

氏名	鹿毛浩之 か け ひろ ゆき
学位の種類	工学博士
学位記番号	工博第710号
学位授与の日付	昭和56年3月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
研究科・専攻	工学研究科化学工学専攻
学位論文題目	Characteristics of Multi-Solute Adsorption in Dilute Aqueous Solution (希薄水溶液における多成分吸着特性)
論文調査委員	(主査) 教授 桐栄良三 教授 橋本健治 教授 佐田栄三

### 論文内容の要旨

本論文は液相吸着操作の分離精製プロセスならびに廃水高次処理プロセスへの適用に関連して、多数の溶質を含有する希薄水溶液からの活性炭その他の吸着剤への吸着平衡の推算法とその工学的表現法の確立を目的になされた研究の結果をまとめたものであって、緒言、総括を含め5章より成っている。

第1章(緒言)においては、液相多成分吸着平衡推算に関する過去の研究を概観し、既往の推算法についての未解決の問題点について考察を加えると共に、組成既知を前提とするこれらの推算法が、成分数が多く、また事実上その組成を分析同定できない通常の廃水のような対象には適用できないこと、またこのような未知多成分系廃水の吸着平衡を TOC, BOD のような総括的濃度指標を用いてその多成分的挙動をそこなうことなく定量表現できる工学的手法の開発が重要であることを指摘している。

第2章では成分既知の2成分系水溶液吸着平衡の新しい推算法の提案を行っている。個々の単成分系吸着等温線を用いて、2成分が同時吸着する際の吸着平衡を推算するもので、まず吸着剤はエネルギー的に分布した多数の吸着点を有し、同じエネルギーレベルにある吸着点グループごとに階層的に通常の Langmuir 平衡を仮定する。関与する二つの成分の実測単成分系平衡を用いて決定した吸着点エネルギー分布より2成分系平衡を計算するもので、実測結果ならびに既往の推算法との比較を行い、本法の有用性を検証している。

第3章は未知多成分廃水の吸着平衡特性の工学的表現手法について述べたものである。すなわち、多成分系平衡相関式としてもっとも簡単な Markham-Benton 式の成立を仮定し、式中の各成分の吸着特性を代表する係数が各成分固有の値をとるものとして、係数値と成分間に1対1の対応関係を想定すると、結局廃水と用いる吸着剤の組合せに固有な濃度分布と係数値の相関関係をえることができる。著者はこれを特性濃度分布と名付けた。次いで廃水に一連の微分的吸着操作を施すことによって得られる微分吸着平衡曲線を用いてこの特性濃度分布を同定する数学的手順を考案し、さらに一旦この分布が決まれば他の任意条件下の総括的濃度指標で表現される吸着平衡が容易に計算できることを示している。数種の実廃水と大

工廃水についての吸着実験を実施し、ここで提案した吸着平衡特性表現法の精度を実験的に検討し、その有用性を確かめている。

第4章では、前章で導入された特性濃度分布という概念が、吸着剤への廃水中の未知多成分吸着質の吸着速度特性の近似的表現に拡張適用できることを示している。吸着剤粒子内における各成分の総括物質移動係数が前章におけると同様、Markham-Benton 式の係数の関数であると考えて、ある条件下で実測した一つの吸着速度の時間変化曲線より係数軸上の物質移動係数値の分布を同定しておけば、他の任意条件下の吸着速度の時間変化を計算できることを理論的、実験的に検証している。

第5章は第2章から第4章の各章の内容のまとめと、本論文で提案された手法が未知多成分廃水吸着処理装置の合理的設計法の開発の手がかりを与えるものであるとし、今後の問題点について述べている。

### 論文審査の結果の要旨

多成分系溶液の分離精製、廃水高次処理等の目的に液相吸着操作が応用される例が近年増してきているが、装置設計上不可欠の基礎資料として、溶液中の多成分溶質の活性炭その他の吸着剤への吸着平衡データが要求される。本論文は、このような多成分系吸着平衡の推算法ならびにその工学的表現法の確立を目的になされた研究の結果をまとめたもので、得られた成果の主なものは次の通りである。

1. 通常の吸着剤はエネルギー的に分布した多数の吸着点を持つものと考え、同一エネルギーレベルにある吸着点のグループごとに階層的に通常の Langmuir 平衡が成立つものと仮定して得られた単成分系吸着平衡式中のエネルギー分布関数を実測の吸着等温線を用いて決定する手順を述べ、次いで2成分それぞれについて求められた分布関数から2成分平衡を推算する方法を提案している。実験結果と比較することにより本推算法が工学的に十分な精度を有していること、比較的簡便な手法であるにもかかわらず既往の推算と同等もしくはそれ以上の精度を持つことを確かめている。

2. 産業廃水、都市廃水では含有汚染質の成分数は通常極めて多く、その成分自体も分析同定が事実上不可能である場合が多い。吸着処理装置設計の立場から、未知多成分系廃水の吸着平衡特性を TOC, BOD のような総括的濃度指標を用いて定量表現する手法の開発が重要であるとの観点より、廃水をひとつのブラック・ボックスとみなす多成分吸着平衡に関する新しい工学的表現法を提案している。すなわち Markham-Benton 多成分系吸着平衡相関式中の各成分の吸着特性を代表する係数が、成分にそれぞれ固有な値を持つものとして、係数値と成分間に1対1の対応関係があるものと想定すると、この係数を横軸に、成分濃度を縦軸にとった座標上に廃水と吸着剤の組合せに固有の分布曲線を考えることができ、これを特性濃度分布と名付けている。次に実測微分吸着平衡曲線より、この分布関数を決定する手順ならびにこれより任意条件下の吸着平衡計算の手順を導出し、数種類の実廃水および人工廃水について得られた実測結果との比較検討によって、本表現法が工学的に十分な精度を持つものであることを確かめている。

3. 吸着平衡表現の目的で導入された特性濃度分布という考え方を吸着剤粒子内における吸着質の総括物質移動係数に拡張適用することによって、廃水中の多成分吸着質の吸着速度を簡便、かつ定量的に表現できることを実験例を挙げて検証している。このことは、平衡論から始まって、未知多成分系廃水吸着処理の速度論的解析にも特性濃度分布の概念が有用であることを示している。

以上要するに本論文は多数の溶質を含有する水溶液からの活性炭その他の吸着剤への多成分吸着平衡の推算ならびに工学的表現法の開発に関するものであって、多成分系溶液の吸着分離精製プロセスおよび各種廃水の高次吸着処理プロセスの設計法に多くの有用な知見と手段を与えるものであって、学術上、工業上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。