

磁気泳動による金属イオンの分離

(広島大院理¹、分子研²) ○知恵賢二郎¹、藤原昌夫²、藤原好恒¹、谷本能文²

【序】我々は磁気力を利用したイオンの磁気分離の可能性を探っている。磁気力を利用した物質分離は新しい分離技術として最近特に興味を持たれている。我々はこれまで、反磁性の Ag^+ イオンと常磁性の Cu^{2+} イオンを磁気泳動によって分離に成功し、互いに常磁性である Fe^{3+} イオンと Co^{2+} イオンの分離にも成功した。その結果、磁化率と移動距離は比例関係にならない事が解った。この矛盾を解明するために、磁場を印加しない条件で拡散を観測し、金属イオンのシリカゲルへの吸着の度合いを調査した。また、シリカゲル上を磁気力を用いて金属イオンを泳動する方法と、薄層クロマトグラフィーによって展開する方法との違いも調査したので報告する。

【方法】使用した超伝導磁石は、水平のボアチューブ（内径 50 mm、長さ 374 mm）を持ち、強度は中心で 8 T、強度×勾配は中心から 65 mm 離れた点で $410 \text{ T}^2 \text{ m}^{-1}$ である。水 40 ml で飽和したシリカゲル 25 g（ワコーゲル C-200）をガラス容器（長さ 390 mm × 幅 40 mm × 高さ 13 mm）に入れ、 Fe^{3+} イオンと Co^{2+} イオン各々 1 mol dm^{-3} を含む水溶液 50 μl をスポットした。スポット点が磁場中心から 100 mm 離れた位置になるようにガラス容器を超伝導磁石中に置き、8 T、0 T それぞれの磁場で4時間静置した後、ガラス容器を取り出して0.5 %オキシシ-エタノール溶液で Fe^{3+} イオンを呈色、アンモニア水溶液で Co^{2+} イオンを呈色し、デジタルカメラで撮影した。画像をパーソナルコンピュータに取り込み、各イオンの濃度分布を解析した。

薄層クロマトグラフィーには分取用シリカゲルプレート（メルク、厚さ 2 mm）を用いた。プレートを長さ 180 mm × 幅 20 mm にカットした後、下から 50 mm の点に金属イオン溶液 10 μl をスポットし、水 6 ml を用い、展開槽で 45 分間展開した。磁気泳動の場合と同様に、プレートを呈色し、濃度分布を解析した。

【結果と考察】 Fe^{3+} イオンと Co^{2+} イオンの混合溶液をシリカゲルにスポットして磁場中に置くことによって、 Fe^{3+} イオンはスポット点から 0–50 mm の範囲に分布し、 Co^{2+} イオンはスポット点から 40–80 mm の範囲に分布することが確認された。すなわち、スポット点より < 45 mm の領域では Fe^{3+} イオンが 82 % の純度で分離でき、スポット点より > 45 mm の領域では Co^{2+} イオンが 82 % の純度で分離できた。

また、自然拡散を行い、半値幅を求めたところ、 Co^{2+} イオンの場合は 29 mm 拡散したのに対し、 Fe^{3+} イオンでは 23 mm しか拡散しなかった。これは、 Fe^{3+} イオンの方が Co^{2+} イオンよりも強くシリカゲルに強く吸着されることを意味している。

Fe^{3+} イオンと Co^{2+} イオンの分離実験より、 Fe^{3+} イオン ($14600 \times 10^{-6} \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$) が磁化率の小さい Co^{2+} イオン ($9500 \times 10^{-6} \text{ cm}^3 \text{ mol}^{-1}$) よりも移動距離が短いという結果が得られたが、これは、 Fe^{3+} イオンのシリカゲルへの吸着が Co^{2+} イオンのシリ

カゲルへの吸着よりも強いために、本来なら磁気力が強く働いて移動距離は大きくなるはずが、シリカゲルへの吸着により抑えられたためである、ということが解った。つまり、磁化率の差が大きく離れた常磁性イオン同士に磁気力によって分離を試みても、シリカゲルへの吸着が同程度であれば、両方のイオンの集団が混合したまま移動して分離が難しいことを意味している。このことは、反磁性イオンと常磁性イオンの混合溶液それ自体を勾配磁場中に置いても、イオンの分離は起こらない実験事実からも支持される。

また、薄層クロマトグラフィーを行った結果、全ての金属イオンがテーリングを伴いながら移動することが解った。磁気力による泳動はテーリングを伴わないため、分離に有用であると言える。

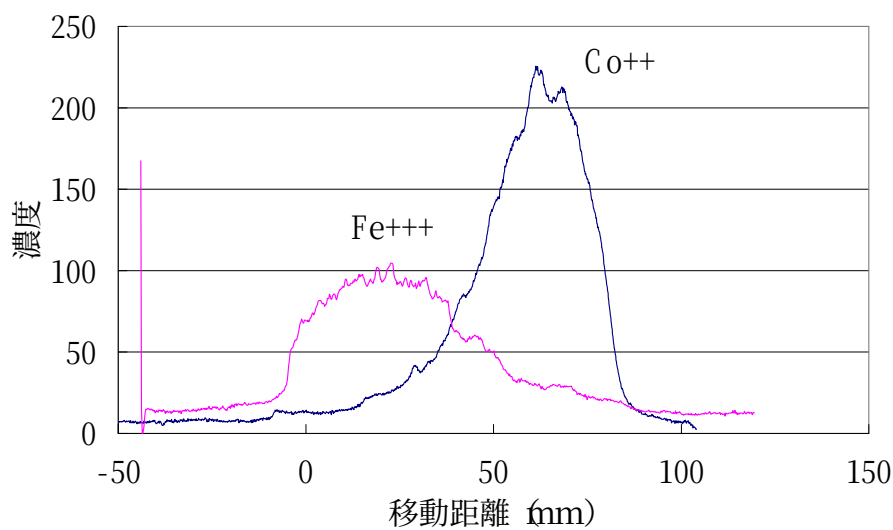


図1 磁気力による Fe^{3+} と Co^{2+} の分離

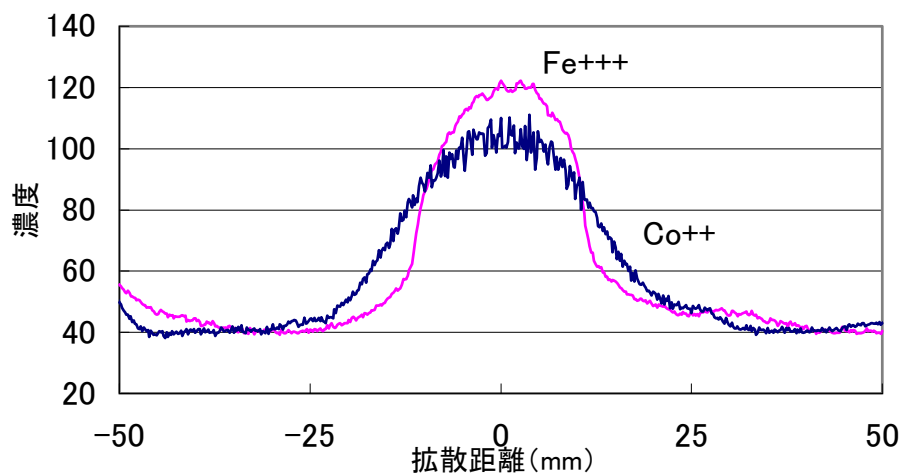


図2 Fe^{3+} と Co^{2+} のシリカゲルへの吸着