

粉末活性炭を添加する膜分離における微量有害成分の除去

岐阜大学工学部 学生員○小林 聡

岐阜大学工学部 学生員 有我清隆

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

1. はじめに

通常の浄水プロセスは、凝集、沈殿、ろ過という流れで行われている。この流れを大幅に簡略化できる新しい浄水プロセスとして、膜分離法についての研究、実用化が進められている。これにより、スペースの削減、無人化を可能にすることができる。しかし、このような凝集沈殿処理や膜分離処理では、農薬などの微量有害物質は除去しきれない。そこで、除去に有効な粉末活性炭を膜分離の直前に添加し、微量有害物質を吸着除去した活性炭を膜で分離するシステムが提案されている。

本研究では粉末活性炭添加を伴う膜分離法における数式モデル化を行い、モデル中のパラメーターを実験によって評価し、粉末活性炭による微量有害成分の除去性についての検討をする。

2. 粉末活性炭添加を伴う膜分離法の数式モデル化

2. 1 吸着平衡

さまざまな有機物から構成される原水中の吸着質を着目する微量有害物質と一般有機物の2成分と仮定し、式(1)と(2)で示す理想溶液吸着理論(IAST)とフロイントリッヒ式を用いて表現する。

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

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

C : 濃度, q : 吸着量

n : 定数, K : Freundlich 定数

添え字 1,2 はそれぞれ微量有害物質、一般有機物を示している。

微量有害物質の Freundlich 定数は純水における回分式吸着実験結果より求める。微量有害物質と競合吸着する未知の一般有機物の原水中の濃度と Freundlich 定数は、原水中における微量有害物質の吸着性の低下データから EBC(equivalent background compound)法により決定する。

2. 2 吸着速度

上述の有害成分と一般有機物の2成分が液境膜、固体境膜を経て活性炭の内部に拡散し吸着すると考え、液境膜、固体境膜拡散律速として、式(3)のように吸着速度を表す。

$$\frac{dq_i}{dt} = \frac{k_f}{\rho} a_v (C_i - C_{*i}) = k_s a_v (q_{*i} - q_i) \quad (3)$$

k_f : 液境膜物質移動係数(m/s)、 k_s : 固体境膜物質移動係数(m/s)、 C_* : 活性炭表面濃度(mol/m³)、 C : 濃度(mol/m³)、 ρ : 活性炭密度(kg/m³)、 q : 活性炭吸着量(mol/kg)、 q_* : 活性炭表面の吸着量、 a_v : 活性炭単位体積当たりの表面積、 i は成分番号で 1,2

2. 3 粉末活性添加を伴う膜分離法のモデル化

図-1のように接触槽・膜分離直列プロセスを設定し、各プロセス内の活性炭の滞留時間分布を考えて、2. 1, 2. 2の吸着平衡、速度式を組み合わせることでシミュレーションモデルを作成する。

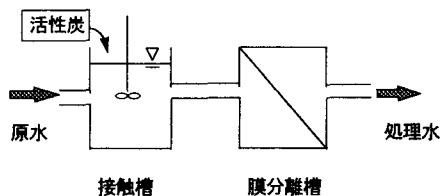


図-1 接触槽・膜分離直列プロセス

3. モデルパラメーターの決定

本研究では、微量有害物質として農薬のシマジンを用いる。シマジンは、疎水性の農薬の中でその性質を代表できるものである。粉末活性炭としてクロビンのTL9003を用い、純水によるシマジンの回分式実験により粉末活性炭への吸着特性を明らかにする。結果を図-2に示す。吸着等温線は次の式で表すことができた。

$$q = 30.68 * C^{0.22} \quad (4)$$

q : 濃度($\mu\text{g/L}$)、 C : 吸着量(mg/g)

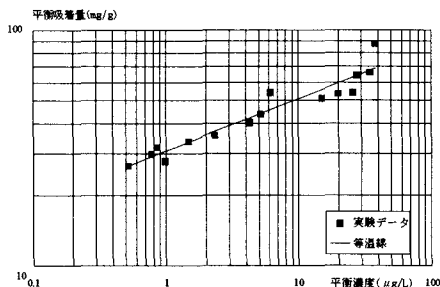


図-2 シマジンの吸着等温線

また、原水によるシマジンの回分式実験により一般有機物の吸着特性を EBC 法により求めると、表-1のように求められた。

表-1 シマジン、一般有機物の吸着特性

	K	1/n	C0	分子量
シマジン	30.68	0.22	-	201.7
一般有機物	87.72	0.15	198.1	1000

吸着平衡関係は図-3に示す。一般有機成分を含む原水中のシマジンの吸着等温線は図のように初期濃度によって異なり、IAST とフロイントリッヒ式で原水中のこのような平衡吸着関係が記述されることが確認できた。

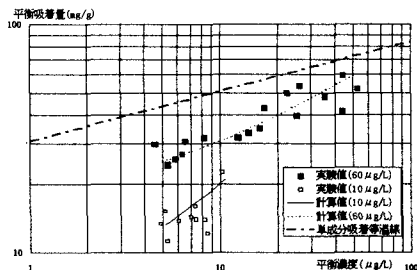


図-3 原水中のシマジンの吸着等温線

4. おわりに

粉末活性添加を伴う膜分離法の数式モデル化と実験結果、シミュレーション結果の結果と考察は紙面の制約上講演時に発表する。

参考文献

- (1) 土木学会編：新体系土木工学 88 上水道、技報堂出版(1991)
- (2) 真田雄三、鈴木基之、藤元薫編：活性炭－基礎と応用、講談社(1992)
- (3) 富澤長次郎、上路冨子、腰岡政二編：1989年版最新農薬データブック、ソフトサイエンス(1989)