

流通式液中放電プラズマによる農薬および PFOA の分解

Decomposition of Agrichemicals and PFOA in Solution using Flow-through Type In-liquid Plasma

日立研開¹, 日立ハイテクサイエンス² ○石田 猛¹, 小原 賢信¹, 甲田 公良²

Hitachi, Ltd., Research & Development Group¹, Hitachi High-Tech Science²

○Takeshi Ishida¹, Yoshinobu Kohara¹, Kimiyoshi Koda² E-mail: takeshi.ishida.br@hitachi.com

[はじめに]

我々は狭小部を有するマイクロ流路に電気伝導性溶液を流通させながら kV オーダーの電圧を印加し、生じた気泡内部に発生するプラズマ [1] で誘起されるラジカルに注目し、この流通式液中放電プラズマ (flow-through type in-liquid plasma (FLP)) を難分解性有害有機物の分解に応用することを目指している。これまでに溶液中の有機色素や酢酸を分解できることを示した [2]。今回は同手法による水処理応用に向けて、農薬や残留性有機汚染物質 (POPs) のモデルとして Perfluorooctanoic acid (PFOA) に適用し、分解能力を評価したので報告する。

[実験方法]

実験系の模式図を Fig. 1 に示す。プラズマ発生部である、狭小部を持つ流路に高電圧パルス回路と送液系を接続した。分解対象には農薬である Thiram ($C_6H_{12}N_2S_4$), Iprodione ($C_{13}H_{13}C_{12}N_3O_3$), Thiophanate methyl ($C_{12}H_{14}N_4O_4S_2$), Siduron ($C_{14}H_{20}N_2O$) と、1.4 及び 24 ppm の PFOA ($C_8HF_{15}O_2$) を用いた。分解条件は、電圧 1.5 kV, 電圧印加時間 (τ_{on}) 5 ms, 電圧非印加時間 (τ_{off}) 5 ms, 流速 0.2~1.0 mL/min とし、電気伝導性溶液には、0.1N 硝酸又は 0.1N NaCl を用いた。分解率については、4 種の農薬については HPLC 法を、PFOA については LC/MS/MS 法を用い、分解処理前後の対象物質起因のピークの面積比から算出した。

[結果と考察]

1 ppm の 4 種の農薬に対し FLP による分解処理を行い、分解率を評価した結果を Fig. 2 に示す。4 種の農薬の何れにおいても HPLC 法の検出限界以下まで分解でき、分解率はほぼ 100% であった。次に Iprodione を例に分解率の濃度依存性を評価した。電解液に 0.1N 硝酸を用いた場合、濃度 1 ppm では分解率がほぼ 100% であったのに対し、10 ppm では 99.56% に低下した。繰返し処理を行った場合 [2], もう一度処理を行えば検出限界以下になると見積られる。更に、Iprodione における分解率の流速依存性を評価した。電解液に 0.1N 硝酸を用いた場合、流速を 1 mL/min に増加させても分解率はほぼ 100% を維持できた。以上より、FLP による分解処理は、農薬分解に対して有効であることが確認できた。

同様に、PFOA に対して FLP による分解処理を行い、分解率を評価した結果を Fig. 3 に示す。1.4 及び 24 ppm の PFOA に対する分解率はそれぞれ 95.7 及び 92.9% であり、農薬と比べて分解率が低いものの、難分解性有機物質のモデルである酢酸の分解処理 [2] と比べて高い分解率を示した。分子構造の近い Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS, $C_8HF_{17}O_3S$) に対しても同程度の分解率が期待できる。

[まとめ]

流通式液中放電プラズマによる水処理応用の検討を目的に、溶液中の農薬や残留性有機汚染物質のモデルとしての PFOA の分解に取り組み、高い分解能力を確認した。本手法は難分解性有害有機物質を含んだ水の処理に応用できると考える。今後は更なる分解能力向上と大流量処理の検討を行う。

[1] Iiduka, A.; *et. al.*, Proc. μ TAS2004, 1, 423-425 (2004)

[2] 石田他: 応物予稿集 13p-P11-7 (2015 年春季)

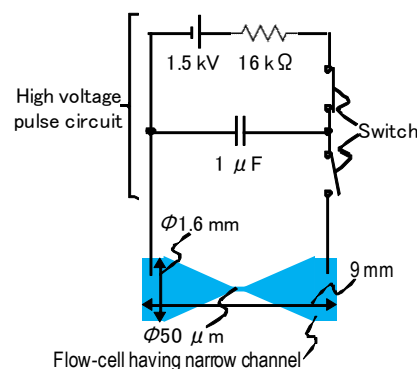


Fig. 1 Experimental setup

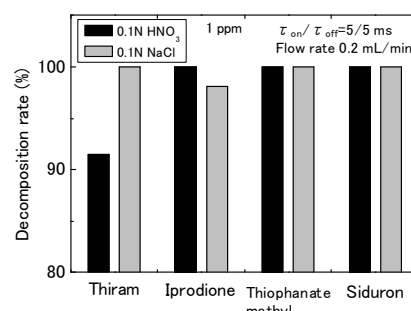


Fig. 2 Decomposition of agrichemicals

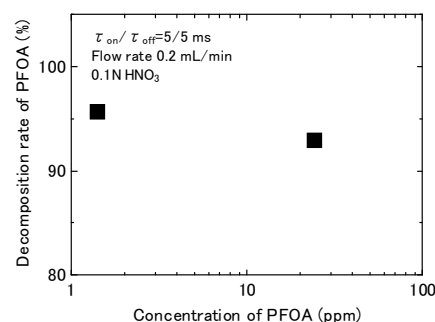


Fig. 3 Decomposition of PFOA