

室内実験によるクリンカアッシュ、石炭灰造粒物(細粒分)および海砂による 底質からの栄養塩溶出抑制効果の比較

鳥取大学 学生会員 ○三宅 真生

鳥取大学 正会員 増田 貴則

鳥取大学 正会員 高部 祐剛

鳥取大学 正会員 星川 淑子

1. 序論

鳥取県の狐川をはじめとした感潮河川や停滞性水域では、人為にともなう栄養塩の流入によりヘドロ状の底質が堆積してきた。

ヘドロ状の底質からは窒素やリンなどの栄養塩や硫化水素が溶出し、藻類などの大量増殖や悪臭などを引き起こす。また、生物の生息環境が悪化して、周辺環境にも悪影響を及ぼす。この対策としては、浚渫、曝気、覆砂などが行われている。しかし、浚渫の場合、引き上げ後のヘドロ(底泥)の処分問題があり、莫大な工事費用も必要になる。また、曝気の場合は、ヘドロ層の巻き上げ、曝気範囲が限定されてしまうこと、一時的な効果しか望めないなどの問題点があり使用する機械の開発が進められており改善には至っていないのが現状である。一方で覆砂は、栄養塩の溶出速度を低減させて、さらに生物の生息環境の改善効果もあるものの、覆砂材として一般的に使用されていた海砂の採取が禁止される地域も出てきたため、代替覆砂材の検討が必要となる点の問題点としてあげられる。

本研究では、代替覆砂材として石炭灰物質に着目した。石炭灰物質のなかでまだ研究が十分とはいえないクリンカアッシュ、細粒分の石炭灰造粒物(石炭灰であるフライアッシュにセメント、水を混合して造粒固化したもの)のうち、粒径0~2.0mm程度の細粒径のもの。以下、石炭灰造粒物(細粒分)と呼ぶ。)の覆砂材としての能力を明らかにすることを目的とする。

2. 利用する覆砂材

本研究で検討する覆砂材は、石炭火力発電所から産出される石炭灰のなかで全体の15%ほどを占めるクリンカアッシュと、全体の85%ほどを占めるフライアッシュから作られる石炭灰造粒物(細粒分)である。クリンカアッシュは、天然の海砂と近い粒度分布、透水係数を有しているため、海砂と同等の覆砂効果が望めると考えられる。また、土壌試験においては重金属の溶出量が土壌の汚染に係る環境基準値以下の極低濃度であることが確認されているため¹⁾、覆砂利用した際も環境への重金属の溶出が無いことが期待される。また、石炭灰造粒物のうち粒径10~20mm程度の粒径のものは既に実際の海域で覆砂利用され、効

果が実証されている²⁾。そのため、石炭灰物質由来のクリンカアッシュ、石炭灰造粒物(細粒分)にも覆砂利用時の効果が期待できると考えられる。

3. 実験方法

実験に用いる泥は2018年10月に鳥取市袋川下流の狐川より採取し、2mmの篩にかけよく混和した後、密封容器に入れ、冷蔵保存したものを使用した。実験水は狐川の水質を参考に模擬汽水を作成した。狐川の水質を表1に示す。

表1 狐川の水質

水温(°C)	21.8
pH[-]	7.47
ORP[mV]	175.6
EC[s/cm ³]	4,333
DO[mg/L]	2.8
T-P[mg/L]	0.61
PO ₄ -P[mg/L]	0.54

実験方法は、内径21.4mm、長さ20cmの試験管に狐川の底泥と模擬汽水を加え、底泥の高さが約4cmになるように調整し、ブランクを含む4通りの覆砂材(ブランク、海砂、クリンカアッシュ、石炭灰造粒物(細粒分))を覆砂厚が約2.5cmになるように散布した。また、実際の停滞性水域の水底付近ではバクテリアが過剰な有機物を分解するために多くの酸素を消費するので嫌気状態になっている。そこで本研究では、窒素ガスを5分程度吹き込み、キャップをすることで嫌気状態を作成した。その後インキュベータの中を暗所にして、25°Cで静置し直上水のT-P濃度、NH₄-N濃度を測定する実験を行った。

なお、本実験では同条件のものを3本ずつ、測定回数3回分(実験開始から、3日後、7日後、10日後)用意し、直上水のT-P濃度、NH₄-N濃度、ORP値、pH値、底泥のORP値、pH値を測定する実験を行った。

キーワード 覆砂材、栄養塩溶出、停滞性水域

連絡先 〒680-8550 鳥取県鳥取市湖山南4丁目101 工学研究科 社会基盤工学専攻

TEL 0857-31-5318

4. 実験結果

図1に覆砂材散布時の T-P 濃度の測定結果を示す。また、10 日目の T-P 濃度の比較データを図2に示す。グラフは覆砂材散布後の直上水の T-P 濃度の変化を示している。図1のブランクの結果からこの実験ではリンの溶出が起きていることが伺える。また、Turkey-Kramer の方法で多重比較した場合、クリンカアッシュ、石炭灰造粒物(細粒分)、海砂覆砂時にはブランクとの間に有意水準 1% で高度に有意差が見られた。また、pH 値に関して Turkey-Kramer の方法で多重比較した場合、石炭灰造粒物(細粒分)は他の水準より高い値を示し、有意差が見られたが、環境省の定めた水質汚濁に係る環境基準値の範囲内であった³⁾。

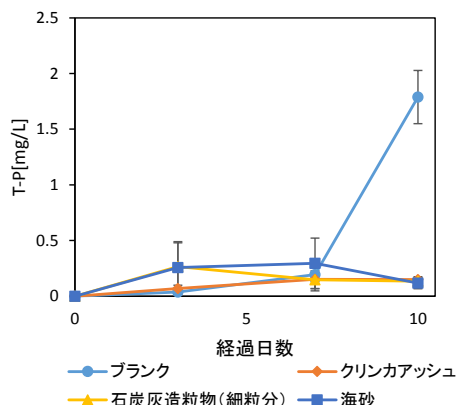


図1 直上水の T-P 濃度変化
(n=3, Ave.±S.E.)

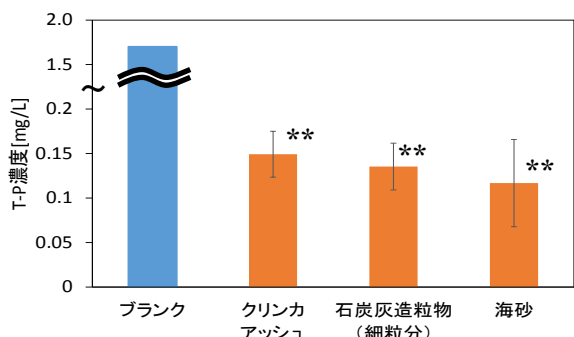


図2 直上水の 10 日目の T-P 濃度比較
(n=3, Ave.±S.E.)

Turkey-Kramer 法より, $p<0.05$:*, $p<0.01$:**

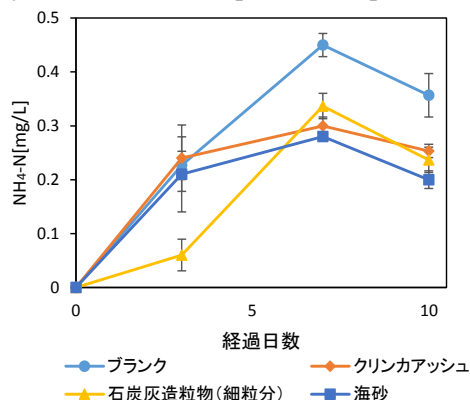


図3 直上水の NH₄-N 濃度変化
(n=3, Ave.±S.E.)

また、覆砂材散布時の NH₄-N 濃度の測定結果を図3に示す。グラフは覆砂材散布後の直上水の NH₄-N 濃度の変化を示している。図3のブランクの結果からこの実験では NH₄-N の溶出が起きていることが伺える。また、10 日目の NH₄-N 濃度の比較を図4に示す。Turkey-Kramer の方法で多重比較した場合、各覆砂材覆砂時にはブランクとの間に有意水準 5% で有意差が見られた。

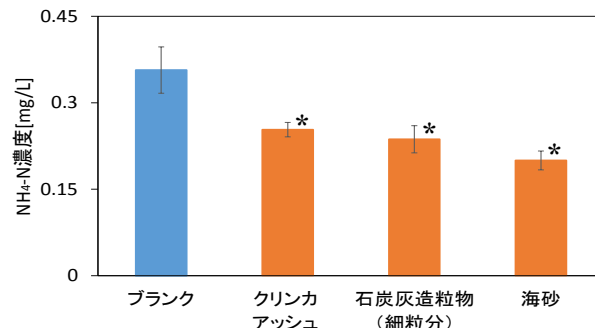


図4 直上水の 10 日目の NH₄-N 濃度比較
(n=3, Ave.±S.E.)

Turkey-Kramer 法より, $p<0.05$:*, $p<0.01$:**

5. 考察

図2より、クリンカアッシュ、石炭灰造粒物(細粒分)の覆砂時にはブランクと比較してリンの溶出が大きく抑制できているという結果を得た。また結果を海砂と比較しても、海砂と同等程度の溶出抑制効果が見られることが確認できた。

一方、図4よりクリンカアッシュ、石炭灰造粒物(細粒分)はどちらもアンモニア態窒素の溶出に関しても抑制効果が見られると言える。また、リンの時と同様に、海砂と同等程度の溶出抑制効果を得ることができた。

6. 結論

本研究において、クリンカアッシュ、石炭灰造粒物(細粒分)には海砂と同等程度のリン、アンモニア態窒素の溶出抑制効果があることが確認できた。そのため、クリンカアッシュ、石炭灰造粒物(細粒分)には海砂と同様の覆砂材としての能力があると考えられる。一方、クリンカアッシュ、石炭灰造粒物(細粒分)の長期間の覆砂時の溶出抑制効果が今回の実験では測定できていないため、長期間の実験を行い、長期間での溶出抑制効果を検討する必要がある。

謝辞

クリンカアッシュ、石炭灰造粒物(細粒分)は中国電力株式会社よりご提供いただいたものを使用しました。ここに記して謝意いたします。

参考文献

- 1) 渡邊郁夫 (2002): 石炭灰の施用が樹木の生育に及ぼす影響, 日本緑化工学会誌, 28 巻, 2 号, pp.363-368
- 2) 中本健二(2015), 石炭灰造粒物による沿岸域の底質環境改善技術に関する研究, 土木学会論文集, Vol.71, No.2, I_808-I_813
- 3) 環境省(2016) _水質汚濁に係る環境基準について(公布日:平成 28 年 3 月 30 日、環境庁告示 37 号)