

Ⅶ-41

ウォーターレタスによる窒素・リン除去特性に関する基礎的研究

群馬工業高等専門学校 正会員 谷村 嘉恵

1.はじめに

近年、浮遊性の水生植物であるウォーターレタスを用いた水質改善及び生態系の復元については、多くの研究が行われている。ウォーターレタスは、単独株で回収しやすく、生長速度が速いため、富栄養化水域や二次処理水などに含まれている窒素・リンを除去するには最適であると思われる。実用化に向けてウォーターレタスによる窒素・リン除去特性を把握しておくことは非常に重要である。本研究では、窒素及びリン濃度の異なる培養液を用いてウォーターレタスを培養し、ウォーターレタスの吸収による窒素及びリンの除去特性とウォーターレタス生長との関係について検討を行った。

2.実験方法

本実験は、50 個の有効水面面積 95cm²、有効容積 646cm³ のスチロール製丸型水槽に、実験の目的に応じて調合した Hoagland 培養液（表 1 に示す）をそれぞれ 400ml 入れた後、屋外で培養し水洗いによって枯れ葉や古い根を落とした大小均等且つほぼ同湿重量のウォーターレタスをそれぞれの水槽に移植し、明周期（最大照度 20,000lx）14 時間で 25℃、暗周期 10 時間で 20℃に設定した培養用キャビネットにて培養し、所定の培養時間に水槽を取出し、ウォーターレタス湿重量を測り、T-N 及び T-P 濃度を測定して回分的に行った。

実験開始時点の窒素・リン濃度または窒素／リン比の異なる培養液を用い、ウォーターレタスを培養する場合、ウォーターレタスの生長と窒素・リン除去との関係を調べるために、実験 1 を行った。実験 1 に用いた培養液の調合は、表 1 に示した Hoagland 培養液の完全培養液を基にし、Ca(NO₃)₂、KNO₃ 及び KH₂PO₄ の添加量を調整し、それぞれ、RUN1(TN:TP=0.96)：13.68mg-TN/l；14.22mg-TP/l、RUN2(TN:TP=2.15)：85.60mg-TN/l；39.80mg-TP/l、RUN3(TN:TP=1.77)：161.05mg-TN/l；90.78mg-TP/l とした。また、カルシウム及びカリウムの不足分は CaCl₂ 及び KCl を用いて補給した。

表 1 Hoagland 培養液の組成

原 液	原液の量(ml)/1000ml 培養液		
	完全培養液	無窒素培養液	無リン培養液
1MCa(NO ₃) ₂	5		5
1MKNO ₃	5		5
1MMgSO ₄	2	2	2
1MKH ₂ PO ₄	1	1	
Fe-EDTA	1	1	1
微量元素	1	1	1
1MCl ₂		5	
1MKCl		5	1
Fe-EDTA：(5.57gFeSO ₄ ・7H ₂ O+7.45gNa ₂ -EDTA)/1000ml 微量元素：(2.86gH ₃ BO ₃ +0.05gCuCl ₂ ・2H ₂ O+0.11gZnCl ₂ + 1.81gMnCl ₂ ・4H ₂ O+0.025gNaMoO ₄ ・2H ₂ O)/1000ml			

窒素またはリンが制限元素である培養液でウォーターレタスを培養する場合、ウォーターレタスの生長及びその生長によって吸収される窒素・リンの量と、培養液中の窒素またはリンの濃度との関係を調べるために、実験 2 を行った。実験 2 に用いた培養液の調合は、表 1 に示した無窒素培養液に 0.80～26.50mg-TN/l を、無リン培養液に 0.05～22.06mg-TP/l をそれぞれ 10 段階に分けて加えた。また、培養時間は 180 時間とした。

3.実験結果及び考察

図 1 に、実験 1 における T-N、T-P 及びウォーターレタス湿重量増加量の経時変化を示す。図 1 に示したように、実験開始時の T-N 及び T-P 濃度が比較的低い RUN1 では、実験開始後約 100 時間の時点において、T-N 及び T-P は、ほとんどが消費されてしまい、ウォーターレタスは、その後の暫くの間に生長し続いていたが、200 時間前後からその生長が停止し、外観的にも枯れ葉が出始めた。本実験の条件下においては、ウォーターレタスの生長が停止した間の T-N 及び T-P 濃度は、平均 1.91mg/l 及び 1.03mg/l であった。一方、実験終了時点においては、ウォーターレタス湿重量が 10.7g 増え、T-N 及び T-P がそれぞれ 11.75mg/l 及び 13.75mg/l 除去された。

キーワード：ウォーターレタス、水質浄化、栄養塩除去

連絡先：〒371-0845 前橋市鳥羽町 580 群馬工業高等専門学校環境都市工学科 TEL:027-254-9185

実験開始時の T-N 及び T-P 濃度が比較的高い RUN2 及び RUN3 では、ウォーターレタスの生長につれ、窒素及びリンが吸収され、T-N 及び T-P 濃度がほぼ直線的に減少した。しかも、RUN2 における T-N 及び T-P の濃度減少直線の勾配は、RUN3 の場合とほぼ同じであった。実験終了時点においては、RUN2 と RUN3 におけるウォーターレタス湿重量増加量は、ほぼ同じであり、それぞれ 20.4g と 19.8g であったが、T-N 及び T-P 除去量は、RUN2 での 83.75mg/l 及び 39.75mg/l に比べ、RUN3 の方が 111.50mg/l 及び 65.75mg/l と高かった。

以上の結果から、実験開始時の窒素・リン濃度が高いほど、ウォーターレタスの生長による窒素・リンの吸収量は、多くなり、吸収された T-N/T-P 比は、実験開始時の T-N/T-P 比とほぼ同じであり、ウォーターレタスは、その生長に必要な量以上に窒素・リンを吸収できることがわかった。

図2に、実験2における T-N・T-P 除去量及びウォーターレタス湿重量増加量と、実験開始時の制限窒素または制限リン濃度との関係を示す。図2に示したように、窒素制限の場合では、T-N 除去量は、実験開始時の制限窒素濃度の高いほど、ほぼ直線的に増加し、T-N 除去率は 98.5%であった。一方、T-P 除去量及びウォーターレタス湿重量増加量は、制限窒素濃度に関係なく、ほぼ一定であり、平均 13.56mg-TP 及び 10.6g であった。

なお、リン制限の場合では、T-P 除去量は、実験開始時の制限リン濃度の高いほど、ほぼ直線的に増加し、T-P 除去率は 97.5%であった。一方、制限リン濃度 0.20mg/l 以下の場合を除いて、T-N 除去量及びウォーターレタス湿重量増加量は、制限リン濃度に関係なく、ほぼ一定であり、平均 21.47mg-TN 及び 7.7g であった。

以上の結果から、ウォーターレタスの生長によって、制限窒素またはリンの除去速度は、それらの濃度の高いほど、速くなり、非制限窒素またはリンの除去量は、制限窒素またはリンの濃度に関係なく、ほぼ一定であることがわかった。

4.まとめ

比較的高濃度の窒素・リンが含まれている水の浄化には、ウォーターレタスを用いることは有効であり、窒素・リン濃度が高いほど、除去効率が大きい。生長状態が良好なウォーターレタスは、その生長に必要な量以上に窒素・リンを吸収することができ、吸収される T-N/T-P 比は 1~2 である。一方、窒素・リン濃度が比較的低い水域でウォーターレタスを用いる場合では、ウォーターレタスの生長状態の維持と窒素・リンの除去効果とのバランスを充分に考慮する必要があると考える。

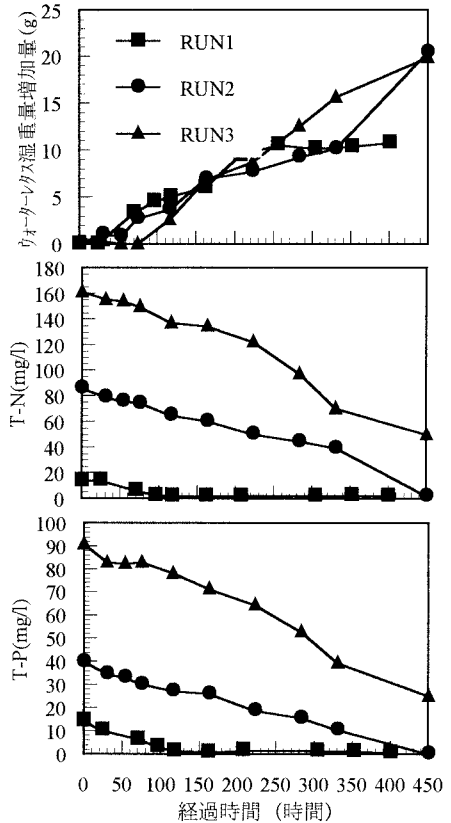


図1 T-N・T-P濃度及びウォーターレタス湿重量増加量の経時変化

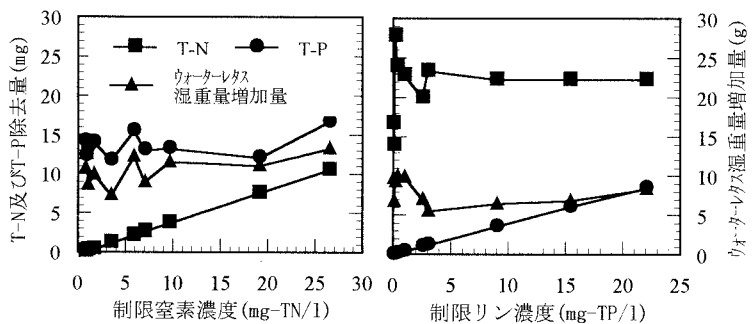


図2 T-N・T-P除去量及びウォーターレタス湿重量増加量と制限窒素・リン濃度との関係