

農地還元可能なリン酸除去材のカラム試験による現場適用性評価

(株) 大林組 正会員 ○藤井 雄太

(株) 大林組 正会員 大島 義徳

1. はじめに

池や流水などの水景を利用した施設においては、夏季を中心に藻類が発生し、濁りや悪臭を引き起こすことがある。これらを除去する場合、応急処置的には凝集沈殿や殺藻剤などの処理が有効であるが、予防的方法としては水中の窒素やリンを除去することが望ましい。農地還元が可能な資材を用いてリン酸を除去し、それを周辺の農地に用いることができれば、低コストな藻類・濁り対策につながる。そこで、前報¹⁾では繰り返しリン酸を添加するバッチ試験による資材の長期的な除去能力の評価と、資材の組み合わせによる性能向上の検証を行った。本報文では前報で最も性能の良かった土系資材を用いたカラム試験を行い、アオコの発生限界値程度までリン酸を除去できる資材当たりの対象水量（SV 値：単位時間流量／資材量）の範囲や破過までの時間を評価し、現場適用性を検討した結果について報告する。

2. 実験方法

資材には前報でリン酸除去能力とコストの観点を総合して最も性能の良かった土系資材を使用した。内径 5 cm のカラムに下からガラスビーズ、土系資材、ガラスビーズの順で詰め、ゴム栓で蓋をした（図 1）。表 1 に示す通り、資材の量が異なるカラムを 1 本ずつ、合計 4 本のカラムを作製した。容量 20 L のポリタンクに 0.2 mg/L の $\text{PO}_4\text{-P}$ 水溶液（湖沼の全リン環境基準最大値 0.1 mg/L の 2 倍）を入れ、ポンプを用いて流量 4.6 mL/min でカラムの下部から通水した。1 日おきにカラムを通過した処理水の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度をパックテスト（WAK- PO_4 ，共立理化学研究所）で測定した。

処理水の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が定量下限値 (0.03 mg/L)

以上になった時点でそのケースは実験を停止した。各ケースにおける処理水の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の変化から、 $\text{PO}_4\text{-P}$ を 0.03 mg/L 以下に除去可能な SV 値とその持続期間を把握し、それをもとに実現場に適用する際に必要な資材量を算出・評価した。

3. 実験結果・考察

各ケースの処理水中 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の経時変化を図 2 に示す。SV 値=1 では濃度が一時的に上がったことはあったものの、132 日経過後も定量下限値 (0.03 mg/L) 未満を維持した。SV 値=2 は 111 日後に濃度の上昇が止まらなると判断し、通水を停止した。SV 値=5 は 42 日後に定量下限値以上の 0.039 mg/L を示し、その後定量下限値未満に戻ったものの、54 日後に大きく定量下限値を上回ったため、通水を停止した。SV 値=10 は試験開始 1 日後に既に 0.037 mg/L を示し、その後定量下限値付近を維持したものの、5 日後に 0.073 mg/L と定量下限値を大きく上回ったため、通水を停止した。

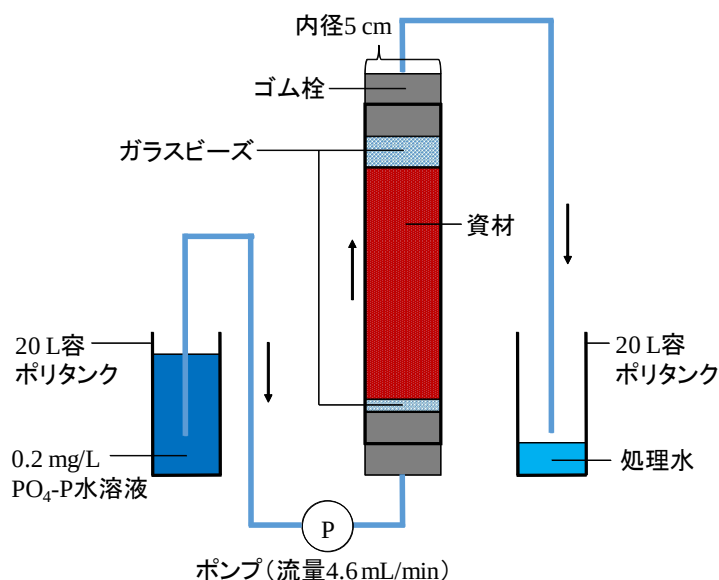


図 1 実験装置の概要

表 1 試験ケース一覧

資材量 (cm ³)	SV 値 (/h)	連数
275	1	1
138	2	
55	5	
28	10	

キーワード リン除去，農地還元，土，カラム試験，SV 値

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株) 大林組 技術研究所 自然環境技術研究部 TEL042-495-0939

試験期間中に破過したケースの単位資材量当たりの $\text{PO}_4\text{-P}$ 吸着量を図 3 に示す. SV 値=5 と 10 のケースを比較すると, 破過時点までの単位資材量当たりの $\text{PO}_4\text{-P}$ 吸着量が約 6 倍異なった. そのため, 単純に資材量に比例して $\text{PO}_4\text{-P}$ の除去能力持続期間を決めるべきではない. この理由として, 本試験では全てのカラムで流速が同じであり, 厚さに応じて水が資材に接触している処理時間が異なるため, 経過とともに能力が低下した際に, 十分な吸着時間が取れなかったことが考えられる. すなわち SV 値=10 では層厚が極端に薄く, 資材の吸着能力が低下すると水みちを通過してリンがすり抜けたと考えられる. そのため, $\text{PO}_4\text{-P}$ 除去能力を最大限発揮させるためには十分な接触時間を取る必要があるといえる. 一方, 破過までの単位資材量当たりの $\text{PO}_4\text{-P}$ 吸着量は SV 値=2 と 5 ではほぼ同じ結果であったため, 資材の飽和 $\text{PO}_4\text{-P}$ 吸着量は約 0.9 kg/m^3 であると推測される.

4. 現場適用性評価

カラム試験の SV 値=2 と 5 のケースの結果をもとに, 資材の現場適用性評価を行った結果を表 2 に示す. 適用候補の池の水量を参考に, 7 日で池の水を全て循環させると考えて計算した. 市販材のデータはカタログに掲載の情報を参考にした. その結果, 負荷の少ない SV 値=2 の場合は 108 日間性能を維持し, その都度 21.5 m^3 の使用済み資材が発生する計算となった. この結果から同程度の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度と SV 値の条件下では, 本実験で使用した土系資材は単位資材量当たりの $\text{PO}_4\text{-P}$ 吸着量が市販材の約 2.6 倍となり, 大きな優位性があると言える. ただし, この 21.5 m^3 という使用済み資材発生量は残土のように現場内に置いて保管しておくにはまだ多く, その半分程度に減らすことができれば現場適用性が高まると思われる. そのため, 資材そのものの性能向上がまだ必要であると考えられる.

表 2 資材の現場適用性評価の結果

資材	水量 (m^3)	流速 (m^3/h)	$\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度 (mg/L)	SV 値 (h)	必要な 資材量(m^3)	単位資材量当たりの $\text{PO}_4\text{-P}$ 吸着量(kg/m^3)	性能持続 期間(日)
土系資材 (本実験)	7200	42.9	0.2	5	8.6	0.94	54
				2	21.5	0.82	108
市販材			0.12	1.8	23.8	0.31	60

5. まとめ

本報文では前報で最も性能の良かった土系資材を用いたカラム試験を行い, アオコの発生限界値程度までリン酸を除去できる SV 値の範囲や破過までの時間を評価し, 現場適用性を検討した. その結果, SV 値=2 の条件で 108 日間リン酸除去性能を維持でき, 単位資材量当たりの $\text{PO}_4\text{-P}$ 吸着量が市販材の約 2.6 倍と優位であった. ただし土系資材を用いた場合の使用済み資材発生量は現場適用の面ではまだ多いと考えられる. 今後は添加材との組み合わせによる資材の性能向上を目指していきたい.

参考文献

- 1) 藤井ら (2018) 農地還元可能なリン酸除去材の処理性能評価, 土木学会第 73 回年次学術講演会.

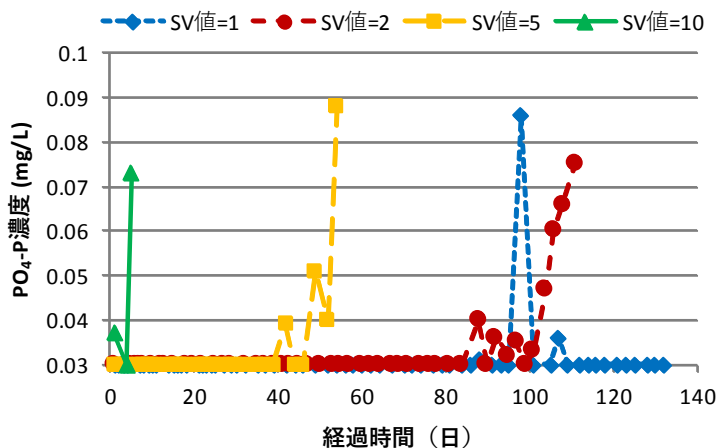


図 2 各ケースの処理水中 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の経時変化

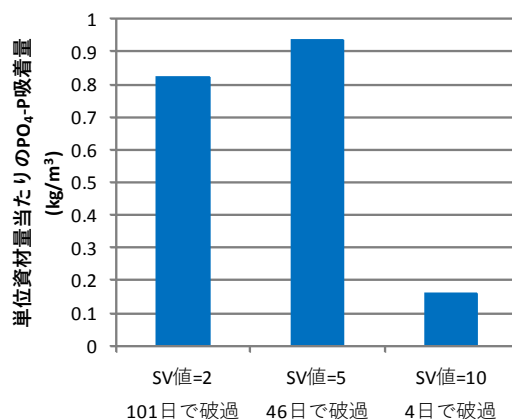


図 3 試験期間中に破過したケースの単位資材量当たりの $\text{PO}_4\text{-P}$ 吸着量