

주요하천별 오염부하량 조사
및 저감방안 연구

정현철 · 김광수 · 김봉기 · 최경희
정재은 · 김익성 · 홍정혜 · 김성림

환 경 조 사 과

주요하천별 오염부하량 조사 및 저감방안 연구

환경조사과

정현철 · 김광수 · 김봉기 · 최경희 · 정계은 · 김익성 · 홍정혜 · 김성림

A Study on the Pollution Load in the Rivers and Decrease Plan

Environmental Research Division

H. C. Jeong, K. S. Kim, P. G. Kim, K. H. Choi, J. E. Jeong,
I. S. Kim, J. H. Hong, S. L. Kim

Abstract

In order to plan the policy to decrease the pollution loading was calculated at each 22 rivers in Pusan. The flowing amount was estimated by using the precipitation, the pollution loading emitted by the population, a industry, a non-point source and

the domestic animals was calculated and BOD(Biochemical Oxygen Demand) was measured.

Sampling site was located at 1 ~ 5 positions of a river according to the length of river and BOD was measured in a month or in a quarter for 1998.

The results of this study are summarized as follows

1. The total flowing amount was $1,970 \times 10^3 \text{m}^3/\text{day}$, the mean BOD is $24.3 \text{mgBOD}/\ell$ and the inflow of the pollution loading into river is $36,255.8 \text{kgBOD}/\text{day}$.
2. Total pollution loading estimated $191,617.78 \text{kgBOD}/\text{day}$ (100%) in the drainage basin of 22 rivers consisted of $167,428.21 \text{kgBOD}/\text{day}$ (87.4%) by the population, $10,590.49 \text{kgBOD}/\text{day}$ (5.5%) by the industrial wastewater, $10,278.21 \text{kgBOD}/\text{day}$ (5.4%) by the non-point sources and $3,320.87 \text{kgBOD}/\text{day}$ (1.7%) by the domestic animals.
3. In order to decrease the pollution loading at river the enlargement of the separated sewer system is required because a short supply of sewer system makes river pollute in Pusan.

I. 서 론

하천 수질에 대한 환경기준이 설정되어 정책적으로 관리해오고 있지만, 부산시내 각 지천 및 도시관류에 대한 오염도 현황을 종합적으로 파악하여 그 대책을 수립하고 개선해 나가는 정책이 미진한 실정이다.

부산의 하천은 연안해역과 연결되어 해양오염을 유발시키고, 도시의 미관을 해치며, 악취를 발생시키고 있어 하천 정화 대책을 수립하여 강력히 추진해 나아가야 하나, 예산 및 그 효율성의 증대를 위한 정확한 오염도의 현황과 아울러 오염부하량에 대한 조사가 필요한 실정이다.

부산시내의 오염물질 배출량은 생활하수 $1,522,000 \text{m}^3/\text{일}$ (오염부하량 $221,486 \text{kgBOD}/\text{일}$), 산업폐수 $134,000 \text{m}^3/\text{일}$ (오염부하량 $47,413 \text{kgBOD}/\text{일}$), 축산폐수(오염부하

량 8,405kgBOD/일) 등이 소하천과 지방2급하천(준용하천)으로 방류되고 있으며, 각 하수처리장의 1998년도 처리량은 수영하수처리장에서 395,087m³/일, 장림하수처리장에서 310,702m³/일, 남부하수처리장에서 198,200m³/일, 해운대하수처리장에서 21,997m³/일을 처리하였으며, 총 하수처리량은 925,986m³/일로 하수발생량의 56%를 차지하고 있으나, 차집하수관거의 미비로 실질하수처리율은 56%보다 낮은 수준일 것으로 예상된다.

본 연구에서는 부산의 총하천(국가하천 1개소, 지방2급하천 44개소)중 지방2급하천 22개소 대한 인구, 육산, 비점오염원, 산업폐수에 의한 발생부하량 및 오염도를 조사하여 각 하천별 발생부하량과 오염도의 상관관계를 밝히고, 오염도 개선을 위한 저감대책을 강구하고자 한다.

II. 연구 내용

1. 연구목적

부산의 총하천(국가하천 1개소, 지방2급하천 44개소)중 지방 2급하천 22개소 대한 인구, 육산, 비점오염원, 산업폐수에 의한 발생부하량 및 오염도를 조사하여 각 하천별 발생부하량과 오염도의 상관관계를 밝혀, 하천정화대책 수립을 위한 기초자료 및 방향을 제시코저 함.

2. 연구기간 : 1998년 1월 ~ 1999년 12월

3. 연구대상 하천 : 지방2급(준용)하천 22개소

(학장천, 덕천천, 대천천, 보수천, 초량천, 부산천, 동천, 전포천, 호계천, 부전천, 남천, 춘천, 우등천, 수영강, 온천천, 석대천, 장안천, 좌광천, 일광천, 죽성천, 송정천, 칠마천)

4. 연구방법

(1) 유출량 계산

하천의 유출량은 일정기간내에 유역으로부터 하천으로 유출하는 수량의 총합을 말하며, 강수량은 기상청에서 발표한 1998년도 월별강수량을 이용하였으며, 부산시의 1998년도 월별 강수량은 Table 1과 같다.

또한, 강우에 의한 유출량은 KAJIYAMA 월평균 유출고 공식을 이용하여 월별 유출량을 구하였다. 유역특성에 따른 계수 값 f 는 Table 2와 같으며, '하천정비기본계획'에 사용한 동일한 값을 사용하였다.

Table 1. Monthly Rainfall of Pusan in 1998

(unit : mm)

월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	계
강수량	79.7	91.9	82.7	259.7	152.8	447.0	223.6	335.8	200.3	136.3	16.5	2.5	2028.8

$$C = \sqrt{R^2 + (138.6f + 10.2)^2} - 138.6f + E \quad (1)$$

$$Q = C \times A \times 10^3 / MS \quad (2)$$

여기서 Q : 유출량(m³/일)

C : 유출고(mm)

R : 월별 강우량(mm)

f : 유역의 상황에 의하여 변화하는 계수(0.6~1.4), 주로 0.8적용

E : 월보정치로서 대개 무시함

A : 유역면적(km²)

MS : 월의 일수(일)

Table 2. The Value of Factor(f) in KAJIYAMA Equation

유역 특성	f
경작지 및 임야가 많고, 경사가 완만하여 손실우량이 최대	1.4
경작지 및 임야가 많고, 경사가 완만하여 손실우량이 대	1.2
경작지 및 임야가 적고, 경사가 완만하여 손실우량이 중	1.0
경작지 및 임야가 적고, 경사가 급하여 손실우량이 소	0.8
경작지 및 임야가 적고, 경사가 급하여 손실우량이 최소	0.6

(2) 오염도 조사

생물화학적산소요구량(BOD)을 하천의 대표지점 1~5군데를 정하여 월1회 또는 분기1회 측정하였다.

(3) 발생부하량 조사 [환경부 고시 제1999-143호(1999. 9. 15)에 의거]

- ① 인구에 의한 부하량 : 유역인구수에 시가화와 비시가화로 구분하여 가정에서의 발생원단위를 곱하여 추정하였다.
- ② 축산에 의한 부하량 : 유역 축종별 사육두수에 발생원단위를 곱하여 추정하였다.
- ③ 비점오염원에 의한 부하량 : 유역 토지이용면적에 발생원단위를 곱하여 추정하였다.
- ④ 산업폐수에 의한 부하량 : 유역 업종별 폐수발생량에 발생원단위를 곱하여 추정하였고, 발생원단위를 추정 하기 어려운 업소는 폐수배출허용기준을 발생원단위로 추정하였다.

III. 결과 및 고찰

하천별 오염도와 유달부하량(하천내 부하량), 유역 발생부하량, 유달율을 Table 3에 나타내었으며, Fig. 1에 부산시 하천오염지도를 나타내었다.

부산 시내 하천의 주요오염원은 인구에 의한 생활하수로서 발생부하량의 85%이상인 하천이 학장천, 덕천천, 대천천, 초량천, 부산천, 동천, 전포천, 호계천, 부전천, 남천, 춘천, 우동천, 수영강, 온천천, 석대천으로 도심지 관류 하천 모두가 포함되었다.

축산폐수의 발생부하량이 전체 발생부하량의 50%이상인 하천은 장안천, 좌광천, 철마천으로서 유역이 농경지인 기장군 소재 하천들이었다.

비점오염원의 발생부하량이 10%이상인 하천은 장안천, 좌광천, 일광천, 죽성천, 송정천, 철마천으로 생활하수에 의한 부하량이 적은 하천들이었다.

산업폐수에 의한 오염부하량이 20%이상인 하천은 보수천, 송정천으로 유역에 다량의 폐수발생업소가 있는 하천들이었다.

오염도가 심한 하천은 덕천천, 호계천, 학장천, 전포천, 부산천, 부전천, 온천천, 남천, 동천, 우동천 순으로, 이들 하천으로 생활하수가 직접 유입되어 하천이 생활하수관거의 역할을 하고 있었다.

또한, 유달부하량이 큰 하천은 수영강, 온천천, 덕천천, 동천, 학장천, 석대천, 춘천, 죽성천, 부전천, 보수천 순으로 유출량이 크며 오염도가 높은 하천들로 해양오염을 가중시키고 있었다.

유역 발생부하량이 큰 하천은 수영강, 온천천, 동천, 학장천, 보수천, 덕천천, 춘천, 대천천, 부전천, 석대천 순이며 유역면적이 크고, 유역인구 및 산업폐수에 의한 오염부하량이 많이 발생하는 하천들이었다.

유달율이 높은 하천은 덕천천, 죽성천, 석대천, 송정천, 일광천, 학장천, 좌광천, 춘천, 호계천, 철마천 순으로 발생부하량에 대한 유달부하량의 %비율로 오염부하량의 제거율이 낮은 하천들이었다.

Table 3. BOD, Inflow Pollution Loading, Production Loading, the Ratio of Inflow Pollution Loading in the Rivers

하천명	평균유출량 (10 ³ m ³ /일)	평균오염도 (mgBOD/l)	유달부하량 (kgBOD/일)	유역 발생부하량 (kgBOD/일)				유달율 (%)	
				인구(%)	축산(%)	비점오염원(%)	폐수(%)		거(%)
학장천	71	48.0	3,408.00	10,381.29(85.1)	0.34(0.0)	632.89(5.2)	1,190.14(9.8)	12,204.57(100)	27.9
덕천천	58	78.8	4,570.40	6,239.60(95.4)	1.06(0.0)	298.85(4.6)	4.15(0.1)	6,543.66(100)	69.8
대천천	60	5.5	330.00	4,439.30(91.3)	137.92(2.8)	248.74(5.1)	37.81(0.8)	4,863.77(100)	6.8
보수천	26	17.6	457.60	4,893.80(60.1)	34.81(0.4)	275.16(3.4)	2,937.39(36.1)	8,141.16(100)	5.6
초량천	8	14.7	117.60	2,113.20(91.6)	0.00(0.0)	189.95(8.2)	4.85(0.2)	2,308.00(100)	5.1
부산천	10	38.5	385.00	2,703.90(95.1)	0.00(0.0)	123.10(4.3)	15.74(0.6)	2,842.74(100)	13.5
돌천	113	30.3	3,423.90	23,047.50(93.7)	0.65(0.0)	1,506.98(6.1)	53.72(0.2)	24,608.85(100)	13.9
진포천	6	46.1	276.60	2,124.40(93.6)	0.00(0.0)	144.87(6.4)	1.00(0.0)	2,270.27(100)	12.2
호계천	6	49.6	297.60	1,542.10(94.6)	0.00(0.0)	88.18(5.4)	0.25(0.0)	1,630.53(100)	18.3
부전천	23	35.6	818.80	4,587.90(95.0)	0.00(0.0)	240.76(5.0)	1.76(0.0)	4,830.42(100)	17.0
남천	12	32.5	390.00	2,034.70(89.6)	19.90(0.9)	214.76(9.5)	1.28(0.1)	2,270.64(100)	17.2
춘천	59	19.3	1,138.70	5,762.00(92.9)	122.00(2.0)	273.91(4.4)	47.36(0.8)	6,205.27(100)	18.4
우동천	15	20.5	307.50	2,778.65(91.5)	0.56(0.0)	245.57(8.1)	11.71(0.4)	3,036.49(100)	10.1
수영강	728	13.0	9,464.00	51,957.60(88.1)	366.56(0.6)	3,080.93(5.2)	3,561.20(6.0)	58,966.29(100)	16.0
은천천	201	33.3	6,693.90	35,983.80(89.9)	92.00(0.2)	1,528.24(3.8)	2,425.45(6.1)	40,029.49(100)	16.7
석대천	105	19.6	2,058.00	3,805.15(89.6)	260.74(6.1)	181.51(4.2)	3.49(0.1)	4,295.89(100)	47.9
장안천	65	1.1	71.50	198.30(30.8)	349.30(54.3)	95.43(14.8)	0.00(0.0)	643.03(100)	11.1
과광천	151	2.7	407.70	537.33(24.7)	1,292.58(59.5)	301.32(13.9)	40.46(1.9)	2,171.69(100)	18.8
일광천	67	2.2	147.40	197.57(42.8)	133.81(29.0)	99.18(6.6)	30.61(2.2)	461.17(100)	32.0
죽성천	58	19.6	1,136.80	1,597.94(74.1)	208.01(9.6)	270.21(12.5)	81.52(3.8)	2,157.68(100)	52.7
송정천	58	4.8	278.40	353.44(50.6)	67.39(9.7)	136.88(19.6)	140.61(20.1)	698.32(100)	39.9
월마천	70	1.1	77.00	103.83(23.7)	233.24(53.3)	100.79(23.0)	0.00(0.0)	437.86(100)	17.6

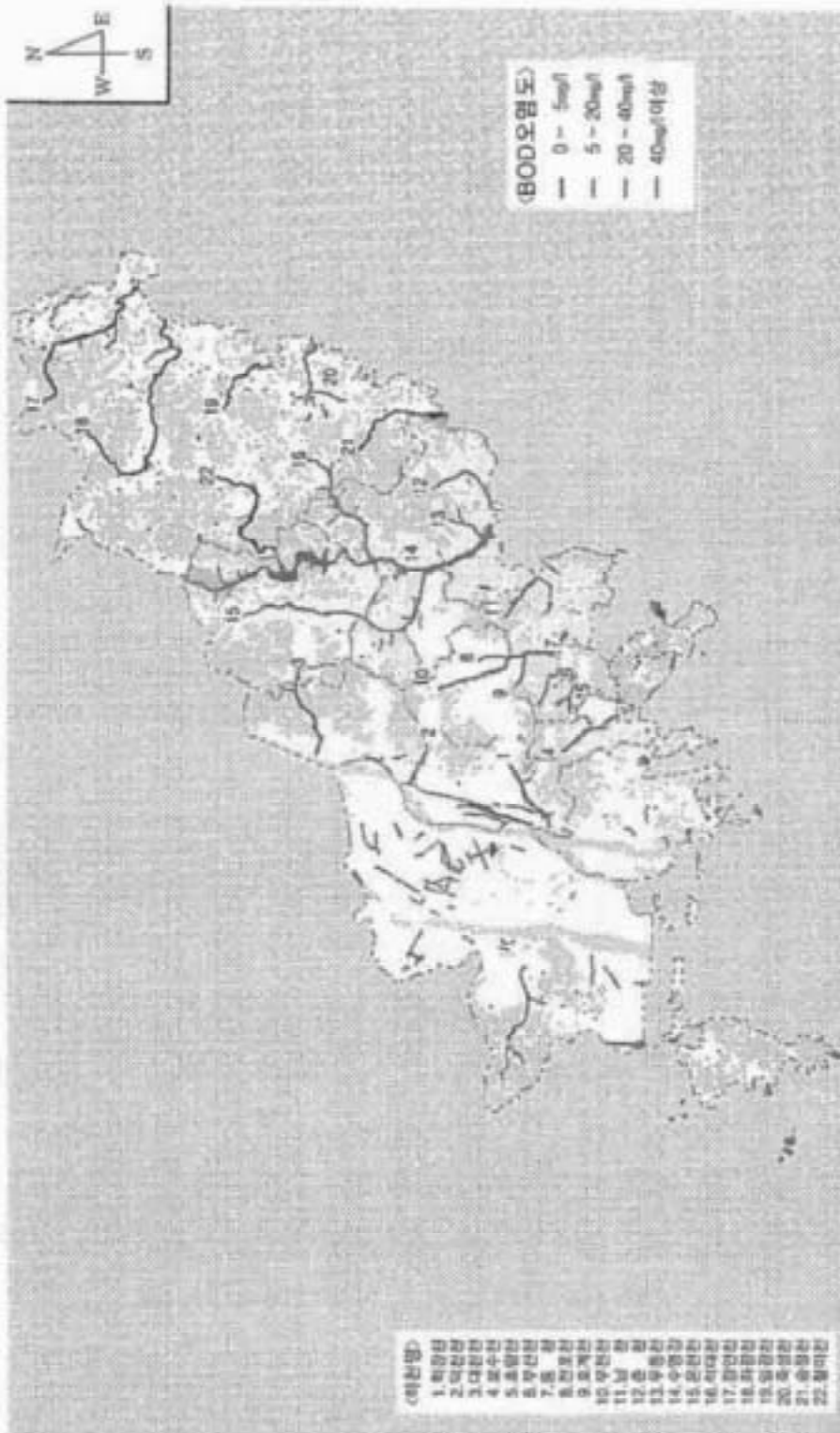


Fig. 1 부산시 하천오염지도

IV. 결 론

1. 부산시 하천의 오염부하량은 대부분 생활하수가 차지하고 있으며, 비점오염원과 지역적으로 축산에 의한 부하량, 산업폐수에 의한 부하량이 함께 영향을 미치고 있었다.
2. 22개 조사하천의 총 유출량과 평균오염도, 총 유달부하량은 각각 $1,970 \times 10^3 \text{m}^3/\text{일}$, $24.3 \text{mgBOD}/\ell$, $36,255.8 \text{kgBOD}/\text{일}$ 이었다.
3. 22개 조사하천의 유역 발생부하량은 인구에 의한 부하량이 $167,428.21 \text{kgBOD}/\text{일}$ (87.4%)과 축산에 의한 부하량이 $3,320.87 \text{kgBOD}/\text{일}$ (1.7%), 비점오염원에 의한 부하량이 $10,278.21 \text{kgBOD}/\text{일}$ (5.4%), 폐수에 의한 부하량이 $10,590.49 \text{kgBOD}/\text{일}$ (5.5%)로서 총 $191,617.78 \text{kgBOD}/\text{일}$ (100.0%)이었다.
4. 부산시 하천의 유달율은 총 유역 발생부하량에 대한 총 유달부하량의 %비율로서 18.9%로 추정되었다.
5. 전세 하수도 보급율이 48.4%('97년말 기준 : 환경보전종합계획)이며, 시정백서에 따르면, 분류식 하수도 보급율이 인구수 기준으로 6.8%이었고, 면적 기준으로 5.4%인 현실에서 하천을 하수 이동수단으로 사용하지 않을 수 없으며, 따라서 하천 오염부하량의 저감을 위해서는 분류식 하수도 시설의 확충이 필요하다.
6. 하수처리장 미건설 지역에 대한 하수처리계획 및 하수의 재이용을 위한 방안을 시급히 강구해야 할 것이다.

VI. 참 고 문 헌

1. 부산연안 및 소하천의 이메니티 제고를 위한 연구, 삼성지구환경연구소 (1995. 11)
2. 하수도경비 기본계획 변경보고서, 부산광역시 (1999. 7)
3. 이해식의 7명, 서울지역 지천수질 오염도 조사 연구, 서울특별시보건환경연구원 (1988)
4. 낙동강 수질오염 저감방안 연구, 경상북도 (1994. 6)

5. 부산광역시 환경보전 종합계획, 부산광역시 (1998. 8)
6. 시정백서, 부산광역시 (1997)
7. 시내 주요하천 오염도 조사, 부산광역시보건환경연구원 (1997, 1998)
8. 사상공단 주변하천 수질오염도 조사, 부산광역시보건환경연구원 (1997, 1998)
9. 수영하수처리장건설(2단계)공사 실시설계보고서, 부산직할시(1992. 7)
10. 수영강하수처리장오니처리시설 실시설계보고서, 부산직할시(1983. 12)
11. 장림하수처리장(2단계) 건설차집관로공사 실시설계보고서,
부산광역시 (1992. 6)
12. 확장천 하천정비기본계획보고서, 부산직할시 (1989. 7)
13. 덕천천, 대리천 하천정비기본계획보고서, 부산직할시 (1988. 6)
14. 대천천 하천정비기본계획보고서, 부산직할시 (1989. 7)
15. 보수천, 초량천, 부산천, 남천 하천정비기본계획보고서, 부산직할시 (1992. 10)
16. 동천 하천정비기본계획보고서, 부산직할시 (1987. 11)
17. 부전천, 전포천, 호계천 하천정비기본계획보고서, 부산직할시(1992. 10)
18. 춘천 하천정비기본계획보고서, 부산직할시 (1989. 7)
19. 수영강(상류) 하천정비기본계획보고서, 부산직할시 (1989. 10)
20. 온천천 하천정비기본계획보고서, 부산직할시 (1989. 7)
21. 석대천 하천정비기본계획보고서, 부산직할시 (1989. 7)
22. 장안천, 좌평천, 일평천 하천정비기본계획보고서, 부산직할시 (1992. 3)
23. 원태상, 1982, 하천공학, 문운당
24. 1998 주민등록인구통계보고서, 부산광역시 (1999. 2)
25. '99사회통계조사 산업분류표, 부산광역시 (1999, 10)
26. 한국표준산업분류종합색인표, 통계청 (1999)
27. 정현철, 부산시 하수처리구역의 준용하천 및 차집관거에서의 오염도와 하수처리장 유입부하량, 부산대학교, 공학석사논문 (1999)
28. 업무보고, 수영하수처리관리소 (1998)
29. 업무보고, 장림하수처리관리소 (1998)
30. 업무보고, 남부하수처리관리소 (1998)
31. 현황보고, 환경관리공단 해운대사업소 하수처리부 (1998)