

왕숙천 수계에서 하수처리장 건설이후의 수질 평가

수환경 생태팀

이순희 · 이상열 · 조석주 · 윤종철 · 이길화 · 이승천 · 배경석

Water Quality Assessment After the Construction of Sewage Treatment Plant in Wangsuk Stream

Aquatic Ecology Team

Soon-hee Lee, Sang-yeoul Lee, Seog-ju Cho, Jong-chul Yoon,
Gil-wha Lee, Seung-cheon Lee and Kyung-seok Bae

Abstract

This survey was performed to monitor the change in water quality of Wangsuk stream as Jingun sewage treatment plant was operated. We searched 4 sites of Wangsuk stream, and discharge of Jingun, Guri sewage treatment plant in Jan. ~ Dec. 2004. Jingun sewage treatment plant was pre-operated from Febuary and operated in June. Jingun sewage treatment plant treat 80,000 m³ sewage per a day. That decrease discharge of Guri sewage treatment plant and then lessen overflow that is not treated in Guri sewage treatment plant. Site IV is lower part of Wangsuk stream where Guri sewage treatment plant discharges treated sewage and overflows untreated sewage over plant capacity. Average concentration of BOD and SS at site IV was 8.9 mg/l, 7.6 mg/l that was 63%, 64% decreased for average concentration of last year respectively. And average concentration of total nitrogen and total phosphorus increased upper part of Wangsuk stream but decreased at site IV lower part of Wangsuk stream. This survey showed that Jingun sewage treatment plant improved water quality of Wangsuk stream and Han river in the long run.

Key words : Wangsuk stream, sewage treatment plant, water quality assessment

서론

21세기에는 우리나라가 물 부족 현상이 발생할 가능성이 높은 것으로 이미 잘 알려져 있으며 수자원 부족이 경제성장의 저해요인으로 나타나고 있어 점차적으로 우리들의 생활을 압박할 것이다. 산업의 성장과 국민의 생활이 향상됨에 따라 수자원의 양적 인면뿐만 아니라 질적 향상이 절실히 요구되고 있다(1). 그러나 인구증가 및 산업의 발달과 더불어 오·폐수의 성상이 다양해지고, 오염물질 배출량의 증가로 하천의 오염도는 지속적으로 증가하고 있는 실정이다. 특히 하수도가 보급되지 않은 농촌지역이나 소규모 취락지역에서 발생하는 생활오수로 인하여 하천의 수질 오염이 심화되고 있다(2).

우리나라에서 하루에 발생되는 생활오수량은 2003년 말 현재 약 15,633천 톤에 이르며, 1990년대 초 맑은 물 공급 중화대책의 수립 및 추진과 더불어 하수종말처리시설의 설치사업을 본격적으로 시작하여 2003년 말 현재 우리나라에 설치된 하수종말처리시설은 모두 242개소, 시정용량은 2,088만 톤에 달하고 있다. 2004년 중에는 국고비 및 지방비 1조 5,347억원을 투자하여 하수처리장 371개소, 마을하수도 354개소, 기타 24개소 등 총 749개 시설설치를 추진하고 있으며, 2005년까지 하수도 보급률을 80%로 향상시킬 계획으로 하수종말처리시설 설치 및 증설사업을 계속 추진하고 있다(3). 경기도내에는 52개소에서 3,787 천 톤/일로 운영중이다(4).

경기도 포천군 내촌 면에서 발원하여 구리시와 남양주시를 거쳐 한강 본류로 유입되는 왕숙천은 총 연장길이가 37.0 Km이고, 유역 면적은 276.5 Km²이며, 10여개의 크고 작은 지천을 가지고 있는 도시형 평지하천이다. 하천 상류에는 자연생태계 보전지역인 광릉수목원이 위치하고 있어서 비교적 하천 유역이 잘 보전되어 있으나, 중·하류로 갈수록 도시화로 인하여 극심한 환경변화를 받고 있다. 왕숙천은 거의 모든 하천 유역이 남양주시에 포함되어 있으며, 중·상류 유역은 진접읍과 진건면 및 퇴계원면에 해당되고, 하류 유역은 구리와 남양주시 도농동을 접하고 있다(5). 왕숙천 유역에서는 1960년대 이래 도시화가 가속화되었고, 하류로 내려갈수록 인구집중은 더욱 심화되었다. 최근 수년간에는 상류지

역에서도 대규모 레저시설, 음식점, 숙박시설 등이 들어오고, 중·하류지역에는 아파트와 같은 대규모 주거단지가 조성되어왔다(6). 이로 인하여 잠실상수원 수질에 영향이 많은 왕숙천유역의 미처리하수를 처리하기위해 2004년 6월에 경기도 남양주시 진건읍 배양리에 일정수위형 연속회분식(CSBR) 공법으로 80,000 톤/일의 처리용량을 갖춘 진건 하수처리장을 설치하였다. 진건하수처리장 설치후의 왕숙천 수질을 조사하여 하수처리장 건설이 수질개선 효과에 미치는 영향을 평가하고 향후 지천의 장기적인 수질관리의 기초 자료를 제공하고자 본 조사를 실시하였다.

연구방법

1. 조사일정 및 조사지역

본 조사는 2004년 1월부터 12월까지 월 1~2회 실시하였다. 조사지점은 진건 하수처리장 상류인 왕숙천 I (남양주 진접 내각교), 왕숙천 II (남양주 진건 신월교), 진건 하수처리장 방류수, 진건 하수처리장 하류의 왕숙천 III (구리시 수택동 왕숙교), 왕숙천 IV (한강합류전)의 5개 지점을 선정하여 조사하였다(그림 1).

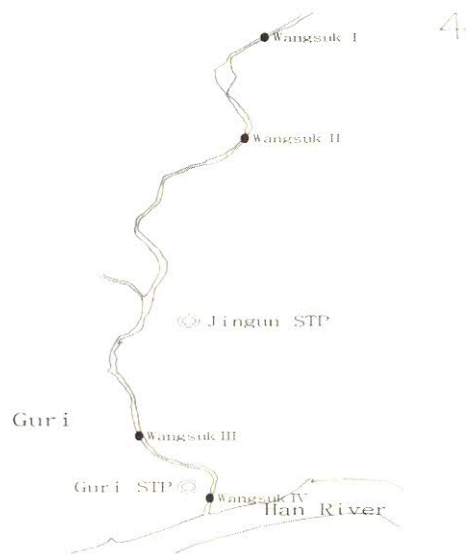


Fig. 1. A map showing the study area in the Wangsuk stream in Korea.

2. 조사항목 및 조사방법

조사 항목은 BOD, COD, SS, T-N, T-P 등 5개 항목이며 시료를 채수하여 Polyethylene 병에 담아 4°C 아이스박스에 보관하여 실험실로 운반해서 수질오염공정시험방법에 따라 분석하였고, 2003년 분석자료는 수질측정망자료(11)를 이용하였다.

결과 및 고찰

1. 진건 하수처리장 수질현황

하수처리장 방류수 수질기준은 1995년까지 BOD, COD, SS 등 3개 항목에 대한 기준을 규정하고 있었으나 1996년부터 T-N, T-P를 추가하였고 1999년 12월 6일부터는 기존의 항목들에 대해 특별대책지역 및 잠실수중보 권역에서는 BOD(10 mg/ℓ), SS(10 mg/ℓ), T-N(20 mg/ℓ), T-P(2 mg/ℓ)로 규제기준을 강화하게 되었다(7). 1999년 8월 이후 팔당댐 하류의 경기도 구간도 “한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원 등에 관한 법률”의 시행으로 상수원 보호구역에 준하여 관리되고 있다(8). 진건 하수처리장은 2004년 2월부터 시운전을 시작하여 6월부터는 정상가동하였으며 표 1에서와 같이 방류수는 각 항목별 법정방류수질기준에 적합하게 방류되고 있다.

2. 왕숙천 수질평가

1) 생물화학적산소요구량(BOD)

지점별 생물화학적산소요구량 변동특성은 진건 하수처리장 상류지점인 왕숙천 I, II의 평균치가

2.1 mg/ℓ를 나타냈으며 진건 하수처리장 하류지점인 왕숙천III은 3.3 mg/ℓ, 왕숙천IV는 8.9 mg/ℓ로 나타났다. 2003년의 지점별 평균치가 각각 2.5 mg/ℓ (I, II), 2.5 mg/ℓ (III), 24.2 mg/ℓ (IV)이었던 것과 비교하면 왕숙천 I, II와 왕숙천III은 큰 차이를 보이지 않았다(그림 2). 이는 지금까지 발생하는 모든 생활하수가 차집관거를 통해 구리 하수처리장으로 유입되었기 때문으로 판단된다.

그러나 구리하수처리장 방류수가 합류하는 왕숙천IV(한강합류전) 지점은 24.2 mg/ℓ에서 8.9 mg/ℓ로 약 63%가 저감되었다. 그동안 구리하수처리장의 처리용량 초과분을 진건하수처리장이 처리할 수 있게 되었고, 구리하수처리장에서는 1차처리후 방류하던 처리용량 초과분을 모든 공정을 거친 후 방류할 수 있게 되어 왕숙IV(한강합류전) 생물화학적산소요구량 오염도가 저감된 것으로 사료된다.

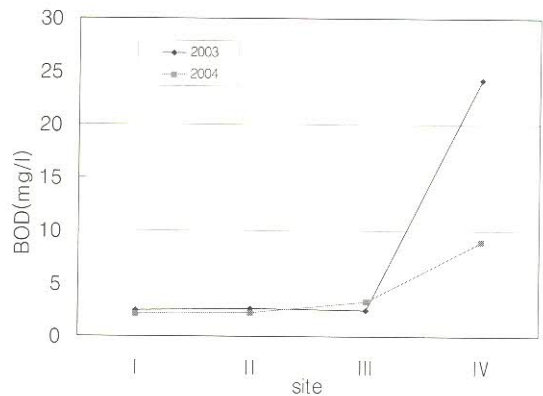


Fig. 2. Variations of average BOD concentration at sampling sites in the Wangsuk stream, Korea in 2003 to 2004.

Table 1. The contents concentration at inlet and outlet of Jingun sewage treatment plant

구분	BOD ₅ (mg/ℓ)	COD(mg/ℓ)	SS(mg/ℓ)	T-N(mg/ℓ)	T-P(mg/ℓ)
Inlet water quality	140	130	150	30.6	5.36
*Outlet water quality	8.6	12.2	7.5	9.9	0.67
Discharge water quality standard	10	40	10	20	2

*2004년 2월~12월 평균

특히 구리하수처리장 방류수가 합류하는 왕숙천 IV(한강합류전) 지점은 진건 하수처리장이 시운전을 시작한 2004년 2월부터 생물화학적산소요구량이 전년도에 비해 낮은 농도를 나타내고 있다(그림 3).

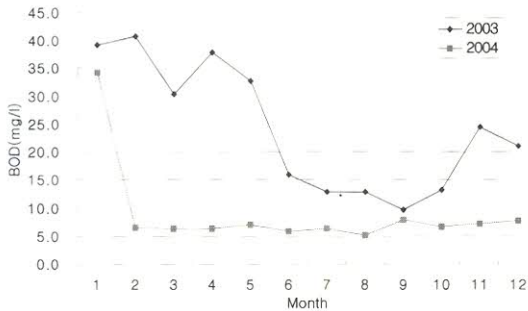


Fig. 3. Monthly variations of BOD concentration at sampling site IV in the Wangsuk stream, Korea in 2003 to 2004.

2) 부유물질(SS)

각 지점별 부유물질 평균치는 진건 하수처리장 상류지점인 왕숙천 I, II의 평균치가 3.7 mg/l를 나타냈으며 진건 하수처리장 하류지점인 왕숙천 III에서 5.9 mg/l, 왕숙천 IV에서 7.6 mg/l로 나타났다(그림 4). 전년도의 지점별 평균치가 각각 5.7 mg/l, 6.5 mg/l, 21.1 mg/l이었던 것과 비교하여 상류지점과 진건 하수처리장 하류지점에서는 큰 차이를 보이지는 않았다. 그러나 구리하수처리장 방류수가 합류하는 왕숙천 IV(한강합류전) 지점에서는 21.1 mg/l에서 7.6 mg/l로 약 64% 저감되었다.

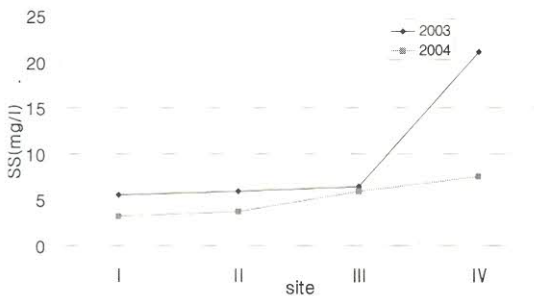


Fig. 4. Variations of average SS concentration at sampling sites in the Wangsuk stream, Korea in 2003 to 2004.

이는 앞서 언급한 생물화학적산소요구량과 같은 원인인 것으로 볼 수 있다.

3) 영양염류

부영양화의 주 원인물질은 질소, 인이며 수질관리를 위해 호소에는 수질기준에 T-N, T-P를 도입하고 있으나 하천에는 기준항목에 제외되어 있다. 우리나라의 하천들은 하구언이나 보를 설치하여 자연하천보다는 체류시간이 상당히 길어 하천형 호소의 성격을 띠고 있다. 이와 같이 체류시간이 길어지고 영양염류 부하량이 많으면 하천에서 조류증식이 일어나 유기물을 증가시킬 가능성이 높다고 할 수 있다. (9) 질소의 순환은 남조류와 광합성세균 그리고 각종 호기성 및 혐기성세균에 의한 공중질소의 고정과, 생물체에의 동화에 대해 각종 미생물에 의한 암모니아화와 질화작용 및 탈질작용을 통해 생태계에서 무기화와 침전 및 방출 등으로 균형을 이루고 있으나, 최근에는 인위적인 비료의 투입과 생활배출물에 의한 영향을 크게 받고 있다(10).

최근 인구증가로 인한 생활오염물과 각종 농약·비료사용량 증가에 의한 영향으로 조사 기간 중 지점별 평균 T-N, T-P 농도를 보면 왕숙천 I, II, III 지점이 증가추세를 보이고 있는 반면 왕숙천 IV 지점은 감소하였다. 이것은 구리하수처리장의 처리용량 초과분을 진건하수처리장이 처리할 수 있게 되었고, 구리하수처리장에서는 1차처리후 방류하던 처리용량 초과분을 모든 공정을 거친 후 방류할 수 있게 되어 저감된 것으로 사료된다(그림 5,6).

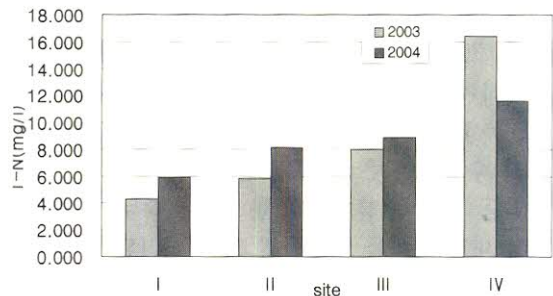


Fig. 5. Variations of average T-N concentration at sampling sites in the Wangsuk stream, Korea in 2003 to 2004.

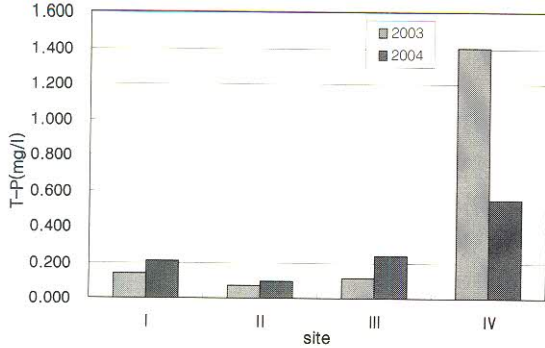


Fig. 6. Variations of average T-P concentration at sampling sites in the Wangsuk stream, Korea in 2003 to 2004.

각 지점별 T-N 평균치는 진건 하수처리장 상류 지점인 왕숙천 I 5.88 mg/l, II가 8.151 mg/l, 진건 하수처리장 하류인 왕숙천III이 8.908 mg/l 로, 구리하수처리장 방류수가 합류하는 왕숙천IV에서 11.597 mg/l로 나타났다.

T-P 평균치는 진건 하수처리장 상류지점인 왕숙천 I 0.211 mg/l, II가 0.096 mg/l, 진건 하수처리장 하류인 왕숙천III이 0.238 mg/l로, 구리하수처리장 방류수가 합류하는 왕숙천IV에서 0.550 mg/l로 나타났다.

그동안 하수처리장의 건설등 수질개선을 위한 투자와 노력으로 한강 및 한강의 주요 지천의 수질은 꾸준히 개선되어 왔으며 이번 조사에서도 진건 하수처리장 건설후 잠실상수원 수질에 영향을 미치는 왕숙천IV지점의 BOD, SS, T-P는 전년도 보다 약 60%, T-N은 약 29%의 감소를 보였다. 그러나 대규모 하수처리장의 건설은 발생하수량의 대부분을 하수처리장으로 차집하여 처리하게 됨으로써 소규모 하천에서는 하천유지용량의 부족을 초래하여 자연하천으로서의 기능을 상실하고 있으며, 특히 갈수기 하천의 수질은 하수처리장 방류수의 수질에 많은 영향을 받게 되어 수역의 부영양화등 하천 수질개선에 한계를 나타나게 되었다 (7). 따라서 이들 영양물질 및 미처리된 유기물질이 방류수역에 미치는 오염부하를 줄이고 향후 강화되는 방류수수질기준에 부합되기 위해서는 하수처리장의 운영능력 및 방류수의 수질을 향상시킬 필요성이 있을 것으로 생각된다.

결론

2004년 1월부터 12월까지 진건하수처리장건설에 따른 왕숙천 4개지점의 수질을 평가한 결과는 다음과 같다.

1. 진건하수처리장은 2004년 2월 시운전을 시작하였고 6월에 정상 가동하였으며 각 항목 방류수질 농도는 법정방류수질 기준에 적합하였다.
2. 각 지점별 BOD 평균치는 진건하수처리장 상류 지점인 왕숙천 I, II가 2.1 mg/l, 진건하수처리장 하류인 왕숙천III이 3.3 mg/l로, 구리하수처리장 방류수가 합류하는 왕숙천IV에서 8.9 mg/l로 나타났다. 왕숙천IV에서는 전년도 평균치에 비해 약 63%가 감소하였으며 SS도 64%가 감소하였다.
3. T-N, T-P는 왕숙천 I, II, III이 전년도 보다 증가를 나타냈고 왕숙천IV는 감소를 나타냈다.
4. 진건하수처리장건설후 왕숙천IV지점의 BOD, SS, T-P는 전년도 보다 약 60%, T-N은 약 29%의 감소를 보였다.

참고문헌

1. 환경백서 : 환경부, 233, 1998.
2. 김구환 등 : 도내 오·하수처리시설의 수질실태 조사연구, 경기도보건환경연구원보, 13:83~94, 2000.
3. 환경백서 : 환경부, 520, 2004.
4. 도정 주요통계 : 경기도, 2002.
5. 윤일병, 배연재, 이현철, 이상조 : 서울 근교 왕숙천의 유역 환경변화에 따른 수서곤충 군집의 장기변동, 한국환경생물학회지, 11:97~109, 1993.
6. 배연재, 박선영, 윤일병, 박재홍, 배경석 : 왕숙천 준설구간의 저서성 대형무척추동물 군집변동, 한국육수학회지, 29:251~261, 1996.
7. 정종흡, 이승주, 이상수, 한선규, 이용민, 신정식 : 하수처리장 방류수가 하천수질에 미치는 영향, 서울시보건환경연구원보, 36:312~316, 2000.

8. 박창민, 정종순, 이준호, 윤영조, 조덕현, 오세
 중: 2002년 팔당댐 하류 지류천 수질조사, 상
 수도연구원보, 4:30~37, 2003.
9. 한강수질 분석보고서 : 서울특별시, 17
10. Song SD and Han DH : Effects of environ-
 mental factors on the nitrogen fixation
 activity and growth of *Anabaena vatiabilis*
 ATCC 29413, Res. Rev. K.N.U., 52:49-64,
 1992.
11. 환경부 : <http://www.me.go.kr> 수질측정망
 자료