プラズマ活性媒質におけるプラズマ相互作用：医療分野での応用

Plasma Interactions in Plasma-active Medium: Applications in Medicine

名大低温プラズマ [1]

Nagoya Univ. [1]

E-mail: hori@nuee.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

細胞培養液や点滴（乳酸リンゲル液）にプラズマを照射して合成したプラズマ活性溶液は、卵巣がん、胃がん、膵臓がん、悪性脳腫瘍などを選択死滅させることを細胞と動物実験にて見出されている。また、マウスにプラズマ活性物質を注入することで、延命効果が得られることも明らかになっている。プラズマ活性物質の合成には、最適な活性溶液になるようにプラズマと液体との相互作用を洞察して、制御することが必要である。さらに、プラズマ活性物質が誘起する細胞内での生化学反応（シグナル伝達、遺伝子、代謝、免疫）を解明し、活性物質の本質を明らかにすることが重要である。

本稿では、プラズマ活性物質によるがんの選択死滅の解明に向けた取り組みについて紹介する。

2.　実験方法

Ar をキャリアガスとして、60Hz で 9kV の電圧を印加して生成される大気圧低温プラズマを細胞培養液および点滴（乳酸リンゲル液）に照射することで、各々プラズマ活性培養液（PAM）とプラズマ活性乳酸液（PAL）を合成した。プラズマ中の活性種をレーザー誘起蛍光法と真空紫外吸収分光法で計測するとともに、溶液中の化学物質の挙動について、電子スピン共鳴法などを用いて計測した。さらに、種々の細胞に対して、細胞内で誘起された生化学反応を多様な方法で解析した。

3. 結果および考察

がんの死滅において、PAM と PAL にはアポトーシスが生じているが、PAM は酸化ストレスが主体で、ミトコンドリアの解糖系に損傷を与え、免疫系において M1 型のマクロファージを誘起させていることが判明した。一方で、PAL はミトコンドリアの異化において損傷を与え、遺伝子解析においてもがんの成長を抑制する因子の活性化が見られた。すなわち、PAM と PAL とで、がん死滅の機構が異なることが明らかになった。さらに、悪性中皮種において、PAL はフェロトーシスを起こしていることが見出され、新たな細胞死として注目を集めている。

また、プラズマの照射によって、乳酸は、解離と重合が同時に生じて、様々な化合物が合成されるが、その生体活性物質の一つとして、2, 3 ジメチル酒石酸が重要な作用を演じていることも明らかになった。これらの知見を集積することで、プラズマ活性液と細胞との相互作用の本質を解明しつつある。また、プラズマの精密制御によって、デザインして合成した生体活性物質をドラッグとして扱うことができれば、プラズマファーマシーやプラズマ創薬という分野を開くことができる。

© 2022年 応用物理学会