

VII-44

ヨシの栄養塩吸収特性に及ぼす環境条件

東北大学工学部 学生員 ○清水 香名
 東北大学大学院 山田 一裕
 東北大学大学院 正員 須藤 隆一

1.はじめに

生活排水等による有機汚濁と窒素およびリンに由来する富栄養化を主たる原因として、特に閉鎖性水域や都市内河川では環境基準が依然達成されていない。これまで生活排水等の対策として下水道の普及が行われてきたが、従来の一次処理や二次処理では富栄養化の原因物質である栄養塩類が十分に除去されない。そのため栄養塩類も除去できる低コスト・低エネルギーの高度処理が求められてきている。ここでは循環共生型の生態工学（エコテクノロジー）、特に大型水生植物ヨシによる水質浄化に着目した。現在、ヨシをはじめとする有効な水生植物の水質浄化への組み込みが検討されてきており、資源の循環サイクルのなかでうまく機能させるシステムを確立することが求められている。そこでヨシを用いた高度処理システムで重要となるヨシの生理特性の解明を目的として、ヨシの栄養塩吸収特性に環境条件が与える影響について検討を行った。

2.実験方法

(2.1)N,P 濃度及び N/P 比がヨシの栄養塩吸収特性に与える影響

従来のヨシを用いた水質浄化は河川や湖沼といった水域で行われてきたため、下水処理水のような高濃度に適するか、あるいはその影響があるかは明らかでない。これを検討するため栄養塩除去の主たる作用である吸収同化作用に着目し次の実験を行った。

(a)実験装置

実験には円形のポリエチレン容器（以下ポット）を用い、供試原水で満たした後遮光し、ヨシを植栽した。実験は 20℃に保たれた恒温室で行い、照度は約 5000lux とした。明暗の周期は 12 時間毎とし午前 6 時から午後 6 時まで一定の照度で点灯、それ以外は消灯とした。この装置を用い（表 1）に示すように N,P 初期濃度と N/P 比を変えて系 1～系 7 のポットを設定した。さらにブランクとしてヨシのない系 8 を用意し、すべてに硝化抑制剤アシルチオ尿素を 2mg/l となるように添加した。

(b)実験材料

（表 1）に示す設定濃度になるように、それぞれ NH_4Cl 、 KH_2PO_4 を添加したものを供試原水として用いる。ここで N,P 濃度は全国政令指定都市の下水処理場における二次処理水の水質を参考に設定した。N/P 比は、ヨシ生体中のそれが 8～14 程度であるの

を考慮して 10 を中心に 5～30 とした。pH 緩衝液として炭酸水素ナトリウムを加え pH 約 7.0 に調整し、4 日毎に供試原水を入れ替えた。ヨシは高さが 40～60cm に成長したものを設定濃度でそれぞれ馴致してから実験を行った。

表 1 設定栄養塩(N,P)濃度

系	N [mg/l]	P [mg/l]	N/P 比
1	50	5	10
2	10	1	10
3	5	0.5	10
4	1	0.1	10
5	30	1	30
6	20	1	20
7	5	1	5
8	0	0	

(2.2)光の明暗がヨシの栄養塩吸収特性に与える影響

植物は光合成で糖をつくり生体形成をしているため、栄養塩の吸収が光の明暗に影響を受けていることが考えられる。しかし下水の放流は 24 時間を通して続いているので、ヨシを処理システムとして適用するには夜間におけるヨシの浄化能力を検討する必要がある。そこで以下のように光の明暗による影響を評価する実験を行った。

(a)実験装置

実験装置は(2.1)で行ったものと同じである。1 回目の実験では同じ条件のものを 4 連、2 回目には 3 連用意した。

(b)実験材料

(2.1)で用いた材料とほぼ同じである。ただし用いたヨシは、1 回目の実験の際に 5～10cm、2 回目の実験の際に 30～40cm 程度に生育したものである。設定濃度は N を 20mg/l、P を 1mg/l とした。

3.結果と考察

ここでは硝化抑制剤を用いたことや実験開始時と終了時にアルカリ度の変化がなかったことから、以下のどちらの実験においても栄養塩の除去がヨシ体内への吸収によって行われたものとした。

(3.1)N,P 濃度及び N/P 比が与える影響

T-N 吸収速度が N/P 比の関係を図 1 に示す。図 1 から今回の実験の範囲、すなわち N/P 比が 5～30 の範囲では、N/P 比と T-N 吸収速度の間に相関関係がみられた。ヨシの生体の N/P 比 10 前後より大きな

N/P 比=20,30 でさらに大きな吸収速度がみられた。

また図 2 に示した N 初期濃度と T-N 吸収速度との関係をみてみると、吸収速度が N 初期濃度よりも N/P 比に支配されていることがわかる。さらに N/P 比が一定のときに N 初期濃度と T-N 吸収速度との関係を考えてみると、N 初期濃度が 10mg/l まではそれに比例して吸収速度が増加している。しかし 50mg/l のときには N 初期濃度が大きくなっているにもかかわらず、10mg/l のときの吸収速度と同程度となっている。N 初期濃度が 10~50mg/l の設定をしなかったためその間のことは明らかでないが、N/P 比が一定のときある初期濃度の値まではそれに比例して吸収速度が大きくなり、その後吸収速度はそれ以上大きくならないことが示唆されている。

以上のことは P 吸収速度においても同様の傾向がみられ、P 初期濃度が一定でも N 初期濃度が高くなると吸収速度が比例して大きくなっている。これも N/P 比が大きくなったためと考えられる。

(3.2)吸収速度に与える光の明暗の影響

図 3 より、明らかに時間の経過に従って T-N 濃度が低下していることがわかる。T-P に関しても同様であった。1 回目、2 回目の実験でもほぼ一定の速度で N,P が吸収されており、光の明暗による吸収速度の差はみられなかった。数連用意していることや 2 回にわたり同等の現象がみられたことから、栄養塩 N,P の吸収速度は光の明暗に大きく影響されないといえる。

また 1 回目の実験と 2 回目のその吸収速度の差はヨシの生育状況のちがによるものと考えられる。後者のものがこれまでの実験で得られている速度とほぼ等しく、ヨシ生育量と生体組織比から求められる物質収支との隔たりも小さい。

4.まとめ

- 1) 下水二次処理水の濃度範囲で栄養塩 N,P の吸収速度は N/P 比に比例して大きくなる。
- 2) N/P 比が一定のとき栄養塩 N,P の吸収速度は、初期濃度に比例してある速度まで大きくなる。
- 3) 栄養塩の吸収速度は光の明暗に大きな影響を受けなかった。

以上が今回の実験で得られた知見であるが、吸収速度値をヨシ生体との収支から検証するにはさらに長期的な実験、ヨシ育成が必要である。また根圏で起こる硝化・脱窒作用による栄養塩除去等も考慮し、高度処理システムとしての利用の可能性と有効性を示していくことが今後の課題である。

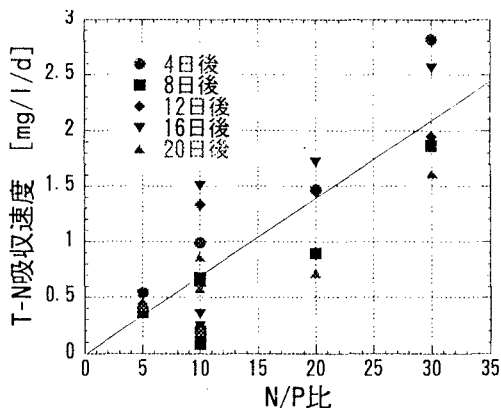


図1. N/P比とT-N吸収速度の関係

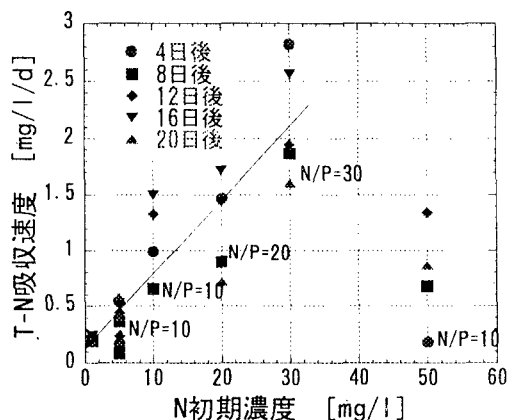


図2. N初期濃度とT-N吸収速度の関係

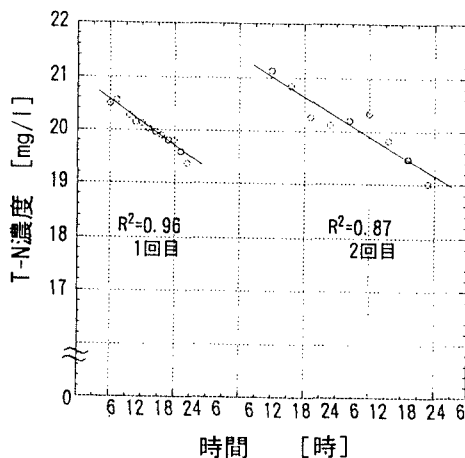


図3. T-N濃度経時変化