

Point

本技術は、特定外来生物であるナガエツルノゲイトウの有効利用と有害化学物質除去の両立を目指した新たな環境浄化技術です。バイオ炭化したナガエツルノゲイトウを、環境水中の有機フッ素化合物(PFAS)の吸着除去材として利用できる可能性が示唆されました。

特定外来生物由来のバイオ炭によるPFAS除去

環境調査測定事業本部 廃棄物・土壌汚染対策事業部 戸張 寛子、谷本 祐一

はじめに

当社は、2020年頃より、地方自治体からの委託を受け、河川や湖沼に繁茂する特定外来生物「ナガエツルノゲイトウ(*Alternanthera philoxeroides*:以下「ナガエ」)」の駆除事業に取り組んでいます。ナガエは、南アメリカ原産の多年生草本で、陸上でも水上でも生育できる強害雑草として知られています。日本では1989年に兵庫県尼崎市で初確認された後、関東地方以西から沖縄まで分布域が拡大しています。ナガエの過剰繁茂は、従来の水生生態系だけでなく、水利用や農業等のさまざまな産業活動にも悪影響を及ぼしています(写真1)。



写真1 ナガエツルノゲイトウの繁茂状況

バイオ炭としての活用に向けた取り組み

ナガエの駆除は各地で行われていますが、拡散防止のため堆肥化が困難で、主に焼却処分されています。しかし、水草であるナガエは水分含有量が高く、焼却処理には多額の費用がかかります。そこで当社は、未利用バイオマスの活用として、駆除したナガエをバイオ炭※1化し、PFAS(有機フッ素化合物)※2汚染水の浄化に活用する試みを始めました。

※1 バイオ炭: 低酸素状態で350℃超の温度で木材等の生物資源(バイオマス)を加熱し、作られる固形物。炭素貯留、土壌改良、水質浄化に活用可能。

※2 PFAS: 界面活性剤、泡消火剤等で利用。環境への残留性や生物体内での濃縮性が問題視されている。

バイオ炭によるPFAS処理についての報告例は海外にあります。ナガエをバイオ炭化して活用したり、PFAS処理等の水質浄化に使用した事例は国内では報告されていません。本稿では、特定外来生物であるナガエをバイオマス資源として有効活用する方法についての検討結果を紹介します。

バイオ炭の作成方法

ナガエは水面を細長い茎で覆うように広がり、茎は中空構造となっています(写真2)。刈り取ったナガエは、乾燥させて適当な長さに切断し、酸素制限下の電気炉内で焼成することでバイオ炭を作ることができます(写真3)。今回の検討では450℃、650℃、850℃の3段階の温度で焼成しました。得られたバイオ炭を粉碎し、篩(ふるい)を用いて500μm以下に調整した後に、吸着実験を行いました。



写真2 炭化前のナガエツルノゲイトウ



写真3 ナガエツルノゲイトウ由来バイオ炭

メチレンブルーによる吸着能力評価

ナガエは草木類ですが、比較的高い焼成温度で炭化が可能です。そこで、焼成温度を450℃～850℃に変えて作成したナガエ由来のバイオ炭とヤシ殻活性炭について、活性炭の吸着力評価に用いられる色素であるメチレンブルー吸着量の比較を行いました(図1)。その結果、バイオ炭では焼成温度が高くなるほど吸着量が増加し、バイオ炭(850℃)では活性炭とほぼ同等の吸着性能が得られることが分かりました。

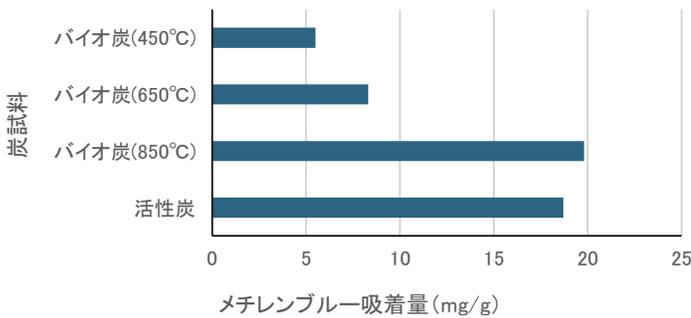


図1 バイオ炭の焼成温度の検討

PFAS吸着実験

バイオ炭(850℃)と活性炭についてPFAS吸着実験を行い、その効果を比較しました(図2)。

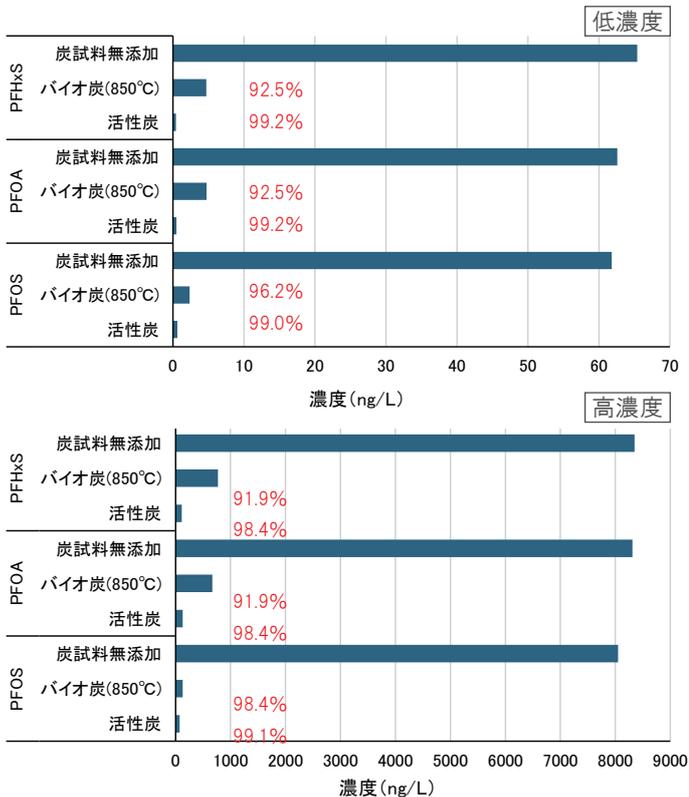


図2 PFAS吸着結果(図中赤字は除去率)

実験では、PFOS、PFOA、PFHxSの分析用標準液を混合して作成した試験液125mlに炭試料0.15gを添加し、30分間浸透後、直ちに固液分離したうえで、試験液中に残存するPFAS濃度を測定しました。試験液の濃度は、幅広い利用状況を想定し、3種類(低濃度:100ng/L、中濃度:1,000ng/L、高濃度:10,000ng/L)を設定しました。

実験の結果、ヤシ殻活性炭の除去率には及ばなかったものの、90%以上、特にPFOSに対しては95%超の除去率が得られました。このことから、水質基準^{※3}近傍の低濃度から高濃度まで良好な吸着性能を確認でき、ナガエ由来のバイオ炭のPFAS吸着材としての可能性が示されました。

※3 水質基準: PFOS・PFOAの合算値50ng/L、2026年度より施行予定

おわりに

今回の検討により、特定外来生物であるナガエ由来バイオ炭によってPFAS汚染水を浄化できる可能性が示されました。

ただし、バイオ炭化までの工程については解決すべき課題が多く残されています。特に、ナガエは含水率が高い水草であるため、乾燥工程に通常のバイオ炭原料よりも高いコストがかかります。そのため、比較対象である活性炭に対して費用対効果で優位性を確保することが今後の重要な課題です。

一方で、国内各地で問題化しているナガエの処分方法について、未利用バイオマスの活用という観点から新たな可能性を示すことができました。さらに、ナガエと同様に社会課題となっているPFASの除去方法についても同時に解決できる可能性を提示できたと考えています。現在、PFASの規制対象は水道水に限られていますが、安全・安心な生活のためには、農業用水や親水空間等でもPFAS低減の必要性が高まることが予想され、本技術の活用が期待されます。

今後は、水環境におけるPFAS以外の有害物質に対する吸着性能を明らかにするとともに、上記に示した課題を解決し、その取扱いも含め、本技術の社会実装に向けた検討を進めていきたいと考えています。