

玉井湖의 陸水生物學的 研究

宋 亨 浩

釜山水產大學 大學院 水產生物學科*

Limno-Biological Investigation of Lake Ok-Jeong

Hyung-Ho SONG

Department of Fisheries Biology, National Fisheries University of Busan,
Namgu, Busan, 608 Korea*

Limnological study on the physico-chemical properties and biological characteristics of the Lake Ok-Jeong was made from May 1980 to August 1981. For the planktonic organisms in the lake, species composition, seasonal change and diurnal vertical distribution based on the monthly plankton samples were investigated in conjunction with the physico-chemical properties of the body of water in the lake.

Analysis of temperature revealed that there were three distinctive periods in terms of vertical mixing of the water column. During the winter season (November-March) the vertical column was completely mixed, and no temperature gradient was observed. In February temperature of the whole column from the surface to the bottom was 3.5°C, which was the minimum value. With seasonal warming in spring, surface water forms thermoclines at the depth of 0-10 m from April to June. In summer (July-October) the surface mixing layer was deepened to form a strong thermocline at the depth of 15-25 m. At this time surface water reached up to 28.2°C in August, accompanied by a significant increase in the temperature of bottom layer. Maximum bottom temperature was 15°C which occurred in September, thus showing that this lake keeps a significant turbulence through the hypolimnial layer. As autumn cooling proceeded summer stratification was destroyed from the end of October resulting in vertical mixing.

In surface layer seasonal changes of pH were within the range from 6.8 in January to 9.0 in August. Highest value observed in August was mainly due to the photosynthetic activity of the phytoplankton.

In the surface layer DO was always saturated throughout the year. Particularly in winter (January-April) the surface water was oversaturated (Max. 15.2 ppm in March). Vertical variation of DO was not remarkable, and bottom water was fairly well oxygenated.

Transparency was closely related to the phytoplankton bloom. The highest value (4.6 m) was recorded in February when the primary production was low. During summer transparency decreased and the lowest value (0.9 m) was recorded in August. It is mainly due to the dense blooming of *Gnaphalium spirroides* var. *crassa* in the surface layer.

A. The amount of inorganic matters (Ca, Mg, Fe) reveals that Lake Ok-Jeong is classified as a soft-water lake. The amount of Cl, NO₃-N and COD in 1981 was slightly higher than those in

* Present address: Jeonju Teachers College, Jeonju, 520 Korea, 全州教育大學

1980. Heavy metals (Zn, Cu, Pb, Cd and Hg) were not detectable throughout the study period.

During the study period 107 species of planktonic organisms representing 72 genera were identified. They include 12 species of Cyanophyta, 19 species of Bacillariophyta, 23 species of Chlorophyta, 14 species of Protozoa, 29 species of Rotifera, 4 species of Cladocera and 6 species of Copepoda.

Bimodal blooming of phytoplankton was observed. A large blooming ($1,504 \times 10^3$ cells/l in October) was observed from July to October; a small blooming was present (236×10^3 cells/l in February) from January to April.

The dominant phytoplankton species include *Melosira granulata*, *Anabaena spiroides*, *Asterionella gracillima* and *Microcystis aeruginosa*, which were classified into three seasonal groups: summer group, winter group and the whole year group. The summer group includes *Melosira granulata* and *Anabaena spiroides*; the winter group includes *Asterionella gracillima* and *Synedra acus*, *S. ulna*; the whole year group includes *Microcystis aeruginosa* and *Ankistrodesmus falcatus*. It is noted that *M. granulata* tends to aggregate in the bottom layer from January to August.

The dominant zooplankters were *Thermocyclops taihokuensis*, *Diffflugia corona*, *Bosmina longirostris*, *Bosminopsis deitersi*, *Keratella quadrata* and *Asplanchna priodonta*. A single peak of zooplankton growth was observed and maximum zooplankton occurrence was present in July.

Diurnal vertical migration was revealed by *Microcystis aeruginosa*, *M. incerta*, *Anabaena spiroides*, *Melosira granulata*, and *Bosmina longirostris*. Of these, *M. granulata* descends to the bottom and forms aggregation after sunset. *B. longirostris* shows fairly typical nocturnal migration. They ascends to the surface after sunset and disperse in the whole water column during night.

Fourty one species of fish representing 31 genera were collected. Of these 13 species including *Pseudoperilampus uyekii* and *Coreoleuciscus splendidus* were indigenous species of Korean inland waters.

The indicator species of water quality determination include *Microcystis aeruginosa*, *Melosira granulata*, *Asterionella gracillima*, *Brachionus calyciflorus*, *Filinia longiseta*, *Conochiloides natans*, *Asplanchna priodonta*, *Diffflugia corona*, *Eudorina elegans*, *Ceratium hirundinella*, *Bosmina longirostris*, *Bosminopsis deitersi*, *Heliodiaptomus kikuchii* and *Thermocyclops taihokuensis*. These species have been known the indicator groups which are commonly found in the eutrophic lakes. Based on these planktonic indicators Lake Ok-Jeong can be classified into an eutrophic lake.

緒 論

地球上에 分布된 淡水의 總賦存量은 $40,375 \times 10^3 \text{ km}^3$ 정도이고 그 中 湖沼가 차지하고 있는 水量은 0.3% 인 $121 \times 10^3 \text{ km}^3$ 정도라고 한다 (Diklic, 1977).

우리 나라 表流水의 總量은 約 1,140 億 m^3 이고 그 中 可用水量은 58%인 662 億 m^3 이다. 이 中 5 大河川(漢江, 洛東江, 錦江, 蟾津江, 榮山江)에 建設된 人工湖가 泄水하고 있는 물의 總量은 約 83 億 m^3 로 世界의 總 湖水가 泄水하고 있는 水量의 1/15,000 에 해당하며, 우리 나라 總 可用水量의 12.6%에 해당한다 (韓國産業基地開發公社, 1981 a).

近來 國土開發 綜合計劃의 一環으로 多目的 댐이 建設됨에 따라서 湖沼의 可用水量은 더욱 增加되는 추세에 있다. 또한, 湖沼 生態系의 利用도가 높아짐

에 따라 湖沼에 관한 基礎調査의 必要性도 더욱 높아져가고 있는 實情이다.

그러나, 우리 나라의 湖沼에 관한 研究는 1920 年代에 水原 西湖의 魚類(森, 1926), 秋季의 西湖 Plankton(羽田, 1927), 西湖의 硅藻(Skvortzow, 1929) 등에 의하여 報告된바 있다. 그 후 1960 年代에 들어와서 淡水藻類의 研究(Chung, 1962), Carrying capacity 를 높이기 爲한 韓國湖沼의 比較陸水學의 研究(Kang, 1966), 破盧湖의 陸水과 Plankton(Cho, 1965), 北漢江水系의 세 人工湖의 陸水學의 研究(Cho, 1968) 등 湖沼의 陸水生物學의 研究가 시작되었다. 그 以後 春川湖, 衣岩湖 등 陸水學의 比較研究(Cho, 1971), 昭陽江多目的 Dam 湖의 陸水學의 研究(Cho, 1979), 永川 人工 Dam 湖 豫定地의 陸水生物學의 研究(Chung and Yang, 1981), 忠北産淡

水藻類 (Chung, 1979), 全北産 Euglenophyceae 에 대하여 (Chung, 1975) 등 주로 湖沼의 陸水學의 研究는 江原道 地方에서 이루어졌고, 그 밖에 湖南地方의 湖沼에 關한 계속적인 研究로는 湖齡이 적은 榮山江 水系의 4個 人工湖에 대한 陸水生態學의 研究(魏 등, 1979)가 있을 뿐이다.

이러한 見地에서 韓半島의 南西部에 位置하고 湛水한지 53년이 넘는 人工湖인 玉井湖의 陸水生物學의 인 調査를 年中 계속 實施하였다. 本 報告에서는 玉井湖의 物理化學的인 水質調査와 Plankton에 關한 陸水生物學的인 研究에 따른 本湖의 特徵으로 나누어 考察하였다. 他 湖沼의 경우와는 달리 매우 特異한 興味있는 몇가지 새로운 事實의 發見과 함께 그 結果를 이에 報告하는 바이다.

方 法

玉井湖의 陸水生物學의 研究를 하기 위해서 水質의 性狀 및 Plankton 相을 把握하기 위하여, 1980年 5월부터 1981年 8월까지 月別 調査를 하였다. 調査地點은 上流, 中流, 下流의 세 地點으로 區分하여 選定하였고, 調査內容은 物理化學的 및 生物學的 環境要因이었다. 物理化學的 環境要因의 調査로서는 Plankton의 分布와 密接한 關係가 있는 水溫, 水素이온濃度, 溶存酸素量, 透明度는 月別로 調査하였고, 그 밖의 理化學的 水質檢査는 1980年 4月과 7月, 그리고 1981年 4月과 7月에 産業基地 開發公社 試驗所에서 實施한 結果(玉井湖 水質檢査 結果 報告書, 1981 b)를 利用하였다. 한편, 生物學的 環境要因의 調査로서는 Plankton의 種 組成과 季節的 變動, 垂直的 分布, 日周變動, 現存量 등이었고, 아울러 魚類相도 調査하였다.

水溫은 Thermister 水溫計로 測定하였고, pH는 Beckman pH meter와 比色法으로, DO는 YSI Model 51 DO meter와 Winkler法을 併用하여 現場에서 測定하였고, 透明度는 直徑 25 cm의 透明度板 (Secchi disk)으로 觀測하였다.

Plankton의 定量 및 同定은 Van Dorn採水器 (6l 容量)로 水深 5m 간격으로 採水하여 濾過통 밑에 Muller gauze No. 25를 대고 濾過시켜 250cc로 濃縮한 다음 5% 中性 Formalin으로 固定하였다. 實驗室에 運搬된 試料를 Stemple 병 (300cc)에 넣어서 혼든 다음 Stemple Pipette로 1ml 採取하여 Sedgewick-Rafter counting plate (50×20×1 mm=1 ml)에 옮겨 檢鏡 計數하였다. Plankton의 種別 定量은 5回 檢鏡한 計數值의 算術 平均值이며 種의 同定은

Hutchinson (1967), Pennak (1978)와 Edmonson (1959), 水野(1980), 그리고 Chung (1979)에 따랐다.

魚類의 採集器具는 投網(網目 0.8×0.8 cm), 고기병 (높이 26×14.5 cm), 낚시, 족대 등이었다. 採集한 魚類는 現場에서 10% Formalin 溶液 속에 즉시 固定시켜 實驗室로 運搬하여 種別로 同定하였고, 國名은 韓國魚圖譜(鄭, 1977) 및 韓國産淡水魚類(Kim, 1974)에, 學名과 分類體系는 內田(1939)와 Nakamura (1971)에 따랐다.

調査地點의 St.1은 本湖의 下流部로서 任實郡 玉井里 앞에 位置한 Dam으로부터 約 2km 上流 地點이며, 水深은 平均 30~40 m의 水域이었다. St.2는 St.1으로부터 約 5 km 上流 地點에 位置한 平均 水深 20~30 m의 水域이었다고, St.3은 St.2로부터 約 4km 떨어진 上流 地點이며 水深은 平均 10~20 m의 水域을 選定하였다.

玉井湖의 概況

玉井湖는 全北 鎭安郡 八公山에서 水源이 시작되어 西南方으로 流入되는 支流들과 合쳐 左岸은 任實郡 江津面 龍水里에서 右岸은 井邑郡 山內面 宗聖里

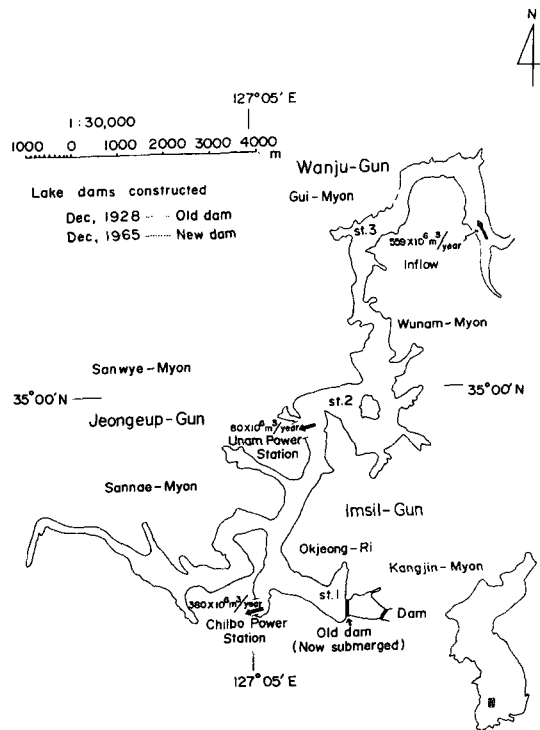


Fig. 1. Map showing the sampled stations in Lake Ok-Jeong.

에 이르는 位置(北緯 35°32'~35°38', 東經 127°02'~127°10')에 있고 山間狹地와 溪谷에 所在하는 湖齡 53年인 韓半島의 南西部에 位置한 代表的인 人工湖沼이다(Fig. 1).

1925년에 東津農組에서 着工하여 1928년에 舊 Dam 인 雲岩堤를 築造하였고, 1965년에 舊 Dam의 下流 1 km 地點에 보다 높은 新 Dam (높이 64m, 길이 344.2 m)을 다시 築造한 것이다.

本 湖는 Table 1에서 보는 바와 같이 年間 流入 水量이 559, 448, 640 m³ 이고, 年間 用水 供給量이 460, 110, 240 m³ 인데, 그 中 457, 587, 360 m³ 은 年間 發電用水로 쓰이고, Dam 溢流量은 99, 338, 400m³이다. 그리고 이들 流出水 中 約 切半에 該當하는 224, 990, 784m³ 를 農業用 灌溉用水로 利用하고 있다.

本 湖의 調査地點別 環境條件을 比較하면 上流, 中流, 下流가 모두 山間狹地에 둘러싸인 점과, 周邊의 民家分布 등이 유사하다. 그러나, 上流에서 流入된 水量의 大部分이 St. 1 과 St. 2의 中間地點인 雲岩發電所(任實郡 雲岩面)와 七寶發電所(井邑郡 山內面)의 發電用水로 排出되고 있어, 各 地點別 流入水의 殘存時間에는 差異를 보이고 있다. 즉 St. 1은 St. 2와 St. 3에 比하여 殘存時間이 길며, 거의 停滯 狀態이다.

Table 1. Capacity and other data in Lake Ok-Jeong

Item	Measurement
Maximum water storage capacity	437, 900, 000m ³
Effective storage capacity of water	429, 200, 000m ³
Annual inflow rate	559, 448, 640m ³
Annual supply of water	460, 110, 240m ³
Annual overflow rate	99, 338, 400m ³
Annual power supply	170, 308, 000KWH
Dam height	64m
Maximum level of water	196.50m(sea level)
Minimum level of lake basin	140.50m(sea level)
Maximum lake water depth	56.00m

結果 및 考察

1980年 5월부터 1981年 8월까지 사이에 玉井湖에서 水溫, 水素이온濃度, 溶存酸素量, 透明度 등의 月別 調査를 하여 그들의 季節的인 變化와 垂直的인 分布를 究明하였다. 그 밖의 理化學的인 水質分析結果도 1980年과 1981年을 比較하였다. 한편 Plankton

의 季節的 變動과 垂直的 分布 그리고 日周變動과 現存量 등도 究明하였고, 아울러 魚類相도 밝힌바 그 結果는 다음과 같다.

1. 水質의 季節的 變化

水溫과 pH, 透明度, 그리고 溶存酸素量의 年中變化는 Table 2와 같으며 그들의 水層別 季節的 變化를 알아보기 위하여 表層(0~1m)과 中層(15~20m) 및 底層(35~40m)으로 區分하였다 (Fig. 2, 3, 4).

1) 水溫
水溫의 季節的 變化를 보면, 表層에 있어서 最高는 8월에 28.2°C였고, 最低는 1월과 2월의 3.5°C로서 그 差異는 24.7°C이었다. 中層에서는 9월에 21.6°C가 最高이었고, 2월에 3.5°C가 最低로 그 差異는 18.1°C이었다. 한편 底層에 있어서도 最高가 9월에 8.5°C, 2월에 3.5°C가 最低로서 그 差異는 5.0°C이었다.

이러한 水溫의 變化를 垂直的으로 分析해 볼 때 水溫躍層의 形成 및 그로 因한 垂直安定度의 結果를 알 수 있는바, 그 季節的인 變化의 樣相을 圖示하면 Fig. 5와 같다. 즉 7월부터 10월까지 水深 15~30m 層에 水溫躍層이 形成되며, 表層水와 底層水의 區別이 생기지만, 7~9월의 表層水 混合은 微弱하였다. 그러나 10월의 躍層은 水深 15~20m 層에 가장 強하게 形成되며, 15m 까지 表層水는 完全히 垂直混合된다. 氣溫의 下降과 더불어 11월에 表層水는 急激히 冷却되어 10월에 比하여 10°C나 下降되며, 아울러 水溫躍層도 거의 없어진다. 겨울이 되면 12월부터 다음 해 3월까지 水溫의 垂直變化는 거의 없고, 完全垂直混合이 일어나는 것을 알 수 있다. 1월의 表層(3.5°C)과 底層(3.8°C)의 差는 不過 0.3°C였다. 그러나, 表層水의 계속적인 冷却과 北西 季節風으로 因하여 2월에는 모든 水層이 3.5°C였다. 그리고, 3월부터 다시 表層水의 水溫이 上昇하며 이에 따른 混合에 因하여 水溫은 다시 上昇한다. 그러므로 4~6월에 걸쳐 水深 10m 까지의 表層水는 계속 上昇하고 水深 10m에서 底層까지의 水溫은 變化가 없다. 여름철 表層水溫 上昇으로 因하여 6~8월까지 高水溫의 表層水는 그 깊이가 점점 깊어지며, 10~30m層에 水溫躍層이 形成된다. 8月 以後의 表層水溫은 다시 下降하기 시작한다.

2) 水素이온濃度

湖沼의 pH變化는 湖床의 地化學的 特徵, 流入水의 水質 및 光合成量 등에 因하여 決定된다. 그러나 酸性湖나 鹽基性湖를 除外하면 大部分의 湖沼의 經

Table 2. The vertical distribution of monthly water conditions in Lake Ok-Jeong (May 1980—August 1981)

Date and weather	Water conditions	Depth (m)								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40
1. 80										
May 31	pH	7.0	6.8	6.8	6.7	6.7	6.6	6.5	6.3	6.3
14:00-16:00	DO (ppm)	10.0	10.0	9.4	8.8	8.4	8.0	7.2	6.4	6.4
Clear	WT (°C)	24.0	20.0	15.0	8.0	7.2	6.2	6.0	5.6	5.5
	Tr (m)	2.3								
Jun. 14	pH	8.0	7.7	7.0	6.6	6.6	6.5	6.5	6.5	6.5
11:00-13:00	DO (ppm)	8.0	7.7	7.5	7.0	6.8	6.6	6.6	6.6	6.6
Clear	WT (°C)	24.2	21.8	15.0	8.8	7.3	6.2	6.0	5.6	5.5
	Tr (m)	2.3								
Jul. 20	pH	8.2	7.4	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
15:00-17:00	DO (ppm)	9.2	9.2	9.0	9.0	8.5	7.0	6.6	6.4	6.4
Cloudy(5)	WT (°C)	25.0	22.0	21.5	19.0	12.0	10.0	9.5	9.0	9.0
	Tr (m)	2.1								
Aug. 17	pH	8.8	8.0	6.8	6.6	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5
9:30-12:00	DO (ppm)	10.6	9.0	8.4	8.0	6.8	6.8	6.6	6.5	6.5
Cloudy(9)	WT (°C)	24.0	23.5	21.5	20.8	18.5	16.0	10.7	10.0	9.1
	Tr (m)	0.9								
Sep. 20	pH	8.5	7.2	6.8	6.8	6.5	6.3	6.3	6.3	6.3
13:00-15:00	DO (ppm)	10.4	8.8	7.8	7.0	6.5	6.1	5.4	5.0	4.6
Clear	WT (°C)	23.8	22.8	22.0	21.6	20.5	15.0	10.0	9.1	8.5
	Tr (m)	1.8								
Oct. 19	pH	7.5	7.2	6.9	6.8	6.5	6.4	6.4	6.3	6.3
10:00-12:00	DO (ppm)	8.2	7.8	7.8	7.8	7.2	6.8	6.2	6.2	6.2
Cloudy(3)	WT (°C)	19.5	19.5	19.5	19.5	15.6	9.0	8.2	7.6	7.6
	Tr (m)	2.6								
Nov. 30	pH	7.2	7.2	7.2	7.0	7.0	6.5	6.5	6.5	6.5
11:30-13:00	DO (ppm)	10.2	10.2	10.2	10.2	9.5	7.8	7.3	4.4	4.0
Clear	WT (°C)	10.8	10.8	10.5	10.5	10.4	9.3	7.8	7.8	7.5
	Tr (m)	3.4								
Dec. 28	pH	7.5	7.5	6.8	6.8	6.8	6.7	6.7	6.7	6.7
14:00-15:00	DO (ppm)	9.8	9.5	9.4	9.2	9.1	0.1	9.0	8.5	8.5
Cloudy(10)	WT (°C)	6.2	6.8	7.0	6.9	6.7	6.4	6.2	6.2	6.0
	Tr (m)	3.3								

Table 2. Continued

Date and weather	Water conditions	Depth (m)								
		0	5	10	15	20	25	30	35	40
1981										
Jan. 31	pH	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
14:00-16:00	DO (ppm)	12.6	12.5	12.5	12.5	12.4	12.4	11.8	11.8	11.8
Clear	WT (°C)	3.5	3.5	3.6	3.7	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8
	Tr (m)	4.0								
Feb. 28	pH	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	6.8	6.8	6.8
11:10-12:30	DO (ppm)	14.2	13.8	13.8	13.8	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
Clear	WT (°C)	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	Tr (m)	4.6								
Mar. 22	pH	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
12:10-13:20	DO (ppm)	15.2	14.7	14.2	13.7	13.2	11.4	9.6	9.6	9.6
Clear	WT (°C)	7.3	6.5	5.6	5.6	5.6	5.2	4.7	4.6	4.5
	Tr (m)	4.4								
Apr. 26	pH	7.7	7.5	7.2	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7
15:00-16:00	DO (ppm)	12.1	12.0	12.0	12.0	11.4	11.4	11.4	11.0	11.0
Clear	WT (°C)	15.0	13.2	7.1	6.0	6.0	5.5	5.0	5.0	5.0
	Tr (m)	2.5								
May 13	pH	7.8	7.4	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7
17:30-18:30	DO (ppm)	9.0	11.0	11.2	10.0	9.2	6.4	6.4	6.0	6.0
Cloudy(5)	WT (°C)	19.8	14.2	6.7	6.2	6.2	6.1	5.9	5.6	5.6
	Tr (m)	2.2								
Jun. 14	pH	8.5	6.9	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
13:20-14:50	DO (ppm)	10.8	11.6	12.2	10.4	10.4	10.4	10.0	9.4	9.4
Cloudy(10)	WT (°C)	24.5	9.0	7.2	6.7	6.5	6.2	6.0	6.0	6.0
	Tr (m)	1.9								
Jul. 17	pH	8.4	7.0	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.3
14:50-15:30	DO (ppm)	10.2	8.6	8.2	7.0	6.8	6.8	6.5	6.5	6.5
Cloudy(6)	WT (°C)	27.5	22.6	21.0	19.5	10.1	7.4	7.3	7.3	7.3
	Tr (m)	2.0								
Aug. 23	pH	9.0	8.3	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
12:10-13:30	DO (ppm)	10.8	9.2	8.0	6.5	6.2	7.5	6.5	5.5	5.5
Clear	WT (°C)	28.2	27.2	24.4	20.6	20.0	8.2	7.4	7.4	7.3
	Tr (m)	1.7								

* DO: Dissolved oxygen WT: Water temperature Tr: Transparency

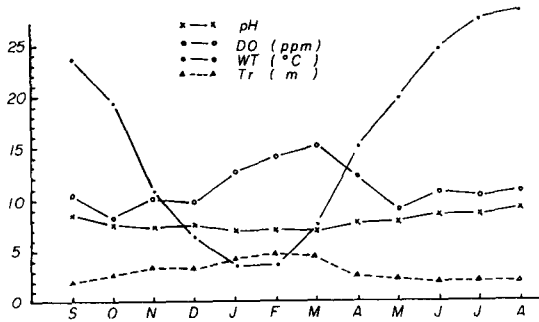


Fig. 2. Seasonal changes of water conditions at the surface-layer in Lake Ok-jeong (September 1980-August 1981).

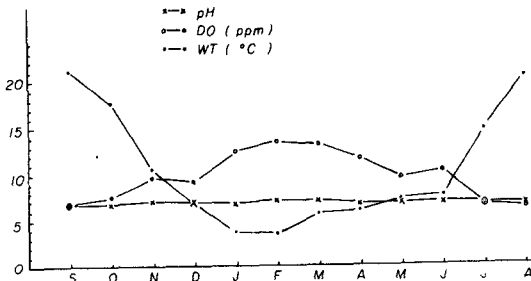


Fig. 3. Seasonal changes of water conditions at the mid-layer (15-20m) in Lake Ok-jeong (September 1980-August 1981).

우 pH의 變化 範圍는 6.0~9.0이며, 特別히 表層水의 pH는 8.2 以下이다(Hutchinson, 1957). 이러한 기준에 비추어 볼 때 玉井湖의 pH變化는 Fig. 2, 3, 4에서 보는바와 같이 흔히 볼 수 있는 湖沼의 pH 값의 變化範圍에 있음을 알 수 있다.

그 季節變化를 보면, 表層에서 pH 6.8~9.0의 範圍이었고, 中層 (15~20m)에서는 pH 6.6~7.0, 底層 (35~40m)에서 pH 6.3~7.0으로 나타났다. 季節別로 보면, 表層에서만 1~3월에 pH 6.8~7.0까지 내려갔으나, 여름철에 pH 9.0까지上昇했을 뿐 中層과 底層에서는 年中 별다른 變動이 없었다.

3) 溶存酸素量

溶存酸素量의 季節變動은 Fig. 2, 3, 4에서 보는 바와 같이 低水溫期인 겨울철에는 약간 過飽和 상태였으며, 表層, 中層, 底層 모두 2월과 3월에 그 量이 가장 많았고, 漸次 그 量은 줄어드는 傾向이었다. 表層에서의 最高量은 3월(15.2ppm) 이었고, 最低量은 10월(8.2ppm)이었다. 中層에서는 最高量이 2월(13.8ppm)이었고, 最低量은 8월(6.2ppm)이었다.

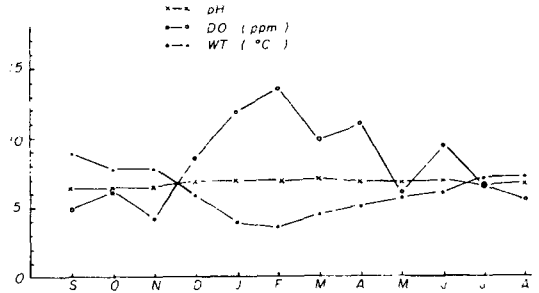


Fig. 4. Seasonal changes of water conditions at the bottom-layer (35-40m) in Lake Ok-jeong (September 1980-August 1981).

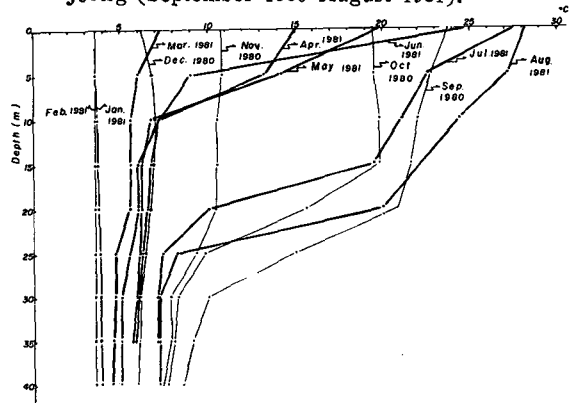


Fig. 5. The vertical distribution of monthly water temperature in Lake Ok-jeong (September 1980-August 1981).

底層의 最高量도 2월(13.2ppm) 이었으나, 最低量은 11월(4.0ppm)이었다.

4) 透明度

季節變化는 Fig. 2에서 보는바와 같이 最高가 2월(4.6m) 이었고 最低는 8월(1.7m)이었는데, 1980년 5월부터 同年 8월까지의 예비 調査期間 中에도 Table 2에서 보는바와 같이 8월에 0.9m로 最下였다. 이때의 透明度가 年中 가장 낮은 것은 *Anabaena spiroides*, *Melosira granulata* 등의 繁茂 때문인 것으로 생각된다.

5) 其他 理化學的水質

1980년과 1981년의 4월과 7월에 各各 實施한 理化學的水質分析의 結果는 Table 3과 같았다(産業基地開發公社 試驗研究所, 1981 b). 採水地點은 덪으로부터 500m 上流地點이었고, 湖沼에서 덪을 向하여 左岸과 中央, 그리고 右岸의 세 地點에서 水深 10m 간격으로 採水하여 分析한 結果이다.

1980년과 1981년의 分析結果를 比較해 보면, 大體

Table 3. The physicochemical water quality of Lake OK-Jeong (1980~1981)

Date	Depth (m)	E. Coli 50 ml	Turb ppm	Alk ppm	KMnO ₄ con. ppm	Total Hard. ppm	Ca ⁺⁺ ppm	Mg ⁺⁺ ppm	Cl ⁻ ppm	Total solids ppm	Conduc-tivity mho/cm	SO ₄ ²⁻ ppm	PO ₄ ³⁻ ppm	Fe ⁺⁺ ppm	Cr ⁺⁶ ppm	NH ₃ -N ppm	NO ₂ -N ppm	NO ₃ -N ppm	Zn ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm	
1980	L 150	6.75	25	6.80	1.72	30	8.0	3.2	9.43	84.2	74.4	5.5	0.155	0.21	0.021	0.093	0.0152	0.81						
	0 C 142	6.03	24	4.32	1.09	25	7.1	1.8	8.98	59.7	73.12	5.3	0.145	0.39	0.018	0.079	0.0127	0.64						
	R 135	5.05	22	3.08	0.78	22	6.4	0.7	8.76	40.8	70.55	5.2	0.135	0.17	0.015	0.057	0.0094	0.55						
APR.	L 130	8.1	25	4.98	1.25	26	8.8	2.2	9.43	53.6	74.4	5.6	0.16	0.2	0.025	0.075	0.0137	0.72						
	10 C 120	7.4	22	4.1	1.04	26	8.1	1.4	9.21	43.3	73.09	4.7	0.124	0.19	0.019	0.066	0.0121	0.65	0.002	0.003	ND	0.001	ND	
6~8.	R 105	7.0	20	3.08	0.78	26	6.8	1.0	8.76	32.8	71.4	3.7	0.098	0.18	0.016	0.057	0.0094	0.54						
	L 125	8.6	24	5.94	1.25	38	7.2	5.3	9.43	67.2	73.4	5.2	0.138	0.24	0.02	0.106	0.0124	0.7						
1980	20 C 118	8.2	23	4.94	1.25	33	6.9	3.7	9.42	47.1	72.12	4.6	0.12	0.223	0.019	0.073	0.0109	0.54	0.009	0.019	ND	0.001	ND	
	R 110	7.4	23	4.94	1.25	30	6.4	2.9	9.43	34	70.55	3.9	0.092	0.205	0.016	0.049	0.0086	0.6						
1980	L 130	7.9	24	4.32	1.09	33	8.0	3.2	10.1	77.8	72.4	5.2	0.17	0.24	0.023	0.213	0.0105	0.83						
	30 C 116	7.5	21	3.7	0.9	28	7.7	2.0	9.65	58.9	72.4	4.52	0.148	0.183	0.0189	0.102	0.0081	0.66	0.021	0.006	ND	0.001	ND	
	R 105	7.1	20	3.08	0.78	22	7.2	0.5	8.76	44.6	72.4	3.75	0.13	0.15	0.014	0.018	0.0049	0.56						
1980	L 190	7.15	25	6.8	1.72	33	8.8	4.1	11.45	104.4	79.5	7.1	0.12	0.135	0.039	0.229	0.0116	0.39						
	0 C 183	6.78	24	4.01	1.02	31	7.5	3.1	10.8	92.5	70.89	6.5	0.1	0.132	0.031	0.199	0.0101	0.283						
	R 175	6.2	23	2.16	0.55	27	5.6	1.7	10.1	93.6	66.19	5.5	0.085	0.13	0.021	0.17	0.0088	0.17						
JUL.	L 185	6.8	23	4.34	1.10	29	8.0	2.2	11.45	94.2	80.46	6.9	0.13	0.185	0.039	0.223	0.0091	0.4						
	10 C 182	6.45	22	3.4	0.26	26	7.3	1.1	10.77	89.4	71.75	6.4	0.085	0.157	0.031	0.192	0.0084	0.332	0.010	0.003	ND	0.001	ND	
7~9.	R 180	5.85	21	2.46	0.62	22	5.8	0.5	10.1	83.6	66.99	5.6	0.035	0.145	0.022	0.159	0.0072	0.255						
	L 175	6.6	24	5.26	1.33	24	7.2	1.5	11.45	96.2	80.87	6.5	0.13	0.185	0.04	0.264	0.0085	0.495						
1980	20 C 170	6.3	22	3.7	0.94	21	6.7	1.1	11.0	89.9	71.88	5.8	0.1	0.167	0.035	0.148	0.0075	0.335	0.011	0.007	ND	0.001	ND	
	R 165	6.1	19	2.77	0.7	17	5.6	0.7	10.78	86.4	66.99	5.1	0.07	0.145	0.032	0.059	0.0063	0.25						
1980	L 170	7.25	29	3.08	0.78	34	8.8	2.9	10.78	88.2	77.61	6.3	0.08	0.215	0.04	0.43	0.0078	0.56						
	35 C 162	6.75	25	2.98	0.7	27	8.5	1.4	10.33	80.5	70.52	6.1	0.07	0.192	0.032	0.228	0.0076	0.337	0.013	0.003	ND	0.001	ND	
	R 155	6.3	22	2.77	0.70	23	8.0	0.7	10.1	74	60.18	6.0	0.04	0.155	0.026	0.097	0.0073	0.255						

Table 3. Continued

Date	Depth (m)	Turb. ppm	Alk. ppm	KMnO ₄ con. ppm	COD ppm	Total Hard. ppm	Ca ⁺⁺ ppm	Mg ⁺⁺ ppm	Cl ⁻ ppm	Total solids ppm	Conductivity mho/cm.	SO ₄ ⁻² ppm	PO ₄ ⁻³ ppm	Fe ppm	Cr + 6 ppm	NH ₃ -N ppm	NO ₂ -N ppm	NO ₃ -N ppm	Zn ppm	Cu ppm	Pb ppm	Cd ppm	Hg ppm	
A.P.R.	L 6.5	20	0.92	0.23	30	8.0	2.4	9.43	51.2	73.74	4.6	0.19	0.21	0.04	0.008	0.01	0.47							
	0 C 6.9	18	1.23	0.31	30	8.8	1.9	12.80	42.4	73.74	4.8	0.21	0.15	0.04	0.04	0.0068	0.77							
	R 7.65	22	1.23	0.31	43	10.0	4.4	9.43	62	73.34	4.5	0.21	0.22	0.03	0	0.0087	0.51							
1981	L 6.9	24	0.92	0.23	32	10.0	1.7	8.76	68	74.33	3.6	0.12	0.17	0.04	0.02	0.005	0.91							
	0 C 7.2	22	1.85	0.47	38	8.4	4.1	10.10	51.2	73.74	4.4	0.12	0.19	0.04	0.02	0.0065	0.96			0.003	0.003	ND	0.001	ND
	R 9.2	22	0.61	0.15	35	10.0	2.4	9.77	56.4	74.33	3.6	0.22	0.14	0.03	0.004	0.0063	0.46							
1981	L 7.15	22	1.85	0.47	32	8.4	2.7	9.43	58.8	73.74	2.7	0.11	0.13	0.04	0.004	0.0084	1.04							
	0 C 7.2	20	1.23	0.31	41	8.8	4.6	8.76	47.6	75.31	4.1	0.25	0.2	0.04	0.004	0.0091	0.96			0.039	0.020	ND	0.001	ND
	R 7.0	20	0.61	0.15	33	10.0	1.9	9.77	45.8	74.33	2.6	0.13	0.19	0.04	0.05	0.0082	0.95							
1981	L 7.2	20	0.61	0.15	34	8.0	3.4	9.43	44.6	74.33	3.6	0.19	0.12	0.04	0.04	0.008	0.81							
	0 C 7.5	20	0.61	0.15	32	8.8	2.4	9.43	65.8	77.43	2.0	0.18	0.14	0.03	0.07	0.0082	1.69			0.024	0.037	ND	0.001	ND
	R 6.85	19	0.61	0.15	36	9.2	3.2	10.10	58.6	74.20	4.4	0.19	0.21	0.04	0.05	0.0072	0.62							
JUL.	L 5.4	18	4.32	0.19	28	8.01	1.9	17.42	93.2	76.91	4.5	0.22	0.18	0.026	0.07	0.019	2.75							
	0 C 5.25	18	5.87	1.49	26	8.01	1.46	17.0	70	75.18	4.0	0.25	0.205	0.017	0.134	0.017	1.325							
	R 5.65	20	5.56	1.41	30	7.61	2.67	19.49	86	69.41	3.2	0.165	0.175	0.021	0.14	0.017	1.70							
1981	L 5.5	20	6.18	1.56	22	7.21	0.92	15.76	84	62.65	4.7	0.27	0.28	0.02	0.13	0.063	1.71							
	0 C 6.3	19	4.32	1.09	20	6.41	2.43	16.17	65.8	66.99	3.2	0.238	0.255	0.011	0.15	0.006	1.655			0.031	0.034	ND	0.001	ND
	R 5.25	18	3.70	0.94	20	7.61	0.24	16.17	79.6	69.41	3.6	0.18	0.275	0.027	0.16	0.03	2.1							
1981	L 5.5	18	5.56	1.41	22	7.21	0.92	16.18	73.2	76.62	4.2	0.27	0.24	0.029	0.10	0.023	1.47							
	0 C 5.5	19	4.94	1.25	32	8.01	2.91	16.17	61.8	65.40	4.0	0.23	0.288	0.029	0.077	0.006	1.46			0.012	0.009	ND	0.001	ND
	R 5.65	18	5.25	1.33	19	7.21	0.24	16.59	84.2	66.99	5.2	0.265	0.25	0.027	0.11	0.009	1.07							
1981	L 5.5	20	4.94	1.25	28	7.21	2.43	15.35	54.8	75.72	4.0	0.285	0.27	0.02	0.146	0.031	0.75							
	0 C 5.25	24	4.94	1.25	24	8.01	0.97	18.66	80	69.91	3.4	0.238	0.27	0.018	0.09	0.036	1.37			0.013	0.004	ND	0.001	ND
	R 6.0	22	4.32	1.09	27	7.21	2.19	17.42	65.2	67.79	5.0	0.27	0.315	0.015	0.059	0.008	1.42							

L: Left side C: Center R: Right side ND: Not detectable

的으로 1981年의 값이 增加하고 있다.

鹽素: 4月에는 平均, 表層에서 1.34ppm, 水深 10m 層에서는 0.4ppm 이 各各 增加했으나, 水深 20m와 30m層에서는 거의 變化가 없었다. 한편 7月에는 平均, 表層에서 7.19ppm, 水深 10m 層에서 5.25ppm, 20m層에서 4.51ppm, 底層에서 6.74ppm 이 各各 增加하였다.

窒酸態: 4月의 경우 表層에서는 平均 0.15ppm 이 減少했으나, 水深 10m 以下の 水層에서는 平均 0.14~0.37ppm 씩 各各 增加하였고, 7月에도 最下 0.49ppm (10m 層)부터 最高 0.97ppm (20m 層)까지 各 水層에서 增加하였다.

COD: 4月에 最下 0.74ppm (10m 層)부터 最高 0.94ppm(20m 層)까지 1980年보다 1981年에 減少했고, 7月에도 表層에서는 0.06ppm 이 減少했으나, 그 밖의 水層에서는 最下 0.34ppm(20m 層)부터 最高 0.53ppm(10m 層)까지 增加하였다.

磷: 4月에 最下 0.03ppm(10m 層)부터 最高 0.05ppm(表層과 20m 層)씩 各各 增加했고, 7月에도 最下 0.1ppm(表層)부터 最高 0.2ppm(35m 底層)까지 增加했다.

以上的 分析結果로 보아 1980年보다 1981年에 鹽素, 窒酸態 窒素, COD, 그리고 磷의 경우에 있어서 多少 增加된 傾向을 보이고 있다. 그 밖의 칼슘, 마그네슘, 鐵과 같은 硬도를 나타내는 物質들의 分析値는 軟水로 評價 되었고, 크롬이나 水銀과 같은 重金屬 物質의 分析値도 極히 微量이 檢出되었다.

2. Plankton

本 湖는 앞에서 言及한 바와 같이 湖沼周邊의 地理的 環境은 上流, 中流, 下流 地點이 거의 비슷하나, 水深의 差異와 또한 上流로부터 流入된 大部分의 水量이 St. 1과 St. 2의 中間 地點에서 發電用水로 排水 (460, 110, 240 m³/year)되기 때문에 그로 因한 Plankton의 現存量에 어떠한 差異가 있는가를 究明하기 위하여 St. 1, 2, 3에서 採集調査한바 그 結果는 Table 4와 같았다.

全體 出現種은 7科 72屬 107種이었으며 그 中 Phytoplankton은 Cyanophyta가 12種, Bacillariophyta 19種, Chlorophyta 23種이었고, Zooplankton은 Protozoa 14種, Rotifera 29種, Cladocera 4種, Copepoda 6種이었다.

한편, 調査 地點別로 出現種의 數를 比較하면 St. 1 (下流)에서 107種, St. 2 (中流)에서 72種, St. 3 (上流)에서 81種이 各各 出現했다. St. 1의 出現種이 St. 2

와 St. 3에 比하여 多様했는데 이는 流入水의 殘存時間이 길었고 또한 水深 (30-40m)이 St. 2나 St. 3 보다 깊었던 데에 그 原因이 있었으리라고 생각된다.

Plankton의 分類 및 形態上의 特徵에 關係서는 各 水域別로 差異를 볼 수 없었고, 各 水域마다 Bacillariophyta의 *Melosira granulata*와 그 變種이 壓倒的으로 많았다. 그 變種中에는 螺旋狀의 *Melosira granulata* var. *angustissima* fo. *spiralis*가 相當히 많이 出現하였다. 그리고 *M. granulata*는 8月을 除外하고 年中 各 水域에서 優占種으로 나타났으며 特히 底層에 多量 分布하는 傾向을 보였다.

Nipkow(1950), Lund (1954a, b, 1955) 등에 의하면 *Melosira islandica helvetica*의 filament는 湖沼 밑바닥으로 가라앉아서 鹽基性的인 進食 속에 살고 있으며, *M. granulata*, *M. ambigua*는 硫黃 成分이 많은 進食 속에 休眠狀態로 살아 있다고 報告하고 있다.

Rotifera中 *Trichocerca*屬에는 우리 나라에서 一般的으로 *T. cylindrica*, *T. longiseta* 등이 많이 報告 (Cho, 1971) 되었으나 本 湖에서는 *T. capucina*가 많이 出現하였고, *Asplanchna*屬은 지금까지의 報告 (Cho, 1968, 1971, 1974,)에 의하면 大部分 *A. priodonta*로 되어 있으나 本 湖에서는 *A. herricki*가 많으며 6월부터 8월까지에는 各地點에서 *A. sieboldi*도 出現하였다. *Brachionus angularis*는 보통 出現하는 種과는 달리 甲殼 表面에 顆粒狀의 突起가 있는 種으로 보아 新 變種으로 思料되나 이는 앞으로 더욱 調査해 볼 문제로 남아 있다.

Copepoda에는 *Heliodyptomus kikuchii*와 *Thermocyclops taihokuensis*가 出現하는데 韓國 東北 北漢江 上流의 春川湖나 昭陽湖에는 *Neurodiptomus okadai* (冷水性 北方系種)가 棲息하는 種과 對照的으로 本 湖에서는 *H. kikuchii*가 出現하는 種은 興味 있는 일이다.

Protozoa의 *Diffflugia corona*, *D. spiralis*, *D. urceolata*, *D. pyriformis*도 春川湖, 昭陽湖, 衣岩湖에서 報告(Cho, 1971; Cho 등, 1978) 된바 있으나 *Diffflugia* sp.는 앞으로 種同定の 必要性을 느낀다.

1) 季節的 變動

湖沼生態系의 Plankton 生産의 力學은 全 生態系의 모든 無機的인 環境과 有機的인 環境의 相互作用에 의하여 決定된다. 特히 溫帶地方의 湖沼의 境遇 動物 Plankton의 生産은 周期的인 變動을 한다.

玉井湖의 境遇, Phytoplankton의 生産은 7~10月의 大繁殖과 1~4月의 小繁殖의 2회에 걸친 生産의 Peak를 나타냈다(Fig. 6). 7~10月의 大繁殖은 10月

Table 4. Composition of plankton communities in Lake Ok-Jeong (September 1980 - August 1981)

PLANKTON	St. 1	St. 2	St. 3	PLANKTON	St. 1	St. 2	St. 3
CYANOPHYTA				<i>Oedogonium</i> sp.	p	—	—
<i>Microcystis aeruginosa</i>	r	c	a	<i>Cosmarium maximum</i>	p	p	r
<i>M. incerta</i>	p	p	p	<i>C. sp.</i>	p	p	p
<i>Anacystis cyanea</i>	p	p	p	<i>Staurastrum leptocladum</i>	p	p	—
<i>A. aeruginosa</i>	p	—	p	<i>S. sp.</i>	p	p	p
<i>A. varius</i>	p	p	p	<i>S. megacanthum</i>	p	—	r
<i>Oscillatoria tenuis</i>	r	—	r	<i>S. tauphorum</i>	p	p	p
<i>O. limosa</i>	p	—	p	<i>Botryococcus</i> sp.	p	—	r
<i>Spirulina laxissima</i>	p	—	—	PROTOZOA			
<i>Anabaena spiroides</i>	a	a	a	<i>Dinobryon divergens</i>	c	c	r
<i>A. s.</i>	p	r	r	<i>Ceratium hirundinella</i>	a	c	a
<i>A. menderi</i>	p	p	p	<i>Euglena acus</i>	p	p	r
<i>Nostoc torulosum</i>	p	p	—	<i>Eudorina elegans</i>	c	c	c
BACILLARIOPHYTA				<i>Pandorina morum</i>	r	—	p
<i>Melosira granulata</i>	a	a	a	<i>Pleodorina californica</i>	r	—	r
<i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i>	a	a	a	<i>Diffflugia corona</i>	a	c	r
<i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i> fo. <i>spiralis</i>	c	c	c	<i>D. constricta</i>	p	—	r
<i>M. italica</i>	c	c	c	<i>D. urceolata</i>	p	p	—
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	p	p	—	<i>Centrobyxys acureata</i>	p	—	p
<i>Tabellaria fenestrata</i>	p	—	p	<i>Tintinnopsis cratera</i>	c	—	—
<i>Diatoma elongatum</i>	c	r	c	<i>Carchesium polypinum</i>	c	c	c
<i>D. sp.</i>	p	—	p	<i>Vorticella campanula</i>	r	p	—
<i>Fragilaria crotonensis</i>	p	—	r	<i>V. sp.</i>	p	p	p
<i>Asterionella gracillima</i>	c	c	a	ROTIFERA			
<i>Synedra acus</i>	c	c	a	<i>Conochiloides</i> sp.	r	—	p
<i>S. ulna</i>	c	c	a	<i>C. coenobasis</i>	—	p	—
<i>Stauroneis anceps</i>	p	—	—	<i>Conochilus unicornis</i>	c	p	—
<i>Gyrosigma</i> sp.	p	—	—	<i>Polyarthra euryptera</i>	r	—	p
<i>Navicula cryptocephala</i>	p	—	—	<i>P. trigla</i>	r	c	c
<i>Amphora oralis</i>	p	—	p	<i>Trichocerca capucina</i>	p	p	—
<i>Cymbella tumida</i>	r	p	—	<i>T. cylindrica</i>	p	—	—
<i>Bacillaria pradoxa</i>	p	—	p	<i>T. elongata</i>	r	p	p
<i>Surinella elegans</i>	p	p	p	<i>T. scipio</i>	p	—	p
CHLOROPHYTA				<i>T. insignis</i>	p	p	—
<i>Pediastrum duplex</i>	r	r	r	<i>Asplanchna priodonta</i>	r	p	r
<i>P. simplex</i>	r	—	—	<i>A. sieboldi</i>	p	r	p
<i>Micractinium pusillum</i>	p	—	—	<i>A. herricki</i>	c	r	c
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	p	r	r	<i>Brachionus calyciflorus</i>	c	p	c
<i>Coelastrum cambricum</i>	p	—	p	<i>B. angularis</i>	p	p	p
<i>C. sp.</i>	p	—	—	<i>B. falcatus</i>	p	p	p
<i>Tetradron regulare</i>	p	p	r	<i>Ascomorpha ecaudis</i>	p	—	—
<i>Chlorococcum humicola</i>	p	—	p	<i>Chromogaster</i> sp.	p	p	r
<i>Oöcystis</i> sp.	p	p	r	<i>Squatinella mutica</i>	p	—	—
<i>Closteriopsis longissima</i>	r	r	r	<i>Keratella cochlearis</i>	r	p	p
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	a	—	—	<i>K. valga</i>	p	p	p
<i>Crucigenia quadrata</i>	p	r	r	<i>K. quadrata</i>	c	—	p
<i>Scenedesmus denticulatus</i>	r	r	r	<i>Lepadella oblonga</i>	p	—	p
<i>Stigeoclonium tenue</i>	p	p	—	<i>Trichotria</i> sp.	p	p	r
<i>Chaetophora</i> sp.	p	p	—	<i>Filinia longiseta</i>	a	p	r

Table 4. Continued

PLANKTON	St. 1	St. 2	St. 3
<i>Hexarthra mira</i>	p	p	—
<i>Ploesoma</i> sp.	p	r	r
<i>P. truncatum</i>	p	—	—
<i>Pompholyx complanata</i>	p	p	p
CLADOCERA			
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	c	r	c
<i>Moina</i> sp.	p	p	p
<i>Bosmina longirostris</i>	a	a	a
<i>Bosminopsis deitersi</i>	a	a	a
COPEPODA			
<i>Heliodiaptomus kikuchii</i>	c	c	r
<i>Eodiaptomus japonicus</i>	p	p	—
<i>Cyclops strenuus</i>	p	p	p
<i>C. vicinus</i>	p	—	—
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	r	r	r
<i>Thermocyclops taihokuensis</i>	a	c	c
Nauplius	a	r	r
Copepodid	a	p	c

a: abundant c: common r: rare p: present

이 가장 Peak 있으며, 優占種들은 주로 *Melosira granulata*, *Anabaena spiroides* 이었고, 總細胞數는 무려 $1,504 \times 10^3$ cells/l 였다. 1~3월의 小繁殖期에는 2월이 Peak 였으며, 優占種들은 주로 *Melosira granulata*와 *Asterionella gracillima* 이었고, 그 당시 總細胞數는 236×10^3 cells/l 였다. 한편 年中 最低生産은 12월이며, 그 때의 總細胞數는 10×10^3 cells/l 였다.

Phytoplankton 中 優占種들의 季節的 出現 및 量的 變動을 보면, 大略 세 무리로 크게 나눌 수 있었다. 첫째는 7~10월의 大繁殖期에 繁茂하는 種들로서 이들은 주로 *Melosira granulata*, *Anabaena spiroides* 였으며, 이 外에 小數의 *Ceratium hirundinella*, *Microcystis aeruginosa* 등이 있었다. 特히 Peak 인 10월의 生産은 주로 *Melosira granulata* (61.3%)와 *Anabaena spiroides* (38.7%)에 의하여 이루어졌다.

Lund(1954a, b, 1955)는 *Melosira*의 季節的 變動의 問題를 제기하면서, 이들을 最適 水溫에 따라 두개의 生態的 무리로 나누었다. 즉 低水溫 低光度 條件에서 繁茂하는 무리와, 高水溫 高光度條件에서 繁茂하는 두개의 무리로 나누어 考察하였다. 이것에 의하면 玉井湖에서 7~10월에 가장 繁茂하는 *Melosira granulata*는 高水溫 高光度에 속한다. 이 種은 6월부터 增加하기 시작하여 10월에 Peak 를 이루는데, 이 期間의 表層 水溫은 $19.5-28.2^{\circ}\text{C}$ 였다. 이렇게

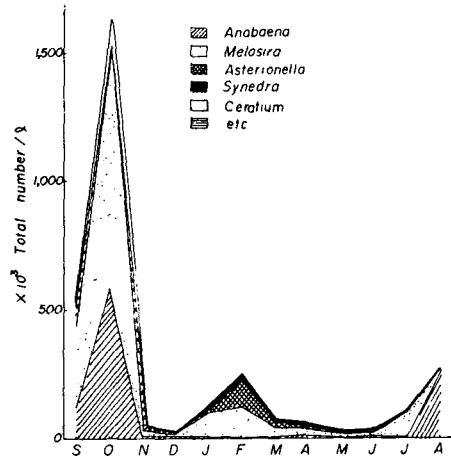


Fig. 6. The total number and composition of the phytoplankton in Lake Ok-Jeong (September 1980-August 1981).

秋季에 *Melosira*가 폭발적으로 繁茂하는 例는 Weisenberg-Lund(1904, 1908)에 의해서도 報告된 바 있다.

*Anabaena*와 *Oscillatoria* 등의 Cyanophyta 들이 優占種으로 出現하는 경우는 흔하며, 이들은 遊離窒素 固定을 한다(Hutchinson, 1944; Horne, et al., 1972).

Weisenberg-Lund(1908)는 Denmark의 경우 *Anabaena spiroides*의 最適成長은 $18-22^{\circ}\text{C}$ 의 범위에서 이루어지며, Saito(1978)에 의하면, Sagami 貯水池에서 *Anabaena*는 7월부터 10월까지에 가장 優占的인 Phytoplankton이며, 그 中에 9-10월에 最盛期에 達한다고 報告한바 있다. *Ceratium hirundinella*는 高水溫期에 繁茂하는 Plankton으로 알려져 있는데, Cho(1971)에 의하면, 春川湖, 衣岩湖 및 아침 못에서 *Ceratium hirundinella*는 7월부터 10월까지 出現하며, 9월에 最高에 이르렀다.

둘째는 小繁殖期인 1-3월에 繁茂하는 種들인데, 이들은 주로 *Melosira granulata*, *Asterionella gracillima* 이었으며, 이 外에 少數의 *Anabaena*와 *Synechocystis* 등이 出現하였다. 特히 小繁殖 期間 中 2월의 *Melosira granulata*가 51.81%, *Asterionella gracillima*가 45.36% 였다. 주목할만한 事實로는 *Asterionella gracillima*가 低水溫期인 1-3월에 繁茂하는데, 이러한 *Asterionella*類의 低水溫期의 繁茂는 잘알려진 것으로, Hutchinson(1967)은 *Asterionella*

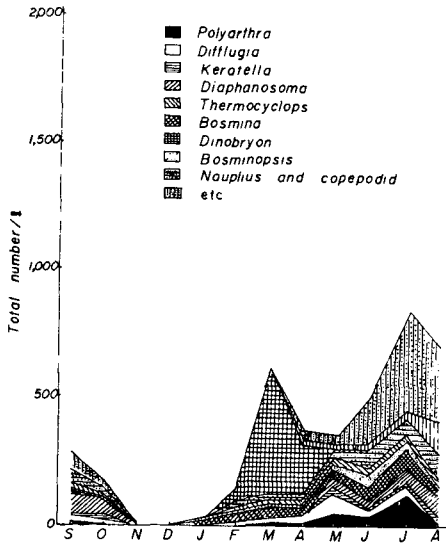


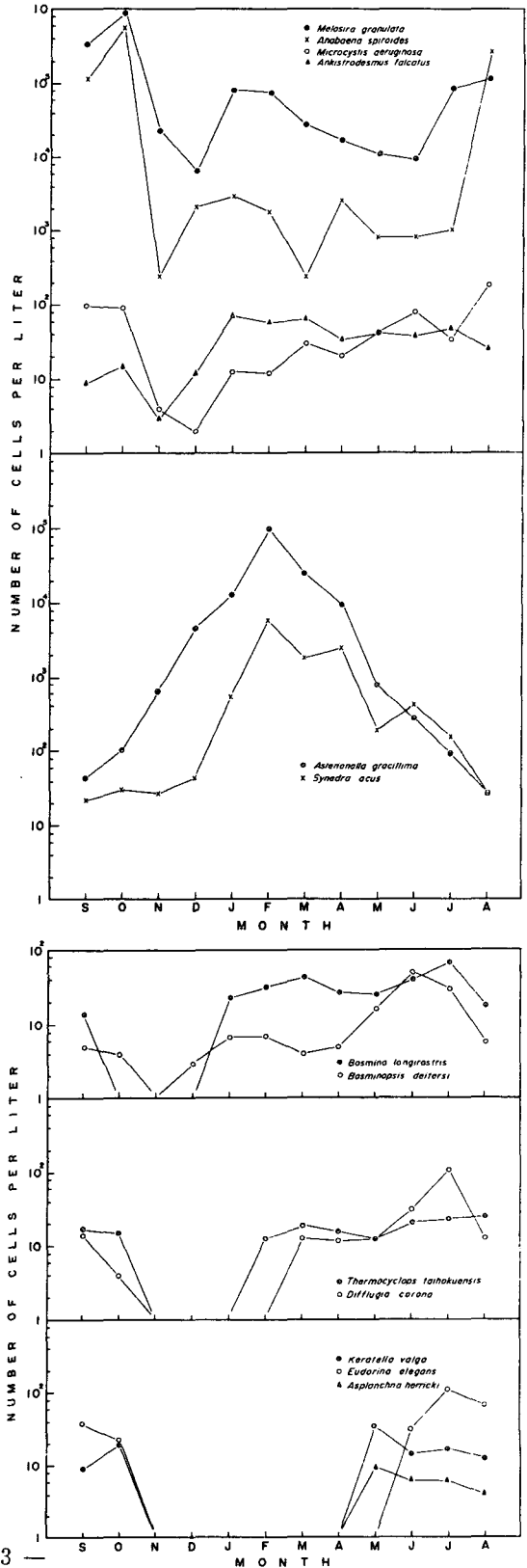
Fig. 7. The total number and composition of the zooplankton in Lake Ok-Jeong (September 1980-August 1981).

의 季節的變動의 問題를 綜合的으로 考察하였다. 特히 Lund(1949, a, b; 1950)에 의하면, 英國 Winder Mere 의 경우 *Asterionella formosa* 는 狹溫性으로, 低水溫期인 2-3월에 繁茂한다는 報告가 있다. 日本 Sagami 貯水池에서 Saito (1978)가 1973-1977년에 調査한 바에 의하면 *Asterionella formosa* 는 低水溫期인 1-3월에 繁茂한다고 報告하고 있다.

세레푸리들은 周年間 出現하지만 그들의 生産은 매우 작은 種들이다. 이들의 出現量은 最高 2,000 cells/l 以下로 主로 *Microcystis aeruginosa*, *Ankistrodesmus falcatus* 였다. 이 두種 外에도 *Anabaena menderi*; *Nostoc torulosum*, *Diatoma elongatum*, *Synedra acus*, *Closteriopsis longissima*, *Scenedesmus denticulatus* 등의 Phytoplankton 들이 少量씩 出現한다.

動物 Plankton 總量은 水溫이 낮은 冬季에는 出現하지 않거나 出現하는 경우라 할지라도 그 總量은 매우 적다. 즉 10월에서 2월까지는 매우 낮으며, 11월에는 거의 없다. 2월부터 增加하기 시작하여 3월 이후 9월까지 出現量은 約 250個體/l 以上이었으며 3월과 7월에 Peak가 생긴 것을 볼 수 있다(Fig. 7).

Fig. 8. Seasonal changes of the dominant phytoplankton(upper) and zooplankton(lower) in Lake Ok-Jeong(September 1980-August 1981).



出現種 및 月別 出現頻度는 Table 5와 같으며, 主要種들은 *Thermocyclops taihokuensis*, *Heliodiaptomus kikuchi*, *Diffugia corona*, *Bosmina longirostris*, *Bosminopsis deitersi*, *Keratella quadrata*, *Asplanchna herricki*, *Eudorina elegans* 등이 있다. 이 主要種들의 季節的 變動을 보면, Fig. 8과 같다.

淡水 橈脚類 中에서 가장 優勢한 무리는 Copepoda 인데, 그 中에서 玉井湖의 경우 *Thermocyclops taihokuensis* 는 가장 優占種이었으며, 11월부터 1월까지 는 出現하지 않는다. *Cyclops* 및 *Thermocyclops* 屬에 속하는 種들은 湖沼에서 優占的인 草食者로 報告되고 있으며, Willoughby (1976)의 引用에 의하면 Burgis 와 Walker는 Uganda의 George 湖에서 *Thermocyclops hyalinus* 가 가장 優占的인 草食者이며, 成體의 量은 年中變化가 없으나 그들의 生産은 7-8 月에 걸쳐 한번 일어나기 때문에, Nauplii 및 Copepodites 의 量이 9월에 Peak 에 이른다고 했다. 玉井湖의 경우 *Thermocyclops taihokuensis* 는 2월부터 10 月 까지 出現하고 量的變化를 보이지 않았는데, Nauplii 및 Copepodites 의 出現은 8월에 Peak (94 個體/l)를 보이고 있다.

Zooplankton 中 Rotifera 의 出現이 많은데, *Keratella quadrata* 와 *Asplanchna priodonta*, *A. herricki* 는 11-4월에 出現하지 않고, 이들은 주로 高水溫期에 多量 出現하였다. Cho(1971)의 報告에 의하면, *Asplanchna priodonta* 는 江原道 衣岩湖에서 4월부터 9월까지만 出現한다.

Cladocera 中 優占種은 *Bosmina longirostris* 와 *Bosminopsis deitersi* 였으며, 이들은 각각 10-12월, 11-12월에 出現하지 않았다.

Protozoa 의 *Diffugia corona* 역시 上記 甲殼類들과 같이 高水溫期에 出現하며, 그 變動 樣相은 *Thermocyclops taihokuensis* 의 變動 樣相과 유사하다.

이러한 Zooplankton의 季節的 變化는 먹이가 되는 Phytoplankton 의 量的 變動 및 水溫의 影響을 가장 많이 받고 있는데, 玉井湖의 경우 1-3 月에도 *Asterionella gracillima* 와 *Melosira granulata* 같은 Phytoplankton 이 繁茂하는 점으로 보아, 上記 Zooplankton 의 겨울철 減少는 먹이生物에 의한 制限 보다는 水溫의 下降이 主된 要因이 된다고 생각된다.

2) 垂直的 分布

1980年 9 月부터 1981年 8 月까지 調査한 玉井湖 St. 1의 Plankton 垂直分布는 Fig. 9와 같다. St. 1은

Table 5. The vertical distribution of main phytoplankton in Lake Ok-Jeong (September 1980 - August 1981)

Month	Genera in order of dominance	Depth of peak density(m)	Cells/l	(%)
1980	<i>Melosira</i>	5	1,187,820	(37.7)
Sep.	<i>Anabaena</i>	0	566,534	(31.4)
	<i>Ceratium</i>	5	8,202	(71.2)
Oct.	<i>Melosira</i>	5	4,398,878	(52.9)
	<i>Anabaena</i>	5	1,508,850	(28.8)
	<i>Ceratium</i>	5	16,403	(72.2)
Nov.	<i>Melosira</i>	10	53,773	(25.2)
	<i>Anabaena</i>	0	6,688	(27.5)
	<i>Asterionella</i>	20	1,785	(31.7)
Dec.	<i>Melosira</i>	15	15,305	(26.1)
	<i>Anabaena</i>	5	4,067	(21.3)
	<i>Asterionella</i>	10	3,480	(26.6)
1981				
Jan.	<i>Melosira</i>	40	232,352	(31.1)
	<i>Anabaena</i>	10	76,570	(30.8)
	<i>Asterionella</i>	0	19,568	(16.8)
Feb.	<i>Melosira</i>	40	346,523	(31.9)
	<i>Asterionella</i>	5	198,733	(20.9)
	<i>Anabaena</i>	0	10,216	(60.9)
Mar.	<i>Asterionella</i>	5	107,950	(41.6)
	<i>Melosira</i>	40	77,045	(29.1)
	<i>Synedra</i>	40	7,378	(45.7)
Apr.	<i>Melosira</i>	40	48,501	(22.6)
	<i>Asterionella</i>	10	19,188	(21.2)
	<i>Synedra</i>	5	7,013	(31.5)
May	<i>Melosira</i>	35	33,685	(25.5)
	<i>Anabaena</i>	10	3,667	(47.5)
	<i>Asterionella</i>	5	1,773	(22.5)
Jun.	<i>Melosira</i>	35	54,276	(43.4)
	<i>Synedra</i>	35	1,350	(35.0)
	<i>Asterionella</i>	10	629	(25.0)
Jul.	<i>Melosira</i>	5	66,850	(70.7)
	<i>Anabaena</i>	0	4,550	(49.8)
	<i>Oscillatoria</i>	0	2,287	(100)
Aug.	<i>Anabaena</i>	0	897,000	(28.1)
	<i>Melosira</i>	15	2,333	(27.5)
	<i>Microcystis</i>	0	390	(19.5)

流入水量的 殘存時間이 길고 또한 屬年에 걸쳐 Plankton의 出現量이 比較的 많은 곳이다.

調査期間中 月別로 出現된 Plankton 의 優占順位와 垂直的 分布狀況, 그리고 그들의 Peak 層을 보면 Table 5, 6과 같았다.

Table 6. The vertical distribution of main zooplankton in Lake Ok-Jeong (September 1980-August 1981)

Month	Genera in order of dominance	Depth of peak density (m)	Individuals /l (%)
1980			
Sep.	<i>Eudorina</i>	0	75 (21.2)
	Nauplius	10	58 (17.8)
	Copepodid	5	70 (51.8)
Oct.	<i>Eudorina</i>	0	75 (38.0)
	<i>Keratella</i>	35	138 (77.5)
	<i>Trichocerca</i>	15	50 (29.7)
Nov.	Copepodid	10	13 (100)
Dec.	<i>Bosminopsis</i>	10	10 (100)
1981			
Jan.	<i>Bosmina</i>	15	67 (100)
Feb.	<i>Bosminopsis</i>	15	77 (49.3)
	<i>Vorticella</i>	15	115 (100)
	<i>Dinobryon</i>	10	51 (56.6)
Mar.	<i>Dinobryon</i>	0	18,842 (43.1)
	<i>Diffugia</i>	5	113 (100)
	<i>Polyarthra</i>	20	33 (100)
Apr.	Nauplius	40	42 (100)
May	<i>Polyarthra</i>	35	128 (19.1)
	<i>Keratella</i>	15	113 (37.4)
	<i>Bosmina</i>	5	113 (46.8)
Jun.	<i>Bosminopsis</i>	35	269 (58.6)
	Nauplius	35	175 (45.5)
	<i>Bosmina</i>	0	111 (28.5)
Jul.	<i>Diffugia</i>	5	1050 (97.2)
	<i>Eudorina</i>	25	170 (17.9)
	<i>Bosmina</i>	0	235 (35.9)
Aug.	<i>Eudorina</i>	0	150 (25.7)
	Nauplius	30	90 (15.8)
	Copepodid	5	140 (50)

*Melosira*의 Peak層은 9월부터 12월까지에는水深 5-15m層에서 나타났고, 1월부터 6월까지에는底層에서 나타났다. 이와같이 그들의 Peak層이上層에서底層으로 철에 따라서 바뀌는 것은, 앞에서谈及한바와 같이本種에는高水溫 高光度에適應하는種과,低水溫 低光度에適應하는種이 있다는(Lund, 1954a, b, 1955) 점과 *Melosira granulata*가 filament로 因해서 湖沼 밑바닥으로 가라앉는特性이 있기 때문인 것으로 생각된다(Nipkow, 1950; Lund, 1954a, b, 1955).

*Anabaena*는年中上層에서 그 Peak를 이루었는데, 이는 Pseudovacuoles에 의하여上層으로浮上

하기 때문인 것으로 본다(Fogg, 1941; Fritsch, 1945).

*Asterionella*와 *Synedra*는冬季에出現量이 많았는데 그들의垂直分布狀況은表層부터底層까지比較的 고르게分布하였다. 한편 *Ceratium*은 9-10월에年中 最盛期를 이루었는데表層부터水深 20m層까지 고르게分布하였다.

그 밖에出現量이比較的 적은種들의垂直分布狀況은年中不規則적으로 나타났다.

3) 日周變動

1981年 8月 23-24日 每 4時間마다 St. 3의 全水層에서 2.5m 간격으로 調査된 Plankton의 垂直日周變動의 結果를 分析 해본바 *Microcystis aeruginosa*, *M. incerta*, *Anabaena spiroides*, *Melosira granulata*, *Bosmina longirostris*가 주목할만한 垂直移動의 樣相을 보였다(Fig. 10).

*Microcystis aeruginosa*의 경우 주로 0m에서 5-10m 水層에 分布하며 底層(15m)까지 垂直移動의 樣相을 보인다. *Anabaena*屬은 Heterocyst를 가지고 있어 浮力을 調節하여 上下 移動을 하는데 正午에는 全水層에比較的 고르게 分布하나 日沒과 더불어表層으로 浮上하며 子正以後, 日出 직후까지 大部分이 0-5m 水層에 머무른다.

Horne et al. (1972)은 英國의 Crose Mere에서 *Anabaena circinalis*가 垂直運動 및 Aggregation을 한다는 報告를 하고 있다. *Melosira granulata*의 垂直日周變動의 樣相은 上記한 3종의 Cyanophyta와는 매우 다르다. 季節的 變動에서 급及한 바와 같이 이들은 주로 底層에 많이 分布하는데, 日周變動의 樣相역시 주로 底層으로 密集하는 傾向을 보여준다. 아침(8:00時)부터 正午까지는 全水層에 걸쳐 分布하나 表層에는 거의 없거나 매우 적으며 午後(16:00時)부터 점차 底層으로 密集하여 20:00時에는 90% 이상 10-15m層에 密集하고 그以後 서서히 全水層으로 擴散된다. Nipkow (1950), Lund (1954a, b, 1955) 등은 *Melosira islandica helvetica*의 filaments는 湖沼 밑바닥으로 密集하며 *M. granulata*는 진흙속에 休眠狀態로 살아 있다고 報告하고 있는 것으로 보아 本 研究의 *M. granulata*의 底層 密集은 매우 유사한 結果를 보여준다.

浮游性 甲殼類의 垂直日周變動은 많이 研究되었으며 Kikuchi(1930 a, b; 1937)와 Hutchinson(1967)에 의하여 잘 정리되고 있다. 이들 중에서도 Copepoda 및 Cladocera의 研究들이 많은데, 本 研究에서는

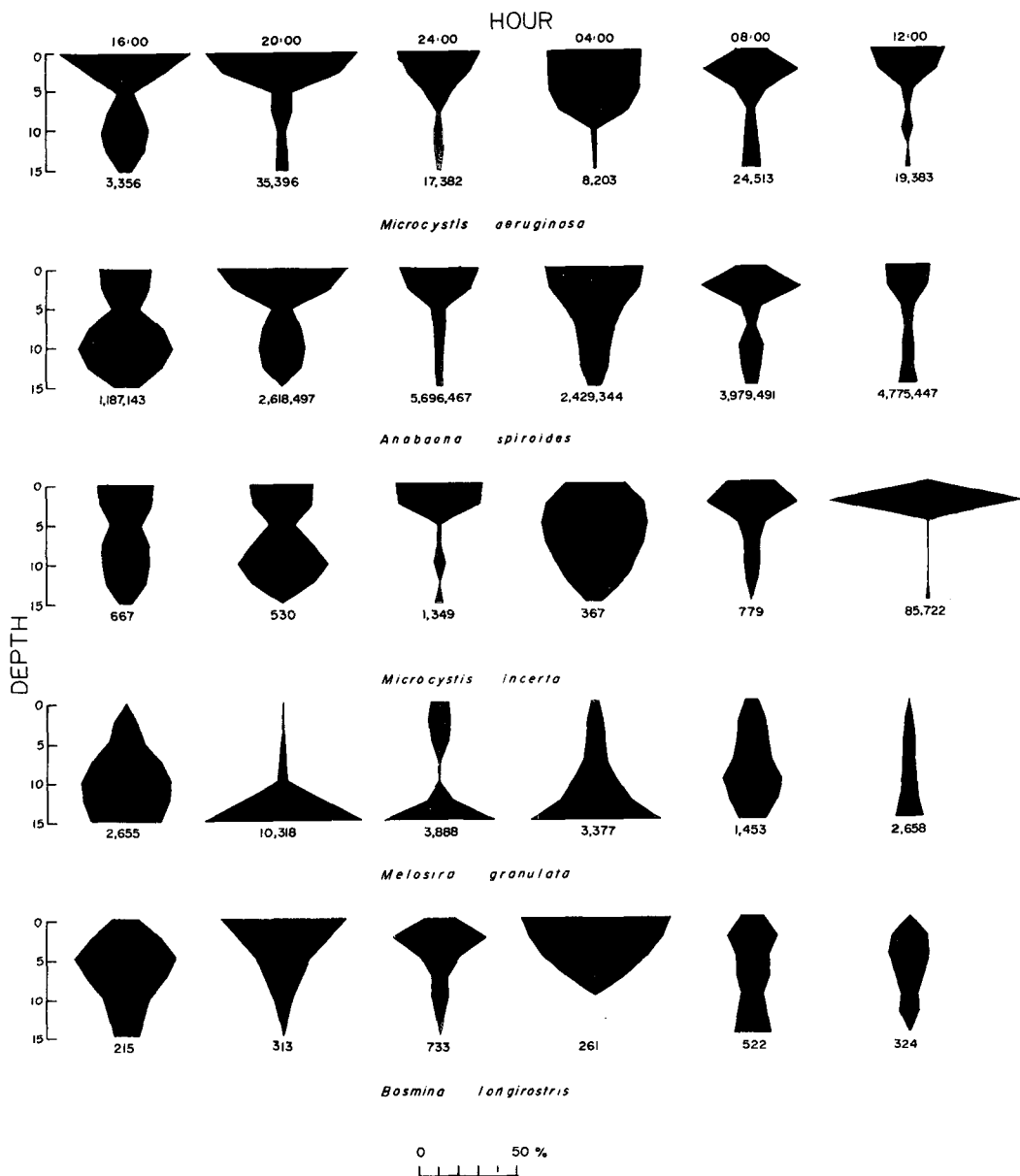


Fig. 10. The diurnal fluctuation of plankton in Lake Ok-Jeong (August 23-24, 1981).

*Bosmina longirostris*의 결과가 日周變動의 樣相을 보여준다. 日沒直後인 20:00時에 이들은 表層으로 上昇한다. 24:00時에는 表層의 密度는 약간 減少하나 0-5m 層에 約 90% 以上이 密集하며 4:00 時頃에는 모든 個體들이 表層에서 水深 10m 層까지 分布한다. 그러나 日出後 2 時間後인 8:00時에 個體들은 다시 上層으로 移動하며, 낮 12:00時에는 表層에 한 個體도 없었다.

이러한 形態의 垂直移動은 *Daphnia cucullata* 및 *Bosmina coregoni*의 경우에서 報告되고 있는데 (Ruttner, 1905) 이들은 日沒과 더불어 表層으로 上昇한다. 이와같은 現象은 Kizaki湖에서 調査된 *Bosminopsis deitersi*와 *Polyphemus pediculus*의 경우에서도 볼 수 있다 (Kikuchi, 1937). Mizuno (1963)의 研究에 의하면 *Bosmina longirostris*의 日周變動 研究의 結果도 本研究의 結果와 매우 類似하다.

Table 7. Monthly occurrence of plankton in Lake Ok-Jeong
(September 1980—August 1981)

Plankton	1980				1981							
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Cyanophyta												
<i>Microcystis aeruginosa</i>	p	p	p	p	p	p	p	p	r	r	r	c
<i>M. incerta</i>	p	p										r
<i>Anacystis cyanea</i>									p	p	p	p
<i>A. aeruginosa</i>											p	p
<i>A. varius</i>											p	p
<i>Oscillatoria tenuis</i>					p	p	p	p	p	p	r	r
<i>O. limosa</i>					p							
<i>Spirulina laxissima</i>												p
<i>Anabaena spiroides</i>	a	a	c	c	r	r	r	c	c	c	c	a
<i>A. sp.</i>		p				p						
<i>A. menderi</i>	p	r										
<i>Nostoc torulosum</i>			p		r							
Bacillariophyta												
<i>Melosira granulata</i>	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	c
<i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i>	a	a	a	a	a	a	a	c	a	a	a	c
<i>M. granulata</i> var. <i>angustissima</i> fo. <i>spiralis</i>	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
<i>M. italica</i>	c	c	c	c	c	c	c	a	r	r	p	c
<i>Cyclotella meneghiniana</i>											p	p
<i>Tabellaria fenestrata</i>							p	p				
<i>Diatoma elongatum</i>	p	p	p	p	p	p	r	r	p	p	p	p
<i>D. sp.</i>											p	p
<i>Fragilaria crotonensis</i>							p	p	r	p		
<i>Asterionella gracillima</i>	p	p	c	c	c	a	a	a	c	c	c	
<i>Synedra acus</i>	p	p	r	r	r	r	c	c	c	c	c	r
<i>S. ulna</i>	p	r	r	r	r	r	c	c	c	c	c	r
<i>Stauroneis anceps</i>												p
<i>Gyrosigma</i> sp.												p
<i>Navicula cryptocephala</i>							p					
<i>Amphora oralis</i>							p					
<i>Cymbella tumida</i>		p	p				p	p	p	p	p	
<i>Bacillaria paradoxa</i>												p
<i>Surinella elegans</i>												p
Chlorophyta												
<i>Pediastrum duplex</i>												c
<i>P. simplex</i>												c
<i>Micractinium pusillum</i>												p
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>												r
<i>Coelastrum cambricum</i>	p											
<i>C. sp.</i>			p									
<i>Tetraedron regulare</i>											p	
<i>Chlorococcum humicola</i>												p
<i>Oöcystis</i> sp.												p
<i>Closteriopsis longissima</i>	p			p						p	p	r
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	p	p	p	p	p	p	p	r	r	r	r	r
<i>Crucigenia quadrata</i>											r	r
<i>Scenedesmus denticulatus</i>										r	r	r
<i>Stigeoclonium tenue</i>									p			
<i>Chaetophora</i> sp.										p		
<i>Oedogonium</i> sp.	p									p		
<i>Cosmarium maximum</i>												p

Table 7. Continued

Plankton	1980				1981							
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
<i>C. sp.</i>												P
<i>Staurastrum leptocladum</i>												P
<i>S. sp.</i>												P
<i>S. megacanthum</i>												P
<i>S. tauphorum</i>												P
<i>Botryococcus sp.</i>												P
Protozoa												
<i>Dinobryon divergens</i>					r	c	r					
<i>Ceratium hirundinella</i>	a	a		p			p	p	r	r	c	
<i>Euglena acus</i>							p	p				
<i>Eudorina elegans</i>	r	p			p				p	c	c	
<i>Pandorina morum</i>	r	p							p	p	p	
<i>Pleodorina californica</i>									p	p	p	
<i>Diffugia corona</i>	p	p				p	r	r	r	c	c	
<i>D. constricta</i>												p
<i>D. urceolata</i>												p
<i>Centropyxis acureata</i>								r				
<i>Tintinnopsis cratera</i>												p
<i>Carchesium polypinum</i>	p						r	r	r	r	r	
<i>Vorticella campanula</i>	p				p				r	r	r	
<i>V. sp.</i>									p			
Rotifera												
<i>Conochiloides sp.</i>								r	r	r	r	
<i>C. coenobasis</i>											p	p
<i>Conochilus unicornis</i>							r	c	c	r	r	
<i>Polyarthra euryptera</i>	p				p	p			r	c		
<i>P. trigla</i>		p					r	c				
<i>Trichocerca capucina</i>		p	p						p		r	
<i>T. cylindrica</i>		p	p									
<i>T. elongata</i>		p	p						p		r	
<i>T. scipio</i>	p	p										
<i>T. insignis</i>	p	p										p
<i>Asplanchna priodonta</i>								r	r	r	r	
<i>A. sieboldi</i>									p	p	p	
<i>A. herricki</i>								r	r	c	c	
<i>Brachionus calyciflorus</i>	c								r	c	c	
<i>B. angularis</i>										r	r	
<i>B. falcatus</i>										p	p	
<i>Ascomorpha ecaudis</i>	p									p		
<i>Chromogaster sp.</i>										p		
<i>Squatinella mutica</i>										p		
<i>Keratella cochlearis</i>								c	p			
<i>K. valga</i>	p	r										
<i>K. quadrata</i>	p	r						r	r	r	r	
<i>Lepadella oblonga</i>										p		
<i>Trichotria sp.</i>												p
<i>Filinia longiseta</i>	p					r	r	r	r	r	r	
<i>Hexarthra mira</i>	p											r
<i>Ploesoma sp.</i>	r											
<i>P. truncatum</i>	p											
<i>Pompholyx complanata</i>	p											r

Table 7. Continued

Plankton	1980				1981							
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A
Cladocera												
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	r	r						r	r	r	r	
<i>Moina</i> sp.												p
<i>Bosmina longirostris</i>	p				r	c	r	r	r	r	c	r
<i>Bosminopsis deitersi</i>	p	p	p		p	p	p	p	r	r	r	r
Copepoda												
<i>Heliodyptomus kikuchii</i>	p	p					p	p	p	p	p	p
<i>Eodyptomus japonicus</i>												p
<i>Cyclops strenuus</i>												p
<i>C. vicinus</i>												p
<i>Mesocyclops leuckarti</i>										p	p	p
<i>Thermocyclops taihokuensis</i>	p	p			p	p	p	p	p	r	c	c
Nauplius	r	r			r	r	r	r	r	r	c	c
Copepodid	c		r		p	r	r	r	r	r	c	c

a : abundant c : common r : rare p : present

4) Plankton 相으로 본 玉井湖의 特徵

全體的으로 Plankton의 種類는 Table 7에서 보는 바와 같이 107 種으로 豊富하였고 年中 出現하는 種만도 Phytoplankton에서 Cyanophyta의 *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena spiroides*, Bacillariophyta의 *Melosira granulata*와 그의 變種 그리고 *Asterionella gracillima*, *Synedra acus*, *S. ulna* 등이 있었고 Chlorophyta의 *Ankistrodesmus falcatus*가 있었다.

Zooplankton에 있어서는 年中 出現하는 種은 없었으나 Rotifera가 種數나 個體數가 가장 많았으며 全體的으로 優勢했던 種을 보면 Protozoa에서 *Ceratium hirundinella*, *Eudorina elegans*와 *Diffugia corona*이었고, Rotifera에서는 *Conochilus unicornis*, *Asplanchna priodonta*와 *A. herricki*, *Brachionus calyciflorus*, *Keratella quadrata*, 그리고 *Filinia longiseta* 이었다. Cladocera에서는 *Bosmina longirostris*와 *Bosminopsis deitersi*이었고, Copepoda에서는 *Thermocyclops taihokuensis*이었다.

以上 本湖에서 年中 優勢하게 出現된 Plankton 19 種의 群集組成을 Plankton 指標種決定을 위한 資料(水野, 1980)와 比較하여 보면 富營養湖의 指標種에 該當되는 種으로는 *Microcystis aeruginosa*, *Ankistrodesmus falcatus*가 있었고, 中營養湖에 該當되는 種은 *Melosira granulata*와 그의 變種, 그리고 *Asterionella gracillima*와 *Conochilus unicornis*가 있었다. 그러나 貧營養湖에 該當되는 指標種은 하나도 없었다.

한편 富營養湖와 中營養湖의 指標種에 該當되는 種에는 *Anabaena spiroides*, *Synedra ulna*, *S. acus*, *Diffugia corona*, *Eudorina elegans*, *Brachionus*

calyciflorus, *Keratella quadrata*, *Filinia longiseta*, *Asplanchna priodonta*와 *A. herricki*가 있었다. 또한 富, 中, 貧營養湖에 共通的으로 該當되는 指標種에는 *Ceratium hirundinella*와 *Bosmina longirostris*, *Thermocyclops taihokuensis*가 있었다. 中營養湖와 貧營養湖에 該當되는 指標種으로는 *Bosminopsis deitersi* 뿐이었다. 즉 富營養湖의 指標種이 2種, 中營養湖의 指標種이 3種인데 反하여 貧營養湖의 指標種은 1種도 없었고, 富, 中營養湖의 指標種은 10種인 反面, 中, 貧營養湖의 指標種은 1種에 不過했으며, 富, 中, 貧營養湖에 共通的인 指標種은 3種이었다.

위의 結果로 보아 Plankton 相에서 본 本湖의 特徵은 中營養湖를 벗어나 富營養化되어가고 있는 것으로 간주된다.

3. 魚 類

玉井湖의 魚類에 關한 研究로는 内田(1939)의 *Cobitis* 屬 魚類와 *Pseudobagrus* sp. (内田, 1939)의 分類에 關한 記錄과 劉(1972)의 *Hypomesus olidus*의 生態에 關한 報告 및 玉井湖에 棲息하는 魚類에 대하여 (Lee and Kim, 1981) 報告된바 있다. 本調査에서 採集된 魚類는 Table 8, 9에서 보는 바와 같이 모두 10科 30屬 41種으로 이들 中 가장 많이 採集된 種은 피라미 *Zacco platypus*였으며, 그 다음으로 出現 個體數가 많은 것은 물개 *Squalidus coreanus*, 들고기 *Puntungia herzi*, 붕어 *Carassius auratus* 등의 順이었다.

한편 本湖와 비슷한 人工湖인 衣岩湖와 春川湖의 魚類相에 對한 調査로 Choi(1971)의 報告를 보면 피라미 *Zacco platypus*가 優占種인 點은 玉井湖와 비

Table 8. Families of the fish with the number of genera and species collected in Lake Ok-Jeong

Family	Number of genera	Number of species
Cyprinidae	17	25
Cobitidae	2	4
Siluridae	1	2
Bagridae	3	3
Anguillidae	1	1
Channidae	1	1
Serranidae	2	2
Eleotridae	1	1
Osmeridae	1	1
Gobiidae	1	1
Total	10	30
		41

숫하나, 春川湖, 衣岩湖에서는 꼬리 *Opsariichthys bidens*, 쏘가리 *Siniperca scherzeri*, 밀어 *Gobius similis*가 그 다음 順으로 되어 있어, 이 種들의 出現 個體數가 적은 玉井湖와는 잘 區分되고 있다. 그리고 種數에 있어서도 衣岩湖의 26種, 春川湖의 23種보다 훨씬 많은 種이 玉井湖에서 出現하고 있어 本 水域은 魚類의 棲息에 多樣한 環境을 갖춘 生態系임을 間接적으로 示唆하고 있다고 생각된다.

그리고 Choi (1971)는 우리 나라 南韓에서 出現하는 淡水魚는 모두 84種이라고 하였는데 本 水域에서는 約 1/2에 該當하는 種이 出現하는 것은 特記

Table 9. The species of fishes collected in Lake Ok-Jeong (July 1980 - August 1981)

Scientific name	No. of specimens collected
Cyprinidae	
<i>Rhodeus ocellatus</i>	6
* <i>Pseudoperilampus uyekii</i>	4
* <i>Acheilognathus yamatsutae</i>	92
<i>A. intermedia</i>	3
<i>A. limbata</i>	16
<i>A. signifer</i>	54
* <i>Acanthorhodeus gracilis</i>	5
<i>Cyprinus carpio</i>	4
<i>Carassius auratus</i>	113
<i>Pungtungia herzi</i>	141

Table 9. Continued

Scientific name	No. of specimens collected
<i>Hemibarbus longirostris</i>	32
<i>H. labeo</i>	31
* <i>Squalidus majimae jordanet</i>	1
* <i>S. coreanus</i>	239
<i>Sarcocheilichthys czerskii</i>	5
* <i>S. wakiyae</i>	9
<i>Pseudogobio esocinus</i>	23
<i>Pseudorasbora parva</i>	5
* <i>Coreoleuciscus splendidus</i>	60
<i>Zacco platypus</i>	500
<i>Z. temmincki</i>	53
<i>Moroco oxycephalus</i>	1
<i>Cultricolus eigenmanni</i>	29
* <i>Microphysogobio koreensis</i>	2
* <i>M. yaluensis</i>	57
Cobitidae	
<i>Cobitis taenia striata</i>	25
* <i>C. longicorpus</i>	17
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	4
<i>M. mizolepsis</i>	1
Siluridae	
<i>Parasilurus asotus</i>	6
* <i>P. microdorsalis</i>	1
Bagridae	
<i>Pelteobagrus fulvidraco</i>	2
* <i>Pseudobagrus</i> sp.	75
* <i>Liobagrus mediadiposalis</i>	1
Anguillidae	
<i>Anguilla japonica</i>	1
Channidae	
<i>Channa argus</i>	2
Serranidae	
<i>Coreoperca herzi</i>	17
<i>Siniperca scherzeri</i>	2
Eleotridae	
<i>Odontobutis obscura</i>	14
Osmeridae	
<i>Hypomesus olidus</i>	105
Gobiidae	
<i>Rhinogobius brunneus</i>	49

* : Korean indigenous species

할만한 事實이라고 생각된다.

한편 이번 에 採集된 魚類中 자시붕어 *Pseudoperilampus uyekii*, 줄납자루, *Acheilognathus yamatsutae*, 가시납지리 *Acanthorhodeus gracilis*, 긴물개 *Squalidus majimae*, 골개 *S. coreanus*, 참중고기 *Sarcocheilichthys wakiyae*, 쉬리 *Coreoleuciscus splendidus*, 모래주사 *Microphysogobio koreansis*, 돌마자 *M. yaluensis*, 왕중개 *Cobitis longicorpus*, 미유기 *Parasilurus microdorsalis*, 눈동자개 *Pseudobagrus sp.*, 자가사리 *Liobagrus mediadiposalis*의 13種은 우리 나라 特産種으로 앞의 Table 8, 9에서 보는 바와 같이 比較的 이 種들이 많은 個體數가 出現되는 點으로 보아 內水面 資源 保護의 側面에도 重要視되어야 하는 水域이라고 생각된다.

그리고 本 水域에서 出現하는 메기 *Parasilurus asotus*, 미유기 *P. microdorsalis*, 눈동자개 *Pseudobagrus sp.*, 쏘가리 *Simiperca scherzeri*, 빙어 *Hypomesus olidus* 등은 內水面 資源의 開發에 크게 도움이 되는 種으로 그들의 生活史, 食性 등 生態의 研究가 앞으로 要請되는 바이다.

內田 (1939)는 기름중개 *Cobitis taenia*의 變種에 對한 報告에서 玉井湖의 것은 거의 大部分이 縱帶型의 斑紋을 가졌고, 上流인 鎭安郡 盤松里 附近에서는 거의 橫帶의 斑紋을 갖고 있다고 하였는데 Kim (1976, 1980)은 이 橫帶의 斑紋型을 왕중개 *Cobitis longicorpus* 라고 別種으로 區分하였고, 縱帶型은 기름중개 *C. taenia striata* 라고 區分한 바 있었는데 本 調査에서는 앞의 두 種이 모두 出現하였다. 또한 內田 (1939)는 눈동자개 *Pseudobagrus sp.*를 蟾津江에서 처음으로 보고하면서 本種은 蟾津江에서만 出現한다고 하였으나, 崔 (1981)는 洛東江과 東海岸으로 흐르는 江을 除外한 南部의 大部分 河川에서 널리 分布한다고 報告한 바 있어, 앞으로 調査되는 研究結果에 따라 새로운 變種들이 나올 可能性이 있으리라고 생각된다.

要 約

우리 나라 南西部에 位置한 代表의 人工湖인 玉井湖에서 1980年 5월부터 1981年 8월까지 16個月 동안 每月 湖沼의 理化學的 要因들과 動物植物 Plankton의 季節的 變動과 垂直的 變動, 그리고 魚類相 등을 조사하여 綜合的인 陸水生物學的 研究를 施行하였다.

表層水의 水溫은 8월에 最高 28.2°C, 1월과 2월에 最低 3.5°C였다. 底層인 水深 40m 길이의 水溫은 9월에 最高 8.5°C, 2월에 最低 3.5°C로서 그 差

異는 5°C였다. 水溫 變化에 따른 水溫 躍層의 分布 및 垂直 安定度를 보면 11월부터 3월까지 低水溫期에는 完全 垂直混合이 일어나며 2월에는 表層에서 底層까지 모두 3.5°C였다. 4월부터 6월까지 表層水 水溫의 上昇으로 因하여 表層부터 10m 水深의 層까지에 걸쳐 躍層이 形成되며, 10m 以下の 低層水는 5.6~7.1°C의 範圍로 成層이 생겼다. 高水溫의 表層은 점점 깊어져 7~10월에는 15~25m 水深에 水溫躍層이 形成되어 垂直 混合이 일어나는 表層과 安定된 低層으로 區分되었다. 8월의 表層水는 28.2°C, 底層水溫도 相當히 上昇되어 9월에는 8.5°C까지 上昇하여 湖水의 混合이 意外로 큰 것을 알 수 있었다.

pH의 年中變化는 表層에서 6.8(1월)~9.0(8월)의 範圍이며, 中層에서는 6.5~7.0, 底層에서는 6.0~7.5였다.

DO는 年中 飽和狀態였고, 低水溫期인 겨울철에는 약간 過飽和 狀態였으며, 年中 DO의 躍層은 나타나지 않아, 底層까지 DO量은 比較的 높았다.

透明度는 最高가 2월에 4.6m였고, 最低가 8월에 1.7m였으며 1980年 8월의 豫備調査時에도 8월이 0.9m로 調査期間中 最下였다. 이렇게 낮은 透明度는 이 때 最大로 繁茂한 *Anabaena spiroides*, *Melosira granulata* 등 때문인 것으로 생각된다.

鹽素量, 窒酸態 窒素, COD, 磷酸鹽의 分析結果는 1980年의 값에 比하여 1981年의 값이 多少 增加된 傾向을 보인다. 또 칼슘, Mg, Fe와 같은 無機物質들의 分析結果로 보아 玉井湖의 水質은 軟水로 評價되었고 크롬이나 水銀과 같은 重金屬物質들도 極히 微量 檢出되었다.

調査期間中 本 湖에서 採集된 Plankton의 出現種은 모두 7科 72屬 107種이었다. 그中 Phytoplankton은 Cyanophyta가 12種, Bacillariophyta 19種, Chlorophyta 23種이었고, Zooplankton은 Protozoa 14種, Rotifera 29種, Cladocera 4種, Copepoda 6種이었다.

Phytoplankton의 生産은 7~10월의 大繁殖(Peak는 10월 1, 504×10³cells/l)과 1~4월의 小繁殖(Peak 2월 236×10³cells/l)의 2回의 Peak를 나타냈다.

Phytoplankton의 種 組成 變化의 樣相을 보면 *Melosira granulata*, *Anabaena spiroides*와 같이 高水溫期인 7~10월에 繁茂하는 무리, *Asterionella gracillima*, *Synedra acus*, *S. ulna*와 같이 低水溫期에 多量 出現하여 겨울철에 繁茂하는 무리, 그리고 *Microcystis aeruginosa*, *Ankistrodesmus falcatus*와 같이 少量씩 周年 出現하는 세 무리로 大別할 수 있다.

Zooplankton의 種 組成 및 出現 樣相을 보면 主要 種들은 *Thermocyclops taihokuensis*, *Difflugia corona*, *Bosmina longirostris*, *Bosminopsis deitersi*, *Keratella quadrata*, *Asplanchna priodonta*, *A. herricki* 등이며, 이들은 10~11월부터 익년 2월 혹은 4월까지의 低水 溫期에 出現이 없거나 있어도 매우 적었다.

垂直 日周變動은 주로 *Microcystis aeruginosa*, *M. incerta*, *Anabaena spiroides*, *Melosira granulata*, *Bosmina longirostris*에 의하여 나타났다. 특히 *M. granulata*는 日沒과 더불어 底層으로 密集하는 移動을 했으며 *B. longirostris*는 日沒과 더불어 表層으로 浮上하고 日出과 더불어 全 水層에 擴散되는 樣相을 보였다.

本 湖에서 採集된 魚類는 10 科 31 屬 41種이었다. 그 中 *Pseudoperilampus uyekii*와 *Coreoleuciscus splendidus*를 包含한 13種의 魚類는 韓國 特産種으로 우리 나라의 다른 湖沼들에 比하여 魚類相이 多樣하였다.

謝 辭

이 研究를 遂行하는 동안에 研究의 方向을 提示해 주시고, 끊임없이 指導해 주신 釜山水產大學 養殖學科 金仁培 博士님께 먼저 感謝를 드리며, 이 研究를 部分的으로 도와주신 同 學科의 柳辰奎 博士님, 그리고 貴重한 文獻을 기꺼이 내어주시고 또한 資料 및 原稿整理에 積極的으로 協助해 주신 釜山水產大學 海洋科學研究所 洪性潤 教授님께 感謝의 뜻을 표하는 바이다.

끝으로 本 研究를 위하여 現場調査時 또는 Plankton의 檢鏡時에 誠心껏 도와준 全州教育大學 李鎔周 助教에게도 謝意를 表한다.

文 獻

Cho, K. S. 1965. A study on limnological condition and plankton of Lake Paro. Choonchun Teach. Coll. J. 45—57.
 Cho, K. S. 1968. A limnological study on three artificial reservoirs in the north Han River system. On the environmental factors and the planktons in Paro Lake, Chuncheon Lake and Uiam Lake in spring season. Kor. J. Lim. 1(1), 25—32.
 Cho, K. S. and Y. S. Park. 1969. Limnological

studies of the Young-nang Lake. Kor. J. Lim. 2(3, 4), 51—66.
 Cho, K. S. 1971. Comparative studies on the limnology of the Chuncheon, Uiam and Achim reservoirs. The environmental conditions and seasonal variation of plankton. Kor. J. Lim. 4(1, 2), 27—42.
 Cho, K. S. 1974. Limnological studies of Soyang multiple purpose reservoir. Kor. J. Lim. 7(1, 2), 63—70.
 Cho, K. S., S. U. Hong and K. H. Ra. 1975. The comparative study of limnological conditions and plankton fauna of brackish water in the east coast of Korea. Kor. J. Lim. 8(3, 4), 25—37.
 Cho, K. S., D. H. Cho and K. M. Yoon. 1978. Biological studies on the effects of sewage disposal of Chuncheon City on the physicochemical water quality of the Uiam Reservoir. Kor. J. Lim. 2(3, 4), 7—24.
 Cho, K. S. 1979. Limnological studies of Soyang Multiple-Purpose Reservoir. Res. Bull. Kangweon Univ. 13, 185—191.
 Choi, K. C. 1971. Comparative studies on the fish population dynamics in the Choon Chun, Uiam Impoundments and in the Achim Reservoir. Kor. J. Lim. 4(1, 2), 43—62.
 崔基哲. 1981. 韓國產淡水魚分布圖. 韓國淡水生物學研究所 報告 II. pp. 83.
 Chung, Y. H. 1962. A study of fresh-water algae in Korea. Seoul Univ. J. (D). 10—44.
 Chung, J. 1975. A study on the Euglenophyceae from Chonlabook-Do area. Res. Rev. of Kyungpook Nat. Univ. 20, 233—242.
 Chung, J. 1979. A study on the fresh-water algae from Chungchongbook-Do area. Kor. J. Lim. 12 (1, 2), 41—53.
 Chung, J. and H. J. Yang. 1981. The Limnobiological study on the planned Yeongcheon Artificial Dam Lake. Res. Rev. Kyungpook Nat. Univ. 31, 249—267.
 Chung, M. K. 1961. Illustrated Encyclopedia, The Fauna of Korea. Vol. 2. Fishes,

- Ministry of Education, Korea. pp.861.
- 鄭文基. 1977. 韓國魚圖譜. 一志社. 서울. pp.727
- Diklic, S. 1977. Lecture notes on Hydrology. IHE the Netherlands. p. 7.
- Edmondson, W. T. 1959. *Freshwater Biology*, 2nd ed, John Wiley & Sons, Inc. pp.1248.
- Fogg, G. E. 1941. The gas-vacuoles of the Myxophyceae (Cyanophyceae). *Biol. Rev.* 16, 205—217.
- Fritsh, F.E. 1945. The structure and reproduction of the algae. Cambridge Univ. Press. II: XIV. pp. 939.
- 羽田良禾. 1927. 秋季に於ける水原西湖のプランクトン. 朝鮮博物誌. 6, 1—10.
- 韓國産業基地開發公社. 1981a. 蟾津江多目的댐現況. 韓國産業基地開發公社試驗研究所. (인쇄중)
- 韓國産業基地開發公社. 1981 b. 玉井湖水質檢査結果報告書. 韓國産業基地開發公社試驗研究所. (인쇄중)
- Horne, A. J., J.E. Dillard, D. K. Fujita and C. R. Goldman. 1972. *Limnol. Oceanogr.* 17, 693—703.
- Hutchinson, G. E., 1944. *Limnological studies in Connecticut*. VII. A critical examination of the supposed relationship between phytoplankton periodicity and chemical changes in lake waters. *Ecology* 25, 3—26.
- Hutchinson, G. E. 1957. *A Treatise on Limnology*. I. John Wiley & Sons. N. Y. pp. 1015.
- Hutchinson, G. E. 1967. *A Treatise on Limnology*. II. John Wiley & Sons. N. Y. pp. 1115.
- Kang, S.W. 1966. The comparative limnological studies of Korean lakes and ponds to improve the carrying capacity. *Seoul Univ. J. (B)* 17, 118—190.
- Kikuchi, K. 1930 a. A comparison of the diurnal migration of plankton in eight Japanese lakes. *Mem. Coll. Sci. Kyoto Univ.*, Ser.(B). 5, 27—46.
- Kikuchi, K. 1930 b. Diurnal migration of plankton crustacea. *Q. Rev. Biol.* 5, 189—206.
- Kikuchi, K. 1937. Studies on the vertical distribution of the plankton Crustacea I. A comparison of the vertical distribution of the plankton crustacea in six lakes of middle Japan in relation to the underwater illumination and the water temperature. *Rec. Oceanogr. Works, Japan* 9, 63—85.
- Kim, I. B. 1974. *Freshwater Fishes of Korea*. Tae Wha Pub. Co. pp. 188.
- Kim. I. S., K. C. Choi and T. T. Nalbant. 1976. *Cobitis longicarpus*, a new cobitid fish from Korea. *Kor. J. Zool.* 19, 171—178.
- Kim. I.S. 1980. Systematic studies on the fishes of the family Cobitidae (Order Cypriniformes) in Korea. I. Three unrecorded species and subspecies of the genus *Cobitis* from Korea. *Kor. J. Zool.* 23 (4), 239—250.
- Lee, C. L. and I. S. Kim. 1981. A study on the fishes living in Okjung Reservoir. *Kor. J. Lim.* 14 (1-2), 31—38.
- Lund, J. W. G. 1949 a. Studies on *Asterionella*, I. The origin and nature of the cell producing seasonal maxima. *J. Ecol.* 37, 389—419.
- Lund, J.W.G. 1949 b. The dynamics of diatom outbursts with special reference to *Asterionella*. *Verh. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.* 10, 275—276.
- Lund, J. W. G. 1950. Studies on *Asterionella formosa* Hass. II. Nutrient depletion and the spring maximum. *J. Ecol.* 38, 1—35.
- Lund, J.W.G. 1954 a. Primary production and periodicity of phytoplankton. (Edgardo Baldi Memorial Lecture). *Verh. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.* 15, 37—56.
- Lund, J. W. G. 1954 b. The seasonal cycle of the plankton diatom *Melosira italica* (Ehr.) Kütz subsp. *Subarctica* O. Müll. *J. Ecol.* 42, 151—179.
- Lund, J. W. G. 1955. Further observations on the seasonal cycle of *Melosira italica* (Ehr.) Kütz subsp. *Subarctica* O. Müll. *J. Ecol.*, 43, 90—102.
- Mizuno, T. H. 1963. Limno-biological study of the artificially constructed lake in Hyogo

- Prefecture, Mem. Osaka Univ. Lib. Art. Edu. B, Nat. Sci. 12, 51—75.
- 水野壽彦. 1980. プランクトン指標種決定のための資料 1—4. 日本淡水プランクトン圖鑑. 保育社. pp. 353.
- 森爲三. 1926. 水原西湖の魚類. 朝鮮博物誌 5, 54—56.
- Nakamura, M. Z. 1971. Keys to the freshwater fishes of Japan fully illustrated in colors. 2nd ed. Hokuryukan. pp. 260.
- Nipkow, F. 1950. Ruheformen planktischer Kieselalgen im geschichteten Schlamm des Zürichsees. Schweiz. Z. Hydrol. 12, 263—270.
- Pennak, R. W. 1978. Fresh-water Invertebrates of the United States, 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc. pp. 769.
- Ruttner, F. 1905. Ueber das Verhalten des Oberflächenplankton zu verschieden Tageszeiten im Grosser Plönersee. Forsch Ber. Biol. Stn. Plön. 12, 35—62.
- Saito, S. J. 1978. Seasonal succession of phytoplankton in Sagami Reservoir from 1973 to 1977. Jap. J. Limnol. 39(4), 147—155.
- 齊藤昭二. 1978. 相模湖系の浄水場における濾過閉塞の現況と原因. 全國水道研究發表會要旨集. pp. 434—436.
- Skvortzow, B. W. 1929. On some diatoms from Seiko Lake of Chosen, Japan, Harbin China. Chosen Nat. Hist. Soc. 8, 9—14.
- 内田恵太郎. 1939. 朝鮮魚類誌 第一卷. 朝鮮總督府水産試驗場報告書. 6, 1—489.
- Wesenberg-Lund, C. 1904. Plankton investigations of the Danish Lakes. Special part. Copenhagen. pp. 223.
- Wesenberg-Lund, C. 1908. Plankton investigations of the Danish Lakes. General part. The Baltic freshwater plankton, its origin and variation. Copenhagen (Gyldenalske Boghandal). pp. 389.
- Willoughby, L. G. 1976. Freshwater Biology. Hutchinson & Co., Ltd. London. pp. 167.
- 劉奉錫. 1972. 雲岩貯水池産鯉어의 生態研究. 韓陸水誌. 5 (3-4), 43—48.
- 魏仁善, 羅鐵昊, 崔忠吉, 朱東驥. 1979. 榮山江水系에 築造된 4個人工湖에 대한 陸水生態學的 研究. 全南大 臨海研究誌. 4 (1), 1—71.