

廃棄豚骨が有害金属の吸着剤に

日本原子力研究開発機構は、二〇二二年二月に、廃棄豚骨を原料とした安くて効率のよい有害金属の吸着剤を開発したと発表しました。

今日は研究内容について関根由莉奈研究員と南川卓也研究員に伺いました。(編集部)

概要

食品業界では、世界で多くの廃棄骨が発生しています。その一部である豚骨を有効利用した研究が発表されました。

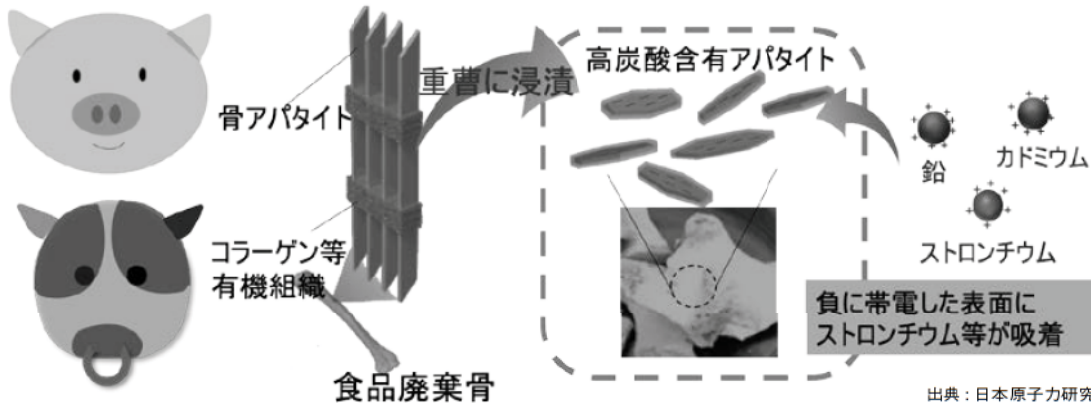
骨は、高い金属取り込み性能を持つことが知られています。本研究では、豚骨や牛骨を重曹に浸け込むだけで、ストロンチウムやカドミウムなどを高効率で吸着する吸着剤を開発しました。

豚骨で環境汚染を防ぐ

河川や地下水への有害金属の流出を防ぐため、土壌や汚染水の浄化など、今までさまざまな防止策が行われてきました。有害金属による公害を起さないためにも、安価で高効率に有害金属を吸着する方法を開発していくことは重要です。

例えば、原子力発電所で使用した燃料の中には、核分裂生成物として放射性ストロンチウムが含まれています。

■ 廃棄骨を原料として、高性能なストロンチウム吸着剤を簡易かつ低コストに得ることに成功



出典：日本原子力研究開発機構より

一般的に、ストロンチウムは骨に蓄積されやすく、生体から排出されにくい性質を持ちます。豚骨によってストロンチウムの拡散を防ぎ、ヒトへの摂取を阻止することも重要です。

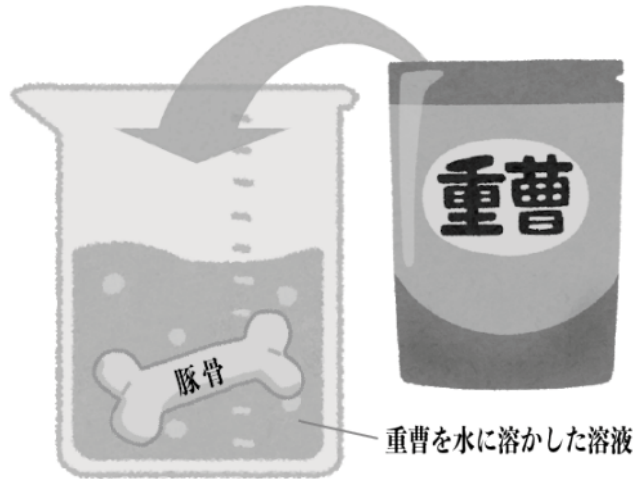
本研究は、この「ストロンチウムが骨に蓄積されやすい」という性質に着目し、スタートしました。

既存の技術との違いは

有害物質などの広域拡散阻止、除染には莫大な規模での処置が必要な場合があります。拡散防止の手段として吸着剤を使用する場合、吸着性能が低いと、より多くの吸着剤が必要となります。

重金属全般への吸着剤としては合成及び天然ゼオライトが利用されています。ストロンチウムの吸着剤としては、酸化チタンや天然及び合成ゼオライトが有用であるとされています。重金属の広域拡散を防ぐため、より性能が高く、安価な吸着剤の実現が必要とされています。

■ 食品廃棄豚骨を重曹水溶液に浸けて吸着材料を作製



重曹を水に溶かした溶液

出典：日本原子力研究開発機構より

骨のストロンチウムや重金属吸着性能は以前から知られています。原子力施設のあった米国ハンフォード等では、牛骨や魚骨を使用したストロンチウム、ウランの流出を防ぐ方法が検討されてきました。

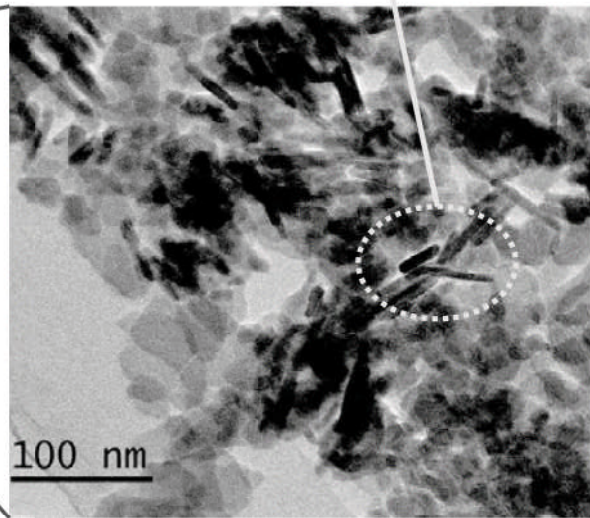
関根研究員らは、骨が有する金属吸着メカニズムを解明し、それを利用した高性能な吸着剤の開発を計画しました。

私たちの骨は、無機物の骨アパタイトと有機物のコラーゲンから構成されます。アパタイトは燐灰石と呼ばれ、中でも水酸燐灰石

ナノサイズのアパタイト結晶



重曹処理した後の骨



透過型電子顕微鏡による拡大画像

出典：日本原子力研究開発機構より

は歯や骨の主な成分です。

アパタイトは人工的に合成することもできますが、生体由来のアパタイトは人工的に作り出したアパタイトよりも、多くの炭酸が含まれている、という特徴があります。元来、生体由来の骨は、人工的に作られたアパタイトよりも金属吸着性が高いことが知られています。それは炭酸の影響によるものと考えられてきました。しかし、炭酸の影響を研究した例は今までにありませんでした。

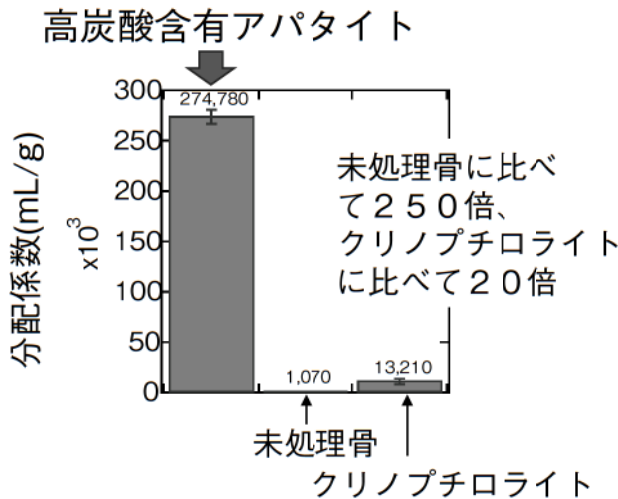
そこで、生体骨の炭酸量を制御し、骨の金属吸着性能に炭酸が及ぼす影響を解明し、安価で大量生産が可能な原料として廃棄豚骨を活用しようとなりました。

豚骨を利用し吸着剤を開発

関根研究員と南川研究員は、福島での事故への思いから、安価な吸着剤を開発したいと考えました。

これまでの実験では、人工物や市販の薬品を使用してきましたが、発想を

■ 炭酸アパタイトのストロンチウムに対する吸着性能



出典：日本原子力研究開発機構より

転換し、思い切って実際の骨を使用しました。
骨には肉やコラーゲンが含まれません。まず、高温高圧で豚骨を加熱し、これらの有機物を除きます。そして、重曹に浸け込みます。そのように処理することで、炭酸を多く含んだアパ

イトが形成されます。浸け込む重曹の濃度が高ければ高いほど、アパタイトに含まれる炭酸も

増えます。高濃度の重曹に浸け込んだ豚骨は、どのくらいのストロンチウム吸着性能があるのでしょうか。水と吸着剤、どちらにストロンチウムが移行しやすいのかを示す指標である分配係数は、加熱も重曹にも浸けない未処理の骨に比べて二五

■ 廃棄骨から作製した炭酸アパタイトとその顕微鏡画像



未処理の食品廃棄骨

〇倍、天然ゼオライトの中で、ストロンチウムを高効率に吸着すると言われているクリノプロチロライトと比べて、二〇倍の性能を示しました。カドミウムに対しては未処理骨に比べて二三倍、クリノプロチロライトに比べて三七〇倍を示しました。また、それらの金属に対して高い吸着容量も示しました。なぜこのような吸着性能があるのでしょうか。炭酸アパタイトでは、炭酸量が増えるにつれて、負の電荷の表面が形成されていきます。スト

ロンチウムは正電荷を持っているので、炭酸アパタイトに引きつけられるのです。
多くの場合、吸着剤は使いやすくなるために一センチメートル以上の粒にする工程があります。しかし、骨ならこのまま使うことができるので、加工の点でも優位性があります。
他の吸着剤と比較して、吸着した金属をはがしやすいという利点もあります。金属の再利用や、吸着後の処理の負担を軽くすることができます。

今後の展開に期待

本研究により、食品廃棄豚骨を利用して、家庭でも再現可能なほど簡易な方法で、既存の天然吸着材料よりも、高い性能を実現しました。また、低コストで量産可能な技術を開発しました。今後は、原子力施設や鉱山などで、環境浄化材料としての応用が期待されます。さらにリチウムなどの有用な金属を回収するためにも、使用されることが期待されます。

