

# 環保尖兵～簡易家庭廢水處理模式

## 高中組應用科學科第二名

臺灣省宜蘭高級中學

作者：黃易葳、林子翔、郭承軒、游智鵬

指導教師：張讚昌、林燦鋒

### 一、研究動機

“水”為人類生存不可或缺者。舉凡飲用、烹飪、洗滌或灌溉，甚至工業製造，無一不需要它。是故人類對水的依賴與日俱增，對水源的開發亦不遺餘力。然而在水的過程中，時常因過量廢料、有毒物質的排放，導致水資源遭受污染，令人無法安心使用。而在造成水質污染的主要原因不外乎工業、農業及家庭所產生的廢水。其中前兩者早就受到各界重視，正日漸改善當中。然而除了大台北地區已將家庭廢水列入管理之外，其他地區似乎鮮少注意到家庭廢水的處理問題。事實上，家庭廢水若不予以妥善處理，同樣也會造成環境衛生不良，甚而生態環境之破壞。因此，身為學生的我們，針對家庭廢水設計了一套簡易的處理模式，希望能將之推廣，為環境保護工作盡一份心力。

### 二、研究目的

一般家庭廢水處理系統推廣的難處在於其佔地龐大且成本不低，是故業者不願多投注心力於此。所以我們的設計重點放在“簡單易行”和“方便推廣”上：

1. 了解各地水質差異及原因（以宜蘭縣內為主）。
2. 分析家庭廢水中的成份。
3. 設計一套針對家庭廢水的簡易處理模式，使其對環境污染程度降低。

### 三、研究設備器材

4 容器×4、水管×4、減速馬達、曝氣機各一、夾子×4、海綿、微生物製劑、小石子與細沙、家庭廢水數公升。

### 四、研究過程方法

1. 採集縣內圳頭、員山、宜蘭市市郊、市區四地的水質樣本。
2. 以PH值、透視度、氣味、雜質含量等項判定水質差異。
3. 採集一般家庭所排放的廢水並分析之。

4. 使用活性污泥 (Activated Sludge) 來分解廢水中的有機物。
5. 利用微生物製劑 (Microbial Reagents) 來處理廢水中的有毒化學物質。
6. 在活性污泥處理槽及微生物製劑處理槽中分別加入轉動葉片、海綿，並加以曝氣。

## 五、研究結果

1. 圳頭、員山、宜蘭市郊、宜蘭市區四地所採回之水質樣本經分析後結果如下：

| 採集地區<br>比較項目 | 圳 頭   | 員 山                      | 宜市郊(由員<br>山到市區間)                    | 宜 市 區  |
|--------------|---|--------------------------|-------------------------------------|--|
| P H 值        | 7.3   | 7.1                      | 6.6                                 | 6.1  |
| 透 視 度        | 透視度良好<br>(超過30cm)                                   | 21cm                     | 15cm                                | 6cm  |
| 氣 味          | 無   | 略有異味                     | 臭                                   | 腐敗惡臭   |
| 雜 質 含 量      | 生物含量少，多<br>礦物質 $k^+$ 、 $Fe^{2+}$<br>、 $Na^+$ .....等 | 少量腐敗有機<br>物、纖維及<br>農藥反應。 | 水流有停滯現<br>象，洗潔精、<br>殺蟲劑及有<br>機廢料含量大 | $H_2S$ 、 $SO_2$ 含量<br>多，且有大量<br>腐敗有機物、<br>厭氣性微生物等。 |

2. 抽樣分析市內家庭排放之廢水，結果發現其中多半含有：尿素、脂肪烴、磷、油脂、螢光劑等，其來自於洗米、洗碗、洗衣等排出之廢水及化糞池中尚未分解完成的有機廢料。
3. 廢水通進活性污泥處理槽中約2小時後，轉盤上開始出現泥漿狀物質，且隨著時間增加。24小時後取出廢水分析，發現有機物含量減少很多，但一些化學物仍未減少。
4. 廢水通進生物製劑處理槽經24小時後取出分析，發現槽中海綿上有大量灰白物質，且水中所含有毒物質減少許多。

## 六、討 論

1. 為何圳頭、員山、宜市郊、宜市區四地水質相差如此大？

- (1) 圳頭是宜市供水源頭，人口稀少，是故污染程度低。員山、宜市郊次之，而市區人口密度高，廢水排放量也多，水質污染程度自然提高。
- (2) 前三地區的水多呈流動狀態，故溶氧量多，不易產生厭氣性分解。而市區內的水溝多半阻塞不通。一旦廢水停滯過久，水中有機物被微生物分解而將水中溶氧耗盡時，其顏色即變黑，並進行厭氣性分解，產生有機腐敗時之臭氣，如硫化氫( $H_2S$ )、氨( $NH_4$ )及沼氣( $CH_4$ )等。

2. 在活性污泥處理槽中的旋轉葉片上之泥狀物質是什麼？為何會附著在轉盤上？

①葉片上的泥狀物質經顯微鏡觀察分析後，發現其為微生物族群。而所謂的活性污泥正是指這些泥狀物質。其中所含之微生物族群計有：細菌（Bacteria）、真菌（Fungi）、原生生物（Protozoa）、輪蟲（Rotifiers）、藍綠藻（Cyanophyta）等，這些微生物族群對廢水中有機廢料的分解極具功效。

②由於該轉盤一直介於空氣與廢水間轉動，當其轉至空氣中時可接觸氧氣，轉至廢水中可接觸有機物質。而氧氣和有機物正是微生物的兩大生存條件。是故轉盤提供了一個極佳的生存環境，微生物自然會附著其上，以利生存。

3. 在微生物製劑處理槽中為何要裝設海綿並曝氣？在海綿上的白色物質為何？

①在此槽中裝設海綿是供細菌附著在上面。又由於此處是利用“喜氣微生物（Aerobic Microorganisms）”來進行喜氣性分解反應，是故以曝氣方式增加水中溶氧量，以利其分解廢水中的有毒化學物質。

②在海綿上的灰白色物質正是大量聚集的微生物族群。

4. 如何設計一套簡單又有效的家庭廢水處理模式？

→現行常用之污水處理法有兩種，現將其流程分列如下：

①三級處理法（Tertiary Treatment）：

預處理→初沈→生物處理→過濾→碳吸附→消毒→排放河川

②理化處理法（Physical-Chemical Treatment）：

預處理→化學沈澱→過濾→碳吸附→消毒→排放河川

但是上述兩種方法都是針對流量龐大、成份複雜的工業廢水或都市廢水所設計的。現在我們針對“家庭廢水”和“簡易”將其簡化並加強之，其流程如下：

→生物處理BC→過濾D→排放河川

現將各步驟的功能簡述於下：

①沈澱（A槽）

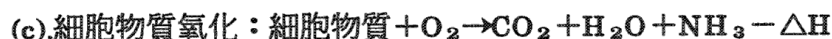
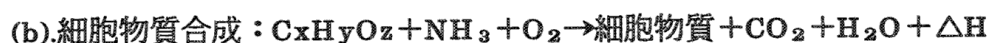
此步驟利用簡單的物理重力將家庭廢水中體積、比重較大之有機廢料如：果皮、飯粒、菜渣、纖維素等沈至底部。經過此一步驟後將減少三分之一以上的廢料，且沈澱後所得之沈積有機廢料經烘乾後可當肥料使用。

②生物處理（Biological Treatment）（B、C槽）其又細分為兩小項：

A. 活性污泥處理法（Activated Sludge Treatment）（C槽）：

活性污泥處理法是生物處理法中最普遍採用之方法，因其對於一般家庭廢水及含有有機物的工業廢水特別有效，故廣受應用。其藉微生物營其代謝作用而引起廢水之生化反應，由生化反應而使廢水中溶存、懸浮之有機物一部份

轉變成微生物所需的能量，一部份轉成其細胞物質。同時也使得大部份懸浮物及死亡的生物細胞沈至底部，最後使得溢流之有機物減至可流放的程度。其反應如下：



活性污泥之去除有機物藉吸著氧化及同化之順序進行以達成之。

活性污泥之去除有機物藉吸著、氧化及同化之順序進行以達成之。如果一切順利，其有機物去除率將高達80%左右。但使用此方需注意兩點：

(a). 當廢水在此槽中呈停滯或缺氧狀態時，會產生厭氣性分解作用，產生硫化物 $SO_2$ 、 $H_2S$ 及 $CH_4$ 等毒氣，若在水中溶量超過5mg/l以上，會造成污泥解體，故在此槽中以“曝氣”方式預防。

(b). 殺菌、消毒、除草及殺蟲劑等有毒化學物質進入此槽超過5mg/l以上，亦會造成污泥解體。因此在活性污泥槽前我們加設另一步驟 $\beta$ 。

#### B. 微生物製劑處理法 (Bacteriolysis) (B槽)：

“微生物製劑” (Microbial Reagents) 是將大自然原有菌種加以強化、突變或將不同菌種組合而成。細菌因其大量存在、菌種特異性、廣效之分解能力、極高的代謝活力及具適應不同環境狀況之能力，故在生物處理法中扮演著十分重要的角色。在此槽中可利用特殊馴化的細菌或微生物將一些毒性有機物或無機物質轉換 (Transformation) 或礦化 (Mineralization) 成不具毒性的物質。針對家庭廢水有下列四種適合的微生物製劑商品：

| 公司名稱          | 商品名         | 菌種形態、性質   | 應用範圍                     |
|---------------|-------------|-----------|--------------------------|
| International | Polybac     | 變異菌株，乾燥粉體 | 食品、油脂、合成清潔劑              |
| Biochemicals  | ThermobacIM | 變異菌株，乾燥粉體 | 造紙纖維、蔬<br>果殘渣、市堆<br>肥廢棄物 |
| Limited       | Lipobac     | 變異菌株，乾燥粉體 | 油脂                       |
| ユニツ株式會社       | PSB         | 天然菌株，液態   | 生活食品廢水                   |

由於用於廢水處理的生物製劑多由喜氣菌製成，故在此槽中仍以曝氣方式增加水中溶氧量，並加裝海綿供其附著，以提供一個完善的環境使其加快分解速度。經過此一步驟就能清除廢水中的有毒物質，亦能解決環境中土壤和水質遭受污染的問題。

### ③過濾 (D槽)

以小石子與細沙將處理過程中遺留的殘渣全部攔住避免水管堵塞。並且細沙也可讓過程中不慎進入廢水中的細菌或微生物附著於上，以免這些特殊微生物族群流到自然界造成原有族群的混亂，形成二次污染。清理時只需滴加高張性溶液（如高濃度鹽水）即可造成微生物脫水死亡，故沙石可重覆使用。

### 5. 關於這套“簡易家庭廢水處理模式”還有什麼需要注意的事項？

①由於上述生物處理法中的四種生物製劑國內尚未正式引進，無法在此應用。但細菌的種類繁多且適應力強，故可根據當地的環境篩選適用的菌株加以培養使用。本套系統中所用之製劑便是由我們自行製造的，其方法如下：

①在家庭廢水排出口採集微生物及菌株樣本。

②將搜集的微生物族群置入含沙拉油、動物油、洗潔精、洗米水等家庭廢水組成的選擇性培養液中馴化培養。

③在培養液中加以曝氣，以增加其溶氧量。則以一段時間後適者生存，不適者即遭淘汰。

④再將其集殖培養數星期後，即可獲得適用的微生物族群，作為製劑添加其中使用。

②一般家庭在洗澡、作菜時所產生的廢水多在60~100°C之間。而用於廢水處理的微生物多為嗜溫性微生物，其生長範圍在20~45°C之間。而此種廢水的溫度明顯高出太多，更何況水溫愈高則溶氧量愈少，容易造成微生物死亡。故廢水通進①沈澱槽時應同時控制溫度（例如將A槽容積加大以降溫）。使其保持在25~30°C之間的最佳溫度為宜。

③在B.C槽的生物處理皆需要長時間停滯，若停滯時間過短則清潔效果便不好。是故在各槽間均需加設水流控制設備，以控制廢水在各槽中停留時間。

## 七、結 論

(一) “人口密度愈高，則環境污染程度就愈高”是不爭的事實。而經吾人在宜蘭縣內的觀察發現縣內少有工業發展，且工業、農業廢水都是經過妥善處理後才排放的。所以“家庭廢水”始為縣內水質污染的罪魁禍首。這種廢水若不妥善收集和處置而任其排放，勢必造成病媒滋生、臭氣四散，且帶來環境衛生不良、自然生態之破壞！

(二) 經由吾人多次試驗，此套“簡易家庭廢水處理模式”確實為可行且方便之模式。吾人可將模式中的容器增大為250~300ℓ 直至能容納二、三天量的廢水為止，並

將其設置於地下室或地基中的剩餘空間，即可先行處理廢污水。或由一個社區、一棟大樓設計一套。如此一來不僅可作好環保工作，更可留給大自然更清淨的空間！

(三) 此套模式尚為初步模形，在推廣方面仍有些許缺失。祈請各方能給予批評指教，謝謝！

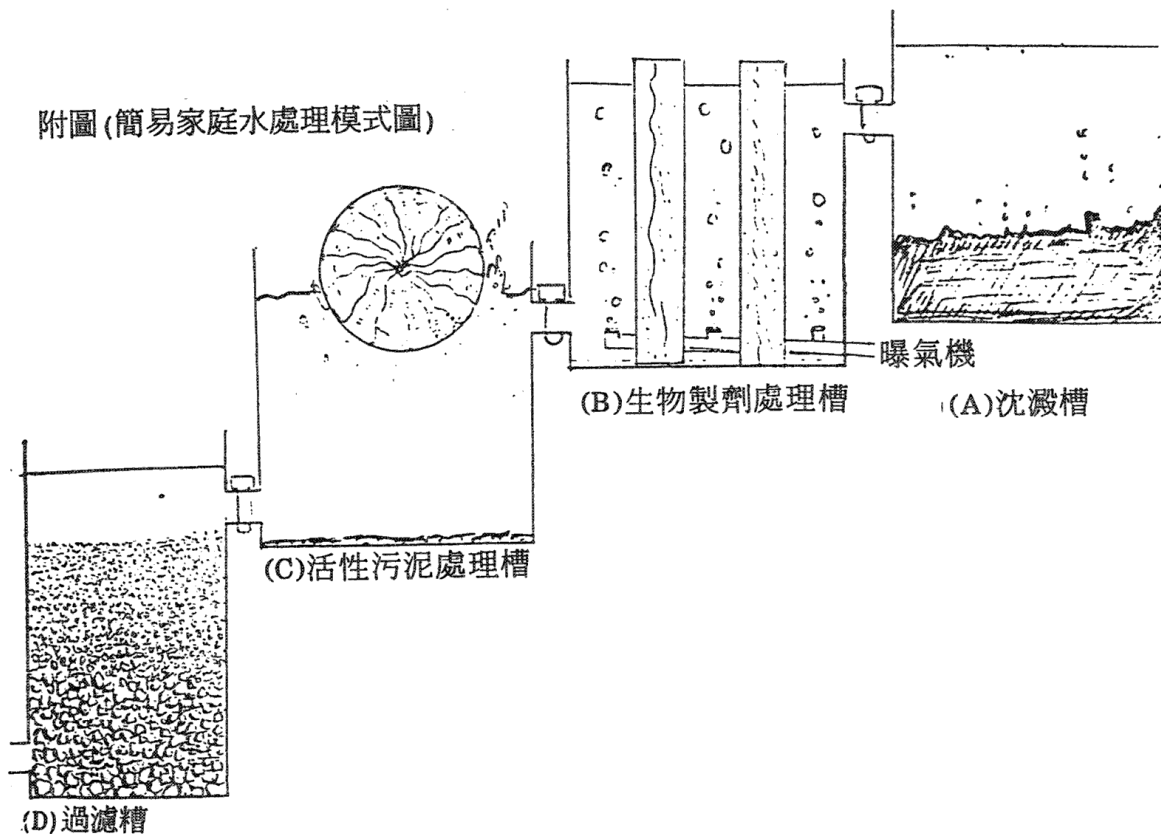
## 八、參考資料

(一) 水與廢水處理化學 楊萬芳譯 國立編譯館主編 茂昌圖書公司發行。

(二) 廢水生物處理學 工學博士陳國誠著 國立編譯館主編 茂昌圖書公司印行。

(三) 廢水工程（上）（下） 台大化工系徐念文教授編譯 國立編譯館主編 大學圖書出版社。

(四) 公害污染處理 許俊男編著 國興出版社印行 黎明書店經銷。



## 評語

本作品基本的目的為設計一簡單易行及方便推廣之家庭廢水處理裝置，宜蘭地區水質差異及造成原因和一般家庭廢水成份亦為主要研究重點。作品所使用之活性污泥及微生物製劑之製作簡易，實驗裝置之設計及操作均有詳盡的考量，誠屬不易，實驗結果的討論也相當完整。