

경안천 수질에 대한 환경기초시설 방류부하량의 영향

김호섭[†] · 이수웅 · 류덕희 · 공동수

국립환경과학원

The Effect of Discharge Loading at Sewage Treatment Plants on Water Quality in Kyoungan Stream

Ho-Sub Kim[†] · Su-Woong Lee · Doug-Hee Rhew · Dong-Soo Kong

National Institute of Environmental Research

(Received 3 March 2009, Revised 6 April 2009, Accepted 24 April 2009)

Abstract

This study was carried out to assess the effect of discharge loading at sewage treatment plants (STP) on water quality in Kyoungan stream. The seasonal variations of water quality (BOD, COD, SS, TN, and chl.a) at site 1(Mesanribo) were similar with those at site 2(Sehabo). BOD, COD, SS, and chl.a concentration were also similar except for TN and TP concentration which were lower than those at site 1. The BOD, COD, TN, TP and chl.a concentration at site 2 in dry period were higher than that of wet period. The ratios of BOD, TP, COD, SS discharge loading at all STP in Kyoungan stream watershed to delivery loading at site 2 were 0.69, 0.54, 0.48, 0.31, and 0.26 on average, respectively. Both site 1 and site 2, the seasonal variations of discharge loading at STP did not showed any relationship with those of water quality. The mean ratios of inflow loading at site 1 to delivery loading at site 2 were relatively high that ranged from 0.43 to 0.61. In dry period, the ratios of discharge loading at STP in Sehabo watershed to delivery loading at site 2 were below 0.2 except for BOD (0.24), and decreased <0.1 in wet period. While, SS loading from watershed between site 1 and site 2 to delivery loading at site 2 ratios increased in wet period.

keywords : Delivery loading, Discharge loading, Kyoungan stream, Sewage treatment plant (STP), Water quality

1. 서론

하천 수질은 대부분 외부에서 유입된 오염물질의 양과 하천의 자정작용에 의해 결정되며, 하천의 유황이나 유역에 산재된 오염원은 수질을 결정하는 중요한 요인으로 작용하고 있다(임창수 등, 2000; 최경식 등, 2001). 강우의 계절적 편중에 따른 하천유량의 변동과 도시화에 따른 하수량 증가, 오염물질 발생량을 증가시키는 형태의 토지이용변경 등은 하천수질을 결정하는 중요한 요인으로 제시되고 있다. 하천유량 조건에 따라 수질에 영향을 야기하는 요인들의 상대적인 중요성은 다르게 나타나는데 환경기초시설 방류수는 유량이 적은 시기에 그 중요성이 강조 될 수 있으며 (Karydis et al., 1983), 하천유량이 증가하는 강우 시기에는 비점오염원의 영향이 증가될 수 있다.

하천수질에 대한 점오염원의 영향이 지배적인 하천에서 수질악화는 희석유량의 감소하는 갈수기에 나타나는 것으로 보고되고 있다(임창수 등, 2000). 강우시기에는 비점오염원으로부터 많은 오염물질이 유입됨과 동시에 하천유량이 증가하여 하천생태계의 물리적, 화학적 교란이 야기될 수 있다. 강우 시 하천수질 변화는 선행강우 유무, 강우사

상, 강우량 등과 같은 강우특성과 대상유역 내 산재된 오염원등이 복합적으로 작용하여 결정된다(박성배 등, 2002; An, 2000). 강우 시 유량변화에 따른 수질항목별 농도 변화는 유량에 비례하여 증가하는 유형과, 유량에 비례하여 증가 후 다시 원래 수준으로 감소하는 유형, 유량 증가 시 농도가 감소하는 유형 및 유량변화와 상관없이 일정농도를 유지하는 유형으로 구분이 가능한 것으로 보고된 바 있다 (Meybeck et al., 1992).

본 연구대상인 경안천에서 수질변화에 대한 많은 연구가 진행된바 있으나, 수질변화를 결정하는 요인에 대한 연구는 거의 시도된바 없다. 하천의 수질변화를 결정하는 요인을 규명하는 것은 수질개선을 위한 관리대상 및 원인을 제거하기 위한 공법을 선정하고 수질목표를 설정함에 있어 매우 중요한 과정이다. 수질문제와 관련된 원인 규명은 오염물질의 정량화, 수리·수문학적인 특성 및 하천 내에서의 물리, 화학, 생물학적 작용에 대한 이해 등을 통해 종합적으로 검토하는 것이 바람직하다. 수질과 관련된 문제들을 규명하고자 하는 대부분의 연구들은 수질과의 관계에서 제시되는 일반적인 현상들을 확인하는 과정에서 수질에 대한 영향을 평가하였으며(김호섭 등, 2007, 2008; 임창수 등, 2000; 신재기 등, 2000), 이는 활용 가능한 자료가 제한적인 경우 적용가능하다.

[†] To whom correspondence should be addressed.
skylike@korea.kr

본 연구에서는 도심하천수질과 개연성이 높을 것으로 예측되는 환경기초시설의 방류수 영향을 수질과의 상관성 분석을 통해 검토하였다.

2. 연구방법

본 연구는 경안천 수계 내 경기도 용인과 광주에서 수질오염총량관리계획 목표수질 관리지점을 대상으로 하였다 (광주시, 2007; 용인시, 2008) (Fig. 1). 수질오염총량관리계획상 용인시는 경안천 내 광주경계지점인 매산리보(st. 1)를, 광주시는 서하보(st. 2)를 수질오염총량관리계획 목표수질 관리지점으로 설정하고 있다. 두 지점에서 수질자료는 2006년 한강물환경연구소에서 8일 전후 간격으로 측정된 생물화학적 산소요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD), 부유물질(SS), 총질소(TN), 총인(TP) 및 엽록소 *a* 농도를 인용하였다

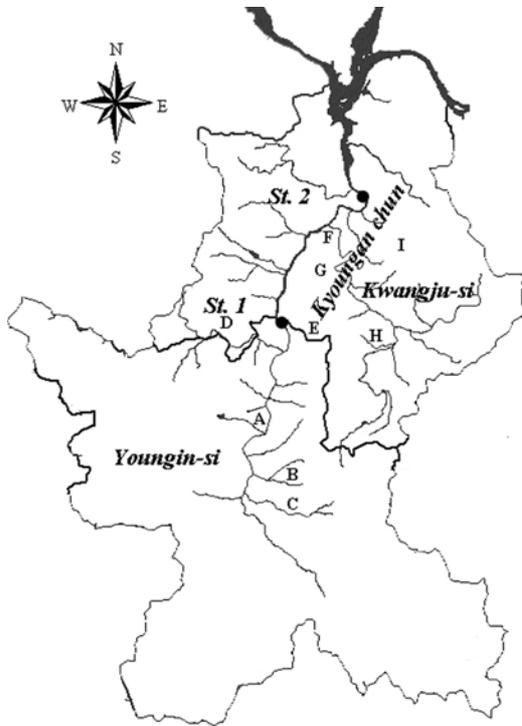


Fig. 1. The study area and the location of sewage treatment plants.

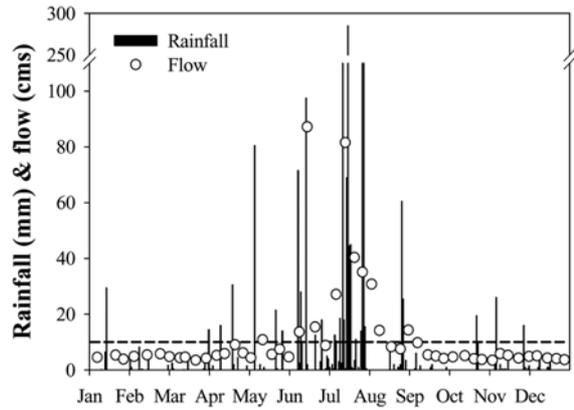


Fig. 2. Rainfall and flow at site 2 in 2006.

(한강수계관리위원회, 2006). 본 연구에서 양평관측소에서 측정된 강우량이 10 mm 이상인 시기와 선형강우에 의한 영향이 예측되는 시기 즉 지점 2에서의 유량이 10 cms 이상인 시기를 강우에 의해 하천유량이 증가한 것으로 판단하여 우기(Wet period)로, 그 외 시기는 건기(Dry period)로 구분하였다(Fig. 2). 총 50개의 수질유량 측정자료 중 39개의 자료는 건기, 11개 측정 자료는 측정시기가 우기에 해당하였다. 공공하수처리시설은 광주시와 용인시 총량계획에서 제시된 시설 중 방류선이 서하보 상류지역에 위치한 9개의 시설을 대상으로 하였으며, 5개소(E~I)는 지점1과 2 사이에 위치하고 있고 그 외 4개소(A~D)는 지점 1상류지역에 위치하고 있다 (Table 1). 실측방류유량 자료가 없는 환경기초시설(B, C, I)의 방류유량은 시설용량으로 가정하였다.

경안천 내 지점1과 2 사이의 유역(서하보 유역)에서 배출되는 오염물질의 특성을 파악하기 위해 서하보 유역에서 환경기초시설 외 오염원으로부터 배출되는 오염물질의 총량을 추정하였다. 서하보유역 내 오염물질의 유입경로는 서하보 유역 상류유입경계지점(st. 1)에서의 유입부하량, 서하보 유역 내 환경기초시설로부터의 방류부하량 그리고 서하보 유역에서 배출되는 부하량으로 구분하였다. 서하보 유역 상류유입경계지점에서의 부하량은 매산리보에서 측정된 수질과 유량을 토대로 산정하였으며, 환경기초시설 방류부하량은 방류선이 서하보유역에 위치한 시설에서의 운영 실적 자료를 토대로 산정하였다. 서하보 유역에서 배출되는 부하량은 서하보지점(st. 2) 유달부하량에서 환경기초시설 방류

Table 1. The operation state of sewage treatment plants (STP) in Kyoungan stream watershed

STP	Range (Mean)					
	Discharge (m ³ /day)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	T-N (mg/L)	T-P (mg/L)
A	26,826~81,139 (45,310)	2.3~43.7 (12.7)	2.6~29.4 (13.7)	2.2~50.6 (8.9)	2.3~44.1 (21.2)	0.3~7.0 (1.7)
B	150 (150)	3.2~8.0 (6)	3.7~15.3 (8.0)	2.9~8.5 (5.6)	4.3~11.3 (8.7)	0.9~2.1 (1.3)
C	100 (100)	3.0~8.6 (5.2)	5.1~11.4 (7.0)	2.9~7.9 (5)	6.9~11.7 (8.7)	0.8~2.3 (1.3)
D	5,682~9,913 (7,796)	1.8~7.4 (3.5)	3.2~10.7 (7.3)	1.2~8.1 (4.4)	4.3~23.5 (12.6)	0.7~2.4 (1.7)
E	401~654 (506.2)	1.7~3.8 (2.2)	8.8~12.2 (10.5)	1.4~3.5 (1.9)	8.1~13.5 (11.8)	0.1~0.5 (0.2)
F	15,735~35,580 (23,097)	4.7~100.0 (16.6)	6.0~40.4 (11.3)	3.2~80.0 (10.1)	4.0~21.7 (11.5)	0.1~2.5 (0.8)
G	11,293~32,231 (15,193)	0.1~7.0 (2.1)	3.2~12.7 (6.9)	0.1~6.6 (2.3)	0.9~11.8 (6.3)	0.02~1.4 (0.5)
H	1,022~3,439 (2,052)	0.3~8.8 (3.5)	1.5~12.9 (6.6)	0.4~9.8 (3.2)	3.9~16.4 (7.9)	0.1~1.9 (0.6)
I	24 (24)	3.4~9.6 (7.2)	7.5~14.3 (10.0)	3.0~6.8 (5.1)	7.7~18.2 (13.8)	0.7~2.0 (1.4)

부하량과 매산리보 지점(st. 1)의 유입부하량을 감하여 산정하였다.

조사지점간의 수질 그리고 수질과 부하량과의 상관성 분석은 Person's correlation analysis를 통해 분석하였다(SPSS 10.0). 조사지점간 그리고 건/우기시의 수질차이는 *t*-test(Sigma plot 8.0)를 통해 수행하였으며, 통계적 유의수준(*p*)은 0.05 이내에서 유의한 것으로 판단하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 수질현황

조사기간 동안 두 지점에서의 BOD농도와 COD농도의 계절적인 변화는 유사하였으며($r^2=0.83, p<0.001$), 지점간의 농도도 유사하였다($p>0.17, t$ -test) (Fig. 3). 지점 1에서의 BOD 농도는 1.2~12.4 mg/L(평균 5.1 mg/L)범위였고 지점 2에서는 0.9~11.5 mg/L(평균 4.3 mg/L)로 지점 간 유사한 수준이었으며($p=0.17, t$ -test), 4월~10월 중에 높은 농도 분포를 나타냈다. 평균 COD 농도는 지점 1과 2에서 각각 8.0 mg/L, 7.2 mg/L로 유사하였고($p=0.18, t$ -test), BOD와 유사한 시기에 높은 농도를 나타냈다. 계절에 따른 SS 농도의 변화는 COD 농도와 유사하였고($r^2=0.58, p<0.001$), 지점 1과 2에서 평균농도는 각각 13.0 mg/L과 13.8 mg/L로 거의 유사한 수준이었으며($p=0.82, t$ -test) 계절적인 변화도 유사하였다($r^2=0.57, p<0.001$).

TN농도의 계절적인 변화는 두 지점에서 유사한 경향을 보였으나($r^2>0.76, p<0.001$), 지점 1에서의 평균 TN 농도는

8.4 mg/L로 지점 2의 평균 5.8 mg/L보다 높았다($p<0.001, t$ -test). 반면, 두 지점에서 TP 농도의 계절적인 경향은 달랐고($r^2<0.19, p<0.001$), 지점 1에서 TP 평균농도가 0.34 mg/L로 지점 2에서의 0.20 mg/L와 비교해 높은 농도를 나타냈다($p<0.001, t$ -test). 지점 1과 2에서 계절에 따른 엽록소 *a* 농도($p=0.62, t$ -test)와 그 변화경향($r^2=0.74, p<0.001$)은 유사하였고, 8월부터 9월 사이에 높은 농도를 보였다. 지점 1에서 엽록소 *a* 농도는 0.9~346.8 mg/L 범위였고 지점 2에서는 1.6~362.0 mg/L(평균 75.0 mg/L) 범위였으며 지점 2에서의 평균농도는 지점 1 (64.6 mg/L)에 비해 다소 높았으나 큰 차이는 없었다($p=0.62, t$ -test).

건기 시 지점 2에서의 수질은 SS농도를 제외하고는 ($p>0.07, t$ -test) 높은 경향을 나타냈다($p<0.05, t$ -test) (Fig. 4). 지점 1에서 BOD와 엽록소 *a* 농도는 하천유량에 따른 수질차이가 크지 않았으나($p=0.17, t$ -test) COD, TN 및 TP농도는 건기와 우기 시 뚜렷한 차이를 보였다($p<0.05, t$ -test). 지점 2에서는 엽록소 *a* 농도를 제외하고는 건기시의 BOD, TN, TP, 및 COD 농도가 우기 시와 비교해 높았다($p<0.05, t$ -test). 하천에서 강우에 따른 수질변화와 관련된 대부분의 선행연구에서, SS 농도를 제외하고는 초기 강우 이후 수질은 개선되거나 강우 영향 이전의 수준으로 회복되는 것으로 보고되고 있다(박성배 등, 2002; 박재영 등, 2001; Meybeck et. al., 1992; Walling and Webb, 1992). 본 연구에서도 지점 2에서의 유량과 부하량과의 관계에서는 SS 농도는 우기 시 농도가 증가하는 것으로 나타났다(Fig. 4, 5). 반면 COD 농도는 우기에 비해 건기 시 농도가 높았으나

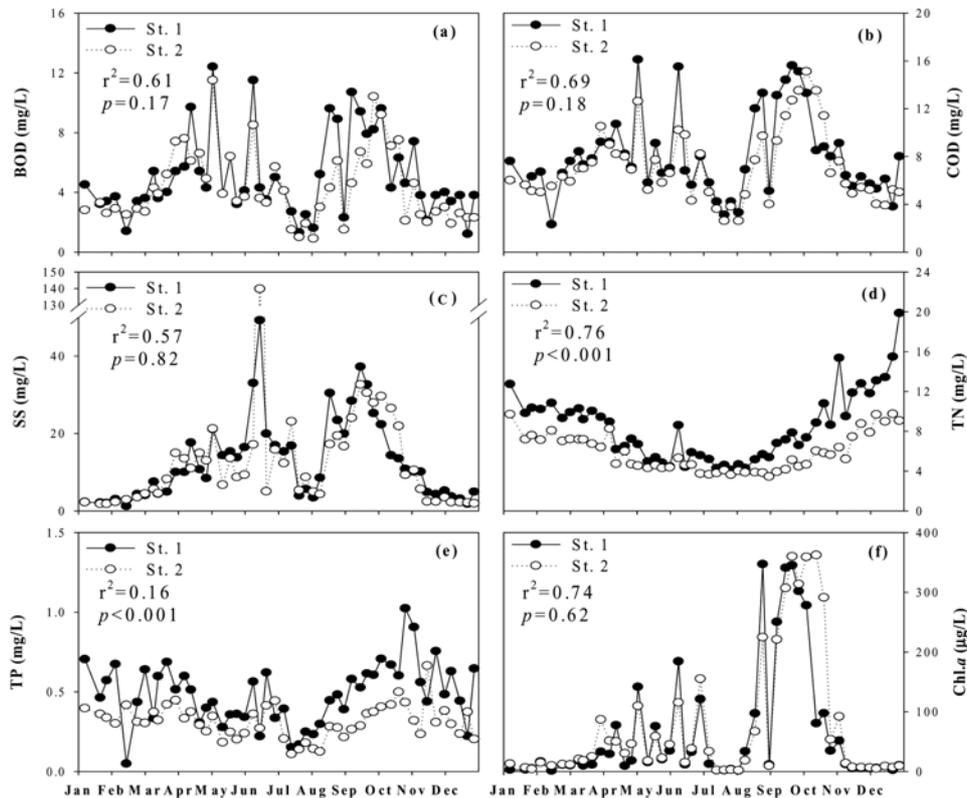


Fig. 3. Seasonal variations of (a) BOD, (b) COD, (c) SS, (d) TN, (e) TP and (f) chl.a concentration at site 1 and site 2 in 2006.

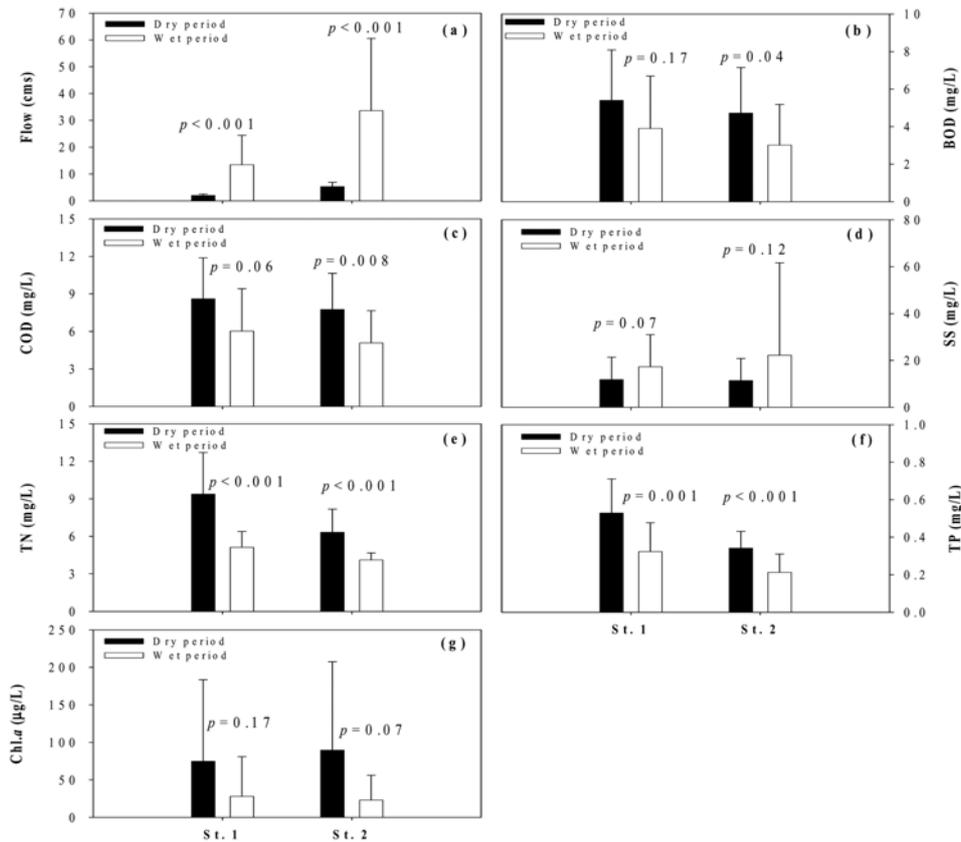


Fig. 4. Comparison of (a) flow, (b) BOD, (c) COD, (d) SS, (e) TN, (f) TP and (g) chl.a concentration during classified dry and wet period by flow of 10 cms at sites 1 and 2.

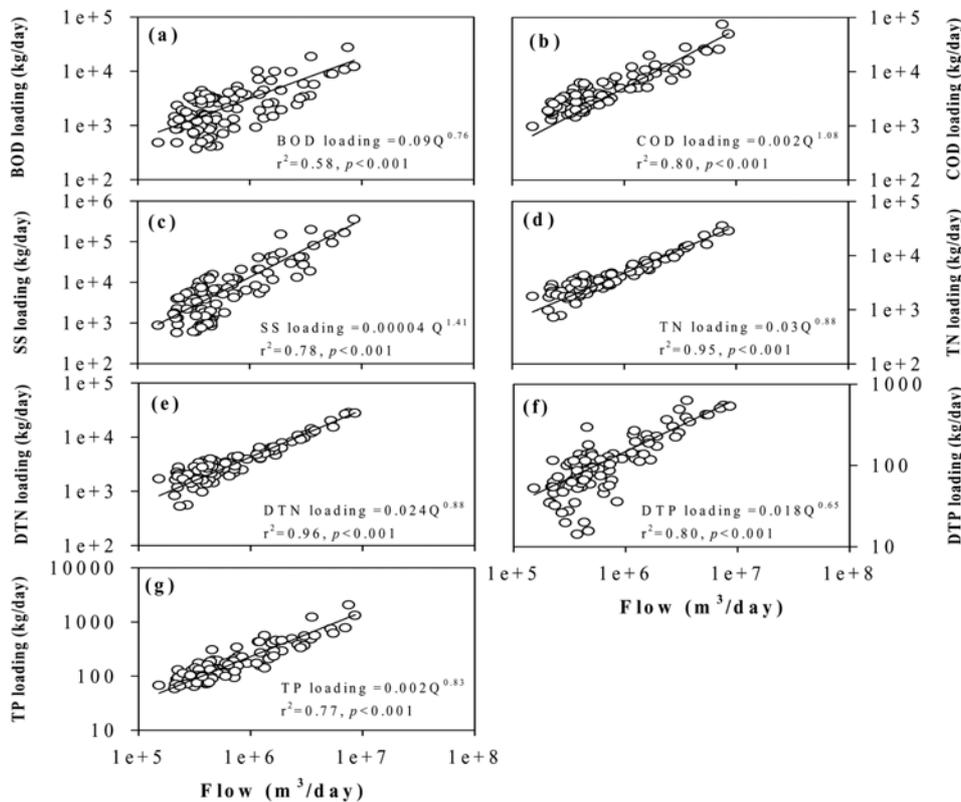


Fig. 5. The relationships between flow and (a) BOD, (b) COD, (c) SS, (d) TN, (e) DTN, (f) DTP and (g) TP delivery loading at site 2.

($p=0.008$, t -test) (Fig. 4), 유량과 농도와의 관계에서는 SS 농도와 유사하게 유량에 비례하여 증가될 수 있음이 제시되었다(Fig. 5). 경안천에서 COD는 BOD농도와 유의적인 상관성을($r^2=0.83$, $p<0.001$) 나타냄에도 불구하고, 유량과 농도와의 관계에서 BOD와 달리 유량증가에 따라 농도가 증가하였고 이는 상대적으로 우기 시에 유역으로부터 난분해성 물질의 유입에 따른 결과로 사료된다. 팔당호와 소양호에서 BOD와 COD농도에 대한 장기적인 경향분석에서도 BOD농도의 감소경향과 달리 COD농도는 지속적으로 증가하는 것으로 나타나고 있으며, 이는 유역 내 환경기초시설 증설로 생물해성 유기물인 BOD는 감소하는 반면 유역 내 인위적인 활동에 따른 난분해성 물질의 증가로 유추되고 있다(김재구 등, 2007).

3.2. 환경기초시설의 기여도 평가

환경기초시설 방류부하량의 계절에 따른 변화와 지점 2에서의 수질과의 상관성은 적었다($r^2 \leq 0.28$) (Fig. 6). 환경기초시설로부터의 BOD 방류부하량은 300.7~3,304.7 kg/일로 5월에 가장 높았다. COD 및 SS 일평균 방류부하량은 각각 1,049.9 kg/일과 721.9 kg/일이었다고 계절에 따른 변화는 BOD와 유사하였다($r^2 \geq 0.57$). 반면 지점 2에서 여름철

TN 농도가 감소하는 경향을 보인 것과 달리 TN 방류부하량은 거의 일정하였고 겨울철에는 방류수질 증가로 하천수질과 유사하게 다소 증가하는 경향을 보였다. TP 방류부하량은 지점 2에서의 TP 농도의 불규칙한 변화와 달리 뚜렷한 계절적인 변화는 없었다.

경안천 유역에 위치하고 있는 환경기초시설로부터의 총 방류유량은 평균 1.09 cms로 지점 2의 평균유량 11.52 cms에 대한 유량비는 약 10%였다. 서하보 지점 유달부하량에 대한 환경기초시설 총 방류부하량의 비는 TP가 평균 69.4%로 가장 높았고 BOD 53.6%, TN 47.9%, COD 31.2%, SS 25.6% 순이었다(Fig. 7). 건기 시 지점 2 유달부하량에 대한 환경기초시설 방류부하량 비는 TP의 경우 78.8%, BOD는 62.3% 그리고 TN은 56.5%로 증가한 반면 우기 시에는 TP가 35.8%, COD, SS, TN은 20% 미만으로 감소하였다($p<0.01$, t -test) (Fig. 8). 두 수질측정지점에서 유달부하량에 대한 해당유역 내 환경기초시설로부터 배출되는 방류부하량 비가 TP와 BOD의 경우 상당히 큼에도 불구하고 건기와 우기 시 모두 해당지점의 하천수질과의 상관관계는 적었다($r^2 < 0.28$). 단지 조사항목 중 지점 1에서의 TN농도의 계절적인 변화만이 환경기초시설 방류수질과 유의적인 상관성이 있었다($r^2=0.44$, $p<0.001$). 하천으로 직·방류되는 환

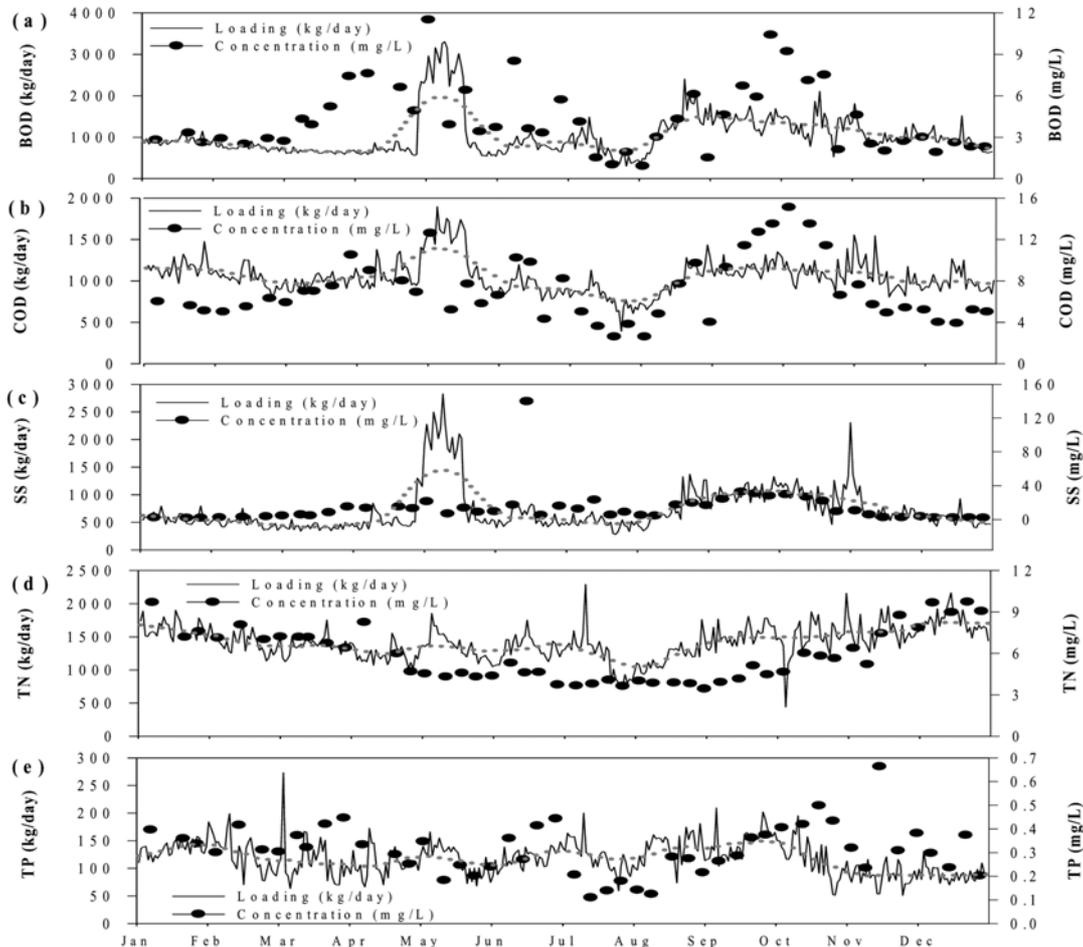


Fig. 6. Seasonal variations of (a) BOD, (b) COD, (c) SS, (d) TN and (e) TP concentration at site 2 and total discharge loading at all sewage treatment plant in Kyoungan stream watershed.

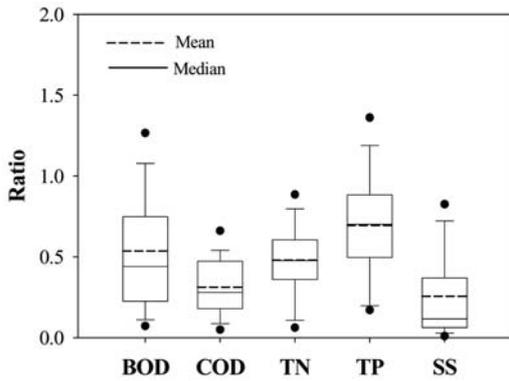


Fig. 7. The ratios of total discharge loading at all sewage treatment plant in Kyoungan stream watershed to delivery loading at site 2.

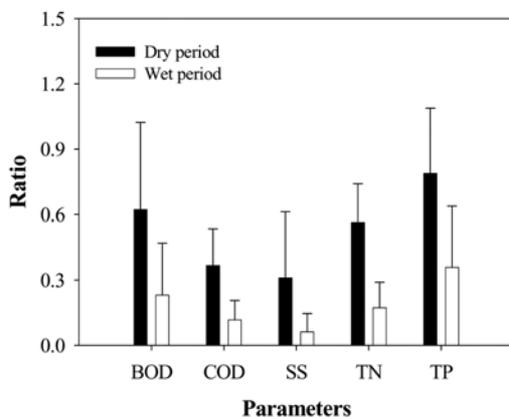


Fig. 8. The ratios of total discharge loading at all sewage treatment plant in Kyoungan stream watershed to delivery loading at site 2 during dry and wet period.

경기초시설 방류수는 수체 중의 유기 및 무기 성분의 증가를 야기할 뿐만 아니라 하류에서 내부생성유기물을 증가시키는 등 직·간접적인 하천수질 악화의 요인으로 알려져 있으며(신재기 등, 2000), 수질에 대한 영향정도는 하천 내에서의 오염물질에 대한 분해능, 수질이 양호한 희석수량, 환경기초시설 방류수질 및 방류구에서 수질측정지점까지의 유하거리 등에 따라 결정되는 것으로 알려져 있다(신재기 등, 2000; 최경식 등, 2001). 신재기 등(2000)은 경안천 상류 환경기초시설 방류수 합류 직후 지점에서 수질이 급격

히 악화되고 하류로 내려갈수록 수질농도가 지수적으로 감소됨을 보고한 바 있다.

이러한 연구결과를 토대로 할 때 본 연구에서 경안천내 수질측정지점에서의 수질과 환경기초시설 방류부하량의 서로 다른 계절적인 변화양상은 비록 경안천 유역 내 분포하고 있는 환경기초시설이 측정지점 수질의 절대농도를 증가시키는 요인이지만, 측정지점에서의 수질변동은 하천의 정화능, 유역 내 개별처리시설이나 비점오염원과 같은 다른 배출형태의 오염원 등 수질과 관련된 인자들의 복합적인 작용의 결과로 이해되어야 함을 시사한다.

서하보 지점 유달부하량에 대한 각 유입경로별 부하량비는 매산리보 지점의 유입부하량, 서하보 유역에서 배출되는 부하량(환경기초시설 방류부하량 제외) 및 서하보 유역 내 환경기초시설 방류부하량 순으로 높았다(Table 2). 서하보 지점 유달부하량에 대한 서하보유역에서 배출되는 부하량의 비는 평균 0.55로 컸으나 COD를 제외하고는 매산리보 지점의 유입부하량 비율과 비교해 낮았다. 서하보 지점 유달부하량에 대한 유입부하량 비는 0.4 이상이었으며, TN과 TP는 0.5이상이었다. 우기 시에는 서하보 지점 유달부하량에 대한 매산리보 지점의 BOD, COD 및 SS 유입부하량비가 증가한 반면 TN과 TP부하량비는 다소 감소하였다. 서하보 지점 유달부하량에 대한 서하보 유역에서 배출되는 부하량 비는 건기에 비해 우기에 증가하였고, TN과 TP 부하량비는 건기에 각각 0.29와 0.19에서 우기에는 0.49와 0.35로 증가하였다. 반면 유달부하량에 대한 환경기초시설 방류부하량비는 BOD를 제외하고는 건/우기 모두 지점 2에서 0.2 이하였으며, 우기 시에는 0.1 이하로 감소하였다. 특히 COD의 경우 수체 내 포함된 유기물 성상에 따라 산화율이 차이가 있는 것으로 알려져 있으며(김재구 등, 2007), 방류수내 산화율이 하천수에 비해 적은 경우 경안천 수질에 대한 환경기초시설의 영향은 더 적을 것으로 판단된다.

본 연구에서 환경기초시설 방류부하량이 경안천 수질의 계절적인 변동에 미치는 영향은 적었고, 특히 경기도 광주시 수질오염총량관리계획 목표수질 관리지점의 수질은 서하보 유역 내 환경기초시설보다는 용인-광주 경제지점에서의 유입조건에 의해 수질이 결정되는 것으로 나타났다. 경안천에 대한 수질관리를 위한 유역관리정책의 일환으로 수질오염총량관리계획이 2004년부터 2007년까지 경기도 광주

Table 2. The ratios of discharge loading from sewage treatment plants (STP) and loading from other pollution sources in watershed(OPSW) between site 1 and site 2 to delivery loading at site 2 during dry and wet period

Grouping		Flow	BOD	COD	SS	TN	TP
Inflow (st.1)	Dry	0.38±0.07	0.46±0.20	0.43±0.12	0.45±0.20	0.56±0.16	0.62±0.27
	Wet	0.38±0.09	0.52±0.16	0.45±0.11	0.50±0.35	0.47±0.11	0.58±0.14
	Mean	0.38±0.07	0.48±0.20	0.43±0.12	0.46±0.24	0.54±0.15	0.61±0.25
STP	Dry	0.09±0.02	0.24±0.18	0.12±0.06	0.10±0.10	0.14±0.05	0.19±0.11
	Wet	0.03±0.01	0.09±0.14	0.05±0.05	0.03±0.07	0.05±0.04	0.07±0.09
	Mean	0.08±0.03	0.21±0.18	0.11±0.06	0.09±0.10	0.12±0.06	0.17±0.11
OPSW	Dry	0.53±0.07	0.30±0.32	0.45±0.15	0.45±0.27	0.29±0.17	0.19±0.29
	Wet	0.59±0.08	0.39±0.17	0.50±0.11	0.46±0.38	0.49±0.10	0.35±0.16
	Mean	0.55±0.08	0.32±0.29	0.46±0.14	0.45±0.29	0.34±0.17	0.22±0.27

시 관할유역에 제한적으로 시행된 바 있으나, 본 연구에서 제시된 바와 같이 서하보 지점에서의 수질이 상류유입경계 조건의 영향을 크게 받기 때문에 수질개선에 대한 불확실성 즉 부하량과 수질의 불일치로 정책 이행 결과에 대한 해석상의 많은 논란이 야기될 수 있다. 이러한 문제들은 경안천 수질개선을 위한 통합적 유역관리를 통해 해소될 수 있을 것이며, 최근 용인시와 광주시의 수질오염총량관리계획을 통한 경안천 유역 전체에 대한 부하량 관리는 경안천 수질개선을 위한 바람직한 관리방향으로 사료된다. 더불어 경안천 수질개선을 위한 관리대책 수립 시는 본 연구에서 언급되지 않았지만 환경기초시설 외 유역에서 배출되는 인위적인 오염물질의 양을 평가함에 있어 경안천 배경농도에 대한 연구가 선행될 필요가 있을 것으로 생각된다. 수질관리의 대상은 인위적으로 발생된 오염물질에 국한되기 때문에 비록 본 연구에서 서하보유역내 환경기초시설 외 유역에서 배출되는 오염물질의 양이 상대적으로 많은 것으로 평가되었다 하더라도, 경안천으로 유입되는 소하천별 수질현황과 유역 내 인위적 오염원에 대한 정량화등을 통해 실제 관리 가능한 오염물질 양을 규명하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

4. 결론

본 연구에서는 경안천 수질에 대한 환경기초시설 방류수의 영향을 평가하기 위해 수행하였다. 지점 1과 2에서의 수질은 TN, TP 농도를 제외한 다른 수질항목의 계절적인 변동과 수질은 유사하였다. 건기에 비해 우기의 수질은 SS 농도를 제외하고는 감소하는 경향을 나타냈다. 서하보 지점 유달부하량에 대한 경안천 유역 내 분포하고 있는 모든 환경기초시설로부터의 총 방류부하량 비는 TP가 평균 69.4%로 가장 높았고 BOD 53.6%, TN 47.9%, COD 31.2%, SS 25.6% 순이었다. 유달부하량에 대한 환경기초시설 BOD, TP 방류부하량의 비가 상대적으로 0.5이상임에도 불구하고 경안천 수질의 계절적 변동과는 관련이 없었다. 지점 2에서의 유달부하량에 대한 서하보 유역 내 환경기초시설의 방류부하량의 비는 건/우기 모두 BOD(0.24)를 제외하고는 0.2 이하였으며 우기 시에는 0.1이하였다. 반면, 우기시 서하보유역에서 배출되는 SS 오염부하량은 상대적으로 증가하였다.

참고문헌

- 광주시(2007). 경기도 광주시 2006년 이행평가 보고서.
- 김재구, 신명선, 장창원, 정성민, 김범철(2007). 한강수계 주요하천과 호수 내 TOC와 DOC분포 및 BOD와 COD의 산화를 비교. *한국물환경학회지*, **23**(1), pp. 72-80.
- 김호섭, 최은미, 김동우, 공동수, 김경만, 김범철(2007). 농업용저수지 유역환경특성에 따른 수질경향 분석. *한국육수학회지*, **40**(2), pp. 214-222.
- 김호섭, 최은미, 박주현, 황하선, 김범철, 공동수, 황순진(2008). 농업용 저수지 수질과 경험적 인자들과의 관계. *한국물환경학회지*, **24**(3), pp. 333-339.
- 박성배, 이상균, 장광현, 정광석, 주기재(2002). 장마기의 강우가 낙동강 하류(물금)수질에 미치는 영향. *한국육수학회지*, **35**(3), pp. 160-171.
- 박재영, 오종민, 김영철(2001). 삼교호 유입하천에서 강우시 주요 오염물질의 유출특성. *한국육수학회지*, **34**(1), pp. 62-69.
- 신재기, 조주래, 황순진, 조경제(2000). 경안천~팔당호의 부영양화와 수질오염 특성. *한국육수학회지*, **33**(4), pp. 387-394.
- 용인시(2008). 용인시 수질오염총량관리계획.
- 임창수, 신재기, 조경제(2000). 금강중·하류의 오염양상과 수질평가. *한국육수학회지*, **33**(1), pp. 51-61.
- 최경식, 성동권, 김태근(2001). 하수방류에 따른 하천의 용존산소 변화예측. *한국육수학회지*, **34**(2), 126-132.
- 한강수계관리위원회(2006). 수역별 수질/수량 관측망 설치 및 운영.
- An, K. K. (2000). The impact of moonsoon on seasonal variability of basin morphology and hydrology. *Kor. J. Limnology*, **33**(4), 342-349.
- Kardis, M., Ignatiades L. and Moschopoulou, N. (1983). An index associated with nutrient eutrophication in the marine environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **16**, 339-344.
- Meybeck, M., Friedrich, G., Thomas, R. and Chapman, D. (1992). Rivers. *Water Quality Assessments*, Chapman, D. (ed.), Chapman and Hall, London.
- Walling, D. E. and Webb, B. W. (1992). Water quality : I. physical characteristics. *The River Handbook: Hydrological and ecological principles*, Calow, P. and G. E. Petts (eds), Blackwell scientific publication, Oxford.