

## 無機イオンの酢酸セルロース膜電気泳動

Electrophoresis of Inorganic Ions on Cellulose Acetate Membrane

高井 信治・妹尾 学・山辺 武郎

## 緒 言

酢酸セルロース膜の電気泳動は J. Kohn<sup>1)</sup> により初めて試みられ、現在は主として蛋白質、ペプチドなどの分離に用いられようとしており、そのための器具装置なども種々考案されている。

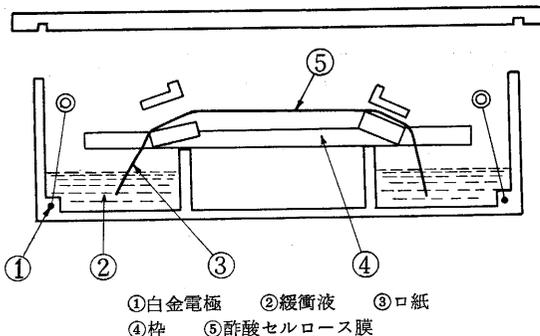
酢酸セルロース膜電気泳動法は酢酸セルロース膜を電解液または緩衝液の支持体とし、その上に被検物質をおき両端に一定電圧を与えて物質を電気的に移行させて分離し、定性または定量を行なう方法であり、原理的には従来から広く行なわれている口紙電気泳動法およびゾーン電気泳動法と異なることはないが、ただ支持体である酢酸セルロースが均一な粒子からできていて、化学的にも純粋に得られ、かつイオンおよび発色剤などの吸着が少ないので、泳動速度が大きく、分離作用が大きいという特長がある。その結果支持体の長さを小さくし、装置の小型化が行なえ、かつ分析に必要な時間が短くてよいという利点を持っている。また酢酸セルロース膜は流動パラフィンなどにより、ほぼ透明化できるので、検出のとき白色の沈殿を生ずるような物質でも、デンストメーターなどにより定量が容易に行なえる。

以上のような特色を持つ酢酸セルロース膜を使用して現在まであまり試みられていない無機イオンの電気泳動を行ない、その挙動を調べる目的で本実験を行なった。

## 実 験

## 1) 装 置

酢酸セルロース膜を用いる電気泳動の装置は、すでに各種市販されており、それらはすべて泳動距離が 5 cm



第 1 図 酢酸セルロース電気泳動装置

以内になるように設計されている。本実験では常光産業製のものを使用した。その構造を第 1 図に示す。泳動箱は透明アクリル樹脂でできており、口紙電気泳動装置で普通に使われる寒天ブリッジのかわりに、電極室に口紙を浸け、その口紙に直接酢酸セルロース膜を接続するようになっている。電源は定電圧安定化直流電源を使用した。

実験に使用した酢酸セルロース膜は Carl Schleicher und Schüll (ドイツ) 製で、まず 5×4 cm に切断後、塩酸、カセイソーダおよび純水で十分洗浄した。酢酸セルロース膜は乾燥時には強度は弱い、水中では比較的丈夫なので純水中に保存し、使用時に口紙で表面の水分をぬぐい装置に固定した。

## 2) 操 作

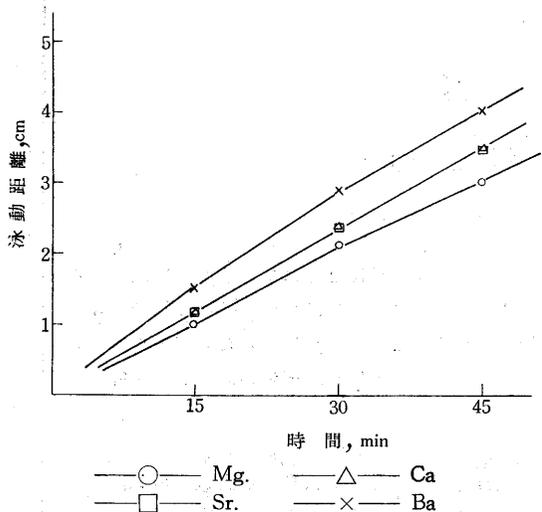
酢酸セルロース膜を装置に固定し、まず泳動する際の電圧と同じ電圧で予備通電を行ない、あらかじめマークした所に毛細管で試料をスポットする。スポットは口紙にスポットするときのように吸収が良くないので、少し時間をかけてゆっくり行なった。

試料としてアルカリ土類金属 (Mg, Ca, Sr, Ba) および重金属 (Fe, Co, Ni, Cu) の塩化物を用いた。まず試料の 0.1 規定溶液を作り、さらにその溶液を電解液で 10 倍に希釈して試料とした。電解液は必要な pH に調節した酢酸-酢酸ナトリウム-水酸化ナトリウム緩衝液を使用した。

試料をスポットしてから一定時間通電し、通電後直ちにアリザリン飽和エチルアルコール溶液をスプレーしてアンモニア蒸気にさらし発色させた。酢酸セルロース膜は口紙のような水の吸収がないので通電後熱風などにより乾燥する必要がない。これは酢酸セルロース膜電気泳動の特色でもある。

## 結果および考察

実験後原点より移動したスポットの中心までの距離を測定した。泳動後のスポットはテーリングを起こすことが少ない。これは酢酸セルロース粒子が均一で、その粒子間隔がほぼ同じくらいになっているためと考えられる。このことは最近めざましく発展した薄層クロマトグラフィーがやはり口紙クロマトグラフィーに比較して分離効果がすぐれ、テーリングが少なく、短時間に分離が



第 2 図 泳動距離と時間の関係 pH 7, 20 V/cm

第 1 表 移動速度 (cm<sup>2</sup>/hr. V)  
緩衝液 1 M-HAcO, pH 2

電圧	50 V			100 V			200 V		
	15分	30分	45分	15分	30分	45分	15分	30分	45分
Mg <sup>2+</sup>	0.08	0.10	0.10	0.14	0.15	0.12	0.10	0.10	0.12
Ca <sup>2+</sup>	0.12	0.12	0.12	0.20	0.16	0.16	0.18	0.16	0.15
Sr <sup>2+</sup>	0.08	0.08	0.09	0.26	0.19	0.20	0.20	0.15	—
Ba <sup>2+</sup>	0.20	0.16	0.19	0.28	0.20	0.21	0.20	0.17	—
Fe <sup>2+</sup>	0.24	0.24	0.25	0.20	0.18	0.16	0.13	0.13	0.11
Co <sup>2+</sup>	0.04	0.08	0.09	0.12	0.11	0.11	0.07	0.07	0.06
Ni <sup>2+</sup>	0.12	0.14	0.13	0.14	0.14	0.12	0.09	0.14	0.08
Cu <sup>2+</sup>	0.20	0.20	0.20	0.18	0.16	0.15	0.11	0.11	0.10

行なえることとあわせて興味深い。

各イオンの泳動距離は第 2 図に示すように時間に対して直線的に変化し、これから移動度が計算される。結果を第 1~第 3 表に示した。各イオンの移動速度の大きさの順はアルカリ土類金属では Mg>Ca, Sr>Ba, 重金属では Fe>Co, Ni, Cu で水溶液中における順と同じであった。すなわち酢酸セルロース膜上での電気泳動はカルボキシメチル化した口紙またはイオン交換紙<sup>2)</sup>上での泳動のように、泳動時に溶離、吸着作用が働き特殊な移動現象を示すことはない。これは酢酸セルロース膜がほとんど不活性の表面を持っているためと思われる。pH 10 で重金属の移動度が小さい値を取るのには、これらのイオンが不溶性の水酸化物を作り、その解離がおさえられているためと思われる。このことはマグネシウムイオンについてもいえる。

酢酸セルロース膜上で無機イオンは上のような移動度を示すが、混合物試料から無機イオンの分離分析を実際に行なうことは、この程度の値の差では困難な場合が多

第 2 表 移動速度 (cm<sup>2</sup>/hr. V)

緩衝液 1 M HAcO-NaOH, pH 7

電圧	50 V			100 V			200 V		
	15分	30分	45分	15分	30分	45分	15分	30分	45分
Mg <sup>2+</sup>	0.16	0.20	0.21	0.20	0.21	0.22	0.15	0.13	—
Ca <sup>2+</sup>	0.20	0.20	0.24	0.22	0.24	0.26	0.17	0.17	—
Sr <sup>2+</sup>	0.20	0.20	0.24	0.22	0.23	0.26	0.16	0.17	—
Ba <sup>2+</sup>	0.32	0.30	0.31	0.30	0.29	0.29	0.35	—	—
Fe <sup>2+</sup>	0.24	0.18	0.18	0.28	0.18	0.17	0.23	—	—
Co <sup>2+</sup>	0.12	0.14	0.15	0.20	0.12	0.13	0.11	0.11	—
Ni <sup>2+</sup>	0.20	0.16	0.16	0.24	0.15	0.15	0.18	0.17	—
Cu <sup>2+</sup>	0.08	0.08	0.10	0.12	0.08	0.09	0.07	0.07	0.07

第 3 表 移動速度 (cm<sup>2</sup>/hr. V)

緩衝液 1 M HAcO-NaOH, pH 10

電圧	50 V			100 V			200 V		
	15分	30分	45分	15分	30分	45分	15分	30分	45分
Mg <sup>2+</sup>	0.08	0.10	0.07	0.10	0.10	0.11	0.07	0.07	0.08
Ca <sup>2+</sup>	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.08	0.08	0.09
Sr <sup>2+</sup>	0.16	0.16	0.16	0.18	0.17	0.18	0.10	0.09	0.10
Ba <sup>2+</sup>	0.20	0.18	0.12	0.16	0.15	0.17	0.10	0.08	0.11
Fe <sup>2+</sup>	0.04	0.06	0.07	0.04	0.03	0.07	0.08	0.02	0.02
Co <sup>2+</sup>	0.04	0.06	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Ni <sup>2+</sup>	0	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.08	0.03	0.02
Cu <sup>2+</sup>	0	0.02	0.01	0	0.01	0.01	0.06	0.02	0.02

い。無機イオンの口紙電気泳動に関してはすでに数多くの報告があり、イオンの分離の方法としては、錯塩、沈殿などを作らせてイオンの荷電状態を変化させることが良く知られており、酢酸セルロース膜の場合にもこのような方法を用いて無機イオンの分離を行なうことができるであろう。

またこの電気泳動法は各イオンの分離だけでなく、多量に用いて物質の精製の目的に（すでにこのような目的のためにかなり厚い酢酸セルロース膜も試作されている）、また種々の電解質溶液のイオンの移動度、とくに pH の変化に対する移動度の変化、イオンの溶液中の荷電状態などを知る一つ的手段として、またキレート化合物ではその移動度から錯塩の構造などを比較検討するために使用できるであろう。このとき、以上の実験から明らかとなったように、短時間で再現性のよい結果を与えることが大きな特色としてあげられる。

試料、装置などを提供していただいた KK ヤトロン・広橋憲氏に感謝する。  
(1964年12月10日受理)

文 献

- 1) J. Kohn, Clin. Chim. Acta, 2, 297 (1957).
- 2) T. Yamabe, M. Senô, N. Takai, Bull. Chem. Soc. Japan, 34, 738 (1961).