

貧酸素水塊に及ぼすドラキュラ効果について —水槽を用いた予備実験—

藤永 薫*¹・大谷修司*²
清家 泰*¹・奥村 稔*¹

1. はじめに

夏期湖沼では温度躍層の形成によって成層する。そのため、補償深度以深では貧酸素水塊が形成されて底質からのリンの溶出が起こるなど、栄養塩の内部負荷の原因となる。一方、補償深度以浅では、植物プランクトンによる光合成のために溶存酸素(DO)は過飽和となり、栄養塩は消費されて、相対的に貧栄養状態になる。このように、湖沼における富栄養化のメカニズムは明らかにされているが、その改善策となると用いられる物理的・化学的手法は、曝気、覆土[1]、浚渫、薬剤の投入[2]などに限られている。これらの手法は一定の効果はあるものの、何れも効果が一時的で、効果を維持しようとするると相当の費用がかかる場合が多い。最近では、ホテイオアイ[3]やシジミ[4]、ヨシなどの生物を利用した色々な生物学的修復法[5-10]が富栄養化対策に重用されるようになってきた。しかし、生物を継続的に活性な状態に保つのは、簡単な事ではない。

以上の事柄を考え合わせると、貧酸素水塊に光照射することによって、湖沼における栄養塩の内部負荷源を簡単に解消できる可能性がある。著者らは、これを“ドラキュラ効果”と呼んでいる。このことを室内実験で実証するには、カラムを用いたコアー

現場疑似法が適している。奥村らは、内径25 cm、長さ180 cmの塩化ビニル製カラムに、現場の底泥と塩分濃度の異なる二つの試料水を入れて宍道湖湖心の塩分躍層を再現し、ケイ酸とリンの底泥からの溶出実験を行っている[11,12]。このように塩分濃度の異なる水塊を用いる場合は、密度差が大きいためカラム内で躍層を形成させる事が可能であるが、塩分濃度に差がない場合はそれが困難である。したがって本研究では、水槽の底に容器を設置して擬似的に躍層を作る事により、貧酸素水塊を形成させる事を試みた。この装置を用いて、光照射の有無によって、隔離空間内のDO濃度による様な差異が現れるか、を調べる実験を行った。

2. 実験方法

2.1 底泥と河川水試料

富栄養状態の底泥と河川水は島根大学敷地の近傍を流れる朝酌川のガラガラ橋上から採取した。汚泥はエックマンバージ採泥器で採取し、ザルを通して大きなゴミを取り除いて密閉できるバケツに入れ、持ち帰った。河川水は表面水をバケツですくい取り、家庭用の水切りを通してゴミをろ別し、20 Lポリタンクに採取して持ち帰った。

*¹ 島根大学総合理工学部、*² 島根大学教育学部 〒690-8504 島根県松江市西津川町 1060

2.2 実験装置

50 Lの水槽に河川水を40 L入れた。500 mL PETボトルには底泥35~55 g (体積で約1/4)を入れた後河川水を静かに満たしたものを8本用意し、その内5本は栓を閉めて、3本は栓をしなくて、静かに水槽中に入れ立てた状態で設置した。2 L PETボトルには底泥約70 gを入れた後河川水を静かに満たし、側面に1 cm × 1 cmと2 cm × 2 cmの開口部を切り取って、開口部が上を向くように静かに水槽中に横向きに設置した。このような水槽を二つ用意し、水槽の一つは半日陰のベランダに設置して明条件下で、他方は、日の当たらない室内に設置し段ボール箱を被せて遮光した暗条件下で、経過を観察した。観察期間中、試料水中にはエアープンプと多孔質ガラス球を用いて、2 L/minの流速で通気し、水槽上部は障子紙で塞いでゴミの混入と水の蒸発を防いだ。明条件下の水槽の水温は日照によって25~40℃の範囲で変動したが、暗条件下の水槽の水温はサーモスタットを用いて30℃に保った。

2.3 DO測定

DOは、WTW社(Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH & Co. KG, Weilheim)のオキシメーター340型溶存酸素計を用いて測定した。電極の大きさは、直径1.5 cm × 長さ14.5 cmで体積は25.6 cm³であった。500 mLボトルで密栓状態というのは、測定時に栓を開けてDO測定し、測定終了後再び栓をして放置した事を意味す。DO測定には、8本のボトルの内、特定のボトルについて繰り返し測定に用いた。

3. 結果と考察

3.1 溶存酸素の変動

2 Lボトル中のDO分布は明条件と暗条件間で、また日間で差は小さく、かつ分布

は一様であった。開口部から底泥までの垂直距離が小さかったことから、ボトル内のDOの拡散が十分行われた結果と思われる。

図1と2は開栓状態の、図3と4は密栓状態の500 mLボトル中のDO分布図である。暗条件下にあった開栓状態のボトル(図2)では、4日目までは泥の舞い上がりによって、底層付近が貧酸素状態であったが、泥が沈むにつれて、開口部からのDOの拡散によって、底泥表面までDOが供給される状態が続いた。測定値が一定していることから、平衡状態に達していると思われる。密栓状態のボトルでは、時間経過と共に底泥に依る溶存酸素の消費が上層部に向かって進行している様が観察された(図4)。

一方、明条件下のボトルでは、開栓状態のものも密栓状態のものも、DO分布の変動が大きい(図1と3)。自然光を照射しているため、日照条件の違いによるものと思われる。さらに、密栓状態ではすべて、開栓状態では7と12日目に外部水よりもDO濃度が高くなっている。また、開栓状態と密栓状態を比べると、DO濃度は、密栓状態の方が高くなるが多かった(4, 12, 23日目)。DO過飽和の水が逃げられずに容器内に留まったためであろう。

なお、暗条件下の全てのボトルにおいて、底泥は全体が黒色を保ったままであったが、明条件下にあったものはすべて、底泥表面に酸化層が形成されたため、表層約3 mm程度が灰色に変色していた。

3.2 植物プランクトン

明条件下で23日間放置した密栓500 mLボトル中では、2種類の藍藻、3種類の珪藻、およびクロロコクム目が優占した25種類の緑藻が多量に観察されたが、暗条件下の同ボトル中からは、2種類の珪藻と3種類の緑藻が僅かに存在する事が認められずにすぎなかった。クロロコクム目は、 β

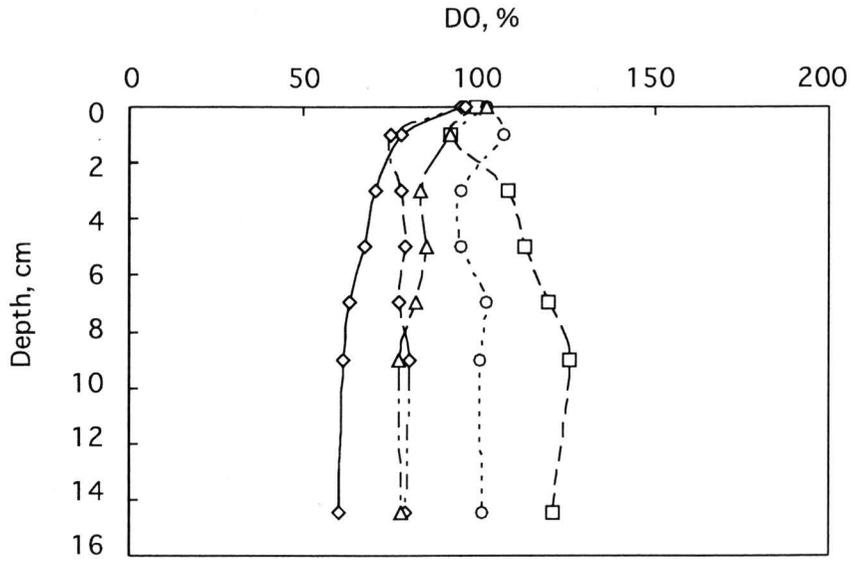


図 1 明条件下開栓ボトル中の DO 分布

◇ : 4 日目 ; □ : 7 日目 ; ◇ : 9 日目 ; ○ : 12 日目 ; △ : 23 日目

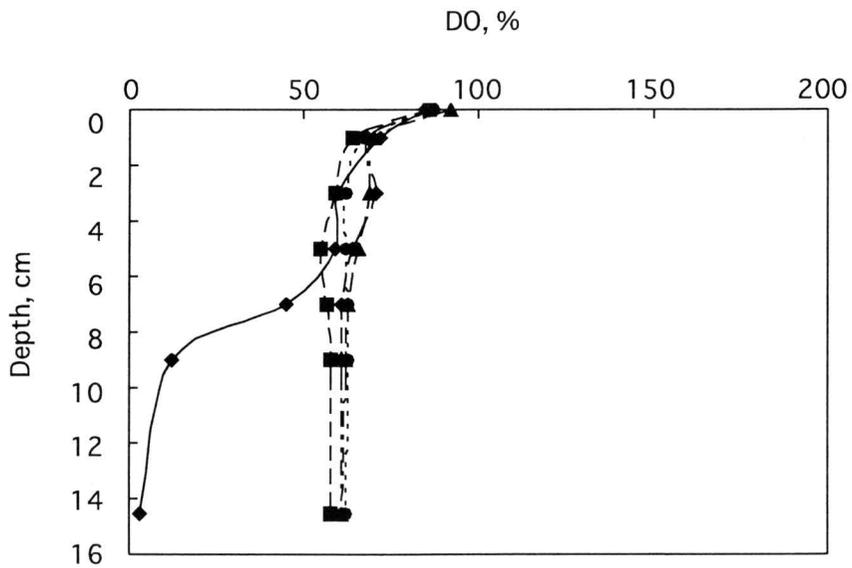


図 2 暗条件下開栓ボトル中の DO 分布

◆ : 4 日目 ; ■ : 7 日目 ; ◆ : 9 日目 ; ● : 12 日目 ; ▲ : 23 日目

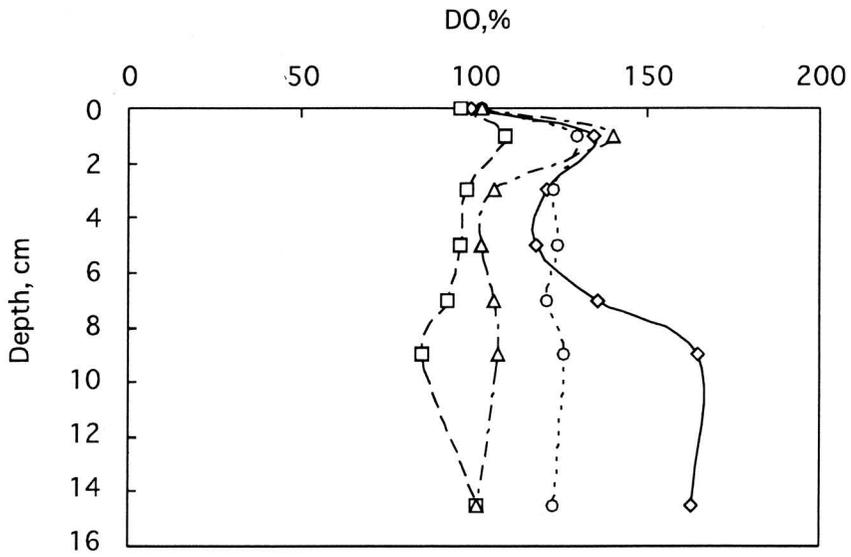


図3 明条件下密栓ボトル中のDO分布

◇: 4日目; □: 7日目; ○: 12日目; △: 23日目

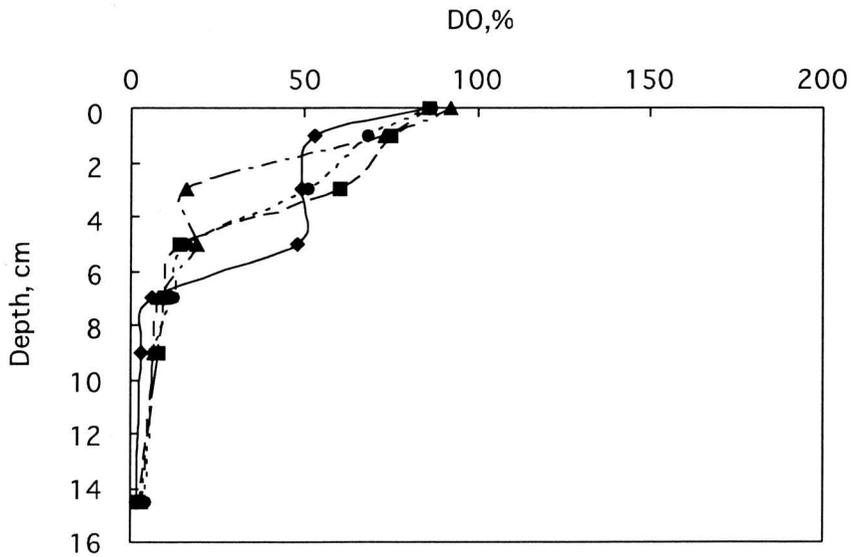


図4 暗条件下密栓ボトル中のDO分布

◆: 4日目; ■: 7日目; ●: 12日目; ▲: 23日目

中腐水性の環境中で繁茂するプランクトンで、採水地点の環境を良く反映している[13, 14]。実験開始時には、総計10種程度の植物プランクトンの存在が認められたものが、一方の23日間日照に曝した環境下では増殖し、他方暗条件下では死滅していった事が明らかになった。この結果は、図1と3の明条件下でのボトル内での高い溶存酸素濃度が、植物プランクトンの繁茂に因るものであることを裏付けている。

引用文献

- [1] 村上和男、細川恭史、高野誠紀(1998) 三河湾の覆砂による底質改善効果に関する追跡調査、沿岸海洋研究、**36**, 83-89.
- [2] 大和田紘一(1995) 石灰散布等による底質改善の試み、沿岸海洋研究、**32**, 39-41.
- [3] 本橋敬之助、笹原豊(1991) ホテイアオイの植栽と水質 -手賀沼を例として、水処理技術、**32**, 256-270.
- [4] 中村幹雄、森忠洋(1998) シジミ漁による宍道湖の浄化、用水と排水、**40**, 427-429.
- [5] 細見正明(1994) ヨシ湿地による水質浄化法、用水と排水、**36**, 40-43.
- [6] 横浜市環境科学研究所(1994) キショウブによる水質浄化法 -実験報告書、環境資料No. 111, 46-62
- [7] 寺蘭勝二、石居宏志、中村透(1995) 霞ヶ浦緑の浮島実験について、第6回世界湖沼会議霞ヶ浦'論文集Vol. 1, pp. 133-136.
- [8] 相崎守弘、中里広幸(1995) 植物水耕栽培系における根圏生物の変化と栄養塩の除去、水環境学会誌、**18**, 624-627.
- [9] 花里孝幸(1998) ミジンコが湖の水質を浄化する環境浄化を図るバイオマニピュレーションの新展開、化学と生物、**36**, 306-308.
- [10] 川端豊喜(1996) 生物機能による環境修復 -水産における bioremediation は可能か - ; 水生植物による内湾域における環境修復、水産学シリーズ11, 日本水産学会監修、恒星社厚生閣、pp. 79-93.
- [11] 吉田直史(1996) 汽水湖底泥海面におけるリンの挙動、島根大学大学院総合理工学研究科修士論文.
- [12] 梶原恵(1997) 閉鎖性汽水域における溶存ケイ酸の挙動に関する研究、島根大学大学院総合理工学研究科修士論文.
- [13] 秋山優、有賀祐勝、坂本充、横浜康継(1986) 藻類の生態、内田老鶴圃.
- [14] 山岸高旺(1999) 淡水藻類入門、内田老鶴圃、pp. 204-207.