

洛東江 下流水質의 季節的 變化¹⁾

金龍瑄 · 沈惠京 · 趙鶴來* · 兪善在**

盛智工業專門大學 食品工業科 · *釜山水產大學 食品工學科 · **釜山水產大學 環境工學科

Seasonal Variations of Water Quality in the Lower Part of the Nagdong River¹⁾

Yong-Gwan KIM, Hye-Kung SHIM

Department of Food Science and Technology, Sungji Institute of Technology,
Namgu, Pusan, 608 Korea

Hak-Rae CHO

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan,
Namgu, Pusan, 608 Korea

and

Sun-Jae YOU

Department of Environmental Science and Technology, National Fisheries University of Pusan,
Namgu, Pusan, 608 Korea

The Nagdong is one of the biggest rivers in Korea, which is very important water source not only for tap water of Pusan city but also for the industrial water. Therefore, authors tried to check the water quality year by year.

In this experiment one hundred and twenty water samples collected from August 1983 to July 1984 were analyzed bacteriologically and physiologically.

Fifteen sampling stations were established between near Samrangjin and estuary of the river. To evaluate the water quality, temperature, pH, chloride ion, salinity, chemical oxygen demand (COD), electrical conductivity, nutrients, total coliform, fecal coliform, fecal streptococcus, viable cell count and bacterial flora were observed.

The variation of water temperature was ranged $-1.5\sim 29.0^{\circ}\text{C}$ (Mean value $13.9\sim 16.5^{\circ}\text{C}$), it in spring was higher as $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ about 10°C than in winter and it in autumn was very stabilized as about 20°C at each station. The pH variation of the samples was ranged $6.68\sim 9.15$. The range of concentration of chloride ion and salinity varied $7.4\sim 1,020.5\text{ mg/l}$ and $1.05\sim 33.0\%$, respectively. Especially, salinity of the 3rd water way was the higher than others as $25.76\sim 31.58\%$.

COD was ranged $1.45\sim 14.94\text{ mg/l}$ and the lower part of the Nagdong River was heavily contaminated by domestic sewage and waste water from the adjacent factory area. The range of electrical conductivity was $1.360\times 10^2\sim 5.650\times 10^4\ \mu\text{S/cm}$ and that was by far higher the estuary than the upper.

Concentration of nutrients were $0.008\sim 0.040\text{ mg/l}$ (Mean value $0.019\sim 0.068\text{ mg/l}$) for $\text{NO}_2\text{-N}$, $0.038\sim 5.253\text{ mg/l}$ ($0.351\sim 2.347\text{ mg/l}$) for $\text{NO}_3\text{-N}$, $0.100\sim 2.685\text{ mg/l}$ ($0.117\sim 1.380\text{ mg/l}$) for $\text{NH}_4\text{-N}$, $0.003\sim 0.084\text{ mg/l}$ ($0.014\sim 0.065\text{ mg/l}$) for $\text{PO}_4\text{-P}$ and $0.154\sim 6.123\text{ mg/l}$ ($1.165\sim 3.972\text{ mg/l}$) for $\text{SiO}_2\text{-Si}$, respectively.

Usually nutrients contents of the water in the upper part (included station 1 to 5) were higher than those of the estuarine area. The bacterial density of the samples ranged 7.3 to 460,000/100 ml for total

1) 이論文은 1983年度 文敎部 學術研究 助成費에 依하여 研究되었음.

coliforms, 3.6 to 460,000/100 ml for fecal coliform, 0~46,000/100 ml for fecal streptococcus and $30\sim 1.2\times 10^5/ml$ for viable cell count.

Composition of coliform was 28% *Escherichia coli* group, 18% *Citrobacter freundii* group, 31% *Enterobacter aerogenes* group and 22% others.

Predominant species among the 659 strains isolated from the samples were *Pseudomonas* spp. (42%), *Flavobacterium* spp. (20%) and *Moraxella* spp. (12%).

緒 論

洛東江 下流 水系는 釜山市民의 上水給水源이 있어 하루에 46萬톤을 取水하고 있을 뿐만 아니라 金海 平野의 農業用水와 隣近 工團의 工業用水 等으로 利用되고 있으며, 今後 使用量은 더욱 增加될 것으로 展望된다. 또, 河川水와 海水가 混合되고 있는 河口水域에서는 많은 水棲生物이 棲息하고, 廣闊한 砂洲는 世界的으로 有數한 硯새 到來地로 指目받고 있으며, 海苔養殖場과 漁場은 鳴旨 漁民들의 生活터전이 되고 있다.

이와 같이 重要한 水系가 未處理된 生活下水와 産業廢水로 因하여 날로 汚染度가 加重되고 있음은 이미 알려진 事實이다.

洛東江 下流 水質에 關하여는 朴等¹⁾(1969)이 洛東江流域의 化學的인 水質을, 金²⁻³⁾은 1969年~70年에 걸쳐 水産開發을 爲한 基本調査를, 元과 梁⁴⁻⁵⁾은 1975年과 1978年에 各各 上水道 原水에 溶存되어 있는 칼슘, 마그네슘 ion의 濃度와 重金屬含量에 對한 報告가 있다.

그리고 河口 水域의 理化學的 水質에 關하여서는 元⁶⁾(1964), 崔와 鄭⁷⁾(1972)이, 工場廢水가 海苔養殖에 미치는 影響에 關하여서는 姜⁸⁾(1972)이, 金等⁹⁾(1981)은 生態系의 構造와 機能에 對하여 各各 報告하고 있다.

그러나 本 研究 對象水域에 對하여 綜合的으로 水質을 分析 考察한 資料는 거의 없는 實情이다. 特히, 著者等은 河口堰이 築造되기 前의 水質과 河口堰이 竣工된 以後의 水質을 比較 檢討하기 爲하여 1983年 8月부터 1984年 7月까지 季節마다 2回씩 모두 8회에 걸쳐 實施하였다. 選定된 15個 地點(Fig. 1 參照)에서 總 試料 120個를 採試하여 水溫, pH, 鹽素 ion 및 鹽分度, 化學的 酸素 要求量, 電氣傳導度, 營養鹽類, 衛生指標細菌, 一般生菌數 그리고 이들 試料에서 分離되는 細菌類를 同定한 結果를 報告하는 바이다.

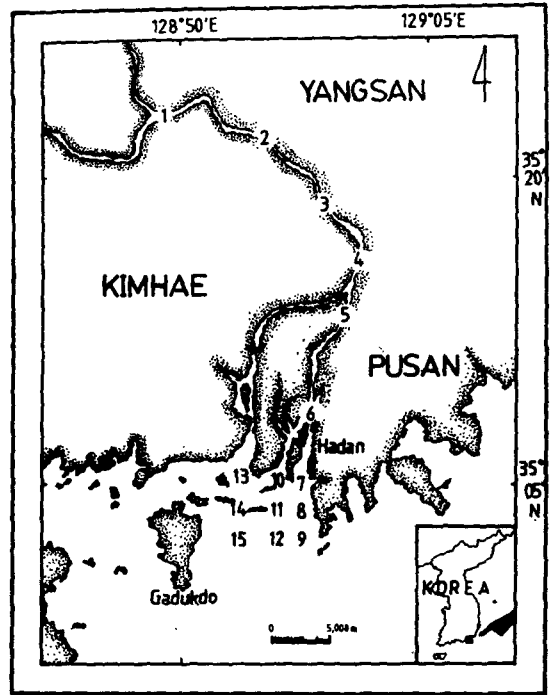


Fig. 1. Collection stations of the lower part of the Nagdong River 1; Samrangjin 2; Wondong 3; Mulgum 4; Gumgog 5; Gupo 6; Ealsukdo 7-15; The estuary of Nagdong River (1st-water way; 7-8-9, 2nd water way; 10-11-12, 3rd water way; 13-14-15)

材料 및 方法

1. 採 水

試水의 採水 地點은 Fig. 1과 같으며, 潮汐表¹⁰⁾에 依하여 潮差가 큰 날을 擇하여 季節마다 2回씩 實施하였다.

地點 1에서 5까지의 採水時間은 海水의 逆上을 勘案하여 各各 달리 하였고, 各 地點에서 나룻배를 利用하여 江의 中央部 表層水를 採水하였다. 또, 地點 6에서 15까지는 動力船으로 高低潮時의 1時間前後 동안에 實施하였다. 各 試料는 水面에서 20 cm 内外의 表層水로서 5°C 程度 低溫을 維持하여 實驗室로 옮겼다.

洛東江 下流水質의 季節的인 變化

2. 實驗方法

1) 水 溫

눈금 1/10 의 50°C 棒狀 溫度計를 [使用하여 現場에서 測定하였다.

2) pH

Corning pH Meter Model 5 로 實驗室에서 測定하였다.

3) 鹽素 ion 濃度

티오 시안酸 第 2 水銀에 依한 比色法¹¹⁾으로 하였다.

4) 鹽分度

Salinometer (Tsurumi Seiki Co., LTD)을 使用하였다.

5) 化學的 酸素 要求量(COD)

過망간酸 칼륨 알카리法¹²⁾으로 測定하였다.

6) 電氣傳導度

TOA Electric Co. Model CM-IDB 傳導度計를 使用하였다.

7) 營養鹽類

① 亜窒酸性 窒素

Table 1. Range and mean value of chemical and physical factors in each station at the lower part of the Nagdong River from Aug. 1983 to Jul. 1984.

Parameter St.	W. T. (°C)		pH		Cl ⁻ (mg/l) & salinity(‰)	
	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
1	0.5-27.8	14.3	6.80-8.38	7.50	*7.5-28.4	18.58
2	-1.3-27.5	14.7	6.95-8.50	7.59	7.4-30.4	19.70
3	0.8-29.0	15.0	7.08-8.35	7.51	7.8-42.8	23.78
4	-1.5-28.5	14.4	7.09-7.99	7.40	11.3-320.4	179.91
5	1.0-28.0	14.8	7.21-7.89	7.48	11.5-1,020.5	410.53
6	1.2-24.0	13.9	6.68-7.71	7.24	**1.05-20.52	9.33
7	4.5-27.0	16.5	7.60-8.27	7.86	1.15-31.55	18.56
8	6.2-26.5	16.1	7.15-8.25	7.75	4.95-32.77	23.07
9	6.9-25.0	15.9	7.05-8.27	7.75	7.02-33.01	24.99
10	6.8-22.0	15.3	7.40-8.15	7.74	1.14-27.45	17.03
11	5.8-23.3	15.2	7.00-8.11	7.73	1.72-30.04	21.09
12	6.0-24.0	16.0	7.20-8.30	7.80	11.95-32.49	28.37
13	4.0-26.0	15.8	7.15-8.00	7.70	4.56-32.85	25.08
14	4.9-26.0	15.5	7.12-7.98	7.76	4.60-32.23	25.65
15	7.3-25.5	16.2	7.30-8.10	7.89	9.67-32.74	27.42

	C O D(mg/l)		Electrical conductivity (μS/cm)	
	Range	Mean	Range	Mean
1	5.98- 6.95	6.47	1.565×10 ² -3.185×10 ²	2.533×10 ²
2	6.44- 8.55	7.63	1.580×10 ² -3.210×10 ²	2.463×10 ²
3	5.24-13.10	9.03	1.700×10 ² -1.275×10 ³	6.058×10 ²
4	5.26-14.94	10.81	1.630×10 ² -8.100×10 ³	3.168×10 ³
5	6.07- 7.11	6.15	1.777×10 ² -1.415×10 ⁴	6.426×10 ³
6	4.74-14.39	8.53	1.315×10 ² -2.645×10 ⁴	1.536×10 ⁴
7	5.37-12.52	9.05	9.775×10 ³ -4.915×10 ⁴	3.424×10 ⁴
8	1.62-10.39	4.87	9.920×10 ³ -5.060×10 ⁴	3.670×10 ⁴
9	1.45- 4.96	3.74	1.405×10 ⁴ -5.090×10 ⁴	3.793×10 ⁴
10	3.64- 6.40	4.95	1.360×10 ² -4.935×10 ⁴	2.975×10 ⁴
11	1.94- 4.51	3.27	3.515×10 ³ -5.155×10 ⁴	3.192×10 ⁴
12	1.93- 5.19	3.69	3.130×10 ⁴ -5.295×10 ⁴	4.420×10 ⁴
13	3.60- 6.62	5.49	1.055×10 ⁴ -5.300×10 ⁴	3.595×10 ⁴
14	3.40- 3.60	3.49	1.075×10 ⁴ -5.400×10 ⁴	3.675×10 ⁴
15	2.59- 4.40	3.13	2.300×10 ⁴ -5.650×10 ⁴	4.240×10 ⁴

*chloride ion; from station 1 to 5, **salinity; from station 6 to 15.

NED 試藥에 의한 比色法¹¹⁾에 依하였다.

② 窒酸性 窒素

Cadmium Reduction Method¹³⁾에 依하였다.

③ 암모니아性 窒素

Phenate Method¹³⁾에 따랐다.

④ 磷酸性 磷

모리브덴 靑法¹⁴⁾에 依하였다.

⑤ 硅酸性 硅素

모리브덴酸-암모늄 試藥에 依한 比色法¹⁴⁾에 따랐다.

8) 衛生指標細菌

大腸菌群, 糞便系 大腸菌, 大腸菌群의 分雜 및 同定은 A.P.H.A¹⁵⁾에 準하였다.

9) 腸球菌

AC 培地¹⁶⁾를 製造하여 使用하였다.

10) 一般生菌數

A.P.H.A에 따랐다.

11) 細菌의 分類 및 同定

Bergey's manual¹⁷⁾(1974)에 따랐다.

結果 및 考察

15個 地點에서 測定된 水溫, pH, 鹽素 ion 濃度, 鹽分度, COD와 電氣傳導度의 範圍와 平均値를 Table 1에 나타내었다.

1. 水 溫

年間 水溫變化幅은 $-1.5 \sim 29.0^{\circ}\text{C}$ 로 매우 컸으며, 地點別 平均 水溫은 $13.9 \sim 16.5^{\circ}\text{C}$ 의 分布였다.

季節에 따른 水溫의 變化를 Fig. 2-A에 나타내었다. 겨울철에는 10°C 미만의 水溫으로 上部水域(地點 1, 2, 3)에서 아주 낮았고, 中部水域(地點 4, 5, 6)에서 漸增하여지며 河口水域(地點 7~15)에서는 $6 \sim 7^{\circ}\text{C}$ 사이에서 安定되었다. 봄철의 境遇, 本水系는 $10 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 範圍로 겨울철보다 約 10°C 上昇되었으며, 上部와 中部水域에서는 河口水域보다도 낮게 나타났었다. 가을철에는 20°C 前後로 매우 安定되었고, 여름철에는 겨울철과 달리 上部水域이 $25 \sim 29^{\circ}\text{C}$ 로 河口水域보다도 높은 溫度를 나타내었다. 이는 水量이 적은 上部와 中部水域에서의 水溫은 日照量과 氣溫의 變化에 크게 影響을 받고 있기 때문에 季節的인 水溫差가 甚한 것으로 思料된다.

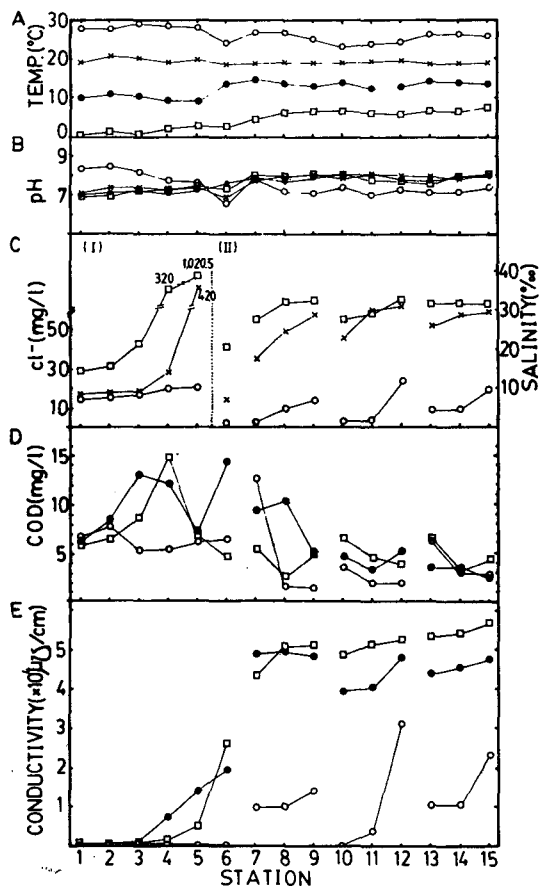


Fig. 2. Seasonal variations of water temperature, pH, chloride ion, salinity, COD and electrical conductivity in each station
 ●—●—; spring ○—○—; summer
 ×—×—; autumn □—□—; winter

2. pH

pH의 年間變化範圍는 $6.68 \sim 8.50$ 였으며 地點別 平均값은 $7.24 \sim 7.89$ 였다.

pH의 變化를 季節別로 나타내면 Fig. 2-B와 같다. 여름철을 除外한 봄, 가을, 겨울철에는 地點 1에서 河口쪽으로 向할수록 pH 7부근에서 漸次的으로 增加하였으며, 河口水域에서는 8에 가까운 값을 나타내었다. 그러나, 여름철의 pH값은 上部와 中部水域이 8을 上廻하였으며, 河口水域은 7부근의 數値로 낮았다. 이는 여름철 試水의 採水時期가 降雨量¹⁸⁾이 127.2 mm 로 大端히 많았던 6日後에 實施한 것에 起因되는 듯 하였다.

또, 地點 6이 他 地點에 比하여 낮은 pH值 $6.68 \sim 7.71$ (平均値 7.24)을 나타내었다. 이는 隣近 工團

에서 流入되는 各種 廢水와 生活污水 等に 依한 것으로 思料된다.

3. 鹽素이온 濃度 및 鹽分度

地點 1에서 5까지의 鹽素 ion 濃度 變化範圍는 7.4~1,020.5 mg/l로 大端히 컸으며, 平均값은 18.58~410.53 mg/l로 地點別 差異가 컸었다. 地點 6에서 15까지의 鹽分度 變化範圍는 1.05~33.01%였으며, 地點別 平均値는 9.33~28.37%으로 나타났었다.

Fig. 2-C는 鹽素 ion과 鹽分度の 季節的인 變化를 나타내었다. (I)에서, 鹽素 ion 濃度는 17.0~1,020.5 mg/l로서 河口쪽으로 向할수록 急激하게 增加하였으며, 겨울철에는 全般的으로 높은 濃度를 나타내었다. 그러나, 여름철에는 降雨 때문에 鹽素 ion 濃度는 15 mg/l 内外로 各 地點別 差異가 거의 없었다. 本 水系는 長期間 가뭄이 계속되면 江水의 水量이 相對的으로 줄어들어 밀물時 海水의 逆上 現象 때문에 釜山市民이 80% 이상을 利用하는 原水取水를 中斷하여야 하고, 農業用水 및 工業用水의 揚水를 中斷하는 事態가 頻繁히 일어나고 있어 河口堰 工事を 서둘고 있는 實情이다. (II)에서, 第1 水路(地點 7-8-9)의 鹽分度는 17.69~32.77%으로 上部水域과 下端에서 流入되는 河川水의 影響으로 鹽度가 높지 않으나 外洋으로 向할수록 正常的인 海水로 回復된다. 第2 水路(地點 10-11-12)에서도 22.69~32.49%로서 第1 水路와 비슷한 樣相으로 나타났다. 第3 水路(地點13-14-15)는 25.76~31.58%로서 他 水路들보다 높은 鹽度로 安定되어 있었다. 이는 上部에 渚山 水門이 있어 河川水의 直接的인 影響을 받지 않는데 起因되는 듯하였다.

鹽素 ion 濃度の 變化에서도 마찬가지로였지만, 乾期인 겨울철에는 높은 鹽度를 나타내었고, 雨期인 여름철에 河口水域의 鹽分度는 거의 10% 以内로 낮은 鹽度를 나타내게 된다. 이처럼 河口水域은 降雨量에 鹽分度の 變化는 左右되고 있었다.

4. 化學的 酸素要求量(COD)

COD의 變化範圍는 1.45~14.94 mg/l였으며, 地點別 平均값은 3.13~10.81 mg/l로서 變化幅이 컸었다. 上部, 中部水域과 各 水路의 起點인 7, 10, 13은 COD의 平均값이 5 mg/l 이상이었으며, 이들 以外的 河口水域 地點은 3.13~4.87 mg/l으로 水産 2級用水 基準値인 3 ppm을 모두 超過하고 있는 實情이다.

Fig. 2-D는 COD의 季節的인 變化를 나타내었다.

上部, 中部水域에서는 봄철과 겨울철에 4.74~14.94 mg/l로 높은 數値를 나타 내었고, 降雨量이 많았던 여름철에는 5.24~6.95 mg/l로 낮은 數値를 나타내었다. 李¹⁹⁾(1970)에 依하면 河川水의 COD는 降雨量이 적은 봄철이 크고, 降雨水에 依하여 水量이 많아지면 地表의 腐敗物이 씻겨 내려가기 때문에 COD가 增大하는 것으로 알려져 있다. 그러나, 都市에서는 工場排水나 有機物의 主成分인 家庭下水가 雨水로서 도리어 稀釋되어 COD가 低下하는 境遇가 있다고 指摘한 바 있다.

5. 電氣傳導度

電氣傳導度の 變化範圍는 $1.360 \times 10^2 \sim 5.650 \times 10^4 \mu\text{V}/\text{cm}$ 였으며, 平均値는 $2.463 \times 10^2 \sim 4.420 \times 10^4 \mu\text{V}/\text{cm}$ 로 地點別로도 넓은 變化幅을 보였다. Fig. 2-E에서는 電氣傳導度の 季節的인 變化를 나타내었다. 겨울철의 電氣傳導度는 上部水域에서 $4.000 \times 10^2 \mu\text{V}/\text{cm}$ 미만으로 낮았으나, 中部水域에서 $1.240 \times 10^3 \sim 2.645 \times 10^4 \mu\text{V}/\text{cm}$ 로 漸增加하여 河口水域으로 向할수록 $4.380 \times 10^4 \sim 5.650 \times 10^4 \mu\text{V}/\text{cm}$ 로 急激하게 增加하였다. 봄철의 電氣傳導度는 上部水域에서 河口쪽으로 내려올수록 $2.60 \times 10^2 \sim 1.95 \times 10^4 \mu\text{V}/\text{cm}$ 로 增加하였고, 河口水域에서는 $3.975 \times 10^4 \sim 4.835 \times 10^4 \mu\text{V}/\text{cm}$ 로 겨울철의 $4.380 \times 10^4 \sim 5.650 \times 10^4 \mu\text{V}/\text{cm}$ 보다 낮은 數値로 나타났다. 여름철에는 上部, 中部水域에서 $1.565 \times 10^2 \sim 1.77 \times 10^2 \mu\text{V}/\text{cm}$ 로 아주 낮았으며, 第1 水路와 第3 水路는 $9.775 \times 10^3 \sim 2.30 \times 10^4 \mu\text{V}/\text{cm}$ 로 비슷하였으나, 第2 水路는 $1.360 \times 10^2 \sim 3.130 \times 10^4 \mu\text{V}/\text{cm}$ 로 地點別 差가 大端히 컸었다. 이는 河口堰工事由 第2 水路로 洛東江 本流가 흐르고 있기 때문이고, 또한 여름철의 電氣傳導度가 越等히 낮았던 것은 降雨 때문에 江水가 크게 稀釋된 것으로 思料된다.

6. 營養鹽類

15個 地點에서 測定된 營養鹽類(亜窒酸性 窒素, 窒酸性 窒素, 암모니아性 窒素, 磷酸性 磷, 硅酸性 硅素)의 變化範圍와 平均値를 Table 2에 나타내었다.

① 亜窒酸性 窒素($\text{NO}_2\text{-N}$)

$\text{NO}_2\text{-N}$ 의 年間 變化範圍는 0.008~0.040 mg/l이며, 地點別 平均값은 0.019~0.068 mg/l이었다.

Fig. 3은 $\text{NO}_2\text{-N}$ 의 季節的인 變化를 나타낸 것이다. $\text{NO}_2\text{-N}$ 은 봄과 겨울철에 上·中部 水域에서 0.034~0.099 mg/l로 높은 값을 나타내었고, 河口水域에서는 0.010~0.043 mg/l로 낮은 濃度를 나타내었다.

Table 2. Range and mean valve of the nutrients in each station at the lower part of the Nagdong River from Jan. to Jul. 1984

St.	NO ₂ -N(mg/l)		NO ₃ -N(mg/l)		NH ₄ -N(mg/l)		PO ₄ -P (mg/l)		SiO ₂ -Si(mg/l)	
	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
1	0.034-0.057	0.043	0.135-5.253	2.035	0.119-1.204	0.522	0.033-0.046	0.039	1.180-3.876	2.738
2	0.034-0.053	0.044	0.197-0.819	0.484	0.141-0.833	0.390	0.042-0.067	0.054	0.730-3.904	2.574
3	0.031-0.054	0.045	0.177-1.596	0.707	0.105-2.685	0.990	0.023-0.052	0.037	1.067-4.157	2.885
4	0.039-0.061	0.051	0.186-2.799	1.455	0.141-1.482	0.591	0.036-0.084	0.053	1.432-4.185	3.148
5	0.039-0.099	0.063	0.038-1.736	0.657	0.128-1.574	0.634	0.054-0.083	0.065	1.966-6.123	3.972
6	0.053-0.062	0.057	0.709-2.395	1.797	0.356-2.500	1.380	0.043-0.069	0.060	0.758-4.527	2.735
7	0.037-0.089	0.056	0.428-1.288	0.953	0.290-0.712	0.486	0.021-0.071	0.047	0.309-3.567	1.816
8	0.025-0.069	0.041	0.121-2.134	0.892	0.264-0.633	0.399	0.030-0.046	0.038	0.351-3.522	1.506
9	0.023-0.061	0.036	0.169-1.342	0.616	0.176-0.356	0.287	0.018-0.035	0.026	0.309-4.061	1.719
10	0.020-0.054	0.036	0.155-4.506	2.318	0.235-0.456	0.357	0.030-0.033	0.031	0.463-4.527	1.832
11	0.022-0.056	0.037	0.165-4.688	2.347	0.211-0.390	0.284	0.021-0.039	0.031	0.168-4.499	1.696
12	0.008-0.040	0.019	0.095-1.009	0.665	0.100-0.133	0.117	0.005-0.020	0.014	0.154-3.087	1.165
13	0.016-0.117	0.068	0.039-0.788	0.500	0.125-0.389	0.238	0.005-0.071	0.035	0.225-3.705	1.418
14	0.011-0.076	0.034	0.052-1.183	0.633	0.132-0.467	0.266	0.008-0.049	0.029	0.337-4.252	1.661
15	0.010-0.045	0.022	0.098-0.120	0.351	0.110-0.400	0.226	0.003-0.027	0.016	0.225-3.637	1.418

다. 또, 外洋水의 影響을 많이 받고 있는 地點 9, 12, 15에서는 稀釋되어 아주 낮은 濃度였다. 降雨量이 많았던 여름철은 봄과 겨울철과는 反對 現象으로 上·中部 水域은 0.031~0.062 mg/l로 낮은 濃度를 나타냈으나, 河口水域에서는 0.040~0.117 mg/l로 높은 濃度로 나타났었다. 特히, 第3水路의 境遇, 平常時에는 0.007~0.016 mg/l로 아주 낮은 濃度로 安定되어 있으나, 降雨量이 많을 때에는 0.045~0.117 mg/l로 다른 어느 水路보다도 不安定하게 變하였다.

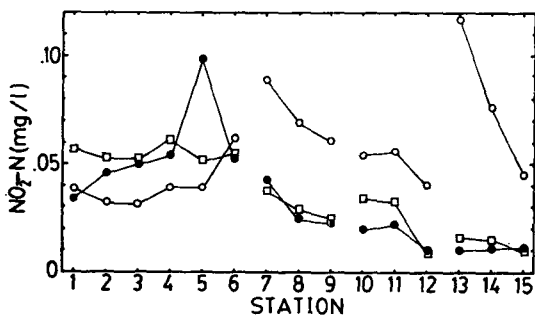


Fig. 3. Seasonal variation of nitrite-nitrogen in each station of the lower part of the Nagdong River (Jan.-Jul. 1984)
 □—□; spring, ○—○; summer, ●—●; winter

② 窒酸性 窒素(NO₃-N)

NO₃-N의 年間 濃度變化範圍은 0.038~5.253 mg/l였으며, 平均값은 0.351~2.347 mg/l으로서 넓은

幅으로 變하였다.

Fig. 4은 NO₃-N 濃度の 季節的인 變化를 나타내었다. 겨울철의 NO₃-N 濃度는 上·中部 水域에서 0.709~1.736 mg/l으로 높은 濃度를 維持하나, 河口水域에서의 濃度는 0.039~0.428 mg/l로서 아주 낮았다. 봄철의 NO₃-N 濃度는 不規則的으로 變하였으며, 外洋쪽으로 向할수록 濃度가 稀釋되어 低濃度로 되는 것은 NO₂-N와 같은 樣相을 나타내었다. 第2水路의 境遇에서 NO₃-N의 濃度가 0.892~4.688 mg/l로서 제일 높았다. 여름철의 NO₃-N 濃度는 上部, 中部水域에서 0.135~0.198 mg/l로 아주 낮은 濃度였으며, 河口水域에서는 0.788~2.294 mg/l로서 높은 濃度를 나타내었다. 이는 降雨로 因하여 多量의 河川水 流入에 起因되는 듯 하였다.

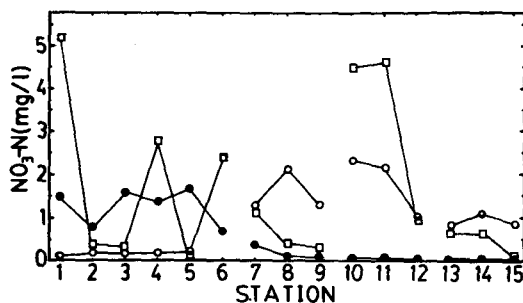


Fig. 4. Seasonal variation of nitrate-nitrogen in each station of the lower part of the Nagdong River (Jan.-Jul. 1984)
 □—□; spring, ○—○; summer, ●—●; winter.

③ 암모니아성 窒素(NH₄-N)

NH₄-N 濃度の年間變化는 0.100~2.685 mg/l 였으며, 地點別 平均값은 0.117~1.380 mg/l 로서 넓은 變化幅으로 나타났으며, Fig. 5 에는 NH₄-N 의 濃度を 季節에 따라 나타내었다. 봄철의 NH₄-N 濃度は 上部, 中部水域에서 0.833~2.685 mg/l 로 높은 濃度を 나타내며, 河口水域에서 0.100~0.400 mg/l 로 아주 낮았다. 겨울철의 NH₄-N 濃度變化는 地點 1 에서 5 까지 0.119~0.201 mg/l 로 낮은 濃度였고, 地點 6 을 分起點으로 하여 河口水域에서도 上·中部水域에서 처럼 0.110~0.455 mg/l 로 낮은 濃度로 나타났다. 降雨量이 많았던 여름철의 NH₄-N 濃度の變化는 地點 1에서 5까지 0.105~0.244 mg/l 로서 겨울철의 濃도와 거의 差異가 없었으나, 河口水域에서는 0.133~0.712 mg/l 로서 上部水域보다도 약간 높았다.

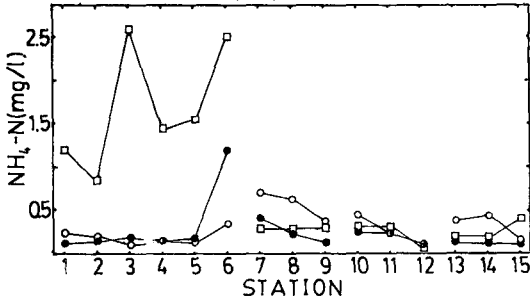


Fig. 5. Seasonal variation of ammonia-nitrogen in each station of the lower part of the Nagdong River (Jan.-Jul. 1984)
□—□; spring, ○—○; summer, ●—●; winter

④ 磷酸性 磷(PO₄-P)

PO₄-P 濃度の年間變化範圍는 0.003~0.084 mg/l 였고, 平均값은 0.014~0.065 mg/l 으로 나타났다.

Fig. 6 은 PO₄-P 濃度の 季節에 따른 變化를 나타내었다. 봄철에 있어 PO₄-P 濃度は 上部, 中部水域에서 0.043~0.084 mg/l 로 높지만, 河口水域에서 0.003~0.034 mg/l 로서 낮았다. 특히, 第3水路는 0.003~0.008 mg/l 로서 第1水路 0.018~0.030 mg/l, 第2水路 0.005~0.034 mg/l 에 比하여 제일 낮았다. 겨울철에 있어 PO₄-P 濃度は 上部水域에서 地點別로 差가 많았으며, 地點 5 를 起點으로 하여 河口水域으로 向할수록 減少하였다. 여름철 PO₄-P 濃度の變化는 上部, 中部水域에서 0.036~0.067 mg/l 으로 漸增하였으며, 河口水域에서는 多量の 陸水の 流入으로 PO₄-P 의 濃度は 增加하였다. 第1水路와 第3水路

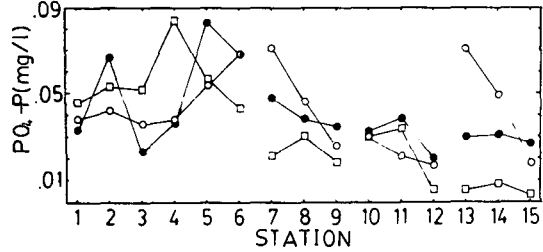


Fig. 6. Seasonal variation of phosphate-phosphorus in each station of the lower part of the Nagdong River (Jan.-Jul. 1984)
□—□; spring, ○—○; summer, ●—●; winter

는 0.071~0.026 mg/l, 0.071~0.018 mg/l 였으며, 外洋으로 向할수록 急激히 減少하였다. 특히, 第2水路에서는 0.030~0.017 mg/l 로 低濃度였다.

⑤ 硅酸性 硅素(SiO₂-Si)

SiO₂-Si 濃度の年間變化는 0.154~6.123 mg/l 로 地點別 平均값의 範圍는 1.165~3.972 mg/l 로서 넓은 變化幅을 나타내었다. Fig. 7 은 SiO₂-Si 濃度の 季節에 따른 變化를 나타내었다. 봄철의 SiO₂-Si 濃度は 地點 1 에서 5 까지 水域에서 0.730~1.966 mg/l 로 漸增하였으며, 河口水域에서는 0.154~0.463 mg/l 로 낮게 나타났다. 겨울철의 SiO₂-Si 濃度は 봄철의 境遇처럼 地點 1 에서 5 사이 水域에서 3.876~6.123 mg/l 로 增加하였으며, 河口水域으로 向할수록 急激하게 稀釋되어 0.786~0.168 mg/l 으로 봄철의 濃도와 類似하게 되었다. 여름철의 SiO₂-Si 濃度は 上部, 中部水域에서 3.089~4.527 mg/l 로서 河口水域으로 내려 갈수록 增加하였다. 河口水域에서는 3.087~4.527

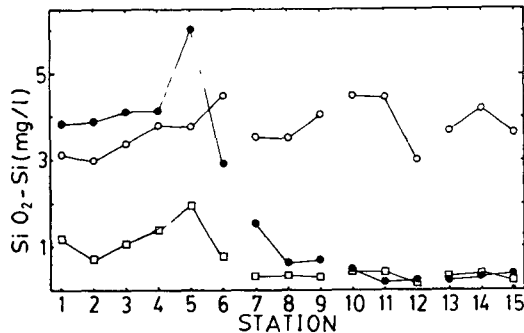


Fig. 7. Seasonal variation of silicate-silicious in each station of the station of the lower part of the Nagdong River (Jan.-Jul. 1984)
□—□; spring, ○—○; summer, ●—●; winter

Table 3. Comparison of some water quality parameters of present investigation with other study in the estuary of Nadong River

Parameter	Won(1964)*		Present(1984)		
	St. 3	St. 4	St. 8	St. 12	
NH ₄ -N ($\mu\text{g-at/l}$)	Range.	4.88—25.45	4.12—17.58	3.70—8.86	1.40—1.86
	Mean	9.59	8.36	5.59	1.63
NO ₂ -N (")	Range	0.07—0.75	0.08—0.58	0.35—0.97	0.11—0.56
	Mean	0.24	0.41	0.58	0.27
NO ₃ -N (")	Range	2.11—6.89	1.85—7.43	1.69—29.88	1.33—14.13
	Mean	4.13	3.80	12.49	9.32
PO ₄ -P (")	Range	0.12—1.47	0.11—1.09	0.93—1.43	0.16—0.62
	Mean	0.53	0.39	1.18	0.44
SiO ₂ -Si (")	Range	8.0—125.5	6.7—100.5	9.83—98.62	4.31—86.4
	Mean	42.5	26.0	42.18	32.61

* ; values are based on the result of 12 monthly cruises from Nov. 1962 to Oct. 1963.

mg/l로서 겨울철이나 봄철보다 약 3배 이상의 높은 농도를 나타내었다. 이는 河口水域에 降雨로 因하여 地殼의 一部分인 矽素가 河川 및 沿岸海域에 流入됨을 證明해 주고 있다. 特히, 第2水路에서 높은 농도를 나타낸 것은 河口堰 工事로 洛東江 本流의 물길이 本水路로 回流시킨데 起因되는 듯 하였다.

以上の 結果에서 洛東江 河口水域의 營養鹽類 濃度의 變化는 降雨에 依한 陸水나 河川水의 大量 流入에 크게 影響을 받고 있음을 알 수 있었다.

Table 3은 河口水域中 一部에서 本實驗과 元⁶⁾(1964)이 行한 實驗 結果를 比較하였다. NO₂-N은 地點 8에서 平均이 0.58 $\mu\text{g-at./l}$ 으로 元의 0.24 $\mu\text{g-at./l}$ 보다 약 2배나 超過하였으며, NO₃-N은 平均이 12.49 $\mu\text{g-at./l}$ 로서 3배나 높은 濃度였다. 이에 反하여 NH₄-N의 變化는 過去에 比하여 地點 8이 9.59에서 5.59 $\mu\text{g-at./l}$, 地點 12가 8.36에서 1.63 $\mu\text{g-at./l}$ 로 各各 낮은 濃度로 나타났다. PO₄-P은 約 2배 程度 높아 平均값이 1.18 $\mu\text{g-at./l}$ 였으며, 다른 地點에서도 약간 上昇하였다. SiO₂-Si는 2 $\mu\text{g-at./l}$ 程度로 거의 같은 濃度였으나, 地點 12에서는 약간 높은 濃度로 나타났다.

20年前보다는 窒素, 磷, 矽素 等の 化合物이 增加되고 있음은 沿岸이나 河口水域에서 그 量이 너무 많을 境遇에 不必要한 生物의 繁殖을 助長하여 有用生

Table 4. Bacteriological examination results in each station at the lower part of the Nagdong River (Aug. 1983-Jul. 1984)

St.	M P N/100ml										*No. 2)	
	Total coliform			Fecal coliform			*F. S. 1)		Plate count/ml			
	Range	G. M. 3)		Range	G. M.		Range	G. M.	Range	Median		
1	430 ~4,000	1,477		30 ~350	93		3.6 ~93		17	1.7×10 ² ~4.0×10 ³	1.5×10 ³	8
2	240 ~7,500	1,768		36 ~1,500	122		3.0 ~73		19	2.1×10 ² ~3.2×10 ³	9.0×10 ²	8
3	150 ~4,600	587		15 ~210	63		0 ~43		18	3.0×10 ² ~2.2×10 ³	7.7×10 ²	8
4	930 ~24,000	3,496		36 ~930	226		0 ~73		36	2.9×10 ² ~3.6×10 ³	6.3×10 ²	8
5	4,600 ~46,000	17,305		430 ~15,000	4,445		460~11,000	1,017	6.1	6.1×10 ² ~1.2×10 ⁴	2.4×10 ³	8
6	15,000~460,000	34,700		4,300~240,000	21,393		430~24,000	1,450	2.2	2.2×10 ³ ~1.2×10 ⁵	1.1×10 ⁴	8
7	24,000~460,000	87,859		4,600~460,000	39,153		750~46,000	3,338	3.5	3.5×10 ² ~1.2×10 ⁵	1.8×10 ⁴	8
8	2,400 ~46,000	10,338		150 ~46,000	3,445		91 ~2,400	350	1.2	1.2×10 ² ~8.7×10 ⁴	9.1×10 ³	8
9	1,100 ~4,600	2,259		93 ~4,600	524		3.6 ~240	50	<30	~2.7×10 ⁴	7.1×10 ²	8
10	930 ~46,000	10,191		230 ~24,000	3,083		43 ~430	210	2.3	2.3×10 ² ~1.1×10 ⁴	6.4×10 ³	8
11	120 ~24,000	3,019		3.6~4,600	876		23 ~460	92	40	~1.2×10 ⁴	1.9×10 ³	8
12	7.3~2,400	312		3.6 ~750	72		0 ~23	10	<30	~6.0×10 ³	1.6×10 ²	8
13	15 ~4,600	117		3.6~1,500	28		0 ~36	5	<30	~1.6×10 ⁴	33	8
14	23 ~930	111		3.6 ~230	27		0 ~23	5	<30	~3.8×10 ³	30	8
15	23 ~390	101		3.6 ~150	14		0 ~15	3	<30	~3.1×10 ³	<30	8

1); fecal streptococcus 2); number of sample 3) G. M. ; geometric mean

물의 繁殖을 阻害할 뿐만 아니라 이들 生物體의 死後 腐敗로 因해 溶存酸素를 消耗함으로써 二次的으로 環境의 惡化를 가져올 우려성도 排除할 수 없을 것이다.

7. 衛生指標細菌

下流水系의 衛生指標細菌에 對한 實驗 結果를 Table 4 에 나타내었다.

大腸菌群 最確數는 7.3~460,000/100 ml 으로 아주 넓은 分布範圍를 나타내었다. 上部水域은 幾何平均값으로 587~1,768/100 ml 였고, 中部水域에서는 河口로 向할수록 3,496~34,700/100 ml 로 極甚한 汚染度를 나타내었다. 이는 華明洞, 萬德洞, 德浦洞 等의 新興 住宅地에서 人間活動으로 因하여 排出되는 各種 有機物이 舍有된 生活污水와 隣近 沙上 工團에서 放出되는 工場 廢水 等이 이 水域에 流入되는 데 起因된다.

河口水域을 水路別로 大腸菌群 分布를 보면 第1水路는 1,100~460,000/100 ml, 第2水路는 7.3~

46,000/100 ml, 第3水路는 15~4,600/100 ml 로서 第1水路가 제일 汚染度가 높았고, 相對的으로 第3水路는 汚染度가 낮은 편이었다. 이는 第1水路가 地點 6 에서의 水質과 下端, 新淸과 장립 等地에서 流入되는 多量의 廢水와 家庭污水의 影響으로 汚染度는 極에 達하였다. Fig. 8 은 河口水域의 水質을 水路別로 Velz²⁰(1952)의 方法에 따라 나타내었다. 第1水路의 50 percentile 값은 11,000/100 ml 로 第2水路의 2,300/100 ml 에 比하여 約 5 倍, 第3水路의 102/100 ml 와 比較하면 무려 100 倍 以上으로 汚染度가 높았음을 보였다.

糞便系 大腸菌의 分布도 大腸菌群의 最確數 分布範圍와 비슷하게 變하였으며, 糞便系大腸菌의 最確數는 3.6~460,000/100 ml 로 아주 넓은 分布였다. 上部水域에서는 幾何平均值 63~122/100 ml 로 400 萬釜山市民의 上水 原水를 取水하는 水域이므로 今後에도 계속하여 水質 管理에 關心을 가져야 할 것이다. 中部水域은 幾何平均值가 226~21,393/100 ml 로 河口쪽으로 내려 갈수록 더욱 더 不潔하였다. 또, 河口水域中 第1水路는 中部水域의 不潔한 水質의 影響과 장립천, 괴정천에서 流入되는 生活污水의 影響으로 汚濁負荷는 加重되어 地點 7 은 本 研究對象 地點中에서 糞便系大腸菌 最確數의 範圍가 4,600~460,000/100 ml 로서 제일 不潔하였다. 이의 影響은 外洋水의 影響을 많이 받고 있는 地點 9 에 까지 미쳐 幾何平均值 524/100 ml 으로 他 水路의 끝 地點 12, 15 보다 越等이 높은 數值를 나타내었다.

腸球菌의 分布範圍는 0~46,000/100 ml 였으며, 大腸菌群, 糞便系大腸菌 最確數 分布範圍와 비슷한 樣相으로 나타났다. 即, 上部水域에서의 腸球菌 最確數 幾何平均值는 17~19/100 ml 였으나, 中部水域에서는 36~1,450/100 ml 로 急激하게 높은 分布를 보였다. 河口水域에서 第1水路의 腸球菌 幾何平均值는 50~3,338/100 ml, 第2水路는 10~210/100 ml, 第3水路는 3~5/100 ml 의 順으로 나타났었다.

地點別 大腸菌群의 組成은 Table 5 와 같다. 大腸菌群으로 分離 同定된 452 菌株中에서 *Escherichia coli* group 이 127 菌株로 28%, *Citrobacter freundii* group 이 82 菌株로서 18%, *Enterobacter aerogenes* group 은 141 菌株, 31% 로서 제일 많았으며, 分類되지 않은 것이 22% 程度였다. *E. coli* I type 은 地點 15를 除外한 全 地點에서 7~36% 程度의 陽性率을 보였으며, 特히 水質이 不潔하였던 地點 6 과 7 에서 各 各 24%, 36% 으로 大端히 높은 陽性率을 나타내었다. 以上の 結果로 보아 本 研究 對象水系에 對한 水

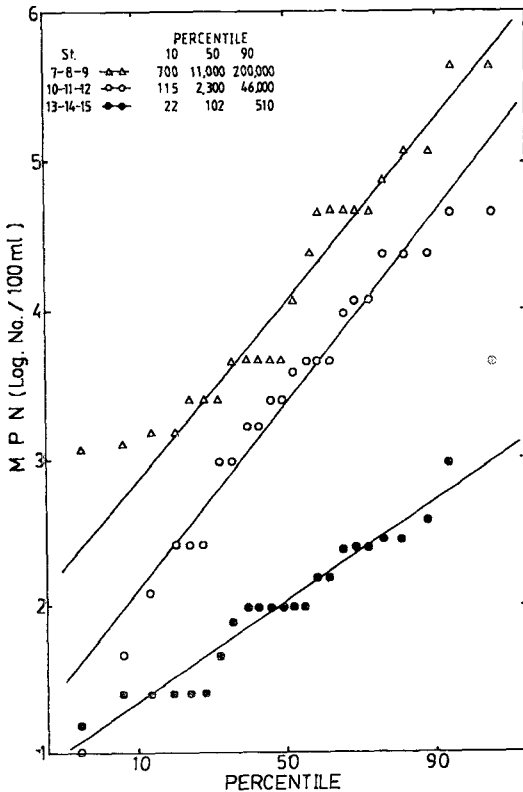


Fig. 8. Comparison of total coliform MPN's with water way in the estuary of the Nagdong River

Table 5. Coliform classification results by IMViC reaction and E. C test (Aug. 1983—Jul. 1984)

Types	1) ¹⁾ 2) S; strain								
	S ²⁾ (%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	
<i>E. coli</i> group	I	3(10.0)	4(13.3)	2(8.0)	3(7.0)	7(15.9)	9(24.3)	14(35.9)	8(25.0)
	II	—	—	—	—	—	—	—	1(3.1)
	III	5(16.7)	3(10.0)	3(12.0)	2(4.6)	5(11.4)	1(2.7)	3(7.7)	4(12.5)
	V	—	—	—	—	—	1(2.7)	—	—
	Total	8(26.7)	7(23.3)	5(20.0)	5(11.6)	12(27.3)	11(29.7)	17(43.6)	13(40.6)
<i>Citrobacter freundii</i> group	I	—	4(13.3)	2(8.0)	1(2.3)	—	2(5.4)	1(2.6)	1(3.1)
	II	3(10.0)	5(16.7)	4(16.0)	8(18.6)	6(13.6)	7(18.9)	6(15.3)	2(6.3)
	Total	3(10.0)	9(30.0)	6(24.0)	9(20.9)	6(13.6)	9(24.3)	7(17.9)	3(9.4)
<i>Enterobacter aerogenes</i> group	I	5(16.7)	3(10.0)	6(24.0)	4(9.3)	9(20.4)	9(24.3)	4(10.3)	4(12.5)
	II	11(36.6)	3(10.0)	2(8.0)	3(7.0)	5(11.4)	2(5.4)	7(17.9)	4(12.5)
	III	—	—	1(4.0)	—	—	—	—	—
	IV	—	1(3.3)	—	—	—	—	—	—
Total	16(53.3)	7(23.3)	9(36.0)	7(16.3)	14(31.8)	11(29.7)	11(28.2)	8(25.0)	
Untyped	3(10.0)	7(23.3)	5(20.0)	22(51.2)	12(27.3)	6(16.3)	4(10.3)	8(25.0)	
Total	30	30	25	43	44	37	39	32	

Types	9 10 11 12 13 14 15							Total	
	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)	S(%)		
<i>E. coli</i> group	I	2(6.9)	4(10.3)	2(10.0)	3(13.6)	2(8.3)	4(19.0)	—	67(14.8)
	II	—	1(2.6)	—	1(4.6)	—	1(4.8)	—	4(0.9)
	III	3(10.3)	10(25.6)	3(15.0)	4(18.2)	3(12.5)	3(14.3)	3(17.7)	55(12.2)
	IV	—	—	—	—	—	—	—	1(0.2)
Total	5(17.2)	15(38.5)	5(25.0)	8(36.4)	5(20.8)	8(38.1)	3(17.7)	127(28.1)	
<i>Citrobacter freundii</i> group	I	2(6.9)	—	2(10.0)	—	2(8.3)	—	2(11.8)	19(4.2)
	II	4(13.8)	5(12.8)	5(25.0)	2(9.1)	3(12.5)	1(4.8)	2(11.8)	63(13.9)
	Total	6(20.7)	5(12.8)	7(35.0)	2(9.1)	5(20.8)	1(4.8)	4(23.6)	82(18.1)
<i>Enterobacter aerogenes</i> group	I	6(20.7)	4(10.3)	2(10.0)	4(18.2)	5(20.8)	6(28.5)	5(29.4)	63(13.9)
	II	6(20.7)	9(23.0)	1(5.0)	3(13.6)	5(20.8)	1(4.8)	1(5.9)	76(16.9)
	III	—	—	—	—	—	—	—	1(0.2)
	IV	—	—	—	—	—	—	—	1(0.2)
Total	12(41.4)	13(33.3)	3(15.0)	7(31.8)	10(41.7)	7(33.3)	6(35.3)	141(31.2)	
Untyped	6(20.7)	6(15.4)	5(25.0)	5(22.7)	4(16.7)	5(23.8)	4(23.5)	102(22.6)	
Total	29	39	20	22	24	21	17	452	

1); station 2) S; strain

質管理가 더욱 切實함을 느끼게 된다.

8. 生菌數

生菌數의 年間 變化幅은 $<30 \sim 1.2 \times 10^5/ml$ 로 넓은 分布였다 (Table 4 參照). 上部水域에서 生菌數의 中央값은 $7.7 \times 10^2 \sim 1.5 \times 10^3/ml$ 였으며, 中部水域의 境遇, 河口로 向할수록 中央값은 $6.3 \times 10^2/ml$ 에서 $1.1 \times 10^4/ml$ 로 많아졌으며, 河口水域에서는 第1水路가 $1.8 \times 10^4 \sim 7.1 \times 10^2/ml$, 第2水路가 $6.4 \times 10^3 \sim 1.6 \times 10^2/ml$, 第3水路가 $83 \sim <30/ml$ 順으로 나타났

으며, 外洋으로 向할수록 生菌數는 적어졌다. 특히, 地點 6 과 7 에서의 生菌數의 中央값이 $1.1 \times 10^4/ml$, $1.8 \times 10^4/ml$ 로 다른 地點에 比하여 높은 數值였다. 이는 汚水에 包含된 各種 有機物質이 細菌들의 增殖에 좋은 條件이 되는듯 하다.

9. 細菌의 分類 및 同定

本 研究對象 水系의 microflora 를 알아 보기 爲하여 各 水域을 代表하는 몇개의 地點을 選定하여 Table 6 에 나타내었다. 5個 地點에서 分離 同定된

洛東江 下流水質의 季節的인 變化

Table 6. Bacterial flora isolated from the water collected at the lower part of the Nagdong River (Jan.-Jul. 1984)

Species	1 ¹⁾	3	5	6	15	Total
	No. 2)* (%)	No. (%)	No. (%)	No. (%)	No. (%)	No. (%)
<i>Pseudomonas</i>	62(51.7)	63(42.0)	44(36.7)	32(31.4)	78(46.7)	279(42.3)
<i>Vibrio</i>	12(10.0)	11 (7.3)	6 (5.0)	7 (6.9)	6 (3.6)	42 (6.4)
<i>Aeromonas</i>	5 (4.2)	7 (4.7)	7 (5.8)	2 (2.0)	3 (1.8)	24 (3.6)
<i>Acinetobacter</i>	5 (4.2)	11 (7.3)	4 (3.3)	21(20.6)	27(16.2)	68(10.3)
<i>Moraxella</i>	11 (9.2)	4 (2.7)	11 (9.2)	15(14.7)	38(22.7)	79(12.0)
<i>Flavobacterium cytophaga</i>	19(15.8)	44(29.3)	43(35.8)	15(14.7)	10 (6.0)	131(19.9)
<i>Enterobacteriaceae</i>	5 (4.2)	9 (6.0)	5 (4.2)	8 (7.8)	2 (1.2)	29 (4.4)
<i>Micrococcus</i>	0 —	1 (0.7)	0 —	2 (2.0)	2 (1.2)	5 (0.8)
<i>Bacillus</i>	1 (0.8)	0 —	0 —	0 —	1 (0.6)	2 (0.3)
Total	120	150	120	102	167	659

1) station 2) number of strain

總 菌株數는 659 菌株로서 上部水域인 地點 1 과 3 에서는 *Pseudomonas* 屬이 42~50%, *Flavobacterium cytophaga* 屬은 16~30% 으로 優占種이었으며, 中部水域인 地點 5 에서는 *Pseudomonas* 屬과 *Flavobacterium cytophaga* 屬이 36% 前後로서 거의 같은 比率로 同定되었고, 河川水와 海水의 混合率이 큰 地點 6 에서는 *Pseudomonas* 屬, *Acinetobacter* 屬, *Moraxella* 屬, *Flavobacterium cytophaga* 屬 等の 多數 菌種이 높은 比率로 分類되었다. 外洋水의 影響을 크게 받는 地點 15 에서는 *Pseudomonas* 屬이 거의 50% 를 *Moraxella* 屬이 23%, *Acinetobacter* 屬이 16% 順이었으며, 그 以外 細菌들은 낮은 頻度로 存在하였다. 洛東江 下流水系의 microflora 는 *Pseudomonas* 屬이 279 菌株 42% 로서 優占種이었으며, *Flavobacterium cytophaga* 屬이 131 菌株로서 20%, *Moraxella* 屬이 79 菌株 12% 順이었으며, *Bacillus* 屬이 0.3 %으로 제일 낮은 頻度を 나타내었다.

要 約

洛東江 下流水系는 農水産業을 비롯하여 各 産業의 用水 뿐만 아니라 400 萬 釜山市民의 上水 給水源으로서도 大端히 重要하다. 本 水系의 效率的인 活用을 爲하여 河口堰을 築造하고 있다. 그래서 本 研究는 河口堰 設置 以前과 以後의 水質 變化에 對한 基礎材料를 얻기 爲하여 1983年 8月부터 1984年 7月까지 季節마다 2 回씩 모두 8 회에 걸쳐 15 個 地點에서 總 試料 120 個를 取하여 分析하였다.

이들 試料에 對한 水溫, pH, 鹽素 ion 및 鹽分度,

化學的 酸素 要求量, 電氣傳導度, 營養鹽類, 衛生指標細菌, microflora 에 對한 實驗 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 水溫의 年間變化는 $-1.5 \sim 29.0^{\circ}\text{C}$ 로 컸으며, 봄철의 水溫은 $10 \sim 15^{\circ}\text{C}$ 로서 겨울철보다 約 10°C 上昇하였고, 가을철의 水溫은 全 地點에서 20°C 부근으로 매우 安定되었다. 여름철에는 氣溫의 上昇에 따라 $21 \sim 29^{\circ}\text{C}$ 로 높았다.

2. pH의 年間變化는 6.68~8.50 이었으며, 平常時의 pH는 上部水域에서 河口쪽으로 向할수록 漸增하였으며, 河口水域에서는 8에 가까웠다. 그러나 降雨量이 많았던 直後에는 오히려 上部水域이 높고 河口水域이 낮아지는 反對現象이었다.

3. 鹽素 ion 濃度의 變化範圍는 $7.4 \sim 1.020.5 \text{ mg/l}$ 로 地點別 差가 甚하였다. 또, 鹽分度는 $1.05 \sim 33.01 \%$ 로 넓은 範圍로 分布되었다. 上部에 녹산 水門이 있는 第 3 水路는 $25.76 \sim 31.58\%$ 으로 陸水나 河川水의 影響을 많이 받고 있는 第 1, 2 水路보다 높은 鹽度を 나타내며 安定되어 있다.

4. 化學的 酸素 要求量의 變化範圍는 $1.45 \sim 14.94 \text{ mg/l}$ 였으며, 上部, 中部水域과 各 水路의 起點은 5 mg/l 以上이었고, 河口水域은 水產 2 級 基準值인 3 ppm 을 모두 超過하였다.

5. 電氣傳導度의 變化範圍는 $1.360 \times 10^2 \sim 5.650 \times 10^4 \mu\text{S/cm}$ 였으며, 上部水域에서 보다 河口水域에서 越等히 높았으며 降雨量이 많을 때에는 全 水域에서 낮은 값으로 나타났다.

6. 營養鹽類의 年中 變化範圍는 $\text{NO}_2\text{-N} : 0.008 \sim 0.040 \text{ mg/l}$, $\text{NO}_3\text{-N} : 0.038 \sim 5.253 \text{ mg/l}$, $\text{NH}_4\text{-N} : 0.100 \sim 2.685 \text{ mg/l}$, $\text{PO}_4\text{-P} : 0.003 \sim 0.084 \text{ mg/l}$, $\text{SiO}_2\text{-}$

Si : 0.154~6.123 mg/l 였으며, 各種 鹽類는 一般의 으로 上部, 中部水域에서 높은 濃度였으나, 降雨時에 陸水나 江水에 依해 運搬되어 河口水域에서 濃度가 높아진다. 特히 河口水域에서 窒素, 磷化合物이 20年前에 比하여 2~3 倍 增加되고 있어 二次의 環境汚染이 우려 된다.

7. 大腸菌群 最確數의 分布範圍는 7.3~460,000/100 ml 였으며, 金谷에서 乙淑島 區間인 中部水域에서의 幾何平均値는 3,476~34,700/100 ml 으로 極甚한 汚染度를 나타내었다. 이 水質의 餘波와 장림천 汚정천에서 流入되는 汚水로 第1水路의 水質은 1.100~460,000/100 ml 로 第2水路 보다 5 倍나 甚하게 汚染되어 있었다.

糞便系大腸菌 最確數의 分布範圍는 3.6~460,000/100 ml 였으며, 大腸菌群에서와 같은 樣相이었다.

腸球菌 最確數는 0~46,000/100 ml 의 分布範圍로 糞便系大腸菌과 같은 樣相이었다.

8. 大腸菌群으로 分離 同定된 總 452 菌株中에서 *Escherchia coli* group 은 127 菌株로 28%, *Citrobacter freundii* group 은 82 菌株로 18%, *Enterobacter aerogenes* group 이 141 菌株, 31% 로 제일 많았으며, 分類되지 않은것이 22% 程度였다.

9. 生菌數의 年間 變化幅은 $<30 \sim 1.2 \times 10^6 / ml$ 였으며, 各 水域別로 衛生指標細菌이 變化하였던 것과 같은 樣相이었다.

10. 本 水系에서 分離 同定된 細菌 總 659 菌株中에서 *Pseudomonas* 屬이 279 菌株(42%)로서 제일 많았으며, *Flavobacterium cytophaga* 屬이 131 菌株(20%), *Moraxella* 屬이 72 菌株(12%) 順이었으며, *Bacillus* 屬이 0.3% 으로 제일 낮은 頻度를 나타내었다.

謝 辭

本 實驗을 遂行하는데 助幫을 아끼지 않으신 釜山 水産大學 張 東錫 教授님과 本 大學 沈 京錫, 朴 鍾 善 君을 비롯하여 여러분께 感謝드립니다.

文 獻

1. 朴元圭·朴永圭·徐宗德. 1969. 洛東江 流域의 水質에 關한 研究(I). 大韓化學會誌 13(4), 401-407.
2. 金仁培. 1969. 洛東江 下流의 水質開發을 爲한 基本調査. 1. 어획량과 한발의 영향. 韓水誌

- 2(1) 25-31.
3. _____. 1970. 洛東江 下流의 水質 開發을 爲한 基本調査. 2. 水溫 및 水質. 韓水誌 3(1) 65-70.
4. 元鍾勳·梁漢燮. 1975. 洛東江 勿禁 舊 取水場 上水道 原水의 鹽素 ion 含量, 마그네슘 濃度의 年間 變化에 對하여(1974~1975年). 韓水誌 11, (2) 103-109.
5. _____. 1978. 飲料水 및 工業用水로서의 洛東江 下流水質에 對하여. 2. 南旨以南 洛東江 下流水의 重金屬 含量에 對하여(1977年 5月~1978年 4月), 韓水誌 11 (3) 139-146.
6. 元鍾勳. 1964. 洛東江 河口 干潟地 水質의 年間 變化(1962年 11月~1963年 10月). 大韓化學會誌 8(4) 192-199.
7. 崔相·鄭兌和. 1972. 洛東江 河口水域의 營養鹽類와 有機懸濁物質. 海洋學會誌 7 (1). 1-14.
8. 姜悌原. 1972. 洛東江 河口 부근(용원리) 김어장의 갯벌 특리, 公작폐수의 영향에 關하여. 韓水誌 5(2) 39-44.
9. 金俊鎬·金重洙·李仁圭·金鍾元. 1981. 洛東江 河口 生態系의 構造와 機能에 關한 研究. 서울 大學校 自然科學大學 綜合研究所. 1-84.
10. 水路局. 1983-1984. 潮汐表.
11. 日本分析化學會 北海道支部編. 1981. 水の分析. pp. 176-178.
12. 産業公害研究所. 1981. 公害公定試驗法. 水質分野. pp. 30-31.
13. APHA·AWWA and WPCF 1981. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 15th Ed. pp. 360-361, 370-373.
14. 日本氣象協會. 1970. 海洋觀測指針(氣象廳編). pp. 185-191.
15. APHA((962). Recommended procedures for the bacteriological examination of sea water and shellfish. 3rd Ed Am. Pub. Heal thAssoc. Inc., 1970 Broadway, New York 19. N. Y. pp. 1-48.
16. 日本食品衛生協會. 1973. 食品衛生檢査指針(I). pp. 94-95, 120-122.
17. Buchanan, R. E. and Gibbons, N. E., 1974. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 8th ed.
18. 中央觀象臺 釜山支臺. 1984. 氣象月報 7號.
19. 李龍根. 1970. 汚濁河川水의 地球化學的인 研究(第II報). 서울市內 河川水 및 工場排水의 化學的 酸素要求量. 大韓化學會誌 14 (14) 5-12.
20. Velz, C. J. (1952). Graphical approach to statics. Water and sewage works magazine. Scranton Gillette pub. Co. 99 (4), 15-23.