

VII-47

植栽基盤の粒径がヨシの根系構造および機能に及ぼす影響

東北大学工学部 学生員○荒川裕利

東北大学工学研究科 正 員 山田一裕 千葉信男 西村 修

1. はじめに

環境問題の中でも深刻なものの一つとして水質汚濁があり、特に湖沼や内湾などの閉鎖性水域における富栄養化が著しくなっている。この問題の解決策として、富栄養化の原因物質である窒素・リンを除去できる高度処理の普及を図る必要がある。また、近年は水の再利用という点からも高度処理の必要性は高まっている。しかし、我が国における高度処理の普及率は平成13年度末でもわずか10%にすぎない¹⁾。高度処理の普及が遅れている背景には、高コストや運転・管理上の問題が考えられ、その普及には地域にあった低コストで維持管理の容易な技術の開発が求められる。

このような現状において近年脚光を浴びているのが、生態系の本来もつ浄化機能を人為的に強化し、それを利用しようという生態工学の考え方に基づく技術であり、その手法の一つにヨシを用いた水質浄化がある。ヨシの特性に関しては従来から高い栄養塩吸収能を有すること、根圏における硝化・脱窒作用を有することが知られており²⁾、近年では植栽基盤に礫よりも、砂を用いた方が高い窒素除去能力を示すという知見も得られている³⁾。しかし、何故砂のほうが礫に比べ除去能力が高くなるのかその機構は今だ解明されておらず、除去能力と植栽基盤の粒径にいかなる関係があるのか明らかになっていない。

そこで、本研究では大型水生植物ヨシに着目し、植栽基盤の粒径の違いがヨシ根系の構造および、水質浄化能力にもたらす影響について検討し、植栽基盤の粒径がヨシの水質浄化機能に影響を及ぼすメカニズムの解明を試みた。

2. 実験方法

(a) 実験装置

装置は幅5cm、長さ24cm、高さ100cmの亚克力製の水槽で、粒径の異なるガラスビーズ4種類(1, 2.5, 5, 10mm)を充填した4つの系を用意し、各系にヨシを植栽したものを約4ヶ月の育成期間を置いた後、実験に用いた。ビーズの間隙率はいずれも

30%程度であり、装置の下から80cmまで充填し水位は地表面より1~2cm高くなるように調節した。また、根に光が当たらないように黒色の板とビニールで側面を、発泡スチロール片で上面を遮光した。

(b) 実験条件

実験は室内で行った。室温は20℃、光は12時間サイクルで点灯させ照度は葉茎の頂上で約4,500lxとした。流入水はカルキ抜きした水道水に窒素として NH_4Cl 、リンとして KH_2PO_4 を、またアルカリ分として NaHCO_3 を添加して用いた。各々の濃度はアンモニア態窒素で約20mg/l、リン酸態リンで約2mg/l、アルカリ度で約200mg- CaCO_3 /lとした。育成期間においてはこの原水を滞留時間11.2hで流し、水質浄化能に関する実験は滞留時間を56h、窒素負荷量で2g/m²/dayに調整して行った。

(c) 測定及び解析

i) 植栽基盤の粒径が根系の構造に及ぼす影響

個根の構造を評価するためにヨシ植栽後に新しく生えた根を数本ずつ採取し、乾燥重量、表面積、総根長、根軸長および側根の本数を、全体の根量を評価するために地表面より深さ方向に10cm間隔で根の重量を測定した。根系構造を評価する指標として、個根の構造に対しては乾燥重量比表面積、軸長比表面積、側根の形成密度、分枝係数および比根長を、全体の根量に対しては10cm間隔の湿潤重量を用いた。本研究での個根の構造については図1に示す通りである。個根とは地下茎から伸びる1本1本の根のことであり、総根長とは取り出した根の親根と側根全ての長さを足し合わせたもの、根軸長とは親根の長さのことである。

各々の計算式を以下に示す。

乾燥重量比表面積 (mm²/g) = 表面積 (mm²) / 乾燥重量 (g)

軸長比表面積 (mm) = 表面積 (mm²) / 根軸長 (mm)

形成密度 (本/cm) = 側根本数 (本) / 親根長さ (cm)

分枝係数 (-) = 総根長 (cm) / 総根軸長 (cm)

比根長 (cm/g) = 総根長 (cm) / 総根重 (g)

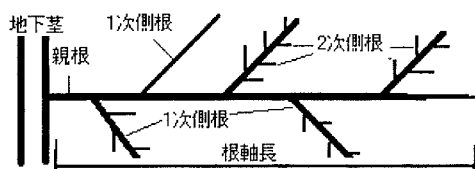


図1 個根の模式図

ii) 植栽基盤の粒径が水質浄化機能に及ぼす影響

測定項目はアンモニア態窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)、亜硝酸態窒素 ($\text{NO}_2\text{-N}$)、硝酸態窒素 ($\text{NO}_3\text{-N}$) とした。試料は採水後直ちに $0.45\mu\text{m}$ メンブレンフィルターでろ過したのち、分析に供した。また、浄化能の評価は除去速度を用いて行った。

3. 実験結果

(a) 植栽基盤の粒径が根系構造に及ぼす影響

基盤の粒径と乾燥重量比表面積、軸長比表面積の相関図を図2に、粒径と側根形成密度、分枝係数の相関図を図3示す。比表面積に関して、植栽基盤の粒径が小さくなるほど単位重量あたりにおいても単位根軸長あたりにおいても比表面積が大きくなるという結果が得られた。比表面積が大きいということは単位量あたりの根における栄養塩吸収能、硝化に必要な酸素供給量が大きくなる可能性があることを意味する。また、根の分枝の程度を表す指標である形成密度および分枝係数、比根長に関して、粒径が小さくなるほどいずれの指標も大きくなる傾向が見られた。これは粒径の小さな基盤にて育った根の方が側根がより多く形成され、より枝分かれした根が形成されたことを意味する。

根量の分布に関しては、粒径の小さな基盤の方が地中深くまで根が分布すること、粒径が大きくなるにつれ全体の根量が少なくなる傾向にあるという結果が得られた。

(b) 植栽基盤の粒径が水質浄化機能に及ぼす影響

表1に粒径と窒素除去速度の関係を示す。異なる粒径の基盤にて育成したヨシを用いてその水質浄化能を分析したところ、粒径1mmの系では $0.95\text{ (g/m}^2\text{/day)}$ 、粒径10mmの系では $0.40\text{ (g/m}^2\text{/day)}$ という窒素除去速度であった。粒径が小さいほど浄化能が高いという傾向が見られた。窒素除去はヨシによる吸収と硝化・脱窒によると考えられている。本実験の測定時にヨシの生育は止まっており、ヨシからの溶出も見られたことを考慮すると、ヨシによ

る浄化は、硝化・脱窒が主であったと考えられる。

4. まとめ

ヨシは1mmから10mmの粒径の植栽基盤において、粒径が小さくなるほど分枝の程度が大きく、比表面積の大きな根が形成されることが示された。また、1mmと2.5mmの系においては根毛も形成されていた。さらに根量に関して、粒径が小さいほど多く、深いところにも根が伸びることが示された。

水質浄化機能においては根の構造の違いを受けて粒径の小さな系の方が大きな系よりもその窒素除去機能が高くなる傾向にあることが推察された。

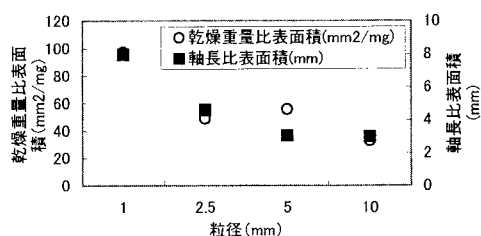


図2 植栽基盤の粒径と比表面積の関係

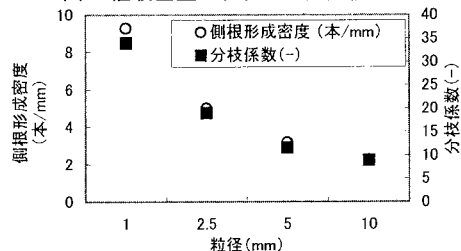


図3 植栽基盤の粒径と根の分枝の関係

表1 粒径と窒素除去速度

	系1	系2	系3	系4
粒径 (mm)	1	2.5	5	10
除去速度 (g/m ² /day)	0.95	0.74	0.90	0.40

参考文献

- 国土交通省：03.02.03 平成13年度の下水道整備状況について
http://www.cgr.mlit.go.jp/kisha/2002aug/020821_15.htm
- 細見正明：ヨシ人工湿地による水質浄化法，用水と廃水，Vol.36, No.1, pp40-43, 1994.
- 國枝晴子：パイオジオフィルターによる下水処理水からの栄養塩除去，東北大学大学院工学研究科土木工学専攻修士論文，2000