

## 洛東江 流域의 水質에 關한 研究(I)

嶺南大學校 工科大學 化學工學科  
朴元圭·朴永圭·徐宗德  
(1969. 11. 11 接受)

### Investigation of the Water Quality in the Naktong River Basin(I)

by  
Won Kyu Park · Yung Kyu Park · Jong Duck Suh  
*Dept. of Chem. Eng., College of Eng., Youngnam University*  
(Received November 11, 1969)

#### ABSTRACT

The results of water analysis for 10 stations in the main Naktong and 11 stations in the tributaries from March to December 1968 are as follows: The water quality of the Naktong River Basin is generally the first class of water, especially the tributaries, Hwang river, Nam river, Milyang river, Naesongchun, Hoechun, Wichun and Panbyunchun were dissolved in less than 100 mg/l as the amount of the total ion of the main component.

In comparison with river discharge, the amount of the total ion of the main component is decreased in June and July, because of the river discharge is increased in those periods.

According to the measurement of the conductivity and the hardness, the better water quality is distinguished by the following order: lower part of river (Namji), middle part of river (Waegwan), upper part of river (Yean).

The conductivity of Kumho river, Tongchon is higher than the middle part of the main river and Nam river, Chongam is smaller than lower part of the main river.

The variation of the amount of the total ion of main component in the basin is mainly effected by  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Ca}^{+2}$ .

The relationship between  $[\text{K}^+]$  and  $[\text{Cl}^-]$  and  $[\text{Na}^+]$  and  $[\text{Cl}^-]$  are

$$[\text{K}^+] = 0.04 [\text{Cl}^-] + 1.7 \text{ mg/l}, [\text{Na}^+] = 0.06 [\text{Cl}^-] \text{ mg/l}.$$

The main river was much contaminated by Kumho river and C.O.D. at Gang-chung, Kumho river in June was recorder over the standard about 7 times.

#### 1. 序 論

洛東江 流域內의 生活用水의 年間增加率은 9.6%로 計劃되고 있으므로 1986年度에는 約 560,000,000 ton의 물이 必要하게 되며 또한 그 工業用水는 全國 所要量의 25%로 推定하면 1986年度에는 年間 650,000,000 ton

이 所要될 것이다. 따라서 1986年度에 所要될 生活用水와 工業用水는 年間 約 12億 ton 卽 3,000,000 m<sup>3</sup> 가량이 된다. 이와 같은 用水의 量的인 所要增加 計劃에 따라 그의 質的인 面을 檢討하기 爲하여 지금까지 거의 調査되어 있지 않은 洛東江 本流와 支流의 水質을 綜合的으로 分析하여 流域開發에 利用할 基本資料를 提供하려 한다. 本人들은 洛東江 本流 10個 地點과

支流 11個地點을 取하여 1968年 3月 1日부터 12月末까지 每月 2回 試料水를 採取하여 洛東江 本流의 上流, 中流, 下流와 各 支流들의 主成分 ion 總量과 流量과 의 關係를 檢討하고 全硬度, 傳導度를 測定하여 水質을 判定하였고 또 流域 全域에서 全體 ion 的 化學的 組成을 調査하였다, 그리고 流域 全域에서  $[K^+]$ 과  $[Cl^-]$  및  $[Na^+]$ 과  $[Cl^-]$ 의 相互關係도 究明하였다.

地勢 및 實驗方法

1. 地勢 및 採水 地點

韓半島의 東南端(北緯  $35^{\circ}\sim 37^{\circ}$ )에 位置하고 있는 洛東

江 流域의 面積은  $23,656\text{ km}^2$ 로서 東西의 거리가  $100\sim 130\text{ km}$  이고 洛東江 流路網은 洛東江 本流가 支配的이다. 洛東江 本流의 流路 延長은  $512\text{ km}$ 이며 이 중 約  $350\text{ km}$ 는 계곡을 蛇行하며 흐르고 있다. 代表的인 支流는 南江, 密陽江, 黃江, 琴湖江, 甘川, 渭川, 續川 半邊川, 乃城川 等이 있으나 各 支流는 크기라든지 流路網에 있어서 本流만큼 重要한 特性을 內包하고 있지 않다. 洛東江 流域은 火成岩으로부터 形成된 殘餘土, 主로 花崗岩層帶(40%)와 酸性인 推積岩으로부터 形成된 殘餘土(45%) 地帶 및 深度  $4\sim 10\text{ m}$ 의 未綴結沖積層帶(15%)로 構成되어 있고 河川의 流床은 一般的으로 砂層線과 地層境界線에 依해 支配된다. 採水 地點은

Fig. 1에 나타낸 바와 같이 本流의 10個 地點과 支流의 11個 地點을 擇해서 每 月 中旬과 下旬 2回式 試料水를 採水 하였다.

2. 採水 및 分析 方法

試料水는 上記 各 採水 地點에서 淸明한 날을 擇하여 5l Polyethylene製 甕을 試料水로 잘 洗滌한 後 흐르는 맑은 河川水의 表面으로부터 約  $15\text{ cm}$  下의 水中에서 甕口를 열어 採水하여 理化學的 方法으로 水質을 調査하였다.

電氣傳導度는 現場에서 測定하였고 다른 成分은 實驗室에 運搬하여 分 析하였다. 全硬度 및  $Ca^{++}, Mg^{++}$ 는 E. O. T. A 滴定法으로,  $SO_4^{--}$  等은 重量法으로 定量하였고  $Cl^-$ 은 Mohr 法에 依한 沈澱滴定法으로, Carbonate 硬度는 鹽酸標準溶液으로 滴定하였다. 그리고  $K^+, Na^+$ 은 東京光電製의 Flame Spectrophotometer 를 使用하여 炭光分析하였다. 化學的 酸素消費量(C. O. D)은 一定量의 試料水에  $H_2SO_4$ 와  $Ag_2SO_4$ 를 觸媒로 加하고 一定 過量의  $K_2Cr_2O_7$  標準溶液을 加하여 還流冷却시켜 有機物을 酸化시킨 後 남아 있는  $K_2Cr_2O_7$ 을 Ferriin 을 指示藥으로 하여  $FeSO_4$  標準溶液으로 滴定 하였다.

實驗 結果 및 考察

1. 流量과 主成分 ion 總量과의 比較

主成分 ion 總量(陽 ion  $Ca^{++}, Mg^{++}, K^+, Na^+$  陰

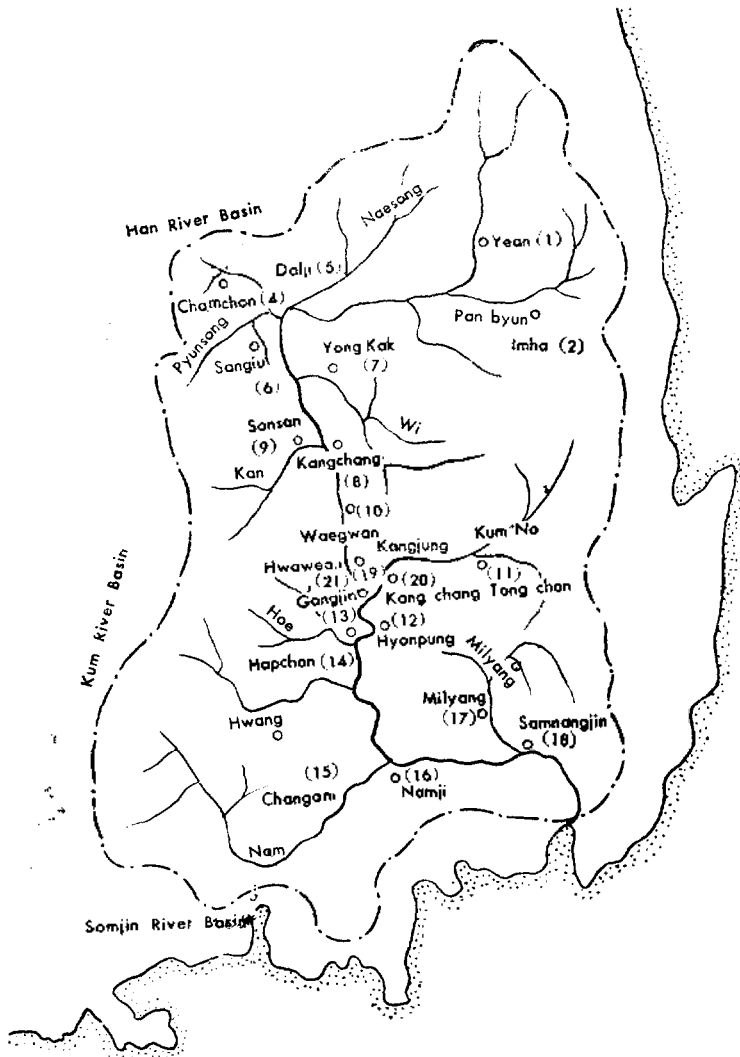


Fig. 1. Places for Collection of Water Sample.

ion  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ 에 따른 河川水의 判定은 200 mg/l 以下인 물을 一級水, 200~500 mg/l 인 물을 二級水라 하고 500~1000 mg/l 인 물을 三級水, 1000 mg/l 以上인 물은 四級水에 屬한다. 3月부터 12月까지 各採水 地點들의 主成分 ion 들의 各平均値는 Table 1과 같다.

大邱地方의 都市에 水에 汚染된 東村과 江泊을 除外하고는 洛東江 流域 全體에서의 水質은 一級水에 屬한다. 特히 支流인 黃江, 南江, 密陽江, 乃城川, 會川, 渭川, 邊城川 等의 水質은 主成分 ion 總量이 100 mg/l 以下로 低게 녹아 있어 用水로 直接 使用할 時나 淨水時 매우 優秀한 물이다.

河川水에 녹아 있는 主成分 ion 總量은 流量의 影響을 받으므로 洛東江 本流는 上流(禮安), 中流(倭館), 下流(南旨)와 支流는 琴湖江을 選擇하여 各採水 地點에 設置된 自動水位 觀測所에서 測定한 流量과 主成分 ion 總量과의 關係를 Fig. 2, 3에 表示하였다.

主成分 ion 總量과 流量을 比較한 結果 7, 8月에는 流量이 增加하므로 主成分 ion 總量은 反對로 줄어들며 그의 月別에는 顯著한 變化가 없는 것을 알 수 있다.

2. 電氣傳導度 및 全硬度의 變化

試料水의 電氣傳導度를 測定함으로써 녹아 있는 各 ion의 濃度는 求할 수 없으나 全體 ion量의 多少는 쉽게 判斷할 수 있으므로 定性的으로 試料水에 녹아 있는 ion의 量을 알 수 있다. 그리고 洛東江 本流와 支流의 電氣傳導度測定值中에서 上流(禮安), 中流(倭館), 下流(南旨)와 琴湖江(東村)과 南江(鼎岩)에 對한 電氣傳導度의 變化를 Fig. 4에 나타내었다.

Fig. 4에서 琴湖江 물의 電氣傳導度가 높고 다음은 洛東江 上流이다. 이 두 地域의 電氣傳導度가 높은 것은 다른 地方에 比하여 比較的 많은 ion들이 녹아 있다는 것을 나타낸다. 또 中流는 上流보다 傳導度가 낮은 것은 水質이 比較的 좋은 甘川과 渭川물이 混合되었기 때문이며 下流의 물이 中流보다 낮은 값을 나타내는 것은 黃江과 南江의 水質이 매우 좋기 때문이다.

또 河川水의 全硬度만을 測定하여도 쉽게 水質을 區別할 수 있다. Fig. 5에는 全硬度 測定值中 上流(禮安), 中流(倭館), 下流(南旨)와 琴湖江(東村), 南江(鼎岩) 것 만을 나타내었다. 月別에 따른 全硬度의 變化를 보아 水質은 南江물이 가장 좋고 그 다음은 下流(南旨),

TABLE 1. The Average for Each Ion of the Main Component in the Nakdong River Basin from Mar. to Dec. 1968. Unit: P. P. M

station	ion							The amount of the total ion of the main component
	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	
Yean	27.82	3.20	2.62	8.61	71.48	31.39	17.44	155.72
Imha	25.47	5.66	2.33	9.28	90.84	20.32	16.25	173.38
Wolpo	10.80	2.29	2.38	8.88	36.77	19.14	13.96	94.32
Chomchon	24.15	3.95	2.22	7.16	86.93	37.21	12.83	172.91
Dalji	20.58	2.44	2.39	8.44	48.16	20.49	13.89	116.46
Yongkok	21.87	4.72	2.35	9.31	75.08	26.44	15.39	156.46
Sangju	12.75	3.40	2.44	8.52	39.90	10.49	12.91	89.24
Kangchang	21.32	3.06	2.15	7.59	63.99	32.23	15.23	140.71
Sonsan	17.49	3.24	2.59	12.05	48.19	25.12	19.55	128.09
Waegwan	19.26	3.66	3.11	10.01	57.10	25.49	16.26	135.02
Tongchon	26.69	3.85	3.39	21.96	71.83	34.02	39.33	203.22
Hyonpung	19.87	4.37	2.36	10.41	67.16	23.55	17.33	145.08
Gacjin	9.29	2.88	2.24	6.70	34.38	31.69	10.77	97.97
Hapchon	6.00	2.89	2.28	7.93	40.74	20.20	11.66	93.50
Chongam	8.72	2.24	2.25	7.61	29.54	17.91	12.09	80.38
Namji	16.62	2.52	2.36	9.11	53.19	16.17	14.31	115.92
Milyang	8.20	2.48	2.36	8.33	25.96	15.83	12.97	76.83
Samnangjin	17.67	2.58	2.35	10.10	52.96	22.40	15.91	118.82
Kangjung	22.38	3.80	3.06	9.06	65.14	28.65	13.96	146.07
Kangchang	43.27	9.46	8.16	45.33	155.19	53.12	75.26	400.65
Hwaweon	24.97	2.56	2.58	16.00	73.96	32.24	17.91	165.67

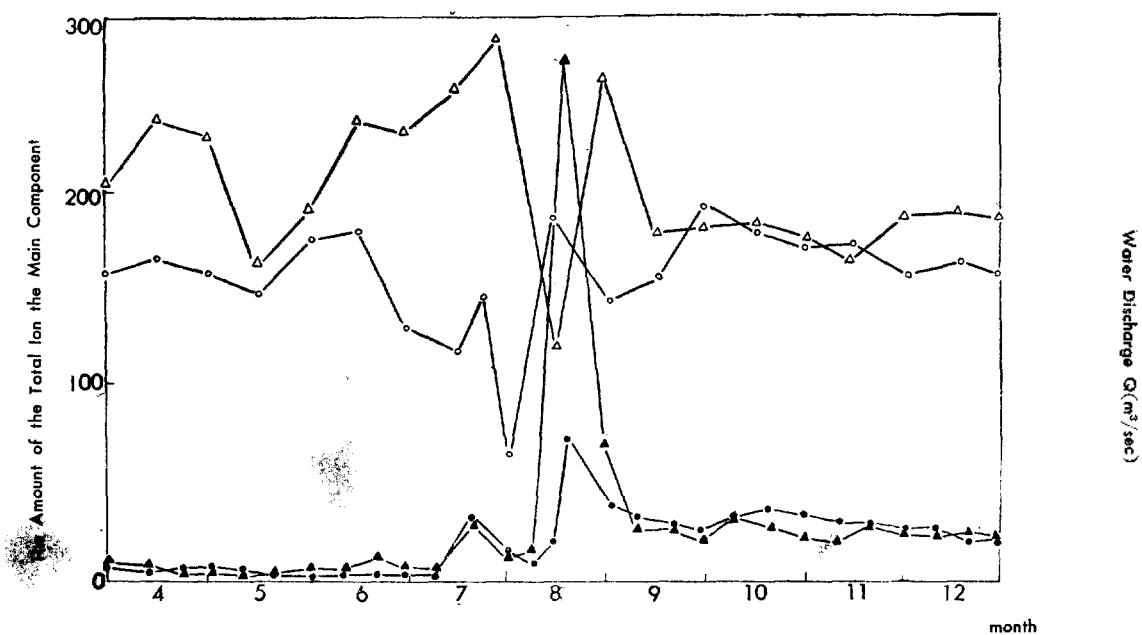


Fig. 2. The Relationship between the Water Discharge and the Amount of the Total Ion of the Main Component. Tongchon; ○ : The amount of the total ion of the main component; △ : The amount of the total ion of the main component; ● : water discharge

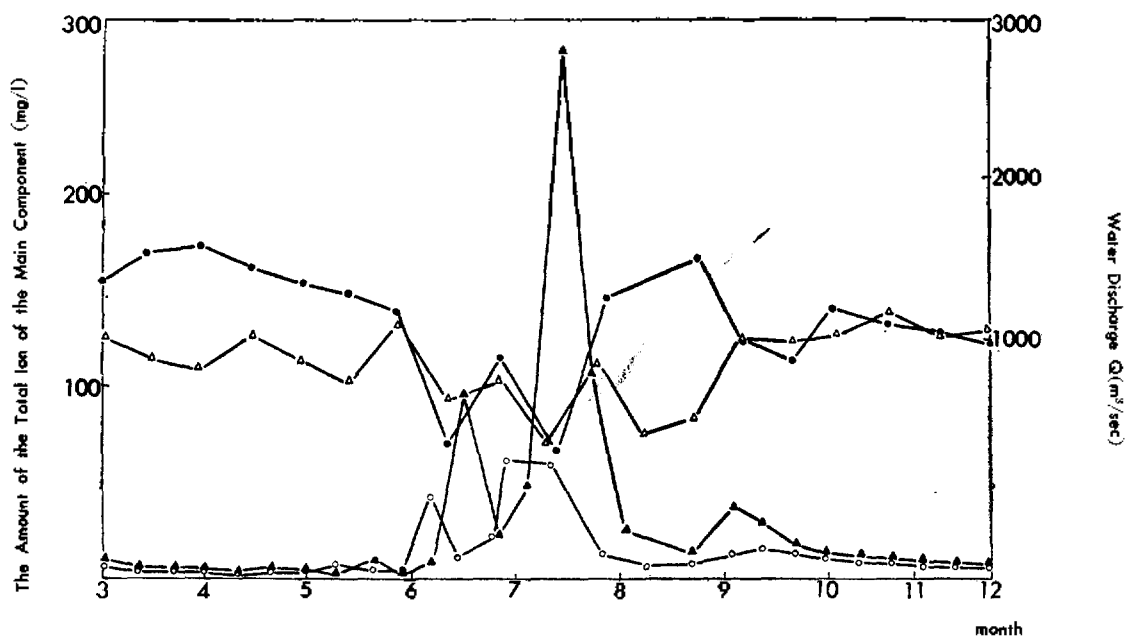


Fig. 3. The Relationship between the Water Discharge and the Amount of the Total Ion of the Main Component. Weegwan; ● : The amount of the total ion of the main component; △ : The amount of the total ion of the main component; ○ : Water discharge; ▲ : Water discharge

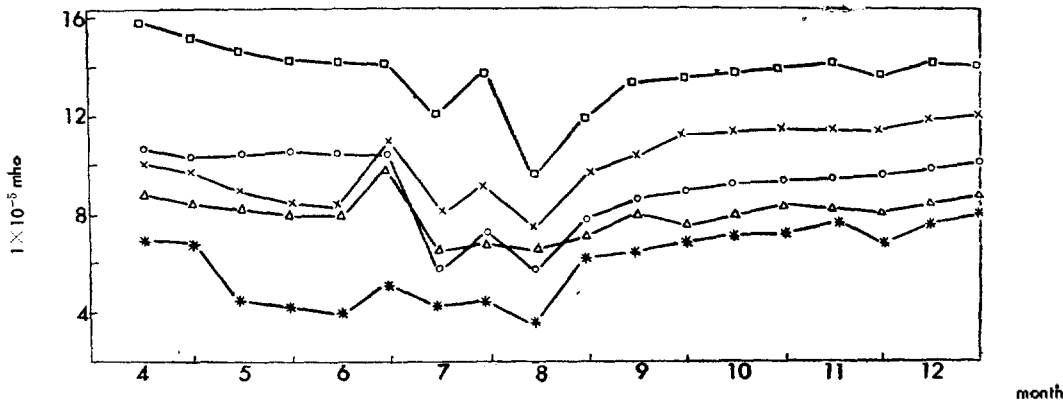


Fig. 4. The Variation of Conductivity in the Nakdong River Basin

× : Upper part of river (Yeon)    ○ : Middle part of river (Waegwan)    △ : Lower part of river (Namji)  
 □ : Kumho river (Tongchon)    ★ : Nam river (Joungam)

中流(倭館), 上流(禮安), 琴湖江(東村)順으로 나쁜 것  
 을 알 수 있다. 以上の 電氣傳導度와 全硬度的 變化로  
 보아 琴湖江을 除外한 支流의 물이 鑛物質이 적게 녹  
 아 있어서 工業用水나 飲料水로서 本流의 물보다 優  
 秀하고 特히 南江의 물은 녹아 있는 鑛物質이 第一 적  
 다. 또 本流는 上流에서 下流로 내려 갈수록 水質이  
 좋다.

3. 河川水의 化學的 組成<sup>⑥</sup>

流域 全般에서 試料水의 化學的 組成을 調査하고 流  
 域 全般의 各 採水 地點에서 調査한 分析值를 選定하여  
 主成分 ion 總量에 對한 各 成分 ion 들의 分布를 Fig. 6  
 에 나타내었다.

이 結果를 보면 全體 ion 量의 增加는 主로  $\text{HCO}_3^-$ ,  
 $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$  에 基因하며 다른 成分들은 顯著한

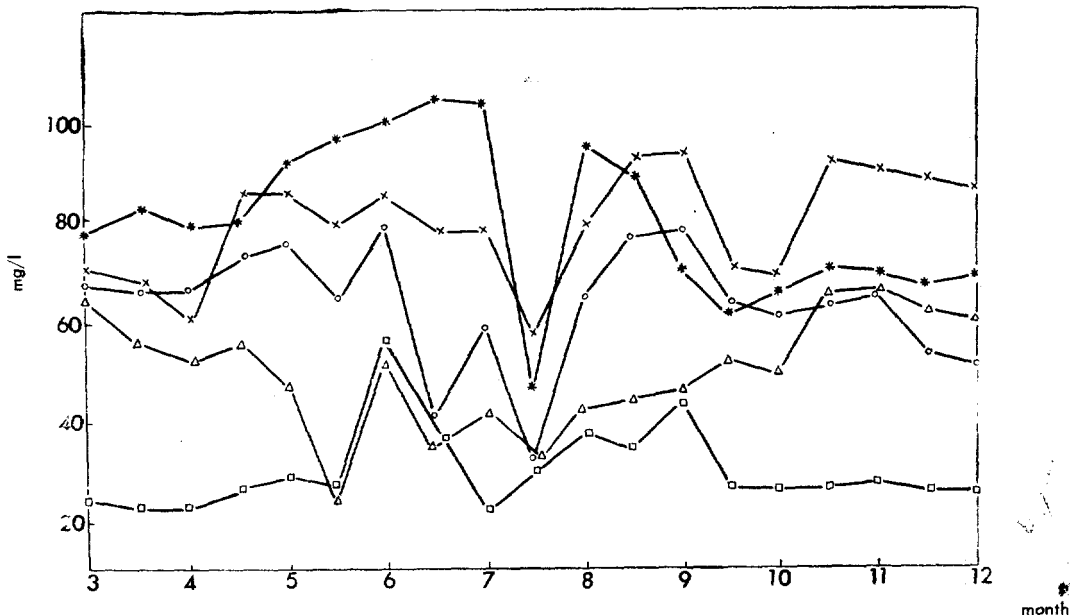
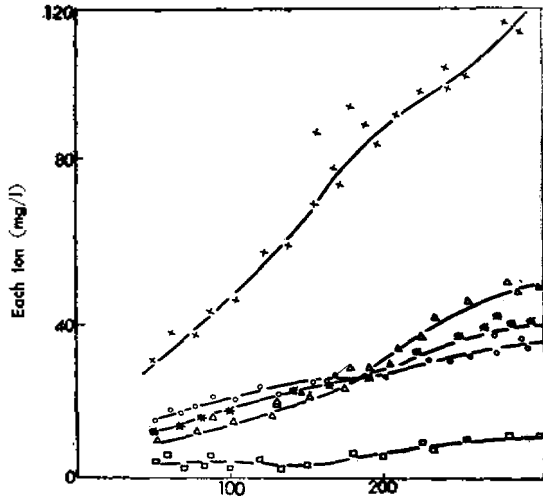


Fig. 5. The Variation of the Total Hardness in the Nakdong River Basin

★ : Kumho river (Tongchon)    × : Upper part of river (Yeon)    ○ : Middle part of river (Waegwan)  
 △ : Lower part of river (Namji)    □ : Nam river (Joungam)

變動이 있는 것을 알 수 있다.



The Amount of the Total Ion of the Main Component (mg/l)  
 Fig. 6. The Distribution of Each Ions to the Amount of the Total Ion of the Main Component

× :  $\text{HCO}_3^-$  Δ :  $\text{Cl}^-$  ○ :  $\text{SO}_4^{2-}$  ★ :  $\text{Ca}^{2+}$  □ :  $\text{Mg}^{2+}$

4.  $\text{Na}^+$  과  $\text{Cl}^-$  및  $\text{K}^+$  과  $\text{Cl}^-$  의 相互關係<sup>②③</sup>

Fig. 7과 8에 洛東江 流域 全域에서  $\text{Na}^+$  과  $\text{Cl}^-$  및  $\text{K}^+$  을 分析하여 이들의 相互關係를 나타내었다. Fig. 7은  $\text{Na}^+$  과  $\text{Cl}^-$  의 相互關係를 21個 地點에서 3月부터 12月까지의 分析值를 選定하여 얻은 結果이다. 卽  $[\text{Na}^+] = 0.06[\text{Cl}^-]$ .

또 Fig. 8은  $\text{K}^+$  과  $\text{Cl}^-$  의 相互關係를 위와 같은 方法으로 求한 것이다. 卽  $[\text{K}^+] = 0.04[\text{Cl}^-] + 1.7 \text{ mg/l}$ .

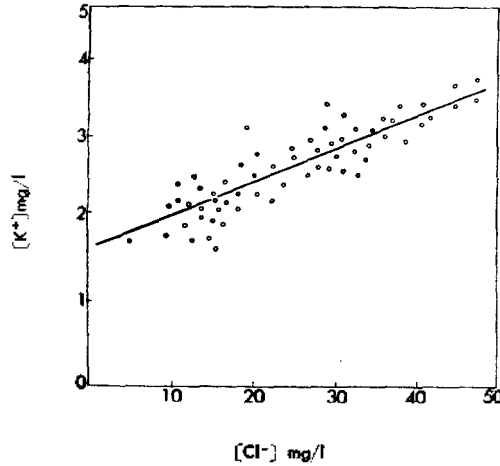


Fig. 8. The Relationship between the Concentration of Chloride and Potassium.

5. 大邱地方 河川水의 化學的 酸素消費量 (C. O. D)

大邱地方의 廢水로 因한 洛東江水의 汚染度를 究明하기 爲하여 大邱地方의 廢水가 混合된 琴湖江의 東村과 江滄, 그리고 洛東江 本流에 琴湖江水이 混合되기 前 地點인 本流의 江亭과 琴湖江水이 混合된 本流의 花園等을 選定하여 化學的 酸素消費量(C. O. D)을 求하여 Fig. 9에 나타내었다. 이 結果를 보면 大邱地方의 廢水가 琴湖江水에 甚한 汚染의 原因이 되는 것을 알 수 있고 또 봄철이나 特히 渴水期에는 本流에 都市廢水로 汚染된 琴湖江水이 많은 影響을 미치고 있다. 特히 江滄(城西)에서는 基準値보다 7倍 程度 超過하고 있다.

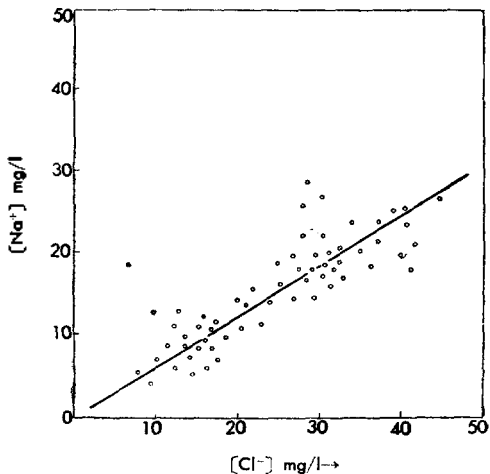


Fig. 7. The Relationship between the Concentration of Chloride and Sodium.

結 論

1968年 3月부터 12月末까지 洛東江 本流 10個 地點과 支流 11個 地點을 選擇하여 河川水를 分析한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

① 洛東江 流域 全般에서의 水質은 一級水에 屬한다. 特히 支流인 黃江, 南江, 密陽江, 乃城川, 會川, 渭川 半邊川等의 水質은 主成分 ion 總量이 100 mg/l 以下로 良好하다.

② 主成分 ion 總量과 流量을 比較한 結果 7, 8月에는 流量이 增加하므로 河川水가 稀釋되어 主成分 ion 總量(mg/l)은 反對로 줄어들며 그의 月別에는 顯著한 變化가 없다.

③ 傳導度와 全硬度를 測定한 結果 下流(南旨), 中流(倭館), 上流(禮安)의 順으로 水質이 좋고 琴湖江의

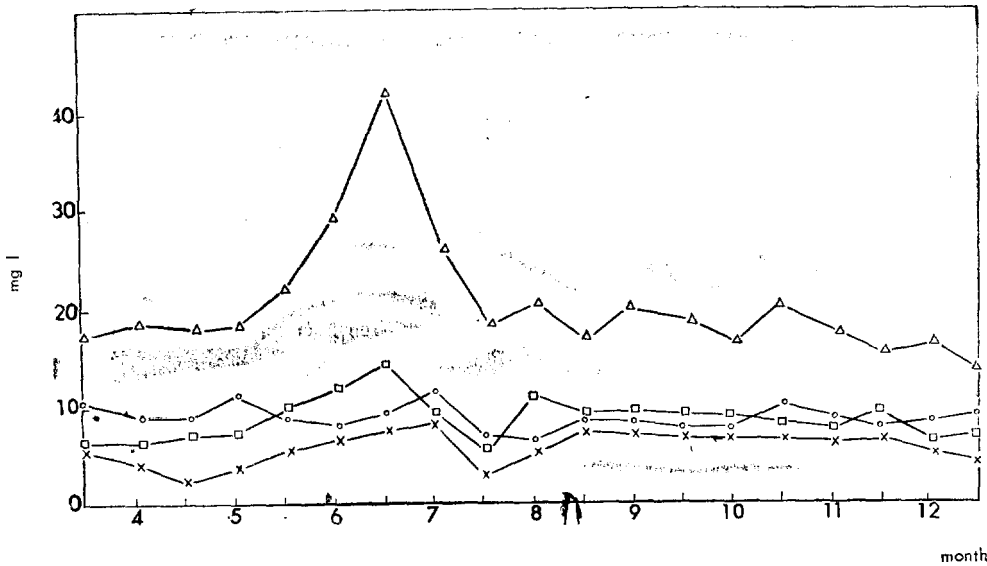


Fig. 9. The Variation of C. O. D in the Rivers at Taegu Area

× : Kangjung    △ : Kangchang (Sungshu)    ○ : Hwaweon    □ : Tongchon

傳導度는 洛東江 中流보다 높은 값을 나타내고 南江 (鼎岩)은 洛東江 下流에 比하여 낮은 값을 나타낸다.

④ 流域 全般에서 主成分 ion 總量의 變化는 主로  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ 에 基因한다.

⑤ 流域 全般에서  $[\text{Na}^+]$ 과  $[\text{Cl}^-]$  및  $[\text{K}^+]$ 과  $[\text{Cl}^-]$ 와의 相互關係는 다음과 같다.

$$[\text{Na}^+] = 0.06[\text{Cl}^-]$$

$$[\text{K}^+] = 0.04[\text{Cl}^-] + 1.7 \text{ mg/l}$$

⑥ 大邱地方 河川水의 C. O. D를 測定한 結果 都市 廢水가 많이 混入된 琴湖江물이 本流에 많이 汚染되었 다. 그리고 6月末의 경우 琴湖江(江滄)에서는 基準量 보다 7倍程度나 超過하고 있다.

끝으로 本研究는 1968年度 文敎部研究助成費와 UN 機構洛東江流域開發調查團의 協助로 이루어진 것이며 아울러 感謝를 올리는 바이다.

引用 文獻

1) *Water Resources Planning in the Naktong River Basin* (UNDP Naktong River Basin Survey

Team, Taegu, Korea, April 1968) Volume II, p. 52

2) 元鍾勳, *J. Kor. Chem. Soc.* Vol. 8, 192(1964)  
 3) *Water Resources Planning in the Naktong River Basin* (UNDP Naktong River Basin Survey Team, Taegu, Korea, July 1968) Volume III, P. 39  
 4) 上野景平, *Chelate 滴定法*(東京南江堂, 日本 1964) p. 229  
 5) W. Schuhknecht, H. Schinkel, *Z. Analyt. Ch.* 194, 177 (1963)  
 6) Gaudy, Ramanthon, *Journal WPCF.* 1479, 36, (1964)  
 7) O. A. Alekin, *Grundlagen der Wasserchemie*, (Der Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, Deutschland, 1962) p. 137, p. 149  
 8) R. K. Freier, *Wasseranalyse* (Walter De Gruyter & Co. Berlin, Deutschland, 1964) p. 67  
 9) K. Haberer, *Vom Wasser*, 27 Band. 59 (1960)  
 10) K. Haberer, *Vom Wasser*, 28 Band. 33 (1961)