

廢水處理

科技工業區廢水特性對生物反應槽污泥活性之影響研究

楊振成*

摘 要

本研究主要以台南科技工業區做為研究對象，即在探討科技工業區廢水進入生物反應槽後之活性變化，其目的乃利用各種活性污泥之診斷技術來評估在各種不同性質廢水下微生物的活性，以當作生物反應槽的生物性指標。研究過程以污水處理模擬試驗機，進行科技工業區廢水模擬實驗，各項操作參數以台南科技工業區之參數為主，經實驗分析與結果討論後提供各單位在實務操作上之參考。

【關鍵字】 1.生物膜 2.銅離子 3.化學連續萃取 4.旋轉生物盤法

*經濟部工業局台南科技工業區服務中心主任

一、前 言

1.1 研究緣起

經濟部工業局所開發的工業區污水處理廠，絕大部分使用「生物反應槽 (Bioreactor)」做為二級生物處理單元，以有效降低廢水中的溶解性有機物質，因此生物反應槽的活性分析與操作，關係著污水處理廠放流水水質是否符合管制標準。

工業區的設立不僅帶給了產業得以永續經營的場所，提供了無數的就業機會，更使得我國的經濟得以穩定快速的成長。但在這傲人的成就背後，卻存在著諸多與吾人日常生活息息相關的環保問題，包括空氣、水、廢、毒等污染物，這些問題不應被忽視。

1.2 研究目的

目前科技工業區所產生的廢水係經由生物反應槽處理後，排放至附近的承受水體，由於掌握曝氣池中微生物的活性 (Activity) 或是存活細胞量，以及監測進流水質對於生物反應槽的影響，是決定二級生物處理系統能否有效分解進水中有機物質及其效率的重要因素。本研究係以台南科技工業區做為研究對象，探討科技工業區廢水進入生物反應槽後之活性變化，其目的乃利用各種活性污泥之診斷技術來評估在各種不同性質廢水下微生物的活性，以當作生物反應槽的生物性指標 (Biological Indicator)，包括：攝氧率 (Oxygen Uptake Rate; OUR)、呼吸率 (Respiration Rate; RR) (或比攝氧率, Specific Oxygen Uptake Rate, SOUR)、脫氫酵素分析 (Dehydrogenase Analysis)、總生菌數分析 (Total Count Analysis)、曝氣池懸浮固體與揮發性固體比 (MLVSS/MLSS)、氧化還原電位 (Redox Potential) 等。

二、研究方法與內容

一般工業區在開發初期並無法預知進駐廠商之種類與特性，以致於排入工業區之廢水水質及水量瞬息萬變，為配合工業區進流廢水之特性，以評估各種不同廢水對於生物反應槽活性的影響，並掌握活性污泥之各項操作參數，減少其他

干擾因子造成誤差，本研究以污水處理模擬試驗機，進行科工區廢水模擬測試，該模擬研究各項操作參數以台南科工區之參數為主，同時為配合不同之分析條件，於生物反應槽內架設各項偵測設備。本研究基本設備如下圖所示。

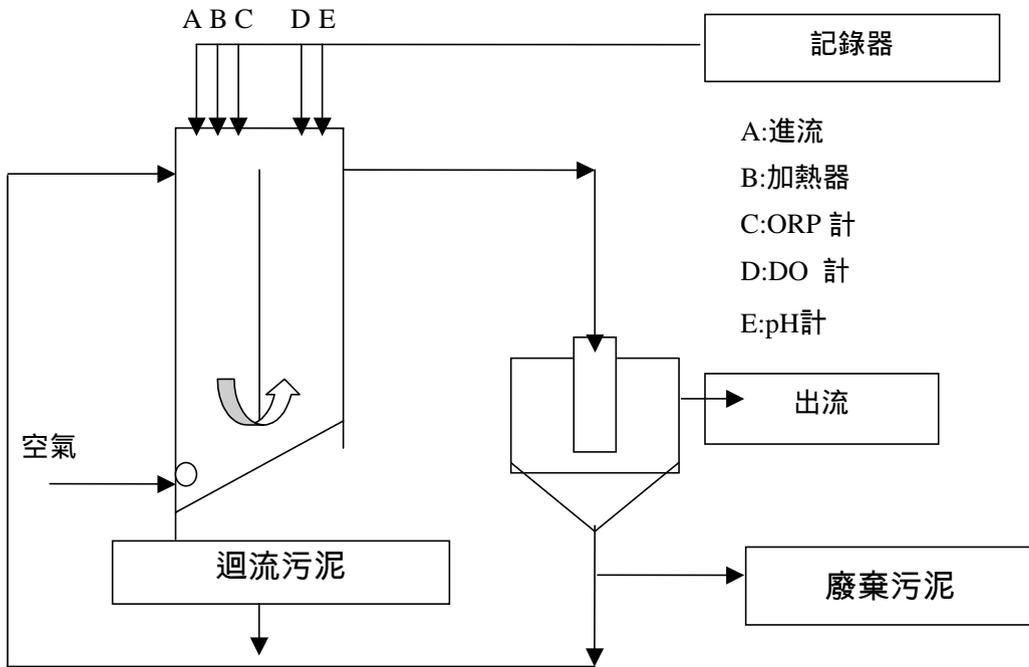


圖 1 研究設備與流程示意圖

2.1 攝氧率分析

4 科技工業區廢水特性對生物反應槽污泥活性之影響研究

2.1.1 分析步驟

- (1)採取新鮮的活性污泥樣品，在化驗室即時充分混合並加以曝氣，使溶氧濃度提高至 5mg/L 以上。
- (2)將溶氧電極插入 BOD 瓶中，同時加以攪拌，並將溶氧測定儀濃度鈕調至 0-10mg/L 刻度範圍。
- (3)開始記錄時間與溶氧濃度讀數，每隔 30 秒或 1 分鐘記錄一次，當溶氧濃度低於 0.1mg/L 時即可停止。
- (4)以橫座標為時間(分)，縱座標為溶氧濃度(mg/L)繪出記錄結果。
- (5)於圖中經過大多數測值繪出最佳直線，並向二端延長，使直線與縱橫兩軸相交。
- (6)計算該直線的斜率：

$$\text{斜率}=(A/B)\times 60 \dots\dots\dots(1)$$

此斜率即為攝氧率(OUR)，單位為 $\text{mgO}_2/\text{L} \cdot \text{hr}$ 。

- (7)同時檢測污泥採樣品的揮發性懸浮固體(VSS)濃度，單位以 g/L 表示(即將 mg/L 值除以 1,000 而得)。

(8)呼吸率(RR)或比攝氧率(SOUR)即可做下式計算:

$$\text{RR(SOUR)}=\text{OUR}/\text{VSS} \dots\dots\dots(2)$$

其單位為 $\text{mgO}_2/\text{gVSS} \cdot \text{hr}$

2.1.2 攝氧率之計算

若直線延長後將與縱橫兩軸相交，即可利用式(1)計算攝氧率。當攝氧率較低時，例如延長曝氣式活性污泥系統或好氣污泥消化池，直線的斜率段較平緩，雖延長直線仍未與橫軸相交，此時，先讀取時間為零的溶氧濃度，即直線與縱軸的交點，再讀取記錄時間終點的溶氧濃度，以兩者的差除以時間間隔再乘以 60，即得攝氧率。

2.1.3 呼吸率(比攝氧率)的計算

呼吸率乃指單位污泥重於單位時間所消耗的溶氧量，即將攝氧率除以污泥濃度而得，如式(2)。污泥濃度大都以揮發性懸浮固體表示，但因有時廢水處理廠缺少檢測 VSS 的設備，此時可暫以混合液懸浮固體(MLSS)濃度代替。當然此一表示方式將減低呼吸率所代表的意義，但總比無數據為佳，操作人員亦須瞭

解，污泥中的揮發比將隨污泥齡與食微比(F/M)而改變。當污泥愈老時(即低食微比時)，污泥中的揮發比將降低，使得呼吸率的實際值比以 MLSS 計算所得結果高出很多，故微生物的活性無法表現在以 MLSS 所計算的呼吸率變化中。

2.2 水中總生菌數檢測方法

2.2.1 培養試劑

使用 m-HPC 瓊脂培養基(或稱 m-SPC 瓊脂培養基)，每一公升之 m-HPC 瓊脂培養基含下列成分：蛋白棟(Peptone) 20.0g、明膠(Gelatin) 25.0g、甘油(Glycerol) 10.0mL、瓊脂(Agar) 15.0g。加蒸餾水至 1,000mL 將甘油以外一成份混合，如果需要以 1N 之 NaOH 溶液調 pH 至 7.1，加熱溶解後加入甘油，於中心溫度 121 滅菌 5 分鐘，此為高營養份之培養基。

2.2.2 分析步驟

(1) 平板培養基之製備

將 5mL 已滅菌之培養基入培養皿內，於室溫下使其凝固。此製備好之平板培養基，可倒置於塑膠袋或密閉之容器內，再置於冰箱內儲存，儲存時間不可超過一星期。

(2) 水樣量之選擇

水樣取回後，先進行水樣稀釋步驟(視水樣性質決定稀釋倍數)，分別用滅菌過之吸管依序作成一系列，適當範圍之 10 倍、1,000 倍及 10,000 倍等稀釋水樣，並混合均勻，分別取不同稀釋倍數(從 10 倍開始取)之水樣各 20mL 來過濾，且每個稀釋倍數至少做二重覆。

(3) 培養

將過濾後之濾膜放入培養基，於 35 ± 1 下培養 48 ± 3 小時。

2.2.3 結果處理

(1) 計數原則

- a. 只有當菌落不連續，各自分開時才行計數。
- b. 使用菌落計數器來計數濾膜上之菌落數。

6 科技工業區廢水特性對生物反應槽污泥活性之影響研究

- c. 一般情況下，選取相同稀釋倍數且菌落數約 20 200 個之間，則選取最接近 0 或 200 個的二重覆濾膜來計數。生菌數以 CFU/mL(Colony Forming Units;CFU)表示之。
- d. 若菌落數並未落在 20 200 個之間，則選取最接近 0 至 200 個菌落數的二重覆濾膜來計數。
- e. 任何菌落數在 20 200 個之間的濾膜均應計數。
- f. 若有兩連續稀釋倍數的二重覆濾膜之菌落數在 20 200 個之間，則均需選取計數。
- g. 若有兩個非連續稀釋倍數的二重覆濾膜之菌落數落在 20 200 個之間；則此數據不予採用。

(2)計算方法

$$\text{生菌數(CFU/mL)} = \frac{\text{菌落數在 20 200 個之間之生菌菌落數的總和}}{\text{選取之過濾水樣之實際體積的總和}}$$

2.3 脫氫醇素分析法

1. 取 50mL 的曝氣池活性污泥，並以 0.15% Tris-buffer solution 稀釋到 250mL，然後以 sonicator 設備均質化。
2. 加入 1mL，0.15% 的 2-(P-iodophenyl)-3-(P-nitrophenyl)-5-phenyltetrazolium chloride(簡稱 INT-reagent)到一褐色試管中。
3. 加入 9mL 已均質化的活性污泥到褐色試管，混合均勻後在 37℃ 中培養一小時。
4. 取此褐色試管，加入 40mL 95% Ethanol 後(主要在停止生物反應及抽取 DHA)，在暗室靜置 30 分鐘，以 4,000rpm 離心此萃取液 20 分。
5. 取上層液，然後利用分光光度計在 483nm 測其吸光度。取 1.0mL 的蒸餾水代替 1.0mL 的 INT-reagent 重複上述步驟，以做空白試驗(Blank Test)。
6. 「Calibration curve 的製備」

以 95% ethanol 配製一系列 2-(P-iodophenyl)-3-(P-nitrophenyl)-5-phenyltetrazolium chloride formazan (INTF)標準溶液，濃度為 0.2、0.5、1.0、2.0、3.0、5.0 mole/50mL ethanol，然後在 483nm 測其吸光度，並以 INTF standard solution 對吸光度作圖，建立迴歸校正曲線。

7. 「計算」

利用校正曲線推估『未知樣品』的 TF 濃度，而樣品 DHase 的活性可由 TFconc./VSS conc.計算，如： μ mole TF/g VSS。

2.4 影響因素對於生物反應槽之操作參數

本文探討生物反應槽之影響因素包括溫度、溶氧、鹼性、酸性及重金屬等項目，其操作程序與參數如下：

- 1.將已馴化的活性污泥置於曝氣池中，依標準的活性污泥法操作。
- 2.控制曝氣池溫度由 18 到 40 。
- 3.每隔 15 分鐘記錄一次曝氣池混合液之酸鹼度(pH)、溶氧值(DO)、氧化還原電位(ORP)。
- 4.每隔 30 分鐘，取 50ml 的曝氣槽混合液，分析其總生菌數、懸浮固體量、揮發性懸浮固體量、脫氫酵素與攝氧率、呼吸率並觀察微生物相的變化。

參、結果與討論

3.1 溫度對於生物反應槽之變化

溫度與生物活性相關圖如圖 2 所示，相關討論摘述如下：

1.溫度對於氧化還原電位之關係

由化學熱力學之原理中可以得知，在標準狀況下，當溫度降低時其氧化還原電位也會下降，反之若是溫度上升時，氧化還原電位也會隨之增加。

2.溫度對於溶氧值之關係

當溫度上升時，水中的飽和溶氧會下降，反之，溫度下降時，水中的飽和溶氧會增加，兩者呈現反比關係。

3.溫度對於總生菌數之關係

由於所有細菌的生長速率取決於溫度的影響相當大，不同的細菌種類有不同的適合溫度，一般而言是在 20 ~40 之間，在此範圍內，當溫度上升時，由於體內酵素的作用，將會加快微生物的生長速率，反之，當溫度降低時，微生物的生長速率也會變慢。

8 科技工業區廢水特性對生物反應槽污泥活性之影響研究

4.溫度對於脫氫酵素之關係

由酵素反應之動力方程式可以得知，當溫度增加 10 時，酵素的反應速率會增加一倍，所以溫度由 26.8 開始降低時，脫氫酵素濃度也會減少，但是當溫度由最低點 18.6 往上增加後，脫氫酵素濃度也由 0.50 $\mu\text{mole/L}$ 上升到 0.676 $\mu\text{mole/L}$ ，溫度超過 35 以上，脫氫酵素濃度反而保持一定值，生物反應槽的最適溫度應該在 30 ~35 之間。

5.溫度對於懸浮固體濃度之關係

雖然溫度的增加或減少，會影響生物反應槽中懸浮固體與揮發性懸浮固體的含量，但是基本上變化濃度並不大，可以視為相對穩定。

6.溫度對於攝氧率之關係

由前面可以得知，微生物在低溫時的攝氧率會因為新陳代謝降低而減少微生物對氧氣的消耗，反之，當溫度上升時，微生物也會因為新陳代謝加快而提高對於氧氣的利用。

7.溫度對於微生物相之關係

溫度對於微生物相的影響並不大，在 20 ~40 之間微生物相並沒有明顯改變，可判斷溫度對於微生物相的影響屬於長期性。

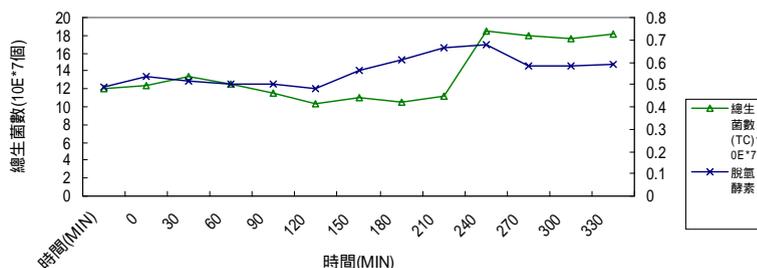


圖 2 溫度與生物活性相關圖

3.2 溶氧對於生物反應槽之變化

1. 溶氧對於氧化還原電位之關係

溶氧對氧化還原電位及 pH 值的關係如圖 3。當系統維持一穩定狀態時，生物反應槽的氧化還原電位也會維持一種動態的平衡，由於進流水中含有大量的有機物質，大部分屬於氧化物，而氧氣本身是一個良好的氧化劑，可以將廢水中的有機物質氧化成簡單的有機分子及無機物，使得生物反應槽的氧化還原電位維持穩定，一旦生物反應槽中的溶氧降低時，進流廢水中的有機物質就會使得氧化還原電位上升。當水中溶氧降低到幾乎為 0 時，氧化還原電位也會維持在 0 ± 1 mV 附近保持穩定。

2. 溶氧對於酸鹼值之關係

由文獻得知，在染整廢水中，氧化還原電位與酸鹼度、氧化劑(NaOCl)濃度有良好的線性關係，且氧化還原電位與 pH 呈現反比關係，當水中的氧化還原電位增加時，理論上 pH 會降低。我們由上述結論可以得出，當溶氧降低時，氧化還原電位會增加，所以 pH 應該開始降低，另當溶氧減少時，相對的會使水中的 CO_2 濃度增加， CO_2 增加會造成水中的碳酸緩衝系統偏向酸性，也是使得生物反應槽 pH 降低的原因。

3. 溶氧對於總生菌數之關係

溶氧對脫氫酵素總生菌數之影響如圖 4。基本上，當水中的溶氧值在微生物所能忍受的範圍時，生物反應槽中的總生菌數會隨著水中的溶氧而增減，這是因為溶氧增加可以加速水中有機物質的分解，而這些分解的有機物質，除了大部分提供微生物活動所需之能量外，另一方面也可以提供微生物增殖使用，因此，只要進流水的有機物足夠，那麼溶氧增加，總生菌數也會隨著增加；相對，溶氧減少，總生菌數也會隨之減少。

4. 溶氧對於脫氫酵素之關係

生物反應槽中的脫氫酵素(DHA)濃度會與「總生菌數」以及「溶氧值」呈一正比關係，這是因為微生物數目增加時，所含的脫氫酵素濃度也會增加。當水中溶氧值增加時，微生物的分解速率也會增加。因此脫氫酵素濃度也會隨之上升。

5. 溶氧對於懸浮固體濃度之關係

10 科技工業區廢水特性對生物反應槽污泥活性之影響研究

雖然溶氧的增加或減少，多少會影響到生物反應槽中懸浮固體與揮發性懸浮固體的含量，但是基本上變化濃度並不大，可以視為相對穩定。

6. 溶氧對於呼吸率之關係

當水中溶氧在 4.0 mg/L 時，生物反應槽的呼吸率幾乎維持在 30 mg/gVSS⁻¹·hr 左右，相當固定，所培養的污泥活性處於良好狀態，當反應槽的溶氧逐漸降低時，微生物的呼吸率也隨之增加，以適應環境變化，這是因為微生物的氧氣利用率與生物反應槽的溶氧呈反比，一直到溶氧降到 0.2 mg/L 時，呼吸率也會上升到 43.9 mg/gVSS⁻¹·hr 的最大值，但若是反應槽的低溶氧維持一段時間，微生物的攝氧率就受限於環境的低溶氧而開始降低。

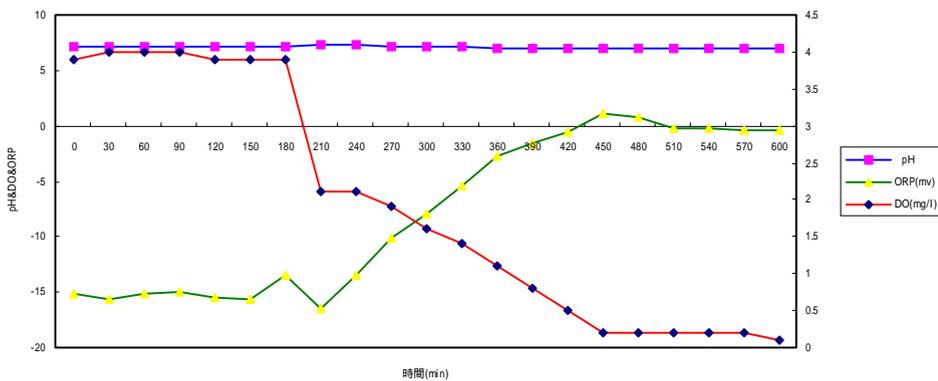


圖 3 溶氧對氧化還原電位與酸鹼值的影響

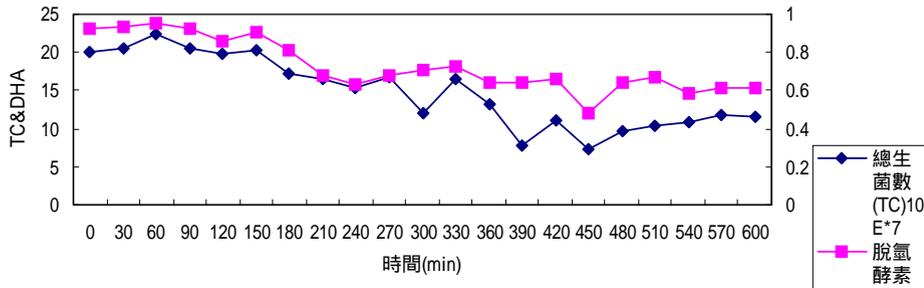


圖 4 溶氧對於脫氫酵素總生菌數之影響

3.3 鹼性廢水對於生物反應槽之變化

鹼性廢水對於酸鹼度、溶氧、氧化還原電位之影響如圖 5。

1. 鹼性廢水對於氧化還原電位(ORP)之關係

在本研究中，我們分兩次加入鹼液，以模擬鹼性廢水連續衝擊生物反應槽後的變化，在未加入鹼液時的氧化還原電位約在 53.57 mV 之間，當第一次加入鹼液時，因為廢水中含有 OH^- ，會使系統的氧化還原電位迅速下降，若再加入鹼液則系統的電位會持續降低至負值，由此可以判斷出『生物反應槽的氧化還原電位與 pH 有密切相關，且兩者呈反比關係』。

2. 鹼性廢水對於總生菌數之關係

當鹼性廢水流入生物反應槽後，反應槽中的總生菌數立刻因為微生物遭受破壞、死亡而迅速降低，當第二次加入鹼液更可以發現總生菌數持續下降，一直到 pH 值下降到 7.0 左右並維持穩定時，總生菌數才隨之穩定，由此可以初步判斷，鹼性廢水流入後會造成微生物的死亡，此結果不會因為酸鹼度的恢復而改變。

12 科技工業區廢水特性對生物反應槽污泥活性之影響研究

3. 鹼性廢水對於脫氫酵素之關係

鹼性廢水中因為含有大量之 OH^- ，經由細胞膜滲透會與細胞中的 H^+ 反應，造成微生物的脫氫酵素濃度上升，但是當生物反應槽的酸鹼度超過 9 時，就會破壞到微生物生存，此時脫氫酵素的濃度也就跟著降低。

4. 鹼性廢水對於懸浮固體濃度之關係

由前面可以得知，鹼性廢水流入生物反應槽後，會造成微生物的死亡，但是從圖 5 中卻發現懸浮固體與揮發性懸浮固體沒有多大的改變，此現象顯示以懸浮固體量當作生物活性指標的方式，有時無法正確反應出生物活性，但是揮發性懸浮固體比率(MLVSS/MLSS)在鹼性廢水流入生物反應槽時，有明顯的降低，因此用此比率，較能夠反應實際的生物活性。

5. 鹼性廢水對於呼吸率之關係

微生物的呼吸率與總生菌數有明顯的相關，當生物反應槽的總生菌數因為鹼性廢水流入而減少時，生物反應槽的呼吸率也會隨之降低，可以明顯判斷出微生物的活性遭到抑制。

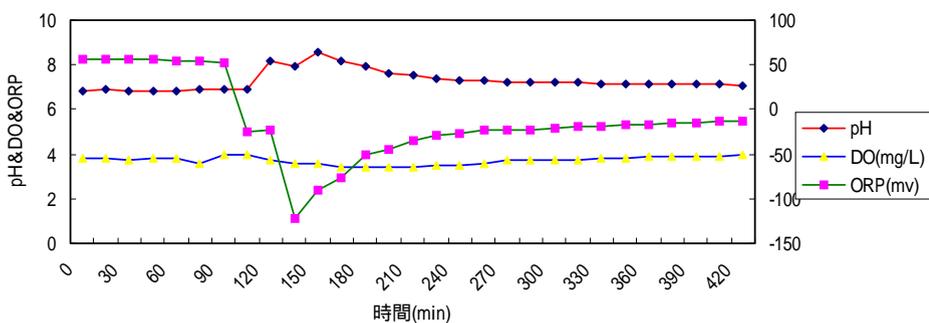


圖 5 鹼性廢水對於酸鹼度、溶氧、氧化還原電位之影響

3.4 酸性廢水對於生物反應槽之變化

酸性廢水對於總生菌數、脫氫酵素之影響如圖 6 所示。

1. 酸性廢水對於氧化還原電位之關係

當酸性廢水流入生物反應槽後，大量的 H^+ 濃度會使氧化還原電位迅速上升，其結果與鹼性廢水的反應相反，綜合兩者反應結果，即可證明『pH 值降低會使生物反應槽的氧化還原電位上升，反之，當 pH 值上升時，會使生物反應槽的氧化還原電位降低，兩者呈反比關係』。

2. 酸性廢水對於總生菌數之關係

反應槽中的總生菌數會因為酸性廢水，使微生物遭受破壞、死亡而迅速降低，即使 pH 值因為緩衝作用而上升，生物反應槽的總生菌數也會持續降低，由此可以判斷，酸性廢水流入後會持續使微生物死亡，此結果不會因為酸鹼度的恢復而改變。

3. 酸性廢水對於脫氫酵素之關係

當酸性廢水流入後，因為生物反應槽中的微生物(總生菌數)大量被破壞、死亡，造成脫氫酵素的濃度也就跟著降低。

4. 酸性廢水對於懸浮固體濃度之關係

懸浮固體與揮發性懸浮固體含量，如同上述，並沒有多大的改變，但是揮發性懸浮固體比在酸性廢水流入生物反應槽時卻沒有明顯的改變，這可能是受到進流廢水中所含的基質影響，無法像上一節所述一樣，能夠反應出實際的生物活性。

5. 酸性廢水對於呼吸率之關係

微生物的呼吸率與總生菌數有明顯的相關，當生物反應槽的總生菌數因為酸性廢水流入而減少時，生物反應槽的呼吸率也會受到抑制而隨之降低，可以明顯判斷出微生物的活性遭到抑制，但是到 180 分鐘後，生物反應槽的呼吸率有逐漸上升的趨勢，可以看出整個系統正在恢復之中，因此微生物會提高氧氣的利用率。

14 科技工業區廢水特性對生物反應槽污泥活性之影響研究

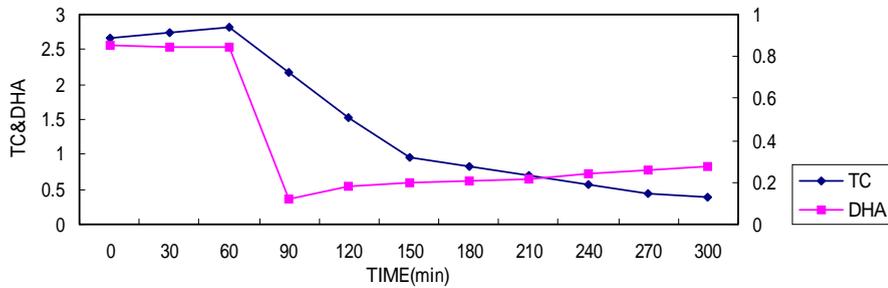


圖 6 酸性廢水對於總生菌數、脫氫酵素之影響

3.5 重金屬廢水對於生物反應槽之變化

重金屬對於酸鹼度、溶氧、氧化還原電位之影響如圖 7，對總生菌數、脫氫酵素之影響如圖 8。

1. 重金屬廢水對於氧化還原電位(ORP)之關係

在本研究中,分兩次在 120 分鐘與 195 分鐘時加入濃度為 1,000mg/L 之重金屬溶液,以模擬重金屬廢水連續衝擊生物反應槽後的變化,當第一次加入重金屬溶液時,生物反應槽的氧化還原電位會因為鎳金屬($\text{NiCl}_2 \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{Cl}^-$)產生氧化電位而上升到-33mV,第二次加入重金屬溶液時,亦產生相同的情形,但是對於酸鹼度而言,呈現微幅的上升。由此可以初步判斷,酸鹼度雖然會影響到氧化還原電位的變化,但是只要維持在一定幅度($\pm 1\text{pH}$)內,氧化還原電位的變化不大,反而進流廢水所含之物質屬性更能影響電位高低。

2. 重金屬廢水對於總生菌數之關係

重金屬會反應槽中的微生物被破壞、死亡而迅速降低,主要原因在於,蛋白質的基本骨架是由 N-C-C-N-C-C-N-C-C 這樣的重複序列所構成,每一個 a 碳上面,都連結有某一胺基酸基團,這些側鏈基團的大小、帶電正負、極性非極性等性質,造成蛋白質的構造形狀,也成就了蛋白質的種種生物活性行為,而

Ni^{2+} 金屬會和這些分子結合導致蛋白質變性而失去活性。

3. 重金屬廢水對於脫氫酵素之關係

當重金屬廢水流入後生物反應槽後，因為生物反應槽中的微生物(總生菌數)大量被破壞、死亡，造成脫氫酵素的濃度也就跟著降低。

4. 重金屬廢水對於懸浮固體濃度之關係

懸浮固體與揮發性懸浮固體含量，並沒有多大的改變，而揮發性懸浮固體比率在重金屬廢水流入生物反應槽時有明顯的受到抑制而降低，因此，對於以「揮發性懸浮固體比率」來分析實際受重金屬影響的生物活性而言，具有參考價值。

5. 重金屬廢水對於呼吸率之關係

微生物的呼吸率與總生菌數有明顯的相關，當生物反應槽的總生菌數因為重金屬廢水流入而減少時，生物反應槽的呼吸率也會受到抑制而隨之降低，可以明顯判斷出微生物的活性遭到抑制，而且此反應是不可逆的。

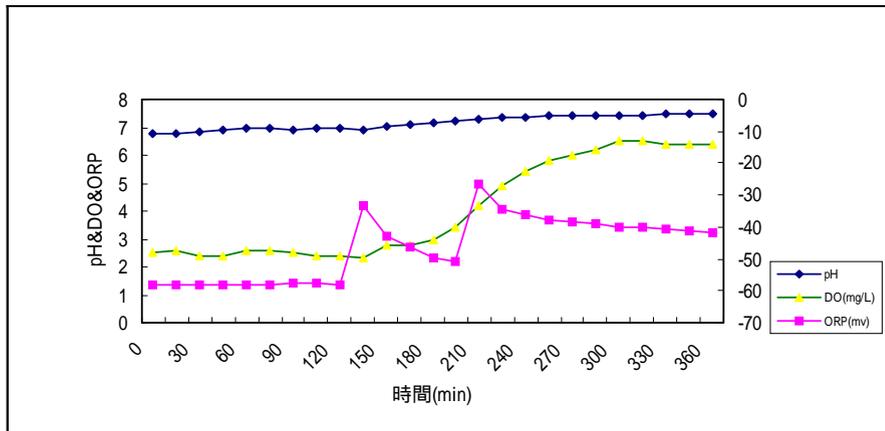


圖 7 重金屬對於酸鹼度、溶氧、氧化還原電位之影響

16 科技工業區廢水特性對生物反應槽污泥活性之影響研究

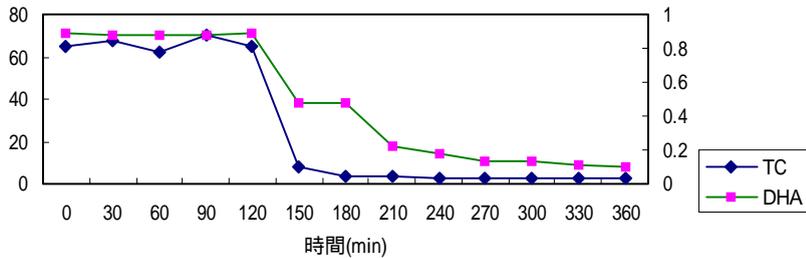


圖 8 重金屬對總生菌數、脫氫酵素之影響

四、結 論

1. 生物反應槽中的脫氫酵素濃度、總生菌數與溶氧值成一正比關係。

水中溶氧值高低，對於生物反應槽的懸浮固體及揮發性懸浮固體影響不大，由此可以看出此兩指標比較無法代表生物反應槽的活性。又不論是鹼性或酸性廢水，多會影響微生物的脫氫酵素反應，若是酸鹼度高於 9 或低於 4，將造成微生物的死亡，進而迅速降低生物反應槽的活性。

2. 生物反應槽的氧化還原電位與 pH 有密切相關，且兩者成反比關係。

當溶氧降低時，氧化還原電位會增加，pH 開始降低，另外，當溶氧減少時，相對的會使水中的 CO_2 濃度增加， CO_2 增加會造成水中的碳酸緩衝系統偏向酸性，也是使得生物反應槽 pH 降低的原因。

3. 基於以上研究得知，廢水處理廠對於排入有毒化學物質之監測及活性污泥系統活性的控制，如仍以一般水質檢驗項目，像 COD、BOD、SS 等進行分析，由於這些毒性物質種類繁多，將無法完全掌握，必須採生物反應槽之微生物活性測定與應用方式，才是對於預測有毒化學物質與高有機負荷廢水排入污水處理廠最有效的監測方法。