

汚水淨化施設 및 淨化槽放流水의 水質汚染도에 관한 研究

廢棄物科

魚 秀 美·金 東 一·張 桂 榮

Studies on the Contamination Degree of Effluent from the Sewage Purification System and Septic Tank

Division of Waste

Soo Mi Eo, Dong Il Kim and Kye Young Jang

＝ Abstract ＝

This study was performed to investigate the contamination degree of effluent from the sewage purification system and septic tank. The 711 samples were collected from the large size tank located in Seoul from Mar. to June 1991.

The results were as follows:

1. The pH value of effluent were largely neutral of 6.96 in sewage and 7.43 in septic tank.
2. The average concentration of BOD was 48.18 mg/l in sewage and 127.0 mg/l in septic tank.
3. The average concentration of SS was 40.8 mg/l and 90.5 mg/l in septic tank.
4. In the analysis of nutrient salts, the average concentration of $\text{NH}_3\text{-N}$ was 31.13 mg/l in sewage and 89.79 mg/l in septic tank.
5. In the analysis of correlation among items, BOD, SS, $\text{NH}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$ were highly correlated between items.
6. As a results of above analysis, it is considered as desirable evaluation method of effluent not through the only item but through the integrated items.

序 論

汚水, 糞尿 및 畜産廢水處理에 관한 法律에 의하면 汚水라 함은 사람의 日常生活과 關聯해서 水洗式便所, 沐浴湯, 廚房 등에서 排出되는 液體性 또는 固體性 더러운 物質이 섞인 물을 말하며, 이를 沈澱, 分解하는 施設을 汚水淨化施設이라 하고, 여기서 水洗式便所에서 나오는 汚水を 沈澱, 分解하는 施設을 淨化槽라 定義하고 있다¹⁾.

서울시내 汚水淨化施設 및 淨化槽는 '90年 12月末 現在 크기별로 大型이 3,032個所, 中·小型이 約 44萬個所인데 이들중 1,001人槽 以上の 大型 汚水淨化施設 및 淨化槽는 水質檢査를 받도록 되어 있으며, 大多數의 中·小型도 年 1回 清掃하도록 되어 있으나²⁾, 既存 淨化槽의 老朽化 및 管理上의 問題點 등으로 處理效率이 낮아 未處理된 放流水가 河川에 流入되는 境遇가 많다. 더우기 이들 汚染物質中 BOD, SS 등은 下水處理場으로

流入되어 1, 2차 處理만으로도 80~90%까지 處理가 可能하지만 N, P 등은 高度處理 技術을 통해서만 處理할 수 있으나³⁾ 現在 下水處理場에서 이들을 處理할 能力이 未備하여 이들이 河川에 미치는 影響은 날로 增加하고 있다.

따라서 本 研究에서는 서울 시내 大型 污水淨化施設 및 淨化槽의 放流水 水質汚染度를 調査하여 環境保健의 基礎資料로 提示하고자 한다.

實驗對象 및 方法

1. 實驗對象

本 研究는 서울 시내 大型 污水淨化 시설 및 淨化槽 放流水中 '91年 3~6월에 각 區廳에서 研究院에 依頼된 放流水 711件(污水淨化施設 304件, 淨化槽 407件)을 對象으로 實驗하였으며, 이를 地域別로 크게 4個 地域으로 區分하여 分析하였고 地域別 區分은 Table 1과 같다.

Table 1. 調査對象試料의 地域別 區分

地域番號	地 域 (區)	對象試料數	
		污水	糞尿
1	江北東(성동, 동대문, 노원, 도봉, 성북)	17	75
2	江南東(강동, 송파, 강남, 서초)	74	107
3	中央, 江北西(용산, 중구, 종로, 마포, 서대문)	106	136
4	江南西(동작, 관악, 영등포, 구로, 양천, 강서)	107	89
Total		304	407

*중랑구, 은평구는 調査 期間中 依頼된 試料가 없어서 除外함.

2. 實驗方法

各 污水淨化施設 및 淨化槽 放流水를 項目別로 5個 項目을 測定하였으며, 이중 pH, BOD, SS는 環境汚染 公定試驗法에 의해 實驗하였고⁴⁾, NH₃-N은 인도페놀법으로, PO₄-P는 몰리브덴산 암모늄법으로 實驗한 뒤 이들 結果值를 각 項目別, 地域別로 有意性 檢定을 하였다.

結果 및 考察

污水淨化施設 및 淨化槽 放流水의 水質汚染度를 分析

한 結果 다음과 같았다.

1. pH

pH는 水中에서 일어나는 모든 化學 및 生化學 變化에 대한 支配的인 因子로 水質分析에서 여러가지 化學反應의 主要 制約因子이다. 따라서 污水淨化施設 및 淨化槽 放流水의 pH를 測定한 結果 Table 2와 같이 污水淨化施設이 平均 6.96, 淨化槽가 平均 7.43으로 大部分이 中性을 나타냈으며, pH의 範圍는 淨化槽 放流水가 中性에서 약알카리성(6.0~9.3)인 反面 污水淨化施設은 中性에서 酸性(3.3~8.7)쪽으로 나타났고 특히 이중 pH 5.0 未滿의 酸性이 6件으로 나타났다. 이렇듯 污水 放流水가 淨化槽 放流水에 비해 酸性을 나타낸 것은 주방용 찌꺼기 중 酸性物質 混入이나 기타 化學物質 混入 등에서 起因하는 것으로 思料된다.

또한 地域間의 pH 濃度의 差異는 Table 3과 같이 有意한 差異를 나타내지 않았다.

Table 2. pH value of effluent from the sewage purification system & (excreta) septic tank.

Areas	Sewage		Excreta	
	Mean ±S.D.	Min. ~Max.	Mean ±S.D.	Min. ~Max.
1	7.02±0.12	6.2~8.5	7.37±0.05	6.3~8.9
2	7.13±0.07	4.8~8.7	7.39±0.04	6.0~8.7
3	6.85±0.07	3.4~8.6	7.46±0.04	6.4~9.3
4	6.94±0.07	3.3~8.6	7.47±0.04	6.3~8.4
Total	6.96±0.04	3.3~8.7	7.43±0.02	6.0~9.3

Table 3. Results from the ANOVA among the areas.

Items	Sewage		Excreta	
	F-value	Probability	F-value	Probability
pH	2.53	0.0570	1.25	0.2930
BOD	4.27	0.0057**	1.72	0.1617
SS	2.90	0.0353*	1.83	0.1410
NH ₃ -N	2.00	0.1143	1.70	0.1667
PO ₄ -P	0.90	0.4423	0.59	0.6189

*p<0.05 **p<0.01

2. BOD

BOD는 現在 污水淨化施設 및 淨化槽 放流水質의 判

定基準으로 汚染度의 代表值라 할 수 있다. 實驗 結果 BOD 濃度는 Table 4와 같이 汚水淨化施設이 平均 48.2 mg/l로 比較的 낮았으며, 이를 地域別로 區分하면 Table 3과 같이 地域間의 매우 有意한 差異를 나타냈으며 이중 Area 3(中央, 江北 西)가 가장 낮았다.

淨化槽 放流水는 平均 127.0 mg/l로 나타났으며, 이는 丁 등^{5,6)}이 報告한 167.0 mg/l나 T. Viraragharan 등⁷⁾이 報告한 280 mg/l 보다는 다소 낮게 나타났으나 水質 環境 基準 2~5等級 程度의 水質을 保全時 廢水排出 基準이 80~100 mg/l로 許容하고 있는 바 淨化槽 放流水의 BOD 濃度가 水質에 미치는 影響은 무시할 수 없다.

Table 4. BOD concentration of effluent from the sewage purification system and (excreta) septic tank.

Areas	Sewage		Excreta	
	Mean ±S.E.	Min. ~Max.	Mean ±S.E.	Min. ~Max.
1	51.7±15.2	5.2~216.0	137.1±11.0	10.5~510.0
2	65.9±10.2	4.8~510.0	125.2± 9.0	5.0~510.0
3	34.9± 3.6	2.0~192.0	133.9± 8.1	6.3~490.0
4	48.5± 4.5	3.6~192.0	110.1± 6.5	2.1~306.0
Total	48.2± 3.6	2.0~510.0	127.0± 4.4	2.1~510.0

*unit: mg/l

Table 5. Distribution of sutability for standard.

Areas	Sewage			Excreta		
	N	No. of Nonsuit.	% of Nonsuit.	N	No. of Nonsuit.	% of Nonsuit.
1	17	5	29.4	75	23	30.7
2	74	16	21.6	107	39	36.5
3	106	15	14.2	136	46	33.8
4	107	26	24.3	89	18	20.2
Total	304	62	20.4	407	126	31.0

또한 現在 水質 判定 基準이 汚水淨化施設은 施設 容量에 따라 BOD 濃度로 정하며, 淨化槽는 BOD 除去率 만으로 規定하고 있어서 이때 만일의 경우 放流水 BOD 濃度가 높더라도 流入水 BOD 濃度가 그보다 2배 이상 인 경우 BOD 除去率 50% 以上으로 適合判定을 받는 경우가 있다. 따라서 本 實驗 對象 711件을 BOD 判定 基

準으로 判定與否를 살펴본 結果 Table 5와 같이 汚水淨化施設의 경우 20.4%, 淨化槽의 경우 31.0%가 不適合判定을 받았으나 이외에도 淨化槽 放流水 BOD 濃度가 200 mg/l 以上の 高濃度이면서 適合判定을 받은 것이 24件이나 되었다. 따라서 이런 問題點을 解決하기 위해 淨化槽 放流水質의 새로운 基準 設定이 摸索되어야 할 것으로 思料된다.

3. SS

汚水淨化施設 및 淨化槽의 處理效率은 水理學的 滯留時間 즉 HRT에 의해 크게 影響을 받으며 특히 浮遊物 質 沈澱은 그 影響이 더욱 크다. 따라서 汚水淨化施設 및 淨化槽 放流水中에 0.1 μm 以上 粒子의 固形物質을 測定한 結果 Table 6과 같이 汚水淨化施設이 40.8 mg/l, 淨化槽가 90.5 mg/l로 淨化槽 放流水에서 높게 檢出되었으며, 그 範圍가 2~1490 mg/l로 500 mg/l 以上の 高濃度 固形物質을 含有한 放流水가 7件 檢出되었는데 이는 淨化槽 容量에 비해 流入量의 과다로 인한 HRT 減少에서 起因한 것으로 思料된다.

地域間의 SS 濃度의 差異는 汚水淨化施設에서 地域間에 有意한 差異를 나타냈으며 BOD와 마찬가지로 Area 3에서 가장 낮게 檢出되었다.

Table 6. SS concentration of effluent from the sewage purification system and (excreta) septic tank.

Areas	Sewage		Excreta	
	Mean ±S.E.	Min. ~Max.	Mean ±S.E.	Min. ~Max.
1	37.4± 9.4	2~ 124	65.9± 5.2	10~ 264
2	39.8± 5.1	2~ 282	86.1± 9.7	4~ 598
3	26.5± 2.4	2~ 147	100.3±13.1	5~1490
4	56.2±11.1	2~1072	101.5±10.6	5~ 576
Total	40.8± 4.3	2~1072	90.5± 5.7	4~1490

4. NH₃-N

淨化槽 放流水中에 多量 含有된 암모니아성 질소는 動物性 排泄物中 有機性 窒素 化合物이 分解하여 無機化되는 첫 段階로서 汚染된 時間이 오래되지 않았기 때문에 消化器系 傳染病의 病原菌이 生存해 있을 危險性이 높으며, 호수에서 부영양화的原因이 된다⁸⁾. 또한 암모니아성 질소가 酸化되어 窒酸鹽이 되어 地下水 등에 含有되

면 健康上 有害한 影響을 미치는 점 등에서 衛生上 重要한 汚染指標가 된다.

따라서 汚水淨化施設 및 淨化槽 放流水의 $\text{NH}_3\text{-N}$ 을 分析한 結果 Table 7과 같이 汚水淨化施設은 平均 31.13 mg/l, 淨化槽는 平均 89.79 mg/l로 淨化槽 放流水에서 높게 檢出되었으며, 地域間의 差異는 Table 3과 같이 有意한 差異를 나타내지 않았다.

Table 7. $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration of effluent from the sewage purification system and (excreta) septic tank.

Areas	Sewage		Excreta	
	Mean ±S.E.	Min. ~Max.	Mean ±S.E.	Min. ~Max.
1	40.94±18.45	2.66~291.07	87.73±7.37	1.35~347.91
2	36.84± 3.78	1.76~198.27	82.86±5.10	1.48~243.16
3	24.96± 3.02	0.20~178.58	88.37±6.12	0.00~336.97
4	33.13± 3.65	0.42~346.33	102.04±5.35	0.44~219.25
Total	31.13± 2.16	0.20~346.33	89.79±3.04	0.00~347.91

*unit: mg/l

5. $\text{PO}_4\text{-P}$

호수 부영양화의 주된 原因인 P는 30% 以上이 家庭 下水에 包含된 合成洗劑에서 起因하나⁹⁾ 汚水淨化施設 및 淨化槽에서 放流되는 量도 相當하다.

따라서 放流水中 인산염 인을 測定한 結果 Table 8과 같이 汚水淨化施設이 平均 3.68 mg/l, 淨化槽 放流水에서 平均 6.52 mg/l로 檢出되었으며, 地域間의 差異는 $\text{NH}_3\text{-N}$ 과 마찬가지로 有意한 差異를 나타내지 않았다.

Table 8. $\text{PO}_4\text{-P}$ concentration in effluent from the sewage purification system and septic tank.

Areas	Sewage		Excreta	
	Mean ±S.E.	Min. ~Max.	Mean ±S.E.	Min. ~Max.
1	2.82±0.88	0.00~13.76	6.34~0.50	0.39~19.43
2	3.55±0.33	0.55~13.11	6.32~0.36	0.00~18.59
3	3.97±0.31	0.13~20.72	6.43~0.39	0.00~23.02
4	3.61±0.26	0.06~15.76	7.03~0.43	0.02~23.06
Total	3.68±0.17	0.00~20.72	6.52~0.21	0.00~23.06

*unit: mg/l

6. 項目別 相關性

各 測定項目間의 相關性은 Table 9, 10과 같이 汚水 淨化施設 및 淨化槽 모두 pH를 除外한 汚染物質間의 높은 相關性을 나타냈다. 따라서 BOD가 높을수록 營養鹽類나 浮遊物質 등도 높을 可能性이 큰 것을 알 수 있다. 특히 이들 汚染物質中 $\text{NH}_3\text{-N}$ 과 $\text{PO}_4\text{-P}$ 의 相關性이 가장 높게 나타나 淨化槽의 경우 $r=0.8531$ ($P<0.01$)로 나타났다. 또한 pH와 $\text{NH}_3\text{-N}$ 의 높은 相關性을 볼 수 있는데 이를 통해서 암모늄염이 pH를 높이는 因子가 될 수 있음을 推測할 수 있다.

以上으로 汚水淨化施設 및 淨化槽 放流水 水質을 分析한 結果 이들 放流水가 水質汚染에 미치는 影響을 最少化하기 위해서는 現在 水質 判定基準인 BOD 또는 BOD 除去率의 單一項目으로 判定하는 方法을 止揚하고 BOD 뿐 아니라 기타 pH, 營養鹽類, 浮遊物質 등으로 綜合評價해야 할 것으로 思料되며, 이들 放流水中에 多量 含有된 營養鹽類를 處理하기 위해 下水處理場의 高度 處理

Table 9. Correlation coefficient (r) and Prob-value (P) in each item of effluent from sewage purification system.

P	r	Cap.	pH	BOD	SS	$\text{NH}_3\text{-N}$	$\text{PO}_4\text{-P}$
Cap.			-0.0468	-0.1517**	-0.0639	-0.1165*	-0.0908
pH	0.4160			0.0668	0.0241	0.3128**	0.1292*
BOD	0.0081	0.2458			0.3654**	0.3948**	0.1877**
SS	0.2665	0.6752	0.0001			0.2094*	0.0991
$\text{NH}_3\text{-N}$	0.0424	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002		0.4183**
$\text{PO}_4\text{-P}$	0.1142	0.0242	0.0010	0.0010	0.0844	0.0001	

* : $P<0.05$ ** : $P<0.01$

Table 10. Correlation coefficient (r) and Prob-value (P) in each item of effluent from septic tank.

	r					
P	Cap.	pH	BOD	SS	NH ₃ -N	PO ₄ -P
Cap.		-0.0687	-0.0125	-0.0394	-0.1578**	-0.1680**
pH	0.1666		0.0442	-0.0214	0.3981**	0.2458**
BOD	0.8013	0.3735		0.3706**	0.3705**	0.3531**
SS	0.4280	0.6664	0.0001		0.1931**	0.2252**
NH ₃ -N	0.0014	0.0001	0.0001	0.0001		0.8531**
PO ₄ -P	0.0007	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	

** : P < 0.01

施設이 하루속히 完備되어야 할 것으로 思料된다.

BOD 除去率의 放流水質 單一 判定基準을 止揚하고 기타 汚染物質의 綜合評價方法이 要望된다.

結 論

서울시내 大型 汚水淨化施設 및 淨化槽 放流水 711件을 地域別, 項目別로 水質을 分析한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 放流水의 pH는 大部分 中性으로 汚水淨化施設 放流水가 平均 6.96, 淨化槽 放流水가 平均 7.43이었다.
2. BOD는 汚水淨化施設 放流水가 平均 48.18 mg/l, 淨化槽 放流水가 平均 127.0 mg/l로 나타났으며, 汚水淨化施設에서 地域間의 有意한 差異를 나타냈다.
3. SS는 汚水淨化施設이 平均 40.8 mg/l, 淨化槽가 平均 90.5 mg/l로 나타났으며, BOD와 마찬가지로 汚水淨化施設에서 地域間의 有意한 差異를 나타냈다.
4. 營養鹽類中 NH₃-N은 汚水淨化施設이 平均 31.13 mg/l, 淨化槽가 平均 89.79 mg/l로 檢出되었으며, PO₄-P는 汚水淨化施設이 平均 3.68 mg/l, 淨化槽에서 平均 6.52 mg/l로 檢出되었다.
5. 이들 分析 項目間의 相關性을 살펴본 結果 BOD와 SS, NH₃-N, PO₄-P는 서로 높은 相關性을 나타냈으며, 이들중 NH₃-N과 PO₄-P이 糞尿에서 r=0.8531로 매우 높은 相關性을 나타냈다.
6. 위의 放流水質을 測定한 結果 現在 BOD 혹은

參 考 文 獻

1. 全國環境管理人 聯合會 : 汚水, 糞尿 및 畜産廢水의 處理에 관한 法律, 環境關係法規 II, 253 (1991).
2. 서울 特別市 : 서울 環境 現況, 113 (1990).
3. 신항식 : 廢水의 高度 處理 技術, 上水 및 廢下水 處理 先進 技術, 韓國水質保全學會, 203 (1985).
4. 金鍾澤 : 環境汚染 公定試驗法 解說(水質分野), 新光出版社, (1986).
5. 정남조 외 5인 : 糞尿淨化槽의 效率檢討 및 改善方案에 관한 연구, 國立環境研究所, (1982).
6. 정남조 외 6인 : 糞尿淨化槽의 效率檢討 및 改善方案에 관한 연구(II), 國立環境研究所, (1983).
7. T. Viraraghavan: Effects of Septic Tank Systems on Environmental Quality. J. of Environmental Management, 15:63 (1982).
8. 鄭文植 外 2人 : 環境衛生學, 176 (1987).
9. 서운수 : 호수의 부영양화 현상과 대책, 상수 및 폐하수 처리 선진기술, 한국수질 보전학회, 81 (1985).