

グロー放電電解によるポリプロピレンの液中での親水化処理

Hydrophilic treatment of polypropylene in liquid by glow discharge electrolysis

首都大学東京 ○塙 拓巳, 中川 雄介, 内田 諭, 朽久保 文嘉

Tokyo Metropolitan University ○Takumi Hanawa, Yusuke Nakagawa, Satoshi Utida,

Fumiyoshi Tochikubo

E-mail: hanawa-takumi@ed.tmu.ac.jp

1.はじめに

近年、液体の介在した大気圧プラズマが注目されている。我々は、液体を電極とした大気圧直流グロー放電を用いて、液相に誘起される反応の研究を行っている[1]。また、液体を電極とした放電はプラズマを電極とした電気分解と考えることができる。Titovらは、このグロー放電電解でプラズマから液面へ正イオンが照射される極性において液中に配したポリプロピレン(PP)の親水化処理ができると報告している[2]。我々はこの先行研究のトレースを行ったが、親水化を確認することはできなかった。そこで本研究では、液中でのPPの親水化の要因を検討した上で液中に配したPPの親水化処理を行うプラズマ電解の実験系の作成とその反応プロセスを検討することを目的とした。

2. 液中での PP の親水化要因の検討

酸化力が高いとされる H_2O_2 と OH ラジカルで液中でのPPの親水化処理に起因する活性種を検討した。 H_2O_2 については浸漬実験を行ったがサンプルの親水化を確認することはできなかった。 OH ラジカルについては促進酸化法を用いて検討した。実験の結果、サンプルの親水化を確認することができ、 OH ラジカルが親水化の要因であると示唆された。

3.実験手法

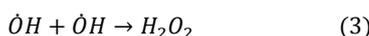
液面へのプラズマ照射によって、 OH ラジカルが液面に誘起されるが、 OH ラジカルは短寿命であるためサンプル表面まで到達できない。そのため、図1に示すフェントン反応を考慮した実験系を作成した。まず容器に濃度調整したグルコース水溶液 15ml で満たす。グルコースは界面活性剤として混入した。サンプルは水面から 2mm の位置に固定した。陰極には液面上方にステンレス製ノズル電極(内径 500 μ m、外径 800 μ m)を配置し、陽極には鉄電極を溶液に浸し、鉄電極—ノズル電極間に電圧を印加する。ノズル電極の先端から 200sccm に流量制御したヘリウムガスを噴射することで、ノズル電極と液面の間に安定した大気圧直流グロー放電がヘリウム流に沿って形成される。この時、液面へは電子が照射される。

4.実験結果

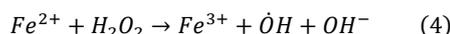
電圧印加に伴い陽極の鉄電極から Fe^{2+} が溶け出す。



一方プラズマ電極側では、液面に電子が照射され、 OH ラジカルを経由した反応から H_2O_2 が液中に生成される。



式(1)~(3)の反応によって生成された Fe^{2+} 、 H_2O_2 によってフェントン反応が起こり、液中に OH ラジカルが生成される。



放電電流 10mA、濃度 0.01M のグルコース水溶液下で 20 分の放電を行った。未処理と処理後と比較した PP の FT-IR スペクトルを図 2 に示す。処理後の PP の FT-IR スペクトルは 3200~3500 cm^{-1} 付近に OH 基と見られる緩やかなピーク、1640 cm^{-1} に CO 基と見られるピークを確認できた。また接触角では未処理 100° に対して処理後は 72° となり、PP の親水化を確認できた。

以上により液中の PP の親水化処理を行う際には、PP の近傍付近に OH ラジカルを生成する必要がある。

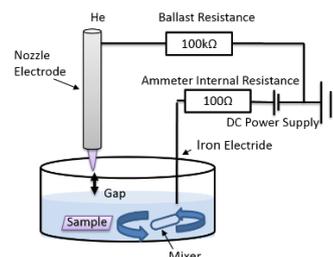


図 1 実験系概略図

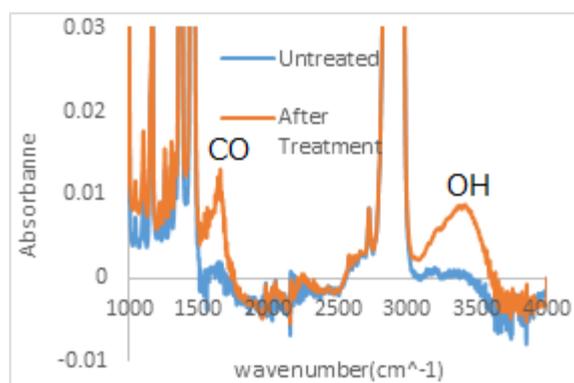


図 2 PP の未処理と処理後の FT-IR スペクトル

謝辞

本研究は日本学術振興会科研費(No.15H03584)の補助を受けて実施された。

文献

- [1] F. Tochikubo et al. Jpn. J. Appl. Phys. 53, 126201 (2014)
[2] V.A. Titov, et al, j. Col. int. Sci 300, 640 (2006)