

建設省土木研究所 正会員 福渡 隆

同 上 正会員 丹羽 薫

同 上 正会員 田中 康泰

### 1. はじめに

現在、ダム湖などでは富栄養化に起因する異常現象、特に藍藻類が異常増殖するアオコが問題となっている。そこで、土木研究所では富栄養化現象抑制技術として、散気方式の曝気装置によりダム湖内の流動を人工的に制御し藍藻類の異常増殖を抑制する「流動制御システム」を開発した。しかし、曝気循環によるダム湖内の物理的環境変化が浮遊藻類へ与える効果は、物理的、化学的、生物的要因が複合的に関与するため完全にそのメカニズムは把握されていない。

そこで本研究では、代表的な浮遊藻類の耐暗性に関する培養実験を行い流動制御による効果のメカニズムについて考察を行った。

### 2. 流動制御システム<sup>1)</sup>

流動制御システムの模式図を図-1に示す。その効果は、①表層の浮遊藻類を補償水深以下へ押し込むことによる藻類への光制限②流入河川水を循環混合層以深に導入し表層への栄養塩供給を減じる③中小洪水を低下させた水温躍層に導き速やかに湖内より排出させる、が考えられる。

本研究は、①の效果に着目しそのメカニズムについて考察を行う。

### 3. 培養実験

流動制御時の光制限は、表層の循環と共に浮遊藻類は補償水深以下の無光層を一週間から二週間かけて移動する時に生じると考える。そこで、この状態を培養実験で再現した。

藍藻類(*Microcystis aeruginosa*)、緑藻類(*Scenedesmus quadricauda*)の2種類を用い、その他の実験条件を表-1に示す。

実験は、それぞれ購入した単離された藻類を水温を25℃に保持しつつ無菌状態で12時間毎に明状態と暗状態を繰り返す培養を行い、細胞数が10000cells/mlとなった時点より開始する。連続無光状態を0, 5, 10, 15, 20日間続けた後明暗周期16時間(3000lux) - 8時間(0lux)を1周期として培養を続ける5種類の実験を行った。細胞数、炭水化物等を測定する。

### 4. 実験結果

#### 1) 細胞数の変化

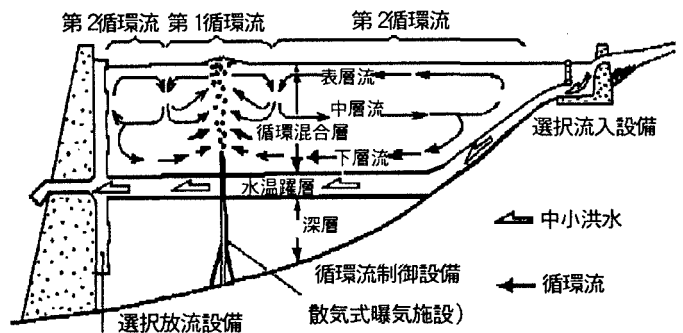


図-1 流動制御システムの模式図

表-1 実験条件

|      | 緑藻類     | 藍藻類 |
|------|---------|-----|
| 培養培地 | C       | CB  |
| 培養温度 | 25℃     |     |
| 照度   | 3000lux |     |
| 培養方法 | バッチ培養   |     |

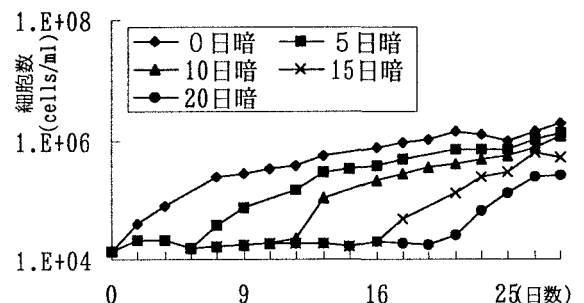


図-2 細胞数の変化(緑藻)

細胞数の変化の結果について、図一2、3に示す。各曲線はそれぞれの培養条件の平均値であり、縦軸に細胞数、横軸に経過日時をとる。緑藻と藍藻との顕著な差違は暗状態時の細胞数の変化で、緑藻は暗状態になってから数日は増加するがその後若干減少しそれ以上の減少は見られなかったのに対し、藍藻は暗状態になってから10日目を過ぎる頃より急激に細胞数の減少が見られた。

明状態になってからの挙動に関しては、双方に差違は見られなく共に暗状態0日のコントロールと同様な増殖状態を見せた。

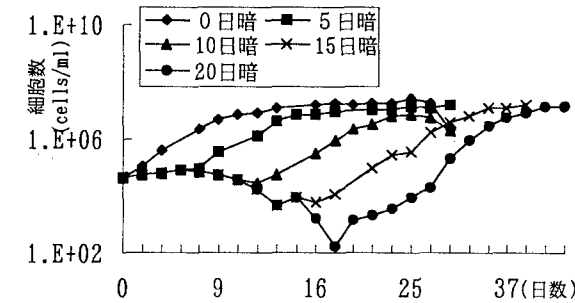
また、全ての条件について複数本のサンプルを設定したが、表一2のように変動係数を求めると藍藻の暗条件による影響は大きいと推測できる。

|    | 0日暗<br>(17検体) | 5日暗<br>(17検体) | 10日暗<br>(17検体) | 15日暗<br>(17検体) | 20日暗<br>(12検体) | 平均       |
|----|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------|
| 緑藻 | 0.085478      | 0.096923      | 0.099998       | 0.102891       | 0.140763       | 0.105211 |
| 藍藻 | 0.187742      | 0.489828      | 0.422007       | 0.733342       | 0.855648       | 0.537714 |

## 2) 細胞内代謝状態の変化

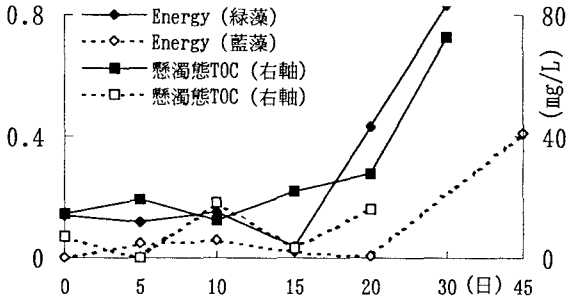
次に暗状態下の細胞内代謝状態の変化の結果（藍藻と緑藻の20日暗）を図一4に示す。代謝状態を見る一つの指標として、細胞内のエネルギーの貯蔵状態があげられる。これは、溶解性熱抽出炭水化物量と溶解性炭水化物量の差より求められる。

細胞内のエネルギーは、緑藻は暗状態なので消費されているが、藍藻類は暗条件にも関わらず蓄積しようとしていることが確認された。



図一3 細胞数の変化（藍藻）

表一2 細胞数の変動係数



図一4 細胞内代謝状態

## 5. 考察

細胞数の変化と活性状態の変化を比較すると、緑藻の場合は暗状態になると細胞内の代謝活動が鈍化し、ゆっくりと蓄積されたエネルギーを消費するため総細胞数もほとんど減少することなく20日間の暗状態を経過するが、藍藻類の場合には暗状態にも関わらず細胞内エネルギーの蓄積を行い明状態に備える動向を示しており、やがて長期の暗状態に耐えることが出来ずに総細胞数を減少させる結果となっている。

ダム湖では曝気循環による流動制御時に優占種が藍藻類から緑藻類に変化することが確認されている。本実験の結果より、暗状態が10日間以上継続する場合には藍藻は細胞数が減少するので、相対的に緑藻が優先しやすい環境が作られたと言うことが出来る。また、変動係数を求めることにより単純平均で藍藻は緑藻に比べて5倍もあり、藍藻は暗状態により安定した増殖が難しくなることが推察される。

## 6. まとめ

藍藻と緑藻の光条件を変化させた培養実験を行うことで、藍藻(*Microcystis aeruginosa*)と緑藻(*Scenedesmus quadricauda*)の暗状態における特性を把握できた。

藍藻は、暗状態が10日間以上続くことと枯死し始めることが確認でき、優占種が緑藻類にシフトすることが可能であることが確認できた。これにより、流動制御システムの富栄養化対策のメカニズムの一つとして、補償水深以下に藻類を押し込め光制限を加えることによる優占種の変更によるものであると言える。

## 《参考文献》

1) 丹羽薫他：流動制御システムによるダム湖水質保全の現地実験，土木技術資料 37-6(1995)pp.26-31