

VII-3

水生植物（マコモ）の根圏酸化機能評価の予備的検討

○東北工大 学生 伏見 智
東北工大 正会員 江成 敬次郎
東北工大 正会員 中山 正与

1 研究の背景と目的

水生植物による水質浄化は、自然環境に適した水処理ができるものとして期待されている。その水質浄化機能を発揮させる要因の1つとして、ヨシやマコモのような水生植物が地下茎から O_2 を溶出させることがあげられている。しかし、その機能が把握されていない。ここでは溶出量を把握する手法の確立を目的として二通りの方法について検討した。

2 DO濃度測定による酸化機能の考察

2-1 実験方法

表-1に栽培液の組成、図-1にDO測定実験の実験装置を示す。500mlのトールピーカーに栽培液を400ml入れ、栽培液内を空気や N_2 ガスで曝気して初期DOを設定した後、マコモとDOメータを入れる。そして水面に流動パラフィン油を1cm厚に流し込み栽培液をスターラで300回転/分の速度で攪拌する。DO濃度変化への微生物の影響を抑制するために、オスバンS（塩化ベンザルコニウム液）という即効性のある消毒液を使用した。実験はインキュベータ内で温度を $20^{\circ}C$ 、ライトは照度最大（約5万ルクス）の条件で午前5時に点灯させ、午後6時に消灯させた。5～18時を明条件、18～5時を暗条件とする。測定値はインテリジェントレコーダーで1時間毎に2日間記録した。表-2に実験条件を示す。これらの条件を比較することによってマコモによるDO濃度変化を考察する。

なお、カバーとはトールピーカーのカバーであり、これをするとは栽培液中での光合成を防ぐことを意図している。

2-2 マコモ根圏の酸素溶出・消費量の算定

O_2 の供給と消費が共存する液中のDO濃度変化は(1)式で表される。

ここで、溶存酸素濃度を $Cl(mg/l)$ 、飽和酸素濃度を $Cs(mg/l)$ 、時間を $t(hr)$ 、総括酸素移動容量係数を $KLa(1/hr)$ 、酸素利用速度を $rr(mg/l/hr)$ とする。

$$\frac{dCl}{dt} = KLa(Cs - Cl) - rr \quad \dots (1)$$

得られた結果は Cs が $8.84 mg/l$ 、 KLa がマコモの根がある条件で $0.0048(1/hr)$ 、マコモの根がない条件で $0.0546(1/hr)$ であった。これらの値を用いて酸素利用速度 rr を明・暗条件毎に算出した。そして、 rr に関連する要因として「マコモによる酸素溶出・消費」、「微生物による酸素溶出・消費」の2つを rr_1 、 rr_2 として考察した。

2-4 結果と考察

各条件毎の rr の値を表-3に示す。表-3の酸素利用速度の分類は、それぞれの実験条件から rr に関連する要因を取りあげて示したものである。

表-3の値と分類から、マコモのよる酸素溶出・消費を示す rr_1 を求め表-4に示した。

これらの結果より、 rr_1 の値が負の値つまり、 O_2 溶出を示したのは2例だけで、他はマコモによって O_2 が消費されていることを示した。

しかし、マコモの根から酸素が溶出することは他の文献などで報告されており、広く認められている。ここで自然環境におけるマコモの存在条件を考えると、その根圏は還元状態にあると考え

表-1 栽培液中の成分 (mg/l)

K_2SO_4	52.3
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	44.1
$MgCl_2 \cdot 6H_2O$	122
$C_{10}H_{12}N_2O_8NaFe \cdot 2H_2O$	18.9
H_3BO_3	3.01
$MnSO_4 \cdot 5H_2O$	2.17
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	0.075
$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	0.201
$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	0.024
$(NH_4)_2SO_4$	66
$NaH_2PO_4 \cdot 2H_2O$	31.2

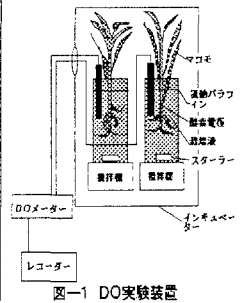


表-2 実験条件(DO濃度測定実験) O_2 有:無

条件	マコモ	オスバンS	カバー	初期DO	測定日
1	○	○	○	4.78	9/21~9/23
2	○	×	○	4.73	9/21~9/23
3	×	×	○	4.91	10/19~10/21
4	○	○	×	0	9/24~9/26
5	○	×	×	0	9/24~9/26
6	×	×	×	0	10/8~10/10

表-3 酸素利用速度 rr ($\mu g/hr$)

条件	明条件	暗条件	酸素利用速度の分類
1	50.07	5.01	rr_1
2	88.50	3.83	$rr_1 + rr_2$
3	19.55	2.56	rr_2
4	6.86	10.42	rr_1
5	-49.86	23.43	$rr_1 + rr_2$
6	111.10	162.84	rr_2

+ : 消費 - : 溶出

表-4 マコモによる酸素利用速度の算出結果

条件	カバーの有無		酸素利用速度 rr_1 ($\mu g/hr$)	
	有	無	明	暗
条件1	○		50.07	5.01
条件4	×		6.86	10.42
条件2-条件3	○		68.95	1.27
条件5-条件6	×		-160.96	-139.41

られる。そこで還元剤を用いてマコモの根からの酸素溶出を確認する為に次の実験をおこなった。

3 還元剤濃度測定による酸化機能の考察

3-1 実験方法と測定項目

マコモを500ml容トルビーカーにとり、40ppm α -ナフチルアミン（還元剤）溶液およびM/10リン酸ナトリウム緩衝液の等量混合液（20ppm α -ナフチルアミン溶液）を400ml加え、採水用のチューブ、ORP電極、攪拌用のスターをを設置する。そして、 α -ナフチルアミン溶液の上に空気中からの酸素溶解を防ぐために流動パラフィンを1cm厚に流し込み、根に光があたらないようにビーカーに黒いカバーをとりつけた。このような実験装置を温度20℃、照度約5万ルクスのインキュベーター内に設置した。測定項目はORP（Eh）と吸光度で、2時間毎に測定した。

3-2 実験条件

表-5に実験条件を示す。

条件はマコモの有無、還元剤の有無、オスバンSの有無などを変更したもので、これらを比較することによりマコモによるEh変化と還元剤残存量、微生物による影響、還元剤によるEhへの影響などを検討した。

3-3 結果と考察

図-2にEh変化、図-3に還元剤残存量変化の一例を示す。

(1) Ehについて

マコモありの条件で下がる傾向がみられ、マコモ+ α ナフチルアミンの条件とマコモのみの条件を比較するとほぼ同じ変化を示している。また、それらとオスバンSを加えた条件を比較すると差がみられた。これはオスバンSによって微生物による酸素消費が抑制されているためだと思われる。

マコモの有無によってEh値の減少の仕方に大きな違いがみられた。還元剤の影響と思われたがマコモのみでも減少した。従って、マコモによりEhが減少していることになる。

(2) 残存量について

マコモなしの条件で2時間後に残存量が一度減少したが4～5mgのあたりで安定した。マコモありの二つの条件はほぼ同じ残存量となり、オスバンSの添加によって α -ナフチルアミンの残存量は変化しなかった。

全体的な傾向をみると、還元剤残存量はマコモ無しの条件よりマコモの有り条件が小さい値になっている。ここで還元剤残存量が小さくなるということは、還元剤が消費されて酸化されていることを意味する。従って、マコモが有ることによって溶液の酸化が促進されている傾向があり、マコモの酸化機能が発揮されていることになる。しかし、同時に測定されたEhは低下し、還元されている結果となった。このような結果となった原因については今後の検討課題である。

4.まとめ

DO濃度測定では、マコモからのO₂溶出されているという結果も得られたが、多くの結果は逆にマコモによるO₂消費を示すものとなった。

還元剤濃度測定では、マコモの存在によって還元剤が消費され、酸化機能が発揮されているという結果が得られたが、同時に測定されたEhは還元状態を示した。

以上、今回の実験ではO₂溶出量を定量的に把握する手法の確立には至らなかった。今後、実験条件などを再検討し、実験を進める必要がある。

表-5 実験条件 O:有 ×:無

実験NO	マコモ	α -	カバー	オスバンS
1	○	○	○	×
2	○	×	○	×
3	○	○	○	○
4	×	○	○	×

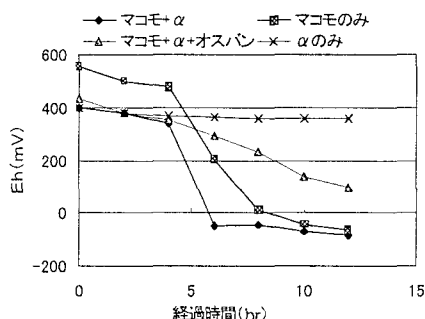


図-2 Eh変化

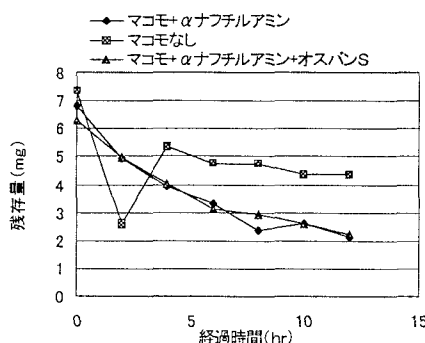


図-3 溶液中の残存量