

VII-105

多成分系吸着における特定成分の吸着特性

岐阜大学大学院 ○学生員 荒引圭俊
 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
 岐阜大学大学院 学生員 李 富生

1. はじめに

筆者らは、未知の多成分系原水中の有機物を吸着強度（Freundlich 式の係数 k ）の大小に応じて複数の構成成分に分割することによって、全成分の合計量の吸着等温線を表現することを提案している。そこで、本研究では、その方法で、決定されたし尿処理水中の有機物の組成分布を利用して、競合吸着下においてある特定成分の吸着特性が、構成成分の初期濃度を以下に示すいくつかの case のように変化させた場合においてどのように変化するかを検討した。

2. 解析手法

単成分系における各成分の吸着等温線が Freundlich 式で表現できるとすると、多成分系下における各成分の吸着特性は理想吸着溶液理論(IAST)と回分式吸着における物質収支式(1)より式(2)のように表現できる。

$$q_i = (C_{io} - C_i) \frac{V}{M} \quad (1)$$

$$\frac{q_i}{\sum_{j=1}^N q_j} \left[\frac{\sum_{j=1}^N n_j q_j}{n_i k_i} \right]^{n_i} + q_i \frac{M}{V} - C_{io} = 0 \quad (2)$$

多成分系吸着質を構成する成分の存在割合が吸着強度(k_i 、Freundlich 定数)に対して対数正規分布であると仮定すると、し尿処理水について吸着強度(k_i)に対する各構成成分の濃度割合は表1に示されるように求められる。ここで、 C_i : 成分 i の液相平衡濃度、 q_i : 成分 i の平衡吸着量、 k_i , n_i : 成分 i の Freundlich 定数（ただし、 n_i は前報より成分によらず一定にし、 $n_i=3.0$ である）、 N : 成分の総数、 M : 活性炭添加量、 V : 液相容積、 C_{io} : 各成分の初期濃度、 C_o : 全成分の合計濃度

このモデル式を用いて、各成分の Freundlich 定数 k_i 、 $1/n_i$ 、 C_{io} を与えると、一定の活性炭添加量におけるそれぞれの成分の平衡吸着量 q_i は、式(2)のような N 元連立非線形方程式を解くことによって求められる。また、 q_i に対応する各成分の平衡濃度 C_i は式(1)より求められる。

表2に、解析条件を示す。case1として、全成分の合計濃度が変化した場合(濃度割合は、表1の比で一定)の初期濃度の変化による影響、case2として成分17を特定成分として、その成分自身の初期濃度が変化したときの吸着特性の変化、また、case3として成分17の初期濃度を一定にして、他の成分の初期濃度の変化が成分17の吸着特性に与える影響を、それぞれ調べた。

3 結果と考察

図1、2、3に、case1の条件下での吸着等温線を示す。吸着強度が小、中、大の成分を代表して、成分5、11、17の3成分を示した。いずれの成分においても、全成分の初期濃度が変

表1 各成分の吸着強度と基本組成割合の関係

i	Ki	Cio/Cto	i	Ki	Cio/Cto
1	0.3564	0.0019	12	7.4644	0.1097
2	0.4699	0.0042	13	9.8422	0.0971
3	0.6196	0.0084	14	12.9780	0.0791
4	0.8170	0.0155	15	17.1120	0.0595
5	1.0772	0.0263	16	22.5630	0.0412
6	1.4203	0.0412	17	29.7500	0.0263
7	1.8728	0.0595	18	39.2280	0.0155
8	2.4694	0.0791	19	51.7240	0.0084
9	3.2561	0.0971	20	68.2010	0.0042
10	4.2933	0.1097	21	89.9280	0.0019
11	5.6610	0.1143	計		1.0000

表2 シミュレーションの計算条件

case	計算条件
1	Cto=0.1、0.2、0.4
2	Cio=0.1×Cio/Cto (i≠17) Cio=j×Cio/Cto (i=17) [j=1,2,4]
3	Cio=0.1×Cio/Cto (i=17) Cio=j×Cio/Cto (i≠17) [j=1,2,4]

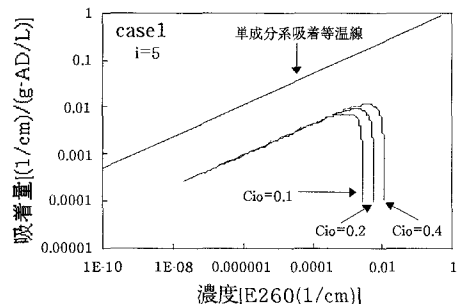


図1 case1における第5成分の吸着等温線

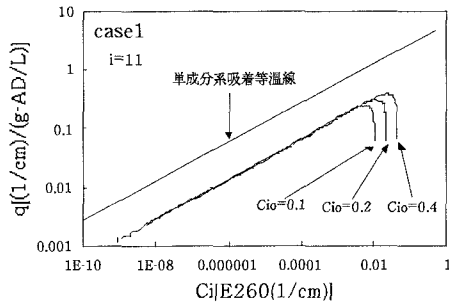


図2 case1における第11成分の吸着等温線

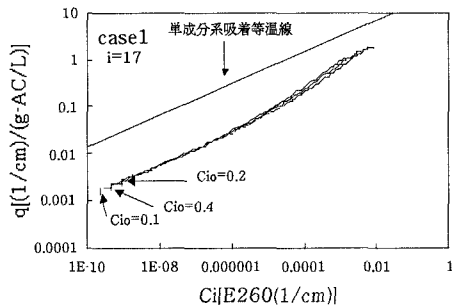


図3 case1における第17成分の吸着等温線

したにも関わらず、各成分の組成分布が表1のようであれば、競合系吸着下における q_i と C_i の関係は、平衡濃度が低い領域では、初期濃度によらず、ほぼ同様の軌跡を示した。しかし、平衡吸着量に対する初期濃度の影響は、平衡濃度がそれぞれの成分の初期濃度近傍の領域において明確に現れた。また、多成分系下における各成分の吸着等温線は、いずれの場合も単成分系の吸着等温線を下回っている。特に、平衡濃度がそれぞれの成分の初期濃度近傍の領域に達すると、平衡濃度の増加に伴って平衡吸着量は、吸着性の強い成分($i=17$)では若干増加していく傾向にあるのに対して、吸着性の弱い成分($i=5$)では急激に低下している。このような平衡吸着量の低下は中程度の吸着強度を持つ成分まで見られ、吸着性の弱い成分程、低下の程度が大きいことが分かった。この現象は、活性炭固定層において、吸着性の弱い成分は、吸着の初期においては徐々に吸着されるが、吸着の進行に伴って、吸着性の強い成分より排斥されて脱着が起きていることを示唆している。場合によっては、これらの成分では流出濃度が流入濃度より大きくなることもあり得る。

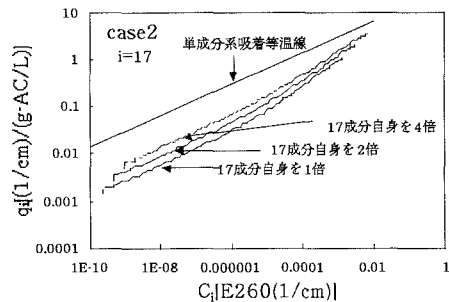


図4 case2における第17成分の吸着等温線

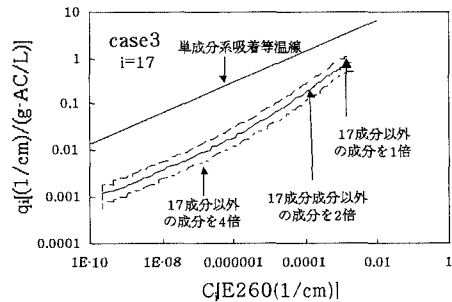


図5 case3における第17成分の吸着等温線

図4にcase2における成分17の吸着等温線を示す。他の成分の濃度を変化させず、成分17の初期濃度を増加させると、その成分の平衡吸着量は増加していく。これに対し、成分17の初期濃度を一定にして、他の成分の初期濃度を増加させると、広い平衡濃度の領域にわたって成分17の平衡吸着量は低下している。同様の吸着特性は他の成分の場合でも見られた。このことは、多成分系下におけるある特定成分の吸着特性は全成分に対するその成分の濃度割合に支配されていることを意味している。すなわち、特定成分の濃度割合を増加させるに従ってその成分の平衡吸着量は増加していく。

4.まとめ

理想吸着溶液理論に基づき、多成分系原水における構成成分の吸着特性を検討した。構成成分の吸着挙動は吸着強度の大小に応じて変化していくことを明らかにした。吸着強度に対する各成分の濃度割合が変わらなければ、全体の初期濃度が変化しても、平衡濃度が低い領域では平衡吸着量は殆ど変化せず、平衡濃度と平衡吸着量の関係はほぼ同様の軌跡をたどる。平衡吸着特性の明確な違いはそれぞれの構成成分の平衡濃度が初期濃度に近い領域で生じる。また、特定成分のみに対して初期濃度を変化したり、または他の成分の濃度を変化したりする場合には、その特定成分の吸着挙動は、全成分に対するその成分が占める初期濃度の割合に関係していることを明確にした。

[参考文献] 1) 李富正、湯茂昌、松井佳彦、荒引圭使：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回年次学術講演会要集