

## 奥多摩湖における優占種プランクトンの変化にみる水質段階の遷移

京都大学大学院 正会員 ○牧野育代  
 京都大学防災研究所 フェロー 寶 馨  
 京都大学防災研究所 正会員 立川康人

### 1. 目的

近年、水質汚濁化現象が報告され続けるようになった奥多摩湖では、水質保全やその改善が急務となっている。水質改善に関しては、現状の把握と過去にさかのぼって水質の変化がどの時点でどのように生じていたかを明らかにすることが、将来に及ぶ対策を講じる際の手がかりになるだろう。そこで本稿では、1974年 - 2003年のプランクトンの変遷を追うことで、優占種プランクトンの出現状況の変遷にみる水質段階の推移を明らかにすることを目的とする。また、その推移の結果をふまえ、対象地で特に問題とされている藍藻の出現状況が貯水池の富栄養化現象に与える影響について考察を加えるものとする。

### 2. 方法

本稿で用いたデータは東京都水道局所有の資料より得たダム地点のプランクトンデータである。プランクトンの値（個体数/ml）は、生産層（透明度の3倍程度の水深の範囲）で観測された個体数を水深（生産層）で除して、それをさらに月平均したものである。具体的な方法は次の通りである。(1) 1978年 - 2003年の優占種の季節変動をグラフ化する。(2) そのグラフを用いて出現年と季節的生長の変遷に関して検討を加える。(3) その結果をもとに優占種プランクトンからみた水質段階の遷移を明らかにする。(4) 問題となる藍藻類の出現特性から、その出現が富栄養化現象に及ぼす影響に関して考察を加える。

### 3. 奥多摩湖の概要

図-1にプランクトンの観測地点を記した奥多摩湖（小内ダム貯水池）の模型図を示す。貯水池は最大水深142.5m（EL.526.5m）、総貯水容量1億8,540万 $\text{m}^3$ を有する。貯水池の年間交換率（=年間総流入量/貯水池容量）は1 - 3（24年間の変動）と低い。受熱期には安定した水温躍層が発達する。なお、1992年以降、ダムより下流における冷水問題の改善を目的に、これまで中層水の通年放流をやめて、受熱期（4月 - 11月）には暖かい表層水を放流している。

### 4. 優占種プランクトンにみる水質段階の推移

図-2に、1978年 - 2003年のダム地点における優占種

プランクトンの変遷を示す。対象地においては、優占種の多くが珪藻類で構成されている。全体的な優占種プランクトンの季節変動は、まず、冬の終わり頃から珪藻類が出現しはじめ、時期をずらして（夏から秋口：7月から10月）に緑藻類が出現する傾向にある。緑藻類の優占種は複数種の出現をした1998年を除いて、1990年以降はほとんど見られていない。この1998年より後は、本来、緑藻類が優占種化する夏から秋口に藍藻類の *Anabaena* が優占種化（1999年9月と2003年8月）するようになってきた。

結果をまとめると図-3のように、優占種プランクトンにみる水質段階は3時期・3パターンに分けられた。パターン1からパターン3に見られる珪藻や緑藻から藍藻への出現優占種の推移は、奥多摩湖のダム地点における富栄養化現象の進行を明らかに表している。

### 5. 藍藻類の出現特性と富栄養化への影響に関する一考察

*Anabaena* や *Microcystis* などの藍藻はその毒性から捕食されにくく、栄養素の確保や光環境に合わせて表層と底層の間を浮遊する能力が備わっている。*Anabaena* は休眠段階をとり湖内で越冬し、また、窒素固定する。*Microcystis* は水中生物が排出したアンモニアをリサイクルして利用することができるので、栄養素欠乏下でも増殖に優位に立つ。このため、一旦、これら藍藻類が優占種となる湖内環境が整う（湖内での循環構造）と、なかなか消失しないことが考えられる。このことから、対象地においては今後も藍藻類の優占種化とそれに伴う富栄養化現象は生じると予測される。

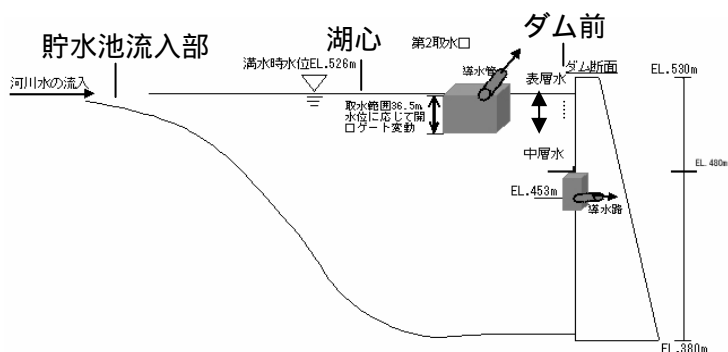
### 6. おわりに

優占種プランクトンにみる水質遷移の段階から、現時点における藍藻類の増加に伴う富栄養化段階の進行が認められた。他方、対象地においては1992年以降に貯水池の運転方法が変更された。この変更に伴う貯留水の流動状況が大きく貯水池の水質を変化させている可能性が考えられる。今後は貯留水の流動を解析し、プランクトンの出現における影響を明らかにする予定である。

参考文献：小内ダム貯水池管理年報，1978-2003。

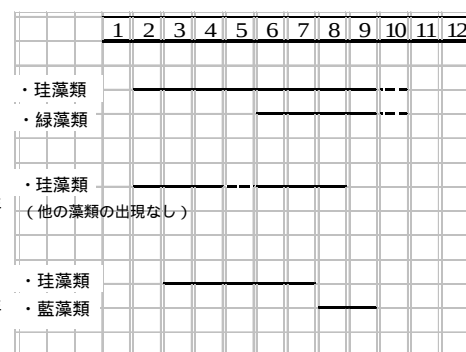
キーワード：奥多摩湖，優占種プランクトン，水質段階，遷移，藍藻。

連絡先： 611-0011 宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所技術政策研究分野 TEL：0774-38-4330



はプランクトンの観測地点をしめす。プランクトンの調査範囲（水深）は、当日の透明度によって異なる。

図 - 1. 貯水池流入部からダム地点にかけるダム貯水池の模型図。



実線は、出現することの多い月を、点線は、まれに出現する月を示す。

図 - 3. 優占種プランクトンの季節的生長パターンの変化

| 年 月  |                                | 1   | 2   | 3   | 4    | 5   | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11  | 12  |
|------|--------------------------------|-----|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|
| 1978 | <i>Cyclotella</i> spp.         |     |     |     | 159  | 280 |      |      |      |      |      |     |     |
| 1979 | <i>Cyclotella</i> spp.         |     |     |     | 354  | 746 |      |      |      |      | 831  |     |     |
|      | <i>Fragilaria crotonensis</i>  |     |     |     |      |     |      |      |      |      | 1031 | 750 |     |
|      | <i>Tetraedron</i> sp.          |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
| 1980 | <i>Cyclotella</i> spp.         |     |     |     | 572  | 350 |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Elakatothrix gelatinosa</i> |     |     |     |      |     | 2150 | 1848 |      |      |      |     |     |
|      | <i>Gloeocystis</i> sp.         |     |     |     |      |     | 483  |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Tetraedron</i> sp.          |     |     |     |      |     |      | 174  |      |      |      |     |     |
| 1981 | <i>Cyclotella</i> spp.         |     |     |     | 177  |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Fragilaria crotonensis</i>  |     |     |     |      |     |      | 199  |      |      |      |     |     |
| 1982 | <i>Cyclotella</i> spp.         |     |     |     | 1210 | 146 |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Rhizosolera crotonensis</i> |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Synedra acus</i>            |     |     |     |      |     |      |      | 192  |      |      |     |     |
|      | <i>Elakatothrix</i>            |     |     |     |      |     |      | 183  |      |      |      |     |     |
| 1983 | <i>Synedra acus</i>            |     |     |     |      |     | 550  | 475  |      |      |      |     |     |
|      | <i>Synedra ulna</i>            |     |     |     |      |     | 305  | 444  |      |      |      |     |     |
|      | <i>Synedra</i> sp.             |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Nitzschia</i> sp.           |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
| 1984 | <i>Cyclotella</i> spp.         |     |     |     |      |     | 197  | 219  |      |      |      |     |     |
|      | <i>Rhizosolera crotonensis</i> |     |     |     |      |     | 133  | 380  |      |      |      |     |     |
|      | <i>Synedra</i> sp.             |     |     |     |      |     | 237  | 309  |      |      |      |     |     |
|      | <i>Kirchneriella</i>           |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Staurastrum</i> sp.         |     |     |     |      |     |      |      | 1190 |      |      |     |     |
| 1985 | <i>Asterionella formosa</i>    | 113 | 346 | 869 | 640  | 204 |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Fragilaria crotonensis</i>  |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Rhizosolera crotonensis</i> |     |     |     | 363  | 273 | 214  |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Synedra acus</i>            |     |     |     |      |     |      | 362  |      |      |      |     |     |
|      | <i>Ankistrodesmus</i>          |     |     |     |      |     |      | 146  |      |      |      |     |     |
|      | <i>Kirchneriella</i>           |     |     |     |      |     |      | 133  | 539  | 2030 | 157  |     |     |
|      | <i>Selenastrum</i> sp.         |     |     |     |      |     |      | 134  |      |      |      |     |     |
|      | <i>Tetraedron</i> sp.          |     |     |     |      |     |      |      | 174  |      |      |     |     |
| 1986 | <i>Fragilaria crotonensis</i>  |     |     |     | 106  | 275 | 117  | 158  | 586  |      |      |     |     |
|      | <i>Rhizosolera crotonensis</i> |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Synedra acus</i>            |     |     |     |      |     |      |      |      | 105  |      |     |     |
|      | <i>Kirchneriella</i>           |     |     |     |      |     |      |      |      | 215  |      |     |     |
|      | <i>Scenedesmus</i> sp.         |     |     |     |      |     |      |      |      | 112  |      |     |     |
| 1987 | <i>Cyclotella</i> spp.         |     |     |     |      | 135 | 351  |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Nitzschia palea</i>         |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     | 643 |
|      | <i>Rhizosolera crotonensis</i> |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Dinobryon</i> sp.           |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
| 1988 | <i>Asterionella formosa</i>    |     |     |     | 118  |     |      | 134  | 320  | 344  | 384  |     |     |
|      | <i>Nitzschia</i>               |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Fragilaria crotonensis</i>  |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Rhizosolera crotonensis</i> |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Synedra acus</i>            |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Elakatothrix</i> sp.        |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Ankistrodesmus falcatus</i> |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Gloeocystis</i>             |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Scenedesmus</i> sp.         |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Schroederia</i> spp.        |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |
|      | <i>Tetraedron</i> sp.          |     |     |     |      |     |      |      |      |      |      |     |     |

| 年 月  |                                | 1 | 2 | 3   | 4   | 5 | 6 | 7 | 8   | 9   | 10 | 11 | 12 |
|------|--------------------------------|---|---|-----|-----|---|---|---|-----|-----|----|----|----|
| 1990 | <i>Asterionella formosa</i>    |   |   | 406 | 285 |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Synedra acus</i>            |   |   | 121 |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
| 1991 | <i>Asterionella formosa</i>    |   |   | 150 | 413 |   |   |   | 168 |     |    |    |    |
|      | <i>Rhizosolera crotonensis</i> |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Fragilaria crotonensis</i>  |   |   |     |     |   |   |   | 168 | 145 |    |    |    |
|      | <i>Synedra acus</i>            |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
| 1992 | <i>Asterionella formosa</i>    |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Fragilaria crotonensis</i>  |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Synedra acus</i>            |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
| 1993 | <i>Asterionella formosa</i>    |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Rhizosolera crotonensis</i> |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Synedra acus</i>            |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Fragilaria crotonensis</i>  |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
| 1994 | <i>Fragilaria crotonensis</i>  |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
| 1995 | <i>Fragilaria crotonensis</i>  |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
| 1996 | <i>Cyclotella</i> spp.         |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Cyclotella</i> spp.         |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Fragilaria crotonensis</i>  |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Rhizosolera crotonensis</i> |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Synedra acus</i>            |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Selenastrum</i> sp.         |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Dinobryon</i> sp.           |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
| 1998 | <i>Asterionella formosa</i>    |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Cyclotella</i> spp.         |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Rhizosolera crotonensis</i> |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Fragilaria crotonensis</i>  |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Dictyosphaerium</i> sp.     |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Selenastrum</i> sp.         |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Monoraphidium</i> sp.       |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Staurastrum</i> sp.         |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Cryptomonas</i> sp.         |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Peridinium</i> spp.         |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
| 1999 | <i>Cyclotella</i> spp.         |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Synedra ulna</i>            |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Fragilaria crotonensis</i>  |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Anabaena</i> spp.           |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
| 2000 | <i>Fragilaria crotonensis</i>  |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
| 2001 | <i>Cyclotella</i> spp.         |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
| 2002 | <i>Asterionella</i> spp.       |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Cyclotella</i> spp.         |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Synedra acus</i>            |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
| 2003 | <i>Asterionella</i> spp.       |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Cyclotella</i> spp.         |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Fragilaria crotonensis</i>  |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Chlamydomonas</i> spp.      |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |
|      | <i>Anabaena</i> spp.           |   |   |     |     |   |   |   |     |     |    |    |    |

プランクトン名の色の違いは、藻類の違いを示す。茶色：珪藻，緑：緑藻，赤：藍藻，黄色：黄金藻，紫色：渦鞭毛藻，水色：褐色鞭毛藻類

図 - 2. ダム地点における優占種プランクトンの変遷（1978 - 2003）