

細胞内レドックス反応に対する低温大気圧プラズマの影響のモデリング Modeling of the influence of cold atmospheric plasmas on the intracellular redox

中川 太壱
Taichi Nakagawa

村上 朝之
Tomoyuki Murakami

成蹊大学
Seikei University

1. 序論

細胞内のミトコンドリアは、体内に取り込まれた酸素(O_2)の90%以上を消費しエネルギーを作る。この過程で2%前後の O_2 は活性酸素種(ROS)であるスーパーオキシドアニオン(O_2^-)に変換される。生体に対し有害に作用する O_2^- は過酸化水素(H_2O_2)に変換してから無害な水(H_2O)と O_2 に変換される。一方で、低温大気圧プラズマにより生成される反応性の高いROSなどが生体に作用することが示唆されている。プラズマに由来する H_2O_2 がミトコンドリアに与える影響に着目した。

2. モデリング

TCA回路及びペルオキシターゼによる酸化還元反応を組み込み、ミトコンドリアにおける基礎的な酸化還元機能モデルを作成した。ここでは低温大気圧プラズマによる影響としてミトコンドリア外部から H_2O_2 の流入による擾乱($\Gamma_{H_2O_2}$)を与えるものとする。

3. 結果

図1はミトコンドリア機能の簡易モデルを表す。ミトコンドリアでは食事や脂肪から得られるアセチルCoAと O_2 からTCAサイクルを通し、ニコチンアミドヌクレオチド(NADH)とアデノシン三リン酸(ATP)を作る。NADHはミトコンドリア内でのプロトン(H^+)輸送に、ATPは細胞内のエネルギー輸送に使われる。 CO_2 などは呼吸等を用いて体外へ排出される。

図2(a)は $\Gamma_{H_2O_2}=0(\mu M/s)$ の健全な場合の H_2O_2 モル濃度の経時変化を示し、(b)は $\Gamma_{H_2O_2}=10^{-3}(\mu M/s)$ の場合を H_2O_2 モル濃度の経時変化を示す。(a)では周期300s、振幅 $10^{-1}\sim 10^{-6}$ で周期的にモル濃度が振動する。しかし、(b)では周期、振幅が徐々に小さくなり、最終的に振動状態から定常状態へと変化する。

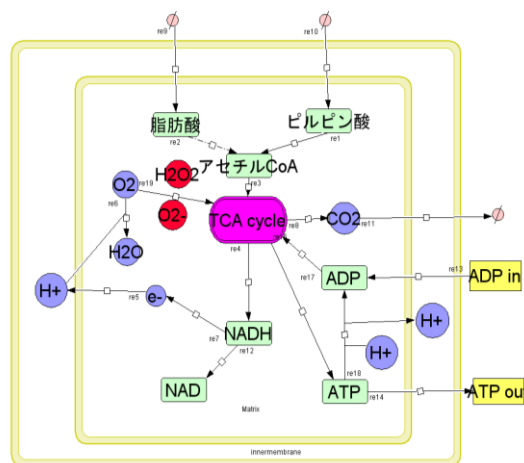


Figure 1 ミトコンドリア機能モデル。

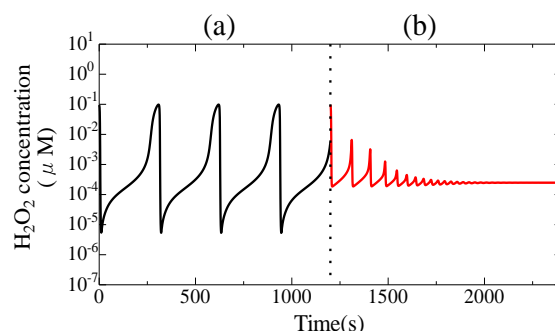


Figure 2 H_2O_2 のモル濃度の経時変化。(a)は $\Gamma_{H_2O_2}=0(\mu M/s)$ であり、(b)は $\Gamma_{H_2O_2}=10^{-3}(\mu M/s)$ の場合を示す。

4. 結論

$\Gamma_{H_2O_2}$ は H_2O_2 モル濃度の経時変化を振動状態から定常状態へと変化させる示唆を得た。

References

- [1] 「Molecular biology of the cell」, B Alberts, A. Johnson, J. Lewis, D. Moragan, M. Raff, K. Roberts, P. Walter, 2017
- [2] T. Murakami, ICPM 2018, 06