

造粒フィラーと水生植物を組み合わせた新たな水質浄化能力の検討 Novel study of water purification capacity by combining granulated filler and aquatic plants

○粉川知里*, 中嶋佳貴*

KOKAWA Chisato, NAKASHIMA Yoshitaka

1. はじめに

近年、資源循環型社会の形成が求められ、環境に負荷を与えないような廃棄物及び副産物の再利用や再資源化が進められている。砕石業界で、製造過程において大量に発生するフィラー(砕石粉)は用途開発が進んでいないが、造粒化に成功し、環境保全への応用が期待されている。2020年度に実施したポット試験では、造粒フィラーによる無機態リンの低下、濁度の向上、さらに藻類発生の抑制が確認され、水質浄化の効果を確認した。その後の研究では、水質浄化能力が長期的に持続することや、成分組成の異なる様々な富栄養化の試水で有効的であることが明らかとなった。本研究では、水生植物と組み合わせることで、更なる水質浄化能力の発揮を図った。

2. 材料及び方法

本実験は2022年12月6日から2023年1月3日までの4週間、インキュベーターにて20～30℃、12時間日長で実施した。供試水は培養液(2%Hoagland溶液, N=4.0mg/L, P=0.6mg/L)1Lとし、1/10000aワグネルポットに注水した。供試草種は抽水植物のリーフスター *Oryza sativa* cv. Leaf Star 及び浮遊植物のトチカガミ *Hydrocharis dubia* の2種類とした。リーフスターは、プラグトレイにて水田土壌で養生した後メッシュポットに3株ずつ移植し、造粒フィラーを100gずつ、植栽基盤型として苗の周りに、分離型として苗と離してポットの底に充填した。トチカガミは分離型のみとし、水面上に浮遊させた。各供試草種、植栽区及び無植栽区で計6処理区3反復とし、加えて供試水のみを1反復で設定した。開始日から1, 3, 7日後にpH, EC, 無機態窒素及び無機態リンを、植物体は開始時と終了時に新鮮重及び乾物重を測定した。各処理区の供試水は1週間毎に更新した。

3. 結果及び考察

第1週目におけるpHの経時的変化を図1に示した。造粒フィラーは造粒過程で少量のセメントを使用するため、水中でアルカリ性を示すが、本実験において植栽区で造粒フィラーのみより低下させることができた。根の陽イオン交換反応により水中の水素イオンが増加し、pHが低下したと考えられる。

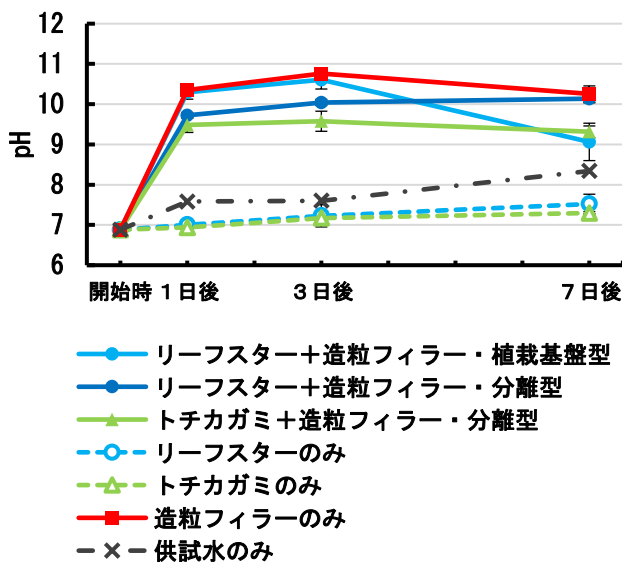


図1: 第1週目におけるpHの経時的変化

Figure1: Change in the concentration of pH at first week.

*岡山大学大学院環境生命科学研究科 (Graduate School of Environmental and Life Science, Okayama University)

キーワード: 10, 環境保全; 環境保全, 水環境, 砕石

表 1：各週における無機態窒素及び無機態リンの除去速度

Table 1: Removal rate of inorganic nitrogen and inorganic phosphorus in each week. (mgm⁻²d⁻¹)

処理区	第1週	第2週	第3週	第4週
リーフスター+造粒ファイラー・植栽基盤型	48.7±1.8 c	46.3±0.4 c	57.7±0.9 cd	54.6±1.3 d
リーフスター+造粒ファイラー・分離型	51.4±0.4 d	47.5±1.1 c	59.4±0.9 cd	55.5±0.4 d
トチカガミ+造粒ファイラー・分離型	59.6±0.0 e	52.0±0.1 d	55.4±3.5 c	41.0±2.8 c
無機態窒素 リーフスターのみ	59.8±0.1 e	53.3±0.0 d	62.1±0.1 d	56.5±0.0 d
トチカガミのみ	59.2±0.3 e	52.4±0.4 d	60.1±1.5 cd	38.7±2.1 c
造粒ファイラーのみ	33.8±0.5 b	26.8±1.2 b	38.6±0.5 b	33.5±0.8 b
供試水のみ	27.9±0.0 a	1.7±0.0 a	21.4±0.0 a	11.6±0.0 a
処理区	第1週	第2週	第3週	第4週
リーフスター+造粒ファイラー・植栽基盤型	8.81±0.25 bc	6.87±0.25 b	8.09±0.08 c	8.08±0.12 c
リーフスター+造粒ファイラー・分離型	8.76±0.58 bc	7.08±0.34 b	8.01±0.20 c	8.11±0.07 c
トチカガミ+造粒ファイラー・分離型	9.51±0.21 c	7.29±0.16 b	7.63±0.26 c	7.70±0.13 c
無機態リン リーフスターのみ	5.31±2.70 ab	5.28±2.06 b	8.01±0.30 c	8.40±0.01 c
トチカガミのみ	9.07±0.20 c	5.12±0.77 b	3.35±0.30 b	4.04±0.51 b
造粒ファイラーのみ	9.36±0.06 c	7.29±0.09 b	8.00±0.10 c	8.14±0.12 c
供試水のみ	2.62±0.00 a	0.41±0.00 a	2.33±0.00 a	2.39±0.00 a

注 1) 3 反復の平均値±標準偏差で示す。

注 2) Tukey より、各処理区内の除去速度で異なる文字間に 1% の有意差あり。

各週における無機態窒素及び無機態リンの除去速度を表 1 に示した。無機態窒素に関して、第 1 週目において造粒ファイラーのみでは約 33.80mgm⁻²d⁻¹であったが、リーフスターを植栽することで 48.66~51.36mgm⁻²d⁻¹、トチカガミを植栽することで約 59.60mgm⁻²d⁻¹ に速まり、植物体は造粒ファイラーと適合して相乗的な水質浄化能力を発揮した。無機態リンに関しては、リーフスターのみにおいて、生長に伴って 5.31~8.40mgm⁻²d⁻¹ と除去速度も次第に速まったが、造粒ファイラーによるリン除去は第 1 週目から約 8.81mgm⁻²d⁻¹ と即効性かつ持続性の点で有効であった。

植物体の生長について、リーフスターの総現存量が開始時は 0.32gDW/pot であったが、終了時には植栽基盤型で 1.22gDW/pot、分離型で 1.04gDW/pot、造粒ファイラー無添加区で 1.53gDW/pot となり、4 週間で旺盛に生長した。造粒ファイラーを添加することで生長がやや抑制されたが、生長速度が遅くとも水質浄化能力は十分に発揮しており、また緩やかに生長することで長期的に活用できるため管理労力の低減にも繋がる。一方、トチカガミは季節的に徐々に休眠期へ入ったため、水質浄化能力が低下した。ただし、第 1 週目は高い能力が十分発揮されており、繁殖期である夏季では、本手法で更に pH 上昇の緩和や、栄養塩類の吸収が期待される。

4. まとめ

造粒ファイラーは水質浄化能力を有し、水生植物の植栽基盤とすることで更なる効果を発揮した。冬季においても常緑の抽水植物であるセキショウ *Acorus gramineus* と適合することが確認できており、年間通しての利用が可能である。また、水質汚濁による藻類の過繁茂が問題視されるゴルフ場コース内の池にて、造粒ファイラー及び様々な草種の水生植物を組み合わせ設置したところ、明らかな藻類の抑制が実証された。水質浄化だけでなく、水面緑化による景観形成に貢献し、ゴルフ場の従業員やゴルファーからも好評であった。

以上のことから、造粒ファイラーは自然由来の天然物で環境に優しく、資源循環に貢献する環境保全への資材として期待できる。今後は実用化に向けて、造粒ファイラーの様々な利用方法の開発や、フィールド試験を重ねることで更なる研究成果の蓄積を望む。