

低圧高周波水プラズマ照射によるポリイミドフィルム表面の滅菌特性

Sterilization properties of polyimide film surface by low-pressure

RF water plasma irradiation

九大総理工¹, [○]山中 綺良々¹, 林 信哉¹,

Kyushu Univ.¹, [○]Kirara Yamanaka¹, Nobuya Hayashi¹

e-mail: hayashi.nobuya.056@m.kyushu-u.ac.jp

1. 研究背景および研究目的

近年, 国内外で宇宙機の開発や宇宙機を用いた宇宙探査の研究が注目されている. 現状では, 探査機を含む多くの宇宙機は地球上の微生物が付着した状態で打ち上げられ航行しており, 将来他の惑星や衛星等を探査する際に, 現地の生態系を微生物レベルで汚染させる可能性がある. また, 探査を終えた宇宙機が地球上に未知の微生物を持ち込んでしまう可能性も想定される. 従って, このようなクロスコンタミネーションを防ぐための手法の確立が今後の深宇宙探査には必須である. 近年, 薬剤不使用で高い素材適合性を持つプラズマ滅菌技術の研究が盛んであり, 様々な活性粒子を用いたプラズマ滅菌の有用性が報告されている¹⁾. 本プラズマ滅菌法を宇宙機表面の滅菌にも適用する可能性が検討され始めている. 本研究では, 低圧高周波水プラズマで生成した活性種を用いて, 表面保護のために宇宙機で使用されているポリイミド積層フィルムの滅菌特性およびプラズマの適合性を調べた.

2. 実験装置および方法

実験装置の概略図を図1に示す. 内径210mm, 長さ500mm, 内容積17Lのステンレス製円筒型真空チャンバーの内壁に沿って電極を設置した. 減圧したチャンバー内に液体の水を直接導入, 気化させた後, 電極に高周波電力(13.56MHz)を供給して容量結合型プラズマを生成した. 導入する水の流量をニードルバルブで調整し, チャンバー内の水蒸気圧力を任意に設定することが可能である. 実験試料には, 2×2 cmのポリイミドフィルムに *Geobacillus stearothermophilus* (好熱菌) 芽胞を 2.0×10^6 個塗布したものをサンプルとした. RF電力を60W一定としてサンプルにプラズマ照射を行い, インキュベーターで58℃, 24時間培養後, サンプルの滅菌評価を行った.

3. 実験結果および考察

図2にポリイミドフィルム表面の滅菌結果とOHラジカルの発光強度の圧力変化を示す. プラズマ照射時間180minで水蒸気圧力が10,

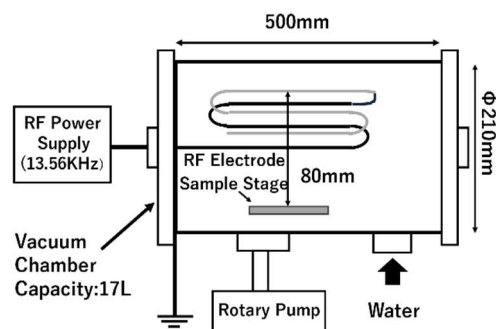


図1 低圧高周波水プラズマ滅菌器の概略図.

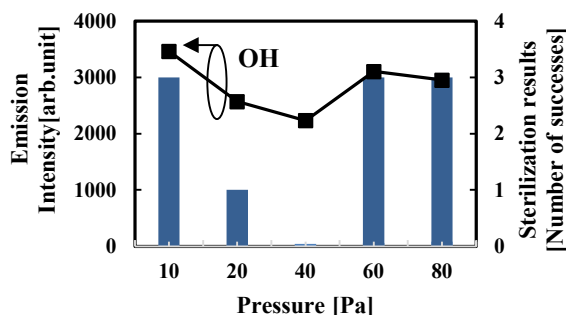


図2 OHラジカルの発光および滅菌成功率の水蒸気圧力依存性.

60, 80 Paの条件下ではサンプルすべてが滅菌された. 一方, 圧力20 Paと40 Paにおいては完全な滅菌を行うことができなかった.

水プラズマの滅菌因子を特定するために水プラズマの発光分光測定を行った結果, 非常に酸化力が強い活性酸素種であるOHラジカル(OH*)が滅菌に大きく寄与していることが分かった. 図2より, 滅菌に成功している10, 60, 80 Paではサンプルを滅菌するのに十分な量のOH*が生成されており, OH*の生成量が少ない20 Paと40 Paでは滅菌が不十分となっている.

水プラズマのポリイミドフィルムへの適合性を調べるために, 滅菌前後のポリイミドフィルムのIRスペクトルを計測した. 滅菌処理により表面の化学結合のピークが最大で30%程度減少することが分かった.

(1) M. Noda, Y. Sakai, Y. Sakaguchi, N. Hayashi, Biocontrol Science.25,4, (2021)