

糞尿處理：嫌氣性消化의 溫度影響

Nightsoil Treatment: Temperature Effects on Anaerobic Digestion

崔	義	昭*
Choi,	Eui	So
李	柄	憲**
Lee,	Byung	Hun
李	燦	基***
Lee,	Chan	Ki

Abstract

This study was conducted to evaluate the temperature effects on the nightsoil anaerobic digestion, whether it could be operated with a higher organic loading rate at a higher temperature during summer months, or with a lower organic loading rate at a lower temperature during winter months. A laboratory completely mixed digester was continuously operated at 11 different temperatures from 18.5° to 60°C with 30 days of HRT.

The study results indicated that the best efficiency occurred at a temperature range of 35° to 40°C, at which BOD and VS removal efficiencies were respectively 71 and 53 percent, and gas production rate was 0.6 m³/kgVS fed or 16 m³/m³fed. BOD removal efficiency would be increased to 78 percent if the digester effluent settled for 24 hours. Since the digester efficiency decreased beyond this temperature range, this suggested the digester need not to operate a higher temperature even during the summer months. The laboratory results were in good agreement with those of the existing digester operated at a temperature range of 32° to 40°C. Application of septage or cow manure to the digester with nightsoil at a rate of 1 to 1 did not greatly affect the digester performances.

In addition, the digester effluent could be treated aerobically without any dilution water. BOD and SS removal efficiencies were greater than 90 percent in this case.

要 旨

本研究는 冬節期에는 低溫으로 夏節期에는 高溫으로 嫌氣性 消化槽를 運轉시킬 수 있는지를 檢討하기 위한 것으로 實驗室 完全混合型 嫌氣性 消化槽를 18.5°C 부터 60°C 까지의 11 段階의 溫度에서 有機物質의 除去效率과 가스生産量을 서로 比較하였다. 35°~40°C 內外에서 BOD와 VS 除去效率은 各各 71% 와 53% 였으며 이 溫度에 있어서 가스生産量은 注入糞尿量의 16 倍 또는 0.63 m³ gas/kg VS fed 였다. 消化槽 流出水를 沈澱시키면 BOD 除去效率은 78% 까지 上昇하

* 正會員·高麗大學校 工科學 教授

** 高麗大學校 大學院 博士過程

*** 正會員·江原大學校 工科學 助教授

었다. 本實驗의 結果는 32°에서 47°C로 運轉시킨 既存 糞尿處理場의 結果와 40°C까지는 比較的 잘 맞았으나 40°C 以上에서는 實驗室 結果가 處理效率이나 가스生産量으로 볼 때 良好하였다.

糞尿에 淨化槽廢液이나 牛糞의 混合處理 可能性을 檢討하였는데 1:1로 混合處理시켰을 때의 BOD 除去效率이나 가스生産量이 糞尿單의 處理時와 別로 差異가 없었다.

한편 嫌氣性 消化槽의 流出水を 稀釋없이 好氣性處理도 可能한지 알아 보았는데 이때의 BOD와 SS 除去效率은 98% 以上이었다.

1. 序 論

都市로부터 排出되는 水質汚染物質중 가장 排出量이 큰 것은 有機物質이며, 이 有機物質은 대체적으로 人口에 起因하는 것이다⁽¹⁾. 우리나라에 있어서 各人口에 의하여 排出되는 有機物質 중에서 糞尿는 水洗式 便所인 境遇에 있어서는 淨化槽에 의해서, 收去式인 境遇에서는 糞尿 終末處理施設에 의하여 處理되고 있으며 淨化槽로부터의 流出水 및 家庭으로부터의 下水는 별도의 下水處理施設에 의하여 處理되도록 計劃되고 있다.

본 研究는 糞尿處理施設에 있어서의 低溫時 즉 冬節期의 問題點의 把握과 아울러 問題點의 解決方案을 摸索하기 위하여 遂行되었는데 嫌氣性 消化法을 研究對象으로 하였다. 즉 우리나라의 氣候特性을 考慮하여 冬節期에는 低溫에서 低負荷로 運轉하고, 夏節期에는 高溫에서 高負荷로 運轉시킬 수 있는지의 與否를 위해 本研究가 遂行되었는데 各溫度에 있어서의 處理效率과 가스生産量 등을 比較하였다. 또한 淨化槽廢液이나 牛糞과의 混合處理 可能性도 알아보았다.

2. 實 驗

서울市の 中浪川 下水處理場의 嫌氣性消化槽로부터 種菌을 가져다가 表 3.1에서와 같이 18.5°C부터 60°C까지 11段階로 나누어 1979年 12月 18日부터 1982年 5月 30日까지 29個月間 容量 6l의 完全混合型消化槽를 連續적으로 運轉시켰다. 즉 水理學的 滯留時間(HRT)이 30日이 되도록 糞尿를 每日 注入하였고, 가스生産量은 每日, 處理水의 水質은 大략 1週日 間隔으로 分析하였다. 運轉初期約 3個月間은 微生物을 糞尿處理에 適應시키는 期間이었으며 1981年 4月 13日부터 5月 30日까지와 1981年 9月 10日부

터 12月 20日까지의 期間은 溫度調節裝置와 混合機의 故障에 의하여 運轉이 잘 안된 期間이었다. 大部分의 運轉期間동안은 糞尿를 注入하여 研究가 遂行되었으나 1981年 12月 20日부터 1982年 5月 30日까지는 糞尿와 淨化槽廢液을 1:1로 混合注入하였으며, 다른 消化槽를 利用하여 1982年 1月 1日부터 1982年 5月 30日까지는 糞尿에 牛糞을 1:1로 混合하여 注入시켰다. 가스測定은 가스捕集容器에 의해 遂行되었으며 가스分析은 Orsat Gas Analyzer⁽²⁾, 모든 水質分析은 Standard Methods⁽²⁾, 슬러지의 比抵抗係數는 Büchner Funnel Method⁽³⁾에 의해 測定되었다.

3. 結果 및 結果分析

3.1 微生物의 適應

實驗室 消化槽의 溫度를 種菌採取時의 溫度와 같이 18.5°C로 維持하고 種菌으로 채운후 HRT가 50日이 되도록 하여 運轉을 시작하였다. 그림 3.1에서와 같이 運轉後 3個月 가량 繼續 가스生産量이 減少되어 어떠한 毒物物質에 原因이 있다고 假定하여 有機物負荷를 一定하게 하고 糞尿를 稀釋하여 HRT를 30日로 運轉하였다. 그 結果 가스生産量은 점점 增加하기 始作하였고 1980年 3月 中旬부터는 가스生産量으로 보아 Steady-state에 도달된 것 같았다. 이러한 稀釋方法은 Zablitzky와 Peterson⁽⁴⁾에 의해서도 使用되었다. 參考적으로 當時 가스生産量이 減少되고 있을 때에 有機酸은 2,910 mg/l, NH₃-N은 1,480 mg/l이었는데, 稀釋運轉後에는 有機酸이 3,100 mg/l, NH₃-N이 3,600 mg/l이면서도 가스生産量은 增加되고 있어 NH₃-N이나 有機酸 이외에 어떤 다른 要因으로 인하여 微生物의 反應이 阻害되지 않았나 생각되었다.

그림 3.2는 各溫度에 있어서의 有機酸, 알카

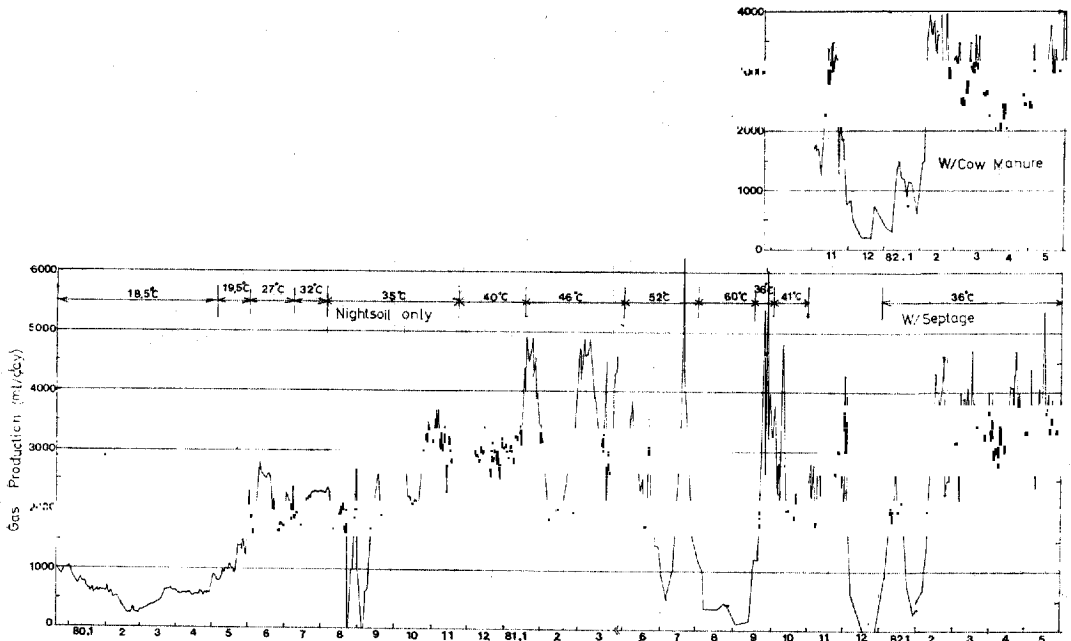


그림 3.1 運轉期間 中の 가스生産量의 變化

리도 및 $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 平均濃度의 變化를 나타낸 것인데, 有機酸과 알카리도는 溫度가 增加할 수록 약간씩 增加하는 傾向을 보였으나 $\text{NH}_3\text{-N}$ 은 溫度에 따른 影響이 별로 나타나지 않았다.

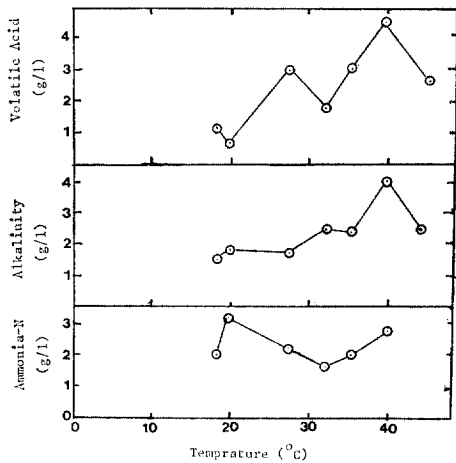


그림 3.2 各溫度에서의 毒性物質의 濃度

한편 毒性物質의 影響에 대해서 McCarty⁽⁶⁾는 有機酸과 $\text{NH}_3\text{-N}$, 알카리도 등이 3,000 mg/l 이상이면 좋지 않고 특히 有機酸이 3,000 mg/l 이상이면 一般下水슬러지의 嫌氣性 消化槽內의 微生物에 극히 危險하다고 하였으나, 本實驗結果

를 包含해서 糞尿인 境遇에는 그리 問題가 되는 것 같지는 않다. 參考的으로 Iwai⁽⁶⁾와 Lee⁽⁷⁾의 實驗에서 有機酸은 3,000 mg/l 가까이 $\text{NH}_3\text{-N}$ 은 1,000~4,500 mg/l 사이에서 運轉하였다.

3.2 有機物 除去效率

表 3.1에서 보는 바와 같이 VS 負荷率은 0.4 ~ 1.26 kgVS/m³/d 였는데 가스生産량과 有機物 除去效率은 35°C까지는 大體的으로 溫度가 올라감에 따라 增加하다가 46°C以上에서는 減少하는 것으로 나타났다.

그림 3.3 및 그림 3.4는 溫度에 따르는 BOD 및 VS의 除去效率을 溫度別로 나타낸 것인데 TBOD(Total BOD)의 除去效率은 18.5°C에서 30%로부터 35~40°C에서는 71%까지 增加되었다가 46°C에서 56%, 52°C에서 48%, 60°C에서 41%로 減少되었으며, SBOD(Soluble BOD)도 18.5°C의 58%로부터 35~40°C에서 83%가 되었다가 52°C와 60°C에서는 각각 64%와 66%로 減少되었다. 또한 VS의 除去效率은 18.5°C로부터 27°C까지는 急增加하는 現象을 보였으나 35°C이상에서는 거의 一定하였으며 VS 除去 效率이 35°C以上에서 除去效率과는 달리 減少하지 않는 理由는 알 수 없다.

表 3.1 實驗室 嫌氣性 消化槽의 運轉結果

Temp (°C)	Operating Periods (m- onths)	Inf. (mg/l)				VS ₀ Loading	Eff. (mg/l)					Gas Prd. d.c.c- tion ⁽²⁾		Operating days	
		COD	BOD	TS	VS		TCOD	SCOD	TBOD	SBOD	TS	VS	Prd.		Cl ₂ (%)
18.5 ⁽³⁾	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	79.12.18~80.3.4
18.5	2	37300	10210	—	11900	0.40	26470	11460	7160	4225	—	9240	0.26	—	80.3.5~80.5.3
19.5	1	43350	12600	—	18750	0.64	22970	8475	5025	3945	—	10960	0.26	—	80.5.4~80.6.2
27.0	1	47730	20322	38250	26400	0.88	25295	12280	10109	6450	24000	13620	0.3775	80.6.3~80.7.7	
32.0	1	49586	19600	36000	25000	0.83	27137	13330	7758	4498	20805	12500	0.4674	80.7.8~80.8.6	
35.0	3.5	51265	20610	39166	26300	0.87	26280	10485	5890	3882	21770	12125	0.6087	80.8.7~80.11.24	
40.0	2	58091	21000	35500	25500	0.85	33893	12662	6472	4639	23285	11928	0.57	—	80.11.25~81.1.19
46.0	3	72400	20560	37750	26050	0.87	36639	17114	8578	6630	23605	11905	0.62	—	81.1.20~81.4.12
52.0	2	67297	28388	58000	23500	0.78	35122	13714	12482	10725	40500	11500	0.67	—	81.5.30~81.7.30
60.0	1.5	67380	26708	37500	22500	0.75	28575	14107	15072	8930	19750	10250	0.14	—	81.7.31~81.9.10
36.0 ⁽⁴⁾	5	61380	15720	50160	35750	1.19	31910	8060	4540	2160	26000	15570	0.46	—	81.12.20~82.5.30
36.0 ⁽⁵⁾	5	65800	12500	56160	37800	1.26	39560	9290	3680	1620	35220	20600	0.35	—	82.1.1~82.5.30

(1) kgVS/m³/d

(2) m³/kgVSfed

(3) 適應期間

(4) 糞尿와 淨化槽廢液을 1:1로 混合하여 注入함

(5) 糞尿와 牛糞을 1:1로 混合하여 注入함

3.3 糞尿內的 生物學的 分解不能한 VS와 VS 除去速度

完全混合反應槽에 있어서의 VS除去速度를 k 라고 할 때에 處理水의 濃度는 다음과 같이 表示된다.

$$S_{00} = \frac{S_{00}}{k \cdot HRT + 1} \quad (1)$$

여기서 S_{00} = 流入水內의 分解可能(BD : Biode-

gradable)한 VS濃度 또는 BOD

S_{00} = 處理水內의 分解되지 않은 VS濃度 또는 溶解性 BOD

HRT = 滯留時間

式 (1)에서 VS를 利用하여 k 를 算出하는 경우 에 있어서 流入糞尿의 VS중 BDVS濃度를 먼

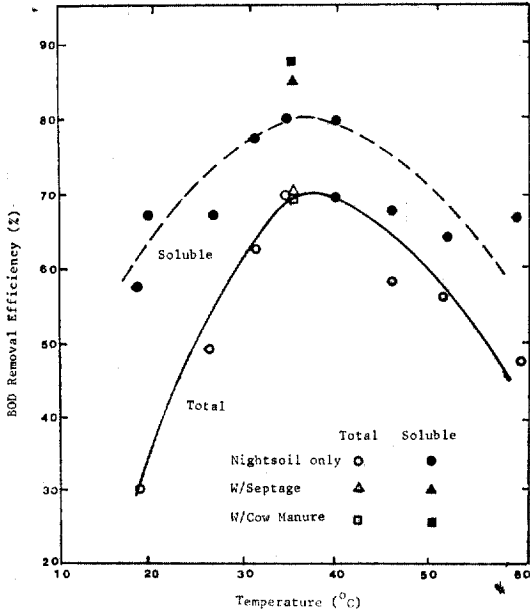


그림 3.3 溫度와 BOD 除去效率

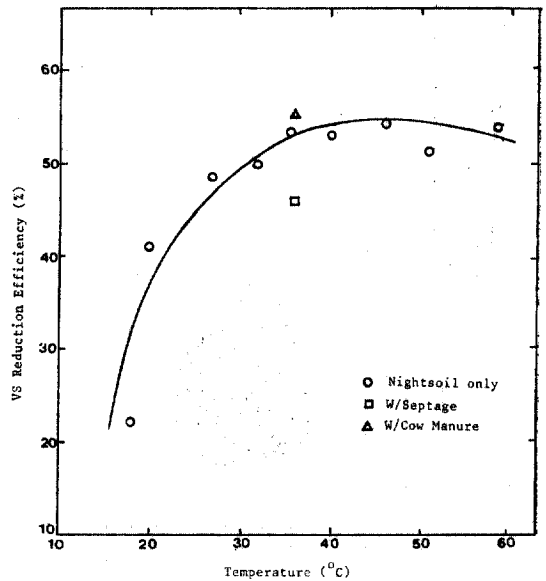


그림 3.4 溫度와 VS 除去效率

表 3.2 文獻上的 糞尿의 嫌氣性 消化結果

Authors	Temp.(°C)	Detention Time (days)	Organi Removal Efficiencies(%)	Gas Production (m ³ /kgVSfed)	VS Loading (kgVS/m ² /d)
Sathianathan ⁽¹²⁾	14.1	HRT 22	—	0.13	1.2
	16.1	HRT 28	—	0.1	1.4
	16.4	HRT 26	—	0.08	1.5
	19.7	HRT 24	—	0.07	1.7
Prasad ⁽¹³⁾	20	SRT 90	COD 64 VS 75	0.315	—
		SRT 180	COD 69	0.5	—
Ohno ⁽¹⁴⁾	35	HRT 30	—	0.5	—
Lee ⁽⁷⁾	35	HRT 16.6	COD 68	0.31	1.3
		SRT 45	BOD 61 VS 65	—	—
Iwai ⁽⁶⁾	30	SRT 30	COD 32 VS 30.6	0.45	—
		HRT 12~15	VS 33~36	0.45	—
Shoji ⁽¹⁵⁾	50~55	HRT 12	VS 73	—	—

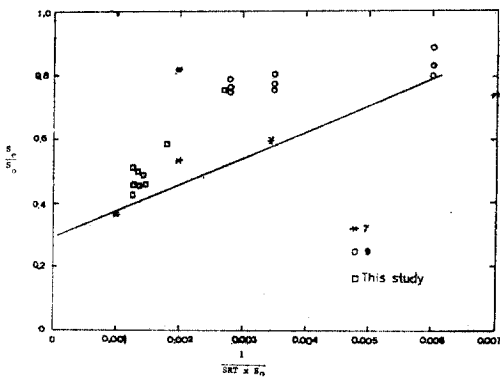


그림 3.5 生物學的으로 分解不能한 VS의 決定 (SRT=固形物質滯留時間)

저 算出하여야 할 것이다.

流入糞尿의 VS 중 BDVS를 算出하기 위하여 本研究以外的 資料^(7,9)를 포함하여 Jewell 등이 사용한 方法⁽¹⁰⁾과 같이 그림 3.5로부터 y軸의 斜率을 推定해 보았을 때에 生物學的으로 分解不能(NBD: Nonbiodegradable)한 VS는 本研究 資料만에 의하면 流入 VS의 20%이나 糞尿의 濃度變化가 크므로 기타資料^(7,9)를 利用하여 볼 때에 NBD VS는 流入 VS의 30% 假量으로 假定 할 수 있을 것 같다. 式(1)로부터 VS除去速度를 算出한 結果가 그림 3.6에 나타나 있는데 18.5°C부터 46°C까지는 大體적으로 增加하는

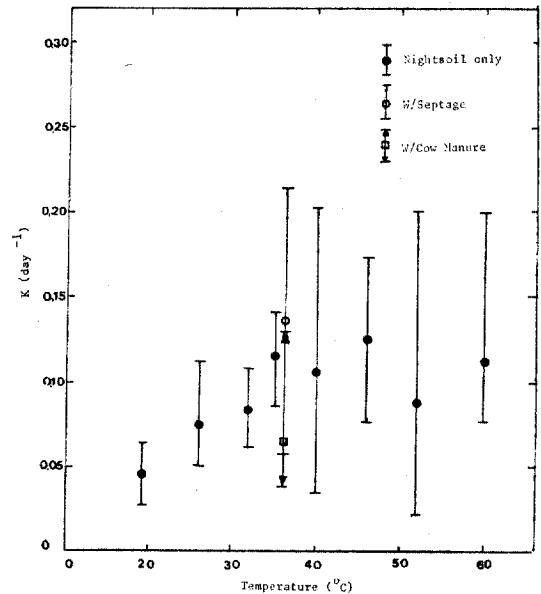


그림 3.6 溫度와 VS 除去速度

現象을 나타내고 있으며 35°C까지의 溫度影響係數 θ 는 1.052로 算出된다. 參考的으로 35°C에서 糞尿만의 處理時의 k 값을 求해 보면 다음과 같다. 즉 表 3.1에서 流入 VS 26300 mg/l 중 30%를 NBD VS라 하면 BD VS는 26300-7900=18400 mg/l가 되며 處理水內의 BDVS는 12125-7900=4225 mg/l가 된다. 이 資料를 式(1)에

代入하여 k 값을 구하면 0.112/d로算出된다.

3.4 가스生産量

McCarty⁽⁶⁾는 理論的으로 g BOD_{ult} 當 0.35 l의 메탄가스가生産된다고 하였는데 CH₄ 가스含量은 表 3.1에서 76%였으므로 BOD_{ult}를 5일 BOD의 2.5倍로 假定할 때에 5일 BOD를 基礎로한 가스生産量은 式 (2)로 表示될 수 있다.

$$G_t = 0.35 \times 2.5 \div 0.76 (BOD_t - BOD_e) \quad (2)$$

$$= 1.1513 (BOD_t - BOD_e)$$

여기서 G_t = 가스生産量, l/日

BOD_t = 單位時間當 流入되는 5일 BOD量 (gBOD/d)

BOD_e = 單位時間當 流出되는 5일 BOD量 (gBOD/d)

式 (2)에 의하여 計算된 가스生産量과 實際의 生産量을 比較해 보면 52°와 60°C를 除外하고는 計算値와 잘 맞는 것으로 나타나고 있어 BOD_{ult}/BOD의 比가 2.5倍 가량임을 나타내주는 것 같다.

그림 3.7은 溫度에 따르는 kg VS 注入量當 가

면 그림 3.8에 있는 바와 같이 18.5°C에서는 3.2倍, 27°C에서는 10倍, 35°C에서는 16倍, 40°C에서는 14倍, 46°C에서는 약 16倍, 52°C에서는 8倍, 60°C에서는 약 4倍로 溫度에 대해 敏感하다.

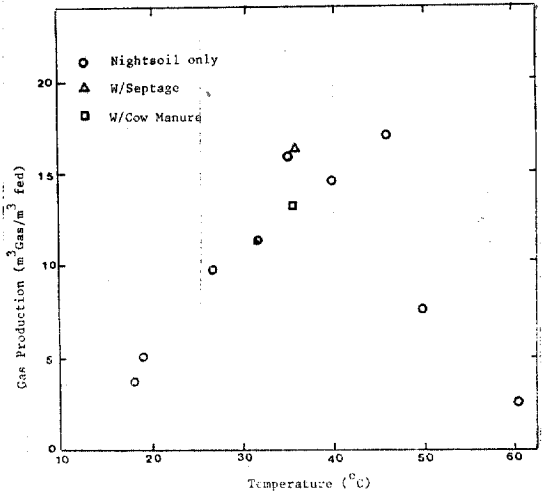


그림 3.8 溫度와 가스 生産量(m³gas/m³fed)

表 3.3 糞尿 및 淨化槽廢液의 性質(mg/l)

Parameters	Nightsoil	Septage
COD		
Total	72,500	37,700
Soluble	30,800	13,900
BOD		
Total	26,700	8,000
Soluble	17,800	3,700
Solid		
Total(TS)	54,000	25,600
Volatile(VS)	36,700	19,700
Suspended(SS)	34,600	21,900
Volatile SS(VSS)	27,600	16,800
SS/BOD	1.3	2.7
Cl-	5,500	2,700
N	5,000	850
P	—	140

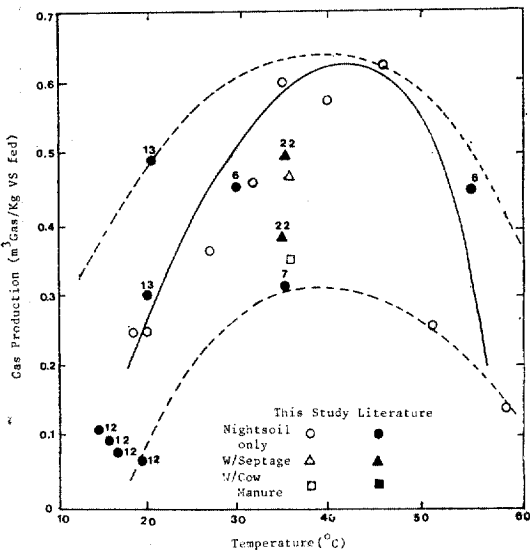


그림 3.7 溫度와 가스生産量(m³gas/kgVSfed)

스 生産量을 表 3.2의 文獻資料를 滯留時間의 差異를 考慮치 않고 그대로 比較한 것으로 本實驗의 結果는 文獻上의 範圍內에 있다.

또한 糞尿注入量에 대한 가스生産量의 比를 보

35°C에서 가스生産量은 日本의 境遇⁽¹⁶⁾의 8.5倍보다 많으며 本結果를 우리나라 糞尿를 利用한 李⁽⁷⁾ 및 鄭⁽¹⁷⁾의 가스生産量과 比較해 보면 李는 kgVS 負荷當 가스發生量이 0.3m³, 鄭은

表 3.4 實測된 消化槽의 效率

Temp. (°C)	Digester only(%)			With Settling(%)			Settling Hours (hr)
	COD	BOD	TS	COD	BOD	TS	
27	47	50	37	70	68	—	24
32	45	60	42	80	81	—	2
35	49	71	44	72	78	—	24
36 ⁽¹⁾	48	71	48	75	90	75	24
36 ⁽²⁾	40	70	37	53	78	44	24

- (1) 淨化槽廢液을 混合하여 處理한 경우
- (2) 牛糞을 混合하여 處理한 경우

0.15 m³ 로써 本 實驗의 0.5 m³/kgVSfed 에 비해 상당히 떨어지고 있다.

表 3.3 은 우리나라의 代表的인 糞尿와 淨化槽廢液의 推定濃度로써 糞尿는 1979 年부터 2 年間의 서울시 東部衛生處理場의 資料 등을 利用하여 算出한 값이며 淨化槽廢液의 濃度는 1981 年 서울地域의 50 대의 淨化槽廢液 收去 トラック으로부터의 資料이다.

이 資料를 通하여 우리나라 糞尿處理場의 設計處理效率인 80% 를 基準으로 式 (2)에 의하여 가스生産量을 구하여 보면 流入糞尿量의 24.6 倍, 0.67 m³/kgVSfed 가 된다.

여기서 表 3.4 와 같이 消化槽의 除去效率은 35°C

表 3.5 文獻上의 淨化槽廢液의 嫌氣性 消化

Authors	Detention Time	Organic Removal Efficiencies	Gas Production	VS Loading
	(days)	(%)	(m ³ /kgVS fed)	(kgVS/m ³ /d)
Cooper & Rezeck ⁽¹³⁾	SRT 82	TS 56	—	0.16
Jewell ⁽²⁰⁾	HRT 15	VS 45	0.26~0.48	0.8
Chuang ⁽²¹⁾	HRT 15	BOD 75	—	1.28
		VS 92		
		TS 93		
Lee et al. ^{(8)*}	HRT 30	BOD 80	0.49	2.26
		VS 76		
	HRT 30	BOD 87	0.38	2.18
		VS 78		

* 糞尿와 混合하여 處理한 경우

에서 BOD 71% 이나 24 時間 沈澱후 BOD 除去效率은 78% 인 것을 감안하여 現場 消化槽의 BOD 除去率 80% 중 微生物反應에 의한 除去率을 70% 로 본다면 實際 糞尿處理場에서의 가스生産量

은 流入糞尿의 21.5 倍 또는 0.58 m³gas/kgVSfed 가 된다.

3.5 淨化槽廢液과의 混合處理

糞尿와 淨化槽廢液을 各各 1:1 로 混合시켜 30 日間의 HRT, 36°C 의 溫度로 運轉시킨 結果가 表 3.1 및 表 3.4 와 그림 3.3, 그림 3.4 및 그림 3.7 에 주어져 있다. 그림 3.3 과 그림 3.4 로부터 TBOD 와 VS 의 除去效率은 糞尿效率은 糞尿만의 境遇와 같으며 文獻資料인 그림 3.7 을 參考할 때에 淨化槽廢液은 糞尿와 混合處理가 可能한 것으로 나타나고 있다. 특히 24 時間 沈澱後에는 TCOD 가 75%, TBOD 는 90% 의 效率로 같은 溫度에서 糞尿만의 處理時보다 나은 것으로 나타나고 있다.

表 3.5 는 文獻上의 淨化槽廢液을 嫌氣性消化槽로 運轉한 結果를 要約한 것이다. 表 3.2 의 淨化槽廢液의 性質을 基準으로 嫌氣性 消化槽의 BOD 除去效率을 80% 로 가정하여 가스生産量을 式(2)를 利用하여 計算하면 流入淨化槽廢液量의 7.4 倍, 또는 0.38 m³/kgVSfed 의 가스量으로 計算되며 本 實驗과 같이 70% 정도 的 BOD 除去效率로 본다면 流入淨化槽廢液量의 6.4 倍로 計算된다.

또한 糞尿와 淨化槽廢液이 1:1 로 混合處理되는 境遇에는 表 3.3 의 BOD 濃度를 基準으로 BOD 除去效率을 70% 로 볼 때에 가스生産量은 流入量의 14 倍인 0.49 m³gas/kgVS fed 로 計算되는데 이 값은 本實驗結果와 大體로 맞는 값이다.

3.6 牛糞과의 混合處理

糞尿와 牛糞을 1:1 로 混合하여 消化시킨 結果가 表 3.1 에 주어져 있다. 牛糞을 注入한 理由는 糞尿내에는 過剩으로 많으나 牛糞에는 缺乏되어 있는 窒素를 利用하여 處理效果를 높이는 데 있었다. 그림 3.3 에서 보면 混合注入時에 TBOD 除去率은 糞尿나 淨化槽廢液의 混合時의 경우와 비슷하였고 文獻資料와 比較할 때에도 그리 낮은 것 같지는 않다. 즉 그림 3.9 는 30~37°C 내에서 運轉된 文獻上의 가스生産量을 比較한 것인데 人糞處理나 動物 排泄物의 處理나 별로 다를 바 없다는 것을 나타내 주고 있다. 表 3.4 에서와 같이 處理水를 24 時間 沈澱시킨

表 3.6 消化槽 流出水の 好氣性處理 結果

	Operating Condition			Influent(mg/l)				Aeration Tank (mg/l)		Effluent(mg/l)					Km	
	Temp. (°C)	HRT (day)	F/M*	COD	BOD	SS	TKN	MLSS	MLVSS	TCOD	SCOD	TBOD	SBOD	SS		TKN (/hr)
Aerobic Digestion	22	10	0.076	26805	8500	13735	5060	14035	11115	2285 (91.4)	1680 (93.7)	400 (95.3)	250 (97.0)	175 (98.7)	160 (96.8)	0.19
Activated Sludge	21	6	0.285	14338	4528	3011	3530	3582	2645	2067 (85.5)	1890 (86.8)	190 (95.8)	113 (97.5)	198 (93.4)	—	0.235

*Kg BOD/Kg MLVSS/day

() 안의 수는 除去效率를 나타냄

Km=일이 除去速度

表 3.7 既存糞尿處理場의 運轉結果

Operating Conditons				
Temperature(°C)		32	37	47
Quantity(m³/d)		76	56	66
Nightsoil (mg/l)				
COD		—	62,637	75,560
BOD		22,020	24,990	23,200
VS		30270	27,000	31,890
Cl-		—	5,750	—
1st Digester (mg/l)				
COD		—	41,700(33)	24,444(68)
BOD		17,385(21)	12,280(51)	13,960(40)
VS		—	—	30,250(14)
2nd Digester(mg/l)				
COD		—	—	—
BOD		11,660(47)	4,750(81)	7,940(66)
VS		—	7,000(74)	—
Cl-		—	5,250	—
Activated Sludge (mg/l)				
MLSS			1,680	
TCOD			107(99.8)	
SCOD			66(99.9)	
TBOD			47(99.8)	
SBOD			36(99.9)	
SS			24(99.9)	
SVI			92	
Cl-			255	
Dilution Rate			20.6	
Gas Production				
m³/d³		—	933	839
m³/m³ Nightsoil		—	16.7	12.7
m³/Kg VS fed		—	0.62	0.36

() 内の 숫자는 除去效率임

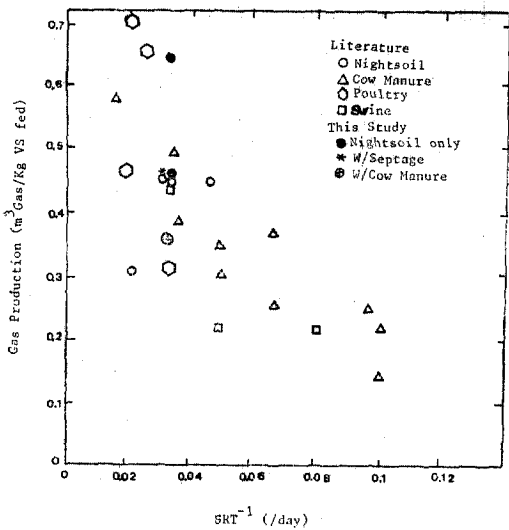


그림 3.9 糞尿 및 動物의 排泄物에 의한 가스生産量과 SRT⁻¹

後에는 TCOD는 53%, TBOD는 78%의 効率로 같은 溫度에서의 糞尿의 境遇보다는 약간 떨어지는 傾向이 있다.

3.7 消化槽流出水の 好氣性處理

嫌氣性 消化槽의 後續處理로는 물 節約의 立場에서 또는 冬節期의 稀釋으로 인한 曝氣槽의 溫度의 降下를 防止하기 위하여 稀釋없이 好氣性消化와 活性슬러지法을 適用하였는데 그 運轉結果가 表 3.6에 주어져 있다. 여기서 好氣性消化槽의 流入水는 嫌氣性 消化槽의 流出水를 沈澱시키지 않은 상태의 것을, 그리고 活性슬러지의 流入水는 24時間이상 沈澱시킨 上澄液을 各各 使用하였다. 어느 境遇이거나 BOD와 SS 除去效率는 90% 以上으로 稀釋水없이 處理가 可能한 것을 나타내 주고 있다.

3.8 現場運轉

32°C부터 47°C까지 運轉시킨 既存處理場의 有機物 除去效率와 가스生産량이 表 3.7에 주어져 있는데 消化槽單의 BOD 除去效率는 47~81% 이었고 VS 除去效率는 54~74% 였다. 實驗室 消化槽의 32°~47°C에 있어서의 BOD 除去效率 58~69%, VS 除去效率 50~57% 와 比較할 때에 VS 除去效率는 現場이 약간 높았는데 그 理由는 第2 消化槽의 沈澱에 기인한 것 같다. 가스生産量은 37°C에서 流入糞尿量의 16.7 배, 注入된

kgVS 當으로는 0.62 m³으로 實驗室의 35°C에서의 가스生産量인 糞尿注入量의 16 배인 0.6 m³/kgVSfed의 가스生産量과 비슷한 結果였고, 現場의 42°C에서는 糞尿注入量의 12.7 배인 0.36 m³gas/kgVSfed로서 實驗室의 40°C에서의 가스生産量인 注入糞尿量의 14.5 배인 0.57 m³/kgVSfed 보다는 약간 적었다. 한편 47°C에서 現場은 糞尿注入量의 12.5 배인 0.39 m³gas/kgVSfed로서 實驗室의 糞尿注入量의 16 배인 0.62 m³gas/kgVSfed 보다는 약간 적었다.

4. 要約 및 結論

우리나라의 氣候條件을 考慮하여 겨울에는 低溫으로 여름에는 高溫으로 消化槽를 運轉시킬 때의 消化效率, 가스生産量 등에 미치는 影響은 어떠한 것이며, 最近 問題가 되고 있는 淨化槽廢液 등의 混合處理의 可能性과 아울러 消化槽의 後續處理方法 등에 대해 研究를 遂行한 結果와 分析을 土臺로 다음과 같은 結論을 얻을 수 있다.

(1) 冬節期에 25°C附近的 低溫으로 消化槽를 運轉시키는 것은 可能하나, 夏節期에 50°C附近的 高溫으로 運轉시킬 必要는 없는 것으로 나타나고 있다.

(2) 有機物質 除去效率와 가스生産量은 35~40°C 내의에서 最高가 되며 나머지 溫度에서는 減少되고 있다. 이 溫度에서 BOD 除去效率는 71% 였으며 가스生産量은 注入糞尿量의 16 배 또는 0.6 m³gas/kgVSfed 였다.

(3) 糞尿내의 VS 중 약 30% 가량은 生物學的 分解不能한 物質로 간주되며 35°C에서의 VS 除去速度 k 는 0.115/day로 나타났다. 18.5°C부터 35°C까지의 k 값은 溫度影響係數 θ 가 1.052임을 나타내 주었다.

(4) 糞尿나 淨化槽廢液을 1:1 混合하여 注入한 結果 TBOD와 VS 除去效率는 糞尿의 境遇와 같았으며 가스生産量은 0.65 m³/kgVSfed, 注入量의 16.7 배로 混合處理가 可能함을 나타내 주고 있다.

(5) 糞尿內에는 과잉으로 많고 牛糞에는 결핍되어 있는 窒素를 利用하여 處理效果를 높이기 위하여 糞尿와 牛糞을 1:1로 混合處理할 때에 BOD 除去效率는 糞尿單의 경우와 같았으나 VS

除去效率는 低調하였다. 이 事實은 糞尿內의 암모니아濃度는 微生物에 그리 影響을 주지 않는다는 것을 間接的으로 말해 주는 것 같다.

(6) 嫌氣性 消化槽의 流出水를 稀釋없이 그대로 또는 沈澱시킨 後에 好氣性으로 處理한 結果, 處理水의 BOD는 190~400 mg/l, SS는 175~398 mg/l였는데 이 값을 現基準대로 20倍 稀釋하면 BOD는 9.5~20 mg/l, SS는 8.75~9.9 mg/l으로 充分히 處理가 可能함을 알 수 있다.

謝 辭

本 研究는 1977~81 文敎部 環境關係 政策課題인 “環境汚染物質의 低溫에서의 微生物學的 轉換에 관한 研究”의 一環으로 遂行되었다.

參 考 文 獻

1. 環境廳, 全國主要河川流域基礎調查(1982).
2. *Standard Methods*, WPCF, WPHA, AWWA (1980).
3. Eckenfelder, W.W., *Industrial Water Pollution*, McGraw-Hill(1966).
4. Zablatsky, H.R. and Peterson, S.A., “Anaerobic Digestion Failures” *JWPCF*, Vol. 40, No. 4, 581(1968).
5. McCarty, P.L., “Anaerobic Waste Treatment Fundamentals, Part III. Toxic Materials, and Their Control”, *Public Works*, November(1964)
6. Iwai, S., et al., “Experimental Studies on High-rate Digestion of Nightsoil”, *Advanced in Water Pollution Research*, Vol. 2, London, 267~303 (1962).
7. 李燦基, “嫌氣性消化에 의한 糞尿處理” 高麗大學校 博士學位 論文(1982).
8. 李光浩外, “嫌氣性 消化方式에 의한 糞尿와 淨化槽슬러지의 混合處理實驗에 관한 研究”, 大韓土木學會論文集, 第2卷, 第1號, p.69(1982).

9. 鄭東一, “好氣性 消化法에 의한 糞尿處理”, 高麗大學校 碩士學位論(1980).
10. Jewell, W.J., et al., *Anaerobic Fermentation of Agricultural Residue*, U.S. Department of Energy, Assistant Secretary for Energy Technology, Division of Solar Technology,(1978).
11. 崔義昭外, 衛生處理場 豫備施設 基礎調查研究, 高麗大學校 生産技術研究所(1982).
12. Sathianathan, M.A., *Biogas-Achievement and Challenge*, Association of Voluntary Agencies and Rural Development, New Delhi(1975).
13. Prasad, D. and Heinke, G.W., “Anaerobic Treatment of Human Waste in Northern Communities”, *Canadian Journal of Civil Engineering*, Vol. 7, 1(1980).
14. 大野茂, “有機性廢棄物からの燃料用ガスの生産およびその有効利用” 空氣調和·衛生工學, 54卷, 3號 15(1980).
15. Shoji, H., Honda A., and Hashimoto S., “Sanitary Treatment of Human Excreta by Heating Process,” *J. Nation's Health*, 23, 248(1954).
16. 日本厚生省, 糞尿處理施設構造指針 (1979).
17. 鄭鐵和, 軍部隊의 糞尿 및 生活下水處理에 관한 研究, 高麗大學校 碩士學位 論文(1980).
18. 崔義昭, 環境汚染物質의 低溫에서의 微生物學的 轉換에 관한 研究, 文敎部 報告書 (1981, 1982).
19. Cooper, I.A., and Rezek, J.W., *Septage Treatment and Disposal*, EPA(1971).
20. Jewell, W.J., et al., “Treatability of Septic Tank Sludge”, *Water Pollution Control in Low Density Areas*, Univ. Press of New England (1975).
21. Chuang, F.S., “Treatment of Septic Tank Wastes by an Anaerobic Aerobic Process”, *Highlights, WPCF*, Vol. 13, No. 7(1976).

(接受 : 1982. 7. 5)