

界面合成法で作成した高耐アルカリ性フェロシアン化ニッケルの生成、分解およびセシウム吸着機構

市川 恒樹^{*1,2}、山田 一夫²、大迫 政浩²、芳賀 和子³

¹北海道大学(自宅住所:〒002-0853 北海道札幌市北区屯田三条8丁目1-27)

²国立研究開発法人国立環境研究所(〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2)

³株式会社太平洋コンサルタント(〒103-0004 東京都中央区東日本橋2-27-8)

Formation, Decomposition and Cesium Adsorption Mechanisms of Highly Alkali-tolerant Nickel Ferrocyanide Prepared by Interfacial Synthesis

Tsuneki ICHIKAWA^{*1,2}, Kazuo YAMADA², Masahiro OSAKO², and Kazuko HAGA³

¹Hokkaido University (Home address: 8-1-27 Tonden 3-jo, Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 002-0853, Japan)

²National Institute for Environmental Studies (16-2 Onogawa, Tsukuba, Ibaraki 305-8506, Japan)

³Taiheiyo Consultant, Co. Ltd. (2-27-8 Nihonbashi, Chuo-ku, Tokyo 103-0004, Japan)

Summary

Highly alkali-tolerant nickel ferrocyanide was prepared as an adsorbent for preventing the leaching of radioactive cesium from municipal solid waste incinerator fly ash containing large amounts of calcium hydroxide and potassium chloride, which act as an alkaline source and the suppressor for cesium adsorption, respectively. Nickel ferrocyanide prepared by contacting concentrated nickel and ferrocyanide solutions without mixing adsorbed cesium ions in alkaline conditions even the concentration of coexisting potassium ions was more than ten thousand times higher than that of the cesium ions. Large particles of nickel ferrocyanide slowly grew at the interface between the two solutions, which reduced the surface energy of the particles and therefore increased the alkali tolerance. The interfacially-synthesized nickel ferrocyanide was possible to prevent the leaching of radioactive cesium from cement-solidified fly ash for a long period. The mechanisms of the formation, selective cesium adsorption, and alkali-induced decomposition of the nickel ferrocyanide were elucidated. Comparison of the cesium adsorption mechanism with that of the other adsorbents revealed that an adsorbent can selectively adsorb cesium ions without much interference from potassium ions, if the following conditions are fulfilled. 1) The adsorption site is small enough for supplying sufficient electrostatic energy for the dehydration of ions adsorbed. 2) Both the cesium and potassium ions are adsorbed as dehydrated ions. 3) The adsorption site is flexible enough for permitting the penetration of dehydrated ions with the size comparable to that of the site.

Key Words: Cesium adsorbent, Municipal solid waste incinerator fly ash, Nickel ferrocyanide, Alkali tolerance, Interfacial synthesis

和 文 要 約

アルカリ源である水酸化カルシウムとセシウム吸着の妨害元素であるカリウムイオンを多量に含むごみ焼却飛灰からの放射性セシウム漏出を防ぐための吸着剤として、高耐アルカリ性を有するフェロシアン化ニッケルを界面合成法で作成した。ニッケルイオンとフェロシアン化イオンの濃厚溶液を攪拌せずに接触させることにより、両液の界面でゆっくり結晶成長させて得られたフェロシアン化ニッケルは、粒径が大きくて表面エネルギーが低いため耐アルカリ性が高く、セシウムイオン濃度の1万倍以上のカリウムイオン存在下でもセシウムイオンを選択的に吸着できた。界面合成法で作成したフェロシアン化ニッケルは飛灰のセメント固化体からの放射性セシウムの漏出を長期間防止するのに十分な性能を持っていた。界面合成フェロシアン化ニッケルの生成、分解、およびセシウム吸着機構を明らかにした。界面合成フェロシアン化ニッケルのセシウム吸着特性を他の吸着剤の特性と比べることにより、多量のカリウムイオン存在下でもセシウムイオンを優先的に吸着できる吸着剤には、1) 吸着サイトのサイズが小さく、吸着イオンの脱水和に十分な静電エネルギーを供給できること、2) セシウムイオンだけでなく、カリウムイオンも脱水和して吸着されていること、3) 吸着サイトの骨格構造が柔軟で、吸着イオンが侵入する際にサイト入口を広げることが可能であること、という条件が必要なが分かった。