

5 アオコの増殖と水温の関係

【水質調査科】

南 條 吉 之 ・ 田 中 賢 之 介 ・ 福 田 明 彦
宮 原 典 正

1 はじめに

鳥取市西部に位置する湖山池は、夏期にアオコが異常発生するなど富栄養化した湖である。

このアオコの異常発生を主要因とする内部生産は、COD年平均値の51%にも達している¹⁾。

アオコの増殖は塩素イオン濃度に影響されるが、塩素イオン濃度1,000mg/l以下ではその影響は少ない。従って、夏期の塩素イオン濃度が41~370mg/l(昭和59年~平成4年)である湖山池では、塩素イオンはアオコ発生の制限因子とは考えられず、過去の湖山池でのアオコの発生と水温の測定データの推移の関係をみると、むしろ水温が制限因子のひとつとなっているものと推察される²⁾。

そこで、湖山池での実測データによる推論を再確認するため、湖山池より分離したアオコを用いて室内培養実験を行い、アオコの増殖と水温の関係について検討したので報告する。

2 実験方法

(1) 供試藻類

藍藻類の *Microcystis aeruginosa* を1992年2月に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³⁾で単藻分離したものを使用した。

(2) 藻類培養装置による増殖実験

1.3リットルの培養ビンに0.8リットルのM-11改変培地(表-1)を入れ、これに前培養したアオコ(*Microcystis aeruginosa*)を植種したものを培養液として、理研式藻類培養試験器GT-40を使用して照度2,000ルクス(連続照射又は間欠照射)、回転数50rpmで7日間培養した。

水温を15°C、20°C、25°C、30°Cの4段階に設定し、クロロフィルa(以下Chl-aと記す)濃度差により、

表1 M-11改変培地

NaNO ₃	100mg
K ₂ HPO ₄	0.56
MgSO ₄ ·7H ₂ O	75
CaCl ₂ ·2H ₂ O	40
Na ₂ CO ₃	20
Fe-citrate	1
Na ₂ EDTA	1ℓ
湖山池水+蒸留水(2:3)	1
pH	8.0

水温による増殖量の差異を比較した。

3 実験結果

(1) 培養実験結果

① アオコ増殖に及ぼす水温の影響

表-2、図-1に実験結果を示した。

水温30°Cでは、Chl-aが初日10.8μg/lであったが培養3日目で76.4μg/l、5日目355.3μg/l、7日目404.7μg/lと順調に増殖した。

水温25°Cにおいても、増殖量は初日13.1μg/lが47.5μg/l→161.6μg/l→222.9μg/lと水温30°Cに比べて増加量は低いものも5日目まで同様の増殖傾向であった。

水温20°Cでは、初日13.1μg/lが3日目12.7μg/lと増殖が見られなかったが、5日目33.8μg/l、7日目84.3μg/lと約3日のラグタイムの後にわずかに増殖が見られた。

水温15°Cでは、初日13.1μg/l、3日目12.7μg/l、5日目11.3μg/l、7日目11.3μg/lと衰微した。

以上の結果は2,000ルクス連続照射条件下の実験結果であるが、水温20°Cで、人工的に昼夜を作る12時間ごとの間欠照射の条件下での培養実験ではほとんど増殖が見られなかった。

表2 各水温における Chl-a の経日変化
($\mu\text{g/l}$)

連続照度	初日	3日目	5日目	7日目
連続照射				
30°C	10.8	76.4	355.3	404.7
25	13.1	47.5	161.6	222.9
20	13.1	12.7	33.8	84.3
15	13.1	12.2	11.3	6.8
間欠照射				
20°C	10.8	11.4	10.8	14.9

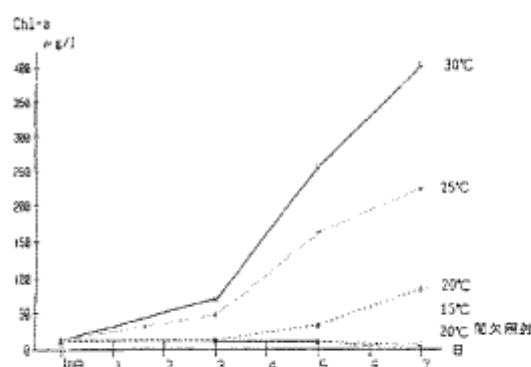


図1 各水温における Chl-a の経日変化

② アオコ増殖時のリン酸態リンの減衰の状況
アオコ増殖時に、培養液中のリン酸態リンが消費される状況を表-3、図-2に示した。

水温30°C、25°Cの培養液では培養5日目に、20°Cでは7日目に培養液中のリン酸態リンは全て消費されて0 mg/lとなったが、水温15°Cでは7日目でも0.023mg/lが存在していた。

水温30°C、25°Cの培養液では5日目にはリン酸態リンが消費しつくされたが、図-1に示したようにその後も引き続き Chl-a の増加が見られた。

アオコはリンを過剰摂取する態力があると言われているが⁴⁾、リン酸態リンが0 mg/lになっているにもかかわらず、Chl-aが増加したのは、この過剰摂取によるものと考えられる。

(2) 実測データでの湖山池の Chl-a と水温の関係

表-4は、湖山池の水温と Chl-a 及びプランクトンの優占種の関係を見たものである。

昭和60年4月：水温15.5°C、Chl-a 8.9 $\mu\text{g/l}$ 、優占種珪藻、5月：20.5°C、22.0 $\mu\text{g/l}$ 、Anabaena、6月：23.0°C、69.1 $\mu\text{g/l}$ 、Microcystis、7月：27.0°C、197.9 $\mu\text{g/l}$ 、Microcystis、8月：31.5°C、

表3 各水温における PO₄-P の減衰状況
(mg/l)

連続照度	初日	3日目	5日目	7日目
連続照射				
30°C	0.092	0.015	0	0
25	0.083	0.017	0	0
20	0.068	0.047	0.029	0
15	0.068	0.041	0.020	0.023

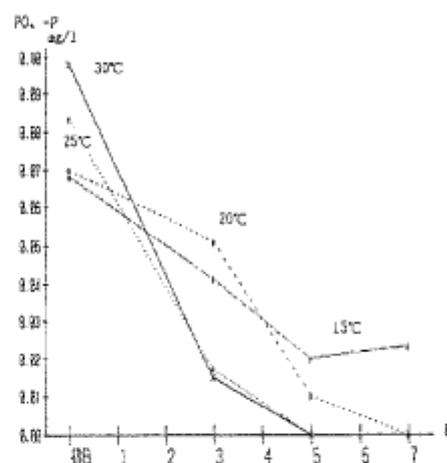


図2 各水温における PO₄-P の減衰状況

80.3 $\mu\text{g/l}$ 、Microcystis、9月：22.5°C、9.5 $\mu\text{g/l}$ 、Microcystis、昭和62年4月：水温17.5°C、Chl-a 9.9 $\mu\text{g/l}$ 、優占種珪藻、5月：16.5°C、16.3 $\mu\text{g/l}$ 、Microcystis、6月：23.5°C、69.0 $\mu\text{g/l}$ 、珪藻、7月：26.0°C、115.5 $\mu\text{g/l}$ 、8月：28.5°C、154.6 $\mu\text{g/l}$ 、Microcystis、9月：29.5°C、79.1 $\mu\text{g/l}$ 、Microcystis、昭和63年4月：水温12°C、Chl-a 17.9 $\mu\text{g/l}$ 、優占種珪藻、5月：19.5°C、29.9 $\mu\text{g/l}$ 、Microcystis、6月：25.5°C、17.1 $\mu\text{g/l}$ 、Anabaena、7月：24.0°C、39.5 $\mu\text{g/l}$ 、Microcystis、8月：26.5°C、50.1 $\mu\text{g/l}$ 、Anabaena、9月：26.5°C、185.6 $\mu\text{g/l}$ 、Anabaena、平成1年4月：水温13.5°C、Chl-a 10.0 $\mu\text{g/l}$ 、優占種珪藻、5月：20.0°C、7.7 $\mu\text{g/l}$ 、珪藻、6月：22.0°C、20.6 $\mu\text{g/l}$ 、Microcystis、7月：24.0°C、124.3 $\mu\text{g/l}$ 、Anabaena、8月：27.0°C、93.4 $\mu\text{g/l}$ 、Microcystis、9月：24.5°C、275.4 $\mu\text{g/l}$ 、Microcystisであった。

平成2年と平成3年には、降雨量等との関係が思われるが、Chl-aが100 $\mu\text{g/l}$ を越す月はなかった。

以上の結果より、水温が20°C以下では珪藻が優占し、20°Cを越すとアオコの増殖がみられる。

表4 湖山池の水溫、Chl-a とプランクトンの優占種

年 月	S60.4	5	6	7	8	9	S61.4	5	6	7	8	9
水 温 (°C)	15.5	20.5	23.0	27.0	31.5	22.5	17.5	19.0	23.5	25.0	29.5	28.0
Chl-a ($\mu\text{g/l}$)	8.9	22.0	69.1	197.9	80.3	9.5	20.2	14.8	15.7	270.0	96.2	47.6
優 占 種	B	A	M	M	M	M	A	欠測	M	欠測	M	M
年 月	S62.4	5	6	7	8	9	S63.4	5	6	7	8	9
水 温 (°C)	17.5	16.5	23.5	26.0	28.5	29.5	12.0	19.5	25.5	24.0	26.5	26.5
Chl-a ($\mu\text{g/l}$)	9.9	16.3	69.0	115.5	154.6	79.1	17.9	29.9	17.1	39.5	50.1	185.6
優 占 種	B	M	B	欠測	M	M	B	M	A	M	A	A
年 月	H 1.4	5	6	7	8	9	S61.4	5	6	7	8	9
水 温 (°C)	13.5	20.0	22.0	24.0	27.0	24.5	14.5	18.5	23.5	23.5	27.5	25.0
Chl-a ($\mu\text{g/l}$)	10.0	7.7	20.6	124.3	93.4	275.4	23.4	24.4	41.1	38.2	33.8	78.6
優 占 種	B	B	M	A	M	M	B	B	A	M	M	M
年 月	H 2.4	5	6	7	8	9						
水 温 (°C)	12.0	19.0	20.5	25.0	28.5	28.0						
Chl-a ($\mu\text{g/l}$)	37.4	10.7	13.9	90.9	32.0	16.7	(注) M - Microcystis A - Anabaena					
優 占 種	B	B	M	A	欠測	B	B - 珪藻類					

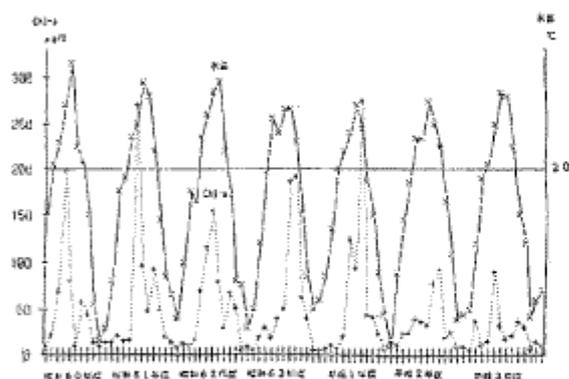


図3 湖山池の水溫とChl-aの年周期

図-3は、湖山池の水溫とChl-aの年周期の状況を示したものである。

水溫とChl-aは同様の動きをしており、水溫が上昇すればChl-aも高値を示し、植物プランクトン（藍藻：アオコ）の活動が活発になる様子を良く示している。

4 まとめ

培養実験結果から、アオコ(*Microcystis aeruginosa*)は水溫30°Cで最も良く増殖する。

25°Cでも良く増殖するが、20°Cでは約3日のラグタイムの後に増殖を開始した。

アオコには、リンを過剰摂取する能力があると言われているが、今回の培養実験で、培養液中のリン酸態リンが0 mg/lになっているにもかかわらず、アオコ(Chl-a)が増加したのは、この過剰摂取による

ものと考えられる。

湖山池での測定結果から、水溫20°C以下では珪藻が優先しChl-aも低い、20°Cを越すあたりからアオコが優先しはじめChl-aも増加に転じている。増加していない年もあるが、その年は降雨、日照等の自然条件により、増殖が抑制されたものと思われる。

以上の結果から、湖山池のような富栄養化した湖では、20°C以下の水溫では珪藻が、20°Cを越すあたりからアオコが増殖を開始しChl-aが高値となる。その結果、湖の内部生産が増加し浮遊物質、COD値等を押上げ、環境基準の維持が困難になるものと考察される。

文 献

- (1) 安田満夫、南條吉之、田中賢之介、笈 一郎、坂田裕子：湖山池、淡水湖、中海の水質汚濁現象の相違と湖沼の内部生産について、鳥取県衛生研究所報、28、23~55 (1988)
- (2) 南條吉之、田中賢之介、安田満夫：アオコ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) 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、11~13、92 (1986)
- (4) 岡田光正、須藤隆一、合業修一：陸水域の富栄養化に関する研究(Ⅸ) *Microcystis*の増殖特性、国立公害研究所研究報告、59~68、25 (1981)