

セシウムの除去を指向した多層カーボンナノチューブ/ プルシアンブルー複合型吸着材の開発

北海道大学大学院 環境科学院

環境起学専攻 先駆コース

真鍋 翔一

【背景・目的】2011 年 3 月 11 日に起こった東日本大震災は、日本における観測史上最大の規模マグニチュード 9.0 を記録した。この地震により、最大遡上高 40.5m に及ぶ大津波が発生し、福島第一原発所が破壊された。この原発所が破壊されたことで、放射性物質(セシウム、ヨウ素、ストロンチウム等)が流出し、大気、土壌、水といった環境中に拡散した。従って、これらの放射性物質を容易かつ効率よく回収できる技術の緊急確立が求められている。本研究では、湖沼や海水等の水環境に流出した放射性セシウムの除去を目指して高性能吸着材料の開発研究を行った。その結果、プルシアンブルー(Prussian blue, PB)を多層カーボンナノチューブ(Multi-walled carbon nanotubes, MWCNTs)と複合させることにより、放射性セシウムを効率よく除去できる吸着材が作れることを見出した。

【実験方法】(1) PB/MWCNTs 複合吸着剤の作製: 孤立に分散された MWCNTs の存在下で PB を in situ 合成し、洗浄・乾燥処理の後 MWCNTs/PB の複合粉末を得た。(2) MWCNTs/PB 複合吸着材の評価: 作成した MWCNTs/PB 複合体を熱重量分析装置を使いその組成比を調べた。また、走査型電子顕微鏡(SEM)による形態観察、FT-IR、X-ray diffraction(XRD)、Raman 分光法及び吸光光度計を用いた構造解析を行った。(3) セシウム吸着実験: セシウムを含む水溶液サンプル 45ml 中に適切な量の MWCNTs/PB 吸着剤を添加し、一定時間攪拌した後、遠心分離・濾過を行った。ICP 装置で、その濾過液に含まれるセシウムの濃度を測定した。

【結果・考察】TGA 測定結果から、MWCNTs/PB 複合体における組成成分比が MWCNTs:PB = 2:3 であることが判った。吸着実験の結果からは、MWCNTs/PB 複合体の吸着容量は、合成した PB の単独体と比べ 1.4 倍高く、その複合体の最大吸着容量(pH = 5.5)が 181.2 (mg/g)であることがわかった。MWCNTs/PB 複合体は Freundlich 吸着機構、つまり MWCNTs/PB 複合体のセシウムに対しての吸着が多層吸着であることが示唆された。また、pH の上昇とともに、MWCNTs/PB 複合体の吸着容量が増加したことが確認された。PB は $\text{Fe(III)}_4[\text{Fe(II)(CN)}_6]_3$ の基本分子式を持つ結晶体である。セシウムは、PB の結晶格子内に拡散され、固定されることによって吸着除去される。放射性セシウムの吸着除去率を高めるためには、セシウムの PB 結晶内への拡散を促進する必要がある。MWCNTs は PB 結晶のサイズを数 10~数 100 ナノメートルに抑える役割を果たした同時に、セシウムの PB 結晶内への拡散を促進した役割も果たしたと考えられる。この二つの効果が相乗した結果、MWCNTs/PB 複合体は PB 単独体よりも高い吸着能を有することになった。本研究で開発した MWCNTs/PB 複合型吸着材は、汚染水から放射性セシウムを選択的に除去する、いわゆる除染処理への応用が期待できる。