

## 粉チョークと炭による水質浄化剤の開発

生物資源科学部 生物環境科学科  
1年 井上 明香里 菅野 本朗  
指導教員 生物資源科学部 生物環境科学科  
准教授 早川 敦  
教授 高橋 正  
准教授 石川 祐一  
木材高度加工研究所 教授 栗本 康司

### 【背景・目的】

秋田県北西部に位置する八郎湖では、毎年富栄養化によるアオコの発生が問題視されている。その富栄養化の要因となっているのが、日本最大の干拓地である大潟村の水田で生じる濁水の流入だ。濁水中には窒素やリンが含まれるため、八郎湖のアオコ発生要因の一つとなっている。特に、干拓地内にある高濃度リン湧出地帯からのリンが濁水と共に流出するため、リンの除去も必要である。そこで、私たちは、濁水とリンの浄化を、現在捨てられているようなものを利用してできないかと思い立った。

今回の自主研究において目的としたのが、①廃棄物などの未利用資源を利用して、②八郎湖の水質汚染の一つの原因であるリンの回収作用のある浄化材を開発すること、である。今回資源として用いたのは、下水炭、チョーク、靱酢液である。

### 【資材に用いる未利用資源の決定】

まず、水質浄化で一番に浮かんだものが木炭だ。木炭は多孔質であるため、フィルターのように浄化する効果やバイオリアクター効果によって、水中の懸濁物質を除去する作用を持つためである。しかし、八郎湖近辺に継続的に木材が手に入る場所が少ないため、他の材を必要とした。すると、秋田県A市の下水汚泥を炭化したもの（以下、下水炭）があるということを知り、これを炭材とすることにした。

また、水質浄化作用を強化するために、浄化剤にカルシウムを添加させることを考えた。カルシウムイオンは二価のカチオンであり、土壌粒子のマイナスに帯電した表面に結合し、土壌粒子を凝集沈殿させる作用を持つだけでなく、リン酸イオンと結合してリン酸カルシウムとなるためである。カルシウムを含む材料として学生にとって身近な廃棄物である粉チョーク（チョークの使用後に発生する粉末）を使うことを思いついた。

これら資材を用いる際に問題になると考えられたのが、①下水炭に含まれるリンの水質への影響、②粉チョークに含まれるカルシウムの効果的な抽出、である。すなわち、水質浄化のために下水炭を利用するには炭に含まれるリンを予め取り除く必要があり、また、粉チョークのカルシウムを溶かす必要がある。下水炭に含まれる可溶性のリンや、チョークに含まれる炭酸カルシウムはいずれも酸に溶ける。試薬の酸以外に思いついたのが、酢液である。酢液とは、植物を燃焼あるいは炭化させる過程で排出される煙を

蒸留させたものであり、木、竹、笹、もみ殻などから作られる。米どころ秋田では、もみ殻を利用した靱酢液を有効利用できるのではないかと考えた。

### 【方法】

#### 1) 資材の調達

下水炭：秋田県A市の下水炭を入手した。

チョーク：秋田県の高校3校から回収させていただいた。

靱酢液：秋田産の靱酢液を探したが見つからなかったため、明和工業（株）の靱酢液を18 L購入した。

#### 2) 実験方法

今回、ターゲットとしたのは濁水中のリンおよび土壌粒子である。濁水は、水田の代かき排水の流出がピークとなる5月23日に、大潟村南部排水機場近くで採取し、沈殿実験に使用した。資材作成と沈殿実験の手順は図1に示す。

粉チョークを靱酢で溶かした液(以下靱酢(Ca))に、下水炭を3日間浸漬したもの(③-1)を沈殿実験に利用した。しかし、下水炭からのリンの脱着の可能性があったため、靱酢液に下水炭を3日間浸漬(以下靱酢処理)し、リンを含む上澄み液を除く処理を用意し、比較実験を行った。

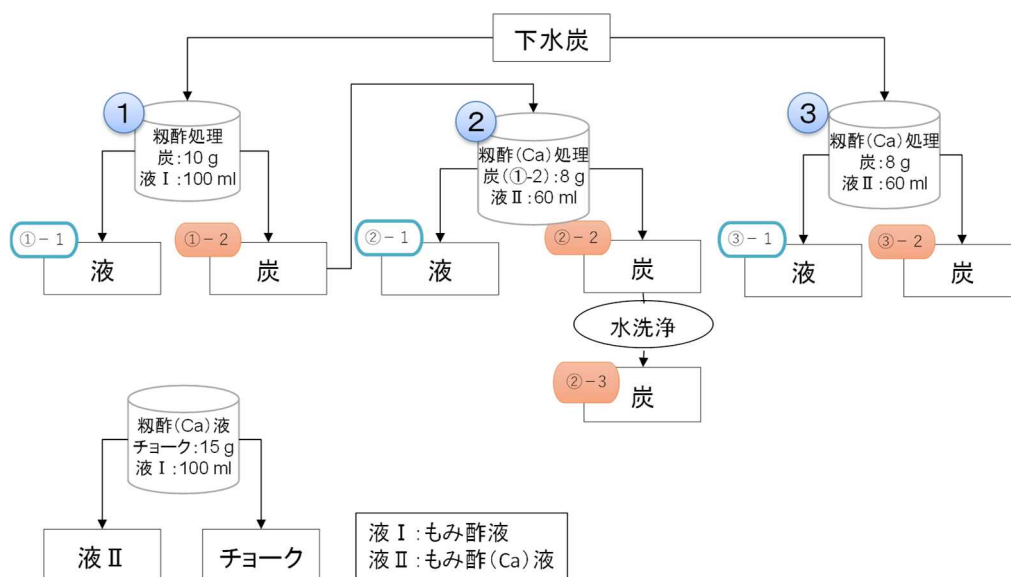


図1 資材作成と沈殿実験の手順

①靱酢処理：下水炭10.0 g に対し、靱酢液100mlを100mlビーカーの中で混合した。1日1回pH及びEC測定の際、手で振り混ぜる処理を三日間行った。上澄み(①-1)を除いた後、固形物を105℃の乾燥機で6時間ほど乾燥させ、沈殿実験に用いた(①-2)。

②、③靱酢(Ca)処理：靱酢処理をした下水炭(①-2)、および未処理の下水炭8.0 g に対し、それぞれ靱酢(Ca)60mlを加え、100mlビーカーの中で混合した。上澄み(②-1、③-1)を除いた後、固形物を105℃の乾燥機で6時間ほど乾燥させ、沈殿実験に用いた(②-2、③-2)。

**沈殿実験**：500ml トールビーカーに各試料6.0g に対し濁水400mlを加え混合し，5日間静置した．今回使用した試料は，①-2，②-2，②-3，③-2，未処理の下水炭，おがくず備長炭である．毎日1回pH及びECを測定した．実験終了後，溶液をろ過し，モリブデンブルー法によりリンを測定した．

**【結果と考察】**

1) 試料調整と上澄み溶液の水質

表1 各種溶液の pH および EC

溶液	pH	EC (s/m)
靱酢液(原液)	2.2	0.31
①-1	2.8	0.3
②-1	5.5	2.2
③-1	5.8	2.2
靱酢(Ca)液	5.7	2.2

表2 各種溶液のリン酸濃度

溶液	浸漬時間	リン酸濃度
①-1	3日間	186ppm
②-1	3日間	20ppm
③-1	3日間	10ppm
液肥用	5日間	816ppm

各種溶液の pH 及び EC は表 1 のとおりである．靱酢処理後の溶液 (①-1) は，pH がわずかに上昇するが，EC は変化しなかった．一方，Ca 処理をすると EC が大きく上昇した (②-1，③-1)．しかし，下水炭の靱酢処理ではリン酸濃度が大きく上昇し (①-1，表 2)，下水炭に含まれるリンが酸によって溶解したと考えられた．靱酢液の原液にはリンは含まれていなかった．②-1，③-1 のリン濃度が比較的低いのは，靱酢(Ca) 処理によってリン酸がカルシウムと塩を生成したことが考えられた．

下水炭の靱酢処理後の溶液 (①-2，液肥用) は，リン酸が高濃度に含まれていた．そのため，液肥として農地還元できないかと考えた．一般的に販売されている液肥は希釈して使用するものが主であり，希釈後の濃度は0.001~0.1%ほどである．今回液肥用のリン酸濃度は最大約0.08%であるので，希釈せずに利用できそうだ．しかし，pH値が2.5前後と低く，使用する場合中和するか，アルカリ性土壌の中和剤として使用することが望ましいと考えられた．酸性土壌を好む作物の施肥に使用してもよいと考えた．

2) 沈殿実験

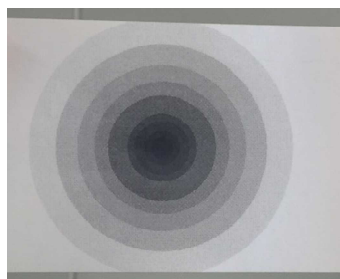


図2 背景に使用した画像

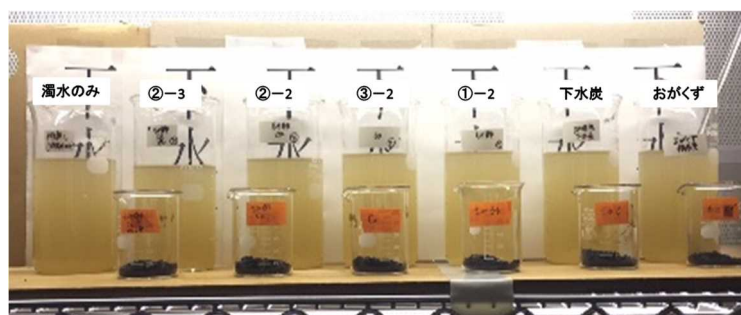


図3 沈殿実験 開始前

沈殿実験では，図1の②-3，②-2，③-2，①-2，下水炭，おがくず備長炭(図3の左

からの並びに対応)の6種類の炭を用意した。また、透明度が目視でわかるように、背景に図2のような濃淡画像を貼り付けた。まず一日目の結果だが、図3及び4を比較して、Caが添加されている②-2、③-2で図2の画像が浮かび上がっており、透明度が上昇した。その2試料をさらに比較すると、靱酢処理をしている②-2の方がより鮮明に背景の文字を確認できた。これは、主にCaによる凝集作用がはたらき、他の試料よりも早く土壌粒子が沈殿したためと考えられた。

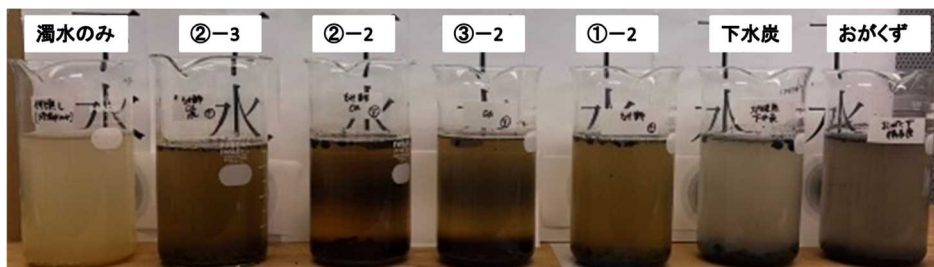


図4 沈殿実験1日目の結果

一方、下水炭を利用した時のリン酸濃度は、濁水中のリンよりも上昇した。このため、下水炭を利用した濁水中のリンの除去は困難である。しかし、靱酢処理をし、その後カルシウム処理をすれば、リン濃度が低くなり(②-2、③-2)、Caによるリンの沈殿効果と考えられた(図6)。それでも濁水そのものよりもリン濃度は高く、Caで回収しきれないリン酸の脱着があったと考えられた。電子顕微鏡の観察結果(データ未掲載)からも、靱酢液の浸漬後に明確にリン含量が減少するわけではないことが分かった。このことより、リンの回収を目的とした下水炭の利用は向かないと考えられた。

図4からも明らかなように、靱酢液を使用すると溶液が着色した。自然環境の中で今回作成した試料を使うとしたら、濁水の土壌粒子の凝集に効果的であったとしても、この着色をどのように抑えていくかが今後の課題である。

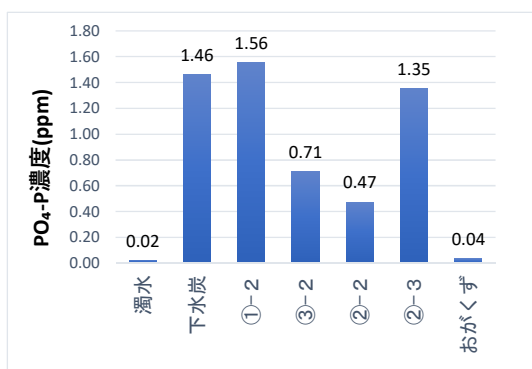


図5 沈殿実験後のリン酸濃度の比較

今後は廃棄貝殻を使用したいと考えている。さらに、下水炭に代わる新たな炭材と、靱酢液の脱色方法などの探求をしていきたいと考える。

#### 【課題と今後の展望】

今回の実験で下水炭をリンの回収材及び水質浄化材として使用することは、現実的ではないということが分かった。しかし、前述より、①-1は液肥として活用できる可能性がある。よって今後の展望として、①-1の液肥としての効能を栽培実験などでみてみたいと考えている。また、今回はCa材として主にチョークを使用した

が、全国での汎用性を高めるため、