

## 서울市內 3個 人工湖水에 대한 理化學的 調査

環境調査課

姜熙坤 · 呂寅學 · 鄭鍾洽 · 李相一 · 金雄秀 · 申美英 · 金旻永

### The investigation of physio-chemical water quality on three artificial lakes in Seoul

*Environmental Research Division*

Hee-Gon Kang, In-Hak Yeo, Jong-Heub Jeong, Sang-Il Lee, Woong-Soo Kim,  
Mi-Young Sin, Min-Young Kim

#### ==Abstract==

Lakes Sukchon, Mongchon and Regatta course are classified as mesotrophic-eutrophic state on the basis of their chemical and physical characteristics. Several changes, especially chlorophyll-a concentration, commonly associated with eutrophication in small lakes have been observed. Chemical data compiled from a number of sources indicate a decrease in the concentrations of various major terms to compare with previous year's except suspended solids in all of the lakes. Developed low dissolved oxygen concentration in Aug. and Sep. The annual mean value of pH Regatta course has ranged from pH 7.7 to pH 8.0 in all lakes.

#### 緒 論

湖水는 흐르는 물과 같이 스스로 汚染物을 淨化할 수 있는 能力이 相對的으로 작기 때문에 人力을 가해 주지 않으면 오히려 都市美觀을 해치는 影響을 招來할 憂慮가 있으므로 이들에 대한 水質管理는 매우 중요한 意味를 갖는다. 특히 水深이 낮고 영양염이 풍부한 湖水는 富營養化되기 쉽다.<sup>1,2)</sup> 富營養化는 영양염류의 濃度와 밀접한 관련이 있는데 湖水와 같이 停滯된 水域에서 영양염류의 供給源은 降雨等 自然的인 供給보다 人門活動에 의한 結果에 의해 供給되는 양에 더 影響을 받으며<sup>3,4)</sup> 특히 洗劑를 포함한 下水 등의 流入으로 큰 影響을 받게 되고 湖水가 부영양화 되어갈수록 除限因子는 磷이 되고 있다.<sup>5)</sup> 이번 調査의 對象인 서울 시내 所在 3個 人工湖水는 각각 最大水深이 3m 이내로 부영양화 의 가능성이 예상되며 지난해까지의 調査에서 일부 부영양화 의 狀態를 報告한 바 있다.<sup>1-2)</sup>

本 調査에서는 各 湖水에 대한 영양염류의 濃度와 Chlorophyll-a의 양을 測定하여 美國 EPA 등 湖水의 영양단계를 구분하여 높은 基準値와 比較해보고 理化學的

水質을 調査하여 湖水의 水質 特性을 파악함으로써 各 湖水의 양호한 水質管理를 위한 資料를 얻고자 實施하였다.

#### 調査對象 및 方法

##### 1) 調査對象

서울市 江東區 石村洞에 位置한 石村湖, 芳蔭洞에 位置한 夢村湖 및 下一洞에 位置한 漕艇競技場을 調査對象으로 1988年 1月부터 12월까지 實施하였으며 採水地點은 그림 1~3과 같다.

##### 2) 調査方法

試料採取는 每月 1回 實施하였으며 各 地點別로 3回 採水한 후 이를 混合水로 하였다.

水溫과 溶存酸素는 採水時 現場에서 즉시 測定하였고 기타 項目은 實驗室로 운반하여 分析하였으며 分析方法은 環境汚染公定試驗法, JIS, 衛生試驗法注解 등<sup>3-6)</sup>을 參考로 하였다.

調査項目은 水質의 理化學的 性質을 나타내는 pH, BOD, COD, DO, 營養鹽類(Total-N, PO<sub>4</sub>-P), Chlorophyll-a, SS, 總알칼리度 및 硬度로 하였다.

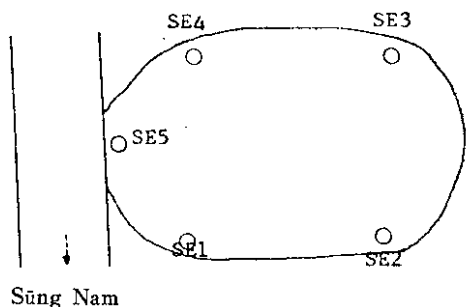


Fig. 1. Sampling sites in the Sukchon lake.

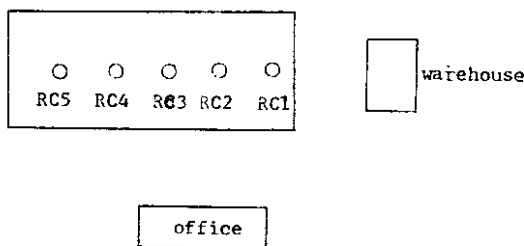


Fig. 3. Sampling sites in the Regatta course.

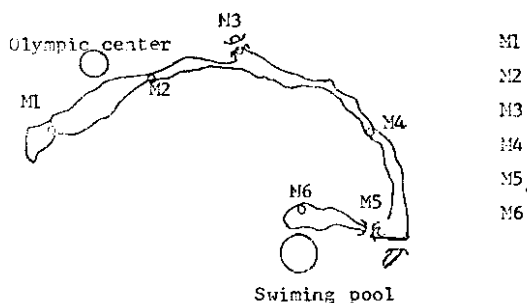


Fig. 2. Sampling sites in the Mongchon lake.

調査結果 및 考察

石村湖水, 夢村湖水 및 漕艇競技場の 採水地點別, 採水日別 分析結果는 表 1~4와 같고 湖水別 年度別 平均값은 表 5과 같다.

DO(溶存酸素) : 各 湖水別 DO의 飽和率은 表 1과 같 으며 各 湖水의 月間 DO飽和率變化는 그림 4에서와 같고 各 湖水의 月間 DO濃度變化는 그림 5~7에서와 같다.

石村湖의 飽和率은 該當水温에서의 溶存酸素 飽和量 을 基準으로 할 때 4月~10月까지는 大部分의 地點에 서 100% 以上の 過飽和率을 나타내었으나 1月~3月과

Table 1. DO saturated ratio of each sampling sites

Unit : (%)

Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mean
Site	15	11	17	13	11	16	13	12	16	13	17	14	
SE 1	77.1	83.5	103.5	111.9	145.1	138.2	138.2	157.1	131.1	99.8	90.0	—	—
SE 2	81.8	82.0	100.1	107.6	145.1	138.2	146.1	181.5	132.6	102.1	88.0	—	—
SE 3	81.8	82.0	99.2	105.6	136.6	138.2	123.2	161.5	136.1	110.9	85.1	—	—
SE 4	81.8	84.3	100.9	107.6	136.6	139.7	137.2	156.1	130.1	103.2	82.1	—	—
SE 5	79.7	82.0	97.5	107.6	136.6	139.7	117.7	149.0	126.4	103.2	88.0	—	—
Mean	80.5	82.8	100.2	108.0	140.0	138.8	132.5	161.0	131.3	103.8	86.6	—	115.0
RC 1	90.6	92.2	95.9	102.3	123.7	116.0	97.9	95.5	109.3	89.9	102.7	97.0	—
RC 2	96.8	86.2	95.9	92.8	123.7	120.7	107.6	96.3	111.7	100.4	105.4	97.0	—
RC 3	90.6	88.5	102.8	96.6	125.9	120.7	110.1	98.1	113.0	100.4	105.4	97.0	—
RC 4	92.2	91.5	99.3	90.9	125.9	118.4	120.1	104.7	113.0	101.4	103.6	98.5	—
RC 5	89.8	91.5	99.3	96.6	123.7	114.8	120.1	98.1	111.1	101.4	102.7	97.0	—
Mean	92.0	90.0	98.6	95.9	124.6	118.1	111.1	98.5	111.6	98.7	104.0	97.3	130.3
M 1	—	—	—	—	99.3	141.7	—	113.5	165.4	107.7	116.9	99.8	—
M 2	—	—	—	—	127.9	138.6	—	116.1	166.6	108.7	115.0	99.0	—
M 3	—	—	—	—	179.7	140.4	—	122.2	172.9	104.6	115.0	99.8	—
M 4	—	—	—	—	156.4	123.0	—	121.2	177.8	102.5	118.8	100.6	—
M 5	—	—	—	—	133.1	127.7	—	141.9	180.4	115.0	132.3	99.0	—
M 6	—	—	—	—	120.5	144.8	—	167.7	189.2	130.7	138.0	100.6	—
Mean	—	—	—	—	136.1	136.0	—	130.4	175.4	111.5	122.7	99.8	103.4

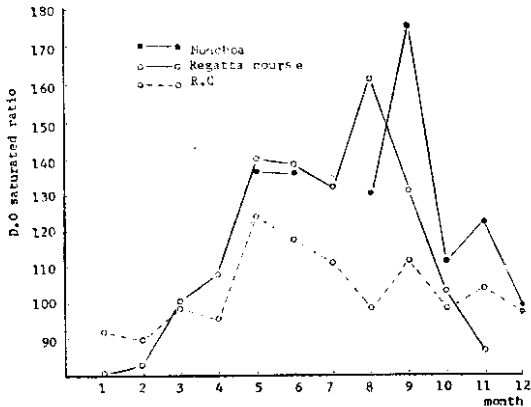


Fig. 4. Variation of the monthly mean value of dissolved oxygen saturated ratio.

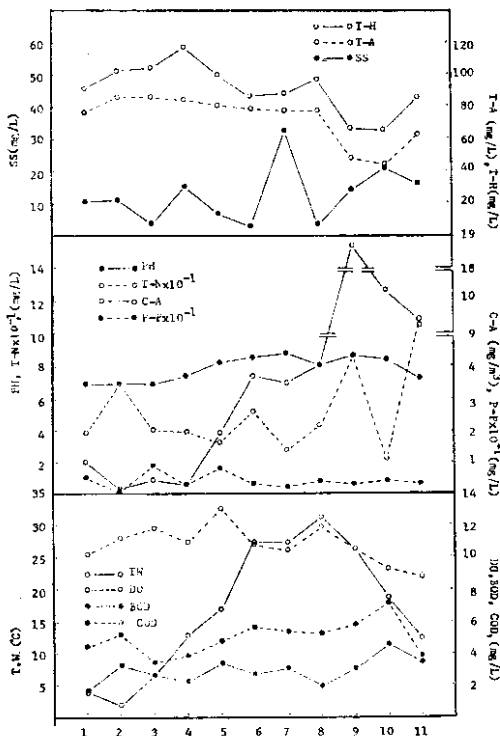


Fig. 5. Variation of the monthly mean value in the Sukchon lake (from Jan. to Nov. 1988).

11월에는 飽和率이 100% 以下로 減少되었으며 가장 높은 飽和率은 8월의 SE2地點에서 181.5%(13.4mg/l) 이었고 1월의 SE1地點에서 77.1%(9.8mg/l)로 가장 낮았다.

石村湖의 年平均 DO濃度는 10.8mg/l로 지난 해와

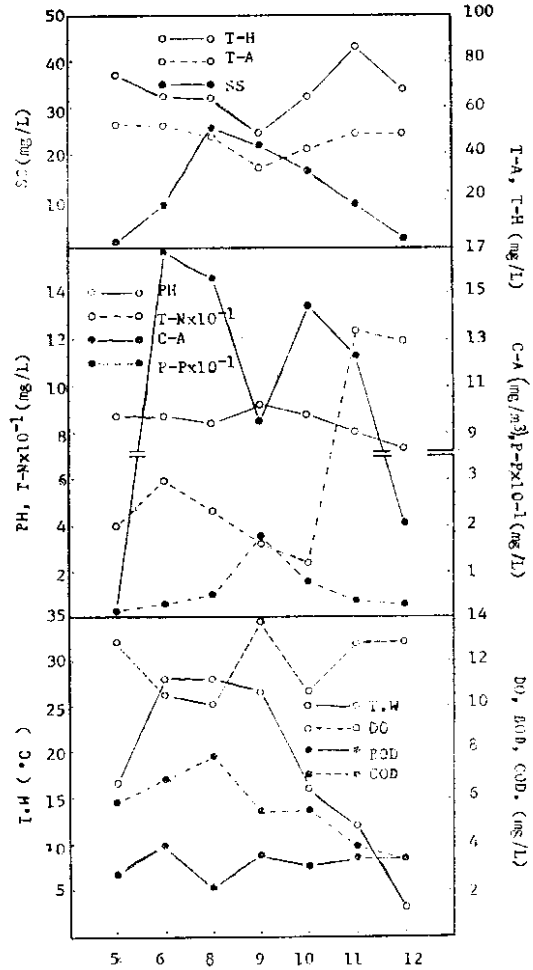


Fig. 6. Variation of the monthly mean value in the Mongchon lake (from May. to Dec. 1988).

差異가 별로 없었으나 飽和率은 약 8% 정도 增加한 것으로 나타났고 月間 DO變動率은 지난해와 비슷해 다른 2個 湖水에 비해 安定된 狀態를 나타내었다. 이는 石村湖水는 漢江水位에 따라 水深이 變化하며 地下水의 流出入이 活發하여 다른 湖水에 비해 自淨能力이 比較的 크다는 朴等의 보고와 관련하여<sup>15)</sup> 汚染度에 대한 回復度가 비교적 크기 때문인 것으로 생각된다.

夢村湖의 飽和率은 12월을 除外한 모든 地點에서 過飽和狀態이었으나 이는 湖水바다 整備工事 關係로 湖水에서 물을 빼내 湖水에서의 試料採取가 不可能했던 期間이 비교적 氣溫이 낮은 1월~4월에 集中되었기 때문으로 생각된다. 가장 높게 나타났던 飽和率은 M6地

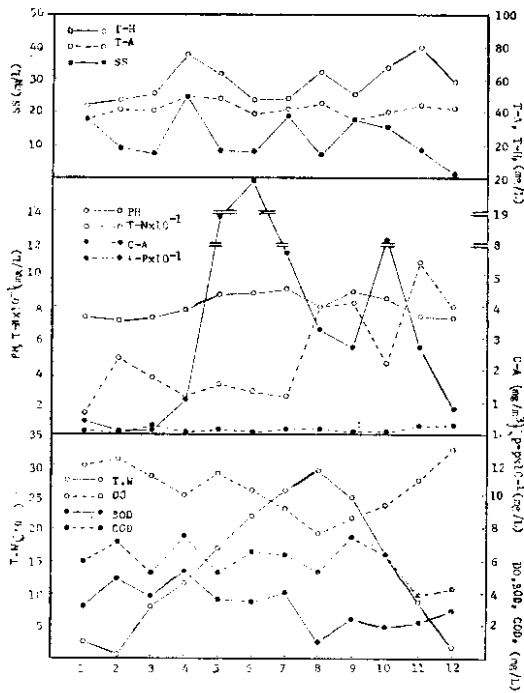


Fig. 7. Variation of the monthly mean value in the Regatta course (from Jan. to Dec. 1988).

點(9月)의 189.2%(15.1 mg/l)이었으며 가장 낮았던 M2地點(12月)에서도 99.0%(12.8mg/l)를 나타내었다. 漕艇競技場의 DO飽和率은 5月~7月 및 9月~11月까지 全般的으로 100% 以上の 過飽和率을 나타내었고 1月~4月, 8月 및 12月に 飽和率이 100% 以下로 減少하였으며 가장 높은 飽和率은 RC<sub>3</sub> 및 RC<sub>4</sub>地點(5月)에서 125.9%(11.8mg/l)로 나타났고 가장 낮은 飽和率은 RC<sub>3</sub>地點(2月)에서 86.2%(12.2mg/l)를 나타내었다.

酸素는 難溶性 氣體이므로 酸素의 低溶解度가 自然水의 自淨力을 制限할 수 있는데 湖水와 같이 表面攪亂이나 亂流狀態가 적은 水體에서는 大氣中の 酸素가 水中에 溶解되는 양보다 綠藻類等 光合成을 하는 植物群에서 生産하는 酸素의 量에 더 많이 依存하게 되므로 이들 人工湖水의 過飽和狀態도 氣壓이나 溫度 등의 影響보다는 綠藻類에서 生産되는 酸素에 기인하는 것으로 판단되며 이는 透視度가 낮아지는 것이나<sup>16)</sup> 季節적으로 增減하는 綠藻類의 量에 따라 飽和量이 變動하는 것으로 推測할 수 있다. 石村湖水와 가까운 位置에 있는 漢江本流中の 九宜의 DO濃度와 比較해 볼 때 약 8% 정도 石村湖水가 높았는데 이는 Chlorophyll의 영향인 것으로 생각된다.

그러나 새 湖水 全般에 걸쳐 DO와 Chlorophyll과의 사이에서 높은 相關性은 發見되지 않았다. DO와 水溫

Table 2. Analysis of the Sukchon lake

Item	Month														Mean
	Site		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
T.W. (°C)	SE 1		4.1	2.0	7.0	14.5	17.0	27.5	27.5	31.5	26.5	18.8	12.5	—	17.1±10.20
	SE 2		4.0	2.0	7.0	12.5	17.0	27.5	27.0	31.5	26.0	18.8	12.5	—	16.8±10.19
	SE 3		4.0	2.0	6.5	12.5	17.0	27.5	27.0	31.0	26.5	18.8	12.5	—	16.8±10.21
	SE 4		3.8	2.0	6.5	12.5	17.0	27.0	27.0	31.0	26.0	18.8	12.5	—	16.7±10.1
	SE 5		4.5	2.0	6.5	12.5	17.0	26.8	27.5	31.5	26.0	18.8	12.5	—	16.8±10.1
	Mean		4.0	2.0	6.7	12.9	17.0	27.2	27.2	31.3	26.2	18.8	12.5	—	16.9
pH	SE 1		7.0	7.0	7.0	7.5	8.4	8.6	8.6	8.2	8.7	8.5	7.2	—	7.8± 0.73
	SE 2		7.0	7.0	7.1	7.5	8.4	8.6	8.9	8.1	8.8	8.5	7.4	—	7.9± 0.74
	SE 3		7.1	7.0	7.1	7.5	8.3	8.6	8.9	8.1	8.8	8.6	7.4	—	7.9± 0.7
	SE 4		7.0	7.0	7.1	7.5	8.3	8.6	8.9	8.1	8.8	8.6	7.4	—	7.9± 0.7
	SE 5		7.0	7.0	7.1	7.5	8.3	8.6	9.0	8.1	8.8	8.5	7.4	—	7.9± 0.7
	Mean		7.0	7.0	7.0	7.5	8.3	8.6	8.8	8.1	8.7	8.5	7.3	—	7.7
Total Alkalinity (mg/l)	SE 1		73	84	88	86	80	61	58	58	46	46	62	—	67±15
	SE 2		75	86	88	82	78	60	60	56	48	44	62	—	67±15
	SE 3		78	88	92	86	80	59	58	60	50	42	62	—	68±16
	SE 4		73	85	87	86	86	58	56	58	50	44	64	—	67±16
	SE 5		89	91	87	88	84	58	60	60	46	44	68	—	70±17
	Mean		77.6	86.8	86.8	85.6	81.6	59.2	58.4	58.4	48.0	44.0	63.6	—	68.3

Item	Month Site	Month												Mean
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
SS (mg/l)	SE 1	10.4	3.2	3.0	9.6	9.5	3.2	28.4	4.0	37.2	20.0	9.2	—	12.5±11.3
	SE 2	5.6	17.2	4.8	20	8.5	2.4	28.8	3.6	9.2	22.4	12.0	—	12.2± 8.6
	SE 3	8.0	28.4	4.0	18.8	8.5	6.0	32.4	4.0	8.0	22.0	9.6	—	13.6±10.0
	SE 4	12.4	3.2	2.4	23.2	4.5	4.4	40.0	4.0	7.6	19.6	15.6	—	12.4±11.5
	SE 5	18.0	4.0	5.6	6.0	4.0	2.8	34.8	4.0	10.0	21.2	11.6	—	11.0± 9.9
	Mean	10.8	11.2	3.9	15.5	7.0	3.7	32.8	3.9	14.4	21.0	11.6	—	12.3
DO (ml/l)	SE 1	9.8	11.2	12.2	11.0	13.6	10.8	10.8	11.6	10.4	9.0	9.2	—	10.8± 1.3
	SE 2	10.4	11.0	11.8	11.0	13.6	10.8	11.5	13.4	10.6	9.2	9.0	—	11.1± 1.4
	SE 3	10.4	11.0	11.8	10.8	12.8	10.8	9.7	12.0	10.8	10.0	8.7	—	10.8± 1.1
	SE 4	10.4	11.3	12.0	11.0	12.8	11.0	10.8	11.6	10.4	9.3	8.4	—	10.8± 1.2
	SE 5	10.0	11.0	11.6	11.0	12.8	11.0	9.2	11.0	10.1	9.3	9.0	—	10.5± 1.1
	Mean	10.2	11.1	11.8	10.9	13.1	10.8	10.4	11.9	10.4	9.3	8.3	—	10.8
BOD (mg/l)	SE 1	1.8	3.6	2.6	2.8	3.4	2.3	2.9	1.5	2.9	4.1	3.6	—	2.8± 0.7
	SE 2	2.0	3.2	2.6	2.6	3.3	2.7	3.1	2.0	3.5	4.8	3.6	—	3.0± 0.7
	SE 3	1.5	3.8	2.3	1.8	3.5	3.0	3.5	2.8	3.7	5.2	3.2	—	3.1± 1.0
	SE 4	2.2	2.8	2.8	2.0	3.6	3.0	3.2	1.5	3.1	4.8	3.5	—	2.9± 0.8
	SE 5	1.3	3.4	2.9	2.0	3.3	2.8	3.0	2.1	2.5	4.2	3.4	—	2.8± 0.8
	Mean	1.7	3.3	2.6	2.2	3.4	2.7	3.1	1.9	3.1	4.6	3.4	—	2.9
COD (mg/l)	SE 1	4.6	5.2	3.6	3.8	5.0	5.8	5.6	5.2	6.0	7.4	4.0	—	5.1± 1.1
	SE 2	4.6	5.2	4.0	4.2	5.0	5.6	5.2	5.2	5.8	7.4	3.8	—	5.0± 1.00
	SE 3	4.4	5.6	3.6	3.6	4.8	5.6	5.4	5.3	6.0	7.4	3.8	—	5.0± 1.1
	SE 4	4.8	4.8	3.4	4.4	4.8	5.0	5.4	5.3	5.8	7.0	4.2	—	5.0± 0.9
	SE 5	4.0	5.2	3.2	3.6	4.6	5.8	5.6	5.4	5.6	7.0	4.0	—	4.9± 1.1
	Mean	4.4	5.2	3.5	3.9	4.8	5.7	5.4	5.2	5.8	7.2	3.9	—	5.0
Total Hard- mess (mg/l)	SE 1	82	100	104	134	106	92	84	102	72	66	80	—	92 ±19
	SE 2	92	102	106	106	114	84	88	100	66	60	84	—	91 ±16
	SE 3	90	112	106	110	108	96	84	96	66	70	90	—	93 ±15
	SE 4	82	100	108	120	108	82	88	96	72	68	88	—	92 ±16
	SE 5	114	104	104	120	110	82	100	98	62	72	90	—	96 ±17
	Mean	92.0	103.6	105.6	118.0	109.2	87.2	88.8	98.4	67.5	67.2	86.4	—	93.0
Chloro- phylla (mg/m <sup>3</sup> )	SE 1	0.698	nd	0.711	nd	3.384	4.152	3.290	2.840	20.640	5.920	2.900	—	4.041±5.881
	SE 2	1.536	0.713	nd	0.698	1.276	3.211	3.440	5.880	21.760	9.400	12.000	—	5.446±6.642
	SE 3	0.675	nd	nd	0.731	0.629	3.287	3.960	3.870	17.380	12.240	12.800	—	5.050±6.146
	SE 4	0.675	nd	0.698	nd	1.397	3.341	3.110	3.170	16.830	11.600	9.000	—	4.529±5.540
	SE 5	1.536	nd	0.792	nd	3.031	4.602	3.760	4.600	16.830	12.480	9.400	—	5.184±5.480
	Mean	1.02	0.14	0.44	0.29	1.94	3.72	3.51	4.07	18.69	10.33	9.22	—	4.85
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	SE 1	0.142	nd	0.084	0.020	0.120	0.128	0.012	0.044	0.005	0.030	0.039	—	0.065±0.051
	SE 2	nd	nd	0.028	0.043	0.060	0.012	0.012	0.036	0.017	0.062	0.033	—	0.027±0.021
	SE 3	nd	nd	0.060	0.029	0.076	0.004	0.024	0.028	0.005	0.042	0.033	—	0.027±0.024
	SE 4	0.025	nd	0.008	0.025	0.112	0.004	0.024	0.055	0.008	0.030	0.003	—	0.029±0.030
	SE 5	0.289	nd	0.248	0.032	0.028	nd	0.024	0.039	0.014	0.034	0.034	—	0.069±0.100
	Mean	0.090	0.000	0.090	0.030	0.080	0.030	0.020	0.040	0.030	0.040	0.030	—	0.043

Item	Month Site	Month												Mean
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Total Nitrogen (mg/l)	SE 1	0.519	0.542	0.484	0.491	0.632	0.504	0.375	0.599	0.939	0.201	1.041	—	0.575±0.236
	SE 2	0.308	0.771	0.387	0.486	0.210	0.674	0.261	0.408	0.870	0.212	0.052	—	0.512±0.287
	SE 3	0.350	0.753	0.418	0.509	0.293	0.543	0.275	0.462	0.901	0.284	1.060	—	0.531±0.264
	SE 4	0.401	0.792	0.406	0.126	0.232	0.538	0.292	0.352	0.789	0.196	1.102	—	0.475±0.302
	SE 5	0.382	0.708	0.380	0.376	0.277	0.393	0.188	0.398	0.836	0.207	1.160	—	0.482±0.297
Mean		0.390	0.710	0.410	0.410	0.330	0.530	0.280	0.440	0.870	0.220	0.080	—	0.515

사이에서도 漕艇競技場에서만 有意水準 1% 以下에서  $r = -0.83$ 로 負의 相關성이 認定되었다.

漕艇競技場과 夢村湖의 飽和率이 石村湖와 달리 昨年에 비해 낮아진 것은 올림픽관련시설로 올림픽개최 전에 人爲的으로 水草除去作業을 하였기 때문에 推測되며 漕艇競技場에서 예년과 달리 氣溫이 높았던 8월과 10월에 飽和度가 100% 以下로 나타난 것이 특이하였다.

**pH(水素이온濃度)**: 石村湖의 地點別 pH의 平均範圍는 pH 7.8±0.7~7.9±0.7로 나타났으며 7월의 SE 5地點에서 pH 9.0으로 가장 높았고 最低 pH 7.0으로 全體적으로 中性에서 알칼리성을 나타냈으며 2월 및 11월에 낮고 7월에 높았다.

年平均 pH는 '87>'88>'86의 順으로 나타났다. 夢村湖의 地點別 平均 pH는 pH 8.2±0.5~8.7±0.7로 나타났으며 9월의 M 6 地點에서 pH 9.6으로 가장 높았고 12월에 M1 및 M6 地點에서 pH 7.4로 가장 낮아 全體적으로 알칼리성을 나타냈으며 거의 全 地點에서 石村湖의 pH보다 높은 값을 나타내고 있다.

年平均 pH는 '86>'87>'88의 順으로 나타났다.

漕艇競技場의 平均 pH는 pH 8.0±0.8~0.1±0.8로 나타났으며 7월에 RC 4 및 RC 5地點에서 pH 9.5를 나타내 가장 높았으며 2월에 pH 7.1로 가장 낮았는데 全體적으로 알칼리성을 나타내고 있다.

年平均 pH는 '87>'88>'86의 順으로 나타났다.

pH는 純水에서 25°C일 때 pH 7.0으로 中性이 되지만 溫度에 따라 變化하며 藻類의 繁殖 等に 하나의 除限要素가 될 수도 있다.<sup>7)</sup> 自然水는 대개 中性내지 약 알칼리성을 나타내는 것으로<sup>8)</sup> 알려져 있는데 本 調査에서도 3個 湖水 모두 알칼리성을 나타내었다.

藻類의 生長은 水中의 無機炭素인 CO<sub>2</sub>가 藻類의 光合成作用中에 炭素源으로 利用됨으로써 酸性가스인 CO<sub>2</sub>를 減少시켜 pH를 上昇시키는 要因으로 作用하는데<sup>17)</sup> 漕艇湖에서 모두 Chlorophyll-a의 濃度 減少와 더불어 pH값이 작년에 비해 낮은 것으로 나타났다.

統計적으로 세 湖水 모두 有意水準 1% 以下에서 水溫과의 사이에서  $r_{SE}=0.87$ ,  $r_M=0.69$ ,  $r_{RC}=0.81$ 의 상관성을 나타내고 있으며 Chlorophyll-a와의 사이에서 石村湖水 및 漕艇競技場에서 有意水準(P)<0.01로  $r_{SE}=0.51$  및  $r_{RC}=0.63$ 으로 나타났고 夢村湖에서는  $p<0.05$ 로  $r_M=0.30$ 으로 나타났다.

**營養鹽類(Total-Nitrogen, Phosphate-Phosphorus)**: 石村湖의 T-N의 地點別 平均濃度는 0.475±0.302~0.575±0.236mg/l로 나타났으며 11월에 SE 5 地點에서 1.160mg/l로 가장 높게 나타났고 4월의 SE 4地點에서 0.126mg/l로 가장 낮게 나타났다. 大部分의 地點에서 11월에 높게 나타났으며 5월과 7월에 낮은 濃도를 나타냈다.

PO<sub>4</sub>-P의 地點別 平均濃度는 0.027±0.024~0.069±0.100mg/l로 나타났으며 1월에 SE5地點에서 0.289mg/l로 가장 높은 값을 나타냈고 1월과 2월의 몇 地點에서 0.000mg/l로 나타났으며 5월에 다소 높은 濃도를 2월 7월 및 9월에 낮은 傾向을 나타내었다.

夢村湖의 地點別 T-N의 平均 濃度範圍는 0.426±0.232~1.234±1.193mg/l으로 나타났으며 12월의 M6 地點에서 3.146mg/l로 가장 높았고 10월의 M2地點에서 0.136mg/l로 가장 낮았는데 그 濃度差異가 3.010mg/l에 달했다. 大體적으로 6월, 11월 및 12월에 높은 濃도를 나타내었고 10월에는 낮았다.

PO<sub>4</sub>-P의 地點別 平均濃度는 0.021±0.013~0.201±0.355mg/l로 나타났으며 9월의 M6地點에서 가장 낮은 濃도를 나타내었는데 大體적으로 10월에 높은 濃도를 5월~9월에 낮은 濃도를 나타내고 있다.

漕艇競技場의 地點別 T-N의 平均濃度範圍는 0.308±0.129~0.369±0.149로 나타났으며 11월의 RC3地點에서 0.708mg/l로 가장 높았고 1월의 RC1, 地點에서 0.111mg/l로 가장 낮은 濃도를 나타내었으며 月別로는 2월, 9월 및 11월에 높은 濃도를 4월, 7월 및 10월에 낮은 濃도를 나타내고 있다.

PO<sub>4</sub>-P의 地點別 平均濃度는 0.012±0.010~0.020±

**Table 3. Analysis of the Monchon lake**

Sits	Month Item	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mean
		<hr/>												
T.W (°C)	M1	--	--	--	--	16.5	28.4	--	28.0	26.5	16.0	12.0	3.3	18.6± 9.4
	M2	--	--	--	--	16.5	28.3	--	28.0	26.5	16.0	12.0	3.3	18.6± 9.4
	M3	--	--	--	--	16.5	28.5	--	28.5	26.5	16.0	12.0	3.3	18.7± 9.5
	M4	--	--	--	--	16.5	28.3	--	28.0	27.0	16.0	12.0	3.3	18.7± 9.5
	M5	--	--	--	--	16.5	28.0	--	28.0	27.0	16.0	12.0	3.3	18.6± 9.4
	M6	--	--	--	--	16.5	28.2	--	28.0	26.5	16.0	12.0	3.3	18.6± 9.4
	Mean	--	--	--	--	16.5	28.2	--	28.0	26.6	16.0	12.0	3.3	18.6
<hr/>														
pH	M1	--	--	--	--	8.0	8.6	--	8.3	9.2	8.6	7.8	7.4	8.2± 0.5
	M2	--	--	--	--	8.8	8.8	--	8.3	9.3	8.7	8.1	7.5	8.5± 0.5
	M3	--	--	--	--	9.3	8.7	--	8.4	9.3	8.8	8.2	7.5	8.6± 0.6
	M4	--	--	--	--	9.4	8.7	--	8.5	9.4	8.8	8.2	7.5	8.6± 0.6
	M5	--	--	--	--	9.1	8.9	--	8.8	9.5	9.1	8.2	7.5	8.7± 0.6
	M6	--	--	--	--	8.7	9.3	--	8.8	9.6	9.5	8.2	7.4	8.7± 0.7
	Mean	--	--	--	--	8.8	8.8	--	8.5	9.3	8.9	8.1	7.4	8.5
<hr/>														
Total Alkali- nity (mg/l)	M1	--	--	--	--	64	58	--	48	36	42	48	50	49 ± 9
	M2	--	--	--	--	58	51	--	50	34	44	46	50	47 ± 7
	M3	--	--	--	--	44	53	--	51	32	42	50	51	46 ± 7
	M4	--	--	--	--	42	54	--	46	32	42	48	46	44 ± 6
	M5	--	--	--	--	52	56	--	46	34	42	52	45	46 ± 6
	M6	--	--	--	--	58	44	--	42	40	40	52	53	47 ± 7
	Mean	--	--	--	--	53	52	--	47	34	42	49	49	46
<hr/>														
SS (mg/l)	M1	--	--	--	--	1.0	6.4	--	9.2	20.4	4.8	2.8	1.6	6.6± 6.7
	M2	--	--	--	--	1.0	5.6	--	10.0	14.4	6.8	4.8	2.4	6.4± 4.5
	M3	--	--	--	--	0.5	10.4	--	20.4	18.4	16.8	6.0	3.2	10.8± 7.8
	M4	--	--	--	--	2.0	12.8	--	22.0	18.8	18.8	9.2	1.4	12.1± 8.2
	M5	--	--	--	--	2.0	17.6	--	34.4	32.4	18.4	14.4	1.6	17.2± 12.9
	M6	--	--	--	--	2.0	4.4	--	57.2	27.2	34.0	20.8	2.4	21.1± 20.4
	Mean	--	--	--	--	1.4	9.5	--	25.5	21.9	16.6	9.6	2.1	12.3
<hr/>														
DO (mg/l)	M1	--	--	--	--	9.4	10.9	--	8.8	13.2	10.3	12.2	12.9	11.1± 1.7
	M2	--	--	--	--	12.1	10.7	--	9.0	13.3	10.4	12.0	12.8	11.4± 1.5
	M3	--	--	--	--	17.0	10.8	--	9.4	13.8	10.0	12.0	12.9	12.2± 2.6
	M4	--	--	--	--	14.8	9.5	--	9.4	14.0	9.8	12.4	13.0	11.8± 2.2
	M5	--	--	--	--	12.6	9.9	--	11.0	14.2	11.0	13.8	12.8	12.1± 1.5
	M6	--	--	--	--	11.4	11.2	--	13.0	15.1	12.5	14.4	13.0	12.9± 1.4
	Mean	--	--	--	--	12.8	10.5	--	10.1	13.9	10.7	12.8	12.9	11.9
<hr/>														
BOD (mg/l)	M1	--	--	--	--	1.8	3.2	--	1.6	3.9	1.9	3.1	3.3	2.6± 0.9
	M2	--	--	--	--	3.2	3.4	--	1.9	3.3	2.0	2.8	3.4	2.8± 0.6
	M3	--	--	--	--	3.6	3.2	--	1.7	3.3	2.8	2.0	3.0	2.8± 0.7
	M4	--	--	--	--	3.3	4.5	--	2.3	2.9	3.0	2.9	2.9	3.1± 0.6
	M5	--	--	--	--	2.6	4.9	--	2.4	3.9	3.9	4.8	3.2	3.6± 0.9
	M6	--	--	--	--	1.8	4.7	--	3.0	3.9	4.9	5.3	4.3	3.9± 1.1
	Mean	--	--	--	--	2.7	3.9	--	2.1	3.5	3.0	3.4	3.3	3.1

Item	Month Site	Month												Mean
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
COD (mg/l)	M1	--	--	--	--	5.4	5.8	--	6.3	5.6	3.2	3.8	3.4	4.7± 1.2
	M2	--	--	--	--	5.2	6.0	--	6.3	5.6	3.8	3.6	3.2	4.8± 1.2
	M3	--	--	--	--	5.2	6.0	--	7.2	5.6	4.4	3.4	3.2	5.0± 1.4
	M4	--	--	--	--	6.6	6.2	--	6.8	5.4	4.2	3.8	3.4	5.2± 1.4
	M5	--	--	--	--	6.6	7.4	--	13.0	5.4	6.4	4.0	3.8	6.6± 3.0
	M6	--	--	--	--	6.4	9.6	--	7.3	5.2	11.4	4.8	3.8	6.9± 2.7
	Mean	--	--	--	--	5.9	6.8	--	7.8	5.4	5.5	3.9	3.4	5.5
Total Hardness (mg/l)	M1	--	--	--	--	74	86	--	64	56	64	74	70	69 ± 9
	M2	--	--	--	--	88	58	--	66	42	56	92	66	66 ± 17
	M3	--	--	--	--	60	58	--	62	46	64	60	68	59 ± 6
	M4	--	--	--	--	70	64	--	64	42	60	80	62	63 ± 11
	M5	--	--	--	--	72	68	--	64	48	68	102	62	69 ± 16
	M6	--	--	--	--	84	56	--	66	60	74	116	84	77 ± 20
	Mean	--	--	--	--	74	65	--	64	49	64	87	68	67
Chloro- hyll-a (mg/m <sup>3</sup> )	M1	--	--	--	--	nd	10.003	--	3.650	9.410	6.480	3.900	4.700	5.449± 3.497
	M2	--	--	--	--	nd	7.794	--	4.520	8.850	6.640	4.000	3.300	5.014± 3.012
	M3	--	--	--	--	0.698	9.774	--	5.220	8.290	6.560	4.500	nd	5.006± 3.648
	M4	--	--	--	--	nd	20.754	--	9.830	6.950	16.200	5.400	nd	8.447± 7.828
	M5	--	--	--	--	nd	16.710	--	17.000	7.220	9.960	19.800	0.500	10.170± 8.039
	M6	--	--	--	--	nd	36.282	--	53.740	16.540	40.720	36.200	4.200	26.811± 20.133
	Mean	--	--	--	--	0.120	16.890	--	15.660	9.540	14.430	12.300	2.120	10.149
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	M1	--	--	--	--	nd	nd	--	0.179	0.045	0.074	0.029	0.037	0.052± 0.061
	M2	--	--	--	--	nd	0.008	--	0.020	0.013	0.047	0.017	0.051	0.022± 0.019
	M3	--	--	--	--	nd	0.012	--	0.028	0.018	0.040	0.033	0.019	0.021± 0.013
	M4	--	--	--	--	0.050	0.076	--	0.031	0.004	0.074	0.014	0.019	0.038± 0.028
	M5	--	--	--	--	nd	0.016	--	0.020	0.014	0.050	0.023	0.033	0.022± 0.157
	M6	--	--	--	--	nd	0.040	--	0.021	0.991	0.220	0.096	0.042	0.201± 0.355
	Mean	--	--	--	--	0.010	0.030	--	0.050	0.180	0.080	0.040	0.030	0.059
Total Nitrogen	M1	--	--	--	--	0.391	0.731	--	0.363	0.406	0.253	0.747	0.565	0.493± 0.190
	M2	--	--	--	--	0.443	0.511	--	0.345	0.385	0.136	0.648	0.589	0.436± 0.170
	M3	--	--	--	--	0.291	0.522	--	0.448	0.147	0.213	0.535	0.827	0.426± 0.232
	M4	--	--	--	--	0.350	0.470	--	0.549	0.348	0.271	0.549	0.983	0.502± 0.236
	M5	--	--	--	--	0.379	0.825	--	0.361	0.264	0.178	2.202	1.427	0.805± 0.753
	M6	--	--	--	--	0.631	0.555	--	0.758	0.398	0.373	2.783	3.146	1.234± 1.193
	Mean	--	--	--	--	0.410	0.600	--	0.470	0.320	0.240	1.240	1.200	0.649

0.015mg/l로 나타났으며 3월의 RC3地點에서 0.076 mg/l로 가장 높았고 2월의 M1地點을 비롯한 11個地點에서 가장 낮은 값을 나타냈는데 大體적으로 12월에 높은 濃度를 나타냈다.

全體的으로 魏等<sup>8)</sup>이 榮山江 水系的 人工湖에서 調査한 것과 같이 PO<sub>4</sub>-P는 季節別 變化가 별로 없었으나

T-N의 濃度가 漕艇競技場을 除外하고는 12월에 높게 나타난 것이 特異하다.

Vollenweider<sup>18)</sup>는 湖水의 營養段階에서 營養鹽類의 富營養化基準値를 T-N : 0.5mg/l, T-P : 0.04mg/l로 定하였는데 石村湖 및 夢村湖는 年平均値가 이 基準을 넘어 富營養化狀態를 나타내었고 Forsberg와 Ryding



**Table 4.** Analysis of the Regatta course

Item	Month Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mean
		T.W (°C)	RC 1	2.8	1.0	8.0	11.5	17.0	22.0	26.0	29.0	24.8	16.0	8.8
	RC 2	2.8	-1.0	8.0	11.5	17.0	22.0	26.0	29.5	25.0	16.0	8.8	1.8	13.9±10.2
	RC 3	2.8	1.0	8.0	11.5	17.0	22.0	26.2	29.2	25.0	16.0	8.8	1.8	14.1± 9.9
	RC 4	2.8	1.0	8.0	11.5	17.0	22.0	26.0	29.0	25.3	16.0	8.8	1.8	14.1± 9.9
	RC 5	1.5	1.0	8.0	11.5	17.0	22.0	26.0	29.0	24.5	16.0	8.8	1.8	13.9± 9.9
	Mean	2.5	0.6	8.0	11.5	17.0	22.0	26.0	29.1	24.9	16.0	8.8	1.8	13.8
pH	RC 1	7.3	7.1	7.3	8.2	8.8	8.7	8.9	8.0	9.0	8.6	7.4	7.4	8.0± 0.7
	RC 2	7.3	7.1	7.3	8.0	8.8	9.0	8.9	8.0	9.0	8.5	7.5	7.3	8.0± 0.7
	RC 3	7.3	7.1	7.3	7.5	8.8	9.0	9.3	8.0	9.0	8.5	7.5	7.3	8.0± 0.8
	RC 4	7.3	7.1	7.3	7.5	8.8	9.0	9.5	8.0	9.0	8.7	7.5	7.3	8.0± 0.8
	RC 5	7.3	7.1	7.3	8.0	8.8	9.0	9.5	8.0	9.0	8.7	7.5	7.3	8.1± 0.8
	Mean	7.3	7.1	7.3	7.8	8.8	8.9	9.2	8.0	9.0	8.6	7.4	7.3	8.0
Total Alkalinity (mg/l)	RC 1	35	48	48	52	48	40	44	46	36	40	44	43	43 ± 4
	RC 2	41	40	40	54	49	42	44	46	38	40	46	45	43 ± 4
	RC 3	32	42	40	56	50	38	42	46	36	42	42	43	42 ± 6
	RC 4	39	40	42	42	51	38	40	44	36	40	44	41	41 ± 3
	RC 5	37	44	38	50	48	38	40	48	36	40	44	43	42 ± 4
	Mean	36	42	41	50	49	39	42	46	36	40	44	43	42
SS (mg/l)	RC 1	17.2	13.6	8.4	17.6	8.8	8.8	16.4	8.4	17.6	15.2	8.8	2.8	11.9± 4.8
	RC 2	12.0	5.6	10.0	28	7.6	7.6	20.4	8.0	18.8	16.0	5.6	2.4	11.8± 7.5
	RC 3	23.2	4.4	4.8	33.2	8.4	8.0	25.2	8.4	17.6	18.4	7.6	1.2	13.3± 9.9
	RC 4	24.8	13.6	10.0	18.8	8.8	8.4	17.2	6.4	16.8	12.8	12.4	0.4	12.5± 6.4
	RC 5	15.6	11.2	6.4	27.2	10.4	9.2	17.6	7.2	15.2	15.2	10.4	0.8	12.2± 6.6
	Mean	18.5	9.6	7.9	24.9	8.8	8.4	19.3	7.6	17.2	15.5	8.9	1.5	12.3
DO (mg/l)	RC 1	11.8	12.7	11.0	10.8	11.6	9.9	8.5	7.3	8.9	8.6	11.5	13.0	10.4± 1.8
	RC 2	12.6	12.2	11.0	9.8	11.6	10.3	8.6	7.3	9.1	9.6	11.8	13.0	10.5± 1.7
	RC 3	11.8	12.2	11.8	10.2	11.8	10.3	8.8	7.5	9.2	9.6	11.8	13.0	10.6± 1.6
	RC 4	12.0	12.6	11.4	9.6	11.8	10.1	9.6	8.0	9.2	9.7	11.6	13.2	10.7± 1.5
	RC 5	12.2	12.6	11.4	10.2	11.6	9.8	9.6	7.5	9.1	9.7	11.5	13.0	10.6± 1.6
	Mean	12.0	12.4	11.3	10.1	11.5	10.4	9.3	7.7	8.7	9.5	11.0	13.0	10.6
BOD (mg/l)	RC 1	3.0	5.0	3.8	5.2	3.5	3.2	4.1	1.0	2.0	2.0	2.3	2.3	3.1± 1.2
	RC 2	3.7	4.8	3.8	5.4	3.8	3.5	4.1	1.0	2.9	2.0	2.2	2.8	3.3± 1.2
	RC 3	3.0	4.6	3.8	5.0	3.4	3.7	4.1	1.0	2.9	2.3	2.4	3.5	3.3± 1.0
	RC 4	2.8	5.2	4.0	5.4	3.8	3.2	4.0	1.0	1.9	1.8	2.1	3.3	3.2± 1.3
	RC 5	3.8	5.2	3.8	6.0	3.6	3.7	4.1	1.0	2.5	1.8	2.0	2.8	3.3± 1.4
	Mean	3.2	4.9	3.8	5.4	3.6	3.4	4.0	1.0	2.4	1.9	2.2	2.9	3.2
COD (mg/l)	RO 1	5.6	7.6	4.6	7.6	5.4	6.8	6.8	5.4	7.8	6.6	4.2	4.2	6.0± 1.3
	RC 2	6.4	7.0	5.4	7.4	5.4	7.0	6.4	5.2	7.6	6.0	4.0	4.4	6.0± 1.1
	RC 3	6.0	6.8	5.8	8.2	5.2	6.4	6.2	5.5	7.4	6.2	3.8	5.2	6.0± 1.1
	RC 4	6.4	7.4	6.0	7.0	5.4	6.2	6.4	5.3	7.4	6.0	3.8	4.0	5.9± 1.1
	RC 5	5.8	7.4	5.0	7.8	5.2	6.6	6.2	5.4	7.6	6.2	4.0	4.0	5.9± 1.2
	Mean	6.0	7.2	5.3	7.6	5.3	6.6	6.4	6.3	7.5	6.2	3.9	4.3	6.0

Item	Month Site	Month												Mean
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Total Hard- mess (mg/l)	RC 1	46	54	62	84	76	54	52	68	54	58	80	59	62±12
	RC 2	50	54	52	84	62	51	52	66	52	66	84	57	60±12
	RC 3	40	46	50	74	62	46	50	62	50	66	80	58	57±12
	RC 4	42	46	48	74	58	46	48	68	50	78	80	66	58±13
	RC 5	44	42	48	68	64	45	46	64	50	72	80	58	56±12
	Mean	44	48	52	76	64	48	49	65	51	68	80	59	59
Chloro- phyll-a (mg/m <sup>3</sup> )	RC 1	0.792	nd	nd	1.736	10.672	17.700	5.540	3.490	2.000	9.780	2.300	1.900	4.659±5.408
	RC 2	0.698	0.698	nd	0.698	6.348	13.938	6.680	3.650	3.590	9.240	2.600	nd	—
	RC 3	nd	nd	nd	0.698	9.029	16.466	5.890	3.490	2.000	9.360	2.300	nd	4.102±5.177
	RC 4	0.745	nd	0.698	0.396	10.504	27.744	4.770	3.650	3.590	7.600	4.700	nd	5.366±7.772
	RC 5	nd	nd	nd	2.095	7.270	23.732	5.710	2.380	2.560	4.640	1.900	2.300	4.382±6.503
	Mean	0.450	0.140	0.140	1.120	8.760	19.920	5.720	3.330	2.750	8.120	2.760	0.840	4.504
PO <sub>4</sub> -P (mg/l)	RC 1	0.028	nd	0.032	0.014	0.010	0.021	0.016	0.016	0.021	0.012	0.029	0.032	0.019±0.009
	RC 2	nd	0.007	nd	0.011	0.040	0.011	0.010	0.028	0.001	0.003	0.025	0.028	0.014±0.013
	RC 3	nd	nd	0.076	0.014	nd	nd	0.020	0.020	0.016	0.007	0.038	0.029	0.018±0.022
	RC 4	0.006	nd	0.012	0.014	0.040	nd	0.012	0.008	0.009	0.007	0.021	0.019	0.012±0.010
	RC 5	nd	nd	0.008	0.021	0.032	0.014	0.025	0.051	0.013	0.011	0.025	0.042	0.020±0.015
	Mean	0.010	0.000	0.030	0.010	0.020	0.010	0.020	0.020	0.010	0.010	0.030	0.030	0.016
Total Nitro- gen (mg/l)	RC 1	0.111	0.608	0.448	0.253	0.270	0.395	0.379	0.405	0.255	0.243	0.593	0.478	0.369±0.149
	RC 2	0.129	0.401	0.273	0.220	0.273	0.217	0.276	0.388	0.401	0.140	0.570	0.418	0.308±0.129
	RC 3	0.134	0.404	0.381	0.302	0.371	0.332	0.197	0.419	0.464	0.241	0.708	0.344	0.358±0.145
	RC 5	0.118	0.425	0.381	0.139	0.341	0.230	0.194	0.399	0.552	0.256	0.534	0.390	0.329±0.43
	RC 5	0.232	0.553	0.338	0.352	0.294	0.193	0.139	0.366	0.482	0.358	0.479	0.381	0.347±0.121
	Mean	0.14	0.48	0.36	0.25	0.31	0.27	0.24	0.40	0.43	0.25	0.58	0.40	0.342

Table 5. Analysis of annual mean value in each lakes. \* : unit(mg/l)

Lake	Year	T.W (°C)	pH	DO* (saturated ratio)	T-N*	PO <sub>4</sub> -P*	BOD*	COD*	chlorophy ll-a (mg/m <sup>3</sup> )	SS*	T-A*	T-H*
Sukchon	'86	14.7	7.9	10.7 (105.8)	0.752	0.048	3.8	7.4	—	12.7	66.2	89.8
	'87	—	7.9	10.8 (106.5)	0.505	0.056	3.4	5.7	9.287	10.8	65.7	96.9
	'88	16.9	7.7	10.8 (115.0)	0.515	0.043	2.9	5.0	4.852	12.3	68.3	93.0
Mongchon Lake	'86	13.9	8.9	12.5 (119.4)	0.929	0.176	3.0	4.2	—	11.1	57.5	69.5
	'87	—	8.9	14.1 (133.8)	1.395	0.154	5.6	6.9	23.170	7.8	47.2	69.2
	'88	18.6	8.5	11.9 (130.3)	0.649	0.059	3.1	5.5	10.149	12.3	46.8	67.6
Regatta course	'86	12.9	7.9	11.1 (103.9)	0.296	0.082	2.3	3.5	—	7.8	45.0	51.4
	'87	—	8.4	11.3 (108.0)	0.444	0.051	2.7	4.4	7.640	7.7	37.7	53.3
	'88	13.8	8.0	10.6 (103.4)	0.342	0.016	3.2	6.0	4.504	12.3	42.6	59.1

이 Sweden 湖水에서 調査하여 제안한 評價基準에 따르면<sup>19)</sup> 夢村湖는 부영양상태(Eutrophic state)에 있고 나머지 2個 湖水는 중영양상태(Mesotrophic state)에 該當되었다.

Larry R. Bauman 等<sup>20)</sup>은 藻類의 生長을 除限하는 磷 및 無機窒素의 最低濃度를 0.01 및 0.03mg/l로 생각했으며 Mitsuru Sakamoto는<sup>21)</sup> N/P ratio에 대해  $9 < N/P < 15 \sim 17$ 인 湖에서는 藻類生長에 필요한 N 및 P가 거의 均衡을 이루고 있으며 영양염류의 增加에 따라 藻類도 增加하게 되는데 石村湖水(N/P ratio = 11.9) 및 夢村湖水(N/P ratio = 11)가 이 범위에 속하고 있으며  $15 \sim 17 < N/P$  ratio인 湖水에서는 P가 藻類生長의 除限因子가 되고 있으며 P의 增加에 따라 藻類가 增加하게 되는데 漕艇競技場(N/P ratio = 21.3)은 이 범위에 속하고 있는 것으로 나타났다.

BOD 및 COD : 石村湖水의 地點別 平均 BOD는  $2.8 \pm 0.8 \sim 3.1 \pm 1.0$ mg/l로 나타났으며 SE3地點이 가장 높았고 SE5地點이 가장 낮았다. 地點別, 採水日別로 보면 SE3地點(10월 13日)에서 5.2mg/l로 가장 높았으며 SE5地點(1월 15日)에서 1.3mg/l로 가장 낮았고 大部分의 地點에서 10월에 높은 濃度를 1월에 낮은 濃度를 나타냈다.

COD의 地點別 平均濃度는  $4.9 \pm 1.1 \sim 5.1 \pm 1.1$ mg/l로 나타났으며 SE1地點이 가장 높았고 SE5地點이 가장 낮았으며 地點別, 採水日別로는 SE1, SE2, SE3地點(10월 13日)에 7.4mg/l로 가장 높았고 SE5地點(3월 17日)에서 3.2mg/l로 가장 낮았다. 大體적으로 10월에 높은 濃度를 3월 및 11월에 낮은 濃度를 나타내었다.

夢村湖水의 地點別 平均 BOD濃度는  $2.6 \pm 0.9 \sim 3.9 \pm 1.2$ mg/l로 나타났으며 M6地點이 가장 높았고 M1地點이 가장 낮았는데 地點間 濃度差異가 1.3mg/l로 石村湖水보다 컸으며 11월의 M6地點에서 5.3mg/l로 가장 높았고 8월의 M1地點에서 1.6mg/l로 가장 낮았다. 大體적으로 6월이 높은 濃度를 8월에 낮은 濃度를 나타냈다.

COD의 地點別 平均濃度는  $4.7 \pm 1.2 \sim 6.9 \pm 2.7$ mg/l로 나타났으며 M6地點이 가장 높았고 M1地點이 가장 낮았는데 그 濃度差異는 2.1mg/l에 달했다. 8월의 M5地點에서 13.0mg/l로 가장 높았으며 12월의 M2 및 M3地點에서 3.2mg/l로 가장 낮은 濃度를 나타냈다.

漕艇競技場의 地點別 平均 BOD濃度는  $3.1 \pm 1.2 \sim 3.3 \pm 1.4$ mg/l로 나타났으며 RC1地點에서 가장 낮았고 RC5地點이 가장 높았는데 그 濃度差異는 0.2mg/l로 다른 2個 湖水에 비해 크지 않은 편이었다. 4월의 RC5地點에서 6.0mg/l로 가장 높은 濃度를 8월에 1.0mg/l

로 가장 낮은 濃度를 나타냈는데 大體적으로 2월 및 4월에 높은 傾向을 나타냈다.

COD의 地點別 平均濃度는  $5.9 \pm 1.2 \sim 6.0 \pm 1.3$ mg/l로 나타났으며 RC3地點에서 가장 높았고 RC5地點에서 가장 낮았는데 그 濃度差異는 0.1mg/l로 거의 差異가 없었다. 4월의 RC3地點에서 8.2mg/l로 가장 높은 濃度를 11월의 RC3 및 RC4地點에서 3.8mg/l로 가장 낮았다. 大體적으로 2월, 4월 및 9월에 높은 濃度를 3월, 5월, 8월 및 11월에 낮은 傾向을 나타내었다.

魏<sup>8)</sup> 등의 調査에 의하면 榮山江 水系에 位置한 人工湖에서 COD는 여름과 가을에 높고 겨울에서 봄 사이에 낮은 것으로 報告하였는데 夢村湖에서는 여름에 높고 가을에서 겨울사이에는 낮은 것으로 나타났다.

石村湖에서 COD와 BOD 및 Chlorophyll-a 사이에  $p < 0.01$ 에서  $r_B = 0.53$  및  $r_C = 0.46$ 의 상관성이 發見되었고 夢村湖에서는 COD와 SS 및 Chlorophyll-a 사이에서  $p < 0.01$ 水準으로  $r_S = 0.50$  및  $r_C = 0.49$ 의 상관성이 發見되었으며 漕艇競技場에서는 COD와 SS 및 BOD 사이에서  $p < 0.01$ 水準으로  $r_S = 0.62$  및  $r_B = 0.47$ 의 상관성이 있는 것으로 나타났는데 藻類는 물속에서 多量의 有機物質을 生成할 수 있고<sup>14)</sup> 또한 藻類는 SS를 유발하는 한 原因物質임으로<sup>22)</sup> COD와의 상관성을 나타내는 것으로 보인다. COD의 年平均濃度는 環境保全法<sup>11)</sup>의 水質環境基準으로 보면 3個 湖水 모두 上水原水 3級에 該當하는 것으로 나타났다.

Chlorophyll-a : 藻類에 含有되어 있는 Chlorophyll은 4種類(Chlorophyll-a, b, c 및 d) 정도 알려져 있으며 이중 Chlorophyll-a( $C_{55}H_{72}MgN_4O_6$ )는 모든 藻類에 含有되어 있어서 그 量을 測定함으로써 植物性 plankton의 現存量을 알 수 있다.<sup>5)</sup>

石村湖의 地點別 Chlorophyll-a의 平均濃度는  $4.048 \pm 5.811 \sim 5.052 \pm 6.146$ mg/m<sup>3</sup>로 나타났으며 SE3地點이 가장 높았고 SE1地點이 가장 낮았으며 9월의 SE2地點에서 21.760mg/m<sup>3</sup>로 가장 높게 나타났고 大體적으로 2월 및 4월에 낮은 값을 9월~11월에 높은 값을 나타내었다.

夢村湖水의 地點別 Chlorophyll-a의 平均濃度는  $5.006 \pm 3.648 \sim 26.811 \pm 20.133$ mg/m<sup>3</sup>로 나타났으며 M6地點이 가장 높았고 M3地點에서 가장 낮았는데 그 濃度差가 25.440mg/m<sup>3</sup>이나 되 다른 2個 湖水에 비해 地點間 濃度差異가 심한 편이었다. 8월의 M6地點에서 53.740mg/m<sup>3</sup>으로 가장 높은 濃度를 나타냈으며 大體적으로 1월에 낮은 濃度를 나타냈고 6월에 높은 濃度를 나타냈다.

漕艇競技場에서 地點別 平均濃度는  $4.011 \pm 4.326 \sim$

5.366±7.772mg/m<sup>3</sup>로 나타났으며 RC4 지점이 가장 낮고 RC2 지점이 가장 낮았다. 6월의 RC4 지점에서 27.744mg/m<sup>3</sup>으로 가장 높은 농도를 나타냈으며 5월, 6월 및 10월에 높은 농도를 1월~3월 및 12월에 낮은 농도를 나타내었다.

Chlorophyll-a의 富營養化段階基準는 US. EPA에서 10mg/m<sup>3</sup> 以上으로 정하였는데<sup>23)</sup> 石村湖에서는 9월과 10월에 夢村湖 및 漕艇競技場에서는 6월에 이 基準을 넘고 있어 여름철이 Chlorophyll-a의 높은 成長狀態임을 나타내고 있으며 특히 깊이가 얇은 호수에서 영양염류가 풍부할 때 부영양화가 쉽게 일어난다.<sup>21)</sup> 그런데 石村湖를 비롯한 3個 湖水 모두 최대 깊이가 3m내외이므로 부영양화의 가능성이 높은 상태이다. 統計的으로 石村湖에서는 Chlorophyll과 水溫, pH, T-N과의 사이에서 p<0.01의 水準으로 r<sub>T,w</sub>=0.43, r<sub>P</sub>=0.51 r<sub>N</sub>=0.43의 상관성을 나타냈으며 夢村湖에서는 p<0.05로 r<sub>T,w</sub>=0.31, r<sub>P</sub>=0.30의 상관성이 나타났고 漕艇競技場에서는 p<0.01로 r<sub>T,w</sub>=0.47, r<sub>P</sub>=0.63의 상관성이 있는 것으로 나타났다.

浮遊物質(SS) : 石村湖의 地點別 SS의 平均濃度는 11.090±9.945~13.609±10.084mg/l로 나타났으며 SE3 지점이 가장 높았고 SE5 지점이 가장 낮았으며 7월의 SE4 지점에서 40.000mg/l로 가장 높은 값을 3월의 SE4 지점 및 6월의 SE2 지점에서 2.400mg/l로 가장 낮은 값을 나타냈다.

夢村湖의 地點別 平均濃度 6.420±4.570~21.142±20.413mg/l로 나타났으며 M6 지점이 가장 높았고 M2 지점이 가장 낮았으며 8월의 M6 지점에서 57.200mg/l로 가장 높은 값을 5월의 M3 지점에서 0.5000mg/l로 가장 낮은 값을 나타냈는데 그 濃度差가 56.7mg/l에 달했다.

漕艇競技場의 地點別 平均濃度는 11.833±7.515~13.366±9.938mg/l로 나타났으며 RC3 지점이 가장 높았고 RC2 지점이 가장 낮았으며 4월의 RC3 지점에서 33.200mg/l로 가장 높은 값을 12월의 RC4 지점에서 0.4000mg/l로 가장 낮은 값을 나타내었다. 3個 湖水의 年平均 SS濃度를 環境保全法 水質環境基準과 比較해 보면 3個 湖水 모두 上水原水 3級以下의 水質에 該當되었으며 湖沼에서 透明度가 3m일 때 SS는 1mg/l로 되고 貧營養湖의 透明度는 5m 以上으로 나타나기 때문에 自然景觀保護의 湖沼水質은 SS 1mg/l 이하로 되는데<sup>5)</sup> 調査된 3個 湖水의 年平均 SS濃度는 12mg/l 以上으로 나타나 透明度가 不良한 것으로 나타났다. SS와 COD 사이에서 石村湖에서는 p<0.05로 r<sub>c</sub>=0.34의 상관성을 나타내었고 漕艇競技場 및 夢村湖에서는

p<0.01이로 r<sub>c</sub>=0.62 및 r<sub>c</sub>=0.50의 상관성을 나타내었다.

총알칼리도 및 총경도 : 石村湖에서 총알칼리도의 平均濃度는 67.1±15.3~70.4±17.9mg/l로 나타났으며 SE5 지점이 가장 높고 SE2 지점이 가장 낮았으며 3월의 SE3 지점에서 92.0mg/l로 가장 높은 값을 나타냈고 10월의 SE3 지점에서 42.0mg/l로 가장 낮은 값을 나타냈는데 各 地點間 濃度差異가 비교적 적었다. 人體的으로 1월~5월 및 11월에 높은 값을 6월~10월에 낮은 값을 나타내었다.

總硬度的 各 地點別 平均濃度는 91.0±16.9~96.0±17.9mg/l로 나타났으며 SE5 지점이 가장 높고 SE2 지점이 가장 낮았으며 4월의 SE1 지점에서 134.0mg/l로 가장 높은 값을 10월의 SE2 지점에서 가장 낮은 값을 나타내었다. 人體的으로 4월에 높은 값을 9월~10월에 낮은 값을 나타냈다.

夢村湖에서 총알칼리도의 各 地點別 平均濃度는 44.2±6.7~49.4±9.3mg/l로 나타났으며 M1 지점이 가장 높고 M4 지점이 가장 낮았다. 5월의 M1 지점에서 64.0mg/l로 가장 높은 값을 나타냈고 9월의 M3 및 M4 지점에서 32.0mg/l로 가장 낮은 값을 나타냈다.

總硬度的 各 地點別 平均濃度는 59.7±6.8~77.1±20.3mg/l로 나타났으며 M6 지점이 가장 높고 M3 지점이 가장 낮았다. 11월의 M6 지점에서 116.0mg/l로 가장 높은 값을 나타냈고 9월의 M2 및 M4 지점에서 42.0mg/l로 가장 낮은 값을 나타내고 있다.

漕艇競技場에서 총알칼리도에 대한 地點別 平均濃度는 41.4±3.8~43.7±4.5mg/l로 나타났으며 RC2 지점이 가장 높고 RC4 지점이 가장 낮았다. 4월의 RC3 지점에서 56.0mg/l로 가장 높은 값을 나타내었고 1월의 RC3 지점에서 32.0mg/l로 가장 낮은 값을 나타내었는데 그 差異가 다른 3個 湖水가운데 가장 낮았다.

總硬度的 各 地點別 平均濃度는 56.7±12.6~62.2±12.1mg/l로 나타났으며 RC1 지점이 가장 높고 RC5 지점이 가장 낮았다. 4월의 RC1 및 RC2 지점에서 84.0mg/l로 가장 높은 값을 나타냈고 1월의 RC3 지점에서 40.0mg/l로 가장 낮은 값을 나타냈다.

統計的으로 볼 때 총알칼리도와 總硬度 및 pH 사이에 石村湖에서는 p<0.01로 r<sub>H</sub>=0.84, r<sub>P</sub>=-0.74 夢村湖에서는 r<sub>H</sub>=0.60 r<sub>P</sub>=-0.51 및 漕艇競技場에서는 r<sub>H</sub>=0.60의 상관성을 나타냈다.

3個 湖水는 종합적으로 湖水 水質環境基準에 의하면 上水原水 3級以下의 水質에 該當되었으며 영양염 단계에서는 中~富營養化段階에 該當되었고 올림픽 행사에 대비하기 위하여 호수 주변의 환경정비 및 물갈이 작업

과 인위적인 수로제거작업등으로 지난 해에 비해 全體的으로 水質이 개선된 것으로는 나타났으나 대체적으로 水深이 3개湖水 모두 3m 이하로 낮고 영양염도 풍부한 狀態임으로 부영양화의 가능성이 높은 것으로 예상되 이에 대한 주의를 기울여야 할 것으로 사료된다.

### 結 論

石村湖水, 夢村湖水 및 漕艇競技場의 水質에 대하여 理化學的 水質을 1988년 1월부터 12월까지 每月 1回 調査한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 對象湖水의 DO 年平均飽和率은 모두 100% 以上이었으며 年平均 DO 濃度는 10.6~11.9mg/l로 나타났다.

2. 3個 湖水의 月平均 pH는 7.7~8.5로 나타났으며 全體的으로 알칼리성을 나타내었다.

3. T-N의 범위는 石村湖水; 0.475±0.302~0.575±0.236(mg/l), 夢村湖水; 0.426±0.232~1.234±1.193 mg/l, 漕艇競技場; 0.308±0.129~0.369±0.149mg/l로 나타났으며 T-P의 경우는 石村湖水; 0.027±0.024~0.069±0.100mg/l, 夢村湖水; 0.921±0.013~0.201±0.355mg/l, 漕艇競技場; 0.012±0.010~0.020±0.015mg/l로 나타났다. T-N과 T-P 濃度에 따른 영양단계로 구분해 보면 3個 湖水는 中영양단계~부영양단계에 있는 것으로 나타났다.

4. BOD는 石村湖水; 2.8±0.8~3.1±1.0mg/l, 夢村湖水; 2.6±0.9~3.9±1.2mg/l, 漕艇競技場; 3.1±1.2~3.3±1.4mg/l로 나타났고 COD는 石村湖水; 4.9±1.1~5.1±1.1mg/l, 夢村湖水; 4.7±1.2~6.9±2.7mg/l, 漕艇競技場; 5.9±1.2~6.0±1.3 mg/l로 나타났다. 環境保全法 水質環境基準과 비교하여 BOD와 COD의 年平均濃度값은 3個 湖水 모두 上水原水 3級에 該當되는 것으로 나타났다.

5. Chlorophyll-a는 石村湖水; 4.048±5.811~5.052±6.146mg/m<sup>3</sup>, 夢村湖水; 5.006±3.648~26.811±20.133mg/m<sup>3</sup>, 漕艇競技場; 4.011±4.326~5.366±7.772 mg/m<sup>3</sup>으로 나타났다. 3個 湖水 모두 지난해에 비해 Chlorophyll-a의 濃度가 減少한 것으로 나타났다.

6. SS는 石村湖水; 11.0±9.9~13.6±10.0mg/l, 夢村湖水; 6.4±4.5~21.1±20.4mg/l, 漕艇競技場; 11.8±7.5~13.3±9.9mg/l로 나타났다.

7. 총알칼리도는 石村湖水; 67.1±15.3~70.4±17.9 mg/l, 夢村湖水; 44.2±6.7~49.4±9.3mg/l, 漕艇競技場; 41.4±3.8~43.7±4.5mg/l로 나타났으며 총경도는 石村湖水; 91.0±16.9~96.0±17.9mg/l, 夢村湖

水; 59.7±6.8~77.1±20.3mg/l, 漕艇競技場; 56.7±12.6~62.2±12.1mg/l로 나타났다.

### 億 考 文 獻

1. 韓商運, 呂寅學, 李鍾賢, 金吉植, 金雄秀, 金旻永: 서울시內 3個 人工湖水에 對한 理化學的 水質에 관한 研究, 서울시 保健環境研究所, p.201 (1986).
2. 姜熙坤, 呂寅學, 張榮珠, 金雄秀, 金旻永: 서울시內 3個 人工湖水에 對한 理化學的 水質에 관한 研究, 서울시 保健環境研究院, p.403 (1987).
3. 環境廳: 環境汚染公定試驗法, 水質分野 (1983).
4. JIS K. 0101: 工業用水試驗方法, 日本規格協會, p.116-126, 東京.
5. 日本藥學會: 衛生試驗法注解, 金原出版株式會社, 東京, (1986).
6. APHA-AWWA-WPCF: Standard method for the examination of water and waste water, 15th edition America Public Health Association p.141 (1985).
7. 申錫奉, 吳英敏: 水質管理, 公害對策社, p.148 (1984).
8. 魏仁善: 榮山江 水系에 築造된 1개 人工湖에 對한 陸水生態學的 研究, (1978).
9. 李弘根: 大清湖의 富營養化에 對한 調査研究, 서울대학교 保健大學院 「保健學論集」 제40호 p.62 (1981).
10. 崔義昭, 趙光明: 環境工學, 淸文閣, p.64 (1987).
11. 韓國公害管理研修院: 環境保全法, (1985).
12. 林警澤, 金秉煥: 生態學과 環境計劃, 東和技術, p.116-118, 1987.
13. (社)日本下水道協會: 下水試驗方法, p.105(1984).
14. 國立環境研究院: 藻類와 水質汚染, pp.125-128 (1986).
15. 朴宰光, 朴中鉉: 蠶室湖水의 水質豫測 및 富營養化現象 研究, 水道 20, pp.3~16 (1980).
16. 曹圭松: 都市下水에 의한 衣岩人工湖의 Eutrophie 現象, 春川教大論文集 10, pp.201-208, (1971).
17. 裴清鎭, 全在植, 崔漢英, 尹源庸, 朴相賢: 石村湖水의 營養鹽類 및 水質汚染의 動態에 관한 調査研究, 서울시보건환경연구소보 (1985).
18. Vollenweider, R.A.: Scientific fundamental of the eutrophication of lake and flowing waters with particular reference to nitrogen and phos-

- phorus as factors in eutrophication, Technical Report, DAS/CSI 68.27. OECD (1968).
19. C. Forsberg and S.O. Ryding: Eutrophication parameters and trophic state indices in 30 Swedish waste-receiving lake, Arch. Hydrobiol., 89, 189-207 (1980).
  20. Larry R. Bauman and Raymond A. Soltero: Limnological Investigation of Eutrophic Medical Lake, Washington, Northwest Science, Vol. 52, No. 2, pp.127-135, 1978.
  21. Mitsuru Sakamoto: Primary Production by Phytoplankton community in some Japanese lakes and its dependence on lake depth, water Research Laboratory, Faculty of Science, Nagoya University, pp.1-28, 1966.
  22. 朴永圭, 徐裕德, 金激鎭: 安東湖의 營養狀態에 관한 研究, JKSWPRC, Vol. 4, No. 2, pp.23-30, (1988).
  23. OECD: Eutrophication of Waters, Monitoring, Assessment and Control. (1982).
  24. A.M. Beeton and W.T. Edmondson; The Eutrophication Problem, Journal Fisheries Research Board of Canada, Vol. 29, No. 6, pp.673-675, 1972.