

大鶴湖におけるアオコ発生の特徴とその要因

鹿児島大学 学生会員 小野圭哉 正会員 小橋乃子 安達貴浩

1.はじめに 川内川中流域に位置する鶴田ダム貯水池の大鶴湖では、1980年代からアオコの発生が見られ、度々景観等の問題が生じている。その一方で、地元住民によるダム湖および周辺水域の活用も模索され始めており、アオコ対策をはじめとした水環境管理への期待が高まっている。このような背景の下、本研究では、国土交通省水文水質データベース¹⁾を活用し、アオコ発生時の特徴とその要因について総合的な検討を行った。



図-1 観測地点の概略図

2.解析に用いたデータについて 著者らは2014年6月から定期的の大鶴湖での調査を実施しているが、その間、アオコのデータを取得できたのは数回しかない。

このため、独自に入手したデータに加え、水文水質データベース¹⁾から得た基準点3のデータを活用した(図-1)。また、植物プランクトンの組成については国土交通省九州地方整備局鶴田ダム管理所の調査データを活用した。なお、アオコの発生には、栄養塩環境が重要な役割を果たすが、データが限られていたため、ここでは水温と滞留時間、植物プランクトンの競合関係に着目して検討を行った。

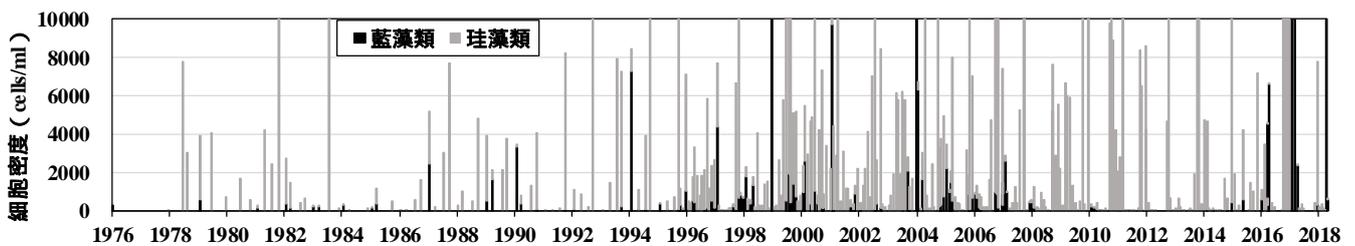


図-2 藍藻と珪藻の経年変化 (1976~2018年) (本図は最大細胞密度を10000cells/mlとして表記した)

3.大鶴湖におけるアオコの発生状況 図-2に藍藻類、珪藻類の細胞密度の時系列を示す。大鶴湖では年間を通じて珪藻が優先することが多いが、1980年代から藍藻が発生し始め、2000年初頭には頻繁にアオコ化している様子が見られる。その後、2008年から2015年まで藍藻の細胞密度は低レベルに留まっていたが、2016年の秋以降、再び高濃度のアオコが発生していることがわかる。次に表層水温、植物プランクトン観測日の前7日間で平均した滞留時間と(以後、 T_7 とする)と植物プランクトンの細胞密度の関係を調べた(図-3)。

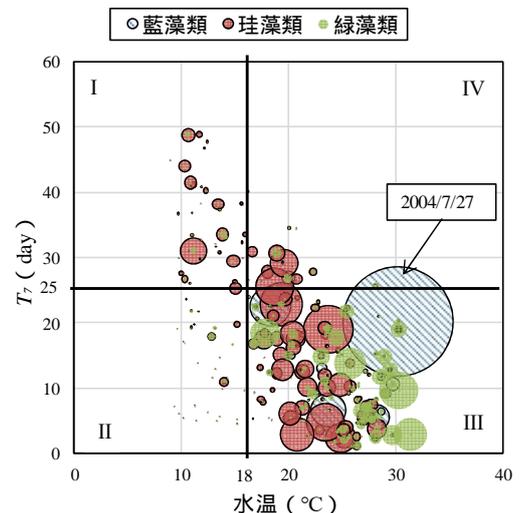


図-3 T_7 と表層水温と細胞密度の関係

アオコ発生の特徴を踏まえて、水温 18°C 、 T_7 25日を境に、図をIからIVの領域に区分した。図-3を見ると珪藻類は比較的低温でも増殖できるが、 18°C 以下の場合、滞留時間が長くなると高密度化しない様子が見て取れる(領域I、II)。また、水温、滞留時間がいずれも小さい値を示す領域IIでは種に関わらず植物プランクトンは低密度でしか存在しない。一方、領域IIIにおいては、滞留時間に関わらず高密度のアオコが発生しているが、過去最高のアオコの細胞密度(42万/ml)を記録した2004年7月27日においては、水温、 T_7 のいずれも特に高かったことがわかる。水温、滞留時間がともに高いIVでは、藍藻類の増殖は見られないが、鶴田ダム貯水池である大鶴湖では、年間に渡る水位調節(貯水位が冬季に高く、夏季に低い)の影響で、そもそも領域IIIを満たす条件の出現率が低いという特徴がある。

4. 植物プランクトンと水温の関係 次に、観測時の表層水温を 2°C 毎に分け、その範囲内で観測された各植物プランクトンの細胞密度の平均 (図-4) と、その範囲内の観測日数に対して各植物プランクトンが出現した割合 (%) を調べた (図-5)。平均細胞数について見ると、珪藻類は水温 20°C 弱でピークを持つことが分かる。また、藍藻、緑藻は表層水温が高くなるほど細胞数が増える傾向にあるが、その特徴は特に藍藻類において顕著である。これらの結果は、図-3 からも見て取れる。なお、図-4 の計算では細胞密度が 0 の場合も含め平均操作を行っているが、0 を除外した場合でも傾向は変わらなかった。次に、図-5 を見ると、珪藻、緑藻は、水温に関わらず存在しているのに対し、藍藻の出現は水温に強く依存することが分かった。特に、水温が 18°C 以上であれば 50% 以上の割合で藍藻が出現していることが分かる。その一方で、10°C 未満であっても観測される場合があることが分かった。

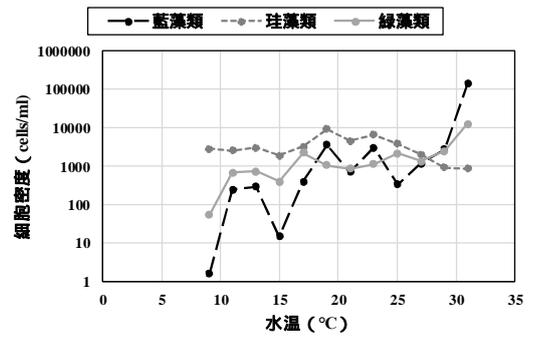


図-4 表層水温と細胞密度の関係

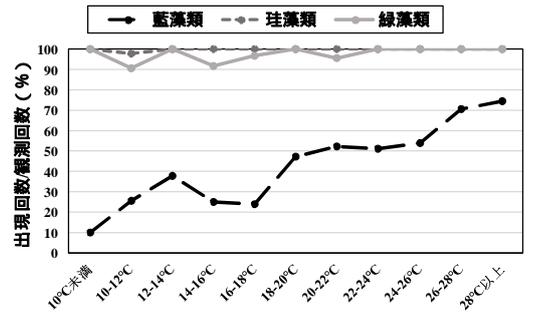


図-5 表層水温と出現割合の関係

5. 植物プランクトンの競合関係について 以上のように藍藻、珪藻、緑藻は異なる水温依存性を有していることが再確認されたが、図-3 の領域 のように、3 種類の植物プランクトンが共存することもある。このため、藍藻、珪藻、緑藻が共存するときの細胞密度の関係を藍藻と珪藻それぞれを基準として調べた。具体的には、各細胞密度を 5 区分に分け、各区分で共存する植物プランクトン細胞の細胞密度の平均を調べた (図-6)。また、各区分の表層水温の平均値も計算した。この結果、いずれにおいても、藍藻の細胞数密度が少ない時は珪藻が多く、珪藻が多い時は藍藻が少なくなるという傾向が見出された。

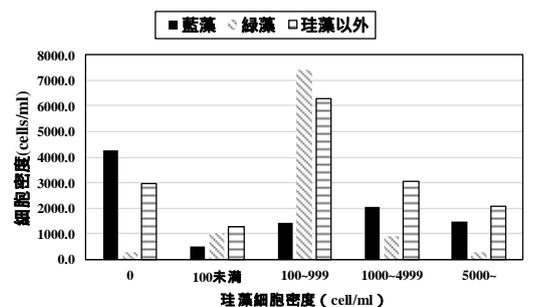
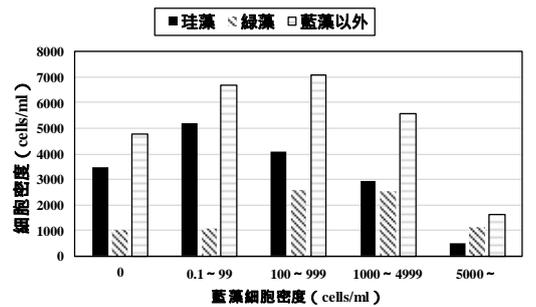


図-6 藍藻と珪藻細胞密度 (cell/ml) の競合関係

6. まとめ 本研究により、大鶴湖では水温 18°C、 T_725 日を境に藍藻の増殖特性が異なることが示された (図-3)。大鶴湖において藍藻類が増殖する可能性のある 18°C 以上という条件は、4 月の下旬から 11 月の月上旬の間に出現する。*Microcystis aeruginosa* を対象とした増殖速度の温度関数²⁾を用いると、18°C の最大増殖速度は 0.36/day 程度であるが、これは栄養塩、光環境が好適条件であれば、1ml 当たり 100 細胞の *Microcystis* が 1 週間で約 900 細胞にまで増殖できることを意味している。加えて、競合する珪藻類が少ないといった条件が揃えば (図-6)、大鶴湖では 4 月の月上旬から 11 月の月上旬の間いつでもアオコが発生する可能性があると言える (図-3)。実際、18°C 以上の水温になると、観測日の半数以上の割合で藍藻類の細胞が確認されている (図-5)。さらに、鉛直混合が進む秋季では、藍藻は浮力により水面近傍にとどまりやすいのに対し、珪藻は混合されやすいこと、循環期であっても水温は 18 以上となること等を考慮すると、2016 年、2018 年の秋季にアオコが発生したように、今後も夏季だけでなく秋季のアオコが問題となる可能性が考えられる。ただし、アオコの発生要因が揃う領域 においても常にアオコが発生するわけではないことから、今後は、栄養塩環境、流量等の短期的変化による種組成の変化等を検討することが必要だと考えられる。

参考文献 1) 国土交通省水文データベース <http://www.1.rier.jp/> 2) M. P. Bonnet and M. Poulin, Ecological modelling, 156, 93-112 (2002)