

放射線誘発突然変異に対する過重力の影響

高辻俊宏¹、吉川 勲¹、星 正治²、高田 純²、遠藤 暁³

¹長崎大・環境科学部、²広島大・原爆放射能医学研究所、³広島大・工学部

Effect of Hyper-Gravity on Radiation Induced Mutation Induction

Toshihiro Takatsuji¹, Isao Yoshikawa¹, Masaharu Hoshi², Jun Takada², Satoru Endo³,

¹Faculty of Environmental Studies, Nagasaki Univ., ²Res. Inst. for Radiation Biology and Medicine, Hiroshima Univ., ³Faculty of Engineering, Hiroshima Univ.

1. はじめに

宇宙船内や地球以外の天体上は、地球上とは異なる重力環境にあり、宇宙空間での放射線量は地球上より遙かに大きい。したがって、宇宙旅行の間は、大きく変動する重力環境と地球上よりも強い放射線にさらされることになる。ところが、1g と異なる重力環境に継続的にさらされることは、人類を含む地球上の生物が未だかつて経験したことのないことであろう。したがって、1g と異なる重力環境下で放射線に被ばくした生物がどのような影響を受けるかということ調べておくことは、今後の宇宙開発や有人惑星探査などの安全性を確保する上で重要であると考えられる。また、従来観察され検討されてきた放射線の生物効果は、地球上の環境という制約下におけるものであり、重力要因の違いにより放射線の効果に違いがあるのであれば、それを明らかにすることにより、放射線の生物効果に関して今より普遍的な概念を獲得できるであろう。

われわれは、通常と異なる重力環境を作るため、遠心力を利用した過重力発生装置を製作し、ショウジョウバエの突然変異系を用いて過重力の影響および過重力下での放射線照射の影響について検討している。ショウジョウバエの生存率が重力の増加にしたがって指数関数的に減少することは、すでに報告した¹⁾。今回は、過重力下での突然変異と過重力下で放射線を照射した場合の突然変異について報告する。また、過重力発生装置の回転数をコンピュータで制御することにより、時間的に変動する過重力を発生させる装置を製作使用しているので、そのことについても報告する。

2. 過重力による突然変異の発生

突然変異検出には、突然変異を検出しやすいように遺伝的に仕組まれたショウジョウバエ(突然変異検出系という)を用いた。用いた系では、1つの個体で翅毛および眼色の突然変異が同時に検出できる。幼虫を過重力に8時間置いた場合の翅毛および眼色の突然変異発生頻度は、Fig. 1 とFig. 2 のようになった。このように、これらの突然変異は過重力に対してほぼ直

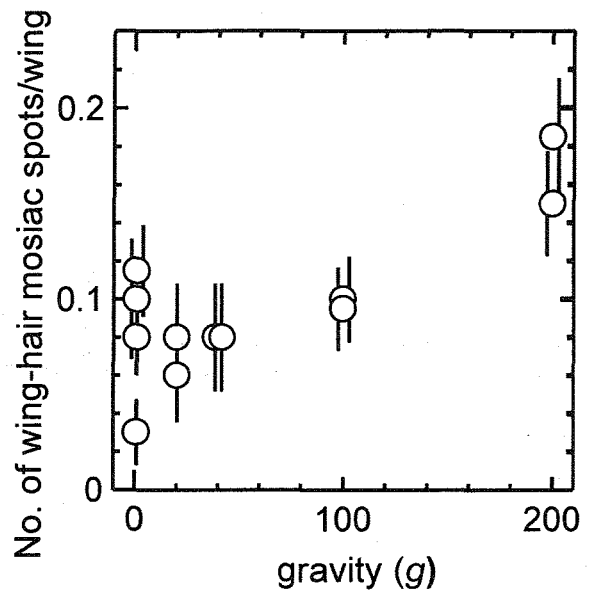


Fig. 1. Number of wing-hair mosaic spots exposed to the gravity.

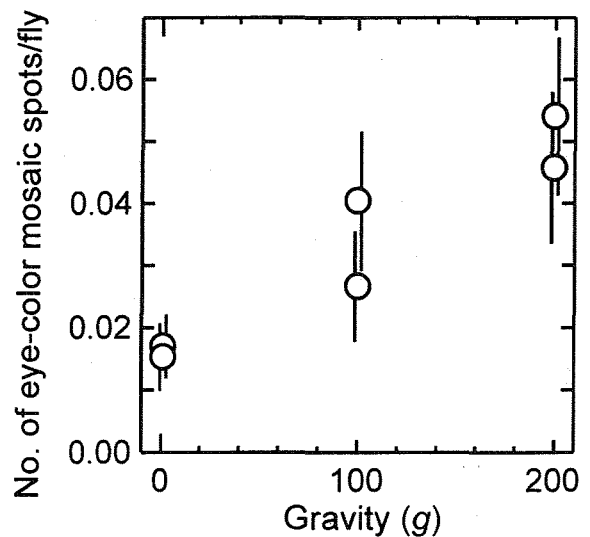


Fig. 2. Number of eye-color mosaic spots exposed to the gravity.

線的に増加することがわかった。

3. 放射線の生物効果に対する過重力の乗数効果

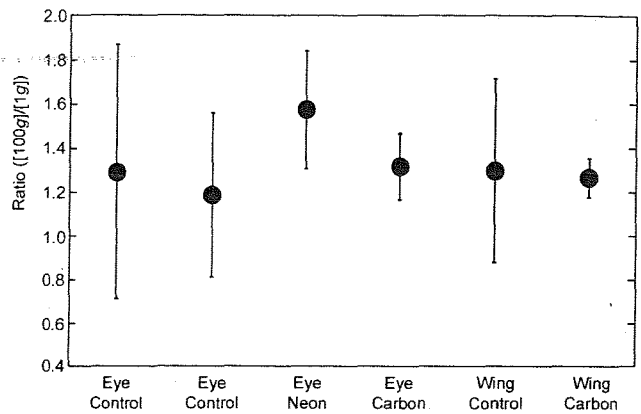
照射は放射線医学総合研究所において、幼虫を100 gの過重力環境の下に、平均LET 75 keV/mの炭素(¹²C)粒子および平均LET 100 keV/mのネオン(⁴⁰Ne)粒子を照射した。照射した線量は、それぞれ2.41 Gyと2 Gyである。過重力環境における照射時間は、約28分と34分である。過重力下の時間は約40分である。

結果は Fig. 3 に示した。ここで、Eye は眼色、Wing は翅毛の突然変異の結果を示し、Control は放射線照射なしを示す。眼色のFreq. はハエ1匹あたりの赤色モザイクスポットの頻度、翅毛のFreq.は翅1枚あたりの翅毛モザイクスポットの頻度である。いずれの場合にも、100 g の過重力環境のほうが多くの突然変異を引き起こし、増加率は平均3割程度である。放射線を照射しない場合の増加率については誤差が大きくはっきりしないが、Fig. 1と Fig. 2 からわかるように、100 g 過重力下で 8 時間置いた場合には、突然変異率は1 g の約2倍となっている。増加は単純に時間に比例すると考えると、40分間で3割増加するとき、8 時間では12倍の360 % の増加が見込まれる。これは、2 倍よりも大きい、誤差も含めて考慮すれば、だいたい一致しているとも考えられる。したがって、過重力は、直接的に遺伝的変化を誘発するのではなく、遺伝的変化が起こりつつある状況に作用して、その確率を一律に高めているのではないかと思われる。

4. 変動過重力発生装置の製作

過重力発生装置のモーターは、サーボモーターを用いてきたが、変動過重力発生装置では、ステッピングモーターを用いて、回転数をコンピュータで制御することにした。1台のコンピュータからステッピングモーターを2台同時に制御し、対照実験が行いやすいようにしている(Fig. 4)。

ステッピングモーターは、供給されるパルス信号に応じて回転角が正確に制御されるという特徴があるため、制御通りの動きが保証されるという利点がある。ところが、供給されるパルス信号によっては、制御不能に陥りやすい欠点がある。本装置のように重い円盤を回転させる場合には、必要なトルクをモーターの性能の範囲内に収めるため、パルス信号の振動数をなめらかに変化させる必要がある。急激な変化を与えると、モーターの回転がパルス信号に追従できず、制御不能に陥りやすい。システムの制約により、そのようなプログラムの作成は、簡単ではなかった。また、減速時に発熱するので、放熱に工夫が必要であった。以上の問題点は試行錯誤の未解決した。現在、過重力に関する、正弦関数と、階段関数に近い変化の2つの変動パターンをプログラムし、運転することに成功している。タマネギのタネの発芽時に発生する染色体異常を小核形成を通じて検出する方法により、変動過重力の影響を調べているところである。



	1 g Freq.	100 g Freq.	Ratio ((100g)/(1g))
Eye Control 1	0.011 ± 0.004	0.014 ± 0.004	1.287 ± 0.579
Eye Control 2	0.016 ± 0.004	0.019 ± 0.004	1.183 ± 0.374
Eye Neon	0.073 ± 0.010	0.114 ± 0.012	1.572 ± 0.268
Eye Carbon	0.116 ± 0.010	0.153 ± 0.012	1.314 ± 0.152
Wing Control	0.085 ± 0.021	0.110 ± 0.023	1.294 ± 0.418
Wing Carbon	2.620 ± 0.114	3.310 ± 0.182	1.263 ± 0.089

Fig. 3. Ratios of the mutation frequencies under 100 g hyper-gravity to 1 g.

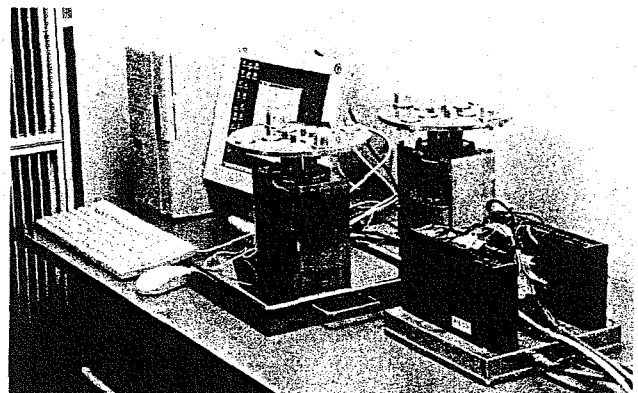


Fig. 4. Oscillated hyper-gravity generator

文献

- 1) 永野匡昭, 高辻俊宏, 吉川 勲, 遠藤 暁, 高田 純, 星 正治, 1998, 放射線誘発体細胞突然変異に対する重力要因の影響—過重力と生存率(第1報)—, 宇宙生物科学, Vol. 12, No. 3, 192-193