

B-12 電気化学的処理法による排水中のPFOAおよびPFOSの除去について

○田中 嵩人^{1*}・尾崎 博明²・谷口 省吾³・笠原 慎也²・橋本 政明²

¹大阪産業大学大学院工学研究科（〒574-8530大阪府大東市中垣内3-1-1）

²大阪産業大学工学部（〒574-8530大阪府大東市中垣内3-1-1）

³大阪産業大学新産業研究開発センター（〒574-8530大阪府大東市中垣内3-1-1）

* E-mail: s08MK03@sub.osaka-sandai.ac.jp

1. はじめに

近年、水環境中から有機フッ素化合物が検出され問題となっている。有機フッ素化合物は撥水剤やフッ素加工に用いられており、生活に身近なものだが極めて難分解性であり既存の水処理方法では十分な除去が困難な物質である。有機フッ素化合物の一種であるPFOSの分解では亜臨界水が有効であるなど示唆されているが、水中の有機フッ素化合物を対象とした除去方法はまだ確立されていない。物理化学的処理法である電気分解法は、最近までは電極材料の劣化、電気利用効率、処理効率といった面での限界があったために排水処理法に適用するには多方面において問題があり、研究自体が低迷していた。しかし、近年において新材料の開発が急速に向上していき、上記で述べた効率の悪さや問題が改善されるようになっていき見直されつつある。それに伴い適用範囲の拡大が見込めて、新たな物質への研究が展開されつつある¹⁾。よって物理化学的処理法である電気分解法はいままでの概念を超えて注目される分野であるといえる。そこで、本研究では白金電極を用いて水中のPFOAおよびPFOSの電気分解処理について基礎的な検討を行った。

有機フッ素化合物とは、図-1、図-2に示しているように直鎖の炭素骨格にフッ素が結合している化合物であり難分解性物質である。また、PFOA(Perfluorooctanoic Acid)は、発がん性を有する可能性が指摘され新たな汚染物質として注目されており、PFOS(Perfluorooctane Sulfonate)は残留性が高く、有機フッ素化合物の環境中での最終分解生成物である。日本では2002年12月にPFOA、PFOSともに「化学物質の審査および製造などの規制に関する法律(化審法)」の第2種監視化学物質(旧指定化学物質)に指定されているが排出等の規制は特に行われていない²⁾。

また、有機フッ素化合物は環境中でほとんど分解しないという極めて難分解性化合物の性状と、親水、親油性のどちらも有している特殊な性質である。

以上のことから、PFOAおよびPFOSは自然の浄化能力では分解しにくいことより、PFOAおよびPFOSの除去方法を明らかにすることが重要であるといえる。そこで、本研究では電気分解法によって有機フッ素化合物は分解が可能であるか検討を行った。

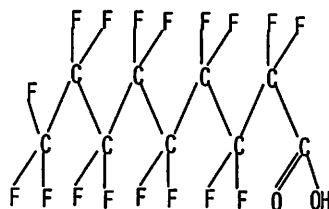


図-1 PFOAの構造式

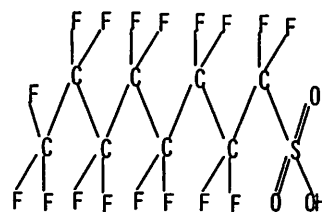


図-2 PFOSの構造式

2. 実験方法

(1) 実験装置

図-3に実験装置図を示す。電極には白金電極(直径

50mm、厚さ1mm、枠に用いる白金線は0.7φであり、表面をメッシュ状にしている)を用いた。

電源は直流安定化電源装置 (AD-8735) を用い、最大1.0A、33Vの設定で通電を行った。電解槽には500mlのガラスビーカーを用い、溶液をスターラーで攪拌しながら実験を行った。溶液には超純水にPFOAが5mg/Lになるように添加し作成した。また、十分に攪拌を促すために実験前に溶液を一日、スターラーで攪拌を行った。PFOSについても同様の作成方法を用いた。

超純水のみでは充分に通電しないことから電解質として0.05mol/Lになるように硫酸ナトリウムを溶解させた。0、15、30、60、90、120分に試料の採取を行い測定に供した。

(2) 測定方法

測定はPFOAおよびPFOSとpHについて行った。PFOAおよびPFOSの測定はLC/MS/MS (3200QTRAP:Applied Biosystems) で行った。pHの測定はコンパクトpHメーター (HORIBA compact pH METER:B-212) で行った。

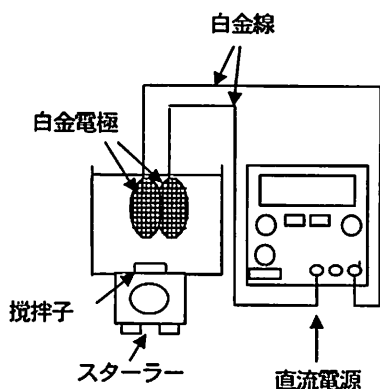


図-3 実験装置図

3. 結果および考察

図-4にPFOAの除去率を、図-5にPFOSの除去率を示す。PFOAについては時間が経過するごとに除去率は上昇し実験開始から90分後にはほぼ100%の除去率を得た。また、PFOSについては、30分後にはおよそ60%除去されその後30分間は変化がみられなかったが、PFOAと同じく実験開始90分後にはほぼ100%の除去率を得ることができた。

実験中のpHについては図-6に示す。pHについてはPFOAの実験においては初期値が6.9、PFOSの実験においては5.7であった。その後実験の経過時間とともにPFOA、PFOS両方の実験において約5前後で安定する結果となった。

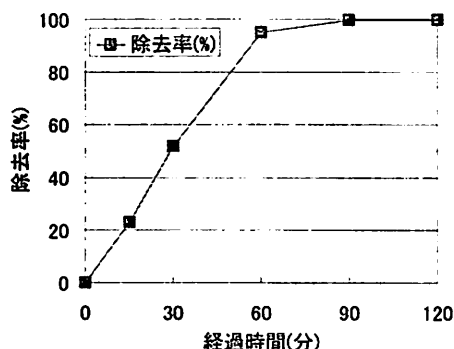


図-4 PFOAの除去率

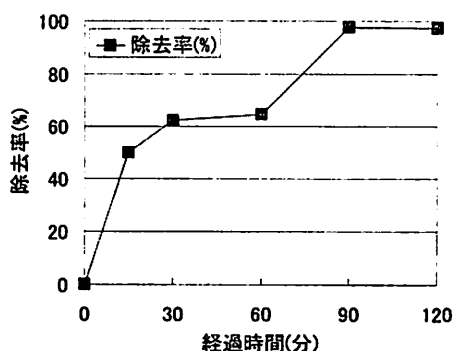


図-5 PFOSの除去率

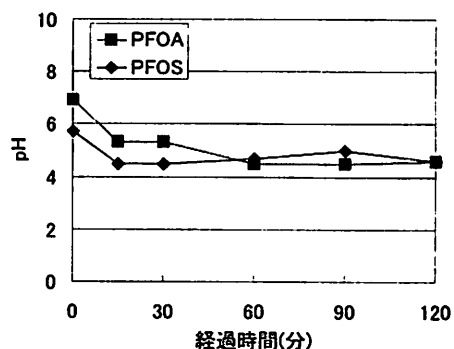


図-6 pH

4. まとめ

結果より、PFOAおよびPFOSは電気分解法により除去されることが明らかとなり、電気分解法の有効性を示す結果となった。

参考文献

- 1) 掛川一幸, 山村博, 守吉佑介, 門間英毅, 植松敬三, 松田元秀; 機能性セラミックス化学, pp4-6, 2004
- 2) 藤井滋穂; 環境工学分野のフロンティア - 有機フッ素化合物汚染への挑戦 -, 環境衛生工学研究Vol. 20 No. 2, pp3-8 (2006)