

とろろ昆布を吸着体とする重金属イオンの除去法の開発

北海道大学大学院 環境科学院

環境起学専攻 環境適応科学コース

長内 雅浩

【緒言】 昆布は重金属に対し大きな吸着容量を持ち、安価で天然に豊富に存在することから、昆布を吸着体とした重金属イオン除去に関する研究が行われている。しかし、昆布は水溶液中で色素やタンパク質といった有機物を溶出するため、多量に使用すると富栄養化などの環境汚染を引き起こす可能性がある。また、従来の研究では昆布を数10から数100マイクロメートルの粉体にして実験を行っており、吸着体の回収という点で難点がある。一方、とろろ昆布は昆布をプレスした後に薄く切削することで、数10マイクロメートルの厚さの繊維状のものが得られる。そのため粉体と同等の吸着能とその繊維質を生かした加工を施すことで、吸着体の回収工程の簡易化が期待できる。そこで本研究では、とろろ昆布の重金属イオンに対する吸着能を明らかにするとともに、有機物の溶出を防止し、重金属イオン吸着後に回収の容易な形状にするための前処理及び成形法について検討することで、とろろ昆布による重金属イオンの除去法の開発を行った。

【実験】 市販のとろろ昆布を乾燥させたものを吸着材として、pH、吸着時間、溶液の濃度を変化させて鉛イオンに対する吸着実験を行った。純水、塩酸、水酸化ナトリウム、塩化カルシウム、ホルムアルデヒド、グルタルアルデヒドの各種溶液に乾燥させたとろろ昆布を加えて攪拌し、洗浄後乾燥し粉砕することで前処理を施した吸着体を得た。また、回収の容易な吸着体を得るために乾燥させたとろろ昆布を純水、ホルムアルデヒド、グルタルアルデヒド溶液中で攪拌し洗浄したものに重しを載せて乾燥させ、更に0.1M塩化カルシウム溶液中で振とう乾燥することでチップ状の吸着体を得た。前処理あるいは成形した吸着体の鉛イオン吸着量を求めるとともに、純水中で振とうした際の有機炭素溶出量を測定した。

【結果と考察】 乾燥させたとろろ昆布の鉛イオン吸着量はpHに大きく依存し、初期pHの上昇とともに吸着量は増加し、pHが5の時に最も吸着量が大きかった。また、吸着速度については、2分で平衡吸着量のおよそ60%、10分でおよそ90%になり、吸着平衡には1時間以内に達することが分かった。鉛イオンに対する吸着挙動を調べ、Langmuir型の吸着等温線から得られた最大吸着量は0.85mmol/gであった。とろろ昆布を各種溶液で前処理を行うことで、鉛イオンの吸着量は増加し、有機炭素溶出量も大きく抑えることができた。グルタルアルデヒド溶液中で前処理したものを乾燥させチップ状にしたとろろ昆布を純水中で振とうすると、チップ状の吸着体が分散してしまった。そこで塩化カルシウム溶液中で振とうするという前処理過程を追加することで、純水中でも分散しないチップ状の吸着体を得ることができた。鉛イオン吸着量の経時変化を調べ、擬二次速度モデルにあてはめることで各種吸着体の吸着速度を算出した。とろろ昆布と比べ、チップ状の吸着体は吸着速度が低下した。また、チップの厚さを増すことで吸着速度はさらに低下した。これはチップ状に成形することによって、吸着体内部への鉛イオン溶液の浸透が阻害されたためと考えられる。チップ状に成型することで吸着操作後の吸着体の回収の簡易化に成功し、また、チップを薄くすることで鉛イオンの吸着速度が向上する可能性が示唆された。