

하수처리장 방류수가 하천수질에 미치는 영향

수질화학팀

정종흡 · 이승주 · 이상수 · 한선규 · 이용민 · 박미애 · 신정식

The effects of sewage treatment plant discharge upon stream water quality

Water Chemistry Team

Jong-heub Jung, Seung-ju Lee, Sang-su Lee, Seon-kyu Han, Yong-min Lee,
Mi-ae Kwak and Jung-sik Shin

Abstract

The continuous construction of sewage treatment plant caused the reduce of stream flow. And the sewage treatment plant drainage affected a lot of stream water quality. The variation of water quality around the Jungrang sewage treatment plant and Tanchun sewage treatment plant drainage area were researched in 2000.

서론

1980년대 초까지 하천 수질오염의 주 요인으로 작용 하였던 생활하수는 1988년을 정점으로 생활환경의 개선, 공공 수역의 수질보전 등에 관심이 높아지면서 1990년대 들어 하수처리장의 건설 등 환경기초시설에 많은 투자가 이루어지도록 하였다. 이에 따라 한강의 주요 오염지천인 탄천 및 안양천 등의 수질은 꾸준히 개선 되어 왔으나 대규모 하수처리장의 건설은 발생 하수량의 대부분을 하수처리장으로 차집하여 처리하게 됨으로써 소규모 하천에서는 하천 유지유량의 부족을 초래하게 되었고 특히 갈수기 하천의 수질은 하수처리장 방류수의 수질에 많은 영향을 받게 되 수역의 부영양화 등 하천 수질 개선에 한계를 나타내게 되었다.

한편 하수처리장 방류수 수질기준은 1995년까지

BOD, COD, SS 등 3개 항목에 대한 기준을 규정하고 있었으나 1996년부터 총질소 및 총인을 추가하였고 1999년 12월 6일부터는 기존의 항목들에 대해 특별대책지역 및 잠실수중보 권역에서는 BOD(10mg/l), COD(40mg/l), SS(10mg/l), 총질소(20mg/l), 총인(2mg/l)로 규제기준을 강화하게 되었다.

서울시에서 배출되는 하수량은 1999년 말 현재 약 560만톤으로 추정되는데 이들이 하수처리장을 거쳐 하천으로 방류될 때 탄천의 경우 BOD, COD, T-N, T-P 배출량은 각각 4,231톤/년, 4,760톤/년, 7,206톤/년, 331톤/년에 해당되는 것으로 나타나 하수처리장 방류수역에 여전히 상당량의 오염물질을 방출하고 있는 것으로 나타났다. 따라서 본 조사에서는 이들이 하천에 방류되었을 때 하천에 미치는 영향을 조사하여 하천 수질 환경기준 달성을 위해 요구되는 수질관리 방안의 기초 자료를 제공하고자 실시하였다.

조사대상 및 방법

1. 조사대상

탄천하수처리장 및 중랑하수처리장 방류구를 중심으로 한 상류, 중류, 하류 3개 지점, 하수처리장 유입수 및 방류수

2. 조사 항목 및 방법

2000년 1월부터 12월까지 하수처리장 유입수, 방류수 및 방류구 상류, 중류, 하류 지점에서 월 1회 채수하여 수질환경오염 공정시험법에 의해 분석하였으며 조사 항목은 BOD, COD, T-N, T-P, SS 등 5개 기본 항목 이외에 수온, pH, DO, ABS, Cr, Cu, Cd, Hg, As, Pb, Fe, 대장균군수 등 12개 부가항목에 대하여 조사하였다.

결과 및 고찰

조사대상 하수처리장에서 방류되는 방류수질은 모두 현재의 방류수 수질기준 이내로 방류되고 있었으며 Cr, Cd, Hg, As, Pb은 검출되지 않았다.

주요 항목에 대한 하수처리장별 오염도 조사 결과는 다음과 같다.

1. 탄 천

1) BOD

탄천하수처리장 방류수의 수질 농도변화는 Table 1 과 같이 유입수의 농도와 유사한 변화 양상을 나타내 유

입수질의 영향을 많이 받는 것으로 나타났으며 3월, 7월, 11월에 높은 농도를 나타냈고 탄천하수처리장의 평균 BOD 농도 제거율은 약 94%였다. 방류-2의 평균 BOD 농도는 방류-1의 농도보다 약 57%정도 높은 것으로 나타나 방류-2의 수질을 좀 더 개선해야 할 것으로 나타났다.

탄천 상류지점의 년 평균 BOD 농도는 9.6mg/l로 하수처리장 방류수의 유입에 의해 일시적으로 높아지는 양상을 보였으며 방류구 하류에서는 년평균 9.8mg/l로 낮아져 방류구 상류의 농도와 비슷한 농도를 나타냈다.

2) COD

COD의 농도변화는 BOD 농도변화와 같이 유입수질의 농도 변화에 영향을 받는 것으로 나타났으며 Fig. 1 과 같이 대체적으로 2월, 3월, 5월에 높은 농도를 나타냈고 하수처리장 평균 COD 제거율은 약 82%로 BOD 보다 낮았다. BOD와 달리 방류-1, 방류-1의 농도 차이가 적었으며 상류지점과 하류지점의 농도 차이도 BOD 보다 작게 나타났다.

3) T-P

탄천하수처리장의 년평균 T-P 방류농도는 0.9mg/l였으며 BOD, COD 방류농도와 달리 Fig. 2와 같이 방류-1의 농도가 방류-2의 농도보다 높게 방류되었으며 하수처리장에서의 T-P농도 제거율은 약 56%였다.

상류지점의 년평균 농도 0.665mg/l는 중류지점에서는 하수처리장 방류수의 영향으로 약 2배정도 증가하였으나 하류지점에서는 상류지점 농도보다 약 74% 증가한 1.156mg/l를 나타내 하수처리장 방류수의 T-P 농도가 하천수에 T-P를 공급하는 요인중의 하나로 나타났다.

Table 1. Monthly BOD concentration of around the Tanchun sewage treatment plant drainage area.

(unit : mg/l)

sites	month												avg.	std.
	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.		
Inflow	76.2	99.6	148.8	116.4	118.8	87.6	92.4	65.2	100.2	132.6	168.8	101.4	109.0	29.877
Discharge - 1	11.6	4.6	6.8	2.4	2.5	6.7	4.6	2.2	4.2	2.3	5.1	3.5	4.7	2.697
Discharge - 2	11.3	10.1	11.1	2.3	3.3	7.7	11.1	2.8	4.2	11.9	10.3	2.9	7.4	3.967
Upstream	9.7	10.1	13.0	5.3	7.6	7.0	13.2	6.8	12.4	7.4	13.1	10.1	9.6	2.813
Middle stream	12.1	10.9	14.6	7.4	6.2	8.4	20.1	8.5	10.6	17.8	27.5	16.4	13.4	6.224
Down stream	10.9	10.6	9.5	5.3	8.7	7.7	18.4	7.1	6.6	7.8	18.5	6.8	9.8	4.348

4) T-N

탄천하수처리장의 년평균 T-N의 방류농도는 26.714mg/l였으며 하수처리장에서 T-N의 제거율은 약 36%였다. T-P와 같이 방류-1의 농도가 방류-2의 농도보다 높았으며 Fig. 3과 같이 하류로 갈수록 농도가 높아지는 경향을 나타내 하류지점의 T-N 농도는 상류 지점보다 약 26% 증가하였다.

2. 중랑천

1) BOD

중랑하수처리장의 BOD 방류농도는 Fig. 4와 같이 방류 1, 2지점의 농도가 방류 3의 농도보다 높았으며 하수처리장의 BOD 제거율은 평균 약 91%였고 년평균 BOD 방류농도는 7.7mg/l였다.

중랑천 상류지점의 년평균 BOD 농도는 6.9mg/l로 나타났는데 중랑하수처리장의 방류수가 유입되고 난 후 중랑천 하류 지점에서는 BOD농도가 13.7mg/l로 증

가하였다. 이와 같은 BOD 농도의 변화는 하수처리장 방류수가 하천수질에 대해 하나의 오염원으로 작용하고 있는 것을 나타내고 있으며 이 같은 상황에서 강우 등으로 오염물질의 농도가 일시적으로 급격하게 증가하면 하천의 수질농도는 완충능력이 약화되어 하천 생태계에 악영향을 미칠 우려가 있는 것으로 나타났다.

2) COD

중랑하수처리장의 COD 방류농도는 Fig. 5와 같이 3월에 높은 농도를 나타냈으며 년중 편차는 BOD에 비해 낮게 나타났다. 중랑하수처리장의 COD 제거율은 년평균 약 83%였으며 년평균 10.7mg/l COD 농도로 중랑천에 방류되었다. BOD 농도와는 달리 하류지점의 농도보다 중류지점의 농도가 더 높았으며 상류지점의 년평균 COD 농도는 하수처리장 방류수질과 비슷한 10.8mg/l였으나 하류지점에서는 18.5%가 증가한 12.8mg/l를 나타내 상류, 하류 지점간 농도차이는 비교적 낮게 나타났다.

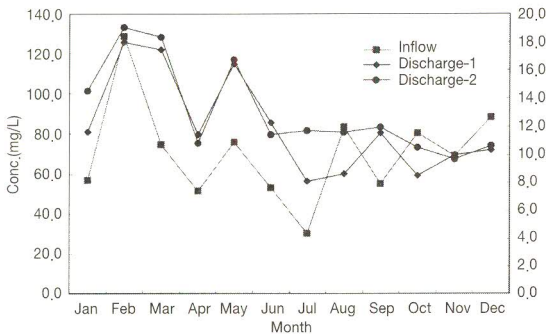


Fig. 1. Monthly COD concentration of Tanchun sewage treatment plant water quality.

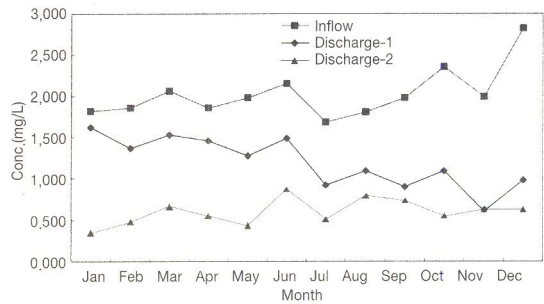


Fig. 2. Monthly T-P concentration of Tanchun sewage treatment plant water quality.

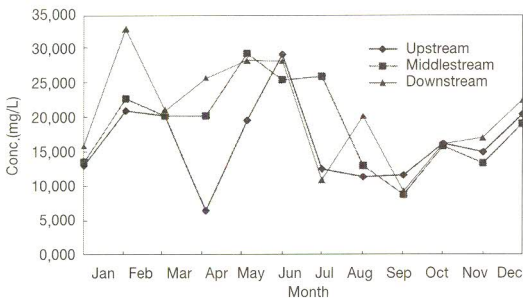


Fig. 3. Monthly T-N concentration of around the Tanchun sewage treatment plant drainage area.

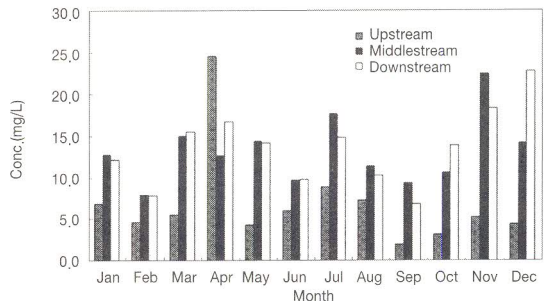


Fig. 4. Monthly BOD concentration of around the Jung-grang sewage treatment plant drainage area.

3) T-P

중랑하수처리장의 유입수 T-P 농도는 년평균 2.114mg/l 로 Fig. 6과 같이 대체적으로 10월과 12월에 높았으며 하수처리장에서의 T-P 농도 제거율은 약 55%로 년평균 0.938mg/l 로 하천에 방류되었다. 상류지점의 년평균 T-P 농도 0.741mg/l 가 하류지점에서는 45.5% 증가한 1.078mg/l 를 나타냈다.

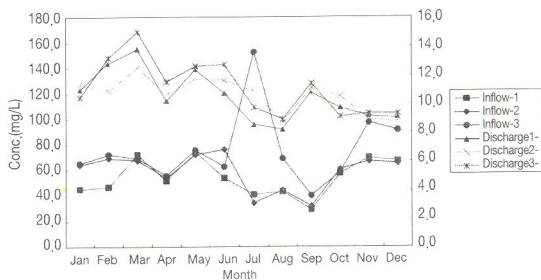


Fig. 5. Monthly COD concentration of Jungrang sewage treatment plant water quality.

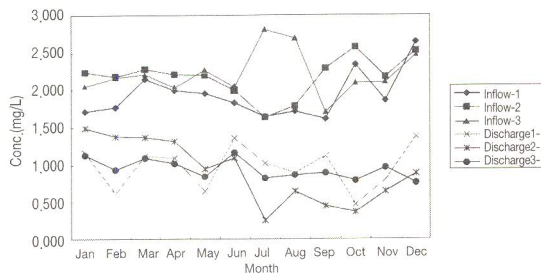


Fig. 6. Monthly T-P concentration of Jungrang sewage treatment plant water quality.

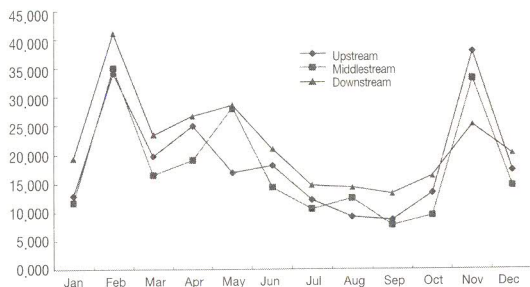


Fig. 7. Monthly T-N concentration of around the Jungrang sewage treatment plant drainage area.

4) T-N

중랑천의 T-N 농도는 Fig. 7.과 같이 2월과 11월에 뚜렷하게 높은 농도를 나타냈으며 상류지점의 년평균 농도 18.752mg/l 가 하류지점에서는 17.2% 증가하여 21.968mg/l 를 나타냈다.

3. 하수처리장 상, 하류 지점의 수질변화

하수처리장 상류지점과 하수처리장 방류수가 유입되고 난 후 하류지점의 수질변화를 요약하면 Table 2와 같다.

Table 2에 의하면 중랑천하수처리장은 BOD, 탄천하수처리장은 T-P 및 T-N의 방류수질이 하천수질에 큰 영향을 미치고 있는 것으로 나타났으며 특히 중랑천하수처리장 BOD의 경우 Table 3에서와 같이 하수처리장 처리효율이 90%이상임에도 불구하고 방류수질이 하천수질에 큰 영향을 미치고 있는 것으로 나타나 방류수 수질기준에 총량규제의 개념 도입이 필요할 것으로 생각된다.

각 하수처리장의 항목별 처리효율은 Table 3과 같다.

또한 T-P의 경우 Table 3에서와 같이 현재 상태의 처리효율에 고도처리 공법을 적용시키더라도 약 10% 정도의 처리효율 증가가 예상되므로 현재 상태의 하수 유입 수질을 기준으로 볼 때 방류수질이 크게 개선되어질 것 같지는 않으며 T-N의 경우에도 현재의 하수처리장 유입 수질이 방류수 수질기준 이내로 나타나고 있어 현재의 하수처리 process에서는 T-N의 제거효율을 언급하는 것은 의미가 없는 것으로 생각되나 하수처리장 방류수질이 하천 T-N 수질변화에 적지 않은 영향을 미치

Table 2. Change water quality between upstream of sewage treatment plant drainage area and downstream.(%)

Stream \ Item	BOD	COD	T-P	T-N
Jungrangchun	98.6 ↑	18.5 ↑	45.5 ↑	17.2 ↑
Tanchun	2.0 ↑	11.7 ↑	73.8 ↑	26.4 ↑

Table 3. Removal rate of pollutants by sewage treatment plant process.(%)

Sewage treatment plant \ Item	BOD	COD	T-P	T-N
Jungrang	90.9	82.7	55.4	67.8
Tanchun	94.4	82.3	55.6	35.5

고 있으므로 T-N에 대한 방류수 수질기준의 보완 및 이항목에 대한 고도처리 공법의 도입이 필요한 것으로 나타났다.

결론

1. 하수처리장 방류수를 중심으로 상·하류의 수질농도변화를 하수처리장 방류수에 의한 것으로 보았을 때 하수처리장 방류수가 하천에 미치는 영향은 중랑하수처리장의 경우 BOD, T-P 순서로 높았으며 탄천하수처리장의 경우에는 T-P, T-N의 순서로 높게 나타났다.
2. 하수처리장별 오염물질 제거율은 BOD가 가장 높았으며 탄천하수처리장의 경우에는 T-N이 가장 낮았다.
3. 하수처리장 유입수의 T-P농도가 현재와 같이 방류수 수질기준 이내로 유입되고 있음에도 하수처리장 방류수가 수역에 배출되었을 때 하류수역의 T-P농도 증가율은 중랑천의 경우 45.5%, 탄천의 경우에는 73.8% 증가하는 것으로 나타났다.
4. 현재의 방류수 수질기준에 하천유량에 대한 하수처리장 방류수량을 고려하는 총량규제적 개념의 도입이 필요한 것으로 나타났다.

참고 문헌

1. 김명길 : 안양천과 탄천의 수질오염 현황 및 오염부하 유출 특성에 관한 연구. 한양대학교 환경과학대학원. p25(1996).
2. 환경관계법규 : 전국환경관리인연합회, p412(1992)
3. 정종흡 : 한강수계 탄천의 수질오염도 평가(Ⅱ). 보건환경연구원논문집 35:301(1999).
4. 하수도 시설정비를 위한 조사연구. 건설부, pp52-53(1991).
5. 우리나라 오폐수처리시설현황. 환경관리공단, p62(1990).
6. 신정식 : 한강수계 탄천의 수질오염도 평가 및 예측. 연세대학교대학원박사학위논문(2000).
7. 김용국 : 한강분류 유입지천의 수질변화에 관한 연구. 연세대학교보건대학원 석사학위논문(1993).
8. 박상희 : 탄천유역 개발에 따른 수문특성 변화 연구. 이화여자대학교대학원 석사학위논문(1997).
9. 조영 : 한강지류인 탄천의 수질오염 분석연구. 한국교원대학교대학원 석사학위논문(1997)
10. 한강생태계조사연구. 서울특별시, pp96-97(1998)