

イムノクロマト法を用いるカドミウムイオンの選択的かつ高感度な検出

山形大学大学院理工学研究科 吉川直人, 水口仁志

重金属イオンの汚染防止に関する国際的な取り組みが活発となった今日、現場で可能な限り簡便かつ安価に重金属イオン濃度を測定する手法は多くの場面で必要となっている。 Cd^{2+} は、土壤中に広く存在する有害な元素のひとつである。世界的に工業排水や廃止鉱山からの流出に起因する土壤汚染や、高濃度の Cd^{2+} が食品から検出される事故がまれに発生しており、人間の生活圏内における Cd^{2+} の動向は極めて重要な監視対象のひとつとなっている。

Cd^{2+} は原子分光学的あるいは電気化学的分析手法の比較的得意とする元素であるが、比色法に基づく簡易テスト法の設計においては、 Cd^{2+} に対する感度と選択性の両立が重要な課題である。一方、 Cd-EDTA 錯体と強い親和性を示すモノクローナル抗体が報告されて以降[1], Cd^{2+} を選択的に検出できるイムノクロマト法の開発が進んできたが、最近 Marso らは、 Cd^{2+} の認識と検出を一つの液体の流れの中で行う分析デバイスを報告した[2]。Fig.にその模式図を示す。図中(a)に試料溶液を導入すると、毛細管現象によって(a)から(f)の方向へと流れる。途中の(b)には鶏卵白由来のアルブミン(OVA)とEDTA, (c)には Cd-EDTA とBSAで表面修飾されたAuナノ粒子(AuNPs 複合体)がそれぞれ吸着している。また、(d)および(e)には Cd-EDTA 錯体を認識する抗体(抗体①), およびBSA抗体(抗体②)がそれぞれ固定されている。 Cd^{2+} を含む試料溶液を(a)に滴下すると、(b)において Cd-EDTA 錯体が生成し、(c)において指示物質である AuNPs 複合体と混合されて下流へと流れる。(d)での抗原抗体反応は Cd-EDTA 錯体と AuNPs 複合体の競争となって Cd-EDTA 錯体が優先的に結合し、 Cd^{2+} 濃度が高いほどテストライン(d)での着色が淡くなる。余剰の

AuNPs 錯体は(e)において抗体②と結合してコントロールラインを形成する。 Cd^{2+} 以外の金属イオンはOVAと結合してマスキングされ、抗体の結合交差性による妨害が軽減される。このようにして最終的に(d)での赤色の濃淡をスキャナーで測定して Cd^{2+} を定量したところ、検出限界、定量限界はそれぞれ0.1, 0.4 ppbとなり、飲料水、水道水に対してほぼ100%の添加回収率を得た。本法では、 Cd^{2+} 検出に必要なすべての試薬類はデバイス中に準備されていることから操作が極めて簡便であり、また、カドミウム分析のニーズに対する十分な感度と選択性を備えており、現場での迅速な簡易分析法として有用であると期待できる。

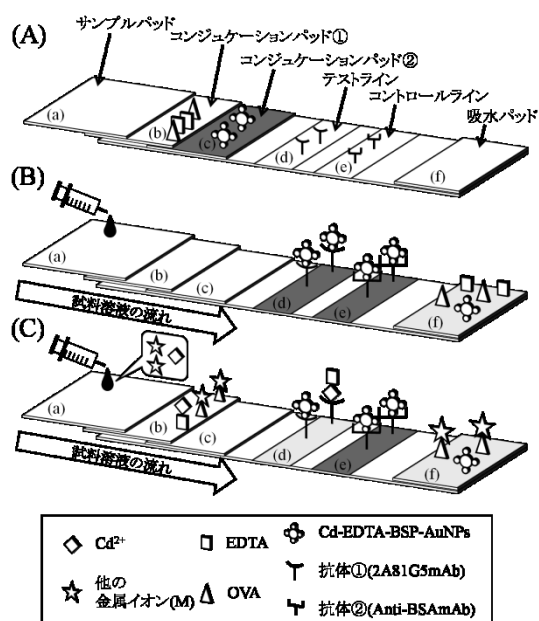


Fig. Cd^{2+} 分析用アッセイの模式図, (A)試料溶液導入前, (B)ブランク溶液を導入した場合, (C) Cd^{2+} および他の金属イオンを含む溶液を導入した場合

- [1] D.A. Blake, et al., *J. Biol. Chem.*, **271**, 27677-27685 (1996).
 [2] A.M.L. Marso, et al., *Anal. Chem.*, **85**, 3532-3538 (2013).