

微小重力環境は、がんの進行を抑制するのか

SATテクノロジー・ショーケース2025

■ はじめに

微小重力環境(Microgravity)での生活は、人間の健康や成長にさまざまな影響を及ぼす可能性があるという。宇宙ステーションや月面探査など長期間に及ぶ無重力環境での生活は、人体に骨量減少と筋萎縮、臓器機能の低下、視力低下などを引き起こすことが知られている。しかし、重力から解放された環境で人の病気はどのようにして進行するのか、世界中の様々な機関が地上や宇宙で実験を行っているが、はっきりと解明されてはいない。宇宙空間におけるがんの進行の抑制効果の可能性は、未来の医療を大きく変える一歩である。がん細胞は、通常の細胞と違って、異常な増殖と分裂を繰り返す。そのがん細胞同士が集まると、腫瘍に成長し、周囲の正常な細胞組織を破壊して致命的な症状を引き起こす。しかし、微小重力環境では、このがん細胞同士が引きつけ合うメカニズムが通常重力環境よりも困難になるのではないかとという説に着目し、探究することにした。

■ 活動内容

1 がん細胞(ヒト単球性THP1白血病細胞株)の培養

私たちは、細胞培養の基礎知識と無菌操作技術を習得した後、THP1細胞の培養を行った。細胞の形態観察や細胞数計測で、生存している細胞が多いこと、細胞の分布をみて、細胞がまんべんなく位置していること、コンタミネーションがないかを確認した。

2 微小重力実験装置(3D-Clinostat:クリノスタット)

クリノスタットは、3次元的な回転動作により、重力の方向を連続的に変えることで、搭載試料にかかる重力ベクトルの和を疑似的にゼロに近い状態とする装置である。

科学技術部では昨年度に小型クリノスタット(30cm×30cm)を製作した。この装置を使用するために、実験環境でのテストを行い、動作確認をした。

3 微小重力実験

がん細胞が入った培養フラスコを搭載したクリノスタットをCO₂インキュベータ内に設置(図1)し、微小重力実験を行った。実験はクリノスタットを24時間連続で稼働させ、数日おきに蛍光顕微鏡で細胞観察を行い、トリパンブルー染色による係数法で細胞数を計測した。

実験の結果、通常重力下の細胞数と微小重力下での細胞数を比較すると、増殖傾向に違いが見られた。(図2)

0～5日の培養初期から、増殖速度が通常重力下での培養に比べ、微小重力下では約1/2になるなどの違いが見られた。特に8～13日間の細胞数を比較すると、6.5×

10⁶個の差があり、顕著な違いが見られた。また、微小重力下の細胞は通常重力下に比べると、細胞増殖速度が減少していた。

4 考察

微小重力環境下では、密度差による対流などが通常重力下とは違う。よって、リガンドとレセプタの結合や細胞内での連鎖反応において、物理的に結合反応や連鎖反応が妨げられ、細胞増殖などに関わる遺伝子発現に遅れが生じる可能性が考えられる。

培養後期においては、通常重力下の方がコンフルエント状態になり、密度効果を受けやすくなる一方、回転している微小重力下の培地は空間的に余裕があるため、密度効果の影響が、通常重力下に比べて少ないと想定された。しかし、実験結果より、培養後期においても微小重力下の方が細胞増殖速度の減速が見られたのは、物理的に結合反応や連鎖反応が妨げられ、細胞増殖などに関わる遺伝子発現に遅れが生じるという考えを支持するものになる。

今後実験を重ね、科学的に信頼があるデータを取り、細胞数の差異が有意に見られる場合は、細胞内に起こる遺伝子発現率を定量化する実験を行っていき、全容の解明につなげたい。

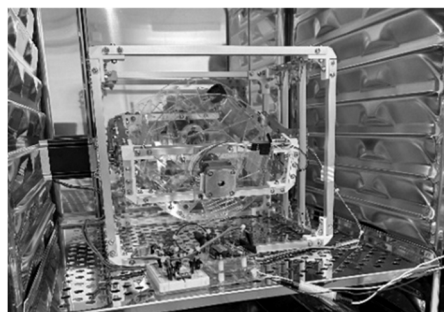


図1 インキュベータ内のクリノスタット

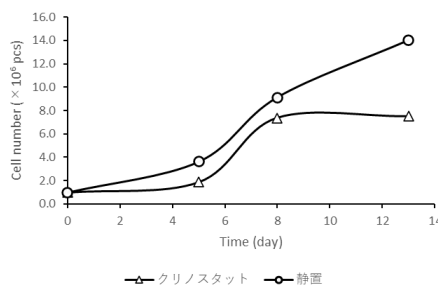


図2 THP1細胞数比較グラフ

代表発表者 末永 円(すえなが まる)
所 属 茨城県立つくばサイエンス高等学校 科学技術科
問合せ先 〒305-0861 茨城県つくば市谷田部 1818
TEL: 029-836-1441 FAX: 029-836-4700
koho@tsukuba-science-h.ibk.ed.jp

■キーワード: (1) がん細胞
(2) 微小重力実験
(3) クリノスタット