

漆沢ダムにおけるアオコ発生に及ぼす休眠細胞の影響

東北大学工学部

学生会員○土田幹隆

東北大学大学院工学研究科 正会員 野村宗弘

非会員 増田周平, 正会員 千葉信男, 中野和典, 西村 修

1. はじめに

閉鎖性水域である湖沼は、窒素・リン等の栄養塩が蓄積しやすく、藻類の異常増殖といった富栄養化にともなう問題の改善は進んでいない。

宮城県漆沢ダムは、上流域に人為的汚濁負荷源のないダム湖であるにもかかわらず、*Anabaena* sp.を主としたアオコが近年発生し、水道事業等に問題をきたしている。こうしたダム湖におけるアオコ発生の対策を講じるためには、アオコを形成する藍藻類が異常発生する機構の中で特に人為的に制限可能な要因を検討する必要がある。アオコを形成する *Anabaena* sp.は水温低下など環境条件が悪化すると休眠細胞(Akinete)という胞子をつくり、環境条件が整うと発芽する。この休眠細胞については研究事例が少なく、また、休眠細胞とそれに関する現地の環境因子からアオコ発生に及ぼす影響を検討した事例はほとんどない。

本研究では、漆沢ダム湖底泥における休眠細胞数の空間分布の状況を発芽実験により求めた。また、発芽と増殖に影響する現地の環境因子について調査を行い、発芽実験の結果と比較検討することで漆沢ダム湖におけるアオコ発生に与える休眠細胞の影響を評価した。

2. 現地調査及び実験方法

現地調査は、2008年6月10日から10月28日までの期間行った。定期観測として約2週間毎に、図1に示した観測地点において多項目水質計(AAQ1183; Alec 電子)を垂下させ、水深および水温、濁度、DO、Chl.aの鉛直分布を測定した。測定器のChl.a値は、採水した試料水の一部についてN,N-ジメチルホルムアミドにて抽出後、Lorenzenの吸光度法により測定した分析値を用いて校正を行った。また、7月24日からは光量子計(MDS-MkV/L; Alec 電子)を用いて各地点の水中光量子を鉛直的に測定し、湖底面の光量子量を調査した。なお、7月9日以前の水中光量子データは、表層の平均Chl.a濃度と消散係数の関係を定式化し、空中光量子から湖底面の光量子量を推定した。加えて、Stn.4の表層(S-0.5m)の植物プランクトンの現存量データを、宮城県大崎広域水道事務所より

入手した。

発芽実験には、9月5日に各観測地点においてエクマン・バージ採泥器により採取した底泥を用い、最確法(MPN法)により休眠細胞の計数を行った。底泥2g-wetをCT培地100mlに入れたものを原液とした。原液と1/10, 1/100, 1/1,000に希釈したものを藻類培養用試験管に5本ずつ培養した。培養は温度20℃, 5,000lx, 明暗周期12L-12Dの条件で行った。培養開始後は、1日毎に目視での観察、1週間毎に光学顕微鏡を用いて観察し、栄養細胞の見られた試験管を陽性として、各希釈段階において陽性となった本数からMPN計数表を用いて最確数を求めた。さらに既報の発芽実験において最適条件の発芽率が70%程度であったことを考慮し、10/7を乗じたものを実際の存在量とした。

3. 結果及び考察

(1)休眠細胞数の空間分布

発芽実験の結果を表1に示す。河川流入口のStn.0では休眠細胞はほぼ存在しなかったが、その他の地点は1g-wet当たり4.9個~ 1.14×10^4 個の休眠細胞が存在することがわかった。また、Stn.1からStn.4に向かって増加する傾向を示した。琵琶湖における調査では数十~ 10^2 個のオーダー、かなりひどいアオコの発生している湖沼

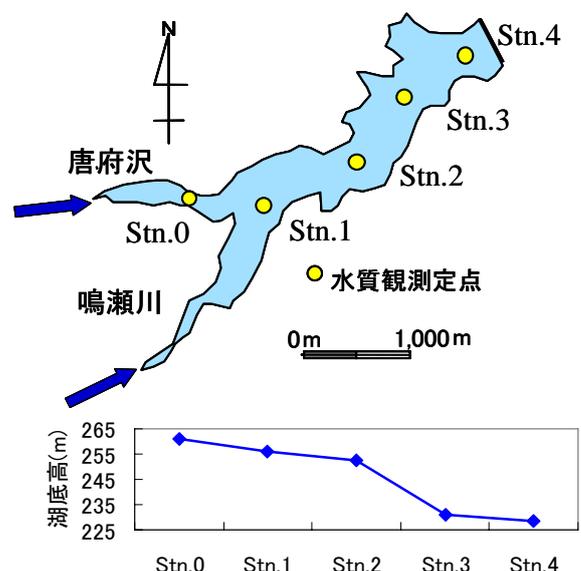


図1 漆沢ダムにおける観測地点及び各地点の湖底高

でも 10^4 個ほどであることから、本湖におけるこの休眠細胞数はアオコ発生に繋がるには十分な量と考えられた。

さらに現地では南西風が卓越しており、増殖したアナベナの栄養細胞はこの風によりダムサイト側へ運ばれ、ダムサイト近傍の表層での集積が多く見られる。その状態で休眠細胞を形成、分化し沈降することで、このような休眠細胞の空間分布が形成されると考えられた。

表1 底泥 1g-wet 当たりの休眠細胞数

Stn.	最確数(Akinetes / g-wet)
0	<1.3
1	4.9
2	1.57×10^2
3	1.14×10^3
4	1.14×10^4

(2)藻類種の変遷

Stn.4 表層における藻類種の変遷および水温の経時変化を図2に示す。5月中旬から珪藻が優占し、6月下旬から7月中旬にかけて表層の藻類は一旦消失した。その後、7月下旬頃から *Anabaena* sp. を主とする藍藻類が優占し始めアオコ状態が確認された。その後8月下旬以降の断続的な雨とそれに伴う水温低下により9月に入ると消失した。これは漆沢ダムにおける過去のデータとおおむね同様の傾向を示したが、ピーク時の藍藻類の細胞数は9,230 cells/ml と2004年以降で最大の値となった。

(3)休眠細胞の発芽可能性の検討

休眠細胞の発芽の可能性を評価するため、調査日毎の湖底の環境因子を評価した。Stn.1 の湖底における光量子および水温の経時変化を図3に示す。光環境に関しては $9 \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1} \sim 100 \mu \text{ mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 程度が最適とされているが^{1,2,3}、6月24日および7月9日の時点でこの条件を満たしていた。水温も7月24日には最適温度とされる $12 \sim 24^\circ\text{C}$ の範囲^{1,4}まで上昇していた。これは洪水期間に備えるため6月中旬から7月下旬にかけて貯水位を10m以上下げていることに起因すると考えられる。以上より、この時期にStn.1 からStn.2 周辺までの湖底環境が発芽に適したものとなり7月下旬以降の藍藻の優占化に繋がっていく可能性が示唆された。さらにこの期間は春先には表層で優占化していた珪藻類が沈降し消失していく時期であることから藍藻類の増殖を助長しているものと考えられた。なお、Stn.3, 4 については、観測期間を通して発

芽に最適な環境にならなかった。また、アオコ発生時における藍藻類の細胞数が過去5年で最大であったことこの理由として、6月中旬から7月中旬までの降水量が例年より少なかったこと、6月10日から7月10日までの1ヶ月の貯水位が過去最低であったことなどが考えられた。

4.まとめ

湖底の光量子および水温データから、7月1日以降の洪水期間に備えて6月上旬から貯水位を下げることで、休眠細胞が多く分布する地点まで発芽に適した条件となることがわかった。実際にアオコの発生が7月末に起きていることを考えても、この時期に発芽が起きている可能性が高いことが示唆された。

謝辞：宮城県大崎地方ダム総合事務所漆沢ダム管理事務所ならびに大崎広域水道事務所の方々に多大なご協力を頂きました。ここに記して深く感謝いたします。

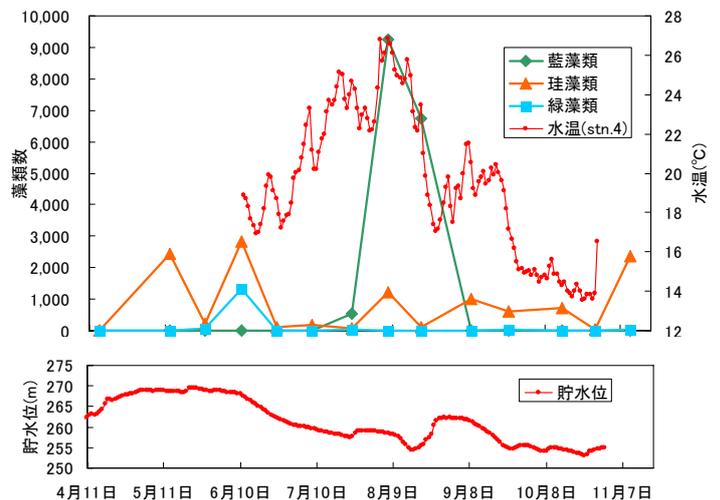


図2 藻類種の変遷、表層水温及びの貯水量の経時変化

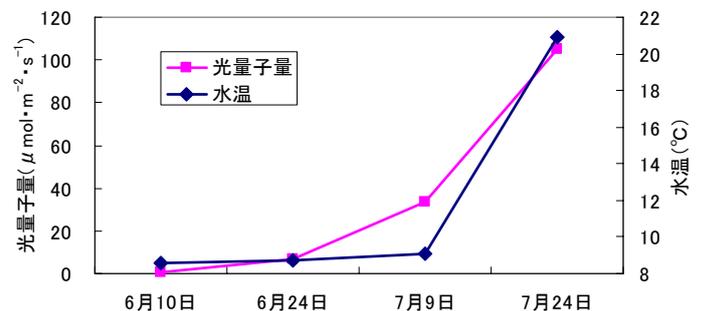


図3 Stn.1 湖底における光量子及び水温の経時変化

参考文献

- 1) Ann. L. Huber : ASM, Jan. 1985, p.73-78
- 2) W. Braune : Arch. Microbiol. 122, 289-295, 1979
- 3) Dok and Hart : J. Phycol. 33, 12-17, 1997
- 4) Tsujimura et al : Journal of Plankton Research, 25(9), 1059-1067, 2003