

# 大気圧プラズマ照射によるマクロファージの食作用の活性化

## Activation of macrophage phagocytosis by atmospheric pressure plasma irradiation

九大総理工<sup>1</sup> ○(M1)松永 祐介<sup>1</sup>, (D)姚 翊綺<sup>1</sup>, 林 信哉<sup>1</sup>

Kyushu Univ.<sup>1</sup>, °Yusuke Matsunaga<sup>1</sup>, YiCi Yao<sup>1</sup>, Nobuya Hayashi<sup>1</sup>

E-mail: matsunaga.yusuke.662@s.kyushu-u.ac.jp

### 1. 背景および目的

免疫細胞を利用した免疫細胞療法は、以前よりがんに対する第 4 の治療法として研究されてきた。本方法は、免疫細胞の増殖や、活性化により体の免疫力を高める治療法である。近年では免疫システムの研究が大きく進み、新しいタイプの治療法が次々に登場するなど、がん免疫療法は注目をあびている<sup>[1]</sup>。本研究では免疫細胞の一種であるマクロファージに様々なガス種のプラズマを照射した際の変化を調べることが目的とする。特にマクロファージの持つ食作用機能の変化に注目した。

### 2. 実験方法

細胞に作用させる活性酸素種を浴面放電によって生成した。放電部とマイクロプレートウェル内の細胞までは 1 m のシリコンチューブで接続し、放電からの紫外線が細胞に照射されないようにした。プラズマ処理時間は、5, 10, 20, 30 秒とした。プラズマ原料ガスには酸素と窒素を用い、流量は 1 l/min とした。

細胞数は細胞計数用試薬を用いた。試薬内のテトラゾリウム塩が細胞内脱水素酵素により還元され水溶性のホルマザンを生成すると試薬の吸収波長が変化することから、細胞数を試薬の特定の波長 (450 nm) の吸光度から計測可能である。マクロファージの活性の指標である食作用は、0.2 μm の蛍光ビーズの細胞内への取り込み量を蛍光マイクロプレートリーダーで計測した。

### 3. 実験結果及び結論

プラズマの照射時間と細胞数の関係を Fig.1 に示す。酸素ガスプラズマと窒素ガスプラズマのいずれの場合も細胞数は減少する傾向を示した。これは、過酸化水素や、窒素酸化物、オゾンなどの活性種の影響と考えられる。次に、プラズマの照射時間と食作用機能の関係を Fig.2 に示す。酸素ガス照射により、食作用機能が向上することが分かる。特に 10 秒照射し

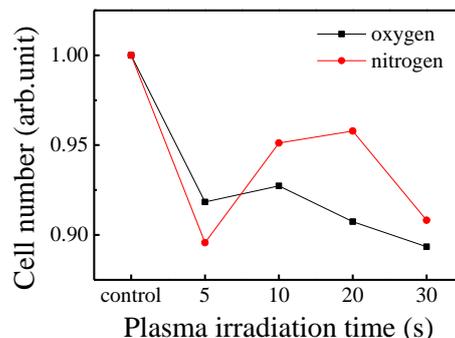


Fig.1 Relationship between plasma irradiation time and cell number.

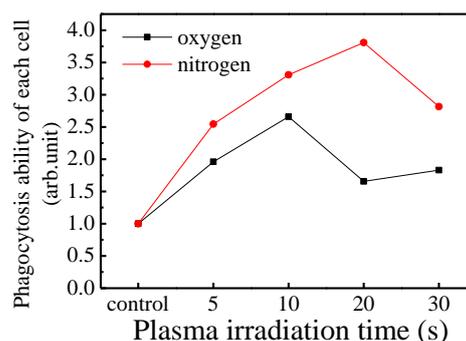


Fig.2 Relationship between plasma irradiation time and phagocytosis ability.

た時は、control (未照射) に比べて約 2.5 倍の機能増加がみられた。窒素ガスを用いた場合も、プラズマ照射により 2.5~4 倍の機能増加がみられた。酸素および窒素プラズマの場合のいずれも、細胞数の傾向は 10 秒間の照射までは同様であることから、これらプラズマに共通する粒子種または現象が細胞数の変化に寄与していると考えられる。

ROS と食作用機能の関係を示す報告がなされている<sup>[2]</sup>。今後は、培養液中の活性酸素種を測定し、食作用機能との関係のメカニズムを解明する予定である。

[1] 三重 元弥, 他, *Folia Pharmacol. Jpn.*, **148** (2016), 144-148.

[2] Hor-Yue Tan, et.al., *Oxid. Med. Cell. Longev.*, 2795090, (2016).