

서울지역 지천수질오염도 조사연구

水質保全科·細菌科*

李海植·金教鵬·魚秀美·崔秉玄·嚴石原·金德仁*·吳秀曠·朴相賢

Survey on the Water Contamination of Tributary Water in Seoul Area

Water Preservation Division · Bacteriology Division*

Hai-Sik Lee, Gyo-eung Kim, Soo-Mi Ahn, Byung-Hyun Choi, Seog-Won Um,
Deog-In Kim,* Soo-Kyoung Oh, Sang-Hyun Park

==Abstract==

This survey was carried out to investigate water contamination at 17 points of tributary water flow into the Han river from Jan. to Dec. 1988.

The results were as follows:

1. In analysis of general items, the annual average of pH was 6.8~7.2 and that of DO was 3.5~6.6ppm in Jungrang stream, 3.1~5.6ppm in Tanchön stream and 0.4~2.8ppm in Anyang stream. The average of BOD was 13.0~51.8ppm in Jungrang stream, 22.0~94.0 in Tanchön stream and 109.0~205.0ppm in Anyang Stream.
2. In analysis of nutrient salts, the annual average of $\text{NH}_3\text{-N}$ was 8.390~31.458ppm and that of $\text{NO}_3\text{-N}$ was 0.077~0.892ppm except Youngdūngpo Machinery Industrial Complex.
3. In analysis of heavy metals, the annual average of Zn was 0.131~0.447ppm, Cd and Hg were nearly non-detected, and the other heavy metals were detected low.
4. The annual average of Coliform was $1.1 \times 10^6 \sim 2.7 \times 10^6$ per 100ml.
5. From the above analysis, the water qualities of Tanchön stream and Jungrang stream were more improved, but that of Anyang stream was more worsen than that of last year. Although these facts we supposed that the direct effect of contaminants on the Han river will be decrease with the contaminants flow into the seperate sewage system.

서 론

현재 서울에서는 34개의 지천을 통해 각종 생활하수 및 산업폐수등의 오염물질 배출량이 약 340만 m^3 /日が 배출되고 있으며 이중 생활하수가 약 332만 m^3 /日, 산업폐수가 약 8만 m^3 /日을 나타내고 있다.

이에 서울시에서는 중랑하수처리장(106만 m^3 /日), 난지하수처리장(50만 m^3 /日), 안양하수처리장(100만 m^3 /日), 탄천하수처리장(50만 m^3 /日) 등 4개의 하수처리장을 주요지천의 하류에 설치 자동중에 있으며 서울시내에서 배출되는 대부분의 하수가 이들 처리장에서 처리

되고 있다.^{1,2)} 따라서 이들이 상수원인 한강의 오염원을 제거시키고 수자원 보호에 기여하였으나 각 지천의 상류지점일부 및 서울시내 근접지역의 미처리 하수가 하천에 방류되어 시내를 관통하는 각 지천의 오염원이 되고 있는 실정이다. 이러한 문제점을 해소하기 위해 한강 상류지역인 구리시에 하수처리장(5만 m^3 /日)을 89년 12월에 가동할 예정이며, 성남시 하수처리장(16.5만 m^3 /日)이 90년에 안양시 하수처리장(15만 m^3 /日)이 역시 90년에 가동할 예정에 있으며 의정부시 하수처리장(6만 m^3 /日)이 현재 가동중으로 향후 한강의 수질오염이 다소 완화되리라 사료된다.²⁾

그러나 교육, 문화, 상업의 중심지인 한강 문화권

주변의 인구집중현상과 각종 문화 및 생활수준 향상으로 이에 상응하는 생활하수와 용수량의 증가는 한정된 유량의 하천을 오염시킴으로써 자정능력을 상실케할 수 있으며 더우기 87년에 오염물질 배출량이 약 283만 $m^3/日$ 에서 88년에는 약 340만 $m^3/日$ 로 연간 약 57만 $m^3/日$ 가 증가했다.²⁾ 이러한 오염물질의 증가는 처리장의 한계를 초과하면서 상수원의 오염을 가중시킬 수 있으므로 본 저자들은 하천의 수질 및 오염물질 현황을 분석 평가함과 동시에 대책수립의 기초자료로 제시하고자 각 지천의 수질 오염도를 비교 분석하였기에

그 결과를 보고하는 바이다.

조사대상 및 방법

1. 조사대상

한강에 유입되는 중랑수계 5개지점, 안양수계 5개지점, 탄천수계 4개지점 등 총 14개지점을 조사대상으로 하였으며 그 지점은 Fig. 1과 같다.

2. 조사방법

1) 조사기간 : 1988년 1월부터 12월까지 매월 중순경

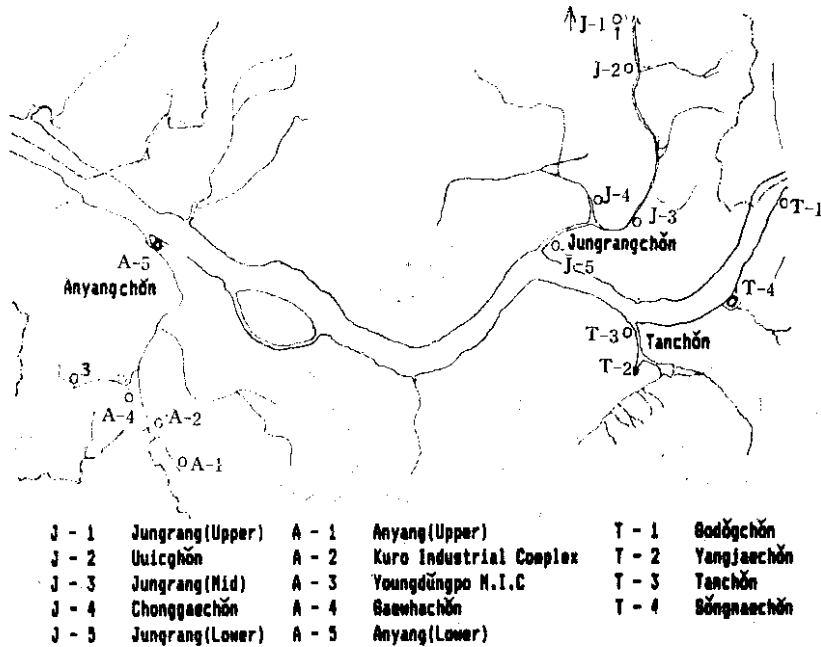


Fig. 1. Water sampling sites for each stream.

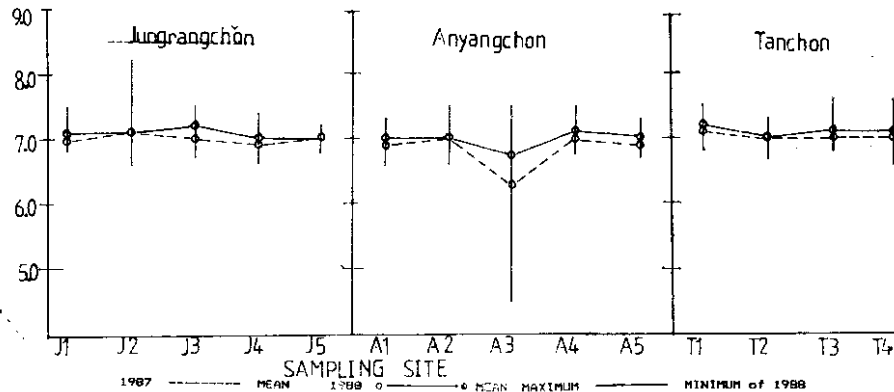


Fig. 2. Analysis of pH of stream to flow into the Han river.

에 각 지점별 월 1회씩 2일간에 걸쳐 시료를 채취하였으며 강우시에는 강우량 50mm내의일 경우는 2~3일 후, 50~100mm일때는 5일 후, 100mm이상일때는 7일 후에 채수함을 원칙으로 하였다.³⁾

2) 채수방법 : 대표되는 지점 중앙부의 수심 1/3지점에서 채수 하였으며, 분리하수관 유입으로 유량이 극히 적은 지점은 3개지점의 표출수를 채취하여 혼합시료로 하였고 일반함복 및 중금속분석과 미생물오염조사 시료는 시료용기를 구분하여 채수하였다.⁴⁾

3) 분석방법 : 환경오염 공경시험법(수질편)⁴⁾에 의거하여 분석하였으며, Standard Method⁵⁾ 및 위생시험법 주해⁶⁾를 참고하여 분석하였다. 분석항목중 기온, 수온, 용존산소, pH는 채수현장에서 측정하였으며 그의 항목은 최단시간에 분석함을 원칙으로 하였다. SO_4^{2-} 등의 음이온은 Ion Chromatograph로 비교 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 일반수질

1) 수소이온농도(pH) : 수중에 존재하는 수소이온농도의 대소를 나타내는 지수로서 수중에서 일어나는 모든 화학 및 생화학적 변화에 대한 중요한 오염지표이며, 일반적으로 하천수는 오염받지 않은 경우에 중성을 나타낸다.⁷⁾ 본 조사결과 pH는 Fig. 2에서와 같이 지점별 년평균 6.2~7.2의 분포를 나타냈으며, 각 지점의 월별 변동 역시 대부분이 pH 7부근의 중성을 나타냈으나 우이천(J-2)에서 12월에 8.2로 다소 높았고, 영등포 기계공단(A-3)(이하 영기공이라 칭함)에서 10월에 4.5로 낮게 나타났다. 이는 두지점의 유량이 극

히 적고 영기공(A-3)의 경우 생활하수와 불완전한 폐수처리 및 유량부족으로 pH 4.5~7.5의 비교적 큰 변화를 보였으며, 우이천(J-2)(12월)은 채수시 색도가 있는 것으로 보아 인근의 산업폐수가 혼입되어 다소 높아진 것으로 사료된다.

2) 용존산소(DO) : DO는 물의 오염상태를 나타내는 중요한 지표로서 수중의 산소를 소비하는 물질, 즉 유기물질과 황화물, 아황산이온, 제일철이온 등과 같은 무기성 환원물질, 미생물의 호흡작용 등에 의해 DO가 소비된다. 또한 DO량은 온도와 기압에 따라 달라지는데 수온이 낮고 기압이 높아질때 증가한다.^{7,8)} 따라서 본조사 결과 Fig. 3에서와 같이 지점별 년 평균치는 0.4~6.6ppm으로 나타났으며, 중랑수계와 탄천수계는 '87년에 비해 다소 높게 나타나 수질이 향상되었음을 알 수 있다. 그러나 안양수계에서는 년평균치 0.4~2.8 ppm으로 비교적 낮게 나타났으며 이는 안양 수계 주변의 저천이 대부분 안양 및 난저하수처리장으로 유입되고 있으나 수계 주변지역인 광명시 및 안양 등에서 오염물질이 배출됨으로서 안양천을 오염시키고 있는 것으로 사료된다.

DO의 월별변동은 중랑수계에서는 청계천(J-4)에서 6월에 0.2ppm이었고 중랑천종류(J-3)에서 12월에 11.2 ppm으로 변동폭이 크게 나타났으며, 탄천수계도 이와 같은 양상으로 나타났다. 이는 수온차에 의한 변동뿐 아니라 이들 두수계의 분리하수관 유입으로 유량이 많이 감소하여 주위 환경의 영향을 더 많이 받은 것으로 사료된다.

3) 생물화학적 산소요구량(BOD) : BOD는 물속의 유기물질이 호기성 상태에서 미생물에 의해 분해되어 안정화되는데 소비되는 산소량을 말하며 유기물질의 중

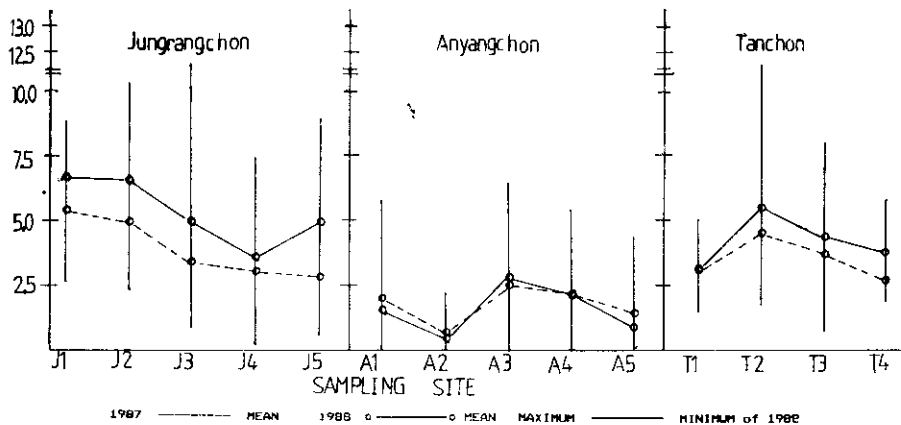


Fig. 3. Analysis of Dissolved Oxygen of stream to flow into the Han river.

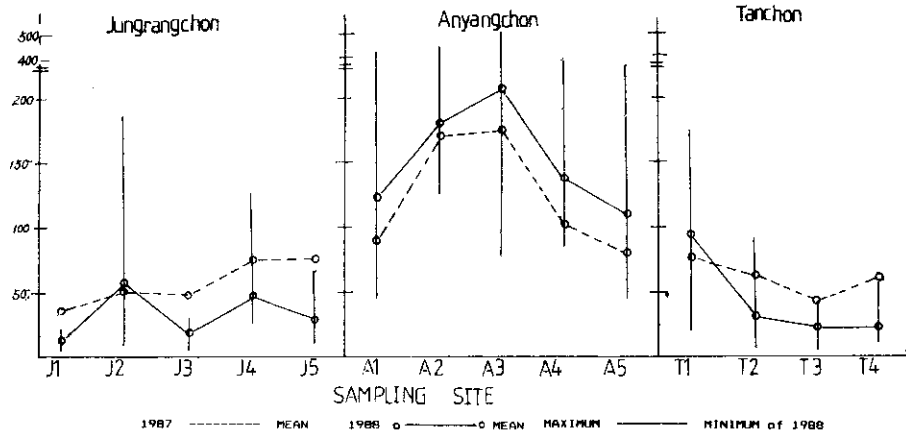


Fig. 4. Analysis of Biochemical Oxygen Demand of stream to flow into the Han river.

류가 대단히 많으므로 그 양을 미생물에 의해 간접적으로 추정하는 방법이다. 본 조사결과 지점별 년평균치는 Fig. 4에서와 같이 중랑수계에서 13.0~58.0ppm, 탄천수계에서 22.0~94.0ppm으로 '87년보다 전반적으로 낮게 나타났으며, 중랑천 상류(J-1)지역은 87년 37.0ppm에서 13.0ppm으로 중류(J-2)는 87년 48.4ppm에서 17.2ppm으로 하류(J-3)는 75.0ppm에서 28.8ppm으로 급격히 향상되었음을 알 수 있다. 그러나 안양천수계에서 연평균 109.0~205.0ppm으로 87년보다 다소 높은 것으로 나타났다.

4) 화학적 산소요구량(COD) : COD는 수중의 유기물질이 산화제에 의해 산화될때 소비되는 산소량을 말하며 물속의 유기물질의 절대량을 나타내는 것은 아니고 주로 총 탄소의 농도에 관한 수치이다. 특히 유독물질을 함유한 공장폐수나 호수 해양에서는 BOD에 대

한 정확한 자료를 얻기 힘들므로 COD를 오염의 지표로 삼는다.^{8,9)} 본 조사결과 COD의 지점별 년평균은 중랑수계에서 18.9~24.9ppm, 탄천수계에서 21.4~43.8ppm으로 비교적 고른 분포를 보였으며, 안양수계역시 49.7~84.2ppm으로 Fig. 5에서와 같이 '87년에 비해 거의 전지점에서 낮게 나타났다.

5) 부유물질(SS) : SS는 일반적으로 직경 2mm 이하의 불용해성물질, 미소물질로서 일반 수중 현탁물질의 10% 이하를 차지하며 탁도의 원인을 유발한다.¹⁰⁾ 유기물질 경우 혐기성분해에 의해 CH_4 , H_2S 등 유해가스의 원인이 되는 항목으로 상·하수처리 효율에 중요한 자료가 되기도 한다. 본 조사결과 지점별 년평균은 중랑수계에서 21.2~76ppm, 탄천수계에서 22~55ppm으로 비교적 안정된 상태를 보였으며 안양수계에서도 87~179ppm의 분포로 개화천(A-4)을 제외한 전

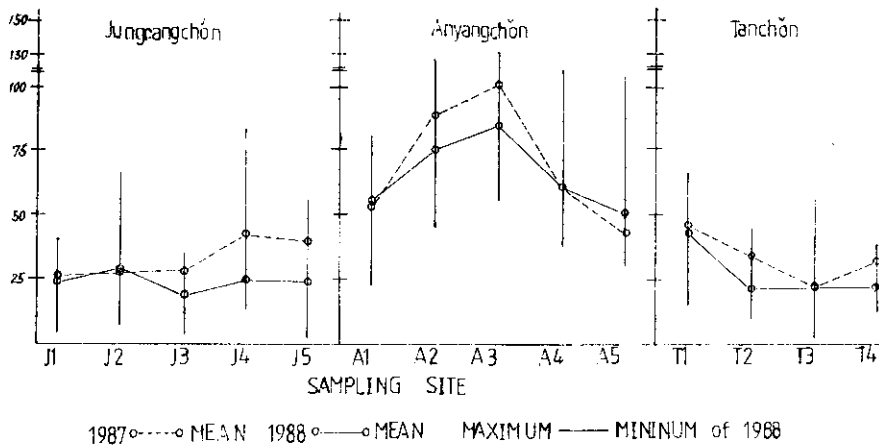


Fig. 5. Analysis of Chemical Oxygen Demand of stream to flow into the Han river.

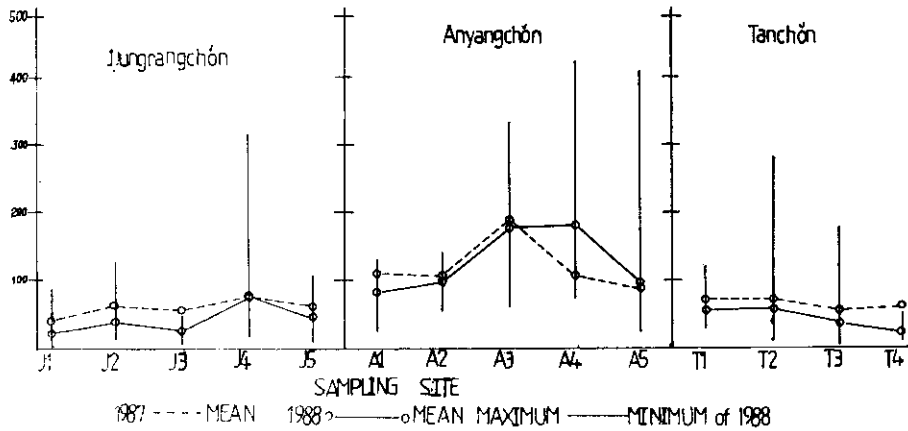


Fig. 6. Analysis of Suspended Solid of stream to flow into the Han river.

지점에서 '87년보다는 향상된 수준을 나타냈다. 그러나 월평균 변동은 중랑수계의 청계천(J-4) 14~312ppm, 탄천수계의 양재천(T-2) 12~179ppm, 안양수계의 안양천하류(A-5) 23~404ppm의 넓은 범위를 나타냄으로서 계절 및 하천주위환경이 SS에 영향을 미치는 것으로 나타났다. (Fig. 6 참조)

2. 영양염류

질소성분을 함유한 유기물질 등은 모든 생물의 영양소로 자연 및 인위적인 생태반응에 중요한 영향을 미치고 있다. 그러나 자연상태의 함량을 초과한 인위적인 오염물질이 하천으로 다량 유입되고 또한 급증된 합성세제의 보급으로 세정력 및 경수연화 목적의 인성분이 인산으로, 분뇨에서 유출되는 성분이 유기산 등으로 잔존하면서 음용수 등에 유입되어 질병을 유발하고 정수과정에서 문제점으로 나타나고 있는 관계로¹¹⁾ 관련항목은 다음과 같다.

1) 암모니아성질소($\text{NH}_3\text{-N}$) : $\text{NH}_3\text{-N}$ 는 직접적인 분뇨오염 및 분뇨처리수의 오염으로 일반 유기성 질소화합물의 첫분해단계로서 본 지점의 조사결과는 Fig. 7에서와 같이 중랑 및 탄천수계는 거의 고른 분포로 월평균이 청계천(J-4)에서 8.39ppm, 고덕천(T-1) 18.747ppm의 범위를 보였으며 안양수계에서는 안양천하류(A-5) 18.851ppm, 영기공(A-3) 31.458ppm으로 '87년에 비해 다소 높은 것으로 나타났다. 영기공(A-3)은 월평균이 14.407(8월)~52.18(1월)ppm으로 넓은 범위를 보였다. 이는 유량이 적은 하천에 부근의 생분뇨 및 가정하수의 직접유입에 원인이 있는 것으로 생각되며 전반적으로 풍수기인 7~8월에 비교적 낮은 농도를 나타냄으로서 자연수의 희석에 의해 월평균변동에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

2) 질산성질소($\text{NO}_3\text{-N}$) : $\text{NO}_3\text{-N}$ 는 유기성 질소화합물의 최종 분해산물이며 과거 오염원의 척도가 되는

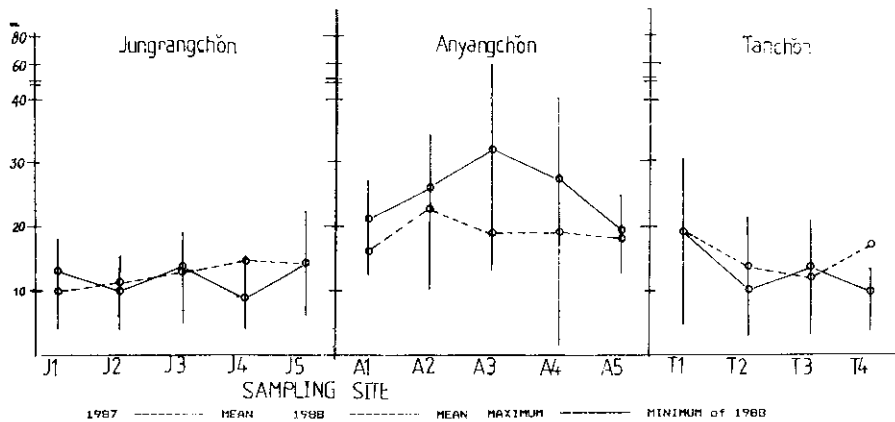


Fig. 7. Analysis of Ammonia Nitrogen of stream to flow into the Han river.

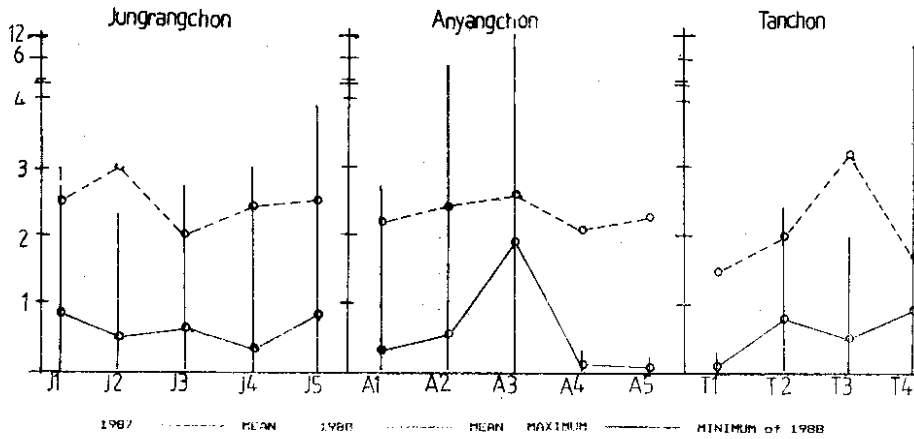


Fig. 8. Analysis of Nitrogen Nitrate of stream to flow into the Han river.

항목으로 본지점별 조사결과 Fig. 8에서 나타난 바와 같다. 년평균은 영기공(A-3)의 1.889ppm을 제외한 전 지점이 고덕천(T-1)의 0.077ppm에서 개화천(A-4) 0.892ppm으로 '87년에 비해 상당히 낮은 분포를 보였으나 월평균 변동은 중랑천하류(J-5) 0.010~3.838 ppm, 구로공단(A-2) ND~5.951ppm, 영기공(A-3) ND~11.920ppm, 성내천(T-4) 0.008~8.726ppm 등에서 비교적 높은 범위를 나타냈다.

3) 인산염인(PO_4-P): PO_4-P 은 가정하수(합성세제) 및 분뇨 등이 오염원이며 6:4정도로 가정하수에 부하가 큰 것¹¹⁾으로 나타났으며 본 조사결과는 Fig. 9와 같다. 지점별 년평균은 중랑수계에서 0.267~1.169 ppm, 탄천수계에서 0.108~2.104ppm, 안양수계의 1.942~3.726ppm의 분포를 보였으며 안양수계중 영기공(A-3) 및 개화천(A-4)은 가정하수 및 생분뇨의 유입이 많은 지점이나 안양수계 대부분의 지점이 난지

및 안양하수처리장으로 유입되는 것으로 시료된다. 월 변동폭이 비교적 적은 범위를 보인 중랑천중류(J-3) 및 성내천(T-4)은 분리하수 유입으로 오염이 비교적 적은 것으로 보였으며, 중랑천하류(J-5)와 탄천(T-3)은 중랑 및 탄천하수처리장의 처리수로 같은 수계의 타지점보다 비교적 높은 분포로 이는 하수처리장에서의 PO_4-P (기타 영양염류)의 제거효율이 낮은 것으로 나타났다.

3. 중금속류

보통 비중 5 이상의 금속성으로 인체에 유해를 줄 우려가 있는 물질로서, 각종 먹이연쇄를 통해 결국 인체에 축적되면서 만성중독 및 급성중독으로 각종 질병의 원인이 되는 것으로,¹²⁾ 본 조사결과 Cd은 년평균이 안양수계에서만 평균 0.001ppm의 검출률을 보였을 뿐 타수계에서는 거의 검출되지 않은 것으로 나타났다. 도금 및 염화비닐, 전지제조시 발생하는 Cd은 산업발

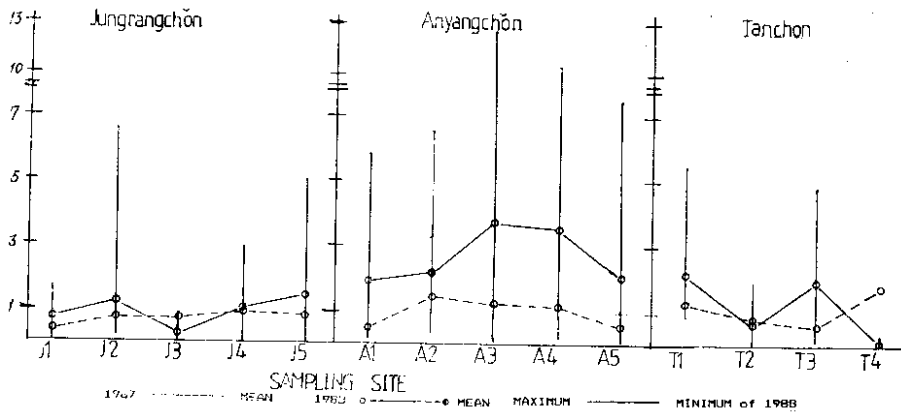


Fig. 9. Analysis of Phosphate Phosphorus of stream to flow into the Han river.

Table 1. Components of Heavy metals in Streams to flow into the Han river.

	Jungrangchon(5 site)		Anyangchon(5 site)		Tanchon(4 site)	
	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
Cd	nd	0	nd~0.007	0.001	nd~0.001	0
Cu	0.004~0.192	0.039	0.021~4.061	0.334	0.004~0.142	0.030
Hg	nd	0	nd	0	nd	0
Zn	0.025~0.790	0.142	0.047~4.612	0.447	0.010~0.388	0.131
Pb	nd~0.043	0.013	0.010~0.132	0.391	nd~0.034	0.011
Cr	nd~0.138	0.016	0.011~2.892	0.130	nd~0.039	0.010
As	0.003~0.012	0.006	0.005~0.025	0.009	0.004~0.008	0.006

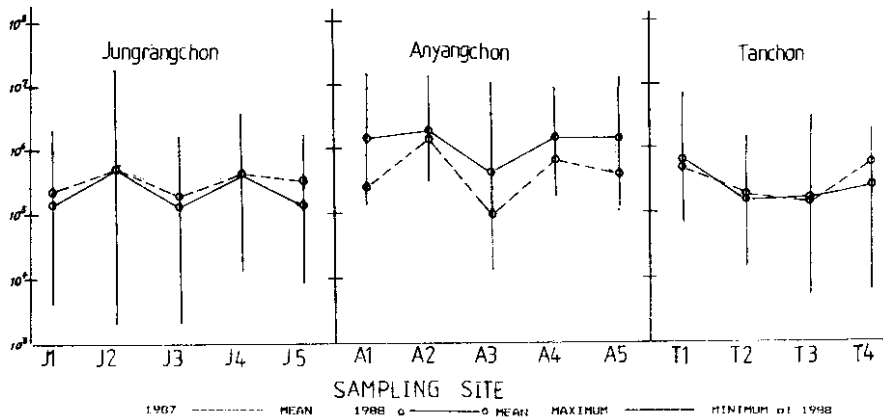


Fig. 10. Analysis of Coliform group of stream to flow into the Han river.

전에 따라 점차 증가 추세¹³⁾에 있으나 현재 각 지점의 수질에서는 거의 검출되지 않는 것으로 나타났으며 CN 역시 산업폐수의 유입이 있는 영기공(A-3)에서 년평균 0.025ppm으로 검출되었을뿐 타지점에서는 극히 미량 및 불검출이었으며 As는 전지점이 월평균 0.003~0.025ppm의 범위를 보였으며 기타 중금속 Cu 및 Zn, Pb, Cr, Hg 등은 표 1에서 나타난 바 안양수계에서 타수계보다 비교적 높은 분포를 보였으며 이는 산업폐수의 직접 유입에 원인이 있는 것으로 생각되나 전술(PO₄-P설명)에서와 마찬가지로 아직은 문제시 되지 않는 것으로 시료된다.

4. 대장균군(Coliform Group)

대장균군은 상수원에서는 세균오염의 지표로 이용되고 있으나 일반적으로 하천에서는 다량의 대장균군이 존재하는 것이 상식화되어 있다. 본 조사에서는 대장균군의 유무보다는 유기오염의 정도 및 하수의 농도, 하수처리 효과의 목적으로 조사하였으며 결과는 Fig. 10와 같다. 중랑 및 탄천수계에서 년평균이 중랑천중류(J-3)의 $1.1 \times 10^5/100\text{ml}$ 에서 고덕철(T-1) $8.2 \times 10^5/100\text{ml}$ 의

범위를 보였으며 안양수계에서는 전년에 비해 다소 증가하여 영기공(A-3) $6.4 \times 10^5/100\text{ml}$ 에서 구로공단(A-2)의 2.7×10^6 의 범위를 나타냈으며, 영기공의 경우 적은유량에 각종 중금속 및 과다한 영양물질, pH의 변화 등으로 대장균군의 번식이 억제된 것으로 안양수계 중 타함복과는 달리 가장 낮은 것으로 나타났다.

결 론

한강으로 유입되는 17개의지점의 지천수를 1988년 1월부터 12월까지 매월 채수하여 조사한 바 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 일반수질의 년평균 농도는 pH 6.7~7.2로서 전반적으로 중성에 가까웠으며, DO는 중랑수계에서 3.5~6.6ppm, 탄천수계 3.1~5.6ppm, 안양수계에서 0.4~2.8ppm으로 나타났다. BOD는 중랑수계에서 13.0~51.8ppm, 탄천수계에서 22.0~94.0ppm, 안양수계에서 109~205ppm의 범위를 나타냈다.
2. 영양염류의 년평균 농도는 NH₃-N가 8.39~

31. 458ppm, NO₃-N는 영기공(A-3)을 제외한 전지점에서 0.077~0.892ppm을 PO₄-P은 0.108~3.726ppm의 범위를 나타냈다.

3. 중금속중 Zn은 년평균 0.131~0.447ppm이었으며 Cd 및 Hg은 거의 불검출로 나타났으며 그의 중금속도 낮게 검출되었다.

4. 대장균군 오염도는 년평균 $1.1 \times 10^5/100\text{ml} \sim 2.7 \times 10^6/100\text{ml}$ 로 나타났다.

5. 이상의 결과에서 탄천수계와 중량수계의 수질은 전년(1987)에 비해 전반적으로 향상되었으며 안양수계의 오염도가 다소 높아졌으나 이들 오염물질이 분리하수관으로 유입되므로 한강에 미치는 직접적인 영향은 거의 없는 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 오수경, 이해식, 김교봉, 배청호, 김덕인, 신정식, 이광국, 김홍제, 최병현, 박상현: 서울지역 저천 수질오염도 조사연구, 서울특별시 보건환경연구원보, 23-435 (1987).
2. 한강물 맑히기 하천정화대책 결과보고서: 서울특별시(1988, 1989).
3. 환경오염(수질) 실태조사지침: 환경청 1984.
4. 환경오염공정시험방법(수질편): 환경청, 고시 제 83-9호 (1983).
5. APHA-AWWA-WPCF: Standard method for the Examination of water and wastewater 16th ed.
6. 일본약학회: 위생시험법주해, 금원사 (1986).
7. 김동민, 김수생: 폐수처리, 산업공해연구소 pp. 21-48 (1984).
8. 위생화학연구회: 위생화학, 경인문화사, pp.137-258 (1976).
9. 최의소, 조광명: 환경공학, 청문각 pp.28-72 (1980).
10. 정문식, 구성희, 이성호: 환경위생학, 신평출판사 pp.131-208 (1988).
11. 이길철: 정책연수과정 관리자세미나, 국립환경연구원 p.145 (1988).
12. 국립환경연구소: 전국 주요 하천기초조사 (1983~1984).
13. 권이혁: 공중보건학, 동명사 p.31 (1969).

Table 2. Analysis of water in Jungtrang 1 (J-1)

Weather	Appointed day Preceding day	Time of Collection												Mean	SE
		1.14 11:20	2.10 11:10	3.17 11:00	4.14 10:40	5.19 11:10	6.16 10:50	7.25 11:00	8.17 11:30	9.15 14:20	10.13 13:15	11.17 14:23	12.14 12:00		
Temperature Air	(°C)	5.4	4.2	8.5	15.0	20.1	23.4	25.5	29.0	27.3	16.5	16.3	8.6	14.5	3.35
Temperature Water	(°C)	7.0	1.0	9.0	13.0	22.0	23.0	22.0	26.0	24.3	14.8	12.5	3.9	14.9	2.36
pH		7.1	7.0	7.2	6.8	7.1	7.0	6.8	6.8	7.4	7.5	7.3	7.5	7.1	0.07
Total Alkalinity	(mg/l)	136	144	126	134	172	186	48	148	92	128	136	194	137	10.93
Total Acidity	(mg/l)	2.9	3.0	2.6	8.5	6.0	6.8	0.6	2.9	3.8	1.9	2.2	6.0	3.9	0.65
Residue on Evaporation	(mg/l)	682	628	776	648	734	979	203	713	628	819	744	1,169	732	62.36
Suspended Solids		6	19	17	21	15	78	6	30	9	9	9	36	21.2	5.59
DO	(mg/l)	8.6	8.4	6.4	6.5	7.4	2.8	7.2	4.3	5.0	8.4	5.7	8.8	6.6	0.52
BOD	(mg/l)	8	20	16	14	16	15	4	12	11	5	20	8	13	1.48
COD	(mg/l)	5.4	25.0	31.0	16.0	36.1	39.5	20.0	19.6	14.5	19.0	24.2	28.3	23.2	2.7
Sulfate	(mg/l)	155.4	205.9	266.8	239.2	287.0	40.8	34.1	22.1	206.9	287.4	296.6	263.1	192.1	28.91
Chloride	(mg/l)	81.9	88.9	94.5	84.0	106.3	63.4	27.5	36.5	75.4	107.8	116.7	107.7	82.6	7.8
Total Hardness	(mg/l)	140	136	140	108	82	192	86	42	64	164	196	213	139	13.13
Ammonia Nitrogen	(mg/l)	18.506	15.251	18.065	12.931	14.800	16.864	4.250	10.037	7.765	10.642	18.042	13.092	13.354	1.24
Nitrate Nitrogen	(mg/l)	0.673	0.741	0.519	0.414	0.673	0.126	2.960	0.013	0.130	1.324	0.721	0.861	0.763	0.21
Total Phosphate	(mg/l)	0.051	0.463	0.755	0.172	0.352	0.878	0.004	1.704	1.049	0.757	1.185	0.484	0.655	0.14
ABS	(mg/l)	0.187	0.173	0.336	0.256	0.291	0.200	0.022	0.085	0.101	0.184	0.211	0.151	0.183	0.02
CN	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
As	(mg/l)	0.005	0.006	0.005	0.006	0.006	0.005	0.004	0.004	0.006	0.004	0.006	0.012	0.006	0.001
Hg	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
Cd	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
Cr	(mg/l)	0.010	0.010	0.014	0.012	0.014	0.012	rd	0.008	0.016	0.016	0.013	0.074	0.017	0.005
Cr+6	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
Pb	(mg/l)	0.017	0.010	0.010	0.014	0.012	0.012	0.012	rd	0.013	0.014	0.012	0.014	0.012	0.001
Cu	(mg/l)	0.036	0.006	0.012	0.014	0.014	0.024	0.007	0.011	0.028	0.011	0.086	0.079	0.027	0.008
Fe	(mg/l)	1.212	0.506	0.464	0.885	0.349	1.449	0.483	0.639	0.235	0.076	0.733	0.959	0.666	0.11
Mn	(mg/l)	1.227	1.357	0.825	1.385	1.271	0.687	1.357	0.721	0.257	0.199	0.736	1.448	0.956	0.13
Zn	(mg/l)	0.143	0.073	0.094	0.049	0.073	0.076	0.025	0.093	0.031	0.047	0.332	0.154	0.078	0.01
Ni	(mg/l)	0.013	0.011	0.012	0.022	0.025	0.012	0.008	rd	0.008	0.020	0.008	0.023	0.014	0.002
*Coliform Group	(MPN/100ml)	6.0×10^4	6.2×10^3	1.7×10^3	3.2×10^2	3.3×10^4	2.1×10^6	4.7×10^4	1.7×10^5	4.9×10^5	3.2×10^5	6.0×10^4	1.4×10^5	1.5×10^6	—

* : Geometry Mean

Table 3. Analysis of water in Uruichón (J-2)

Weather	Time of Collection		1.14		3.17		4.14		5.19		6.16		7.25		8.17		9.15		10.13		11.17		12.14		Mean	SE
	Appointed day	Preceding day	10:50	10:45	10:35	10:18	10:50	10:20	10:50	10:20	10:50	10:20	10:50	10:20	10:50	10:20	10:50	10:20	10:50	10:20	10:50	10:20	10:50	10:20		
Temperature Air			5.0	-3.8	7.0	16.0	19.4	21.0	21.3	29.0	26.2	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	13.7	3.2
Temperature Water			7.0	0	6.4	13.0	18.0	21.8	21.0	25.0	23.2	14.0	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	13.7	2.27	
pH		(°C)	7.4	7.1	7.2	6.9	7.0	6.9	6.6	6.8	7.3	7.2	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
Total Alkalinity		(mg/l)	228	156	124	138	152	100	82	140	108	116	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	114	138	0.11	
Total Acidity		(mg/l)	4.8	2.6	2.4	7.2	3.0	3.4	4.0	3.8	3.0	3.4	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	3.9	0.41	
Residue on Evaporation		(mg/l)	432	388	356	378	388	317	218	298	254	376	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	408	354	19.08	
Suspended Solids		(mg/l)	28	29	33	18	16	124	13	17	13	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	37	9.34	
DO		(mg/l)	8.2	10.2	6.4	4.6	6.9	2.2	3.2	4.3	9.6	9.0	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.5	0.74	
BOD		(mg/l)	36	52	60	28	42	30	17	8	28	36	174	186	186	186	186	186	186	186	186	186	186	58	16.21	
COD		(mg/l)	23.8	13.0	24.0	32.0	28.1	43.5	45.1	11.2	8.1	8.0	43.4	66.6	66.6	66.6	66.6	66.6	66.6	66.6	66.6	66.6	66.6	28.9	5.01	
Sulfate		(mg/l)	62.0	67.5	82.6	85.9	63.1	60.3	39.5	74.1	68.2	76.2	63.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	42.5	65.5	3.88	
Chloride		(mg/l)	79.9	48.1	53.9	58.7	54.5	28.3	35.7	57.6	52.6	63.2	112.7	59.5	59.5	59.5	59.5	59.5	59.5	59.5	59.5	59.5	59.5	58.7	5.91	
Total Hardness		(mg/l)	164	156	54	148	162	162	89	176	208	170	15	100	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	145	11.82
Ammonia Nitrogen		(mg/l)	15.103	11.125	10.153	13.745	8.778	10.211	6.580	4.333	5.647	7.283	12.03	13.662	9.888	9.888	9.888	9.888	9.888	9.888	9.888	9.888	9.888	9.888	9.888	0.82
Nitrate Nitrogen		(mg/l)	0.362	0.317	0.129	0.065	0.032	0.033	2.048	2.324	0.690	0.024	0.092	0.020	0.511	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22
Total Phosphate		(mg/l)	1.098	0.928	0.207	0.336	1.361	0.931	0.077	0.315	0.547	0.718	1.18	6.131	1.186	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48	0.48
ABS		(mg/l)	0.174	2.462	2.221	0.832	0.704	0.334	0.085	0.051	0.094	0.138	0.647	1.045	0.732	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23
CN		(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0	
As		(mg/l)	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.008	0.004	0.006	0.003	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.001	
Hg		(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0	
Cd		(mg/l)	0.006	nd	0.017	0.004	0.008	0.008	0.012	nd	0.006	0.013	0.008	0.010	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.005	
Cr		(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0	
Cr ⁺⁶		(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0	
Pb		(mg/l)	0.005	nd	0.016	0.008	0.008	0.008	0.008	0.006	nd	0.006	0.012	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.001	
Cu		(mg/l)	0.017	0.006	0.019	0.004	0.046	0.034	0.007	0.007	0.014	0.033	0.01	0.050	0.021	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	
Fe		(mg/l)	0.271	0.330	0.562	0.282	0.980	1.059	0.072	0.302	0.185	0.228	0.259	0.632	0.430	0.301	0.301	0.301	0.301	0.301	0.301	0.301	0.301	0.301	0.301	
Mn		(mg/l)	0.845	0.708	0.893	0.696	0.255	0.019	0.059	0.084	0.279	0.230	0.292	0.115	0.373	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308	0.308	
Zn		(mg/l)	0.132	0.088	0.105	0.037	0.145	0.095	0.025	0.031	0.110	0.534	0.141	0.356	0.150	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	0.142	
Ni		(mg/l)	0.008	nd	0.018	nd	0.008	0.012	nd	nd	nd	nd	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.006	
*Coliform Group		(MPN/100ml)	1.8×10^5	3.0×10^3	7.2×10^4	5.0×10^6	1.3×10^6	2.4×10^6	8.0×10^2	2.2×10^1	2.4×10^6	4.0×10^1	1.1×10^6	7.0×10^6	6.7×10^6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Table 4. Analysis of water in Jungrang 2 (J-3)

Time of Collection	1.14	2.10	3.17	4.14	5.19	7.25	8.17	9.15	10.13	11.17	11.17	11.17	12.14	Mean	SE
	12:00	14:30	11:30	11:20	11:40	14:30	16:30	17:00	15:35	14:58	14:58	14:58	15:00		
Weather	Cloudy	Clean	Clean	Clean	Clean	Rain	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean		
Appointed day															
Preceding day															
Temperature Air	(°C)	5.6	0	16.0	21.0	24.5	27.0	28.0	27.2	16.0	15.9	15.9	-7.7	2.7	3.18
Temperature Water	(°C)	6.5	2.0	13.5	22.0	23.0	23.0	26.0	24.4	15.8	12.5	12.5	2.7	15.0	2.39
pH		7.1	7.0	6.9	7.3	6.9	6.7	7.0	7.5	7.5	7.4	7.4	7.4	7.2	0.07
Total Alkalinity	(mg/l)	136	160	174	128	126	64	146	91	135	134	134	164	136	8.69
Total Acidity	(mg/l)	2.6	2.7	9.1	6.4	6.8	1.8	3.0	3.9	4.1	3.8	3.8	6.5	4.4	0.62
Residue on Evaporation	(mg/l)	611	626	666	725	523	284	426	384	568	428	428	947	580	51.22
Suspended Solids	(mg/l)	16	21	28	22	45	6	48	10	9	12	12	23	24	4.15
DO	(mg/l)	6.5	4.3	6.7	3.6	5.8	1.2	0.8	1.6	6.2	5.4	5.4	11.2	4.9	0.8
BOD	(mg/l)	8	20	22	19	18	27	19	19	20	21	21	6	17.2	1.82
COD	(mg/l)	3.8	19.0	21.0	18.0	34.1	31.6	12.6	18.4	15.0	19.2	19.2	21.2	18.9	2.25
Sulfate	(mg/l)	183.4	171.2	253.5	189.3	223.2	144.6	109.9	159.5	83.1	214.6	214.6	194.1	165.3	16.08
Chloride	(mg/l)	78.3	82.3	89.2	73.9	97.3	71.5	63.5	66.5	84.2	87.9	87.9	91.6	76.8	4.57
Total Hardness	(mg/l)	150	98	164	116	128	164	150	146	156	178	178	230	150	9.81
Ammonia Nitrogen	(mg/l)	18.391	14.331	17.391	16.256	14.185	14.491	9.074	10.471	11.962	17.417	17.417	13.034	13.372	1.17
Nitrate Nitrogen	(mg/l)	0.471	0.357	0.648	0.365	0.811	0.735	0.011	0.054	0.182	0.427	0.427	0.935	0.643	0.20
Total Phosphate	(mg/l)	0.019	0.440	0.070	0.197	0.376	0.815	0.280	0.631	0.247	0.120	0.120	0.008	0.267	0.07
ABS	(mg/l)	0.161	0.139	0.259	0.411	0.448	0.405	0.011	0.054	0.182	0.427	0.427	0.935	0.643	0.02
CN	(mg/l)	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	0	0
As	(mg/l)	0.006	0.005	0.005	0.004	0.005	0.005	0.004	0.005	0.006	0.006	0.006	0.008	0.005	0.001
Hg	(mg/l)	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	0	0
Cd	(mg/l)	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	0	0
Cr	(mg/l)	0.008	0.009	0.018	0.015	0.009	0.012	0.011	0.008	0.008	0.010	0.010	0.023	0.022	0.01
Cr ⁺⁶	(mg/l)	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	0	0
Pb	(mg/l)	0.019	0.007	0.024	0.008	0.010	0.023	0.012	0.012	0.010	0.012	0.012	0.015	0.019	0.005
Cu	(mg/l)	0.063	0.062	0.064	0.018	0.011	0.024	0.015	0.014	0.015	0.097	0.097	0.025	0.036	0.009
Fe	(mg/l)	1.388	0.638	1.519	0.899	0.632	2.207	1.277	0.705	0.237	1.175	1.175	1.006	0.992	0.16
Mn	(mg/l)	1.505	0.343	1.274	1.095	0.709	0.044	0.249	0.327	0.407	0.660	0.660	1.911	0.714	0.17
Zn	(mg/l)	0.099	0.164	0.293	0.061	0.073	0.085	0.062	0.094	0.251	0.217	0.217	0.089	0.127	0.02
Ni	(mg/l)	0.023	0.011	0.012	0.018	0.010	0.012	rd	0.013	0.018	0.010	0.010	0.016	0.013	0.002
*Coliform Group	(MPN/100ml)	1.1×10^4	3.2×10^3	4.5×10^4	3.1×10^5	5.4×10^4	1.8×10^6	3.5×10^4	1.6×10^6	7.9×10^5	4.2×10^5	3.3×10^4	6.0×10^4	1.1×10^5	—

Table 5. Analysis of water in Chonggaechön (J-4)

Weather	Appointed day	Time of Collection												Mean	SE
		1-14 12:10	2-10 10:16	3-17 10:05	4-14 09:45	5-19 10:20	6-16 09:55	7-25 10:10	8-17 10:30	9-15 12:00	10-13 10:40	11-17 13:10	12-14 11:14		
Temperature Air	(°C)	5.8	-4.0	8.0	15.0	19.3	19.8	25.0	28.0	25.5	16.0	16.0	16.0	13.7	11.18
Temperature Water	(°C)	7.0	3.0	7.0	13.0	19.0	21.0	21.0	26.0	23.8	16.0	13.5	5.2	14.6	2.14
pH		7.1	7.1	7.3	6.7	6.6	6.8	6.6	6.9	7.4	7.1	7.1	7.3	7.0	0.07
Total Alkalinity	(mg/l)	112	124	94	96	90	96	84	108	92	95	100	110	100	3.06
Total Acidity	(mg/l)	3.0	2.4	1.8	5.4	3.8	4.0	2.9	1.9	2.0	1.8	2.0	4.5	3.0	0.33
Residue on Evaporation	(mg/l)	186	209	218	344	389	488	394	265	165	844	454	220	348	52.7
Suspended Solids	(mg/l)	64	44	20	24	15	86	56	162	14	312	88	23	76	23.74
DO	(mg/l)	7.2	7.4	6.5	4.3	0.9	0.2	2.6	0.8	0.6	1.3	2.9	7.4	3.5	0.81
BOD	(mg/l)	34	28	30	36	36	54	25	38	51	80	126	36	48	7.96
COD	(mg/l)	20.8	15.0	12.0	15.3	25.1	83.0	28.0	15.6	14.5	12.0	40.4	17.2	24.9	5.54
Sulfate	(mg/l)	25.2	23.5	29.3	28.1	33.1	49.3	27.7	21.9	27.3	34.7	29.9	25.6	29.6	1.99
Chloride	(mg/l)	43.8	32.2	35.5	37.1	45.2	22.1	37.9	34.6	44.9	41.9	54.6	36.6	38.9	2.24
Total Hardness	(mg/l)	124	112	56	64	132	110	86	101	90	130	86	113	100	6.79
Ammonia Nitrogen	(mg/l)	15.034	6.792	8.243	8.723	8.111	7.235	4.251	7.222	6.941	7.011	12.438	8.684	8.391	0.78
Nitrate Nitrogen	(mg/l)	0.029	0.329	0.035	0.026	0.027	0.016	2.960	0.133	0.010	0.074	0.156	0.021	0.344	0.23
Total Phosphate	(mg/l)	0.433	0.999	0.341	0.358	1.922	1.243	0.006	1.150	2.917	0.836	1.831	1.011	1.062	0.23
ABS	(mg/l)	1.493	0.600	0.075	0.168	0.157	0.181	0.077	0.112	0.202	0.222	0.488	0.119	0.325	0.11
CN	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
As	(mg/l)	0.005	0.003	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005	0.006	0.008	0.007	0.006	0.003	0.005	0.001
Hg	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
Cd	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
Cr	(mg/l)	0.008	0.012	0.012	0.014	0.008	0.069	0.014	0.008	0.012	0.013	0.013	0.018	0.017	0.005
Cr ⁶⁺	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
Pb	(mg/l)	0.016	0.016	0.027	0.012	0.008	0.012	0.011	0.008	0.008	0.014	0.008	0.014	0.013	0.005
Cu	(mg/l)	0.023	0.012	0.019	0.108	0.027	0.042	0.020	0.022	0.014	0.029	0.099	0.041	0.038	0.009
Fe	(mg/l)	0.529	0.451	0.134	0.510	1.111	3.246	0.188	1.047	0.386	0.305	0.302	0.356	0.714	0.24
Mn	(mg/l)	0.177	0.191	0.021	0.145	0.334	0.333	0.103	0.127	0.209	0.011	0.132	0.159	0.162	0.03
Zn	(mg/l)	0.118	0.071	0.059	0.110	0.083	0.474	0.05	0.139	0.047	0.110	0.166	0.121	0.129	0.03
Ni	(mg/l)	0.013	0.017	0.014	0.018	0.008	0.024	0.010	0.008	0.008	0.023	0.013	0.012	0.014	0.002
*Coliform Group	(MPN/100ml)	1.7×10^4	1.8×10^4	1.1×10^5	1.7×10^5	3.5×10^5	2.2×10^5	7.9×10^5	4.0×10^5	3.3×10^5	1.4×10^6	5.9×10^5	2.6×10^5	6.0×10^5	—

Table 6. Analysis of water in Junrang 3 (J-5)

Weather	Time of Collection												Mean	SE	
	1.14 15:20	2.10 14:50	3.17 15:40	4.14 15:05	5.19 14:10	6.16 15:30	7.25 16:00	8.17 17:00	9.15 17:20	10.13 15:50	11.17 14:58	12.14 15:40			
Appointed day	Cloudy	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean		
Preceding day	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean		
Temperature Air	(°C)	5.8	0	14.0	16.0	22.0	26.0	27.0	27.0	27.3	16.0	15.8	15.8	3.15	
Temperature Water	(°C)	6.3	6.0	10.0	16.0	23.0	23.0	22.5	26.0	24.1	16.0	12.0	15.8	2.18	
pH	(mg/l)	7.2	7.1	7.2	7.0	7.0	7.0	6.8	6.9	7.4	6.5	6.9	7.0	0.06	
Total Alkalinity	(mg/l)	124	128	132	152	156	154	72	118	79	49	96	114	9.49	
Total Acidity	(mg/l)	2.7	2.7	2.5	6.3	4.8	5.4	1.8	1.2	2.4	6.3	4.8	6.0	3.9	
Residue on Evaporation	(mg/l)	315	342	347	408	414	502	390	904	564	298	304	323	47.33	
Suspended Solids	(mg/l)	28	39	45	16	50	105	27	181	18	9	12	24	46	
DO	(mg/l)	6.2	7.0	3.9	6.3	2.8	2.0	5.0	0.6	3.2	6.2	6.2	8.9	0.66	
BOD	(mg/l)	16	22	24	17	57	65	10	54	22	13	24	14	28	
COD	(mg/l)	6.1	17.0	17.0	12.0	40.1	55.4	20.0	23.2	9.7	11.0	14.1	19.2	20.4	
Sulfate Chloride	(mg/l)	63.6	60.0	68.5	84.2	75.7	81.0	52.5	56.3	79.1	62.2	37.4	63.1	65.3	
Total Hardness	(mg/l)	59.9	47.3	61.5	56.6	58.7	55.9	39.7	41.7	54.9	73.5	47.8	56.9	54.5	
Ammonia Nitrogen	(mg/l)	80	116	74	90	108	122	95	120	112	90	112	110	102	
Nitrate Nitrogen	(mg/l)	18.368	10.583	17.915	21.021	22.222	20.519	6.111	8.778	10.833	7.849	13.688	10.498	14.032	
Total Phosphate	(mg/l)	0.010	0.338	0.102	0.236	0.026	0.020	3.838	0.010	1.402	0.427	0.108	3.608	0.844	
ARS	(mg/l)	0.405	0.849	0.675	0.747	5.233	2.998	0.049	0.921	1.886	0.781	1.088	1.169	1.400	
CN	(mg/l)	0.138	0.320	0.197	0.192	0.157	0.429	0.052	0.488	0.502	0.604	0.452	0.182	0.309	
As	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	
Hg	(mg/l)	0.005	0.004	0.006	0.004	0.006	0.07	0.004	0.006	0.007	0.006	0.006	0.011	0.006	
Cd	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	
Cr	(mg/l)	0.007	0.012	0.026	0.008	0.022	0.008	0.032	0.014	0.018	0.024	0.016	0.020	0.017	
Cr+6	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	
Pb	(mg/l)	0.012	0.016	0.011	0.012	0.008	0.015	0.023	0.014	0.008	0.018	0.043	0.023	0.017	
Cu	(mg/l)	0.033	0.012	0.040	0.018	0.090	0.141	0.051	0.073	0.010	0.192	0.118	0.028	0.067	
Fe	(mg/l)	0.659	0.451	0.391	0.282	1.296	3.079	1.744	7.203	0.218	0.085	0.324	0.251	1.332	
Mn	(mg/l)	0.402	0.191	0.346	0.268	0.079	0.102	0.356	0.495	0.059	0.031	0.127	0.242	0.225	
Zn	(mg/l)	0.111	0.071	0.105	0.098	0.270	0.455	0.100	0.790	0.031	0.110	0.102	0.210	0.204	
Ni	(mg/l)	0.041	0.017	0.016	0.019	0.008	0.117	0.008	0.013	0.019	0.008	0.014	0.008	0.024	
*Coliform Group	(MPN/100ml)	1.4×10^5	9.0×10^5	2.0×10^5	1.1×10^5	7.9×10^5	2.0×10^5	1.6×10^5	8.4×10^5	2.2×10^5	1.2×10^5	7.0×10^4	1.1×10^4	1.2×10^5	

Table 7. Analysis of water in Upper Stream Anyangchón (A-1)

Weather	Time of Collection		1.15		2.12		3.18		4.15		5.20		6.17		7.27		8.18		9.15		10.14		11.16		12.15		Mean	SE	
	Appointed day	Preceding day	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean			Clean
Temperature Air			9.8	7.1	7.0	3.0	5.0	16.0	19.5	24.0	28.0	29.5	23.5	18.1	13.0	7.5	15.2	3.06											
Temperature Water			7.6	7.0	7.0	2.0	7.0	15.0	21.0	23.0	24.0	29.0	21.8	15.4	12.0	2.8	16.1	2.46											
pH			7.1	7.0	7.0	7.1	6.8	6.8	6.8	7.0	6.6	6.8	7.3	7.1	7.3	7.2	7.0	0.06											
Total Alkalinity			156	160	164	164	180	180	190	182	136	180	146	176	116	170	163	5.99											
Total Acidity			3.4	3.6	2.4	6.2	684	708	773	773	598	565	398	811	728	813	671	0.9											
Residue on Evaporation			751	602	622	684	708	773	773	773	598	565	398	811	728	813	671	0.9											
Suspended Solids			126	104	57	79	129	107	107	107	45	64	25	70	76	99	82	8.86											
DO			3.4	3.2	2.3	0.5	0	0	0	0	0.2	0.2	0.6	0.2	2.7	5.7	1.6	0.51											
BOD			126	162	102	126	274	274	274	96	48	72	78	156	108	124	123	16.04											
COD			58.8	56.0	52.0	60.0	72.1	72.1	72.1	63.3	40.1	59.4	22.6	62.1	49.5	79.8	56.3	4.06											
Sulfate			173.8	120.9	139.1	198.2	227.8	249.7	249.7	249.7	96.4	139.4	187.4	218.9	151.9	184.3	174.0	12.71											
Chloride			120.4	74.5	63.9	84.2	102.0	108.8	108.8	108.8	68.4	84.5	79.8	69.4	83.9	94.1	86.2	4.77											
Total Hardness			172	116	146	136	180	180	180	176	132	160	166	174	160	167	157	5.57											
Ammonia Nitrogen			26.528	22.875	23.957	22.170	27.185	22.185	22.185	13.411	16.815	18.941	22.491	18.458	21.433	21.371	1.08												
Nitrate Nitrogen			2.682	0.381	0.069	0.023	0.190	0.190	0.190	0.166	0.127	0.069	0.069	0.143	0.094	0.131	0.340	0.21											
Total Phosphate			0.929	0.498	0.600	0.779	4.481	4.500	4.500	4.500	0.125	1.673	2.863	5.844	0.181	0.833	1.941	0.55											
ABS			2.641	2.997	3.160	3.627	3.973	3.973	3.973	1.800	1.467	1.467	1.083	2.904	2.092	2.384	2.466	0.25											
CN			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001												
As			0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.007	0.010	0.008	0.009	0.007	0.008	0.008	0.008	0.001											
Hg			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001											
Cd			0	0.001	0	0.001	0	0.001	0	0.001	0	0.001	0.002	0.001	0.003	0.002	0.001	0.001											
Cr			0.029	0.109	0.210	0.047	0.081	0.081	0.081	0.118	0.23	0.027	0.083	0.047	0.069	0.253	0.091	0.02											
Cr ⁶⁺			0.100	0.011	0.008	0.008	0	0	0	0	0	0.005	0.005	0	0.005	0.005	0.001	0.001											
Pb			0.023	0.044	0.039	0.014	0.014	0.014	0.014	0.023	0.022	0.016	0.018	0.037	0.048	0.035	0.028	0.003											
Cu			0.109	0.101	0.053	0.072	0.065	0.065	0.065	0.081	0.035	0.04	0.063	0.083	0.054	0.136	0.074	0.008											
Fe			1.871	1.232	1.481	1.061	1.753	2.368	2.368	0.921	1.295	1.175	0.406	0.701	2.118	1.365	0.16	0.08											
Mn			0.226	0.278	0.360	0.372	0.548	0.404	0.469	0.469	0.362	0.614	0.249	0.265	0.076	0.265	0.04	0.04											
Zn			0.506	0.456	0.211	0.281	0.270	0.322	0.163	0.322	0.163	0.294	0.220	0.216	0.153	0.841	0.328	0.05											
Ni			0.064	0.067	0.084	0.070	0.071	0.083	0.024	0.024	0.025	0.045	0.045	0.034	0.034	0.039	0.056	0.006											
*Coliform Group			1.2 × 10 ⁸	2.3 × 10 ⁵	5.4 × 10 ⁵	9.4 × 10 ⁵	1.4 × 10 ⁶	6.0 × 10 ⁶	6.0 × 10 ⁶	2.6 × 10 ⁶	5.9 × 10 ⁶	1.6 × 10 ⁶	1.7 × 10 ⁷	4.5 × 10 ⁶	4.7 × 10 ⁶	1.5 × 10 ⁶	—	—											

Table 8. Analysis of water in Kuro Industrial Complex (A-2)

Weather	Appointed day Preceding day	Time of Collection												Mean	SE
		1.15 15:10	2.12 10:45	3.18 10:45	4.15 11:30	5.20 11:00	6.17 11:00	7.28 11:00	8.18 14:28	9.15 10:30	10.14 10:40	11.16 15:00	12.15 13:50		
Temperature Air	(°C)	10.0	0	4.5	15.0	20.0	24.0	27.0	29.0	23.5	18.2	12.5	-6.8	15.2	2.72
Temperature Water	(°C)	10.0	6.0	11.0	16.0	20.0	25.0	23.0	25.0	21.8	17.0	12.0	6.4	16.1	1.92
pH		7.0	7.1	7.0	6.8	6.6	7.0	6.8	6.8	7.5	7.0	7.0	7.2	7.0	0.06
Total Alkalinity	(mg/l)	168	164	176	220	198	210	176	156	162	155	158	196	178	6.17
Total Acidity	(mg/l)	4.0	3.8	3.8	8.4	8.1	7.8	3.4	3.1	2.8	2.0	1.8	8.3	4.8	0.72
Residue on Evaporation	(mg/l)	559	635	627	638	591	482	434	408	380	434	414	539	512	26.92
Suspended Solids	(mg/l)	72	90	124	124	121	53	68	139	58	125	112	76	97	8.43
DO	(mg/l)	0	0.4	1.0	0	0	0	0.1	0	0.6	0	0.8	2.2	0.4	0.18
BOD	(mg/l)	174	216	180	216	306	162	126	168	162	174	180	164	186	12.39
COD	(mg/l)	128.0	112.0	60.0	46.0	80.2	59.3	76.2	82.8	53.3	71.0	67.7	54.5	74.3	26.74
Sulfate	(mg/l)	98.6	82.1	167.9	183.2	167.9	114.5	50.5	89.3	144.3	49.2	236.6	106.5	124.2	15.69
Chloride	(mg/l)	82.6	50.5	64.5	61.8	71.3	75.5	60.1	64.8	63.4	76.6	79.8	74.1	68.8	2.61
Total Hardness	(mg/l)	96	88	70	70	134	130	102	114	120	144	182	120	114	8.85
Ammonia Nitrogen	(mg/l)	34.161	33.583	32.174	25.915	29.259	26.441	10.061	18.111	20.471	26.321	29.729	22.844	25.756	1.94
Nitrate Nitrogen	(mg/l)	0.019	0.317	0.019	5.951	0.023	rd	0.012	rd	0.019	0.520	0.089	0.035	0.584	0.47
Total Phosphate	(mg/l)	0.951	1.745	0.861	1.385	6.521	6.252	0.370	2.911	5.865	5.258	3.114	2.669	2.158	0.62
ABS	(mg/l)	4.000	4.880	4.745	5.200	3.867	1.761	4.320	2.133	3.284	4.448	6.848	3.065	4.046	9.38
CN	(mg/l)	0.011	rd	rd	rd	0.010	rd	rd	0.010	0.008	0.010	rd	0.020	0.006	0.002
As	(mg/l)	0.009	0.009	0.009	0.008	0.010	0.025	0.009	0.013	0.005	0.008	0.006	0.007	0.010	0.005
Hg	(mg/l)	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	0	0
Cd	(mg/l)	0.001	0.001	0.001	rd	rd	0.001	rd	rd	0.001	rd	0.002	0.002	0.001	0.001
Cr	(mg/l)	0.022	0.171	0.087	0.045	0.062	0.079	0.018	0.041	0.013	0.038	0.040	0.044	0.059	0.011
Cr ⁺⁶	(mg/l)	0.006	rd	0.008	rd	0.006	rd	rd	0.003	0.007	0.066	rd	0.010	0.003	0.001
Pb	(mg/l)	0.124	0.115	0.034	0.022	0.023	0.018	0.023	0.022	0.025	0.022	0.033	0.088	0.049	0.01
Cu	(mg/l)	0.159	0.042	0.221	0.050	0.057	0.225	0.043	0.029	0.038	0.029	0.061	0.057	0.084	0.02
Fe	(mg/l)	3.129	1.397	4.845	1.878	1.187	1.4429	0.787	3.690	0.665	0.415	1.715	0.872	1.834	0.38
Mn	(mg/l)	0.228	0.235	0.293	0.196	0.471	0.252	0.216	0.229	0.196	0.143	0.256	0.117	0.236	0.02
Zn	(mg/l)	0.429	0.195	0.433	0.232	0.083	0.180	0.163	0.341	0.110	0.126	0.230	0.251	0.231	0.03
Ni	(mg/l)	0.058	0.028	0.036	0.038	0.034	0.025	0.028	0.024	0.084	0.047	0.022	0.027	0.038	0.005
*Coliform Group	(MPN/100ml)	7.0×10^5	5.4×10^5	1.1×10^6	1.8×10^6	2.2×10^6	5.0×10^6	3.2×10^6	1.3×10^7	1.1×10^7	9.2×10^6	4.7×10^6	7.2×10^6	2.7×10^6	—

Table 9. Analysis of water in Youngdangpo Machinery Industrial Complex (A-3)

Weather	Appointed day	Time of Collection												Mean	SE
		15:00	2:12	3:18	4:15	5:20	6:17	7:18	8:18	9:15	10:14	11:16	12:14		
Temperature Air	(°C)	10.0	3.0	5.0	16.5	20.0	24.0	27.5	29.0	25.2	18.0	12.0	12.0	15.3	3.03
Temperature Water	(°C)	7.0	3.0	8.0	16.0	20.0	25.0	22.0	25.0	22.8	17.3	13.0	13.0	15.5	2.16
pH		7.5	7.2	7.0	5.1	6.9	7.0	6.8	6.7	7.3	4.5	7.1	6.9	6.7	0.25
Total Alkalinity	(mg/l)	180	244	256	26	218	196	168	194	135	149	162	132	172	16.75
Total Acidity	(mg/l)	7.4	6.8	7.2	150.0	7.8	7.0	6.4	8.0	6.4	7.0	7.4	6.3	18.9	11.41
Residue on Evaporation	(mg/l)	609	587	705	699	724	755	698	501	674	869	794	704	693	26.59
Suspended Solids	(mg/l)	164	255	198	174	198	101	62	97	147	331	197	187	176	20.01
DO	(mg/l)	5.2	6.4	2.3	0.8	0	3.0	1.8	1.2	2.0	3.6	5.6	2.2	2.8	0.55
BOD	(mg/l)	204	242	268	156	480	192	78	150	162	156	232	138	205	27.91
COD	(mg/l)	131.0	120.0	82.0	66.0	128.3	85.1	60.1	70.2	54.9	60.0	86.9	65.7	84.2	7.6
Sulfate	(mg/l)	57.4	59.2	78.5	151.8	169.8	228.0	40.0	124.4	55.0	53.8	124.7	54.7	99.78	16.44
Chloride	(mg/l)	102.3	64.1	83.1	57.1	59.4	104.7	61.9	72.4	83.1	120.4	108.7	91.8	84.1	5.96
Total Hardness	(mg/l)	180	168	122	144	230	158	129	178	140	308	184	183	177	14.02
Ammonia Nitrogen	(mg/l)	52.138	39.458	44.087	45.021	44.111	27.631	15.430	14.407	31.059	22.283	18.483	23.434	31.458	3.61
Nitrate Nitrogen	(mg/l)	0.048	0.310	0.024	9.860	0.028	nd	0.158	nd	0.214	11.920	0.099	0.012	1.889	1.17
Total Phosphate	(mg/l)	6.224	1.023	0.555	0.830	11.111	1.535	0.131	1.046	0.448	12.481	8.484	0.542	3.726	1.26
ABS	(mg/l)	10.720	9.787	11.360	6.533	7.413	5.867	6.693	5.600	6.884	7.094	9.694	7.045	7.891	0.54
CN	(mg/l)	0.048	0.011	nd	nd	nd	nd	0.010	0.060	0.110	0.034	0.040	0.018	0.025	0.009
As	(mg/l)	0.013	0.014	0.013	0.010	0.009	0.007	0.011	0.009	0.015	0.010	0.012	0.008	0.011	0.001
Hg	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
Cd	(mg/l)	0.002	0.002	0.003	0.007	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.004	0.002	0.005	0.003	0.001
Cr	(mg/l)	0.019	0.147	0.087	2.892	0.091	0.079	0.058	0.022	0.134	0.687	0.148	0.609	0.414	0.22
Cr ⁺⁶	(mg/l)	0.006	0.007	0.008	0.008	0.008	0.008	nd	0.005	0.007	nd	0.045	0.042	0.012	0.004
Pb	(mg/l)	0.088	0.079	0.032	0.132	0.022	0.028	0.034	0.032	0.033	0.084	0.045	0.110	0.060	0.01
Cu	(mg/l)	0.239	1.353	0.264	3.458	0.212	0.241	0.394	0.081	3.771	1.849	0.725	4.061	1.387	0.40
Fe	(mg/l)	2.635	2.838	4.999	11.657	5.162	4.527	1.136	2.289	14.107	6.998	4.163	18.665	6.598	1.49
Mn	(mg/l)	0.148	0.135	0.158	1.003	0.211	0.188	0.147	0.142	0.287	0.808	0.185	0.180	0.299	0.08
Zn	(mg/l)	4.162	0.975	0.609	1.966	0.841	1.574	0.325	0.217	0.880	1.917	0.371	0.671	1.247	0.34
Ni	(mg/l)	0.081	0.051	0.066	0.307	0.096	0.224	0.032	0.099	0.176	0.077	0.035	0.034	0.107	0.02
*Coliform Group	(MPN/100ml)	7.9×10^5	1.8×10^5	7.9×10^5	1.6×10^4	4.7×10^5	2.0×10^5	1.1×10^5	1.2×10^5	3.3×10^4	1.7×10^5	3.2×10^5	6.4×10^5	—	—

Table 10. Analysis of water in Gaewhachón (A-4)

Weather	Time of Collection		1.15		2.12		3.18		4.15		5.20		6.17		7.28		8.18		9.15		10.14		11.16		12.15		Mean	SE
	Appointed day	Preceding day	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy	Cloudy		
Temperature Air	(°C)		10.0	3.0	4.5	16.0	20.0	25.0	27.0	30.0	25.5	18.5	12.2	15.4	15.1	3.09												
Temperature Water	(°C)		6.0	2.0	7.0	15.5	20.0	24.0	22.0	27.0	25.5	16.5	13.0	15.1	2.46													
pH			7.3	7.1	7.2	6.8	6.9	7.0	6.8	6.8	7.5	7.4	7.2	7.1	0.07													
Total Alkalinity	(mg/l)		164	160	186	194	208	194	158	156	90	139	124	164	9.57													
Total Acidity	(mg/l)		2.5	2.7	3.2	10.8	11.1	7.8	2.0	2.6	1.8	2.0	2.4	4.4	0.95													
Residue on Evaporation	(mg/l)		263	346	422	508	584	605	799	838	754	384	428	527	52.4													
Suspended Solids	(mg/l)		121	77	82	112	114	65	422	402	162	129	158	179	32.97													
DO	(mg/l)		3.6	4.0	2.2	0.4	0	0.8	0.6	0	1.8	2.2	4.2	2.1	0.51													
BOD	(mg/l)		84	192	144	150	262	90	144	114	120	156	92	137	14.23													
COD	(mg/l)		38.0	52.0	42.0	48.0	108.2	59.3	96.2	82.1	62.6	40.9	45.5	59.6	6.51													
Sulfate	(mg/l)		49.1	41.9	67.6	45.9	40.6	41.9	42.7	54.4	33.4	35.6	55.7	57.8	11.33													
Chloride	(mg/l)		93.8	55.5	63.9	62.7	69.4	73.4	55.1	58.7	58.8	73.3	76.6	69.6	3.72													
Total Hardness	(mg/l)		72	84	102	48	140	160	121	131	120	136	164	117	9.66													
Ammonia Nitrogen	(mg/l)		38.575	31.542	39.652	37.915	39.037	1.703	21.64	22.444	23.411	26.171	21.333	27.135	3.05													
Nitrate Nitrogen	(mg/l)		0.366	0.325	0.027	0.030	0.023	0.023	0.156	0.252	0.041	0.011	0.092	0.123	0.04													
Total Phosphate	(mg/l)		1.393	1.463	1.898	1.488	10.263	7.798	0.233	2.734	5.671	5.816	1.803	3.449	0.88													
ABS	(mg/l)		6.347	3.765	5.041	6.267	6.427	1.147	5.867	5.813	6.091	8.481	7.928	5.805	0.52													
CN	(mg/l)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0													
As	(mg/l)		0.010	0.009	0.008	0.006	0.007	0.008	0.009	0.008	0.010	0.008	0.007	0.008	0.001													
Hg	(mg/l)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0													
Cd	(mg/l)		0.001	0.002	0	0	0	0	0.003	0.001	0	0.002	0.001	0.001	0.001													
Cr	(mg/l)		0.011	0.014	0.052	0.026	0.040	0.088	0.025	0.033	0.042	0.037	0.037	0.037	0.006													
Cr ⁺⁶	(mg/l)		0	0	0.012	0	0	0	0	0	0	0.008	0.008	0.002	0.001													
Pb	(mg/l)		0.025	0.031	0.030	0.021	0.012	0.150	0.013	0.013	0.014	0.022	0.034	0.032	0.01													
Cu	(mg/l)		0.119	0.071	0.056	0.029	0.057	0.039	0.094	0.066	0.021	0.036	0.287	0.077	0.02													
Fe	(mg/l)		2.459	2.091	1.375	1.194	0.839	4.447	0.119	3.708	1.041	1.354	1.404	1.921	0.31													
Mn	(mg/l)		0.440	0.291	0.399	0.261	0.244	0.426	0.565	0.339	0.137	0.071	0.239	0.210	0.04													
Zn	(mg/l)		0.495	0.428	0.293	0.147	0.125	0.313	0.175	0.175	0.047	0.188	0.259	0.303	0.04													
Ni	(mg/l)		0.052	0.079	0.060	0.051	0.040	0.024	0.014	0.023	0.038	0.018	0.010	0.036	0.006													
*Coliform Group	(MPN/100ml)		3.5 × 10 ⁵	2.7 × 10 ⁵	3.9 × 10 ⁵	8.4 × 10 ⁵	1.7 × 10 ⁶	7.5 × 10 ⁵	1.8 × 10 ⁶	5.4 × 10 ⁵	9.4 × 10 ⁵	5.4 × 10 ⁵	9.4 × 10 ⁵	6.3 × 10 ⁵	1.5 × 10 ⁶													

Table 11. Analysis of water in Anyangchón (A-5)

Weather	Appointed day	Time of Collection												Mean	SE
		10:55	2:12	3:18	4:15	5:20	6:17	7:27	8:18	9:19	10:14	11:16	12:15		
Temperature Air	(°C)	4.5	-1.0	7.0	16.3	21.0	26.0	28.0	29.0	26.0	19.0	12.0	12.0	15.5	2.55
Temperature Water	(°C)	6.0	2.0	7.0	16.0	20.0	25.0	23.0	27.0	24.0	17.5	12.0	12.0	15.5	2.55
pH	(mg/l)	7.1	7.0	7.0	7.0	6.9	6.7	7.0	6.7	6.9	6.8	7.2	7.2	7.0	0.05
Total Alkalinity	(mg/l)	180	172	160	194	230	174	142	184	133	95	112	178	163	10.27
Total Acidity	(mg/l)	3.8	3.5	3.0	13.8	7.0	4.2	3.8	4.2	3.8	2.9	3.4	4.6	4.8	0.83
Residue on Evaporation	(mg/l)	559	666	686	702	938	495	650	602	784	648	594	652	665	31.22
Suspended Solids	(mg/l)	23	142	51	84	404	78	52	60	120	50	23	58	95	28.57
DO	(mg/l)	0.8	4.4	1.8	0.2	0	0.2	0	0	0.2	0	0.4	2.2	0.9	0.37
BOD	(mg/l)	84	162	96	126	248	84	45	106	88	114	75	82	109	14.52
COD	(mg/l)	49.0	74.0	54.0	42.0	104.0	39.5	30.1	47.1	30.7	42.0	36.4	47.5	49.7	5.72
Sulfate	(mg/l)	99.7	89.9	212.0	186.1	154.2	101.2	84.8	135.4	75.5	163.6	142.1	147.9	132.0	11.8
Chloride	(mg/l)	74.9	64.7	84.6	86.4	83.7	75.4	67.2	88.8	71.9	97.8	74.4	87.6	79.8	2.73
Total Hardness	(mg/l)	96	88	108	126	154	132	123	137	110	154	202	173	134	9.11
Ammonia Nitrogen	(mg/l)	24.000	18.083	22.478	21.362	24.592	12.519	13.871	15.815	21.882	17.245	13.938	20.434	18.851	1.16
Nitrate Nitrogen	(mg/l)	0.053	0.320	0.033	0.061	0.058	0.011	0.163	0.094	0.037	0.039	0.101	0.010	0.082	0.02
Total Phosphate	(mg/l)	0.658	0.750	0.328	0.558	7.481	3.641	0.064	2.641	3.528	2.835	1.035	1.571	2.091	0.58
ABS	(mg/l)	2.373	4.123	4.227	4.400	1.307	1.041	1.856	1.213	1.486	2.804	3.928	2.239	2.583	0.22
CN	(mg/l)	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	0	0
As	(mg/l)	0.007	0.007	0.008	0.006	0.006	0.005	0.008	0.007	0.006	0.008	0.007	0.010	0.007	0.001
Hg	(mg/l)	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	0	0
Cd	(mg/l)	rd	0.001	rd	0.002	rd	0.001	rd	rd	rd	0.002	rd	0.002	0.001	0.001
Cr	(mg/l)	0.013	0.073	0.105	0.067	0.068	0.069	0.023	0.009	0.015	0.045	0.016	0.089	0.049	0.01
Cr ⁺⁶	(mg/l)	rd	0.007	0.008	rd	0.008	rd	rd	rd	rd	0.004	rd	rd	0.002	0.001
Pb	(mg/l)	0.058	0.022	0.024	0.027	0.024	0.024	0.034	0.010	0.011	0.036	0.017	0.029	0.026	0.004
Cu	(mg/l)	0.050	0.045	0.053	0.040	0.027	0.034	0.043	0.029	0.059	0.022	0.068	0.101	0.048	0.006
Fe	(mg/l)	1.247	1.320	2.107	1.811	1.056	1.670	1.735	1.437	1.595	0.423	0.755	2.129	1.433	0.14
Mn	(mg/l)	0.368	0.295	0.399	0.392	0.319	0.331	0.521	0.211	0.263	0.070	0.244	0.240	0.304	0.03
Zn	(mg/l)	0.209	0.252	0.246	0.232	0.125	0.133	0.158	0.124	0.126	0.126	0.269	0.356	0.196	0.07
Ni	(mg/l)	0.035	0.062	0.072	0.058	0.050	0.058	0.032	0.011	0.017	0.045	0.014	0.025	0.040	0.01
*Coliform Group	(MPN/100ml)	1.2×10^8	2.3×10^5	5.4×10^5	9.4×10^3	1.4×10^6	6.0×10^5	2.6×10^6	5.9×10^6	1.6×10^6	1.7×10^7	4.5×10^6	4.7×10^5	1.5×10^6	

Table 12. Analysis of water in Godögchön. (T-1)

Weather	Appointed day	Time of Collection												Mean	SE	
		1.14 14:05	2.10 14:00	3.17 15:00	4.14 13:00	5.19 14:00	6.16 13:45	8.17 14:10	9.15 15:30	10.13 14:15	11.17 16:08	12.14 14:05				
Temperature Air	(°C)	5.7	7.1	7.4	6.8	6.9	6.8	6.9	7.5	7.5	7.4	7.5	7.5	7.2	15.2	3.47
Temperature Water	(°C)	7.2	8.0	10.0	15.0	24.5	26.0	26.0	24.4	16.0	12.8	5.7	15.9	2.3		
pH		7.2	7.1	7.4	6.8	6.9	6.8	6.8	7.5	7.5	7.4	7.5	7.2	0.08		
Total Alkalinity	(mg/l)	172	180	174	156	114	130	130	78	144	146	170	141	10.26		
Total Acidity	(mg/l)	3.3	3.2	3.4	7.9	3.6	3.8	3.8	1.8	2.8	3.0	5.8	3.8	0.48		
Residue on Evaporation	(mg/l)	334	434	426	398	288	302	302	158	332	284	412	323	26.64		
Suspended Solids	(mg/l)	74	67	66	61	33	122	122	17	42	36	83	55	8.38		
DO	(mg/l)	3.6	3.0	2.1	3.4	2.4	1.6	1.6	1.6	5.0	3.4	4.4	3.1	0.32		
BOD	(mg/l)	132	126	142	84	78	54	54	22	90	174	114	94	14.2		
COD	(mg/l)	56.4	29.0	74.0	68.0	37.1	35.6	35.6	15.4	28.3	33.3	62.6	43.8	5.38		
Sulfate	(mg/l)	37.9	40.5	72.5	52.4	43.3	45.8	45.8	29.9	27.2	35.8	68.8	46.2	4.21		
Chloride	(mg/l)	63.3	38.3	58.9	43.5	40.2	39.9	39.9	27.1	36.6	57.9	93.4	53.1	6.04		
Total Hardness	(mg/l)	76	80	92	90	94	110	110	81	116	100	147	101	6.21		
Ammonia Nitrogen	(mg/l)	28.506	29.208	30.13	20.298	13.371	18.395	18.395	5.444	4.824	12.019	22.688	18.747	2.53		
Nitrate Nitrogen	(mg/l)	0.029	0.324	0.023	0.078	0.040	0.028	0.028	0.011	0.091	0.040	0.086	0.101	0.077	0.03	
Total Phosphate	(mg/l)	1.531	0.303	1.318	0.861	2.286	1.596	1.596	0.909	0.853	5.382	3.119	2.104	0.49		
ABS	(mg/l)	4.192	9.547	9.974	4.613	3.493	0.747	0.747	0.691	0.780	3.424	4.184	1.608	3.954	0.89	
CN	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0		
As	(mg/l)	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.007	0.007	0.006	0.005	0.006	0.005	0.006	0.001	0	
Hg	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0		
Cd	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0		
Cr	(mg/l)	0.008	0.009	0.039	0.026	0.017	0.016	0.016	0.008	0.012	0.008	0.011	0.016	0.003		
Cr ⁺⁶	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0		
Pb	(mg/l)	0.011	0.018	0.012	0.012	0.008	0.008	0.008	0.008	0.013	0.006	0.011	0.034	0.002		
Cu	(mg/l)	0.013	0.015	0.068	0.101	0.041	0.065	0.065	0.011	0.014	0.039	0.142	0.054	0.01		
Fe	(mg/l)	0.729	0.506	0.794	0.979	0.675	3.622	3.622	0.976	0.403	0.392	0.377	0.789	0.931	0.26	
Mn	(mg/l)	0.162	0.098	0.027	0.266	0.044	0.073	0.073	0.017	0.080	0.168	0.076	0.277	0.139	0.03	
Zn	(mg/l)	0.297	0.276	0.304	0.196	0.176	0.275	0.275	0.093	0.126	0.314	0.166	0.339	0.237	0.03	
Ni	(mg/l)	0.009	0.008	0.066	0.064	0.022	0.012	0.012	0.008	0.013	0.054	0.057	0.010	0.029	0.01	
*Coliform Group	(MPN/100ml)	5.2 × 10 ⁸	8.4 × 10 ⁴	2.3 × 10 ⁶	2.4 × 10 ⁸	7.0 × 10 ⁶	8.4 × 10 ⁶	8.4 × 10 ⁶	3.3 × 10 ⁶	1.3 × 10 ⁹	2.6 × 10 ⁶	1.4 × 10 ⁶	5.4 × 10 ⁶	8.2 × 10 ⁶		

Table 13. Analysis of water in Yangjaecheon (T-2)

Weather	Time of Collection																Mean	SE
	3.17 13:45	4.14 14:00	5.16 15:40	6.16 14:40	7.25 14:30	8.17 15:00	9.15 16:00	10.13 15:20	11.17 16:08	12.14 14:45								
Appointed day Preceding day	Clean	Clean	Clean	Rain	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean		
Temperature Air (°C)	14.5	16.0	26.0	27.0	26.0	29.0	29.0	29.0	29.0	17.0	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	19.2	3.36
Temperature Water (°C)	8.5	16.0	28.0	25.0	22.0	26.0	25.0	26.0	26.0	16.2	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	12.4	18.2	2.61
pH	7.0	6.9	6.9	6.9	6.7	6.8	6.8	6.8	6.8	7.1	7.3	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	7.0	0.06
Total Alkalinity (mg/l)	106	114	108	76	84	110	84	110	84	84	94	94	94	94	116	116	98.6	4.23
Total Acidity (mg/l)	1.7	7.8	1.8	2.8	1.9	6.0	1.9	6.0	2.23	4.2	3.4	3.0	3.0	3.0	2.5	2.5	3.5	0.59
Residue on Evaporation (mg/l)	252	268	298	323	384	223	384	223	223	218	214	238	238	238	295	271	271	16.31
Suspended Solids (mg/l)	28	22	34	279	96	17	12	12	12	12	24	24	24	24	18	18	55	24.64
DO (mg/l)	9.6	3.1	4.6	4.8	5.4	1.8	5.4	1.8	5.4	3.8	6.6	5.0	5.0	5.0	11.2	11.2	5.6	0.86
BOD (mg/l)	32.0	28	36	12	12	8	12	12	12	30	40	90	90	90	7	7	29.6	7.33
COD (mg/l)	24.0	22.4	23.7	21.7	18.0	9.4	18.0	9.4	18.0	10.5	44.0	23.2	23.2	23.2	16.8	16.8	21.4	2.87
Sulfate (mg/l)	72.5	29.4	25.9	36.6	28.9	28.5	28.9	28.5	28.5	30.5	29.8	36.1	36.1	36.1	38.9	38.9	35.7	4.08
Chloride (mg/l)	59.0	38.5	43.3	43.1	26.6	38.3	26.6	38.3	26.6	28.8	41.6	49.2	49.2	49.2	41.7	41.7	41.0	2.78
Total Hardness (mg/l)	20	52	48	96	50	91	50	91	50	82	94	98	98	98	120	120	75	9.26
Ammonia Nitrogen (mg/l)	16.393	13.234	11.913	7.136	3.241	4.852	3.241	4.852	3.241	7.412	11.603	13.063	13.063	13.063	12.594	10.144	10.144	1.27
Nitrate Nitrogen (mg/l)	0.030	0.040	0.010	1.629	2.367	1.762	2.367	1.762	2.367	1.348	0.029	0.027	0.027	0.027	0.844	0.844	0.809	0.27
Total Phosphate (mg/l)	1.318	0.375	0.458	0.484	0.008	0.276	0.008	0.276	0.008	0.301	1.928	1.223	1.223	1.223	0.032	0.032	0.640	0.19
ABS (mg/l)	0.112	0.253	3.533	0.357	0.075	0.053	0.075	0.053	0.075	0.088	0.262	0.309	0.309	0.309	0.057	0.057	0.510	0.32
CN (mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
As (mg/l)	0.004	0.004	0.005	0.004	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.007	0.005	0.006	0.006	0.006	0.008	0.008	0.006	0.001
Hg (mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
Cd (mg/l)	nd	nd	nd	0.001	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
Cr (mg/l)	0.015	0.008	0.012	0.015	nd	nd	nd	nd	nd	0.008	nd	0.006	0.006	0.006	0.022	0.009	0.002	0.002
Cr ⁺⁶ (mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
Pb (mg/l)	0.013	0.012	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	nd	0.008	0.012	0.012	0.012	0.026	0.010	0.002	0.002
Cu (mg/l)	0.012	0.004	0.023	0.010	0.012	0.010	0.012	0.010	0.012	0.008	0.010	0.014	0.014	0.014	0.022	0.013	0.002	0.002
Fe (mg/l)	0.782	1.020	0.352	1.147	0.957	1.034	0.957	1.034	0.957	0.021	0.084	0.216	0.216	0.216	1.339	0.695	0.14	0.14
Mn (mg/l)	0.417	0.561	0.062	0.189	0.466	0.389	0.466	0.389	0.466	0.504	0.208	0.079	0.079	0.079	0.586	0.346	0.06	0.06
Zn (mg/l)	0.059	0.049	0.071	0.057	0.063	0.079	0.063	0.079	0.063	0.113	0.084	0.102	0.102	0.102	0.097	0.077	0.006	0.006
Ni (mg/l)	0	0.008	0.008	0.008	0.008	0.014	0.008	0.014	0.008	0.028	0.009	0.013	0.013	0.013	0.008	0.011	0.002	0.002
*Coliform Group (MPN/100ml)	1.8×10^5	2.0×10^5	6.4×10^5	4.5×10^5	1.1×10^6	1.4×10^6	1.1×10^6	1.4×10^6	1.1×10^6	7.0×10^5	1.3×10^6	1.8×10^6	1.8×10^6	1.8×10^6	1.7×10^4	2.3×10^5		

Table 14. Analysis of water in Tanchón (T-3)

Weather	Time of Collection		1.14		2.10		3.17		4.14		5.19		6.16		7.25		8.17		9.15		10.13		11.17		12.14		Mean	SE
	Appointed day	Preceding day	Cloudy	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean	Clean		
Temperature Air				5.7	-2.0	13.6	16.0	16.0	22.0	27.0	26.0	29.0	26.0	26.0	26.0	29.0	26.0	26.0	26.0	26.0	26.0	15.5	15.0	15.0	15.0	15.5	3.25	
Temperature Water			6.0	6.0	4.0	12.0	16.0	16.0	23.0	24.5	22.0	26.0	22.0	24.5	22.0	26.0	24.6	24.6	24.6	24.6	24.6	15.98	12.8	12.8	12.8	15.98	2.21	
pH			7.2	7.6	7.1	7.1	6.8	6.8	6.8	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.8	6.8	6.9	6.8	6.8	7.1	7.0	7.0	7.0	7.1	0.07	
Total Alkalinity			128	136	134	134	152	156	156	148	58	130	58	148	58	130	85	85	85	85	85	125	110	110	110	125	9.11	
Total Acidity			2.2	2.1	2.3	2.3	5.0	4.6	4.6	4.8	0.8	1.4	0.8	4.8	0.8	1.4	1.8	1.4	1.4	1.8	1.8	2.9	1.7	1.7	1.7	2.9	0.48	
Residue on Evaporation			293	402	302	302	394	302	302	381	341	235	341	381	341	235	248	235	235	248	248	315	284	284	284	315	14.97	
Suspended Solids			3	42	8	8	26	22	22	132	83	29	83	132	83	29	20	20	20	20	20	36	14	14	14	36	10.13	
DO			7.9	6.6	7.0	7.0	4.2	2.4	2.4	0.7	3.5	1.0	3.5	0.7	1.0	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	4.4	4.4	4.4	4.4	4.4	0.67		
BOD			36	20	10	10	21	32	32	42	12	19	12	42	12	19	18	18	18	18	24	22.3	39	24	22.3	3.16		
COD			1.8	24.0	19.0	19.0	12.7	24.0	24.0	55.4	32.6	16.1	32.6	55.4	32.6	16.1	12.5	12.5	12.5	12.5	25.3	21.7	24.1	25.3	21.7	3.69		
Sulfate			32.3	39.2	41.4	41.4	39.1	39.1	39.1	32.5	42.4	28.1	42.4	32.5	42.4	28.1	30.8	30.8	30.8	30.8	46.1	36.9	46.1	46.1	36.9	1.47		
Chloride			55.9	48.8	56.3	56.3	49.4	54.1	54.1	50.9	44.5	47.2	44.5	50.9	44.5	47.2	56.9	56.9	56.9	56.9	62.3	54.2	62.3	62.3	54.2	1.7		
Total Hardness			108	104	60	60	90	104	104	130	125	96	125	130	125	96	109	109	109	109	110	106	110	137	106	5.62		
Ammonia Nitrogen			11.770	15.479	12.131	12.131	13.277	20.000	20.000	21.383	3.711	12.629	3.711	21.383	3.711	12.629	14.823	14.823	14.823	14.823	12.958	13.451	12.958	11.398	13.451	1.23		
Nitrate Nitrogen			1.125	0.323	0.312	0.312	0.094	0.028	0.028	0.013	0.148	0.017	0.148	0.013	0.148	0.017	0.995	0.995	0.995	0.995	2.080	0.507	2.080	2.080	0.507	0.17		
Total Phosphate			0.652	1.214	0.320	0.320	0.300	3.844	3.844	1.388	0.175	2.145	0.175	1.388	0.175	2.145	4.820	4.820	4.820	4.820	6.611	1.884	6.611	6.611	1.884	0.41		
ABS			0.069	0.309	0.110	0.110	0.104	0.288	0.288	0.091	0.040	0.075	0.040	0.091	0.040	0.075	0.068	0.068	0.068	0.068	0.248	0.133	0.248	0.248	0.133	0.03		
CN			nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	nd	nd	nd	0		
As			0.004	0.005	0.004	0.004	0.005	0.005	0.005	0.007	0.005	0.004	0.005	0.007	0.005	0.004	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.006	0.007	0.005	0.001		
Hg			nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	nd	nd	nd	0		
Cd			nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	nd	nd	nd	0		
Cr			0.005	0.007	0.008	0.008	0.012	0.012	0.012	0.008	0.005	0.005	0.005	0.008	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006	0.008	0.007	0.012	0.012	0.007	0.001		
Cr ⁺⁶			nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	nd	nd	nd	0		
Pb			0.017	0.008	0.015	0.015	0.015	0.012	0.012	0.016	0.006	0.008	0.006	0.016	0.006	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.011	0.008	0.008	0.011	0.001		
Cu			0.027	0.036	0.009	0.009	0.018	0.022	0.022	0.037	0.014	0.007	0.014	0.037	0.014	0.007	0.028	0.028	0.028	0.028	0.022	0.023	0.022	0.022	0.023	0.003		
Fe			0.259	0.759	0.122	0.122	0.470	0.316	0.316	2.073	0.425	0.905	0.425	2.073	0.425	0.905	0.269	0.269	0.269	0.269	0.226	0.509	0.226	0.226	0.509	0.15		
Mn			0.072	0.278	0.014	0.014	0.220	0.094	0.094	0.368	0.204	0.029	0.204	0.368	0.204	0.029	0.102	0.102	0.102	0.102	0.018	0.134	0.018	0.018	0.134	0.03		
Zn			0.089	0.079	0.070	0.070	0.049	0.145	0.145	0.088	0.088	0.077	0.088	0.088	0.088	0.077	0.078	0.078	0.078	0.078	0.166	0.090	0.166	0.166	0.090	0.009		
Ni			0.012	0.008	0.006	0.006	nd	0.010	0.010	0.010	0.008	0.008	0.008	0.010	0.008	0.008	0.130	0.130	0.130	0.130	0.012	0.010	0.012	0.010	0.009	0.001		
*Coliform Group			4.0 × 10 ⁴	7.0 × 10 ⁵	5.2 × 10 ⁴	5.2 × 10 ⁴	2.1 × 10 ⁴	2.1 × 10 ⁴	4.0 × 10 ⁴	4.0 × 10 ⁵	1.7 × 10 ⁵	2.1 × 10 ⁵	1.7 × 10 ⁵	4.0 × 10 ⁵	1.7 × 10 ⁵	2.1 × 10 ⁵	4.9 × 10 ⁶	4.9 × 10 ⁶	4.9 × 10 ⁶	4.9 × 10 ⁶	3.2 × 10 ⁴	3.5 × 10 ⁵	2.8 × 10 ⁵	3.5 × 10 ⁵	2.8 × 10 ⁵	2.2 × 10 ⁵		

Table 15. Analysis of water in Söngnaechón (T-4)

Weather	Appointed day	Time of Collection												Mean	SE
		1.14 14:25	2.10 13:45	3.17 14:45	4.14 13:40	6.16 13:55	7.25 14:00	8.17 14:25	9.15 15:40	10.13 14:35	11.17 16:20	12.14 14:10			
Temperature Air	(°C)	5.7	-2.0	15.0	16.0	26.0	26.0	30.0	26.6	16.9	15.3	7.1	7.1	15.1	3.53
Temperature Water	(°C)	6.0	4.0	10.0	16.0	23.0	23.0	27.5	24.5	15.0	12.5	7.6	7.6	14.7	2.45
pH		7.0	6.9	7.2	6.6	6.8	6.8	6.9	7.6	7.4	7.2	7.6	7.6	7.1	0.09
Total Alkalinity	(mg/l)	96	84	108	116	146	146	158	66	118	116	130	130	112	7.73
Total Acidity	(mg/l)	1.9	1.8	1.6	4.8	5.1	1.0	2.4	2.8	3.4	3.0	4.0	4.0	2.9	0.38
Residue on Evaporation	(mg/l)	155	227	274	262	286	312	295	305	273	310	266	266	270	13.06
Suspended Solids	(mg/l)	8	10	25	25	51	47	14	21	17	13	12	12	22	4.16
DO	(mg/l)	4.3	5.0	3.1	2.6	2.8	2.0	5.8	2.8	3.6	4.8	5.4	5.4	3.8	0.37
BOD	(mg/l)	17	44	66	52	42	68	10	28	32	84	23	23	22	4.16
COD	(mg/l)	12.1	23.0	38.0	17.3	37.6	19.0	12.0	12.5	12.0	31.0	21.2	21.2	21.4	2.87
Sulfate	(mg/l)	22.0	22.5	58.1	57.8	41.1	84.7	28.5	31.1	33.9	40.4	33.6	33.6	41.2	5.41
Chloride	(mg/l)	38.8	24.7	48.4	45.2	47.0	57.9	40.4	36.1	45.4	48.4	51.9	51.9	44.0	2.54
Total Hardness	(mg/l)	152	80	84	104	116	95	143	110	126	114	237	237	124	12.55
Ammonia Nitrogen	(mg/l)	7.034	4.125	8.739	12.298	11.309	12.300	8.926	9.764	11.226	12.833	9.264	9.264	9.802	0.75
Nitrate Nitrogen	(mg/l)	0.298	0.321	0.047	0.081	0.131	8.726	0.042	0.010	0.008	0.111	0.042	0.042	0.892	0.75
Total Phosphate	(mg/l)	0.044	0.021	0.197	0.307	0.269	0.016	0.012	0.133	0.004	0.170	0.010	0.010	0.108	0.03
ABS	(mg/l)	0.107	0.201	0.074	0.208	0.144	0.072	0.056	0.068	0.110	0.148	0.119	0.119	0.119	0.02
CN	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
As	(mg/l)	0.008	0.006	0.005	0.005	0.004	0.004	0.005	0.007	0.006	0.007	0.006	0.006	0.006	0.001
Hg	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
Cd	(mg/l)	0.008	0.008	0.006	0.008	0.008	nd	nd	0.008	0.010	0.013	0.029	0.029	0.009	0.002
Cr ⁺⁶	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0	0
Pb	(mg/l)	0.014	0.015	0.015	0.013	0.012	0.008	0.007	nd	0.008	0.006	0.012	0.012	0.010	0.001
Cu	(mg/l)	0.010	0.033	0.044	0.054	0.031	0.031	0.007	0.035	0.025	0.036	0.031	0.031	0.031	0.004
Fe	(mg/l)	1.082	0.902	0.526	0.711	0.879	0.885	0.674	0.789	0.271	0.216	0.362	0.362	0.663	0.08
Mn	(mg/l)	0.237	0.772	0.855	0.810	0.367	0.315	0.234	0.392	0.146	0.157	0.868	0.868	0.467	0.08
Zn	(mg/l)	0.077	0.134	0.140	0.134	0.085	0.238	0.217	0.010	0.047	0.141	0.089	0.119	0.02	0.02
Ni	(mg/l)	0.011	0.006	0.009	0.008	0.008	0.401	nd	nd	0.012	0.012	0.023	0.023	0.012	0.003
*Coliform Group	(MPN/100ml)	1.6×10^6	7.9×10^6	9.4×10^6	1.4×10^6	1.2×10^6	2.8×10^6	3.9×10^6	1.6×10^6	3.3×10^6	2.3×10^6	4.6×10^6	4.4×10^6		