

VII-5

マコモの根圏酸化機能に関する実験的研究

東北工業大学大学院 学生員 ○岡崎 秀一
東北工業大学 正会員 中山 正与

1. はじめに

近年、湖沼などにおける富栄養化現象の原因物質となっている窒素・リンを、ヨシやマコモなどの水生植物を用いて除去し、水質浄化を図る方法が注目されている。これは、水生植物が水中の栄養塩を吸収して成長することを利用したものであり、高度な維持管理作業を必要とせず、主に太陽エネルギーを利用する事からとても省エネルギー的であり、またその水生植物群落が他の豊富な生物の生息を可能にしてくれるなど、自然環境に優しい水処理ができる長所があるからである。この水質浄化方法を利用するにあたり、水生植物による浄化メカニズムを明らかにし、更にその浄化効率を高めることが必要であると考えた。本研究では特に水生生物マコモの根圏に注目した。同じ水生植物であるヨシの根からは酸素が溶出することが報告されており、マコモについても、同じく酸素が溶出しているならば、マコモの根圏において硝化が促進され、それに続く脱窒過程により窒素の除去が進行し水質浄化に寄与することとなる。本研究ではこれらを踏まえて、マコモの根から酸素が溶出しているかどうかについて、実験的に調べることを目的とした。これまでの実験結果を元に、酸素溶出が確認された実験条件に絞り込み、酸素の消費や発生速度の検討を行った。

2. 実験方法

2. 1 実験装置および実験条件

本実験で用いた実験装置を図-1に示した。この容器の体積は 590ml である。ふたに取り付けるDOメータの酸素電極とマコモは、密閉度を増すために酸素電極はゴム栓、マコモはシリコンを使って固定した。マコモが栽培液を吸い上げて蒸散する時に、容器内に空気の入る隙間が出来てしまうことを考慮して、ゴム風船を使用し水圧によって風船が膨らみ、マコモが蒸散した部分の体積を確保できるようにした。さらに、藻類の光合成による酸素溶出を抑えるため、黒紙を使用して根の部分の遮光した。

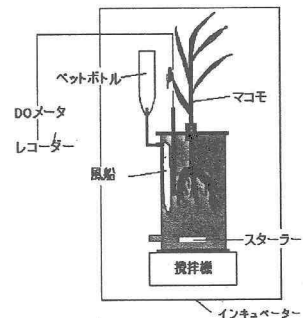


図-1 実験装置

実験条件として、大気中からの酸素の溶解を防ぐために容器内は栽培液で満水にした。栽培液の組成を表-1に示した。また、初期のDO濃度を下げるために栽培液を窒素ガスで曝気し、スターラーで栽培液を攪拌した（50回転/分）。好気性微生物による酸素消費を抑制するためオスバンS（塩化ベンザルコニウム液）を800倍に薄めた液に根を浸してから使用した。実験にはインキュベーターを使用して温度を20℃に設定し、ライトは照度最大(50000Lx)の条件で行い、午前6時に点灯させ、午後6時に消灯させた。DO濃度はレコーダーで連続的に記録し、2日間行った。

2. 2 解析方法

空気中からの酸素の溶け込むスピードを示す指標となる総括酸素移動容量係数（KLa）と、マコモや微生物が溶液中で酸素を出しているかを数値で示す酸素利用速度（r_r）を算出した。

表-1 栽培液の組成

化合物	濃度(mg/L)
NH ₄ NO ₃	80.0
NaH ₂ PO ₄ ・2H ₂ O	31.2
K ₂ SO ₄	52.3
CaCl ₂ ・2H ₂ O	44.1
MgCl ₂ ・6H ₂ O	122.0
EDTA-Fe	16.4
H ₃ BO ₃	3.01
MnSO ₄ ・5H ₂ O	2.17
CuSO ₄ ・5H ₂ O	0.075
ZnSO ₄ ・7H ₂ O	0.201
Na ₂ MoO ₄ ・2H ₂ O	0.024

<酸素利用速度 r_r (mg/l/hr) の算出法>

混合液中に酸素利用のある場合の酸素移動平衡は、酸素利用速度を r_r とすると次式で表せる。

$$\frac{dCL}{dt} = KLa(C_s - CL) - r_r \cdots (1)$$

ここで、 CL : 溶存酸素濃度 (mg/l)、 C_s : 飽和酸素濃度 (mg/l)、 t : 時間 (hr)、

KLa : 総括酸素移動容量係数 ($1/\text{hr}$)、 r_r : 酸素利用速度 (mg/l/hr)

(1)式を変形すると $r_r = KLa(C_s - CL) - dCL/dt$ となり、この式により KLa 、 C_s が既知の場合、溶存酸素濃度 CL の変化を実験で求め、その変化速度 (dCL/dt) を代入すると酸素利用速度 r_r が求められる。なお、この時の r_r の値が正ならば酸素を消費、負ならば溶出している事を意味する。予備実験より、マコモが入っていないときの酸素濃度の変化は微小なため、 KLa の値は 0 として算出した。

3. 実験結果および考察

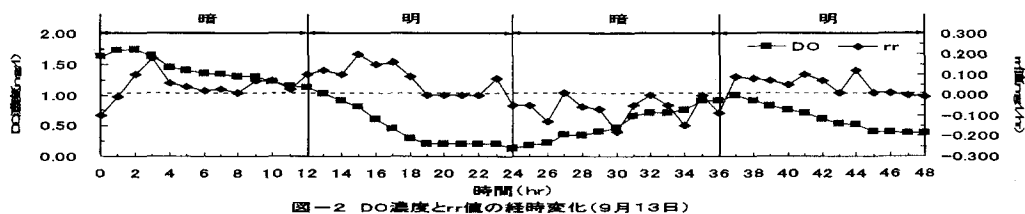


図-2 DO濃度と r_r 値の経時変化(9月13日)

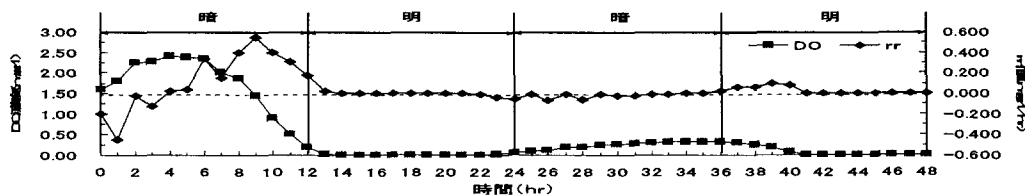


図-3 DO濃度と r_r 値の経時変化(9月28日)

今回の実験では、初期における2回の実験で酸素溶出が確認された。DO濃度と r_r 値の経時変化を図-2、図-3に示した。これらを比較するとDO濃度は、共通して暗条件の時に上昇していることがわかる。 r_r 値に関しても、明条件から暗条件に変化する時には減少して負となり酸素を溶出し、暗条件から明条件に変化する時には増加して酸素を消費していることがわかり、同様な傾向を示している。

4. まとめ

マコモは、根圏の微生物の活性を抑制し、初期のDO濃度を低下させ、暗条件にした場合に酸素を溶出することがわかった。DO濃度の変化は、光の照射条件が変わる時に見られた。これは、明暗状態によって光合成に伴う昼夜の活性の違いなども影響を及ぼすと考えられる。 r_r 値の変化は、明条件から暗条件に変わるときに減少し、マコモから酸素が溶出していると思われるが、暗条件の時に酸素を溶出し続けるわけではない。今後の課題として、実験の開始時期が9月と遅かったためにマコモの成長が終わりかけていたので、開始時期を早めて若いマコモを使った実験を行う必要がある。最後に、平素よりご指導、ご協力をいただいた小濱暁子先生、高橋孝次君、中島裕介君に心から感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 原田正光:ヨシ根圏に形成された微好気環境における無機態窒素除去, 研究紀要 第41号 福島工業高等専門学校p45, 46, 2001
- 2) 朝倉邦造:根の辞典, 朝倉書店, p326, 343, 1998