

[自主研究]

河川管理から回収した未利用資源再生・循環型中小汚濁河川の修復に関する研究

—未利用植物バイオマスの可溶化に基づく河川放流硝酸汚染地下水の脱窒—

金主鉉 木持謙 高橋基之 鈴木章 吉本正和* 佐々木弘*

1 目的

平成11年に環境基準の健康項目に追加された亜硝酸・硝酸性窒素は、平成13年現在、地下水概況調査件数の5.8%が環境基準を超過しており、汚染現状の改善に向けた対策が強く求められている。現在、硝酸性窒素除去技術として生物学的処理技術及びイオン交換法、逆浸透膜処理法、電気透析膜法等の物理化学的処理技術が用いられているが、前者は炭素源供給が不可欠であり、後者の分離技術においても後段の生物学的処理が必要である。このため、炭素源供給のための薬剤コストは、地下水硝酸汚染の改善において大きな課題といえる。

近年、植物バイオマスは有効なエネルギー資源として注目され、主に木質系バイオマスのエネルギー転換技術開発が進められている。水環境分野においては、湖沼・河川管理等で膨大に発生する草本系バイオマスの有効循環利用が求められている。

本研究では、以上のような背景を踏まえ、健全な水循環・省エネの観点から、未利用植物バイオマスを炭素源かつ微生物付着担体として河川放流にされる硝酸汚染地下水の脱窒に活用する方法に着目した。植物バイオマス中のセルロース等は加水分解により徐々に糖化されるため、外部から炭素源を供給することなく硝酸性窒素を除去することが可能になると考えられる。本研究では、上向流式植物充填カラムを用いて、水温18℃の条件下における実硝酸汚染地下水の脱窒について実験的検討を行った。また、植物バイオマスは下水汚泥等に比べN/P比が高いため、リン添加条件での硝酸性窒素除去能についても検討を加えた。

2 実験方法

本研究では、未利用植物バイオマスとしてヨシを用いた。前処理として5cm程度にカットしたものを2日間水道水に浸漬した後、屋外で1日空気乾燥させ、110℃で2時間炉乾燥した。これを高さ50cm、内径11cmのカラムに乾燥重量で80g/Lとなるよう充填し、実地下水を上向流式で流入させた。また植種源として都市下水汚泥および底泥・土壌抽出懸濁液を作

成し、地下水20Lに対し10ml添加したものを2日間カラムのなかで内部循環させた。HRTは12時間(線速度: 0.04m/h)に固定して実験を行った。25日目からはP/N比が0.05となるようにあらかじめリン(KH₂PO₄)を添加した地下水を用いて同様の条件で通水運転を行った。

3 結果および考察

流入水および処理水の水質を表1に示した。0~24日までの処理水NO₃-N濃度は平均で4.69mg/Lであり、除去率は約60%であった。このときの処理水DOCは2.0mg/L前後と低濃度で維持されたことから、充填ヨシの可溶化が脱窒の律速要因であったことが推察できる。回分実験より検討したNO₃-N 1mg/Lの脱窒に必要なヨシ可溶化DOCは4.1 mg/Lで、DOC/NO₃-N比はおよそ4であった。一方、リン添加後の25~34日までの処理水NO₃-Nは0.3mg/L以下とほぼ完全なNO₃-N除去が確認された。この期間、処理水DOCは平均で18.4mg/Lとなり、ヨシの可溶化が促進されたことが分かる。30日目からORPは急激に低下し、-50mV以下まで低下した。このことから、植物バイオマス利用反応系においても、リンは可溶化及び脱窒の制限因子として重要なパラメータであることが示され、過剰な可溶化抑制といった観点から、適正添加制御を行えば、水量負荷増大が期待できると考えられた。

表1 硝酸汚染地下水の処理結果

パラメータ	流入		排水	
	0-24 (day)	0-24 (day)	25-34 (day)	25-34 (day)
pH	7.6	7.3	7.6	7.1
(min-max)	(7.4-7.7)	(7.1-7.6)	(7.4-7.7)	(6.9-7.4)
DOC(mg/L)	0.15	1.98	0.15	18.44
(min-max)	(0.1-0.2)	(1.40-2.60)	(0.1-0.2)	(17.13-20.01)
NO ₃ -N(mg/L)	13.31	4.69	12.11	0.03
(min-max)	(13.01-13.55)	(4.13-6.95)	(11.88-12.54)	(0-0.28)
NO ₂ -N(mg/L)	—	0.55	—	0.06
(min-max)		(0.22-0.94)		(0-0.18)

Restoration of polluted small river using unutilized plant-biomass from river management

*早稲田大学理工学部