消化槽의 水理學的 滯留時間이 糞尿와 淨化槽슬러지 混合物의 嫌氣性消化에 미치는 影響

Effects of Hydraulic Retention Time on Anaerobic Digestion of the Mixture of Nightsoil and Septic Tank Sludge

李 光 浩*
Lee, Kwang Ho
梁 相 鉉**
Yang, Sang Hyun

Abstract

An experimental research was performed employing the two stage anaerobic digestion of the mixture of the nightsoil and septic tank sludge to determine the effects of various hydraulic retention time of the digestion on chemical characteristics and treatment effeciency, thus determining the proper retention time. Results of the research are as follows,

1. Volatile-acid decreased as HRT increased.
2. Alklinity and ammonia-N tended to increase as HRT increased as did pH values, however, were observed to be constant at higher HRT values than 15 days.
3. The removal efficiencies of TBOD, TCOD and VS increased as HRT increased.
4. The removal efficiency of volatile solid decreased as VS loading increased.
5. It was observed that the rates of gas production were: 0.33 with HRT of 5 days, 0.58 with HRT of 15 days and 0.57m^3/kg VS fed/day with HRT of 25 days respectively. It is believed that the highest rate of gas production was at HRT of 15 days.
6. The sludge settling experiment showed that the minimum settling time required to ensure the desired underflow concentraton was estimated to be 8.6 days.

要 旨

本 硏究에서는 糞尿와 淨化槽슬러지 混合液을 2段 嫌氣性 消化方式으로 處理할 때 第1消化槽(反應槽)에서의 水理學的 滯留時間(5日, 15日, 25日)이 反應槽내에서의 化學的 特性과 處理度에 미치는 影響, 그리고 第2消化槽(沈澱槽)에서의 適定 滯留時間을 檢討하였으며 그 結果는 다음과 같다.

1) 揮發性 酸(volatile-Acid)은 HRT의 增加에 따라 減少現象을 나타냈다.

*正會員·忠北大學校 工科大學 土木工學科 助敎授
**正會員·全北大學校 工科大學 土木工學科 敎授

2) HRT가 增加함에 따라 알카리도와, Ammonia-N은 增加하였으며 pH는 짧은 滯留時間에서는 增加趨勢를 보였으나 15日 以上의 HRT에서는 거의 一定하였다.

3) TBOD, TCOD, TS, VS의 除去率은 HRT의 增加에 따라서 增加하였다.

4) 揮發性固形物(VS)의 除去率은 負荷量이 增加됨에 따라 減少現象을 나타냈다.

5) 주입된 VS 單位무게當 gas 生產量은 HRT 5日에서 0.33 m^3/kg VS fed/day, HRT 15日에서 0.58 m^3/kg VS fed/day, HRT 25日에서 0.57 m^3/kg VS fed/day로 HRT 15日 부근에서 가장 높았다.

6) 슬러지固形物의 沈澱이 完了되는데 要求되는 時間(tu)은 8.6日이었으며 肉眼으로 觀察된 固形物과 上澄水의 境界面이 最終段階에 이르는 時間은 約 10日이었다.

Ⅰ. 序 論

人口의 增加와 化學肥料 使用量의 增加로 인해 處理對象 糞尿의 量은 날로 增加狀態에 있으며 이로 인해 邑, 面單位에 이르기 까지 小規模 糞尿處理場이 建設되고 있는 實情이다.

現存 우리나라 糞尿處理場의 處理方法은 대개 嫌氣性 消化方式과 好氣性 消化方式을 採擇하고 있으나 이에 대한 많은 基礎硏究는 遂行되지 못하고 있는 實情이다.

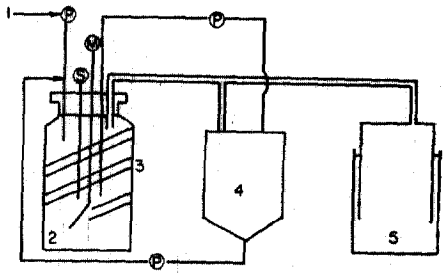
本 硏究는 生糞尿와 淨化槽슬러지의 混合處理에 관한 旣 硏究結果[1,2]를 土臺로 旣存 處理場에서 採擇하고 있는 2段 嫌氣性 消化方式을 對象으로 第1 消化槽(反應槽)에서의 水理學的 滯留時間(Hydraulic Retention Time)의 變動에 따른 化學的 特性과 處理效率을 檢討 하였으며 아울러 沈澱槽 役割을 하고 있는 第2 消化槽에서의 滯留時間과 沈澱效率과를 檢討하여 最適 滯留時間을 決定하는데 그 目的을 두었다.

消化槽에서의 滯留時間은 3個의 處理시스템을 利用하여 5日, 15日, 25日로 同一 期間동안 運營하였으며 第2 消化槽(沈澱槽)에서의 適定 滯留時間決定을 위한 實驗은 第1 消化槽에서 15日 동안 消化된 슬러지를 對象으로 하여 25個의 沈澱管을 利用, 滯留時間에 따른 沈澱度 實驗을 遂行하였다.

Ⅱ. 實驗方法

1. 實驗裝置

本 硏究에서 使用한 實驗裝置는 그림 1에 圖解된 바 現在 消化式 糞尿處理場에서와 같이 2段方式으로 1個의 消化反應槽와 1個의 沈澱槽 및 生成된 가스를 捕集하기 위한 가스捕集器를 두었다.



1. Feeding pump
2. 제1소 화조(반응조)
3. Tape Heater
4. 제2소 화조(침전조)
5. gas Holder
Ⓢ. 온도 sensor
Ⓜ. Mixing Motor

그림 1. 實驗裝置圖

消化槽의 有效容積은 約 10 l, 沈澱槽는 下部를 원추형으로 하여 有效容積을 約 12 l, 가스捕集器는 有效容量 約 10 l로 하였다. 消化槽는 모터를 利用한 機械式完全混合方式으로 하였고 加溫方式은 Tape heater를 使用하였으며 溫度 Sensor를 利用하여 槽內溫度를 35±1°C로 유지시켰다. 附加되는 裝置로는 消化槽內 攪拌用 모터와 試料注入 및 處理水 流出을 위한 Pump 2대를 設置하였다.

本 硏究를 위해서는 各 HRT에 따른 3個 Set의 實驗裝置를 使用하였다.

2. 處理對象試料의 性狀

糞尿나 淨化槽슬러지와 같이 有機物濃度가 高

濃度인 경우는 採取對象試料에 따른 性狀의 큰 變動 때문에 매우 어려움이 있으며 특히 淨化槽 슬러지의 경우에는 腐敗程度에 따라 더 큰 폭의 變化를 나타낸다.

따라서 本 硏究에서는 이러한 點을 감안하여 約 2個月間 使用할 糞尿와 淨化槽슬러지를 採取하여 旣 연구결과[1,2]에 의해 適定混合比率로 판단되는 7 : 3으로 均等 混合한 다음 地下冷所에 보관하여 使用하였다.

硏究期間中 處理對象試料의 性狀은 TBOD가 13,200~16,250 mg/l (平均 約 14,200 mg/l), TCOD가 45,450~51,400 mg/l (平均 約 47,700 mg/l)였으며 TS가 28,980~38,080 mg/l (平均 約 32,400 mg/l), VS가 20,040~26,000 mg/l (平均 約 22,000 mg/l)로써 큰 變動幅을 나타내지 않았다.

3. 實驗 및 分析方法

가. 消化反應槽

消化反應槽의 最初運營은 중랑천 下水處理場의 嫌氣性 消化槽內 슬러지를 收去하여 反應槽에다 2/3 程度를 接種用으로 채우고 나머지 1/3은 對象試料로 채워 實驗을 始作하였다.

消化槽內 溫度는 35±1°C로 維持시켰으며 攪拌은 1/20 HP 모터를 使用하여 約 700 rpm 程度로 運營하였다.

試料는 每日 午前 9 : 30~10時 사이에 3個의 消化槽에 HRT가 各各 5日, 15日, 25日이 되도록 2.0l, 0.67l, 0.40l씩 注入하였으며, 試料를 反應槽에 注入하기 전에 먼저 同一容積의 消化液을 反應槽로부터 沈澱槽로 移送하여 半連續式(Semi-Continuous type)으로 運營하였다.

HRT 變化에 따른 消化槽內 化學的 特性 및 有機物除去率을 比較하기 위하여 溫度, pH, Gas 生成量은 每日, TBOD, TCOD, TS, VS는 週2日, 알카리도, Cl^-, NH_4-N, TKN, 휘발성산, 消化가스의 構成成分은 週1回, TSS, VSS는 2週에 1回씩 分析하였으며, 分析方法은 우리나라 공해공정 시험법[3]과 Standard methods[4]에 준하였다.

나. 沈澱槽 滯留時間

一般的으로 2段 嫌氣性消化에서 第2 消化槽는 嫌氣性 分解作用보다는 固液分離를 위한 沈澱槽 役割을 하고 있으며 糞尿處理場의 경우 대개가 15日[5,6,7]의 滯留時間으로 運營되고 있다.

따라서 沈澱槽에서의 滯留時間 15日은 슬러지 沈澱을 위해서는 너무 長時間인 것으로 판단되어 適定 滯留時間을 算定하기 위한 實驗으로서 25個의 100 ml 메스실린더에 消化反應槽에서 15日間 消化된 슬러지를 20 cm 높이로 各各 注入하여 滯留時間 1日에서 25日까지 每日의 沈澱物과 上澄水의 境界線 높이를 調査하고 上澄水의 TBOD와 TCOD를 分析하였다.

Ⅲ. 實驗結果 및 檢討

測定된 資料는 各 消化槽別로 一定한 HRT에 따른 化學的 特性 및 有機物 濃度가 安定된 狀態에 到達된 後의 값들을 算術平均하여 代表値로 使用하였다.

各 消化槽가 安定狀態에 到達된 時間은 HRT 5日인 경우 消化槽 稼動日로부터 43日, HRT 15인 경우에는 36日, HRT 25日인 경우에는 27日로서 HRT가 짧을수록 安定狀態에 到達되는 期間은 길게 나타났다.

이의 이유로는 HRT가 짧을수록 消化槽內의 有機物 負荷가 높아짐에 따라 F/M比가 커지게되어 安定化되는 時間이 길어진 것으로 판단된다.

1. 化學的 特性

가. 揮發性酸(Volatile acid)

揮發性酸은 嫌氣性 消化에서 모든 有機物質의 1段階 分解에 의한 中間 生成物[8,9]로서 水理學的 滯留時間이 減少됨에 따라 單位時間當의 有機物 負荷는 커지므로 揮發性酸의 濃度는 增加된다.

本 硏究에서 消化槽內 揮發性酸의 濃度는 HRT 5日에서 約 3,200 mg/l (2,800~3,550 mg/l), HRT 15日에서 約 1,380 mg/l (1,200~1,650 mg/l), HRT 25日에서 約 1,120 mg/l (950~1,300 mg/l)로 HRT 增加에 따른 揮發性酸의 減少現象이 그림 2에서와 같이 確實하게 나타났다.

나. pH

糞尿 및 淨化槽슬러지 中에는 主要한 陽이온

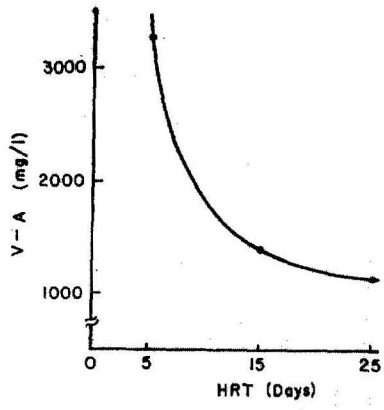


그림 2. HRT 變化에 따른 揮發性酸의 變化

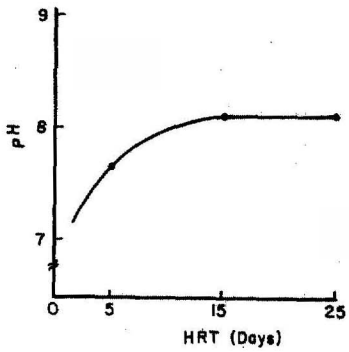


그림 3. HRT 變化가 pH에 미치는 影響

成分인 암모니아性 窒素가 많아 (1)式에서와 같이 CO_2 와의 反應으로 알카리도를 生成시키며 이 알카리도의 陽이온 構成成分이 (2)式에서와 같이 有機酸과의 均衡을 이루어줌으로써 pH의 降下를 막는 緩衝作用을 한다[10,11].

$$NH_4^+ + CO_2 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + H_2O + HCO_3^- \quad (1)$$

$$NH_4^+ + HCO_3^- + H_2O + R-COOH \longrightarrow R\text{-}COO^- + NH_4^+ + 2H_2O + CO_2\uparrow \quad (2)$$

이러한 緩衝作用은 Alkalinity 및 Ammonia-N와 연관성을 갖는다.

實驗結果 流入水의 pH는 7.0~7.35이었으며 消化槽內 pH變化는 HRT 5日에서 7.68 (7.65~7.72), HRT 15日에 8.10 (8.04~8.14), HRT 25日에서 8.12 (8.05~8.18)로 各 消化槽別로는 큰 變化幅을 보이지 않았으나 그림 3에 도시한 바와 같이 HRT가 增加됨에 따라 pH의 增加現象은 뚜렷하였다.

이는 HRT가 增加됨에 따라 生成되는 有機酸과 메탄균의 均衡이 安定化되어 상대적으로 휘발성산의 濃度가 減少된 원인으로 판단된다.

그러나 메탄 形成을 위해 適定한 消化槽內 pH 範圍는 6.8~7.4[12,13]로 糞尿의 嫌氣性 處理時에는 이 適定範圍를 超過하고 있으나 이는 암모니아질소를 많이 포함하고 있는 糞尿의 特性에 起因되고 있다.

糞尿를 對象으로 한 Iida[14]의 實驗結果 pH는 7.7~8.5 이었으며 李[14]의 경우는 HRT 16日, SRT 45日로 處理時 pH 8.23으로 비슷한 범위들을 나타내고 있다.

다. Alkalinity

糞尿의 嫌氣性 消化時 Alkalinity는 糞尿內 多量의 암모니아성 窒素의 含有에 따라 一般下水와는 달리 高濃度를 나타낸다. 즉 그림 4에 주어진 바와 같이 HRT 5日에서 約 14,000 mg/l (13,825~14,157 mg/l), HRT 15日에서 約 14,500 mg/l (14,233~14,659 mg/l), HRT 25日에서 約 14,700 mg/l (14,220~14,963 mg/l)로 HRT 增加에 따라 增加現象을 나타냈다.

이의 이유로는 알카리도를 形成하기 위한 重要한 陽이온 構成成分인 암모니아성질소가 HRT가 증가됨에 따라 증가하기 때문이며 消化槽內의 이러한 高濃度는 Iida[14]의 糞尿對象 嫌氣性實驗에서도 알카리도가 約 15,000 mg/l로 同一한 結果를 나타냈다.

라. Ammonia-N

糞尿와 淨化槽슬러지內의 主要한 陽이온 構成

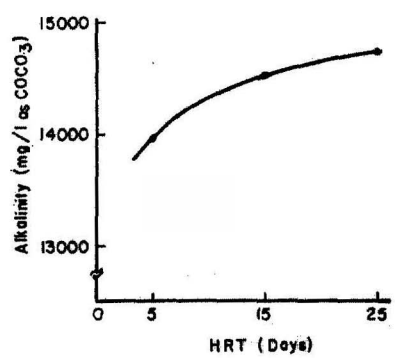


그림 4. HRT 變化에 따른 Alkalinity의 變化

成分으로서 Alkalinity와 가장 깊은 관련성을 갖는다[10].

實驗結果 消化槽內 Ammonia-N의 變化는 HRT 5日에서 約 3,350 mg/l (3,285~3,412 mg/l), HRT 15日에서 約 3,560 mg/l (3,514~3,598 mg/l), HRT 25日에서 約 3,630 mg/l (3,439~3,736 mg/l)로 HRT 增加에 따라 增加하는 現象을 나타냈다(그림 5 참조).

이는 HRT 增加에 따라 F/M 比의 減少로 消化槽內 휘발성산의 濃度가 減少됨에 따른 상대적인 영향으로 판단된다.

2. 有機的 除去効率

가. TBOD

消化槽 流入 BOD는 約 14,200 mg/l (13,291~16,250 mg/l)로 HRT에 따른 消化槽 負荷率은 HRT 5日에서 2.84 kg/m³-day, HRT 15日에서 0.95 kg/m³-day, HRT 25日에서 0.57 kg/m³-day 이었다. 消化槽 流出水의 TBOD 濃度는 HRT 5日에서 約 9,200 mg/l (9,000~9,500 mg/l), HRT 15日에서 約 3,850 mg/l (3,600~4,250 mg/l), HRT 25日에서 約 2,900 mg/l (2,810~3,400 mg/l)로 除去率은 約 32%, 72%, 78%로써 HRT 5日에서의 除去率이 매우 낮은 반면 HRT 15日과 25日에서는 큰 差를 나타내지 않았다.

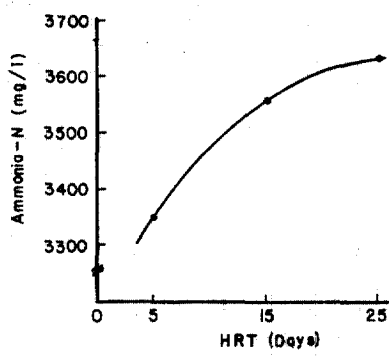


그림 5. HRT 變化에 따른 Ammonia-N의 變化

HRT別 各 消化槽 流出水의 TBOD를 그림 6에 나타냈으며 除去効率을 그림 7에 나타냈다. 그림에서 消化反應槽內 除去率은 HRT 增加에 따른 上昇을 볼 수 있으나 沈澱槽에서의 除去率은 33~39%로 큰 差를 나타내지 않았다.

나. TCOD

消化槽 流入糞尿의 TCOD는 約 47,700 mg/l (45,446~51,388 mg/l)로 HRT 變化에 따른 各 消化槽의 COD 負荷率은 HRT 5日에서 9.54 kg/m³-day, HRT 15日에서 3.19 kg/m³-day, HRT 25日에서 1.91 kg/m³-day 였다.

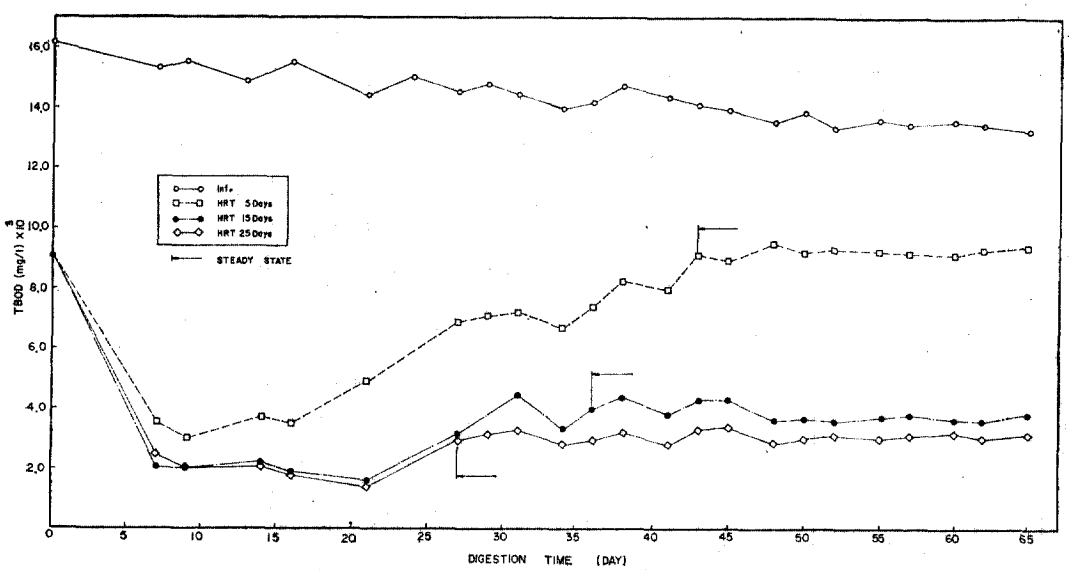


그림 6. HRT 變化에 따른 消化槽 流出水의 TBOD

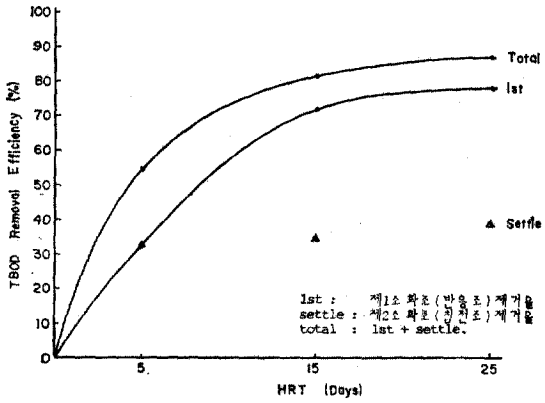


그림 7. HRT 變化에 따른 TBOD 除去效率의 變化

消化槽 流出水의 TCOD 濃度 및 除去率은 HRT 5日에서 約 34,000 mg/l (32,146~36,018 mg/l)로 約 27%, HRT 15日에서 約 25,400 mg/l (23,972~27,012 mg/l)로 約 46%, HRT 25日에서 約 22,000 mg/l (19,737~24,696 mg/l)로 約 54%를 나타내 消化에 의한 TCOD 除去率 역시 HRT 增加에 따라 增加現象을 나타냈으나 TBOD에 비해 全體的으로 낮은 除去率을 보이는 반면 沈澱槽에서 沈澱에 의한 除去率이 HRT에 따라 57%, 73%, 72%를 各各 나타내 TCOD의 除去率은 固形物의 沈澱에 따른 除去率이 消化에서 보다도 높게 나타났다. 이의 結果는 糞尿를 對象으로 한 過去의 實驗結果[1,2,15]와도 同一 하였다.

HRT 變化에 따른 流出水의 濃度變化를 그림 8에, 除去效率曲線을 그림 9에 나타냈다.

다. TS (Total Solids)

消化槽 流入試料의 TS는 約 32,400 mg/l (28,980~38,080 mg/l)였으며 消化槽 流出水의 TS는 HRT 5日에서 約 29,600 mg/l (27,380~32,850 mg/l), HRT 15日에서 約 25,000 mg/l(23,810~26,830mg/l), HRT 25日에서 約 23,000 mg/l (19,460~25,860 mg/l)로 除去效率은 各各 8%, 22%, 28%를 나타내 固形物의 除去率은 HRT 變化에 따른 차이는 있으나 除去率은 매우 낮았으며 沈澱槽에서의 沈澱에 의한 效率은 HRT에 따라 各各 53%, 55%, 54%로써 消化에 따른 除去效率보다 매우 컸으며 HRT 變化에 따른 沈澱槽에서의 除去率은 同一 沈澱時間에서 거의 비슷한 樣相을 나타냈다.

그림 10 및 그림 11에 HRT의 變化에 따른 流出水의 TS 濃度 및 除去效率을 나타냈다.

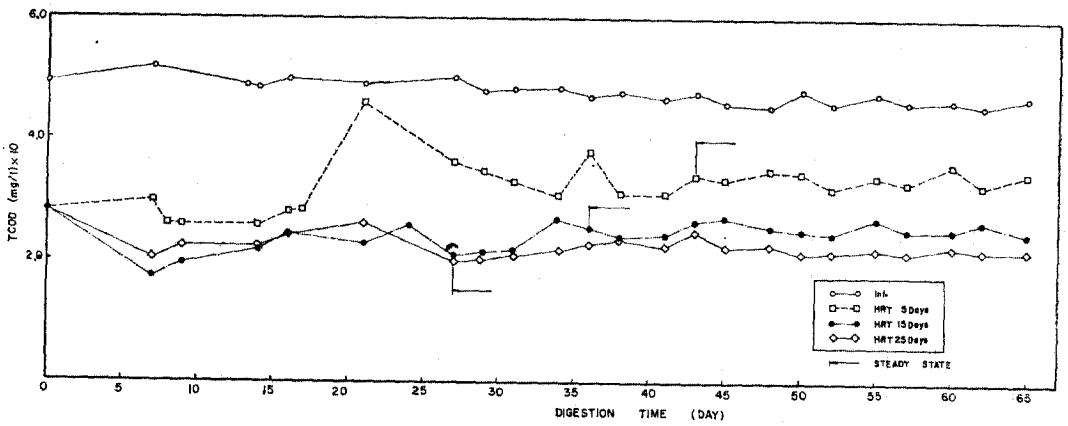


그림 8. HRT 變化에 따른 消化槽 流出水의 TCOD

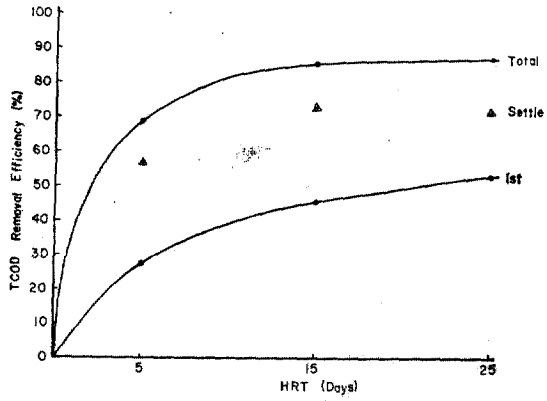


그림 9. HRT 變化에 따른 TCOD 除去效率

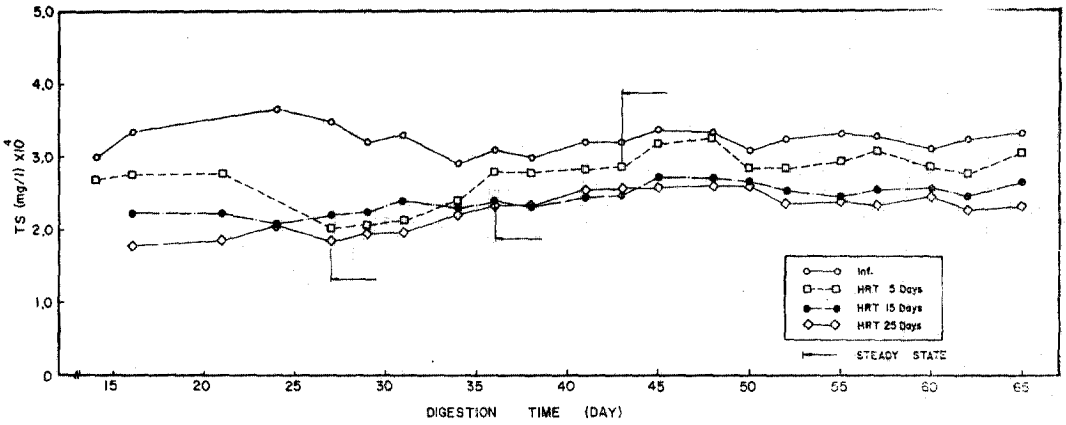


그림 10. HRT 變化에 따른 消化槽 流出水의 TS

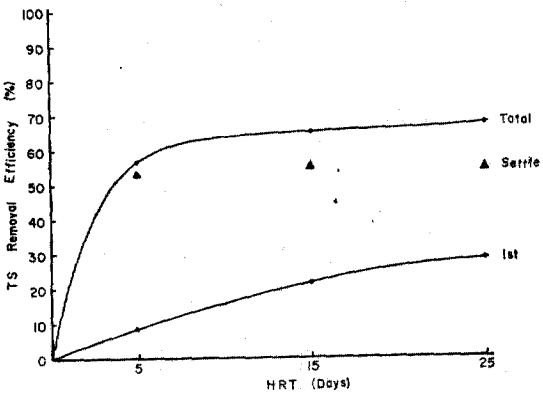


그림 11. HRT 變化에 따른 TS 除去效率

라. VS(Volatile Solids)

消化槽 流入水의 VS는 約 22,000 mg/l(20,040~26,000 mg/l)으로 消化槽內 負荷量은 HRT 5日에서 4.4 kg/m³-day, HRT 15日에서 1.47 kg/m³-day, HRT 25日에서 0.88 kg/m³-day였다.

消化 流出水의 VS濃度 및 除去率은 HRT 5日에서 約 19,100 mg/l(17,230~21,040 mg/l)로 約 12%, HRT 15日에서 約 14,800 mg/l (13,330~15,970 mg/l)로 約 32%, HRT 25日에서 約 12,950 mg/l (10,490~14,950 mg/l)로 約 41%를 나타내 TS 보다는 약간 높은 除去率을 보였

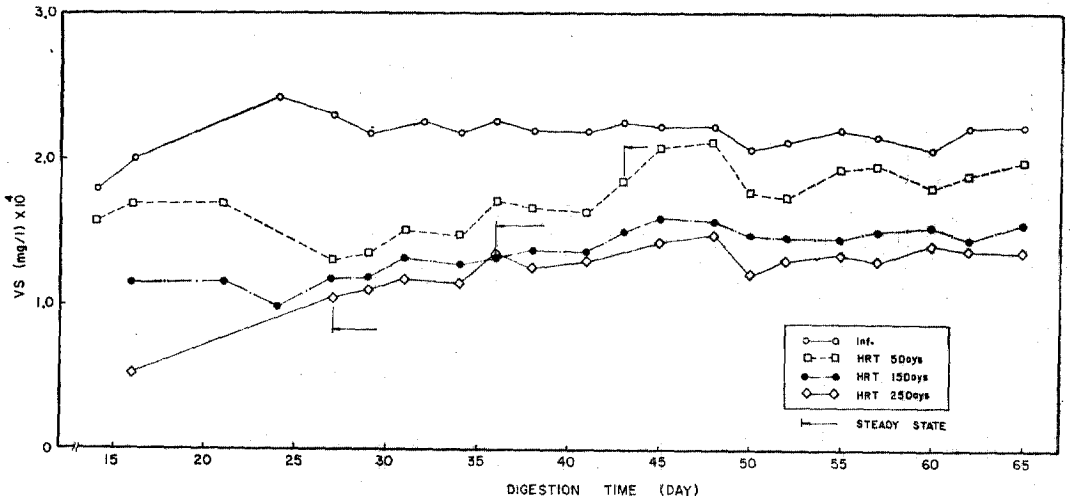


그림 12. HRT 變化에 따른 消化槽 流出水의 VS

으나 沈澱槽에서의 除去率이 各 HRT 別로 約 61%, 68%, 67%를 나타내 TS와 마찬가지로 消化에 의한 除去率 보다는 沈澱에 의한 效果가 더 크게 나타났다.

消化槽에서의 除去效率은 HRT가 增加함에 따라 즉, 消化槽內 VS 負荷率이 減少됨에 따라 除去效率은 增加現象을 나타냈으며 旣存의 硏究結果[4,14,16]와도 일치한 結果를 나타냈다.

그림 12 및 그림 13에 HRT 變化에 따른 消化流出水의 VS 變化와 除去效率曲線을 나타냈으며, 그림 14에 VS 負荷量에 따른 除去效率을 나타냈다.

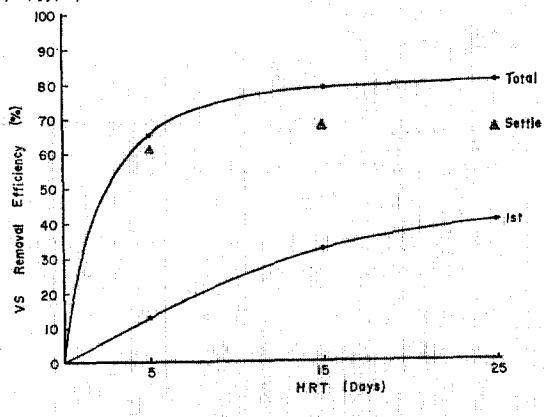


그림 13. HRT 變化에 따른 VS 除去效率

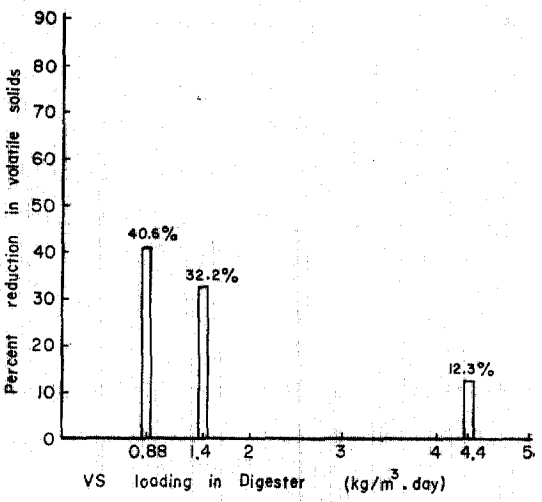


그림 14. VS 負荷量에 따른 除去效率

3. 가스發生量

消化反應에서 生成되는 副產物인 가스의 發生量은 HRT 5日에서 約 14.3 *l*/day (13.5~14.9 *l*/day)로 投入試料量의 約 7倍, HRT 15日에서는 約 8.6 *l*/day (5.6~9.6 *l*/day)로 約 13倍, HRT 25日에서는 約 5.1 *l*/day (4.0~5.5 *l*/day)로 約 13倍의 가스量을 보여 HRT 變化에 따라 짧은 滯留時間에서는 投入量에 대한 排出가스量이 比

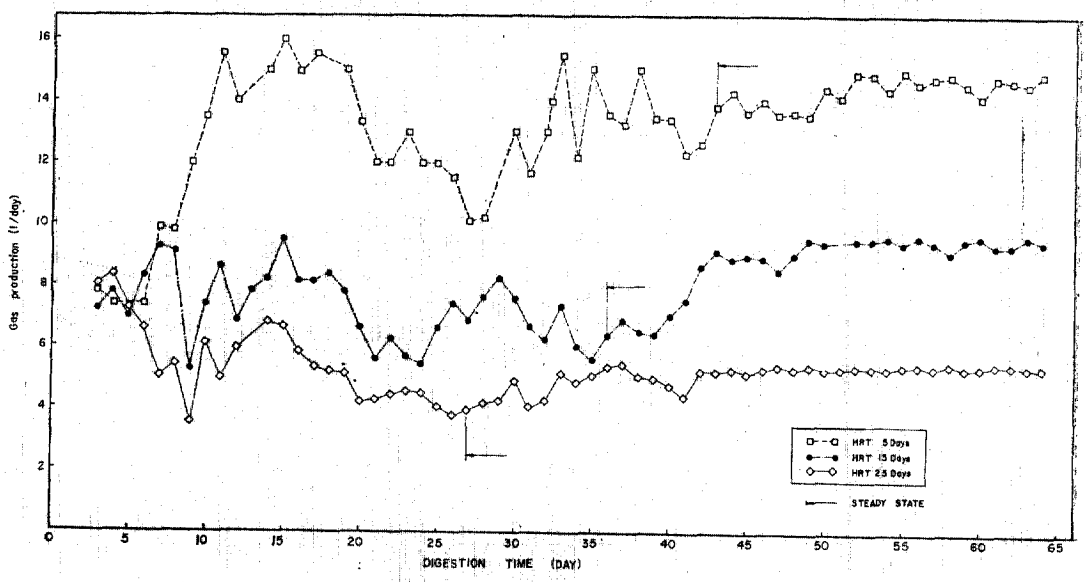


그림 15. 各 HRT에서의 가스發生量

較的 적게 放出되었으나 HRT 15日과 HRT 20日에서는 거의 同一한 比率의 排出量을 나타냈다.

注入된 VS 單位무게當 가스發生量은 HRT 5日에서 0.30 m^3/kg, HRT 15日에서 0.58 m^3/kg, HRT 25日에서 0.57 m^3/kg로써 HRT 15日에서 제일 높은 發生量을 나타냈다.

日本의 硏究資料[6,7,17]에 의하면 2段消化槽로 HRT 30日, 消化溫度 35°C±2度 維持時 發生가스量은 投入糞尿의 8~10倍로 報告되고 있으며 Ohno[18]에 의하면 0.5 m^3/kg 이었다.

우리나라 糞尿에 대한 硏究結果[19]를 보면 HRT 16.6日, SRT 45日, 溫度 35±1°C에서 0.33 m^3/VS kg로써 本 硏究에서 比較的 많은 량의 가스가 發生된 것으로 볼 수 있다.

그림 15에는 各 消化槽別 가스發生量을 나타냈으며, 그림 16에는 HRT 變化에 따른 가스發生量을 나타냈다.

發生가스內의 CH_4 成分은 그림 17에 주어진 바와 같이 HRT 5日에서 約 69.8%, HRT 15日에서 約 71.9%, HRT 25日에서 約 72.1%로써 HRT가 增加될수록 CH_4의 構成 成分比率은 增加 現象을 보였으며 타 硏究結果[19]에서도 동일한 結果를 나타냈다.

이는 HRT가 增加됨에 따라 F/M 比가 減少되어 有機酸菌과 메탄균이 安定化된 均衡狀態에서 메탄균의 活動이 크기 때문이다.

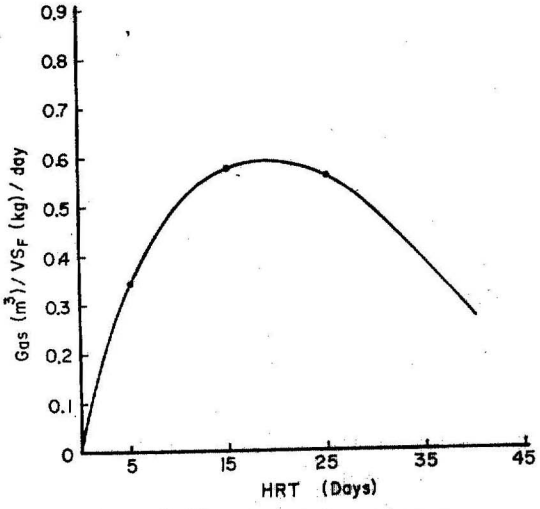


그림 16. HRT 變化에 따른 가스發生量

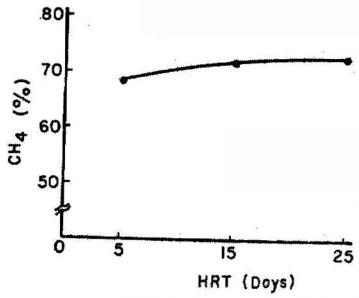


그림 17. HRT 變化에 따른 生成가스內의 CH_4 構成比

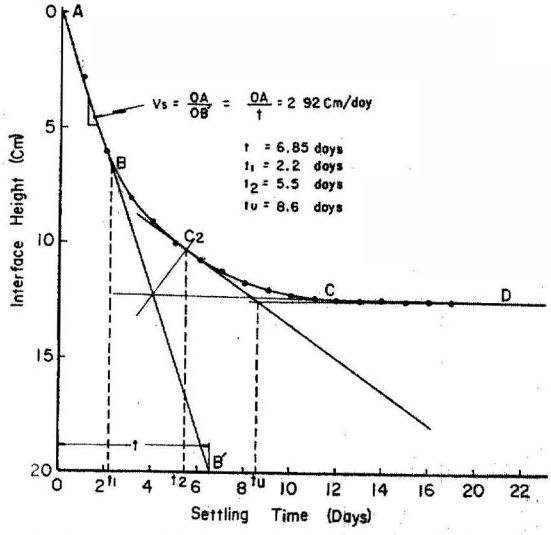


그림 18. 沈澱時間에 따른 固形物과 上澄水의 境界面 높이

4. 適正 沈澱槽 滯留時間

2段嫌氣性消化方式에서 沈澱槽 역할을 하는 第2消化槽의 適定한 滯留時間을 決定하기 위한 本 實驗은 15日동안 消化反應槽(第1消化槽)에서 消化된 슬러지를 25個의 메스시린더에 同時에 注入하여 每日의 同一時間에 沈澱固形物과 上澄水의 境界面 높이를 測定하였으며 그 結果를 整理한 것이 그림 18과 같다.

高濃度의 슬러지沈澱의 경우 沈澱形態는 地域沈澱(zone settling)과 壓密沈澱(compression settling)으로 區分된다[20,21,22].

本 硏究에서 地域沈澱狀態(OB 區間)時 沈澱速度는 2.9 cm/day 였으며 壓密沈澱이 시작되는 時間(C_2 點)은 슬러지注入後 5.5日 後였다.

슬러지固形物의 沈澱이 完了되는데 要求되는

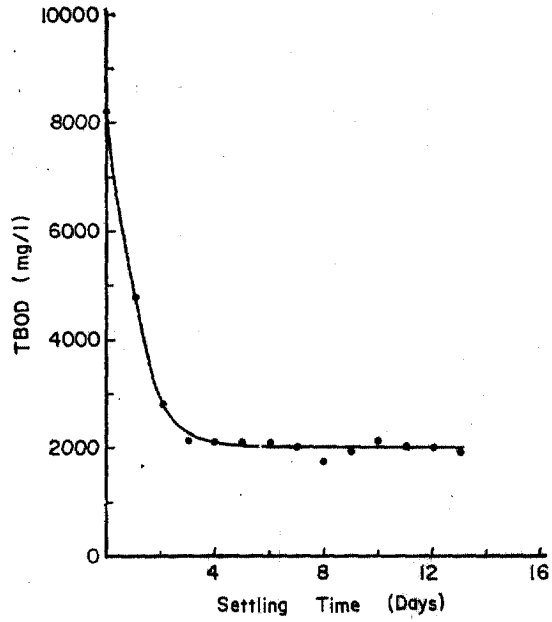


그림 19. 沈澱時間에 따른 上澄水의 TBOD變化

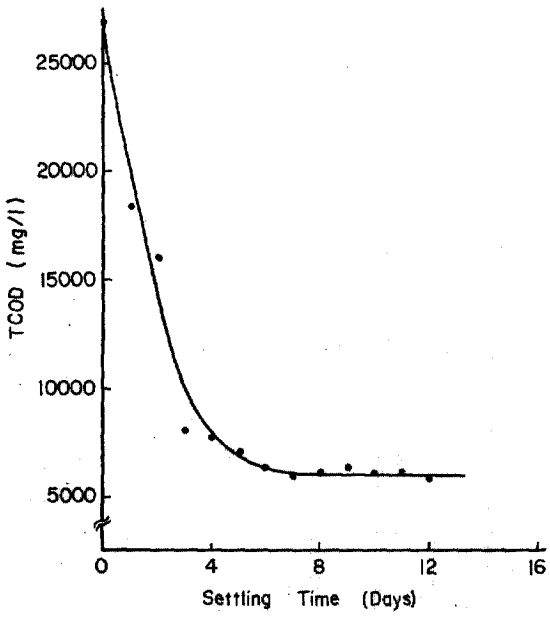


그림 20. 沈澱時間에 따른 上澄水의 TCOD 變化

時間(tu)은 8.6日이었으며 肉眼으로 觀察한 固形物과 上澄水 境界面이 最終段階에 이르는 時間은 約 10日이었다. 따라서 本 硏究에서는 沈澱槽의 適定 滯留時間을 10日로 보아 2段消化方式을 運營하였으며 沈澱槽에서 有機物 除去效率은 모두 滯留時間을 10일로 運營한 結果이다.

滯留時間에 따른 有機物 除去程度를 확인하기 위해 每日의 上澄水의 TBOD와 TCOD의 분석결과는 그림 19 및 그림 20과 같다. TBOD의 경우는 沈澱 4日째에, TCOD의 경우는 沈澱 7일째에 沈澱效果에 의한 最低濃度를 나타냈다.

Ⅳ. 結　論

糞尿의 淨化槽슬러지를 7 : 3으로 混合한 試料를 2段嫌氣性消化方式으로 處理하고자 試圖한 本硏究에서는 第1消化槽(反應槽)의 水理學的 滯留時間을 5日, 15日, 25日로 變化시키면서 反應槽內의 化學的 特性과 有機物除去效率, 그리고 第2消化槽(沈澱槽)에서의 最適滯留時間을 규명하는데 目的을 두었다. 硏究結果 얻어진 結論은 다음과 같다.

1) HRT가 增加됨에 따라 有機物負荷가 減少되므로 揮發性酸(Volatile Acid)은 減少現象을 나타냈었다.

2) HRT 增加에 따라 알카리도, Ammonia-N은 增加하였으며, pH는 짧은 滯留時間에서는 增加 趨勢를 보였으나 15日 以上의 HRT에서는 pH 8.10~8.12로 거의 一定하였다.

3) TBOD, TCOD, TS, VS의 除去率은 HRT 增加에 따라 增加하였으나 消化反應槽와 沈澱槽에서의 除去率을 比較할 때 TBOD만이 消化反應槽에서의 除去率이 높았으며 TCOD, TS, VS의 경우는 消化反應 보다는 沈澱에 의한 除去效果가 더 크게 나타났다.

4) 消化가스 生產量은 HRT가 15日 및 25日에서는 投入試料量의 約 13倍를 보이는 반면 HRT가 5日인 경우에는 約 7倍로 매우 낮았으며 注入된 VS 單位무게當 HRT 5日에서 0.33 m^3/kg-day, HRT 15日에서 0.58 m^3/kg-day, HRT 25日에서 0.57 m^3/kg-day로써 HRT 15日 부근에서 가장 높았다.

5) 슬러지固形物의 沈澱이 完了되는데 要求되는 時間(tu)은 8.6日이었으며 肉眼으로 觀察된 固形物과 上澄水의 境界面이 最終段階에 이르는 時間은 約 10日이었다.

6) 沈澱實驗에 따른 上澄水의 分析結果 TBOD

의 경우는 沈澱 4 日째에, TCOD는 沈澱 7 日째에 沈澱效果에 의한 最低値를 나타냈다.

參 考 文 獻

1. 李光浩 外,「嫌氣性 消化方式에 依한 糞尿와 淨化槽슬러지의 混合處理實驗에 關한 硏究」大韓土木學會論文集, 第2卷, 第2號 (1982. 3).
2. 李光浩 外, 基存糞尿處理場의 效率檢討에 關한 硏究, 韓國科學技術院報告書, BS E 571(4)-1998-6 (1981. 12).
3. 公害公定試驗法, 環境廳 (1982).
4. APHA, AWWA, & WPCF, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 14th ed. APHA (1976).
5. 申應培 外, 糞尿終末處理施設標準構造指針과 構造圖作成 및 液狀廢棄物淨化槽에 關한 檢討硏究, 韓國科學技術硏究所報告書, BS G 422-1498-6 (1980. 12).
6. 日本環境衛生センタ, し尿處理施設維持管理の知識 日本環境衛生センタ (1978. 3).
7. 廢棄物處理施設構造指針解說, し尿處理施設構造指針編, 日本都市淸掃會議 (1979. 6)
8. Stafford, D.A. & Wheatley, B.J., *Anaerobic Digestion*, Applied Science Publishers Ltd.(Sept. 1979).
9. Benefield, L.D. & Randall, W.C., *Biological Process Design for Wastewater Treatment*, Prentice-Hall, Inc. (1981).
10. McCarty, P.L., "Anaerobic Waste Treatment Fundamentals" Part two, *Public works* (Oct. 1964).
11. Shenell, J.R. "Anaerobic Digestion of Undilluted Human Excreta" *Sewage Works* (July, 1943).
12. Eckenfelder, W.W. et. al., *Development of Design and Operational Criteria for Wastewater Treatment*, Enviro Press Co., (1981).
13. McCarty, P.L. "Anaerobic Waste Treatment Fundamentals" Part Three, *Public Works* (Nov. 1964).
14. Yukio Iida, "Anaerobic Design of Nightsoil" 제1회 國土建設세미나, 大韓土木學會 (1975).
15. 李光浩 外, 多段式嫌氣性消化方式에 依한 糞尿處理度 實驗硏究, 韓國科學技術院報告書 BS E 586(1)-1883-6 (1982. 12).
16. Mueller, L.E. et. al., "Some Characteristics of Anaerobic Sludge Digestion, *Sewage and Industrial Wastes* Vol. 31, No. 6, (June, 1959).
17. 吉野常夫, "し尿淨化槽汚泥とろの處理, —Ⅳ. 淨化槽汚泥の嫌氣性處理—" 用水と廢水 Vol. 24, No. 6 (1982).
18. 大野茂, "有機性 廢棄物カろの燃料用カスの生產れとびその利用" 空氣調和衛生學會, 第54卷 第3號 (1980).
19. 李燦基, "嫌氣性 消化에 의한 糞尿處理" 高麗大學校大學院 博士學位論文 (1982. 7).
20. Ramalho, R.S., *Introduction to Wastewater Treatment Processes*, Academic Press Inc. (1977).
21. Wilson, F., *Design Calculations in Wastewater Treatment* E. & F.N. Spon Ltd. (1981).
22. McCalf & Eddy, *Wastewater Engineering*, 2nd ed. McGraw-Hill Book Co. (1979).

(接受 : 1983. 8. 16)