

# 變形된 活性汚泥法과 톱밥土壤濾過法을 利用한 畜産廢水 處理에 關한 研究

전병수 · 광정훈 · 탁태영

축산기술연구소

## Study on the Livestock Waste Water Treatment by the Modified Activated-Sludge Process and Sawdust-Soil Filter Method

Jeon Byoung-Soo, Kwag Chung-Hoon and Thak Tae-Young

National Livestock Research Institute, RDA

### Summary

In order to investigate the purification effects of livestock waste water, Modified Activated-Sludge Process(MASP) containing marine silica and volcanic ash-rock as the contact media and Sawdust-Soil Filter Method were used.

The results obtained are as follows:

1. MASP which treated two metric tons' livestock waste water a day decreased BOD by 97.5% from 4,400.0mg/l to 108.8mg/l and SS by 98.0% from 5,335.0mg/l to 111.0mg/l.
2. MASP decreased BOD by 93.9% from 2,549.1mg/l to 156.6mg/l and SS by 96.3% from 3,521.9mg/l to 132.0mg/l when ten metric tons' livestock waste water was treated a day.
3. BOD and SS were decreased by 83.4% from 45.1mg/l to 7.5mg/l and by 83.4% from 47.5mg/l to 7.9mg/l when the supernatant layer treated by MASP was purified by Sawdust-Soil Filter Method

(Key words : Modified Activated-Sludge Process, Sawdust-Soil Filter Method, BOD, SS)

### 緒 論

環境 汚染源으로 많은 比重을 차지하는 家畜의 糞尿 및 기타 有機性 汚水を 處理하는 方法으로서 嫌氣性 細菌에 의한 消化 處理 方法이 많이 使用된 바 있으나 이 방법은 可變要因이 많기 때문에 反應의 最適 狀態를 유지하기가 어렵고 處理期間이 7~12日이나 所要되므로 처리 효율이 저조하여 未處理 狀態로 放流하는 경우가 頻煩하여 環境을 汚染시키는 結果를 招來하는 境遇가 있고, 標準 活性슬러지법이 있으나

이는 好氣性 細菌 및 嫌氣性 細菌을 使用하는 酵素 分解 反應으로 嫌氣性 方法보다 處理 效率이 다소 良好하여 널리 使用되고 있지만 이 方法 역시 時日이 오래 걸리고 隨時로 種菌을 주입하여 補充해 주어야 하는 등의 短點이 있다.

또한 축산폐수 처리를 위해 균체를 투입하는 방법<sup>1,2,3)</sup> 및 septic tank와 토양트렌치를 연계한 처리 방법<sup>4)</sup> 등도 보고되고 있으나 널리 보급되고 있지는 않은 실정이다. 따라서 종래의 이러한 問題點을 解決하기 위해 Modified Activated-Sludge Process(MASP)를 利用하는 方法이 開發

되어 日本에서는 1986년도부터 生活하수와 食品加工 廢水 처리 方法으로서 導入된 후 最近에는 家畜尿處理 方法에 適用하고 있으며 우리 나라에서도 一部 養豚 農가에 導入이 되고 있다.

MASP는 海洋性 矽石과 火山재 鑛石을 利用하는 方法으로 矽石은  $SiO_2$ 를 65%이상 含有한 것으로서 化學적으로 전자의 출입이 자유롭기 때문에 이온 交換 能力이 있어 好氣性 微生物 증식에 필요한 環境을 만들어 준다는 점과 1g당  $250m^2$ 의 표면적을 갖고 있는 多空質의 火山재 鑛石은 菌이 增殖할 수 있는 場所와 오니원 뿐만 아니라 廢水중에서도 菌이 棲息할 條件을 마련해 줄 수 있다는 점을 活用하여 開發된 家畜尿를 淨化시킬 수 있는 方法으로서 生鮮加工시 發生하는 찌꺼기를 微生物 處理를 위한 오니원 으로 使用토록 되어 있다.

한편 톱밥土壤濾過法<sup>3)</sup>은 톱밥과 土壤 및 植物體 등 生態系를 利用한 畜產廢水 處理方法으로 中小規模 養畜農家에서 利用하고 있는 方法이다.

따라서 MASP를 利用하여 1일 處理 容量별로 1차 處理하고 1차 處理水를 다시 톱밥土壤濾過床에서 2차 處理하였을 때 淨化 效果를 檢討하고자 본 試驗을 實施 하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 試驗期間

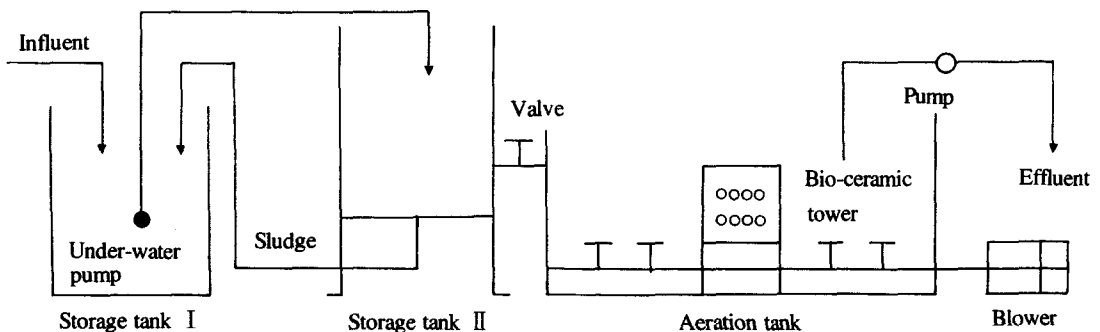


Fig. 1. Flow chart of Modified Activated-Sludge Proces with two metric tons' treatment a day

1993年 11月 10日 부터 1994年 9月 23日까지 약 10個月間 겨울철과 봄철을 中心으로 淨化 效果를 調查하였다.

### 2. 供試材料

본 試驗에 公시한 廢水는 축산기술연구소 豚舍에서 排出되는 廢水를 供試하였으며 汚泥는 京畿道 성남시 소재 "삼호어목"에서 生産된 生鮮汚泥를 利用하였다.

### 3. 實驗 裝置의 操作

#### 가. 變形된 活性汚泥法에 의한 소량 淨化 效果 試驗

$5m^3$ 의 FRP탱크를 利用하여 Bio-ceramic탑과 曝氣施設을 한 후 生鮮汚泥와 廢水를 각각  $2m^3$ 를 넣은 다음 17시간 曝氣를 시켰으며, 폭기 후 4時間동안 沈澱시킨 다음 上層液  $2m^3$ 를 放流시킨 후 다시 汚水를 曝氣槽에  $2m^3$  넣어 反復하여 實施하였다. 이때 FRP로 만들어진  $5m^3$  容量의 貯藏槽, 曝氣槽, 水中펌프 및 揚水機로 구성되며 모두 地上에 設置하였고, 貯藏槽는 廢水를 넣어 24시간 放置後 浮遊物質의 沈澱을 目的으로 設置하였고 曝氣槽보다 위에 設置하여 水中 펌프를 利用하지 않고 直接 밸브를 통하여 曝氣槽에 流入이 될 수 있도록 설치하였다(Fig. 1).

이때 Bio-ceramic탑은 원통형으로 스테인레스의 망체로 이루어져曝氣裝置의 상부에 세워질 수 있도록 세개의 支持대를 設置하였다. 規格은 直徑 39cm, 높이 96cm의 원통형에 1g당 250m<sup>2</sup>의 表面積을 갖고 있는 化산재 鑛石을 1/2 채운 후 그 위에 SiO<sub>3</sub>가 65 %이상 含有한 矽石을 채웠다.

나. 變形된 活性汚泥法에 의한 대량 淨化 效果 試驗

畜産技術研究所에 設置된 畜産廢水 處理 施設중 曝氣施設이 裝置된 30m<sup>3</sup> 流量槽를 曝氣槽로 利用하였는 바 Fig. 2에서와 같이 曝氣裝置 상단에 Bio-ceramic 탑을 固定시킨 후에 生鮮汚泥 및 3단貯藏槽(63m<sup>3</sup>)를 거쳐 流入된 原廢水를 각각 10m<sup>3</sup>를 넣은 다음 17時間 曝氣시킨 후 4時間 동안 침전시켰다. 沈澱후에 上層液은 揚水機를 利用하여 10m<sup>3</sup>를 放流시킨 후 다시 原廢水를 流量槽에 10m<sup>3</sup>를 넣어 反復하여 實施하였다.

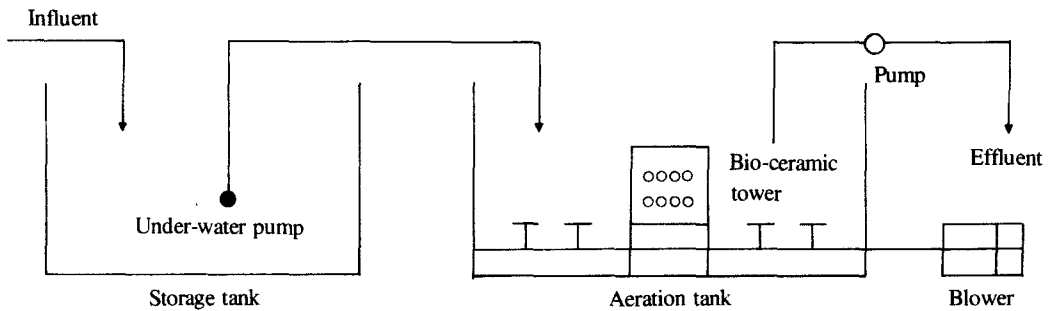


Fig. 2. Flow chart of Modified Activated-Sludge Process with ten metric tons' treatment a day

다. 톱밥土壤濾過床에서의 淨化 效果 試驗

Modified Activated-Sludge Process에서 1차 처리된 처리수 100ℓ를 1일 간격으로 톱밥土壤濾過床에 넣어 段階別로 處理하였으며, 톱밥土壤濾過床은 톱밥여과상 1개와 토양여과상 3개로 구성되었고, 그 크기가 각각 가로 50cm×세로 100cm×높이 80cm이며 才質은 側面과 뒷면은 스테인레스 강철판이며 앞면은 유리로 만들어 內部를 볼 수 있도록 하였다. 모든 濾過床은 밑에서 20cm까지는 지름 2~3cm의 자갈을 깔고 그 위에 두께가 5mm로 물빠짐이 좋은 폴리에틸렌 매트를 깔 다음 톱밥濾過床에는 톱밥을 40cm 充鑛하였고, 土壤濾過床에는 물 빠짐이 좋은 사양토를 50cm 充鑛하고 톱페스큐를 심었다. 각 濾過床의 밑에는 구멍을 뚫어 處理水가 集水槽에 떨어질 수 있도록 하였고, 集수조에는 수중 펌프를 설치하여 集수조의 處理水가 다음 단계로 移動할 수 있도록 하였다(Fig. 3)

土壤濾過床 뒷면에는 수중펌프와 연결된 H자 모양의 PVC관에 가는 구멍을 뚫어 처리수가 고르게 살포되도록 하였으며, 톱밥濾過床에는 H자 모양의 PVC관의 끝부분을 모두 開封하여 流入水가 고르게 撒布되도록 하였다.

4. 試料採取

試料는 變形된 活性汚泥法에서는 原廢水(유입수), 曝氣 17시간후, 沈澱 4時間 후 上層液(유출수)으로 區分하였고 톱밥土壤濾過法에서는 濾過段階別로 500ml씩 폴리에틸렌 병을 利用하여 採取하였다.

5. 分析 方法

가. 생물 화학적 산소요구량(BOD)

3개의 300 ml BOD병에 試料를 適當量 넣어

稀釋水로 채운 후 한 병은 즉시 용존산소(DO)를 測定하고 두 병은 20℃의 培養機 내에서 5일

간 培養한 후 溶存酸素를 測定하고 그 差異를 計算하여 測定하였다<sup>7)</sup>.

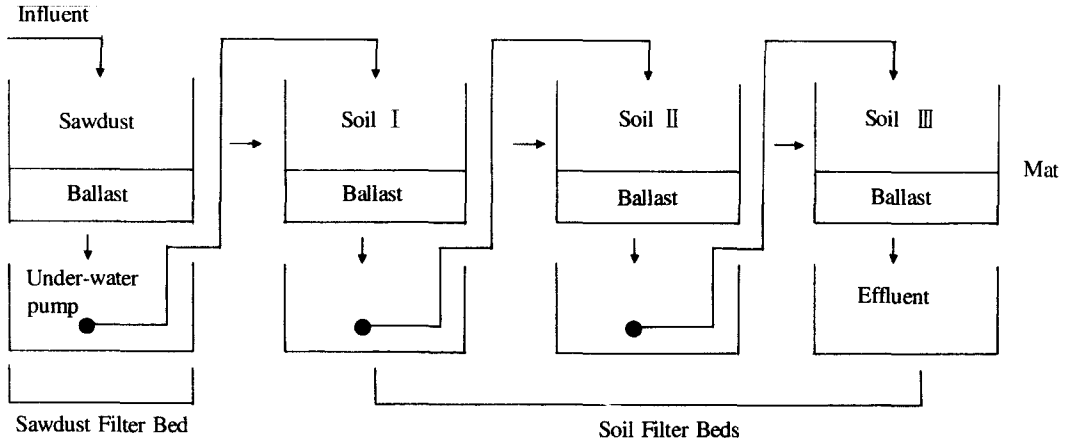


Fig. 3. Flow chart of the Sawdust-Soil Filter Beds

#### 나. 화학적 산소요구량(COD)

##### (1) 중크롬산칼륨법(COD<sub>Cr</sub>)

300 ml의 삼각 플라스크에 시료 및 일정량의 중크롬산칼륨과 황산을 가하여 환류시키면서 2시간 끓여 시료를 산화시킨 다음 남은 중크롬산칼륨을 황산제일철암모늄용액으로 적정하여 피산화물과 반응한 중크롬산칼륨의 양을 구하여 산소소비량을 측정하였다.<sup>4)</sup>

##### (2) 과망간산칼륨법(CODMn)

酸性으로 調整한 試料에 일정량의 과망간산칼륨을 가하여 100℃에서 30분간 가열反應시켜 試料를 酸化시킨 후 일정 과량의 수산화나트륨을 가하여 還元 脫色시킨 다음 과망간산칼륨으로 逆適定하여 酸素量을 測定하였다.<sup>7)</sup>

#### 다. 부유물질(SS) 및 pH

浮遊物質은 유리섬유지(GF/C)를 利用하여 試料를 濾過시킨 후 110℃에서 2時間 동안 乾燥시켜 건조 前後의 무게를 測定하였으며, pH는 pH 測定機를 利用하여 測定하였다.<sup>7)</sup>

### 結果 및 考察

#### 1. 畜産廢水 淨化 效果

##### 가. 變形된 活性汚泥法에 의한 소량 淨化 效果 試驗

供試한 廢水는 畜産技術研究所 豚舍에서 排出되는 뇨와 豚舍 세척수로서 생물화학적 산소 요구량(BOD)은 4,400.0 mg/l, 浮遊物質(SS) 5,335.0 mg/l, 화학적 산소요구량(COD) 9,680.0 mg/l, pH 7.00인 廢水를 1 일 2m<sup>3</sup> 씩 處理하여 약 15일 間隔으로 調査한 結果 BOD는 108.8mg/l, COD는 582.7mg/l, SS는 111.0mg/l, pH는 7.25로 BOD, COD, SS의 除去率은 각각 97.5, 94.0 및 98.0%가 除去되었다(Table 1).

##### 나. 變形된 活性汚泥法에 의한 대량 淨化效果 試驗

供試한 廢水는 畜産技術研究所 豚舍에서 排出되는 뇨와 豚舍 세척수로서 生物化學的 酸素要求量(BOD)은 2,549.1 mg/l, 浮遊物質(SS)은 3,521.7 mg/l, 化學的 酸素要求量(COD)은 5,845.7, pH 7.62인 廢水를 1 일 10m<sup>3</sup> 씩 處理하여 약 15일 間隔으로 調査한 結果 BOD 함량은 156.6mg/l, COD는 728.0mg/l, SS는 132.0mg/l, pH는 7.82

로 BOD, COD, SS의 除去率은 각각 93.9, 87.6 및 96.3%가 除去되었다(Table 1).

이러한 結果는 特殊菌體 + 酵素를 畜産廢水에 넣어 처리하였을 때 最終 BOD 除去率은 73.3%, SS는 86.1%, COD는 12% 除去하였다는 報告<sup>3)</sup>보다 높은 淨化效果를 보였는 바 이는 本 實

驗에서는 SiO<sub>2</sub>가 65% 이상 含有하는 珪石과 다공질의 火山재 광석이 好氣性 微生物에게 좋은 環境을 提供해 줌으로써 原廢水의 淨化效果를 높일 수 있었던 것으로 보이며 이에 대한 명확한 機轉을 밝히기 위한 研究가 더 遂行되어야 할 것으로 思料된다.

Table 1. Effects of Modified Activated-Sludge Process on purification of livestock waste water\*

Item	BOD (mg/l)		COD** (mg/l)		SS (mg/l)		pH	
	2m <sup>3</sup>	10m <sup>3</sup>	2m <sup>3</sup>	10m <sup>3</sup>	2m <sup>3</sup>	10m <sup>3</sup>	2m <sup>3</sup>	10m <sup>3</sup>
Influent	4,400.0 ± 571.6	2,549.1 ± 464.7	9,680.0 ± 571.6	5,845.7 ± 780.0	5,335.0 ± 385.4	3,521.7 ± 1,297.7	7.00 ± 0.26	7.62 ± 0.25
Shortly after 17-hrs acration	1,961.3 ± 799.7	822.6 ± 225.0	8,340.0 ± 816.7	7,142.9 ± 1,355.6	8,000.0 ± 2,066.9	5,639.6 ± 2,066.9	7.43 ± 0.13	7.88 ± 0.20
Effluent	108.8 ± 17.7	156.6 ± 36.5	582.7 ± 20.5	728.0 ± 90.6	111.0 ± 39.1	132.0 ± 39.1	7.25 ± 0.22	7.82 ± 0.19

\* Values are Means and SE.

\*\* COD<sub>Cr</sub>

다. 톱밥土壤濾過床에서의 淨化效果 試驗

톱밥土壤濾過床에서의 淨化效果는 BOD 83.4%, COD 74.3%, SS 83.4%가 除去되는 效果가 있었으며 放流水의 絶對濃度는 卓 등<sup>3)</sup>이 報告한 방류수 BOD 13.3mg/l 및 SS 10.3mg/l보다 각각 43.6% 및 23.3% 淨化效率이 더 좋았다(Table 2).

이러한 結果는 高濃度의 原廢水가 변형된 활성오니법으로 1차 處理되어 BOD부하량이 낮은 상태에서 톱밥토양여과상에 유입되어 2차 處理가 됨으로써 淨化效果를 높일 수 있었던 것으로 思料되었다.

Table 2. Effects of Sawdust-Soil Filter Method on purification of livestock waste water\*

Item	BOD (mg/l)	COD** (mg/l)	SS (mg/l)	pH
Influent	45.13 ± 5.13	126.42 ± 7.59	47.50 ± 10.50	5.70 ± 0.16
Sawdust	25.00 ± 2.50	61.60 ± 5.82	51.54 ± 17.54	5.83 ± 0.45
Soil I	18.25 ± 4.25	39.30 ± 14.07	32.00 ± 7.00	6.09 ± 0.06
Soil II	13.00 ± 3.00	35.90 ± 15.04	22.00 ± 1.00	6.30 ± 0.12
Soil III (Effluent)	7.50 ± 1.50	32.50 ± 12.61	7.90 ± 6.10	6.65 ± 0.06

\* Values are Means and SE.

\*\* COD<sub>Mn</sub>

摘 要

본 試驗에서는 生鮮加工시 發生되는 찌꺼기

를 汚泥源으로 添加하고 海洋性 珪石 및 火山재 鑛石을 接觸濾材로 한 變形된 活性汚泥法을 使用하여 豚舍로부터 유출되는 原廢水を 1993년

11월부터 1994년 6월까지 약 7개월간 1차 處理하였고, 톱밥土壤濾過床에서는 1994년 8월부터 9월까지 6주 간격으로 2차 處理하여 그 效果를 試驗하였던 바 다음과 같았다.

1. 變形된 活性汚泥法에 의한 施設로서는 집수조, 固液分離槽, 저류조 및 曝氣槽로 區分하여 農家별로 處理량에 맞추어 施設을 設置할 수 있을 것으로 判斷되었으며,

2. 1일 2m<sup>3</sup> 處理시 BOD含量은 4,400mg/l인 것이 108.8mg/l으로 處理되어 原廢水 대비 97.5% 除去되었고, SS는 5,335mg/l인 것을 111mg/l으로 96.3%가 除去되었다.

3. 1일 10m<sup>3</sup> 處理시 BOD含量은 2,549mg/l인 것이 156.6mg/l으로 處理되어 原廢水 대비 93.9% 除去되었고, SS는 3,521mg/l인 것이 132mg/l으로 96.3%가 除去 되었으며 精化 效果는 대량 처리시보다 소량처리시 더 좋았다.

4. 톱밥토양여과법에 의한 2차 처리 效果는 最終 處理水의 BOD含量은 45.13mg/l인 것이 7.5mg/l으로 SS는 47.5mg/l인 것이 7.9mg/l으로 각각 83.4% 除去되는 效果를 얻었다.

5. 이상의 結果를 綜合해 볼 때 申告對象 農家와 許可對象으로 編入된 養畜農家에서는 變形된 活性汚泥 裝置를 추가로 設置하여 1차 處理하고 1일 2m<sup>3</sup>처리 용량(가로 200cm×세로 500cm×높이 100cm)의 톱밥토양여과시설<sup>3)</sup>을 이용하여 2차 處理를 할 경우 방류수 水質이 더 좋아질 것으로 思料되었다.

(핵심어 : 변형된 활성오니법, 톱밥토양여과법, BOD, SS)

## 引用文獻

1. 押田敏雄, 森本裕子, 光崎研一, 福安嗣昭, 川鍋祐夫, 小西信一郎, 松本 聰. 1993. 畜舍排水의 一次處理における 各種水處理劑의 效果. 日畜會報. 64(8):833-840.
2. 押田敏雄, 泉川康弘, 福安嗣昭, 川鍋祐夫, 小西信一郎, 松本 聰. 1992. 家畜尿汚水의 土壤處理のための 各種菌體의 一次處理效果. 畜産の研究. 46(1):59-64.
3. 押田敏雄, 森本裕子, 光崎研一, 福安嗣昭, 川鍋祐夫, 小西信一郎, 松本 聰. 1992. 家畜尿汚水における 菌體의 投入量と 投入間隔. 畜産の研究. 46(4):487-491.
4. 金南天. 1989. 環境工學 實驗. 234-239. 동화기술. 서울.
5. 탁태영, 곽정훈, 전병수. 1993. 톱밥토양여과법에 의한 축산폐수 精化效果 연구. 농업과학논문집. 35(1):607-613.
6. 홍정선, 이창기, 서운수, 임연택, 윤조희, 서정범, 서준수, 이재만, 이영준, 김복희, 유이철, 원종철, 이규호. 1990. 소규모 축산폐수 처리 시스템 개발에 관한 연구 - 양돈폐수를 중심으로 -. 국립환경연구원보 (12):115.
7. 環境處. 1991. 水質汚染公定試驗方法.