

撒水濾床法에 의한 畜産廢水의 處理效果에 關한 研究

魚 秀 美

서울大學校 保健大學院

Efficiency of Livestock Farming Wastewater Treatment by Trickling Filters

Ahu Soo Mi

School of Public Health, Seoul National University

ABSTRACT

The objectives of this study is to examine efficiency of swinery wastewater treatment by trickling filters' pilot plant.

The results of this study are as follows :

1. The characteristics of sample.

The BOD₅ was from 2,450 to 2,880 mg/l, COD (KMnO₄ acid method) was from 910 to 1,064 mg/l, and SS was from 920 to 990 mg/l. The pH of influent was from 7.3 to 7.6, and the temperature of water was from 17.0°C to 22.5°C.

2. For experiment by recirculation, the BOD₅ removal efficiency is 65.2% at recirculation ratio (r)=0, and 70.7% at r=1. The removal efficiency of this study is higher than NRC formula of U.S.A.,. The recirculation is not significant effect on removal efficiency.

3. For experiment by hydraulic load, the BOD₅ removal rate decreased from 73.1% at 3.1 m³/m²·d to 65.3% at 9.2 m³/m²·d. The design formula of this study which shows the removal rate of soluble BOD is $Le/Li = 10^{-0.24} D/Q^{0.23}$

(Q: hydraulic load, D: depth of filter).

4. For experiment by organic load, the BOD₅ removal rate is increased from 70.2% at 0.77 kg/m³·d to 75.4% at 4.28 kg/m³·d. We can obtain the straight line $y=0.749x$ (y: removed BOD, x: applied BOD) by the least squares method.

5. We can know that trickling filters is strong with the hydraulic load and the organic matter shock load.

Here, we can judge that trickling filters is a good method for the treatment of swinery wastewater which containing high concentrated organic matter.

I. 緒 論

現在 우리나라 水質汚染物량의 70~80%는 生活系 汚水이며¹⁾, 國內畜産의 發展은 養豚과 酪農場的 急増을 가져왔고, 大部分이 大都市 外廓의 河川周邊에 位置하고 있어서 이들이 水質汚染에 주는 被害가 날로 深刻해지고 있다.

1978年度 統計에 의하면²⁾ 養豚의 20.5% (354,307 頭), 酪農乳牛의 56.9% (77,254 頭), 韓牛의 10.4% (169,011 頭)가 京畿地域에서 飼育되고, 이들이 서울의 生命水의인 漢江水에 汚染을 미치게 된다. 그러나 水質汚染 豫防을 위한 強力한 規制라든가 施設義務가 完全하지 못한 우리의 實情에서, 家畜으로부터 發生되는 公害, 그 가운데에서도 水質汚染源의 荷重에 대하여는 獸醫·畜産界에서 거의 等閑視하여 왔다.³⁾

撒水濾床法은 生物學的 廢水處理 方法으로, 19世紀 産業革命과 더불어 傳染病이 蔓延하고, 이에 따라 環境衛生과 下水處理問題가 惹起되었다. 이 時期에 英國에서는 Royal Committee를 組織하여 下水處理 問題를 研究하기 시작했고, 1968年 이 위원회의 Edward Frankland 卿이 間歇砂濾過法으로 下水處理를 提案實行한 것이 始初가 되어, 1871年 J. Bailey - Denton이 Merthyr Tydril에 撒水濾床 裝置를 처음으로 設置, 稼動하였다. 1887年 Lawrence Group에 의해 一連의 實驗을 거쳐 급속히 擴大

되어 갔으며 수십년간 成功的으로 維持되었다.⁴⁾ 그 이후 유럽에서의 撒水濾床의 實驗研究는 대단히 活潑했으나, 撒水濾床의 發達過程에서 理論에서 出發한 것은 極히 드물고 대부분이 實驗을 반복한 후의 結果를 檢討하여 얻은 것이다.⁵⁾

美國에서는 1901年에 Madison, Wisconsin에 撒水濾床이 導入되었으며, 1916年 Tatham이 수학적 모형을 研究, 1925年경부터 더욱 活潑한 研究가 進行되었다. 그러나 活性汚泥法의 出現으로 한때 壓倒당하는 感도 있었으나 다시 撒水濾床 處理法의 檢討와 더불어 1933年경부터 高速撒水濾床法이 提唱되고, 다시 이에 관한 研究가 再燃되었다.

1960年代에 이르러 Plastic 原料價格의 安定, 加工法의 進展에 따라 英國·美國에서 Plastic濾材의 研究가 行해졌으며, 그 代表的인 例로 英國의 ICI의 Flocor, 美國의 Dow Chemical Co.의 Surfpac 등이 있으며, 특히 B. F. Goodrich의 Koroseal은 Polyvinyl Chloride Plastic濾材를 開發하여 空酸化, 貯室酸化를 目的으로 使用되기도 하였다. 이들 Plastic濾材와 다른 濾材의 比較가 Table 1에 나타나 있다.^{4,6)}

最近에는 撒水濾床이 高塔·多段式 혹은 Aeration을 포함한 濾床 등의 많은 研究가^{7,8,9)} 活潑히 進行되고 있으나 (Fig. 1 參照), 우리나라에서는 아직 이에 관한 研究 및 處理施設이 거의 未盡한 상태였다.

Table 1. Comparison of Plastic and Other Trickling Filter Media

Source	Brand Name	Density (kg/m ³)	Surface Area (m ² /m ³)	Void Space (%)
Dow Chemical Co.	Surfpac	55.73	79.25	94
B. F. Goodrich	Koroseal	41.79~54.18	126.80	94
ICI	Flocor	62.85	-	95
Rasching Rings	-	469.04	71.96	74.9
Blast Furnace Slag	-	1052.64	63.40	49
Stone. granite	-	1400.94	95.10	45

本 研究의 目的은 撒水濾床法의 小規模處理 實驗裝置를 利用하여 豚舍廢水의 處理效果(再循環別, 水量負荷別, 有機物質 負荷別 處理效率)을 檢討하는 것이며, 이를 畜産廢水 處理에 活用하는 것이다.

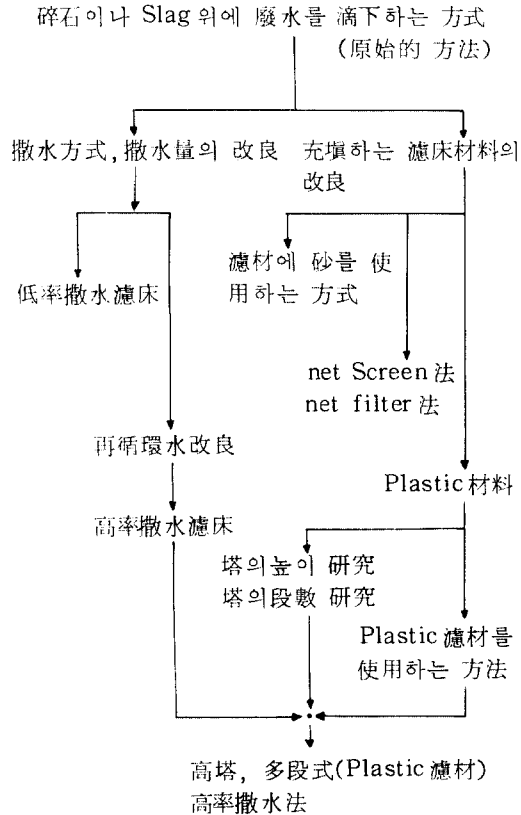


Fig. 1. 撒水濾床의 歷史的 變遷

資料 : 生物膜法(日本), 1982, p. 13

II. 撒水濾床法의 理論的 考察

1. 處理原理

撒水濾床은 碎石이나 Plastic 製品으로 만들어진 濾材위에 廢水를 撒水함으로써, 微生物膜이 濾材의 表面에 增殖한다. 이 微生物 粘膜層(biological slime layer)은 主로 bacteria, 原

生動物, fungi로 構成되며, 環境이 良好한 경우에는 Sludge 벌레, 파리의 幼蟲, 이끼, 기타 rotifer나 高等動物이 자라는 수도 있으며, 깊은 濾床 바닥에는 窒酸化 bacteric가 번식할 수도 있다.

濾材表面에 撒水된 廢水는 濾材 사이를 流下하면서 廢水膜(liquid film)이 濾材表面에 形成된 微生物膜과 接觸하게 된다. 이 때 廢水膜 內의 溶存有機物質과 其他의 營養物質이 粘膜에 吸着되고 그것을 構成하는 微生物에 의해 酸化된다. 이 때 濾材 사이를 移動하는 空氣로부터 廢水膜을 通하여 O₂가 粘膜에 供給되며, 粘膜으로부터 物質代謝의 最終物質인 CO₂와 無機物質이 放出되는데, 物質의 移動現象은 Fig 2와 같다.

撒水濾床에서 有機物質 除去率은 濾床의 上部層에서 가장 높으며, 物質代謝가 가장 活潑한 部分은 界面으로부터 0.07~0.1mm의 두께이다. 粘膜의 內部로 갈수록 먹이 不足 때문에 細胞는 內呼吸을 하게 되며 粘膜이 너무 두꺼워 지면 濾材面 부근은 嫌氣性이 된다. 濾材表面에 過剩으로 增殖된 微生物 細胞, 即 粘膜의 一部는 流下하는 廢水의 剪斷力에 의해 濾材로부터 脫離(Sloughing)된 後 最終沈澱池에서 固液分離된다^{5,10}.

2. 處理效率에 影響을 미치는 因子 및 撒水 濾床의 分類

撒水濾床의 處理效率에 影響을 미치는 因子로는 廢水의 特性, 濾材의 形狀-比表面積, 空隙率, 單位重量등-, 前處理, 水量負荷와 BOD 負荷, 再循環, 濾床의 높이, 通風, 溫度 등이며 水量負荷率 및 有機物質負荷率 등에 따라서 標準(Standard rate), 中速(Intermediate rate), 高速(High rate), 超高速(Super-high rate), 粗處理(Roughing)으로 分類된다. Table 2는 美國에서 引用되는 各種 撒水濾床의 設計變數와 運轉特徵을 要約한 것이다^{5,10,11}.

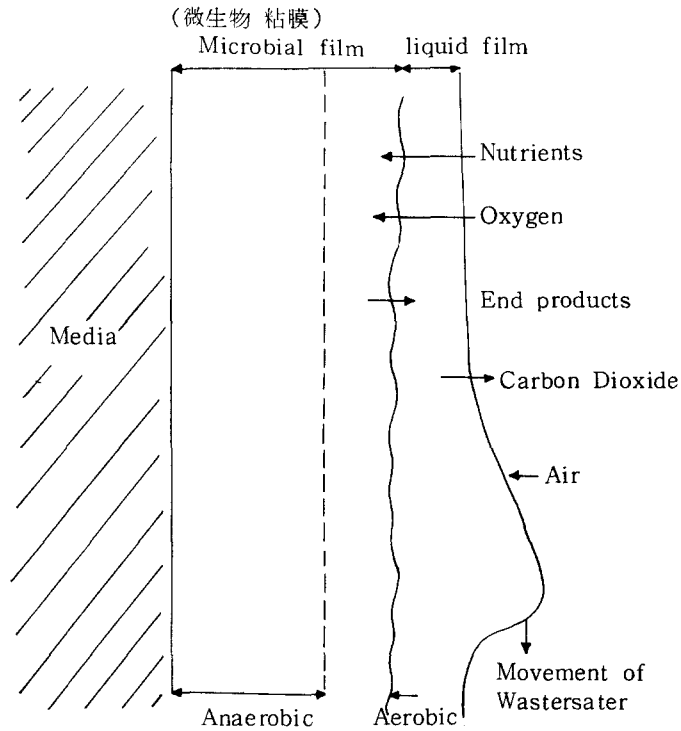


Fig. 2. 廢水와 微生物 粘膜 사이의 物質移轉

Table 2. 撒水濾床法의 分類

設計變數	分類	標準 (Standard rate)	中 速 (Intermedi- ate rate)	高 速 (High rate)	超 高 速 (Super-high rate)	粗 處 理 (Roughing)
有機物質 負荷率 (kg BOD ₅ /m ³ ·日)		0.1~0.4	0.2~0.5	0.4~7.5	≤7.5	≤1:6
水量負荷率(m ³ /m ² ·日)		1~4	4~11	11~43	16~97*	65~195*
물 循 環		最低限度	때때로 循環	恒常循環함	普通循環함	普通不必要함
有效깊이(m)		1.8~2.4	1.8~2.4	1~2.4	≤12	1~6
粘膜의 脫離		間 歇 的	一定치 없음	連 續 的	連 續 的	連 續 的
BOD 除去率(%)		80~85	50~70	65~80	65~85	40~65
窒酸化 狀態		高度의 窒酸化	若干의 窒酸化	若干의 窒酸化	制限된 窒酸化	窒酸化되지 않음
파리 繁殖		많 음	一定치 없음	一定치 없음	若 干	若 干

* 循環水를 포함하지 않음

자료: "Operation of Wastewater Treatment Plants", WPCF (1976)

Ⅲ. 研究方法

1. 實驗方法

實驗期間은 1984年 8月부터 10월까지 3個月에 걸쳐 實施하였으며, 試料은 경기도 고양군 원당읍 D養豚場의 豚舍廢水를 使用하였다.

實驗方法은 먼저 約 1個月間 濾材에 微生物粘膜層을 形成시킨 후, 試料을 5배 稀釋하여 再循環에 따른 處理效率을 實驗하고, 水量負荷을 變化시켜서 水量負荷에 따른 處理效率을 實驗하였으며, 마지막으로 稀釋倍數를 變化시켜서 有機物質 負荷에 따른 處理效率을 實驗하였다.

2. 分析項目 및 測定方法

分析項目은 水温, pH, BOD, COD, SS 이었으며 各 實驗方法은 다음과 같다.

① 水温 : 實驗裝置에 設置되어 있는 水銀溫度計를 使用하여 測定하였다.

② 水素이온濃度 (pH) : pH meter를 使用하여 測定하였다.

③ 生物化學的 酸素要求量(BOD) : 環境汚染 公定試驗法¹⁴⁾에 따라 試驗하였다.

④ 化學的 酸素要求量(COD) : 環境汚染 公定試驗法中 $KMnO_4$ 酸性法에 따라 試驗하였다.

⑤ 浮遊物質(SS) : 環境汚染 公定試驗法에 따라 試驗하였으며, 濾過紙는 Whatman glass microfiber filters (4.7 cm GF/C, Whatman Ltd, England)를 使用하였다.

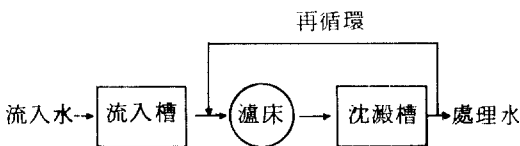


Fig. 3. 實驗裝置의 系統圖

3. 實驗裝置

3-1 實驗裝置의 構造

本 實驗裝置는 日本의 (株)宮本製作所에서 製作된 '撒水濾床 Test 裝置'를 使用하였으며 그 構造는 다음과 같다 (Fig. 3, Fig. 4 參照)¹²⁾.

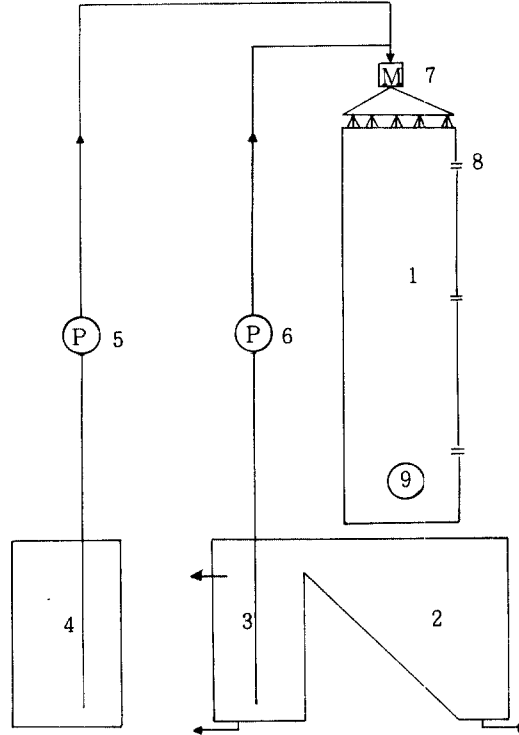


Fig. 4. 實驗裝置의 模式圖

1. 濾床塔 (內徑 100 mm × 길이 1 m, 容積 約 7.8 l)
2. 沈澱分離槽 (容積 約 20 l)
3. 處理水槽 (容積 約 9 l)
4. 流入水槽
5. Feed Pump ————— Iwaki 製 (吐出量
6. Circulation Pump : 25-90 ml/min)
7. 撒水裝置 : Nozzle 회전방식
Speed Control Motor (30-200 RPM)
8. 溫度計
9. 환기구

3-2. 濾材의 特性

本 研究에서는 H.B.C. (Hanging Bio Con-
tactor)法에서 사용되는 化學纖維質(Poly Vi-
nylidene Chloride)로 만들어진 ring을 濾材로
利用하였으며, 이 ring은 微生物間의 共生作
用(symbiosis)과 食物連鎖(food chain) 및 嫌
氣性 分解에 의하여 微生物이 棲息하기 좋은
安定한 環境을 造成하여 外部로 부터의 衝擊負
荷(Shock load)等 與件變化에 強하게 對處하
게 된다¹³⁾.

이 ring의 比表面積은 放射狀態의 化學絲로
되어 있으므로 微生物이 附着된 狀態에서의 表
面積은 Fig. 5에서

$$\text{ring 1 m 당} \begin{cases} \text{斷面積}(A) = 19.2 \text{ cm}^2 \\ \text{表面積}(S) = 1,099 \text{ cm}^2 \\ \text{總表面積}(A+S) = 1,118.2 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

이다.

本 實驗에서는 H.B.C. ring을 10 m 設置하
였으며, 比表面積은 $143 \text{ m}^2/\text{m}^3$ 이었다.

H.B.C. ring의 構造는 그림 5와 같다.

IV. 研究結果 및 分析

1. 豚舍廢水의 特性

實驗期間中 豚舍廢水의 BOD는 2,450~2,880
ppm, COD(KMnO₄酸性法)는 910~1,064 ppm,

SS는 920~990 ppm이었으며, 流入水의 pH는
7.3~7.6, 水溫은 17.0°C~22.5°C의 範圍에 있
었다.

2. 再循環에 따른 處理效率

流出水 再循環의 目的은 濾床에 負荷되는 強
한 有機物質의 濃度를 稀釋하고, 微生物 膜이
繼續으로 脫離되도록 하여 過度하게 成長하
는 것을 豫防하며, 파리의 繁殖을 減少시키고,
流入廢水量이 不足할 때 嫌氣性被害가 發生되
는 것을 豫防한다고 하였다^{5,11)}.

再循環에 따른 處理效率 實驗結果, BOD는
再循環比($r = \text{순환수량} \div \text{유입수량}$) $r = 0$ 에서
65.2%, $r = 1$ 에서 70.7%를 나타냈으며, 本
實驗結果와 美國의 NRC公式과 比較하였을때,
NRC公式에 비해 本 結果 값의 增加幅이 적다
는 것을 알 수 있다(Table 3, Fig. 6 參照).

NRC(National Research Council) 公式은
다음과 같다^{10,16)}.

$$E = \frac{100}{1 + 0.432 \left(\frac{W}{VF} \right)^{0.5}}$$

$E = 20^\circ\text{C}$ 에서의 % BOD 除去率

$$F(\text{再循環係數}) = \frac{1+r}{(1+0.1r)^2}$$

$W/V = \text{BOD負荷率} (\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日})$

$r = \text{再循環比}$

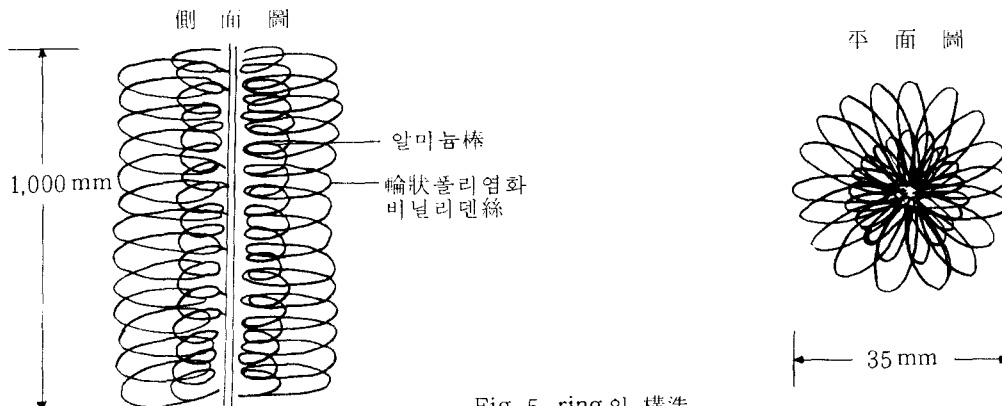


Fig. 5. ring의 構造

Table 3. 再循環에 따른 處理效率

再循環比 (r)*	BOD ₅				COD			SS		
	유입수 (mg/l)	유출수 (mg/l)	처리효율 (%)	NRC 효율 (%)	유입수 (mg/l)	유출수 (mg/l)	처리효율 (%)	유입수 (mg/l)	유출수 (mg/l)	처리효율 (%)
0	490	154	68.5	65.2	188	96	48.9	190	110	42.0
1	-	132	73.1	70.7	-	90	52.2	-	73	61.6
2	-	120	75.5	73.5	-	88	53.2	-	56	70.5
3	-	114	76.7	74.3	-	88	53.2	-	39	79.5
4	-	112	77.1	75.0	-	84	55.3	-	25	86.8

*r = R/I = ratio of Recirculation flow to Incoming waste flow (순환수량 ÷ 유입수량)

- 流入水量: 3.1 m³/m²·日
- BOD負荷: 1.52 kg/m³·日
- 稀釋倍數: 5 배

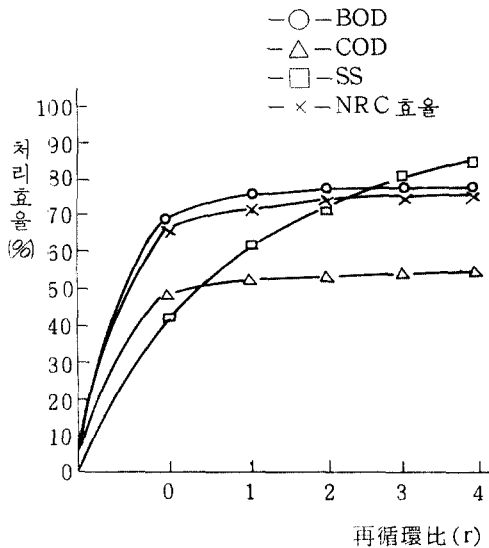


Fig. 6. 再循環에 따른 處理效率

여기서 BOD, COD의 增加幅은 거의 비슷하였고, SS는 계속 處理效率가 增加하였는데 이는 沈澱과 濾材의 吸着作用으로 說明될 수 있다.

3. 水量負荷에 따른 處理效率

水量負荷率(m³/m²·日)은 單位 面積當 流入水量을 말하며, 여기서는 稀釋倍數를 5倍로 一定하게 하고 水量負荷만 變化시켜서 實驗하였다.

水量負荷에 따른 處理效率 實驗結果, BOD, COD 및 SS에 對한 處理效率의 減少率이 緩慢하였으며, NRC公式에 依하여 算出된 값보다 本 實驗結果值의 BOD除去率이 2.4~9.1% 높았다. 이는 濾材의 差異(Plastic과 碎石)와, NRC公式에서 濾床 容積當 有機物質 負荷率을 主된 實驗因子로 하였기 때문이라 생각된다 (Table 4, Fig. 7 參照).

Table 4. 水量負荷에 따른 處理效率

水量負荷 (m ³ /m ² ·日)	BOD ₅				COD			SS		
	유입수 (mg/l)	유출수 (mg/l)	처리효율 (%)	NRC 효율 (%)	유입수 (mg/l)	유출수 (mg/l)	처리효율 (%)	유입수 (mg/l)	유출수 (mg/l)	처리효율 (%)
3.1	490	132	73.1	70.7	188	90	52.2	190	73	61.6
4.6	520	148	71.5	65.8	190	92	51.6	194	83	57.2
5.9	560	164	70.7	61.6	200	98	51.0	198	87	56.1
9.2	490	170	65.3	58.6	182	94	48.4	184	88	52.2

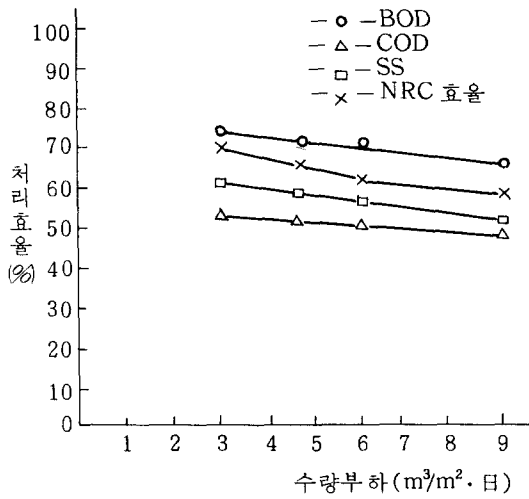


Fig. 7. 水量負荷에 따른 處理效率

撒水濾床의 設計 및 解析에서 溶解性 BOD의 除去效率은 다음 式으로 計算한다^{10,17,19}.

$$\frac{Le}{Li} = e^{-kt} \dots\dots\dots (1)$$

여기서 $\left\{ \begin{array}{l} Le: \text{流出水의 BOD (mg/l)} \\ Li: \text{流入水의 BOD (mg/l)} \\ k: \text{比表面積에 의해서 決定되는 反應率係數} \\ t: \text{체류시간을 나타내는 factor} \end{array} \right.$

$$t = \frac{D}{Q^n} \dots\dots\dots (2)$$

여기서 D : 濾床깊이 (ft)
 Q : 水量負荷 (mgd/acre)
 n : 比表面積과 媒介體의 形態에 따라 決定되는 常數

(1), (2)에서

$$\frac{Le}{Li} = e^{-kD/Q^n} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{or } \frac{Le}{Li} = 10^{-kD/Q^n} \dots\dots\dots (4)$$

여기서 $k = 2.303 K$

$$K = \frac{\log \frac{Li}{Le}}{t} \dots\dots\dots (5)$$

本 實驗結果 水量負荷率과 BOD殘存率을 兩對數 方眼紙에 그리면 直線을 얻을 수 있으며, 이 直線의 기울기로부터 $n = 0.23$ 의 값을 얻을 수 있다 (Fig. 8 參照).

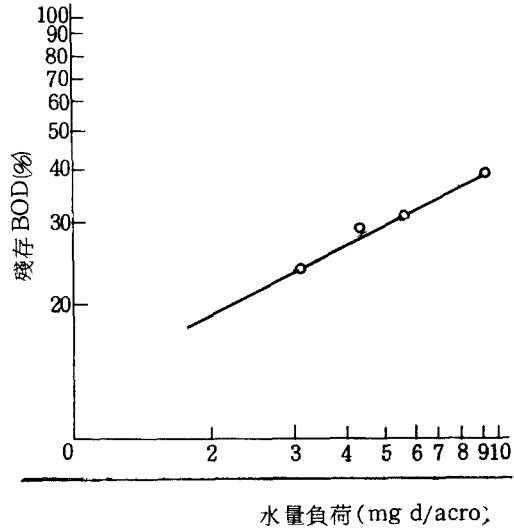


Fig. 8. 水量負荷와 殘存 BOD 관계

以上の 方法에서 求한 t 및 K 值를 가지고 理論的 殘存 BOD와 實驗值를 比較한 것이 Table 5에 揭示되었다.

Table 5. 水量負荷와 殘存 BOD 관계

Q ($m^3/m^2 \cdot \text{日}$)	t	K	EXP. BOD Remaining (%)	Theor. BOD Remaining (%)
3.1	2.49	0.23	26.9	26.7
4.6	2.27	0.24	28.5	28.5
5.9	2.15	0.25	29.3	29.0
9.2	1.94	0.24	34.7	34.2

$D = 1 \text{ m} (= 3.28 \text{ ft})$

Table 6. 有機物質 負荷에 따른 處理效率

稀釋 倍數	BOD 負荷 (kg·BOD ₅ /m ³ ·日)	BOD ₅				COD			SS		
		유입수 (mg/l)	유출수 (mg/l)	제거된BOD (kg/m ³ ·日)	처리효율 (%)	유입수 (mg/l)	유출수 (mg/l)	처리효율 (%)	유입수 (mg/l)	유출수 (mg/l)	처리효율 (%)
10	0.77	248	74	0.54	70.2	98	48	51.1	98	48	51.0
5	1.52	490	132	1.11	73.1	188	90	52.2	190	73	61.6
3	2.88	930	232	2.16	75.1	334	152	54.5	324	106	67.3
2	4.28	1,380	340	3.22	75.4	532	242	54.5	472	157	66.7

·水量負荷: 3.1m³/m²·日

本 實驗裝置를 濾床깊이(D)를 2m로 하고, K=0.24로 取하면 (4)식으로부터 BOD 除去率을 88.2~94.6%까지 處理할 可能性이 있는 것으로 推定할 수 있다.

Howland에 依하면 水温이 撒水濾床의 效率에 미치는 影響은 다음과 같다²⁰⁾.

$$E = E_{20} 1.035^{(T-20)} \dots\dots\dots (6)$$

E = T°C에서의 BOD 除去效率

E₂₀ = 20°C에서의 BOD 除去效率

여기서 濾床의 깊이와, 水量負荷, 温度 補正을 考慮한 BOD 除去效率은 다음 式으로 計算할 수 있다¹⁷⁾.

$$\frac{Le}{Li} = 10^{-bK_{20}D/Q^2} \dots\dots\dots (7)$$

$$b = 1.035^{(T-20)}$$

K₂₀ = 20°C에서 K 값

4. 有機物質 負荷에 따른 處理效率

有機物質 (BOD) 負荷率(kg·BOD₅/m³·日)은 濾床 容積當 流入水의 BOD量을 말하며, 여기서는 一定한 水量負荷에서 稀釋倍數를 달리 하여 濃度만 變化시켜서 實驗하였다.

有機物質 負荷에 따른 處理效率 實驗結果 BOD 負荷率이 높아짐에 따라 處理效率이 점차 높아지는 것을 알 수 있었다. 文獻에 따르면

K.L. Shulze의 實驗結果¹⁷⁾ BOD 負荷率이 約 2~3kg/m³까지 계속 增加하다가 그 이후에는 조금씩 減少한다고 하였으나, 本 實驗에서는 BOD 負荷率 4.28kg/m³까지 계속 增加하였다. 이것으로 보아 本 實驗에서 使用한 濾材가 有機物質 衝擊負荷에 比較的 強한 것을 알 수 있으며, K.L. Shulze의 實驗에 따라서 BOD 負荷가 增加하면서 一定한 限界까지 處理效率이 增加하다가, 그 이후에는 점차 減少하는 것을 豫想할 수 있다.

BOD 負荷率과 BOD 除去率을 Graph 上에 나타내면 거의 同一 直線上에 나타나며, 最小自乘法에 의해 y (BOD 除去率) = 0.749x (BOD 負荷率)을 算出할 수 있다. 實驗結果는 다음과 같다 (Table 6, Fig. 9, 10 參照).

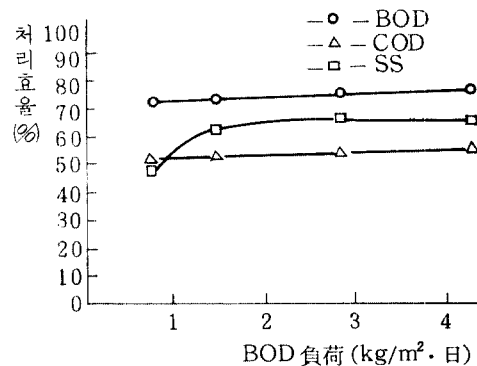


Fig. 9. 有機物質 負荷에 따른 處理效率

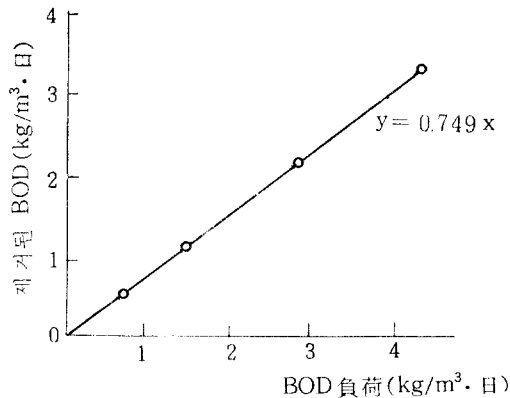


Fig. 10. BOD 負荷와 處理 關係

V. 結 論

撒水濾床法의 小規模處理 實驗裝置에 依한 豚舍廢水의 處理結果는 다음과 같다.

1. 試料인 豚舍廢水의 BOD는 2,450~2,880 ppm, COD(KMnO₄ 酸性法)는 910~1,064 ppm, SS는 920~990 ppm 이었으며, 流入水의 pH는 7.3~7.6, 水温은 17.0~22.5°C 이었다.

2. 再循環에 따른 處理效率 實驗結果, BOD는 再循環比(r)=0에서 65.2%, r=1에서 70.7%를 나타냈으며, 이는 美國의 NRC公式에 比較했을 때보다 處理效率는 높았으나, 效率 增加幅은 적었다. 여기서 再循環은 處理效率에 크게 影響을 미치지 않는다는 것을 알 수 있다.

3. 水量負荷에 따른 處理效率 實驗結果, 水量負荷率 3.1~9.2 m³/m²·日에서 BOD₅ 65.3~73.1%의 處理率을 나타냈으며, 水量負荷 Q에 對한 溶解性 BOD의 流出 對流入比率은 $Le/Li = 10^{-0.24D/Q^{0.23}}$ 의 關係가 있다.

4. 有機物質 負荷에 따른 處理效率 實驗結果, BOD 負荷 0.77~4.28 kg/m³·日에서 BOD₅ 70.2~75.4%의 處理效率를 나타냈으며, 最小自乘法에 依해 $y = 0.749x$ (x: BOD 負荷率, y: BOD 除去率, 相關係數 r = 0.99)의 關係式을 얻을 수 있다.

5. 以上에서 撒水濾床法은 有機物質 衝擊負荷와 水量負荷에 比較的 強한 것을 알 수 있으며, 高濃度의 有機物質을 包含하는 豚舍廢水의 處理에 適切하다고 判斷된다.

參 考 文 獻

1. (株)三和技術團, 污水淨化施設 가이드북, 産業公害研究所, 1984.
2. 畜産振興會, 家畜統計, 畜産振興會 調査部, 1978.
3. 農村振興廳, 畜産公害對策에 關한 研究, 1979.
4. R.W. Peters, and J.E. Alleman, "The History of Fixed Film Wastewater Treatment Systems", *First International Conference On Fixed Film Biological Process*, Vol. 1, Kings Island, Ohio, 1982, pp.60-81.
5. 洞澤 勇, 生物膜法, 思考社, 1982, pp.12~37.
6. E.B. Besselievre, and M. Schwartz, *The Treatment of Industrial Wastes*, 2nd edition, McGraw-Hill, New York, 1976.
7. E.H. Bryan, "Development of Synthetic Media for Biological Treatment of Municipal and Industrial Wastewaters", *First International Conference On Fixed Film Biological Process*, Vol. 1, Kings Island, Ohio, 1982, pp.89-111.
8. F.F. Sampayo, "The Use of Plastic Media Trickle Filters Two Cases Histories", *First International Conference On Fixed Film Biological Process*, Vol. 2, Kings Island, Ohio, pp.708-718.
9. J.W. Mabbott, "Structural Engineering

- of Plastics Media for Wastewater Treatment by Fixed Film Reactors", *First International Conference On Fixed Film Biological Process*, Vol. 3, Kings Island, Ohio, pp. 1731-1795.
10. 金東致, 金秀生, 廢水處理, 產業公害研究所, 1984, pp. 260~281.
 11. WPCF, "Trickling Filters", WPCF Mop 11 pp. 89-104.
 12. (株)宮本製作所, 散水漏床 テスト装置.
 13. 權肅杓, 鄭 勇, H.B.C(懸垂微生物接觸)法에 의한 污水淨化 및 廢水處理效果에 관한 研究, 延世大學校 環境公害研究所, 1984, pp. 3-31.
 14. 環境廳, 環境汚染公定試驗法, 1983.
 15. 朴永圭(編), 물처리(1) 廢水の 生物學的 處理, 嶺南大學校 環境大學院.
 16. 金熙正, 金秀生 共著, 糞尿·下廢水 汚泥의 處理, 產業公害研究所, 1977, pp. 131-138.
 17. K.L. Schulze, "Load and Efficiency of Trickling Filters", *Journal Water Pollution Control Federation* Vol. 32, No. 3, 1960, pp. 245-261.
 18. N.L. Nemerow, *Industrial Water Pollution*, Addison Wesley Publishing Co., 1978, pp. 151-153.
 19. W.W. Eckenfelder, *Industrial Water Pollution Control*, McGraw-Hill Book Co. Inc. 1966, pp. 188-198.
 20. W.J. Benzie, H.O. Larkin, and A.F. Moore, "Effects of Climatic and Loading Factors on Trickling Filters Performance", *JWPCF*, Vol. 35, No. 4, 1963, pp. 445-455.
 21. J. E. Germain, "Economical Treatment of Domestic Waste by Plastic Medium Trickling Filters", *JWPCF* Vol. 38, No. 2, 1966, pp. 192-203.