

부산광역시 일부하천의 수질특성

김부길 · 문종익* · 고현웅* · 임영석** · 성낙창* · 이용두***
동서대학교 환경공학과 · 동아대학교 환경공학과* · (주)신도시 산업개발**
제주대학교 환경공학과***

Water Quality Characteristics of Busan Metropolitan Streams

Boo Gil Kim · Jong Ik Moon* · Hyun Woong Kho* · Young Seuk Lim**
Nak Chang Sung* · Yong Doo Lee***
Dept. of Environmental Engineering, Dongseo University
*Dept. of Environmental Engineering, Dong-A University**
*Sin Do Si Architecture Engineering Co.,LTD.***
*Dept. of Environmental Engineering, Cheju University****

Abstract

This study is carried out to investigate the water quality changes in Busan Metropolitan streams. The results are as follows.

The level of organic contaminants(BOD₅ and COD_{Mn}) is found to be low and does not show seasonal variation in domestic waste water streams. But, the level of organic contaminants in industrial waste water streams is relatively high and seems to be seasonally variable, which is affected by other factors.

The nutrient materials, such as nitrogen(as T-N, about 20mg/L) and phosphorus(as T-P, about 2.0mg/L), are abundant than Nak Dong River and the general trends of contaminants level are similar to those of organic contaminants.

The chronic water qualities, including organic, nutrient contaminants levels, shows that the loading rates in 1998 are smaller than the past(1983, 1992). And this trend is more evident in industrial waste water streams than domestic waste water streams.

I. 서 론

하천으로의 오염물 방류는 점원 또는 비점원 오염원으로부터 유래되는데, 점원은 도시 및 산업폐수 처리장 또는 기타의 뚜렷한 지역으로부터의 배출수를 포함한다. 우수유출이나 관개와 같은 비점오염원은 넓은 지역에 걸쳐 배출된다¹⁾. 도시하천의

기능으로서는 이수·치수기능 뿐만 아니라 동·식물의 서식처와 하천의 자정능력, 수상 위락, 수변경관, 정서 함양 등 인간과 하천이 접하면서 얻는 친수기능과 하천공간 이용, 지리 분할, 피난 및 방재기능 등 하천의 존재 가치를 가지는 공간기능이 있다. 하천 환경 기능의 향상을 위해서는 생태계를 이용한 보전을 통하여 공간기능을 향상시키

고 도심의 수계환경 조성으로 친수성을 향상시키는 것이라 할 수 있다²⁾. 그러나 국내의 비교적 규모가 큰 호수나 저수지, 하천 등에 관한 연구는 지속적으로 이루어져 많은 자료들이 축적되어 있으나, 소규모의 호수 등은 활용성이 적다는 관계로 연구가 미진한 실정이다³⁾.

대도시에 위치하는 소하천의 수질은 유량, 하상상태, 생태계 등 주변인자 및 일상생활과 산업활동에 따른 오·폐수의 대량배출에 의한 영향을 크게 받고 있다.

생활오수 및 산업폐수에 의한 오염부하량의 증가는 수역과 해역의 오염을 유발시키고 있으며, 이에 따라 전국 주요 하천의 수질오염에 대한 많은 연구가 보고되고 있다⁴⁾.

부산광역시는 대단위 공단에서 배출되는 페놀, 벤젠, 톨루엔 등 유독성 물질과 난분해성 물질을 취급하는 공장의 악성폐수 배출로 1980년대 후반부터 크고 작은 수질오염사고가 있었다⁵⁾. 또한 인구집중과 산업확산으로 인하여 증가된 생활오수 및 산업폐수에 대한 적절한 처리가 미흡하고, 하수차집을 위한 차집관거 정비의 부족으로, 오·폐수의 일부가 도시 내 하천으로 유입되므로 만족할 수 있는 수준의 수질보전은 어려운 실정이다.

현재 부산광역시를 관류(貫流)하는 하천은 오염원 관리가 취약하여 하천 본래의 기능과 휴식·친수공간으로서의 기능을 상실하고 있다.

수질오염의 주원인의 하나인 산업폐수는 일반 생활오수와는 달리 생물학적으로 분해되기 어려운 오염부하량을 증가시킬 뿐 아니라 유독한 중금속류도 배출되어진다. 그리고, 생활오수 중의 유기물질이 하천에 유입되면 오염부하를 증가시켜 하천의 수질을 악화시키고, 나아가서는 하천의 수생동·식물의 서식을 곤란하게 하고 도시생활에 간접적인 악영향을 미치게 된다.

본 연구는 부산광역시를 관류하는 하천들 중 생활오수가 유입되는 하천 및 산업폐수가 유입되는 하천에 대하여 주요 수질항목을 조사·분석하고 이를 기초로하여 하천오염의 실태 파악과 수질변동 경향 및 원인을 검토하고자 한다.

II. 하천개황의 조사 및 실험방법

1. 부산광역시 하천의 개황

부산광역시의 하천현황은 국가하천 1개소, 지방2급하천 44개소, 기타하천 2개소로써 지리적으로 해안선에 접하여 대부분 하천연장이 짧고 하상구배가 급한 경향을 보이고 있다. 한편, 부산광역시의 하수처리 보급률은 '99년 말 현재 71.9%로 전국 대도시에 비해 매우 저조한 실정이며, 이에 따라 발생한 생활오수 및 산업폐수가 직접 하천으로 유입되어 수질보전에 문제점이 야기되고 있다⁵⁾.

부산광역시 하천의 수질을 개선하기 위해서는 하천의 수질오염 현황을 파악하고 이를 바탕으로 효율적인 관리방안을 마련하는 것이 시급한 것으로 사료된다.

Table 1.과 Fig. 1.에 조사하천의 개황과 조사지점도를 나타내었다.

Table 1. The characteristics of sampling period and surveyed streams.

Name of Stream	Period	Sampling time	Comment
Gyejeoung Chun	1997. 7~ 1998. 3	4 times	Domestic
Sajik Gansun	1997. 7~ 1998. 3	4 times	Domestic
Deayeoun Chun	1997. 7~ 1998. 3	4 times	Domestic
Hakjang Chun	1997. 7~ 1998. 3	4 times	Industrial & Domestic
Samrak Chun	1997. 7~ 1998. 3	4 times	Industrial & Domestic
Gamjun Chun	1997. 7~ 1998. 3	4 times	Industrial

2. 조사 하천의 개황

부산광역시 하천의 오염현황을 조사하기 위하여 주로 생활오수가 유입되는 하천 3개소와 공단지역의 산업폐수가 유입되는 하천 3개소를 선정하였다.



Fig. 1. Map showing the sampling sites in the Busan metropolitan streams

2.1. 생활오수가 유입되는 하천⁶⁾

(1) 괴정천 - 준용하천으로 사하구를 관류하고 있으며 하천연장 5.16km이고, 유역면적 11.6km²으로 전지역이 복개된 상태이며, 하천정비작업으로 하천 바닥이 고른편이다.

(2) 사직간선 - 동래구를 관류하고 있으며 토사류 등이 10cm가량 퇴적되어 있다.

(3) 대연천 - 남구를 관류하고 있으며 대연동 상류 주거지역에서 배출되는 생활오수가 주로 흐르고 있으며 하류의 경우 하천의 폭이 넓으며, 토사류가 다량 침전되어 있다.

2.2 산업폐수가 유입되는 하천

(1) 학장천 - 주례동에서 엄궁동까지 약 7.4km 길이로 평균폭 30미터, 면적 19.4m²를 차지하며 그 주변은 새로운 아파트 단지가 조성되어 생활오수가 다량 유입되고 있으며, 사상공업지역 외곽의 크고 작은 규모의 사업장 등이 주변에 모여 있어 생활오수와 함께 산업폐수가 다량 유입되는 곳이다.

(2) 삼락천 - 유로연장 4.4km사상공단의 중심부를 관통하는 하천이며 주변의 거주인구는 많지 않으나, 축산물 도매시장이 있는 등 상·공업 복합지역의 형태를 띄고 있다. 하천오염의 주원인은 생활오수와 도축세척수 및 인근 공장폐수 등이다.

(3) 감전천 - 사상구 폐법동에서부터 엄궁유수지까지 약 2.5km 길이로 평균폭 35미터, 면적 7.8km²

를 차지한다. 자연 유수량은 거의 없으며 주변은 전용공업지역으로 소규모 금속, 정비, 세차업소 등에서 배출되는 폐수를 엄궁유수지까지 운반하는 수로기능을 하고 있다.

3. 실험방법

조사하천의 연중 수질오염 현황을 파악하기 위하여 1997년 7월에서 1998년 3월까지 약 1년간 계절별로 4회에 걸쳐 조사를 실시하였다.

실험항목은 BOD₅, COD_{Mn}, T-N, T-P 등이며 환경오염공정시험법에 의거하여 분석하였다⁷⁾.

III. 결과 및 고찰

1. 조사하천의 유기오탁물질 농도

1.1. BOD₅ 농도

Fig. 2, 3에 조사하천의 계절별 BOD₅농도를 나타내었다. Fig. 2는 생활오수가 유입되는 하천의 경우로써, 사직간선을 제외하고는 BOD₅ 30mg/L 이하의 일정한 분포를 보였다. Fig. 3의 산업폐수가 유입되는 하천의 경우, 평균 BOD₅농도는 봄, 여름, 가을 그리고 겨울에 각각 47.4mg/L, 49.9 mg/L, 42.5mg/L 그리고 45.2mg/L 로써 약 40~50mg/L였다.

1.2. COD_{Mn} 농도

Fig. 4, 5는 COD_{Mn}의 농도변화를 나타내고 있다. 생활오수가 유입되는 하천에서 COD_{Mn}농도는 40mg/L이하로 거의 일정하며 계절에 따른 변화를

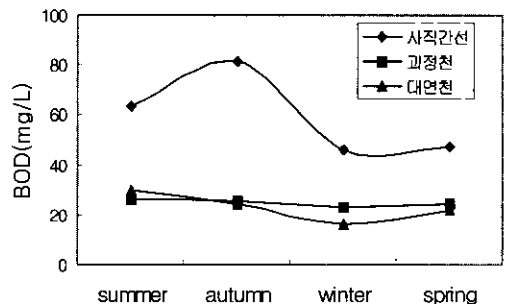


Fig. 2. BOD₅ variations in streams(domestic)

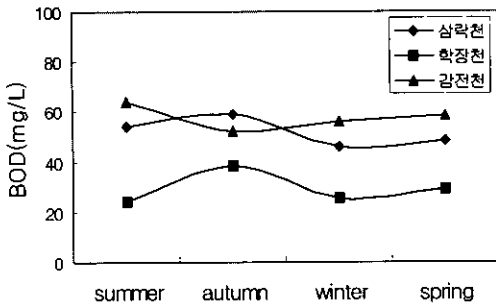


Fig. 3. BOD₅ variations in streams(industrial)

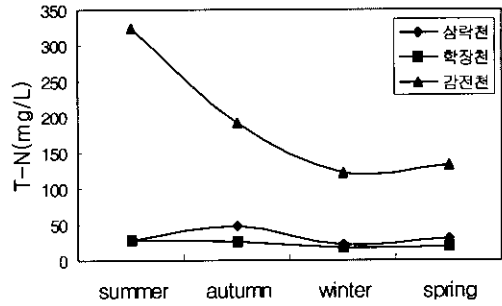


Fig. 7. T-N variations in streams(industrial)

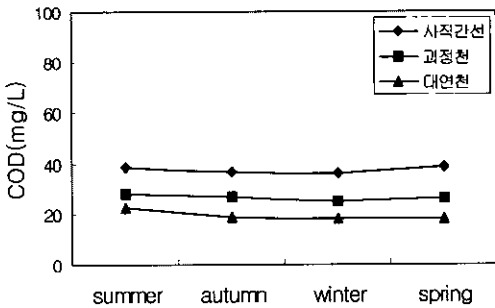


Fig. 4. COD_{Mn} variations in streams(domestic)

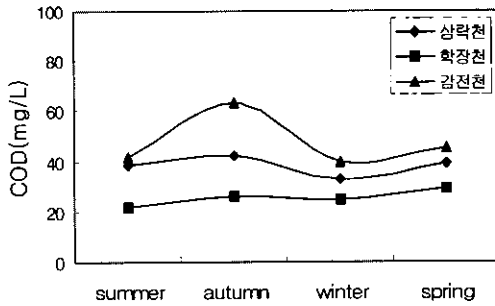


Fig. 5. COD_{Mn} variations in streams(industrial)

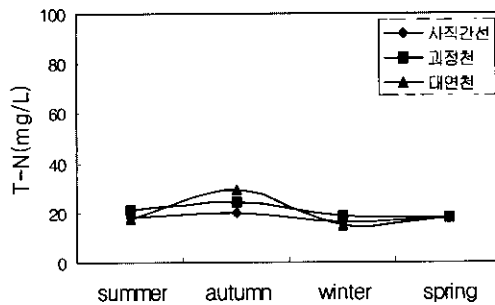


Fig. 6. T-N variations in streams(domestic)

보이지 않았다. 산업폐수가 유입되는 하천 중 감전천은 가을에 일시적으로 높은 농도를 나타내었다. 또한, 감전천의 COD_{Mn}농도는 생활오수가 유입되는 하천보다 높게 나타나는 경향을 보였다. 이는 각종 공장밀집지역을 관류하는 하천은 공장가동, 무단방류 등으로 하천수질이 영향을 받을 수 있는 것을 시사한다.

2. 조사하천의 영양염류 농도

2.1. 총질소(T-N) 농도

Fig. 6, 7은 총질소 농도의 계절에 따른 변화를 나타내고 있다. Fig. 6의 생활오수가 유입되는 하천의 경우 계절에 관계없이 약 20mg/L의 농도로 거의 일정한 경향을 보이고 있다. 1996년 봉화 안동 등의 12개 지점을 대상으로 측정된 낙동강 본류의 질소농도는 최저 1.85mg/L(10월, 봉화)에서 최고 10.18mg/L(9월, 구미)였으며, 전체 지점의 연간 평균농도는 4.47mg/L였다. 본 연구에서의 도시하천의 T-N농도가 낙동강 본류의 농도에 비교하여 약 4.3배 정도 높은 값으로 나타난 것은 생활오수의 유입에 의한 것으로 생각된다⁸⁾. 산업폐수가 유입되는 감전천의 경우, 하절기에 324.8mg/L로 높은 농도를 나타내었다. 이는 감전천 주변의 149개 산업체 중 암모니아성 질소가 배출될 수 있는 전자, 자동차, 기계부품, 합성수지, 섬유 등의 사업체가 80여 개소로 주변의 산업체에서 질소성분이 다량 유입되고 있기 때문으로 추정된다.

2.2 총인(T-P) 농도

Fig. 8, 9는 총인 농도의 계절에 따른 변화를 나타내고 있다. Fig. 8의 생활오수가 유입되는 하천의 경우 2개소에서는 별다른 농도변화를 보이지 않았으나 대연천에서 하절기에 약간 높은 값을 나타내었다. 산업폐수가 유입되는 하천의 경우 BOD₅나 COD_{Mn}의 농도변화에 비하여 다소 심한 계절적인 농도차이를 나타내고 있고, 감전천의 경우 동절기에 오염부하가 급격히 상승하는 경향을 나타내었다.

3. 장기간의 유기오탁물질농도

3.1. BOD₅ 농도

Fig. 10, 11은 과거 83년과 92년에 조사된 BOD₅ 농도와 비교한 그래프이다. 여기서 BOD₅농도는 계절별 측정치를 평균한 값이다. 생활오수 유입하천의 경우, BOD₅농도가 과거보다 약간 감소하거나 동등한 경향을 보이고 있다. 반면 산업폐수 유입하

천의 경우는 BOD₅가 급격히 감소하는 추세를 보이고 있다. 이는 삼락천의 경우 94년 조사시 217.8mg/L, 96년 조사시 140.7mg/L로 감소되는 경향을 보이고 있으며, 감전천의 경우 94년 조사시 135.7mg/L, 96년 조사시 89.1mg/L로 역시 감소되는 경향을 보이며, 확장천의 경우 94년 조사시 52.5mg/L, 96년 조사시 45.1mg/L로 감소되는 추세를 보이고 있는 사실과 거의 일치한다.

3.2. COD_{Mn} 농도

Fig. 12, 13은 83년, 92년에 조사되었던 자료와 이번 연구의 결과를 비교하여 장기간에 걸친 COD_{Mn}변화를 나타낸 것이다. 생활오수 유입하천의 COD_{Mn}농도의 경우, BOD₅와 거의 비슷한 경향을 보이고 있으며, 산업폐수가 유입되는 하천은 BOD₅와 같이 뚜렷한 감소추세를 보이고 있다. 이는 삼락천의 경우 94년 조사시 88.6mg/L, 96년 조사시 80.6mg/L로 감소되는 경향을 보이고 있으며,

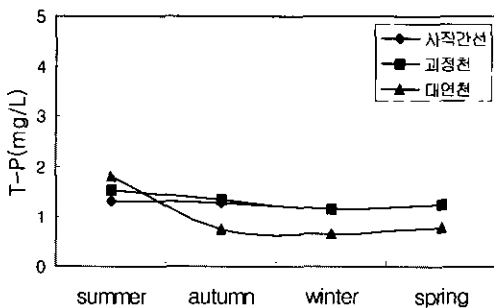


Fig. 8. T-P variations in streams(domestic)

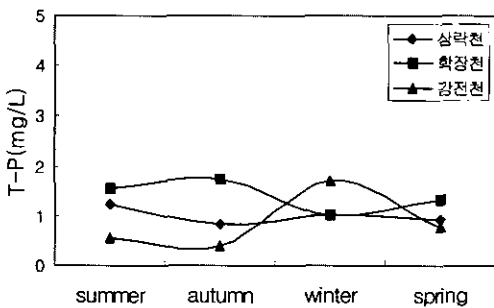


Fig. 9. T-P variations in streams(industrial)

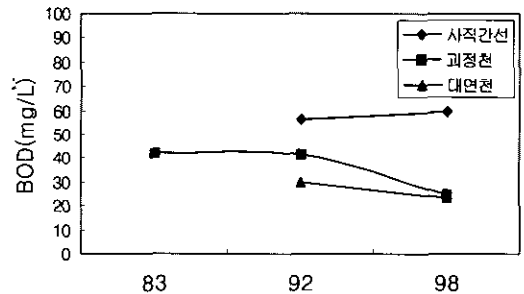


Fig. 10. Long term BOD₅ variations in streams (domestic)

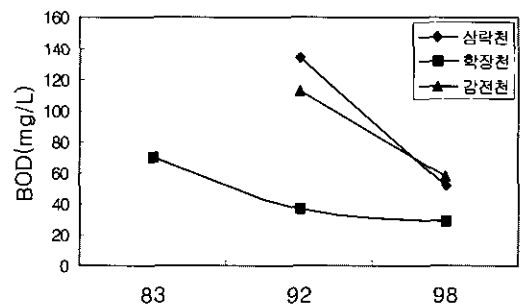


Fig. 11. Long term BOD₅ variations in streams (industrial)

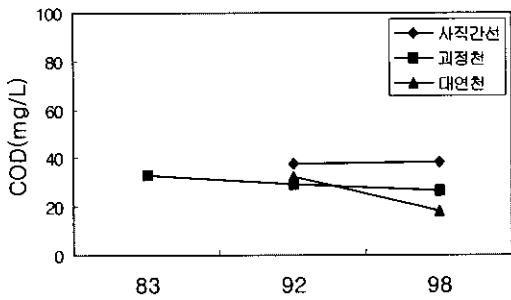


Fig. 12. Long term COD_{Mn} variations in streams (domestic)

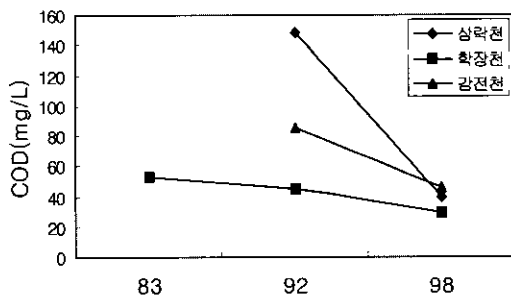


Fig. 13. Long term COD_{Mn} variations in streams (industrial)

감천천의 경우 94년 조사시 90.7mg/L, 96년 조사시 67.3mg/L로 역시 감소되는 경향을 보이며, 학장천의 경우 94년 조사시 27.7mg/L, 96년 조사시 29.1mg/L로 감소되는 추세를 보이고 있는 사실과 거의 일치한다⁹⁾.

산업폐수가 유입되는 하천에서 장기간에 걸친 BOD₅ 및 COD_{Mn} 농도가 현저히 감소되고 있는 경향을 보이는 이유는 다음과 같이 사료되어 진다.

- ① 강화되어 가는 법적 규제
- ② 행정규제 및 단속의 효과
- ③ 산업폐수 배출업체의 타지 이동
- ④ 배출억제의 노력

IV. 결 론

본 연구에서는 부산광역시의 하천을 생활오수,

산업폐수가 유입되는 하천으로 구분하여, 조사하천을 각각 3개소씩 선정한 후, 수질분석을 통해 하천 오염의 실태를 파악하였다.

본 연구를 통하여 얻어진 하천오염 경향은 다음과 같다.

- 1) 생활오수가 유입되는 하천의 경우는, 유기오탁물질농도가 계절별로 큰 변화 없이 저농도로 일정하였다. 반면에, 산업폐수가 유입되는 하천은 비교적 고농도이며, 공장가동률 등의 영향으로 변동폭이 컸다.
- 2) 총질소농도는, 생활오수가 유입되는 하천의 경우에는, 연중 약 20mg/L 정도로 일정한 경향을 보였다. 그러나, 산업폐수가 유입되는 하천은 보다 고농도이며 주변의 업체수 및 업종에 좌우되는 경향을 보였다.
- 3) 총인농도는 생활오수 및 산업폐수가 유입되는 하천의 구분없이 2.0mg/L 이하의 낮은 값을 나타내었다.
- 4) BOD₅, COD_{Mn}와 같은 유기오탁 오염물질 농도는 과거와 비교해 감소되었고, 산업폐수가 유입되는 하천에서 더욱 뚜렷한 경향이 있었다.

이는 강화된 법적규제와 지속적인 행정당국의 관리 및 감독, 그리고 산업폐수 발생업체의 이주와 산업체 자체의 자발적인 오염물질 배출억제에 의한 결과로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 성낙창, 서명교, 서정범, 이기완, 조병락, 조영일, 김형석, 한기백: 상·하폐수처리, 동일출판사, 783, 1999
2. 이지원: 하천 환경의 현황과 문제점, 하천환경 심포지엄 현황과 전망, 4-5, 1995
3. 오종민, 이수환: 신갈저수지 및 유입하천의 수질 특성에 관한 연구, 한국수질보전학회지, 제13권 제1호, 9-16, 1997
4. 백규석: 우리나라 하천의 수질현황 및 문제점, 한국수자원학회지, 제30권 제4호, 11-20, 1997
5. 부산광역시 환경정책과: 2000환경백서, 부산광역시, 189, 2000

6. 부산시 하수도 정비 기본계획변경 유량 및 수질 조사, 1992
7. 정우용: 환경오염공정시험법, 동화기술, 1996
8. 부산광역시: 낙동강조사월보 1호, 2호, 3 호, 4 호, 5호, 1997
9. 부산광역시 환경정책과: 2000환경백서, 부산광역시, 201-202, 2000