

西洛東江의 水質汚染度에 關한 調查研究

水質保全科

金度勲 · 鄭印哲 · 趙源得 · 朴海雨 · 辛判世 · 崔圭相

仁濟大學校 保健大學院

文惠煥

A Study on Water Pollution in The West-Nakdong River

Water Preservation Division

D. H. Kim, I. C. Jung, W. D. Cho, S. W. Park, P. S. Shin, K. S. Choi

Graduate School of Public Health, Inje University

D. H. Moon

Abstract

This study was conducted for the purpose of establishing the control program of water pollution and to collect basic data which are needed for researching the secondary pollution by assessing the present pollution and cause of pollution in the West-Nakdong River. The pollution Level at 9 sites of the West-Nakdong River were surveyed four times(a time each quarter) from January to December 1991.

The result were as follows.

1. The annual average concentration of general items at each site was 18.1~20.8(°C) in

Temperature, 7.2~8.4 in pH, 6.9~12.1(mg/ℓ) in DO, 4.0~17.4(mg/ℓ) in BOD, 5.6~19.9 (mg/ℓ) in COD, 11.1~22.4(mg/ℓ) in SS.

2. The annual average concentration of Cl^- at each site was 22.87~706.15(mg/ℓ).
3. The annual average concentration of Heavy metals at each site was ND~0.001(mg/ℓ) in Cd, ND~0.002(mg/ℓ) in Cu, and pb, Cr^{6+} , Hg, were not detected in all sites.
4. Toxicoides such as CN, As, Organic-phosphate were not detected in all sites.

I. 緒 論

洛東江 下流 大東水門에서 始作하여 녹산수문을 통하여 바다와 連結되는 延長 18.5km, 河幅 100~1,100m의 西洛東江²⁾은 조만강, 맥도강, 평강천 등의 지천과 連結되며, 釜山유일의 農業 中心 地域인 강서구의 6개동과 김해시·군의 一部地域을 貫通하는 동안 이 地域 일대의 농 경지에 農業用水를 供給하는 중요한 역할을 하고 있다. 또한 2000年代의 西釜山時代를 준비 하는 過程에 있어서 工業用水의 공급 可能性 및 이지역 自然環境保全의 보루로서 市民 휴식 공간의 提供 등의 역할을 期待할 수 있는 중요한 水資源으로도 評價된다. 西洛東江의 이러한 重要性에도 불구하고 釜山·慶南 地域의 가장 큰 上水原인 洛東江 본류의 重要度에 밀려 그 동안 큰 關心은 끌지 못하여 왔다.

最近 金海市·郡의 急速한 發展으로 西洛東江 流域의 常駐 人口가 現在 193千名³⁾으로 增加하였고, 汚·廢水의 排出量도 46,752m³/day⁴⁾로 急増하였으며, 河川의 堆積物 停滯로 인한 流速의 減退로 湖沼化 되어 河川의 自淨作用이 喪失 되어가는 狀態이다. 汚染物質의 排出原도 生活下水가 42,600m³/day로 汚·廢水 總 排出量의 91.1%를 차지⁵⁾하는 등 汚染物質 排出에 對한 事實상의 行政規制가 어려운 實情이어서 大的이고 綜合的인 淨化計劃 缺이는 西洛東江의 水質汚染은 더욱 加重될 것으로 豫想되고 있다. 나아가 水質汚染에 의한 土壤의 汚染, 農作物의 汚染 등 2차적 汚染問題 또한 커다란 環境問題로 부각되면서 이에 對한 豫防的 차 원의 對策 또는 時急한 課題로 대두되게 되었다. 따라서 本 研究는 西洛東江 水質汚染의 심 각성을 認識하여 正確한 水質汚染 現況을 파악하고 이에 대한 根源的인 汚染源과 問題點을 밝혀 앞으로의 淨化對策 樹立에 資料를 提供함은 물론 水質汚染에 의한 土壤 및 農作物의 汚染 등 2차적 汚染問題를 研究하기 위한 基礎資料를 蒐集하기 위하여 水質汚染 把握의 基本 項目과 比較的 人體에 有害한 것으로 알려진 重金屬 및 毒性物質 등에 대하여 1991年 1월부터 同年 12월까지 分期別 1回(年4回) 그 汚染度를 調査하였다.

II. 調査對象 및 方法

1. 調査地點 및 調査回數

洛東江 本流의 水質을 그대로 維持하고 있는 대동수문을 起點으로 하여 特別한 汚染原이 있는 곳과 農耕地에 직접적인 影響을 줄 수 있는 곳 등을 勘案하여 9개 地點을 選定하여 每 分期 1回(年4回) 調査하였다. 調査地點의 位置는 Table 1 및 Fig 1과 같다.

2. 調査項目

水質汚染의 程度를 把握하는데 基本이 되는 6개의 一般項目(溫度, DO, BOD, COD, SS, pH) 과 重金屬 및 기타 毒性 物質 8개 項目(Cd, Pb, Cr⁶⁺, Hg, Cu, CN, As, Organic Phosphate), 그리고 海水의 流入과 農作物의 鹽害 등에 對한 參考事項으로 Cl⁻를 測定 總 15個 項目을 調査 項目으로 定하였다.

3. 分析方法 및 分析機器

試料의 採取는 各 地點의 代表水質이 維持되도록 考慮하여 採水하였으며, 온도, pH 및 DO는 現場에서 測定하였고 기타 項目의 分析은 採水 즉시 實驗室로 運搬하여 分析하였다. 各 項目의 分析은 環境汚染公正試驗法²⁾과 衛生試驗法註解³⁾ 및 Standard Methods⁴⁾ 등을 參考로 하였다. 各 項目別 分析方法의 選擇 및 分析機器는 Table 2에 나타낸 바와 같다.

Table 1. Sampling Sites in the West Nakdong River

Number	Sampling Site	Number	Sampling Site
S 1	Daedong Dam	S 6	Bongrim Pumping
S 2	Seoyounjong Pumping ¹⁾	S 7	Dunchi Bridge
S 3	Kimhae Bridge	S 8	Choman Bridge
S 4	Siman Bridge	S 9	Noksan Dam
S 5	Sikman Bridge		

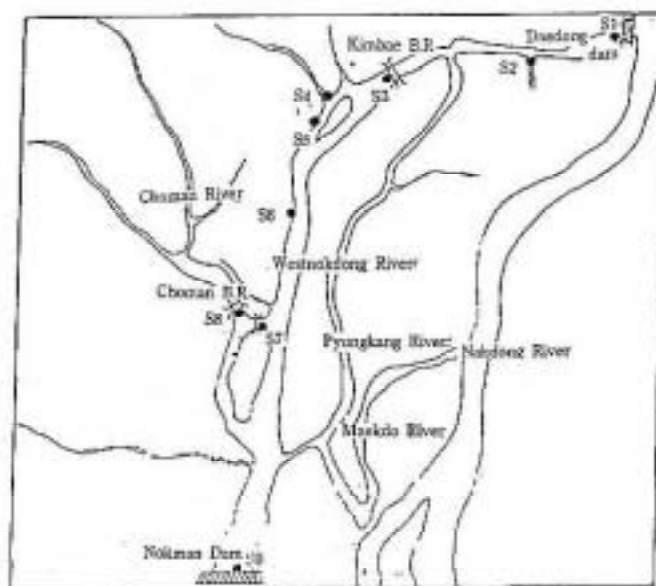


Fig 1. Sampling Sites in the West Nakdong River

Table 2. Methods and Instruments in each Item

Item	Method	Instrument
Temperature	Membrane Electrode	DO Meter—Y · S · I 58
pH	Glass Electrode	pH/ion Meter—Orion 250A
DO	Membrane Electrode	DO Meter—Y · S · I 58
BOD	BOD ₅ (at 20°C)	—
COD	KMnO ₄ Method(30min at 100°C)	—
SS	Dred at 103~105°C(CF/C)	—
Cl ⁻	Argentometric Method	—
Cd	Atomic Absorption Spectrometry	A · A Spetrometer : Varian AA 30
Pb	Atomic Absorption Spectrometry	◇
Cr ⁺⁶	Atomic Absorption Spectrometry	◇
Hg	Atomic Absorption Spectrometry	◇
Cu	Atomic Absorption Spectrometry	◇
As	Atomic Absorption Spectrometry	◇
CN	Pyridine Pyrozolone Method	UV/VIS Spetrophotometer : HP
Org Phespate	G.C Method	G.C Spetrophotometer : HP

III. 調査結果 및 考察

1. 溫度(Temperature)

各 地點의 水溫의 分期變化 및 年平均은 Table 3 및 Fig 2에 나타낸 바와 같다. 年平均이

Table 3. Quarterly Variation of Temperature at each site

(unit : °C)

Quarter(M/D)	1 / 4	2 / 4	3 / 4	4 / 4	Mean ± SD
Sampling site	(3.5)	(6.5)	(9.12)	(11.6)	
Daedong Dam	12.5	21.0	25.0	14.0	18.1 ± 5.89
Seoyoungjong	12.5	21.5	26.0	14.0	18.5 ± 6.36
Kimhae Bridge	13.0	22.0	26.4	15.0	19.1 ± 6.21
Siman Bridge	13.5	23.5	25.5	15.0	19.4 ± 6.01
Sikman Pumping	13.5	23.5	25.8	15.0	19.5 ± 6.11
Bongrim Pumping	13.5	23.5	25.5	*	20.8 ± 6.43
Dunchi Bridge	13.0	23.0	25.4	14.5	19.0 ± 6.14
Choman Bridge	13.0	23.0	25.8	14.5	19.1 ± 6.14
Noksan Dam	13.0	23.0	25.4	15.0	19.1 ± 6.03
Mean	13.1	22.7	25.6	14.6	19.0 ± 6.09

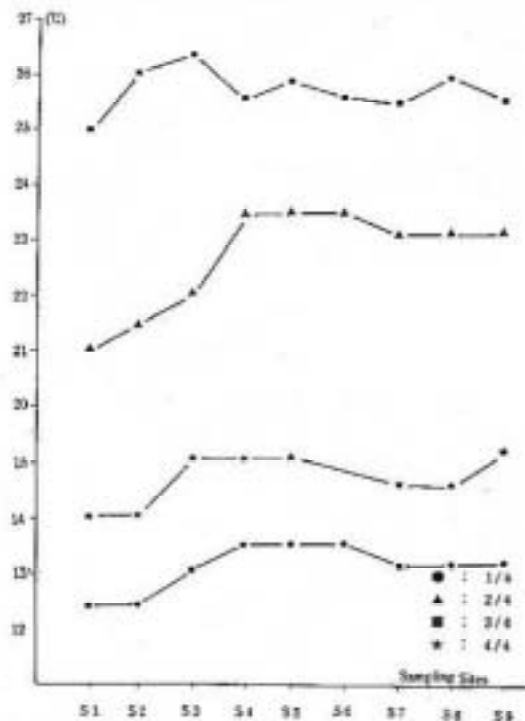


Fig 2. Quarterly Variation of Temperature at each site

18.3~19.5℃의 範圍로 流量이 많고 비교적 양호한 水質狀態를 유지하고 있는 大東水門과 서연정에서 각각 18.1℃와 18.5℃로 낮게 나타났으며, 相對的으로 流量이 적고 流速이 停滯 되어 있는 시만교 와 식만 양수장에서 各各 19.4℃와 19.5℃로 높게 나타났으나 큰 差異는 示顯되지 않았다.

2. 水素이온 濃度(pH)

自然水의 pH는 含有되어 있는 여러 種類의 鹽類, 遊離炭酸 또는 鎂酸, 遊離酸 等에 의하여 決우되는데 一般的으로 遊離炭酸과 炭酸鹽의 比例로 決定되며, 下水나 工場廢水 等の 流入이나 水中生物의 增殖에 의하여 變하기 때문에 水質의 變化를 豫測하는 指標가 된다.²⁸ 보통 河川水는 CO₂가 적으므로 해서 中性이나 弱알칼리성(pH: 7.0~7.2)을 나타내지만 藻類가 繁殖하는 곳에서는 光合成 作用에 의하여 CO₂를 消費하여 알칼리성이 되는 傾向이 있으며 藻類가 死은의 有機質을 腐敗시키면 水質은 다시 산성으로 된다.²⁹

西洛東江 9個 地點의 pH 分期變化 및 年平均은 Table 4 및 Fig 3에 나타낸 바와 같으며,

Table 4. Quarterly Variation of pH at each site

Quarter(M/D)	1 / 4	2 / 4	3 / 4	4 / 4	Mean ± SD
Sampling site	(3.5)	(6.5)	(9.12)	(11.6)	
Daedong Dam	7.3	7.0	7.0	7.5	7.2 ± 0.25
Seoyoungjong	7.4	7.1	7.6	7.4	7.4 ± 0.21
Kimhae Bridge	7.5	7.2	7.5	7.3	7.4 ± 0.15
Siman Bridge	7.4	7.4	7.4	7.2	7.4 ± 0.10
Sikman Pumping	8.0	7.5	7.2	7.4	7.5 ± 0.34
Bongrim Pumping	8.1	7.6	8.3	*	8.0 ± 0.36
Dunchi Bridge	8.0	7.8	8.0	7.5	7.8 ± 0.24
Choman Bridge	8.3	7.7	8.0	7.6	7.9 ± 0.31
Noksan Dam	8.4	7.8	9.1	8.3	8.4 ± 0.54
Mean	7.8	7.5	7.9	7.5	7.7 ± 0.21

各 地點의 年平均이 7.2~8.4의 範圍로 農業用水基準인 6.0~8.5 範圍에 모두 適合하였다. 대동수문에서 7.2로 가장 낮게 나타났고 녹산수문에서 8.4로 가장 높게 나타나 下流로 내려 갈수록 높은 pH를 보이고 있다. 이는 下流쪽이 밀도차에 의해 유입된 海水³⁰의 影響을 더 많이 받은 結果로 思料되며, 다만 3/4분기 調査시 녹산수문에서 9.1로 가장 높게 나타나 農業用水

基準을 超過하였는데 이는 海水의 影響과 함께 表層에 광범위하게 增殖된 藻類의 光合成 作用에 의한 結果로 判斷된다. 調査時期別로 7.5~7.9의 範圍로 큰 變化를 나타내지 않았으나 地點에 따라 식만양수장 7.2~8.0, 봉림양수장 7.6~8.3, 낙산수문 7.8~9.1과 같이 變化幅이 다소 높게 나타나는 것은 流量 및 流速의 變化에 따른 藻流의 發生 有·無가 가장 큰 影響을 미친 結果로 思料된다.

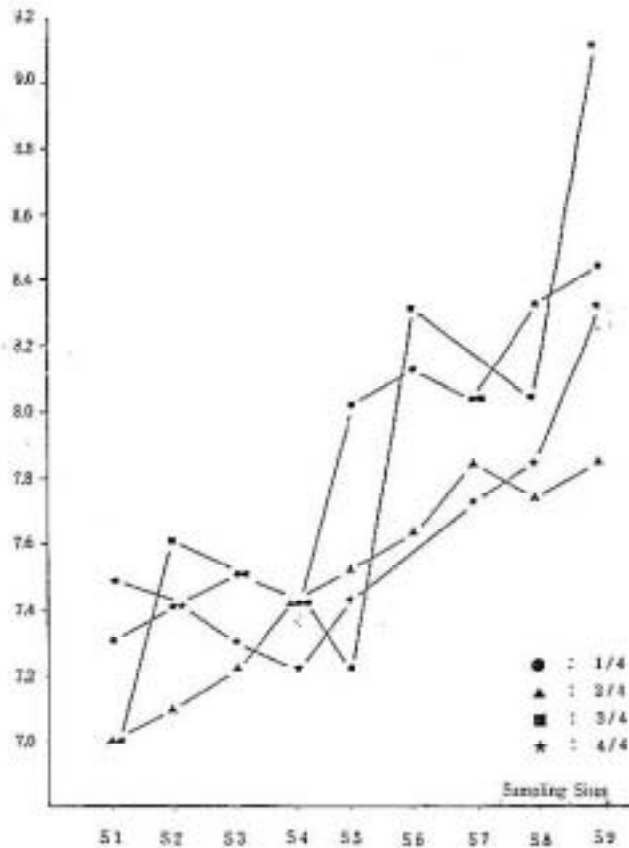


Fig 3. Quarterly Variation of pH at each site

3. 溶存酸素(DO)

溶存酸素은 BOD, COD와 함께 水質의 汚染 程度를 나타내는 重要한 指標 중의 하나이다.²⁰ 水中의 酸素는 無機의 還元性·物質에 의해서도 消費되지만 대부분 有機物의 增加와 이를 에너지원으로 한 微生物의 활발한 增殖과 이들의 呼吸作用으로 消費되며, 反對로 水中酸素의 供給은 대부분 再暴氣 등에 의한 空氣로부터 이루어지나 藻類의 光合成 作用에 의해 過飽和 狀態를 維持하기도 하며, 溶存酸素를 多量 함유한 淸水의 流入에 의해서도 供給된다.²¹ 水中 酸素의 溶解度에 影響을 미치는 因子로는 溫度, 氣壓, 溶存鹽類 등이 있으며, 1 氣壓下 20℃의 純粹水의 飽和, 溶存酸素量은 8.84mg/l이다.²² 溫度는 높을수록 酸素의 溶解度가 減少하며,

酸素가 難溶解性 氣體이므로 一定 溫度에서는 大氣壓에 直接 比例한다.* 河水의 경우는 溶存 鹽類가 많아 酸素의 溶解度가 적다.* 酸素 飽和 백분율은 水中 溶存酸素量(a)의 等溫, 等壓 下에서 純粹水中의 飽和 溶存酸素量(b)에 대한 백분율을 말한다.*

$$\text{산소포화백분율(\%)} = a/b \times 100$$

各 地點의 溶存酸素 分期別濃度 및 年平均은 Table 5 및 Fig 4에 나타낸 바와 같으며, 年 평균이 시단교에서 6.9mg/ℓ(飽和率: 78%)로 가장 낮게 나타났고 녹산수문에서 12.1mg/ℓ(포화 율: 133%)로 가장 높게 나타나 農業用水 基準인 2mg/ℓ 以上에 모두 適合하였다. 調査時期別 로는 2/4分期 調査時 全地點의 平均이 5.8mg/ℓ(포화율: 69%)로 가장 낮았고 1/4分期 調査時 12.1mg/ℓ(포화율: 120%)로 가장 높게 나타나 대동수문을 비롯한 대부분의 地點에서 分期變 化가 크게 나타나고 있다. 이는 調査地點의 대부분이 堆積物 停滯와 水門 등으로 湖沼化 되 었으며, 降雨 및 대동水門, 녹산水門의 開·閉에 따라 流量과 流速의 變化가 심하여 再暴氣나 淨水의 流入에 의한 酸素供給보다, 停滯水域에서 發生된 藻類의 장합성 작용에 의한 酸素供 給이 더 큰 影響을 미친 結果로 思料된다. 2/4分期 調査時(6월)에는 비교적 豊富한 降雨 와 대동수문의 開放 各양수장에서의 流量確保를 위한 활발한 양수 등으로 流量 增加와 함께 日 程한 流速이 維持되었으며, 藻類의 增殖도 抑制 된에 따라 各 地點別 溶存酸素의 濃도가 3.5 mg/ℓ~8.2mg/ℓ(포화율: 42~92%)의 範圍로 비교적 安定된 溶存酸素量을 보였으나, 갈수기인 1/4分期(1월) 調査時에는 대동수문에서의 流入 流量의 減少 및 양수 중단 등으로 流量 減少와 함께 江의 흐름이 더욱 停滯되어 대동수문을 비롯한 대부분의 地點에 과도한 藻類가 發生하여 各 地點의 平均 溶存酸素量이 1/4分期 때 12.1mg/ℓ(포화율: 120%), 4/4分期 때 11.2mg/ℓ(포

Table 5. Quarterly Variation of DO at each site

(unit : mg/ℓ)

Quarter(M/D)	1 / 4	2 / 4	3 / 4	4 / 4	Mean ± SD
Sampling site	(3.5)	(6.5)	(9.12)	(11.6)	
Daedong Dam	10.5(102)	4.4(51)	7.1(88)	11.2(112)	8.3(88) ± 3.16
Seoyoungjong	10.4(101)	8.2(95)	10.7(134)	11.3(113)	10.2(111) ± 1.35
Kimhae Bridge	12.0(118)	7.4(87)	6.5(82)	8.8(91)	8.7(95) ± 2.41
Siman Bridge	4.4(44)	3.5(42)	10.7(132)	9.1(94)	6.9(78) ± 3.52
Sikman Pumping	14.0(140)	3.9(47)	7.9(98)	6.5(67)	8.1(88) ± 4.28
Bongrim Pumping	13.6(136)	7.7(93)	10.9(136)	*	10.7(122) ± 2.95
Dunchi Bridge	10.7(105)	6.8(81)	10.8(133)	13.8(140)	10.5(115) ± 2.87
Choman Bridge	17.8(175)	5.1(61)	8.2(101)	16.3(167)	11.9(126) ± 6.17
Noksan Dam	15.9(156)	5.4(64)	14.2(178)	12.9(133)	12.1(133) ± 4.63
Mean	12.1(120)	5.8(69)	9.6(120)	11.2(114)	9.7(106) ± 2.78

화율: 114%)로 상당히 높게 나타났다. 3/4분기(9월) 調査時에는 7·8月の 많은 降雨 등으로 인하여 流量은 많았으나, 양수장에서 양수중단 등으로 流速이 停滯되고, 조류의 발생으로 溶存酸素量이 9.6mg/l(포화율: 120%)로 상당히 높게 나타났으며, 특히 녹산수문에서는 14.2 mg/l(포화율: 178%)로 年中 全地點에서의 最高值(포화율)를 記錄하였다.

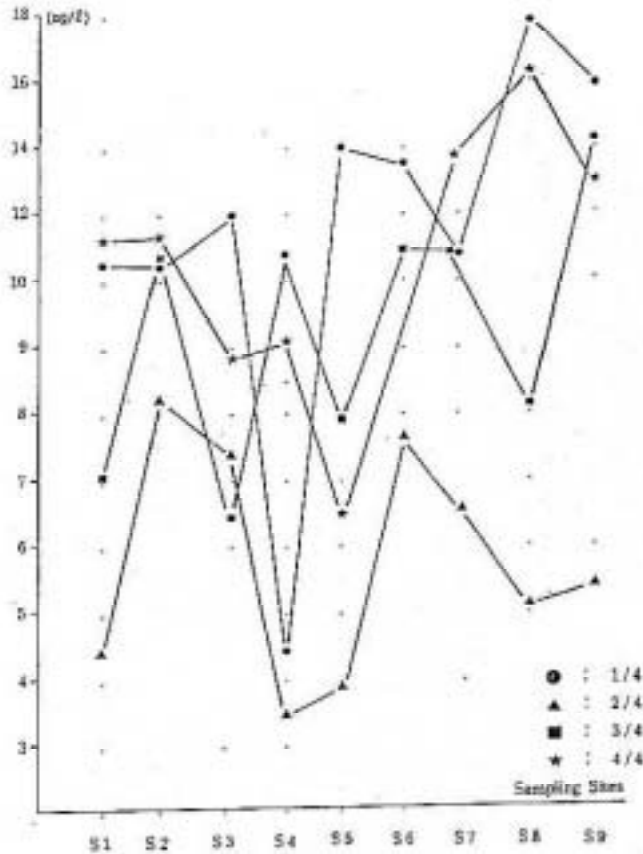


Fig 4. Quarterly Variation of DO at each site

4. 生物化學的酸素要求量(BOD)

BOD는 水中에 포함되어 있는 有機物이 微生物에 의해 好氣性 分解될 때 必要로 하는 酸素量으로 水中 有機物 汚染의 指標로 이용되고 있다. 水中分解者인 대부분의 박테리아 細菌은 有機物質과 化合하여 代謝에 필요한 에너지를 供給받으며 이과정에서 有機物은 CO₂와 물을 내놓는다. 정상적인 수계에서는 有機物과 溶存酸素의 均衡이 이루어져 있지만 工場廢水, 家庭의 汚·下水 등에는 많은 有機物들이 포함되어 있으므로 많은 양의 溶存酸素를 必要로 한다. 따라서 BOD값이 높다는 것은 腐敗성 유기물이 많은 것을 意味한다. BOD에 의한 水質 惡化는 水中의 有機物을 에너지원으로한 水中微生物의 增殖과 이들의 呼吸作用에 의한 溶存酸素의 減少가 問題되며, 空氣中에서의 酸素溶解가 차단 될 경우 嫌氣性 水域이 되어 黃酸塩

窒酸塩 등의 還元에 의해 H₂S, H₂, CH₄, NH₃ 등이 發生되어 惡臭가 나게되며, 浮游物의 沈降에 의한 저질 劣化의 進行을 볼 수 있다.²⁾ 이 밖에 BOD는 下水處理場의 設計나 效果判定 및 河川의 自淨作用에 필요한 溶存酸素量을 推定하는데도 중요한 指標가 된다.³⁾

Table 6. Quarterly Variation of BOD at each site

(unit : mg/l)

Quarter(M/D)	1 / 4	2 / 4	3 / 4	4 / 4	Mean ± SD
Sampling site	(3.5)	(6.5)	(9.12)	(11.6)	
Daedong Dam	4.3	3.8	4.7	3.1	4.0 ± 0.69
Seoyoungjong	4.7	4.1	3.3	6.6	4.7 ± 1.41
Kimhae Bridge	5.5	5.8	6.3	4.8	5.6 ± 0.63
Siman Bridge	33.8	19.7	6.7	9.5	17.4 ± 11.26
Sikman Pumping	12.7	10.8	6.5	6.4	9.1 ± 3.16
Bongrim Pumping	10.4	8.1	7.1	*	8.5 ± 1.69
Dunchi Bridge	7.0	8.2	7.1	5.0	6.8 ± 1.33
Choman Bridge	9.5	7.7	5.9	7.0	7.5 ± 1.51
Noksan Dam	9.1	7.8	23.3	4.4	11.2 ± 8.34
Mean	10.7	8.4	7.9	5.8	5.8 ± 2.01

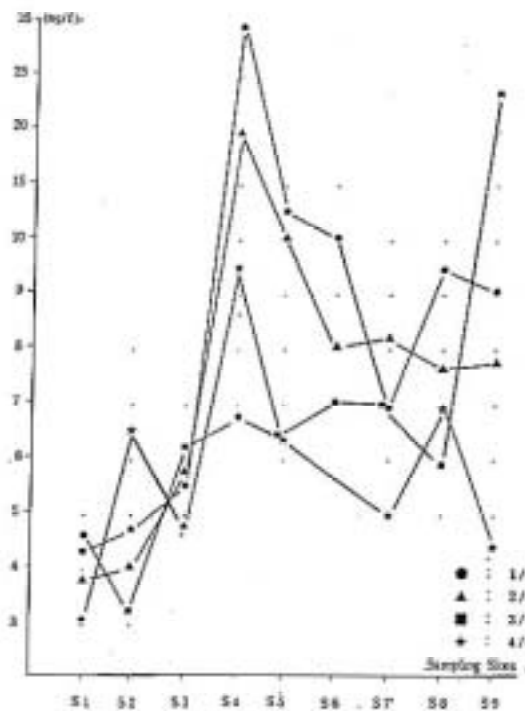


Fig 5. Quarterly Variation of BOD at each site

各地點別 BOD의 分期別 濃度 및 年平均은 Table 6 및 Fig 5에 나타낸 바와 같으며 대동수문에서 年平均 濃도가 4.0mg/ℓ로 가장 낮게 나타났고, 시만교에서 17.4mg/ℓ로 가장 높게 나타났다. 대체로 上水原水 3級의 水質狀態를 維持하고 있는 대동수문에서 始作하여 녹산수문에 이르는 동안에 그 汚染이 加重되고 있음을 볼 수 있으며, 특히 流量과 流速의 變化가 심하고 隣近의 汚染源으로부터 가장 直接的으로 影響을 받고 있는 시만교, 식만양수장, 봉림양수장에서는 年平均 濃도가 各各 17.4mg/ℓ 9.1mg/ℓ, 8.5mg/ℓ로 農業用水 基準인 8mg/ℓ 以下보다 높게 나타났고, 마지막 採水地點인 녹산수문에서는 流量은 많으나 水門에 의해 流速이 停滯되고, 藻類의 發生과 더불어 上流 地點으로부터 흘러 들어온 汚染物質의 累積으로 年平均 濃도가 11.2mg/ℓ로 濃度用水 基準보다 다소 높게 나타나고 있다. 調査時期別로는 4/4分期 調査時 全地點의 平均濃도가 5.8mg/ℓ로 가장 낮게 나타났으며, 1/4分期 調査時 10.7mg/ℓ로 가장 높게 나타났다.

西洛東江 調査地點의 대부분이 降雨, 水門의 開·閉 양수장에서의 Pumping 등에 의해 流量과 流速의 變化가 심하여, 藻類의 發生 有·無, 汚染物質의 排出狀態에 따라서 그 汚染도가 크게 변하는데 특히 시만교와 녹산수문에서는 分期 變化가 각각 6.7~33.8(mg/ℓ), 4.4~23.3(mg/ℓ)로 가장 크게 나타났다. 시만교의 境週는 隣近 안동공단으로부터의 汚染物質 排出과 降雨에 의한 流量增加 등이 가장 큰 影響을 미치며, 녹산수문의 경우 水門에 의한 流速의 차단과 이에 의한 藻類의 發生 등이 더 큰 影響을 미친 것으로 思料된다. 西洛東江 水質의 代表的인 汚染源으로는 採水地點別로 다소간의 差異는 있으나 家庭의 生活下水와 農業排水, 農家의 畜舍廢水, 안동공단의 工場廢水, 小規模 家內工場 등의 汚·廢水, 金海市 糞尿處理場 放流水 등이 있으며 특히 시만교의 경우 안동공단의 工場폐수가 가장 큰 影響을 미치고 있으며, 조만교의 경우 金海市 糞尿處理場의 放流水(30m³/day)⁸의 影響을 가장 많이 받고 있는 것으로 判斷된다.

5. 化學的酸素要求量(COD)

COD는 BOD와 함께 水中 有機物 汚染의 指標로 利用되며, BOD가 水中의 有機物을 生物學的으로 酸化되는데 要하는 酸素量을 나타내는 반면 COD는 高溫 強酸性 또는 強알칼리성 등의 特殊條件에서 酸化劑를 添加하여 酸化시킨 때 要하는 酸素量을 구하는 것으로 COD와 BOD의 數値는 당연히 달라지며 酸化의 比率도 有機物의 種類에 따라 크게 다르다.⁹ 예를 들어 Cellulose는 生物學的으로 安定한 物質이나 化學的으로는 잘 酸化되며, 連鎖狀 有機酸은 박테리아가 分解하기 쉬운 物質이지만 化學的으로는 安定한 物質이다.⁹ 또한 BOD의 測定은 有毒物質을 含有하거나 액성(pH)에 따라 微生物이 存在할 수 없는 경우 상당한 어려움이 있으나, COD는 이와 관련없이 BOD에 비하여 훨씬 짧은 시간에 測定을 完了할 수 있어 경우에 따라 COD가 BOD가 水質汚染의 指標로 더욱 有用하게 使用되기도 한다.^{3, 8, 10}

各地點의 分期別 COD 濃度 및 年平均은 Table 7 및 Fig 6에 나타난 바와 같이 年平均濃도가 5.6~19.9(mg/l)의 範圍로 대동수문에서 5.6mg/l로 가장 낮게 나타났고 안동공단의 工場廢水의 影響을 가장 많이 있는 시만교에서 19.9mg/l로 가장 높게 나타났다. 대체 下流로 내려 갈수록 그 汚染이 加重되어 감을 볼 수 있으며, 그다지 큰 汚染源이 없는 대동수문과 서연정을 제외한 全地點에서 濃度用水 基準인 8mg/l 以下보다 높게 나타나고 있다. 調査時期別로는 4/4 分期 調査時 全地點의 平均濃도가 8.8mg/l로 가장 낮게 나타났으며 1/4分期 調査時 12.4mg/l로 가장 높게 나타났다. III-4장의 BOD에서 전술한 바와 같이 西洛東江 採水地點들의 特性上 地點에 따라 各 分期別로 큰 差異를 나타내고 있으며, BOD에서와 마찬가지로 시만교와 녹산수문에서 각각 10.5(mg/l) 37.3mg/l와 9.6mg/l~20.7mg/l로 그 變化가 가장 심하게 나타났다. 汚染源 및 汚染經路 또한 III-4장의 BOD에서 전술한 바와 같다.

Fig 8는 各地點別 BOD와 COD의 年平均 濃度 變化를 表示한 것으로, 여기서 보는 바와 같이 全地點에서 COD가 BOD보다 높은 값을 시현하였다. 이는 有機物의 種類에 따라 달라지나, 藻類의 增殖에 의한 cellulose 成分의 增加로 인한 影響으로 推定되며, 3/4分期 調査時 녹산수문에서 COD : BOD가 20.7mg/l ; 23.3mg/l로 BOD가 다소 높게 나타난 것은 BOD 測定時 藻類의 활발한 呼吸作用으로 인하여 BOD 値가 非正常的으로 높아진 것으로 思料된다.²⁰⁾

Table 7. Quarterly Variation of COD at each site

Quarter(M/D) Sampling site	(unit : mg/l)				Mean ± SD
	1 / 4 (3.5)	2 / 4 (6.5)	3 / 4 (9.12)	4 / 4 (11.6)	
Daedong Dam	5.6	5.0	6.6	5.2	5.6 ± 0.71
Seoyoungjong	6.0	5.4	6.4	7.8	6.4 ± 1.02
Kimhae Bridge	7.8	6.8	10.6	8.4	8.4 ± 1.61
Siman Bridge	37.3	18.8	10.5	13.0	19.9 ± 12.16
Sikman Pumping	12.5	13.0	10.6	9.7	11.5 ± 1.56
Bongrim Pumping	9.8	9.6	13.0	*	10.8 ± 1.91
Dunchi Bridge	7.4	10.6	10.0	8.0	9.0 ± 1.54
Choman Bridge	12.0	10.0	7.5	8.6	9.5 ± 1.94
Noksan Dam	13.2	9.6	20.7	9.7	13.3 ± 5.21
Mean	12.4	9.7	10.7	8.8	10.5 ± 1.54

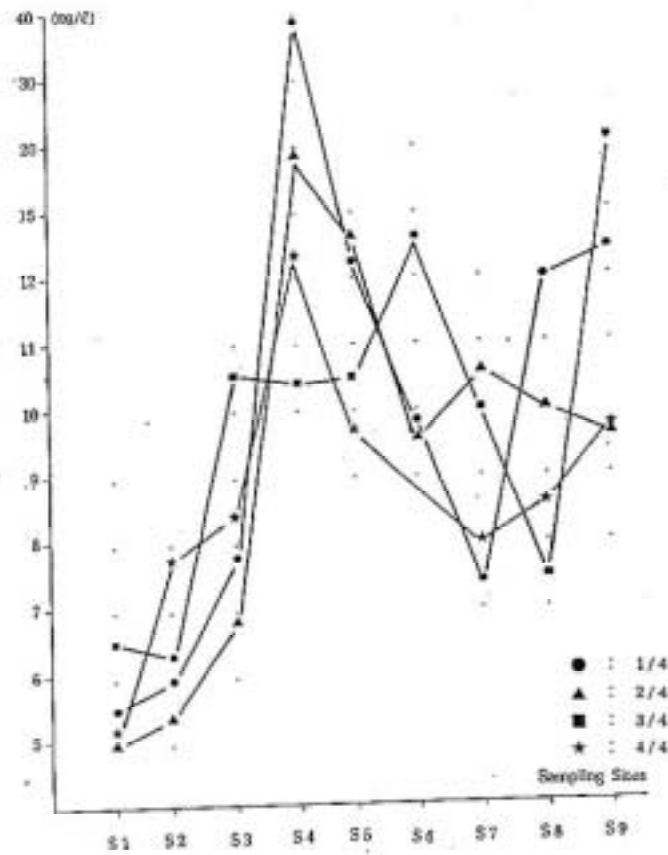


Fig 6. Quarterly Variation of COD at each site

6. 浮游物質(SS)

SS는 一般的으로 直徑 2mm 以下の 微小物質을 말하며, 물의 濁度를 誘發시키고 上·下水道 處理의 資料가 되기도 한다.³⁾ 특히 農業用水 中の SS 濃度가 높을 경우 硅酸 等の 無期質 微 粒子의 流入 蓄積에 의한 土壤의 浸水性이 惡化되고 農作物의 生育에 沮害를 주기도 한다. 이 때의 蓄積 限度는 3mm 程度이다.³⁾

各 地點의 浮游物質 濃度 年平均은 Table 8 및 Fig7에 나타낸 바에 같으며, 年平均 濃度가 大동수문에서 11.1mg/l로 가장 낮게 나타났고 시만교에서 22.4mg/l로 가장 높게 나타나 水質 汚染이 가장 심하게 나타난 시만교를 제외하고는 대체로 下流로 내려 갈수록 높게 나타났다. 調査時期別로 2/4分期 調査時 全地點의 平均이 12.7mg/l로 가장 낮았으며, 4/4分期 調査時 17.2 mg/l 가장 높게 나타타 全體的으로는 分期變化가 크지 않았으나, 녹산수문, 조만교 등의 地點 에서 각각 12.6mg/l~25.2mg/l, 12.0mg/l~26.0mg/l 등으로 나타나 地點에 따라 그 變化가 심

하게 나타남을 볼 수 있다. 이는藻類發生의有·無에 의한影響이 가장 큰 것으로 思料된다. 1/4期 調査時 대동수문에서 8.8mg/ℓ로 年中 全地點에서 最低値를 記錄하였으며, 같은 時期 시 만교에서 39.5mg/ℓ로 最大値를 나타내었으나 農業用水 基準인 100mg/ℓ이하에는 모두 適合하였다.

SS의 濃度變化는 降雨 등에 의해 指標層의 有機物과 함께 흘러들어온 無機質 微粒子의 浮上으로 인하여 상당한 影響을 받을 수 있으나 금번 調査時에는 이러한 경우보다 藻類의 發生有·無가 더 큰 影響을 미친 것으로 思料되며, Fig 8의 BOD, COD, SS의 年平均 濃度 變化에서 보는 바와 같이 有機物에 의한 河川水質의 汚染을 判斷할 때 BOD, COD 및 SS의 濃도가 상당한 相關 關係를 가짐을 볼 수 있다.

7. 酸素이온

酸素이온은 NaCl, KCl, CaCl₂ 등의 鹽化質 收容液 중에서 電離하여 음이온으로 되어 있는 鹽素를 말하며, 糞尿, 産業廢水, 海水 등의 혼입에 의해 影響을 받는다.¹³⁾ 보통 天水는 10mg/ℓ 정도의 Cl⁻를 含有하고 있으며, 河川의 경우 下流地域에서는 海水의 流入에 의해 상당히 높아지게 되는데 이는 鹽水가 淡水보다 密度가 더 크므로해서 下流로 흘러 내리는 淡水의 아래에 깔리어 下流로 逆上하기 때문이다.¹⁴⁾ 특히 農業用水 중에 Cl⁻가 너무 높으면 滲透壓에 의해 植物의 成長이 阻害되며, 만약 土壤의 性質이 좋아서 排水가 잘 되는 경우에는 뿌리 밖으로 이러한 鹽分이 流出되므로 그 影響은 줄어든다.¹⁵⁾

Table 8. Quarterly Variation of SS at each site

(unit : mg/ℓ)

Quarter(M/D) Sampling site	1 / 4 (3.5)	2 / 4 (6.5)	3 / 4 (9.12)	4 / 4 (11.6)	Mean ± SD
Daedong Dam	8.8	9.6	10.4	15.5	11.1 ± 3.02
Seoyounjong	10.3	9.0	9.6	16.5	11.4 ± 3.47
Kimhae Bridge	12.5	13.2	14.8	13.5	13.5 ± 0.96
Siman Bridge	39.5	16.6	16.2	17.5	22.4 ± 11.38
Sikman Pumping	14.0	14.6	11.2	13.0	13.3 ± 1.49
Bongrim Pumping	14.3	13.0	16.8	*	14.7 ± 1.93
Dunchi Bridge	12.0	13.8	14.6	20.5	15.2 ± 3.68
Choman Bridge	15.5	12.0	14.2	26.0	16.9 ± 6.22
Noksan Dam	13.0	12.6	25.2	15.0	16.5 ± 5.93
Mean	15.5	12.7	14.7	17.2	15.0 ± 1.87

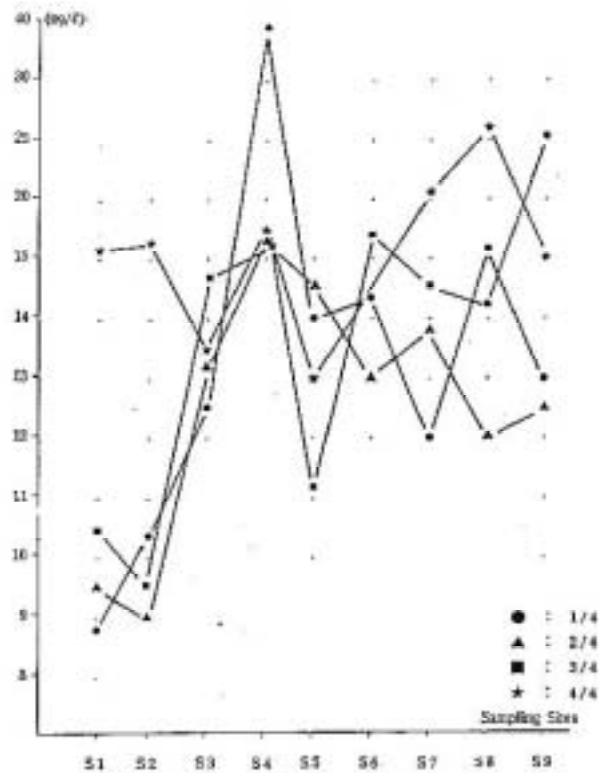


Fig 7. Quarterly Variation of SS at each site

Table 9. Quarterly Variation of Cl^- at each site

(unit : mg/l)

Quarter(M/D)	1 / 4	2 / 4	3 / 4	4 / 4	Mean	±	SD
Sampling site	(3.5)	(6.5)	(9.12)	(11.6)			
Daedong Dam	21.28	20.56	21.28	28.37	22.87	±	3.68
Seoyoungjong	24.82	22.09	26.24	42.55	29.08	±	9.10
Kimhae Bridge	28.37	28.72	27.66	113.47	49.56	±	42.61
Siman Bridge	134.75	73.40	43.26	78.01	82.36	±	38.18
Sikman Pumping	42.55	53.54	47.52	156.02	74.92	±	54.26
Bongrim Pumping	109.93	90.42	39.72	*	80.02	±	36.24
Dunchi Bridge	503.53	407.79	43.26	503.53	364.53	±	218.88
Choman Bridge	648.92	494.44	42.55	460.98	411.72	±	259.37
Noksan Dam	728.93	680.80	280.13	1143.72	706.15	±	349.44
Mean	249.23	208.04	63.51	314.71	202.36	±	106.40

各地點의 分期別 濃度 및 年平均은 Table 9에 나타낸 바와 같이 年平均濃度가 대동수문에서 22.8mg/l로 가장 낮게 나타났으며, 녹산수문에서 706.15mg/l로 가장 높게 나타나 下流로 내려 갈수록 그 濃度가 높아 짐을 볼 수 있다. 이는 海水의 유입에 의한 影響으로 판단되며, 특히 둔치교, 조만교, 녹산수문에서 各 各의 年 平均이 364.53mg/l, 411.72mg/l, 706.15mg/l로 우리나라 飲用水 水質基準인 150mg/l[㎖]보다 훨씬 높게 나타나 그 影響을 상당히 많이 받고 있는 것으로 나타났다. 調査 時期別로는 4/4分期 調査時 全 地點의 平均이 314.71mg/l로 가장 높게 나타났으며, 3/4分期 調査時 63.51mg/l로 가장 낮게 나타났다. 이는 西洛東江의 鹽分 濃度가 녹산수문의 開·閉에 따른 海水 流入量의 程度에 따라 달라지나 Fig 9의 分期別 Cl⁻ 濃度變化에서 보는 바와 같이 갈수기인 4/4分期 및 1/4分期 調査時에 높게 나타남으로 해서 降雨에 의한 희석등의 影響도 상당히 받는 것으로 판단된다. 3/4分期 調査時에는 7·8월의 장마비로 인해 희석이 많았으며 相對적으로 海水의 流入이 적었던 것으로 思料된다. 4/4分期 調査時에는 비교적 流量이 많은 김해교 地點에서 그 濃度가 113.47을 나타냄으로서 海水의 혼입이 상당히 遠쪽까지 影響을 미친 것으로 判斷되며, 1/4分期 조사시 시만교에서 134.74mg/l로 나타난 것은 이 地點의 流量이 적은데다 家庭下水와 工場廢水의 影響을 많이 받은 것으로 思料된다.

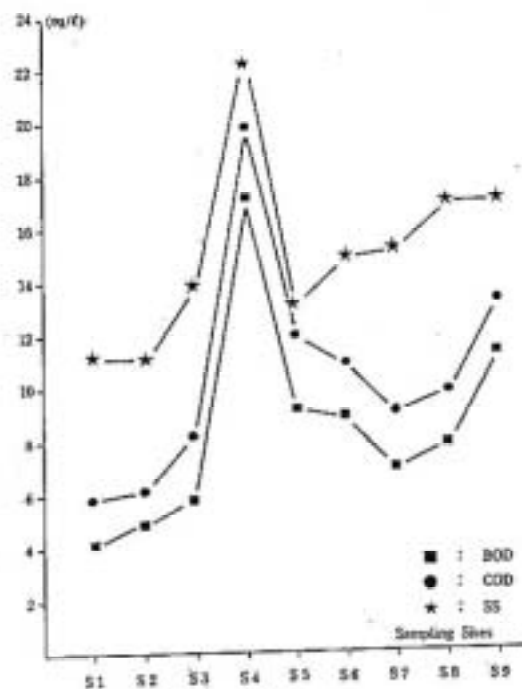


Fig 8. The annual average value of BOD, COD, SS at each site

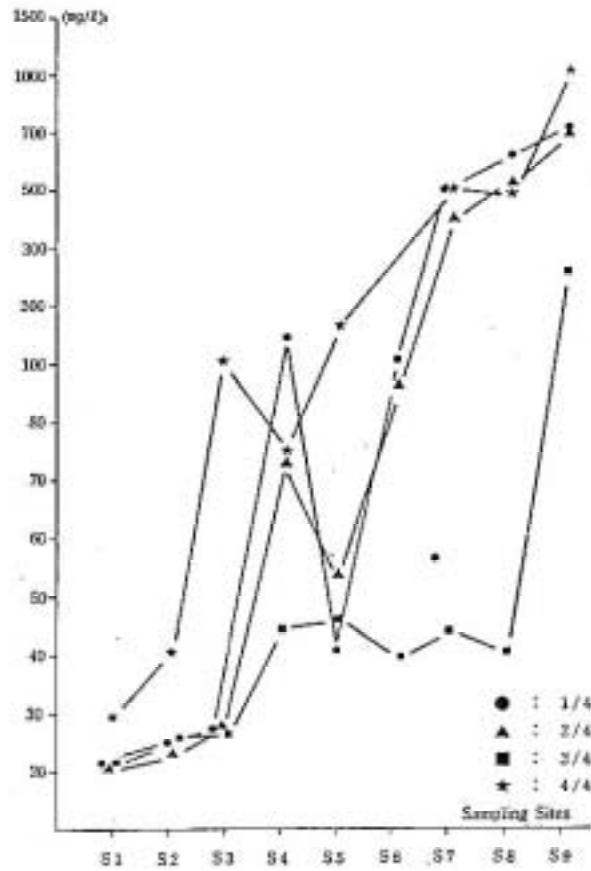


Fig 9. Quarterly Variation of Cl⁻ at each site

8. 重金屬類(Cd, Pb, Cr⁶⁺, Hg, Cu)

重金屬은 一般的으로 比重 5(or 4) 以上の 金屬을 말하며, 다른 金屬과 化合物로 存在하는 경우가 많다.¹⁹⁾ 水質의 重金屬 汚染은 各種 工場廢水등에 의해 汚染된다. 種類에 따라 程度의 차이는 있으나 많은 種類가 生體內的 蓄積性 가지고 있으며 微量일지라도 이들이 土壤, 農作物 및 水生 生物에 蓄積되고 各種 먹이 連鎖에 의해 人제에 蓄積되어 中毒 症상을 誘發하기도 한다.²⁰⁻²²⁾

카드뮴은 Zn 광석중 특히 실아연광(ZnS) 및 백아연광(ZnCO₃)에 含有되어 산출되고, Zn과 같이 自然界에 널리 퍼져있다. Cd는 신장과 폐를 통하여 吸收되고, 吸收된 카드뮴은 皮속으로 들어가서 간과 신장등에 蓄積된다.²³⁾ 카드뮴의 代表的인 中毒증상으로는 신장 장애(당백뇨증, 당뇨증), 골연화 현상(이파이 이파이병) 등이 있다.²⁴⁻²⁶⁾

납은 수 많은 鑛物質에 存在하며, 代表的인 것으로 방연광(PbS), 백연광(PbCO₃), 황산연광

($PbSO_4$) 등이 있다. 납은 金屬 또는 化合物로서 用途가 廣範圍하여 각종 기기용 기구, 화학약품, 안료, 도료, 염료, 농약, 연료 등의 主要成分 및 添加成分 또는 不純物로서 含有되어 있다. 따라서 日常生活에서 接觸할 機會도 많다. 人體의 吸收은 소화기와 호흡기를 통하여 이루어지며, 吸收된 납은 들어가서 연조직과 뼈에 蓄積되어, 혈액, 신경 등에 障礙를 일으킨다. 납은 급성중독을 일으키기에는 비교적 약한 독물이므로 치사량은 10~15g이나, 축적성이 있기 때문에 微量에서도 연속적으로 섭취하면 慢性中毒을 일으킨다.^{5) 25-26)}

크롬은 백청색의 단단한 金屬으로 自然界에서는 주로 크롬철광($FeCr_2O_4$)으로 산출되며, 鑛을 거쳐 여러가지 用途로 使用된다. 수중에서 크롬은 2가, 3가 및 6가의 形態로 存在할 수 있으나 2가 크롬은 쉽게 Cr^{3+} , Cr^{6+} 로 酸化되며, 流入된 Cr^{6+} 도 비교적 불안정하여 수중에 共存하고 있는 다른 成分들과 反應하여 Cr^{3+} 로 還元되므로 일반하천에서는 거의 檢出되지 않고 있다. Cr^{3+} 는 人體의 必須原素로서, 당·지질대사 및 아미노산 合成에 參與하는 것으로 알려져 있으며, Cr^{6+} 는 비교적 毒性이 강한 것으로 報告되고 있다. Cr은 소화기와 호흡기를 통하여 吸收되며, 體內에 吸收된 크롬은 뇨를 통하여 80% 이상이 배설된다. 크롬의 毒性은 주로 Cr^{6+} 에 기인하는 것으로 간 및 신장장애, 뇌출혈, 호흡장애를 가져오고, 급성증상으로는 구토, 뇨독증 등을 일으킨다. $K_2Cr_2O_7$ 의 경우 치사량은 0.5~1.5g이다.^{5) 27-28)}

수은은 은백색의 휘발성이 있는 무거운 液體金屬으로 自然水銀 또는 진사로 산출되며, Au, Ag, Cd, Cu, Zn, Pb, Na 등 여러가지 金屬과 아말감을 形成하는 性質이 있어 工業적으로 많이 이용되고 있다. 환경중에 放出된 수은은 金屬水銀, Hg^{2+} , Hg^{2+} 및 有機水銀 狀態로 存在하며, 특히 有機水銀은 어류 및 포유동물에 蓄積되어 이들을 섭취한 사람들에게 심한 중독 증상을 나타내게 하는데 代表的인 例가 日本에서 발생한 미나마타병이다. 수중에서 존재하는 無期水銀의 體內 吸收率은 약 15% 以下이다. 메틸수은은 거의 전부가 吸收되며, 또한 無期水銀은 신장에 蓄積되지만 메틸수은은 지용성이 있기 때문에 쉽게 血液에 하여 80~90%가 結合하게 되며 골, 뇌, 척수, 말초신경, 태반 등으로 전이하게 된다. 無期水銀 化合物에 의한 중독증상은 치근염, 구내염, 두통, 신장장애 등이며, $HgCl_2$ 에 의한 치사량은 成人의 경우 1~2g이며 중독량은 0.5g으로 알려져 있다.^{5) 29-30)}

동은 인체대사에 必須的인 無期物이며 一般的으로 飲用水에 있는 水準으로는 人間에게 無害하다고 알려져 있다. 동상 飲用水에서 Cu를 規制하는 것은 自體의 유해성보다는 색상 및 쓴맛(5mg/l 이상)을 내는 심미적영향 때문이다. 사람의 섭취량은 평균 1.60mg이지만 Cu를 大量 섭취한 경우 중독증상으로는 Boyden에 의하면 500mg/l 이상이면 증상이 나타나는데 이때의 간에서의 含有量이 平常時보다 14~20배 增加하고, 신장에서도 40% 增加하며, 血液 중에서는 20% 증가 정도로 나타났다. 이 中毒의 特徵은 간세포의 피사, 간경변, 당뇨병과 關係가 있다.^{5) 31-32)}

각지점별 중금속류의 년평균농도는 Table 10에 나타낸 바와 같다. Pb, Cr^{6+} , Hg는 全地點에서 檢出되지 않았으며, Cd와 Cu는 시만교, 식만양수장, 봉림양수장 등에서 분기별농도가

각각 0.001~0.003mg/ℓ의 범위로 흔적량 정도 즉 微量 檢出되었으나 生活環境基準인 Cd : 0.01 mg/ℓ이하, Pb : 0.1mg/ℓ이하, Cr⁶⁺ : 0.05mg/ℓ이하, Hg : 檢出에서는 아니됨에 모두 適合하였다. 西洛東江 重金屬 汚染의 主 汚染源으로는 김해시 안동공단의 工場廢水와 덕도강 流域의 高물 營業所 등이 있으나 금번 調査에서는 이들에 의한 汚染의 影響은 크게 나타나지 않았다.

Table 10. The Average Value of Heavy Metal contents at each Site

(unit : mg/ℓ, nd : 0.001 Cd, Pb, Cr⁶⁺, Hg, Cu μg/ℓ Dn)

Item	Cd	Pb	Cr ⁶⁺	Hg	Cu
Sampling site	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
Daedong Dam	nd	nd	nd	nd	nd
Seouounjdng	nd	nd	nd	nd	nd
Kimhae Bridge	nd	nd	nd	nd	nd
Siman Bridge	nd	nd	nd	nd	0.001 0.001
Sikman Pumping	nd	nd	nd	nd	0.001 0.002
Bongrim Pumping	0.001 0.001	nd	nd	nd	0.001 0.002
Dumchi Bridge	nd	nd	nd	nd	nd
Choman Bridge	nd	nd	nd	nd	nd
Noksan Dam	nd	nd	nd	nd	nd

9. 시안, 비소, 有機磷(CN, As, Org-Phosphate)

CN, As, 有機磷 化合物은 모두 인체에 강한 毒性을 가지며, 工場 廢水와 農藥 및 殺蟲劑 등의 殺布에 의해 河川에 汚染된다.^{5, 5, 20}

CN은 이온화 狀態인 CN⁻와 KCN, NaCN 등의 化合物의 形態로 水中에 存在하며 鍍金工場, 寫眞 現像, 金屬 工場의 廢水, 殺蟲劑 殺布 등이 汚染源이 되고 있다.⁹ CN의 中毒作用은 身體機能의 가장 중요한 組織(경동맥, 대동맥) 細胞에 吸收되어 효소의 酸化作用을 遮斷하고 혐기성 副産物(젖산)을 蓄積하여 呼吸을 促進시킴으로서 일어난다. HCN의 경우 경구치사량은 50-100mg^{5, 5, 20}

As는 드물게 유리상태로 存在하기도 하지만 대부분 다른 重金屬과의 化合物로 존재하며, 化學反應性이 좋아 티원소와 쉽게 化合한다. 비소의 用度는 비산염의 形態로 殺蟲劑에 쓰이고 유화물 등은 안료 등으로 쓰인다. 비소의 毒性은 아비산(As₂O₃)으로서 實驗動物의 반수치사량(LD₅₀)이 45mg/kg이다. 水 中の 汚染은 유기비소계 또는 비소계 農藥의 殺布 및 工場廢水 등이 의해 汚染된다.^{5, 5, 20}

Table 11. The Average Value of CN, As Organic phosphate contents at each Site

(unit : mg/ℓ, nd : 0.005 Cd, CN, As, Org-Phosphate mg/ℓ)

Item Sampling site	CN	As	Organic phosphate
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
Daedong Dam	nd	nd	nd
Seouounjdng	nd	nd	nd
Kimhae Bridge	nd	nd	nd
Siman Bridge	nd	nd	nd
Sikman Pumping	nd	nd	nd
Bongrim Pumping	nd	nd	nd
Dumchi Bridge	nd	nd	nd
Choman Bridge	nd	nd	nd
Noksan Dam	nd	nd	nd

有機磷은 有機磷系 農藥의 殺布와 이들의 殘留로 인해 河川에 汚染 되어지며, 毒性은 各 化合物의 種類에 따라 差異가 있으며 특히 毒性이 強한 파라티온은 1945년에 開發된 이후 急速히 普及되어서나, 安全性 등의 問題가 있어 저독성으로 選擇성이 큰 有機磷계 살충제가 多量 등장 하였다. 有機磷계 살충제는 一般적으로 빛이나 烈에 不安定하며 알카리에 가수분해되기 쉽다.^{2,9)}

各 地點에서의 CN, As, 有機磷의 分期別 調査結果는 Table 11에 나타낸 바와 같이 全 地點에서 檢出되지 않았으며, 環境基準¹⁰⁾인 As ; 0.05mg/ℓ이하, CN 및 有機磷 : 檢出되어서는 아니됨에 모두 適合하였다.

IV. 結 論

1991年 1월부터 동년 12월까지 年 4회에 걸쳐 西洛東江 水系 9個 地點의 水質 汚染度를 調査한 結果는 앞에서 考察한 바와 같이 有機物에 의한 河川水質 汚染의 가장 대표적인 指標인 BOD와 COD에 있어서 大동수문, 서연정, 김해교 등 一部地點을 제외하고는 農業用水 基準인 8mg/ℓ 以下보다 높게 나타나고 있다. BOD에 있어서는 시만교, 식만양수장, 봉림양수장, 녹산수문에서의 年平均濃度는 各各 그 濃度가 17.4mg/ℓ, 9.1mg/ℓ, 8.5mg/ℓ, 11.2mg/ℓ로 農業用水 基準인 8mg/ℓ 以下를 超過하고 있다. 이는 各種 汚染源에 의한 오염물의 加重과 함께 河川 堆積物의 停滯와 水門 등으로 인하여 流水가 抑制되어 河川의 自淨作用이 그의 喪失되어 가고 있기 때문에 思料된다.

溶存酸素의 量도 全 地點의 平均이 9.8mg/l(포화율: 106%)로 나타나 數直上으로는 상당히 높게 나타났으나 淸水의 流入이나 再暴氣 등 정상적인 水의 交流에 의한 것 보다는 河川의 湖沼化와 各種 有機物의 汚染에 의한 富營養化로 發生된 藻類의 光合成 作用에 의한 結果로 判斷되며, 오히려 夜間의 이화작용에 의한 溶存酸素의 缺乏 및 이에 의한 漁類의 死感이 屢 處된다.^{1) 2)} 西洛東江은 낙산수문에 의해 流水가 조절되고 海水의 流入을 遮斷하고 있으나 西放流時 密度差에 의해 流入된 海水의 影響으로 Cl⁻의 濃度가 상당히 높은 것으로 나타났다. 調査 結果 조만고, 둔치고 낙산수문 등의 地點에서는 그 影響을 상당히 많이 받고 있는 것으로 나타났으며, 특히 3/4分期 調査 結果의 경우와 같이 時期에 따라서 김해로 地點까지 상당한 影響을 받고 있는 것을 나타냈다. 水素 이온 濃度는 年平均이 7.2~8.4mg/l의 範圍로 地點에 따라 그 變化가 심하게 나타났으며, 溶存酸素의 境遇와 마찬가지로 河川의 湖沼化에 따른 藻類 發生과 海水의 流入 및 各種 汚·澄水 혼입의 影響을 상당히 받은 것으로 推料된다. 重金屬류 및 CN, As, 有機磷 등은 檢出되지 않았으나, 이들의 毒性을 감안할 때 더욱 철저한 管理가 要望되고 있으며, 특히 安東公團의 廢水 放流에 대한 管理監督, 農藥 使用의 制限 및 적정량 使用과 管理에 대한 啓蒙이 切实히 要求되고 있다.

西洛東江의 水質汚染源 및 汚染을 加重시키고 있는 要因을 綜合하면 다음과 같다.

1. 金海市 安東公團의 廢水 및 기타 産業場 廢水의 流入(下·廢水量: 4,100m³/day)³⁾
2. 金海市 糞尿 處理場 放流水의 조만강 上流 流入(施設규모: 70m³/day)⁴⁾
3. 非規制 對象 事業場(고분상 등)의 汚·廢水 流入
4. 家庭의 生活下水 및 汚水의 流入(42,600m³/day)⁵⁾
5. 일부 家畜 飼育場 등의 畜産 廢水 流入
6. 주변 農耕地의 農業排水(殘留肥料, 農藥 등 含有)의 流入
7. 河川의 堆積物 停滯로 인한 流速 感退로 自淨 能力 喪失
8. 水門 등에 의한 流速 感退 및 湖沼化로 富營養化 招來
9. 非農事철 및 渴水期 때 大동수문에서의 流入 流量 減少 등으로 水質 惡化 招來
10. 海水의 流入에 의한 鹽分 濃度 增加

以上과 같은 汚染源 및 汚染 要因을 효과적으로 抑制하기 위해서는 大대적이고 綜合的인 淨化 計劃이 要求되는 것으로 思料되며, 調査結果에 따른 淨化方案을 要略하면 다음과 같다

1. 環境基盤施設의 擴充 및 運用
 - 가. 下水終末處理場 建設(公團 입주 지역 등 대상 지역 협의후 선정)
 - 나. 河川 및 下水溝 浚深 및 整備
 - 다. 流水調節 水門 擴充
 - 라. 畜産廢水 淨化施設 擴充(공동 처리장 등의 설치)

- 마. 自然部落 沈澱地(安定地) 設置
 - 바. 非農事時 및 濁水期 때 一定流量 維持를 위해 水門 調節
(대동수문 및 녹산수문의 적절한 개·폐 조절)
2. 排出施設에 의한 汚染 減縮
 - 가. 金海市 안동공단 등 隣近 排出施設에 대한 管理 監督 強化
 - 나. 管轄地域의 相異(釜山·慶南)에서 오는 문제점 해소(合同團東 및 상설협의기구 設置).
 - 다. 汚水淨化施設 設置 및 管理
 - 라. 畜産廢水 淨化施設의 管理 監督 強化
 3. 市民意識 鼓吹
 - 가. 住民弘報 강화.
 - 나. 농민들의 교육을 통한 비료 적정 農藥의 使用 및 管理.
 - 다. 非規制對象 業業場의 管理
 - 라. 住民監視機能의 強化.

V. 참고 문헌

1. 江西區廳, 西洛東江 淨化計劃(案). 1991
2. 金鍾澤, 環境汚染公正試驗法註解(水質分野). 新光出版社. 1987. p 36~280
3. 日本藥學會, 衛生試驗法·註解. 金原出版株式會社. 1990. p 930~1109
4. APHA. AWAY. WPCF. Standard Methods for the examination of Water and Wastwater. 16th ed. 1984. p 413~424
5. 보건사회부, 용역수 수질관리 지침서. 1991. p 9~102, 220~29
6. 吳英敏外, 水質管理. 産業公害研究所. 1982. p 7~164
7. Hawad S.Peavy/조영일의. 환경공학. 동화기술. 1987. p 75~86
8. 徐胤洙, 水質汚染度 精密調査를 위한 方法論的인 研究. 國立環境研究所報 Val 1,2. 1980. p 136~184
9. 權肅均, 水質汚染. 環境公害 제5권. 延世大學校 環境公害研究所. 1991. p 117~122
10. 鄭勇, 劉顯洙. BOD 測定과 實際. 環境公害 제4권. 延世大學校 環境公害研究所. 1991. p 149~154
11. 朴昌根, 環境汚染概論. 綠苑出版社. 1983. p 165~195
12. 崔義昭, 趙光明, 環境工學. 청문각. 1986. p 28~80

13. 釜山直轄市. 洛東江 水質調査 및 天滿湖 鹽分 分析調査. 1983. p 56~60
14. 보건사회부, 보건사회부령 제871호. 1991
15. 環境教育會. 環境·公害 辭典. 綠苑出版社. 1986
16. 環境공학연구회. 環境공학용어집. 성안당. 1991
17. SAWYER. 金德燦外. 環境化學. 동화기술. 1989. p 533~538
18. 예방의학과 공중보건 편찬위원회. 예방의학과 공중보건. 계축문화사. 1990. p 227~237
19. 林警澤. 環境保健學. 東亞大學校出版部. 1989. p 170~179
20. 정문식의. 環境위생학. 신평출판사. 1986. p 188~191
21. 環境廳. 環境關係法規集(環境政策基本法). 1991
22. 國立環境研究院. 藻類와 水質汚染. 1986. p 20~23
23. 환경처. 환경오염 수질 실태조사 지침. 1991