

23 放射能公害防止に関する実験研究

一凝集沈殿とイオン交換によるCs-137, Sr-90の除去—

東北大学工学部 正員 ○堀 岡 正 和

東北大学工学部 下飯坂 潤 三

1. まえがき

今日の水質汚濁公害に原因するカドミウムや有機水銀などの有毒物質に比較して、けた違いに許容量が小さくごく微量であっても人体にとって極めて実害の大きい公害として、放射能公害がある。

放射能公害は公害という点からは、もちろん一般産業公害と同様に物理的、化学的、生物学的性質上の害毒の除去はもちろんのことであるが、これに加えて放射能に基因する処理上の特殊性と人体に対する危険性がある。すなわち放射能は現在のところ普通の手段では消滅できず、ただ時間による自然減衰をまつのみである。また、その放射能許容値は、たとえば飲料水の場合は一般有毒物質がppmのオーダーで1ml中に数マイクログラム(μg)のものが、放射性物質にあつては $10^{-10}\mu\text{g}$ 程度のものが普通であり、前者のおよそ100億分の1前後の量が公害として問題視されるのである。この微量性ゆえに放射能が一たん環境に放出され、許容値以上に河川や海あるいは大気までも汚染された場合は大変なこととなる。

放射能公害源としては、その主たるものの一つとして原子力関連産業、研究所、大学、病院などから排出される放射性廃液があげられる。

放射性廃液の処理処分は原則として廃棄する当初から核種別、濃度別、酸・アルカリ性別、無機・有機性別などに正別されたのち、各国とも現在のところ(1)希釈して河川や海に放流、(2)コンクリートに固めて深海への投棄、(3)物理・化学的・生物学的または機械的に濃縮減容して保管または廃棄する方法をとっている。しかしながら、これらの方法による処理処分は現在のところ決して万全の安全性は保証されていないのである。すなわち、(1)の方法は放射能の絶対量は減らないわけであり、排出量の増加により河川や海は次第に汚染され、長い間には蓄積されて公害源となることは必定である。(2)の方法は深海の潮の動きは複雑で未知の点が多く、また将来海底資源開発の大きな障害となることが予想される。(3)の方法は容積は減少するが放射能自体は減少されるわけではなく、廃棄量の増大により廃棄場所と放射線の遮蔽が問題になってくる。

以上の諸点から放射性廃液の処理処分は、放射能公害防止を前提として考えるべきであり、あくまでも閉込め方式を立前とすべきであつて、今日採用されている方式は必ずしも最善の方法とは考えられない。

本報では、放射能公害防止に関する研究の一環として、凝集沈殿とイオン交換による放射性廃液中に共存する ^{137}Cs 、 ^{90}Sr の除去および分離回収について基礎的実験研究を行ない、放射性廃液の安全でかつ経済的な処理方法について検討した。

2. 実験方法

一般に放射性廃液は多少なりともけん濁していること、夾雑イオン濃度が高いこと、水質が一様でないことなどの諸点を考慮して、(1)凝集沈殿によるけん濁物質の除去、(2)イオン交換による ^{137}Cs

^{90}Sr の選択的分離回収、(3) 1および2の方法の組合せによる処理方法を採用した。

2-1. 凝集沈殿実験

けん濁物質および夾雑イオンを含有する放射性廃液から、 ^{137}Cs 、 ^{90}Sr をイオン交換により分離回収する場合、イオン交換体は原則としてイオンのみしか捕捉しないために、あらかじめ前処理によってけん濁物質、非イオン性の溶解物質、コロイド性物質および夾雑イオンなどを除去しておくことは非常に有利である。

以上の理由から放射性廃液をあらかじめ凝集沈殿処理してけん濁物質の除去効果、 ^{137}Cs および ^{90}Sr の挙動、夾雑イオンの影響などについてジャーテストにより試験した。

2-2. イオン交換実験

イオン交換により放射性廃液中の ^{137}Cs 、 ^{90}Sr を分離回収する場合、重要なこととしてイオンの選択性と夾雑イオンの防害の問題があるが、この点に関しての基礎的実験研究の結果によると、特に ^{137}Cs に対しては無機質イオン交換体がすぐれている。とりわけ天然産のゼオライトは割合に安定した品位の原料が安価に産出でき、セシウムイオンに対して特異な選択性をもっており、陽イオン交換容量が他の無機質イオン交換体に比較して大きいことからこれを使用した。

実験はバッチ法とカラム法により、ゼオライトのイオン交換特性、イオン交換速度、夾雑イオンの影響などについて試験した。

2-3. 凝集沈殿とイオン交換の組合せ処理による ^{137}Cs 、 ^{90}Sr の分離回収

2-1および2-2の試験結果に基づいて、人工放射性廃液を最初に凝集沈殿を行ない、次いでその処理上澄液をイオン交換して、放射性廃液中の ^{137}Cs 、 ^{90}Sr の除去および分離回収効果を試験した。

3. 実験結果の要約

1). 使用した凝集剤 (A-Floc) は、低濁度または高濁度の放射性廃液に対してすぐれた除濁効果を發揮するが、 ^{137}Cs および ^{90}Sr の凝集沈殿の除去効果は良好なフロックを生成するにもかかわらず非常に悪い結果を示した。しかしながら、 ^{137}Cs の場合は陽イオン交換容量の大きい粘土鉱物粉末を添加し、あらかじめ ^{137}Cs をイオン交換させたのちの凝集沈殿効果はすぐれており95%前後の除去率が期待できる。

2). 放射性廃液は一般にけん濁していることから、放射性廃液中の特定イオンをイオン交換分離回収する場合、前処理として凝集沈殿により濁質および非イオン性溶解物質を除去しておくことは、イオン交換による ^{137}Cs の分離回収にプラスの効果をもたらすことになる。この際、凝集沈殿による除去効果の低いことは本研究の目的からいって有利であると考えられる。

3). ゼオライトは ^{137}Cs に対して極めて特異な選択的イオン交換能をもっており、夾雑イオンを含有する廃液中の ^{137}Cs を選択的に分離回収できるが、 ^{90}Sr の場合は ^{137}Cs に比較して分離効果は非常に悪く本法による処理では分離回収は困難である。

4). 放射性廃液をあらかじめA-Flocで凝集沈殿処理したのち、ゼオライトによるイオン交換で澄液中の ^{137}Cs の分離回収率は良好でほぼ完全に分離回収できる。しかし、同じ条件で行なった ^{90}Sr の分離回収率は非常に低い結果を示した。