

多様な重金属への優れた吸着処理能力を持つヨシで新規の吸着剤を開発 さらに、優れた重金属吸着能力を有する新たな植物バイオマスの スクリーニング手法も開発しました

湖沼や河岸等の水辺の水質浄化機能を担うヨシをはじめ、
いろいろな植物バイオマスを原料として
高性能な重金属除去・回収性能を有する吸着剤を製造する技術の開発に成功。

- 現在一般に用いられている活性炭等のように炭化させることなく、簡易な化学処理により植物バイオマスそのものの優れた重金属吸着性能を引き出すことで、安価で高性能、省エネルギーな吸着剤製造方法を確立しました。
- 重金属吸着性能を決める酸素含有官能基量は酸化処理によって強化可能であり、ヨシの最大吸着量 (Qm) を24%増加させることに成功しました。

競合技術への強み

	亜鉛	鉛	カドミウム
重金属初濃度(mg/l)	5.6	5.1	7.7
吸着剤使用量(g/l)	2.0	2.0	2.0
活性炭 重金属除去率(%)	88.7	99.3	95.8
ヨシ吸着剤 重金属除去率(%)	92.8	99.9	97.7

▲ヨシバイオマス製吸着剤 (本技術) と活性炭 (従来技術) との吸着性能の比較

ヨシ製吸着剤は、さまざまな重金属 (亜鉛、鉛、カドミウム等) の吸着処理に利用でき、特に低濃度の平衡条件下で優れた性能を発揮します。また、その能力は活性炭を上回る事が確認されています。この重金属吸着性能に最も大きく影響している要因は酸素含有官能基量であることを解明し、これを強化するために有効な化学修飾法を見出すことに成功しました。これにより世界最高レベルの重金属親和性を有するヨシ製吸着剤の製造技術の開発に成功しました。

ここがポイント

ヨシ製吸着剤は、吸着した重金属の脱着と吸着性能の再生が容易であり、耐久性にも優れているため、繰り返し使用することが可能です。安価で高性能な重金属吸着剤 (ヨシ製吸着剤) の生産を可能にするには、重金属の除去処理に有用な吸着剤に新しくヨシを利用するという方法を創り出すこととなります。吸着剤原料としてのヨシの利用の拡大、刈り取ったヨシの循環利用手法の確立により、湿地生態系の保全に寄与するとともに、省エネルギー・省メンテナンス性に優れたヨシ原が持つ水質浄化機能を持続的に活用していくための定期的なヨシの刈り取りをサポートすることができます。

開発した植物バイオマスの評価手法が、化学修飾の有無に関わらず有効であったことから、これを利用した簡易スクリーニングにより、さらに新たな有用植物バイオマス (ワカメ、杉チップ、モミ殻等を本研究開発で新たに見出しました) が見出されてくる事が期待できます。

ブレイクスルーへの道のり

2003年：東北大学に赴任し、自然の機能を利用した低エネルギー型の水質浄化手法である湿地浄化法の研究に専念することを決心。博士課程前期に入学してきたラオス出身の留学生ステイシヤックとの研究打ち合わせでは、当初、湿地浄化法で発生する余剰なヨシから活性炭を製造することを計画したが、

簡易なアルカリ処理でもヨシの重金属吸着性能が大きく改善させることを発見し、炭化せずに高性能な吸着剤を製造する手法の開発とその応用を修士研究のテーマとすることになった。

2004年：ニッケルを対象として研究成果をもとに応募した (財) 鉄鉱業環境保全技術開発基金の研究助成の採択を受け、対象金属を鉛、亜鉛、銅、カドミウムまで広げた実証研究を展開した。得られた成果をベースに、重金属吸着剤の市場ニーズなどについてアドバイスを受けていたJFEエンジニアリングと共同で特許出願するとともに、技術の一般化とメカニズムの解明を目的とする研究を実施するため、平成17年度第1回産業技術研究助成に応募することを計画。

2005年：産業技術研究助成に採択が決まり、バイオマス系吸着剤として世界最高レベルの重金属親和性を有するヨシ製吸着剤のメカニズムを解明するための基礎研究を開始した。

2006年：ヨシ製吸着剤における重要な吸着要因が次々と明らかになった。ヨシと対称的な性質を有する海藻を材料として行った比較研究により、植物バイオマスに適した化学修飾法の根拠となる一般則的知見の蓄積に成功。成果をまとめた論文が水環境分野において最も権威のあるWater Research誌に掲載された。その結果、「最もオンラインダウンロードが多かったWater Research誌掲載論文のランキング20」において17位 (年間720報中) にランキングされ、本研究成果が高い注目を集めていたことを知った。

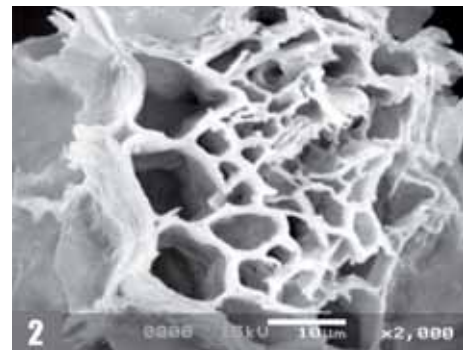
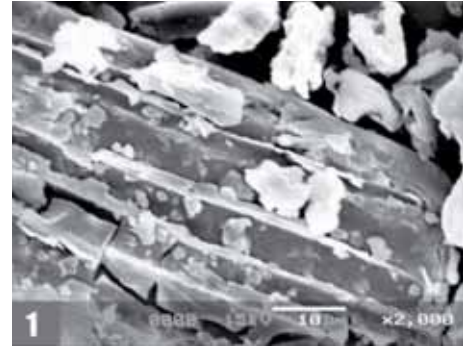
2007年：世界水会議 (北京) での研究成果の口頭発表においても高評価を体感した。明らかにした理論をもとに、ヨシ製吸着剤の吸着容量を改善するための化学修飾法の検討を開始、試行錯誤の末、吸着容量24%アップを可能とする簡易な手法の開発に成功。最終目標の1つとしていた有用植物バイオマスのスクリーニング用科学的指標の絞り込みに入り、三菱マテリアルとの共同研究を開始した。

2008年：スクリーニングのモデル実験によって絞り込んだ科学的指標の有効性を確認した。この科学的指標を利用した未利用植物バイオマスのスクリーニングは今後も継続する予定。これまでの研究成果を9月にウィーンで開催された世界水会議で発表した。

■サクセス・キー

不思議な性能を秘めたヨシという材料に巡り会えたこと。開発のきっかけとなったアルカリ処理の実験結果も想定外であり、湿地浄化法や湿地生態系の保全を支えるための影武者的な研究がハイライトを浴びる研究へと発展したきっかけは偶然の重なりとも言えます。

モチベーションの高い研究補助者 (留学生) に恵まれたこと。彼の動機付けとしては、世界中で生育



▲化学修飾前後のヨシバイオマス表面の違い (上が修飾前、下が修飾後)

アルカリ水溶液を用いた化学修飾による洗浄効果によってハニカム様立体構造が表面に現れ、化学修飾前は3.49 m²/gだった有効表面積が、化学修飾後は18.05 m²/gへと5倍以上に増大している。(※エチレンジアミン・エチルエーテル法により有効表面積を測定)

するヨシに簡易な前処理を施す本技術は、鉱山等による重金属汚染問題を抱える発展途上国において活用できる技術であり、祖国でも活用できる技術の開発であったこともあるようでした。

■ネクスト・ストーリー

連携企業との共同研究による技術の実用化だけでなく、「ヨシの循環利用」の必要性に理解がある企業やヨシの刈り取りを支援している地方自治体等との連携を図り、多様な生物の生息地や水質浄化の場としてのヨシの機能を持続的に活用するためのヨシの刈り取り活用をバックアップするヨシの循環利用システムの構築に貢献していきたいと考えます。鉱山等による重金属汚染問題を抱えている発展途上国でも運用可能であり、国際的技術移転についても試みたいと考えています。



プロジェクトID・研究テーマ名・年度

05A18014c 「水質浄化植物を原料とした高性能重金属吸着剤の製造に関する研究開発」
(平成17年度第1回公募)

代表研究者・所属機関・所属部署名・役職名

中野 和典 東北大学大学院工学研究科
土木工学専攻 准教授