

研究報告

液中パルスプラズマを用いた難分解性有機フッ素化合物の分解における操作因子の検討

撥水剤や界面活性剤、半導体製造用の表面処理剤などに使用される有機フッ素化合物は環境中で分解されにくく、高い蓄積性を有することから、効率の高い処理技術が求められています。本研究では液中パルスプラズマを用いたペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS) の分解を効率化するため、操作因子の影響を評価しました。

はじめに

有機フッ素化合物は撥水剤や界面活性剤、半導体製造用の表面処理剤など様々な用途に使用されています。中でもペルフルオロオクタンスルホン酸 (C₈F₁₇SO₃H, PFOS) は安定な構造をしているため環境への残留性や生物への蓄積性が問題視されており、ストックホルム条約 (PoPs条約) や化学物質審査規制法、2020年4月には水質管理目標設定項目に分類されるなど、国内外で様々な規制が行われています。一方でPFOSは代替が困難である用途については例外的に使用が認められており、処理方法の確立が求められています。

有機フッ素化合物の炭素・フッ素結合は最も強固な化学結合の一つであり、オゾン処理やOHラジカルによる促進酸化処理でも反応性が低いことが知られています。廃水中の有機フッ素化合物の現状の処理方法としては、活性炭吸着法などが用いられていますが、共存有機物が多く含まれている場合には除去できないことや吸着後に1000℃以上の焼却処理が必要であることが課題となっています。

これらに代わる省エネルギーな水処理技術として液中気泡内のパルス放電によって発生する強力な酸化剤や紫外線、衝撃波を利用した方法があります。これまでに液中パルスプラズマを用いたPFOSの分解について報告されていますが、本研究ではより効率的な処理を行うために操作因子である電極材料、放電条件、廃水pHの影響について検討しました。

実験方法

実験条件は電極材料、放電条件 (パルス幅、周波数)、初期廃

水pHの項目について表1のとおり設定しました。リアクターは図1のとおり溶液中对向させた金属電極間にガスを導入し、電極にパルス電圧を加える方式により気泡内部にプラズマを生成し、回分式実験を行いました。液中パルスプラズマ装置には直流電源 (株式会社栗田製作所製) を用いました。

PFOS濃度は飛行時間型液体クロマトグラフ質量分析装置 (LC-TOF/MS) により分析を行いました。PFOS分解生成物のフッ化物イオン、硫酸イオン濃度はイオンクロマトグラフ、金属濃度はICP発光分光分析装置により分析を行いました。

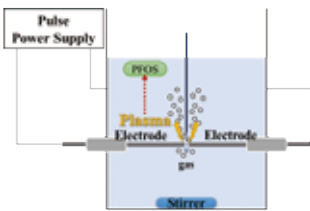


図1 リアクターの概略図

表1 実験条件

	電極	導入ガス	電圧 (kV)	パルス幅 (μs)	周波数 (kHz)	pH
1	C,Al,Ti,SUS,Cu,Mo,W	空気	2	1.5	15	7
2	SUS	空気	2	1-2	15	7
3	SUS	空気	2	1.5	5-30	7
4	SUS	空気	2	1.5	15	3-11

実験結果

液中パルスプラズマを用いたPFOSの分解におけるPFOS及びフッ化物イオン、硫酸イオン濃度の関係を図2に示します。本処理法においてPFOSは分解可能であり、それに伴いフッ化

ベンチャー企業 支援業務の ご案内

業務内容

- ベンチャーファンドによる株式投資や
ご融資を通じて、事業資金のサポートを行います。
- 資金面の支援だけでなく、
公的機関・専門機関・大学等のネットワークである
「京銀活き活きベンチャー支援ネットワーク」等を通じ、
経営相談をはじめベンチャー企業のあらゆるニーズにお応えします。

公的機関

連携

大学

連携

民間支援機関
専門家集団

連携

京都銀行
法人総合
コンサルティング部
創業成長支援グループ

支援・育成

ベンチャー企業等

支援施策

- ベンチャーファンド
- 事業性融資
- 「京銀活き活きベンチャー
支援ネットワーク」の活用
- 各種支援機関紹介
- ビジネスマッチング
- セミナーなどの開催

詳しくはこちらを
ご覧ください。▶

飾らない銀行
京都銀行

物イオン及び硫酸イオンが生成していることからPFOSの無機化が示されました。PFOSは液中パルスプラズマによって発生した局所的な熱や衝撃波、キャビテーション効果によって分解したと考えられます。

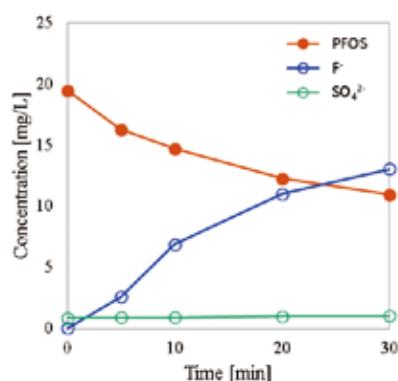


図2 液中プラズマによるPFOSの分解

PFOSの分解における電極材料の影響を図3に示します。ステンレス、銅、アルミニウムの順で分解速度が高くなりました。また、処理時間30分後の廃水中の金属濃度はチタン、ステンレス、アルミニウムの順で低くなりました。これらよりPFOSの分解速度が高く、耐久性が高い電極材料はステンレスであると考えられます。

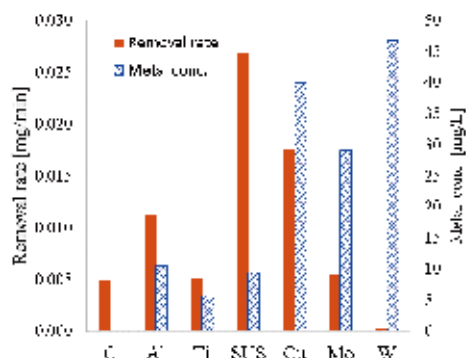


図3 電極材料の影響

PFOSの分解における初期pHの影響を図4に示します。初期pH7のときに分解速度が最も高く、中性から離れると分解速度は低下する傾向を示しました。中性域以外ではpH調整に用いた無機イオンがPFOSの分解と競合したため、分解速度が低下したと考えられます。

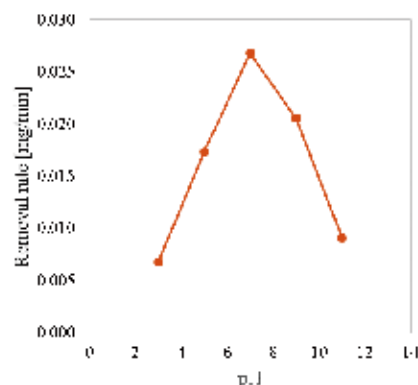


図4 初期pHの影響

おわりに

本研究では液中パルスプラズマを用いたPFOSの分解における操作因子について検討したところ、PFOSの分解速度は電極材料がSUS、Cu、Alの順に高くなりました。排水の初期pHの影響では、PFOS分解速度はpH7が最も高く、酸性及びアルカリ性では分解速度が低下しました。この他にもパルス幅が分解速度に影響を及ぼすことが明らかとなりました。

実処理環境では有機フッ素化合物は廃水中で様々な物質と共存していることから、現在は実廃水への適用に向けて、共存物質が有機フッ素化合物の分解に及ぼす影響を評価しています。本研究の詳細にご興味をお持ちの方は化学分析係までお問い合わせください。

●お問い合わせ先／ 京都府中小企業技術センター 基盤技術課 化学分析係 TEL:075-315-8633 E-mail:kiban@kptc.jp

— 想いをむすび、地域をゆたかに —

京都信用金庫



“世の中を少しでも良くしたい”という預金者の想いを6つのテーマに乗せて企業に託し、今も未来も安心して過ごせる地域をともに創るための預金です。



ESG経営や社会課題の解決を目指す企業の評価・認証を行い、**企業活動の社会的インパクトをみえる化する制度**です。社会課題に取り組む地域企業の成長を支えます。



京都信用金庫は、地域社会におけるソーシャルマインドの醸成及び持続可能な地域社会の実現を目指します。