

嫌氣性 固定床法에 의한 畜産廢水의 處理

大氣保全科

權奇源, 劉殷哲, 曹正九, 金鳳基, 沈基遠, 洪性洙

Treatment of animal wastewater by anaerobic filter

Instrumental analysis division

K.W.Kwon, Y.C.Yoo, J.G.Cho, B.K.Kim, K.W.Jee, S.S.Hong

Abstract

Since animal wastewater is composed of high concentrated organic matters, ammonia nitrogen, volatile fatty acids and etc., and its treatment is known to be very difficult.

The present investigation was carried out particularly focusing on the treatment of animal wastewater by using anaerobic filter at 25°C and 35°C

The results were as follows :

- 1). It took about 50 days at 35°C and about 60 days at 25°C to reach steady state, so the operation at 35°C showed quicker adaptation than that at 25°C
- 2). The removal rate of COD was about 70% at 35°C and about 45% at 25°C, and the rate of gas production was 3,300mg/ℓ. day, and 2,000mg/ℓ. day respectively.
- 3). Effect of temperature was more sensible in degradation of butyric acid than those of acetic acid, propionic acid under the high concentration of ammonia nitrogen.
- 4). glucose in synthetic animal wastewater was all most degraded near to 100% but volatile fatty acid was remained as concentration of 2,644mg/ℓ at 35°C, 4,165mg/ℓ at 25°C, under the high concentration of ammonia nitrogen.

From this study, ammonia nitrogen had not effect on growth of acidogenic bacteria but significantly effect on growth of methanogenic bacteria.

I. 緒 論

최근 經濟發展과 生活水準의 향상으로 인해 食生活 습관이 곡물위주에서 乳, 肉製品의 소비증가 추세로 변화됨에 따라 畜産規模는 점차 증가일로에 있다.

조사된바에 의하면 지금까지 肉類消費量은 1971년의 170,861톤에서 1989년에는 769,973톤으로 연평균 약 8.72%씩 증가되고 왔다. 동기간중 1인당 육류 소비량은 5.18kg~18.17kg으로 연평균 7.22%씩 증가하였고, 畜産物의 畜種別 年間 消費量은 쇠고기가 7.8% 돼지고기가 10.26% 닭고기가 6.63%로 돼지고기의 소비량 증가율이 쇠고기, 닭고기에 비교해서 훨씬 높게 나타나고 있다¹⁾. 畜産廢水의 濃度와 사육두수 등을 고려할 때 가장 문제가 되는 것은 養豚廢水이다. 과거 養豚廢水處理는 소규모의 자영업이었기 때문에 발생하는 양돈분뇨는 農耕地의 肥料로써 有用하게 사용되어 왔다. 그러나 지금의 養豚形態는 專門의인 大形化, 集團化로 發展하여 畜産廢棄物이 국지적으로 집중발생할 뿐만 아니라 고농도의 有機物로 構成되어있어 적절히 관리하지 않을 경우 地表水汚染, 地下水汚染, 惡臭問題등을 유발시킨다.

94년 년초에 있었던 上水원수의 악취사건도 畜産廢水의 影響이 일조했을 것으로 추정된다. 축산폐수의 排出量을 汚染物質 전체 배출량의 1%에 불과하나 다른 汚染物質에 비해 高濃度이기 때문에 濃度基準으로 전체수질의 약 16% 정도를 차지하고 있다²⁾. 한국농촌경제연구소의 보고³⁾에 의하면 1970년 7월 당시기준으로 현재 축산분뇨로 인한 BOD 發生量은 12,113톤/일 였으나 지금은 훨씬 많은 BOD 발생량이 될것으로 생각된다. 畜産廢水에 대한 本格的인 規制는 지난 80년 말에 시작되어 環境保全法과 廢棄物 管理法로 規制되어 왔던 畜産廢水를 91년도에는 污水, 糞尿및 畜産廢水의 處理에 관한 法律로 統合 관리되고 있다.

따라서 이러한 畜産廢水의 적절한 管理 및 統制를 위해서는 적절하고 合理的인 處理技術의 定立 및 導入이 시급한 실정이다.

일반적으로 처리되는 축산폐수의 처리는 표준활성오니법, 장기폭기법, 톨발발효조사등이 주로 사용되고 있지만, 糞舍에서 나오는 廢水를 그대로 적용 시키기에는 너무 고농도이기 때문에 脫水機를 이용하여 탈수시킨 다음 탈수케이크는 비료로써 농경지에 이용되며 여액은 회석한후 표준활성오니법으로 처리하고 있다⁴⁾. 이러한 방법으로 처리할 때는 農耕地에 이용되는 脫水된 슬러지는 安定化되지 않아 또 다른 숙성공정을 거쳐야 할 뿐만 아니라 막대한 에너지를 필요로 하고 또 微生物 슬러지의 最終處分이 問題가 된다.

그러므로 最近에는 이러한 好氣性處理의 短點을 補完하고 에너지를 회수할 수 있는 嫌氣性 消化法은 주로 高濃度의 有機性廢水 또는 廢液에 대하여 嫌氣性 條件하 2단계 消化를 거쳐 最終的으로 유기물이 메탄 및 이산화탄소로 안정화되는 공정이다. 이 공정의 장점은 단위 유기물당 생성되는 슬러지량이 好氣性에 비해 1/3~1/4정도로 현저히 적으며, 장기간

의 체류시간으로 슬러지가나 폐수내의 病原菌의 死滅率이 높으며 에너지 절감의 관점에서 메탄가스를 얻을수 있다는 것이다. 그렇지만 단점으로는 수리학적 滯留時間이 길기 때문에 넓은 敷地와 과다한 초기 建設費가 所要된다. 또한 가온 조건이 요구되고 이용되는 微生物이 주어진 조건에 민감하기 때문에 運轉造作이 比較的 難解한것으로 알려져 있다. 이러한 短點을 극복하기 위한 많은 研究가 進行되어 왔으며, 최근에 메디아(media)를 이용한 生物膜法이 제시됨으로서 水理學的 滯留時間을 短縮시킬 수 있게 되었다.

메디아를 이용한 生物膜法중에도 嫌氣性固定床法, UASB(상향류 혐기성 슬러지 플랑킷트 방식)등이 개발되어 있다. 따라서, 本 研究는 畜産廢水의 處理에 있어서 嫌氣性 生物膜法인 固定床法으로 lab. scale pilot plant를 運用하여 畜産廢水의 溫度에 따른 有機物 除去特性 및 微生物 舉動과 VFA (휘발성 지방산; Volatile fatty acid)의 變化特性 및 가스 生成特性등을 詳明하므로써 向後 畜産廢水에 대한 적절한 처리의 基礎資料로 사용코자 하였다.

III. 試驗裝置 및 方法

1. 種 오니

종 오니는 부산시 수영하수처리장에서 1차 소화 후 반응되는 반응오니를 채취하여 회석후 약 6개월 정도 배양시킨후 반응조내에 고정시키고, 미생물의 부착상태를 관찰하면서 3~4개월간 배양시킨후, pH와 가스량 및 유출수의 COD 농도를 측정하여, 이들 측정치의 변동이 시간에 따른 편차가 적을 때의 조건을 정상상태(steady state)로 가정하여 자료의 분석과 평가를 행하였다.

2. 試驗裝置

본 연구에 사용된 실험장치는 Fig. 3-1에 나타내었다. 실험장치중에 반응조는 내경 9cm, 전장 120cm 및 내경 10cm, 전장 180cm의 아크릴제원통을 사용하였다. 미생물의 고정을 위해 메디아를 80cm와 137cm만큼 충전시키고, 기질의 유입을 위해 미량펌프를 설치하여 기질을 상향류식으로 주입하였다. 메디아는 제주도산의 적석계통의 화산석으로 평균입경(덩어리상태) 10mm 내외, 공극율 71~76% 전후, 진비중 2.08 정도의 물리적 특성을 가지고 있었으며, 이 메디아를 반응조 내에 충전 시킨 후의 상태를 Fig. 3-2, Fig. 3-3에 나타내었다.

이때 반응조는 메디아 입자부분, 반응조내의 공극부분, 상층액부분, 기상부분으로 구분되며 메디아를 반응조내에 80cm와 137cm 높이로 충전했을때 미생물 반응용량은 3.86ℓ와 7.64

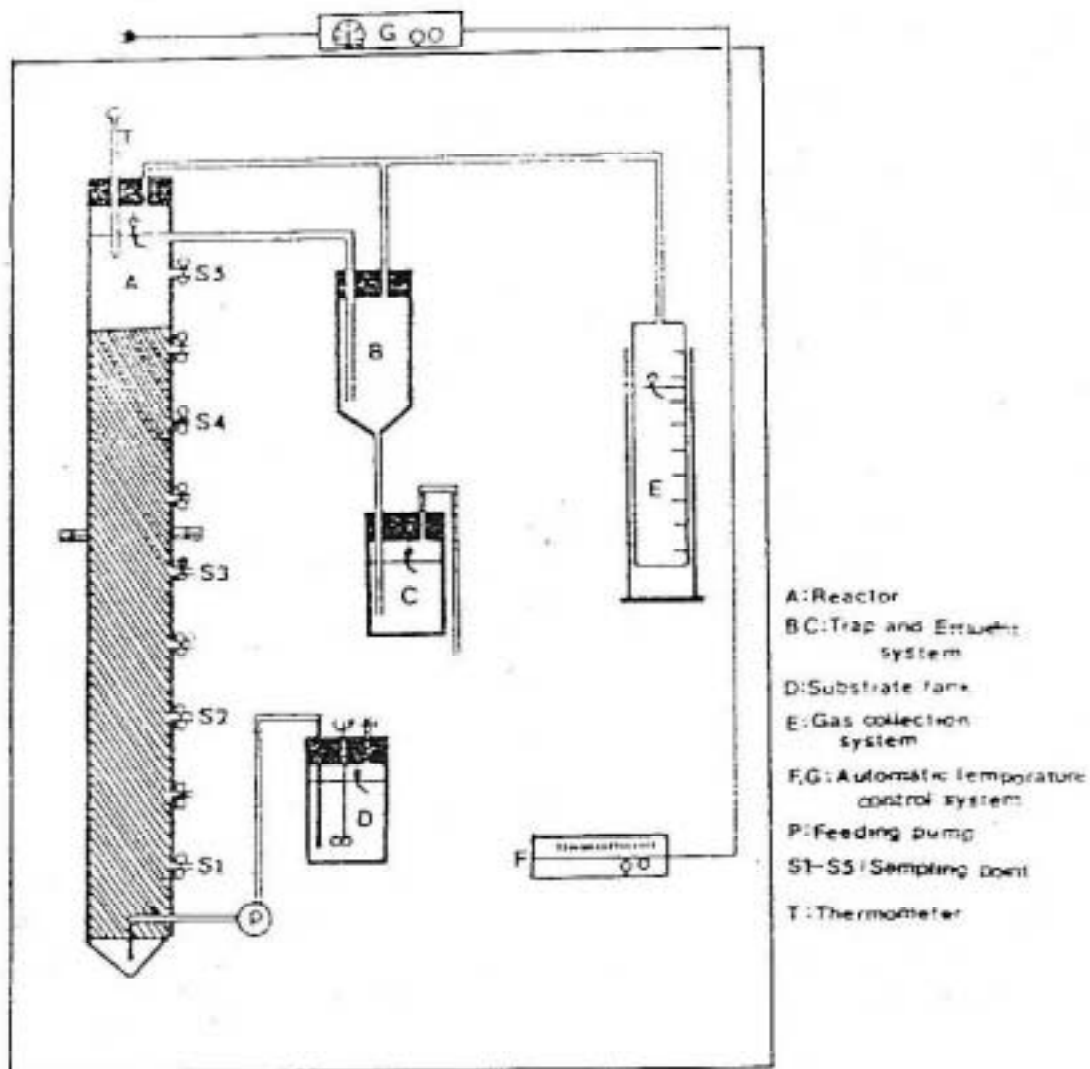


Fig. 2-1. Schematic diagram of fixed film reactor for the anaerobic.

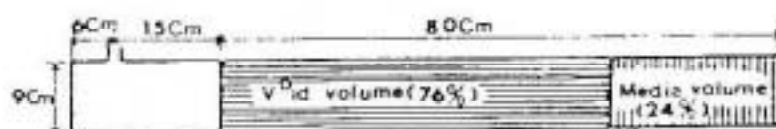


Fig. 2-2. Volume of reactor.

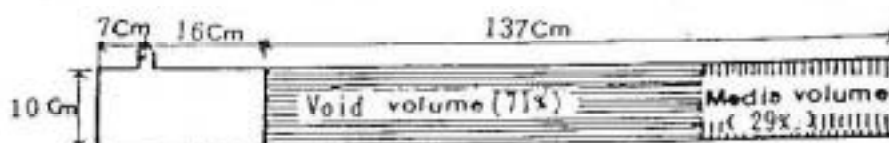


Fig. 2-3. Volume of reactor.

ℓ로 나타났다.

본 실험에서 glucose 농도와 VFA의 농도를 COD 값으로 환산하여 10,863mg/ℓ를 1일 3.6 ℓ와 8.6ℓ를 주입할 경우 부하율은 각각 10.13kg COD/m³day, 12.2kg COD/m³ day이고, HRT는 1.07, 0.90일이다.

위치에 따른 효율을 분석하기 위해 본체의 일정한 간격마다 채취점(Sampling point)를 설치하였고, 반응조의 전장 120cm경우 채취점 1번은 저면으로부터 13cm, 2번은 33cm, 3번은 53cm, 4번은 73cm, 5번은 93cm이며, 반응조의 전장 180cm의 경우는 1번은 저면으로부터 23cm, 2번은 68cm, 3번은 98cm, 4번은 118cm, 5번은 148cm로서 액상 부분이 채취되도록 설정하였다.

생성되는 메탄가스량을 측정하기 위해 가스 포집장치를 설치하고 반응조내의 일정한 온도 35℃와 25℃를 유지시키기 위해 항온조를 설치하였으며, 항온조내에 자동온도 감지기를 가설하고 가온을 위해 히터를 설치하여 35±1℃와 25±1℃를 정확하게 유지하였다. 유출수는 유출구(유출구직경 3cm)를 통해 자연유하식으로 유출하게 하였으며, 트랩을 설치하여 공기의 유입을 제어하였다. 또한 반응조에 생성된 메탄가스는 NaCl 포화용액과 H₂SO₄에 침수시킨 수상치환법에 의해 포집하여 측정하였다.

3. 實驗方法

축산폐수의 시료는 부산시 근교의 K농장에서 채취하였으며 집수조의 분과 노가 적당히 혼합된 폐수의 주요성분 분석 결과는 Table 2-1에 나타난 바와같이, COD_{cr}의 경우 돼지 및 소의 폐수가 각각 24,500mg/ℓ와 19,000mg/ℓ로 돼지 폐수가 약 5,000mg/ℓ 정도 높은 수치를 나타내고 있으며 BOD농도 역시 19,200mg/ℓ와 14,500mg/ℓ로 약 5,000mg/ℓ 정도 높은 수치를 나타내고 있다. 암모니아성질소와 휘발성 지방산은 돼지와 소 모두 비슷한 결과를 나타내고 있다.

이 분석 결과를 바탕으로 Table 2-2와 같이 인공폐수를 만들어 시료로 사용했다. 축산폐수의 실험결과 COD농도를 돼지와 소를 평균하면 약 20,000mg/ℓ정도이지만 우수기의 빗물이라던지 청소시 세척수의 혼입을 고려하여 인공폐수는 Glucose와 VFA를 COD로 환산하여 10,000mg/ℓ로 조제하였다.

위치에 따른 처리 효율을 보기위해 반응조에 설치된 채취점의 각 단마다 채취하여 측정하였다.

본 연구의 분석항목및 분석방법을 Table 2-3에 나타내었다.

Table 2-1. Quality of animal wastewater.

Item	(mg/l)	
	Cattle	Pig
COD	19,000	24,500
BOD	14,500	19,200
NH ₃ -N	2,935	3,540
Acetic acid	1,192	1,292
Propionic acid	369	466
iso-butyrac acid	61	68
n-butyrac acid	617	637
iso-Valeric acid	95	80
Cl ⁻	1,500	70

Table 2-2. Composition of Synthetic Substrate.

Composition	(mg/l)	
	Concentration	
Glucose	7,600	
CaCl ₂	0.5	
FeCl ₂ 6H ₂ O	100	
KCl	200	
NH ₄ Cl	400	
ZnCl ₂	1	
MnSO ₄ 4H ₂ O	15	
CoCl ₂ 6H ₂ O	5	
MgCl ₂ 6H ₂ O	200	
MgSO ₄ 7H ₂ O	100	
CuSO ₄ 5H ₂ O	5	
(NH ₄) ₂ HPO ₄	1,000	
Acetic Acid	1,300	
Propionic Acid	400	
Butyric Acid	700	
NH ₄ HCO ₃	12,000	

Table 2-3. Summary of Analytical Method.

Item	Analyzing Method
pH	pH meter (ORION 960 U.S.A)
Gas volume	Gas Collection System in the Reactor
COD _m	K ₂ Cr ₂ O ₇ reflux method
Acetic acid	GC-FID (column HP-FFAP 50m×0.2mm×0.33μm)
	Inj. Tem 200℃
Propionic acid	oven tem 150℃
	Det. Tem 220℃
Butyric acid	Model : Hewlett-packard 5890 series II (U.S.A)
	Indophenol method (wave length : 640nm)
NH ₄ ⁺ -N	Spectrophotometer (Hewlett-packard 8452A U.S.A.)
Glucose	Anthrone method

III. 結果 및 考察

본 연구는 혐기성고정상에서의 연속실험을 통하여 초기상태부터 정상상태로 운영된 35℃와 25℃의 온도별 실험결과를 분석, 검토하였다.

1. 35℃에 의한 嫌氣性 固定床

가. 경일변화

35℃에서의 pH 변화는 Fig.3-1에 나타난 것과 같으며, 운전초기로부터 정상상태에 까지 약 7.1로 안정된 값을 보이고 있다.

이는 초기상태에서도 pH의 변동이 없는것은 축산폐수의 조성특성인 NH₄⁺-N의 농도가 3,000mg/l~3,500mg/l로 나타남에 따라 NH₄⁺-N 농도를 3,000mg/l으로 맞추기 위하여 (NH₄)₂HPO₄ 1,000mg/l, NH₄HCO₃를 11,980mg/l 주입하였기 때문에 암모니아염 또는 중탄산염에 의한 완충작용으로 인하여 pH의 변동은 거의 없었던 것으로 사료된다. 이러한 완충용질이 풍부한 축산폐수의 경우에는 pH가 중성에서 유지됨으로 pH의 조정은 별로 필요가 없을 것이다.

Fig. 3-2는 실험초기에서부터 정상상태로의 진입, 그리고 정상상태에서 가스발생량의 경일변화를 나타내었다. 여기에서 실험시작후 약 30일간은 가스의 발생이 거의 없었으나

그후 급격한 증가를 보여주고 있으며, 실험개시 50일 이후 거의 안정된 가스상태로 나타났다. 정상상태로 인정되는 50일 이후의 가스 발생량은 약 3,300ml/ℓ·day로 나타났으며, 이는 혐기성고정상의 미생물거동이 안정화 되었을 것으로 판단된다.

Fig. 3-3은 실험기간중 COD농도의 경일변화를 나타내었다. 유입 COD농도는 10,000mg/ℓ로 초기상태의 COD의 경일변화는 거의 나타나지 않았으나, 전술한 30일 이후의 가스발생량과 역비례하여 급격한 COD의 저하가 보여졌다. 그 변화농도는 1단에서 약 5,000mg/ℓ로 단수가 증가할수록 감소되어 5단에서는 약 3,000mg/ℓ로 70%의 COD제거율을 나타내고 있다.

임동³⁴의 COD 10,000mg/ℓ (glucose로서) HRT 1.0일의 경우 거의 100% 가까운 제거율이었지만, 축산폐수는 특징인 암모니아성 질소의 저해에 의한 것으로 예상된다.

Fig. 3-4는 VFA를 COD 값으로 환산한 값이다. 초기상태의 값이 Fig. 3-3의 COD값에 못미치는 것은 glucose가 VFA로 변화하는 중간 생성물질로 생각되며 정상상태에서는 거의 COD와 유사한 형태를 나타내고 있다. 따라서 COD와 VFA의 농도는 매우 비슷하다고 볼 수 있으며, 산생성균에 의해 glucose는 거의 제거 되었으며, VFA는 암모니아성 질소의 농도 때문에 메탄생성균의 저해로 보여 진다. Fig. 3-5는 acetic acid, propionic acid, butyric acid의 VFA의 조성을 나타내었다. 초기상태는 acetic acid가 거의 2/3를 차지하고 있었으나 30일이후로 급격히 떨어지는 경향을 보이고 있다. VFA의 대부분은 acetic acid이며 다음은 propionic acid, butyric acid 순으로 나타났다. 축산폐수의 혐기성고정상 처리법에서 acetic acid의 제거가 가장 중요한 인자로 생각된다.

Table 3-1은 35℃에서 각 항목별 평균농도를 나타내었다. 유입 COD 농도는 약 10,000 mg/ℓ이며 1단은 약 5,000mg/ℓ로서 50%의 제거율을 나타내고 있으며 5단은 약 3,000mg/ℓ로서 70%의 제거율을 나타내고 있다. VFA는 1단에서는 3,721mg/ℓ였으며 5단에서는 2,644 mg/ℓ로 나타났다. glucose는 1단에서부터 99% 이상의 제거율을 보이고 있으며 COD/VFA (as COD)는 거의 1.0을 나타내고 있다.

이는 COD의 성분은 거의 VFA가 주를 나타내는 것이며 동시에 산생성균의 활동이 활발함을 알 수 있다. 암모니아성 질소는 유입농도가 3,000mg/ℓ가 균체에 이용된것으로 예상된다. pH는 7.1로 아주 안정된 값을 나타내고 있으며 가스의 발생속도는 3,300 ml/ℓ·day로 나타났다.

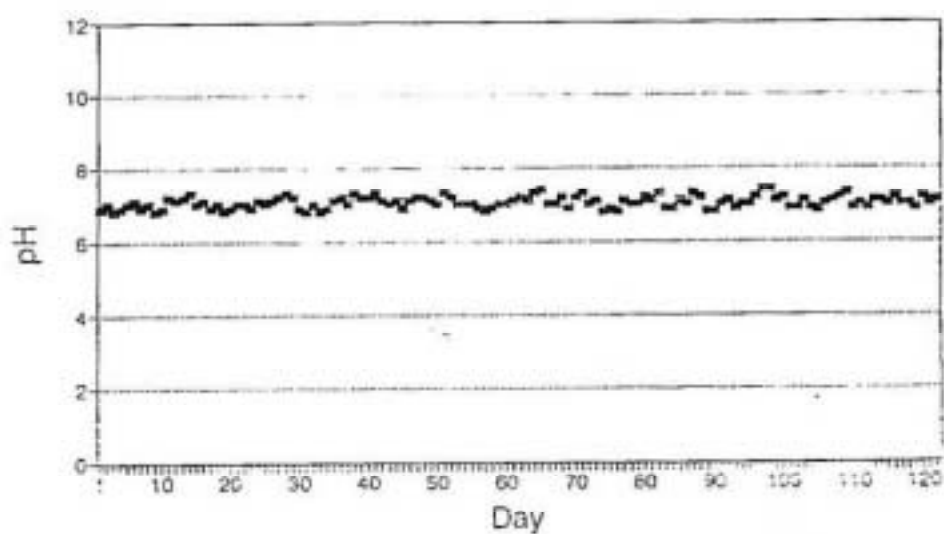


Fig. 3-1. pH value of the anaerobic filter at 35°C with the variation of time

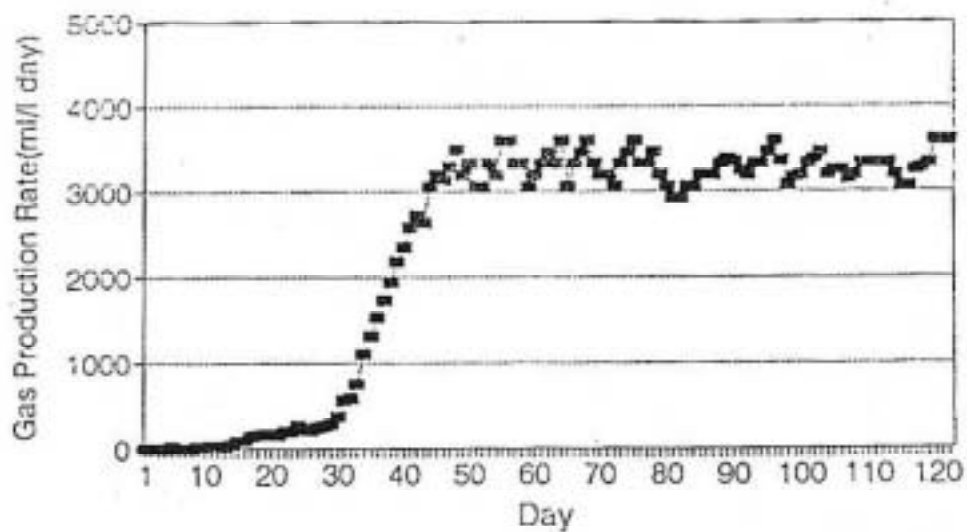


Fig. 3-2. Gas production of the anaerobic filter at 37°C with the variation of time

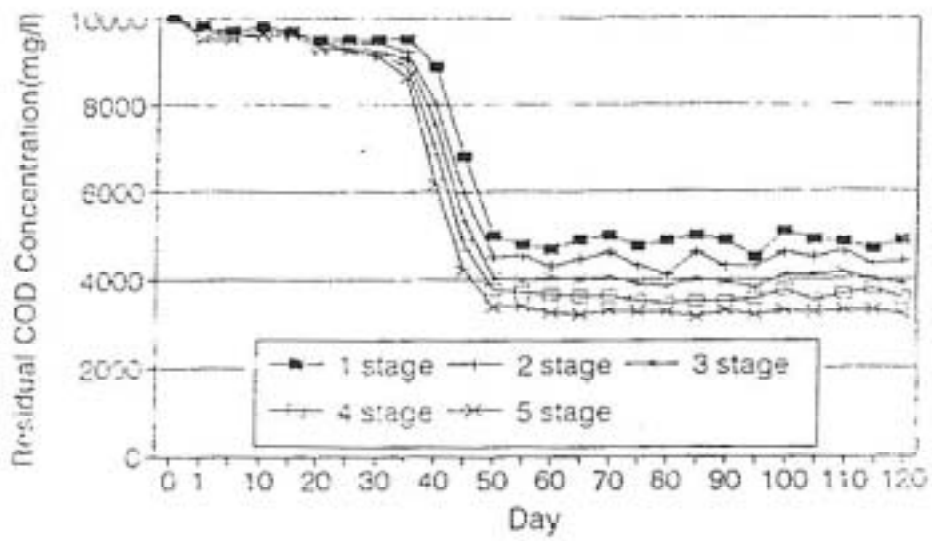


Fig. 3-3. Residual COD concentration of the anaerobic filter at 35°C with the variation of time

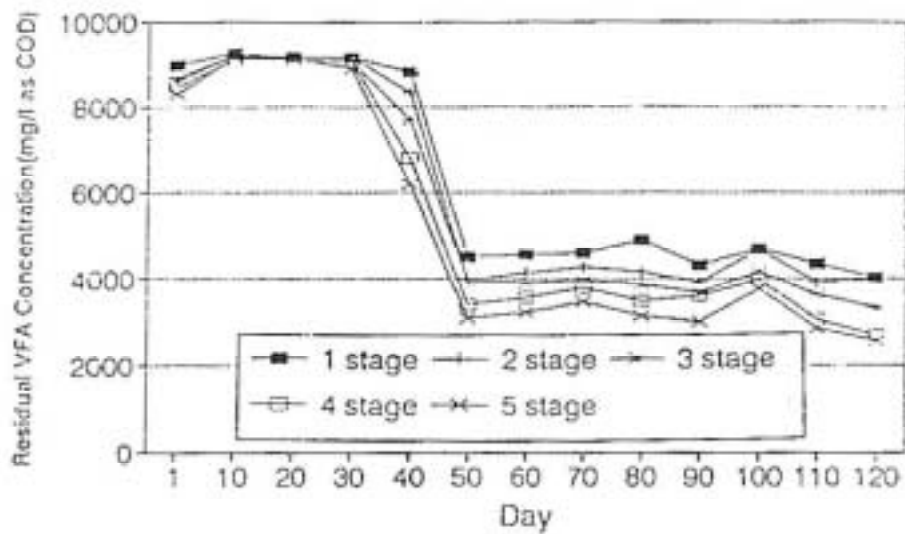


Fig. 3-4. Calculated value of COD concentration base from VFA in anaerobic filter at 35°C with the variation of time

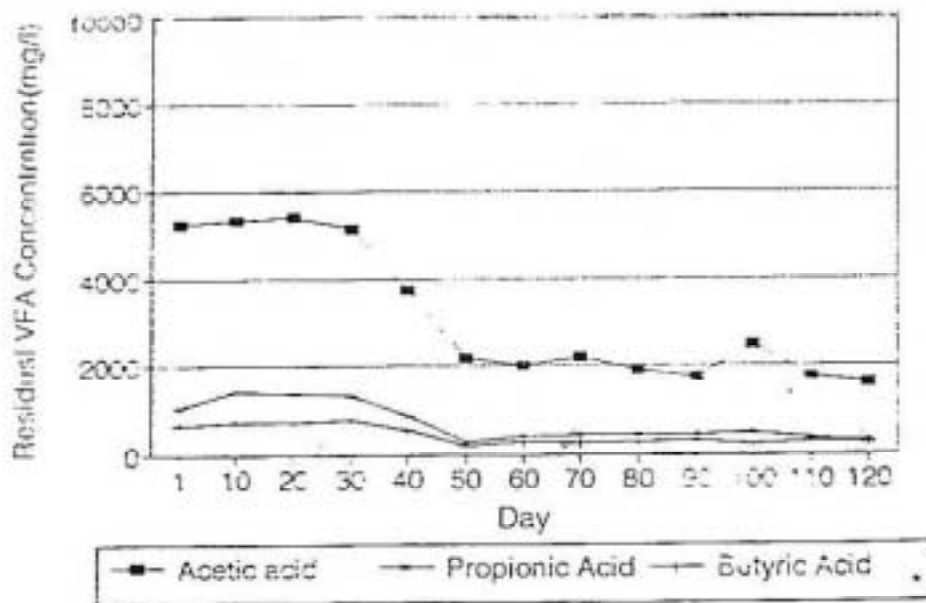


Fig. 3-5. Residual VFA concentration at step 5 of the anaerobic filter at 35°C with the variation of time

Table 3-1. Mean values of various chemical items in anaerobic filter at 35°C (mg/l)

Item	Stage	feedconc.	1	2	3	4	5
COD		10,863	4,856	4,433	3,993	3,000	3,269
VFA		2,400 (3,263)	3,721 (4,489)	3,407 (4,253)	3,141 (3,780)	2,858 (3,445)	2,644 (3,136)
Acetic acid		1,300 (1,391)	2,798 (2,989)	2,540 (2,835)	2,371 (2,530)	2,133 (2,263)	1,980 (2,113)
Propionic acid		400 (600)	559 (838)	514 (777)	475 (718)	442 (668)	377 (570)
Butyric acid		700 (1,272)	364 (662)	352 (641)	295 (532)	283 (514)	243 (453)
Glucose		7,600	10	9	8	7	6
COD Removal rate (%)		0	55.30	59.19	63.24	66.86	69.91

Glucose Decomposition Rate (%)	0	99.87	99.88	99.89	99.91	99.92
Residual VFA / Residual COD (as COD)		92.4	95.9	94.7	95.7	95.9
NH ₃ -N	3,000	2,701				
pH	6.8	7.1				
GAS (mℓ/day)		3,293				

(Value) : as COD mg/ℓ

2. 25℃에 의한 嫌氣性 固定床

가. 경일변화

25℃에서의 pH 변화는 Fig4-6가 같으며 35℃와 마찬가지로 운전 초기상태부터 정상상태까지 약 7.1로 일정한 값을 나타내고 있다. 역시 축산폐수의 특성인 암모니아성 질소의 농도에 따라 주입한 암모니아염과 중탄산염에 의한 완충작용으로 인하여 pH의 변동은 거의 없었던 것으로 사료된다.

Fig. 3-7은 25℃에서의 가스 발생량을 나타내었다. 35℃와는 달리 약 40일간은 가스 발생량이 미미 하였으나, 그후 급격한 증가를 보였으며 60일 이후 안정된 가스발생 상태를 나타냈다. 35℃와는 약 10일간의 차이를 보였으며, 정상상태로 인정되는 60일 이후의 가스 발생량은 약 2,000ml/ℓ · day로 나타났고 25℃ 역시 혐기성고정상 내의 미생물 성장이 안정 단계에 도달하였음을 추정할 수 있다.

Fig. 3-8은 25℃의 COD 농도 변화량을 나타내었다. 유입 COD 농도는 약 10,000mg/ℓ로 초기상태의 COD 농도의 경일변화는 거의 나타나지 않았으나, 전술한 40일 이후의 가스발생량과 역비례하여 급격한 COD 농도의 저하가 보여졌다. 그 변화농도는 1단에서 COD 농도의 저하는 뚜렷하지 않으나 4, 5단에서 COD 농도의 변화는 급격한 것으로 보아서 고정상의 높이는 충분한 것으로 사료된다. 그러나 COD 농도는 5단에서는 약 40% 이상의 처리율로 안정된 값을 보여주고 있다.

Fig. 3-9는 25°C에서의 VFA의 농도를 COD 농도값으로 환산한 값이다. COD의 변화와 마찬가지로 40일 이후부터 농도의 저하를 보이며 35°C에 비해 특징적인 것은 5단에는 안정된 값을 보여주고 있으나, 1단의 경우는 불안정한 형태를 보여주고 있다. 이는 메탄생성균이 소화온도 35°C에 비교해서 활성이 상당히 약화되어 있음을 알 수 있다. 또한 암모니아성 질소의 저해도 25°C에 더 많은 영향을 주고 있다고 생각된다.

Fig. 3-10은 25°C에서 acetic acid, propionic acid, butyric acid의 조성을 나타내었다. 초기상태는 acetic acid가 35°C의 경우와 마찬가지로 2/3 이상을 차지하고 있었으며 40일 이후로 떨어지는 경향을 보이고 있다. VFA의 대부분은 acetic acid이며, 그 다음은 35°C와는 반대로 butyric acid, propionic acid 순으로 나타났다. 이는 25°C에서는 메탄생성균의 butyric acid 분해능력이 35°C에 비교해서 상당히 떨어짐을 알 수 있다.

Table 3-2는 25°C에서의 각 항목별 평균농도를 나타 내었다. 유입 COD는 약 10,000mg/ℓ이며, 1단은 약 7,500mg/ℓ로서 24%의 제거율을 나타내고 있으며, 5단은 약 6,000mg/ℓ로서 40%의 제거율을 나타내고 있다. VFA는 1단에서는 5,603mg/ℓ였으며, 5단에서는 4.165 mg/ℓ로 나타났다. glucose는 35°C와 마찬가지로 1단에서부터 거의 100% 가까운 제거율을 보이고 있으며, COD/VFA (as COD)도 거의 1.0를 나타내고 있다. 이는 COD의 성분을 대비분 VFA가 주를 나타내는 것이며 산생성균의 활동이 활발함을 알 수 있다. 암모니아성 질소는 35°C와 마찬가지로 유입농도가 3,000mg/ℓ로 유입되었을때 유출수(5단)의 농도가 2,700mg/ℓ정도이며, 약 300mg/ℓ는 군체가 이용한 것으로 예상된다. pH 또한 7.1 정도로 아주 안정된 값을 나타내었고 가스발생량은 2,000ml/ℓ·day를 보였다.

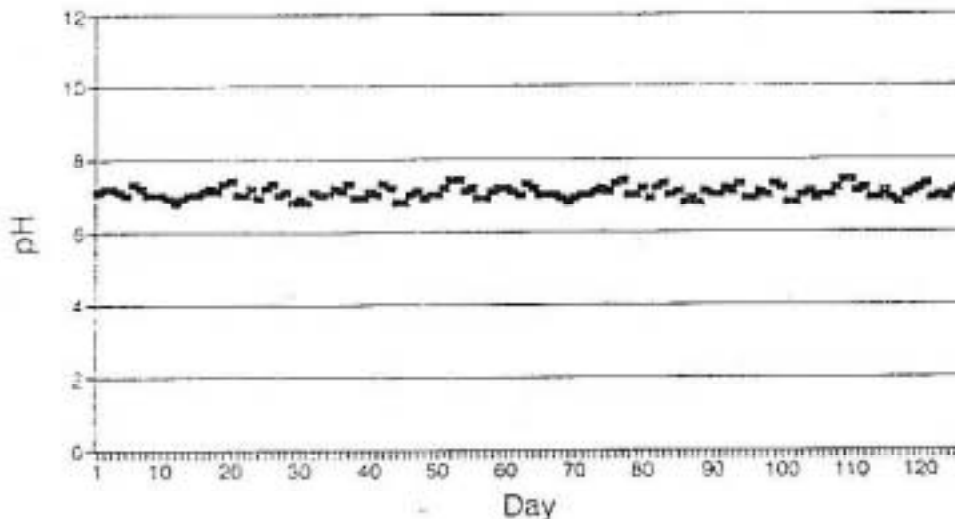


Fig. 3-6. pH value of the anaerobic filter at 25°C with the variation of time

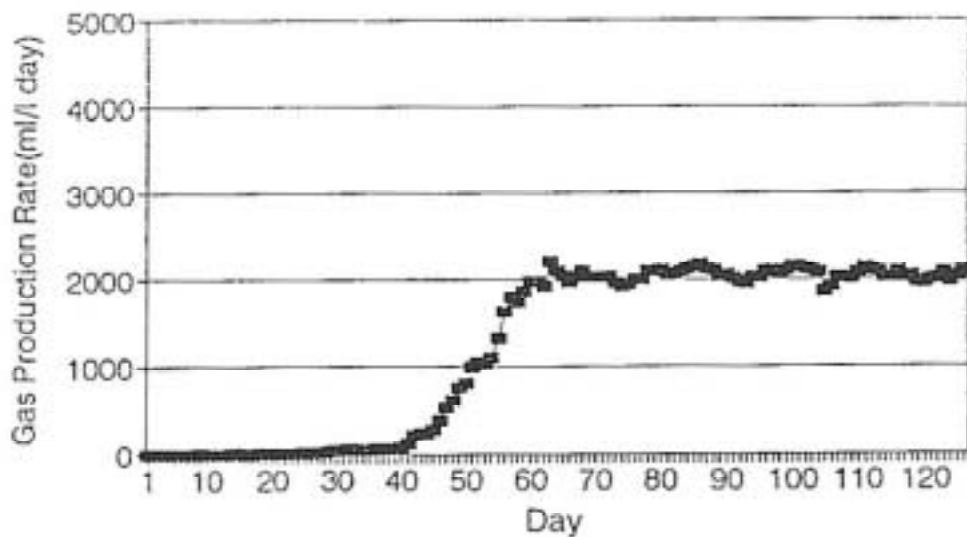


Fig. 3-7. Gas production of the anaerobic filter at 25°C with the variation of time

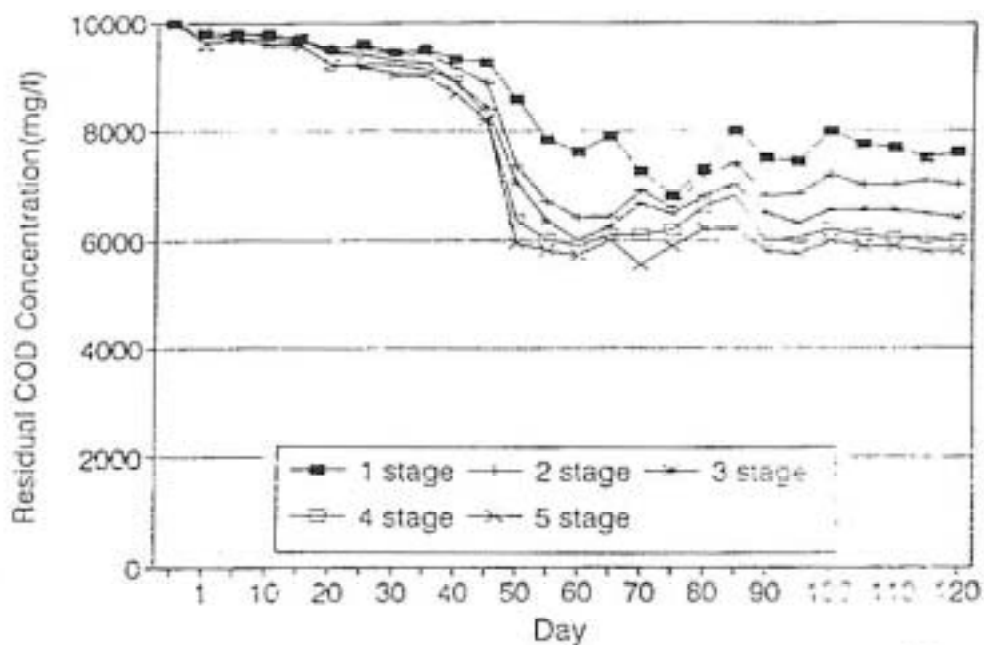


Fig. 3-8. Residual COD concentration of the anaerobic filter at 25°C with the variation of time

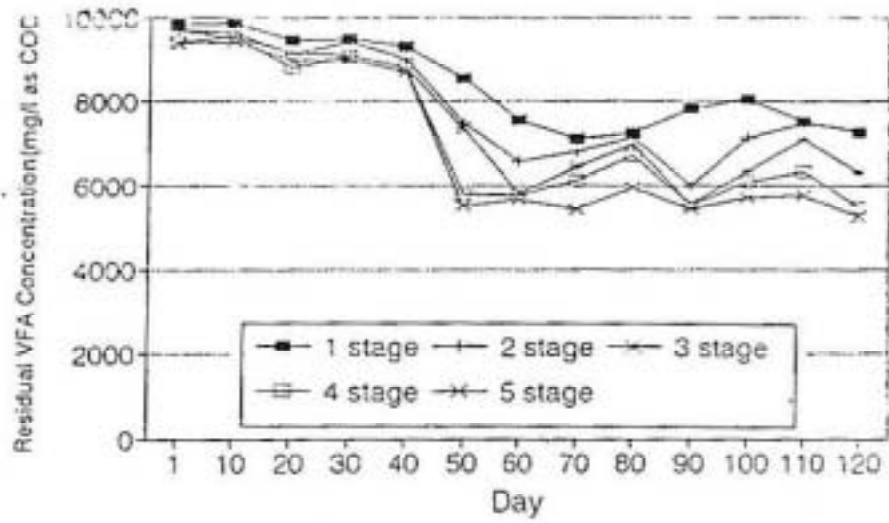


Fig. 3-9. Calculated value of COD concentration base from VFA in anaerobic filter at 25°C with the variation of time

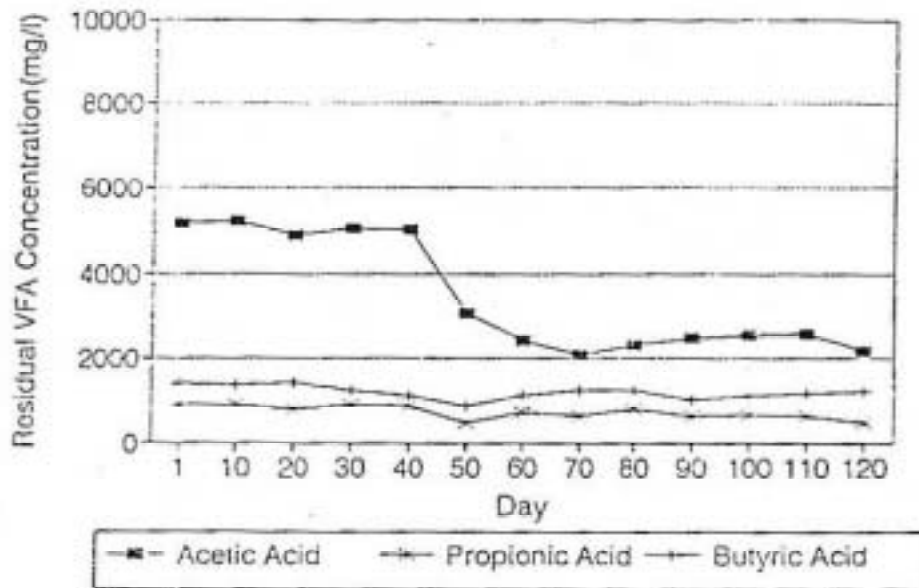


Fig. 3-10. Residual VFA concentration at step 5 of the anaerobic filter at 25°C with the variation of time

Table 3-2. Mean values of various chemical items in anaerobic filter at 25°C (mg/ℓ)

Item \ Stage	feedconc.	1	2	3	4	5
COD	10,863	7,565	6,908	6,504	6,162	5,882
VFA	2,400 (3,263)	5,603 (7,294)	5,151 (6,913)	4,754 (6,365)	4,484 (6,889)	4,165 (5,589)
Acetic acid	1,300 (1,391)	3,236 (3,453)	2,931 (3,128)	2,735 (2,918)	2,577 (2,757)	2,373 (2,530)
Propionic acid	400 (600)	844 (1,276)	813 (1,229)	717 (1,083)	669 (1,012)	636 (962)
Butyric acid	700 (1,272)	1,523 (2,765)	1,407 (2,556)	1,302 (2,364)	1,231 (2,120)	1,156 (2,097)
Glucose	7,600	10	9	8	7	6
COD Removal rate (%)	0	30.36	36.41	40.13	43.28	45.85
Glucose Decomposition Rate (%)	0	99.87	99.88	99.89	99.91	99.92
Residual VFA / Residual COD (as COD)	—	96.0	99.0	98.0	96.0	95.0
NH ₃ -N	3,000	2,747				
pH	6.8	7.1				
GAS (mℓ/day)		2,049				

(Value) : as COD mg/ℓ

3. 溫度別 比較檢討

Fig. 3-11과 3-12는 glucose와 VFA 즉 acetic acid, propionic acid, butyric acid를 COD 값으로 환산하여 35°C와 25°C에서 서로 비교한 그래프이다. glucose는 1단에서부터 거의 100% 분해하였는데 비해 acetic acid, propionic acid, butyric acid 등의 유기산은 acetic acid,

propionic acid의 경우에는 35℃가 25℃보다 약간의 높은 제거율을 나타내었으나, Butyric acid의 경우는 많은 양의 잔존농도를 보여주고 있다. 이는 축산폐수를 25℃에서 처리하고자 할때 acetic acid는 물론 butyric acid의 제거가 문제가 될 것으로 사료된다.

Fig. 3-13은 35℃와 25℃의 잔존 COD 농도를 나타내었다. 임동²¹은 유출수의 COD 농도가 100mg/l 이하로 99% 이상의 처리효과가 있는 것으로 보고하고 있으나, 본 연구에서는 유출수에서의 COD 농도는 35℃에서 약 3,000mg/l, 25℃에서 약 6,000mg/l로 상당한 차이를 나타내고 있다.

이는 축산폐수의 특징인 암모니아성 질소의 농도가 약 2,700mg/l로 메탄생성균에 상당한 저해를 주었기 때문으로 생각된다. 본 연구의 온도비교에서의 유출 COD 농도는 약 2배 정도의 차이가 나타난 것으로 볼때, 암모니아성 질소가 높은 축산폐수의 경우는 35℃가 유리할 것으로 사료된다.

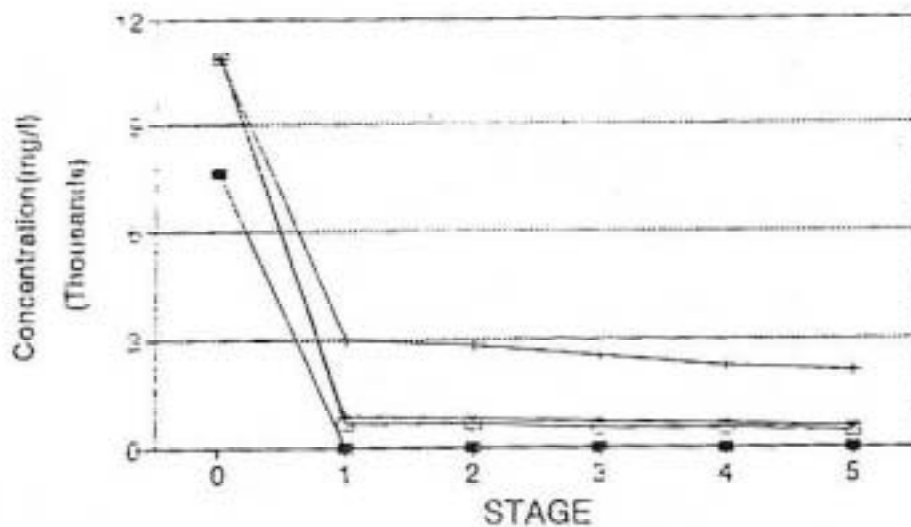


Fig. 3-11. Calculated value of COD concentration from VFA and glucose at each step in anaerobic filter at 35℃

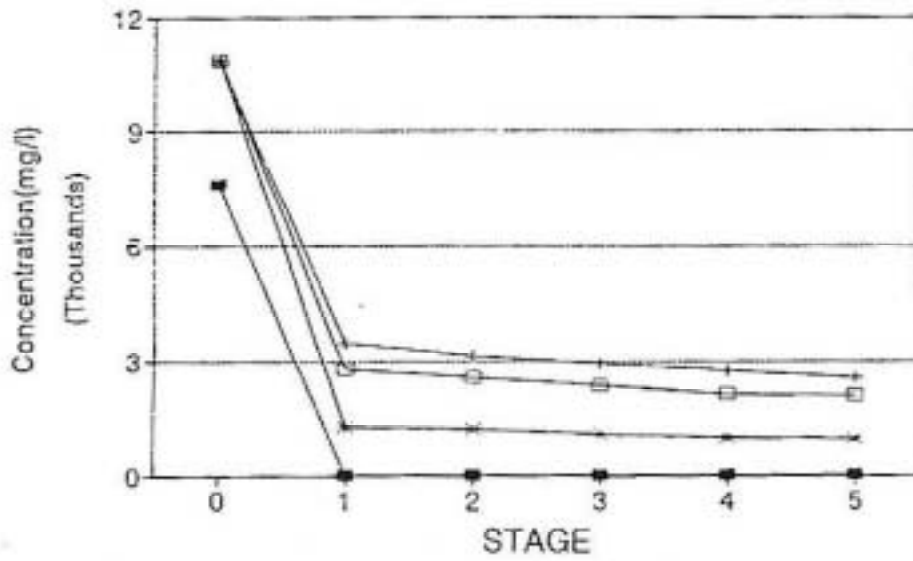


Fig. 3-12. Calculated value of COD concentration from VFA and glucose at each step in anaerobic filter at 25°C

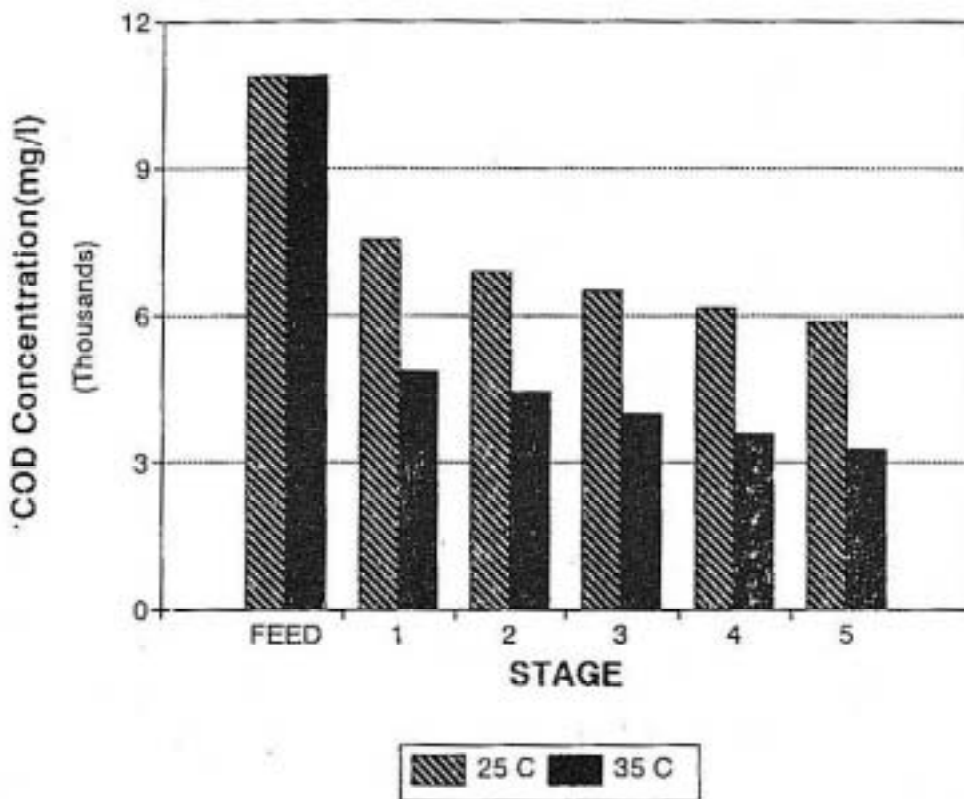


Fig. 3-13. Comparison of COD concentration in anaerobic filter 35°C with 25°C

IV. 要 約

축산폐수는 고농도의 유기물과 암모니아성 질소 그리고 유기산으로 구성되어 있어 처리에 어려움이 많다. 따라서 본연구는 축산폐수를 혐기성 생물막법의 하나인 혐기성 고정상법으로 처리하여 35℃와 25℃에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 정상상태에 도달하기까지의 기간은 35℃는 약 50일, 25℃는 약 60일이 소요되었으며 온도가 높은 35℃가 빨리 적응하는 것으로 나타났다.
- 2) 35℃에서 COD 제거율은 약 70%로 나타났으며 가스발생 속도는 약 3,300ml/ℓ·day 이며, 25℃에서의 COD 제거율은 약 45%, 가스발생 속도는 2,000ml/ℓ·day 였다.
- 3) 높은 암모니아 농도에서 butyric acid는 온도에 따른 분해의 영향이 크게 나타났으나, acetic acid와 propionic acid는 비교적 완만하였다.
- 4) 축산폐수속에 있는 암모니아성 질소 성분은 glucose가 거의 100% 분해된것으로 보아 산생성균에는 전혀 영향이 없었던 것으로 생각되나, 잔존 VFA 농도가 35℃에서 2,644 ml/ℓ, 25℃에서 4,165mg/ℓ으로 나타난 것은 메탄생성균에는 상당한 저해요소로 작용하는 것을 알 수 있었다.

V. 參 考 文 獻

1. 한국농촌경제연구원, "계간 농촌경제", Vol 14, No. 1, p.65-81
2. 대한 양돈협회, "월간 양돈", 제14권 제7호 통권155호, p.86-118 (1992).
3. 강인국 "혐기성소화조를 이용한 고농도 양돈 축산폐수의 처리에 관한 연구", 아주대학교 석사학위논문 (1987).
4. 한국 환경과학연구협회, "농촌 소규모 오수처리시설을 이용한 축산 폐수의 효율적 처리방안에 관한 연구", (1991).
5. APHA-AWWA-VPCE., "Standard method" (1981).
6. 사단법인 일본하수도협회, "하수시험방법" (1984).
7. 전국환경관리인연합회, "수질오염공정시험법" (1991).
8. Herbert, D. Phipps, S.T.and Strange, R.R., "Chemical analysis of microbialcells", Academic press London and New York 210-344 (1971)
9. 임태규, 김영철, 김영호 "화산석을 이용한 혐기성 고정상에 있어서 기질의 제거특성" 상수도학회지 제7권 제1호 p.46-53 (1993).
10. 임태규, 박재민 "혐기성 고정상에 있어서 기질제거에 관한 연구" 경성대학교 논문집, Vol. 11, No.2 (1990).