

嫌氣性 Filter Media 反應槽에 의한 廢水處理

李 燦 基* · 林 哉 明**

Waste Treatment by an Anaerobic Filter

Lee Chan Ki · Rim Jac Myung

Abstract

This study mainly concentrated on the treatment of nightsoil by an anaerobic filter media process. Nightsoil has been one of the major water pollutants in this country. It represents high BOD and SS concentrations.

A comprehensive laboratory study conducted at Kangweon National University indicate :

- (1) In the case of anaerobic filter system, COD and BOD removal efficiencies were greatly influenced by hydraulic retention time(HRT), but SS removal efficiencies dropped slowly when HRT were 2~15 days.
- (2) COD removal efficiencies were 19% when HRT were 15 days, 14% when HRT were 8 days, 10% when HRT were 6 days, 9% when HRT were 4 days, 2% when HRT were 2 days.
- (3) BOD removal efficiencies were 23% when HRT were 15 days, 14% when HRT were 8 days, 18% when HRT were 6 days, 7% when HRT were 4 days, 5.8% when HRT were 2 days.
- (4) SS removal efficiencies were 21%~25% (2~15 days HRT)

1. 序 論

嫌氣性 Filter media 工法에 의한 有機性廢

水處理는 Media 表面에 嫌氣性 박테리아가 부착되어 장기간 反應槽內에 滯留하므로써 SRT (Solids retention time)을 增大시켜 常溫에서 淨化槽 廢水를 處理하기 위한 것이다. Media

* 江原大學校 工科大學 助教授

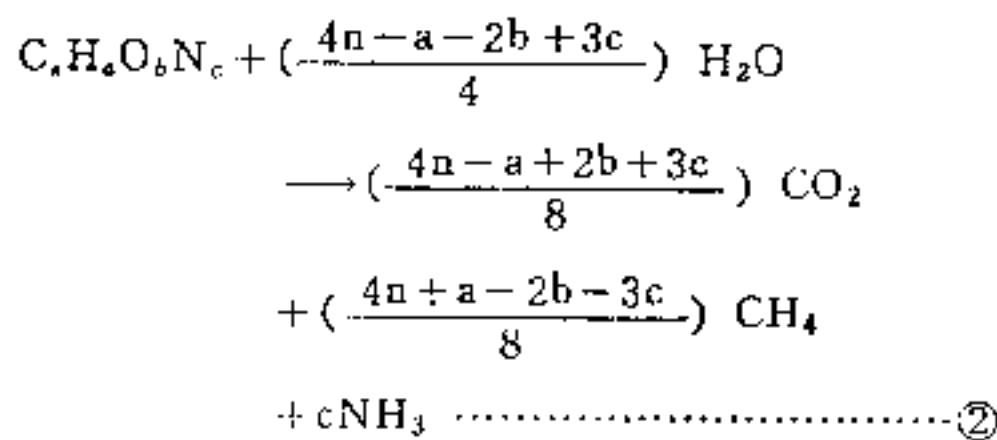
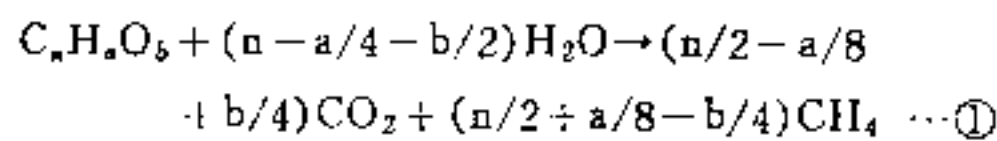
** 東亞大學校 工科大學 專任講師

表面에 생물막이 적당하게 형성되었을 경우 슬러지 返送이 不必要하며 먹이의 접촉이 反應槽 전역에서 이루어 진다는 利點이 있다. 그러나 Media 表面에 생물막의 과도 성장으로 공극이 폐쇄되거나 短回路(Short circuit)가 형성될 가능성이 있다. 이러한 현상을 방지하기 위하여 反應槽內的 통과 流速을 조절해야 하며 流入水內的 SS를 가능한 除去해야 한다는 제약 조건이 있다.

本 實驗에 使用된 處理方法은 Young¹⁾이나 李²⁾에 의하여 使用된 固定層(Fixed media)을 利用한 廢水의 處理方法과 類似하다. 또한 이 方法은 plummer 等³⁾에 의하여 食品廢水에 적용되었으며, Jennett 等⁴⁾은 製藥廢水에 적용하였다. 本 實驗은 淨化槽 廢水에 嫌氣性 Filter media 工法을 적용하여 기계적 혼합, 슬러지 반송, 加溫이 없을 경우에 處理效率를 검토하기 위한 것이다.

2. 嫌氣性 Filter Media 工法

嫌氣性 處理는 有機物質이 메탄박테리아에 의해 分解되어 메탄가스와 탄산가스로 전환되는 과정으로 Buswell 과 Mueller⁵⁾는 다음과 같은 경험식으로 表現하였다.



嫌氣性 消化의 첫번째 과정은 有機物質이 酸形成 微生物에 의해 有機酸으로 전환되는 과정으로 式 ③과 같이 表現된다.⁶⁾

$$-\frac{ds_c}{dt} = \sum_{i=1}^n \frac{K_i S_i M_i}{K_{i1} + S_i} \quad \text{--- ③}$$

$$\frac{ds_c}{dt} = -R_c \quad \text{--- ④}$$

여기서 S_c = 첫번째 과정으로 전환되고 있는 有機物 濃度(mg COD/l)

R_c = 첫번째 과정으로 전환되는 率 (mg COD/day/liter of filter volume)

酸形成過程中 生成되는 微生物은 式 ⑤와 式 ⑥으로 表現된다.

$$\frac{dM_c}{dt} = e a_c R_c - b_c M_c \quad \text{--- ⑤}$$

$$\frac{dM_{ic}}{dt} = (1 - e) a_c R_c \quad \text{--- ⑥}$$

여기서 M_c = 活性 微生物 濃度(mg/liter of filter volume)

M_{ic} = 非活性 微生物 濃度(mg/liter of filter volume)

e = 새로 합성되는 微生物 細胞量

a_c = 微生物 成長係數(mg cell mass/mg COD Converted)

b_c = 微生物 死滅係數(day⁻¹)

두번째 과정은 메탄 박테리아에 의해 有機酸이 메탄가스로 전환되는 과정으로 다음 式과 같다.

$$\left(\frac{ds_a}{dt}\right) = -\frac{k_a s_a M_a}{k_{za} + s_a} \quad \text{--- ⑦}$$

$$\left(\frac{ds_p}{dt}\right) = -\frac{k_p s_p M_p}{k_{zp} + s_p} \quad \text{--- ⑧}$$

여기서 a = acetic acid

p = propionic acid

한편 Filter 內에 微生物의 축적으로 공극이 줄어들게 되며 이것을 관계식으로 表示하면 다음과 같다.

$$V_1 = \alpha V_0 (1 - K_v M_T) \quad \text{--- ⑨}$$

여기서 V_1 = Filter 內의 공극 (l)

α = Filter 의 공극율

V_0 = Filter media 를 넣지 않았을 때의 反應槽 體積 (l)

K_v = 單位 微生物 濃度當 體積 變化率

M_T = 總微生物 濃度(mg VSS/ l)

Filter 內의 有效空隙 (V_1)은 式 ⑨와 式 ⑩

로 表現된다.

$$V_e = V_i(1 - r_{i,g}) \dots\dots\dots ㉑$$

$$V_g = \alpha V_e(1 - K_v M_T)(1 - r_{i,g}) \dots\dots\dots ㉒$$

여기서 $r_{i,g}$ = 가스 發生으로 인한 有效空腔 감소율

· 嫌氣性 Filter media 工法에 使用되는 Media 에는 자갈, Pall rings, Modular plastic blocks 또는 요업재료 등의 미세입자를 사용하고 있다. 이외에도 블록, 각종 전이나 다공성의 블록 등이 使用되기도 한다. 活性슬러지工法과 嫌氣性 Filter media 工法의 동력소요량, 슬러지生産量, 운전비용 등을 비교하면 動力은 活性슬러지쪽이 6.7배정도 크고 운전비용의 경우 약 8배정도 높으며 슬러지生産量도 10배정도 높은 것으로 보고되고 있다.⁷⁾

Filter media 의 높이에 따른 廢水處理效率를 研究한 結果 反應槽 높이 1m 以內에서 대부분이 處理되고 있다고 하며,⁸⁾ 이와 유사한 研究가 Young⁹⁾, Mueller¹⁰⁾, Jennett¹¹⁾ 등 여러사람들에 의해 보고되고 있다.

3. 實驗方法

1) 實驗器機 및 裝置

嫌氣性 Filter media 反應槽를 運轉하기 위하여 그림 1, 그림 2와 같은 實驗室用 反應槽를 製作하였다. Unit I 과 Unit II 는 反應槽容量 5.5ℓ, Media容積 543cm³인 구멍이 뚫린 플라스틱 판(갈판)을 동글게 말아서 넣었다. 反應槽는 내경 15.2cm, 높이 46cm인 아크릴 칼럼으로 製作하였다. Unit III 과 Unit IV 는 내경 9.3cm, 높이 87.7cm인 아크릴 칼럼으로 製作하였으며 反應槽 容量 5.5ℓ, Media 容積 2,750cm³, Media 의 平均 直徑 3.5cm인 자갈 122개를 넣었다. 各 反應槽의 比表面積(Specific surface area)과 空隙率(Porosity)은 表 1과 같다. 플라스틱 Media 에 비해 比表面積이 1.58배 정도 크며 空隙率도 플라스틱 Media 를 使用할 경우가 1.8배 크다. 즉 자갈은 Media 로 使用하는 것 보다는 플라스틱 Media 를 使用하는 것이 상당히 유리하다.

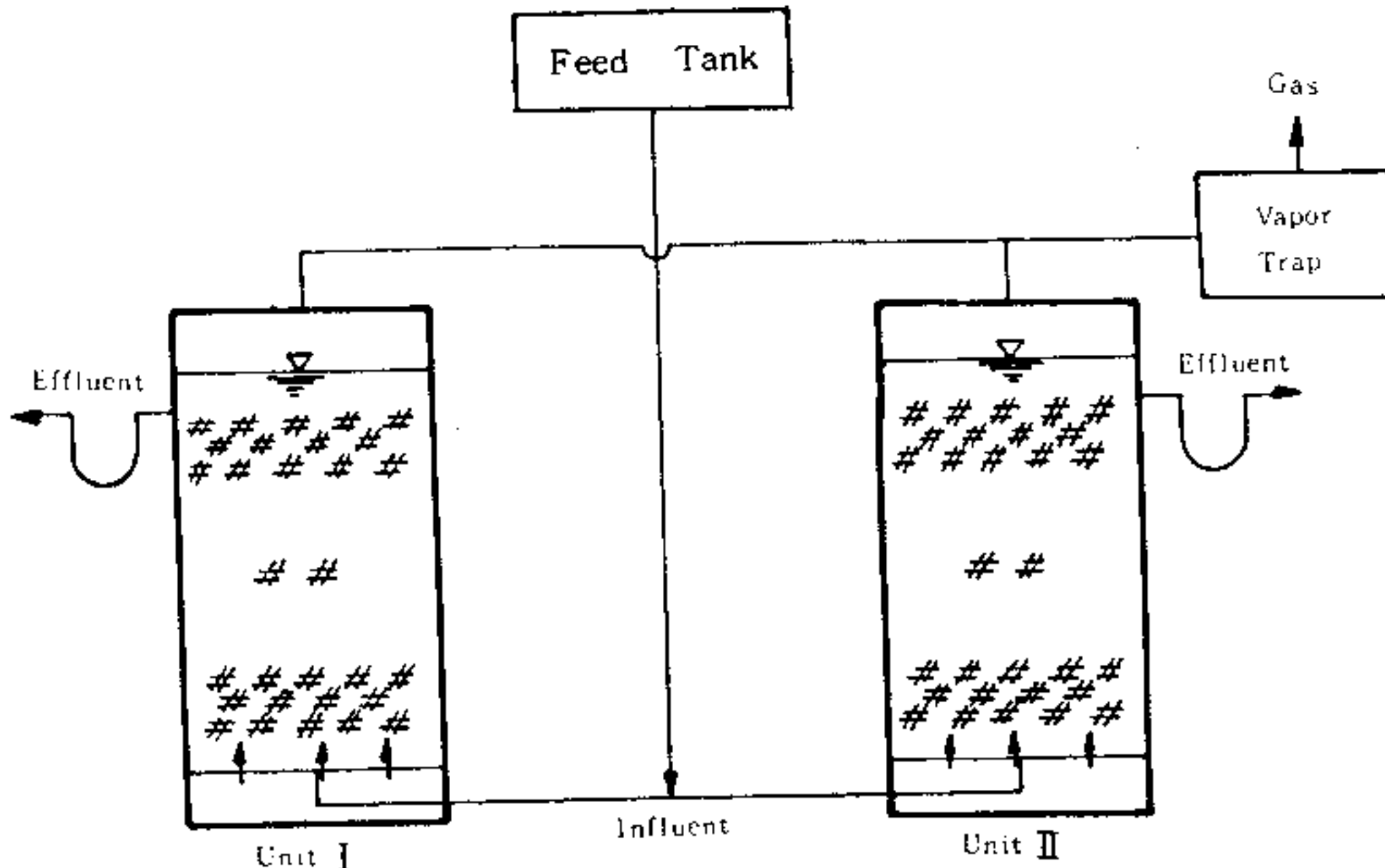


그림 1. 嫌氣性 Filter Media 反應槽(Unit I, II)

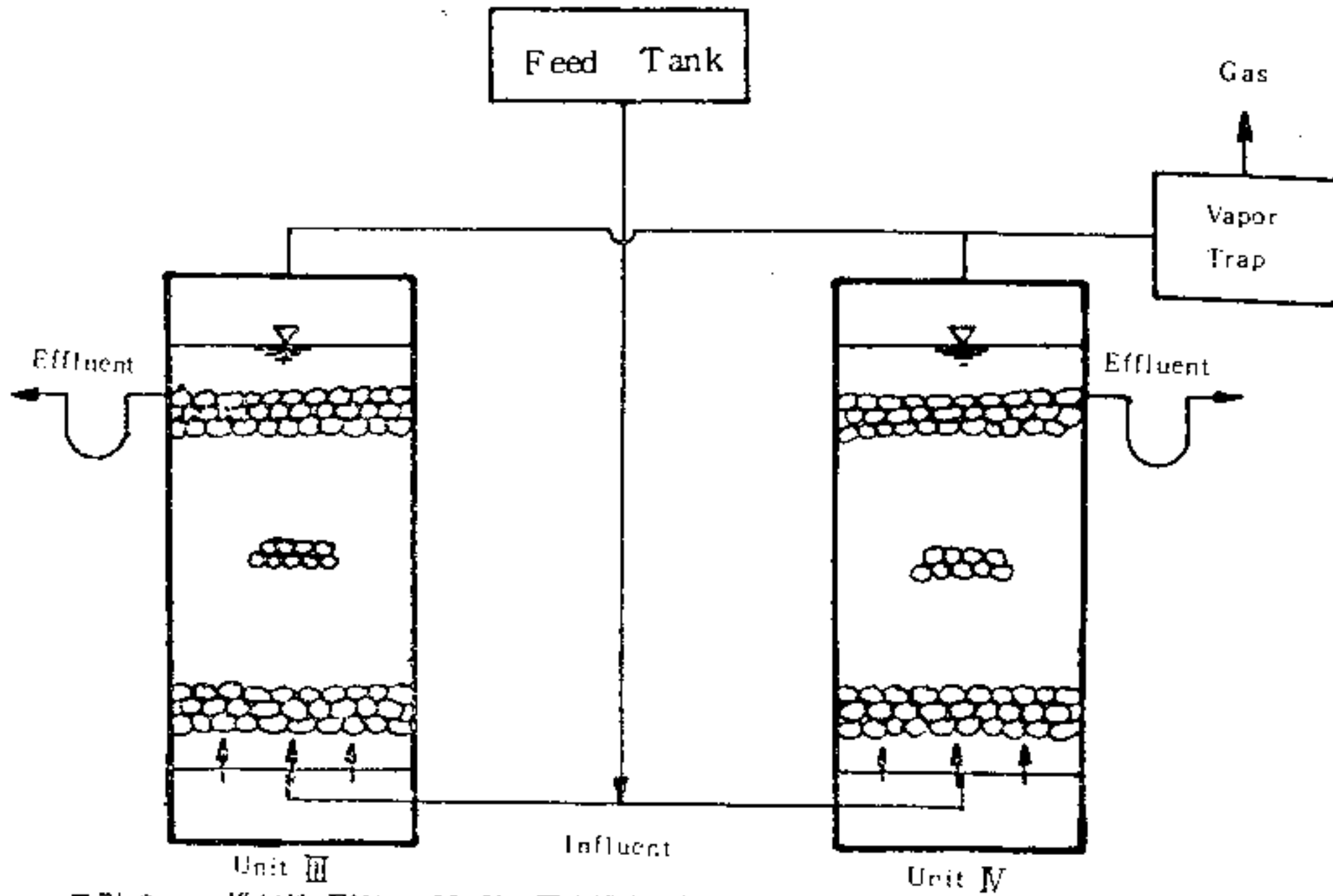


그림 2. 혐기성 Filter Media 反應槽(Unit III, IV)

表 1. 實驗用 反應槽의 Media 特性

反應槽 No.	Media Type	Nominal Size(mm)	比表面積 (m^2/m^3)	Porosity*
Unit I	Plastic sheets	Openings = 20×7	134	0.90
Unit II	"	"	134	0.90
Unit III	자갈	Ave. 35	85	0.50
Unit IV	"	"	85	0.50

* Porosity, $\alpha = \frac{V - V_s}{V}$ 인.

2) 實驗方法

淨化槽 試料을 現場에서 채취하는 것이 불가능하여 衛生處理場으로 投入되는 糞尿를 稀釋하여 實驗用 反應槽의 流入水로 使用하였다. 즉 회석 제조된 試料은 SS가 상당히 많으므로 三段式 腐敗槽을 통과시킨 후 혐기성 Filter media 反應槽로 流入시켰다. 試料의 회석제조 과정에서 일정한 試料가 되도록 努力하였으나 원시료의 濃度가 불규칙하여 流入水의 濃度變化가 심했다. 實驗初期에 微生物의 확보를 위해 혐기성 消化槽의 沈澱 슬러지로 接種하였

다. 消化 슬러지의 濃度는 Unit I, II에 COD $54,750mg/l$, BOD $22,456mg/l$, TS $57,189mg/l$, VS $33,520mg/l$ 를 $3.6l$ 씩 注入하였다. 그리고 Unit III, IV에 注入된 슬러지 濃度는 COD $34,050mg/l$, BOD $13,833mg/l$, TS $33,167mg/l$, VS $19,627mg/l$, SS $14,400mg/l$ 를 $1l$ 씩 注入하였다.

反應槽의 運轉溫度는 $18^{\circ}C \sim 25^{\circ}C$ 의 室溫에서 수행되었으며, 회석수로는 연못물을 사용하였다. 實驗期間은 1982年 7月 15일부터 12月 8일까지 約 5個月에 걸쳐 수행되었다. 實驗期間이 짧아서 充分한 實驗結果를 얻지 못했으며 本 實驗은 계속 진행될 예정이다. 表 2는 HRT의 변화에 따른 BOD 負荷率을 나타낸 것으로 HRT 15日과 7日일 경우에는 자갈 media (Unit III, IV)를 使用한 實驗이며, HRT 8日, 6日, 4日, 2日은 플라스틱 Media 反應槽를 利用하여 實驗하였다. BOD 負荷率은 HRT가 작아질수록 커지며 本 實驗에 使用된 BOD 負荷率은 $13.6 \sim 104kg/day/m^3$ 범위에 있다.

各 反應槽의 分析은 流入, 流出水의 水質 및

슬러지 축적 등을 分析하였으며, 分析項目은 COD, BOD, TS, VS, SS, VSS 等이었으며 分析方法是 Standard methods¹¹⁾에 의거 수행 되었다.

表 2. Filter Media 反應槽의 滯留時間 및 負荷率

DATE	HRT (days)	BOD Loading ($10^{-3}kg/day/m^2$)	Media Type
82. 8. 24— 82. 12. 8	15	13.6	자갈
82. 7. 15— 82. 12. 8	8	17.8	Plastic Sheets
82. 8. 24— 82. 12. 8	7	29.1	자갈
82. 7. 15— 82. 12. 8	6	23.7	Plastic Sheets
82. 7. 15— 82. 12. 8	4	52.0	"
82. 7. 15— 82. 12. 8	2	104.0	"

Reactor Volume=5.5ℓ

4. 實驗結果 및 分析

1) 滯留時間에 따른 有機物 除去效率

嫌氣性 Filter media 反應槽를 HRT 15日, 7日, 6日, 4日, 2日에서 各各 長期間 運轉한 結果 表 3, 4, 5, 6과 같다. 그리고 COD, BOD, SS의 流入, 流出濃度가 그림 3, 그림 4, 그림 5, 그림 6에 表示되어 있다. 그림에 나타난 바와 같이 대체적으로 效率이 低조하며 流入水의 濃度보다 流出水의 濃度가 높을 경우가 가끔 있었다.

表 3과 그림 3은 Unit I 反應槽의 運轉結果를 나타내는 것으로 HRT 6日과 2日로 運轉되었다. HRT 6日의 경우 流入 COD가 約 250~450mg/ℓ (平均 329mg/ℓ) 정도로 流入되었을때 流出 COD는 170~450mg/ℓ (平均 296mg/ℓ)로 流出되어 平均 COD 除去率 10%를 나타내었다. HRT 6日에서 BOD, SS, VSS의 平均 除去率은 各各 18%, 23%, 20%로서 浮游물질 除去

表 3. 嫌氣性 Filter Media 의 運轉結果(Unit I)

Vol. =5.5ℓ

DATE	HRT (days)	Influent (mg/ℓ)						Effluent (mg/ℓ)						除去率 (%)			
		COD	BOD	TS	VS	SS	VSS	COD	BOD	TS	VS	SS	VSS	COD/BOD	SS/VSS		
820715	—	54750	22456	57180	33520	21200	18752	—	—	—	—	—	—	—	—	→消化槽슬러지	3.6ℓ 注入
820727	6	784	297	—	—	—	—	1464	611	—	—	—	—	—	—	—86/—105	—
820731	"	576	220	957	553	95	F	1445	510	1213	600	107	F	—	—	—150/—131	—13/—
820809	"	711	—	—	—	—	—	1413	—	—	—	—	—	—	—	—98/—	—
820818	"	808	407	860	293	44	27	619	353	1083	340	56	39	—	—	23/13	—27/—44
820819	"	301	—	—	—	—	—	458	—	—	—	—	—	—	—	—52/—	—
820824	6	456	172	400	303	33	10	429	147	730	340	26	18	—	—	6/16	21/—80
820825	"	300	—	—	—	—	—	451	—	—	—	—	—	—	—	—50/—	—
820827	"	324	—	—	—	—	—	272	—	—	—	—	—	—	—	16/—	—
820901	"	338	—	—	—	—	—	259	—	—	—	—	—	—	—	23/—	—
820902	"	360	50	—	—	—	—	260	110	—	—	—	—	—	—	28/27	—
820908	"	282	125	295	F	48	43	245	108	290	150	35	32	—	—	13/14	27/26
820914	"	243	107	255	148	65	33	171	84	160	96	49	20	—	—	30/21	25/39
820921	"	325	158	673	435	80	73	282	133	347	290	67	59	—	—	13/16	25/39
Ave.		329	142	406	295	57	40	296	116	382	219	44	32	—	—	10/18	23/20

表 3. 계속

DATE	HRT (days)	Influent (mg/l)						Effluent (mg/l)						除去率 (%)	
		COD	BOD	TS	VS	SS	VSS	COD	BOD	TS	VS	SS	VSS	COD/BOD	SS/VSS
820923	2	386	—	—	—	—	—	376	—	—	—	—	—	3/—	—
820928	"	467	229	670	367	56	F	471	230	797	403	48	46	—1/—0.4	14/—
821005	"	385	206	—	—	—	—	369	177	—	—	—	—	4/14	—
821007	"	274	—	—	—	—	—	319	—	—	—	—	—	—16/—	—
821103	"	356	234	487	130	119	97	338	203	410	115	93	85	5/13	22/12
821111	"	255	156	750	243	81	54	278	189	960	327	65	42	—9/—22	—15/22
821117	"	351	183	927	290	160	153	321	159	900	147	122	124	9/13	24/20
821122	"	392	242	727	190	158	98	340	218	600	150	123	93	13/10	23/5
821202	"	337	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ave.		358	208	712	244	115	101	351	196	733	228	90	78	2.0/5.8	22/23

表 4. 嫌氣性 Filter Media 의 運轉結果(Unit II)

Vol. = 5.5ℓ

DATE	HRT (days)	Influent (mg/l)						Effluent (mg/l)						除去率 (%)	
		COD	BOD	TS	VS	SS	VSS	COD	BOD	TS	VS	SS	VSS	COD/BOD	SS/VSS
820715	—	54750	22456	57180	33520	21200	18752	—	—	—	—	—	—	→消化槽슬러지	3.6ℓ 注入
820727	8	784	297	—	—	—	—	1905	808	—	—	—	—	—142/—172	—
820731	"	576	220	957	553	95	F	1650	540	1420	597	92	F	—145/—186	3/—
820809	"	711	—	—	—	—	—	1128	—	—	—	—	—	—59/—	—
820818	"	808	407	860	293	44	27	746	374	739	260	53	41	8/8	—20/—52
820819	"	301	—	—	—	—	—	290	—	—	—	—	—	7/—	—
820824	8	456	172	400	303	33	10	426	162	427	300	26	9	—7/6	21/10
820825	"	300	—	—	—	—	—	288	155	—	—	—	—	4/—	—
820827	"	324	—	—	—	—	—	254	—	—	—	—	—	22/—	—
820901	"	338	—	—	—	—	—	269	—	—	—	—	—	20/—	—
820902	"	360	150	—	—	—	—	335	125	—	—	—	—	7/17	—
820908	"	282	125	295	F	48	43	243	92	210	157	33	31	14/26	31/28
820914	"	243	107	255	148	65	33	186	78	220	108	56	24	23/27	14/27
820921	"	325	158	673	435	80	73	270	120	530	300	55	46	17/24	3/37
Ave.		329	142	406	295	57	40	283	122	347	217	43	28	14/14	25/30
820923	4	386	—	—	—	—	—	345	—	—	—	—	—	11/—	—
820928	"	467	229	670	367	56	F	449	198	500	337	52	46	4/14	7/—
821005	"	385	206	—	—	—	—	369	198	—	—	—	—	4/4	—
821007	"	274	—	—	—	—	—	265	—	—	—	—	—	3/—	—
821103	"	356	234	487	130	119	97	338	222	317	120	83	80	5/5	30/18
821111	"	255	156	750	243	81	54	237	153	673	183	69	48	7/2	15/11
821117	"	351	183	927	290	160	153	238	167	843	245	121	105	32/9	24/31
821122	"	392	242	727	190	158	98	349	222	657	175	128	98	11/8	19/0
Ave.		358	208	712	244	115	101	324	193	598	212	91	75	9/7	21/25

表 5. 嫌氣性 Filter Media 의 運轉結果(Unit III)

Vol. = 5.5ℓ

DATE	HRT (days)	Influent (mg/ℓ)						Effluent (mg/ℓ)						除去率 (%)			
		COD	BOD	TS	VS	SS	VSS	COD	BOD	TS	VS	SS	VSS	COD/BOD	SS/VSS		
820824	—	34050	13833	33167	19627	14400	10200	—	—	—	—	—	—	—	—	→消化슬러지	1ℓ 注入
820914	15	243	107	255	148	65	33	F	—	1350	485	89	60	—/—	—	—	-37/-82
820921	"	325	158	673	435	80	73	—	149	1067	670	75	66	-/6	—	—	6/10
820923	"	386	—	—	—	—	—	407	—	—	—	—	—	-5/-	—	—	—
820928	"	467	229	670	367	56	F	429	206	617	333	58	49	8/10	—	—	-4/-
821005	"	385	206	—	—	—	—	508	205	—	—	—	—	-32/0	—	—	—
821007	"	274	—	—	—	—	—	309	—	—	—	—	—	-13/-	—	—	—
821103	15	356	234	487	130	119	97	323	181	420	225	103	88	9/23	—	—	13/9
821111	"	255	156	750	243	81	54	171	102	627	170	155	44	33/35	—	—	32/19
821117	"	351	183	927	290	160	153	321	162	850	236	116	96	9/11	—	—	27/37
821122	"	392	242	727	190	158	98	279	188	647	137	126	60	29/22	—	—	20/39
Ave.		339	204	723	213	130	101	274	158	636	192	100	72	19/23	—	—	23/29

表 6. 嫌氣性 Filter Media 의 運轉結果(Unit IV)

Vol. = 5.5ℓ

DATE	HRT (days)	Influent (mg/ℓ)						Effluent (mg/ℓ)						除去率 (%)			
		COD	BOD	TS	VS	SS	VSS	COD	BOD	TS	VS	SS	VSS	COD/BOD	SS/VSS		
820824	—	34050	13833	33167	19627	14400	10200	—	—	—	—	—	—	—	—	→消化슬러지	1ℓ 注入
820914	7	243	107	255	148	65	33	880	—	1210	410	F	F	64/-	—	—	—
820921	"	325	158	673	435	80	73	—	1239	2240	1030	127	82	-/684	—	—	-59/-12
820923	"	386	—	—	—	—	—	482	—	—	—	—	—	-25/-	—	—	—
820928	"	467	229	670	367	56	F	400	F	665	357	71	62	14/-	—	—	-27/-
821005	"	385	206	—	—	—	—	390	200	—	—	—	—	1/3	—	—	—
821007	7	274	—	—	—	—	—	270	—	—	—	—	—	1/-	—	—	—
821103	"	356	234	487	130	119	97	F	218	473	123	109	85	-/7	—	—	8/12
821111	"	255	156	750	243	81	54	240	132	530	227	90	68	6/15	—	—	-11/-26
821117	"	351	183	927	290	160	153	366	180	820	247	128	123	-4/2	—	—	20/20
821122	"	392	242	727	190	158	98	363	221	653	187	98	70	5/9	—	—	38/29
Ave.		326	204	723	213	130	101	310	188	619	196	106	87	5/8	—	—	18/14

률이 COD 除去率보다 높게 나타나고 있다. HRT 2日인 경우의 COD, BOD 平均 除去率은 2%, 5.8%로서 SS, VSS의 除去率 22%, 23% 보다 훨씬 떨어지고 있다.

Unit II 反應槽는 HRT 8日과 HRT 4日로 運轉한 것으로 HRT 8日인 경우의 COD 除去率은 14%, BOD 14%, SS와 VSS의 除去率은 25% 및 30%이었다. 이 경우에도 SS 및 VSS 除去率이 COD, BOD 除去率 보다 約 2倍정도 높

게 나타나고 있다. 그리고 COD, BOD 除去率은 HRT 8日인 경우 보다 HRT 4日인 경우가 約 43% 정도 감소되는데 비해 SS 및 VSS 除去率은 HRT 8日과 HRT 4日에서 별로 變化가 없다.

Unit III 反應槽에 의한 運轉結果는 表 5와 그림 5와 같은데 HRT 15日에서 COD 平均 除去率은 19%, BOD 除去率은 23%, SS 除去率은 23% 정도로 HRT 2日의 경우에 비해서 COD,

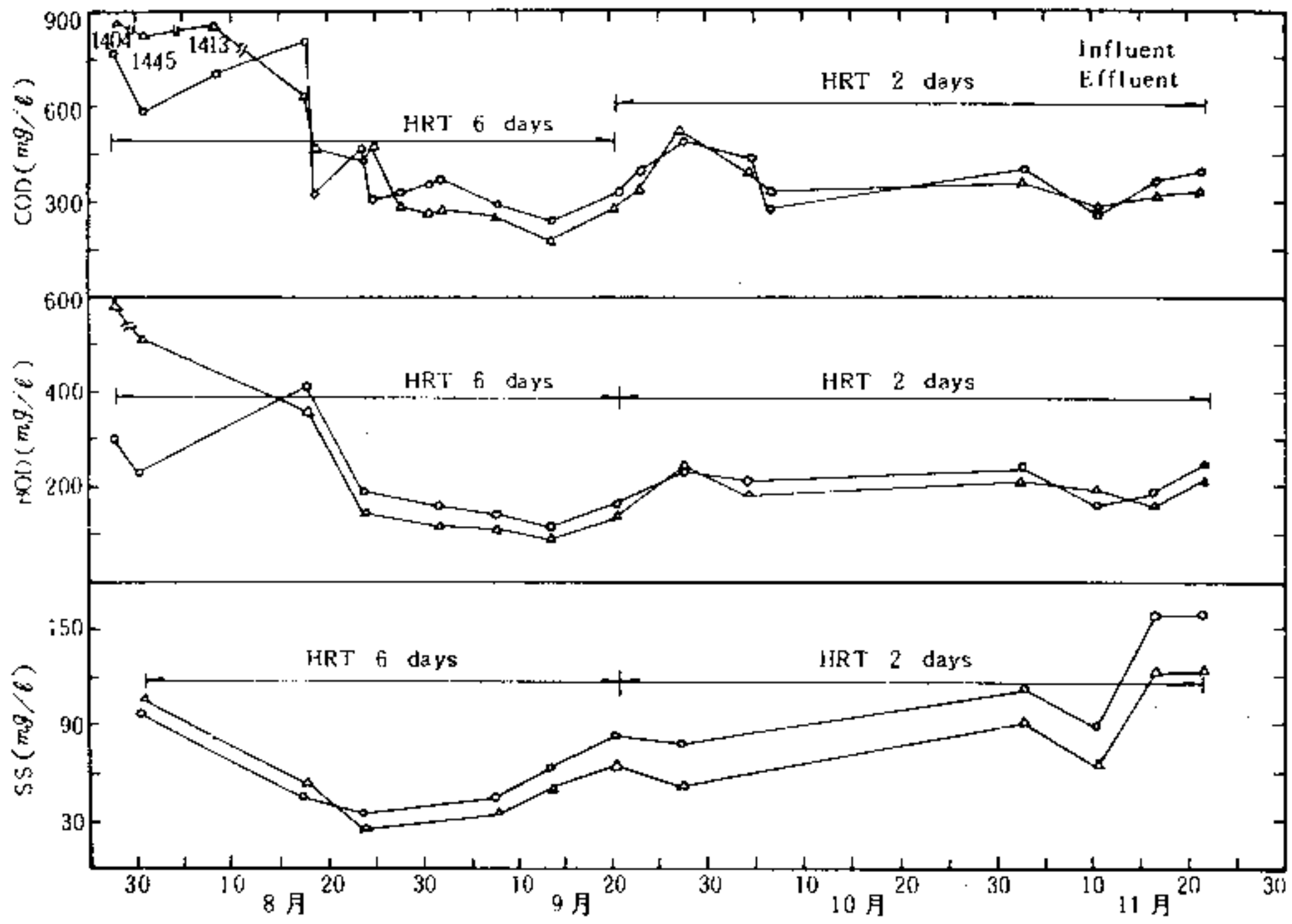


그림 3. 嫌氣性 Filter Media 의 流出水 水質(Unit I)

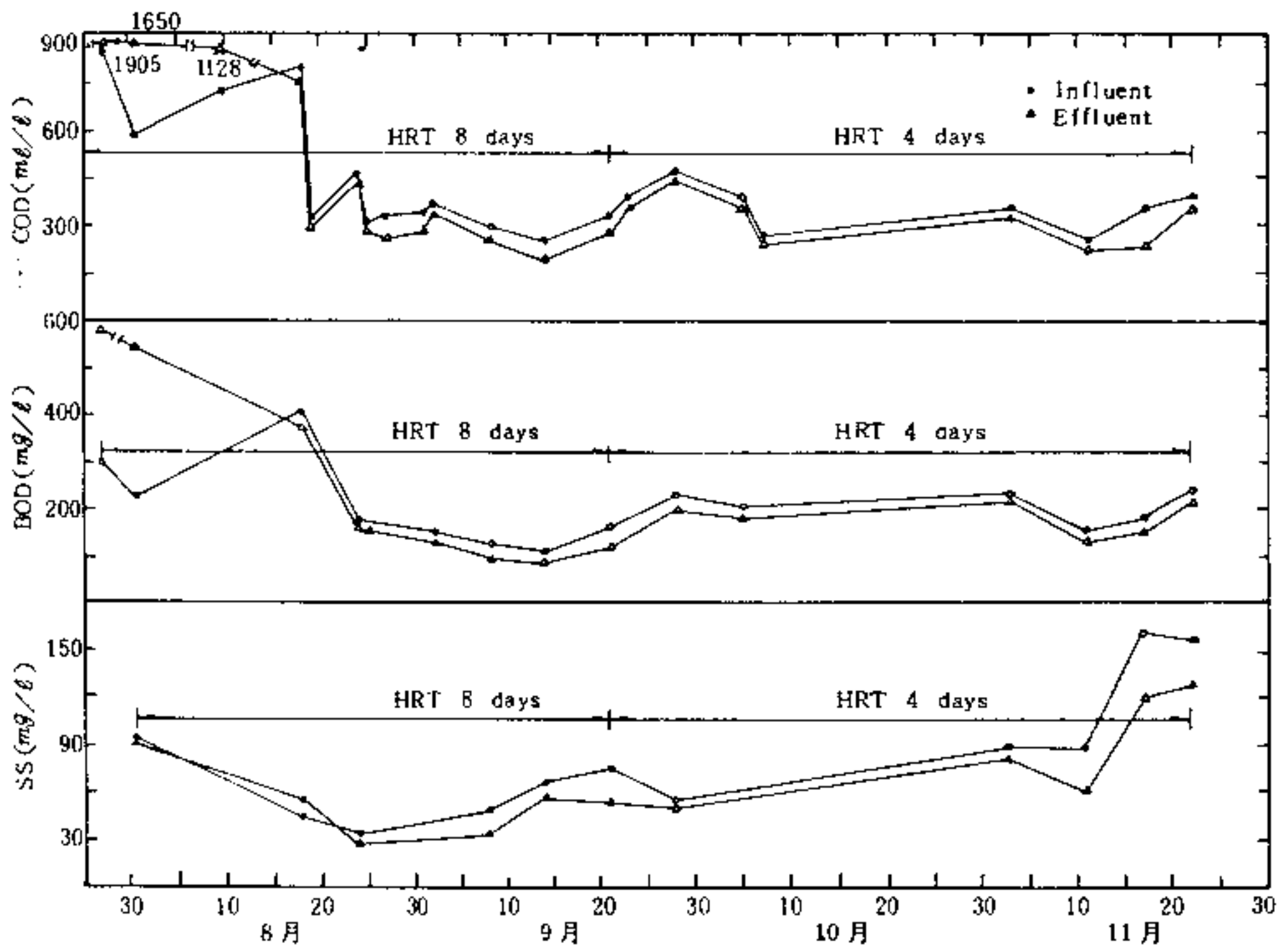


그림 4. 嫌氣性 Filter Media 의 流出水 水質(Unit II)

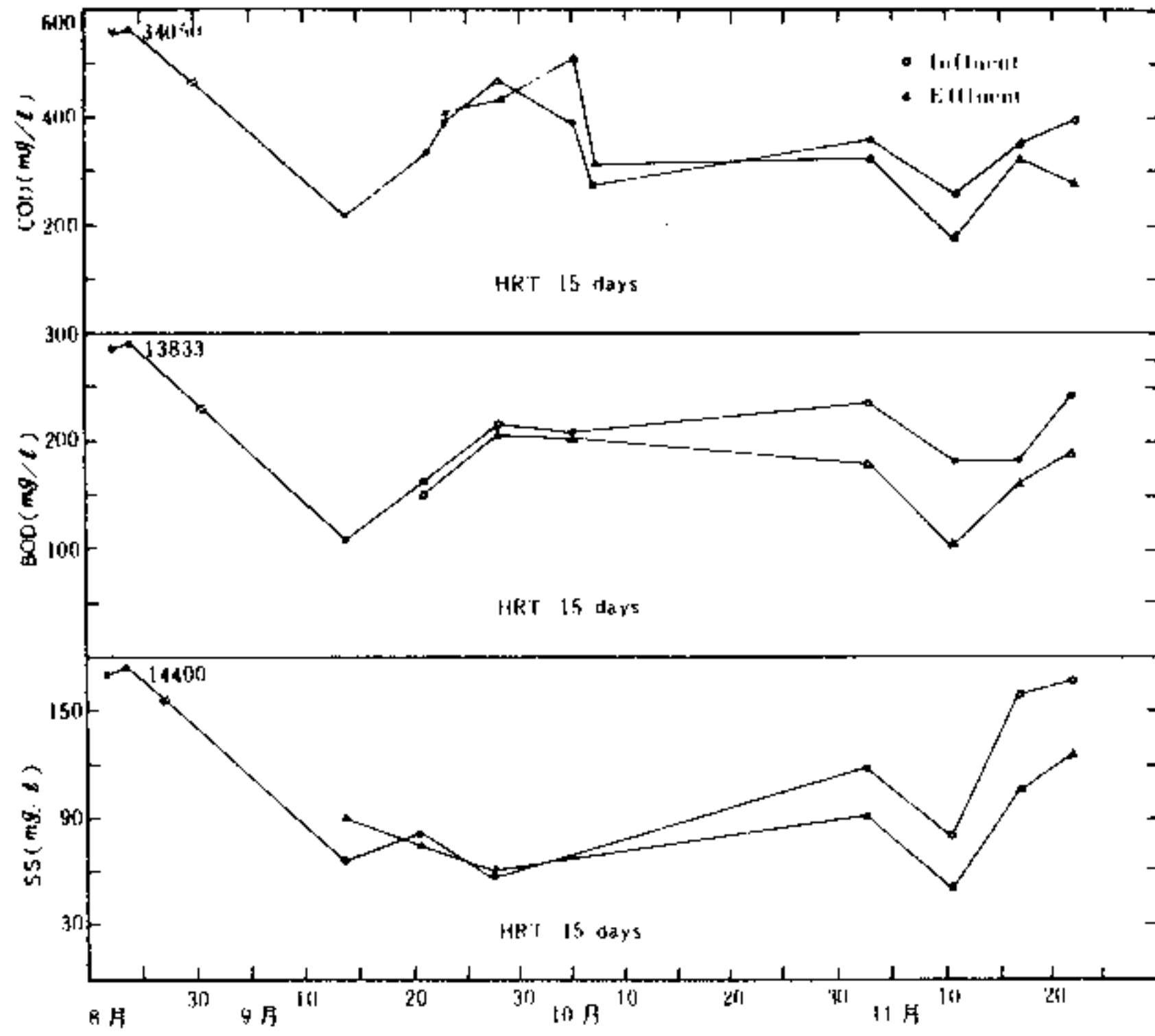


그림 5.嫌氣性 Filter Media 의 流出水 水質(Unit Ⅲ)

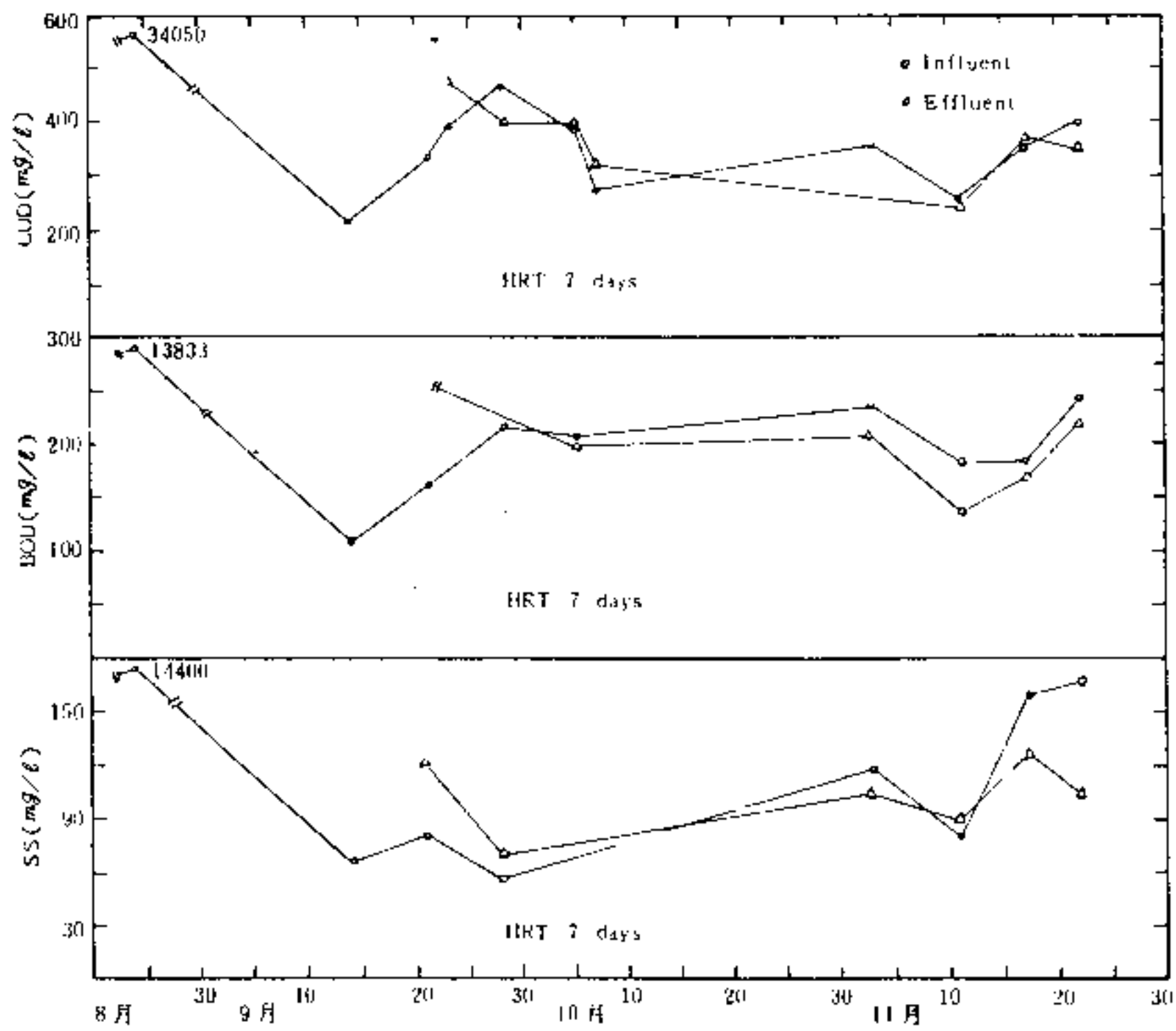


그림 6.嫌氣性 Filter Media 의 流出水 水質(Unit N)

BOD 除去率は 상당히 증가되고 있다.

마지막으로 Unit IV 反應槽를 利用해서 HRT 7日의 實驗을 수행한 結果가 表 6과 그림 6에 表示되었는데 COD, BOD, SS 平均 除去率は 各各 5%, 8%, 18%로 나타나고 있다.

2) 嫌氣性 Filter media 反應槽의 流出水의 水質

表 7에서와 같이 流入水의 COD가 平均 326

~358mg/ℓ가 Filter media 反應槽에 流入되어 HRT 2日과 15日 사이에서 運轉되었을 때 流出水의 COD는 273~351mg/ℓ 사이로 流出되고 있으며, BOD는 142~208mg/ℓ가 流入되어 122~196mg/ℓ 정도로 流出되고 있다. Filter media 反應槽에 流入된 SS의 범위는 57~130mg/ℓ 사이였으며 流出水의 SS는 43~100mg/ℓ 사이로 流出되었다. 運轉期間이 길어질수록 各 反應槽의 流出 SS가 점점 높아지는 경향이 있

表 7. 滯留時間의 變化에 따른 Filter Media 反應槽 流出水의 水質

Reactor	HRT (days)	Influent (mg/ℓ)						Effluent (mg/ℓ)						除去率 (%)	
		COD	BOD	TS	VS	SS	VSS	COD	BOD	TS	VS	SS	VSS	COD/BOD	SS/VSS
Unit III	15	339	204	723	213	130	101	274	158	636	192	100	72	19/23	23/29
II	8	329	142	406	295	57	40	283	122	347	217	43	28	14/14	25/30
IV	7	326	204	723	213	130	101	310	188	619	196	106	87	5/8	18/14
I	6	329	142	406	295	57	40	296	116	382	219	44	32	10/18	23/20
II	4	358	208	712	244	115	101	324	193	598	212	91	75	9/7	21/25
I	2	358	208	712	244	115	101	351	196	733	228	90	78	2/5.8	22/33

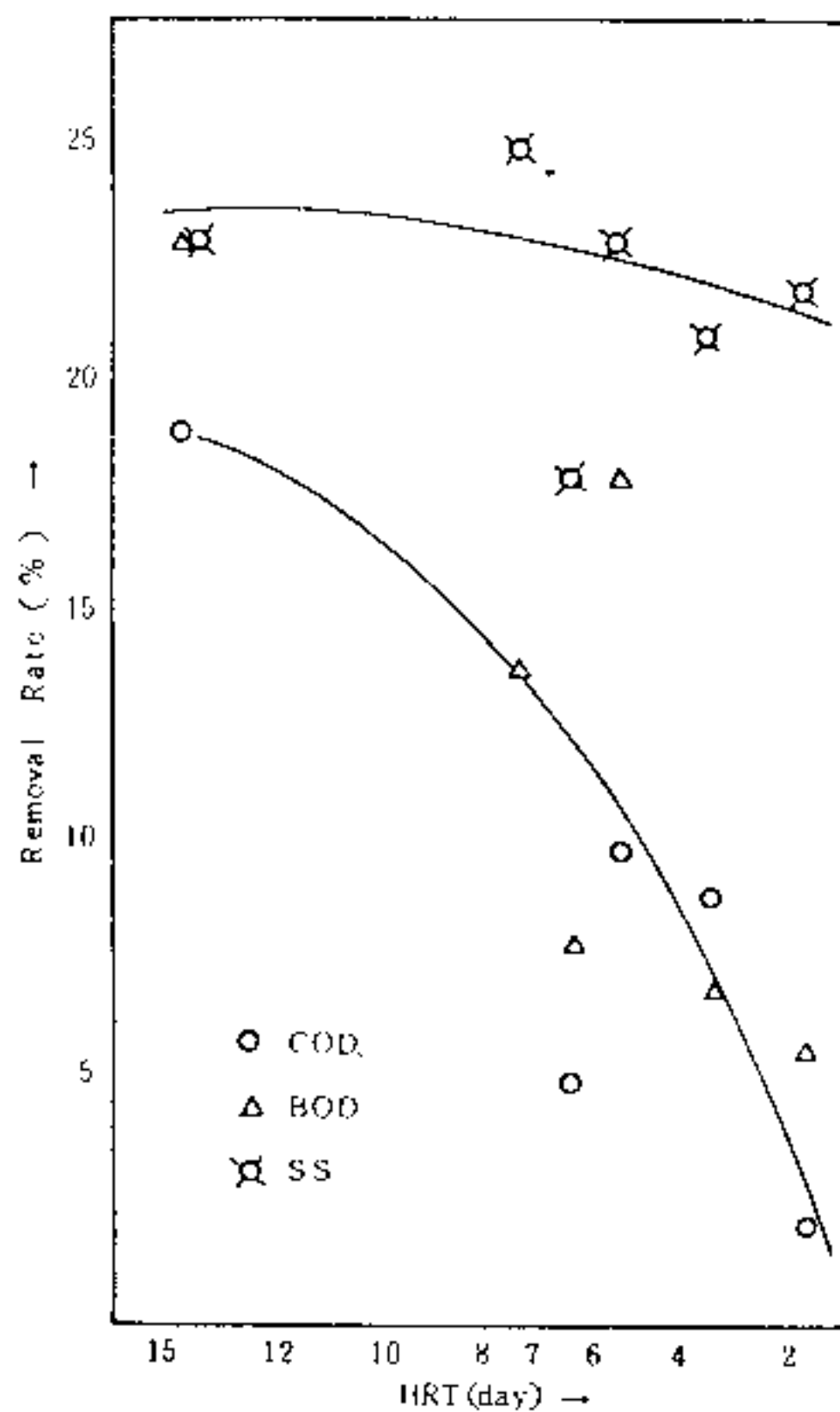


그림 7. Filter Media 反應槽의 效率

으며, 嫌氣性 Filter media의 전반적인 效率는 그림 7에서와 같이 HRT가 감소함에 따라 BOD, COD의 除去率が 급강하 되고 있다. HRT 7日의 자갈 Media 反應槽와 HRT 6日의 플라스틱 Media 反應槽의 效率를 비교하여 보면 플라스틱 Media 反應槽가 높은 除去效率를 나타내고 있다. 이것은 表 1의 Media 比表面積의 비교에서 보는 바와 같이 자갈 Media의 比表面積 85m²/m³ 보다 플라스틱 Media 比表面積이 134m²/m³로 크기 때문인 것으로 생각된다. 그러므로 Media의 特性이 處理效率에 미치는 영향이 크다고 생각되며 Media 特性에 대한 지속적인 研究와 실용적인 Media 開發이 必要하다고 생각된다. 本 研究의 경우에도 적당한 Media 구입이 어려워서 복욕탕 糞관을 Media로 使用하였다. 美國의 경우에는 Pall ring이나 Modular plastic block 등 다양한 Media type이 開發되고 있다.

嫌氣性 Filter media 工法에 의한 糞尿處理 結果는 反應槽의 有效容積 31ℓ 플라스틱 Media 比表面積 5.1cm², HRT가 20日일 경우 常溫에서 BOD 除去가 約 30~60%(平均 54%), COD

가 약 20~50%(平均 45%)이었다.²⁾ 한편 Media로 쇄석을 사용하고 有効用量 1.9ℓ, HRT가 7.6時間, 溫度 19~23°C 사이에서 運轉된 實驗室用 淨化槽의 濾過槽 實驗結果 平均 除去效率가 COD 1.4%, BOD -0.3%, SS 13% 정도였으며, 축적된 슬러지를 고려한 效率은 COD가 -1.2%, BOD가 -1.3%, SS가 -6.4% 정도로 處理效率가 전혀없는 셈이다.¹⁾

流入水의 BOD가 160mg/l, BOD負荷 0.15kg/m², 水理學的 負荷 0.93 m³/m², 溫度 17~22°C로 運轉하여 가정하수를 Anaerobic submerged bio-filter 工法으로 處理시킨 結果 BOD 除去效率가 44%, COD 除去效率가 55%이었다.¹⁾ 本 研究 結果와 比較하여 볼 때 HRT, 負荷率, 試料의 종류에 따라서 處理效率가 상이하게 나타나고 있으며 특히 희석된 낮은 농도의 糞尿 處理에서 效率가 저조하게 나타나고 있다.

Filter 內에 축적되어 있는 슬러지 量은 Unit I의 경우 SS가 47g, VSS가 39g 정도였다. 이것은 약 5個月間의 反應槽 運轉에서 축적된 量이다. 실제로 處理된 效率를 구하기 위해 Mass balance를 세워보면 다음과 같다.

$$SS_i = SS_o + SS_s + SS_m$$

여기서 SS_i=反應槽로 流入된 總 SS(g)

SS_o=反應槽에서 流出된 總 SS(g)

SS_s=축적된 슬러지 量(g)

SS_m=除去된 SS量(g)

Unit I의 SS 除去量은 다음과 같이 計算된다.

$$SS_m = SS_i - SS_o - SS_s$$

여기서 SS_i=99.32g, SS_o=18g, SS_s=47g 이므로 SS_m=34.32g이 된다.

그러므로 순제거효율, E=(34.32/99.32)×100=34.56%이다. 이 效率은 Unit I 反應槽의 流入, 流出水를 基準으로 한 效率보다 약 10% 정도 더 크다. 이러한 현상은 實驗初期에 슬러

지 注入에 의한 영향에서 기인한 것으로 판단되며, Unit II~IV까지 각 反應槽가 이와 동일한 현상을 나타내고 있다. 축적된 슬러지의 SS中 VSS의 比率은 약 83%로 상당히 높은 比率을 나타내고 있다. Unit II 反應槽內의 슬러지 축적은 SS 46g, VSS 37g으로 이를 고려한 순제거효율은 SS가 37.2%, VSS가 42.67%이다. Unit III의 경우 SS가 7.3g, VSS가 5g 정도 축적되어 순제거효율은 SS가 43.24%, VSS가 45.43%로 나타나고 있다. Unit IV의 경우 SS가 9.7g, VSS가 6g 정도 축적되어 순제거효율은 SS가 29.36%, VSS가 34.37%로 나타나고 있다.

4. 結 論

플라스틱 및 자갈을 Media로 사용하여 HRT 2~15日에서 嫌氣性 Filter media 反應槽를 運轉한 結果는 다음과 같다.

1) 流入 COD 平均値가 약 320~360mg/l이었을 경우 HRT 15日, 8日, 6日, 4日, 2日에서의 COD 除去率은 各各 19%, 14%, 10%, 9%, 2%이었다.

2) 流入 BOD 平均値가 약 110~200mg/l이었을 경우 HRT 15日, 8日, 6日, 4日, 2日에서의 BOD 除去率은 各各 23%, 11%, 18%, 7%, 5.8%이었다.

3) HRT 15日, 8日, 6日, 4日, 2日에서의 SS 除去率은 各各 23%, 25%, 23%, 21%, 22%이었다.

4) HRT가 감소함에 따라 BOD 및 COD 除去率은 급강하되는데 비해 SS 및 VSS 除去率은 별로 變化가 없는 것으로 나타났다.

5) Media로 플라스틱을 사용하였을 경우가 자갈을 사용하였을 경우보다 除去效率面에서 우수한 것으로 나타났다.

參 考 文 獻

1. Young, J.C., "The Anaerobic Filter for Waste Treatment," Ph.D. Thesis, Dept. of

- Civil Engineering, Stanford Univ. (1968)
2. 李燦基, “固定層 嫌氣性 슬러지를 이용한 糞尿處理에 관한 研究”, 碩士學位論文, 高麗大學校 大學院 土木工學科 (1975)
 3. Plumer, A.H., *et al.*, “Stabilization of a Low Solids Carbohydrate Waste by an Anaerobic Submerged Filter,” *Proc. 24th Ind. Waste Conf.*, Purdue Univ., Ext. Ser. 135, 462 (1969)
 4. Jennet, J.C., and Dennis, N.D., “Anaerobic Filter Treatment of Pharmaceutical Waste,” *Jour. WPCF*, vol. 47, No. 1, 104 (1975)
 5. Buswell, A.M., and Mueller, H.F., “Mechanism of Methane Fermentation”, *Ind. and Engi. Chemistry*, 44, 550 (1952)
 6. Young, J.C., and McCarty, P.L., “The Anaerobic Filter for Waste Treatment,” Federal Water Pollution Control Administration, Research Grant WP--00584 (1967)
 7. Young, J.C., and Dahab, M.F., “Effect of Media Design on the Performance of Fixed-Bed Anaerobic Filters, International Association of Water Pollution Research Seminar, Technical Univ. of Denmark, Copenhagen, June 16—18 (1982)
 8. Dahab, M.F., and Young, J.C., “Retention and Distribution of Biological Solids in Fixed-Bed Anaerobic Filters, 1st International Conference on Fixed Film Biological Processes, Kings Island, Ohio, April 20—23 (1982)
 9. Young, J.C., and Dahab, M.F., “Operational Characteristics of Anaerobic Packed-Bed Reactors, 4th Symposium on Biotechnology in Energy Production and Conservation, Gatlinburg, Tennessee, May 11—14 (1982)
 10. Mueller, J.A., and Mancini, J.L., “Anaerobic Filter Kinetics and Application,” 30th Industrial Waste Conference, Purdue Univ., West Lafayette, IN (1975)
 11. Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 14th Ed., Amer. Pub. Health Assn., N.W. (1976)
 12. 閔庸碩, “淨化槽의 機能과 效率,” 碩士學位論文, 高麗大學校 大學院 土木工學科 (1978)
 13. Masayasu Kusumoto, “Anaerobic Submerged Bio-filter for Household Sewage Treatment, Japan Education Center of Environmental Sanitation (1982)