

전주시 하천의 BOD, COD, 총질소, 총인에 대한 수질현황 및 오염원

오창환^{1*} · 이지선¹ · 김강주² · 황갑수²

¹전북대학교 자연과학대학 지구환경과학과, ²군산대학교 공과대학 환경공학과

The State and Sources of Contamination with BOD, COD, T-N and T-P in Stream Within Chonju City

Chang Whan Oh^{1*}, Ji Sun Lee¹, Kangjoo Kim² and Gab Su Hwang²

¹Dept. of Earth and Environmental Sciences, College of Natural Sciences, Chonbuk National University, Chonju, 561-756, Korea

²Dept. of Environmental Engineering, College of Engineering, Kunsan National University, Kunsan 573-701, Korea

The Chonju and Samchun streams are passing through Chonju City and several contamination sources are located along these streams. The Samchun stream joins the Chonju stream in the Gosapyeong waste disposal site and the Chonju stream finally joins to the Mankyong River. The Chonju and Samchun streams are now contaminated with BOD, COD, T-N and T-P and the amounts of each contamination are increasing from upper stream to downstream. At the downstream the amounts of COD, T-N, T-P are several times higher than fifth grade of water quality for lacustrine. Sewage from Chonju provides BOD, COD, T-N and T-P into the Chonju and Samchun streams and Chonju Waste Water Treatment Plant is a main source of COD, T-N and T-P contamination. Gosapyeong waste disposal site may be the source of BOD and COD contamination. T-N is higher than fifth grade of water quality for lacustrine at the upper stream indicating that the rivers are contaminated with T-N before inflowing into Chonju by agricultural activity. The Chonju stream affects the contamination of the Mankyong river with BOD, COD, T-N, T-P. Other branch streams of the Mankyong river also affects the contamination of the Mankyong river by BOD, COD, T-N and T-P. Among the branch streams, the Iksan stream is a main contamination source. Amounts of contaminants inflowing from the Chonju and Samchun Streams on Aug. 1999 are calculated by using measured flow rate and concentrations of contaminants. The result are as follows; 1) the amounts of influent from the Gosan Stream are 0.49, 0.86, 1.61 and 0.01 ton/day for BOD, COD, T-N and T-P, respectively, 2) compared to the amounts of influent from the Gosan Stream, BOD, COD, T-N, T-P supplied from the Chonju river are higher by about 5, 7, 7, 36 times, respectively, and those supplied from the Iksan stream are higher by about 13, 10, 10, 147 times, respectively.

Key words : BOD, COD, T-N, T-P, the Chonju Stream

전주시내에는 전주천과 삼천천이 흐르고 있으며 그 주변에는 여러 오염원이 분포하고 있다. 삼천천은 고사평 쓰레기 매립장에서 전주천과 합류하고 전주천은 최종적으로 만경강에 합류된다. 전주천과 삼천천은 BOD, COD, 총질소, 총인에 대해서 오염되어 있으며 전반적으로 상류에서 하류로 가면서 오염정도가 증가하는 경향을 보여준다. 전주천 하류에서 COD, 총질소, 총인 양은 호소기준 5급수 상한값의 수배에 해당된다. 이는 전주시 하수가 BOD, COD, 총질소, 총인을 하천으로 공급하며 특히 전주하수처리장은 COD, 총질소, 총인의 주 오염원임을 지시한다. 고사평쓰레기 매립장은 BOD와 COD의 오염원일 가능성이 높다. 총질소는 상류부터 상당히 오염되어 있기 때문에 농업활동에 의한 오염 영향도 큰 것으로 생각된다. 전주천은 만경강의 BOD, COD, 총질소, 총인 오염에 중요한 영향을 미치고 있다. 전주천 외에도 전주 하류의 만경강 지류들은 BOD, COD, 총질소, 총인에 의해 만경강을 오염시키고 있으며 특히 익산천은 주 오염원이다. 1999년 8월의 오염부하량을 실제 유량과 수질 분석치를 이용해 계산해 본 결과 전주천 유입 이전의 만경강인 고산천으로부터 유입되는 BOD(0.49 ton/day), COD(0.86 ton/day), 총질소(1.61 ton/day), 총인(0.01

*Corresponding author: ocwhan@moak.chonbuk.ac.kr

ton/day)에 비해 전주천을 통하여 유입되는 BOD, COD, 총질소, 총인인 각각 약 5배, 7배, 7배, 36배 가량 높았으며 익산천을 통하여 유입되는 BOD, COD, 총질소, 총인은 각각 약 13배, 10배, 10배, 147배 가량 높았다.

주요어 : 생물학적 산소요구량, 화학적 산소요구량, 총질소, 총인, 전주천

1. 서 론

경제와 산업의 발전과 더불어 도시가 발달하고 인구가 집중되어 물의 사용량이 급증하면서 도시의 다양한 오염원으로부터 발생하는 오폐수의 양이 증가하게 되었다. 국내 대부분 도시의 경우 하수 관거 체계의 구조적 문제와 기존의 하·폐수처리시설 부족으로 인하여 많은 양의 오폐수가 제대로 처리되지 못한 채 하천으로 유입되고 있다(신재기, 1998). 이로 인해 도시하천의 BOD, COD, 총질소, 총인에 대한 오염이 급격히 증가하고 있다. 그에 따라 도시하천 하류에 위치하는 호소수의 경우 과잉 질소와 인의 공급에 의해 부영양화가 일어나 심각한 환경 피해가 발생하고 있다(조기안, 1994, 허우명, 1994, 광노태와 안태영, 1997, 김재운 1998).

현재 국내에서는 도시하천을 포함한 상류 하천의 오염에 의한 호소의 부영양화 발생 및 그에 따른 환경피해가 증가 추세에 있다. 영산호에서는 상류하천 주변의 인구나 산업활동으로 인한 생활하수의 증가와 과도한 화학비료를 사용하는 농업활동으로 인하여 부영양화가 일어났다(조기안, 1994). 동북호의 경우 상류의 처리되지 못한 생활하수와 가축분뇨의 유입, 토양에서 용탈된 화학비료의 유입으로 부영양화가 급격히 진행된 것으로 나타났다(조기안, 1994). 또다른 예로는 소양호의 경우 가두리 양식장으로부터의 배출량 증가, 축산폐수량의 증가, 비료사용량 증가 및 세제사용 증가 등으로 인해 부영양화를 일으켰다(허우명, 1994).

이렇듯 하천의 총질소와 총인이 오염에 의해 호수에서 심각한 부영양화 현상이 발생하고 COD에 의한 오염이 가중되고 있음에도 불구하고 현재 환경부에서는 하천의 수질기준에 BOD만을 포함시킬 뿐 총질소와 총인, COD는 하천 수질 기준치에서 제외되어 있다. 현재 국내 하수처리장에서는 유입되는 BOD의 80~90% 정도가 처리되는 반면 총질소와 총인 COD등은 제대로 처리되고 있지 않으며 특히 총질소, 총인 제거를 위한 고도처리 장치가 거의 구비되어 있지 않다(신항식, 1985). 그 결과 총질소, 총인, COD가 하천 및 호수 오염에 미치는 영향은 날로 증가하고 있다(어수미

와 이흥근, 1991, 김형진 등, 1995).

현재 전북에서는 새만금 간척사업이 진행되고 있으며 시화호 수질 오염 사건 이후 새만금호의 수질오염 가능성에 대한 우려의 목소리가 커지고 있다. 새만금호로 흘러드는 만경강과 전주천의 경우 비료 및 농약이 포함된 농업활동에 의한 하수, 공장 폐수와 생활하수 및 쓰레기 매립장과 폐기물 처분장의 침출수를 통하여 질소와 인이 유입되고 있다. 특히 전주천 하류에 위치한 전주하수처리장과 익산천에 위치한 축산폐수처리장은 총질소와 총인의 중요한 점오염원으로 작용하고 있다. 따라서 만경강과 만경강으로 흘러드는 전주천은 앞으로 형성될 새만금 호수를 BOD, COD, 총질소, 총인에 대해 오염시킬 가능성이 크다. 그러나 만경강과 전주천에 대한 기존 연구들은 대부분 BOD와 COD의 오염에 국한된 것이었다(정우철 등, 1987, 최문술, 1989, 최문술, 1991, 이복렬, 1977, 이용원, 1988, 박내만, 1993, 김동일, 1994). 따라서 총질소와 총인에 대한 연구는 매우 부족하며 전주천을 포함한 만경강 수계의 총질소, 총인의 오염 현황에 대한 연구가 필요한 실정이다.

새만금과 관련된 각종 보고서에서는 원단위를 이용하여 새만금으로 유입되는 오염부하량을 산정하고 있다(농어촌진흥공사, 1997a, 농어촌진흥공사, 1997b, 농어촌진흥공사, 1998). 현재 오염부하량 산정에 가장 많이 사용되고 있는 원단위를 이용한 계산 방법은 다음과 같은 문제점이 있다. 첫째, 원단위 자료가 충분히 정확치 않으며 둘째, 발생한 오염량 중 하천에 유입되기 이전에 자연적 정화되는 양에 대한 자료가 매우 부족하다. 때문에 하천의 실제 오염부하량을 나타내는데 문제가 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 전주천의 BOD와 COD, 총질소, 총인에 대한 오염현황을 알아보고 연구결과를 기존연구와 종합하여 전주시와 하천주변 점오염원들이 전주시 하천 수질에 미치는 영향과 전주천이 만경강 오염에 미치는 영향을 연구하였다. 또한 원단위를 이용한 발생부하량 측정의 문제점을 확인하기 위하여 수질 측정값과 추적자 시험법을 통한 실측 유량값(김강주 등, 2001)을 이용하여 실측 오염부하량을 구하였고 이를 원단위 오염부하량과 비교하였다.

2. 연구지역

본 연구 대상인 전주천과 삼천천은 만경강 수계에 해당되며 전주시를 관통한다. 만경강 수계는 전주, 완주, 익산, 군산, 김제 일대에 발달되어 있으며 전북 완주군 동상면 원등산에서 발원한 고산천이 하류로 가면서 소양천, 전주천, 익산천, 탑천등의 지류와 합류하여 만경강을 형성한 후 서해로 유입된다(Fig. 1). 지형적으로는 고도가 낮은 평야 또는 구릉지대를 형성함으로써 지리적으로 국내 최대의 벼농사지역을 형성하고 있다. 만경강 수계를 흐르는 하천은 이러한 지형적 영향으로 인하여 강하게 사행하고 있으며, 대부분 구간에서 매우 느린 유속을 보이고 있다.

삼천천은 임실군 운암면과 완주군 구이면에서 시작되어 전주시 서부농경지를 남방에서 북방으로 흐르다가 고사평 지역에서 전주천과 합류되고 전주천은 다시 삼례부근에서 만경강에 합류된다. 전주천은 시의 남동쪽 26 km지점의 관촌평야와 경계한 분수령에서 기원하여 전주시를 남동에서 북서방향으로 관통하고 있다. 전주천과 삼천천은 전주 도심을 지나는 하천인 관계로 축산단지를 지나는 익산천을 제외한 다른 만경강 지류들에 비하여 그 오염정도가 높은 편이다(손재권, 1999).

본 연구 대상인 삼천천의 경우 상류지역에서는 농사 활동이 이루어지고 있으며 중·하류에서는 전주시에서 발생하는 미처리된 생활하수가 유입될 뿐 아니라, 하

천 주변에 대한방직, 마전리 산업 쓰레기 매립장 그리고 생활쓰레기 매립장인 고사평 쓰레기 매립장 등의 오염원이 분포하고 있다. 그리고 전주천의 경우, 상류에서는 전주시에서 발생하는 하수가 부분적으로 하천에 유입되고 있으며 중·하류에는 고사평 쓰레기 매립장, 전주공단, 전주시하수처리장 등이 분포하고 있다. 또한 전주 천변의 꽃밭 조성으로 비료에 의한 질소와 인의 오염이 우려되고 있다.

3. 연구 방법

본 연구에서는 전주시 하천에 대한 BOD와 COD, 총질소, 총인에 대한 조사를 1999년 4월에 수행하였다. 삼천천 상류인 A 지점, 하류인 E 지점 그리고 고사평 쓰레기 매립장 근처의 B, C, D 지점에서 시료가 채취되었다(Fig. 1, Table 1). 1998년 7월과 11월, 1999년 4월에는 3차례에 걸쳐 삼성 SDS와 함께 만경강 유역에 대한 수질 조사를 수행하였으며 14개 지점에서 시료를 채취하였다(환경부, 1999a; Fig. 1, Table 2). 만경강 3차 조사시기는 3월로서 전주천 조사시기인 4월과 큰 차이가 나지 않아 만경강 3차 조사와 전주천 조사자료를 종합하여 전주시 하천이 만경강 수질에 미치는 영향을 평가하였다.

현장에서는 수온, pH, EC를 측정하였다. 시료는 하천을 가로질러 3지점에서 채취 후 혼합하여 무균처리된 채수병에 담아 냉장보관 하였다. BOD의 경우

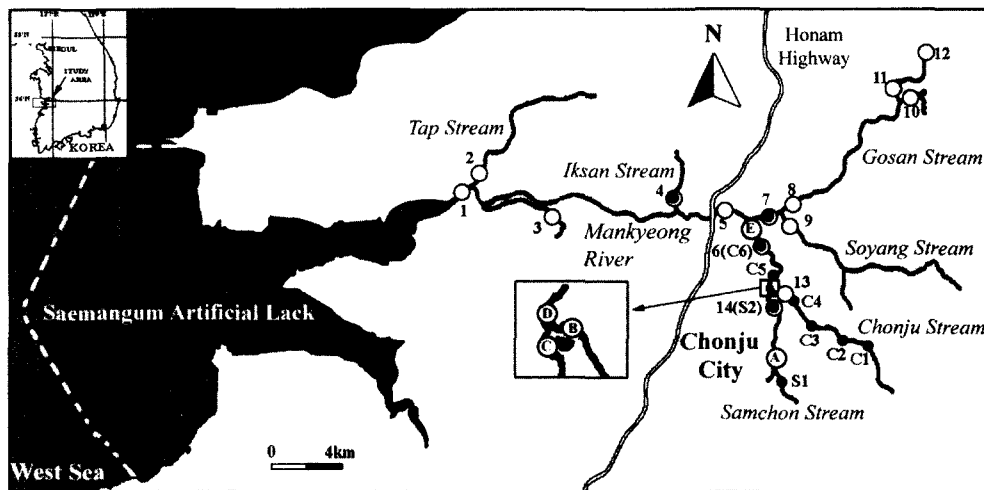


Fig. 1. Map shows the Mankyeong river watershed and sampling sites. The Numbers with open circles are sampling sites during survey of the Mankyeong River. The Alphabet with circles are sampling sites during survey of this study and filled circles represent the sampling sites by the Ministry of Environment. C; Chonju Stream, S; Samchun Stream

Table 1. Explanation on Sampling sites on the Chonju and Samchun Streams in the study.

Sampling site	Explanation on Sampling site
A	The uppermost Samchun stream
B	The Chonju stream around the Gosapyeong waste disposal site
C	The Samchun stream around the Gosapyeong waste disposal site
D	The site after joining Samchun to Chonju stream
E	The lowest Chonju stream before junction with Mankyeong River

Table 2. Explanation on Sampling sites of the Mankyeong River.

Sampling number	Explanation on Sampling site
1	The estuary of Mankyeong River
2	The Tap stream
3	The tributary of Mankyeong river
4	The Iksan stream
5	The Mankyeong River after junction with Chonju stream
6	The lowest Chonju stream
7	The Mankyeong River before junction with Chonju stream
8	The Gosan stream (Sinchori)
9	The Soyang stream
10	The upper Gosan stream (Osan)
11	The upper Gosan stream (Namsan bridge)
12	The upper Gosan stream (Gyungchun reservoir)
13	The Chonju stream
14	The Samchun stream

BOD meter로 초기 DO 측정 후 BOD Incubator에서 5일간 배양하였고 배양 후 다시 DO를 측정하여 그 차이 값을 구하였다(김종택, 1992). COD, 총질소, 총인은 광주과학기술원의 UV/Visible Photometer로 측정하였다.

4. 연구 결과

4.1. 전주시 하천의 오염현황과 영향요소

본 연구에서는 전주시 하천 일부시료에 대해서만 조사되었기 때문에 자료가 빈약하여 전주시 하천의 시료 채취시기인 1999년 4월에 보건환경연구원 및 지방환경관리청에서 분석된 삼천천과 전주천 자료를 함께 비교하였다. 보건환경연구원 및 지방환경관리청의 시료채취 지점은 Fig. 1에 나와있다(환경부, 1999b). 하천수 수질기준치에는 COD, 총질소, 총인이 포함되어 있지 않다. 하지만 만경강과 그 지류들은 최종적으로 새만금으로 유입되며 앞으로 새만금이 호수화 될 경우 만경

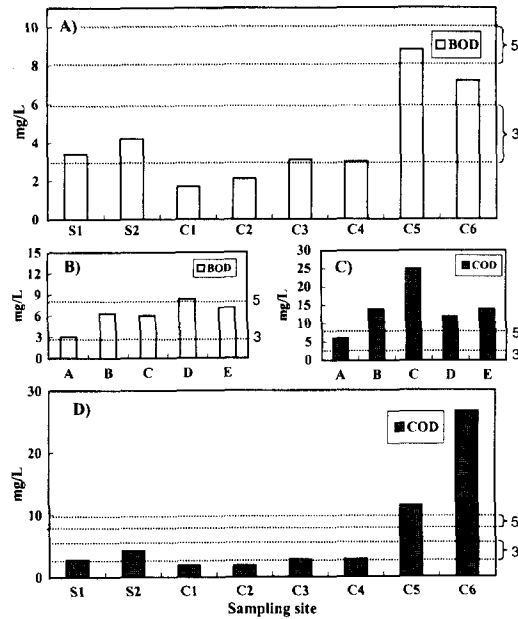


Fig. 2. Data in A) and D) are measured by the Ministry of Environment on April, 1999. Data in B) and C) are measured in this study on April, 1999.

강과 그 지류들은 새만금 호수의 COD, 총질소, 총인 오염에 중요한 역할을 하게 된다. 따라서 본 연구에서 BOD 오염은 수질 공정법상의 하천수 수질기준치를 그리고 COD, 총질소, 총인 오염은 호소수 수질기준치를 이용하여 설명하였다.

BOD: 먼저 보건환경연구원 및 지방환경관리청 조사 결과를 보면 삼천천과 합류 이전 전주천의 시료 채취 지점인 전주천 1, 2, 3, 4의 BOD는 1.7~3.1 mg/L로 2~3급수를 지시하는데 비해 전주천과 합류이전인 삼천천의 시료 채취 지점인 삼천천 1, 2의 BOD는 3.4 mg/L와 4.2 mg/L로 3급수를 지시한다(Fig. 2, Table 3). 두 하천이 합류한 고사평 쓰레기 매립장 주변인 전주천 5지점의 BOD는 8.8 mg/L로서 5급수를 지시하며 합류되기 이전보다 수질이 악화됨을 보여준다. 그러나 전주하수처리장 방류수와 합류한 후인 전

Table 3. The amounts of BOD, COD, T-N, T-P in the investigated sites on the Chonju and Samchun Streams. (mg/L)

SITE	BOD	COD	T-N	T-P
A	3.0	6	3.5	0.07
B	6.4	14	6.1	0.30
C	6.0	25	4.7	0.26
D	8.4	12	5.5	0.37
E	7.2	14	8.6	0.51
S1	3.4	2.8	3.3	0.35
S2	4.2	4.2	3.6	0.26
C1	1.7	1.8	4.9	0.04
C2	2.1	1.8	5.9	0.10
C3	3.1	2.8	6.9	0.23
C4	3.0	2.8	6.6	0.30
C5	8.8	11.4	3.9	0.14
Inflow from CIC	14.1	11.5	12.9	0.54
C6	7.2	26.6	11.8	0.50

S; The Samchun Stream, C; The Chonju Stream, CIC; Chonju industrial complex.

The data for S1, S2, C1, C2, C3, C4, C5, C6 and inflow from CIC are measured by Ministry of Environment on April, 1999.

추천 6에서는 7.2 mg/L로 수질이 4급수로 조금 회복되는 경향을 보여준다. 전주하수처리장에서는 수처리 공정으로 표준활성슬러지법을 사용하고 있는데 이 방법은 BOD 제거에는 효과적이거나 COD 제거에는 한계가 있는 것으로 나타났고 질소와 인 역시 35%, 29%의 제거율을 보이는 것으로 나타났다(농어촌진흥공사, 1998). 따라서 전주하수처리장으로부터 BOD 농도가 낮은 방류수가 하천으로 대량 유입됨에 따른 희석효과로 처리장 하류 하천수의 BOD가 개선된 것으로 생각된다.

본 연구에서 수행된 조사에서는 삼천천 상류인 A 지점에서의 BOD값이 3.0 mg/L로서 3급수를 지시하나 전주천 하류인 E 지점에서는 7.2 mg/L로 수질이 4급수로 떨어진다. 이는 보건환경연구원 및 지방환경관리청의 자료와 유사한 결과이다. 고사평 쓰레기 매립장 양편의 B, C 지점에서는 각각 6.0, 6.4 mg/L로 4급수의 수질을 보여주며 이들이 합류하는 D 지점에서는 이보다 높은 8.4 mg/L의 BOD 값이 측정된다. B와 C 지점에 도달하기 전인 삼천천 2와 전주천 4의 BOD 값이 각각 3.0, 4.2 mg/L로 3급수임을 감안할 때 고사평 쓰레기 매립장 부근에서 BOD가 급격히 상승되었을 가능성이 높음을 알 수 있다.

이러한 측정 결과들은 전주시로부터 유입되는 하수

및 폐수 등이 전반적으로 전주시 하천에 대하여 BOD의 오염원으로 작용하고 있으며 특히 고사평 쓰레기 매립장이 가장 중요한 오염원이 될 가능성이 높다. 그러나 D 지점 바로 하류에 보가 설치되어 있어 B, C, E 지점의 오염이 고사평 쓰레기 매립장으로부터의 지하수에 의한 영향뿐 아니라 하천수의 정체현상 및 그 지역에 침전된 오염된 퇴적물에 의한 영향일 가능성도 배제할 수 없다.

COD : 보건환경연구원 및 지방환경관리청의 조사 결과에서는 삼천천과 합류하기 이전의 전주천 대부분이 1.8~2.8 mg/L로 2급수 정도의 수질을 보여준다(Fig. 2, Table 3). 삼천천의 경우 상류에서는 2.8 mg/L로 2급수를 유지하다가 삼천천 하류에서는 4.2 mg/L로 3급수로 떨어지게 된다. BOD에서와 마찬가지로 두 하천 모두 하류쪽으로 COD가 증가하는 현상을 보여준다. 이들 하천들이 고사평 쓰레기 매립장 부근에서 합류한 후인 전주천 5에서의 COD는 11.4 mg/L로 증가하여 5등급을 넘어서게 되며 전주하수처리장 방류수와 합류된 이후인 전주천 6에서는 COD가 26.6 mg/L로 급증하게 된다.

전주천 5와 전주천 6사이에는 전주공단 유입수와 전주하수처리장 방류수가 유입되고 있는데 같은 시기의 전주공단 유입수의 COD값은 11.5 mg/L이다. 하천이 전주공단 유입수와 합류 이전에 이미 COD에 의해 11.4 mg/L로 오염되어 있어 전주공단 유입수가 하천의 COD에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보인다. 그리고 언급되었듯이 전주하수처리장의 COD 제거율이 저조하기 때문에 방류수의 높은 COD 농도가 처리장 하류 하천수의 COD를 크게 증가시킨 것으로 생각된다.

본 연구에서 수행된 조사에서는 삼천천 상류인 A 지점에서의 COD값은 6 mg/L으로 3급수를 지시하나 하류인 E 지점에서는 14 mg/L로 수질이 5급수로 떨어진다(Fig. 2, Table 3). 이 자료는 보건환경연구원 및 지방환경관리청의 자료와 다소 차이가 있으나 두 경우 상류에서 하류로 증가하는 경향은 일치한다. 고사평 쓰레기 매립장 양편의 B, C 지점에서는 각각 25, 14 mg/L으로 역시 5급수의 수질을 보여주며 이들이 합류하는 D 지점에서는 12 mg/L의 COD 값이 측정된다. B, C 지점 이전의 전주천 4와 삼천천 2 지점에서의 보건환경연구원 및 지방환경관리청 자료를 보면 각각 2.8, 4.2 mg/L로서 2내지 3급수 수준을 나타낸다. 전주천 4와 삼천천 2의 COD 값에 비하여 B와 C 지점에서 매우 높은 COD 값이 측정된다.

이러한 측정결과들은 BOD의 경우와 마찬가지로 전주시와 전주시내의 점오염원들이 COD를 상승시키며

고사평 쓰레기 매립장이 COD를 증가시키는 중요한 오염원일 가능성을 지시한다. 특히 보건환경연구원 및 지방환경관리청 자료에 의하면 전주하수처리장 방류수가 전주시 하천의 COD 오염의 주 원인임을 지시한다. BOD의 경우에서와 마찬가지로 고사평 쓰레기 매립장 부근에서 COD가 높아지는 원인을 자세히 연구하기 위해서는 고사평 쓰레기 매립장 주변 퇴적물과 지하수의 COD에 대한 연구가 함께 수행되어야 할 것으로 생각된다.

총질소 : 보건환경연구원 및 지방환경관리청의 조사 결과를 살펴보면 총질소는 전주천과 삼천천의 전주시 유입부분에서 이미 5급수를 초과하고 있으며 BOD, COD와 마찬가지로 하류로 갈수록 농도가 증가한다. BOD나 COD는 삼천천에서 높은 반면 총질소의 경우는 삼천천에 비해 전주천에서 높게 나타난다(Fig. 3, Table 3). 삼천천의 총질소는 3.3~3.6 mg/L이고 전주천의 총질소는 삼천천 합류 이전까지 4.9~6.9 mg/L인데 삼천천과 합류 후 3.9 mg/L로 감소한다. 이후 전주공단 유입수와 전주하수처리장 방류수 합류 이후에는 11.8 mg/L로 크게 증가한다. 전주공단 유입수의 총질소값이 12.9 mg/L로 높게 나타나며 이는 전주공단 유입수가 전주천의 총질소를 증가시켰음을 지시한다.

하지만 유입수의 양이 작아 유입수만으로 전주천의 총질소를 3.9 mg/L에서 11.8 mg/L로 증가시켰다고는 생각되지 않는다. 전주하수처리장으로부터 방류량이 상류로부터의 유입량 보다 큰 사실(김강주 등, 2001)을 고려할 때 전주하수처리장이 높은 농도의 총질소를 갖는 방류수를 유출하는 것으로 생각되며 이는 전주하수처리장의 총질소 제거 효율이 떨어짐에 기인하는 것으로 생각된다.

본 연구에서 수행된 전주시 하천 조사에서는 삼천천 상류인 A 지점에서의 총질소값은 3.5 mg/L이며 전주천 하류인 E 지점에서는 8.6 mg/L로 증가한다(Fig. 3, Table 3). 이는 보건환경연구원 및 지방환경관리청에서 제시한 자료와 유사한 결과이다. 고사평 쓰레기 매립장을 중심으로 전주천 쪽에 위치하는 B 지점과 삼천천 쪽에 위치하는 C 지점의 총질소 값은 각각 6.1과 4.7 mg/L로서 고사평 쓰레기 매립장을 지나기 전의 전주천 4와 삼천천 2에서의 6.6과 3.6 mg/L에 비해 낮거나 크게 증가하지 않는 현상을 보여준다. 이는 BOD나 COD와 달리 고사평 쓰레기 매립장이 전주시 하천의 총질소 오염에는 영향을 주지 않음을 지시한다.

이러한 연구 결과들은 전주시 하천은 전주시로 유입되기 전 농사 등으로 인하여 총질소에 의해 5급수 이상으로 오염되어 있으며 전주시로 유입된 후 생활하수와 전주공단 유입수, 그리고 전주하수처리장 방류수에 의해 총질소 오염이 증가됨을 지시한다. 특히 전주천에서 총질소 양이 높았던 이유는 시료 채취시기에 이곳에 설치된 유채꽃밭을 유지하기 위한 비료 살포에 의한 영향일 가능성이 있어 이에 대한 연구가 필요하다.

총인 : 보건환경연구원 및 지방환경관리청 조사결과를 살펴보면 삼천천의 총인 값은 상류에서부터 5등급 이상의 매우 높은 값을 나타내고 있다(Fig. 3, Table 3). 삼천천과 합류하기 이전의 전주천에서는 전주천 1, 2의 경우 총인값이 0.04 mg/L와 0.10 mg/L로 각각 3등급과 4등급 수질을 유지하다가 전주시를 통과하면서 값이 급증하여 전주천 3, 4에서는 0.23 mg/L와 0.30 mg/L로 5등급 수질을 훨씬 넘어서고 있다. 이들이 합류한 이후인 전주천 5에서는 0.14 mg/L로 감소하는 경향을 보인다. 감소하는 이유는 확실치 않으나 합류 후 총질소와 총인을 정화시키는 자연현상이 발생하고 있을 가능성이 크다. 전주하수처리장 합류 이후인 전주천 6에서는 다시 0.54 mg/L로 급증하게 되는데 이 역시 총질소와 마찬가지로 0.54 mg/L 값을 보이는 전주공단 유입수와 총인의 제거효율이 떨어지는

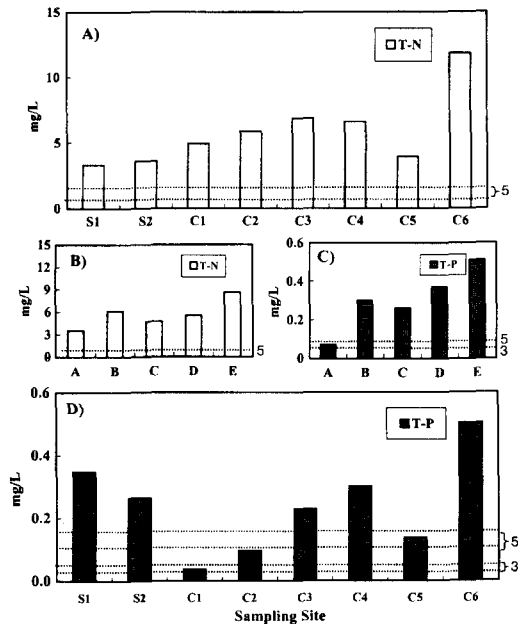


Fig 3. Data in A) and D) are measured by the Ministry of Environment on April, 1999. Data in B) and C) are measured in this study on April, 1999. The numbers represent the grade of water quality for lacustrine.

전주하수처리장 방류수의 영향일 것으로 생각된다.

본 연구에서 수행된 전주천 조사에서는 삼천천의 상류인 A 지점에서의 총인 값은 0.07 mg/L로 4급수 수질을 나타내며 전주천 하류지점인 E 지점에서는 0.51 mg/L로 크게 증가한다(Fig. 3, Table 3). 상류지점의 자료는 본 연구조사와 보건환경연구원 및 지방환경관리청 조사가 일치하지 않으나 하류 자료는 잘 일치한다. 상류지점인 삼천천 1 지점에 대한 보건환경연구원 및 지방환경관리청의 3월과 5월 자료를 보면 각각 0.04 mg/L와 0.01 mg/L로서 본 연구 자료와 유사하며 4월 자료보다 매우 낮다. 따라서 보건환경연구원 및 지방환경관리청의 4월 자료는 특수한 경우일 가능성이 높다. 고사평 쓰레기 매립장 주변에서 전주천 쪽에 위치하는 B 지점과 삼천천 쪽에 위치하는 C 지점의 총인값은 각각 0.30과 0.26 mg/L이며 삼천천과 전주천 합류지점인 D 지점에서는 0.37 mg/L이다. 이는 전주천 4와 삼천천 2에서의 총인값이 각각 0.30과 0.26 mg/L인 보건환경연구원 및 지방환경관리청 자료와 비교할 때 고사평 쓰레기 매립장이 하천수의 총질소에 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

이러한 연구 결과는 전주시 하천이 총인에 의해 전주시로 유입되기 이전의 농사활동으로 3-4급수 이상으로 오염되어 있으며 전주시로 유입된 후 총질소와 마찬가지로 생활하수, 전주공단 유입수, 전주하수처리장 방류수에 의하여 총인 오염이 증가하였음을 지시한다. 그리고 고사평 쓰레기 매립장 이전의 전주천에서 총인이 급격히 상승하는 이유는 총질소와 마찬가지로 유채꽃밭 유지에 사용된 비료에 의한 영향일 가능성이 있어 이에 대한 조사가 필요하다.

4.2. 전주시 하천의 만경강에 대한 영향

새만금호로 흘러드는 만경강을 오염시키는 오염원인 중 도심하천의 영향을 알아보기 위하여 전주시 하천 조사와 비슷한 시기인 1999년 3월에 삼성 SDS와 함께 조사한 만경강 자료를 이용하였다(환경부, 1999a). 만경강의 시료채취지점은 Fig. 1, Table 2에 제시되어 있다. 만경강 1번 지점은 만경강 하구로서 시료 채취시 해수와 담수가 혼합되어 있었다. 따라서 1번 지점에 나타나는 총질소, 총인, BOD, COD 값을 만경강 상류와 지류로부터 측정된 값들과 직접 비교가 곤란하여 비교 대상에서 제외시켰다. 삼성 SDS와 공동조사시와 보건환경연구원 및 지방환경관리청에서 모두 시료가 채취되었던 6번과 14번의 경우 3월의 삼성 SDS 측정자료가 4월의 보건환경연구원 및 지방환경

Table 4. The amounts of BOD, COD, T-N, T-P in the Mankyong River. (mg/L)

SITE	BOD	COD	T-N	T-P
1	11.4	33	12.8	1.11
2	18.0	28	12.3	1.27
3	12.6	31	10.9	0.82
4	42.1	59	37.0	3.37
5	10.5	41	15.7	1.45
6	9.4	41	16.1	1.61
7	4.2	8	4.3	0.05
8	2.3	10	3.9	0.05
9	5.6	11	1.8	0.07
10	2.3	9	1.8	0.05
11	2.4	5	2.8	0.05
12	2.7	10	4.3	0.10
13	10.3	15	8.6	0.92
14	16.5	25	11.0	0.78

The data are from the Ministry of Environment (1999a).

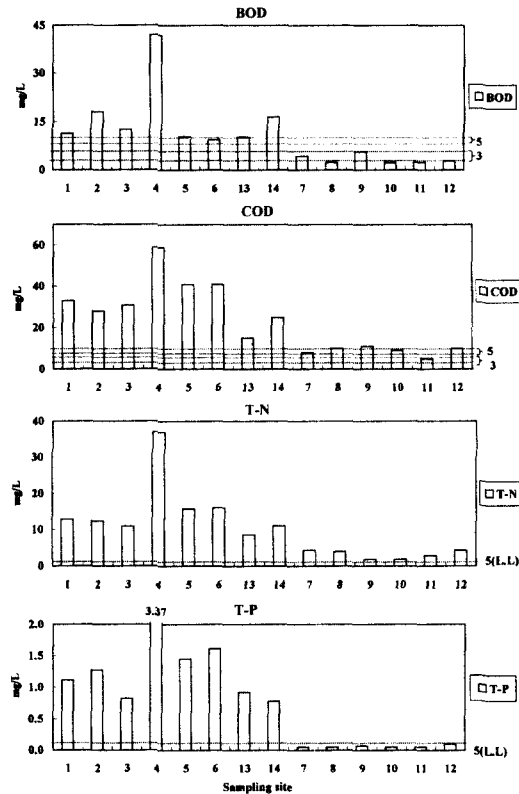


Fig. 4. The data are from the Ministry of Environment (1999a). The numbers represent the grade of water quality for lacustrine. L.L.; Lower Limit.

관리청에서 측정된 자료보다 다소 높은 수치를 나타내는데 이는 전반적으로 3월이 4월에 비해 오염정도

가 높았기 때문으로 생각된다.

BOD : 만경강 유역의 BOD는 상류지역에서부터 전주천과 만나기 전의 7번 지점까지는 2.3~4.2 mg/L로 2 내지 3급수 수준이었으나 전주천이 합류된 이후지점인 5번 지점에서 10.5 mg/L로 5급수로 악화된다 (Table 4, Fig. 4). 전주천과 삼천천에서 채취된 6, 13, 14번의 시료는 높은 BOD 값을 보여주고 있으며 이는 7번과 5번 지점 비교결과와 함께 만경강의 BOD 오염에 전주시가 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 합류전의 전주천과 삼천천인 13, 14번 지점의 BOD가 전주하수처리장 하류인 6번의 BOD보다 높은 현상은 전주시 하천에 대한 앞의 조사 내용과 일치한다. 익산시 그리고 삼례 인근의 축산폐수처리장이 위치하는 익산천의 4번 지점에서는 특히 42.1 mg/L로 BOD가 매우 높아 익산천이 만경강 BOD 오염에 주 원인임을 지시한다. 그 외에 2번과 3번과 같은 지류도 높은 BOD를 보여주며 이들 하천이 전주천, 익산천과 함께 만경강의 BOD 오염원임을 지시한다.

COD : COD의 경우에는 전주천이 합류하기 이전의 만경강 유역 상류지역 일부를 제외하고는 모두 5급수 이상이다(Fig. 4, Table 4). 전주천이 합류하기 이전의 상류지역인 5번지점에서는 8 mg/L의 COD 값을 보여주나 전주천이 합류한 이후 5번 지역에서는 41 mg/L로 급증하였다. 전주천내 시료인 13번과 14번 지점에서는 15 mg/L와 25 mg/L의 값을 보이거나 전주하수처리장 방류수 합류 이후인 6번 지점에서 41 mg/L로 급증하는 것으로 보아 전주시와 함께 전주하수처리장이 COD오염의 주원인임을 지시한다. 이는 앞에서 밝힌 연구 결과와 일치한다.

이러한 연구 결과들은 BOD 경우와 마찬가지로 만경강의 COD 오염에 전주시가 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 그리고 익산천의 4번 지점 역시 59 mg/L로 매우 높은 COD 값을 보여주어 BOD의 경우와 마찬가지로 익산천이 만경강 COD의 주 오염원으로 생각된다. 그리고 2번과 3번 지류도 높은 COD 값을 보여주며 이들 하천도 전주천, 익산천과 함께 만경강 COD의 오염원임을 지시한다.

총질소 : 또한 이번 조사에서도 앞의 전주시 하천에 대한 연구결과와 마찬가지로 만경강 유역이 총질소에 대하여 전 유역이 5급수 이상으로 오염되어 있음을 알 수 있다(Fig. 4, Table 4). 전주천이 만경강에 합류하기 이전인 7번 지점에서는 4.3 mg/L의 총질소값을 보여주나 전주천 합류 후인 5번 지점에서는 15.7 mg/L로 총질소값이 급증한다. 그리고 만경강 합류전인 전

주천의 6번 지점에서의 총질소값은 16.1 mg/L로 높을 뿐 아니라 앞의 연구결과와 마찬가지로 13, 14번의 총질소 값에 비해서 증가하고 있다. 이는 전주천이 만경강의 총질소의 오염원임을 지시한다. 전주천 외에도 만경강 하류의 지류인 2, 3, 4번 지점에서 12.3~37.0 mg/L의 높은 총질소값이 나타나며 축산폐수처리장이 위치한 4번 지역에서 특히 높다. 이는 만경강의 총질소 오염에 있어서도 익산천에 위치한 축산폐수처리장이 가장 중요한 오염원임을 지시하며 2번과 3번 지류도 만경강의 총질소 오염원임을 지시한다.

총인 : 총인의 경우에도 전주천이 만경강에 합류하기 이전인 7번 지점에서의 총인값은 0.05 mg/L로 3급수의 수질을 지시하나 전주천 합류 후 5번 지점에서는 1.45 mg/L로 총인값이 급증하며 수질이 5급수 이상으로 매우 악화된다(Fig. 4, Table 4). 전주천내 시료인 13번 지점과 14번 지점이 0.92 mg/L와 0.78 mg/L로 이미 5급수를 훨씬 넘어선 값을 보이며 전주하수처리장 방류수 합류 이후인 6번 지점에서는 그 값이 2배 정도 증가하는 것을 볼 수 있다. 이는 앞에서 전주하수처리장이 총인 오염의 주원인이라는 연구결과와 동일하다.

이러한 연구 결과들은 만경강의 총인 오염에 있어 전주시가 심각한 영향을 미치고 있음을 지시한다. 그리고 축산폐수처리장이 위치하는 4번 지점 역시 3.37 mg/L로 매우 높은 값을 보여준다. 이는 총인에 있어서도 축산폐수처리장이 위치하는 익산천이 주 오염원임을 지시한다. 그리고 2번과 3번에서의 높은 총인 값은 BOD, COD, 총질소와 마찬가지로 지류인 2번과 3번이 만경강 총인의 오염원임을 지시한다.

만경강으로 유입되는 전주천의 오염 부하량 : 이와 같이 도시하천인 전주천은 다른 만경강 지류와 함께 BOD, COD, 총질소, 총인에 의한 만경강 오염에 중요한 영향을 미치고 있다. 익산천은 BOD, COD, 총질소, 총인의 오염에 있어 전주천과 함께 만경강 오염의 주원인이다. 전주천 및 익산천으로부터 공급된 BOD, 총질소, 총인의 오염 부하량은 원단위를 이용한 개략적인 방법을 통하여 추정되었으나(농어촌진흥공사, 1997a, 농어촌진흥공사, 1997b, 농어촌진흥공사, 1998) 그 정확도를 확인하기 힘들다. 본 연구에서는 원단위 계산법의 정확성을 확인하기 위하여 실제 측정된 유량과 수질 분석치를 근거로 오염 부하량을 구하고 그 결과를 농어촌진흥공사가(농어촌진흥공사, 1997b) 실시한 원단위의 계산 결과(1996년, 2001년)와 비교하여 보았다. Table 5에는 본 연구결과와 원단위를 이용하여 계

Table 5. The amounts of contamination in the branch streams of the Mankyong River.

	BOD				COD		T-N		T-P		
	Flow rate (m ³ /day)	Concentration (mg/L)	The amount of influent (ton/day)	Concentration (mg/L)	The amount of influent (ton/day)	Concentration (mg/L)	The amount of influent (ton/day)	Concentration (mg/L)	The amount of influent (ton/day)	Concentration (mg/L)	The amount of influent (ton/day)
Gosan Stream	307000	1.6	0.49	2.8	0.86	5.244	1.61	0.030	0.01		
Chonju Stream	416000	6.6	2.75	14.8	6.16	26.204	10.90	0.874	0.36		
Iksan Stream	482000	13.6	6.56	19.3	9.30	32.386	15.61	3.050	1.47		

	BOD				T-N		T-P		
	The amount of growth (ton/day)	The amount of reduction (ton/day)	The amount of influent (ton/day)	The amount of growth (ton/day)	The amount of influent (ton/day)	The amount of reduction (ton/day)	The amount of growth (ton/day)	The amount of influent (ton/day)	
Gosan Stream	21.25	0	21.25	3.11	0	3.11	1.54	0	1.54
Chonju Stream	42.68	23.10	19.58	4.29	0.49	3.8	1.44	0.08	1.36
Iksan Stream	21.66	0	21.66	2.91	0	2.91	2.16	0	2.16

	BOD				T-N		T-P		
	The amount of growth (ton/day)	The amount of reduction (ton/day)	The amount of influent (ton/day)	The amount of growth (ton/day)	The amount of influent (ton/day)	The amount of reduction (ton/day)	The amount of growth (ton/day)	The amount of influent (ton/day)	
Gosan Stream	20.43	0	20.43	2.93	0	2.93	1.45	0	1.45
Chonju Stream	47.08	26.48	20.60	4.45	0.52	3.93	1.46	0.09	1.37
Iksan Stream	21.50	0	21.50	2.87	0	2.87	2.15	0	2.15

(A) The amounts estimated by using measured concentration and flow rate (Aug. 1999)

(B) The amounts estimated by using existence parameter (1996)

(C) The amounts estimated by using existence parameter (2001)

산된 결과가 비교되어 있다.

김강주 등(2001)은 전주하수처리장에서 방출되는 Cl^- 과 SO_4^{2-} 를 추적자로 이용하여 보건환경연구원 및 지방환경관리청에서 정기적으로 수질 분석을 실시하는 지점 중 전주천 합류 이전 만경강인 고산천 하류, 그리고 지천인 전주천과 익산천 하류 지점에서 각 하천의 유량을 결정하였다. 실제 측정된 오염량과 유량을 이용하여 오염부하량 계산시 김강주 등(2001)에 의해 결정된 유량과 유량 측정시기에 실시한 수질분석치를 곱하여 오염부하량을 구하였다.

원단위를 이용한 추정방법에서는 먼저 유역의 형태나 주요 지천등의 기준에 의하여 배수구역을 구분하고 각 배수구역에 대한 인구와 산업폐수, 축산폐수에 의해 발생하는 오·폐수 발생량을 구하였다(농어촌진흥공사, 1997a). 인구에 의한 오염부하량은 인구수에 오염부하원단위를 곱하게 되고 축산에 의한 오염부하량은 가축수에 축산폐수발생원단위를 곱한다. 토지에 의한 오염부하량은 지목별토지이용면적에 원단위를 곱하며 양식장은 양식장시설면적에 원단위를 곱하고 산업폐수 오염부하량은 배출허용농도에 폐수배출량을 곱하였다. 이러한 오염부하량들을 구하여 배수구역별로 합하고 환경기초시설에 의해 제거되는 삭감부하량(The amount of reduction)을 빼주어서 하천에 실질적으로 유입되는 유입부하량(The amount of influent)을 구하였다(농어촌진흥공사, 1997a).

이 두 가지 방법을 직접 비교하기는 어렵다. 왜냐하면 실제 계산된 오염부하량은 1999년 8월의 어느 한 시기를 대표하는 오염부하량이지만 원단위를 이용한 오염부하량은 1년을 대표하는 값이기 때문이다. 하지만 각각의 방법에 대하여 하천들의 상대적인 오염부하량은 서로 비교해 볼 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서 측정된 자료에 의해 계산된 오염부하량을 살펴보면(Table 5A) BOD의 경우 고산천(0.49 ton/day)에 비해 전주천이 약 5배 가량 높은 값을 보이며 익산천에서는 13배 정도 높게 나타났다. COD는 고산천(0.86 ton/day)에 비해 전주천이 약 7배 가량 높았으며 익산천은 10배 가량 높게 나왔다. 총질소는 전주천이 고산천(1.61 ton/day)에 비해 7배 가량 높았고 익산천은 10배 가량 높게 나타났다. 그리고 총인은 전주천이 고산천(0.01 ton/day)의 36배, 익산천은 전주천의 147배 정도로 매우 높게 나타났다. 이처럼 축산 폐수처리장의 방류수가 흘러나오고 있는 익산천과 도심 하천인 전주천에서 공급되고 있는 BOD, COD, 총질소, 총인이 농촌 지역을 통과하는 고산천보다 큰 영향을

미치는 것으로 나타났다.

그러나 원단위로 계산된 결과에서는 1996년의 경우(Table 5B) BOD는 유입부하량에서 익산천이 21.66 ton/day로 가장 크게 나타났으며 고산천은 21.25 ton/day로 익산천으로부터 발생하는 양과 유사하게 계산되었고 전주천은 발생량에서는 가장 큰 값을 보여주나 삭감량에 의해 제거되어 유입부하량은 19.58 mg/L로 가장 적은 값이 계산되었다. 총질소의 경우 전주천이 3.8 ton/day로 가장 높게 나타났으며 고산천은 3.11 ton/day로 나타나 2.91 ton/day인 익산천과 유사하다. 그리고 총인은 익산천이 2.16 ton/day로 가장 큰 비중을 차지하며 고산천은 1.54 ton/day, 전주천은 1.36 ton/day로 역시 유사하게 나타났다. 그리고 2001년의 오염 부하량을 예측한 결과에서(Table 5C) 고산천 그리고 익산천은 BOD, 총질소, 총인 모두에 대하여 1996년에 비해 유입 부하량이 약간씩 감소하는 경향을 보여주나 전주천은 삭감량이 조금씩 증가하였음에도 불구하고 발생량이 증가하여 하천으로 유입되는 유입부하량은 증가하는 것으로 나타났다. BOD의 경우 1996년에는 익산천, 고산천, 전주천 순으로 유입부하량이 계산되었으나 2001년에는 익산천, 전주천, 고산천순으로 계산되었으며 총질소와 총인은 1996년에 계산된 유입부하량과 같은 경향을 보여주며 그 값들 역시 큰 차이를 보이지 않는다.

이와 같은 두 방법의 계산 결과의 상이함은 원단위 계산시 농업지대를 지나는 고산천의 오염이 실제보다 많이 나타나고 도심하천 및 축산단지를 지나는 하천의 오염이 실제보다 적게 나타날 가능성을 지시한다. 즉 농업지대에서는 전주하수처리장이나 축산폐수처리장과 같은 점오염원을 보유한 도심지역이나 축산지역에 비해 자연정화량이 많을 가능성이 지시된다.

현재 오염부하량 산정에 가장 많이 사용되고 있는 이러한 원단위를 이용한 계산 방법은 원단위에 어떠한 자료를 이용하였는지에 따라 달라질 수도 있고 발생한 오염량이 하천에 유입되기 이전의 자연적 정화되는 오염량에 대한 자료가 매우 부족하기 때문에 하천의 실제 오염 부하량을 잘 나타내는데 많은 문제가 있을 것으로 생각된다. 또한 본 연구결과에서와 같이 실제 오염 유입량과 다를 수 있다. 따라서 실제 오염 유입량을 구하기 위해서는 1년을 대표할 수 있도록 시기별로 시료를 채취, 분석하고 유량을 계산하여 그 자료를 이용한 정확한 오염 유입량 측정이 필요하다고 생각된다.

5. 토 의

1999년 3월과 4월에 걸친 본 연구결과는 전주시의 여러 오염원으로부터 발생하는 하수 및 폐수를 포함한 방류수가 전주천을 BOD, COD, 총질소, 총인에 대해서 오염시키고 있음을 지시한다. 고사평 쓰레기 매립장 이후부터 전주시 하천은 BOD에 대해서는 4급수 이상 그리고 COD, 총질소, 총인 모두에 대해서는 5급수 이상으로 오염되어 있음을 알 수 있었다. 전주하수처리장 상류에 비해 하류에서의 BOD는 5급수에서 4급수로 감소하지만 COD, 총질소, 총인은 증가한다. 전주하수처리장 하류에서의 COD, 총질소, 총인값은 5급수 상한 값의 약 2.7배, 7.9배, 3.4배이다. 이는 전주하수처리장이 COD, 총질소, 총인을 제대로 처리하지 못해 이들에 대해서는 오염원이 되고 있음을 지시한다. 총질소의 경우는 전주시로 유입되기 이전부터 5급수 이상으로 오염되어 있었으며 전주시를 통과하면서 크게 증가하여 그 양이 5급수 상한값의 최고 7.9배 이상이 된다. 이렇듯 BOD에 비해 COD, 총질소, 총인의 오염이 심각하지만 수질 공정법상 하천수 수질기준치에는 BOD만이 포함되어 있어 호소수 수질기준치만 설정되어 있는 COD, 총질소, 총인은 무시되고 있다. 따라서 앞으로 하천수 수질기준치에 COD, 총질소, 총인을 첨가시키는 것과 전주하수처리장이 COD, 총질소, 총인을 처리할 수 있는 고도 정화 시설로 전환되는 것이 매우 중요하다.

전주시 하천에 대한 본 연구는 다음과 같은 제한점을 가지고 있다. 첫째 고사평 쓰레기 매립장, 전주공단 유입수, 전주하수처리장의 영향에 대하여 대략적인 연구를 실시하였으나 그 외의 오염원의 영향 및 고사평 쓰레기 매립장의 영향 원인의 자세한 규명등이 시행되지 못했다. 둘째, 본 연구결과와 보건환경연구원 및 지방환경관리청의 결과를 종합하는 과정에서 두 조사결과와의 일부분이 일치하지 않았다. 셋째, 고사평 쓰레기 매립장 이전의 전주천에서 상류인 전주천 1에 비해 하류인 전주천 4가 총질소는 1.3배, 총인은 8.3배 가량 급격히 증가하였으며 그 원인이 유채꽃 행사를 위한 비료 사용의 결과일 가능성이 있으나 확인하지 못하였다. 넷째, 고사평 쓰레기 매립장을 지난 하류인 전주천 5에서 총인이 매립장 주변에 비해 감소하며 그 이유는 자연정화의 영향일 것으로 추정되나 자세한 연구가 실시되지 못했다. 다섯째, 이들 결과들은 4월 달에 1번 채취한 시료에 근거한 결과이기 때문에 1년 중 다른 시기에 대한 조사를 실하여야 좀 더 확실한 전주시 하

천의 오염현황이 확인될 수 있다. 이러한 문제점 및 의문점들을 확인하기 위하여 전주시 하천, 매립장 주변 지하수 및 하수등을 대상으로 이들 성분에 대한 좀 더 자세하고 체계적인 연구가 필요하다.

전주천의 만경강에 대한 영향을 평가해본 결과 전주천과 익산천을 포함한 만경강 지류가 모두 만경강의 BOD, COD, 총질소, 총인의 오염원임이 확인되었다. 그리고 실제 측정된 유량과 수질 분석치를 이용하여 계산된 오염 부하량을 계산한 결과 전주천의 영향이 원단위 계산보다 클 수 있음과 전주천이 합류하기 이전의 만경강의 영향은 원단위 계산보다 적을 수 있음이 확인되었다. 이러한 결과는 원단위를 이용하는 경우 발생된 오염량이 하천에 이르는 동안 자연정화되는 과정이 제대로 계산되지 않았기 때문일 가능성이 크다. 즉 원단위 계산시 지역별 자연정화되는 정도의 차이를 고려되기 힘들다. 따라서 실측에 의한 오염량을 계산하는 것이 더 정확할 가능성이 높다. 하지만 실측 자료 이용시에는 유량 측정이 매우 어려워 이를 극복하는 것이 어렵다. 앞으로는 김강주 등(2001)이 제시한 전주하수처리장의 방류수내의 Cl^- 과 SO_4^{2-} 을 추적자로 이용한 유량측정방법등을 포함한 유량측정방법의 개선과 그것을 기초로한 실제 오염총량계산이 활성화되어야 할 것이다.

결 론

1. 1999년 3월과 4월에 걸친 본 연구결과 전주시 하천의 상류에서 하류로 가면서 BOD, COD, 총질소, 총인이 증가하며 이는 전주시의 여러 오염원으로부터 발생하는 하수 및 폐수를 포함한 방류수가 이들의 오염원임을 지시한다. 특히 고사평 쓰레기 매립장 이후부터 전주시 하천은 BOD와 COD에 대해서 하천 내지 호소수 4내지 5급수 기준치 이상으로 오염되어 있었으며 총질소에 대해서는 전구간이 호소수 수질기준치 5급수 이상으로 오염되어 있었다. 총인도 전주천 및 삼천천 상류를 제외하고는 호소수 수질기준치 5급수 이상으로 오염되어 있었다.
2. 전주시 하천에 대한 여러 오염원 중 전주하수처리장은 특히 COD, 총질소, 총인의 주 오염원이며 고사평 쓰레기 매립장은 BOD와 COD의 오염원일 가능성이 높다. 총질소는 상류부터 상당히 오염되어 있기 때문에 농업활동에 의한 오염 영향도 큰 것으로 생각된다.
3. BOD, COD, 총질소, 총인의 경우 전주천과 합류하기 이전의 만경강보다 합류 이후 만경강에서 그 합

량이 크게 증가하며 이는 전주천이 이들 성분에 있어 만경강 오염에 중요한 영향을 미치고 있음을 지시한다. 전주천외에도 전주 하류의 지류들은 전주천과 함께 BOD, COD, 총질소, 총인에 의해 만경강을 오염시키고 있으며 특히 익산천은 주 오염원임을 알 수 있었다.

4. 1999년 8월의 오염부하량을 실제 유량과 수질분석치를 이용해 계산해 본 결과 전주천 유입이전의 만경강인 고산천으로부터 유입되는 BOD(0.49 ton/day), COD(0.86 ton/day), 총질소(1.61 ton/day), 총인(0.01 ton/day)에 비해 전주천으로부터 유입되는 BOD, COD, 총질소, 총인이 각각 약 5배, 7배, 7배, 36배 가량 높았으며 익산천으로부터 유입되는 BOD, COD, 총질소, 총인은 각각 약 13배, 10배, 10배, 147배 가량 높았다.

5. 원단위를 이용한 계산시 농업지대에서는 실제 오염 유입량보다 많게 도심지역에서는 실제 오염 유입량보다 적게 나타날 가능성이 있다.

참고문헌

- 곽노태, 안태영 (1997) 부영양화의 진행과 그 대책. 한국미생물학회, 33권 p. 72-77.
- 김강주, 이지선, 오창환, 황갑수, 유재연, 김진삼, 여성구, 김영규, 이광식 (2001) 하수처리장 처리수를 이용한 하천 유량측정 가능성 연구. 한국물환경학회지, 17권, p. 75-86.
- 김동일 (1994) 전주천 상류 수계의 수질오염이 전주천 본류에 미치는 영향에 관한 연구. 전북대학교, 석사학위논문, 53p.
- 김종택 (1992) 환경오염공정시험법해설(수질분야). 신광출판사, 665p.
- 김재윤 (1998) 우리나라 인공호의 부영양화 평가 및 예측에 관한 연구. 한국환경과학회지, 7권, p. 441-449.
- 김형진, 백영석, 이준석 (1995) 임진강 수계의 수질조사 및 개선방안. 대한위생학회지, 10권, p. 66-75.
- 농어촌진흥공사 농어촌연구원 (1997a) 새만금지구 유역 오염원 관리대책. p. 267.
- 농어촌진흥공사 농어촌연구원 (1997b) 새만금지구 담수호 수질보전 대책수립 조사연구(I). 299p.
- 농어촌진흥공사 농어촌연구원 (1998) 새만금 유역의 오염하천 정화대책 수립. VI-74p.
- 박내만 (1993) 만경강 수계의 유기물 오염 특성에 관한 연구. 전북대학교, 석사학위논문, 35p.
- 손재권 (1999) 전북지역에서 만경강 동진강의 역할. 만경강·동진강 살리기 운동 연합회 창립총회 및 기념심포지엄, p. 3-34.
- 신재기 (1998) 낙동강 부영양화에 따른 담수조류의 생태학적 연구. 인제대학교, 박사학위 논문, 202p.
- 신항식 (1985) 폐수의 고도처리기술, 상수 및 폐하수처리 선진기술. 한국수질보전학회, p. 203-214.
- 어수미, 이홍근 (1991) 오수정화시설 및 정화조 방류수의 수질오염도에 관한 연구. 한국환경미생물학회지, 17권 p. 35-40.
- 이복렬 (1977) 만경강 상류의 수질오염이 하류의 수질에 미치는 영향. 전북대학교, 석사학위논문, 25p.
- 이용원 (1988) 전주천의 수질오염변동에 관한 조사 연구. 전북대학교, 석사학위논문, 58p.
- 정우철, 김환기, 이용원 (1987) 전주천의 수질오염에 관한 조사연구. 도시 및 환경연구, 전북대학교, 2권, p. 81-97.
- 조기안 (1994) 호남지역 동북호와 영산호의 부영양화에 대한 연구. 한국환경과학회 1994년도 봄 특별 환경 심포지움 및 학술발표회 초록집, p. 23-31.
- 최문술 (1989) 만경강의 이화학적 수질 특성에 관한 연구. 해양개발연구소, 군산대학교, 1권, p. 37-50.
- 최문술 (1991) 만경강의 오염현황 및 장래 수질예측. 해양개발연구소, 군산대학교, 3권, p. 39-52.
- 허우명 (1994) 소양호 부영양화의 연변화. 한국환경과학회 1994년도 봄 특별 환경 심포지움 및 학술발표회 초록집, p. 37-48.
- 환경부 (1999a) 금강·영산강 권역 기초조사 보고서. 환경부, p. 265-328.
- 환경부 (1999b) 수질측정망 운영계획. 환경부, 153p.

2001년 12월 13일 원고접수, 2002년 2월 21일 게재승인.