

## 漢江原水の 水質汚染度 調査研究(第19報)

環境調査科

姜熙坤·李尙壽·李鍾賢·崔錦淑·李龍基·金旻永

### Studies on Water Quality of the Han River in Seoul Area

*Environmental Research Division*

Hee-Gon Kang, Sang-Su Lee, Chong-Hyun Lee, Keum-Sook Choi,  
Yong-Ki Lee, Min-Young Kim

#### ==Abstract==

This study was performed to investigate the degree of water quality at 9 sites of Han River from January to December 1988.

The results were as follows;

1. On the annual average of general water analysis at each site was 6.86~7.59 in pH 3.45~11.54mg/l in DO, 1.94~8.96mg/l in BOD 2.96~9.00mg/l in COD, 8.40~21.10mg/l in SS.
2. On the annual average of nutrient salts at each site was 0.259~4.226mg/l in NH<sub>3</sub>-N 0.028~0.087mg/l in NO<sub>2</sub>-N 0.334~1.316mg/l in NO<sub>3</sub>-N 0.014~0.259mg/l in PO<sub>4</sub>-P.
3. On the annual average of heavy metal at each site was ND~0.005mg/l in Cd 0.223~0.507 mg/l in Fe, 0.003~0.092mg/l in Zn 0.023~0.144mg/l in Mn, 0.003~0.016mg/l in Ni and CN, Hg was non detected in all site measured.
4. On the survey of seasonal variation of each component BOD, COD, NH<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P Coliform group were highest in the spring SS, Chlorophyll-a were highest in the summer and DO was highest in the winter.
5. Correlation between BOD and COD showed  $r=0.900(p<0.01)$ , between NH<sub>3</sub>-N and COD  $r=0.800(p<0.01)$ , between PO<sub>4</sub>-P and NH<sub>3</sub>-N  $r=0.658(p<0.01)$ , between ABS and COD  $r=0.574(p<0.01)$ .

#### 緒 論

물은 生物이 生命을 維持하고 活動하는데 必要한 重要한 物質이며 産業의 發展과 人類의 번영을 위해서도 대단히 重要한 存在이므로 깨끗한 물을 얻기 위한 수자원의 開發과 보호는 重大한 문제로 대두되고 있다.

漢江은 淸만 서울 市民의 급수원이며 수도권 市民의 生活用水 및 産業用水를 공급하는 重要한 수자원이며 자연경관 및 휴식공간으로도 매우 重要한 역할을 하고 있다.

그러나 産業의 발달과 대규모화로 인하여 各種의 생

산시설에서 막대한 量의 工業用水가 使用되므로서 多量的의 産業廢水가 배출되며 대도시 人口의 과밀과 市民의 생활수준 향상으로 增加하는 上水 消費量은 生活下水로 방출되므로서 水質汚染을 심화 시키고 있는 市서울市는 漢江水質汚染 방지를 위하여 漢江으로 유입되는 지천의 배수구역을 대상으로 증량하수처리장(102만m<sup>3</sup>/日) 안양하수처리장(100만m<sup>3</sup>/日) 난지하수처리장(50만m<sup>3</sup>/日) 탄천하수처리장(50만m<sup>3</sup>/日) 等 4개 하수처리장을 신설 또는 증설하여 가동하고 있다.<sup>8,15)</sup>

産業廢水 및 都市下水의 增加로 因한 汚染物質은 水生生物은 물론 生活環境까지 급만성 피해를 일으키며, 이들 汚染物質이 적절한 水準으로 處理되지 않는다면

한정된 水資源의 계속되는 再使用으로 결국 水質의 惡化를 초래할 것이다.

따라서 本 연구원에서는 漢江원수의 水質汚染도를 정확히 파악하고 오염원인을 규명함과 동시에 水質保全對策의 기초자료를 얻고져 漢江의 9個地點에 대한 환경오염도를 調査하여 이미 보고된 87年度 漢江源水의 水質汚染도와 비교 分析하였다.

## 調査對象 및 方法

### 1. 調査對象

1988年 1月부터 12月사이 每月 15日 前後로 表 1과 같이 9個地點의 물을 採水하였으며 그 位置는 圖 1과 같다.

### 2. 調査方法

환경오염공정시험법(수질편)<sup>1)</sup> 제 2 장 일반시험법 제 3 항 試料의 채취방법에 따라 試料의 대표수질이 維持되도록 수심과 수면폭을 고려하여 本 研究院에서 開發한 圖 2의 採수기를 이용하여 採수하였으며 氣溫 水溫 溶存酸素는 現場에서 調査하고 기타 項目은 실험실로 운반하여 分析하였다. 試料의 전처리 및 시험방법은 환경오염공정시험법과 衛生試驗法注解 및 Standard Method를 참고하였다.

Table 1. Sampling sites of reservoirs.

Classification	Sampling Sites	
Reservoirs	1) Paldang	2) Dōgso
	3) Kuūi	4) Dugdo
	5) Bogwang	6) Noryangjin
	7) Youngdeungpo	8) Sonyu
	9) Gayang	

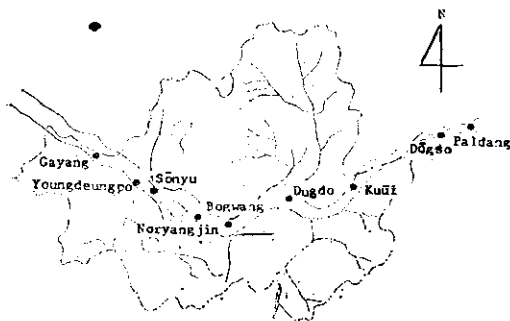
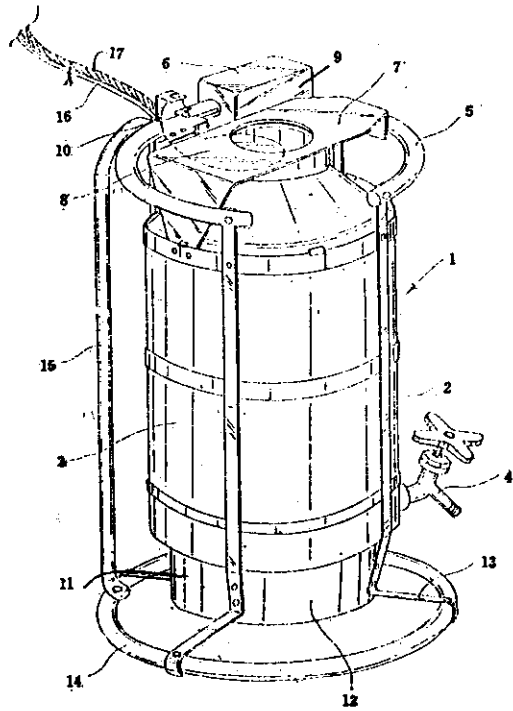


Fig. 1. Sampling sites in the Han River.



1. 채수기 2. 보호망 3. 채수통 4. 물배출코크
5. 상부링 6. 슬레노이드 7. 채수안대판 8. 개폐기
9. 슬레노이드고정판 10. 연결봉 11. 무추 12. 연결부
13. 하부링 14. 손잡이 15. 도선 16. 수심측정선 17. 스위치

Fig. 2. Water Sampler.

## 結果 및 考察

### 1. 일반수질

#### 가. pH

漢江本流의 地點別 年平均은 表 2와 같이 대부분의 地點은 pH 6.86~7.59로 例年과 특별한 차이가 없었으며 環境保全法上 上水源水 1급基準(pH 6.5~8.5) 범위였다.

pH値는 汚染等에 의한 水質변화의 指標도 되고 또 凝集處理에 의한 藥品注入量決定, 水道器材에 대한 부식성의 判定 等에 有效하다.<sup>3)</sup>

본 調査成績에서는 pH 6.86~7.59의 변동범위를 보였으나 下流 지역에서 낮은 pH値를 나타낸 것으로 보아 都市下水의 영향이 다소 있었을 것으로 思料된다.

#### 나. 溶存酸素(DO)

各地點別 年平均은 表 2와 같이 팔당 덕소 구의 특도 보광 노랑진은 上水源水 1급 基準值인 7.5mg/l 이

Table 2. The Annual average value of each site in the Han River.

Site	Items	pH(mg/l)	DO(mg/l)	BOD(mg/l)	COD(mg/l)	SS(mg/l)
Paldang		7.59±0.65	11.54±2.80	1.94±0.88	2.61±0.50	8.40± 7.16
Dogso		7.32±0.38	10.90±2.08	2.45±1.13	3.03±0.67	15.98±14.37
Kuui		7.11±0.21	10.07±2.22	2.29±1.18	2.75±0.44	8.88± 6.61
Dugdo		7.10±0.21	9.90±1.96	2.82±1.46	3.38±1.04	8.66± 5.71
Bogwang		7.00±0.18	8.95±1.88	3.86±1.43	4.85±1.63	12.11± 7.92
Noryangjin		6.97±0.22	7.57±2.33	3.95±1.73	5.15±1.34	10.90± 7.80
Sonyu		6.99±0.27	7.24±1.80	4.26±1.94	5.20±1.67	14.60± 7.61
Youngdeuangpo		7.04±0.34	7.00±1.78	4.77±2.21	5.25±1.90	14.27± 8.25
Gayang		6.86±0.12	3.45±2.28	8.65±4.31	9.00±3.92	21.10±16.33

Mean±S.D

상이며 선유 영등포는 2급 基準値인 5.0mg/l以上, 가양은 工業用水 2급 基準値인 2.0mg/l 以上을 나타냈다. 이는 姜 등이 調査한 87年 平均보다 上流에서 노랑진 地點까지는 별 차이가 없었으나 선유 以下の 下流 地點에서는 다소 減少함을 나타냈다.

漢江本流의 中間인 보광 地點에서 pH, DO, COD, 水

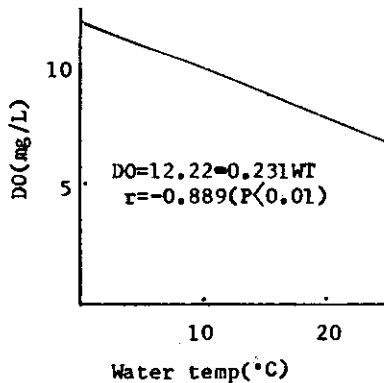


Fig. 3. Correlation between Dissolved and water temp.

溫氣溫, 전도도의 6個 項目에 대하여 表 3과 같이 單純 相關係數를 求하였다. 溶存酸素와 相關係數가 가장 큰 項目은 水溫으로서  $r=-0.889(p<0.01)$ 이며 圖 3은 溶存酸素와 水溫을 回歸分析하여 얻은 推定式  $DO=12.22-0.231W.T$ 를 그래프로 圖示한 것이다. 이러한 關係는 水溫이 높아지면 높아질수록 溶存酸素의 量은 거의 反比例의으로 減少한다는 有意한 意味를 지닌다.

河川 湖沼 海水 등에 있어서 水質오염의 境遇에는 特別 溶存酸素의 量이 問題가 된다. 魚類 등의 水中動物이 溶存酸素로 호흡하여 生命을 維持하고 있는데 부패성 有機物質의 分解와 水中의 黃化物, 第1철이온, 아황산이온 등의 化學物質 및 미생물의 호흡작용에 의해서 용존산소는 消費되므로 용존산소의 濃度는 水質오염의 程度를 나타내는 매우 重要한 指標中의 하나이다.<sup>15)</sup>

본 調査에서 漢江本流의 溶存酸素는 가양 以下の 下流에서 平均 3.45mg/l로 본 研究院에서 상시측정하고 있는 자동연속측정기 平均 3.17mg/l와도 거의 일치하고 있으며 이는 Esturis에서 水生生物이 쾌적한 生活을 영위하기 위해 필요한 최소 DO濃度 4.0mg/l에 미

Table 3. Correlation coefficient of water Quality at Bogwang

	pH	DO	COD	W.T	A.T	Cond
pH	1.000					
DO	0.119	1.000				
COD	0.526	0.457	1.000			
W.T	-0.209	-0.889**	-0.686*	1.000		
A.T	-0.017	-0.816**	-0.530	0.934**	1.000	
Cond	0.654*	-0.081	0.721**	-0.199	-0.199	1.000

W.T=Water Temperature

A.T.=Atmospheric Temperature

\*  $p<0.05$

\*\*  $p<0.01$

달되고 있음을 나타냈다.

다. 生物學的 酸素要求量

各 地點別 年平均 BOD는 表 2와 같이 上流인 팔당에서 1.0mg/l 이하를 나타내고 있으며 보광 노량진 선유 영등포는 上水原水 3급 基準值인 6.0mg/l 이하를 나타냈다. 또한 가양에서는 工業用水 3급 基準值인 10.0mg/l 이하를 나타내고 있다.

本 調査成績은 姜 等이 調査한 前年度 平均과 팔당 덕소 구의 1.0mg/l 이하를 나타내며 보광 노량진 선유 영등포는 별 차이가 없었으나 下流인 가양 地點에서는 다소 증가한 것으로 보아 下流 지역에 있는 안양천 봉원천 홍제천 等 支川에서 流入되는 下水중의 有機物濃度에 영향을 받은 것으로 思料된다.

라. 化學的 酸素要求量(COD)

各 地點別 年平均은 表 2와 같으며 팔당 구의는 上水原水 2급 基準值인 3mg/l 이하이며 덕소 1.0mg/l 이하를 나타내며 보광 노량진 선유 영등포지점은 上水原水 3급 基準值인 6mg/l 이하였다. 下流 地點인 가양은 9.0mg/l로 工業用水 3급 水準이며 全地點에서 前年度 平均보다 증가한 것으로 나타났다.

COD도 BOD와 마찬가지로 水中의 有機物을 間接的으로 나타내는데 동일한 試料일지라도 BOD와 COD값은 水中에 存在하는 有機物의 종류에 따라 달라질 수 있으며 Cellulose를 含有한 물은 BOD<COD, 연쇄상 有機物을 含有한 물은 BOD>COD가 되며 유독물질을 含有하고 있는 工場廢水는 BOD에 영향을 주나 COD에 無關하다고 報告된 바<sup>7)</sup> 本 調査에서도 안양 영등포 等 公단지역이 많은 下流地域에서 높게 나타났다.

마. 부유물질(SS)

各 地點別 年平均 SS는 表 2와 같이 팔당이 8.4mg/l로 가장 낮게 나타났고 가양이 21.1mg/l로 가장 높게 나타났으나 全地域이 上水原水 1급 基準值인 25mg/l 이하였으며 前年度에 比하여 다소 감소하였다. 圖 4는 부유물질을 비롯한 4個 項目의 年平均을 各 地點別로 圖示한 것이다. BOD와 COD는 下流로 갈수록 증가하고 DO는 감소하는 일반적인 경향을 나타냈으나 SS는 변동범위가 심한 것을 볼 수 있다. 이는 上流인 덕소 地點은 경기지역의 漢江開發工事로 인해 높게 나타난 것으로 생각되며, 중랑천이 流入되는 보광 지점과 봉원천 홍제천이 流入되는 선유 地點에서 높은 것으로 보아 지천수의 流入이 漢江水質에 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다.

2. 영양염류

암모니아성질소의 名 地點別 年平均은 表 4와 같이

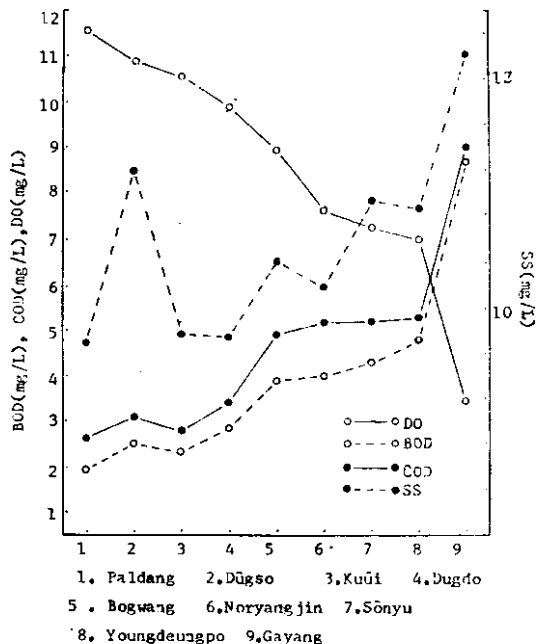


Fig. 4. The annual average value of items in each sampling site.

팔당이 0.259mg/l로 가장 낮고 가양은 4.226mg/l로 가장 높게 나타났다.

암모니아성질소는 水中의 암모니아 또는 암모늄염을 窒素量으로 表示한 것으로서 溶存酸素가 存在하는 상태에서 窒化細菌의 作用에 의해 酸化되어 아질산성질소를 경과해 질산성질소로 되며 下水中の 암모니아성질소는 주로 分뇨 生活下水 工場廢水 等に 由來한 것으로 물의 汚染指標로 매우 重要하며 폐쇄성수역의 부영양화 농작물 등에 대한 질소과잉 피해 等 水産生物의 影響을 評價하는데 測定의 意義가 큰 것으로 알려져 있다.<sup>8)</sup>

本 調査에서 漢江原水의 NH<sub>3</sub>-N濃度는 上流에서 下流로 갈수록 높은 濃度를 나타냈으며 姜 等이 調査한 前年度에 比하여 다소 증가함을 나타냈다. 이는 처리되지 않은 分뇨 生活下水 工場廢水 等の 影響으로 생각할 수 있을 것이다.

아질산성질소는 表 4에서와 같이 0.028~0.087mg/l의 변동범위를 보였으며 前年度 平均値와 別차이가 없었다.

질산성질소의 名 地點別 年平均은 表 4와 같이 上下流 구분없이 비슷한 濃度를 나타내고 있으며 前年度에 比하여 대체로 증가하였다.

질산성질소는 주로 단백질을 含有한 질소화합물이

**Table 4.** The Annual average value of each site in the Han River (Unit : mg/l)

Site	Items	NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>2</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P
Pldang		0.259±0.154	0.028±0.019	0.334±0.029	0.014±0.015
Dogso		0.418±0.191	0.028±0.010	0.587±0.308	0.037±0.033
Kuui		0.497±0.685	0.031±0.012	1.252±0.116	0.029±0.023
Dugdo		1.730±1.266	0.043±0.020	1.196±0.152	0.084±0.073
Bogwang		2.693±1.334	0.063±0.033	1.232±0.228	0.104±0.050
Noryangjin		3.158±1.685	0.057±0.024	1.273±0.159	0.182±0.080
Sonyu		3.094±1.589	0.072±0.031	1.316±0.248	0.130±0.090
Youngdeoungpo		2.928±1.406	0.075±0.026	1.232±0.196	0.166±0.119
Gayang		4.226±2.527	0.087±0.063	0.786±0.571	0.259±0.103

Mean±S.D

酸化되어 생긴 최중생性物이며 그 원인 物質은 암모니아성질소, 아질산성질소, 유기성질소 化合物이며<sup>\*)</sup> 결국 질산성질소는 最終分解產物이기 때문에 과거 汚染을 表示하는 項目이 될 수 있으며 本 調査成績의 질산성질소 含有量이 前年度에 比하여 비교적 높은 수치를

나타낸 것은 과거의 有機性窒素化合物 汚染度가 높았다는 것을 알 수 있다.

인산염인은 表 4에서와 같이 팔당이 0.014mg/l로 가장 낮았으며 가양 地點은 0.259mg/l로 가장 높은 수치를 나타내고 있다. 대체로 上流에서 下流로 갈수록

**Table 5.** The Annual average value of each site in the Han River (Unit: mg/l)

Site	Items	Cd		Cu		Hg		Zn	
		Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
Paldang		nd~0.002	nd	0.001~0.011	0.003	nd	nd	0.003~0.083	0.028
Dogso		nd~0.001	nd	0.001~0.010	0.004	nd	nd	0.007~0.051	0.024
Kuui		nd~0.002	nd	0.003~0.028	0.011	nd	nd	0.014~0.147	0.058
Dugdo		nd~0.001	nd	0.001~0.018	0.008	nd	nd	0.014~0.060	0.030
Bogwang		nd~0.001	nd	0.002~0.019	0.009	nd	nd	0.018~0.057	0.031
Noryangjin		nd~0.003	0.001	0.004~0.052	0.013	nd	nd	0.015~0.086	0.037
Sonyu		nd~0.002	nd	0.003~0.028	0.009	nd	nd	0.015~0.055	0.035
Youngdeoungpo		nd~0.002	nd	0.002~0.021	0.008	nd	nd	0.005~0.063	0.029
Gayang		nd~0.004	0.001	0.002~0.041	0.014	nd	nd	0.019~0.092	0.043

Site	Items	Pb		Cr		CN	
		Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
Paldang		0.003~0.097	0.021	nd~0.030	0.007	nd	nd
Dogso		0.003~0.035	0.013	nd~0.034	0.010	nd	nd
Kuui		0.002~0.031	0.016	0.001~0.105	0.023	nd	nd
Dugdo		0.006~0.042	0.017	nd~0.089	0.021	nd	nd
Bogwang		0.004~0.032	0.018	nd~0.213	0.030	nd	nd
Noryangjin		0.002~0.065	0.027	0.001~0.187	0.025	nd	nd
Sonyu		0.004~0.033	0.017	0.001~0.156	0.032	nd	nd
Youngdeoungpo		0.002~0.093	0.024	nd~0.063	0.014	nd	nd
Gayang		0.002~0.064	0.018	0.001~0.144	0.033	nd	nd

높았으며 前年度에 比하여 다소 감소하는 濃度를 나타냈다.

인은 여러가지 형태로 存在하며 自然水中에는 미량 含有하고 있지만 분뇨 洗劑 肥料 等에는 多量含有하고 있고 生活排水 工場排水 農業排水 等에도 含有하고 있어 이러한 物質들이 汚染에 原因이 되고 있다. 또한 인은 생물증식에 重要的 役割을 하지만 湖沼, 海역 等に 부영양화의 原因 物質이 되기 때문에 水中의 인化合物 증가는 방지되어야 할 것으로 본다.

### 3. 시안(CN) 비소(AS) 및 중금속류

表 5에서와 같이 CN은 全地域에서 불검출되었고 AS는  $nd \sim 0.002mg/l$ 로 基準値인  $0.05mg/l$  以下였으며 前年度 平均値와 別 차이가 없었다.

Cd은  $nd \sim 0.005mg/l$ 로 基準値인  $0.05mg/l$  以下였으며 Hg은 전지역에서 검출되지 않았다.

Cu는  $0.001 \sim 0.052mg/l$ 로 나타나 9個 地點 모두 環境基準 以下였으며 河川水의 基準이 設定되어 있지 않은 중금속의 年平均, 범위는 Fe  $0.223 \sim 0.507mg/l$ , Zn  $0.003 \sim 0.092mg/l$ , Mn  $0.023 \sim 0.144mg/l$ , Ni  $0.003 \sim 0.016mg/l$ 로 나타났다.

환경보전법에서는 사람의 건강보호를 위해 Cd  $0.01mg/l$  以下, Pb  $0.1mg/l$  以下,  $Cr^{+6}$   $0.05mg/l$  以下, Hg불검출 等으로 중금속의 基準을 設定하고 있는바<sup>14)</sup> 본 조사에서는 全地域이 環境基準 이내의 濃度를 나타냈지만 중금속오염은 人間에 미치는 영향이 크므로 철저한 공해관리를 하여 중금속오염을 최소화 하여야 할 것이다.

### 4. 계면활성제(ABS)

名 地點別 年平均은 表 6과 같이  $nd \sim 0.275mg/l$ 의 변동 범위를 보였으며 가장 높은 地域은 가양 地點으로 年平均  $0.275mg/l$ 를 나타냈다.

ABS는 가정 등에서 사용되는 洗劑의 주성분으로서  $1.0mg/l$  以上이 되면 거품이 發生하고 酸素의 용해효율을 저하시키며 물의 외관을 惡化시키는 原因物質이기도 한데 본 조사에서의 최고치가  $0.956mg/l$ 로 나타났으며 前年度와 비교하여 불매 上流에서는 다소 감소하였으나 下流에서는 증가하였음을 볼 수 있다. 이는 처리되지 않은 도시하수 流入의 영향으로 생각되며 하수처리 시설의 확대와 처리능률을 향상시켜야 할 것으로 본다.

### 5. Chlorophyll-a

名 地點別 Chlorophyll-a의 年平均은 表 6과 같이 上流인 팔당지점이 가장 낮은  $2.67mg/m^3$ 을 나타냈으며 선유지점이 가장 높은  $8.52mg/m^3$ 을 나타냈다. 월별변동 범위는  $nd \sim 31.3mg/m^3$ 으로 일사량이 많은 하절기에 가장 높은 濃度를 나타냈다.

조류는 극히 작은 物體로 염록소를 가진 식물이며 일광이나 영양분의 조건이 좋은 경우에는 번식력이 강해 물을 혼탁시키거나 색을 줌으로<sup>10)</sup> 영양원의 공급을 줄인다든지 약품을 주입해서 사멸한다든지 번식에 영향을 미치는 물리적 요소를 조절해서 조류의 번식을 방지해야 할 것이다.

### 6. 대장균군 오염도

대장균군의 年平均 오염도는 表 6과 같다. 팔당은 上水原水 2급 기준인  $1,000MPN/100ml$  이하이고 구의는  $3.4 \times 10^3 MPN/100ml$ 로 上水原水 3급 수준에 해당하며 그의 지점은 上水原水 기준을 초과하는 것으로 나타나 前年度와 비교해 불매 크게 증가하였음을 나타냈다.

대장균은 보통 비병원성이지만 때로는 병원성인 것도 있다. 水質試驗에서 대장균군이 세균의 중요한 지표항목이 되는 것은 분뇨 또는 動物의 배설물로부터

Table 6. The Annual average value of each site in Han River

Site	Items		Chlorophyll-a(mg/m <sup>3</sup> )		Coliform Group(MPN/100ml)	
	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
Paldang	$nd \sim 0.089$	0.026	$nd \sim 5.58$	2.67	$1.8 \times 10^3 \sim 2.8 \times 10^6$	$8.4 \times 10^2$
Dogso	$nd \sim 0.072$	0.025	$nd \sim 7.43$	3.47	$9.4 \times 10^3 \sim 0.2 \times 10^4$	$1.2 \times 10^4$
Kuui	$0.016 \sim 0.122$	0.051	$nd \sim 5.32$	2.78	$7.9 \times 10^3 \sim 1.4 \times 10^4$	$3.4 \times 10^3$
Dugdo	$0.011 \sim 0.269$	0.075	$nd \sim 6.39$	3.33	$1.1 \times 10^3 \sim 4.0 \times 10^5$	$8.7 \times 10^4$
Bogwang	$0.019 \sim 0.467$	0.105	$nd \sim 14.64$	4.23	$1.6 \times 10^4 \sim 1.1 \times 10^6$	$2.5 \times 10^5$
Noryangjin	$0.003 \sim 0.413$	0.121	$nd \sim 18.3$	5.85	$9.2 \times 10^3 \sim 9.4 \times 10^5$	$1.6 \times 10^5$
Sonyu	$0.005 \sim 0.316$	0.118	$0.67 \sim 28.19$	8.52	$2.7 \times 10^3 \sim 2.1 \times 10^5$	$6.5 \times 10^4$
Yoangdeuonpgo	$nd \sim 0.349$	0.130	$nd \sim 31.9$	8.40	$3.2 \times 10^3 \sim 3.9 \times 10^5$	$7.4 \times 10^4$
Gayang	$0.047 \sim 0.956$	0.275	$nd \sim 20.96$	7.14	$2.3 \times 10^3 \sim 4.9 \times 10^6$	$9.4 \times 10^5$

**Table 7.** The Seasonal average value of the Han River.

Items	Seasonal	Spring	Summer	Fall	Winter
pH		7.14±0.05	6.99±0.07	7.16±0.09	7.06±0.06
SS(mg/l)		11.53±1.06	17.46±1.56	13.84±2.04	10.55±2.38
DO(mg/l)		7.37±0.68	6.83±0.50	8.0 ±0.56	9.95±0.64
BOD(mg/l)		5.67±0.68	2.96±0.37	8.37±0.50	4.97±0.35
COD(mg/l)		5.97±0.55	3.78±1.27	3.84±0.46	5.79±0.50
NH <sub>3</sub> -N(mg/l)		3.23±0.42	1.53±0.33	2.12±0.36	2.32±0.27
NO <sub>3</sub> -N(mg/l)		1.01±0.08	1.05±0.09	1.05±0.07	1.06±0.06
PO <sub>4</sub> -P(mg/l)		0.14±0.02	0.09±0.01	0.11±0.02	0.13±0.02
ABS		0.13±0.03	0.05±0.02	0.10±0.03	0.22±0.04
Chlorophyll-a(mg/m <sup>3</sup> )		5.52±1.46	7.38±0.98	6.64±0.58	1.76±0.04
Coliform Group(MPN/100ml)		3.1×10 <sup>5</sup>	8.9×10 <sup>4</sup>	4.0×10 <sup>4</sup>	7.0×10 <sup>4</sup>

Mean±S.D

나타나는 대장균군 오염도로서 항상 공존하고 있는 병원성 미생물의 오염을 예측할 수 있기 때문이다.<sup>8)</sup>

따라서 河川 및 호수 수질기준에서는 5.0×10<sup>5</sup>MPN/100ml 以下를 基準으로 하고 있으나 본 調査成績에서는 팔당, 구의 지점을 제외한 全地點에서 基準을 초과하고 있어 철저한 정수처리 과정을 거쳐야만 완전한 生活用水로 사용할 수 있을 것으로 생각된다.

**7. 계절별 오염도**

表 7은 각 지점의 月別 測定值를 계절별로 平均한 結果이다.

pH는 여름이 6.99로 낮고 가을이 7.16으로 가장 높지만 계절별로 別 차이가 없었고 SS는 겨울이 10.55 mg/l 낮고 여름이 17.46mg/l로 높게 나타났다. 이는 여름철 강우에 의한 토양 침사 및 도시하수유출 등의 원인으로 생각된다. DO는 수온이 낮아지는 겨울에 9.85mg/l로 높게 나타났으며 여름에 6.83mg/l로 낮게

나타났다. BOD는 갈수기인 봄에 5.67mg/l로 높게 나타났으며 강우량이 많은 여름에 2.69mg/l로 낮게 나타났다. COD도 유사한 계절별 차이를 보였다. 암모니아성질소는 봄에 높게 나타났으며 질산성질소는 계절별로 비슷한 濃度를 나타냈다. ABS는 겨울에 0.22 mg/l로 높게 나타났으며 여름에 0.05mg/l로 낮게 나타났다. Chlorophyll-a는 여름에 7.38mg/m<sup>3</sup>으로 높게 겨울에 1.76mg/m<sup>3</sup>으로 낮게 나타났다. 이는 여름철에 일사량이 많고 강우로 인한 영양원의 공급이 풍부했기 때문인 것으로 생각된다.

**8. 主要項目別相關性**

漢江原水에서 主要項目別相關性은 表 8에 明示된 바와 같다. 表에서와 같이 BOD는 COD와 r=0.900(p<0.01)로 가장 밀접한 相關性을 나타냈으며 NH<sub>3</sub>-N과 r=0.784(p<0.01), PO<sub>4</sub>-P와 r=0.651(p<0.01)로 高度의 相關性을 나타냈다. 용존산소는 거의 모든 項目

**Table 8.** Correlation coefficient of water Quality in the Han River.

	SS	DO	BOD	COD	NH <sub>3</sub> -N	NO <sub>3</sub> -N	PO <sub>4</sub> -P	ABS	Chl-a
SS	1.000								
DO	-0.289**	1.000							
BOD	0.041	-0.602**	1.000						
COD	0.188*	-0.162**	0.900**	1.000					
NH <sub>3</sub> -N	0.056	-0.640**	0.784**	0.800**	1.000				
NO <sub>3</sub> -N	0.013	-0.157	0.071	0.131	0.205	1.000			
PO <sub>4</sub> -P	0.079	-0.560**	0.651**	0.694**	0.658**	0.153	1.000		
ABS	-0.039	-0.330**	0.453**	0.574**	0.350**	0.252**	0.429**	1.000	
Chl-a	0.147	-0.419**	0.167	0.147	0.347**	0.014	0.154	-0.157	1.000

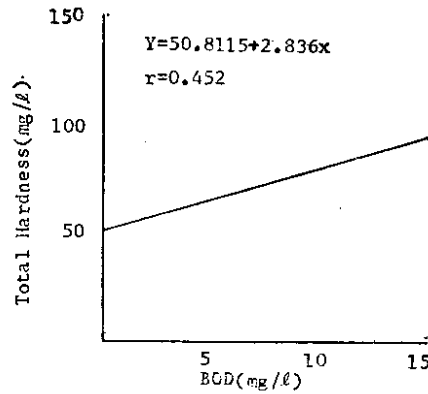
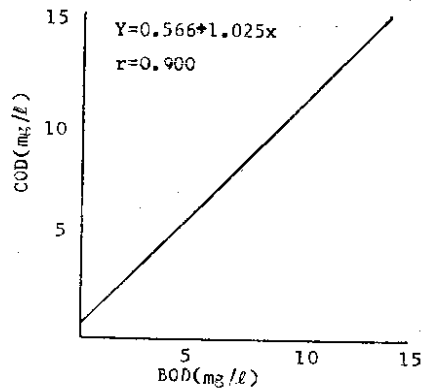


Fig. 5. Correlation between BOD and other items in the Han River.

과 負의 相關性을 나타내 水中의 용존산소가 높을수록 대부분의 汚染度는 反比例的으로 감소한다는 有意한 意味를 지니고 있다.

### 結 論

1988年 1월부터 12월까지 9個 지점의 漢江原水에 대한 水質汚染度를 每月 1回 調査分析한 結果는 다음과 같다.

1. 일반수질 항목의 年平均 測定値는 pH 6.86~7.59, DO 3.45~11.54mg/l, BOD 1.94~8.96mg/l, COD 2.61~9.00mg/l, SS 8.40~21.10mg/l였다.

2. 영양염류중 암모니아성질소는 0.259~4.226mg/l, 아질산성질소는 0.028~0.087mg/l, 질산성질소는 0.334~1.316mg/l, 인산염인은 0.014~0.259mg/l였다.

3. 중금속중 Fe는 各 地點別 平均 0.223~0.507mg/l로 가장 높았으며 CN과 Hg는 전지점에서 검출되지 않았다.

4. 年平均 測定值로서 ABS는 0.026~0.275mg/l였으며 Chlorophyll-a는 2.67~8.52mg/m<sup>3</sup> 대장균군은 8.4×10<sup>2</sup>~9.4×10<sup>5</sup>MPN/100ml였다.

5. BOD, COD, 암모니아성질소 인산염인 대장균군은 봄에 가장 높았으며, SS와 Chlorophyll-a는 여름에, 용존酸素는 水溫이 낮은 겨울에 가장 높게 나타났다.

6. 主要項目의 상관관계를 調査한 結果 BOD는 COD와  $r=0.900(p<0.01)$ 로 가장 높은 相關性을 보였으며 용존酸素는 거의 모든 項目과 逆相關性을 나타냈다.

### 참 고 문 헌

1. 환경청 : 環境汚染公定試驗法(1986).
2. 日本藥學會 : 衛生試驗法注解 金原出版株式會社 東京(1985).
3. 日本水道協會 : 上水試驗方法
4. APHA AWWA WPCE: Standard method for examination of water and Wastewater (16th) Washington DC.
5. 孟錫在, 林國煥 : 河川 수질변화의 상관성 연구. (1979).
6. 국립환경연구원 : 전국주요하천기초조사 I (1983).
7. 최병현 외 : 한강지천수 오염도조사, 서울특별시 보건환경연구원 23:435 (1987).
8. 日本水道協會 : 下水試驗法
9. 서울특별시 : 한강물 맑히기, 하천경화대책 (1988).
10. 경은식, 구성희 : 환경위생학, 동명사 (1978).
11. 강희곤 외 : 漢江原水의 水質汚染度 調査연구(제18보), 서울특별시 보건환경연구원 23:388 (1987).
12. 公害와 對策(Ⅱ) : 권용균 외 (1973).
13. 永澤信 : 飲用水と食品用水
14. 환경청 : 환경관계법규
15. 崔智龍 : 水質管理를 위한 最適處理計劃에 關한 研究, 국토개발연구원 국토연구 제 3권 (1984).
16. 李吉哲, 李寅善 외 : 水質評價 技法에 關한 研究 (I), 국립환경연구원보 제 8권 (1986).



Table Analysis of water in Paidang.

Weather	Time of Collection											Mean±SD
	1.15	2.11	3.17	4.14	5.11	6.16	7.13	8.12	9.16	10.13	11.17	
Appointed day												
Preceding day												
Temperature Air	4.5	0.0	16.0	14.0	16.5	26.5	26.8	32.0	25.0	14.0	10.0	0.2
Temperature Water	0.8	1.0	7.0	11.5	14.0	25.3	21.5	28.0	23.0	16.0	8.5	3.5
pH	7.5	8.2	7.4	7.1	7.3	7.5	6.6	7.9	7.6	9.1	8.0	6.9
Total Alkalinity	24	22	32	48	50	44	28	34	40	26	36	47
Total Acidity	1	4	2.0	3.0	4.0	Alk	5	2	2	2	1	2
Residue on Evaporation	71	123	120	105	96	100	112	68	78	65	75	100
Suspended Solid	5.2	20.4	12.8	11.2	8.4	5.8	22.8	5.2	4.4	2.4	0.8	1.4
DO	13.2	15.6	13.4	11.0	9.2	8.6	7.2	9.4	9.4	13.2	15.7	12.6
BOD	3.4	3.6	2.2	2.6	1.5	1.3	1.3	1.2	1.9	1.0	1.7	2.3
COD	3.2	8.8	2.4	2.4	2.4	2.6	2.8	2.8	2.4	2.0	2.0	2.6
Soluble matter	69	102	98	85	80	94	90	63	74	63	74	83
Sulfate	2.67	5.84	10.0	12.00	10.83	18.83	17.33	14.73	10.66	6.44	9.92	8.42
Chloride	8.51	9.93	13.47	24.11	9.93	12.05	9.93	7.09	12.76	10.63	14.29	13.47
Total Hardness	34	24	40	62	62	62	34	44	50	60	56	62
Ammonia Nitrogen	0.229	0.412	0.174	0.169	0.181	0.275	0.463	0.556	0.318	0.200	0.124	0.009
Nitrite Nitrogen	0.065	0.020	0.030	0.036	0.019	0.006	0.031	0.017	0.065	0.008	0.026	0.023
Nitrate Nitrogen	0.196	0.183	0.214	0.156	0.100	0.117	0.341	0.184	0.944	0.704	0.137	0.743
Phosphate Phosphorus	nd	0.014	nd	0.054	nd	0.008	0.018	0.031	0.005	0.024	0.004	0.012
ABS	nd	nd	0.04	0.016	0.012	nd	nd	nd	0.061	0.076	0.022	0.089
Phenol	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
CN	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
As	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Total-Hg	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Alkyl-Hg	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cd	nd	nd	nd	nd	0.002	0.001	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cr	0.004	0.003	0.021	0.009	0.005	0.005	0.001	0.002	0.001	0.030	0.001	0.006
Co	0.004	nd	nd	0.001	0.008	0.002	nd	nd	0.001	nd	0.001	nd
Pb	0.010	0.025	0.097	0.015	0.013	0.008	0.012	0.024	0.008	0.02	0.017	0.003
Cu	0.002	0.003	0.001	0.002	0.008	0.002	0.004	0.002	0.003	0.011	0.003	0.003
Fe	0.127	0.004	0.100	0.120	0.181	0.016	0.893	0.029	0.074	0.228	0.683	0.261
Mn	0.008	0.011	0.014	0.025	0.1005	0.023	0.030	0.019	0.021	0.003	0.022	0.008
Zn	0.008	0.011	0.014	0.003	0.042	0.024	0.034	0.027	0.069	0.083	0.021	0.011
Ni	0.004	0.002	0.002	0.002	0.006	0.003	0.003	0.001	0.002	0.008	0.001	0.005
Coliform Group	2.8×10	1.8×10	9.0×10	1.2×10 <sup>2</sup>	7.9×10 <sup>2</sup>	1.8×10 <sup>3</sup>	1.4×10 <sup>3</sup>	1.4×10 <sup>3</sup>	1.2×10 <sup>3</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	9.4×10
Conductivity	91	79	117	171	152	144	120	116	117	85	139	104
Chlorophyll-a	nd	2.94	nd	5.58	nd	4.73	3.27	5.53	5.05	2.99	nd	1.90

Table Analysis of water in Dogso

Weather	Time of Collection		1.15	2.11	3.17	4.14	5.11	6.16	7.13	8.12	9.16	10.13	11.17	12.14	Mean±SD
	Appointed day	Preceding day													
Temperature Air	(°C)	(°C)	4.5	0.0	16.0	12.5	17	26.1	26.5	32.5	24.5	13.0	8.0	-1.0	15.0±10.90
Temperature Water	(°C)	(°C)	1.5	1.0	9.0	11.0	14	23.2	24.0	24.5	23.5	15.5	11.0	3.0	13.4±8.90
pH			7.2	7.1	7.4	7.4	7.6	8.1	6.6	7.2	7.1	7.5	7.7	7.0	7.3±0.38
Total Alkalinity	(mg/l)	(mg/l)	35	34	38	46	48	60.0	28	44	38	32	44	46	41.1±8.69
Total Acidity	(mg/l)	(mg/l)	3	3	3	2	4	Alk	6	2	3	2	2	3	2.8±1.42
Residue on Evaporation	(mg/l)	(mg/l)	94	120	140	120	77	158	108	94	109	138	90	94	111.8±24.13
Suspended Solid	(mg/l)	(mg/l)	14.0	5.6	15.6	24.8	4.8	7.2	21.2	12.8	10.8	57.2	5.6	12.4	16.0±14.4
DO	(mg/l)	(mg/l)	12.6	12.4	13.4	11.2	10.4	12.5	7.2	8.6	8.1	9.6	11.8	13.0	10.9±2.10
BOD	(mg/l)	(mg/l)	3.0	4.6	2.4	2.4	1.8	1.4	2.9	1.1	1.2	1.6	2.7	4.3	2.5±1.13
COD	(mg/l)	(mg/l)	2.8	3.2	3.6	3.2	2.8	2.8	3.0	3.0	2.4	2.2	2.6	4.8	3.0±0.67
Soluble matter	(mg/l)	(mg/l)	80	116	122	97	66	151	87	81	99	81	84	87	95.9±23.40
Sulfate	(mg/l)	(mg/l)	5.17	11.67	10.17	13.83	19.17	15.50	17.17	20.24	9.83	10.77	11.79	4.65	12.5±4.95
Chloride	(mg/l)	(mg/l)	10.64	14.18	14.18	15.06	10.64	13.47	11.34	7.79	12.05	10.63	12.05	13.47	12.1±2.06
Total Hardness	(mg/l)	(mg/l)	38	38	44	56	62	78	34	64	58	78	64	66	56.7±15.10
Ammonia Nitrogen	(mg/l)	(mg/l)	0.215	0.442	0.185	0.209	0.233	0.420	0.504	0.512	0.324	0.518	0.752	0.706	0.418±0.19
Nitrite Nitrogen	(mg/l)	(mg/l)	0.015	0.027	0.022	0.032	0.039	0.043	0.027	0.017	0.048	0.016	0.028	0.023	0.028±0.01
Nitrate Nitrogen	(mg/l)	(mg/l)	0.368	0.437	0.326	0.470	0.413	0.470	0.416	0.420	0.974	0.985	0.492	1.276	0.587±0.31
Phosphate phosphorus	(mg/l)	(mg/l)	0.058	nd	0.024	0.029	nd	0.040	0.032	0.068	0.009	0.037	0.121	0.029	0.037±0.03
ABS	(mg/l)	(mg/l)	nd	nd	0.013	0.027	0.018	nd	nd	nd	0.071	0.066	0.042	0.072	0.025±0.03
Phenol	(mg/l)	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
CN	(mg/l)	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
As	(mg/l)	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Total-Hg	(mg/l)	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Alkyl-Hg	(mg/l)	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cd	(mg/l)	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cr	(mg/l)	(mg/l)	0.034	0.013	0.024	0.027	0.005	0.005	nd	nd	nd	nd	nd	nd	0.001±0.002
Co	(mg/l)	(mg/l)	0.007	nd	nd	0.001	0.001	0.002	nd	0.002	nd	nd	nd	0.001	0.014±0.01
Pb	(mg/l)	(mg/l)	0.010	0.011	0.021	0.015	0.011	0.03	0.015	0.024	0.010	0.006	0.035	0.005	0.014±0.01
Cu	(mg/l)	(mg/l)	0.006	0.001	0.005	0.001	0.003	0.004	0.008	0.004	0.003	0.003	0.010	0.005	0.04±0.002
Fe	(mg/l)	(mg/l)	0.794	0.057	0.205	0.098	0.630	0.037	1.065	0.037	0.297	0.890	0.682	0.218	0.417±0.371
Mn	(mg/l)	(mg/l)	0.088	0.009	0.048	0.049	0.077	0.022	0.066	0.015	0.072	0.055	0.025	0.043	0.047±0.025
Zn	(mg/l)	(mg/l)	0.020	0.007	0.031	0.009	0.025	0.026	0.051	0.029	0.027	0.032	0.024	0.018	0.024±0.01
Ni	(mg/l)	(mg/l)	0.031	0.012	nd	0.003	0.007	0.002	0.002	0.004	0.002	0.004	0.001	0.011	0.006±0.085
Coliform Group	(MPN/100ml)	(MPN/100ml)	2.7×10 <sup>3</sup>	1.1×10 <sup>2</sup>	9.4×10 <sup>2</sup>	2.4×10 <sup>3</sup>	1.4×10 <sup>3</sup>	5.9×10 <sup>3</sup>	2.7×10 <sup>4</sup>	9.2×10 <sup>4</sup>	9.2×10 <sup>3</sup>	2.6×10 <sup>3</sup>	3.9×10 <sup>3</sup>	7.9×10 <sup>3</sup>	1.24×10 <sup>4</sup>
Conductivity	(µs/cm)	(µs/cm)	129	136	136	167	158	199	116	154	139	118	155	94	141.8±27.38
Chlorophyll-a	(mg/m <sup>3</sup> )	(mg/m <sup>3</sup> )	0.70	0.00	0.00	7.43	0.69	5.31	3.34	3.74	6.98	4.38	4.9	4.2	3.5±2.6

Table Analysis of water in Guui

Weather	Time of Collection		1.14	2.19	3.18	4.13	5.12	6.15	7.18	8.11	9.16	10.14	11.18	12.14	Mean±SD
	Appointed day Preceding day	Temperature Air Temperature Water													
Temperature Air	Cloud	(°C)	9.5	5.5	4.5	18.1	20.0	31.5	31.5	29.0	24.0	16.0	6.5	Clear	16.2±11.45
Temperature Water	Cloud	(°C)	2.5	2.5	4.8	12.8	17.5	24.0	21.8	23.8	24.0	17.0	9.0	Clear	13.7±8.77
pH	7.2	7.1	7.0	7.1	7.3	7.3	7.1	7.5	6.7	6.9	7.4	7.1	7.0	7.1	7.1±0.22
Total Alkalinity	34	35	36	49	49	52	60	60	30	50	40	38	46	46	43.0±8.89
Total Acidity	4	3	3.0	4	4	6	4	4	6	2	2	3	3	2	3.5±1.38
Residue on Evaporation	74	95	62	90	90	93	85	85	142	87	117	43	111	99	91.5±26.66
Suspended Solid	2.8	3.2	14.0	6.4	6.4	3.6	4.4	4.4	24.0	16.8	12.4	5.2	8.0	5.2	8.8±6.61
DO	13.6	13.4	11.6	10.6	8.2	8.4	8.4	8.4	8.4	8.1	7.0	8.8	10.18	12.0	10.1±2.22
BOD	3.2	5.0	2.7	3.2	2.0	2.0	1.8	1.8	1.0	1.3	1.1	1.2	2.0	3.0	2.3±1.18
COD	3.6	3.2	2.8	2.8	2.8	2.8	3.0	3.0	3.0	2.3	2.2	2.0	2.8	2.6	2.8±0.44
Soluble matter	72	93	59	87	77	77	81	81	93	71	105	38	103	86	80.4±18.19
Sulfate	5.67	9.17	13.33	16.33	20.67	20.67	15.50	15.50	13.50	15.44	13.16	11.83	15.00	8.13	13.1±4.04
Chloride	13.47	18.43	14.18	16.31	12.05	12.05	13.47	13.47	9.22	7.79	11.34	11.34	11.34	12.41	12.6±2.88
Total Hardness	36	42	42	62	62	62	74	74	44	62	54	54	58	62	54.3±11.21
Ammonia Nitrogen	0.200	2.650	0.307	0.227	0.400	0.400	0.244	0.244	0.230	0.237	0.423	0.243	0.548	0.264	0.497±0.685
Nitrite Nitrogen	0.02	0.033	0.012	0.028	0.022	0.022	0.041	0.041	0.054	0.028	0.043	0.032	0.048	0.017	0.031±0.012
Nitrate Nitrogen	1.256	1.325	1.249	1.305	1.255	1.255	1.260	1.260	1.185	1.533	1.044	1.279	1.147	1.192	1.252±0.116
Phosphate Phosphorus	nd	0.014	nd	0.011	0.08	0.08	0.048	0.048	0.037	0.025	0.009	0.043	0.045	0.042	0.029±0.023
ABS	0.122	0.024	0.037	0.027	0.032	0.032	0.040	0.040	0.016	0.027	0.078	0.072	0.082	0.062	0.051±0.031
Phenol	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
CN	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
As	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
Total-Hg	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Alkyl-Hg	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cr	0.105	0.018	0.091	0.012	0.010	0.010	0.003	0.003	0.001	0.002	0.002	0.029	0.001	0.004	0.023±0.036
Co	0.007	0.001	0.009	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	nd	0.001	nd	nd	0.001	0.001	0.006±0.007
Pb	0.031	0.031	0.014	0.021	0.018	0.018	0.018	0.018	0.018	0.013	0.006	0.002	0.023	0.023	0.016±0.007
Cu	0.028	0.006	0.006	0.02	0.016	0.016	0.003	0.003	0.004	0.026	0.007	0.009	0.004	0.004	0.011±0.009
Fe	1.132	0.380	0.088	0.162	0.413	0.413	0.0046	0.0046	0.996	0.121	0.624	0.757	0.6780	0.218	0.476±0.373
Mn	0.043	0.024	0.032	0.009	0.071	0.071	0.022	0.022	0.048	0.011	0.032	0.022	0.011	0.006	0.027±0.019
Zn	0.147	0.024	0.014	0.104	0.111	0.111	0.024	0.024	0.046	0.138	0.031	0.029	0.015	0.017	0.058±0.051
Ni	0.087	0.004	0.005	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.002	0.004	0.081	0.007	nd	0.005	0.016±0.031
Coliform Group	(MPN/100ml)	7.9×10 <sup>3</sup>	1.6×10 <sup>3</sup>	1.1×10 <sup>3</sup>	1.8×10 <sup>3</sup>	1.8×10 <sup>3</sup>	2.2×10 <sup>3</sup>	2.2×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	1.4×10 <sup>4</sup>	1.6×10 <sup>3</sup>	5.9×10 <sup>3</sup>	7.0×10 <sup>3</sup>	1.1×10 <sup>5</sup>	3.45×10 <sup>3</sup>
Conductivity	(μs/cm)	130	133	140	180	170	182	182	124	148	139	128	163	104	145±24.10
Chlorophyll-a	(mg/m <sup>3</sup> )	nd	nd	0.79	1.96	4.50	4.11	4.11	3.18	3.24	2.15	5.32	4.0	4.2	2.8±1.79

Table Analysis of water in Dugdo

Weather	Time of Collection		Appointed day	Preceding day		1.14	2.19	3.18	4.13	5.12	6.15	7.18	8.11	9.15	10.14	11.18	12.14	Mean±SD
	Cloud	Clear																
Temperature Air	11.0	4.0	4.7	18.0	18.0	30	29.5	29.0	24.5	24.5	16.5	16.5	6.8	6.8	15.8±11.00			
Temperature Water	2.5	2.0	5.0	13.5	17.0	25	21.8	23.6	23.2	23.2	16.5	16.5	9.0	9.0	13.7±8.71			
pH	7.2	7.0	7.0	7.3	7.2	7.6	6.8	7.0	7.0	7.0	7.2	7.0	7.0	7.0	7.1±0.21			
Total Alkalinity	40	40	44.0	51	64	60	30	48	42	42	44	44	40	40	47.1±10.35			
Total Acidity	4	3	4.0	4	8	8	6.0	2	3	3	3	3	3	3	3.9±1.62			
Residue on Evaporation	67	103	80	122	125	107	112	90	119	119	68	68	120	108	101.8±20.69			
Suspended Solid	4.8	4.4	7.2	8.0	4.0	6.8	25.6	10.4	9.6	9.6	8.4	8.4	8.8	6.0	8.7±5.71			
DO	13.4	13.2	11.4	8.6	8.0	9.0	8.6	8.0	7.8	7.8	9.6	9.6	10.6	10.6	9.9±1.96			
BOD	4.0	5.2	3.2	4.8	2.4	2.3	1.1	1.0	1.0	1.0	1.7	1.7	3.1	3.7	2.8±1.46			
COD	4.4	4.2	3.4	4.4	3.8	3.6	3.0	2.0	1.4	1.4	2.4	2.4	3.2	4.8	3.4±1.04			
Soluble matter	65	98	72	122	95	99	88	80	110	110	60	60	111	78	89.8±19.40			
Sulfate	8.17	15.34	16.33	17.33	19.00	16.67	12.33	15.09	22.33	22.33	11.91	11.91	15.71	9.87	15.0±3.93			
Chloride	17.02	15.60	16.31	23.40	17.73	14.89	9.93	9.21	12.76	12.76	15.59	15.59	13.47	23.75	15.8±4.47			
Total Hardness	50	38	52	60	64	78	38	62	54	54	56	56	64	64	56.7±11.39			
Ammonia Nitrogen	0.976	0.977	1.487	2.169	3.000	3.468	0.225	0.208	0.527	0.527	2.740	2.740	1.200	3.802	1.731±1.266			
Nitrite Nitrogen	0.03	0.014	0.018	0.044	0.067	0.057	0.050	0.023	0.061	0.061	0.071	0.071	0.060	0.030	0.044±0.020			
Nitrate Nitrogen	1.254	1.312	1.207	1.237	1.259	1.203	1.200	1.487	1.025	1.025	1.256	1.256	0.976	0.937	1.196±0.152			
Phosphate Phosphorus	0.271	0.05	0.036	0.05	0.120	rd	0.140	0.070	0.009	0.009	0.048	0.048	0.108	0.107	0.084±0.073			
ABS	0.269	0.085	0.061	0.048	0.054	0.011	0.013	0.052	0.056	0.056	0.084	0.084	0.071	0.098	0.075±0.066			
Phenol	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd			
CN	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd			
As	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd			
Total-Hg	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd			
Alkyl-Hg	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd			
Cd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd			
Cr	0.054	0.074	0.089	0.013	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.008	0.008	0.001	0.006	0.021±0.031			
Co	0.006	0.001	0.002	0.001	0.001	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd			
Pb	0.025	0.011	0.016	0.021	0.009	0.011	0.018	0.042	0.010	0.010	0.006	0.006	0.023	0.023	0.017±0.009			
Cu	0.013	0.008	0.008	0.018	0.006	0.001	0.015	0.002	0.004	0.004	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008±0.005			
Fe	0.797	0.455	0.154	0.326	0.375	0.079	1.031	0.113	0.180	0.180	0.240	0.240	0.770	0.371	0.474±0.321			
Mn	0.179	0.026	0.031	0.038	0.061	0.033	0.056	0.002	0.016	0.016	0.028	0.028	0.020	0.036	0.043±0.045			
Zn	0.060	0.014	0.030	0.019	0.041	0.035	0.028	0.020	0.041	0.041	0.026	0.026	0.023	0.027	0.030±0.012			
Ni	0.047	0.010	0.001	0.03	0.001	0.005	0.004	0.001	0.002	0.002	rd	rd	rd	rd	0.009±0.014			
Coliform Group	$1.1 \times 10^5$	$2.1 \times 10^3$	$3.1 \times 10^6$	$8.0 \times 10^4$	$2.2 \times 10^5$	$1.4 \times 10^4$	$4.7 \times 10^4$	$5.4 \times 10^3$	$4.1 \times 10^3$	$1.3 \times 10^3$	$4.0 \times 10^5$	$1.8 \times 10^5$	167	155	$8.70 \times 10^4$			
Conductivity	166	158	178	221	220	204	111	149	167	167	165	165	186	155	173±31.31			
Chlorophyll-a	0.00	0.00	0.70	2.095	1.092	5.59	4.21	3.14	6.39	6.39	4.44	4.44	6.3	6.1	3.3±2.49			

Table Analysis of water in Bogwang

Weather	Appointed day Preceding day	Time of Collection												Mean±SD
		1.14	2.19	3.18	4.13	5.12	6.15	7.18	8.11	9.15	10.14	11.18	12.14	
Temperature Air	(°C)	9.5	6.0	4.7	18.0	22.5	30.0	30.5	29.4	26.0	16.0	7.0	-2.5	16.4±11.3
Temperature Water	(°C)	3.0	2.0	5.1	13.8	18.0	25.0	22.0	24.2	26.0	17.0	9.0	4.0	14.1±9.18
pH		7.15	6.9	6.9	7.2	7.0	7.1	6.9	6.9	6.9	7.0	6.9	6.9	7.0±0.18
Total Alkalinity	(mg/l)	64	54	60	72	62	76	32	54	42	58	56	57	57.3±11.82
Total Acidity	(mg/l)	8	4	6.0	10	14	8	6	6	3	3	4	3	5.91±3.55
Residue on Evaporation	(mg/l)	144	132	105	170	117	137	117	108	122	97	137	126	126.0±19.82
Suspended Solid	(mg/l)	6.8	5.2	8.0	24.0	10.4	8.6	29.6	16.8	10.8	15.2	5.6	4.4	12.1±7.92
DO	(mg/l)	11.8	11.6	10.4	6.8	7.8	6.8	8.5	7.6	7.2	8.4	9.2	11.4	8.9±1.88
BOD	(mg/l)	3.0	5.4	4.6	5.6	3.8	3.7	1.4	1.2	1.0	4.5	4.8	4.4	3.9±1.43
COD	(mg/l)	6.8	6.0	6.5	6.4	4.5	6.2	3.6	2.7	1.8	3.6	5.0	5.2	4.9±1.63
Soluble matter	(mg/l)	141	125	95	144	105	128	104	91	111	82	131	115	114.3±19.86
Sulfate	(mg/l)	12.83	17.17	23.23	28.00	24.00	28.67	14.67	18.82	15.83	15.42	20.36	9.58	19.0±5.96
Chloride	(mg/l)	25.52	24.11	26.94	31.91	19.14	23.40	9.93	9.92	15.59	26.94	21.27	22.33	21.4±6.76
Total Hardness	(mg/l)	48	50	50	80	64	78	44	64	56	66	68	64	61.0±11.58
Ammonia Nitrogen	(mg/l)	3.127	2.39	3.857	4.968	3.128	3.610	0.701	0.666	0.912	2.867	2.714	3.379	2.693±1.334
Nitrite Nitrogen	(mg/l)	0.075	0.027	0.03	0.08	0.061	0.153	0.067	0.046	0.076	0.055	0.063	0.032	0.063±0.033
Nitrate Nitrogen	(mg/l)	1.268	1.23	1.202	1.263	1.245	1.206	1.256	1.629	1.084	1.609	0.788	1.011	1.232±0.228
Phosphate Phosphorus	(mg/l)	0.138	0.196	0.124	0.163	0.100	0.128	0.032	0.031	0.054	0.079	0.108	0.104	0.104±0.050
ABS	(mg/l)	0.467	0.109	0.133	0.085	0.065	0.048	0.019	0.033	0.045	0.088	0.092	0.085	0.105±0.118
Phenol	(mg/l)	0.003	0.002	0.002	0.001	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
CN	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
As	(mg/l)	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Total-Hg	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Alkyl-Hg	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cd	(mg/l)	nd	0.001	nd	nd	nd	0.001	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cr	(mg/l)	0.024	0.213	0.057	0.011	0.008	0.003	0.01	0.005	nd	0.013	0.001	0.027	0.031±0.059
Co	(mg/l)	0.007	0.005	0.001	0.002	nd	nd	nd	nd	nd	0.004	0.001	0.002	0.002±0.002
Pb	(mg/l)	0.023	0.004	0.032	0.024	0.005	0.01	0.030	0.026	0.012	0.002	0.027	0.027	0.018±0.010
Cu	(mg/l)	0.019	0.006	0.009	0.019	0.006	0.002	0.005	0.017	0.002	0.008	0.008	0.011	0.009±0.006
Fe	(mg/l)	0.833	0.845	0.128	0.139	0.213	0.083	1.065	0.102	0.177	0.324	0.681	0.383	0.414±0.347
Mn	(mg/l)	1.018	0.076	0.056	0.092	0.065	0.005	0.001	0.005	0.021	0.048	0.035	0.011	0.119±0.284
Zn	(mg/l)	0.057	0.018	0.025	0.027	0.032	0.037	0.040	0.025	0.032	0.039	0.039	0.023	0.031±0.010
Ni	(mg/l)	0.026	0.032	0.001	0.001	0.002	0.006	0.005	0.002	0.001	0.006	0.001	0.019	0.008±0.010
Coliform Group	(MPN/100ml)	1.6×10 <sup>3</sup>	7.9×10 <sup>3</sup>	5.9×10 <sup>3</sup>	2.7×10 <sup>3</sup>	1.8×10 <sup>3</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	2.4×10 <sup>4</sup>	1.1×10 <sup>3</sup>	7.0×10 <sup>3</sup>	7.9×10 <sup>3</sup>	1.1×10 <sup>3</sup>	2.6×10 <sup>3</sup>	2.53×10 <sup>3</sup>
Conductivity	(μs/cm)	260	210	249	317	230	256	122	162	153	222	237	150	214±56.86
Chlorophyll-a	(mg/m <sup>3</sup> )	0.68	0.70	1.04	0.70	6.58	14.64	3.10	3.09	4.79	5.16	6.6	3.7	4.2±3.94

Table Analysis of water in Noryangjin

Weather	Appointed day Preceding day	Time of Collection											Mean±SD	
		1.14	2.19	3.18	4.13	5.12	6.10	7.18	8.11	9.27	10.14	11.18		12.14
Temperature Air	(°C)	9.0	5.0	4.0	18.0	14.5	28.5	28.5	30.0	24.5	18.0	8.5	Clear	15.5±10.9
Temperature Water	(°C)	3.0	1.0	5.7	13.1	18.5	23.0	21.5	23.8	21.0	17.0	9.5	Clear	13.5±8.41
pH		7.2	6.8	6.8	7.2	7.0	6.7	6.9	6.8	7.0	7.5	6.9	Clear	7.0±0.23
Total Alkalinity	(mg/l)	54	56	60.0	74	72	88	88	52	40	54	60	Clear	58.3±15.58
Total Acidity	(mg/l)	9	4	7.0	8	12	18	18	2	2	3	4	Clear	6.6±4.69
Residue on Evaporation	(mg/l)	106	134	110	171	154	137	117	96	111	124	151	Clear	129.7±22.73
Suspended Solid	(mg/l)	4.4	6.4	4.4	6.8	6.8	7.6	28.0	16.0	21.2	17.6	6.0	Clear	10.9±7.8
DO	(mg/l)	10.8	9.4	8.0	6.2	5.4	1.8	8.3	7.4	8.6	9.6	7.2	Clear	7.6±2.33
BOD	(mg/l)	4.0	6.1	4.6	4.4	5.9	5.4	1.4	1.2	1.6	3.2	4.8	Clear	4.0±1.73
COD	(mg/l)	6.2	6.8	5.3	7.4	6.0	5.2	3.2	3.4	3.4	4.7	5.0	Clear	5.2±1.34
Soluble matter	(mg/l)	103	132	95	129	127	130	89	80	90	106	145	Clear	113.1±21.56
Sulfate	(mg/l)	9.19	23.18	23.83	21.83	37.83	20.83	14.00	21.66	10.83	16.37	23.57	Clear	19.9±7.66
Chloride	(mg/l)	23.75	28.36	26.23	31.91	23.40	27.65	11.34	14.18	13.47	25.52	28.36	Clear	23.4±6.67
Total Hardness	(mg/l)	50	50	50	64	76	78	40	68	66	60	74	Clear	61.8±12.0
Ammonia Nitrogen	(mg/l)	3.073	2.67	4.222	5.239	4.619	4.391	0.488	0.763	0.635	6.440	0.262	Clear	3.159±1.685
Nitrite Nitrogen	(mg/l)	0.067	0.011	0.028	0.056	0.057	0.050	0.067	0.060	0.047	0.069	0.102	Clear	0.057±0.024
Nitrate Nitrogen	(mg/l)	1.249	1.255	1.267	1.218	1.206	1.205	1.412	1.502	1.201	1.470	0.901	Clear	1.273±0.159
Phosphate Phosphorus	(mg/l)	0.095	0.257	0.208	0.344	0.260	0.211	1.144	0.059	0.160	0.101	0.179	Clear	0.182±0.080
ABS	(mg/l)	0.413	0.221	0.197	0.056	0.075	0.042	0.003	0.038	0.056	0.077	0.072	Clear	0.121±0.116
Phenol	(mg/l)	0.003	0.003	0.003	0.001	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	Clear	nd
CN	(mg/l)	0.001	0.002	0.003	0.001	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	Clear	nd
As	(mg/l)	0.001	0.002	0.003	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	nd	nd	nd	Clear	nd
Total-Hg	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	Clear	nd
Alkyl-Hg	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	Clear	nd
Cd	(mg/l)	nd	0.001	nd	nd	0.003	0.001	0.001	0.005	0.002	0.003	0.001	Clear	0.025±0.052
Cr	(mg/l)	0.025	0.187	0.048	0.009	0.011	0.003	0.001	0.002	0.014	0.002	0.002	Clear	0.001±0.001
Co	(mg/l)	0.006	0.005	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.014	0.002	0.032	Clear	0.027±0.017
Pb	(mg/l)	0.020	0.014	0.064	0.030	0.016	0.054	0.027	0.024	0.004	0.004	0.011	Clear	0.013±0.012
Cu	(mg/l)	0.012	0.013	0.009	0.018	0.008	0.011	1.220	0.215	0.535	0.160	0.663	Clear	0.452±0.328
Fe	(mg/l)	0.538	0.835	0.217	0.321	0.367	0.083	1.220	0.215	0.535	0.006	0.033	Clear	0.061±0.040
Mn	(mg/l)	0.132	0.093	0.067	0.045	0.129	0.051	0.083	0.030	0.036	0.006	0.033	Clear	0.037±0.019
Zn	(mg/l)	0.047	0.033	0.031	0.027	0.086	0.016	0.059	0.029	0.041	0.015	0.052	Clear	0.010±0.013
Ni	(mg/l)	0.017	0.033	0.003	0.005	0.002	0.042	0.004	0.005	0.002	0.005	0.002	Clear	1.67×10 <sup>5</sup>
Coliform Group	(MPN/100ml)	9.2×10 <sup>2</sup>	7.2×10 <sup>3</sup>	2.6×10 <sup>4</sup>	1.8×10 <sup>5</sup>	1.7×10 <sup>6</sup>	1.2×10 <sup>6</sup>	3.3×10 <sup>4</sup>	3.5×10 <sup>5</sup>	2.2×10 <sup>6</sup>	8.4×10 <sup>4</sup>	9.4×10 <sup>6</sup>	Clear	227.1±7.88
Conductivity	(µs/cm)	227	245	262	309	267	270	124	176	146	243	279	Clear	5.9±5.09
Chlorophyll-a	(mg/m <sup>3</sup> )	0.72	nd	0.730	6.495	11.863	18.315	4.94	4.81	7.42	4.88	5.4	Clear	4.7

Table Analysis of water in Sonyu

Time of Collection												Mean±SD
	1.14	2.19	3.18	4.13	5.12	6.10	7.18	8.11	9.15	10.14	11.18	
Weather	Cloud	Clear	Cloud	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear
Appointed day	Cloud	Clear	Cloud	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear
Preceding day	Cloud	Clear	Cloud	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear
Temperature Air	(°C)	9.0	1.5	3.8	17.0	14.5	27.0	28.0	34.0	26.5	18.2	8.5
Temperature Water	(°C)	3.0	0.5	5.8	13.0	18.0	23.2	21.5	25.0	24.3	17.0	9.5
pH	(mg/l)	7.15	6.8	6.8	7.2	7.4	6.8	6.9	6.9	6.8	7.6	6.8
Total Alkalinity	(mg/l)	56	59	60	70	78	88	26	50	42	54	58
Total Acidity	(mg/l)	8	6	7.0	8	12	19	4	2	3	3	4
Residue on Evaporation	(mg/l)	132	135	125	148	138	161	116	91	124	125	159
Suspended Solid	(mg/l)	6.4	14.4	10.4	9.6	16.0	15.6	28.0	21.2	12.8	27.6	5.6
DO	(mg/l)	9.2	8.0	6.4	7.4	6.8	2.2	7.5	7.4	7.0	9.34	7.7
BOD	(mg/l)	4.6	6.6	4.8	6.4	6.4	5.3	1.3	1.9	1.1	3.6	5.0
COD	(mg/l)	5.6	6.8	5.4	7.4	7.6	5.0	3.6	3.4	1.8	5.2	5.2
Soluble matter	(mg/l)	129	122	116	134	146	146	90	7.0	111	97	151
Sulfate	(mg/l)	8.33	25.84	32.83	24.33	29.67	23.67	14.17	18.82	16.66	15.42	22.32
Chloride	(mg/l)	28.44	28.36	28.36	30.49	24.11	26.93	9.93	9.57	14.88	22.68	27.65
Total Hardness	(mg/l)	50.5	46	62	68	76	80	40	74	50	82	76
Ammonia Nitrogen	(mg/l)	3.146	2.615	3.848	4.791	4.462	4.790	0.504	0.502	1.314	4.067	2.705
Nitrite Nitrogen	(mg/l)	0.078	0.054	0.042	0.084	0.065	0.071	0.060	0.057	0.067	0.060	0.166
Nitrate Nitrogen	(mg/l)	1.341	1.239	1.255	1.188	1.172	1.146	1.194	1.473	1.031	1.464	1.995
Phosphate Phosphorus	(mg/l)	0.132	0.193	0.164	0.367	0.120	0.148	0.088	0.074	0.094	0.142	0.025
ABS	(mg/l)	0.316	0.296	0.149	0.064	0.096	0.005	0.013	0.058	0.051	0.074	0.223
Phenol	(mg/l)	nd	0.002	0.001	0.002	nd	nd	nd	nd	nd	0.001	nd
CN	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
As	(mg/l)	0.002	0.002	0.001	0.002	0.002	0.002	nd	0.001	nd	0.002	nd
Total-Hg	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Alkyl-Hg	(mg/l)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cd	(mg/l)	nd	0.001	0.003	0.028	0.002	0.002	nd	nd	nd	nd	nd
Cr	(mg/l)	0.031	0.156	0.003	0.028	0.131	0.006	0.001	0.002	0.011	0.008	0.001
Co	(mg/l)	0.007	0.005	0.001	0.001	0.003	0.001	0.002	0.002	nd	nd	0.002
Pb	(mg/l)	0.012	0.004	0.016	0.018	0.019	0.016	0.033	0.024	0.016	0.004	0.026
Cu	(mg/l)	0.016	0.008	0.009	0.028	0.009	0.009	0.006	0.003	0.004	0.003	0.008
Fe	(mg/l)	0.694	0.716	0.158	0.172	0.781	0.083	1.271	0.215	0.452	0.372	0.813
Mn	(mg/l)	0.097	0.057	0.055	0.026	0.112	0.042	0.086	0.006	0.029	0.022	0.035
Zn	(mg/l)	0.048	0.026	0.021	0.015	0.053	0.022	0.035	0.051	0.055	0.030	0.034
Ni	(MPN/100ml)	0.027	0.028	0.002	0.005	0.019	0.008	0.006	0.002	0.017	0.006	0.002
Coliform Group	(MPN/100ml)	2.7×10 <sup>3</sup>	9.0×10 <sup>3</sup>	8.4×10 <sup>3</sup>	5.4×10 <sup>4</sup>	9.4×10 <sup>4</sup>	2.1×10 <sup>4</sup>	2.0×10 <sup>4</sup>	1.7×10 <sup>5</sup>	1.8×10 <sup>5</sup>	1.3×10 <sup>6</sup>	4.7×10 <sup>4</sup>
Conductivity	(μs/cm)	248	252	280	299	301	307	115	169	137	222	270
Chlorophyll-a	(mg/m <sup>3</sup> )	0.675	0.711	2.749	6.984	28.198	25.590	6.30	4.49	5.90	6.84	9.2

Table Analysis of water in Youngdeungpo

Weather	Appointed day	Time of Collection											Mean ± SD
		1.14	2.19	3.18	4.13	5.12	6.10	7.18	8.11	9.16	10.14	11.18	
Temperature Air	(°C)	8.5	4.0	5.0	17.0	14.5	25.0	27.0	36.4	29.0	19.5	12.0	16.4 ± 11.38
Temperature Water	(°C)	3.0	1.0	6.0	13.7	18.0	24.0	21.5	24.6	28.7	17.0	10.5	14.5 ± 9.27
pH		7.2	6.8	6.9	7.3	7.9	6.9	6.8	6.9	6.7	7.4	6.9	7.0 ± 0.34
Total Alkalinity	(mg/l)	60	60	66	70	80	84	28	52	42	58	58	60.3 ± 15.27
Total Acidity	(mg/l)	8	6	8.0	10	12	18	8	2	4	3	4	7.3 ± 4.47
Residue on Evaporation	(mg/l)	118	152	140	150	166	143	133	99	134	184	174	144.8 ± 23.38
Suspended Solid	(mg/l)	9.6	8.8	8.8	9.2	15.6	13.2	32.0	15.6	18.0	27.6	8.4	14.3 ± 8.25
DO	(mg/l)	9.2	7.8	6.2	7.6	6.6	2.3	7.6	7.4	5.8	9.0	7.0	7.0 ± 1.78
BOD	(mg/l)	5.2	7.8	5.8	6.6	6.8	6.5	1.3	1.9	1.0	4.7	5.6	4.8 ± 2.21
COD	(mg/l)	5.6	7.4	6.0	7.4	7.6	5.0	3.4	2.9	1.6	4.9	5.8	5.3 ± 1.90
Soluble matter	(mg/l)	107	143	130	125	132	130	101	83	116	156	166	127.3 ± 23.19
Sulfate	(mg/l)	9.17	24.18	31.66	25.83	31.00	25.33	17.17	19.17	12.16	17.74	29.46	21.9 ± 7.21
Chloride	(mg/l)	26.94	28.36	28.36	31.91	24.82	27.65	10.64	12.05	17.72	23.39	28.36	24.3 ± 7.09
Total Hardness	(mg/l)	58	50	78	73	80	78	42	76	52	84	66	67.4 ± 13.7
Ammonia Nitrogen	(mg/l)	3.219	27.37	3.928	4.662	4.181	4.419	0.608	0.514	2.057	4.013	2.652	2.928 ± 1.406
Nitrite Nitrogen	(mg/l)	0.067	0.043	0.048	0.112	0.060	0.060	0.075	0.069	0.096	0.076	0.135	0.075 ± 0.026
Nitrate Nitrogen	(mg/l)	1.316	1.219	1.382	1.188	1.72	1.193	1.257	1.595	1.002	1.453	1.159	1.232 ± 0.196
Phosphate Phosphorus	(mg/l)	0.178	0.236	0.400	0.250	0.048	0.217	0.076	0.039	0.136	0.315	0.550	0.166 ± 0.119
ABS	(mg/l)	0.349	0.248	0.219	0.067	0.096	rd	rd	0.056	0.054	0.071	0.092	0.130 ± 0.104
Phenol	(mg/l)	0.003	0.003	0.003	0.002	0.001	rd	rd	rd	0.001	rd	rd	rd
CN	(mg/l)	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd
As	(mg/l)	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	rd	rd	rd	0.002 ± 0.001
Total-Hg	(mg/l)	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd
Alkyl-Hg	(mg/l)	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	0.001 ± 0.001
Cd	(mg/l)	rd	0.002	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd	rd
Cr	(mg/l)	0.063	0.048	0.034	0.004	0.001	0.004	0.002	0.005	rd	rd	rd	0.014 ± 0.021
Co	(mg/l)	0.011	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	rd	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002 ± 0.002
Pb	(mg/l)	0.025	0.006	0.093	0.026	0.003	0.011	0.039	0.026	0.012	0.002	0.028	0.024 ± 0.024
Cu	(mg/l)	0.019	0.01	0.011	0.021	0.004	0.003	0.010	0.002	0.004	0.005	0.006	0.008 ± 0.006
Fe	(mg/l)	1.115	0.473	0.171	0.170	0.212	0.200	1.065	0.147	0.253	0.480	0.823	0.444 ± 0.359
Mn	(mg/l)	0.170	0.082	0.062	0.018	0.148	0.098	0.067	0.005	0.042	0.029	0.017	0.063 ± 0.052
Zn	(mg/l)	0.057	0.033	0.030	0.011	0.011	0.022	0.063	0.026	0.046	0.005	0.026	0.029 ± 0.018
Ni	(mg/l)	0.065	0.014	0.003	0.005	0.001	0.005	0.006	0.004	0.005	0.002	0.001	0.009 ± 0.017
Coliform Group	(MPN/100ml)	3.2 × 10 <sup>3</sup>	6.4 × 10 <sup>3</sup>	4.7 × 10 <sup>3</sup>	2.1 × 10 <sup>3</sup>	5.9 × 10 <sup>4</sup>	1.7 × 10 <sup>4</sup>	2.3 × 10 <sup>4</sup>	1.2 × 10 <sup>5</sup>	1.4 × 10 <sup>4</sup>	3.9 × 10 <sup>5</sup>	5.4 × 10 <sup>4</sup>	7.43 × 10 <sup>4</sup>
Conductivity	(μs/cm)	245	252	284	302	285	304	125	169	151	224	272	235.2 ± 60.46
Chlorophyll-a	(mg/m <sup>3</sup> )	rd	rd	2.371	10.47	31.359	7.398	7.1	6.47	7.72	9.92	13.9	8.4 ± 8.34



Table Analysis of water in Gayang

Weather	Time of Collection												Mean±SD
	1.14	2.19	3.18	4.13	5.12	6.10	7.18	8.11	9.15	10.14	11.18	12.14	
Appointed day	Cloud	Clear	Cloud	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear	Clear
Preceding day	Cloud	Clear	Clear	Clear	Cloud	Clear	Clear	Clear	Cloud	Clear	Clear	Clear	Clear
Temperature Air	8.5	-1.0	5.0	16.0	14.0	30	28.0	35.6	28.5	19.0	11.0	-1.0	16.1±12.33
Temperature Water	4	0.0	5.9	13.0	18.5	24.8	26.8	25.0	27	17.0	12.0	5.5	14.9±9.66
pH	7.1	7.0	6.8	7.0	7.0	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.7	6.9±0.12
Total Alkalinity	78	82	88	90	96	100	30	58	40	80	92	92	77.2±22.57
Total Acidity	14	6	16.0	12	24	24	10	2	4	5	6	6	10.8±7.47
Residue on Evaporation	164	99	165	210	152	175	115	96	136	204	241	220	164.8±47.74
Suspended Solid	9.2	68.8	8.8	14.0	20.0	17.2	31.6	18.8	11.2	24.0	14.8	14.8	21.1±16.33
DO	5.2	5.0	1.8	4.4	1.2	0.2	7.4	5.7	4.8	2.0	0.6	3.2	3.5±2.28
BOD	8.8	7.2	12.0	13.6	13.8	8.4	1.6	3.7	2.1	8.8	12.8	11.1	8.7±4.31
COD	10.8	13.2	12.6	11.8	10.6	8.0	3.8	4.3	7.2	6.4	13.0	11.4	9.0±3.92
Soluble matter	156	935	142	144	121	158	84	77	125	180	226	217	213.8±231.58
Sulfate	13.00	69.20	52.66	35.83	41.83	33.67	14.67	21.12	11.00	29.99	41.96	36.87	33.0±17.15
Chloride	38.99	208.33	98.55	41.83	39.00	34.74	12.76	15.59	19.14	39.70	50.33	52.11	54.3±53.4
Total Hardness	54	166	80	80	78	82	36	88	48	90	84	86	81.0±32.0
Ammonia Nitrogen	4.0	3.368	6.360	6.293	6.314	3.710	0.855	1.232	2.171	14.693	7.676	3.271	4.226±2.527
Nitrite Nitrogen	0.137	0.200	0.064	0.08	0.017	0.018	0.058	0.076	0.091	0.082	0.025	0.206	0.087±0.063
Nitrate Nitrogen	1.238	1.121	1.356	1.388	nd	nd	0.219	1.462	1.020	0.295	0.317	1.024	0.786±0.571
Phosphate Phosphorus	0.255	0.254	0.288	0.237	0.320	0.310	0.080	0.148	0.140	0.244	0.429	0.412	0.259±0.103
ABS	0.956	0.272	0.928	0.11	0.121	0.069	0.280	0.073	0.047	0.067	0.098	0.285	0.275±0.323
Phenol	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.001	nd	0.002	0.001	0.002	nd	0.003	0.002±0.001
CN	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
As	0.003	0.004	0.004	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	nd	0.002	0.002±0.001
Total-Hg	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Alkyl-Hg	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Cd	0.048	0.144	0.135	0.039	0.012	0.002	0.002	0.002	0.001	0.003	0.001	0.010	0.034±0.051
Cr	0.010	0.012	0.004	0.003	0.002	0.002	0.002	0.001	nd	0.006	0.022	0.022	0.003±0.003
Co	0.014	0.015	0.016	0.018	0.007	0.002	0.015	0.064	0.012	0.006	0.022	0.022	0.017±0.015
Pb	0.022	0.012	0.075	0.041	0.010	0.004	0.006	0.002	0.007	0.013	0.014	0.014	0.014±0.010
Cu	1.149	0.805	0.185	0.190	0.263	0.125	1.082	0.058	0.249	0.613	0.992	0.383	0.507±0.401
Fe	0.227	0.071	0.078	0.076	0.091	0.078	0.063	0.004	0.057	0.088	0.040	0.029	0.075±0.054
Mn	0.092	0.037	0.041	0.031	0.038	0.019	0.051	0.035	0.066	0.041	0.023	0.046	0.043±0.019
Zn	0.073	0.013	0.002	0.003	0.002	0.006	0.004	0.004	0.004	0.005	0.001	0.014	0.010±0.019
Ni	6.2×10 <sup>5</sup>	2.3×10 <sup>5</sup>	5.4×10 <sup>5</sup>	1.4×10 <sup>6</sup>	2.0×10 <sup>6</sup>	1.8×10 <sup>6</sup>	8.0×10 <sup>4</sup>	3.1×10 <sup>5</sup>	9.4×10 <sup>5</sup>	9.4×10 <sup>5</sup>	4.9×10 <sup>6</sup>	9.5×10 <sup>6</sup>	9.42×10 <sup>6</sup>
Coliform Group	(MPN/100ml)	292	166	401	389	380	124	192	188	285	438	275	309.7±134.4
Conductivity	(μs/cm)	0.722	nd	587	2.97	20.964	11.028	10.31	11.14	3.72	11.4	4.2	7.1±6.29
Chlorophyll-a	(mg/m <sup>3</sup> )	0.722	nd	587	2.97	20.964	11.028	10.31	11.14	3.72	11.4	4.2	7.1±6.29