

ホテイアオイのリン吸収速度に及ぼす体内余剰リンの影響

広島大学 工学部 学生員 ○田中 良雄
 複建調査設計(株) 清水 俊男
 広島大学 工学部 正会員 今岡 務
 広島大学 工学部 正会員 寺西 靖治

1 はじめに

近年、閉鎖性水域において富栄養化が進行し社会問題となっている。この富栄養化の防止策のひとつとして緊縮も強く、回収も容易であるホテイアオイを用いた水質浄化が研究されている。これまでの研究成果より、ホテイアオイの栄養塩吸収特性あるいは、成長特性に影響を及ぼす水温・日射量・水中のリン・窒素濃度・密度などの要因については、いくつかの知見が得られている。本研究では、ホテイアオイのリン比吸収速度に及ぼす体内余剰リン量の影響について検討することを目的とした。

2 実験方法および実験条件

本実験は、本学キャンパス内の実験棟屋上において透明アクリル板を屋根とし、周囲にビニールシートを張った温室内で行なった。栽培容器としては1リッターを用いた。実験には表1に示した条件で予備栽培を行い、体内リン含有量が異なるようにした3種類のホテイアオイを用いた。リン含有量の低いものからそれぞれB1、B2およびB3グループとした。本実験に用いた基礎培地組成を表2に示した。本実験にはこの基礎培地に K_2HPO_4 を所定のリン濃度となるように添加した栄養塩溶液を用いた。ビーカー内初期リン濃度を表3に示した。栄養塩溶液量は1100 mlとした。水質分析用試料は毎朝10時に10 mlの採水を行なった。分析項目を表4に示す。

ホテイアオイの乾燥重量は105℃で24時間乾燥させた後デシケーター内で放冷し、電子上皿天秤により測定した。また実験開始時および期間中のホテイアオイの成長量は湿潤重量を測定し、次式により乾燥重量に換算した。

$$W_d = 0.059 \times W_f + 0.042 \quad (1)$$

ここで W_d :乾燥重量(g)、 W_f :湿潤重量(g)

3 実験結果および考察

図1に水中リン濃度の経日変化の一部を示した。B1、B2グループではいづれの初期リン濃度の場合もリン濃度が直線的に減少して4日目には0.010~0.040 mg-P/lとなった。また

B3グループも低い初期リン濃度EP1~3においてはほぼ直線的に減少したが、高い初期リン濃度EP4、5ではゆるやかな減少曲線を示した。これはホテイアオイのリン含有量が、飽和状態に達しているためリン吸収もその影響を受けたものと考えられる。なお、実験終了時の各グループのリン含有量はB1グループで3.2~3.7、B2ら3グループでそれぞれ4.7~5.5、7.7~8.9 mg-P/g-DWであり、実験開始前と大きな差は認められなかった。

次にホテイアオイのリン吸収速度について検討を行うために、次式により単位ホテイアオイ乾燥重量当りのリ

表1 予備栽培日1-3の供給培地

供給水中のリン濃度 (mg-P/l)			供給水中の窒素濃度 (mg-P/l)		
RunB1	RunB2	RunB3	RunB1	RunB2	RunB3
0.021	0.343	3.523	10.761	9.925	9.679

表2 基礎培地組成

KCl	39.9 mg
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	123.3
$CaCl_2 \cdot 2H_2O$	57.7
$Na_2EDTA-FeSalt$	1.0
NH_4Cl	38.2
Tap Water	1000 ml

表3 実験条件

実験 NO.	水中の初期 リン濃度 (mg-P/l)
EP1	0.200
EP2	0.380
EP3	0.568
EP4	0.760
EP5	0.972

表4 分析項目および分析方法

分析項目	分析方法
アンモニア性窒素	下水試験法-1974年度版直接比色法
リン酸イオン	モリブデン青法
全リン	過硫酸アンモニウムを用いて で 分過熱分解後、モリブデン青法
窒素含有量	下水試験法-1974年度版ケルダール 法に基づき分析
リン含有量	ケルダール分解後、モリブデン青法

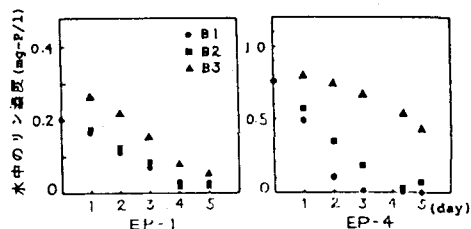


図1 水中のリン濃度の経日変化

リン吸収速度をなわちリン比吸収速度を算出した。

$$U_{pm} = \frac{P_m \cdot V_m - P_{m+1} \cdot V_{m+1}}{t \cdot W_{tm}} \quad (2)$$

ここで、 U_{pm} ：リン比吸収速度 (mg-P/g-DW/day)

P_m, P_{m+1} ： $m, (m+1)$ 日目の水中リン濃度 (mg-P/l)

V_m, V_{m+1} ： $m, (m+1)$ 日目の培地容量 (l)

W_{tm} ： m 日目のホテイアオイ乾燥重量 (g-DW), t ：時間

リン比吸収速度と水中リン濃度との関係を図2に示した。この結果リン比吸収速度と水中リン濃度との関係は、グループ毎に飽和型の曲線を示し、初期リン含有量の多いものはリン比吸収速度は高い値で飽和した。一般に植物のイオン吸収は Michaelis-Menten 型の速度式に従うとされており、図2に示した本実験の結果からも、グループ毎では M-M 型への適合性が推測される。

したがってリン比吸収速度を M-M 型の速度式で表わすと

$$U_p = \frac{U_m \cdot P}{K_p + P} \quad (3)$$

U_m : 最大リン比吸収速度
 K_p : 飽和定数

図3は、本実験の結果を Lineweaver-Burk アロットしたものである。飽和定数 K_p にはグループ間で多少のバラつきがあったため、 $K_p = 0.22 \text{ mg-P/l}$ として最小2乗法により、各グループの最大リン比吸収速度を求めたところ、B1グループで 0.404、B2、B3グループでそれぞれ 0.261、0.136 mg-P/g-DW/day が得られた。すなわち、リン含有量の違いによって異なる最大リン比吸収速度が得られ、ホテイアオイのリン比吸収速度は非拮抗阻害型の酵素反応速度に類似するものであることが示唆された。最大リン比吸収速度 U_m が体内の余剰リン C_i の影響を受けると考え、次式を用いて検討した。

$$U_m = \frac{K}{K_i + C_i^n} = \frac{U_{pmax}}{1 + C_i^n / K_i} \quad (4)$$

ここで、 $C_i = C_p - C_{pmin}$ 、 K, K_i, n : 定数

$U_{pmax} (= K/K_i)$: 修正最大リン比吸収速度 (mg-P/g-DW/day)

C_p : 体内リン含有量, C_i : 体内余剰リン量, C_{pmin} : 必需最小リン量 (mg-P/g-DW)

図4に最大リン比吸収速度と体内余剰リン量との関係を示した。ここでホテイアオイ中の必需最小リン量は、 1.0 mg-P/g-DW と仮定し、 $U_{pmax} = C_{pmax} \cdot R_m$ とした。最大リン含有量 C_{pmax} はこれまでの研究より 10.2 mg-P/g-DW とし²⁾、最大比成長速度 R_m については本実験使用値 0.046 1/day を用いた。図4中の実線は最小2乗法により得られたものであり、 $n = 2.49$, $K_i = 49.5$ であった。

4 おわりに

本実験では、ホテイアオイの体内リン含有量のリン比吸収速度に及ぼす影響について検討を行った。その結果水中の初期リン濃度が低いほどリン吸収が大きいが、ホテイアオイのリン含有量が高いほどリン吸収速度が小さくなるという傾向が得られた。また、ホテイアオイの最大リン比吸収速度は、体内の余剰リン量の影響を受けることから最大リン比吸収速度 U_m を $U_m = U_{pmax} / (1 + C_i^n / K_i)$ とし、本実験結果から $n = 2.49$, $K_i = 49.5$ を得た。

参考文献

- 1) D. J. F. Bowling: 植物によるイオン吸収, 産業図書
- 2) 飯塚 禎司: ホテイアオイのリン吸収機構の解析, 広島大学工学部卒業論文 1984

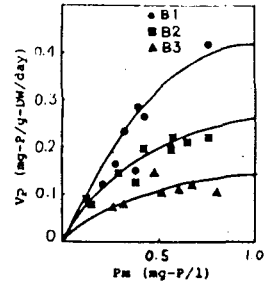


図2 リン比吸収速度と水中のリン濃度との関係

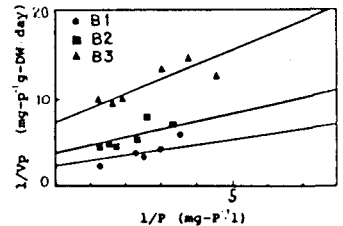


図3 Lineweaver-Burk プロット

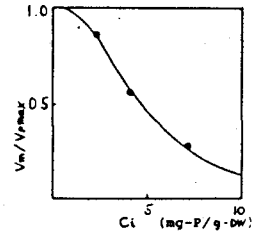


図4 最大リン比吸収速度と体内余剰リン量との関係