

6 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

【水質調査科】

南 篠 吉 之 ・ 福 田 明 彦
平 尾 優 年 ・ 杉 本 多 恵 子

1 はじめに

鳥取市西部に位置する湖山池では、近年、春から秋にかけてアオコが発生し、ことある毎に話題となっているところである。

湖山池のアオコ形成種は主に *Microcystis* と *Anabaena* によるものであり、その特徴として、発生初期の春季に *Anabaena* が、その後夏季から秋季にかけて *Microcystis* が優占するという年周期を繰り返す傾向にある¹⁾。

Microcystis aeruginosa の増殖特性については塩素イオン濃度との関係²⁾、水温との関係³⁾、リン酸態リン濃度との関係⁴⁾について既に報告した。

このたび *Anabaena affinis* の増殖と水温、塩素イオン濃度との関係について培養実験を行い、その増殖特性について検討した。

更に、この結果と *Microcystis aeruginosa* の増殖特性と比較検討し、また、フィールドで得られた調査結果と合わせて考察し、湖山池での *Microcystis* の優占時の条件、*Anabaena* の優占時の条件についても検討したので報告する。

2 実験方法

(1) 供試藻類

藍藻類の *Anabaena affinis* を湖山池中央部底泥から採取し、キャピラリーピペット洗浄法⁵⁾で単藻分離したものを使用した。

(2) 藻類培養装置による培養実験

1.3リットルの培養ビンに0.8リットルのCT培地⁶⁾を入れ、これに前培養した *Anabaena affinis* を植種したものを培養液として、理研式深類培養試験器GT-40を使用して照度2,000ルクス、回

転数50rpmで培養し、クロロフィル a (以下Chl-aと記す) の濃度差により増殖量の差異を比較した。

3 実験結果と考察

(1) 培養実験結果

① 水温との関係

図1に水温を変えて培養した *Anabaena affinis* の増殖の経日変化を示した。

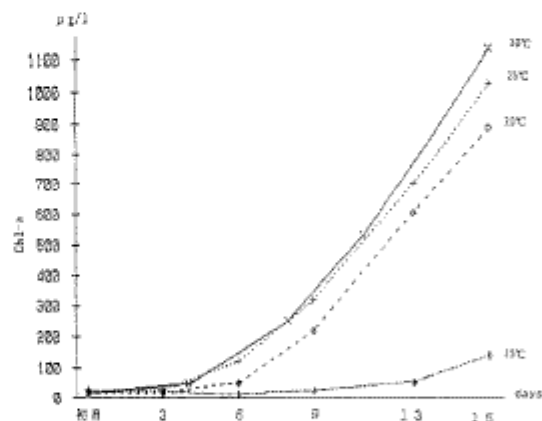


図1 *Anabaena affinis* と水温の関係

水温30℃では4日ほどのタイムラグの後、順調に増殖し、16日目には最高1,114 µg/lとなった。

25℃では、ほぼ30℃と同様の増加をし最高1,008 µg/lであった。

20℃では約1週間のタイムラグの後で増殖が盛んになり、最高873 µg/lとなった。

15℃では、いったん減衰するが、約10日後に微増傾向となり、16日目には139 µg/lとなった。

以上の結果、20℃以上が *Anabaena affinis* の増殖至適水温で、15℃でも時間がかかるが増殖可能の水温であると考えられる。

② 塩素イオン濃度との関係

図2、図3に塩素イオン濃度を変えて培養した *Anabaena affinis* の増殖の経日変化を示した。

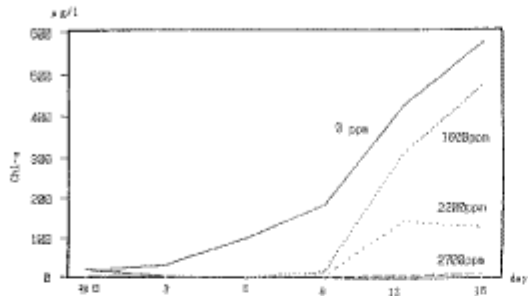


図2 *Anabaena affinis* と塩素イオン濃度の関係

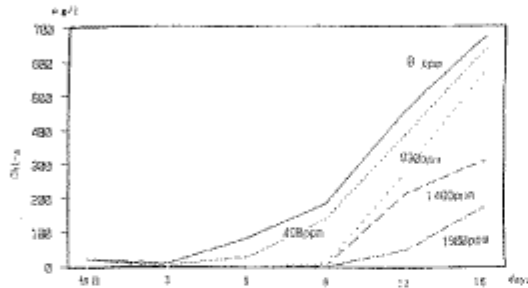


図3 *Anabaena affinis* と塩素イオン濃度の関係

塩素イオン濃度0 ppmでは3日のタイムラグがあるが非常に良く増殖しており、16日目には570～670 $\mu\text{g}/\ell$ に達している。

490 ppmでは約1週間のタイムラグのあと増殖に転じ16日目には0 ppmと同程度の増殖量となった。

930 ppmでは約9日間のタイムラグのあと増殖に転じ16日目には0 ppmよりもやや低いものの、ほぼ同程度の増殖をしている。

1,400～1,600 ppmでは約9日間のタイムラグのあと増殖に転じ、16日目には370～470 $\mu\text{g}/\ell$ となった。

1,900 ppmでは、やはり約9日間のタイムラグのあと増殖に転じているが、増殖量は少なく171 $\mu\text{g}/\ell$ であった。

2,200 ppmでは約9日間のタイムラグのあと増殖に転じてはいるものの、13日目に最高の増殖量141 $\mu\text{g}/\ell$ を示した後、16日目には127 $\mu\text{g}/\ell$ と減衰した。

2,700 ppmでは6日目までは減衰しているが、

9日目より微増し16日目には9.6 $\mu\text{g}/\ell$ となったが、初期値よりも低値であった。

以上の結果、*Anabaena affinis* は塩素イオン濃度490 ppm以下では良く増殖する。

930 ppmでは9日間のタイムラグがあり、日数を要するが、0 ppmと同程度の増殖をする。

1,400 ppm以上では、塩素イオン濃度の増加につれて増殖は低下して、0 ppmの増殖量を100%とすれば、1,400～1,600 ppmでは46～83%、1,900 ppmでは26%、2,200 ppmでは22%、2,700 ppmでは1.7%、3,300 ppmでは0.2%であった。

2,700 ppm以上ではほとんど増殖出来ないものと考えられる。

Microcystis aeruginosa は2,360 ppm以上では増殖しなかった²⁾、*Anabaena affinis* のほうが塩素イオンに耐える力があると考えられる。

(2) *Microcystis* と *Anabaena* の増殖の比較

既に報告した *Microcystis aeruginosa* の増殖と水温の関係³⁾の結果と前述の *Anabaena affinis* の培養実験結果より、両者の各水温での比増殖速度を求めて比較検討した。

培養9日間の *Microcystis* と *Anabaena* の比増殖速度を図4に示した。

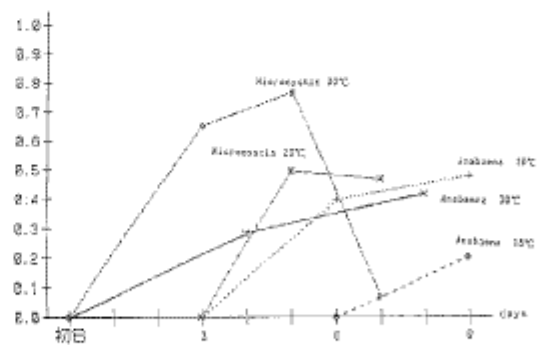


図4 *Microcystis* と *Anabaena* の比増殖速度

30℃では *Microcystis* は3日目に比増殖速度0.65、5日目に0.76と高値を示したが、*Anabaena* は4日目に0.26、8日目に0.41であり、*Microcystis* の比増殖速度が優れている。

20℃では *Microcystis*、*Anabaena* とともに3日間のタイムラグのあと増殖を開始しているが *Microcystis* は5日目に0.49、7日目に0.46であ

たが、*Anabaena* は8日目に0.39を示し、30℃の場合ほど大きな差はないが、やはり *Microcystis* の比増殖速度が *Anabaena* のそれに優っている。

15℃では *Microcystis* は増殖しないが、*Anabaena* は約6日間のタイムラグのあと増殖を開始した。

以上の結果から、*Microcystis* と *Anabaena* を同一系で増殖させるとすれば、20℃以上では比増殖速度が優る *Microcystis* が優占する可能性が高く、15℃では時間を要するが *Anabaena* が優占する可能性が高いものと考察される。

(3) フィールドでの調査結果と考察

① 湖山池における *Microcystis* と *Anabaena* の発生状況

湖山池での *Microcystis* と *Anabaena* の発生状況を図5に示した。

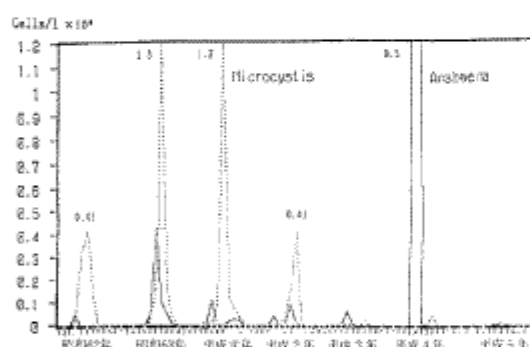


図5 湖山池での *Microcystis* と *Anabaena* の発生状況

これをみると、毎年 *Microcystis* と *Anabaena* が発生しているが、*Anabaena* が *Microcystis* より先に優占し、その後 *Microcystis* が優占する傾向にある。

これは、前述のとおり、*Anabaena* は15℃でも増殖するが *Microcystis* は15℃では増殖出来ない。

20℃以上では *Anabaena*、*Microcystis* とともに良く増殖するが、*Microcystis* の比増殖速度が *Anabaena* のそれに優っている。このため、毎年、春先の水温の低い時期に *Anabaena* が *Microcystis* に先駆けて優先し、水温の上昇とともに比増殖速度が優る *Microcystis* が *Anabaena* をおさえて優占してくるものと考察される。

② 東郷池における塩素イオン濃度と藍藻

鳥取県中部地区に位置する東郷池は塩素イオン濃度が300~5,000ppmと変化する汽水湖である。

東郷池ではアオコの発生はないがこれは塩素イオン濃度の変動がアオコ発生の制限因子になっているのではないかと考えている。

東郷池で藍藻の *Microcystis* と *Anabaena* が出現した時の塩素イオン濃度を表1に示した。

表1 東郷池の *Anabaena*、*Microcystis* 出現時の塩素イオン濃度

年月	Cl濃度	出現プランクトン
S.60.8	1,770mg/l	<i>Anabaena</i>
9	2,110	<i>Anabaena</i>
61.7	330	<i>Microcystis</i>
8	530	<i>Microcystis</i>
62.9	2,800	<i>Anabaena</i>
7	780	<i>Anabaena</i>
		<i>Microcystis</i>
H.1.6	2,070	<i>Anabaena</i>
7	1,170	<i>Anabaena</i>
8	2,070	<i>Anabaena</i>

東郷池としては比較的塩素イオン濃度の低い時に出現しており、優占種となることはあるがアオコ状態を呈することはない。

Microcystis は1,000ppm以下の塩素イオン濃度で出現しており、*Anabaena* は2,000ppmを超えても出現することがある。培養実験結果と同様に *Anabaena* が *Microcystis* よりも高い塩素イオン濃度でも増殖している結果である。

4 ま と め

(1) *Anabaena affinis* は水温20℃以上では、4~7日のタイムラグがあるものの非常に良く増殖する。15℃でも時間を要するが増殖する。

(2) *Anabaena affinis* は塩素イオン濃度490ppm以下では良く増殖する。

930ppmでは9日間のタイムラグがあり、時間を要するが0ppmの場合と同程度の増殖をする。

1,400ppm以上では塩素イオン濃度の上昇と共に増殖はにぶり、2,700ppm以上では増殖出来ない

いものと推測される。

(3) 湖山池でアオコ形成初期に *Anabaena* が優占し、その後 *Microcystis* が優占する傾向にあるのは15℃では *Anabaena* は増殖出来るが *Microcystis* は増殖できないこと、及び20℃以上では *Microcystis* の比増殖速度が *Anabaena* のそれに優っていることによるものと考察される。即ち、*Anabaena* と *Microcystis* を同一系で増殖させると、15℃では *Anabaena* の優占する可能性が高く、20℃以上では *Microcystis* が優占する可能性が高いものと考えられるので、春先の低水温時に *Anabaena* が *Microcystis* に先駆けて優占し、水温が上昇してくる夏季には *Microcystis* が優占してくるものと考察される。

(4) *Microcystis* と *Anabaena* は同程度の塩素イオン濃度が増殖至適濃度であると考えられるが、*Anabaena* の方が塩素イオンに対する適応能力に優れ *Microcystis* が増殖出来ない塩素イオン濃度でも増殖が可能であると考えられる。東郷池での藍藻の出現状況は、*Microcystis* よりも *Anabaena*

の方が高い塩素イオン濃度で確認されている。

文 献

- 1) 安田満夫、南條吉之、田中賢之介、寛 一郎、坂田裕子：湖山池の植物プランクトンと栄養塩類の関係、鳥取県衛生研究所報、29、55～62 (1989)
- 2) 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)
- 3) 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)
- 4) 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)
- 5) 八木修身：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、11～13 (1986)
- 6) 西澤一俊・千原光雄編集：藻類研究法、295～296、共立出版 (1979)