

義大利 Odobez 系統 廢水處理新技術 考察及評估

◎執筆 林正祥

一、Odobez 系統技術概要



Odobez 系統為一改良型超深層曝氣之高效率活性污泥法，利用高壓幫浦，將欲處理水加壓至 7 大氣壓，取代超深層曝氣槽所提供相當於 70 公尺的高水頭靜壓，這巨大的壓力可獲得高溶氧。高溶氧、充分的曝氣時間（接觸時間）和有效接觸碰撞（接觸面積大於或等於 $3000 \text{ cm}^2/\text{g-water}$ ）等三個因素結合在一起，使 Odobez 系統生物氧化效果優於傳統曝氣方式，藉著強大的生物氧化力，將微粒懸浮物和溶解性物質轉化成沈降性佳的膠體物質。由此，使得後續處理的化學混凝浮除效率提高，以提升生物活性及生物氧化效率。

(一) 生物氧化噴嘴操作原理

Odobez 系統當廢水通過生物氧化噴嘴時，內部會產生汲取的力量，藉由連通於大氣的空氣導管汲取空氣。同時，在氧化噴嘴內部，空氣與廢水產生激烈的混合，提高水中的溶氧，也擴大廢水中有機和無機物質與氧的接觸，並且分解和促進混凝效果，為第二階段在反應槽的浮除預作準備。即使在水深 5 m 下，其壓力將保持小於 1 atm。經由高壓之處理水，在該區與空氣產生激烈攪拌接觸，在此狀態下，空氣中之氧分子與水分子接觸面積將大於 $3,000 \text{ cm}^2/\text{g-water}$ 。當高溶氧與水中可分解之污染物質接觸後，可將污染物質均質化，並轉化成“浮流物質”浮於液面。如此將使池內處理水中所含之溶解氧不致逸散，連續的循環下將可降低廢水中之 COD、硫化物、溶劑等污染物質。

(二) 廢水處理流程說明

Odobez 系統廢水處理有兩個主要處理步驟，先是生物高壓氧化槽（V1 槽），其次為化學混凝浮除反應槽（RF 槽）。

1. 第一階段槽：生物高壓氧化槽（V1 槽）

工廠排水槽先流至 V1 槽，在此進行水質均質化和預處理。V1 槽底部配置有管線和適當數目之高效率散氣噴嘴，藉由高壓幫浦抽取 V1 槽內的廢水，加壓經管線及高效率散氣噴嘴系統不斷的循環迴流。V1 槽的體積大小，可根據實廠的需求而做個別的設計。此槽通常可以預鑄模板施工法建造在地面上，或部份在地面上，或完全建造於地底下，可依地形限制或特殊需求，而做不同的設計。在 V1 槽內高溶氧將可分

解的有機物和部分無機物，分解並轉化成浮在表面上的一層「浮流」物質，此為 Odobez 系統操作運轉時常見之正常現象。V1 槽廢水中的高溶氧，創造出一個「生物醱酵」性且快速分解的環境，降低廢水 COD 和 BOD 值，同時對顏色的去除效果非常顯著。此時，V1 槽並不產生任何污泥。在廢水中保持高溶氧狀態，有以下淨化效果：

- (1) 廢水保持「多氧」狀態，因此產生生物氧化除臭之效果。
- (2) 廢水中之氣體，產生氣提之效果能將含硫物質、揮發性物質載離至水面上。
- (3) 廢水中之「多氧」狀態，創造類似「醱酵性」環境，如此將能降低 COD 含量 40 ~ 60 %，同時也能降低色度。
- (4) 由於曝氣管線的完整配置，讓水質達到均質調勻的良好效果。

2. 第二階段槽：化學混凝浮除反應槽（RF 槽）

廢水經由 V1 槽處理過後，以固定之流量抽取至 RF 反應槽，於 V1 槽和 RF 反應槽傳輸管線之間添加適當之混凝劑和助凝劑，以提高 RF 槽階段之處理成效。RF 反應槽裝置適當數目之高效率氧化噴嘴，其功能與 V1 槽一樣，但噴嘴數密度較高，產生足夠的氣泡，將經過膠凝過程而形成較大顆粒的物質，有效的予以上浮。上浮後累積在表面上的污泥，藉由刮除器加以去除，污泥經由導管儲存於污泥貯槽，一部份污泥由污泥貯槽迴流至 V1 槽，以減少污泥產量。上述之兩階段處理流程，如果需要，可間斷性操作。不同於傳統性生物處理，此兩階段處理流程其處理效率將

不受限於氣候與季節因素而有所變化。依經驗顯示，本系統對廢水之水溫可達 40°C。

(三) 操作與維護

根據義大利實廠之操作經驗顯示重要的維修、保養工作如下：

1. 每天只須利用 90 分鐘檢查處理系統、清除過濾設備及準備藥劑。
2. 大約每操作 15,000 小時須更換幫浦之軸承及軸封。
3. 大約一年一次或每操作 8,000 小時更換浮渣刮除器之潤滑油。

根據上述之保養計畫，在義大利有些保養良好之處理系統連續運轉 15 年仍在運轉。

二、Odobez 系統之特性

Odobez 系統可應用於處理溶解性有機污染物（如 BOD、COD 等）及各類型的污染工業，筆者於 87 年 11 月訪問時，世界上已有 41 個實廠在運轉，至 89 年 9 月更增加至 66 家實廠，另外有 3 個工廠正規劃設計中。Odobez 系統與傳統性活性污泥法比較，有下列之特

色：

- (1) 佔地面積小。
- (2) 簡化處理流程，節省操作維修成本。
- (3) 操作費用低。
- (4) 處理效果良好，排放水質穩定。
- (5) 與傳統處理方式互容性高。
- (6) 適應高負荷及多變性負荷。
- (7) 以曝氣時間 24 到 38 小時計算，屬長時間曝氣法，降低污泥產量。
- (8) 減少對環境衝擊（二次公害：如泡沫、臭氣等）。

三、義大利現場實地參訪

於義大利考察 Odobez 系統應用於染整廢水處理，考察期間共走訪 4 家染整工廠，其廢水處理狀況分述如下：

1. 第一家染整工廠為 CALZIFICIO F.LLI CARABELLI S.P.A.公司

此公司主要是進行聚丙烯纖維（acrylic）、羊毛纖維（wool）之絲光製程；廢水處理流程為傳統之活性污泥法如圖 1 所示。此家工廠僅將現有之調勻池裝置 Odobez 曝氣系統，據工廠操

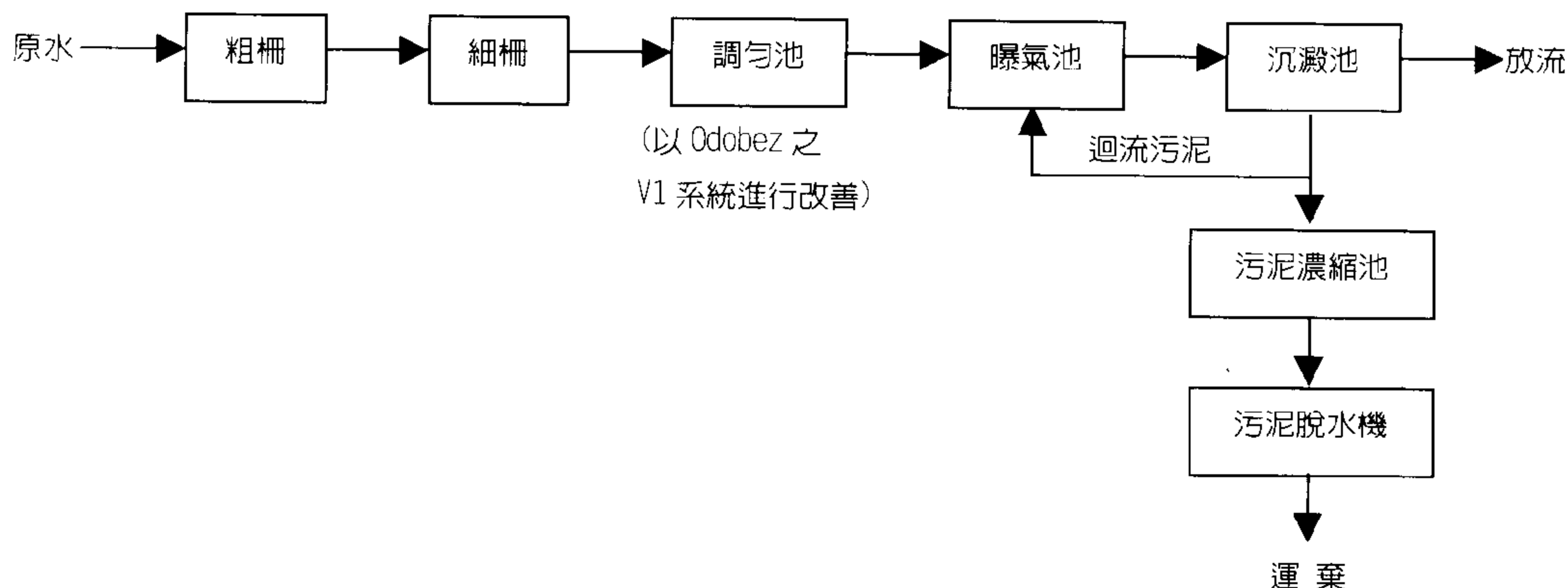


圖 1 第一家染整工廠之廢水處理流程圖

表 1 第一家染整廠原水與放流水水質(義大利政府檢測)

項 目	原 水	放 流 水	義大利放流水標準
pH (-)	9.19	8.30	5.5~9.5
COD (mg/L)	318	89	160
SS (mg/L)	131	76	80
BOD (mg/L)	150	20	40
總界面活性劑 (mg/L)	5.9	0.9	2

註：檢測時間為 1998 年 10 月 28 日，廢水量為 2,000CMD。

表 2 第二家染整廠處理水質特性表

項 目	原 廢 水	V1 槽 出 流 水	RF 槽 出 流 水
pH (-)	—	5.8	7.1
COD (mg/L)	1,200	810	80~110
SS (mg/L)	—	280	34
總 氮 (mg/L)	—	6.1	2.9
NO ₃ ⁻ (mg/L)	—	0.3	0.9
總 磷 (mg/L)	—	5.2	5.0
總界面活性劑 (mg/L)	100	—	1.5
污泥產生量 (Kg.SS/d)： 90			

資料來源：義大利 MARTEX 公司，廢水量為 1,800CMD。

作人員指出，原有廢水處理系統中需使用純 CO₂ 氣體進行曝氣 pH 中和之程序，現已完全停置不用，如表 1 所示義大利政府檢測報告，顯示放流水符合標準，且放流水色度已明顯地改善。表 1 所示原水污染濃度不高，COD 與 BOD 分別為 318 mg/L 與 150mg/L，COD 與 BOD 之去除率分別為 72% 與 87%。此外 SS 與總界面活性劑之去除率分別為 42% 與 85%，結果顯示工廠僅在舊有調勻池改裝 Odobez 曝氣系統即能有效發揮生物處理功能。

2. 第二家染整工廠為 MARTEX S.p.a. 公司

此公司主要是進行聚丙烯纖維、羊

毛、聚酯纖維、棉等纖維之紗染製程；廢水處理流程採用 Odobez 系統之 V1 生物槽與 RF 混凝浮除槽，並於 RF 槽添加 40mg/L FeCl₃ 及高分子助凝劑 6mg/L，處理成效如表 2 所示，原水 COD 為 1,200 mg/L，總去除率為 91-93%，已能充分發揮系統處理功能，現場所採放流水色度亦有明顯改善。

3. 第三家及四家染整廠分別為 TINTORIA INDUSTRIALE di PASTERIS E C. S.a.s. 公司及 TINTORIA FINISSAGGIO 2000 S.p.a. 公司

此兩家公司主要是進行聚丙烯纖維、羊毛、聚酯纖維 (polyester)、棉

等之紗染與胚布染整製程；第三家廢水處理流程採用 Odobez 系統，並於 RF 槽添加 70mg/L FeCl_3 。第四家廢水處理流程則早已在 1981 年即設置 Odobez 系統，此兩家染整廠處理成效如表 3 所示，其 COD 之去除率在 90 至 94%，總界面活性劑之去除率在 98 至 99%。由上述四家義大利染整廠採用 Odobez 系統案例工廠，可發現其 COD 去除率為 90-94%，單位廢水之污泥產生量約 0.06 至 0.5 kg.SS/ m^3 廢水。

國內案例介紹

目前國內已有 1 家長纖之染整廠應用此項 Odobez 廢水處理系統，其原水 COD 為 1,000-1,500 mg/L，設計水量為每天 2,000 噸廢水，新建 Odobez 系統處理流程如圖 2 所示，相關之設計、操作、及現場評估資料分述如下：

(一) 設計參數與成本分析

(資料來源由國內代理商提供)

表 3 第三家及第四家染整廠之處理成效表

項 目	原廢水		處理後之放流水	
	第三家	第四家	第三家	第四家
處理水量 (CMD)	900	1,600	900	1,600
COD (mg/L)	1,400	700	80	70
總界面活性劑 (mg/L)	150	50	1.5	1
污泥產生量 (Kg.SS/d)	100		90	

資料來源：義大利 Odobez 公司

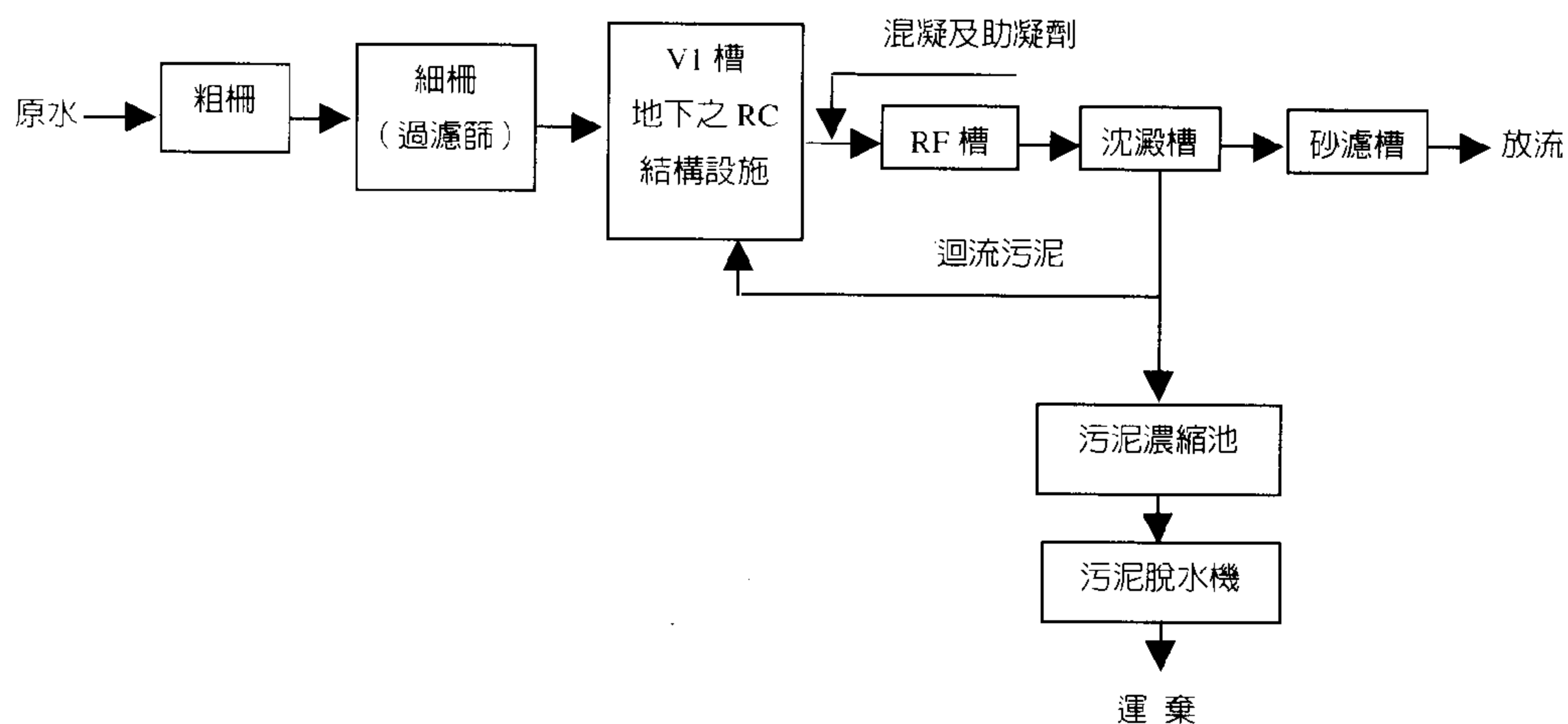


圖 2 國內染整廠應用 Odobez 之廢水處理流程圖

表 4 舊處理系統與新建 Odobez 系統設計參數比較

	舊處理系統	新建 Odobez 系統
設計處理水量 CMD	1,200	2,000
污泥產生量 (噸/月)	110	40

如表 4 所示新建 Odobez 系統之處理水量擴增 800CMD，而污泥產生量反而減少 70 噸/月。相關之設置成本及操作成本如表 5 所示，每噸廢水設置成本為 1.7-2.0 萬元/m³，總操作成本為 12.6

表 5 國內染整廠應用 Odobez 之設置及操作成本分析

	項 目	成 本
設置成本	設備部分	1.35~1.6 萬元/m ³
	土建部分	約 0.35 萬元/m ³
	設置總和	1.7~1.95 萬元/m ³
操作成本	1. 電力成本	
	1.1 生物預處理槽 (V1 槽) :	
	運轉時間	24 小時/天
	總動力消耗	78 kW
	處理量	83.3 m ³ /h
	電力消耗	0.93 kWh/ m ³
	每千瓦小時成本	2.18 元/ kWh
	預處理之成本	2.02 元/ m ³
	1.2 浮除反應槽 (RF 槽)	
	運轉時間	24 h/24h
	總動力消耗	75 kW
	處理量	83.3 m ³ /h
	電力消耗	0.9 kWh/ m ³
	每千瓦小時成本	2.18 元/ kWh
	預處理之成本	1.96 元/ m ³
	電力成本	3.96 元/ m ³
	2. 藥劑成本	
	處理後放流水 COD ≤ 100 mg/L 時	8~9 元/ m ³
	處理後放流水 COD ≤ 180 mg/L 時	4~5 元/ m ³
	3. 操作人員人事成本	
	1 小時/天 × 150 元/小時 ÷ 2,000 m ³ /d	0.075 元/ m ³
	4. 幫浦 (Pump) 維修成本	
	每 15,000 小時維修一次	
	15,000 元/次 ÷ (15,000 小時 × 83.3 m ³ /小時)	0.012 元/ m ³
	總操作成本	12.56 NT/ m ³

元/m³，欲COD達到87年放流水標準100 mg/L 以下，所需藥劑與電力成本分別為8-9 元/m³與3.96 元/m³。

(二) 處理成效

88年11月22日至27日期間4次實測水質資料如表6所示，原水COD為1,000-1,500 mg/L，採用圖2所示Odobez系統併用過濾處理程序，處理後之放流水COD為82-95 mg/L，均能達到87年放流水標準100 mg/L以下。

V1生物槽之DO都維持於3.5-4.7 mg/L，顯示Odobez系統充分發揮處理功能。

(三) 現場技術評估

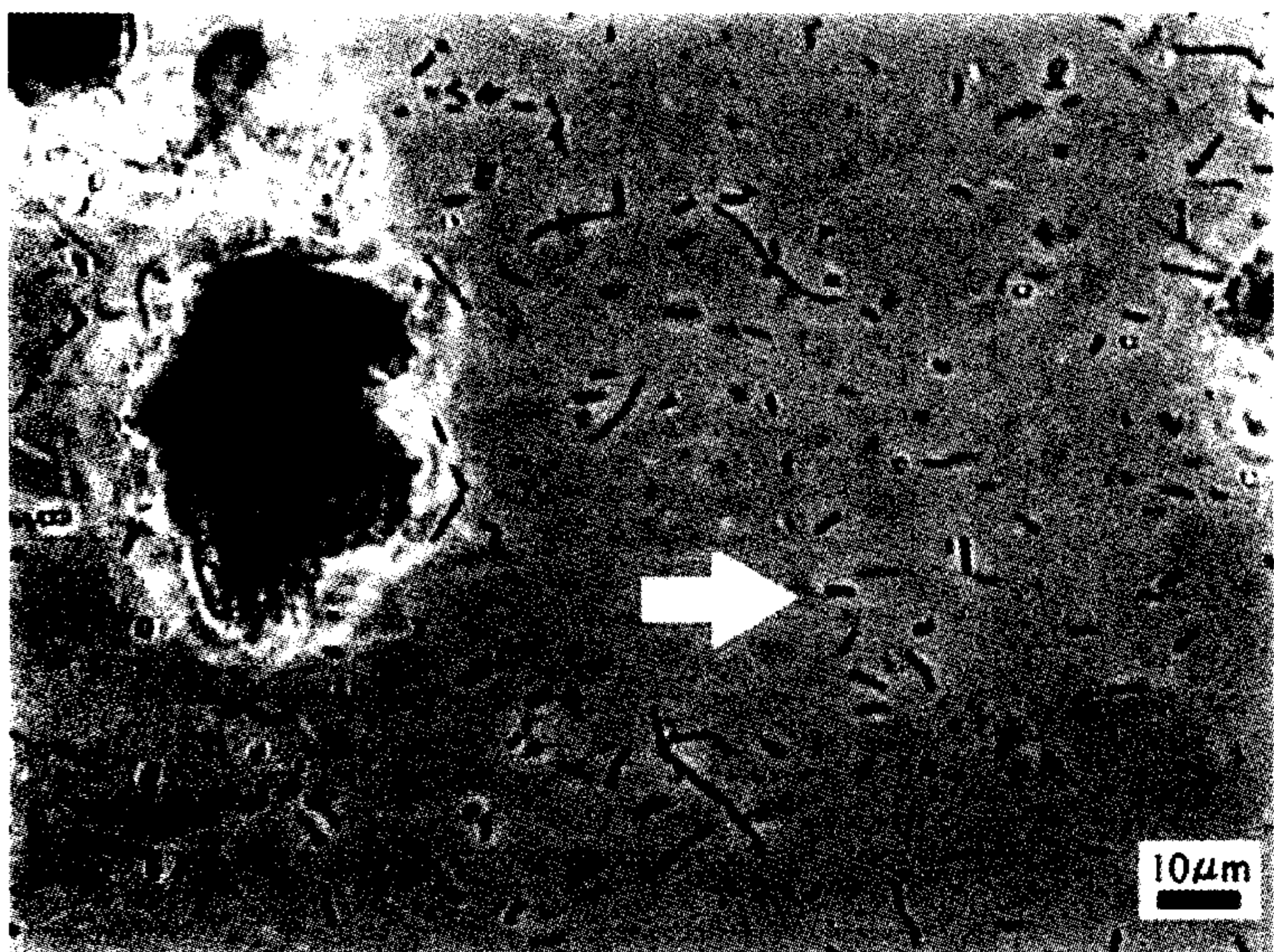
筆者及染整公會人員於89年5月26日到此家工廠參訪並作現場取樣進行顯微鏡觀察與功能評估，發現微生物相中分散狀細菌數量相當

多（如照片1），每一觀察片（0.05ml水樣）約有4隻活性良好之鐘形蟲（如照片2）及4隻已閉鎖死亡之鐘形蟲屍體（如照片3），顯示系統有遭受負荷衝擊之情況，經此工廠負責人證實，廢水量於5月25日高達2,400 m³，多出原有設計值之20%。技術評估意見：此家之負荷雖然突增20%之水量，但是系統仍能發揮有效的處理功能，在操作上只要將負荷降低或出流水再循環處理，應可讓系統能快速恢復原有之功能。■

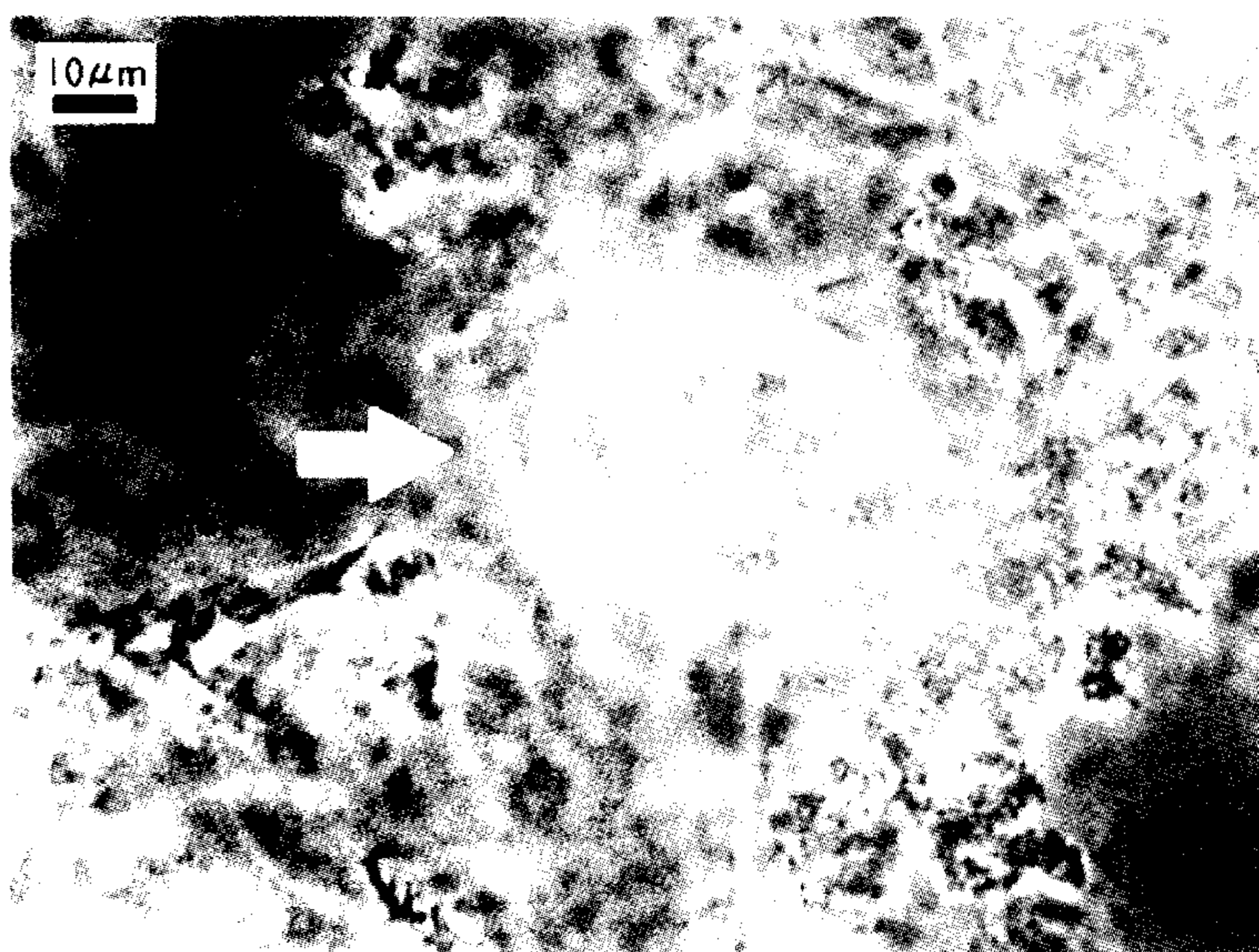
表6 國內染整廠應用Odobez處理成效實測數據

日期	88/11/22	88/11/23	88/11/25	88/11/27
原廢水COD (mg/L)	1.582	1.050	895	1.214
放流水COD (mg/L)	95	91	82	88
V1槽之DO (mg/L)	4.2	4.7	3.8	3.5
pH	7.5	7.7	7.7	7.8

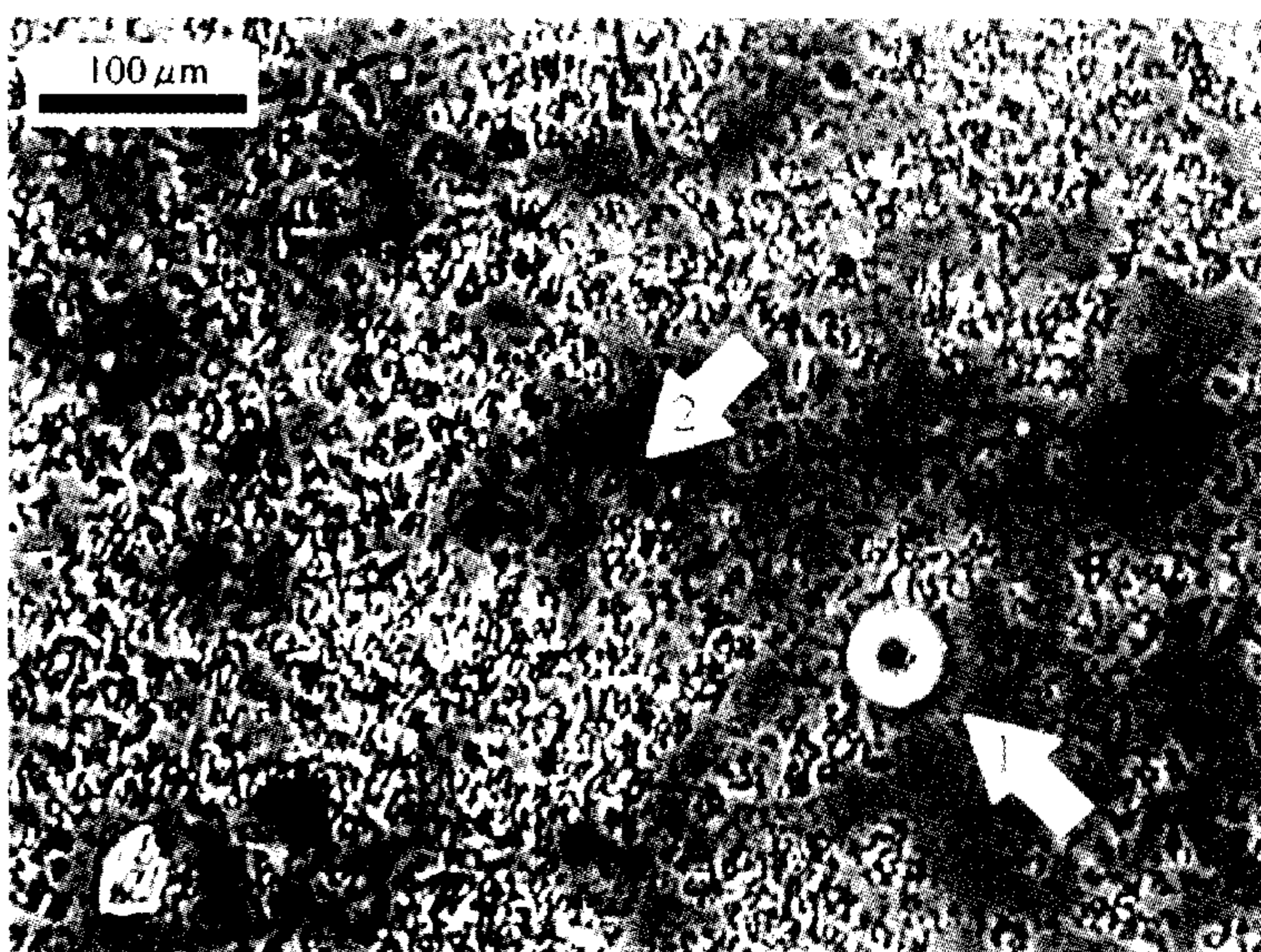
註：資料來源由國內代理商提供



照片1 RF槽中之微生物相，分散狀細菌相當多 400X



照片 2 RF 槽中之微生物相，活性良好之鐘形蟲 400X



照片 3 箭頭 1 為閉鎖狀之鐘形蟲屍體；箭頭 2 為分散狀細菌 100X

林正祥 一中技社綠色技術發展中心