

流通式液中放電プラズマによる溶液中の難分解性有機物の分解

Decomposition of Persistent Organic Matter in Solution using Flow-through Type In-liquid Plasma

日立中研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²Hitachi Ltd., Central Research Lab.¹, Hitachi High-Tech Science²°Takeshi Ishida¹, Yoshinobu Kohara¹, Kimiyoshi Koda² E-mail: takeshi.ishida.br@hitachi.com

[はじめに]

我々は、狭小部を設けた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を難分解性有害有機物質の分解に応用することを目指している。これまでに、本手法により溶液中の 100 ppm の有機色素を分解できることを示した[2]。今回は、同手法を難分解性有機物である酢酸に適用し、分解能力を評価したので報告する。

[実験方法]

実験系の模式図を図 1 に示す。プラズマ発生部である、3 次元的な狭小部を持つ砂時計型石英流路を垂直方向にセットし、高圧パルス電源と送液系に接続した。分解対象には、10~1000 ppm の酢酸を用いた。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})20~100 ms、流速 0.05~1 mL/min とし、電気伝導性溶液には、0.1N 硝酸又は 0.1M NaCl を用いた。分解率については、分解処理前後の HPLC における酢酸起因ピークの面積比から算出した。

[結果と考察]

図 2 に 0.1N 硝酸溶液に対して濃度 10~1000 ppm に調整した酢酸を試料とした場合の、分解率の濃度依存性を示す。比較のために有機色素インジゴカルミンの結果も載せてある。インジゴカルミンの場合、濃度 100 ppm 以下では分解率 100% であるのに対し、酢酸の場合、分解率は 10% 前後であった。炭素間の結合が一重結合である酢酸は、二重結合を含む有機色素に比べ分解性が悪く、分解率向上のためには、生成するヒドロキシルラジカル濃度を増やすのが一案である。

次に、処理時間を延ばすことによる分解率の向上について検討する。流速を変化させた場合と、分解処理した液を再度処理することを 3 回まで行った場合の酢酸分解率を図 3 と図 4 にそれぞれ示す。流速が小さいほど、処理回数が多いほど分解率が増加し、処理時間当たりの処理量や分解率は、処理回数を増やした方が有利であることが分かった。また、分解率の処理回数依存性を解析した結果、各処理間の分解率 d がほぼ等しいことが分かった。これが n 回目の処理まで成立すると仮定すると、 n 回目の分解率 D_n は次式で表される。

$$D_n = 1 - (1-d)^n \quad (n=0, 1, 2, \dots) \quad (1)$$

処理回数依存性に対して(1)式をフィッティングした結果を図 4 に点線で示す。実測値が計算値と良く一致しており、所望の分解率を得るための処理回数を見積もることができる。

[まとめ]

難分解性有機物である酢酸に対して流通式液中放電プラズマによる分解処理を行った。得られた分解率は約 10% であり、完全分解のためにはさらなる条件検討が必要である

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

[2] 石田他: 応物予稿集 17a-PB2-18 (2014 年秋季)

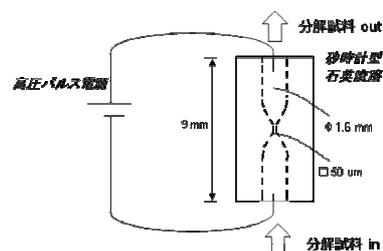


図 1 実験系模式図

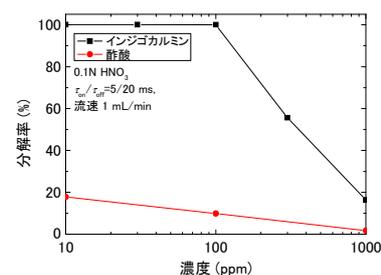


図 2 分解率の濃度依存性

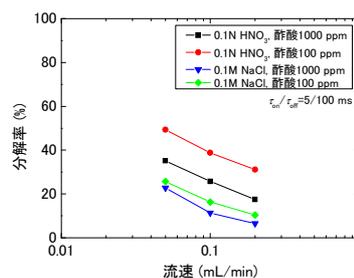


図 3 分解率の流速依存性

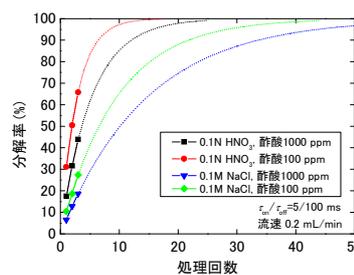


図 4 分解率の処理回数依存性