ISSN 2186-5647

5-66

気液界面放電を利用したビスフェノール類の除去技術の開発

日大生産工（院）○永倉 拓也
日大生産工　岡田 昌樹，佐藤 敏幸，日秋 俊彦

【緒言】

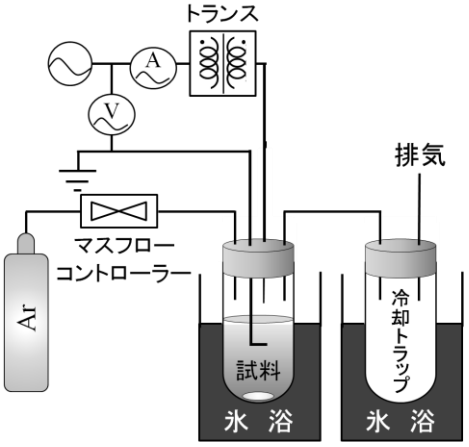
ビスフェノール類は内分泌撹乱物質と考えられている化学物質の一つであり，近年，生態系への影響が危惧されている。特にビスフェノール A（BPA）はポリカーボネートやエポキシ樹脂の原料として用いられており，環境中に廃棄された高分子材料から環境中への溶出が問題となっている。また，生体に対する高い蓄積性を有することから，環境中の微量 BPA の除去技術の開発が求められている。その様な背景のもと，光触媒を用いる方法[1)]，高温高圧水を用いる方法[2)]，そして酵素反応を用いる方法[3)]などが試みられてきた。

一方，放電プラズマは局所的に高エネルギーを付与できることから難分解性環境物質の分解技術として注目されている。これまで我々の研究グループでは気液界面放電により，水溶液中に高い酸化力を持つヒドロキシラジカルを形成できること，また，気液界面放電により容易に水溶液中の色素分子を分解除去できることを確認している。

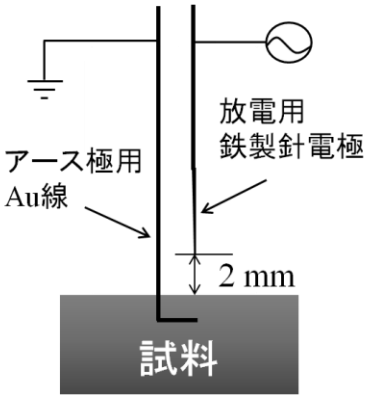
そこで，本研究では水に溶解した微量 BPA の分解除去技術として，気液界面放電を利用することを考えた。

【実験】

Fig.1 に実験装置を示す。**Fig.1(a)**は装置全体図，**(b)**は放電部の詳細である。反応容器として放電用鉄製針電極（直径 0.8 mm）およびアース極用の Au 線（直径 1.0 mm）を備えた丸型遠沈管（外径 45 mm，全長 120 mm，容器容積 100 ml）を用いた。試料溶液として 100 ppm（0.1 mol dm^{-3}）に調製した BPA 水溶液 60 cm^3 を用いた。実験中，気相酸素の影響を排除するため，被放電ガスとしてマスフローコントロラー（KOFLOC 社製 MODEL3650）で流量制御した Ar ガス（20 cm^3 min^{-1}）を流



（a）装置全体図



（b）放電部

Fig.1 実験装置

Development of the removal technology of bisphenols using a gas-liquid interface discharge

Takuya NAGAKURA, Masaki OKADA, Toshiyuki SATO and Toshihiko HIAKI

通させた。針電極の先端と試料溶液液面の距離は 2 mm で固定し，作動電極に昇圧トランス（ロジー電子社製 LHV10AC-TL）を介して低周波高電圧（ピーク電圧 10.0 kV, 10.0 kHz）を印加することで試料溶液への放電を開始した。なお，反応は氷浴中で行った。

反応溶液の定性および定量には HPLC（SHIMADZU 社製 Angilent1100）ならびに GC-MS（SHIMADZU 社製 GC：GC-2010 ，MS：GCMS-QP2010）を用いた。

【結果および考察】

Fig.2 に BPA の分解率の経時変化を示す。気液界面放電により BPA の分解を行ったところ，放電開始直後から分解が起こり，放電時間の増加と共にほぼ直線的に分解率が向上することが明らかになった。今回検討した最長の放電時間 60 min における分解率は 45 % に達し，放電時間をさらに増加させることで分解率は向上すると考えられる。

ここで本系における BPA の分解機構について考えると，気液界面放電により形成されたヒドロキシラジカルをはじめとする活性酸素種が BPA の分解反応に寄与していると推測される。通常の酸化剤等を用いた化学的な処理技術と異なり，気液界面放電では，このような活性種が連続的に供給されるため，放電時間の増加と共に分解率がほぼ直線的に向上すると考えられる。

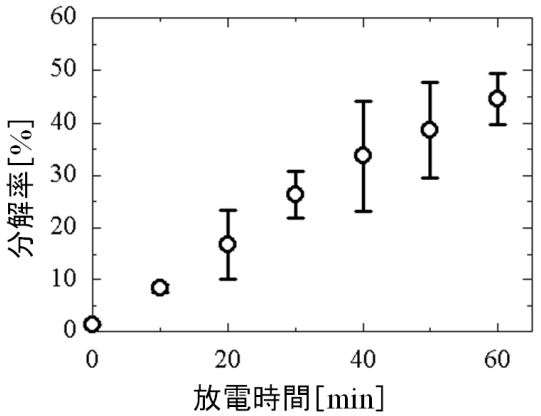


Fig.2　BPA 分解率の経時変化

次に BPA の分解反応に対する撹拌の影響を検討した。**Fig.3** に水溶液中に存在する BPA 残存量の経時変化を示す。撹拌の有無で BPA の減少挙動を比較すると，両者の間に顕著な差は確認されなかった。このことは本系における分解反応が無撹拌の条件においても十分な物質移動速度を有していることを示唆している。これは気液界面放電により水溶液の振動が起り，スターラーによる撹拌以上の物質移動が得られたためと推測される。

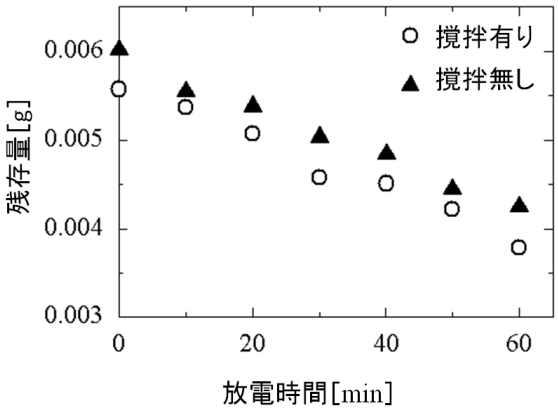


Fig.3 BPA 残存量の経時変化に対する撹拌の影響

今後，BPA の分解生成物の同定を行い，分解の素過程にアプローチすると共に分解生成物の性状について評価を行う。また，放電反応場での分解反応の速度論的評価を試み，分解効率を向上させる装置設計を行う。

【参考文献】

1)R. Wang, D. Ren, S. Xia, Y. Zhang and J. Zhao, ***Journal of Hazardous Materials***, **169**, 926–932(2009)

2)P. E. Savage, S. E. Hunter, K. L. Hoffee, T. J. Schuelke and M. J. Smith, ***Ind. Eng. Chem. Res.***, **45**(23), 7775-7780(2006)

3)C. Watanabe, A. Kashiwada, K. Matsuda and K. Yamada, ***Environmental Progress & Sustainable Energy***, **30**(1), 81-91(2011)