

## 石村湖의 營養鹽類 및 水質의 動態에 관한 調查研究

崔漢榮 · 金泰田 · 朴聖培\*

서울 保健專門大學  
\* 서울特別市 保健環境研究所

### A Study on the Variation of Nutrients and Water Quality in Suk Chon Lake

Han Young Choi · Tai Jeon Kim · Sung Bae Park\*

Seoul Health Junior College  
\*Seoul Metropolitan Government Institute of Health and Environment

#### Abstract

This study was performed to investigate a seasonal and vertical variation of the nutrients, water temperature, pH, DO, BOD, COD in Sukchon lake from May 1985 to Jan. 1986.

The results were as follows.

1. Vertical descent of water temperature was the remarkable situation on Jul. and difference between surface layer and bottom layer was 3.5°C.
2. The value of pH was average 8.0 in both lake. The value of pH in the winter was average 7.6, and Summer was average 8.3.
3. The contents of dissolved oxygen was the highest value (13.0mg/l) in surface layer on Jan. and the lowest value (8.1mg/l) in bottom layer on Ul.
4. The contents of PO<sub>4</sub>-P, NH<sub>3</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N and T-N were 0.03~0.17mg/l, 0.12~0.34mg/l, 0.36~0.91mg/l and 0.76~1.37mg/l, respectively.

#### I. 緒 論

石村湖는 강동구 잠실에 위치하고 東湖와 西湖가 水路로 연결되어 있다. 수심은 약 3~4.5 m 가량으로 비교적 얕으며 水源은 주로 漢江

水의 地下流入과 雨水 및 地下水에 依存하고 雨水 때에는 道路의 土沙와 有機物이 흘러들어와 쉽게 汚染받을 수 있는 위치에 있다.

湖水는 처음에 조성시는 營養염류나 水生生物의 量도 적어 水質에 별 영향을 끼치지 않지만 汚染물질이 계속 湖水로 流入되어 湖水의 자

정능력을 초과할 때 水質은 점차 악화되어 미생물의 증식에 영양소가 되는 N.P등이 축적됨으로서 결국 富營養湖로 변하며 藻類의 증식과 水質의 변화로 溶存酸素의 고장 및 악취의 발생은 물론 미관을 해쳐 湖水로서의 기능을 저하시킨다.<sup>1)</sup>

그러므로 湖水의 自靜作用과 富營養化 그리고 生態系에 미치는 物理的 化學的 및 微生物學的 研究가 많은 문헌에 의하여 소개되어 있으며 특히 국내에서는 李<sup>2)</sup>의 湖水內의 富營養化現象豫測에 관한 研究, 曹<sup>3)</sup>의 漢江水系의 人工湖에 대한 陸水學的研究 徐<sup>4)</sup>의 新築人工湖의 水質本態와 汚化進行 등 많은 研究가 報告되고 있다.

그러나 石村湖는 달리 이와 같은 水深이 깊고 큰 湖水와는 環境과 利用目的이 다르며, 아직까지 이에 대한 調査 報告가 없어 營養鹽類의 動態 및 汚染度를 파악코저 本 調査研究를 실시하여 몇가지 지견을 얻었기에 報告하는 바이다.

## II. 實驗方法

### 1. 試料採取

1985年 5月부터 다음해의 1월까지 季節別

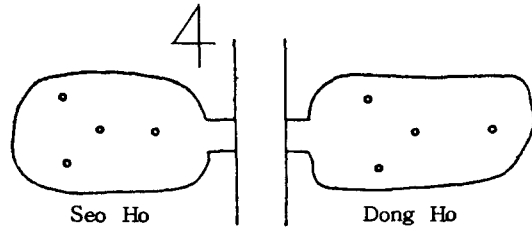


Fig. 1. Sampling sites

로 東湖, 西湖의 중앙을 지점으로 각각 모두 4개 지점에서 水層別로 表層 1.5m, 3m 및 低層에서 하이드로이드 採水器를 이용하며 採水하였다.(Fig.1 참조)

### 2. 測定方法

DO와 水溫은 채수현장에서 즉시 測定 하였고 pH는 pH meter (Horiba, F-5)를 사용하였고 水溫은 棒狀溫度計를 사용하였다.

DO, PO<sub>4</sub>-P, NH<sub>3</sub>-N, Total-N, BOD, COD는 環境汚染公定試驗法<sup>5)</sup> 및 日本 衛生試驗法注解<sup>6)</sup>에 준하여 測定하였다.

## III. 成績 및 考察

### 1. 水 溫

Table 1에서 보는 바와 같이 夏秀인 7월이

Table 1. Seasonal variation of water temperature and Do in Suckchon Lake

Depth	District	Dong Ho				Deo Ho			
		May	Jul.	Oct.	Jan.	May	Jul.	Oct.	Jan.
Surface	WT	19.0	26.5	18.0	3.2	19.5	26.5	17.3	3.2
	DO	9.0	8.2	8.8	13.0	9.0	8.3	8.5	13.0
1.5 m	WT	18.5	26.0	17.0	3.2	18.0	25.1	18.0	3.5
	DO	9.0	8.3	9.1	12.6	9.0	8.4	8.9	12.8
3 m	WT	17.7	24.0	17.0	3.5	19.0	23.9	17.8	3.5
	DO	8.8	8.2	8.9	12.6	8.8	8.4	9.1	12.6
Bottom	WT	17.3	23.0	17.0	4.0	18.7	23.5	17.0	3.7
	DO	8.7	8.1	8.7	11.3	8.8	8.2	8.8	11.5
Mean	WT	18.1	24.8	17.3	3.5	18.6	24.5	17.6	3.4
	DO	8.9	8.2	8.9	12.4	8.9	8.3	8.8	12.4

東湖, 西湖가 각각 24.8℃와 24.5℃로 가장 높았고 冬季인 1월이 3.5℃, 3.4℃로서 가장 낮았다.

수심별로도 東湖, 西湖의 7월이 사계절 중에서 水溫降下現象이 가장 현저하였고 東湖는 表層이 26.5℃, 1.5m와 3m의 中層은 25℃ 低層은 23℃로 表層과 低層의 水溫差는 3.5℃였다.

西湖에서도 表層은 26.3℃, 中層은 23.9~25.1℃, 低層은 23.5℃였으며 東湖보다는 水溫降下現象은 적었지만 表層과 低層의 水溫差는 2.8℃였다. 또한 冬節期인 1월은 양호에서 表層보다 低層이 조금 높았으며 5월과 10월은 표층과 저층의 水溫差가 약 1℃로 7월을 제외하고는 水深에 의한 水溫의 差는 크지 않았다. 이는 石村湖가 수심이 낮기 때문이며 5월과 10월은 수온의 差에 의한 層態는 形成되지 않는 것으로 史料된다.

## 2. pH

石村湖의 平均 pH는 동호가 8.0, 서호가 8.1로 알칼리성 이었으며 서호가 동호보다 약간 높았다. 동호의 5월 pH는 8.3 이었고, 7월에는 가장 높은 8.5였으나 10월에는 감소하여 7.9 이었고 1월은 년중 가장 낮은 7.6 이었다. 서호에서도 동호와 마찬가지로 5월은 8.3 이었고 7월은 8.6, 10월은 8.0, 1월은 7.6으로 그중 7월이 가장 높았으며 이는 하절기인 7월이 호수의 수온이 상승 함으로써 藻類의 生育이 활발하여 水中의 無機炭素인  $CO_2$ 가 藻類의 光合成作用에 의하여 炭素源으로 이용됨으로서 酸性가스인  $CO_2$  濃度의 감소로 pH가 上昇한 것으로 史料되며 이와 반대로 水溫이 낮은 1월, 2월은  $CO_2$ 의 이용이 줄어들어 pH가 낮은 것으로 생각된다.

水深別로는 서호의 7월이 표층과 저층의 pH差가 1로서 가장 컸으며 이때의 표층은 8.7로 가장 높았고 저층은 7.7로 年 평균 pH 8.0보다

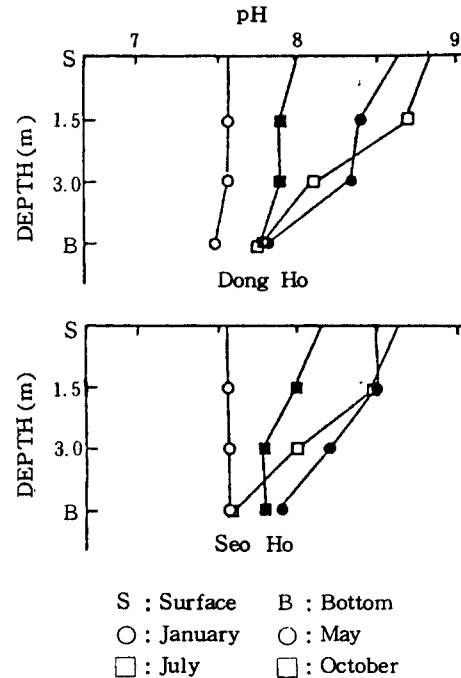


Fig. 2. Seasonal and vertical variation of pH.

낮았다. 동호에서도 이와 비슷한 결과였고 수심이 깊을수록 pH가 減少하는 現象을 볼 수 있었다(Fig.2).

曹<sup>7)</sup>는 春川근교 아침못에서 수심에 따라 pH의 成層現象이 심하였다고 報告하였는데 本 調査에서도 이와 같은 現象을 나타내었으며 低層의 pH는 바닥에 퇴적한 有機物의 혐기적 분해에 의한 유기산의 生成과 深層에서의 藻類 등의 呼吸作用에 의해 pH가 낮아진 것으로 생각된다.

## 3. DO

石村湖의 DO의 變代도 Table 1과 같으며 동호에서는 1월이 平均 12.4mg/l로 가장 높았고, 5월과 10월은 8.9mg/l, 8.8mg/l로 비슷하였으며 夏節期인 7월은 8.2mg/l로 가장 낮았다. 서호에서도 1월의 水溫이 3.4℃일 때 DO의 濃度가 12.4mg/l로 가장 높았으며

Table 2. Seasonal variation of  $PO_4 - P$  in Suckchcon Lake

District Depth	Dong Ho				Seo Ho			
	May	Jul.	Oct.	Jan.	May	Jul.	Oct.	Jan.
Surface	0.17	0.07	0.15	0.05	0.17	0.07	0.11	0.05
1.5	0.17	0.10	0.16	0.04	0.17	0.11	0.13	0.07
3 m	0.18	0.14	0.16	0.04	0.18	0.11	0.16	0.07
Bottom	0.28	0.14	0.20	0.03	0.30	0.18	0.18	0.03
Mean	0.21	0.11	0.17	0.04	0.21	0.12	0.15	0.06

이와 같이 수온이 낮은 冬節期에는 높고 夏節期는 낮은 것으로 보아 水中의 용존산소량은 수온에 의한 물리적 영향에 기인된 것으로 생각되며 趙登,<sup>8)</sup> 曹<sup>9)</sup>, 李登<sup>10)</sup>의 湖水나 저수지에서는 수온의 변화에 따라 DO의 농도가 변화한다는 보고와 일치하였다.

수심별로는 7月の 서호 표층이 수온 25.5℃일때 8.0mg/l로 년중 가장 낮았으며 1月の 표층이 3.2℃일때 13.0mg/l로 년중 가장 높은 결과를 보였고 5月과 10月은 각각 8.5mg/l와 9.0mg/l로 표층에서 계절별 변화가 가장 심함을 볼 수 있었다. 이는 大氣의 溫度 및 바람의 영향인 것으로 생각된다. 수심 1.5m와 3m의 中層에서는 표층과 비교하면 오히려 표층보다 높은 경향을 보였으며 저층에서는 다소 낮았다. 그러나 水溫에 의한 용존 산소의 溶解度에 의하면 水深에 관계없이 두 湖水는 전체적으로 飽和되어 있었다.

#### 4. $PO_4 - P$

$PO_4 - P$ 의 농도는 Table 2와 같았다. 동호에서는 5月이 0.21mg/l로 가장 높았고 7月은 雨期의 영향으로 0.11mg/l로 감소하였다가 雨期가 끝나고 水質의 安定期인 10月은 0.17mg/l로 다시 증가하였고 1月에는 다시 감소하여 0.04mg/l로 四季節中 가장 낮았다.

서호에서도 5月の 年평균농도가 0.21mg/l로 동호와 같았으며 1月이 0.06mg/l로 가장 낮았다. 동호의 水層別  $PO_4 - P$ 의 농도는 5

月の 표층이 0.17mg/l였고 1.5m와 3m의 中層에서는 0.17mg/l, 0.18mg/l로 표층과 비슷하였으나 低層은 0.28mg/l로 갑자기 증가하였다. 7月과 10月の 수층별 농도도 5月과 비슷한 비율로 증가하였으나 1月은 이와는 달리 표층이 0.05mg/l로 가장 높았고, 中層과 低層은 0.04mg/l와 0.03mg/l로 수심이 깊을수록 감소하는 경향을 보였다. 서호의 수층별  $PO_4 - P$ 농도는 5月の 표층이 0.17mg/l로 동호와 같았고 1.5m와 3m의 中層은 0.17~0.18mg/l로 역시 동호와 같은 결과였으며 저층은 년중 가장 낮은 0.03mg/l였다. 이와 같은 수심과 季節에 따른 농도의 變化는 바닥에 침전된 유기물의 水中微生物에 의한 分解 兩水로 流入된 인산의 水下침전<sup>10)</sup> 그리고 수층의 對流作用에 기인된 것으로 사료된다.

#### 5. $NH_3 - N$

Table 3에서 보는 바와 같이 동호는 5月이 0.25mg/l였으며 7月에는 점차 감소하여 0.19mg/l였으나 10月은 다시 증가하여 년중 가장 높은 0.30mg/l를 나타내었고 1月은 가장 낮은 0.16mg/l였다.

서호도 10月이 0.30mg/l로 가장 높았고 1月은 0.15mg/l로 동호와 거의 같은 결과였으며, 수층별로는  $NH_3 - N$ 도  $PO_4 - P$ 과 마찬가지로 水深이 增加할 수록  $NH_3 - N$ 의 농도도 증가하는 경향이었고 대체로 5月과 10月の 순환기가 夏節期인 7月보다 높은 결과를

Table 3. Seasonal and vertical variation of inorganic nitrate and total nitrogen in Sukchon Lake

Depth	District	Dong Ho				Seo Ho			
		May	Jul.	Oct.	Jan.	May	Jul.	Oct.	Jan.
Surface	NH <sub>3</sub> - N	0.23	0.10	0.21	0.21	0.21	0.12	0.20	0.12
	NO <sub>3</sub> - N	0.62	0.60	0.44	0.36	0.59	0.64	0.51	0.49
	T - N	0.98	0.95	0.96	0.74	1.01	0.92	0.99	0.68
1.5m	NH <sub>3</sub> - N	0.21	0.19	0.29	0.15	0.25	0.17	0.25	0.15
	NO <sub>3</sub> - N	0.74	0.77	0.64	0.48	0.70	0.79	0.68	0.53
	T - N	1.06	1.03	1.04	0.76	1.30	1.04	1.28	0.65
3m	NH <sub>3</sub> - N	0.25	0.21	0.32	0.18	0.31	0.24	0.26	0.16
	NO <sub>3</sub> - N	0.75	0.81	0.83	0.41	0.65	0.77	0.72	0.42
	T - N	1.11	1.04	1.18	0.76	1.29	1.08	1.31	0.78
Bottom	NH <sub>3</sub> - N	0.31	0.26	0.38	0.20	0.55	0.38	0.48	0.20
	NO <sub>3</sub> - N	0.75	0.79	0.84	0.49	0.68	0.75	0.80	0.41
	T - N	1.12	1.07	1.25	0.76	1.37	1.19	1.34	0.79
Mean	NH <sub>3</sub> - N	0.25	0.19	0.30	0.16	0.28	0.23	0.30	0.15
	NO <sub>3</sub> - N	0.74	0.77	0.69	0.46	0.67	0.76	0.68	0.46
	T - N	1.07	0.96	1.11	0.76	1.24	1.04	1.23	0.73

보였으며 1月の水溫이 낮고 雨水나 地下水를 통한 有機物の 湖水內 流入과 微生物에 의한 分解가 가장 적은 1月이 東湖, 西湖가 각각 0.16mg/l 와 0.15mg/l 로 가장 낮았다.

#### 6. NO<sub>3</sub> - N

동호에서의 NO<sub>3</sub> - N 농도는 수온이 높은 7月이 0.77mg/l 로 가장 높았으며 水溫이 낮아지는 10月에는 0.69mg/l 로 감소하였으며 1月の 동절기는 0.46mg/l 로 가장 낮았다. NO<sub>3</sub> - N도 NH<sub>3</sub> - N와 같이 水溫이 높고 微生物의 活動이 왕성한 夏節期에 濃度가 增加하였다. 서호도 동호와 같은 결과였고 水層別로는 表層에서 中層으로 갈수록 增加하였고 低層에서는 中層과 비슷하였지만 西湖에서 10月에는 低層에서 中層보다 다소 높은 결과를 보였다. 이와같은 現象은 NH<sub>3</sub> - N를 에너지원으로 利用하는 微生物이 表層보다는 中層과 低層이 NH<sub>3</sub> - N

의 농도가 높아 수심이 깊은 곳에서 더 활발한 때문인 것으로 사료된다. 또한 대체로 NH<sub>3</sub> - N가 높을 때는 NO<sub>3</sub> - N가 낮고, NO<sub>3</sub> - N가 높을 때는 NH<sub>3</sub> - N가 낮은 것으로 보아 이 둘 두 無機窒素鹽은 산화환원의 可逆的 關係에 있는 것으로 생각된다.

#### 7. Total - N

Total-N는 Table 3에서 보는 바와 같이 季節別 水層別로 대체로 비슷한 結果로 나타났으며 水深의 깊이에 따라 농도의 증가를 볼 수 있었다. 최대치는 西湖의 5月이 平均 1.24mg/l 로 가장 높았고 1月이 0.73mg/l 로 가장 낮았다. 그러나 Sawyer<sup>13)</sup>의 보고에 의하면 湖水內의 Total-N의 농도가 0.3mg/l 를 상회하고 PO<sub>4</sub> - P의 농도가 0.03mg/l 이상이면 그 湖水는 富營養化된 湖水라고 報告한 바 있으며 이 報告에 依하면 石村湖는 年中 富營養化된

Table 4. Seasonal and vertical variation of BOD, COD in Sukchon Lake

depth	District	Dong Ho			Seo Ho				
		May	Jul.	Oct.	Jan.	May	Jul.	Oct.	Jan.
BOD	Surface	14.2	12.0	9.2	6.4	11.4	13.1	8.3	5.5
	1.5m	12.7	12.6	9.4	7.2	13.6	14.7	8.6	10.7
	3m	12.7	12.3	8.5	10.1	12.7	15.3	8.6	11.0
	Bottom	15.1	16.5	15.2	11.6	14.2	18.5	10.6	12.9
	Mean	13.7	13.4	10.6	8.8	12.8	15.4	9.3	10.0
COD	Surface	12.6	10.0	8.7	7.2	9.6	11.2	8.0	7.5
	1.5m	10.4	10.1	9.2	8.1	11.1	12.5	8.3	8.8
	3m	10.4	11.3	8.8	8.7	10.8	13.2	8.6	8.2
	Bottom	13.2	14.6	14.3	8.5	12.9	16.4	9.5	8.8
	Mean	11.7	11.5	10.	8.1	11.1	13.3	8.8	8.3

상태에 있는 것으로 사료된다.

#### 8. BOD

동호의 최대치는 5월이 13.7mg/l로 가장 높았고 7월, 10월, 1월이 각각 13.4mg/l, 10.6mg/l, 8.8mg/l로 점차 감소하였으며水深에 따른 垂直變化는 뚜렷하지는 않았지만 低層에서 갑자기 증가하는 경향을 보였다. 西湖는 5월이 12.7mg/l로 가장 낮았으나 7월에는 증가하여 15.5mg/l로 계절중 가장 높았고 10월과 1월은 동호에서와 같이 감소하였으며 최대치에 있어서 동호와 서호가 서로 달랐다 (Table 4).

이러한 결과로 보아 水質의 安定期인 5월은 동호가 높았으나 雨期인 7월에는 西湖가 높은 것으로 보아 雨水와 함께 流入된 有機物等 汚染物質이 동호를 거쳐 西湖로 排出됨으로서 西湖에 침적되어 西湖의 水質이 7월에 惡化된 때 문일 것으로 사료된다.

#### 9. COD

COD의 變化도 BOD와 마찬가지로 表層과 中層의 變化가 뚜렷하지 않았으며 低層에서만 높은 결과를 나타내었다. 季節別로도 동호는

5월이 11.7mg/l로 가장 높았고 西湖는 7월이 가장 높았으며 BOD가 증가하면 COD도 증가하는 경향을 보였다.

### IV. 結 論

1985年 5월부터 다음해 1월까지 季節別로 表層, 1.5m, 3m 및 低層에서 採水하여 營養監類의 含量과 水溫, DO, pH, BOD, COD를 測定한 結果들을 요약하면 다음과 같다.

1. 水溫은 氣溫과 水深에 따라 變動하였으며 垂直降下 現象은 동호, 서호의 7월이 가장 현저하였고 表層과 低層과의 水溫差는 각각 3.5℃, 2.8℃였다.

2. pH는 兩湖에서 동절기는 수층에 관계없이 7.6이었다. 하절기는 평균 8.3이었고 년평균 pH는 8.0 이상으로 년중 알카리성이었다.

3. DO는 水溫이 上昇하면 감소하는 경향을 보였으며 1월의 동호, 서호 표층이 水溫 3.2℃일때 13.0mg/l로 가장 높았고 7월이 동호의 저층에 23℃일때 8.1mg/l, 서호의 저층에 23.5℃일때 8.2mg/l로 가장 낮았다.

4. 營養監類中 PO<sub>4</sub>-P는 兩湖에서 0.03~

0.17mg/l 이었고, NH<sub>3</sub>-N와 NO<sub>3</sub>-N는 각각 0.12~0.34mg/l, 0.36~0.81mg/l, Total-N는 0.76~1.37mg/l로 년중 富營養化된 狀態에 있었다.

5. BOD와 COD는 동호에서는 5월이 각각 13.7mg/l, 11.7mg/l로 가장 높았고 西湖는 7월이 15.4mg/l와 13.3mg/l로 가장 높았으며 BOD가 上昇하면 COD도 증가하였다.

### 參 考 文 獻

1. 崔義昭, 趙光明 : 環境工學, 淸文閣, 1983.
2. 李燐基 : 湖水內的 富營養化現象 豫測에 관한 研究, 韓國陸水學會誌, 10, 1, pp. 15~23, 1977.
3. 曹圭松 : 漢江水系의 3個 人工湖에 대한 陸水學의 研究, 韓國陸水學會誌, 1, pp. 25~32, 1968.
4. 徐華中 : 新築人工湖의 水質本態와 汚染化 進行에 관한 衛生學의 研究, 韓國陸水學會誌, 11, 4, pp. 67~79, 1978.
5. 環境汚染公定試驗法, 環境廳.
6. 日本衛生試驗法注解, 金성출판사, 1983.
7. 曹圭松 : 春川湖, 衣岩湖 및 아침못의 陸水學의 比較研究, 韓國陸水學會誌, 4, 1, pp. 27~42, 1971.
8. 趙顯英, 洪思澳 : 貯水池의 陸水學의 研究, 韓國陸水學會誌, 1, 4, pp. 1~5, 1970.
9. 李海金, 洪思澳 : 衣岩湖의 理化學的 水質 變動에 관한 陸水學의 研究, 韓國陸水學會誌, 8, 1, pp. 37~49, 1975.
10. Larry M. Antosch: Phosphorus Management to Protect Lack Water Quality, Water Resources Bulletin, 20, 1, p. 23-26, 1984.
11. Sawyer, C.N.: Stream Pollution Some New Aspect of Phosphates in Relation to Lake Ferdilization, Sewage and ind, Wates, 24, 6, p. 768, 1952.