

# カルシウム担持珉殻炭によ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 ◦藤原史奈 正会員 金主鉦  
秋田県八郎湖環境対策室 非会員 高橋勝利 和田 佳久  
秋田県健康環境センター 非会員 成田 修司 大瀧 志伸

## 1. はじめに

干拓後およそ40年経過した大瀧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、大瀧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一層助長され、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リン負荷量は、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・珉殻は、一部は堆肥や家畜飼料として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。未利用珉殻の野焼きでは、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、秋田県条例により禁止されている。

本研究では、以上の背景を踏まえて珉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珉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実験的検討を行った。

## 2. 実験方法

### 2.1 カルシウム担持珉殻炭

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珉殻を混合し、溶液を珉殻内部に含浸させ、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珉殻炭を作製した。

### 2.2 高濃度リン含有地下水

本試験では、八郎湖の干拓地大瀧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。採水地点を図1、リン含有地下水の水質を表1に示す。リン酸態リン濃度は33 mg/Lと極めて高い。海水の影響によりpHおよび塩化物イオン濃度は高い。

### 2.3 実験装置および実験条件

試験に用いた実験装置図および実験条件を図2に示す。運転条件として水理的接触滞留時間（以下HRT）1日、2日、3日に関しては0.7 mL/min、HRT 0.25日、0.5日に関しては2.8 mL/minの流量でカラム下部よりリン含有地下水を流入させた。室温は20~25℃の範囲であった。なお、カルシウム担持珉殻炭はふるい分けし粒径100 μm以上のものを充填した。各カラム間には孔径20 μmのろ紙と不織布を挟み、珉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した。なお、リン回収量については試料水と処理水のリン酸イオン濃度差から次式により求めた。

$$\text{リン回収量(mg-P/g)} = \frac{\text{P濃度変化(mg/L)} * \text{液量(L)}}{\text{試料(g)}}$$

また、リン回収の破過について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。

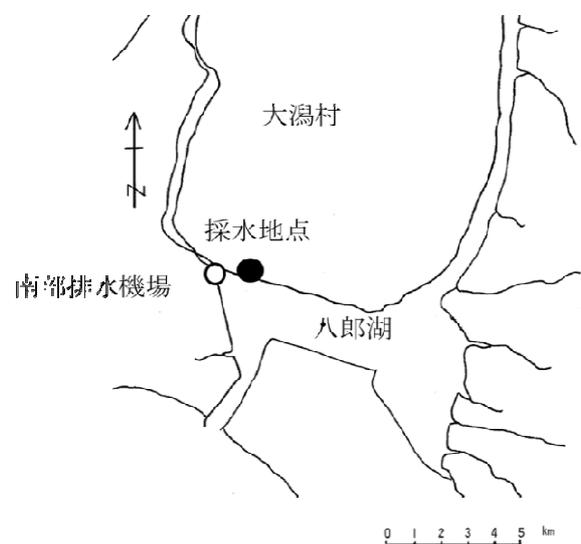
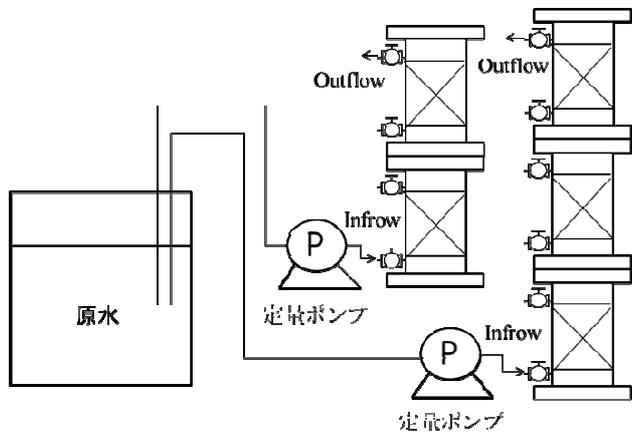


図1 採水地点

表1 リン含有地下水の水質

水質項目	濃度	水質項目	濃度
COD(mg/L)	5.8	Cl(mg/L)	232
DOC(mg/L)	5.2	EC(mS/cm)	2
PO <sub>4</sub> -P(mg/L)	33.1	pH	8.3



カラム寸法	φ78mm×250mm
炭充填量	170 g
カラム容積	1.2 L
有効容積	1.0 L
炭充填率	約 15%

図2 実験装置図および実験条件

### 3. 結果と考察

図3に処理水リン濃度の推移を示す。HRT 0.25日、0.5日では2~5日の比較的短時間でリン酸態リン濃度が上昇し破過したのに対し、HRT 1日、2日、3日では緩やかに上昇し、HRT 1日では8日、HRT 2日では20日、HRT 3日では27日間安定したリン回収能力が示された。表2に各HRTの破過時間およびリン回収量を示す。破過時間は概ねHRTに比例して長くなる結果であったが、リン除去効率や粗殻等の交換を考えると上向流式リン回収においてはHRT 2日程度が最適であると考えられる。各HRTで得られた粗殻炭1g当たりのリン回収量は、1.5~2.0 mg-P/gでHRT 2日において比較的高いリン回収効果が得られた。図4に処理水のpHとリン酸態リン濃度の関係を示す。pH 9.3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 9.3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。

一方、処理水のTOC濃度を測定した結果、通水直後において溶存有機炭素の溶出がみられ、HRT 2日以上では最大35 mg/Lであった。したがって粗殻炭の利用では、洗浄などの前処理が必要と思われる。

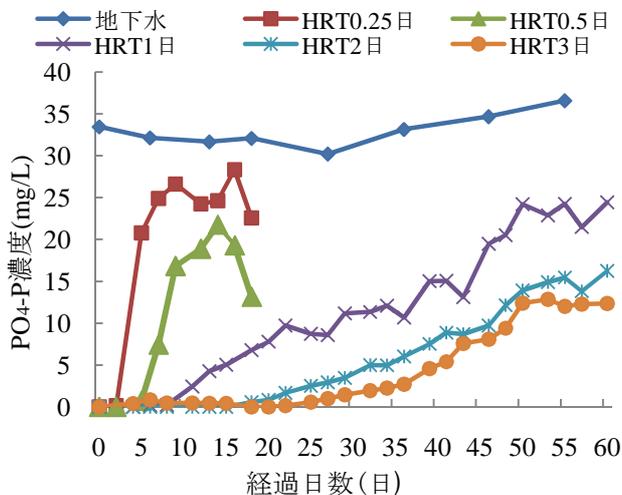


図3 処理水リン濃度の推移

表2 HRT 別破過時間およびリン回収量

HRT(日)	0.25	0.5	1	2	3
破過時間(日)	2	5	8	20	27
リン回収量 (mg-P/g)	1.5	1.9	1.6	2.0	1.8

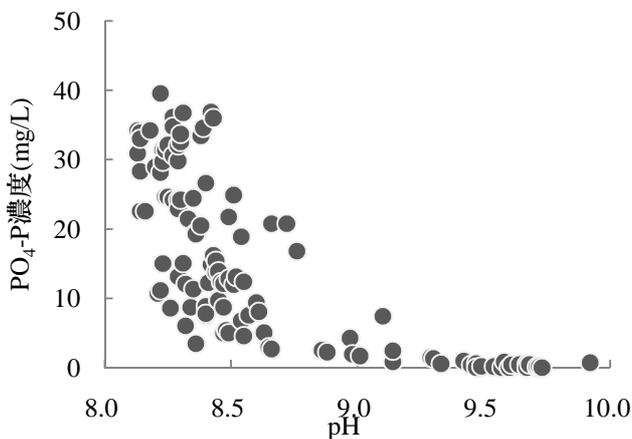


図4 処理水リン濃度と pH の関係

### 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粗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20日間の安定したリン回収が可能であることが示された。