

塩酸処理ポリウレタンフォーム(HCl-PUF)を用いた 環境試料中六価クロムの定量に関する研究

日大生産工(院) ○水島 健人 日大生産工 朝本 紘充 齊藤 和憲
中釜 達朗 南澤 宏明

【緒言】

近年の目覚ましい工業発展に伴い、環境水中へ排出された有害廃棄物による環境破壊問題が深刻化している。なかでも、合金の材料やめっきなどに用いられる六価クロム(Cr(VI))は人体や環境に悪影響を与えることから、その排水基準値は水質汚濁防止法において0.5 ppm以下と厳しく制限されている。これより、環境水中に存在するCr(VI)を正確に定量することは、環境保全の観点からも極めて重要である。一般に、Cr(VI)の定量には原子吸光分析装置や誘導結合プラズマ発光分光分析装置(ICP-AES)などの分析機器が使用される。しかし、環境水中に含まれるCr(VI)が極微量である場合、機器による直接定量は困難である。そこで、実際の分析では定量実験の前に試料溶液中の目的成分を分離、濃縮する抽出操作が必要である。現在までに報告されたCr(VI)の抽出法で最も汎用されているのが溶媒抽出法¹⁾であるが、同手法では多量の有機溶媒を使用することから、環境保全の観点より多くの問題点が指摘されている。このため、有機溶媒を要さない固相抽出法を併用したCr(VI)の新規定量法の確立が囑望されている。

これまでに我々は、塩酸による表面処理を行ったポリウレタンフォーム(HCl-PUF)がpH 4.0の溶液条件下において三価クロム(Cr(III))を吸着せず、Cr(VI)のみを選択的に吸着することを明らかにした(図1)。

さらに、HCl-PUFに吸着したCr(VI)は3.0 M硝酸溶液中においてほぼ完全に溶離されることがわかった。そこで本研究では、水道水および溜池水を実試料として用いたCr(VI)の添加回収実験を行い、環境試料中Cr(VI)用の固相抽出剤へのHCl-PUFの適用可能性について検討した。

【実験方法】

ポリウレタンフォーム(PUF)の合成法

所定濃度の4-4-ジフェニルメタンジイソシアネートおよび変性ポリオールの各溶液を重量比1:1で混合し、24時間放置してPUFを合成した。その後、得られたPUFをミキサーで細かく粉碎し、純水で洗浄したものを試料として用いた。

PUFの化学修飾(塩酸処理)

上記操作で得られたPUFを所定量の3.0 M塩酸溶液に浸漬させ、10分間の超音波処理を行った。その後、得られた生成物を純水で洗浄し、50℃で24時間乾燥させたものをHCl-PUFとして用いた。

環境試料を用いたCr(VI)の添加回収実験

日本大学生産工学部実習校舎において採取された水道水または溜池水を用いてpH4.0の1.0 ppm Cr(VI)溶液を調製した。得られたCr(VI)溶液50 ml中にHCl-PUF 0.5 gを添加し、24時間かけて攪拌した後、液相中の残存Cr(VI)濃度をICP-AESを用いて測定した。

Study on Determination of Hexivalent Chrome in Environmental Samples
Using Hydrochloric Acid Treated Polyurethane Foam (HCl-PUF)

Kento MIZUSHIMA, Hiromichi ASAMOTO, Kazunori SAITOH,
Tatsuro NAKAGAMA and Hiroaki MINAMISAWA

さらに、Cr(VI)が吸着したHCl-PUFを完全に乾燥させた後、3.0 M硝酸溶液10 ml中で24時間かけてCr(VI)を溶離させた。得られた液相中のCr(VI)濃度をICP-AESを用いて測定し、HCl-PUFからのCr(VI)の溶離率を調べた。

【結果と考察】

水道水および溜池水を実試料として用い、Cr(VI)の添加回収実験を行ったところ、HCl-PUFへの吸着率は純水を試料とした系と比較して著しく低下することがわかった。これは実試料中に存在する他のイオン種がアニオン種であるCr(VI)の吸着を阻害しているためと考えられる。そこで、これら共存イオン種の影響を緩和するために、各実試料を純水で2倍希釈した後、これらを用いて再びCr(VI)の添加回収実験を行ったところ、殆ど全てのCr(VI)がHCl-PUFに吸着することがわかった(図2)。さらに、吸着したCr(VI)は3.0 M硝酸溶液を用いることでほぼ100%溶離させることが出来た。これより、HCl-PUFは環境試料中Cr(VI)用の固相抽出剤に適用可能であることが明らかとなった。

また、Cr(VI)の吸着を阻害する共存イオン種を明らかにするために、Cr(VI)に対して100倍の濃度の各アニオン種水溶液中におけるHCl-PUFへのCr(VI)の吸着率を調べた(図3)。その結果、Cl⁻などの複数のアニオン種がCr(VI)の吸着を妨害していることが明らかとなった。今後は、これら妨害物質を除去するための前処理法についても詳細に検討していく予定である。

【参考文献】

1) M. Gardner and S. Comber,
“Determination of Trace Concentrations of Hexavalent Chromium”, Analyst, 127 (2002)
pp. 153-156.

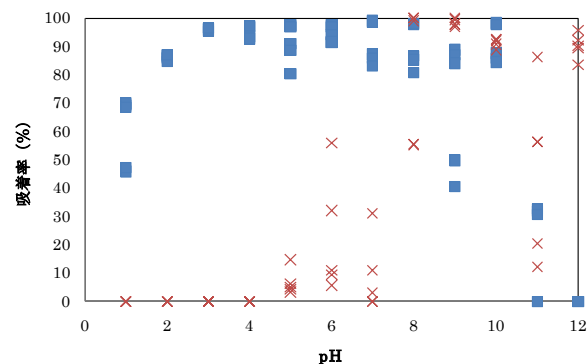


図1. Cr(VI) (■)およびCr(III) (×)のHCl-PUFへの吸着率(%)に及ぼす溶液pHの影響

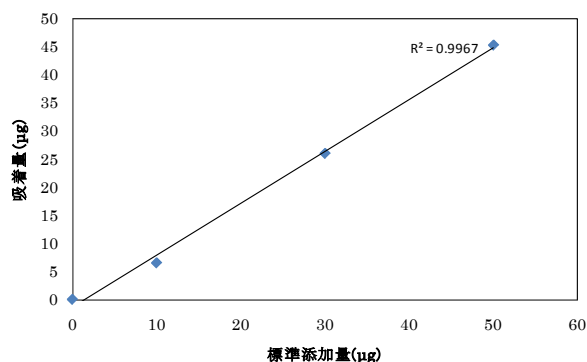


図2. Cr(VI)の希釈済み溜池水への各添加量(μg)に対するHCl-PUFへの吸着量(μg)

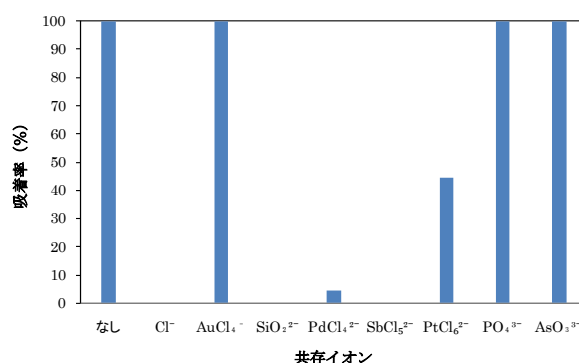


図3. アニオン種が過剰量存在する各溶液中でのHCl-PUFへのCr(VI)の吸着率(%)