プラズマ活性溶液及びプラズマ照射が細胞呼吸に与える影響

Cellular respiration affected by plasma-activated solutions and plasma irradiation

名古屋大¹, 名城大² °田中 宏昌¹, 前田 昌吾¹, 松村 翔伍¹, 水野 正明¹, 石川 健治¹,

伊藤 昌文², 橋爪 博司¹, 伊藤 美佳子¹, 大野 欽司¹, 中村 香江¹, 梶山 広明¹,

吉川 史隆¹, 岡崎 泰昌¹, 豊國 伸哉¹, 堀 勝¹

Nagoya Univ.¹, Meijo Univ.², °Hiromasa Tanaka¹, Shogo Maeda¹, Shogo Matsumura¹, Masaaki

Mizuno¹, Kenji Ishikawa¹, Masafumi Ito², Hiroshi Hashizume¹, Mikako Ito¹, Kinji Ohno¹, Kae

Nakamura¹, Hiroaki Kajiyama¹, Fumitaka Kikkawa¹, Yasumasa Okazaki¹, Shinya Toyokuni¹,

and Masaru Hori¹

E-mail: htanaka@plasma.engg.nagoya-u.ac.jp

我々はこれまでに様々なプラズマ活性溶液を開発し、様々ながん細胞において抗腫瘍効果を見出した[1, 2]。がん細胞のみならず、出芽酵母などでもプラズマ活性溶液やプラズマ照射の効果を調べ、酵母からヒトに至るまで真核細胞に普遍的な分子機構の解明を目指した研究を進めている。真核細胞に普遍的な分子機構を有する細胞の機能として、細胞周期、オートファジー、細胞呼吸などが挙げられる。また、我々は以前、酸素ラジカルのドースに応じて出芽酵母に細胞成長を引き起こしたり、細胞成長を引き起こしたりすることを報告した[3]。

本研究では、細胞呼吸に着目し、ヒト培養細胞及び出芽酵母におけるプラズマ活性溶液やプラズマ照射の効果を調べた。具体的には、細胞外フラックスアナライザーを用いて、ミトコンドリアストレスや解糖ストレスを与えながら、酸素消費速度 (OCR) や細胞外酸性化速度 (ECAR) を計測することにより、細胞内の解糖系やミトコンドリア呼吸に与える影響を評価した。その結果、PAL 処理した HeLa 細胞では TCA サイクルや解糖系の機能を抑制することにより細胞死を誘導することや、出芽酵母への直接照射により、解糖系の機能を増強することによりエタノール発酵能を増大させることが分かった。

これらの結果は細胞呼吸という真核細胞に普遍的な機能を指標として、プラズマ活性溶液やプラズマ照射が細胞に与える影響を統一的に説明できる可能性を示唆しており、臨床応用におけるプラズマ装置やプラズマ活性溶液の規格を考える上でも意義深い。

参考文献

[1] H. Tanaka, et al., Plasma-Treated Solutions (PTS) in Cancer Therapy, *Cancers*, 13 (2021).

[2] H. Tanaka, et al., State of the art in medical applications using non-thermal atmospheric pressure plasma, *Rev. Mod. Plasma Phys.*, 1 (2017) 1: 3.

[3] H. Hashizume, et al., Growth control of *Saccharomyces cerevisiae* through dose of oxygen atoms, *Appl Phys Lett*, 107 (2015).