

## 衣岩湖의 植物性 plankton 群集의 構造와 動態

任良宰 · 曹圭松\* · 辛昌男\*\*

(中央大學校 生物學科, 江原大學校 生物學科\*, 忠南大學校 生物學科\*\*)

## Structure and Dynamics of Phytoplankton Communities in Uiam Lake, Korea

Yim, Yang-Jai, Kyu Song Cho and Chang Nam Sin

(Dept. of Biology, Chung-Ang University, Dept. of Biology, Kang-Weon University,\* Chung-Nam University\*\*)

### —ABSTRACT—

Structure and dynamics of the phytoplankton communities of Uiam lake, Korea, was investigated.

In the Uiam lake four dominant species were found *Oscillatoria limosa* at Chuncheon City side, *O. tenuis* at Soyang river side, *Melosira italica* at south-east side and *Asterionella gracillima* at west side of the lake.

By cluster analysis, based on the similarity index and dissimilarity index, the phytoplanktons in this lake were grouped into three communities; i.e. *Oscillatoria*, *Melosira* and *Asterionella* community. And also the same groups obtained by the cluster analysis were recognized by polar ordination technique along polluted degree gradient.

It is clear that *Oscillatoria* community occur in polluted site, *Asterionella* community in unpolluted site and *Melosira* community in less polluted site.

### 緒 論

최근 人工湖의 增加와 더불어 人工湖의 生物群集의 構造와 動態 및 生態系의 特性을 把握하려는 研究가 世界 各地에서 活潑해져 가고 있다. 人工湖안의 plankton 群集의 Turnover rate는 매우 짧고 物理的 環境에 銳敏하므로, plankton 群集의 動態把握에는 一次的으로 物理的 環境의 究明이 必要하다.

plankton群集의 水平構造分析은 그 觀點에 따라 方法이 달라질 수 있으므로 群集概念에 대한 著者들의 立場을 밝힐 必要가 있다. Classification method와 gradient analysis는 群集의 不連續說과 連續說에 立脚하고 있다(Whittaker 1962, 1967). 그러나 人工湖의

plankton群集은 實際로 連續性과 不連續性의 兩面性을 띠고 있어 위에 말한 두 가지 方法을 同時에 適用할 수도 있다(Kershaw 1973, Orloci 1966).

이와 같은 立場에서 衣岩湖의 phytoplankton群集에 대한 研究를 進行하였다.

衣岩湖는 1967年 7월에 준공하여 灌水된 것으로서 北으로는 北漢江水系의 春川湖와 昭陽江水系의 昭陽湖와 比較的 가까운 거리에 있으며, 湖안에는 上島, 中島, 下島가 있다. 滿水時의 水面積은 1.720ha, 最深部는 깊이 19m, 湖의 東쪽에는 春川市가 位置하고 있어 都市下水 및 工業 廢水의 流入으로 汚染이 增加하고 있다. 그러므로 汚染度를 環境勾配로 한 plankton群集의 分類는 이 湖의 特徵을 把握하는데 重要하다고 볼 수 있다.

이 연구에서는 衣岩湖의 植物 plankton群集의 垂平 分布와 水質汚染度의 勾配와의 관계에 重點을 두어 研究를 進行하였다.

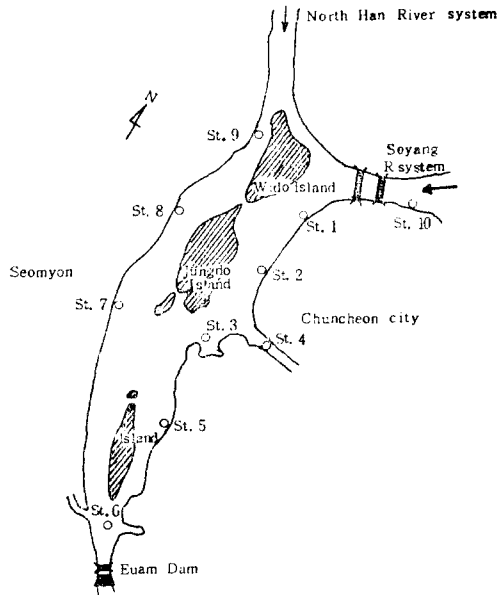


Fig. 1. Sampling sites in Uiam lake.

### 調査方法

#### Plankton의 採集과 同定

1973~1980까지의 8年間の 調査에 근거를 두고 특히 10개所를 선정하여 plankton net (NXX. 17)로 採集한 試料를 5% formalin용액에 고정하였다. 採集된 plankton中 phytoplankton만을 分離하여 5~10회의 반복으로 1cc 용적의 slide glass에 넣어 檢鏡 同定하여 個體數를 計算했다.

#### Plankton群集의 分類

각 地點에서 採集된 植物性 plankton을 Bray & Curtis (1957)에 의하여 類似係數( $IS = \sum M_n \times 100$ )와 非類似係數( $ID = 100 - IS$ )를 계산하고, 類似係數와 非類似係數의 matrix를 작성하여 群集을 區分하고 다시 cluster analysis를 하여 群集 分類를 檢定하였다. Cluster analysis는 computer(I.B.M. 3032 MVS system)에 의해서 Davis (1973) program을 이용하여 실시했다.

水溫, PH,  $Ca^{++}$ ,  $Cl^-$ , N, P, N/P, ratio,  $SO_4^-$ 의 環境勾配에 따른 植物性 plankton군집의 배열은 Bray

& Curtis (1957)에 의해 Polar ordination을 했다. 類似度係數와 非類似度係數의 matrix에서 각각 두 site씩 짝지어 두 site間的 percentage distance를 計算하여 가장 큰 percentage distance를 갖은 두 site를 X軸 兩端의 기준점으로 잡았다. 이들 사이의 percentage distance를 X軸 兩端의 거리 L로 하였으며 나머지 site의 X값은  $X = \frac{L^2 + (dA)^2 - (dB)^2}{2L}$ 으로 구했다. 여기서 dA는 X값을 구하고자 하는 任意의 site와 한 기준점 간의 percentage distance이며 dB는 다른 기준점 간의 percentage distance이다. X軸 中央에 서로 近接해 있으면서 가장 큰 percentage distance를 갖은 두 site를 擇하여 Y軸의 兩端 기준점으로 정하고 다른 Y값은 X값과 同一하게  $Y = \frac{(L')^2 + (dA')^2 - (dB)^2}{2L'}$ 으로 計算했다.

### 結果 및 論議

衣岩湖에서 採集된 植物性 plankton은 130屬 242種으로서 이들 중에서 Bacillariophyta에 속하는 종들이 가장 많았다.

한편 地點別 출현종과 종별 相對數度를 계산하여 地點別 優占種을 결정하였다(Table 1).

Table 1. The dominant species and number of species occurred at each station (1979).

Item station	Dominant species	No. of species
1	<i>Oscillatoria limosa</i> (RA=43.8%)	64
2	<i>Oscillatoria tenuis</i> (RA=22.7%)	49
3	<i>Melosira italica</i> (RA=19.2%)	83
4	<i>Oscillatoria limosa</i> (RA=22.6%)	68
5	<i>Melosira italica</i> (Ra=33.2%)	80
6	<i>Melosira italica</i> (RA=52.8%)	80
7	<i>Asterionella gracillima</i> (RA=35.8%)	64
8	<i>Asterionella gracillima</i> (RA=36.5%)	74
9	<i>Asterionella gracillima</i> (RA=37.3%)	71
10	<i>Oscillatoria tenuis</i> (RA=27.2%)	52
No. of total species		242

조사된 10개 地點 중에서 *Melosira italica*와 *Asterionella gracillima*가 6개 地點의 優占種으로 나타났다. 이것으로 보아 衣岩湖에서는 규조류가 優勢함을 알 수

있다.

한편 제 1 지점과 제 4 지점의 우점종은 *Oscillatoria limosa*이며, 제 2 지점과 제 10 지점은 *Oscillatoria tenuis*로서 藍藻類에 屬하는 것들이었다.

지점별로 출현된 種數는 *Melosira italica*가 우점종인 제 3·5·6 지점에서는 80~83종으로 가장 많았고, 제 2, 10 지점에서는 *Oscillatoria tenuis*가 우점종이며 각각 49과 52종으로 가장 적게 나타났다. 此外 지점에서는 *Asterionella gracillima*가 우점종인 지점이 *Oscillatoria limosa*가 優占種인 地點보다 출현종이 많았으나 *Asterionella gracillima*가 우점종인 제 7 지점은 *Oscillatoria limosa*가 우점종인 地點과 같았다. 地點

점은 하나의 群集으로 묶인다. 또한 제 7 지점과 제 8, 9 지점의 *IS* 값이 각각 73.25, 70.31로서 한 群集을 形成한다. 따라서 衣岩湖의 植物性 plankton 群集은 3가지 群集型, 즉, *Oscillatoria* community(제 1, 2, 4, 10 지



Fig. 2. Hierarchical dendrogram of phytoplankton communities.

Table 2. Matrix of indices of dissimilarity (ID) and similarity (IS) in percent for the 10 stations

ID \ IS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	X	52.20	70.19	36.16	64.68	63.42	77.61	73.69	64.50	76.15
2	47.80	X	45.45	48.72	55.04	55.04	60.18	49.59	58.33	43.56
3	39.81	54.55	X	43.05	36.37	47.15	55.11	47.77	63.64	68.89
4	63.84	51.28	56.95	X	54.05	52.70	62.88	69.58	58.27	56.67
5	35.32	44.96	53.95	45.95	X	41.25	47.22	51.95	60.26	59.09
6	36.58	44.96	52.85	47.30	58.75	X	34.72	49.35	47.41	60.61
7	22.39	39.82	44.78	37.12	52.77	65.28	X	49.28	59.61	56.90
8	26.31	50.41	52.23	30.42	48.05	50.65	50.72	X	54.48	57.14
9	35.50	41.67	36.36	41.73	39.74	40.39	52.59	45.52	X	69.02
10	23.85	56.44	31.11	43.33	40.91	39.39	43.10	42.86	30.98	X

別 출현 종수에 대한 差異를  $\chi^2$ -Test한 결과 *Melosira italica*와 *Asterionella gracillima*의 地點과 *Oscillatoria limosa*와 *Oscillatoria tenuis*의 地點은 두 群으로 區分할 수 있다( $p < 0.05$ ).

汚染水域에서는 plankton이나 그 밖의 生物의 種數가 減少하는 경향이 있다. *Oscillatoria limosa*와 *Oscillatoria tenuis*가 優占하는 제 1, 2, 4, 10 地點 構成種이 比較的 단순하여 環境測定의 結果와 種의 多樣性과 잘 一致한다.

또, 植物性 plankton의 平均壽命은 0.7~0.8일이므로 植物性 plankton의 群集內의 種분포 변동은 比較的 環境條件을 잘 反映할 수 있어 群集의 種組成은 水質判定에 有用한 것이다.

각 지점에서 출현된 개체수와 종수를 利用하여  $IS = ID$  matrix를 계산한 결과 *IS* 값이 제 1, 2, 4, 10 地點들 사이에는 다른 것들과 比較해서 크므로 하나의 群集으로 묶이고, 제 3 지점과 제 5 지점 사이에는 69.58, 제 3 지점과 제 6 지점 사이에는 72.46이므로 第 3, 5, 6 지

점, *Melosira* community(제 3, 5, 6 지점), *Asterionella* community(제 7, 8, 9 지점)로 分類된다.

이와 같이 分類된 植物性 plankton 群集間의 類似性을 알아보고 *IS-DS* matrix에 의해 分類된 群集을 檢정하기 위해 Cluster analysis한 결과는 Fig. 2.와 같다.

Cluster analysis한 결과, similarity level이 0.8인 경우 (1, 4), (2, 10), (3)(5)(6), (7), (8, 9)의 7개 clusters가 形成되고, similarity level이 0.7인 경우에는 (1, 4, 2, 10), (3, 5, 6), (7, 8, 9)의 3개 clusters가 된다. 다시 similarity level이 0.6인 경우는 2개의 clusters가 된다. similarity level이 0.5인 경우도 하나의 cluster가 된다. 이러한 hierarchical dendrogram에 의하여 1次 區分하는 7개의 cluster들에 대해서는 Table 1과 2에서 이들을 分類할 근거가 없어 群集으로 區分하기는 어렵다고 생각되며 앞으로 環境 要因과 此外의 垂直的 構造 등을 究明해야 精確한 分類 근거를 밝힐 수 있다고 생각된다. 다시 2次 區分하면 3개의 cluster가 形成되

며 이 세 cluster가 群集의 單位로 類別됨을 알 수 있다.

한편 3次 區分에서는 두개의 cluster, 즉 *Oscillatoria* group인 Cyanophyta group와 *Melosira-Asterionella* group인 Bacillariophyta group으로 大別되며 이는 어떤 環境의 差異나 生物相에 影響을 받는 것으로 생각된다. 4次 區分은 similarity level이 너무 낮은 값으로 나타 나므로 어떤 意義를 찾기는 어렵다(Davis, 1973). 分類된 3群의 植物性 plankton群集의 環境 差異에 따른 傾度를 알아 보기 위해서 Polar ordination을 처리하였다(Fig. 3).

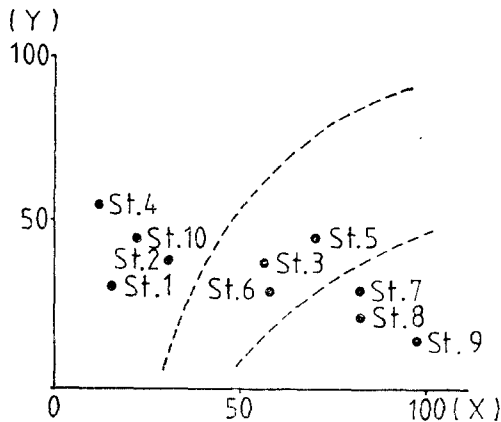


Fig. 3. Ordination of Y/X values of 10 sites.

Polar ordination한 결과도 Table 2와 Fig. 2의 결과와 일치하였다. 衣岩湖內 水質 環境을 조사한 결과에 의하면(曹 1971, 1973, 曹 1975, 洪 1969) *Oscillatoria* community 分布域은 春川市의 都市下水와 工場廢水가 流入되어 타지점보다 汚染度가 높은 곳이다. 또한 Saprobien system(津田 1964)에 의하면 汚水 水域인  $\alpha$ -强腐水性 또는  $\alpha$ -中腐水性 水域에 *Oscillatoria tenuis*가 다수 나타나며 *Oscillatoria limosa*는  $\alpha$ -中腐水性에서  $\beta$ -中腐水性 水域에서 多數 나타난다. 이것으로 판단하면 *Oscillatoria* community의 분포역인 제 1, 4, 2, 10지점은 가장 汚染度가 極甚하다.

또한 *Melosira varians*나 *Melosira granulata*는  $\beta$ -中腐水性에서만 多數 出現하고 *Asterionella formosa*는  $\beta$ -中腐水性으로부터 貧腐水性에 걸쳐 많이 나타난다(津田 1964). 本研究 결과는 이것을 立證하고 있다.

衣岩湖의 中島 東쪽 水域은 *Oscillatoria* community로서 汚水性 植物 plankton群集이 그 西쪽 水域은 *Asterionella* community로 비교적 清水域이고 汚染度가 낮은 plankton群集이 分布하고 있다. 兩水系가 合流되

는 Dam site에서도 *Melosira* community가 分布하고 있어 이것은 汚水域과 清水域의 中間環境에 分布하는 群集임을 나타내고 있다.

## 摘 要

衣岩湖의 植物性 plankton群集의 構造 및 그 動態를 밝혔다. 調査된 10個地點의 優占種을 결정하고 類別하여 이들에 대한 環境勾配에 따른 gradient analysis를 실시한 결과는 다음과 같다.

衣岩湖의 植物性 plankton群集內 우점종은 *Oscillatoria limosa* (st. 1, 4, 2, 10), *Oscillatoria tenuis* (st. 2, 10), *Melosira italica* (st. 3, 5, 6), *Asterionella gracillima* (st. 7, 8, 9)였다. IS-ID matrix와 cluster analysis에 의하면 衣岩湖의 植物性 plankton 群集은 *Oscillatoria* community, *Melosira* community, *Asterionella* community로 區分할 수 있다. 環境勾配에 따른 gradient analysis를 하기 위한 polar ordination의 결과 *Oscillatoria* community (st. 1, 4, 2, 10)는 汚水性植物 plankton 群集이며 *Asterionella* community는 清水域의 植物性 plankton群集임을 밝혔다. 또한 *Melosira* community는 汚染域과 清水域의 中間水域環境에 分布하는 群集임을 밝혔다.

## 參 考 文 獻

- Bray, J. R. and J. T. Curtis, 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin Ecological Monographs, 27 : 325~349.
- 曹圭松, 1971. 上東嶺山廢水의 汚染이 河川生物에 미치는 影響 韓國國際水學會誌 4 : 1~2.
- 曹圭松, 1973. 漢江上流水系人工湖의 Microfauna에 관한 研究. 春川教育大學論文集 13 : 61~79.
- 曹圭松·洪思讓·羅圭煥, 1975. 東海岸汽水湖群의 陸水條件과 plankton相의 比較研究, 韓陸水誌, 8 : 3~4.
- Davis, J. C., 1973. Statistics and data analysis in geology. John Wiley & Sons, Inc. N.Y., 412~536.
- Kershaw, K. A., 1973. Quantitative and dynamic plant ecology. 2nd ed., American Elsevier, N.Y.
- Orloci, L., 1966. Geometric modes in ecology. I. The theory and application of some ordination methods. J. of Ecology, 54 : 193~215.
- 津田松苗, 1964. 汚水生物學, 北隆館 東京
- Whittaker, R. H., 1962. Classification of natural communities. Botanical Review, 28 : 1~239.
- Whittaker, R. H., 1967. Gradient analysis of vegetation, Biol. Rev., 42 : 6207~24.

(1982年 9月 21日 接受)