

## 9. *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena affinis* の増殖と硝酸態窒素及びりん酸態りんとの関係について

【水質調査第一科】

南 條 吉 之 ・ 福 田 明 彦 ・ 九 鬼 貴 弘  
若 林 健 二

### 1 はじめに

鳥取県東部に位置する湖山池は、閉鎖性が強く内部生産の高い湖沼である。<sup>1)2)</sup>

この内部生産の主たる原因はアオコの発生によるもので藍藻の *Microcystis* と *Anabaena* が原因種である。内部生産の高い湖山池の汚濁防止対策を考える場合、アオコの増殖特性について検討することは重要なことであり、平成3年より湖山池から単藻分離した *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena affinis* を使用して増殖試験を行い、その増殖特性について検討しているところである。<sup>3)~6)</sup>

窒素、りんは、閉鎖性水域の内部生産を考える場合にはその藻類増殖に及ぼす影響についてまず検討しなければならない事項であり、これまでも藻類増殖と窒素、りんの関係について検討を進めてきた。

今回は、窒素固定能を有すると言われている *Anabaena* とそうでない *Microcystis* の違いに着目して増殖と硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N)、りん酸態りん (PO<sub>4</sub>-P) との関係について検討したのでその結果を報告する。

### 2 実験方法

(1) 供試藻類 湖山池より分離単藻化<sup>7)</sup>した *Microcystis aeruginosa* 及び *Anabaena affinis*

(2) 培養液及び培養条件

M-11 培地 (表1)<sup>8)</sup> 1 ℓ に P I V 混液 (表2)<sup>9)</sup> 3 ml 添加したものを基本に NO<sub>3</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P 濃度を適宜変えて調整した培養液で理研式藻類培養試験器 G T 40 を用い、光度 2,000Lx、水温 30℃、回転数 50rpm で行った。

表1 M-11培地

NaNO <sub>3</sub>	100mg
K <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	10
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	75
CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	40
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	20
Fe-citrate	6
Na <sub>2</sub> EDTA · 2H <sub>2</sub> O	1
Deionized Water	1ℓ
pH	8.0

表2 P I V混液

FeCl <sub>3</sub> · 6H <sub>2</sub> O	19.6mg
MnCl <sub>2</sub> · 4H <sub>2</sub> O	3.6
ZnCl <sub>2</sub>	1.06
CoCl <sub>2</sub> · 6H <sub>2</sub> O	0.4
NaMoO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	0.25
Na <sub>2</sub> EDTA · 2H <sub>2</sub> O	100
Deionized Water	100ml

なお、増殖量の評価は藻類の増殖量と相関の深い Chl-a 濃度で行った。

### 3 実験結果

#### (1) *Microcystis aeruginosa* の増殖と N、P

図1、図2は、M-11 培地 + P I V 混液を基本に NO<sub>3</sub>-N の濃度を変え増殖状況をみたものである。

NO<sub>3</sub>-N を 0.04mg/ℓ 添加した培養液では、2日目の測定で初日と同値を得たが、その後は衰微した。

0.24mg/ℓ 添加の培養液では、2日目の測定で Chl-a 40.8 μg/ℓ を最高にその後衰微している。

0.53mg/ℓ 添加培養液では、2日目に 82.8 μg/ℓ、1.04mg/ℓ 添加培養液では、4日目に 136.8 μg/ℓ、2.04mg/ℓ 添加培養液では、4日目に 255.9 μg/ℓ、1.19mg/ℓ では、4日目に 200.5 μg/ℓ

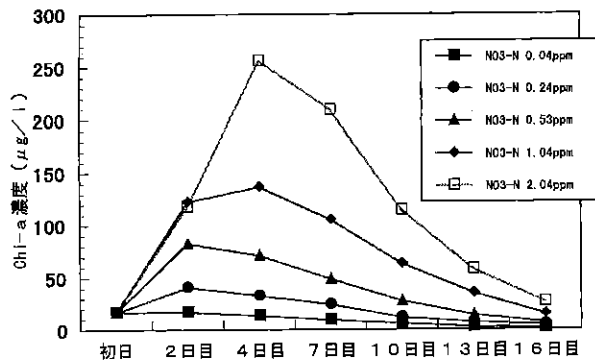


図1 *Microcystis aeruginosa* の増殖とNO<sub>3</sub>-N濃度との関係

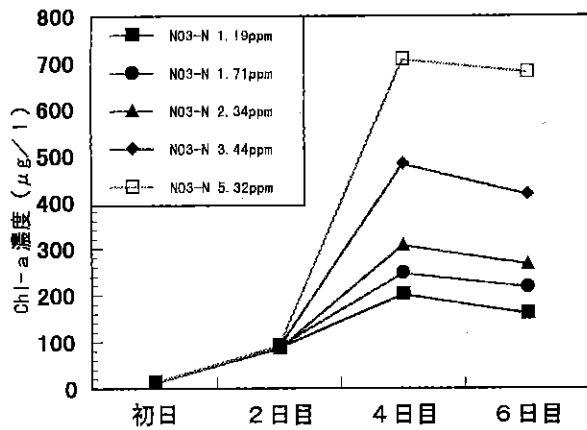


図2 *Microcystis aeruginosa* の増殖とNO<sub>3</sub>-N濃度との関係

g/l、1.71mg/lでは、やはり4日目に245.9µg/l、2.34mg/lでは、4日目に307µg/l、3.44mg/lでは、4日目に482.2µg/l、5.32mg/lでは、4日目に705.5µg/lであった。

NO<sub>3</sub>-Nの添加濃度が0.53mg/l以下では、2日目に最高増殖量を、1.04mg/l以上では4日目に最高の増殖量を得た。このことは、添加濃度が少ないと2日程度で消費され増殖量も少ないが、添加濃度が多いと増殖が長期にわたり、その結果、増殖量も高値を示すものと考察される。

図3は、NO<sub>3</sub>-Nの添加濃度を横軸に、最高増殖量を縦軸にとって値をプロットした図である。非常に良い相関があり  $Y=123.93X+3.09$  (n=10 r=0.998) であった。

したがって、NO<sub>3</sub>-Nが1.0ppmでChl-a約124µg/lとなる。このことは、Nの添加と*Microcystis aeruginosa*の増殖は非常に関係が深い。

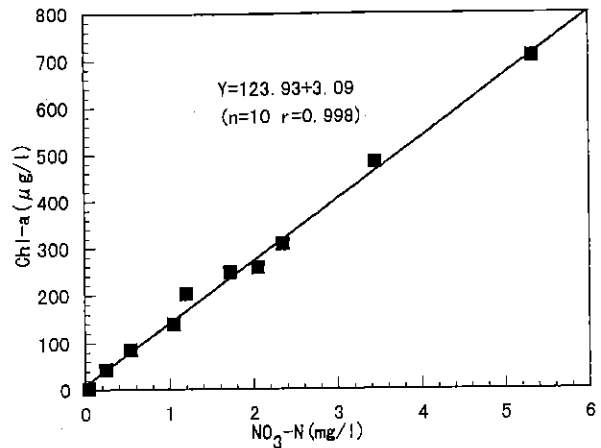


図3 *Microcystis aeruginosa* の最大増殖量とNO<sub>3</sub>-Nとの関係

また、既に報告しているPO<sub>4</sub>-P添加量と最大増殖量の関係<sup>6)</sup>は、 $Y=4131x-5.73$  (r=0.981 n=18)で燐の添加と*Microcystis*の増殖とは関係が深い。

これらのことは、栄養源としてN、Pが無ければ*Microcystis aeruginosa*は増殖できないことを示している。

(2) *Anabaena affinis* の増殖とN、P

図4にM-11 (PO<sub>4</sub>-P:1.8mg/l)+P I V混液でNO<sub>3</sub>-Nの添加量を変え培養した状況を図示した。

全体を見て、2日程度のタイムラグがあり、その後9日目までは、総ての濃度で同様の増殖をしているが、NO<sub>3</sub>-Nの添加濃度が低いと、若干初期の比増殖速度が低値を示すが、15日目にはNO<sub>3</sub>-Nの添加量0.17mg/l(最低濃度)で培養したものが高値を示し、4.29mg/l(最高濃度)が低値を示したが最大増殖量を得るまでには到らな

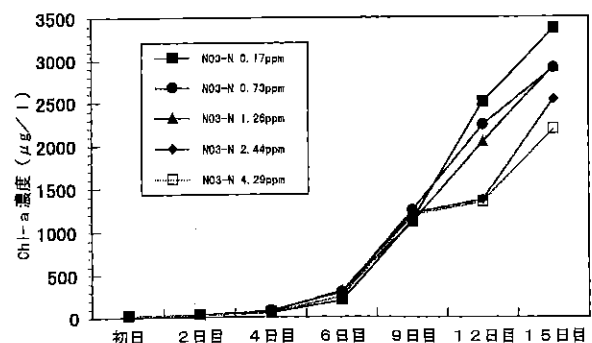


図4 *Anabaena affinis* の増殖とNO<sub>3</sub>-N濃度との関係

かった。

次に $PO_4$ -P濃度 $0.28\text{mg}/\ell$ に設定し、 $NO_3$ -Nの添加量を変え培養した。その結果を図5に示した。その結果、2日程度のタイムラグがあり、 $NO_3$ -Nの添加量が、 $0.021\text{mg}/\ell$ では12日目に最高値 $959.8\mu\text{g}/\ell$ を示し、 $1.04\text{mg}/\ell$ 、 $2.07\text{mg}/\ell$ 、 $4.12\text{mg}/\ell$ 、 $8.05\text{mg}/\ell$ は、9日目に最高値を示し、それぞれ $1032.6$ 、 $898.9$ 、 $787.9\mu\text{g}/\ell$ を示した。

やはり、 $NO_3$ -Nの添加濃度の低い方が、初期

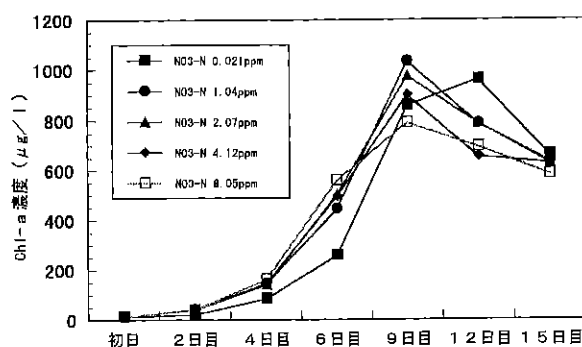


図5 *Anabaena affinis* の増殖と $NO_3$ -N濃度との関係

の比増殖速度は低値を示し、最大増殖量は、あまり変わらないか、むしろ高値を示す結果となった。

両増殖実験を通して考察すると、*Anabaena*は $NO_3$ -Nが殆ど無くても増殖する。

また、*Anabaena*の増殖と $PO_4$ -Pとの関係を図6に示した。 $PO_4$ -Pの添加量と増殖量とは、よい相関があり、

$Y=2604x+95$  ( $r=0.943$   $n=9$ ) の相関式が得

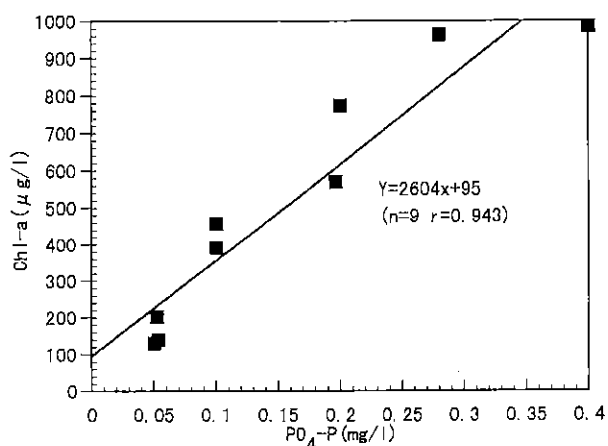


図6 *Anabaena affinis* の最大増殖量と $PO_4$ -P濃度との関係

られた。このことは、*Microcystis* 同様Pがなければ増殖出来ないものと考察される。

## 4 まとめ

(1) *Microcystis aeruginosa* は $NO_3$ -N及び $PO_4$ -P共に増殖量 (Chl-a) との間に非常に良い相関があり、増殖にとって両栄養塩共に必要不可欠である。 $NO_3$ -Nと増殖量の相関式は

$$Y=123.93x+3.09 \quad (n=10 \quad r=0.998),$$

$PO_4$ -Pと増殖量の相関式は

$$Y=4131x-5.73 \quad (r=0.981 \quad n=18)$$

であった。(2) *Anabaena affinis* の増殖は $NO_3$ -Nの添加量に関係無く増殖をする。このことは、*Anabaena* がN固定をすると言われているが、湖山池より分離した株においてもそのことが確認された。

また、 $PO_4$ -Pは、*Anabaena* にとっても必要不可欠である。 $PO_4$ -Pと増殖量との相関式は、 $Y=2604x+95$  ( $n=9 \quad r=0.943$ ) であった。

(3) *Microcystis aeruginosa* の増殖は、N、P共に非常に良い相関があり、N、Pのどちらかを削減すれば、増殖を抑制することが出来る。

*Anabaena affinis* は、N固定をする関係上、Nを削減しても増殖に必要な他の栄養塩 (特にP) が満たされていれば、増殖を抑制することができない。

*Anabaena* のアオコが出現するような湖沼では、*Anabaena* がN固定することにより、他の藻類のN供給源になることも考えられる。

湖山池のように、毎年*Anabaena* の出現する湖沼において富栄養化を論ずる時、N、P共に重要ではあるが、特にPが重要な因子と考えられる。

## 文 献

- 1) 安田満夫、南條吉之、田中賢之介、寛一郎、坂田裕子：淡水湖と汽水湖における湖沼の内部生産について、全国公害研誌、14、122~126 (1989)
- 2) 福田明彦、南條吉之、若林健二、九鬼貴弘：湖山池、東郷池の内部生産と窒素、リンについて、鳥取県衛生研究所報、36、49~56 (1996)

- 3) 南條吉之、田中賢之介、安田満夫：アオコの増殖と塩素イオン濃度との関係について、鳥取県衛生研究所報、32、60～64 (1992)
- 4) 南條吉之、田中賢之介、福田明彦、宮原典正：アオコの増殖と水温の関係、鳥取県衛生研究所報、33、52～54 (1993)
- 5) 南條吉之、田中賢之介、福田明彦：アオコの増殖とリン酸態リン濃度との関係について、鳥取県衛生研究所報、33、55～58、(1993)
- 6) 南條吉之、福田明彦、平尾優年、杉本多恵子：アオコ (*Anabaena affinis*) の増殖特性—水温、塩素イオン濃度との関係について—、鳥取県衛生研究所報、34、59～62 (1994)
- 7) 矢木修身：アオコの増殖及び分解に関する研究、国立公害研究所研究報告、92、11～13 (1986)
- 8) 矢木修身：アオコの増殖及び分解に関する研究、国立公害研究所研究報告、92、8 (1986)
- 9) 西澤一俊、千原光雄：藻類研究法、共立出版株式会社 (1979)