

## 장자못의 富榮養化에 관하여

李 鏡·嚴圭白·權寧命  
(서울대학교 自然科學大學 植物學科)

### On the Eutrophication in the Lake Changja

Lee, Kyung, Kyu Baek Uhm and Young Myung Kwon  
(Dept. of Botany, College of Natural Science, Seoul National University, Seoul)

#### ABSTRACT

The process of eutrophication was studied in the lake Changja from November in 1974 to May in 1975.

The stratification of water temperature was going to be formed in April and the content of dissolved oxygen varied a little but it was almost zero from January. Total phosphorus was increased very rapidly in February but total nitrogen and carbohydrate-like substances were increased a little during the experimental period. The amount of chlorophyll-*a* varied from 127 mg/m<sup>2</sup> to 717 mg/m<sup>2</sup> with maximum value occurring in January. This phenomenon was an evidence that chlorophyll-*a* and total phosphorus were correlated each other. The numbers of colony of the coliform bacteria in point A was 10 times more than in point B. In conclusions, the lake Changja is a very eutrophic and the ecological equilibrium of the lake can not be recovered as far as origin of pollution is erased out.

장자못에 대한 그동안의 生態學的研究結果에 依하면 근래에 이르러 本湖沼는 相當히 富榮養化가 進展되어 감을 알 수 있다(嚴·洪, 1969; 嚴·金, 1974). 특히 최근에는 湖沼週邊에 形成된 汚染源\*에 依하여 장자못이 富榮養化段階를 지나서 부패化현상에 들어섰음을 인식하게 한다. 著者들은 이와같은 環境에 처해있는 장자못의 生態學的 調查를 실시하여 富榮養化의 進行과 汚染의 程度를 究明해 보았다.

大部分의 調查는 point A에서 실시하였으며, point B, C, D (Fig. 1)에서의 調查結果는 比較值로 使用하였다. 採水한 試水는 곧 實驗室에 옮겨와 Millipore filter(0.8 $\mu$ )로 여과한후 分析에 使用하던가 또는 병등

보관한후 사용하였다.

水溫, pH, 透明度 등의 測定은 각각 현지에서 실시하였고, 溶存酸素量은 현지에서 固定한 試水를 실험실로 옮겨와서 그물을 測定하였다(嚴·金, 1974). 全磷量의 測定은 Hansen 및 Robinson의 方法(Golterman, 1969)을 따랐는데, 여기서는 inorganic polyphosphate와 unreactive phosphorus는 測定되지 않는다(Parson and Strickland, 1968). 全窒素量은 有機窒素+암모니아性窒素와 窒酸鹽+亞窒酸鹽窒素로 나누어 測定할 수 있는 modified Parnas-Wagner法에 依하여 測定하였다(Golterman, 1969). Chlorophyll-*a*量은 Parson 및 Strickland(1963)의 方法으로 測定하여 SCOR-UNES-

\* 湖沼北方 약 2km되는곳에 약 1萬坪에 달하는 田畠이 1973年 10月頃부터 택지로 조성되어 매립한 토양으로부터 流出되는 물이 심한 악취를 풍기며, 또한 多量의 有機物을 배출하는 落花生加工工場(point D)이 1974年 9月頃부터 可動하여, 장자못의 北方에 位置하는 작은 湖沼의 魚類들이 치명적인 피해를 입은바있다. 한편 많은 畝의 鑛酸은 使用하는 鐵物工場(point C)에서 막대한 양의 폐수가 흘러나와 이미 本湖沼에서 養殖하던 魚類에 커다란 피해를 입힌바 있다.

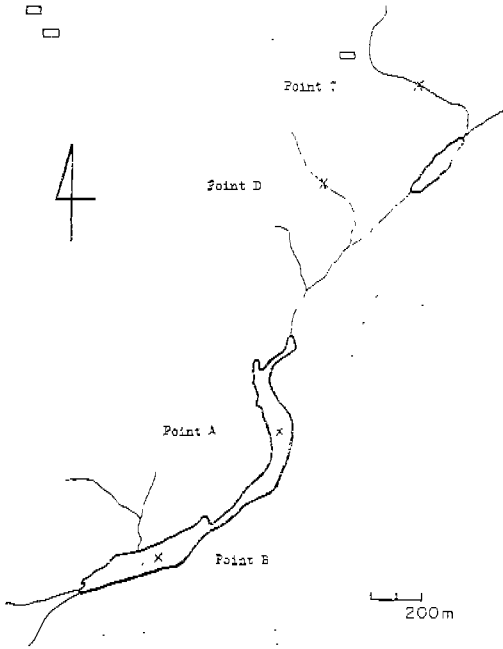


Fig. 1. Morphometry of the lake Chanja showing the positions of stations studied.

CO (1966)의 식에 따라 그 값을算出하였다. 한편湖수의 anthron反應性物質(炭水化合物)의 量과(Golterman, 1966), coliform박테리아와 anaerobic박테리아의 存在量도 調査하였다(Macki and McCartney, 1959).

本 調査結果를 보면 : 水温은 정상적인 湖沼가 갖는 變化를 보였다(Fig. 2). 즉 정제시기인 겨울에는 等溫的인 分布를 보였으며 解氷과 더불어 水温上昇이 있었고, 成層構造와 水温躍層을 形成하였다(嚴·金, 1974). 溶存酸素量은 調査初期부터 低정상적으로 낮은값을 보였으며, 3月부터는 完全히 無酸素狀態인 湖沼가 되었다(Table 1). 이러한 結果는 장자못이 부패화과정에 들어섰음을 의미하는 것이며, 本 湖沼에 서식하는 魚類들이 湖水 遇變에 물려 있는것이 酸素의 부족 때문인 것으로 해석될수 있겠다. 透明度역시 前報(嚴·金, 1974) 이때 계속 하락하는 경향을 보였고, 이러한 저하는 식물성플랑크톤의 增殖때문이 아님은 chlorophyll-a量과 (Fig. 4 및 6), 실험중 membrane filter에 남는 여과잔사물의 色으로도 알수 있다. 그러나 透明度의 저하를 갖어온 懸탁물질의 전부가 외부에서 流入된 것인지, 또는 일부 유입물질에 의하여 湖沼内部에서 生成된 것인지는 알수없다.

全磷量의 測定結果를 보면 1月까지의 調査値는 대개

Table 1. Seasonal variations of dissolved oxygen (mg/l)

Depth m	Nov.	Jan. (early)	Jan. (late)	Feb.	Mar.	Apr.	May
0	3.3	0.2	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0
1	3.1	0.6	0.6	0.3	0.1	0.0	0.0
2	3.1	0.7	0.8	0.2	0.3	0.0	0.0
3	2.9	0.8	0.8	0.1	0.0	0.0	0.0
4	2.7	0.6	0.7	0.5	0.0	0.0	0.0
5	2.0	1.0			0.0	0.0	0.0

Table 2. Seasonal variations of carbohydrate-like substances (µg/ml)

Depth m	Nov.	Dec.	Jan. (early)	Jan. (late)	Feb.	Mar.	Apr.	May
0	14.0	18.5	37.5	39.0	28.5	33.0	28.5	33.0
3	69.5	24.5	33.0	31.5	31.5	40.5	31.5	24.0
5	15.5	20.0	39.0	34.5	39.0	34.5	31.5	26.0

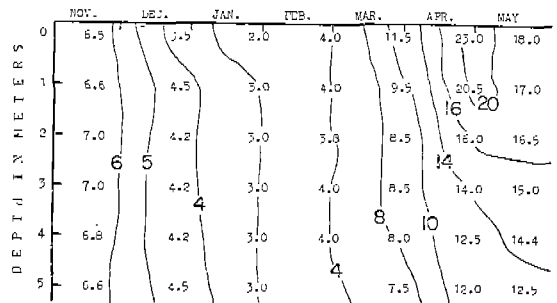


Fig. 2. Seasonal variations of water temperature (°C).

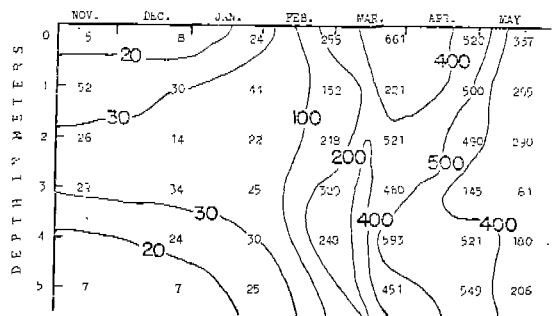


Fig. 3. Seasonal variations in quantities of total-phosphorus (µg/l).

Table 3. Comparisons in ecological survey between point A,B,C, and D in May

Point	Total-phosphorus ( $\mu\text{g/l}$ )	Organic-N+ $\text{NH}_3\text{-N}$ ( $\mu\text{g/l}$ )	$\text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$ ( $\mu\text{g/l}$ )	DO ( $\mu\text{g/l}$ )	Chlorophyll- <i>a</i> ( $\text{mg/m}^3$ )	Carbohydrate-like substance ( $\mu\text{g/ml}$ )	Coliform bacteria (No./ml)	Anaerobic bacteria (No./ml)	pH
A (bottom)	206	980	780	0	34.7	26.0	1870	$6 \times 10^4$	6.4
B (bottom)	—	—	—	0	74.5	6.5	179	$9 \times 10^4$	6.5
C	301	1380	2210	0	17.5	61.0	—	$2 \times 10^5$	6.3
D	101	960	1260	0	20.0	53.0	—	$6 \times 10^5$	6.4

이전의 실험결과(嚴·金, 1974)의 약 2배 정도였으나 2월부터는 급격히 많아져서 400~500 $\mu\text{g/m}^3$ 로 증가하였다(Fig. 3). 이러한 총인량의 증가는 다량의 인화합물 외부에서流入된 결과이며(Table 3) 계절에 따라 형성되는 畧的인 消長關係가 成立하지 않는 것과 chlorophyll-*a*의 變化를 보아(Fig. 4 및 6) 장자못의 湖沼生態系로서의 平衡은 무너져 버린 것으로 해석된다. 有機窒素와 암모니아성窒素량은 1과 2월에는 증가하였다가 차차 저하하여 以前の 調査值(嚴·金, 1974)이하로 하락하였다(Fig. 5 A). 窒酸鹽과 亞窒酸鹽은 대개 湖水의 表層가까이에 많았고, 전체적으로 2월과 5월이 가장 많아서(Fig. 5B), 이전보다(嚴·金, 1974) 증가하는 것 같았다. 全窒素量이 1월에 더한층 많았던 事實과 다른 調査結果를(Table 1 및 3)과 연관시켜보면, 1월에 湖沼의 環境이 급격하게 變遷된 것으로 生覺되며, 湖沼의 汚染度를 증가시켰을 것이며 앞으로는 계속 全窒素量은 증가할 것으로 여겨진다.

Chlorophyll-*a*量은 調査初期부터 이미 富營養化된 狀態를 보였으며(Fig. 3 및 6) 1월에 그량이 폭발적으로 증가한 것은 流入物들에 依해서 식물성플랑크톤이 급작이 增殖한 것으로 生覺되며 아마도 이때부터 부패성 호소에 서식하는 特殊種의 증식이 활발해지지 않았나 여겨진다(Dugan, 1972).

Table 6에서 보면 湖沼底邊에 보다 많은 畧의 chlorophyll-*a*가 있는데, 이것은 湖水의 無酸素狀態, 透明度의 저하에 따르는 光線의 透過度底下와 汚染物質 등으로 죽은 식물성플랑크톤의 屍骸에 의하므로 해석된다(Ichimura, 1956).

한편 有機物分解者로서의 박테리아는 point A에서 coliform박테리아의 數가 point B에서보다 10倍以上이나 많았고, anaerobic박테리아의 數는 서트 비슷하였으나(Table 3) point C와 D에서의 anaerobic 박테리아의 수는 point A나 B에서보다 10배나 많았다(Table 3). 이러한 결과는 溶存酸素가 제로인點을 감안하면 coliform 박테리아 數는 결코 적은 것은 아닌 것 같다(檀濤, 1973). 炭水化合物의 量은 1월以來 계속증가하는 경향을 보였으며(Table 2) 비교적 汚染度가 낮은 것으로 밝혀진 point B(鄭, 1975)에서 적었음(Table 3), 또한 point C 및 D에서 매우 높은 점으로부터 장자못을 汚染

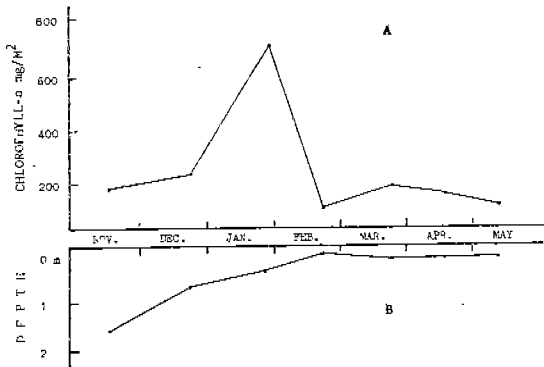


Fig. 4. Seasonal variations of quantities of chlorophyll-*a*(A, mg/m<sup>3</sup> in the entire water column), and changes of Secchi disc transparency(B).

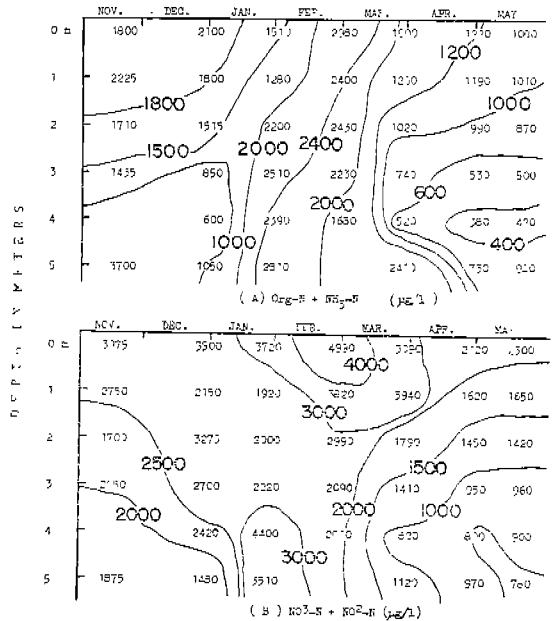


Fig. 5. Seasonal variations in quantities of Organic-N+ $\text{NH}_3\text{-N}$ , and  $\text{NO}_3\text{-N} + \text{NO}_2\text{-N}$ .

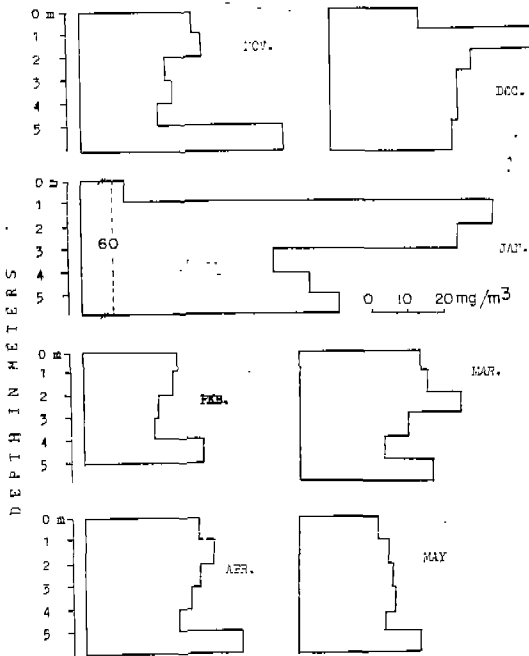


Fig. 6. Seasonal variations of vertical distributions of chlorophyll-a in the lake changja.

시키는 물질중에 炭水化合物物質이 큰 비중을 차지하리라고 생략된다. 즉 계속적인 窒素素量의 증가와 炭水化合物物質의 流入은 本湖沼의 富營養化를 加速시켰을 것이다.

以上の 調査結果로보아, 장자못은 富營養化된 狀態에서 汚染狀態로 옮겨졌으며, 주변에 산재한 大型의 汚染源들이 제거되지 않은한 生態系의 平衡을 회복하지 못할것으로 生략한다.

參考文獻

Chung, H. 1975. In preparation.  
 Dugan, P.R. 1972. Biochemical ecology of water pollution. Plenum Press, New York.  
 Golterman, H.L. 1969. Method for chemical analysis of freshwaters. IBP Handbook No. 8.  
 Ichimura, S. 1956. On the standing crop and productive structure of phytoplankton community in some lakes of central Japan. *Bot. Tokyo* 69: 7-16.  
 원숙표·윤명조·경용. 1973. 公害와 對策Ⅱ. p.84-91, 중앙경제사.  
 Mackie, T.J., and J.E. McCartney. 1959. Handbook of Practical Bacteriology, p.213-220. E&S Livingstons LTD., Edinberg & London.  
 Parson, T.R., and J.D.H. Strickland. 1968. A practical handbook of seawater analysis. *Fisheries research board of Canada. Bull.* 167: 45.  
 SCOR-UNESCO. 1966. Determination of photosynthetic pigment in sea-water. Monographs on oceanographic methodology 1. UNESCO Publication Centre, Paris.  
 Uhm, K.B., and Y.N. Hong. 1969. Ecological studies of the lake Changja. I. On the productive structure and environmental factors. *Kor. J. Limnol.* 1: 75-85.  
 ———, and H.J. Kim. 1974. Ecological studies of the lakes Changja. II. Primary production in lake Changjamot during spring season. *Kor. Jour. Bot.* 17: 15-23. (1975. 8. 26. 접수)