



## PRESS RELEASE

岡山大学記者クラブ

文部科学記者会

科学記者会

御中

令和 7 年 1 月 29 日

岡 山 大 学

### **骨代謝から着想！重金属を高効率に除去する新しいデトックス材料を開発！ 体内の解毒剤として期待**

#### ◆発表のポイント

- ・ 摂食の過程で侵入する重金属を効率的に除去する新規経口医用材料を開発しました。
- ・ この材料は骨構成成分であるリン酸カルシウム<sup>(1)</sup>を用いたものであり、骨代謝過程における分解と安定化から着想を得たものです。
- ・ 消化管内の重金属を効率的に回収し、体外に排出することが可能です。

岡山大学学術研究院医歯薬学域（歯）生体材料学分野の松本卓也教授、岡田正弘准教授（現東北大学特任教授）、Ahmad Bikharudin 大学院生らのグループは、骨構成成分であるリン酸カルシウムを用いることで消化器系に侵入した Cd（カドミウム）など重金属を効率的に除去できることを明らかにしました。この研究成果は 1 月 24 日、英科学誌「*Journal of Hazardous Materials*」（インパクトファクター：12.2）のオンライン電子版で公開されました。

Cd は公害病として広く知られる「イタイイタイ病」（骨軟化症）の原因物質であり、火山や垂鉛鉱山に近い地域などでは土壤に多く含まれる重金属です。日本以外の国でも同様疾患の発症が認められており、また別のアジア圏の国では農地の 15% 以上において基準値以上の Cd を含むという報告もあります。土壤の Cd は穀物から人体に侵入しやすく、地域や食生活によって曝露の程度が異なります。米を主食とするアジア系人種は特にその対応が重要であり、日常的に摂取される Cd を効率的に除去し、体内沈着を防ぐことは重要な課題です。

研究グループは骨組織の成長過程において骨を構成する無機結晶（リン酸カルシウム）が溶解、分解と安定化を繰り返し、骨形態や骨機能を維持するという働きから、消化器官内でのリン酸カルシウムを用いた Cd デトックスを着想しました。この材料を合成、顆粒化し Cd 含有水を飲ませたマウスに食べさせたところ、リン酸カルシウムは胃内の低 pH で溶解し、小腸内の中性 pH で再結晶析出を示し、この過程において活性炭よりも高効率、100  $\mu$ g/ml という高濃度の Cd であってもほぼ 100% 除去できること、体内組織への Cd 沈着を抑制できることを明らかにしました。

#### ◆研究者からのひとこと

デトックスというと活性炭やキレート剤といったイメージがありますが、それら材料よりも高効率で重金属除去できる材料です。元々が骨の成分であり、体への安全性も高いです。手軽に服用できる解毒剤としての活用が期待できます。



松本教授

## PRESS RELEASE

### ■発表内容

#### <現状>

Cd（カドミウム）は公害病として広く知られる「イタイイタイ病」（骨軟化症）の原因物質であり、火山や垂鉛鉱山に近い地域などでは土壤に多く含まれる重金属です。日本以外でも諸外国で同様疾患の発症が認められており、中国では農地の15%以上が基準値以上のCdを含むといった報告もあります。土壤のCdは穀物から人体に侵入しやすく、地域や食生活によって曝露の程度が異なります。米を主食とするアジア系人種は特にその曝露が多い傾向にあり、日常的に体内に入るCdを効率的に除去し、体内沈着を防ぐことは重要な課題です。金属由来毒素を取り除くための一般的な材料としては、活性炭やキレート剤が知られていますが、活性炭はその使用による消化管への過剰な炭沈着や腺細胞からの消化液分泌障害の可能性が指摘されています。また、キレート剤はCa濃度の低値や低血糖などの副作用が報告されています。そういったことから、安全性の高いCd除去剤の開発が求められています。

#### <研究成果の内容>

リン酸カルシウムは骨、歯の主要構成成分であり、体内での骨リモデリング過程では分解と再析出が繰り返されることが知られています。この分解は破骨細胞における酸分泌が主体として働き、分解され濃度の上がった局所のカルシウム、リン酸は、近傍のpHが中性以上を示す領域で新たな石灰化物として再結晶析出されます。酸で溶解し、中性で再析出するという性質から、この材料は胃で一旦溶解し、腸内において再析出することが想定されます。また、CaイオンはCdイオンとイオン半径が近く、リン酸カルシウム結晶の再析出において、Cdイオンの回収に有効に働く可能性が考えられました。そこで、リン酸カルシウムのこれら特性を活かし、新たなデトックス材料としての有効性についてCdを持続的に摂取させたマウスを用い検討しました。その結果、デトックス材料を含まない餌を与えた群と比較して、リン酸カルシウムならびに活性炭を含む餌を与えた群ではいずれも高いCd回収量を示しました。リン酸カルシウムを含む餌を与えた群ではいずれの濃度においても活性炭よりも高いCd回収量を示しました。また、リン酸カルシウムを含む餌を与えた群では血中Cd濃度、Cdの組織沈着量いずれにおいても、正常なマウスと同等の値を示し、リン酸カルシウムによるCdのほぼ完全な除去を確認しました。

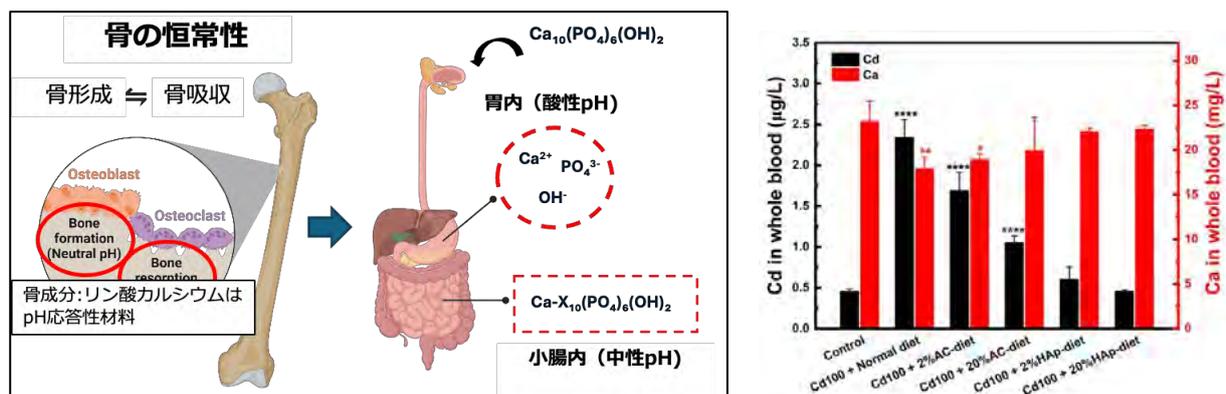


図1. A) 骨形成/骨吸収のメカニズムを消化器内デトックスに活用、B) 血中カドミウムイオン濃度の有意な改善



### <社会的な意義>

生体硬組織の主要成分であるリン酸カルシウムを活用した新しいタイプの重金属デトックス材料です。土壌汚染地域や日常の恒常的な重金属摂取に対する予防医療の一環として活用が期待できます。一方で、野生動物でよく見られる骨食と呼ばれる現象は、動物が単にミネラルを獲得するための手段としてではなく、体内のデトックスのために機能している可能性も示唆されました。

### ■論文情報等

論文名： Co-precipitating Calcium Phosphate as Oral Detoxification of Cadmium  
邦題名「リン酸カルシウム共沈殿を活用した消化管内カドミウム除去」  
掲載誌： *Journal of Hazardous Materials*  
著者： Ahmad Bikharrudin, Masahiro Okada, Ping-chin Sung, Takuya Matsumoto  
DOI： 10.1016/j.jhazmat.2025.137307  
URL： <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2025.137307>

### ■研究資金

本研究は、独立行政法人日本科学技術振興機構（JST）「階層性自己組織化複合材料デザイン」（分解・劣化・安定化の精密材料科学領域、JPMJCR22L5, 研究代表：松本卓也）、日本学術振興会（JSPS）科学研究費補助金（JP21H03123, JP22H03274, JP23H00235）の支援を元に行いました。

### ■関連出願特許

出願番号：特願 2024-225835 号  
出願日：2024年12月20日  
出願人：国立大学法人岡山大学

### ■補足・用語説明

1) リン酸カルシウム：骨の主要無機成分

#### <お問い合わせ>

岡山大学学術研究院医歯薬学域（歯）

教授 松本 卓也

（電話番号）086-235-6667 （FAX番号）086-235-6669



岡山大学は持続可能な開発目標（SDGs）を支援しています。