

広島大学工学部 正会員 ○ 今 岡 務
広島市役所 谷 山 勝 彦
広島大学工学部 正会員 寺 西 靖 治

1. はじめに 近年、貯水池などにおける富栄養化の進行が問題となっている。本研究は広島県A貯水池を対象に窒素・リンなどの栄養塩類の吸収能力に優れ、かつ、繁殖力の強いホテイアオイを用いて富栄養化制御の一方法を検討したものである。

2. 富栄養化の現状 本貯水池は2つの流入河川を持ち、満水位における貯水量約260万³、表面積54万²の中規模貯水池である。昭和52年11月から昭和57年1月までの32回の調査において貯水池内のT-N・T-P濃度は平均値でそれぞれ2.10 mg-N/l (0.82~4.72 mg-N/l)、0.077 mg-P/l (0.016~0.204 mg-P/l)を示し、かなりの富栄養化の進行が認められる貯水池である。その主な原因として流入河川からの窒素・リンの供給が考えられるが、図-1から明らかなようにK川の影響が非常に大きい。したがって、本貯水池の富栄養化の制御を検討する場合、

このK川からの流入栄養塩の除去が大きな課題となってくる。また、貯水池内の水質分析結果は多くの場合、10以上のN/P比を示しており、ソウ類培養試験からも明らかにリン制限を示す結果が得られていることから、本貯水池の場合にはリンの除去がとくに有効であると言える。

3. ホテイアオイのリン吸収特性 本研究では温室内で水温をコントロールし、連続実験によりホテイアオイのリン吸収特性について検討を行った。実験は塩ビ製カラム(内径2.5 cm、高さ55 cm、容量2.5 l)および表-1に示した基礎培地に一定量のK₂HP₄を添加した培地を用いて実施した。実験条件ならびに結果を表-2に示した。Run-1の実験期間は10月上旬から11月上旬までの1ヶ月間であり、Run-2は11月下旬から12月間行ったが、期間

中の温室内平均気温はRun-1で23.7℃(18.7~30.3℃)、Run-2で17.4℃(12.7~21.4℃)であった。また、広島地方気象台のデータをもとに温室内への有効日射量を求めたが、Run-1の場合では期間中の平均値として3.26 MJ/m²/day (0.74~5.11 MJ/m²/day)が得られ、Run-2では3.77 MJ/m²/day (0.63~9.70 MJ/m²/day)であった。図-2、3はカラムNo.1およびNo.3における

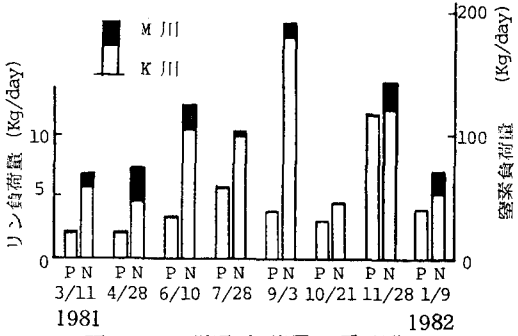


図-1 流入負荷量の月変化

表-1 基礎培地組成

KCl	39.9 mg
MgSO ₄ ·7H ₂ O	123.3
CaCl ₂ ·2H ₂ O	57.2
FeCl ₃	1.0
Na ₂ EDTA·2H ₂ O	1.0
NH ₄ Cl	153.0
水道水	1000 ml

表-2 実験条件および結果

流出リン濃度と成長量の日変化	カラム No.	水温 (°C)	培地流量 (ml/hr)	平均流入リン濃度 (mg-P/l)	リン供給速度 (mg-P/m ² /hr)	初期投入量 (g-F.W.)	増加率 (%)	成長速度 (g-DW/m ² /day)	リン除去速度 (mg-P/m ² /day)
Run 1	1	30	167	0.967	3.29	62.0	267.2	6.48	68.64
	2	30	333	0.967	6.56	65.1	201.7	10.72	109.58
Run 2	3	20	167	0.972	3.31	51.1	229.0	4.95	26.97
	4	20	167	1.962	6.67	55.0	221.5	7.96	64.38
	5	20	167	5.065	17.23	51.4	230.3	6.47	92.84

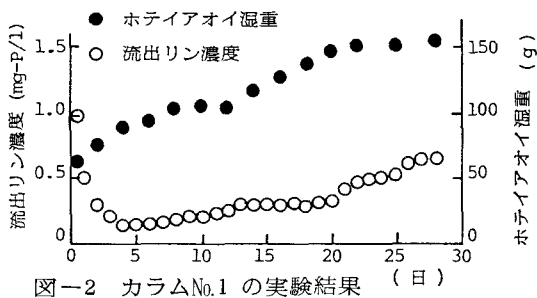


図-2 カラムNo.1の実験結果 (日)

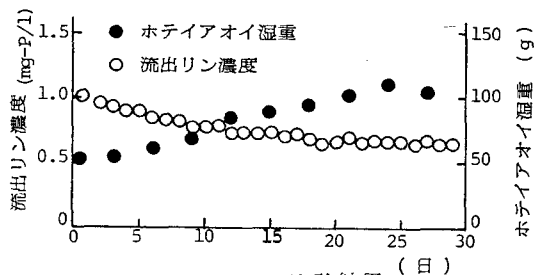


図-3 カラムNo.3の実験結果 (日)

を示したものである。一般に Run-1 では順調なホテイアオイの成長と急激な流出リン濃度の減少が認められたが、Run-2 の場合にはホテイアオイの成長に誘導期が認められ、流出リン濃度の減少もゆるやかであった。リン除去速度は最も流出リン濃度が減少した期間の平均濃度から算出したが、Run-2 の場合、Run-1 よりもかなり低い値が得られ、水温および気温の影響と考えられた。次に、本実験を完全混合モデルと考え、次式によりホテイアオイのリン吸収速度式のモデル化に関する検討を行った。

$$U_t = a(e^{bT} - 1.0) \frac{P}{K_P + P} \frac{I}{K_I + I} \cdot W_t \quad (1)$$

ここで、 $a(e^{bT} - 1.0)$: 最大吸収速度 ($a \cdot b$: 定数)
 T : 日平均気温、 P : カラム内リン濃度、 I : 時間当りの有効日射量、 $K_P \cdot K_I$: リン濃度、有効日射量に対する飽和定数。 T 、 P および I に関しては測定結果を用い、 U_t については、 $U_t = F(P_0 - P) - V(dP/dt)$ より実測値を求め、Gauss-Newton 法による非線形回帰分析を行った結果、次のような速度式が得られた。

$$\text{Run-1} \quad U_t = 0.027(e^{0.063T} - 1.0) \frac{P}{0.745 + P} \cdot \frac{I}{0.133 + I} \cdot W_t \quad (\text{mg-P/hr}) \quad (2)$$

$$\text{Run-2} \quad U_t = 3.838(e^{0.0008T} - 1.0) \frac{P}{4.371 + P} \cdot \frac{I}{0.041 + P} \cdot W_t \quad (\text{mg-P/hr}) \quad (3)$$

図-4・5 はカラムNo.1 および No.3 における U_t/W_t の実測値と計算値の日変化を示したものである。

4. ホテイアオイによる富栄養化の制御に関する検討

K 川から貯水池への導水路において実際にホテイアオイを栽培した結果を図-6 に示した。対数増殖期における成長速度定数は $\mu = 0.079$ であり、収穫して測定した単位面積当りのホテイアオイ量は 5.60 Kg-FW/m^2 であった。今回の実験結果をもとに、K 川からの一日当りの流入リン負荷量を完全に除去するために必要なホテイアオイの量を試算すると約 35000 m^2 という結果が得られた。

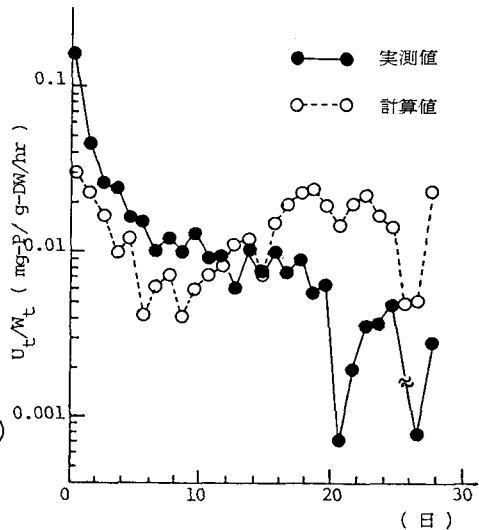


図-4 カラムNo.1 の U_t/W_t 変化

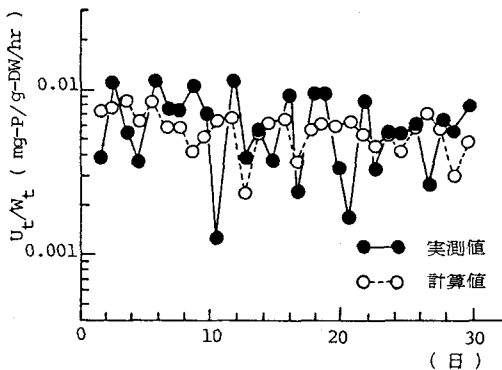


図-5 カラムNo.3 の U_t/W_t 変化

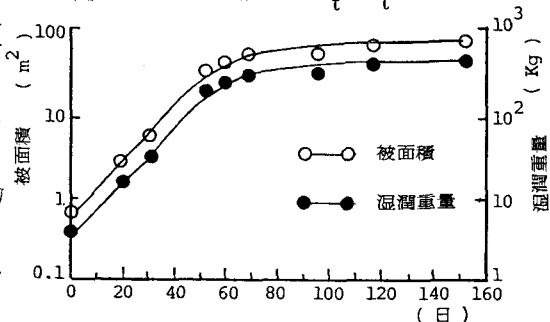


図-6 K 川導水路における成長曲線