

難分解性有機物の活性炭固定層における吸着特性

岐阜大学工学部　○学生員　伊藤　永康

岐阜大学大学院　学生員　李　　富生

岐阜大学工学部　正会員　松井　佳彦

岐阜大学流環研　正会員　湯浅　　晶

1. まえがき

本研究では、水中のバックグラウンド有機物を吸着強度の大小により5個の構成成分に分割する方法^{1, 2)}と液境膜・細孔内表面拡散モデルに基づいて、し尿の生物処理水とその凝集処理水中の生物難分解性有機物の固定層活性炭における吸着挙動を検討した。

2. 試料水及びカラム実験条件

試料水としては各務原し尿処理場の生物処理水とその凝集処理水の希釈水をpH7.0に調節した後、0.2 μmのフィルターでろ過したものを用いた。水質指標としては、今回ではE260(1cmセル)を用いた。それぞれの試料水の希釈倍率とそのE260を表-1に示す。

カラム実験においては、RSSCT法に基づいたミニカラムを用いた。活性炭としては、カルゴン社のF400を75~150 μmに微粉砕したものを使用した。カラム実験条件を表-2に示す。

3. シミュレーション

数値解析については、液境膜・細孔内表面拡散モデル(HSDM)に基づき各構成成分の物質収支式と表面拡散式の連立式から計算を行った。ただし、各成分の吸着容量特性は理想吸着溶液理論に基づくIAST-Freundlich式によって表すことにした。ここで、各成分の吸着定数及び、その存在割合はバックグラウンド有機物の吸着強度による分割方法によって求められた²⁾。その結果を表3に示す。吸着速度特性においては、液境膜物質移動係数 K_f は成分によらずに同一と仮定して、Sherwood数(Sh)、Schmit数(Sc)、Reynolds数(Re)の関数としてWilson-Geankoplisの相関式から求められた。また、各成分の表面拡散係数 D_s は、1)他の成分の影響を受けない、2)Crittenden&Handが提案した次の式に従うと仮定する。

$$D_{si} = a \cdot \frac{C_{oi}}{K_i C_{bi}^{1/n_i}} \cdots \cdots (1)$$

ここで、 C_{oi} :初期濃度、 K_i と $1/n_i$:吸着定数
式(1)中の唯一の未知数 a を仮定すると、各構成成分の破過曲線とそれらを総和して全成分の破過曲線を求めることができる。そこで実験データに合う a を探索して求めた。

表-1 試料水の水質

試料水	No.	希釈率	E260
生物処理水	1	0	2.295
	2	21.98	0.1044
	3	10.83	0.212
	4	5.315	0.4318
凝集処理水	5	0	0.6423
	6	5.866	0.1095
	7	2.920	0.22
	8	1.445	0.4444

表-2 カラム実験条件

項目	マイクロカラム
カラムの直径(cm)	0.4
活性炭粒径(cm)	0.0075-0.015
活性炭みかけ密度(g/cm ³)	0.7541
充填量(mg)	68.793
層厚(cm)	1.0
流量(mL/min)	1.664
線速度(m/h)	7.9490

表-3 各成分の吸着定数とその濃度割合

成分	生物処理水			凝集処理水		
	K_i	$1/n_i$	C_i/C_{oi}	K_i	$1/n_i$	C_i/C_{oi}
1	0.5547	0.3333	0.0264	0.9368	0.3361	0.0261
2	1.7721	0.3333	0.2289	2.5587	0.3361	0.2261
3	5.661	0.3333	0.4704	6.9884	0.3361	0.4647
4	18.085	0.3333	0.2289	19.087	0.3361	0.2261
5	57.773	0.3333	0.0264	52.132	0.3361	0.0261
6	0.0	-	0.0174	0.0	-	0.0295

4. 結果と考察

図-1は、例として凝集処理水を用いた場合における実験と計算より得られた流出特性を示している。実験結果をみると、いずれの初期濃度においても処理時間の増加に伴って流出率は上昇するが、その上昇勾配は吸着初期において大きく、その後徐々に小さくなった。また、流出率は初期濃度の低いものほど小さかった。

次に、実験結果と計算結果を比較すると、全体的に両者の差が小さく、ほぼ一致していることがわかった。こうしたことは、吸着強度の強弱によるバックグラウンド有機物の分割方法が、これまで理論上不可能となっている固定層におけるバックグラウンド有機物の吸着挙動のシミュレーションを実現させる上で有効であることを意味している。ベストフィティングより、決定された生物処理水とその凝集処理水の K_f と a は、それぞれ $3.4 \times 10^{-3}(\text{cm/s})$, $3.0 \times 10^{-10}(\text{cm}^2/\text{s})(\text{L/g})$ と $8.5 \times 10^{-3}(\text{cm/s})$, $5.0 \times 10^{-10}(\text{cm}^2/\text{s})(\text{L/g})$ であった。

上記の係数を用いて生物処理水とその凝集処理水をシミュレーションし、その結果を図-2に示す。全成分の破過曲線を比較すると、生物処理水の方が流出率の上昇が著しく大きく、また、凝集処理水の濃度までに希釈した同濃度下でも若干大きかった。このことは、凝集処理が活性炭吸着への負担を低下させるのみでなく、その吸着効果の上昇にもつながるものであることを示唆している。また、図-3を見ると、それぞれの成分の流出挙動はその吸着強度によって大きく異なり、吸着性の弱い成分、すなわち K_f の小さい成分の流出が非常に速く、成分1から成分5の順となった。また、成分1と2の流出率が1.0以上に越えた区間も見られ、これらの成分の脱着が行っていることがわかった。このことは、活性炭における有機物の脱着が、従来指摘された有機物の初期濃度の変化によるものだけでなく、吸着性の強い成分の吸着につれて排斥される特徴もあることを示している。

今後は、これらの成分の初期濃度が、吸着現象に及ぼす影響をさらに検討する必要がある。

4. まとめ

今回の検討により、有機物の吸着強度のよる分割方法と対象水中のバックグラウンド有機物の固定層活性炭における吸着特性をシミュレーションする上で有効であることを明らかにした。また、吸着性の弱い成分の脱着が著しく大きく、実際の処理場においてもこれらの成分の特定が安全な処理水を供給する上で非常に重要であることを示した。

〔参考文献〕

- 1) A.Yuasa, Y.Matsui, F.S.Li, 10th IWSA-ASPAC Conference, Hong Kong'96 (In print)
- 2) 荒引, 李, 湯浅, 松井, 土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 1996年

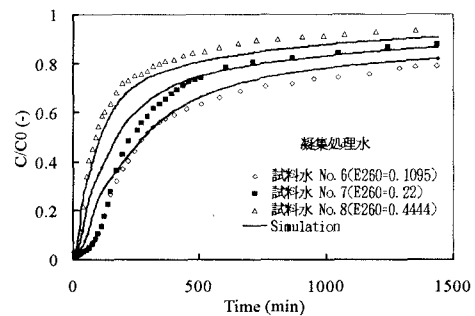


図-1 全成分の流出率の実験値と計算値の比較

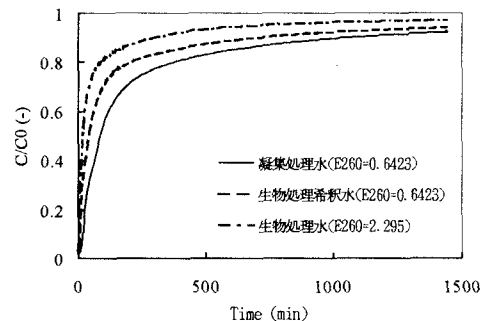


図-2 生物処理水とその凝集処理水の流出挙動の比較

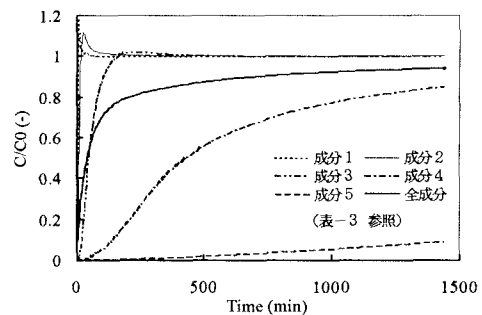


図-3 生物処理水における各構成成分の流出挙動 (表-3 参照)