

粉末活性炭を添加する膜分離における微量利水障害成分の除去

岐阜大学工学部 学生員○宇野淳二

岐阜大学工学部 正会員 松井佳彦

岐阜大学流域環境研究センター 正会員 湯浅 晶

岐阜大学流域環境研究センター 正会員 澤井浩二

はじめに

残留農薬などの微量利水障害物は、凝集沈殿処理や生物処理や近年新しい浄水法としての膜分離処理では、除去できず活性炭吸着処理が不可欠となってきている。

活性炭吸着処理は粉末活性炭法と固定層粒状活性炭法の2つに分けられる、本研究では粉末活性炭を膜分離の前に投入し微量利水障害物を吸収させ、吸着した粉末活性炭を膜分離によって取り除く方法により、農薬などの微量利水障害物の処理性について検討する。

具体的に扱う項目は、次のようである。

(1) 投入点の検討：

接触槽をもうけて投入する方法と、接触槽を使用せず分離膜の直前で投入する方法の比較と接触槽での滞留時間の影響

(2) 投入量と投入方法の検討：

分離膜の逆流洗浄の後に、一度に投入する方法と、連続して投入する方法との比較

(3) 農薬の活性炭に対する吸着性の影響の検討：

吸着速度と平衡吸着の影響

(4) 水中の活性炭で除去される成分が、擬似的に農薬のみ1種類の成分と仮定したときと、農薬以外の一般有機成分(EBC, equivalent background compound)を考慮した2種類の成分が混合していると仮定したときの影響

方法

平衡吸着関係を吸着等温線で表現し、吸着速度を液境膜と固体境膜の直列抵抗で仮定した基本吸着モデルを 図1のような攪拌接触槽と膜分離直列プロセスに適応してシミュレーションモデルを作成する。上記の(1)～(4)の項目を変化させて数値計算を行う。

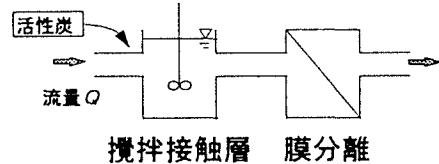


図1 攪拌接触槽と膜分離直列プロセス吸着等温線

有害成分と水中に存在する一般有機成分を考えた場合 I A S T (ideal absorbed solution theory)-Freundlich の吸着等温線式を用い計算する。

$$C_1 = \frac{q_1}{q_1 + q_2} \left(\frac{n_1 q_1 + n_2 q_2}{n_1 K_1} \right) \quad (1)$$

$$C_2 = \frac{q_2}{q_1 + q_2} \left(\frac{n_1 q_1 + n_2 q_2}{n_2 K_2} \right) \quad (2)$$

$$C_{1,0} = C_1 + q_1 C_c \quad (3)$$

$$C_{2,0} = C_2 + q_2 C_c \quad (4)$$

C : 濃度 C₀ : 初期濃度 q : 吸着量

n : 定数 C_c : 活性炭の濃度

K : Freundlich 定数

下付1は有害物質に関するもの

下付2は一般有機成分に関するもの

一般有機成分のK₂, C_{2,0}, n₂は有機成分の共存下における吸着平衡実験の結果より求めることができる(EBC法)。鍋屋上野浄水場の原水とUFろ過水を例にし、表1の係数を代入して、クロロタロニル(TPN)の吸着等温線を書くと図2の実線のようにになる。

表1

	K ₁	1/n ₁	C _{1,0}	K ₂	1/n ₂	C _{2,0}
	(mg/g) ^{1/n₁} (μg/L) ^{1/n₁}	無次元	μg/L	(mg/g) ^{1/n₂} (μg/L) ^{1/n₂}	無次元	μg/L
UFろ過水	95.11	0.11	18	262	0.084	142
原水	95.11	0.11	18	105	0.667	5122

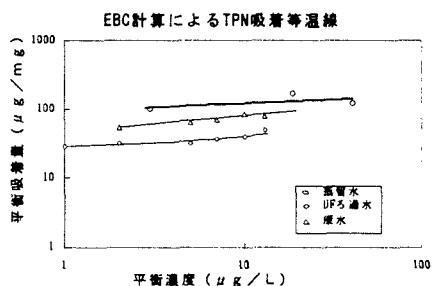


図2

(1)～(4)では、2成分の回分吸着を考えるため実験の処理プロセスを想定するときには現象の記述が複雑となる、それを簡易化して疑似1成分として扱うものが提案されている(SEBC法)。

$C_1 \ll C_{1,0}$ $C_2 \ll C_{2,0}$ と仮定し(1)～(4)より(5)が求まる。

$$q_1 = K_1 C_1^{\frac{1}{n_1}} \left(1 + \frac{C_{2,0}}{C_{1,0}} \right)^{\frac{1}{n_1}} \frac{1}{1 + \frac{n_2}{n_1} \frac{C_{2,0}}{C_{1,0}}} \quad (5)$$

(5)より、未知の一般有機成分 $C_{2,0}, n_2$ を求めることができ、クロロタロニル(TPN)の吸着等温線をかくと図3のようになる。

表2

	K_1	$1/n_1$	C_{10}	$1/n_2$	C_{20}
	(mg/g)	無次元	μg/L	無次元	μg/L
	(μg/L) ^{1/n₁}				
UFろ過水	95.11	0.11	18	0.3	549
原水	95.11	0.11	18	0.3	273

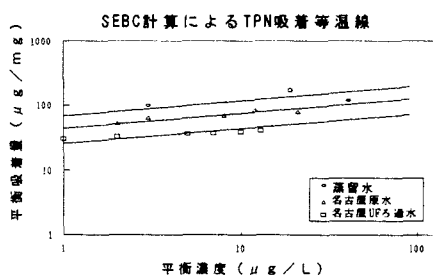


図3

吸着速度

吸着速度を支配する液境膜物質移動係数 k_f と固体境膜物質移動係数 k_s は、回分吸

着実験より求める。SEBC法によって求めた鍋屋上野浄水場の原水の $C_{2,0}, n_2$ を代入して、吸着等温線を作成し実験データに合致するよう k_f, k_s を求めると活性炭投入率別に図4、図5、図6のような濃度と時間の関係がわかる。

$$k_f = 2.10E-02(\text{cm/s}) \quad k_s = 1.00E-07(\text{cm/s})$$

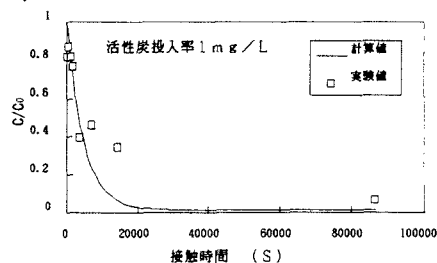


図4

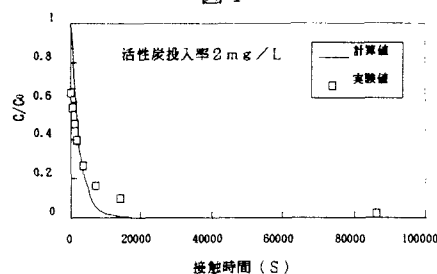


図5

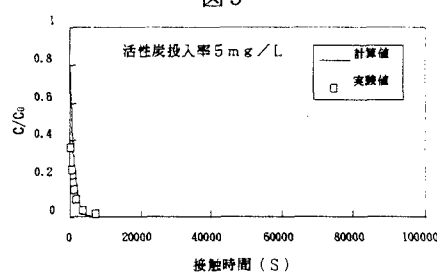


図6

おわりに

吸着等温線と吸着速度の以上の結果を踏まえ粉末活性炭を添加する膜分離におけるクロロタロニル(TPN)の除去のシミュレーションをおこない処理性について検討する。

結果と考察は講演時に発表する。