

川原大池における DO の変化に及ぼす植物プランクトンの光合成と呼吸

長崎大学工学部 学生員 ○松本孝志  
長崎大学工学部 正 員 古本勝弘  
長崎大学大学院 学生員 竹本陽一

1. はじめに

湖沼の水質変化は有機物の生産と分解にも大きく関係しており、植物プランクトンの光合成量（一次生産量）および呼吸量を把握することは重要である。光合成量はそれによって生産される酸素量によって測られるが、それは植物プランクトンの種と量、光量、水温、栄養塩量等に関係し、複雑である。湖沼や貯水池の DO（溶存酸素）は、複雑な生態系を通じて得られる水質項目であり、富栄養化とも非常に密接な関係をもつ指標である。従って、DO の動きを把握することは、水質管理の上で重要なことであるといえる。

本研究の対象とした川原大池は、長崎市の隣町である三和町で水源として期待しているが、富栄養化でプランクトンの発生がかなりある湖であるために、その浄化法とともに水質変化の要因を把握することが求められている。本報告は、水質変化の素過程のうち、植物プランクトンの活性を明・暗ビン法により調べた結果を示すものである。

2. 川原大池の概要

川原大池は、砂嘴の成長で入り江が締め切られて出来た海に隣接する湖である。汽水湖であった川原大池は 1974 年ポンプ排水によって強制脱塩され淡水湖化されている。

満水時の貯水量 71 万 m<sup>3</sup>、湛水面積 0.127km<sup>2</sup>、最大水深 9m の比較的小さな湖で、流域面積 1.74km<sup>2</sup> をもつ。湖には池田川のみが注ぎ、湖水は末端の水門（敷高 TP1.47m）から越流し、水位は一定に保たれている。流域は僅かの果樹園の他は森林であり、汚濁の流入は少ない。

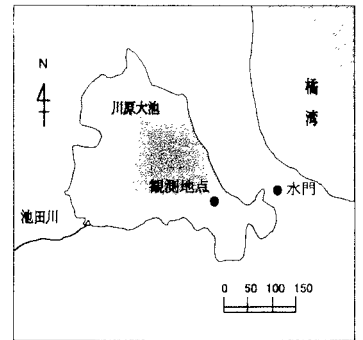


図-1 川原大池略図

3. 実験方法

夏季の成層期から循環期にかけて植物プランクトンの生産量を求めるため、8/18・8/28・9/18・10/3・10/26 の 5 回、明・暗ビン法により現場実験を行った。観測地点は川原大池の最深地点（図-1）で、明・暗ビンの設置深度は水面から 1.0~6.5m に 0.5m 間隔とした。1ℓの透明ペットボトルに各深度の水を、採水後直ちに気泡の入らないようにして 2 本ずつ満たし、そのうちの 1 本はアルミホイルで包んで日光を遮断（暗ビン）、残りの 1 本はそのまま（明ビン）にして採水深度の位置に水平を保つようにして沈めた。これらを各日正午過ぎに観測地点に設置し、24 時間後に引き上げ、DO を測定した。なお、DO の測定には U-22〔堀場製作所製〕を使用した。また、各深度で採取した水は実験室に持ち帰り水質検査を行った。

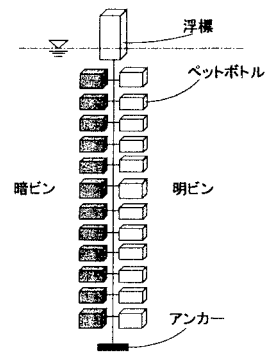


図-2 実験装置略図

4. 一次生産量の算定

植物プランクトンによる一次生産量は一般に光合成により生産される酸素量によって表され<sup>1)</sup>、

$$P_g = (L - D) / t, P_n = (L - C) / t, R = (C - D) / t \dots \dots \dots (1)$$

により求められる。ここに、L: 明ビンの DO (mgO<sub>2</sub>・ℓ<sup>-1</sup>)、D: 暗ビンの DO、C: 設置初期の DO、P<sub>n</sub>: 純光合成量 (mgO<sub>2</sub>・ℓ<sup>-1</sup>・t<sup>-1</sup>)、P<sub>g</sub>: 総光合成量、R: 呼吸量、t: 培養時間 である。

## 5. 水中放射照度の算定

植物プランクトンの生産量は光量に大きく影響される。水環境中における光の強さは次式に示す Lambert-Beer 式でよく表され<sup>2)</sup>、ここでも同式を用いて深さ方向の光量減衰を表し、データを整理した。

$$S = (1 - \text{ref}) S_0 \exp(-az) \dots \dots \dots (2)$$

ここに、 $S$ : 深さ  $z$  における放射照度、 $\text{ref}$ : 水面反射率 (アルベドで 0.07 とした)、 $S_0$ : 水面上の放射照度、 $a$ : 消散係数で  $a = 1.7/D$  ( $D$  は透明度) とした。 $S_0$  は湖岸で日射計により測定した 1 日当たりの太陽放射量を用いた。

## 6. 結果と考察

図-3 は、8 月 28 日観測における明暗ビンの培養前後の DO と Chl-a の鉛直分布を図示している。全ての観測日において同様の傾向であり、紙面の都合で同日 (透明度 4.2m) のデータのみを示した。図示した観測日と同じように 8~9 月には 5m 以深で貧酸素となり、その上部 4~5m にラフィド藻綱 *Gonyostomum semen* が優占して集中する。ほぼ成層が解消する 10 月にはより浅い 2.5m 前後の層にプランクトンが集中する傾向がある。光合成量が多い層は呼吸量も多いため DO が飽和濃度を超えて高くなることは稀であり、明ビンの培養前後の DO は大きくは変化しない。図の同水深の L-D が総光合成量を表すが、透明度水深以上において植物プランクトンの活性が高いことが分かる。

次に、水中放射光量と単位クロロフィル量当たりの総光合成量 (図-4) と同じく呼吸量 (図-5) を示す。光量と光合成量の相関があることは分かるが、点の散らばりが大きい。両者の関係式として提案されている次の指数式

$$G = G_{\max} \frac{I}{I_{\text{opt}}} \exp \left( 1 - \frac{I}{I_{\text{opt}}} \right) \dots \dots \dots (3)$$

で、最大増殖速度  $G_{\max} = 230$ 、最適光量  $I_{\text{opt}} = 15$  と仮定して計算した光合成量を同図に記している。(3) 式はあるプランクトン種の光に対する活性を表記する式であるから、ここでの実験のように各深さの種が異なっている可能性のある場合に適用することには問題を含んでいる。図-5 の呼吸量は本来光量に関係しないと考えられるが、光量との相関が強い結果となっているのは、光合成活動が盛んな植物プランクトンは呼吸量も大きいことを示すものであろう。光合成量は光量の他に温度、栄養塩、プランクトン種など多くの量に関係することが纏まりに欠ける原因のひとつではあろうが、培養時間を 1 日としたこと、DO メータの精度、動物プランクトンを除去していないことも等も考えられ、測定法の改良が今後の課題である。

参考文献】 1) 西條八東・三田村緒佐武: 新編湖沼調査法, pp. 207-20

2) 土木学会: 水理公式集 平成 11 年版, pp. 586-587

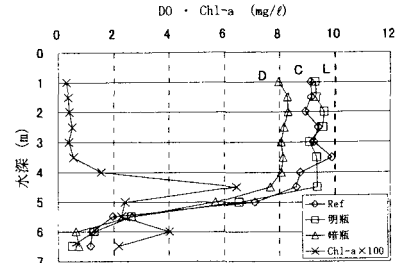


図-3 培養前後の明・暗ビンの DO と Chl-a の鉛直分布 (8 月 28 日)

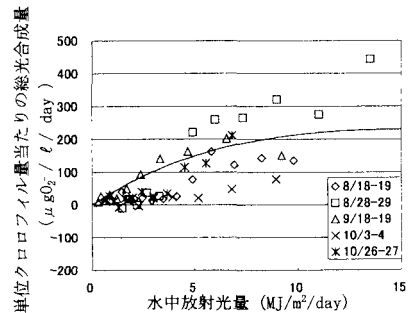


図-4 光量と光合成量の関係

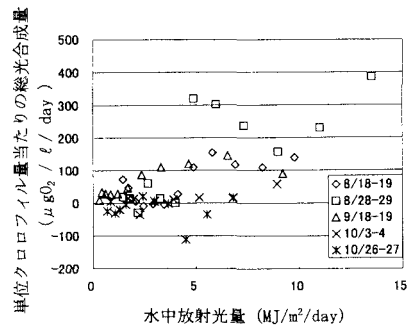


図-5 光量と呼吸量の関係