

DNA フォームを吸着剤として用いたセシウムとストロンチウムの除去

北海道大学 環境科学院
環境起学専攻 環境適応コース
藤井 佑介

【緒言】2011年3月11日に発生した東日本大震災による大津波で、福島第一原子力発電所1~4号機が破壊され大量の放射性物質(セシウム、ストロンチウム等)が環境中に放出した。現在でも被害は深刻で、環境中に暴露された放射性物質の回収が急がれている。本研究では、湖沼や海水等の水環境に流出した放射性物質の除去を目指して、金属イオンと特異的に結合する、DNAを複合させたポリウレタンフォームを吸着剤として利用出来ないか検討を試みた。実験に用いたDNAは、産業廃棄物として北海道で年間5000トン捨てられているサケ白子由来で、未利用資源の有効利用という視点からも研究を進めた。

【実験】ポリウレタンフォームはプレポリマーであるNB9000Bに水を加える事によってイソシアネート基と水に含まれる活性水素による反応が開始され、鎖延長反応、発泡反応、架橋反応を経て生成する。DNAフォームは50gのNB9000Bと30gのDNA水溶液を混合し、ミキサーで10秒間攪拌する事によって生成した。完成したDNAフォームについてはSEM及びEDSで表面構造を確認し、酸分解の後にDNAのリン酸基由来のリンを定量する事によってフォーム中に含まれるDNA量を分析した。吸着性能評価は、セシウムイオン及びストロンチウムイオンを含む水溶液0.40mlにDNAフォーム0.1gを投下し、混合前後の濃度差から吸着容量を算出した。濃度差についてはICP発光分析装置を用いて定量した。また水溶液/DNAフォームの混合時間、各イオン種の濃度等を変化させて、セシウム及びストロンチウム吸着容量に影響するパラメーターについて考察した。

【結果・考察】SEMで観察した結果、DNAフォームには固有の構造が存在することが判った。またEDS分析の結果より、DNAフォームの表面にはDNAのリン酸基由来のリンが確認出来た。酸分解によるフォーム中のDNA量の定量では、1.0wt%DNA水溶液で作製したDNAフォームでは約0.5%、2.0wt%で作製した物では約1.0%のDNAがDNAフォーム中に含まれていることが分かった。DNAフォーム0.10g(約1.0×1.0×0.5cm)を吸着剤として用いた場合、セシウム及びストロンチウムの吸着量は振とう時間の経過と共に増大する事が観察された。また、吸着平衡に達する時間が約24時間であった。一方DNAを含まない通常のポリウレタンフォーム0.1gで同様の実験を行った結果、セシウム、ストロンチウム共に残像濃度に変化がなかった。この事はDNAがセシウムおよびストロンチウムを吸着する原因物質であることが示唆された。飽和吸着容量はDNAフォーム1g当たりセシウムを0.51mg、ストロンチウムを0.84mg吸着する結果が得られた。初期濃度を変化させた実験ではDNAフォームはLangmuir吸着機構、つまりセシウム、ストロンチウムが共に単層吸着機構で吸着されたことが示唆された。DNAがセシウムおよびストロンチウムとの結合は、主にDNAのリン酸基へのイオン結合及びDNAの塩基への錯形成が挙げられる。本実験で用いたセシウム及びストロンチウムは、上記の結果よりリン酸基のみに吸着していると考えられた。DNAフォームは環境中に放出された放射性セシウム及びストロンチウムの回収に貢献することが期待される。