

カルシウム担持靱殻炭を用いた八郎湖干拓地で湧出する高濃度リン含有地下水からのリン回収

秋田高専環境都市工学科 学生会員 ○ノールマズニ 正会員 金主鉉 非会員 小林翔太
秋田県八郎湖環境対策室 非会員 高橋勝利
秋田県健康環境センター 非会員 成田修司

1.はじめに

干拓後およそ 50 年経過した大潟村は秋田県内有数の農業地帯であるが、農業用水として循環利用している八郎湖は慢性的な水質汚濁が問題となっている。さらに、大潟村一帯から湧出する高濃度リン含有地下水によって八郎湖の富栄養化はより助長され、周辺住民はアオコによる被害を受けている。高濃度リン含有地下水による負荷量は、リン負荷全体の 25%を占め、対策が検討されている。

一方、コメ収穫後に発生する稲わら・靱殻は、堆肥や家畜飼料として一部が再利用されているものの大部分は未利用のまま焼却処分されている。未利用の靱殻の野焼きでは、ホルムアルデヒド等の化学物質を生成され、放出するため、秋田県条例により 10 月 1 日～11 月 10 日までの期間限定で禁止している。

本研究では、以上の背景を踏まえて靱殻を適正に処理するとともに機能性を付与し、再利用する手法として靱殻炭にカルシウムを担持させたリン回収材に着目し、上述の高濃度リン含有地下水からのリン回収についてラボスケール実験に引き続き、ベンチスケール実験装置を用いた現場実験を行った。

2.実験方法

2.1 カルシウム担持靱殻炭

水酸化カルシウムにイオン交換水を加えた懸濁液に硝酸を添加しながら、溶液が透明になるよう調整した。この溶液に水酸化ナトリウムを添加し、pH を 6~7 に調整した。このようにして得られたカルシウム溶液に靱殻を混合し、溶液を靱殻内部に含浸させ、650~800℃で 60 分間加熱した後、室温まで冷却する方法でカルシウム担持靱殻炭を作製した。以上のリン回収材製造法は、秋田県健康環境センターが開発したものである。

2.2 高濃度リン含有地下水

本試験では、八郎湖の干拓地大潟村から湧出する高

濃度リン含有水を深度 7.5m から汲み上げて用いた。実験サイトは図 1、リン含有地下水の水質を表 1 に示す。地下水中のリン酸態リン濃度は平均で 27 mg/L と極めて高い。海水等の影響により pH および塩化物イオン濃度は高い。

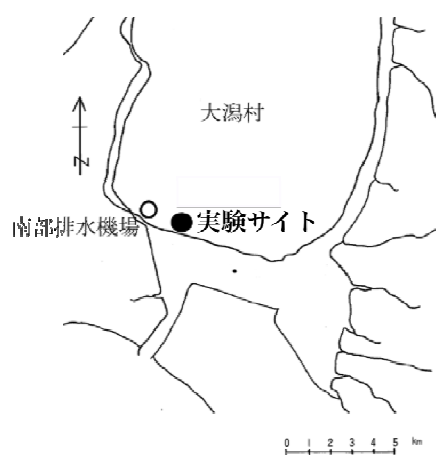


図 1 実験サイト

表 1 リン含有地下水の平均水質

項目	測定値	項目	濃度
水温(℃)	19.6	DOC (mg/L)	6.83
pH	8.3	EC (mS /m)	179.8
DO (mg/L)	5.2	PO ₄ -P (mg/L)	26.8

2.3.実験装置と実験条件

実験装置の概要および実験条件を図 2 と表 2 に示す。実験条件として水理学的接触滞留時間（以下 HRT）1 日、2 日に関しては 37 mL/min、HRT 1.5 日、3 日に関しては 25 mL/min の流量で実験カラム下部よりリン含有地下水を流入させた。各カラム間には孔径 20 μm のろ紙と不織布を挟み、靱殻炭の流失を抑えた。処理水の採水は、各カラム上段のバルブより行い、0.45 μm メンブレンフィルターでろ過した後、SHIMADZU 製イオンクロマトグラフによりリン酸イオン濃度を測定

キーワード：八郎湖、カルシウム担持靱殻炭、高濃度リン含有地下水、リン回収

住所：秋田県秋田市飯島文京町 1-1 秋田工業高等専門学校環境都市工学科、電話&FAX 018-847-6070, kim@akita-nct.ac.jp

した。なお、本実験におけるリン回収の破過は、処理水のリン酸イオン濃度が 1.0 mg-P/L を超過する時点と定義した。

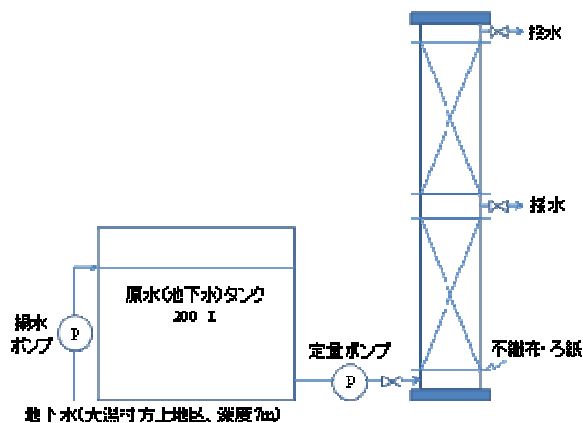


図 2 実験装置

表 2 実験条件

カラム寸法	Φ 300 mm × 850 mm
炭充填量	10.6 kg
カラム容積	60 L
有効容積	53 L
炭充填率	11.6 %

3.結果と考察

図 3 に処理水リン濃度の推移を示す。8 月～9 月（平均水温 24℃）に実施した HRT 1 日、2 日では、処理水のリン濃度が緩やかに上昇し、室内実験以上のリン除去効果を示したのに対し、10 月～11 月に実施した HRT1.5 日では、急速な破過が見られた。同様に HRT 3 日においても 14 日より処理水のリン濃度が 1.0 mg-P/L を超過した。HRT1.5 日、3 日の実験時の平均水温は 15℃ と低く、運度影響により室内実験より低いリン回収効果が得られた。表 3 に各 HRT 別破過時間を示す。HRT 1 日では 9 日、HRT 2 日では 25 日と長期間の安定したリン回収能力が示された。破過時間は概ね HRT に比例して長くなる結果であったが、リン除去効率や靱殻炭の交換を考えると上向流式リン回収方法においては HRT 2 日程度が最適と考えられる。図 4 に処理水の pH とリン酸態リン濃度の関係を示す。処理水の pH 10 以下の場合では、pH の低下に伴いリン酸イオンの増加がみられたが、pH 10 以上の場合ではリン酸態リン濃度は 1.0 mg/L 以下である。このことから、pH は処理水リン酸イ

オンのモニタリング指標として有効であることが確認できた。

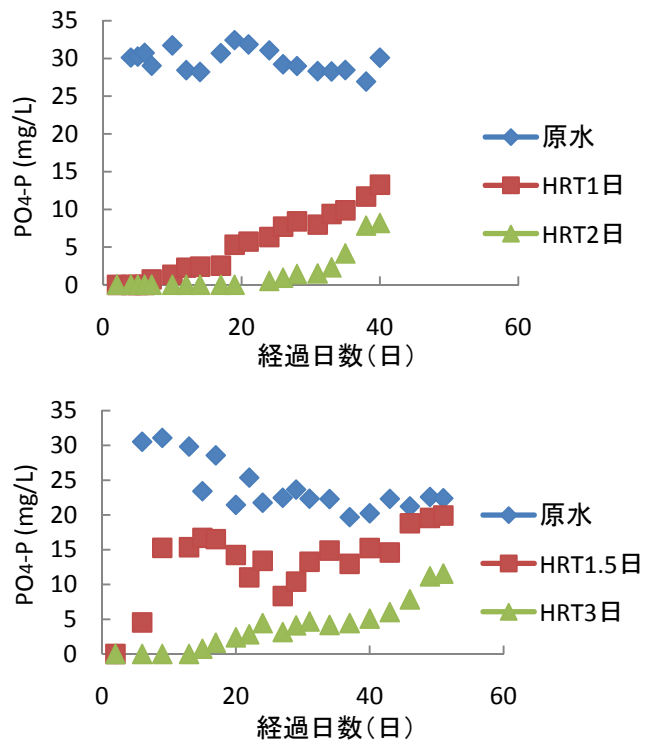


図 3 処理水リン濃度の推移

表 3 HRT 別破過時間

HRT（日）	1	1.5	2	3
破過時間（日）	9	2	25	13

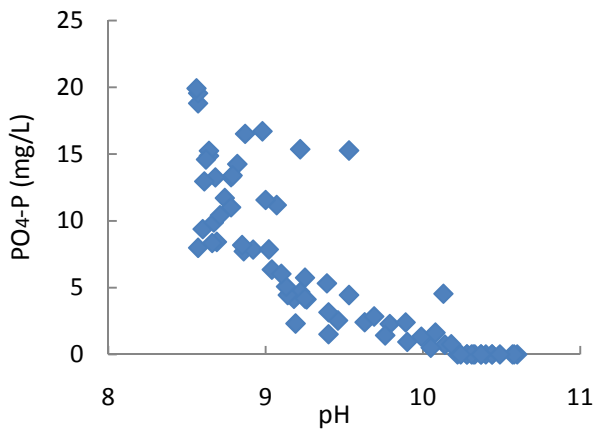


図 4 処理水の pH とリン酸態リン濃度の関係

4.まとめ

八郎湖のリン負荷源の一つである高濃度リン含有地下水を対象にカルシウム担持靱殻炭を用いた上向流式カラムによる連続実験の結果、HRT2 日の接触において 17 日間の安定したリン回収が可能であることが現場実験より示された。