

## 오수정화시설 및 정화조 방류수의 수질오염도에 관한 연구

어 수 미·이 흥 근\*

서울특별시 보건환경연구원

\*서울대학교 보건대학원

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

Soo Mi Ahu · Hong Keun Lee\*

*Seoul Metropolitan Government Institute of Health and Environment*

*\*Graduate School of Publiz Health Seoul Natinal University*

#### 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 values of effluent were largely neutral of 6.96 in sewage and 7.43 in septic tank.
2. The average concentration of BOD was 48.18mg/l in sewage and 127.0mg/l in septic tank.
3. The average concentration of SS was 40.8mg/l in sewage and 90.5mg/l in septic tank.
4. In the analysis of nutrient salts, the average concentration of NH<sub>3</sub>-N was 31.62mg/l in sewage and 88.79mg/l in septic tank.
5. In the analysis of correlation among items, BOD, SS, NH<sub>3</sub>-N and PO<sub>4</sub>-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.

#### I. 緒 論

오수·분뇨 및 축산폐수처리에 관한 법률에 의하면 오수라 함은 사람의 일상생활과 관련해서 수세식변소, 목욕탕, 주방 등에서 배출되는 액체성

또는 고체성 더러운 물질이 섞인 물을 말하며, 이를 침전·분해하는 시설을 오수정화시설이라고 하고, 여기서 수세식변소에서 나오는 오수를 침전·분해하는 시설을 정화조라 정의하고 있다.<sup>1)</sup>

서울시내 오수정화시설 및 정화조는 '90년 12월 말 현재 크기별로 대형이 3,032개소, 중·소형이

약 44만개소인데 이들 중 1,001인조 이상의 대형  
 오수정화시설 및 정화조는 수질검사를 받도록 되  
 어 있으며, 대다수의 중·소형도 년 1회 청소하도  
 록 되어 있으나<sup>2)</sup> 기존 정화조의 노후화 및 관리상  
 의 문제점 등으로 처리효율이 낮아 미처리된 방류  
 수가 하천에 유입되는 경우가 많다. 더욱이 이들  
 오염물질 중 BOD, SS 등은 하수처리장으로 유입  
 되어 1,2차 처리만으로도 80~90%까지 처리가  
 가능하지만 N, P 등은 고도처리 기술을 통해서만  
 처리할 수 있으나<sup>3)</sup> 현재 하수처리장에서 이들을  
 처리할 능력이 미비하여 이들이 하천에 미치는 영  
 향은 날로 증가하고 있다.

따라서 본 연구에서는 서울시내 대형 오수정화  
 시설 및 정화조의 방류수 수질오염도를 조사하여  
 환경보건의 기초자료로 제시하고자 한다.

## II. 실험대상 및 방법

### 1. 실험대상

본 연구는 서울시내 대형 오수정화시설 및 정화  
 조 방류수중 '91년 3~6월에 각 구청에서 연구원  
 에 의뢰된 방류수 711건(오수정화시설 304건, 정  
 화조 407건)을 대상으로 실험하였으며 이를 지역  
 별로 크게 4개 지역으로 구분하여 분석하였고 지  
 역별 구분은 Table 1과 같다.

### 2. 실험방법

각 오수정화시설 및 정화조 방류수를 항목별로  
 5개 항목을 측정하였으며, 이중 pH, BOD, SS는  
 환경오염 공정시험법에 의해 실험하였고,<sup>4)</sup> NH<sub>3</sub>  
 -N은 인도페놀법으로, PO<sub>4</sub>-P는 몰리브덴산 암  
 모늄법으로 실험한 뒤 이들 결과치를 각 항목별,  
 지역별로 유의성 검정을 하였다.

## III. 결과 및 고찰

오수정화시설 및 정화조 방류수의 수질오염도  
 를 분석한 결과 다음과 같다.

### 1. pH

pH는 수중에서 일어나는 모든 화학 및 생화학  
 변화에 대한 지배적인 인자로 수질분석에서 여러  
 가지 화학반응의 주요 제약인자이다. 따라서 오수  
 정화시설 및 정화조 방류수의 pH를 측정한 결과  
 Table 2와 같이 오수정화시설이 평균 6.96, 정화  
 조가 평균 7.43으로 대부분이 중성을 나타냈으며  
 pH의 범위는 정화조 방류수가 중성에서 약알칼리  
 성(6.0~9.3)인 반면 오수정화시설은 중성에서 산  
 성(3.3~8.7)쪽으로 나타났고 특히 이중 pH5.0 미  
 만의 산성이 6건으로 나타났다. 이렇듯 오수 방류

Table 1. 조사대상시료의 지역별 구분

지역번호	지역(구)	대상시료수	
		오수	분뇨
1	강북東(성동, 동대문, 노원, 도봉, 성북)	17	75
2	강남東(강동, 송파, 강 남, 서초)	74	107
3	중앙, 강북西(용산, 중, 종로, 마포, 서대문)	106	136
4	강남西(동작, 관악, 영 동포, 구로, 양천, 강 서)	107	89
Total		304	407

\*중량구 은평구는 조사기간중 의뢰된 시료가 없어  
 서 제외함.

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

Area	Sewage		Excreta	
	Mean ± S. E.	Min~Max	Mean ± S. E.	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

수가 정화조 방류수에 비해 산성을 나타낸 것은 주방용 찌꺼기중 산성물질 혼입이나 기타 화학물질 혼입 등에서 기인하는 것으로 사료된다.

또한 지역간의 pH농도의 차이는 Table 3과 같이 유의한 차이를 나타내지 않았다.

## 2. BOD

BOD는 현재 오수정화시설 및 정화조 방류수질의 판정 기준으로 오염도의 대표치라 할 수 있다. 실험결과 BOD농도는 Table 4와 같이 오수정화시설이 평균 48.2mg/l로 비교적 낮았으며, 이를 지역별로 구분하면 Table 3과 같이 지역간의 매우 유의한 차이를 나타냈으며 이중 Area 3(중앙, 강북西)가 가장 낮았다.

정화조 방류수는 평균 127.0mg/l로 나타났으며, 이는 정등<sup>5,6)</sup>이 보고한 167.0mg/l나 T.Vir-aragharan등<sup>7)</sup>이 보고한 280.0mg/l보다는 다소 낮게 나타났으나 수질환경기준 2~5등급 정도의 수질을 보전시 폐수배출기준이 80~100mg/l로

허용하고 있는 바 정화조 방류수의 BOD농도가 수질에 미치는 영향은 무시할 수 없다.

또한 현재 수질 판정 기준이 오수정화시설은 시설용량에 따라 BOD농도로 정하며, 정화조는 BOD제거율 만으로 규정하고 있어서 이 때 만일의 경우 방류수 BOD농도가 높더라도 유입수 BOD농도가 그보다 2배 이상인 경우 BOD제거율 50% 이상으로 적합 판정을 받는 경우가 있다. 따라서 본 실험대상 711건을 BOD판정기준으로 판정여부를 살펴본 결과 Table 5와 같이 오수정화시설의 경우 20.4%, 정화조의 경우 31.0%가 부적합 판정을 받았으나 이외에도 정화조 방류수 BOD농도가 200mg/l 이상의 고농도이면서 적합판정을 받은 것이 24건이나 되었다. 따라서 이런 문제점을 해결하기 위해 정화조 방류수질의 새로운 기준 설정이 모색되어야 할 것으로 사료된다.

## 3. SS

오수정화시설 및 정화조의 처리효율은 수리학

Table 3. The results from the ANOVA among the areas.

Item	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 <sub>3</sub> -N	2.00	0.1143	1.70	0.1667
PO <sub>4</sub> -P	0.90	0.4423	0.59	0.6189

\* : p<0.05

\*\* : p<0.01

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

Area	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 suitability for standard

Area	Sewage			Excreta		
	N	No. of nonsuitable	% of nonsuitable	N	No. of nonsuitable	% of nonsuitable
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

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

Area	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

\*Unit : mg/l

적 체류시간 즉 HRT에 의해 크게 영향을 받으며 특히 부유물질 침전은 그 영향이 더욱 크다. 따라서 오수정화시설 및 정화조 방류수중에 0.1 $\mu$ m 이상 입자의 고형물질을 측정된 결과 Table 6과 같이 오수정화시설이 40.8mg/l, 정화조가 90.5mg/l로 정화조 방류수에서 높게 검출되었으며, 그 범위가 2~1490mg/l로 500mg/l이상의 고농도 고형물질을 함유한 방류수가 7건 검출되었는데 이는 정화조 용량에 비해 유입량의 과다로 인한 HRT 감소에서 기인한 것으로 사료된다.

지역간의 SS농도의 차이는 오수정화시설에서 지역간에 유의한 차이를 나타냈으며 BOD와 마찬가지로 Area 3에서 가장 낮게 검출되었다.

#### 4. NH<sub>3</sub>-N

정화조 방류수중에 다량 함유된 암모니아성 질소는 동물성 배설물중 유기성 질소화합물이 분해하여 무기화되는 첫 단계로서 오염된 시간이 오래 되지 않았기 때문에 소화기계 전염병의 병원균이 생존해 있을 위험성이 높으며 호수에서 부영양화

의 원인이 된다.<sup>8)</sup> 또한 암모니아성 질소가 산화되어 질산염이 되어 지하수 등에 함유되면 건강상 유해한 영향을 미치는 점 등에서 위생상 중요한 오염지표가 된다. 따라서 오수정화시설 및 정화조 방류수의 NH<sub>3</sub>-N을 분석한 결과 Table 7과 같이 오수정화시설은 평균 31.62mg/l, 정화조는 평균 87.79mg/l로 정화조 방류수에서 높게 검출되었으며 지역간의 차이는 Table 3과 같이 유의한 차이를 나타내지 않았다.

#### 5. PO<sub>4</sub>-P

호수 부영양화의 주된 원인인 P는 30% 이상이 가정하수에 포함된 합성세제에서 기인하나<sup>9)</sup> 오수정화시설 및 정화조에서 방류되는 양도 상당하다. 따라서 방류수중 인산염 인을 측정된 결과 Table 8과 같이 오수정화시설이 평균 3.68mg/l 정화조 방류수에서 평균 6.52mg/l로 검출되었으며, 지역간의 차이는 NH<sub>3</sub>-N과 마찬가지로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

Table 7. The NH<sub>3</sub>-N concentration of effluent from the sewage purification system and (excreta) septic tank

Area	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	0~336.97
4	33.13 ± 3.65	0.42~346.33	102.04 ± 5.35	0.44~219.25
Total	31.62 ± 2.16	0.20~346.33	89.79 ± 3.04	0~347.91

\* Unit : mg/l

Table 8. The PO<sub>4</sub>-P concentration in effluent of septic tank

Area	Sewage		Excreta	
	Mean ± S. E.	Min~Max	Mean ± S. E.	Min~Max
1	2.82 ± 0.88	0~13.76	6.34 ± 0.50	0.39~19.43
2	3.55 ± 0.33	0.05~13.11	6.32 ± 0.36	0~18.59
3	3.97 ± 0.31	0.13~20.72	6.43 ± 0.39	0~23.02
4	3.61 ± 0.26	0.06~15.76	7.03 ± 0.43	0.02~23.06
Total	3.68 ± 0.17	0~20.72	6.52 ± 0.21	0~23.06

\* Unit : mg/l

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

p	r	Cap.	pH	BOD	SS	NH <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -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
NH <sub>3</sub> -N	0.0424	0.0001	0.0001	0.0002			0.4183**
PO <sub>4</sub> -P	0.1142	0.0242	0.0010	0.0844	0.0001		

\*P<0.05    \*\*P<0.01

## 6. 항목별 상관성

각 측정항목간의 상관성을 Table 9, 10과 같이 오수정화시설 및 정화조 모두 pH를 제외한 오염물질간의 높은 상관성을 나타냈다. 따라서 BOD가 높을수록 영양염류나 부유물질 등도 높을 가능성이 큰 것을 알 수 있다. 특히 이들 오염물질중 NH<sub>3</sub>-N과 PO<sub>4</sub>-P의 상관성이 가장 높게 나타나

정화조의 경우 r=0.8531(P=0.0001)로 나타났다. 또한 pH와 NH<sub>3</sub>-N의 높은 상관성을 볼 수 있는데 이를 통해서 암모늄염이 pH를 높이는 인자가 될 수 있음을 추측할 수 있다.

이상으로 오수정화시설 및 정화조 방류수 수질을 분석한 결과 이들 방류수가 수질오염에 미치는 영향을 최소화하기 위해서는 현재 수질판정 기준인 BOD 또는 BOD 제거율의 단일항목으로 판정

Table 10. Correlation Coefficient(r) and Prob-Value in each item of effluent from septic tank

p	r	Cap.	pH	BOD	SS	NH <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -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 <sub>3</sub> -N	0.0014	0.0001	0.0001	0.0001			0.8531**
PO <sub>4</sub> -P	0.0007	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	

\*\*P<0.01

하는 방법을 지양하고 BOD뿐 아니라 기타 pH, 영양염류 부유물질 등으로 종합평가해야 할 것으로 사료되며, 이들 방류수중에 다량 함유된 영양염류를 처리하기 위해 하수처리장의 고도처리시설이 하루속히 완비되어야 할 것으로 사료된다.

#### IV. 결 론

서울시내 대형 오수정화시설 및 정화조 방류수 711건을 지역별, 항목별로 수질을 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 방류수의 pH는 대부분 중성으로 오수정화시설 방류수가 평균 6.96, 정화조 방류수가 평균 7.43이었다.

2. BOD는 오수정화시설 방류수가 평균 48.18 mg/l, 정화조 방류수가 평균 127.0 mg/l로 나타났으며, 오수정화시설에서 지역간의 유의한 차이를 나타냈다.

3. SS는 오수정화시설이 평균 40.8 mg/l, 정화조가 평균 90.5 mg/l로 나타났으며, BOD와 마찬가지로 오수정화시설에서 지역간의 유의한 차이를 나타냈다.

4. 영양염류중 NH<sub>3</sub>-N는 오수정화시설이 평균 31.62 mg/l, 정화조가 평균 88.79 mg/l로 검출되었으며, PO<sub>4</sub>-P은 오수정화시설이 평균 3.68 mg/l, 정화조에서 평균 6.52 mg/l로 검출되었다.

5. 이들 분석항목간의 상관성을 살펴본 결과 BOD와 SS, NH<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P은 서로 높은 상관성을 나타냈으며, 이들중 NH<sub>3</sub>-N과 PO<sub>4</sub>-P이 분뇨에서  $r=0.8531$ 로 매우 높은 상관성을 나타냈

다.

6. 위의 방류수질을 측정된 결과 현재 BOD 혹은 BOD제거율의 방류수질 단일평가기준을 지양하고 기타 오염물질의 종합평가 방법이 요망된다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 전국환경관리인연합회: 오수·분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법, 환경관리인 연합회보, 6(59), 59~67, 1991.
- 2) 서울특별시: 서울환경현황, 113~114, 1990.
- 3) 신항식: 폐수의 고도처리기술, 상수 및 폐수처리 선진기술, 한국 수질보전학회, 203~214, 1985.
- 4) 김종택: 환경오염공정시험법해설(수질분야), 신광출판사, 1986.
- 5) 정남조의 5인: 분뇨정화조의 효율검토 및 개선방안에 관한 연구, 국립환경연구소, 1982.
- 6) 정남조의 6인: 분뇨정화조의 효율검토 및 개선방안에 관한 연구(II), 국립환경연구소, 1983.
- 7) T. Viraraghavan: Effects of Septic Tank Systems on Environmental Quality, J. of Environmental Management, 15, 63~70, 1982.
- 8) 정문식의 2인: 환경위생학, 176~185, 1987.
- 9) 서윤수: 호수의 부영양화 현상과 대책, 상수 및 폐수하수처리 선진기술, 한국수질보전학회, 81~104, 1985.