

衣岩땀 下流水域의 鐵分量과 그 分布

崔 相 · 郭 熙 相

韓國科學技術研究所 · 水產資源研究室

THE CONCENTRATION AND DISTRIBUTION OF IRON IN THE WATER OF LAKE EUI-AM

Sang Choe and Hi-Sang Kwak

Fishery Resources Lab., Korea Institute of Science and Technology,
Seoul, Korea

ABSTRACT

Concentrations of the total, dissolved and particulate iron in waters of Lake Eui-Am have been determined spectrophotometrically on August 14, 1970. *O*-phenanthroline was the reagent used. Iron contents of the lake water were varied by the station and depth. Analyses showed variations in the total iron ranging from 238 to 2,643 $\mu\text{g/l}$ (mean value 1,028 $\mu\text{g/l}$); the dissolved iron varied from 34.5 to 137.7 $\mu\text{g/l}$ (mean value 83.0 $\mu\text{g/l}$), and the particulate iron varied from 179 to 2,544 $\mu\text{g/l}$ (mean value 943 $\mu\text{g/l}$). Three forms of iron tend to increase with depth. This is believed that the suspended matter plays an important role in regulating of iron contents in summer season.

머 리 말

河川水는 降水와 이것이 地下에 浸透하여 다시 地表에 솟아나온것으로 이루어지고, 大小의 分, 支流가 合쳐져서 하나의 水系를 이룬다. 이러한 過程을 통하여 河川水는 地表 및 地下의 各種 成分을 용해하여 포함하게 되며, 이것으로 말미암아 각 地域別 水系는 독특한 水質의 特性을 자아내게 한다.

이와같은 水系의 地域的인 水質의 特性은 水資源의 綜合的 利用面에서 반드시 解明되어야 하는 重要한 事項이고, 또 이것은 우리나라의 地表水의 水質規準設定에 있어서도 꼭 알아두어야 하는 重要한 知見이다.

鐵分은 陸水에서는 가장 많이 나타나는 金屬成分이고, 이것은 Mn, Cu, Zn, Mo 및 Co와 같이 生物의 生育에 不可缺한 要素일 뿐 아니라 (Gerloff, Fitzgerald and Skoog, 1950; Provasoli,

1958; Arnon, 1958 등) 그 量이 過多할적에는 물맛을 惡化시키고 또 工業用水로서도 여러가지의 支障을 招來하게 된다.

陸水 특히 湖沼水의 鐵分量과 다른 水質要素와의 相互關係에 관해서는 지금까지 無數한 業績이 報告되어 있으나, 이중 특히 Yoshimura (1931, 1936), Ruttner (1937), Juday, Birge and Meloche (1938), Mortimer (1941—1942), McMahon (1969)의 報文은 각종 陸水系에 있어서의 鐵分의 動態를 매우 詳細하게 解析하고 있다.

우리나라 河川水의 鐵分含量에 관한 報告는 倉茂·太田(1944)가 春季와 秋季에 南北韓 各 河川水系의 榮養鹽 比較調査에서 얻어진 結果가 있고, 崔·鄭·郭(1968)이 漢江 下流水域(광나루)에서 溶解性 鐵分量의 年間變化를 調査한 것과 洪(1969)이 北漢江 및 南漢江의 各々 7 個 調査水域에서 夏, 秋, 冬季의 溶解性 鐵分에 관한 測定結果가 알려져 있을 뿐이다.

우리는 1970年 8月의 盛夏期를 택하여 衣岩댐 下流水域의 酸可溶性 鐵, 溶解性 鐵分量을 定量함으로써 溶解性 鐵, 粒子性 鐵 및 全鐵分의 分布狀況을 밝혔으며, 그結果 鐵分의 각 fraction의 分布狀況에 몇몇 注目할만한 現象을 알게 되었고 또 이것은 以後 陸水에 있어서 鐵分調査의 採水方法과도 關連하여 많은 參考가 될것같아서 여기에 그 結果를 報告한다.

이 調査는 우리나라의 IBP에 관한 事業의 一環으로 이루어졌으며, 現場作業에 있어서 여러 가지 施設利用의 便宜를 提供해 준 韓國 內水資源開發研究所, 衣岩實驗場에 대해서 깊은 謝意를 表明한다.

採水 및 組查方法

衣岩댐 下流水域一帶의 鐵分의 分布狀況을 파악하기 위하여 댐 제방에 竝行하여 上流쪽으로 100m, 600m 및 1,000m 거리에 A, B, C의 3個 定線을 만들어, 각 定線上에 약 60—120 m 간격

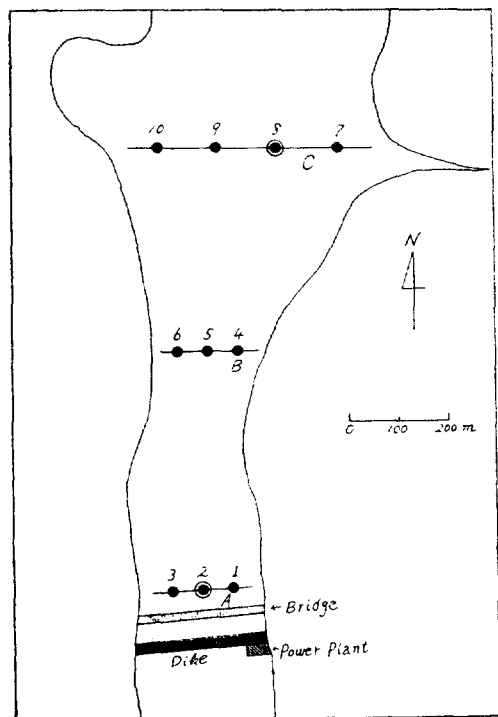


Fig. 1. Map of the lower part of Lake Eui-Am and sampling stations. Water temperature and oxygen were measured at sts. 2 and 8 (double circles).

으로 3—4個의 定點을 잡아 모두 10個의 定點을 設定하였다. 댐 下流水域의 形狀과 定線 및 定點의 位置는 第1圖와 같다.

採水 1970年 8月 14日 11時에서 14時에 걸쳐 각 定點에서 表層(30cm下), 5m, 10m 및 底層에서 각각 1/씩의 鐵分析 試水를 採水하여 폴리에틸렌 병에 담았다.

分析用 試水는 金屬類 특히 鐵分汚染을 防止하기 위하여 金屬을 사용한 採水器를 避하고, 內徑 5mm의 폴리에틸렌管을 각 採水位置에 投下하여 싸이폰式으로 採水하였으며, 採水된 試水는 全採水가 끝난대로 곧 (2時間 以內) 實驗室로 운반되어 分析에 應했다.

水溫과 溶存酸素量은 全定點을 代表하여 A線의 定點 2와 C線의 定點 8에서 2m 간격으로 垂直 分布가 測定되었으며, 定點중 最大水深은 定點 2의 17.8m 이었다.

分 析

水溫——10~50°C (1/10 눈금)의 棒狀溫度計로 現場에서 測定하였다.

溶存酸素量——現場에서 싸이폰式으로 採水한 것을 Winkler 法으로 定量하였다.

鐵分——鐵分은 酸可溶性 鐵分과 溶解性 鐵分을 Standard Methods (1965)에 準한 o-phenanthroline 法에 의해서 發色시켜, Beckman Spectrophotometer DU-2에 의해 light-path 10cm의 Cell을 써서 510mμ에서 比色定量하였다.

酸可溶性 鐵分은 試水 10~20ml에 3N- 鹽酸 5ml를 注加하여 5分間 煮沸하여 冷却한 다음 Hydroxylamine 鹽酸鹽 10% 溶液 1ml, o-phenanthroline 0.1% 溶液 2.5ml를 注加하여 Congo Red 試驗紙가 赤變할때까지 6N 암모니아水を 滴下한다. 여기에 酢酸나트륨 緩衝液 2.5ml를 넣어 鐵分이 없는 蒸溜水로서 全容을 50ml로 하여 30分後 比色定量하였다.

溶解性 鐵分은 試水를 Toyo 濾紙 5C로 濾過한 물 25ml에 대해서 위와 같은 方法에 의해서 比色定量하였다.

이리하여 酸可溶性 鐵分 (全鐵分)에서 溶解性 鐵分을 뺀값을 粒子性 鐵分量으로 간주하였다.

結 果

1. 水温과 溶存酸素

定點 2와 定點 8에서 測定된 水温과 溶存酸素量의 垂直分布는 第 2 圖와 같다.

水温은 表層에서 29.0~30.5°C를 나타내나 水深에 따라 急速度로 低下되어, 水深 12~14m에서 最低水温 21.0°C를 記錄하여 그 以深部에서 다시 水温이 上昇하는 特異한 水温分布를 나타내고 있다. 衣岩岬은 湖沼와 같은 完全한 停滯水域이 아니고 항상 一定方向으로 다소의 물의

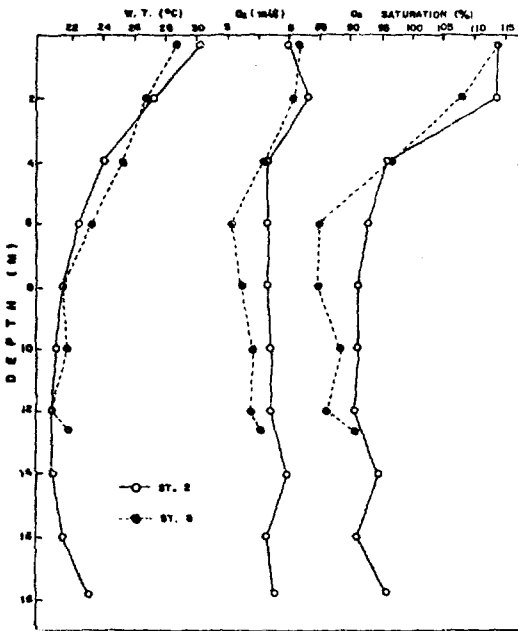


Fig. 2. Vertical distribution of water temperature, oxygen and oxygen saturation of Lake Eui-Am in summer.

흐름이 있으므로 水温躍層의 形成이 다소 특이하여 이와같은 水温分布가 이루어진것이 아닌가 推測된다.

溶存酸素量은 兩定點에서 水深 2m 以淺에서는 6.1~6.4ml/l 인것이 水深 2~4m 까지 5.1~5.7 ml/l 로 低下되어, 그 以深水域에서 거의 變動없는 溶存酸素量이 維持되어, 底層部에서의 酸素缺乏이 나타나지 않는다.

이것을 酸素飽和度로 본다면 兩定點에서 生産層(透明度 1.2m)에서는 106~114%의 過飽和狀態를 나타내고, 이것이 水深 6m까지 85~94%정

도로 低下되어, 그 以深水域에서도 거의 變動이 없는 酸素의 飽和度가 維持된다.

그리고 兩定點의 溶存酸素量은 定點 2에서 한층 더 높은것이 注目된다.

2. 鐵 分

衣岩岬 下流水域의 각 定點別, 水深別 鐵分量은 第 1 表와 같다.

酸可溶性 鐵 酸可溶性鐵分은 定點 및 水深에 따라 相當한 含量의 差異가 있고, 表層에서 238~512μg/l, 5m層에서 617~1,098μg/l, 10m層에서 437~1,657 μg/l, 底層에서 1,201~2,643μg/l로 變動하고, 水深에 따라 酸可溶性 鐵分量은 크게 增加하는 傾向을 보여주고 있다.

溶解性 鐵 溶解性 鐵分도 定點과 水深에 따라 相當한 含有量의 差異가 있고, 表層에서 34.5~82.0μg/l, 5m層에서 40.7~102.6μg/l, 10m層에서 93.3~137.7μg/l, 底層에서 48.9~131.5μg/l로 變動하고, 大體의으로 水深에 따라 溶解性 鐵分量도 增加하고 있다.

각 定點別 溶解性 鐵分の 垂直分布는 第 3 圖와 같으며, 定點에 따라서 堤防 距離에 따라서 垂直分布 狀況이 틀리는것이 注目된다.

調査水域중 가장 上流部인 C定線上的 定點 7, 8, 9, 10에서는 表層에서 水深 6~8m까지는 60μg/l 以下の 濃度分布를 나타내고, 水深이 깊어짐에 따라 濃度가 增加되며, 溶解性 鐵分の 等濃度線은 거의 底層에 平行하는 帶狀分布를 나타낸다.

中間部인 B定線의 定點 4, 5, 6에서는 역시 C定線에서 볼수 있는바와 같은 底層쪽으로 濃도가 큰 帶狀分布를 나타내나, 定點 6附近에서는 比較的 表層域까지 高濃度の 等濃度線이 發達된다.

또 堤防에 가장 가까운 A線의 定點 1, 2, 3에서는 B, C定線에서 볼수 있었던 帶狀分布가 交亂되어 定點 1의 中層部에 底層의 高濃度水가 舌狀으로 크게 빠져나오고 있다. 이것은 定點 1 下流쪽에 있는 發電用水의 放出에 따른 塘內水의 移動에 의한 影響이라고 推測된다.

粒子性 鐵 酸可溶性 鐵分에서 溶解性 鐵分을 뺀 값을 粒子性 鐵分으로 간주한 것이다. 이것도 定

Table 1. Total-Fe, dissolved-Fe and particulate-Fe concentrations in the water of Lake Eui-Am, August 14, 1970.

Line	Station	Depth (m)	Total-Fe ($\mu\text{g/l}$)	Dissolved-Fe ($\mu\text{g/l}$)	Particulate-Fe ($\mu\text{g/l}$)
A	1	0.3	473.2	47.91	425.3
		5.0	1056.3	102.61	953.7
		10.0	1657.5	94.35	1563.1
		16.0	—	48.94	—
	2	0.3	349.4	70.62	278.8
		5.0	—	93.32	—
		10.0	437.1	109.83	327.3
		17.0	1252.4	107.77	1144.6
	3	0.3	238.5	59.26	179.2
		5.0	617.1	40.69	576.4
		10.0	868.0	93.32	774.5
		15.2	2643.0	98.48	2544.5
B	4	0.3	475.8	61.33	414.5
		5.0	—	48.94	—
		10.0	1301.4	119.12	1182.3
		15.8	2013.5	92.29	1921.2
	5	0.3	408.7	46.88	361.8
		5.0	1097.6	55.14	1042.5
		10.0	1257.6	93.32	1164.2
		14.0	1306.6	119.12	1187.5
	6	0.3	—	68.55	—
		5.0	855.1	96.42	758.7
		10.0	1043.4	137.70	905.7
		14.2	1200.8	114.99	1085.8
C	7	0.3	511.9	64.42	447.5
		5.0	973.8	40.69	933.1
		9.8	—	112.93	—
	8	0.3	468.1	81.97	386.1
		5.0	1061.5	54.29	1007.2
		12.8	1497.5	99.51	1398.0
	9	0.3	452.6	34.50	418.1
		5.0	—	40.69	—
		10.0	1038.3	70.62	967.6
		14.0	1693.6	131.50	1562.1
	10	0.3	—	54.29	—
		5.0	966.0	75.78	890.2
10.3		1327.2	66.49	1260.7	

點과 水深에 따라 含有量의 많은 差異가 있고, 表層에서 179~448 $\mu\text{g/l}$, 5m 層에서 576~1,042 $\mu\text{g/l}$, 10m 層에서 327~1,563 $\mu\text{g/l}$, 底層에서

1,086~2,545 $\mu\text{g/l}$ 로 變動하고, 水深에 따른 濃度增加가 顯著하게 나타나고 있다.

各定點別 粒子性 鐵分의 垂直分布는 第4圖와

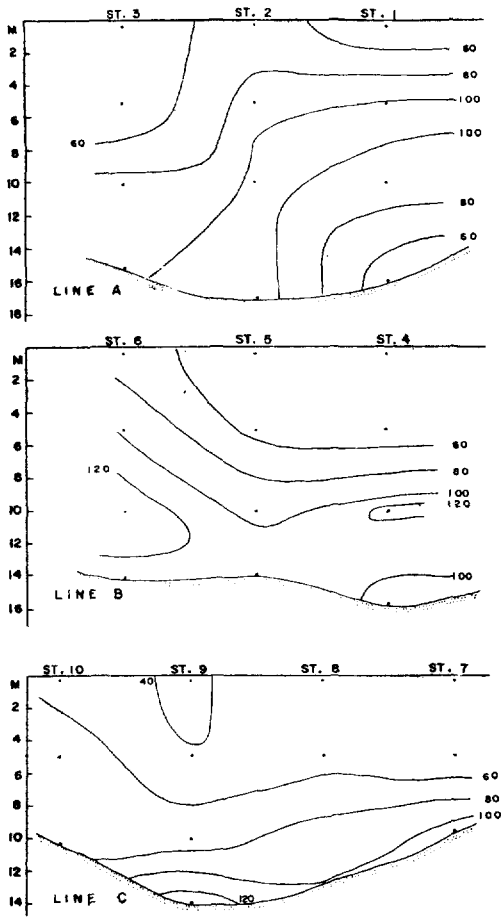


Fig. 3. Vertical distributions of the dissolved iron ($\mu\text{g/l}$) in Lake Eui-Am on August 14, 1970.

같으며, 댐 제방에서 먼 B, C 定線에서는 底層 쪽으로 濃도가 큰 帶狀分布가 뚜렷하게 나타나나 A 定線에서는 이러한 濃度構造가 交亂된다.

考 察

發電用 댐은 항상 相當量의 水量이 放出되고 있어 댐 내에서는 一定한 물의 흐름이 形成될 것임으로 典型的인 湖沼와는 틀리는 水質要素의 分布現象이 일어나게 될것이다.

一般 湖沼에서도 酸可溶性 鐵, 粒子性 鐵 및 溶解性 鐵分이 底層에서 많은 量이 나타나는데가 알려져 있지만 衣岩댐에서도 發電用 水의 放出影響이 작은 곳에서는 比較的 뚜렷한 底層 쪽으로 큰 帶狀 濃度分布가 發達하며, 이러한 現象은 특히

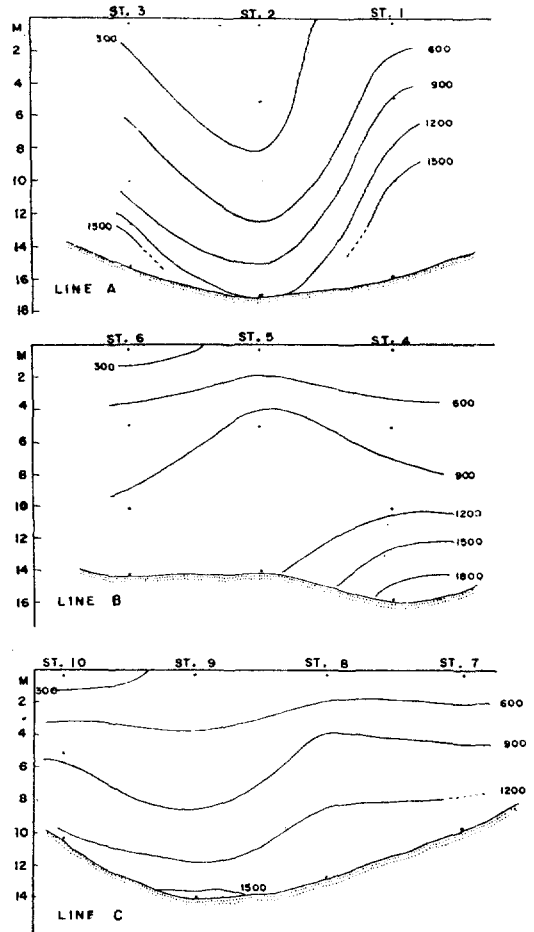


Fig. 4. Vertical distributions of the particulate iron ($\mu\text{g/l}$) in Lake Eui-Am on August 14, 1970.

酸可溶性 鐵과 粒子性 鐵分의 分布에 顯著하게 나타난다.

물의 停滯가 있는 水域에서는 각종 水中 微少 懸濁物은 底層일수록 量이 많게 되어, 酸可溶性 鐵과 粒子性 鐵分이 底層에 많이 나타나는 理由는 쉽게 理解할수 있을 것이며, 이것에 따라 溶解性 鐵分도 底層部에서 많이 나타나게 될것이다.

夏季의 衣岩댐의 각종 鐵分量을 定線에 따라 整理해 보면 第2表와 같다.

全調査定點을 合친 酸可溶性 鐵分의 平均値는 表層에서 $425\mu\text{g/l}$, 5m層 $938\mu\text{g/l}$, 10m層 $1,094\mu\text{g/l}$, 底層에서 $1,654\mu\text{g/l}$ 가 되고, 溶解性 鐵分은 表層에서 $59.0\mu\text{g/l}$, 5m層에서 $66.2\mu\text{g/l}$,

Table 2. Distribution of iron in the water of Lake Eui-Am, August 14, 1970.

Line	Depth (m)	Total-Fe ($\mu\text{g/l}$)		Dissolved-Fe ($\mu\text{g/l}$)		Particulate-Fe ($\mu\text{g/l}$)		$\frac{\text{Dissolved-Fe}}{\text{Total-Fe}}$ (%)
		Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	
A	0.3	238.5— 473.2	353.7	47.91— 70.62	59.26	179.2— 425.3	294.4	16.8
	5.0	617.1— 1056.3	836.7	40.69— 102.61	78.87	576.4— 953.7	765.1	9.4
	10.0	437.1— 1657.5	987.5	93.32— 109.83	98.83	327.3— 1563.1	888.3	10.0
	16.1*	1252.4— 2643.0	1947.7	48.94— 107.77	85.06	1144.6— 2544.5	1844.6	4.4
B	0.3	408.7— 475.8	442.3	46.88— 68.55	58.92	361.8— 414.5	388.2	13.3
	5.0	855.1— 1097.6	976.4	48.94— 96.42	66.83	758.7— 1042.5	900.6	6.8
	10.0	1043.4— 1301.4	1200.8	93.32— 137.70	116.71	905.7— 1182.3	1084.1	9.7
	14.7*	1200.8— 2013.5	1507.0	92.29— 119.12	108.80	1085.8— 1921.2	1398.2	7.2
C	0.3	452.6— 511.9	477.5	34.50— 81.97	58.79	386.1— 447.5	417.2	12.3
	5.0	966.0— 1061.5	1000.4	40.69— 75.78	52.86	890.2— 1007.2	943.5	5.3
	11.7*	1327.2— 1693.6	1506.1	66.49— 131.50	102.61	1260.7— 1562.1	1406.9	6.8
Whole Water	0.3	238.5— 511.9	424.5	34.5— 82.0	59.0	179.2— 447.5	366.6	13.9
	5.0	617.1— 1097.6	937.8	40.7— 102.6	66.2	576.4— 1042.5	869.7	7.1
	10.0	437.1— 1657.5	1094.2	93.3— 137.7	107.8	327.3— 1563.1	986.2	9.9
	Bottom	1200.8— 2643.0	1653.6	48.9— 131.5	98.8	1085.8— 2544.5	1549.9	6.0
Total		238.5— 2643.0	1027.5	34.5— 137.7	83.0	179.2— 2544.5	943.1	8.1

*Bottom

10m層에서 107.8 $\mu\text{g/l}$, 底層에서 98.8 $\mu\text{g/l}$ 가 된다.

또 粒子性 鐵分은 表層에서 367 $\mu\text{g/l}$, 5m層에서 870 $\mu\text{g/l}$, 10m層에서 986 $\mu\text{g/l}$, 底層에서 1,550 $\mu\text{g/l}$ 가 되고, 粒子性 鐵分은 溶解性 鐵分보다 表層에서는 약 6배, 5~10m 層에서는 9~13배, 底層에서는 약 15배나 많이 나타난다. 粒子狀 鐵分은 쉘트, 粘土等 微粒子에 吸着되어 있는 鐵分과 水酸化鐵 또는 detritus 등에 根源하는 것이고, 調査時期가 마침 夏季의 洪水期에 이었으므로 다소 많은 鐵分量이 出現한 傾向이 있었을 것이다.

溶解性 鐵分量은 全定點을 통해서 34.5~137.7 $\mu\text{g/l}$ 로 變動하고 그 平均値는 83.0 $\mu\text{g/l}$ 를 나타내고 있다. 美國의 Public Health Service, Drinking Water Standards (1965)에 의하면 上水道水源의 溶解性 鐵分の 許容量은 300 $\mu\text{g/l}$ 임으로 衣岩岬水의 鐵分含有量은 매우 健全하고 安全한 것이라고 말할수 있다.

그리고 鐵分量은 특히 停滯性인 水域에서는 場所와 水深에 따라 相當한 差異가 나타나는것임으로 定點의 選定을 留意하여 垂直的인 分布

特性을 감안한 調査方法이 이루어져야 하겠다.

要 約

夏季에 衣岩岬 下流水域의 酸可溶性 鐵(全鐵) 溶解性 鐵 및 粒子性 鐵分量의 分布를 調査하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 酸可溶性 鐵, 溶解性 鐵 및 粒子性 鐵分量은 定點과 水深에 따라 顯著한 差異가 있고, 모두 底層쪽으로 含量이 많은 帶狀分布를 나타낸다.
2. 酸可溶性 鐵分量은 238~2,643 $\mu\text{g/l}$ 이고, 그 平均値는 1,028 $\mu\text{g/l}$ 이었다.
3. 溶解性 鐵分量은 34.5~137.7 $\mu\text{g/l}$ 이고, 그 平均値는 83.0 $\mu\text{g/l}$ 이었다.
4. 粒子性 鐵分量은 179~2,544 $\mu\text{g/l}$ 이고, 그 平均値는 943 $\mu\text{g/l}$ 이었으며, 粒子性 鐵分量은 溶解性 鐵分量보다 약 12배나 많았다.

參 考 文 獻

American Public Health Association. 1965. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste*

- water*. 12th ed., pp. 154-159.
- Arnon, D. I. 1958. The role of micronutrients in plant nutrition with special reference to photosynthesis and nitrogen assimilation. In C. A. Lamb, O. G. Bentley, and J. M. Beattie, *Trace Elements*. New York, Academic Press, pp. 1-32.
- 崔 相 · 鄭兌和 · 郭熙相. 漢江의 榮養鹽類 및 主要이온의 年變化와 그水質的 考察. 韓國海洋學會誌, 3, 26-38.
- Gerloff, G. C., G. P. Fitzgerald and F. Skoog. 1950. The mineral nutrition of *Coccolchlois penioeytis*. *Am. J. Bot.*, 37, 835-840.
- 洪思澳. 1969. 南漢江과 北漢江의 陸水學的인 比較研究. 한국육수학회지, 2, 51-67.
- Juday, C., E. A. Birge, and V. W. Meloche. 1938. Mineral content of the lake waters of northeastern Wisconsin. *Trans. Wis. Acad. Sci. Arts Lett.*, 31, 223-276.
- McMahon, J. W. 1969. The annual and diurnal variation in the vertical distribution of acid-soluble ferrous and total iron in a small dimictic lake. *Limnol. Oceanog.*, 14, 357-367.
- Mortimer, C. H. 1941-1942. The exchange of dissolved substances between mud and water in lakes. *J. Ecol.*, 29, 280-329; 30, 147-201.
- Provasoli, L. 1958. Nutrition and ecology of Protozoa and Alge. *A. Rev. Microbiol.*, 12, 279-308.
- Ruttner, F. 1937. Limnologische Studien an einigen Seen der Ostalpen. *Arch. Hydrobiol.*, 32, 167-319.
- U. S. Public Health Service. 1962. *Drinking Water Standards*. pp. 6-8.
- Yoshimura, S. 1931. Seasonal variation of iron and manganese in the water of Takasuka-numa, Saitama. *Jap. J. Geol. Geogr.*, 8, 269-279.
- Yoshimura, S. 1936. Contribution to the knowledge of iron dissolved in the lake waters of Japan. Second Report. *Jap. J. Geol. Geogr.*, 13, 39-56.