

卵殻を吸着材として用いた重金属の除去に関する研究

北海道大学大学院 環境科学院

環境起学専攻 先駆コース

中村 直樹

【背景・目的】 重金属に起因した環境汚染は発展途上国において深刻化している。重金属が人体に取り込まれると、発熱、腹痛、嘔吐、下痢、貧血、神経痛などを症状とした急性中毒症や、肝硬変、脳障害、腎障害、イタイタイ病、水俣病などを症状とした慢性中毒症を引き起こすため、それらの環境への排出と拡散は厳しく制限されている。一方、既に環境中に排出され、存在している重金属を除去するための技術開発が課題となっている。本研究では産業廃棄物として処分されるバイオマスの一つである鶏卵殻に注目した。カドミウム (Cd) と鉛 (Pb) を具体的な対象物質として吸着実験を行い、鶏卵殻による重金属吸着除去のメカニズムの解明を目指して研究を進めた。

【材料及び方法】 鶏卵殻を脱イオン水で洗浄後乾燥し、粉碎した後に吸着材として供試した。一定量の鶏卵殻を、Cd及びPbを含む水溶液に添加混合した後、鶏卵殻を水溶液から除去し、水溶液中に残留したCd及びPbの濃度をICP発光分析装置又は原子吸光装置で測定した。混合前後の濃度差からCd及びPbに対する吸着容量を算出した。また、水溶液のpHや混合時間、重金属イオンの濃度などを変化させ、重金属吸着容量に影響するパラメーターについて考察した。加えて、卵殻と卵殻膜を分離し、それぞれの成分について分析を行った。

【結果及び考察】 鶏卵殻がPbに対しては特異的に吸着する性質を持っていることが明らかとなった。吸着容量はサンプル水溶液のpHに依存し、pH値の増大とともに吸着容量が増加する傾向が観察された。また、吸着速度が速く、吸着平衡に達する所要時間が1時間以内であった。鶏卵殻1g当たりのPbに対しての飽和吸着容量が 24.5 ± 1.5 mgであった。一方、鶏卵殻はCdに対しての吸着を殆ど示さず、また、吸着容量も 1.3 ± 1.3 mg と低い値であった。鶏卵殻は卵殻と卵殻膜から構成されている。本研究に使用した鶏卵殻に関しては、卵殻の主成分が炭酸カルシウムであった一方、卵殻膜の主成分は不溶性たんぱく質であり、そのアミノ酸配列にはグルタミン酸、アスパラギン酸およびヒスチジンなどが確認された。卵殻膜を分離し、卵殻膜のみを供試した場合、Pbに対しての吸着容量が高かったことから、鉛イオンは主に卵殻膜によって吸着されるものと考えられた。卵殻膜が鉛イオンと特異的なキレート結合を形成しPbを選択的に吸着することが推察された。一方、カドミウムイオンに関しては、その化学的性質がカルシウムイオンと相似するため、卵殻の主成分である炭酸カルシウムから溶出されたカルシウムイオンがCdの吸着を妨害したと考えられた。