

水中および気液混相場でのプラズマ生成と応用 Plasmas generated in and in contact with liquid and their applications

安岡康一, 小杉明弘, 松谷有里子, 竹内希
K. Yasuoka, A. Kosugi, Y. Matsuya, N. Takeuchi

東工大 電気電子工学専攻
Tokyo Tech. Dept. Electrical and Electronic Eng.

気液界面で発生させるプラズマは, 新材料合成, 水中難分解有機物の分解, 殺菌・滅菌といったバイオ応用など, 様々な分野で応用研究が進んでいる。本稿ではプラズマを使った液中の有機フッ素化合物分解反応について述べる。

Fig. 1に構造式を示すペルフルオロオクタン酸 (PFOA: $C_7F_{15}COOH$) は, 工業製品の製造過程で使われているが, 環境残留生と発癌性が懸念され, ペルフルオロオクタンスルホン酸 (PFOS: $C_8F_{17}SO_3H$) と共に規制対象物質に指定されている。

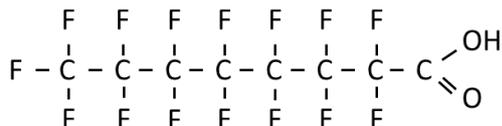


Fig. 1. Molecular structure of PFOA.

PFOA/PFOSは水溶性の難分解物質で, 酸素ラジカル中最も強力な $\cdot OH$ でも分解ができない。このため光化学反応などの方法が試されてきたが[1], プラズマを気液界面で作用させるとより高いエネルギー効率で, PFOA/PFOSが分解できることがわかった。また, PFOA分解時には, 副生成物のPFCA類($C_nF_{2n+1}COOH$)が処理液中に生じ, Fig. 2に示すように推移する [2]。

副生成物の濃度は, 初期PFOA濃度の1/30程度

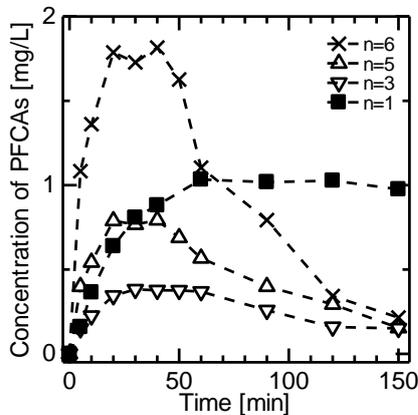


Fig. 2. Time varying concentrations of PFCA.

と少量であり処理時間の経過と共に減少する。ただし, 炭素鎖数の最も短いTFA (CF_3COOH)は, 長時間留まる傾向がわかる。

PFOAやPFOSが高い分解エネルギー効率を示す一方, 短鎖のTFAが分解しにくい点については, 気液界面に集まる有機フッ素化合物の濃度[3]を推定することで考察できる。

Fig. 3は, 動的表面張力計より求めた0.1 mmol/LのPFCA類($n=1,3,5,6,7$)界面濃度を示す[4]。これはそれぞれの処理液内に気泡を生成し, 表面張力の動的変化より濃度を求める方法である。PFOA($n=7$)は最大値を示しTFA($n=1$)は最小値を示す。このことから, 長鎖の物質ほど気液界面に集積してプラズマと効率よく反応し, 分解されていくことがわかった。本本研究は環境研究総合推進費補助金 (K2324) により行われた。

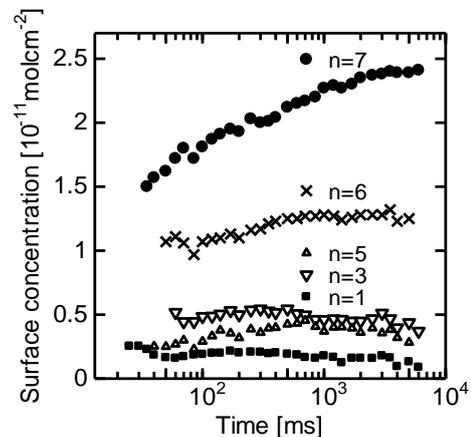


Fig. 3. Dynamic surface concentrations of PFCA.

- [1] Hori H, Nagaoka Y, Yamamoto A, Sano T, Yamashita N, Yaniyasu S, and Kutsuna S, 2006 *Environ. Sci. Technol.* **40** 1049.
- [2] Yasuoka K, Sasaki K, Hayashi R, 2011 *Plasma Sources Sci. Technol.* **20** 034009.
- [3] Takeuchi N, Oishi R, Kitagawa Y, Yasuoka K 2011 *IEEE Trans. Plasma Sci.* **39** 3358.
- [4] 松谷有里子, 竹内希, 安岡康一, 電気学会論文誌A, vol. 132, no. , 2012 (in press).