

吸着強度によるバックグラウンド有機物の組成分類

岐阜大学大学院 ○学生員 荒引 聖俊
岐阜大学大学院 学生員 李 富生
岐阜大学流環研 正 員 湯浅 晶
岐阜大学工学部 正 員 松井 佳彦

1. はじめに

活性炭吸着処理の除去対象であるバックグラウンド有機物は、物理・化学的特性が異なる様々な成分から構成されている。このような混合有機物の吸着等温線は、初期濃度等の条件によって大きく異なり、一般に用いられている単一の Freundlich 等温式では表現できない。

この混合有機物の吸着等温線を把握するために、本研究では、吸着強度（Freundlich 式の係数 K と指数 $1/n$ ）の大小に応じてバックグラウンド有機物をいくつかの構成成分に分割する方法を提案する。また、様々な試料水を対象にした活性炭の回分吸着実験から得られた有機物全体の吸着等温線と数値解析結果との比較から、この成分の分割方法の適応性を実証するとともに、全成分の吸着等温線とそれぞれの構成有機成分の競合吸着特性を検討する。

2. 解析手法

バックグラウンド有機物の構成成分の単成分吸着等温線は、各々 Freundlich 式

$$q = KC^{1/n}$$

(q : 吸着量、 C : 各成分の濃度、 K 、 $1/n$: Freundlich 定数)

で表され、それぞれ固有の吸着強度(K 、 $1/n$)を持っている。そこで、バックグラウンド有機物を 21 成分に分割し、 K に対する濃度分布を自然現象を扱う上で、最適であると考えられる対数正規分布を持つと仮定した。次に、理想吸着溶液理論(IAST)と Freundlich 式に基づき、 $1/n$ が一定であるとした場合に誘導されるモデル式

$$\sum_{i=1}^N \frac{C_{i0}/C_{T0}}{(q_T/K_i)^n \frac{1}{C_{T0}} + 1} = 1$$

(i : 成分番号、 C_{i0} : 各成分の初期濃度、 C_{T0} : 全成分の初期濃度、 q_T : 全成分の吸着量、 C_T : 全成分の平衡濃度)

を用いて数値解析を行い、回分吸着実験より得られた結果との比較より、最適吸着強度分布と吸着等温線を決定し、検討を行った。なお、回分吸着実験は、回分吸着試験法に基づいて行われ、実験に用いられた試料水と活性炭についての条件を表 1 に示す。

3 結果と考察

図 1 に試料水 1 数値解析による全有機物の吸着等温線と回分吸着実験による吸着等温線の比較を示す。数値解析によって得られた結果は、回分吸着実験による等温吸着線の特徴をよく再現している。また、吸着等温線は、試料水の初期濃度により大きく変動することがわかる。

図 2 に各試料水におけるバックグラウンド有機物の吸着強度の分布を示す。し尿処理水は、フミン酸溶液や KP 廃水と比較して、全体に吸着強度が大きく、活性炭に吸着しやすい物質が多く含まれていると考えられる。また、

表1 回分吸着実験条件

試料水No.	試料水の種類	前処理	活性炭size(μm)
1	し尿処理水-A	pH7.0(0.2 μm)	75~150
2	し尿処理水-B	pH8.7(0.45 μm)	450以下
3	市販フミン酸溶液	pH7.2(0.45 μm)	0.45mm以下
4	市販フミン酸溶液	pH8.4(0.45 μm)	74(95%)
5	市販フミン酸溶液	pH6.1(0.45 μm)	74(95%)
6	KP廃水	pH7.1(0.45 μm)	450以下

()内は、前処理におけるメンブランフィルターの孔径である

フミン酸溶液を比較すると試料水5では、吸着強度の分布が狭く、全体として強度が小さいのに対し、試料水3と4では、いずれも分布が広くなり、新たな吸着強度の大きな成分が多く存在していることがわかった。この違いは、フミン酸溶液のpHが異なっていることによるものと推測される。また、この数値解析で得られた各試料水の有機物の構成は、有機物の吸着容量特性をより明確にし、また、理論的に不可能である固定層吸着における有機物の吸着挙動をシミュレーションするうえで、大変有用なものと考えられる。

図3は、IAST-freundlich式に基づき、求めた試料水1の活性炭添加量と各有機成分の残留率の関係を示している。有機成分の吸着は吸着強度の強い成分から順次吸着され、吸着強度の大きなもの程少量の活性炭添加量で速やかに吸着し、吸着強度の小さな成分程吸着に大量の活性炭添加量が必要とすることがわかる。

図4は、試料水1の溶存する有機成分が単独で吸着する場合と共存して吸着する場合の吸着等温線の比較である。いずれの成分でも、吸着量は単独で吸着する場合より共存して吸着する場合の方が低くなっている。また、共存して吸着する場合では、平衡濃度がそれぞれの成分の初期濃度まで接近していくと吸着性の弱い成分($i=5$)では吸着量が著しく低下し、吸着性の強い成分($i=7$)では、わずかに増加している。これは、吸着の進行に伴って、吸着強度の弱い成分が吸着性の強い他の成分より排斥され脱着が起こったと考えられる。

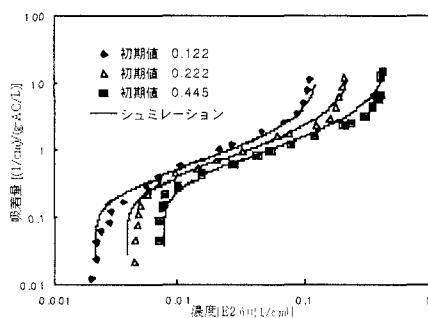


図1 吸着等温線の比較

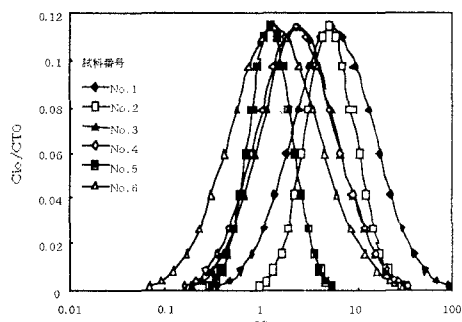


図2 吸着強度の分布

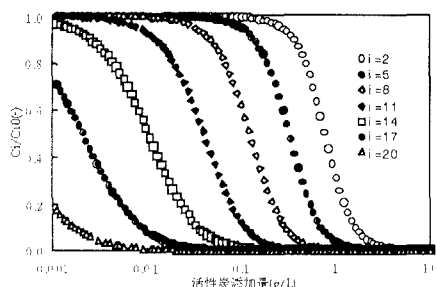


図3 活性炭添加量と残留率の関係

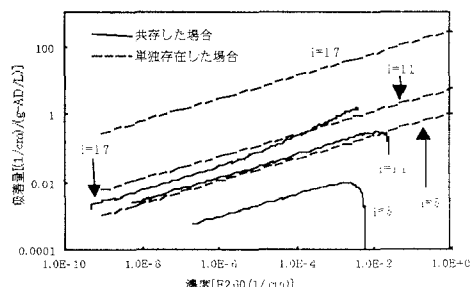


図4 競合吸着特性

4. まとめ

今回は吸着強度によるバックグラウンド有機物の組成分類という新たな方法を提案し、回分吸着実験結果よりこの方法の適合性を明らかにした。また、この方法は、様々な試料水中の全有機物の吸着特性とそれぞれの構成有機成分の吸着特性を明らかにする上で、非常に有効である。

[参考文献]

Akira Yuasa, Yoshihiko Matsui: 「Mathematical Development of Modified Batch Adsorption Isotherm of Total Components from Ideal Adsorbed Solution Theory and Freundlich Isotherm」