

鉱山廃水の中和処理時に発生する中和澱物の植生浄化法への活用

Utilization of neutralized precipitation generated during neutralization treatment mine wastewater for vegetative remediation methods

○松田悠希*, 中嶋佳貴*

MATSUDA Haruki, NAKASHIMA Yoshitaka

背景および目的

岡山県久米郡柵原町(現・美咲町)にある柵原鉱山では、閉山後の現在も坑道内から流出する強酸性の鉱山廃水への適切な中和処理が行われている。中和処理後には年間 3000 トンの副産物の中和澱物が大量に発生するため、新たに有効利用法の確立が必要とされている。

先行研究から、中和澱物は水中のリンを吸着する特性が確認されており、富栄養化が進行した水域での水質浄化資材として利用が期待できる。一方、窒素除去能力は有していないため、水中の窒素を吸収する水生植物と併用することで富栄養化対策に有効であると考えた。

そこで本研究では、中和澱物を粒径別に篩別し、窒素吸収能力が高い大型水生植物ヨシ(*Phragmites australis*)を植栽することで、ヨシの生育基盤としての適合性ならびに水質浄化機能を評価し、植生浄化法への活用可能性を検討した。

材料および方法

本実験は、岡山大学農学部園場のビニールハウスにて、1回目(2024年8月21~29日)、2回目(9月13日~21日)、3回目(10月8日~16日)に実施した。中和澱物の粒径サイズを小(2mm~850 μ m)、中(9.5mm~4.75mm)、大(26.5~19mm)に篩別し、1/2000ワグネルポットの高さ20cmの位置まで充填した。その後、岡山県東部にある吉井川下流域から採取した大型抽水植物のヨシ6本を8月2日に植栽し、活着を確認した後に茎を地表面から高さ50cmの位置で切断して状態を揃えた。供試水は、岡山大学付近を流れる座主川の水に硝酸アンモニウムとリン酸水素二ナトリウムを添加した培養液(N:3mg/L, P:0.4mg/L)とし、ポットに5L注水した。処理区は中和澱物の粒径サイズ3種類の植栽基盤に植栽区および無植栽区を設け、計6処理区5反復に設定した。実験開始から12, 24, 48, 96, 192時間後にポット下部の排水口から100mL採水し、pHおよびECを測定した。水質分析項目は無機態リン濃度($\text{PO}_4\text{-P}$)、無機態窒素濃度($\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$)とした。実験開始192時間後の採水終了時には、ヨシの自然高、茎数を計測した。

結果および考察

1回目の実験終了時における無機態リンおよび無機態窒素の試水中の残存量を表1に示す。無機態リンは、先行研究と同様に全ての処理区で無機態リンはほぼ残存していなかった。中和澱物を構成する鉄やカルシウムによって吸着されたと考えられる。無機態窒素は植栽区でほぼ

*岡山大学大学院 環境生命自然科学研究科(Graduate School of Environmental, Life, Natural Science and Technology, Okayama University) キーワード: 6. 材料・施工;建設残土・廃棄物 10. 環境保全;環境保全

表 1 1 回目の終了時の無機態リンおよび無機態窒素残存量

Table1. Inorganic phosphorus and inorganic nitrogen remaining at the end of the experiment

処理区		残存水量(L)	無機態リン(mg)	アンモニア態窒素(mg)	硝酸態窒素(mg)	無機態窒素(mg)
小	植栽	0.68±0.33	0.01±0.01	0.04±0.04	0.02±0.01	0.06±0.05
	無植栽	1.71±0.33	0.02±0.02	0.37±0.32	2.53±0.58	2.90±0.34
中	植栽	0.93±0.41	0.03±0.04	0.43±0.14	0.06±0.05	0.50±0.13
	無植栽	2.07±0.09	0.03±0.04	0.77±0.11	9.44±1.21	10.21±1.12
大	植栽	1.34±0.27	0.01±0.01	0.38±0.08	0.04±0.01	0.41±0.08
	無植栽	0.93±0.44	0.08±0.05	0.54±0.12	9.08±0.78	9.62±0.87

残存しておらず、ヨシによって吸収されたと考えられる。アンモニア態窒素濃度の経時変化を確認したところ（図 1），実験開始時の 12 時間後において，小サイズの無植栽区は約 1.3mg/L で高かったが，小サイズの植栽区は他の処理区と同等の約 0.5mg/L まで低下した。192 時間後には小サイズの植栽区，約 0.04mg まで低下し他の処理区と比較して最も低かった。

実験期間中におけるヨシの自然高の経時的変化を図 2 に示す。開始時の自然高は，36.5cm～43.4cm 付近であった。1 回目の調査では中サイズ区が最大であったが，2 回目以降は，茎数も同様に小>中>大サイズ区の順に推移した。3 処理区において小サイズ区が最もヨシの生育に適した。小サイズのような粒径の小さい中和澱物内にヨシの根元が発達したことで比表面積が増加し，栄養塩類を含む試水の吸水量が上昇し，ヨシの水質浄化能力の強化に貢献したと考えられる。

結論

本実験では，粒径サイズ別に篩別した中和澱物と大型水生植物ヨシの組み合わせが夏季において高い水質浄化能力を発揮することを確認した。特に，小サイズの中和澱物はリン吸着能力に加え，ヨシの生育基盤としても良好に機能し，ヨシの無機態窒素吸収による水質浄化能力の強化に有効であった。以上より，中和澱物は富栄養化対策として水質浄化法に活用可能であると評価できるため，今後は実用化を目指し，野外での植生浄化法の確立に向けて最適な有効利用法について検討していく予定である。

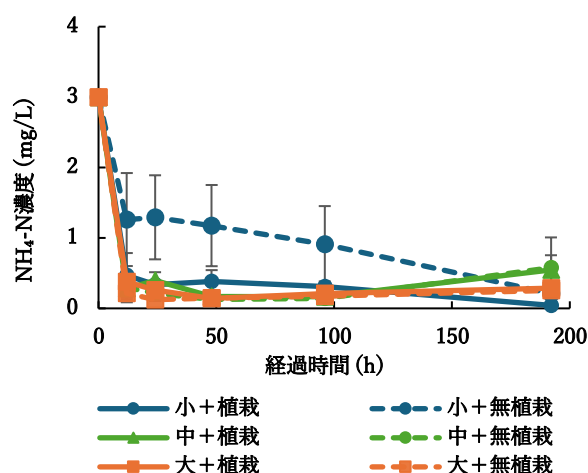


図 1 1 回目のアンモニア態窒素濃度の経時変化

Fig1. Changes in ammonia nitrogen concentration in the first duration

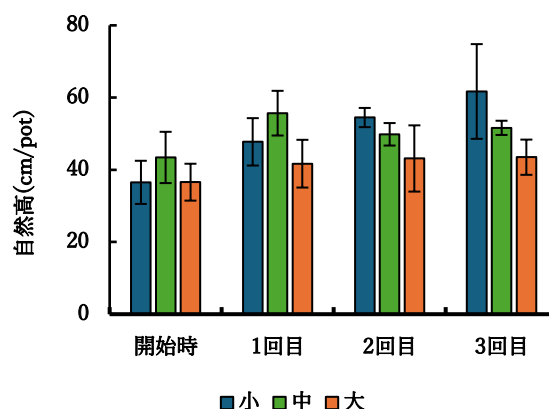


図 2 実験期間中のヨシの自然高の経時的変化

Fig2. Changes plant height over time during the experiment