

石炭灰を利用した浚渫泥から溶出するリン酸の吸着除去

茨城大学大学院	学生会員	水沼 加奈子
茨城大学工学部	正会員	安原 一哉
茨城大学工学部	正会員	村上 哲
茨城大学工学部	正会員	神子 直之

1.はじめに

土壤汚染の主な対策例としては、地下水揚水等の原位置抽出法、土壤の掘削を行わずにその場で何らかの浄化法をとる原位置浄化法及び活性炭などによる汚染ガスの吸着法などがあげられる。

これらのうち、比表面積の大きい物質の表面への有害物質の吸着は、土壤汚染対策法に大いに活用できると期待されている。本研究では、このような目的に適した材料として、産業廃棄物の一つである石炭灰に注目した。このような廃棄物が汚染土の浄化に利用できるなら、環境負荷低減の立場から極めて有用である。

この事を確かめる第一歩として、本研究では、アオコ問題など水質・泥質悪化が問題となっている霞ヶ浦の浚渫泥中に含まれる、リン酸の吸着に石炭灰が有効であるかどうかに関する基礎的実験を行った。本文は、その成果をまとめたものである。

2 実験概要

本研究では、石炭灰を利用したリン酸吸着の有無を調べるために、リン酸溶液と石炭灰を用いて、＜A＞リン酸水溶液と石炭灰の攪拌実験、＜B＞圧密装置を用いた強制脱水に伴う石炭灰のリン酸吸着能力に関する実験を行った。

(1)攪拌実験は、人工的にリン酸溶液を作製し、初期濃度を 10, 100, 200, 300mg/L と変えた。この水溶液を一定量(10g)石炭灰と混合して 48 時間以上攪拌した。図-1 に操作手順を示す。得られた結果を用いて吸着等温線を求める。ここで、吸着等温線とは、温度一定で吸着量と濃度の関係を表すもので、吸着量を示す方法として一般的に用いられる。

(2)圧密装置によるリン酸溶出実験(図-2)では、はじめに霞ヶ浦の浚渫泥(含水比 350%以上)だけを装置に入れ、72 時間をかけて $0.1\text{N}/\text{cm}^2 \sim 0.3\text{N}/\text{cm}^2$ の上載圧をかけて底泥を圧密させた。脱水した水溶液のリン酸の濃度を測定し、これを浚渫泥から溶出してきた水のリン酸濃度とした。次に、図-2 に示す様に石炭灰をフィルター材として浚渫泥の上下各数 cm 挟み、同じ要領で圧密させて水を脱水させる。そしてフィルターの無い場合と同様に溶出水の $\text{PO}_4\text{-P}$ 測定を行って石炭灰を挟んだときとそうでないときでは濃度がどう変わっていくかを調べた。

3. 実験結果と考察

(1) 攪拌実験

キーワード：土壤汚染，産業廃棄物，石炭灰，リン酸，吸着等温線

連絡先：〒316-8511 日立市中成沢町 4-12-1 Tel：0294-38-5146 FAX：0294-38-5268

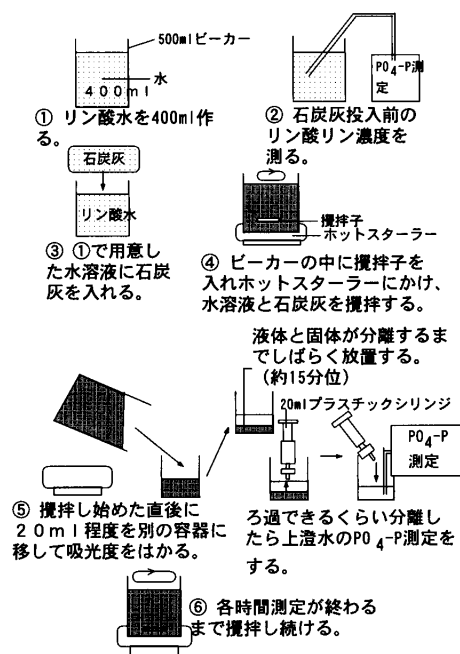


図-1 攪拌による石炭灰の吸着能力に関する実験方法＜実験 A＞

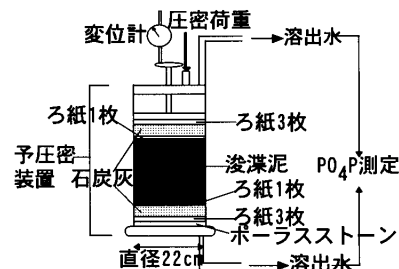


図-2 圧密による石炭灰の吸着能力に関する実験方法＜実験 B＞

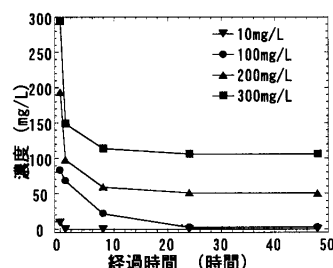


図-3 リン酸水溶液による攪拌実験における濃度経時変化

①実験結果：図-3～図-5 は各実験結果のリン酸濃度と経過時間の関係を示したものである。攪半時間は 24～48 時間またはそれ以上であるが、吸着平衡状態(吸着する量と脱着する量とが時間平均的に等しい平衡状態)に達するのが大体 24～48 時間であるので、それに基いて攪半時間を決定した。

図-4 では、吸着剤としての試料を石炭灰の代りに豊浦標準砂にした。砂の量は 10g で他の攪拌実験と変わらない。図-4 に見られるように結果としては、若干リン酸濃度の低下が見られるが、1 週間近く攪拌しても大きく濃度が下がることはなかった。攪拌前の濃度は 0.14mg/L、平衡濃度は 0.11mg/L であることから判断して、砂にはリン酸が殆ど吸着されていないと言える。

さらに、霞ヶ浦に流入する河川の取水口で採取したリン酸濃度 0.22mg/L の水溶液を用いて攪拌し石炭灰にリン酸吸着があるかどうか試してみた。図-4 に示す数字によればこの実験でも攪拌後すぐ濃度が下がっているが、時間が経つにつれやや上昇傾向が見られる。

次に上記に比べかなり高濃度のリン酸溶液で実験を行ってその結果を図-3 にをまとめた。この場合も例外でなく攪拌直後かなりの濃度低下が見られた。

②実験結果による吸着量の定式化：上記の攪拌実験での結果を基に、図-5 に示したように、縦軸に近似吸着量 Q 、横軸に近似平衡濃度 C をとりプロットすると、式(1)のようになる。

$$Q = 1.09 C^{0.437} \quad (1)$$

ここで Q ：吸着量 (吸着されるもの「リン酸」(mg)/吸着剤「石炭灰」(g))

C ：平衡濃度 (吸着平衡に達したときの液相中の吸着されるものの濃度「吸着平衡時のリン酸濃度」)

である。式(1)が吸着等温式、図-6 の直線が吸着等温線である。初期濃度 0.33, 10, 100, 200, 300mg/L での攪拌実験でそれぞれ得られた結果を利用して求めた。従って、0.3～300mg/L の濃度範囲なら、石炭灰とリン酸の吸着についてはこのように予測できる。

(2) 圧密による強制脱水による溶出実験

図-6 は上載圧 0.1N/cm² の場合の時間沈下曲線、図-7 は試料の設定条件を変えて溶出させた溶出水の濃度と経過時間の関係を示したものである。浚渫泥だけを強制脱水させた時の溶出水のリン酸濃度は 0.17mg/L だったのに対し石炭灰をフィルター(厚さ 4, 1cm)として上下に挟んだ場合は、共に定量範囲以下となった。ただし、フィルターの石炭灰の厚さを 1cm に設定した場合には、72 時間後に測定したものに微量ながらリン酸が検出された。これより、汚泥の浄化に当ってはフィルター層としての石炭灰の厚さを決めることも重要であることが分る。

4.まとめ

(1)人工的に作製したリン酸溶液と石炭灰を攪拌して、その溶液のリン酸濃度を測定した結果、リン酸は攪拌してすぐに石炭灰に吸着される。つまり石炭灰は短時間で吸着能力が発揮される。

(2)リン酸を含む浚渫泥を、石炭灰をフィルターにして圧密させたところ、泥からの溶出水のリン酸濃度が極めて低くなった。このことから、石炭灰は浚渫泥から溶出するリン酸の溶出抑制効果が期待される。

以上から、石炭灰には、定泥中のリン酸吸着能力があることが分かった。

<参考・引用文献>

1) C.L.Mantell：(柳井 博・加納 久雄 共訳)、吸着および吸着剤、技報堂出版、pp1～70、1972。

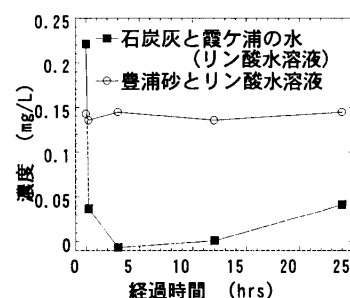


図-4 攪拌実験結果<A>

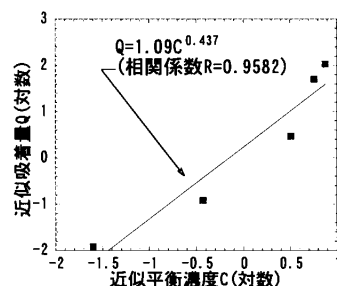


図-5 攪拌実験<実験 A>から得られた吸着等温線

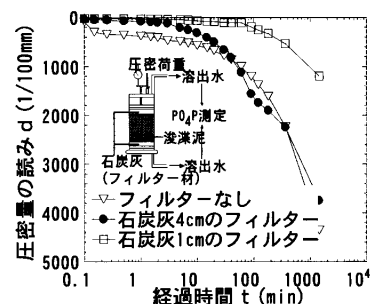


図-6 荷重沈下曲線(0.1N/cm²)の場合

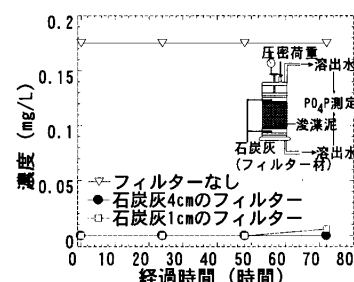


図-7 圧密後に溶出した水のリン酸濃度