

有用微生物の石炭灰に対する六価クロム抑制効果

九州大学大学院 学○橋本大雅

九州大学大学院 正 大嶺聖 正 安福規之 正 小林泰三

1. はじめに

現在日本において石炭灰排出量は増加傾向にある。また石炭の可採年数は、他の化石燃料と比べてはるかに長いものとみられており、今後火力発電所がさらに増加し、より大量の石炭灰が排出されることも考えられる。排出された石炭灰が利用される分野は主にコンクリート分野であったが、昨今ではコンクリート生産量増加が頭打ちになってきたため、多分野における利用が必要とされ始めた。

石炭灰が利用される際に、石炭灰中から環境基準を超える溶出量の物質が出てくる場合があるため、用途によっては石炭灰の無害化処理を行う必要がある。現在は酸洗浄や固化等の方法が用いられているが、本研究では環境負荷がなるべく小さく、低コストの石炭灰浄化方法の確立のため、昨今環境浄化に用いられている微生物に着目した。微生物は自然物であるため環境負荷は小さく、またコストも比較的小さいと考え、その効果を検証した。

2. 石炭灰の種類による溶出低減効果の差異

2.1. 使用する微生物培養液

本研究では、「えひめ AI-2」と呼称される微生物培養液に着目して、微生物を用いた石炭灰の無害化処理について検討する。

この微生物培養液は、「1.原料となる水道水、白砂糖、ヨーグルト、ドライイーストおよび納豆をペットボトルに入れ、攪拌する。2.約 35℃で一週間培養する。3.pH 測定の結果 3~4 程度の値になり、発酵臭がすれば完成。」というような作成手順が公開されている。酵母・乳酸菌・納豆菌を主体に糖蜜などを用いて発酵培養させた酵素を含む複合微生物培養液である。

2.2. 2 種類の石炭灰の差異

本研究では石炭灰 A と石炭灰 B を用い、これらの pH および六価クロム (以下 Cr^{6+}) 溶出量を表 1 に示す。また、これらを用いた実験の条件およびその結果を以下に示す。

＜実験条件＞蒸留水 200g、石炭灰 100g に微生物培養液を 50g 加え攪拌し、温度約 35℃で静置し、1 週間後の試料上澄み液の pH、および上澄み液の微生物量と上澄み液廃棄後の石炭灰の Cr^{6+} 溶出量を測定した (Cr^{6+} 溶出量は環告 46 号に従い測定)。

＜実験結果および考察＞以上の条件において測定した各物性値を表 2 および図 1 に示した。これらの結果をみると、石炭灰 A を使用した試料については、 Cr^{6+} 溶出量低減効果が比較的強く、また上澄み液中の微生物量が微生物培養液のものより小さくなるという結果が出た。逆に石炭灰 B を用いた場合では、 Cr^{6+} 溶出抑制効果は非常に高く、溶出量が土壌環境基準である 0.05mg/L 前後のものが多く、また微生物量も A とは逆に微生物培養液より非常に大きいという結果となった。

微生物量と Cr^{6+} 溶出量の関係のみに着目して図 1 をみると、微生物量が大きい場合の方が、溶出低減効果が高い傾向にある。また、表 1 に示した各石炭灰の pH の値をみると、石炭灰 B が弱アルカリ性といえる値であるのに対し、石炭灰 A では強アルカリ性の値を示している。

微生物には増殖していく上で最適な pH の範囲が種類ごとに存在

表 1 各石炭灰の化学特性

	石炭灰 A	石炭灰 B
pH	12.38	9.95
Cr^{6+} 溶出量 (mg/L)	0.397	0.4

表 2 pH 測定結果の平均

	石炭灰 A	石炭灰 B
平均 pH	11.94	8.44

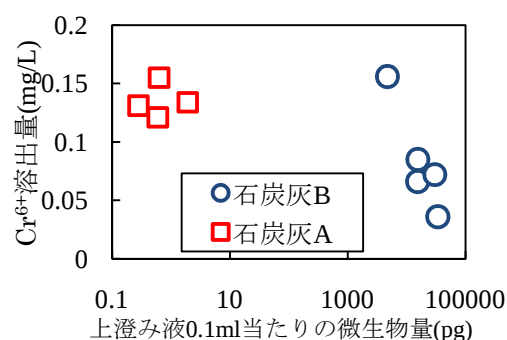


図1 石炭灰A、Bに微生物培養液を混合した後の微生物量と六価クロム溶出量の関係

し、今回の微生物培養液中に含まれるものの場合図2のようなになる。石炭灰Aを使用した試料の場合、このpHが微生物増殖に適したものとから離れすぎたために微生物量が全く増えず、上澄み液のpHの差がこの結果に結び付いたのではと考えられる。

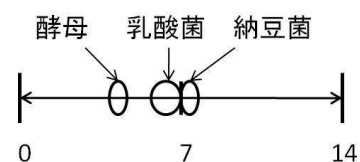


図2 各微生物の最適 pH 範

3. pH を調整した場合の微生物量の変化

先に述べた実験の結果および考察から、石炭灰Aにおいても初期のpHを調節すれば、微生物量の増加及び Cr^{6+} 溶出量のさらなる低減が望めるのではないかと予測した。また同時に、 Cr^{6+} は存在するが石炭灰と接していない環境下で、同様の実験を行うとどうなるかを、以下の条件で検証した。

＜実験条件＞水200g、石炭灰A100gに微生物培養液を50g加え攪拌したものを二つ用意し、片方はそのまま、もう片方は1mol/L塩酸を用いて上澄み液のpHを調整した（表2で示した石炭灰Aを用いた場合の平均pHが基準）。そして試料作製直後と、温度約35℃の環境下で1週間静置後の上澄み液のpH、微生物量および Cr^{6+} 濃度を測定した。また、石炭灰Aからと混合した後濾した浸出液に対しても微生物培養液を加え、同様の条件で静置し同様の物性値を測定した。

＜実験結果および考察＞各試料のpH変化、微生物量変化、および1週間後の Cr^{6+} 濃度の測定結果はそれぞれ図3、4、5を示す（微生物量は、溶液0.1ml中のもの）。上澄み液は石炭灰と混合している条件、浸出液は石炭灰から濾したあとの条件を示す。まず図3をみると、上澄み液は、pH調整、未調整の両方が1週間後には強アルカリ性となっているが、浸出液では両方1週間後に中性となっている。図4については、上澄み液の結果は両方とも増加していない。浸出液はpH未調整の場合は1週間後の微生物量が增大しているが、pH調整している場合では、微生物量はやや減少している。これはpH調整に塩酸を使用したことが影響と考えられる。図5をみると、微生物量が増加した浸出液は、上澄み液の場合と比べて Cr^{6+} 濃度が小さいことが分かる。以上より、最初にpHを酸性よりにしたところ、石炭灰と混合した場合ではそれが持続できず、 Cr^{6+} の抑制効果は予測ほどではなかったが、持続が可能な条件であれば微生物量は増加するとわかった。

4. まとめ

2種の石炭灰に微生物培養液を添加した際、吸着により両方の Cr^{6+} 溶出量が低減されたが効果に差があった。そこで溶出量が大きい結果がでた石炭灰に対する低減効果をより増幅するため、微生物量が大きいほど Cr^{6+} 溶出量が小さいという関係に着目した。混合液のpHを中性よりにし微生物量を増加させようとした結果、今回の条件では予測ほどの効果は得られなかったが、pHを酸性で維持すれば微生物量増加の可能性があると考えられた。

【謝辞】本研究は平成22年度科研費（21360227）および九州大学P&P研究の助成を受けて実施したものである。

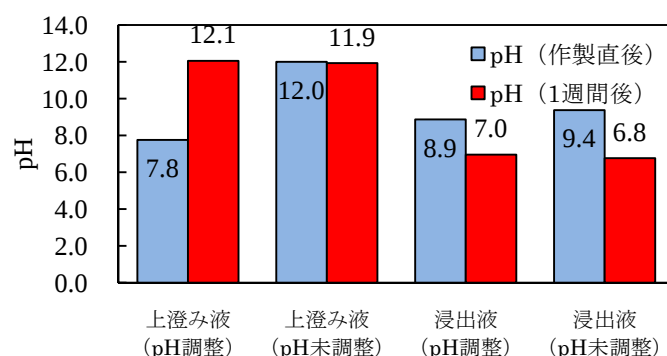


図3 pH変化についての測定結果
(石炭灰A使用)

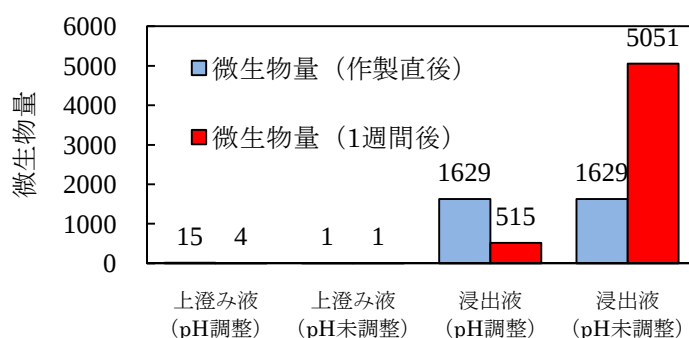


図4 微生物量変化についての測定結果
(石炭灰A使用)

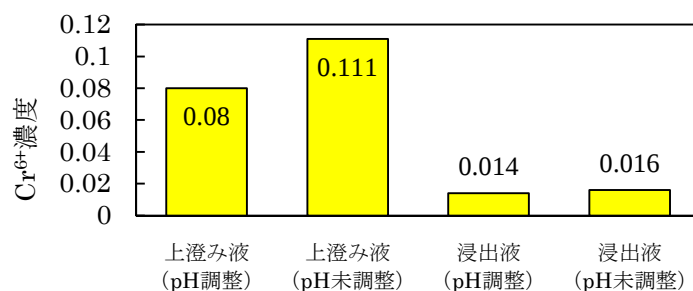


図5 1週間静置後の Cr^{6+} 濃度 (石炭灰A使用)