

用・廃水中有機物の活性炭平衡吸着特性

岐阜大学工学部   ○学生員   植松光崇   岐阜大学工学部   正 員   松井佳彦  
岐阜大学流環研   正 員   湯浅 晶   岐阜大学大学院   学生員   李 富生  
岐阜大学大学院   学生員   渡辺智洋

1.はじめに

用・廃水中の有機物は、組成未知の様々な有機成分から構成されている。活性炭によるこのような有機物の平衡吸着特性を検討する場合には、分子量の大小や親水性、疎水性の強弱などに応じて分割し、有機物全体を多成分の総合体として扱うことが必要である。本研究では、様々な原水を対象にした回分式吸着実験を行い、有機物全体の平衡吸着特性を検討する。次に、吸着処理前後の試料水中有機物の分子量分布を高速液体クロマトグラフ(HPLC)によって測定し、分子量分布が活性炭の添加量に応じたどのように変化するかを検討する。さらに、分子量の大小を基にした有機物の分画を行い、各分画有機物の平衡吸着特性を比較するとともに、理想吸着溶液理論に基づいて、有機物全体と各分画有機物の吸着等温線の再現方法を提案する。

表1 各分画分子量と基本組成割合の関係

| Group No. | 分子量     | $C_{10}/C_{T0}$ |
|-----------|---------|-----------------|
| 1         | 4123.38 | 0.4513          |
| 2         | 3756.22 | 0.1928          |
| 3         | 3188.47 | 0.1725          |
| 4         | 2412.44 | 0.1266          |
| 5         | 1420.73 | 0.0403          |
| 6         | 1221.04 | 0.0165          |

表2 各仮想成分の $k_i$ と初期濃度の割合

| i | $k_i$ | $C_{10}/C_{T0}(-)$ | i   | $k_i$  | $C_{10}/C_{T0}(-)$ |
|---|-------|--------------------|-----|--------|--------------------|
| 1 | 1.114 | 0.005              | 7   | 5.694  | 0.188              |
| 2 | 1.462 | 0.020              | 8   | 7.472  | 0.120              |
| 3 | 1.919 | 0.057              | 9   | 9.807  | 0.057              |
| 4 | 2.519 | 0.120              | 10  | 12.871 | 0.020              |
| 5 | 3.305 | 0.188              | 11  | 16.892 | 0.005              |
| 6 | 4.338 | 0.218              | 1/n | 0.273  |                    |

( $k_i$ と $n$ は、単成分系における 各仮想成分のFreundlich係数)

2.実験

原水としては、北海道空知郡北村の泥炭地水を用いる。原水を初期濃度が異なる計3種類に蒸留水で希釈し、pHが7.0前後になるように調整した後、0.45  $\mu$ mのメンブランフィルターでろ過し、それぞれのろ液を実験用試料水(試料水A,B,C)とした。各試料水の初期濃度はE260で表すと、0.0751、0.1512、0.2984であった。活性炭としては、粉碎したFiltrisorb 400(カルゴン社)を用いる。回分式吸着実験は20℃に調節した恒温槽で行い、浸透時間は一週間とする。水質指標は波長260nmでの吸光度(E260)を用いる。吸着処理前後の試料水の分子量分布は、高速液体クロマトグラフ(HPLC)を用いて測定する。

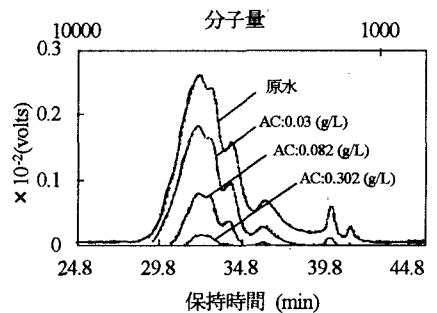


図1 各活性炭添加量下での分子量分布

充填カラム：日立 GL-W520-X (10.7×450mm)  
溶媒：0.02M- $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O} + 0.02\text{M-KH}_2\text{PO}_4$  流量：0.5mL/min

3.数値解析

各分子量分画有機物は、それぞれ吸着強度の異なる幾つかの仮想成分から構成されているとすると、ある平衡状態下における各分子量分画有機物の平衡濃度( $C_j$ )と仮想成分の平衡濃度( $C_i$ )の関係は、次の式に表される。

$$\sum_{i=1}^N a_{i,j} \cdot C_i = C_j \quad (j=1 \cdots M) \quad (1)$$

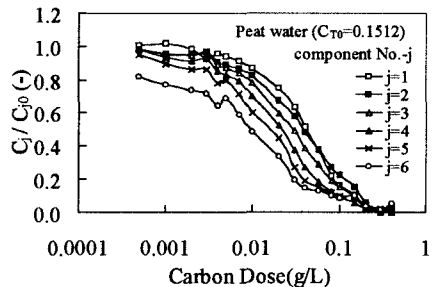


図2 活性炭添加量と各分画有機物の残留率の関係

$$\sum_{j=1}^M a_{i,j} = 1 \quad (i = 1 \cdots N) \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N a_{i,j} \cdot C_{i0} = C_{j0} \quad (j = 1 \cdots M) \quad (3)$$

$$0 \leq a_{i,j} \leq 1 \quad (i = 1 \cdots N; j = 1 \cdots M) \quad (4)$$

ここで、

$C_{j0}$ : 各分子量分画有機物の初期濃度

$C_j$ : 各分子量分画有機物の平衡濃度

$C_i$ : 仮想成分の平衡濃度

$a_{i,j}$ : 仮想成分  $i$  に対する各分子量分画有機物  $j$  の分配

率

$C_i$  は合計吸着等温線の実測データを再現できるときの各仮想成分の平衡濃度である。<sup>1)</sup>

#### 4. 結果と考察

図 1 は活性炭添加量下での残留有機物の分子量分布を示している。図より、全体の有機物は、分子量の異なるものから構成されている。また、活性炭を添加することによって、有機物は分子量の大小によらず広い範囲にわたって除去されている。ここで、原水中の有機物を表 1 に示すように、分子量の異なる 6 つのグループに分画すると、それぞれの分画の吸着挙動は、図 2 に示すようになる。図より、分子量の小さいものの方が見かけ上優先的に吸着されていることがわかる。図 3 は、式 (1)~(4) に基づいて求められた各仮想成分  $i$  に対する各分画有機物  $j$  の分配率を示している。数値解析には、試料水 B に対する各分子量分画有機物の平衡濃度の実測値と、図 4 に示す有機物全体を吸着強度の大小によって 11 成分 (表 2) に分割した場合における各仮想成分の平衡濃度値を用いた。図 5 は、分子量別に見て吸着強度の平均値をとったものである。これより、分子量が大きくなるにつれて吸着強度が徐々に低下していることが分かった。図 6 は、試料水 B の各分子量分画有機物の平衡吸着特性の実測値と計算値を示している。計算値は、実測値とよく一致し、今回提案した方法は、各分子量分画有機物の平衡吸着特性を再現する上で有効であることを示した。また、図 3 に示す係数を用いて、試料水 A と C の各分子量分画の平衡吸着特性を予測したところ、図 6 と同様な傾向が得られた。

#### 【参考文献】

1) 李富正、湯浅晶、松井佳彦、荒引圭俊：多成分系原水の合計吸着等温線の数式表現に関する研究、土木学会第 51 回年次学術講演会、VII-104, 1996。

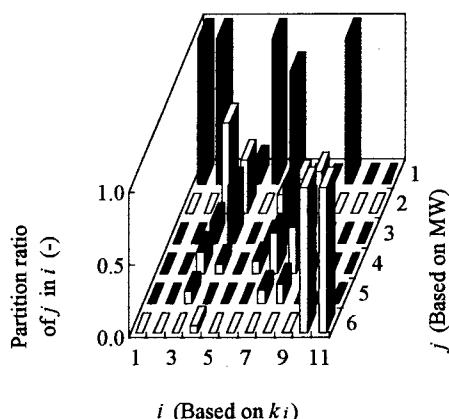


図3 各仮想成分*i*に対する各分画有機物*j*の分配率

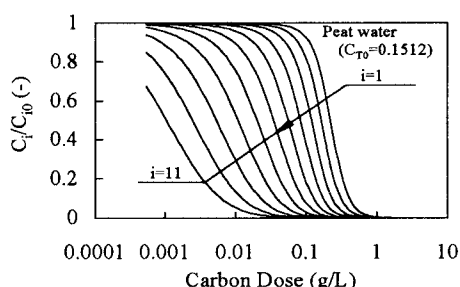


図4 試料水Bの各仮想構成成分 ( $N=1$ ) の吸着挙動

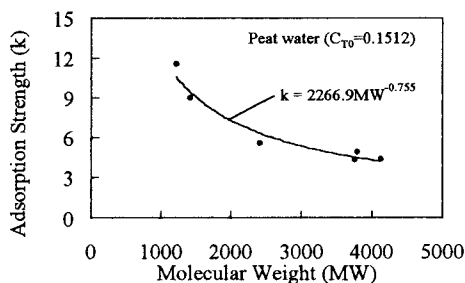


図5 各分子量分画有機物と吸着強度の関係

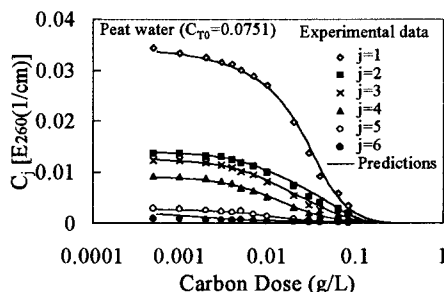


図6 試料水Bの各分画有機物の吸着挙動