塩酸及び塩酸-チオシアン酸塩溶液からの TEAE セルロース に対する金属イオンのイオン交換吸着

黒田 六郎， 小熊 幸一， 鈴木 信， 府中 裕一*

(1974 年 7 月 2 日受理)

第4級アンモニウム陰イオン交換セルロース，トリエチルアミノエチルセルロース (TEAE) に対する多数の金属イオンのイオン交換吸着挙動を塩酸 $\{(0.001\sim 6)\text{M}\}$ 及び塩酸 (0.5M)-チオシアン酸アンモニウム $\{(0.003\sim 1)\text{M}\}$ 溶液系で調べた。うすい塩酸溶液からバナジウム(V)，モリブデン(VI)，タングステン(VI)，レニウム(VII)，白金元素，金(III)，水銀(II)，セレン(IV)などの限られた金属イオンのみが TEAE に強く吸着され ($K_d > 100$)，塩酸より Dowex 1 に強く吸着される鉄(III)，亜鉛，カドミウム，ウラン(VI)は TEAE には事実上吸着しない。塩酸にチオシアン酸塩を加えると，バナジウム(II)とモリブデン(VI)の吸着性が著しく改善され，本系はこれら元素の優れた選択的分離系を構成する。TEAE 1gを含む小カラムを用いた多数の分離の結果を示した。

1 緒 言

1950 年代にイオン交換クロマトグラフィーの分野にイオン交換セルロースが導入されて以来種々のセルロースイオン交換体が開発されている。従来それらのイオン交換体は核酸，酵素，たんぱく質，抗生物質など生体高分子の分離精製に広く用いられてきたが，無機物質を対象にして利用された例は極めて少ない。この面におけるセルロース及びセルロースイオン交換体を用いる無機カラムクロマトグラフィーについては Muzzarelli による総説¹⁾がある。

著者らは，イオン交換セルロースのうち DEAE セルロースについて，従来いろいろな溶媒系からの金属イオンの吸着性を調べてきた。その結果，DEAE セルロースに強く吸着される金属イオンの種類はかなり限定され，例えば塩酸，チオシアン酸塩溶液からはレニウム，モリブデン，タングステン²⁾³⁾，水銀⁴⁾，金⁵⁾，白金の一部⁶⁾が吸着するのみであり，DEAE セルロースは選択性の高い分離を与えることを明らかにした。プロトン性溶媒を加えた混合溶媒系では，DEAE セルロースに対して多くの金属イオンがイオン交換吸着を示すようになり，本交換体の適用性は著しく拡大される。この面の

研究として，硝酸-メタノール⁷⁾，塩酸-メタノール⁸⁾，チオシアン酸-メタノール⁹⁾，硝酸-酢酸¹⁰⁾などにおけるイオン交換については既に報告した。

本研究では，DEAE セルロースよりも塩基性の強い TEAE セルロースについて，塩酸，塩酸-チオシアン酸塩溶液からの約 40 種の金属イオンの吸着性を調べた。その結果，強塩基性イオン交換樹脂 Dowex 1 よりも選択性が高く，DEAE セルロースよりも適用性の広いイオン交換特性を見いだしたのでその諸結果を報告する。

2 実 験

2.1 イオン交換セルロース

イオン交換セルロースとして，トリエチルアミノエチルセルロース (以下 TEAE と略記) を使用した。分配係数 K_d の測定には，カラム法，バッチ法を問わず Serva 製 (Heidelberg, G. F. R., 0.68 meq./g) を，カラム分離にはミドリ十字製 (東京，0.69 meq./g) をそれぞれ使用した。これはカラム操作における流速に多大の差異があるためである。

2.1.1 Cl^- 形 TEAE の調製 約 10g の Serva 製 TEAE をデカンテーションにより水洗してから，200 ml の 2M 塩酸を加え，5 分間かくはんした。次に上澄液の pH が約 3 になるまで遠心分離により水洗を繰り返した後濾別し，メタノールで洗浄，40°C で 2 時間乾燥後飽

* 千葉大学工学部分析化学教室：千葉県千葉市弥生町 1-33

和臭化カリウムの入ったデシケーター中に保存した。

ミドリ十字製の TEAE の場合には、10 g の交換体を適当量の水とともに内径 25 mm のガラスカラムに詰めた。このカラムに 200 ml の 1M 塩酸を流した後（流速：約 1 ml/min），脱イオン水を流出液の pH が 3 になるまで流した。以下 Serva 製 TEAE の場合と同様に処理，保存した。

2.1.2 SCN⁻ 形 TEAE の調製 約 10 g の Serva 製 TEAE をデカンテーションにより水洗してから内径 25 mm のガラスカラムに詰め，うすいチオシアン酸溶液を加えて pH 1.5 とした約 1M のチオシアン酸アンモニウム溶液 600 ml をこのカラムに流した（流速：約 1 ml/min）。SCN⁻ 形の TEAE をカラムから取り出し，上澄液の pH が 2.5 になるまで遠心分離により水洗を繰り返した後，Cl⁻ 形の場合と同様に処理し保存した。

2.1.3 TEAE の滴定曲線 約 5 g の TEAE を脱イオン水とともに内径 22 mm のガラスカラムに詰め，このカラムに炭酸イオンを含まない 0.5M 水酸化ナトリウム溶液を流出液中に塩化物イオンが検出されなくなるまで流した。次に脱イオン水を用いて流出液の pH が約 7 になるまでカラムを洗浄した。TEAE をカラムから取り出し，メタノールで迅速に洗浄した後五酸化リンにより減圧下で乾燥した。精ひょうした約 1.5 g の OH⁻ 形 TEAE を三口フラスコにとり，1M 塩化ナトリウム溶液 100 ml と脱イオン水 50 ml を加えた後，窒素ガスを流しながら 0.1M 塩酸で滴定した。pH の測定には日立-堀場 M-5 型 pH メーターと堀場 6026 型 pH 複合電極を使用した。なおこの実験において試薬の調製や洗浄などに用いた脱イオン水は，すべて煮沸脱炭酸したものである。

2.2 金属イオンの標準溶液

金属，酸化物または塩化物を 適当の濃度に溶かし，0.1M または 0.5M 塩酸中（1～10）mg/ml の金属イオンが含まれるようにした。チタン(IV)，ガリウム(III)，ジルコニウム，インジウム(III)，スズ(IV)，アンチモン(III)，ランタン，ビスマス(III)については塩酸濃度を 3M とし，バナジウム(V)，モリブデン(VI)，タンゲステン(VI)，レニウム(VII) はそれぞれのアンモニウム塩ないしはアルカリ金属塩を水に溶解して調製した。

2.3 分配係数 K_d の測定

2.3.1 カラム法による塩酸系の K_d の測定

1 g の

Cl⁻ 形 TEAE (Serva 製) をとり，脱イオン水を加えてスラリーとしてから内径 15 mm のガラスカラムに詰めた（カラムの高さ 30 mm，間びき容量約 3 ml）。所定の濃度の塩酸 15 ml で前処理した。金属イオン約 1 mg を含む当該濃度の塩酸溶液 1 ml をカラム上端から流した。次いで試料溶液と同濃度の塩酸を用いて金属イオンを溶離した。流速は約 0.5 ml/min。試料溶液を流しはじめた時点から流出液を 5 ml ずつフラクションコレクターを用いて採取し，各フラクション中の金属イオンの存否を通常の定性分析法により調べ保持容積を求めた。 K_d 測定に用いた塩酸濃度は 0.0010, 0.10, 1.0 及び 6.0M である。

2.3.2 バッチ法によるチオシアン酸アンモニウム-塩

酸系における K_d の測定 約 5 μ mol の金属イオンを含む標準溶液を共せん付き三角フラスコにとり，水浴上で蒸発乾固した。残さを組成既知のチオシアン酸アンモニウム-塩酸溶液 40.0 ml で溶解し，約 0.5 g の TEAE (Serva 製，Cl⁻ 形) を精ひょうして加えた。25°C で 20 時間振とうした後 TEAE を汙別，汙液中の金属イオンを比色法により定量して，次式より K_d を算出した。

$$K_d = \frac{\text{TEAE 1 g 中の金属イオンの量}}{\text{溶液 1 ml 中の金属イオンの量}}$$

2.4 カラム分離法

約 1 g の TEAE (ミドリ十字製，Cl⁻ 形) に脱イオン水を加えてスラリーとし，内径 15 mm のガラスカラムに詰め，高さ 55 mm に調節する。このカラムを試料と等組成の塩酸（あるいは塩酸-チオシアン酸アンモニウム溶液）で前処理する。10 ml の試料溶液がカラムを通過した後，試料組成に等しい塩酸（あるいは塩酸-チオシアン酸アンモニウム溶液）でカラムを洗い吸着されない金属イオンを溶出させる。引き続き溶離液を変えて吸着されている金属イオンを順次溶離する。流速は約 1 ml/min である。具体的な溶離液を Table 4 及び Fig. 5 に示した。

2.5 金属イオンの定量

分離に用いた各金属イオンの定量法を Table 1 に示した。

3 結果と考察

3.1 Serva 製 TEAE とミドリ十字製 TEAE との比較

Fig. 1 に Serva 製並びにミドリ十字製 TEAE の滴定曲線を示した。2 社の TEAE は相互によく似た形の曲

Table 1 Analytical methods used

Metal ions	Methods
V(IV)	Colorimetry with 4-(2-pyridylazo)-resorcinol
Cu(II)	Titration with EDTA, 1-(2-pyridylazo)-2-naphthol
Zn(II)	Titration with EDTA, Eriochrome Black T
As(III)	Titration with iodine, starch
Mo(VI), W(VI)	Colorimetry with dithiol
Pd(II)	Colorimetry with 2-nitroso-1-naphthol
Au(III)	Colorimetry with methylene blue

Fig. 1 Potentiometric titration curves for TEAE-cellulose
(a) Midorijuji; (b) Serva

線を与えている。これらの曲線は Benerito ら¹¹⁾ が合成した TEAE の滴定曲線と比較しアルカリ性側での pH の降下が緩やかであるが、この実験で用いたセルロースは強塩基性陰イオン交換体とみなすことができる。滴定曲線より求めた両 TEAE の交換容量はいずれも 0.72 meq./g を与えた {記載の交換容量: (0.68~0.69) meq./g}.

次にモリブデン(VI), レニウム(VII), 金(III), パラジウム(II) を選び, 両社の TEAE を用いてカラム法により K_d を測定比較した. 1g の TEAE を使用したが, Serva 製 TEAE の場合カラムの大きさは ϕ 15mm $\times$ 30mm, 間げき容量 3ml, ミドリ十字製の場合それ

ぞれ ϕ 15mm $\times$ 50mm, 7ml であった. 得られた結果を Table 2 に示した. 金(III) について多少の差はあるが, 比較的よい一致といえることができる.

Table 2 A comparison of distribution coefficients obtained for several metal ions on Serva- and Midorijuji-TEAE-cellulose

Metal ions	HCl (M)	K_d	
		Serva	Midorijuji
Mo(VI)	0.10	10 $\pm$ 2	16 $\pm$ 2
Re(VII)	0.10	20 $\pm$ 2	26 $\pm$ 2
Au(III)	1.0	15 $\pm$ 2	26 $\pm$ 2
Pd(II)	1.0	10 $\pm$ 2	11 $\pm$ 2

± Stands for the range of the distribution coefficient

3.2 金属イオンの吸着挙動

3.2.1 塩酸溶液からの吸着 (0.001~6)M 塩酸溶液中の金属イオンの K_d を Table 3 に示した. パナジウム(IV, V), クロム(VI), タングステン(VI), ロジウム(III), 白金(IV) については, 溶離中吸着帯の分裂が認められたので, それぞれに対応する K_d 値を併記した. 原因は酸化状態の変化 (パナジウム, クロム), 加水分解 (タングステン), クロロ錯体の分別 (白金族元素) などと思われる.

Table 3 Distribution coefficients on TEAE-cellulose in HCl media

Metal ions	Concentration of HCl (M)			
	0.0010	0.10	1.0	6.0
V(IV) ^{a)}	<2	10 $\pm$ 2, <2		5 $\pm$ 2
V(V) ^{a)}	>100, 5 $\pm$ 2	>100, 5 $\pm$ 2	5 $\pm$ 2	<2
V(V) [†]	>100	5 $\pm$ 2	5 $\pm$ 2	
Cr(V) ^{a)}	>100	85 $\pm$ 2, 20 $\pm$ 2	10 $\pm$ 2	5 $\pm$ 2
Mo(VI)	>100	20 $\pm$ 2		5 $\pm$ 2
Mo(VI) [†]	>100	10 $\pm$ 2	5 $\pm$ 2	
W(VI)	>100	ppt		ppt
W(VI) ^{a)} [†]	>100	>100, 15 $\pm$ 2	>100, 5 $\pm$ 2	
Re(VII)	>100	20 $\pm$ 2		5 $\pm$ 2
Rh(III) ^{a)}	>100, 5 $\pm$ 2	<2		5 $\pm$ 2
Pd(II) ^{††}	>100	160 $\pm$ 2	10 $\pm$ 2	5 $\pm$ 2
Ir(IV)	>100	>100	25 $\pm$ 2	5 $\pm$ 2
Pr(IV) ^{a)} ^{††}	>100	>100, 25 $\pm$ 2	15 $\pm$ 2	5 $\pm$ 2
Au(III)	>100	80 $\pm$ 2	15 $\pm$ 2	10 $\pm$ 2
Hg(II)	>100	90 $\pm$ 2	15 $\pm$ 2	5 $\pm$ 2
Sb(III)	ppt	ppt		5 $\pm$ 2
Sn(IV)	ppt	ppt		10 $\pm$ 2
Bi(III)	ppt	ppt	10 $\pm$ 2	<2
Se(IV)	>100	<2		<2

[†] H₂O₂ 0.15% present; ^{††} Stock solutions: 0.1M in HCl, used 16 months after the preparation; ± Stands for the range of the distribution coefficient; a) Elution curve showed more than one peaks, and the corresponding K_d values were given.

カルシウム, スカンジウム, イットリウム, ランタン, チタン(IV), ジルコニウム, マンガン(II), 鉄(III), コバルト(II), ニッケル, 銅(II), 亜鉛, カドミウム, アルミニウム, ガリウム(III), インジウム(III), ゲルマニウム(IV), ヒ素(III), テルル(IV), ウラン(VI) は (0.001~6)M 塩酸の範囲で 2 以下の K_d を与えた. 過酸化水素の添加により K_d には大した差は生じていないが, タングステン(VI) の加水分解やバナジウム(V) の還元が防止されている.

TEAE は第 4 級アンモニウム基を有する強塩基性イオン交換体ではあるが, 吸着する金属イオンの数は Dowex 1 に比較すればかなり少ない. しかし DEAE に比べればはるかに多い. モリブデン(VI), タングステン(VI), レニウム(VII)²³⁾, 安定なクロロ錯体を生成する水銀(II)⁴⁾, 金(III)⁶⁾, 白金元素⁹⁾ が強く吸着することは DEAE と同じである. これに加えて, TEAE ではバナジウム(V), クロム(VI), セレン(IV) のようなオキシ酸が低い塩酸濃度で強い吸着を示すことが認められる. いずれの金属イオンも塩酸濃度が高くなるにつれて K_d が小さくなり, 塩酸濃度 0.1M で既に 100 以下の K_d を示すものが多い. これは TEAE の塩化物イオンに対する強い選択性が主因であると思われる.

本系を Dowex 1-塩酸系¹²⁾と比較すると吸着の強さにかかなりの差が見られる. 例えばパラジウム(II) は 1M 塩酸では TEAE に対し $K_d \sim 10$ を示すが, Dowex 1 に対しては K_d 500 ないしは 600 であり 50 から 60 倍の強い吸着を示す. 更に TEAE には全く吸着しない亜鉛, カドミウム, 鉄(III), ウラン(VI) などが Dowex 1 に強く吸着することは周知の事実である.

しかし, いずれの元素についても塩酸系からの TEAE に対する K_d はそれほど大きいものではなく, 塩酸濃度の増大とともに急激に低下する. この点は金属イオンの分離精製上一つの制約となりうるものである. K_d を増大させるには, DEAE の場合のように⁷⁾⁻¹⁰⁾ プロトン性溶媒の添加が非常に有効と考えられるが, 本研究では塩酸にチオシアン酸アンモニウムを加えて吸着性の改善を試みた.

3.2.2 塩酸-チオシアン酸塩溶液からの吸着

まず用いるイオン交換体の形を決めるため, チオシアン酸アンモニウム-0.5M 塩酸系で Cl^- 形と SCN^- 形の TEAE を用いてパラジウム(II), モリブデン(VI), バナジウム(IV) の K_d を測定した. その結果 Fig. 2 に示したように, 少なくともこれらの元素については TEAE の形による差は著しくないのので, 以後 Cl^- 形を用いることにした. 塩酸濃度の影響については, 0.1M 塩酸と

Fig. 2 Effect of the form of TEAE-cellulose on the adsorbability of Pd(II), Mo(VI) and V(IV)

Media holds 0.5M HCl throughout the experiments; — SCN^- form; --- Cl^- form; V(IV): not adsorbed

Fig. 3 Adsorption of Pd(II), Mo(VI) and Cu(II) on TEAE-cellulose from 0.1M HCl-thiocyanate and 0.5 M HCl-thiocyanate media

Curves for Cu(II) drawn by linear regression; — 0.5M HCl; --- 0.1M HCl

Fig. 4 Adsorption of metals on TEAE-cellulose from 0.5M HCl-thiocyanate media

V(IV): not adsorbed. A column method was used for the determination of distribution coefficients for Hg(II) and Fe(III). The coefficients for Pt(IV) were obtained in media consisting of NaSCN and HCl; otherwise the precipitate of ammonium chloroplatinate formed. Sn(IV) was not adsorbed in (0.003–0.1)M NH_4SCN -0.5M HCl media. The curves for Cu(II), Re(VII) and U(VI) were drawn by linear regression.

0.5M 塩酸共存下, 銅(II), モリブデン(VI), パラジウム(II)の Cl^- 形 TEAE に対する K_d をチオシアン酸塩濃度の関数として測定して調べた。その結果を Fig. 3 に示す。塩酸濃度が低いほど大体において K_d は高いが, 必ずしも一様ではない。他の元素の加水分解を考慮して以後の実験は 0.5M 塩酸共存下で行った。Fig. 4 にチオシアン酸アンモニウム-0.5M 塩酸系における 14 元素の K_d をチオシアン酸アンモニウム濃度の関数とし

て示した。ここで特に顕著な K_d の増大の見られるのはモリブデン(VI) とパラジウム(II) である。モリブデン(VI) の K_d は 0.5M 塩酸-1M チオシアン酸アンモニウム溶液で >600 を示し, 0.5M 塩酸中の値のほぼ 60 倍に達する。パラジウム(II) は (0.003–0.03)M チオシアン酸アンモニウムの共存により K_d は著しく増大し, 0.5M 塩酸中の値のほぼ 70 倍の値を示す。金(III), 水銀(II) についてもかなりの K_d の増加が見られるが,

Table 4 Separation

Metal ions	Added (mg)	Found (mg)	Eluent (ml)	Sample taken (ml)
Cu(II)-Pd(II)				
{Cu}	1.004	1.005 $\pm 0.033^a$	0.001M HCl (10)	10
{Pd}	0.0963	0.0945 $\pm 0.003^a$	1M HCl (35)	
{Cu}	144.7	143.8 $\pm 0.4^a$	0.001M HCl (35)	50
{Pd}	0.0963	0.0900 $\pm 0.0009^a$	1M HCl (35)	
V(IV)-Mo(VI)				
{V}	0.559	0.550	0.3M NH_4SCN -0.5M HCl (30)	10
{Mo}	0.487	0.527	0.1M NaOH-0.1M NaCl (25)	
{V}	0.559	0.537	Water (30)	10 ^b
{Mo}	0.487	0.478	0.1M NaOH-0.1M NaCl (25)	
As(III)-Mo(VI)				
{As}	15.46	15.54	0.001M HCl (30)	10
{Mo}	0.487	0.485	0.1M NaOH-0.1M NaCl (25)	
As(III)-W(VI)				
{As}	12.15	11.86	Water (35)	10 ^c
{W}	0.500	0.504	0.1M NaOH-0.1M NaCl (70)	
Cu(II)-Au(III)-Pd(II)				
{Cu}	11.13	11.07	0.01M HCl (30)	10
{Au}	0.957	0.946	0.003M NH_4SCN -0.5M HCl (150)	
{Pd}	0.563	0.551	3M HCl (90)	

a) Average of three runs : error expressed as the standard deviation; b) The pH of the sample solution was 1.7; c) Sample solution was adjusted to pH 4.48 with acetate buffer.

他の諸元素については著しいものではない。

このように DEAE の場合と異なり、かなり濃い塩酸 (0.5M) 共存下においてもチオシアン酸アンモニウムの添加によりパラジウム(II)、モリブデン(VI) など少数の金属イオンの吸着性が著しく改善されるので、本系はそれらの元素の選択的な吸着を利用して分離などの目的を達するには優れている。

3.3 分離

塩酸及び塩酸-チオシアン酸塩溶液における各元素の TEAE に対する吸着性の差に基づいて、多くの分離を行うことができる。実際に行った分離の例を Table 4 及び Fig. 5 に示した。

Fig. 5 Separation of Zn(II), Mo(VI) and Pd(II)

S : Sample, 0.01M HCl; E-1 : 0.01M HCl; E-2 : 0.1M HCl; E-3 : 3M HCl; Zn : 10.41 mg taken, 10.22 mg recovered; Mo : 0.487 mg taken, 0.455 mg recovered; Pd : 0.563 mg taken, 0.530 mg recovered

強塩基性イオン交換樹脂を用いる場合は、パラジウム、白金は塩酸溶液より非可逆的に吸着するので溶離し難く、通常銅のようなベースメタルからの分離は陽イオン交換樹脂を用いるのが普通である。TEAE に吸着されたパラジウムの溶離は容易であり、Fig. 5 に示されるようにテイリングもなく小容積の塩酸によりカラムから溶出する。

(1973 年 10 月 12 日, 日本化学)
(会第 29 秋季年会において発表)

文 献

- 1) R. A. A. Muzzarelli : "Advances in Chromatography", Edited by J. C. Giddings, Vol. 5, p. 127 (1968), (Marcel Dekker, Inc., New York).
- 2) K. Ishida, R. Kuroda : *Anal. Chem.*, **39**, 212 (1967).

- 3) R. Kuroda, K. Kawabuchi : *Z. Anal. Chem.*, **261**, 394 (1972).
- 4) R. Kuroda, T. Kiriyaama, K. Ishida : *Anal. Chim. Acta*, **40**, 305 (1968).
- 5) R. Kuroda, N. Yoshikuni : *Mikrochim. Acta*, **1974**, 653.
- 6) K. Ishida, T. Kiriyaama, R. Kuroda : *Anal. Chim. Acta*, **41**, 537 (1968).
- 7) 黒田六郎, 小野利夫, 石田宏二 : 本誌, **20**, 1142 (1971).
- 8) R. Kuroda, N. Yoshikuni : *Talanta*, **18**, 1123 (1971).
- 9) R. Kuroda, T. Kondo, K. Oguma : *ibid.*, **19**, 1043 (1972).
- 10) R. Kuroda, T. Kondo, K. Oguma : *ibid.*, **20**, 533 (1973).
- 11) R. R. Benerito, B. B. Woodward, J. D. Guthrie : *Anal. Chem.*, **37**, 1693 (1965).
- 12) K. A. Kraus, F. Nelson : *Proceedings, Intern. Conf. on Peaceful Uses of Atomic Energy*, **7**, 113 (1956) (United Nations).

☆

Adsorption behavior of metals on TEAE-cellulose from hydrochloric acid and hydrochloric acid-thiocyanate media. Rokuro KURODA, Koichi OGUMA, Makoto SUZUKI and Yuichi FUCHU (Laboratory for Analytical Chemistry, Faculty of Engineering, University of Chiba, 1-33, Yayoi-cho, Chiba-shi, Chiba)

Ion-exchange adsorption behavior of a number of metals on a quaternary ammonium anion exchange cellulose (TEAE-cellulose) has been surveyed in hydrochloric acid {(0.001~6)M} and hydrochloric acid (0.5 M)-ammonium thiocyanate {(0.003~1)M} media. The distribution coefficients are measured either by a column or batch equilibrium method. From dilute hydrochloric acid, V(V), Mo(VI), W(VI), Re(VII), platinum metals, Au(III), Hg(II), Se(IV) etc. are strongly adsorbed ($K_d > 100$), their adsorption generally decreasing rapidly with increasing concentration of hydrochloric acid. Ca, Sr, Y, La, Ti(IV), Zr, V(IV), Mn(II), Fe(III), Co(II), Ni, Cu(II), Zn, Cd, Al, Ga(III), In(III), Ge(IV), As(III), Te(IV) and U(VI) do not favor the cellulose exchanger phase to any great extent over the acid concentration range tested. Therefore, unlike strong base resin, TEAE-cellulose exhibits a high selectivity for a limited number of metals. The adsorption of Pd(II) and Mo(VI) can be improved greatly by introducing thiocyanate to hydrochloric acid media, providing a basis for their selective separations. Favorable differences in the distribution coefficients allow many useful separations such as As(III)-W(VI), V(IV)-Mo(VI), Zn-Mo(VI)-Pd(II), Cu(II)-Au(III)-Pd(II) to be achieved.

(Received July 2, 1974)

Keywords

Metal ions
Ion-exchange adsorption
Cellulose ion-exchanger
TEAE-cellulose