

# 洛東江 勿禁取水場 上水道 源水의 無機保存成分量의 年間變動에 對하여

(1979年 1月~1980年 4月)

李 培 靜\* · 元 鍾 勳\*

## SEASONAL VARIATIONS OF THE CONTENTS OF INORGANIC CONSERVATIVE CONSTITUENTS OF NAGDONG RIVER WATER AT MULGEUM INTAKE STATION OF BUSAN CITY WATER FROM JANUARY 1979 TO APRIL 1980

Bae Jung LEE\* and Jong Hun WON\*

The contents of inorganic conservative constituents in Nagdong River water were determined at Mulgeum where the intake station for Busan city water is located.

Samples were taken at intervals of one hour from 7 a. m. to 7 p. m. at spring and neap tides of every month from January 1979 to April 1980.

Annual ranges and means of the chemical constituents were as follows: electrical conductivity 99-912  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ; chlorides 6.0-256 ppm, 17.2 ppm; sulfates 4.1-37.9 ppm, 23.5 ppm; calcium 4.2-28 ppm, 18 ppm; magnesium 2.2-23 ppm, 5.6 ppm; sodium 5.0-126 ppm, 14 ppm; and potassium 1.2-10.8 ppm, 2.6 ppm respectively.

At several times in this period, the concentrations of chloride ion exceeded 150 ppm that is the criteria for drinking water.

The chloride ion concentration was higher at spring tides than that at neap tides and the contents of inorganic conservative constituents were higher in winter than those in summer.

The chloride ion concentration showed the highest value at Mulgeum about 4 hours after the high water in Busan harbour.

### 緒 論

洛東江물은 釜山市 一日 上水道給水量의 約 90%인 460,000ton을 차지하고 있으며 呂原·馬山工團, 釜山

蔚山工團의 工業用水와 其他 農業用水로 많은 量이 利用되고 있을 뿐 아니라 앞으로 그 使用量은 더욱 增加될 추세로 있어 洛東江은 釜山圈의 用水面에서 대단히 重要한 位置를 차지하고 있다. 그런데

\* 釜山水產大學 環境工學科, Dept. of Environmental Science and Technology, National Fisheries University of Busan, Namgu, Busan, 601-01 Korea

近來에 와서 上流地域에서의 都市發達과 工業의 急速한 發展으로 洛東江水質은 날로 汚濁되어 現在에는 매우 深刻한 狀態에 까지 와 있으며 또한 下流地域에서의 海水의 逆上으로 塩害가 問題로 되어 있어 河口에서 26km 上流에 있는 勿禁 上水道取水場에까지 影響을 미쳐 渴水期나 潮差가 큰 2月에는 揚水를 中斷하는 일까지 있었다<sup>1)</sup>. 그러나 安東댐이 完工된 後인 1977年에서 1978年의 調査<sup>2)</sup>에서는 勿禁 取水場 源水의 塩化이온濃度가 50ppm을 넘는 날이 한번도 없었다는 事實을 알게되어 이 事實을 계속하여 더욱 分明히 하기위해 이 研究를 하였다.

河川水의 水質은 氣象과 관계가 있으므로 最小限一年間의 總計가 아니고는 그 水質을 判斷할 수 없다. 더구나 海水의 流入에 依한 影響은 河川水量과 潮汐에 關係되므로 더욱 그러하다. 그래서 1979年 1月부터 1980年 4月까지 勿禁取水場 源水에 對한 海水의 影響을 보기위해 電氣傳導度, 塩化이온, 黃酸이온, 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 칼륨의 濃度變動을 주로 每月 大潮日과 小潮日의 潮汐一週期에 걸쳐 每時間마다 測定하여 潮水에 따라 海水가 洛東江 上水道源水에 時間적으로 季節적으로 어떤 影響을 주는가를 調査해 보았다.

## 採水 및 實驗方法

### 1. 採 水

1979年 1月에서 1980年 4月까지 潮差가 큰 冬季인 1979年 1, 2, 3月과 1980年 1, 2, 3月에는 1日 間隙으로 나머지달에는 每月 大潮日에 3日間, 小潮日에 2日間 7時부터 19時까지 1時間 間隙으로 採水하였다.

採水地點은 Fig. 1과 같이 勿禁取水場에서 揚水되어 回東水源池로 送水되는 送水管의 終點인 노포리의 送水管 放出口이며 送水管의 길이 12km, 管内流速 48m/min이므로 試驗用으로 採水된 試水는 約 4時間 10分 前에 勿禁取水場에서 揚水된 것이다.

그리고 1979年 5月 및 9月에는 降雨量이 많아 回東水源池가 滿水가 되어 勿禁取水場에서 揚水하지 않았던 까닭에 採水하지 못했으며, 역시 1979年 7月과 8月의 大潮日 및 1980年 4月의 小潮日에도 勿禁取水場에서 揚水하지 않았기 때문에 採水하지 못했다.

### 2. 實驗方法

#### 1) 電氣傳導度

TOA Electric Co. Model CM-IDB 電導度計를

使用하여 測定.

#### 2) 塩化이온

티오시안酸 第二水銀 比色法<sup>3)</sup>

#### 3) 黃酸이온

토륨-모린錯體를 利用한 比色法<sup>3)</sup>

#### 4) 칼슘 및 마그네슘

原子吸光法<sup>3)</sup>

#### 5) 나트륨 및 칼륨

불꽃光度法<sup>3)</sup>

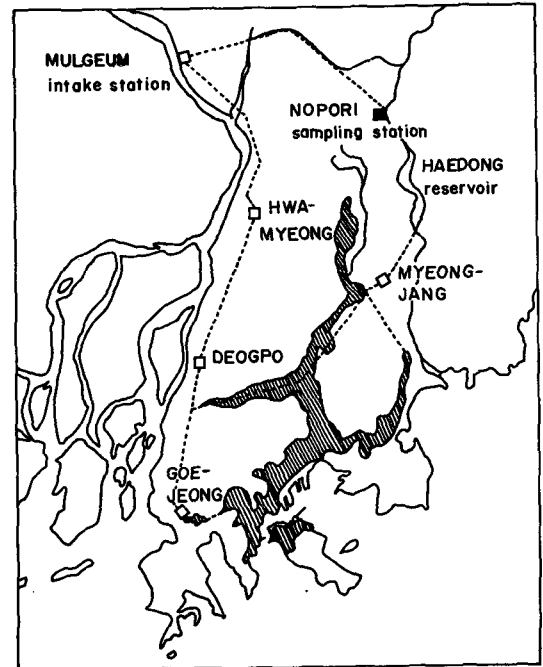


Fig. 1. Location of the sampling station.

## 結果 및 考察

### 1. 各成分量의 年間平均值 및 變動範圍

1979年 1月부터 1980年 4月까지 每月 測定值의 變動範圍 및 平均值는 Table 1과 같다.

電氣傳導度: 溶存鹽類總量의 指標가 되는 電氣傳導度는 1979年 1月에서 1979年 12月까지의 年間變動範圍 및 平均值는 99~317 $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 191 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 1977年 5月에서 1978年 4月까지의 調査값인 116~285 $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 202 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 와 비슷하다 1980年 1月에서 1980年 4月까지의 變動範圍는 101~912 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로 前年에 비해 상당히 넓은 變動範圍를 보여준다. 그러나 이 期間中 350 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 를 초과하는 試水는 總 737個 試水中 15個 뿐이었으므로 平均值는 213 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로서 前年

**Table 1. Annual ranges and means of the contents of the chemical conservative constituents in Nagdong River water at Mulgeum**

	Jan. 1979- Apr. 1980	May 1977- Apr. 1978	Mar. 1974- Mar. 1975
Electrical conductivity ( $\mu\Omega/cm$ )	99-912 200	116-285 202	—
Cl <sup>-</sup> (ppm)	6.0-256 17.2	7.1-33.6 18.8	5.12-876 41.1
SO <sub>4</sub> (ppm)	4.1-37.9 23.5	11.7-41.1 21.6	—
Ca (ppm)	4.2-28 18	10-22 17	—
Mg (ppm)	2.2-23 5.6	3.0-6.7 5.2	—
Na (ppm)	5.0-126 14	8.0-21 13	—
K (ppm)	1.2-10.8 2.6	1.5-2.9 2.3	—

에 비해 그다지 높은 값은 아니었다.

塩化이온 : 塩化이온濃度는 1974年 3月에서 1975年 3月까지의 調査에서는 年間變動範圍 및 平均値가 5.12~876ppm, 41.1ppm으로 海水의 流入을 뚜렷이 볼 수 있었으나 安東댐이 完工된 後인 1977年 5月에서 1978年 4月까지의 調査값은 7.1~33.6ppm, 18.8ppm, 1979年 1月에서 1979年 12月까지의 값은 6.0~29.6ppm, 14.9ppm으로 塩化이온濃度 50ppm을 넘는 일이 없었다. 그러나 1980年 1月에서 1980年 4月까지의 調査에서는 平均値는 20.3ppm으로 前年度에 비해 그다지 크지 않았으나 變動範圍는 9.2~256ppm으로 상당히 넓다. 이 경우 50ppm을 초과하는 試水는 1980年 1月 16日 12, 13, 14時와 2月 13日 11, 12, 13, 14, 15, 16時, 2月 28日 13時 및 3月 1日 14, 15, 16時的 13個였으며 上水道 水質基準值인 150ppm을 넘는 것은 2月 13日 12, 13, 14時와 2月 28日 13時 4個 뿐이었다. 前년에 비해 이같이

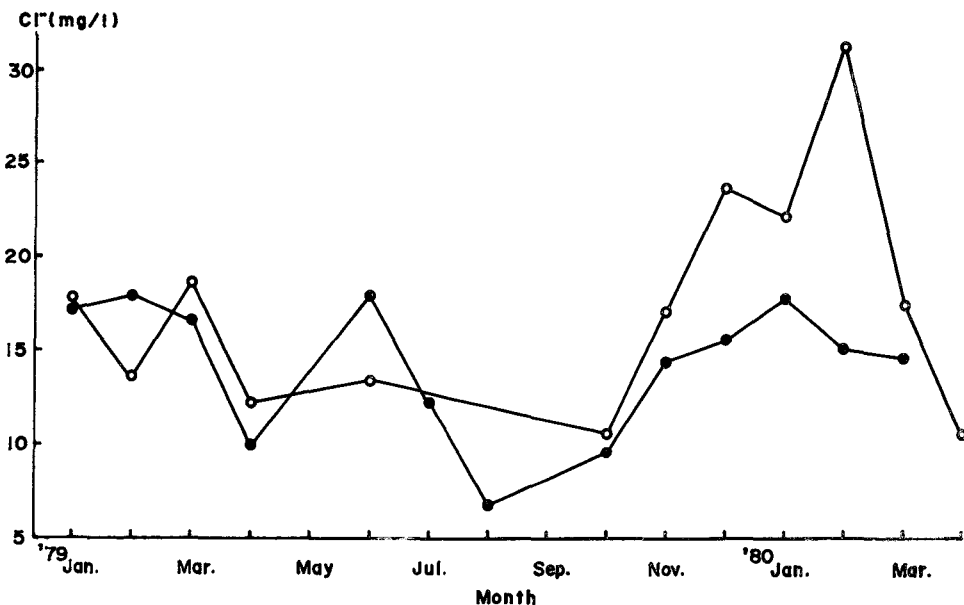


Fig. 2. Comparison of the seasonal variations of chloride ion concentrations at spring tides and neap tides.

150ppm을 넘는 것이 나타난 것은 安東댐의 放流量의 減少가 原因이 아닌가 생각된다.

여기서 每月 大潮日 3日間 및 小潮日 2日間을 擇하여 各各 平均한 값으로 大潮때와 小潮때의 塩化이온濃度를 比較해 보면 Fig. 2에서와 같이 全般的으로 大潮때가 小潮때보다 높다. 特別 1年中 潮差가 가장 큰 달인 2月을 보면 1980年 2月에는 다른 달에 비해 大潮때가 小潮때보다 훨씬 높으나, 1979年 2月

에는 오히려 小潮때가 大潮때보다 높아서 潮汐과 同時에 放水量과도 큰 관련이 있다는 것을 짐작할 수 있다.

黃酸이온 : 1979年 1月에서 1980年 4月까지 黃酸이온濃度의 變動範圍 및 平均値는 4.1~37.9ppm, 23.5ppm으로 1977年 5月에서 1978年 4月까지의 調査값인 11.7~41.1ppm, 21.6ppm과 비슷한 값이었으며 最高濃度가 37.9ppm으로 上水道 水質基準值인

200ppm에 비해 아주 낮은 값이었다.

칼슘 및 마그네슘 : 칼슘은 1979년 1월에서 1980년 4월까지의變動範圍 및 平均値가 4.2~28ppm, 18ppm

으로 1977년 5월에서 1978년 4월까지의 값인 10~22ppm, 17ppm과 비슷한 값을 나타내었으나, 마그네슘은 鹽化이온濃度와 마찬가지로 1979년 1월에서

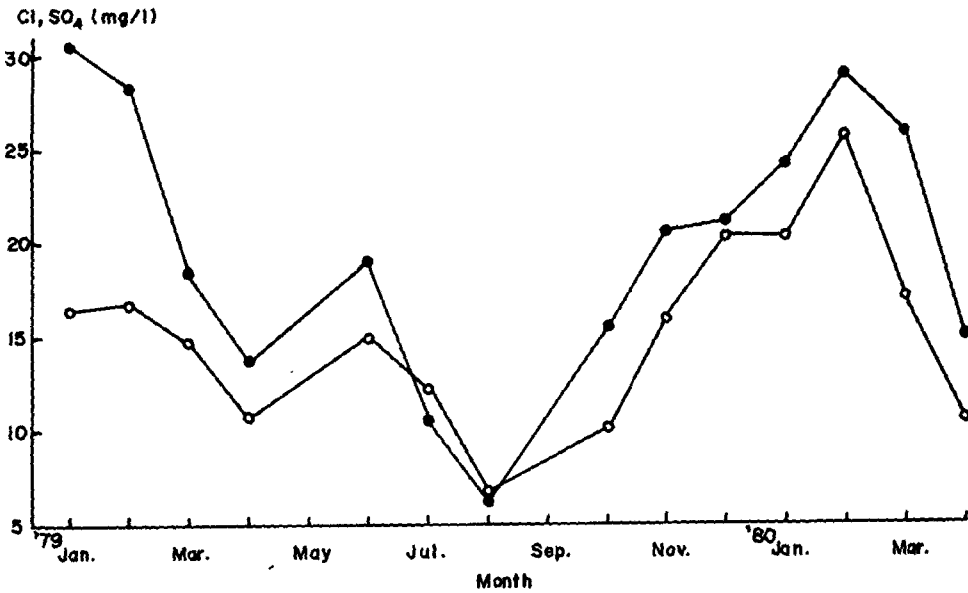


Fig. 3-1. Monthly variations of the mean values of chloride ion and sulfate concentrations.

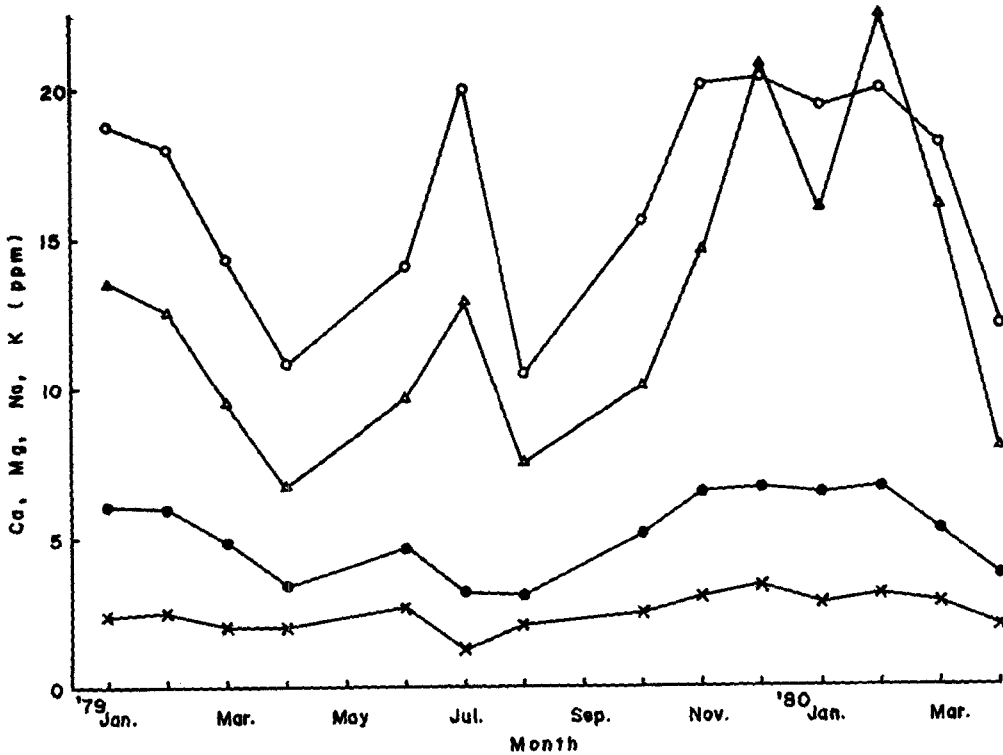


Fig. 3-2. Monthly variations of the mean values of calcium, magnesium, sodium and potassium concentrations.

洛東江 勿禁取水場 上水道 源水の 無機保存成分量の 年間變動

1979年 12月까지의 變動範圍 및 平均値가 2.8~8.0 ppm, 5.0ppm으로 1977年 5月에서 1978年 4月까지의 3.0~6.7ppm, 5.2ppm과 비슷한 變動範圍를 보였으나 1980年 1月에서 4月까지의 값은 2.2~23.0ppm, 6.0ppm으로 變動範圍가 상당히 넓다.

硬度는 가장 높은 값이 1980年 2月 13日 13時의 152ppm으로 水道法의 許容量 300ppm의 半程度였으며 나머지는 대개 50ppm 미만이었다.

나트륨 및 칼륨: 나트륨 및 칼륨 역시 塩化이온과 마찬가지로 1979年 1月에서 1979年 12月까지의 變動範圍 및 平均値는 나트륨이 5.0~28.0ppm, 11.8 ppm, 칼륨이 1.2~4.7ppm, 2.4ppm으로 1977年 5月에서 1978年 4月까지의 8.0~21.0ppm, 13.0ppm 및 1.5~2.9ppm, 2.3ppm과 비슷했으나 1980年 1月에서 1980年 4月까지의 값은 나트륨이 7.3~126ppm, 17.4ppm, 칼륨이 1.5~10.8ppm, 2.9ppm으로 變動範圍는 상당히 넓었으나 平均値는 例年에 비해 그다지 높은값이 아니었다.

2. 各成分量의 月別變動

每月 大潮때 3日과 小潮때 2日(1979年 1, 2, 3月 및 1980年 1, 2, 3月은 隔日)의 7:00~19:00사이 1時間

間隙 測定值의 平均値를 그달의 代表値라고 볼때 各成分量의 月別變動은 Fig. 3-1과 Fig. 3-2와 같다.

塩化이온: 塩化이온濃度의 月別變動은 大體로 冬季에 높고 夏季에 낮은값을 보였으나 調査期間中 가장 높았던 1980年 2月의 25.8ppm과 가장 낮았던 1979年 8月의 6.7ppm의 差가 19.1ppm으로 月別變動은 그다지 크지 않았다. 즉 降雨量이 적고 潮差가 컸던 1979年 1, 2, 3月과 11, 12月 및 1980年 1, 2, 3月의 값이 높았고 降雨量이 많았던 1979年 4, 7, 8月 및 1980年 4月의 값이 낮았으나, 年中 降雨量이 가장 많았던 6月의 값이 상당히 높고 降雨量이 적었던 10월에 낮은값을 나타내었다.

黃酸이온: 塩化이온과 마찬가지로 大體로 冬季에 높고 夏季에 낮은 값이나 그 幅은 25ppm 以內로서 月別 큰變動은 없다. 即 1979年 1, 2月 및 11, 12月과 1980年 1, 2, 3月의 값이 높고 1979年 7, 8月의 값이 낮으나 塩化이온때와 마찬가지로 降雨量이 많았던 6월에 계법 높은값을 보였다.

칼슘: 칼슘 역시 冬季인 1979年 1, 2月과 11, 12月 및 1980年 1, 2, 3月의 값이 높고 1979年 4, 8月 및 1980年 4月의 값이 낮으나 特異하게 다른 成分과는 달리 降雨量이 많았던 7월에 꽤 높은값을 보였다.

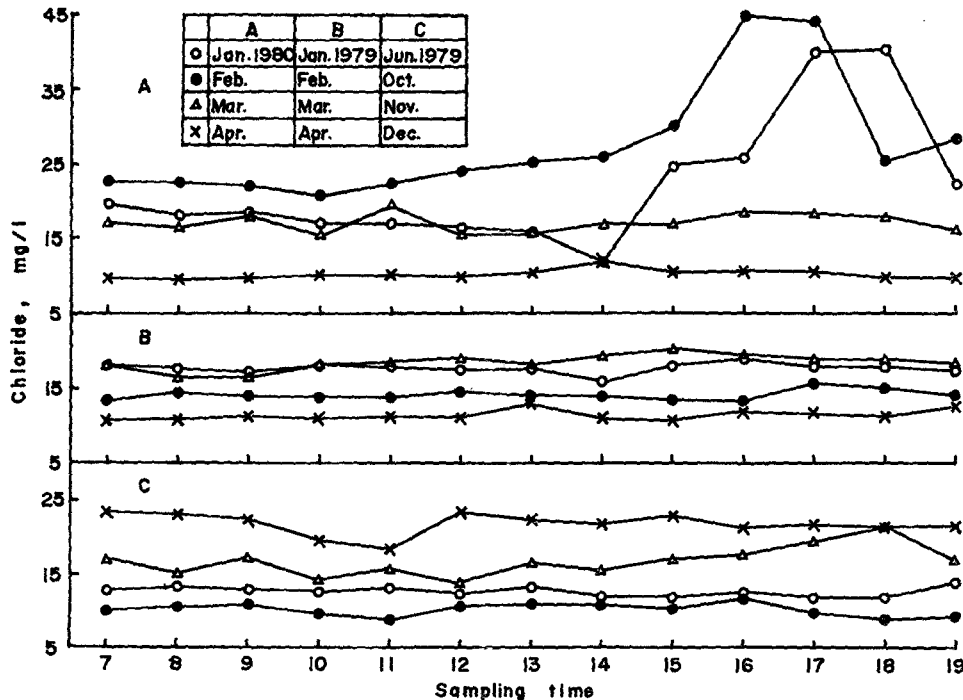


Fig. 4. Hourly variations of chloride ion concentrations from January 1979 to April 1980.

마그네슘 : 마그네슘도 鹽化이온과 마찬가지로 冬季인 1979年 1, 2月과 11, 12月 및 1980年 1, 2月的 값이 높고 夏季인 7, 8月的 값이 낮지만 그 差는 4 ppm 以内로서 큰 幅은 아니다.

나트륨 : 나트륨도 冬季인 1979年 1, 2, 11, 12月과 1980年 1, 2月이 높고 4, 8月이 낮으며 칼슘과 마찬가지로 降雨量이 많았던 7月的 값이 제일 높다.

칼륨 : 칼륨 역시 大體로 冬季에 높고 夏季에 낮으나 그 幅은 1.5ppm 以内로서 거의 一定하며 降雨量이 많았던 6月的 값이 약간 높다.

### 3. 鹽化이온濃度的 每月 時間變化

每月 大潮日 하루를 擇하여 鹽化이온 濃度的 時間 變化를 보면 Fig. 4에서와 같이 1980年 1, 2月에는 약간 뚜렷한 變動을 볼 수 있지만 그外 달에서는 時間에 따른 變動이 거의 없다.

釜山港의 最高滿潮時刻과 勿禁取水場에서 鹽分의 最高濃度가 나타나는 時間差를 보면 Table 2와 같이 約 4時間 늦은 時刻에 最高鹽化이온濃度가 나타난다.

Table 2. Time difference between the time of high water and the time of maximum chloride concentration determined

Sampling date	Time of high water	Time of max. chloride ion concentration	Time of water pumping at Mulgeum	Time difference (hr)
Jan. 29, 1979	9:17	16:00	12:00	3.0
Feb. 27	8:59	17:00	13:00	4.0
Mar. 29	9:16	15:00	11:00	2.0
Apr. 27	8:53	—	—	—
Jun. 12	9:37	19:00	15:00	5.5
Oct. 22	9:01	17:00	13:00	4.0
Nov. 22	9:50	18:00	14:00	4.0
Dec. 21	9:42	19:00	15:00	5.0
Jan. 20, 1980	10:09	18:00	14:00	4.0
Feb. 18	9:55	17:00	13:00	3.0
Mar. 18	9:35	17:00	13:00	3.5
Apr. 16	9:13	—	—	—

### 要 約

- 1) 1979年 1月에서 1980年 4月사이 每月 大潮때 3日間, 小潮때 2日間(1979年 1, 2, 3月 및 1980年 1, 2, 3月은 隔日) 洛東江 勿禁 釜山市 上水道 取水場源水의 電氣傳導度, 鹽化이온, 黃酸이온, 칼슘, 마그네슘, 나트륨, 칼륨의 量을 每時間마다 測定하였다.
- 2) 各成分量의 1979年 1月에서 1980年 4月까지의 變動範圍 및 平均値는 다음과 같다.

電氣傳導度 99~912 $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ , 鹽化이온 6.0~256ppm, 17.2ppm, 黃酸이온 4.1~37.9ppm, 23.5ppm, 칼슘 4.2~28ppm, 18ppm, 마그네슘 2.2~23ppm, 5.6ppm, 나트륨 5.0~126ppm, 14ppm, 칼륨 1.2~10.8ppm, 2.6ppm.

3) 調査期間中 鹽化이온濃度的 上水道 水質基準値인 150ppm을 넘는 경우는 1980年 2月 13日 12, 13, 14時와 2月 28日 13時的 4番이 있었다.

4) 每月 大潮日과 小潮日의 鹽化이온 濃度를 比較해 보면 大體로 大潮때가 小潮때 보다 높으나 그 差는 별로 크지 않다.

5) 季節別 各成分量의 變動은 大體로 冬季가 夏季보

다 높으나 그 差는 별로 크지 않고 거의 一定하다.  
6) 鹽化이온量의 每月 時間的變動은 뚜렷하지 않다. 大體로 最高滿潮時刻과 最高鹽化이온濃度 時間과의 差는 約 4時間의 時差가 있다.

本 研究는 文教部 學術研究助成費의 補助로 했습니다. 감사드리는 同時에 實驗을 도와준 研究室의 여러분들에게도 감사드립니다.

### 文 獻

- 1) 元鍾勳 · 梁漢燮(1978) : 洛東江 勿禁舊取水場 上水道源水의 鹽化이온 칼슘 마그네슘濃度的 年間變動에 對하여(1974年—1975年). 韓水誌 11(2), 103.
- 2) 元鍾勳 · 梁漢燮(1978) : 飲料水 및 工業用水로서 의 洛東江 下流水質에 對하여. 1. 南旨以南 洛東江 下流水의 無機保存成分量의 年間變動에 對하여(1977年 5月~1978年 4月). 韓水誌 11(3), 129.
- 3) 日本分析化學會北海道支部 編(1971) : “新版水의 分析” pp. 398. 化學同人, 京都, 日本.