在污泥中比在水樣高約10~1000倍。藻類之數量在沉澱污泥中平均約為 3×10^3 個/ml，以舟形藻(*Cymbella* sp.)爲主，從污泥亦可培養出綠藻屬之*Palmella* sp.及*Chlorococcum* sp.。沉澱池水樣平均藻數比膠羽池之測值高，顯示有再繁殖的現象，但污泥及水樣均未觀察或培養出臭味產生之藍綠細菌及藻類。各處理程序單元水樣之SS及TOC，除了颱風影響之外，均合於規定標準。

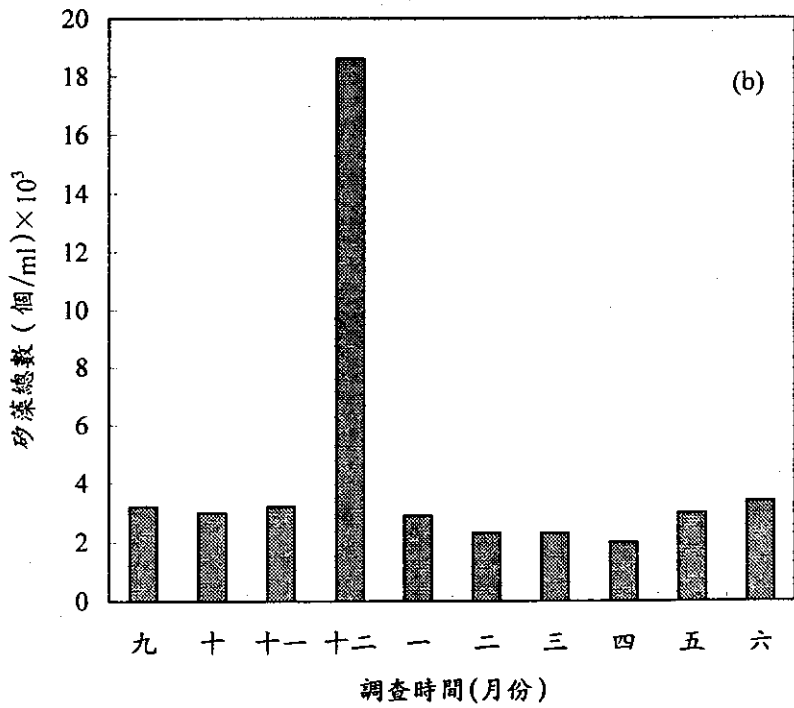
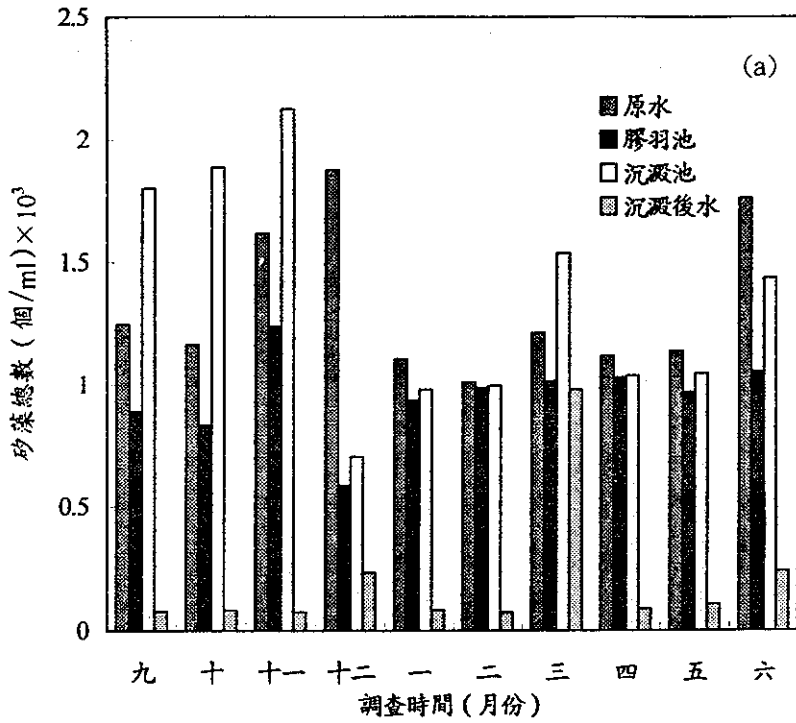
誌謝

本研究承國科會NSC86-2815-C-035-012大專學生參與研究計畫之經費補助，及調查期間豐原淨水廠張進興先生協助，特此致謝。

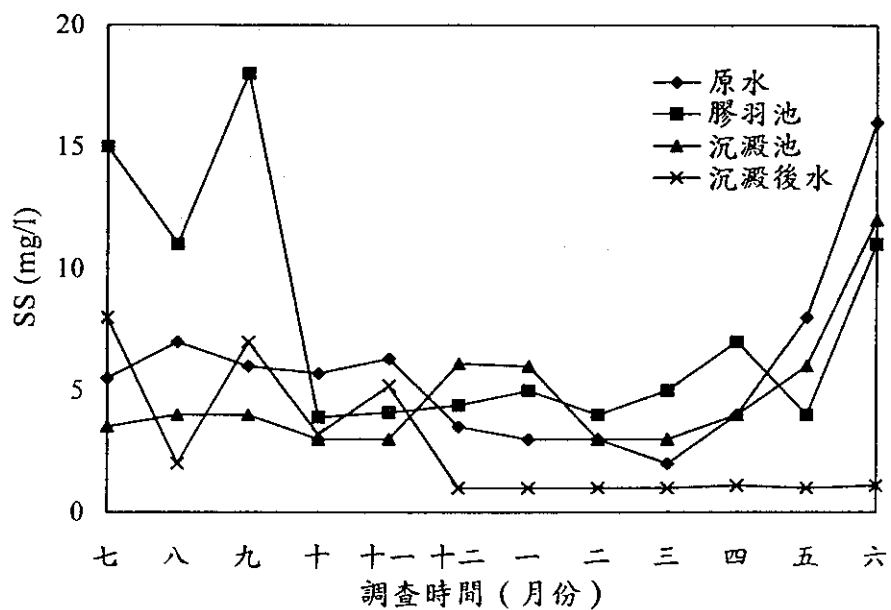
參考文獻

1. 李淑珍, 陳從和, "產生味與臭的藻類", 自來水會刊雜誌, 第十四期, pp. 60~67, (1985).
2. 李淑珍, 陳從和, "浮游生物與其它地面水藻類", 自來水會刊雜誌, 第十七期, pp. 106~111, (1986).
3. 李淑珍, 陳從和, "各種供水中的藻類所引起的其它問題", 自來水會刊雜誌, 第十九期, pp. 80~87, (1986).
4. 台灣省河川水質年報, 第二十期, 台灣省環保處, (1996).
5. 胡鴻鈞等編著, 中國淡水藻類, 上海科學技術出版社, (1979).
6. 胡苔莉, 吳佩芬, 吳阿波, "油品水溶解對淡水藻類的影響", 藻類與環境研討會論文集, pp. 85~96, (1990).

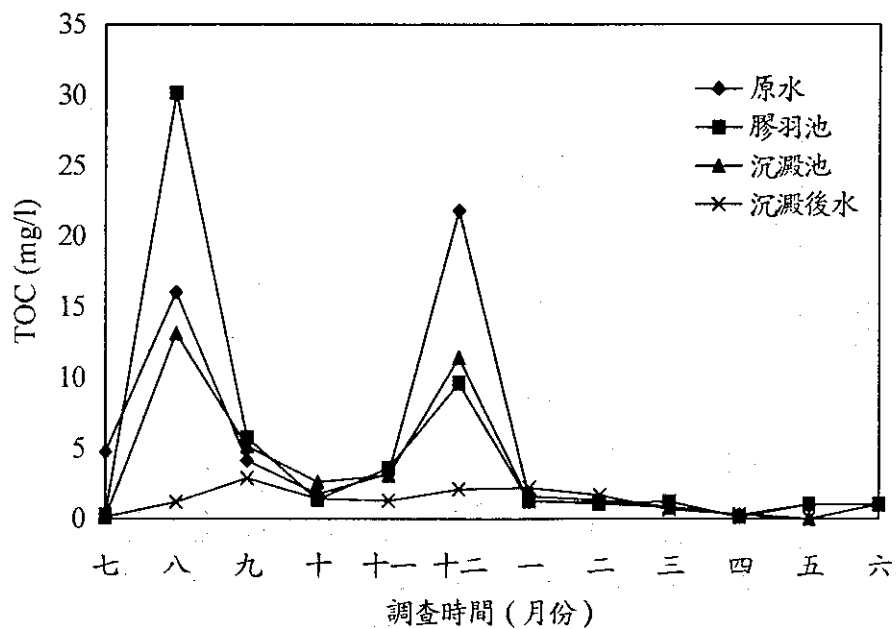
7. 胡苔莉, 蔣本芝, "自製CLSA分析淨水廠之異臭物", 第十屆自來水論文集, pp.9-1~9-10, (1993).
8. 范誠偉, 陳伯中, "豐原淨水廠淨水處理過程中之藻類相研究", 第七屆自來水論文集, pp.27~38, (1990).
9. 高肇藩著, 給水工程, 三民書局, (1987).
10. 陳國宏, 曾四恭, "河川水源有機物指標與相關淨水技術研究", 自來水會刊雜誌, 第三十八期, (1991).
11. 陳伯中, 范誠偉, "大甲溪流域水質與藻類相的研究", 中國環境工程學刊, 第二卷, 第四期, pp. 245-253, (1992).
12. 曾四恭, 王傳正, 連亦偉, "傳統過濾單元對水源中藻類之去除", 第七屆自來水論文集, pp.1~14, (1990).
13. 謝啓男, "水質管理及淨水處理", 自來水會刊雜誌, 第二十期, (1986).
14. American Public Health Association, American Water Work Association & Water Pollution Control Federation, Standard methods for the examination of water and wastewater, 18th ed., APHA, Washington, D.C., (1992).
15. Hu T. L. & P. C. Chiang, "Odorous compounds from a cyanobacterium in a water purification plant in central Taiwan", Wat. Res. Vol. 30, No. 10, pp. 2522~2525, (1996)



圖一 水樣(a)與污泥(b)中的矽藻數



圖二 水樣之SS分析



圖三 水樣之TOC分析

表一 各處理單元對原水中矽藻數之去除效果

調查月份	去 除 率 (%)		
	膠羽池	沉澱池	沉澱後水
9	29	-44	94
10	29	-62	93
11	23	-32	95
12	69	63	88
1	16	12	92
2	3	1	93
3	17	-26	92
4	8	-7	92
5	31	-32	92
6	40	-18	86

表二 水樣及污泥中之總菌落數

調查月份	水 樣				污泥 (CFU/ml)×10 ⁴
	原水	膠羽池 (CFU/ml)	沉澱池 ×10 ⁴	沉澱後水 (CFU/ml)×10 ²	
7	5.0×10 ²	3.0×10 ²	2.3×10 ²	0.02	2.0×10 ⁴
8	2.0×10 ² *	1.1×10 ²	1.9×10 ²	0.2	1.9×10 ⁶
9	2.9	1.8	3.9×10 ²	460*	1.5×10 ⁵
10	7.3	1.2×10 ² *	1.1×10 ²	0.5	4.5*
11	1.0	2.9*	1.8×10 ² *	4.9	2.8×10 ⁴
12	4.0	0.2	0.7	2.0	20
1	1.6	1.0	1.0	1.0	36
2	0.1	0.1	0.1	2.0	12
3	0.2	0.8*	0.2*	1.9	25
4	0.2	0.1	0.2*	1.2	1.5*
5	1.4	0.8	0.6	3.9	14
6	4.2	2.6	2.0	0.5	19

* 誤差之數據

表三 各處理單元對原水中總菌數之去除效果

調查月份	去 除 率 (%)		
	膠羽池	沉澱池	沉澱後水
7	40	54	99
8	45	5*	99
9	38	-	-
10	-	-	99
11	-	-	95
12	95*	83*	99
1	38	38	99
2	-	0*	80*
3	-	0*	91
4	50	0*	94
5	49	56	97
6	38	52	88

-分析錯誤者

*誤差之數據