

金海平野의 灌溉水 汚染에 관한 研究

河 浩 成* · 許 鍾 秀*

(1982년 2월 15일 접수)

A Study on the Irrigation Water Pollution of the Gimhae Plain

Ho Sung Ha* and Jong Soo Heo*

Abstract

Water quality of downstream of the Nagdong river, using for agricultural irrigation of the Gimhae plain, were observed. Water temperature, turbidity, residue, pH, BOD, COD, DO, hardness, chloride, sulphate, phosphate, inorganic nitrogenous compounds, sodium, general bacteria, *E. coli* and heavy metals of the water were investigated at Daejeo, Sikman, Bongrim, Noksan, Machal and Jangyou pumping stations in the Gimhae plain in May, July and October, 1981.

The results obtained were as follows;

- 1) Average value of analyzed components of the water at all sampling sites were 7.8 pH, 6.3 ppm BOD, 6.5 ppm COD, 6.4 ppm DO, 231 ppm hardness, 582 ppm Cl^- , 412 ppm SO_4^{--} , 2.32 ppm PO_4^{---} , 3.8 ppm NH_4^+ , 478 ppm Na^+ , 2964 No./100 ml total coliform, 0.0040 ppm Cd, 0.0066 ppm Pb, respectively.
- 2) The most heavily polluted site of all investigated ones was Sikman. It seemed to be caused by the vast quantity of wastewater discharged from industrial district in Gimhae city. The next polluted sites were Bongrim, Daejeo and Noksan, and comparatively less polluted sites were Machal and Jangyou, judging from both appearance and physicochemical observation.
- 3) At Sikman, the most heavily polluted site, average value of components were 8.0 pH, 8.1 ppm BOD, 8.2 ppm COD. These values were close to the limit point of agricultural water quality standard of 8.0 ppm BOD (COD).
- 4) Any apparent variation was not observed by the sampling season in most components except DO and NH_4^+ . DO of October was higher than that of May or July but NH_4^+ was low.
- 5) NH_4^+ content was comparatively high in downstream of the Nagdong river of which water is used as the agricultural irrigation in the Gimhae plain. Therefore, fertilizer application on the farming land must make account of nitrogen content of the irrigation water
- 6) It was considered that chloride and sodium contents would not influence the crop cultivation in common season, but in dry season irrigation must be done carefully.

*慶尙大學校 農科大學 農化學科 (Department of Agricultural Chemistry, College of Agriculture, Gyeongsang National University, Jinju, Gyeongnam 620-15, Korea)

序 論

都市人口增加로 인한 生活下水의 急増, 工業의 急激한 發達로 인한 廢水排出量의 增加, 肥料의 多量撒布等은 河川水를 漸次 汚染시키고 있으며 漢江, 洛東江을 비롯한 우리나라 大部分의 河川水質이 이미 汚染되어 있음은 많은 調查結果에서 밝혀진 바 있다(1~10).

慶南 金海平野에 灌溉되는 農業用水는 洛東江支流의 河川水를 利用하고 있으나 이 河川水도 龜尾工團, 大邱市 및 晋州上坪工團 등에서 排出되는 生活下水와 工場廢水로 汚染되어 있을뿐만 아니라, 또한 洛東江河口 海水의 流入을 막기 위하여 支流의 上部와 下部에 水門으로 遮斷시켜 놓고 있어 金海市의 生活下水와 몇몇

工場廢水로 더욱 汚染될 可能性이 있으므로 農業用水에 큰 問題라 아니할 수 없다.

이러한 重要性을 勘案해서 本 調査는 金海平野一帶에 分布되어 있는 主要 6個揚水場에서 1981年 5月 7日 및 10月의 3회에 걸쳐 採水分析함으로서 이 地域의 農業에 參考가 되고자 하였으며 이에 그 結果를 報告하는 바이다.

材料 및 方法

1. 調查地點

金海平野에 揚水하고 있는 대저, 식만, 봉림, 녹산, 마찰, 장유의 6個 揚水場이 位置해 있는 洛東江支流의 灌溉水를 採取하였으며 採取地點의 概略의인 位置는

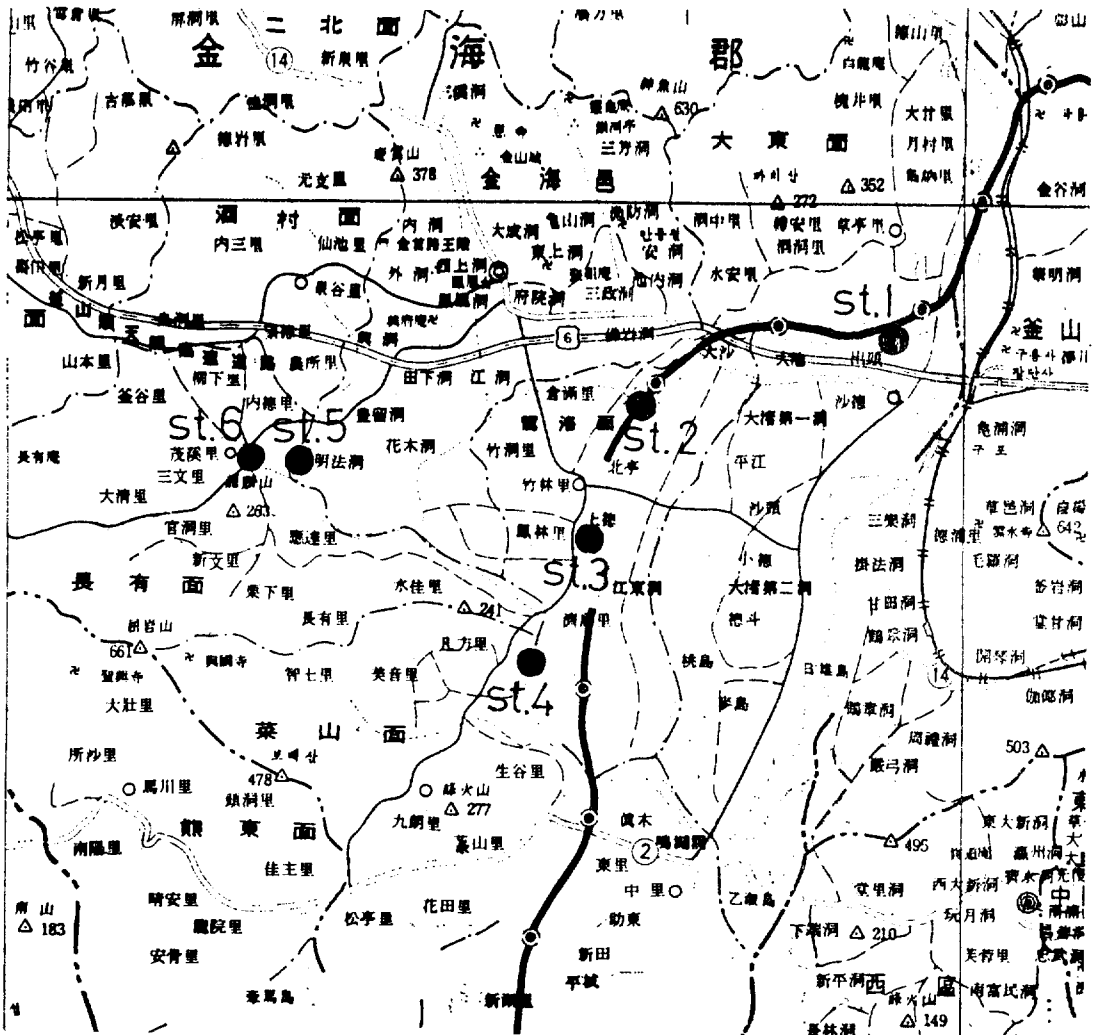


Fig. 1. Location of the water sampling sites in the Gimhae plain

Table 1. Date and time for sampling in 1981

Sampling site No.	Name of pumping station	May	July	October
		22	30	16
St. 1	Daejeo	11 : 15	10 : 50	12 : 45
St. 2	Sikman	10 : 05	11 : 30	12 : 20
St. 3	Bongrim	13 : 25	11 : 45	12 : 00
St. 4	Noksan	13 : 50	12 : 00	11 : 20
St. 5	Machal	14 : 25	12 : 20	11 : 35
St. 6	Jangyou	14 : 50	12 : 45	12 : 05

Fig. 1에 표시한 바와 같다(St. 1~St. 6).

2. 調査時期

1981年 5月 22日, 7月 30日, 10月 16日의 3回 採水 하였다. 採水日의 擇日은 비은 後 10餘日以上 經過하고 比較的 맑은 날을 택하였다. 各 採水地點의 採水時刻은 Table 1과 같다.

3. 採水 및 分析方法

採水는 나뭇배를 利用하여 調査地點의 江幅 中間位置의 水面下 約 30 cm 되는 곳에서 폴리에틸렌용기(10L 들이)와 BOD병(300 ml)에 採水하였다. 한 調査地點當 附近의 3個所에서 採水하여 實驗室로 運搬 즉시 分析하여 平均值를 求하였다. 分析은 公害公定試驗法⁽¹¹⁾과 Standard Methods⁽¹²⁾에 準하였다.

① 氣溫 및 水溫; 棒狀水銀溫度計(100°C)를 使用해서 氣溫은 調査現場에서 直射光線을 避하여 地上 1 m 의 溫度를, 水溫은 水面下 30cm 깊이에서 測定하였다.

② 濁度; Kaoline 1 ppm의 흐림을 濁度 1 ppm으로 하여 spectrophotometer로 測定하였다.

③ 蒸發殘留物; 試料 1 L을 beaker에 넣고 water bath上에서 蒸發乾固시키고 dry oven(105°C)에서 말려 恒量을 求한 重量으로 換算하였다.

④ pH; 調査現場에서 portable pH meter로 測定하였다.

⑤ BOD; 모든 試料는 1 N-NaOH 및 1 N-H₂SO₄로서 pH 7로 調節하여 前處理를 하였다. 前處理를 끝낸 試料는 稀釋水로 稀釋하였으며 처음 DO와 20°C에서 5日 間 培養했을때의 DO를 測定하여 BOD값을 換算하였다. DO의 測定은 Delta Model 1010 portable DO meter로 하였다.

⑥ COD; 試料에 KMnO₄過剩量을 넣고 加熱할 때 消費되고 남는 KMnO₄量을 Na₂C₂O₄로 滴定하여 消耗된 酸素의 量을 求하였다.

⑦ 硬度; EBT指示藥을 利用한 EDTA法으로 하여 CaCO₃ ppm으로 換算하였다.

⑧ Cl⁻; K₂CrO₄溶液을 指示藥으로 하여 AgNO₃規定

液으로 滴定하였다.

⑨ SO₄²⁻; BaCl₂로서 沈澱시킨 重量法으로 하였다.

⑩ PO₄³⁻; Ammonium molybdate로 發色시켜 比色法으로 하였다.

⑪ NH₄⁺; Nessler試藥으로 比色定量하였다.

⑫ NO₃⁻; G.R指示藥으로 比色定量하였다.

⑬ K⁺ 및 Na⁺; Flame photometer로 各各 測定하였다.

⑭ 一般細菌 및 大腸菌群; 一般細菌은 普通 寒天培地를 利用하여 회석명판법에 의해 10³倍 稀釋하여 colony數를 計算하였고, 大腸菌群은 EMB 寒天培地로 35~37°C에서 48時間 培養하여 colony數를 計算하였다

⑮ 重金屬; 試料 1 l을 beaker에 넣어 water bath上에서 濃縮시켜 100 ml이 되게 하여 atomic absorption spectrophotometer로 測定하였다.

結果 및 考察

1. 金海平野 地域別 揚水現況

金海平野 農業用水로 使用하고 있는 洛東江 支流는 上部인 대저와 下部인 녹산에 水門으로 막아놓고 江水量의 調節과 海水의 流入을 막고 있었으며, 支流附近에 散在해 있는 크고 작은 여러 揚水場에서 그 河川水를 灌溉하고 있다.

1981年 10,000 ha에 達하는 金海平野全域에 灌溉한 揚水量은 Table 2와 같이 金海~大東等 9個地域에 41個所의 揚水場에서 總 218,247 천 m³의 물을 灌溉하였다. 이중 試料採取地點의 6個 揚水場에서 揚水한 量은 金海平野全體의 68%에 해당하는 148,089 천 m³이었다.

Table 2. Total amount of pumping irrigation of the Gimhae plain in 1981

Name of area	No. of pumping station	Amount of pumping irrigation (m ³ /year)
Gimhae	7	38,718,018
Gyeongwon	2	680,360
Bongrim	4	23,198,529
Nocksan	3	5,599,800
Jangyou	1	18,520,124
Deokdo	3	40,635,014
Myeongji	3	11,430,850
Daejeo	11	62,052,984
Daedong	7	17,411,994
Total	41	218,247,673

2. 水質分析 成績

(1) 水溫, 濁度, 蒸發殘留物

水溫은 Table 3에서 보는 바와같이 5월에 20~26°C, 7월에 30~31°C, 10월에 16~18°C였으며 地點間의 最高最低의 差異는 5월이 6°C, 7월이 1°C, 10월이 2°C였다. 이들 地點間에 약간의 差異가 있는 것은 調査時刻 및 水深等에 差異가 있었기 때문인 것으로 본다. 그리고 各 地點의 水溫은 氣溫에 比하여 多少 낮았으며 調査時刻이 오전에 가까울수록 그 差異는 더 크게 나타났다.

濁度는 水中光線을 遮斷하여 水中生物의 光合成을 저해하고 甚하면 生態界를 破壞하는 要因이 되기도 한다 各 調査地點의 濁度는 대저(St. 1), 식만(St. 2), 봉림(St. 3), 녹산(St. 4)이 平均 33~46 ppm이었고 마찰(St. 5), 장유(St. 6)가 平均 12~18 ppm이었다. 時期別로 보면 7월 및 10월에 比하여 5월이 濁도가 多少 높은 값을 보였다.

다음 蒸發殘留物을 보면 濁도와 마찬가지로 St. 1~St. 4地點이 St. 5~St. 6地點에 比하여 높게 나타났고 5월이 7월 및 10월에 比하여 높게 나타났다. 우리나라 河川水質基準에 濁도와 蒸發殘留物은 명시되어 있지 않으나 이들 두 成分은 金海 農業用水에 큰 영향을 미치는 것으로 본다. 그러나 식만(St. 2)은 他地點에 比하여 濁度 및 蒸發殘留物이 높을 뿐만 아니라 특히 5월과 7月中에 臭氣가 多少 있는 點, 外觀上 색

Table 3. Temp., water temp., turbidity and residue of the irrigation water in 1981

	Temperature(°C)			Water temperature (°C)		
	May	July	October	May	July	October
St. 1	26	31	19	20	30	18
St. 2	28	32	22	22	31	18
St. 3	26	32	22	22	31	18
St. 4	28	32	21	26	30	16
St. 5	24	32	21	24	31	17
St. 6	24	33	22	24	30	17

깔이 黑褐色을 나타내고 있는 點等으로 보아 이 地點은 汚染이 深化되었음을 알 수 있었다.

(2) pH, BOD, COD, DO

Table 4에서 보면 pH는 모든 調査地點이 平均 7.4~8.0으로서 農業用水 基準值인 5.8~8.5의 範圍에 모두 들었다. 따라서 金海平野 農業用水로 使用하고 있는 洛東江支流의 水質은 pH로 볼 때 農業用水에 支障이 없을 것 같다.

河川水의 汚染은 汚染度에 따라 增加하는 生化學的 酸素要求量(BOD)과 反對로 減少하는 溶存酸素(DO)를 위주로 하여 包括的인 判定을 하기도 한다. 그러나 BOD는 測定誤差가 클 우려가 없지 않으므로 이점이 水質判定에 參考가 되어야 할 것이다. 예컨대 BOD는 水中微生物이 20°C에서 5日間 培養했을 때 그의 增殖이나 呼吸作用에 의해서 消耗시킨 酸素를 測定하므로 때에 따라서는 測定時에 稀釋水로 稀釋해야 하며 경우에 따라서는 植種水로 植種을 해야 하는 경우가 있는 등 測定節次上 자칫하면 試料에 酸素를 注入시켜 큰 誤差를 범하게 할 우려가 있다.

本 調査地點의 BOD는 마찰(St. 5), 장유(St. 6)가 4.4~5.3 ppm이었고 대저(St. 1), 봉림(St. 3), 녹산(St. 4)은 6.2~7.0 ppm이었으며, 식만(St. 2)은 8.1 ppm이었다. 따라서 식만양수장 부근의 水質은 農業用水基準의 限界點에 다달았음을 알 수 있다. 식만부근의 수질이 BOD가 가장 높게 나타난 것은 金海市の 몇몇 工場廢水가 이곳으로 集中 排出되기 때문인 것으로 본다. 따라서 이 揚水場에서 供給하는 물을 灌溉하고 있는 이들 地域의 作物生育抑制을 防止하기 위하여는 工場廢水의 處理가 切實히 要望된다. 그리고 處理된 廢水가 설정 廢水排出 許容基準을 넘지 않는다 하더라도 그 量이 問題가 아닐 수 없으며, 따라서 工場廢水排出를 規制할 때 어떤 有害成分의 絕對值만으로 規制하기 보다는 總量으로도 規制하는 것이 妥當性이 있을 것으로 思料된다.

그리고 BOD는 調査時期別로 河川水量別로 差異가

	Turbidity (ppm)				Total residue (ppm)			
	May	July	October	Average	May	July	October	Average
St. 1	69	17	14	33	214	154	98	155
St. 2	85	29	24	46	278	190	104	191
St. 3	70	25	16	37	255	114	106	158
St. 4	75	25	17	39	203	93	95	127
St. 5	22	19	13	18	78	75	66	73
St. 6	10	14	11	12	64	66	70	67

있기 때문에 他地域에서 調査된 數値와 比較하기는 困難하나 李等이 1978年 洛東江流域別로 調査한 바에 의하면 甚히 汚染된 금호(BOD 7.8~71.3 ppm)를 除外하고는 大部分의 地域이 BOD가 1~6 ppm인 것으로 報告하고 있어⁽⁸⁾ 本調査地域의 BOD는 4.4~8.1 ppm이므로 이보다 높은 것을 알 수 있다.

金海平野 河川水質의 COD는 BOD와 같은 傾向이며 水質等級도 BOD와 비슷하였다. COD를 時期別로 보면 各地點이 대체적으로 5월이 가장 높고 다음이 10월이었으며 가장 낮은 것은 7월이었다. 他地點의 調査에 의하면 金호강이 18.8~152.0 ppm, 洛東江이 3.3~35.0 ppm으로 報告되고 있어⁽⁹⁾ 各 調査地點別 時期別로 COD範圍가 대단히 크게 나타나고 있음을 알 수 있다.

DO는 식만(St. 2)이 平均 5.3 ppm으로 가장 낮고 장유(St. 6)가 가장 높은 平均 7.3 ppm이었다. 農業用水 基準은 DO를 2 ppm以上으로 定하고 있으므로⁽¹³⁾ 金海平野 農業用水는 모든 地點이 平均 5.3~7.3 ppm으로서 農業用水 基準範圍에 들었음을 알 수 있다. 이것을 時期別로 보면 各地點이 모두 10월(DO 5.7~8.4 ppm)이 5월(DO 4.5~6.7 ppm) 및 7월(DO 5.1~7.1 ppm)에 比하여 대단히 높은 값을 보였다. 이러한 結果로 미루어 볼 때 金海平野에 灌溉되고 있는 農業用水는 氣候가 비교적 서늘한 10월에는 식만(DO 5.7 ppm)을 除外한 모든 地點(DO 7.2~8.4 ppm)의 溶存

酸素가 充分하다고 볼 수 있으며, 5월 및 7月中 溶存 酸素는 充分하다고 볼 수 없을 것 같다. 他地點에서 調査된 것을 보면 漢江이 DO 1.9~6.7 ppm, 洛東江 5.6~9.1 ppm, 榮山江 5.9~7.9 ppm으로 報告되고 있고⁽¹⁴⁾ 淸州의 無心川이 2~4 ppm⁽⁷⁾, 全州川이 1.2 ppm⁽⁶⁾으로 報告되고 있다.

(3) Hardness, Cl⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻

Table 5에서 보는 바와 같이 硬度에 있어서도 가장 높은 곳이 식만(St. 2)으로 平均 356 ppm이었으며 그 외 地點은 모두 平均 137~247 ppm이었다. 이는 無心川의 25~35 ppm,⁽⁷⁾ 錦江의 25~50 ppm,⁽³⁾ 榮山江(光州川)의 85 ppm,⁽¹⁴⁾ 大田市內 河川水質의 30~144 ppm⁽¹⁵⁾ 보다 높은 數値였다. 이와같이 硬度가 높은 것은 金海平野가 舊干拓地이므로 土壤中 Mg等 鹽基含量이 많은 데 基因한 것으로 본다. 그런데 우리나라 飲料水 水質 基準에 硬度를 300 ppm으로 定하고 있다⁽¹⁶⁾.

硬度뿐만 아니라 金海 農業用水로 使用하고 있는 洛東江支流의 水質은 Cl⁻含量이 대단히 높았으며 地點別로 볼 때 가장 높은 곳은 녹산(St. 4)으로 平均 Cl⁻含量이 1013 ppm이었고, 그 다음이 봉림으로 936 ppm, 식만 727 ppm, 장유 302 ppm, 대저 271 ppm이었으며 가장 낮은 곳은 마찰로서 246 ppm이었다. Cl⁻含量이 높은 것은 海水에 영향한 것으로 생각된다.

SO₄²⁻含量도 各 地點의 平均值가 272~548 ppm으로 높은 값을 보이고 있다. 이것은 金海平野에 널리 分布

Table 4. pH, BOD, COD and DO of the irrigation water in 1981

	pH				BOD (ppm)			
	May	July	October	Average	May	July	October	Average
St. 1	8.0	7.8	8.1	8.0	7.9	7.6	5.2	6.9
St. 2	8.3	7.8	7.9	8.0	8.9	8.1	7.3	9.1
St. 3	7.7	7.8	7.8	7.8	7.2	7.3	6.5	7.0
St. 4	8.1	8.0	7.9	8.0	6.6	5.2	6.7	6.2
St. 5	7.4	7.4	7.5	7.4	5.2	5.6	5.2	5.3
St. 6	7.9	7.3	7.4	4.5	5.0	3.5	4.8	4.4

	COD (ppm)				DO (ppm)			
	May	July	October	Average	May	July	October	Average
St. 1	8.0	6.8	7.1	7.3	5.6	5.8	7.2	6.2
St. 2	9.0	8.6	7.1	8.2	4.5	5.7	5.7	5.3
St. 3	7.7	5.9	6.9	6.8	5.7	5.1	8.1	6.3
St. 4	7.0	6.7	7.0	6.9	6.0	5.1	8.4	6.5
St. 5	6.6	4.0	5.5	5.4	6.5	7.1	7.4	7.0
St. 6	5.3	3.8	5.1	4.7	6.7	7.0	8.2	7.3

Table 5. Hardness, Cl⁻, SO₄⁻⁻ and PO₄⁻⁻⁻ of the irrigation water in 1981

	Hardness (ppm)				Cl ⁻ (ppm)			
	May	July	October	Average	May	July	October	Average
St. 1	190	174	278	214	372	172	269	271
St. 2	388	286	394	356	816	513	850	727
St. 3	432	212	178	274	1008	811	898	936
St. 4	490	98	177	255	1070	313	1655	1013
St. 5	148	161	147	152	240	215	282	246
St. 6	178	129	104	137	313	295	299	302

	SO ₄ ⁻⁻ (ppm)				PO ₄ ⁻⁻⁻ (ppm)			
	May	July	October	Average	May	July	October	Average
St. 1	451	128	308	296	2.54	1.31	0.26	1.37
St. 2	565	518	562	548	6.30	4.31	3.73	4.78
St. 3	545	522	547	538	0.54	4.18	2.15	2.29
St. 4	442	515	154	370	0.54	1.31	2.56	1.47
St. 5	787	133	430	450	1.15	2.34	3.26	2.25
St. 6	260	283	272	272	1.31	1.67	2.36	1.78

Table 6. NH₄⁺, NO₃⁻, K⁺ and Na⁺ of the irrigation water in 1981

	NH ₄ ⁺ (ppm)				NO ₃ ⁻ (ppm)			
	May	July	October	Average	May	July	October	Average
St. 1	3.52	2.17	0.82	2.17	0.42	0.26	0.13	0.27
St. 2	8.81	5.00	5.66	6.49	1.36	0.72	1.04	1.04
St. 3	7.61	5.70	0.49	4.60	0.62	0.80	0.92	0.78
St. 4	4.61	2.85	2.92	3.46	0.65	0.52	0.81	0.66
St. 5	2.65	2.74	2.56	2.65	0.23	0.66	0.46	0.45
St. 6	3.04	2.65	4.57	3.42	0.30	0.45	0.18	0.31

	K ⁺ (ppm)				Na ⁺ (ppm)			
	May	July	October	Average	May	July	October	Average
St. 1	7.41	5.46	6.21	6.36	193	171	153	172
St. 2	12.31	8.43	13.55	11.43	715	620	555	630
St. 3	7.70	8.21	7.16	7.69	871	778	816	822
St. 4	9.42	8.41	7.46	8.43	916	856	861	878
St. 5	4.36	2.79	3.92	3.69	200	236	210	216
St. 6	1.29	5.08	4.97	3.78	114	176	161	150

되어 있는 酸性黃酸鹽 土壤에 그 原因이 있는 것 같다. 金海平野에 分布되어 있는 酸性黃酸鹽 土壤은 그 面積이 約 5000 ha이며 土壤中 黃化物의 含量(SO₄⁻⁻: 0.45 ~ 0.83%)이 높다⁽¹⁷⁾. 黃化物은 海水中에 含有된 硫黃

에 由來되고 湖底等 泥炭地帶에서 有機物의 還元分解에 의해서 黃化物이 生成된다. 黃化物이 酸化되면 土壤反應(pH 4.5內外)이 強酸性을 나타내는 것이 一般的인 特徵으로 알려져 있다⁽¹⁸⁻²²⁾.

Table 7. Microbial characteristics of the irrigation water in 1981

	General bacteria ($\times 10^3$ /ml)				Total coliform (No./100 ml)			
	May	July	October	Average	May	July	October	Average
St. 1	60	79	74	71	1536	1764	1068	1456
St. 2	318	108	384	271	5236	6974	3172	5129
St. 3	159	130	131	140	3827	3936	2518	3427
St. 4	176	139	43	86	2025	2036	4234	2765
St. 5	68	213	310	197	2440	2789	2097	2441
St. 6	164	105	52	107	2261	2432	2996	2563

Table 8. Heavy metals content of the irrigation water in 1981

	Cd (ppm)				Pb (ppm)			
	May	July	October	Average	May	July	October	Average
St. 1	0.0016	0.0024	0.0032	0.0024	0.0095	0.0095	0.0018	0.0084
St. 2	0.0143	0.0164	0.0175	0.0161	0.0214	0.0214	0.0083	0.0124
St. 3	0.0018	0.0042	0.0027	0.0029	0.0201	0.0201	0.0043	0.0101
St. 4	0.0010	0.0015	0.0008	0.0011	0.0034	0.0034	0.0015	0.0025
St. 5	0.0001	0.0009	0.0008	0.0006	0.0035	0.0035	0.0027	0.0034
St. 6	0.0005	0.0017	0.0008	0.0010	0.0030	0.0030	0.0026	0.0027

	Cr (ppm)				Fe (ppm)			
	May	July	October	Average	May	July	October	Average
St. 1	0.0034	0.0005	0.0012	0.0017	0.0154	0.0154	0.0178	0.0176
St. 2	0.0046	0.0015	0.0014	0.0025	0.2043	0.2034	0.1982	0.1926
St. 3	0.0034	0.0015	0.0023	0.0024	0.1854	0.1854	0.1286	0.1634
St. 4	0.0036	0.0015	0.0023	0.0034	0.0125	0.0125	0.1626	0.0925
St. 5	0.0001	0.0043	0.0014	0.0007	0.0332	0.0332	0.0212	0.0324
St. 6	0.0009	0.0008	0.0008	0.0008	0.0834	0.0834	0.1020	0.0979

	Zn (ppm)			
	May	July	October	Average
St. 1	0.0179	0.0125	0.0131	0.0145
St. 2	0.0743	0.0254	0.1025	0.0674
St. 3	0.0264	0.0234	0.0204	0.0234
St. 4	0.0194	0.0034	0.0300	0.0176
St. 5	0.0246	0.0206	0.0256	0.0236
St. 6	0.0034	0.0074	0.0054	0.0054

은 窒素과 더불어 河川水質의 富營養化에 큰 영향을 미치는 要因이 된다. 따라서 河川水中에서 그 存在量과 制御를 重要視하고 있다. 本調査에서 PO_4^{3-} 는 各地點의 平均이 1.37~4.78 ppm으로서 洛東江本流의 0.052~0.092 ppm⁽⁸⁾에 비해 훨씬 높게 나타났다.

(4) 窒素 (NH_4^+ , NO_3^-), K^+ , Na^+

河川水의 窒素은 各種 有機物의 分解, 生活下水, 排泄物, 農耕地에 施肥한 窒素肥料等이 主要原因인 것으로 생각되며 水質汚染에서 重要視되고 있다. NH_4^+ 含量을 보면 Table 6과 같이 가장 높은 곳이 역시 식단(St. 2)으로서 平均 6.49 ppm이었다. NH_4^+ 를 미루어 보더라도 식단부근의 水質은 汚染度가 대단히 높은 것을 알 수 있으며 그 原因은 金海市의 生活下水와 더불어 主要 工場廢水의 流入에 基因된 것으로 본다. 이地點은 NH_4^+ 뿐만 아니라 PO_4^{3-} , BOD, COD等이 他地點에 比하여 월등히 높았다. 식단의 地點도 2.17~4.60 ppm으로서 洛東江本流(0.46~1.87 ppm)⁽⁸⁾에 비해 대단히 높게 나타났다. 따라서 灌溉水中에 含有되어 있는 窒素含量을 考慮한 窒素施肥가 되어야 할 것으로 본다.

NO₃⁻는 全般的으로 0.27~1.04 ppm이었고. K⁺含量은 3.69~11.43 ppm이었으며, Na⁺는 前述한 Cl⁻와 마찬가지로 比較的 높은 172~878 ppm이었다. Na⁺와 Cl⁻含量이 높은 것은 海水에 영향한 것임은 두말할 나위가 없을 것이다. 그러나 Na⁺와 Cl⁻含量이 農作物에 支障을 줄 程度는 아닌 것으로 보며 渴水期에는 問題가 있을 것이므로 渴水期의 灌溉에 注意를 해야할 것으로 생각된다.

(5) 一般細菌 및 大腸菌群

一般細菌과 大腸菌群은 Table 7에서 보는 바와 같다 먼저 一般細菌數를 보면 식단이 2.71×10³/ml로 가장 높고, 마찰, 봉림, 장유, 녹산, 대저는 각각 197, 140, 107, 86, 71×10³/ml이었다.

大腸菌數는 식단이 5129個/100 ml였고 그의 지점은 모두 1456~3427個/100 ml이었다. 一般細菌과 大腸菌群은 모두 時期別로 뚜렷한 傾向이 없었다.

(6) 重金屬類 (Cd, Pb, Cr, Fe, Zn)

사람의 健康保護를 위한 重金屬의 基準値는 全水域에 있어서 Cd를 0.01 ppm以下, Pb를 0.1 ppm以下로 各 各 規定하고 있다⁽¹⁹⁾. 이를 미루어 볼 때 Table 8에서 보는 바와 같이 식단은 Cd가 平均 0.0161 ppm로써 基準値보다 0.0061 ppm초과하고 있으며, 그의 地點은 0.0006~0.0029 ppm으로서 水質汚染에 別 問題는 없을 것으로 본다.

그리고 모든 地域에 있어서의 Pb, Cr, Fe, Zn의 平均 含量은 各 各 0.0025~0.0124 ppm, 0.0007~0.0034 ppm, 0.0176~0.1926 ppm, 0.0054~0.0674 ppm이었다.

要 約

本 調査는 金海平野의 農業用水로 使用하고 있는 洛東江支流의 水質을 主要 揚水場附近 6個地點(대저, 식단, 봉림, 녹산, 마찰, 장유)에서 1981年 5月, 7月 및 10月의 3회에 걸쳐 採水分析함으로써 水質保全對策과 이 地域의 農業에 參考資料를 提供코자 하였다.

時期別 各 地點의 水溫, 濁度, 蒸發殘留物, pH, BOD, COD, DO, 硬度, Cl⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻, NH₄⁺, NO₃⁻, K⁺, Na⁺, 一般細菌, 大腸菌, 重金屬(Cd, Pb, Cr, Fe, Zn)을 分析한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1) 時期別 모든 地點의 平均値는 pH 7.8, BOD 6.3 ppm, COD 6.5 ppm, DO 6.4 ppm, 硬度 231 ppm, Cl⁻ 582 ppm, SO₄²⁻ 412 ppm, PO₄³⁻ 2.32 ppm, NH₄⁺ 3.8 ppm, Na⁺ 478 ppm, 大腸菌群 2964 個/100 ml, Cd 0.0040 ppm, Pb 0.006 ppm이었다.

2) 地點別 汚染度가 가장 높은 곳은 식단 揚水場附近 이었고 그 다음이 대저, 봉림, 녹산이었으며 비교적 汚

染度가 덜한 곳은 마찰, 장유揚水場 附近이었다.

3) 汚染度가 가장 높은 식단揚水場 附近의 水質은 약간의 臭氣가 있을 뿐만 아니라 外觀上 약간의 黑色을 띄고 있었고, 分析平均値는 pH가 8.0, BOD 8.1 ppm, COD 8.2 ppm, DO 5.3 ppm으로 農業用水基準의 限界에 到達하고 있었다. 이곳이 汚染度가 높은 것은 金海市의 主要 工場廢水가 이곳으로 集中 排出되기 때문인 것으로 본다.

4) 時期別 各 成分의 差異는 뚜렷한 傾向이 없었으며 다만 DO가 10월이 5월 및 7월보다 높게 나타났고 NH₄⁺는 10월이 5월 및 7월에 比해서 낮게 나타났을 뿐이다.

5) 各 地點이 NH₄⁺含量이 높아 窒素質肥料의 施肥에 이를 考慮해야 할 것이며, Cl⁻ 및 Na⁺含量은 平水時에는 別問題가 없을 것이나 渴水期에는 灌溉에 注意를 해야 할 것으로 본다.

參 考 文 獻

1. 鄭文朝 (1968): 安養川의 水質汚染과 水棲動物相, 육수학회지, 1(1).
2. 정영호 (1972): 한강유역의 생물환경오염과 자연보존에 관한 연구, 과학기술처사업보고서 R-72~81.
3. 김영식 (1976): 금강유역의 수질에 관한 연구, 崇田大論文集(自然科學), 2(2), 35.
4. 安榮根 (1973): 河川水質(萬頃江)의 汚染과 底棲生物에 관한 研究, 圓光大學校 學位論叢(自然科學篇) 9, 7.
5. 李宗哲 (1973): 河口(洛東江) 感潮水域의 水質이 Microflora에 미치는 영향, 육수학회지, 6(1~2).
6. 金益秀, 金煥起 (1975): 全州川의 水質汚濁과 魚類群集의 變化에 관한 研究, 육수학회지, 8, 7.
7. 趙成鎭 (1979): 無心川 및 美湖川 周邊地域의 環境汚染實態와 이의 防止對策에 관한 研究, 農振廳 產學協同, 1979-16.
8. 李瑞來, 崔彥浩, 宋基俊, 梁在昇, 宋賢順, 盧在植 (1980): 洛東江水系의 水質保全을 위한 調查研究, 第1報 1978년도 季節別 本流의 水質分析, 環境保全協會誌, 1(1), 39.
9. 鄭泰明, 河浩成, 許鍾秀 (1981): 慶南地方의 河川水質汚染에 관한 研究, 第1報 南江의 水質汚染實態調查, 慶尙大農業研究所報, 15, 99.
10. 許鍾秀, 徐正潤, 河浩成 (1981): 慶南地方의 河川水質汚染에 관한 研究, 第3報 晋州市 主要工場廢水의 分析, 慶尙大 農業研究所報, 15, 109.
11. 金榮錫 (1979): 公害公定試驗法概論, 高文社.

12. Rand, M. C. (1976): *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, American Public Health Association, Washington D.C.
13. 環境關係法規 (1981): 成文堂 p.51.
14. 權肅杓 (1976): 水質汚染으로 인한 環境破壞와 그 對策, 研究叢書, 韓國經濟一環境汚染의 改善, 123
15. 金永植, 金鍾益 (1973): 대전시내 하천의 수질에 관한 연구(Ⅲ), 崇田大論文集(自然科學), 4, 33.
16. 金政炫 (1977): 水質汚染概論, 高文社, p.697.
17. 河浩成 (1979): 金海 酸性黃酸鹽土壤에 관한 研究, 慶尙大論文集(自然), 19, 1.
18. Andriessse, J. P. Van Breeman, N. and Blokhuis, W. A. (1972): The influence of muclobstere on the development of acid sulphate soils in mangrove swamps in Sarawak, *Proc. Internat'l. Symp. on Acid Sulphate Soil*, Netherlands, 18, 15~16, 24~25.
19. Bloomfield, C. (1972): Acidification and ochre formation on pyritic soils, *Pro. Internat'l. Symp. on Acid Sulphate Soils*, Netherlands, 18, 40~44
20. 村上英行 (1965): 酸性黃酸鹽土壤의 特性と 改良法에 關する 研究, 10~11, 117~119.
21. 朴英善 (1974): 特異酸性畚土壤의 改良을 위한 石灰施用效果에 關한 研究, 韓國農化學會誌, 17(3), 193.
22. Ponnampereuma, F. N. Attanandam, T. and Be-ye, G. (1972): Amelioration of three sulphate soil for lowland soils, *Proc. Internat'l Symp. on Acid Sulphate Soils*, Netherlands, 18, 391~392.