

晉州市 生活下水가 南江 水質汚染에 미치는 影響

河 浩 成* · 許 鍾 秀*

(1983년 9월 30일 접수)

The Influence of the Sewage in Jinju City on the Water Pollution of the Nam River

Ho-Sung Ha* and Jong-Soo Heo*

Abstract

Water pollution status of the sewage in Jinju City was investigated to provide the basic information for the conservation of the Nam River. Physicochemical characteristics of the sewage were examined at five sites of sewage ditches, Jinyang Lake and Nam River.

The results are as follows;

- 1) Average value of analyzed components of the sewage at five sampling sites were pH 7.1, DO 2.3 ppm, BOD 126.2 ppm, COD 123.7 ppm, turbidity 22.3 ppm, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 9.30 ppm, alkalinity 121 ppm, hardness 121 ppm, Cl 44.3 ppm, SO_4^{--} 88.9 ppm, Pb 0.0052 ppm, Zn 0.0079 ppm, Cu 0.0124 ppm, Mn 0.0050 ppm, respectively.
- 2) Discharged amount of sewage in Jinju City was 38,720 m³/day. BOD loading of the Nam River discharged from the sewage ditches was 4.93 ton/day, and her BOD loading discharged from the Jinyang Lake was 6.94 ton/day.
- 3) Heavy metals content of the sewage were comparatively low, and then it would not influence the water quality of the Nam River. But NH_4^+ contents were very high at all sewage ditches. Therefore, the sewage would not suitable for the agricultural irrigation water.

緒 言

都市人口增加로 因하여 生活下水가 急増되고 工業의 急激한 發達로 因하여 廢水排出量이 增加되므로서 河川水質이 漸次 汚染되어가고 있음은 周知의 事實이며 漢江, 洛東江을 비롯한 우리나라 大部分의 河川水質이 이미 汚染되어 있음은 많은 調查研究 結果에서 밝혀진 바 있다⁽¹⁻⁹⁾.

西部慶南에 흐르고 있는 南江은 晉陽湖에서 出發하여 晉州市 中心을 가로질러 흐르고 있으며, 晉陽郡을 거쳐 威安郡과 宜寧郡을 경계로 흘러 洛東江과 合流하

는 流路 104.5 km의 큰 江이다. 그러나 이 江도 晉州市의 生活下水나 工場廢水로 汚染度가 날로 增加되어 가고 있다. 鄭等⁽⁷⁾은 南江의 汚染度는 이미 上水源水 水質基準을 넘어섰다고 報告하였다.

南江의 水質汚染은 降雨과 晉陽湖 放水調節에 좌우되는 것으로 旱魃이 계속되고 晉陽湖의 放水量이 줄어들면 南江의 汚染은 더욱 심각하게 된다. 이러한 點에서 本人들은 南江으로 排出되는 晉州市 生活下水의 汚染度와 晉陽湖 放水量이 南江水質에 미치는 바를 究明코자 하였다.

*慶尙大學校 農科大學 農化學科 (College of Agriculture, Gyeongsang National University, Jinju, Korea)

材料 및 方法

1. 調査時期

1982年 9月 5日, 9月 6日, 9月 12日, 9月 19日의 4회에 걸쳐 採水하였다. 採水日은 比較的 맑은 날을 擇하였다. 各 採水地點(Fig. 1)의 하루중 採水시작은 Table 1과 같다.

Table 1. Day time for sampling (1982)

Site	September 5th	September 6th	September 12th	September 19th
St. 1	11 : 40	15 : 30	13 : 40	09 : 20
St. 2	11 : 00	16 : 35	14 : 40	10 : 30
St. 3	10 : 25	17 : 00	15 : 00	11 : 20
St. 4	10 : 15	17 : 20	15 : 20	11 : 30
St. 5	09 : 30	16 : 30	11 : 00	11 : 00
St. 6	08 : 30	17 : 10	11 : 50	11 : 40
St. 7	08 : 40	17 : 20	12 : 10	11 : 50

2. 調査地點

採水地點의 位置는 Fig. 1에 圖示한 바와 같이 晋陽湖(St. 1), 羅佛川 下水口(St. 2), 南城洞 下水口(St. 3), 將台洞 下水口(St. 4), 七岩洞 下水口(St. 5), 上坪洞 下水口(St. 6), 그리고 晋州市 下水의 最後 放流地點(St. 7)의 7個地點에서 採水하였다.

3. 水質採取 및 分析方法

水質採取는 現場水面下 約 30 cm 되는 곳에서 폴리에틸렌용기(10 l)와 BOD병(300 ml)에 採水하였다. 한 調

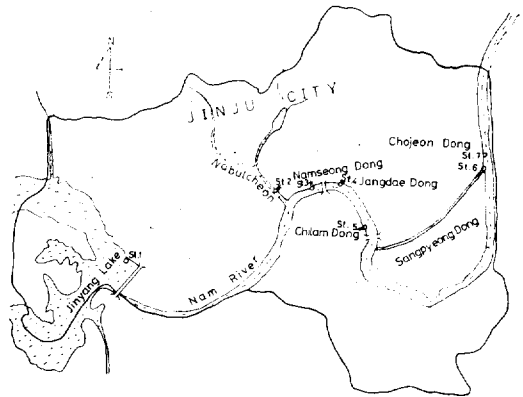


Fig. 1. Location of the water sampling sites in Jinju City

査地點當 附近의 3個所에서 採水하여 實驗室로 運搬即時 分析하여 平均値를 求하였다.

分析은 公害公定試驗法⁽¹⁰⁾에 規定된 方法으로 行하였으며 同法規에 規定이 없는 項目은 APHA의 標準法⁽¹¹⁾에 準하였다.

結果 및 考察

1. 採水地點의 氣溫 및 水溫

Table 2에서 보는 바와같이 全般的으로 水溫은 23~26°C의 範圍로서 地點別 큰 差는 없었다. 다만 氣溫(24~25°C)에 比하여 水溫(23~24°C)이 1~2°C 낮았을 뿐이다. 氣溫 및 水溫이 調査地點間에 약간의 差異가 있었던 것은 調査時刻이 各 地點마다 달랐기 때문인 것으로 본다.

Table 2. Air temperature and water temperature along the Nam River

Location	Air temperature(°C)					Water temperature(°C)				
	Sept. 5th	Sept. 6th	Sept. 12th	Sept. 19th	Average	Sept. 5th	Sept. 6th	Sept. 12th	Sept. 19th	Average
St. 1	26	25	25	24	25	24	24	24	23	24
St. 2	26	27	26	25	26	24	24	24	24	24
St. 3	25	26	25	24	25	24	25	24	24	24
St. 4	24	26	25	25	25	24	25	22	23	24
St. 5	23	27	24	25	25	21	24	23	22	23
St. 6	23	26	25	23	24	22	25	23	23	23
St. 7	23	26	25	24	25	22	25	23	23	23
Average	24	26	25	24	25	23	25	23	23	24

2. pH, DO, BOD 및 COD

pH는 Fig. 2에 나타난 바와같이 調査地點의 平均이 6.9~7.2範圍로서 모두 上水源水 水質基準(pH 6~8)과 農業用水基準(pH 5.8~8.5) 및 放流水 水質基準(pH 5~9)의 範圍內에 있었다.

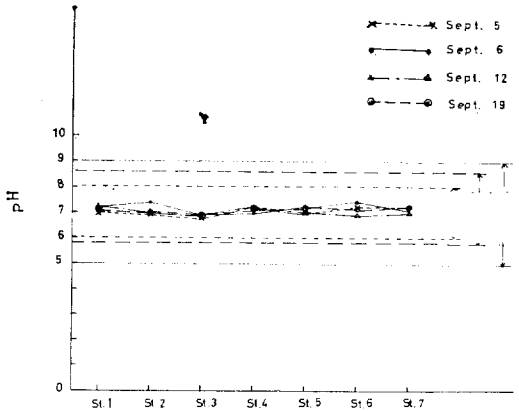


Fig. 2. Seasonal variation of pH along the Nam River in 1982

DO는 晉陽湖와 南江물이 各各 平均 9.0 ppm 및 5.9 ppm으로 比較的 높았으며 晉州市 下水인 St. 2~St. 6은 모두 1.9~3.3 ppm으로 매우 낮았다.

河川水質基準에 上水源水 1級 및 2級이 되려면 DO는 7.5 ppm以上, 3級 및 工業用水는 5 ppm以上, 農業用水는 2 ppm이상이어야 된다고 規定되어 있다(12). 따라서 溶存酸素로 볼 때 晉陽湖(St. 1)는 上水源水 1級에 해당되었으며 晉州市 下水 5個地點(St. 2~St. 6)은 農業用水 基準에도 미달될 정도로 溶存酸素가 缺乏되어 있었으며, 이들 下水의 合流地點인 南江(St. 7)은 上水

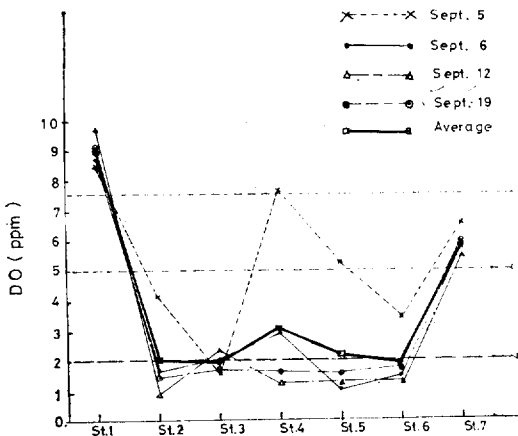


Fig. 3. Seasonal variation of DO along the Nam River in 1982

源水 3級에 해당되었다.

他 地域에서 調査된 DO를 보면 淸州의 無心川이 2~4 ppm으로 報告되고 있고(5), 萬頃江이 4.4~7.1 ppm(13) 全州川이 1.2 ppm(4), 그리고 漢江이 1.9~6.7 ppm, 榮山江이 5.9~7.9 ppm(14)으로 各各 報告되고 있다.

다음 BOD는 Fig. 4에서 보는 바와같이 晉陽湖(St. 1)가 平均 4.0 ppm으로서 上水源水 3級水에 해당되었고, 晉州市 下水口 5個地點 즉 羅佛川(St. 2), 南城洞(St. 3), 將台洞(St. 4), 七岩地(St. 5) 및 上坪洞 下水(St. 6)는 各各 平均 128.6 ppm, 124.6 ppm, 130.4 ppm, 123.6 ppm, 123.7 ppm이었으며, 이들 5個 下水의 平均이 126.2 ppm으로서 放流水 水質基準(30 ppm)을 훨씬 넘어서고 있었다. 그리고 晉州市 下水가 모두 合流하는 地點인 St. 7은 平均 7.2 ppm으로서 上水源水 水質基準을 벗어나 農業用水 水質基準에 거의 到達하고 있었다.

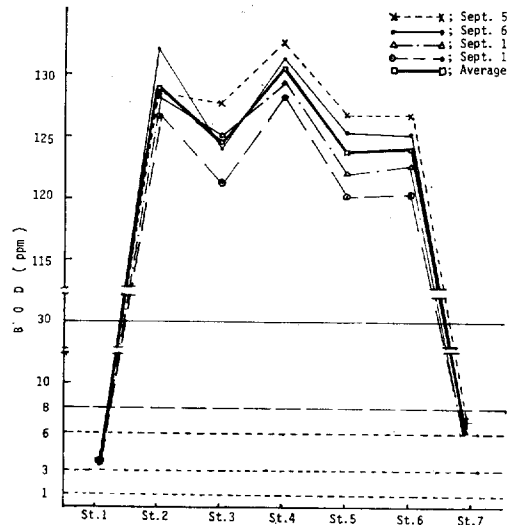


Fig. 4. Seasonal variation of BOD along the Nam River in 1982

여기서 晉州市 生活下水의 排水區域別 1日 下水排出量을 보면 Table 3과 같다. 下水排出量은 晉州市가 조사한 排水區域別 人口數와 1人當 1日 물 使用量(上水 使用量 131 l+地下水使用量 45 l=176 l)을 곱한 數值이다. 下水排出量이 가장 많은 곳은 羅佛川 下水(St. 2, 14,080 m³/日)였으며 그 다음이 將台洞 下水(St. 4, 10,560 m³/日)였고, 가장 적은 곳은 南城洞 下水(St. 3, 1,760 m³/日)였다. 結局 晉州市 下水 排出口 총 220,000名이 南江에 1日 約 38,000 ton의 下水를 流入시키는 量이 된다.

그리고 晉陽湖 南江堰에서의 水質調査日中 平均 1日 放流量은 Table 4에서 보는 바와 같이 1,735,000 m³

Table 3. Discharged amount of sewage per day at the outfall sites of Jinju City

Location	Population*	Discharged amount of sewage**(m ³ /day)	Index (%)
St. 2	80,000	14,080	36
St. 3	10,000	1,760	5
St. 4	60,000	10,560	27
St. 5	30,000	5,280	14
St. 6	40,000	7,040	18
Total	220,000	38,720	100

*Data from Jinju City Hall

**Population×0.176 m³

(amount of service water used by a person/day)

Table 4. Flow of water from Nam River Dam of Jinyang Lake on sampling day in September, 1982

Month	Date	Flow of water*(×1000m ³ /day)
September	5th	2,376
September	6th	2,376
September	12th	1,641
September	19th	547
Average		1,735

*Data from the control office of the Nam River Dam in 1982

였다.

上記 下水排出量(Table 3)과 水質調査日中 晉陽湖 南江댐에서의 放流量(Table 4의 1,735,000 m³)을 土

로 南江의 BOD 負荷量을 算出하면 Table 5와 같다. 먼저 流量을 보면 晉陽湖로부터 南江으로의 放流量이 南江을 全體의 96.5%에 해당되고 나머지 3.5%中에서 2.2%(St. 2~St. 6의 流量指數의 合計)가 生活下水로서, 그리고 1.3%가 工場廢水로서 南江에 流入되는 量이 된다. 따라서 南江물 全量에 대한 廢下水의 量은 얼마 되지 않는 셈이 된다. 그러나 BOD 負荷量으로 換算하여 보면 南江물 全體 BOD 負荷量에 대한 生活下水의 BOD 負荷量은 약 33.3%(St. 2~St. 6의 BOD 負荷量指數의 合計)나 차지하고 있었다. 따라서 南江水質 汚染에 미치는 晉州市 下水의 影響은 下水量으로 볼 때는 微微하다고 볼 수 있겠으나 水質汚染 判定指標가 되고 있는 BOD 負荷量으로 보면 크다고 할 수 있을 것이다.

한편 南江의 水質汚染源은 지금까지 言及한 生活下水뿐만이 아니며, 工場廢水도 큰 影響을 미치는 것으로 알려져 있다. 1981年 許等⁽⁸⁾이 晉州市內 主要 6個 廢水排出工場을 對象으로 水質을 調査한 結果 이들 工場의 BOD가 120~130 ppm인 것으로 報告하였다. 이 數值가 晉州市內 모든 工場의 平均値로 가정한다면 여기에 全體 工場廢水量 23,400 m³/日(1982年 晉州市廳資料)을 곱하면 工場廢水의 BOD 負荷量은 2.93 ton/日(125 ppm×23,400÷1,000,000)이 된다. 이 量을 下水口에서의 BOD 負荷量과 合하면 7.86 ton/日이 되므로 生活下水와 工場廢水의 BOD 負荷量은 南江의 總 BOD 負荷量의 53.1%를 차지하는 셈이 된다. 그런데 이 BOD 負荷比率은 恒常 一定하게 維持하는 것도 아니며 渴水期에는 南江댐 放流量은 극히 적은데 反하여 廢水排出量은 거의 一定하다는 것을 감안하면 廢下水로 인한 南江水質汚染은 더욱 큰 問題라 아니 할 수 없다.

Table 5. BOD loading of the Nam River

Location	BOD loading		Flow of water		
	Ton/day*	Index (%)	m ³ /day	Index (%)	
Jinyang Lake	St. 1	6.94	46.9	1,735,200	96.5
Outfall sites of sewage	St. 2	1.81	12.2	14,080	0.8
	St. 3	0.22	1.5	1,760	0.1
	St. 4	1.38	9.3	10,560	0.6
	St. 5	0.65	4.4	5,280	0.3
	St. 6	0.87	5.9	7,040	0.4
	Total	4.93	33.3	38,720	2.2
Industrial wastewater**	2.93	19.8	23,400	1.3	
Total	14.80	100.0	1,797,320	100.0	
Nam River	St. 7	12.77	86.3	1,797,320	100.0

*Average value of BOD(ppm)×flow of water(m³/day)÷1,000,000

**Data from reference 8)

그리고 晋州市의 生活下水 및 工場廢水 排出量은 거의 一定하다(排出量 62,120 m³/日, BOD 約 130 ppm)는 假定하에서 南江댐에서의 放流量을 달리함으로서(晋陽湖의 BOD는 約 4 ppm 이므로) 南江水質의 BOD 예상치를 推定할 수 있으며 그 換算結果는 Fig. 5와 같다. 즉 晋陽湖 南江댐에서의 放流量이 240,000 m³/日일 때 南江水質의 BOD는 約 30 ppm이 되는 셈이 되고 500,000 m³/日을 放流했을 때는 18 ppm이 된다는 뜻이다. 이렇게 하여 農業用水 基準值인 BOD 8 ppm 以下로 줄이기 위해서는 南江댐에서 적어도 1,900,000 m³/日은 放流해야 되며 上水源水 3級基準인 BOD 6 ppm 以下로 유지하기 위해서는 3,800,000 m³/日 以上을 放流시켜야 한다는 結論이 나온다.

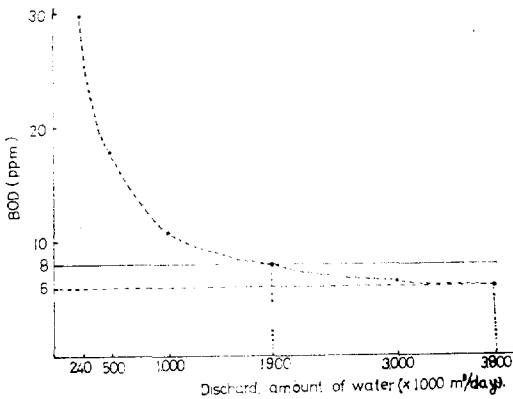


Fig. 5. The estimated value of BOD in Nam River by discharged amount of water from Nam River Dam

그런데 農業用水 基準值인 BOD 8 ppm 以下로 줄이기 위한 1,900,000 m³/日 以上을 放流한 時期는 Fig. 6에서 보는 바와 같이 1982年中 4月과 8月뿐이며 나머지 10個月은 모두 그 以下를 방류시키고 있었다. 더우기 1,900,000 m³/日 以上을 방류시킨 年中(1982)日數는 Table 7에

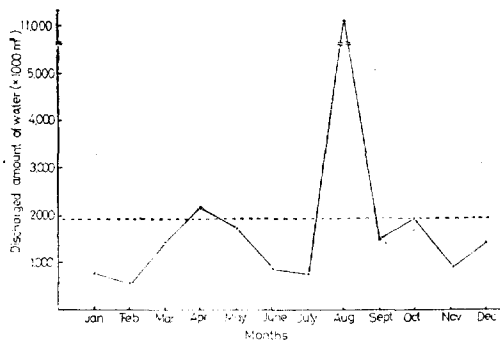


Fig. 6. The average value of discharged amount of water per day from Nam River Dam in 1982

서 보는 바와같이 128日에 不過하며 나머지 237日은 그 以下를 방류시키고 있었으며 그 中 전혀 방류시키지 않은 날이 116日이나 되고 있었다.

Table 7. Number of days when respectively more and less than 1,900,000 m³ per day in discharged amount of water were observed

Month	More than 1,900,000m ³	Less than 1,900,000m ³
January	2	29(23)
February	2	26(18)
March	5	26(4)
April	16	14(2)
May	17	14(8)
June	3	27(6)
July	8	23(3)
August	28	3(3)
September	10	20(1)
October	18	13(8)
November	7	23(22)
December	12	19(18)
Total	128	237(116)

() : the number of days with no discharge amount of water

다음 COD는 Fig. 7에서 보는 바와 같이 St. 1, 2, 4, 6, 7 地點은 BOD에 비해 多少 낮았고 St. 3, 5地點은 BOD에 비해 높았다. 특히 St. 5地點(七岩洞下水)에서

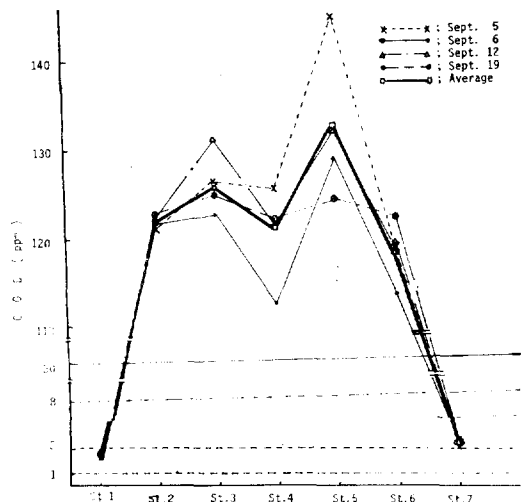


Fig. 7. Seasonal variation of COD along the Nam River

Table 8. Turbidity and NH₄⁺-N along the Nam River in 1982 (unit: ppm)

Location	Turbidity					NH ₄ ⁺ -N				
	Sept. 5th	Sept. 6th	Sept. 12th	Sept. 19th	Average	Sept. 5th	Sept. 6th	Sept. 12th	Sept. 19th	Average
St. 1	2.5	2.5	2.0	2.0	2.3	0.72	0.75	0.45	0.74	0.67
St. 2	13.2	15.0	12.0	18.0	14.6	12.27	12.33	9.60	9.83	11.01
St. 3	22.4	33.0	21.6	30.0	26.6	6.73	6.00	7.60	9.40	7.43
St. 4	20.0	38.0	10.0	40.0	27.3	11.20	7.40	12.15	8.45	9.80
St. 5	24.6	43.0	38.0	28.0	33.4	11.40	13.46	10.00	8.51	10.84
St. 6	7.4	2.0	9.0	20.0	9.6	7.46	7.33	8.70	6.10	7.40
St. 7	8.2	9.2	8.0	10.0	8.9	0.89	0.95	1.22	1.59	1.16

Table 9. Alkalinity and hardness along the Nam River in 1982 (unit: ppm)

Location	Alkalinity					Hardness				
	Sept. 5th	Sept. 6th	Sept. 12th	Sept. 19th	Average	Sept. 5th	Sept. 6th	Sept. 12th	Sept. 19th	Average
St. 1	29	27	25	34	29	82	76	65	56	70
St. 2	108	112	90	140	113	168	134	120	114	134
St. 3	92	84	110	96	96	116	138	160	116	133
St. 4	44	84	115	94	84	98	138	116	122	119
St. 5	204	236	150	188	195	116	160	104	108	122
St. 6	116	72	135	153	119	68	64	132	124	97
St. 7	55	45	60	52	53	79	85	84	76	81

Table 10. Cl⁻ and SO₄⁻⁻ along the Nam River in 1982 (unit: ppm)

Location	Cl ⁻					SO ₄ ⁻⁻				
	Sept. 5th	Sept. 6th	Sept. 12th	Sept. 19th	Average	Sept. 5th	Sept. 6th	Sept. 12th	Sept. 19th	Average
St. 1	10.4	12.2	15.6	8.9	11.8	17.2	19.2	24.0	30.0	22.6
St. 2	34.8	19.9	56.0	67.4	44.5	83.0	48.0	96.0	80.0	76.8
St. 3	30.5	35.5	59.6	47.9	43.4	86.0	125.0	57.6	60.0	82.2
St. 4	44.7	9.2	58.9	65.6	44.6	77.0	134.0	76.8	65.0	88.1
St. 5	35.5	39.0	8.5	63.8	36.7	58.0	86.0	96.0	145.0	96.3
St. 6	38.3	31.2	66.7	72.7	52.2	96.0	86.0	97.4	125.0	101.1
St. 7	17.5	15.6	28.4	14.2	18.9	47.5	65.2	45.2	70.0	60.0

COD가 BOD에 비해 월등히 높은 것은 七岩洞 몇몇 工場廢水가 이 地域으로 集中 流入되기 때문인 것으로 보며 이와같이 COD가 BOD에 비해 높은 것은 下水中의 有機物이 生物學적으로 分解 不可能한 物質을 어느 정도 含有하고 있다고 봐야 할 것 같다.

3. 濁度, 암모니아態 窒素, 알카리度, 硬度, Cl⁻ 및 SO₄⁻⁻

濁度는 土砂 기타 浮遊物의 混入, 粘土質土壤等에 의

하여 생기는 것이 一般의이며 濁度가 너무 높으면 上 水源水나 工業用水에 있어서 濾過나 凝集等 번거로운 處理過程을 要求하며 水中 生物의 光合成에 必要한 光線을 遮斷하여 生態界를 破壞할 위험성도 있다.

本 實驗結果 濁度는 各 地點의 平均이 모두 2.3~ 33.4 ppm 範圍였다. 調査地點別 平均値를 보면 晋陽湖가 2.3 ppm 으로 가장 낮았고, 羅佛川 下水는 14.6 ppm, 南城洞 下水 26.6 ppm, 將台洞 下水 27.3 ppm, 七岩洞 下水 33.4 ppm, 上坪洞 下水는 9.6 ppm 그리고 이들의

合流地點인 南江은 8.9 ppm 이었다.

窒素는 磷과 더불어 河川水質의 富營養化(eutrophication)에 영향을 미치는 重要한 要因이 되는 것으로 알려져 있다. 그러므로 이들 含量은 河川水質에 있어서 대단히 重要한 意味를 갖는다.

Table 8에서 암모니아態 窒素를 보면 5個下水는 모두 7.40~11.01 ppm으로 대단히 높은 것을 알 수 있다. 그리고 이들 下水가 各各 南江에 流入되어 最後 合流地點인 St. 7(南江)도 1.16 ppm으로 높은 含量이므로 南江물을 이들 地域의 農業用水로 利用코자 할 경우에는 灌溉水中에 含有되어 있는 窒素含量을 考慮한 施肥가 되어야 할 것으로 思料된다.

다음 알카리도 및 硬度는 Table 9와 같다. 알카리도는 晉陽湖가 29 ppm이었으며 그 외 5個 下水는 모두 84~195 ppm 範圍로서 晉陽湖보다 훨씬 높았다.

硬度는 Table 9에서 보는 바와같이 晉陽湖나 南江보다는 下水 5個地點이 훨씬 높은 값을 나타내고 있다.

Cl⁻ 및 SO₄⁻含量은 Table 10에서 보는 바와 같다.

4. 重金屬(Pb, Zn, Cu, Mn) 含量

Table 11에서 보는 바와같이 重金屬은 모든 地域에 있어서 比較的 적은 量이 檢出되었다. 各 地點의 平均値로 볼 때 Pb가 0.0033~0.0067 ppm, Zn은 0.0058~0.0094 ppm, Cu는 0.0012~0.0184 ppm, 그리고 Mn은 0.0019~0.0071 ppm이었다.

그런데 農산물 栽培를 制限할 수 있는 汚染基準을 Pb는 0.1 ppm 以下, Cu는 0.01 ppm 以下로 各各 規定하고 있으며, 放流水水質基準에 pb는 1 ppm 以下, Zn은 5 ppm 以下, 그리고 Cu는 3 ppm 以下로 各各 規定하

고 있다⁽¹²⁾. 이와 比較해 볼 때 羅佛川 下水와 南城洞 下水, 七岩洞 下水 및 上坪洞 下水는 Cu가 0.1 ppm 以上이므로 下水를 그대로 灌溉한다면 農산물에 影響을 미칠 수 있는 濃度라고 봐야 할 것이다.

要 約

晉州市內 生活下水의 水質實態를 把握하여 그것이 南江 水質汚染에 미치는 影響을 檢討함으로써 南江 水質 保全對策 樹立에 對한 參考資料를 提供코자 晉州市內 生活下水의 主要 5個 排水區域과 晉陽湖 및 南江 各 1個 地點의 水質을 分析하였다.

1) 晉州市 5個 下水區域 排水水質의 各 成分 平均値는 pH 7.1, DO 2.3 ppm, BOD 126.2 ppm, COD 123.7 ppm, 濁度 22.3 ppm, NH₄⁺-N 9.3ppm, 알카리도 121 ppm 硬度 121 ppm, Cl⁻ 44.3ppm, SO₄⁻ 88.9 ppm, Pb 0.0052 ppm, Zn 0.0079 ppm, Cu 0.0124 ppm, Mn 0.0050 ppm 이었다.

2) 南江의 1日 總 BOD 負荷量은 14.80 ton이었으며 이 중 南江上流인 晉陽湖로부터 6.94 Ton, 그리고 晉州市 下水로부터 4.93 ton이 流入되고 있었다. 따라서 下水가 차지하는 BOD 負荷量은 33.3%였다.

3) 下水中の 重金屬含量은 낮아 南江 水質汚染에 그리 큰 影響을 미치지 않을 것이나 암모니아態 窒素가 대단히 높아 農業用水로 利用하기에는 不適當할 것으로 思料된다.

4) 南江水質의 汚染度를 농업용수기준치인 BOD 8ppm 以下로 줄이기 위해서는 晉陽湖 南江에서의 放流量을 1,900,000 m³/日 以上으로 조절해야 할 것으로 본다.

引用 文 獻

1. 정영호 (1972) : 한강유역의 생물환경오염과 자연보존에 관한 연구, 과학기술처 사업보고서, R-72-81.
2. 김영식 (1976) : 금강유역의 수질에 관한 연구, 崇田大 論文集(自然科學), 2(2), 35.
- 3.李宗哲 (1973) : 河口(낙동강) 感潮水域의 水質이 Microflora에 미치는 影響, 육수학회지, 6(1-2).
4. 金益秀, 金煥走 (1975) : 全州川의 水質汚染과 魚類群集의 變化에 관한 研究, 육수학회지, 8, 7.
5. 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, 79-16.
6. 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, 1978年度 季節別 本流의 水質分析, 環境

Table 11. Average value of Heavy metals content along the Nam River in 1982

(unit: ppm)

Location	Pb	Zn	Cu	Mn
St. 1	0.0052	0.0058	0.0058	0.0071
St. 2	0.0034	0.0094	0.0104	0.0056
St. 3	0.0059	0.0073	0.0142	0.0059
St. 4	0.0051	0.0073	0.0059	0.0037
St. 5	0.0067	0.0083	0.0184	0.0077
St. 6	0.0050	0.0070	0.0131	0.0019
St. 7	0.0033	0.0065	0.0012	0.0049
Legal criteria of pollution for limiting agricultural and marine products	0.1 or below	—	0.01 or below	—
Legal criteria of sewage quality	1 or below	5 or below	3 or below	—

- 保全協會誌, 1(1), 39.
7. 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, 慶南大 農業研究所報, **15**, 99.
 8. 許鍾秀, 徐正潤, 河浩成 (1981) : 晉州市 主要工場 廢水의 分析, 慶尙大 農業研究所報, **15**, 109.
 9. 河浩成, 許鍾秀 (1982) : 金海平野의 灌溉水 汚染에 관한 研究, 한국환경농학회지, 1(1), 22.
 10. 金榮錫 (1979) : 公害公定試驗法概論, 高文社
 11. Rand, M. C., (1976) : *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, American Public Health Association, Washington D.C.
 12. 環境關係法規 (1981) : 成文堂, pp. 51~65.
 13. 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 大學院, 學位論叢 9輯 (自然科學), 7~25.
 14. 權肅杓 (1976) : 水質汚染으로 인한 環境破壞와 그 對策, 研究叢書 第9輯, 韓國經濟, 一環境汚染의 改善一, 123~125.