

低線量放射線による自然突然変異の抑制

背景

わが国を初め世界各国の放射線防護基準の基礎となっているのは国際放射線防護委員会の発表している防護基準勧告である。この勧告は電離放射線の生物影響のうち、発がんや遺伝的影響など確率的影響の出現頻度は線量に比例し、しきい値は存在しないとの仮定（Linear Non Threshold、LNT 仮説と称する）に立って作られている。すなわちしきい値がないと考えることにより放射線の影響を過小評価することは避けられるから、より安全側に立った防護基準を定めることができると考えられてきたのである。

LNT 仮説は 1930 年、C. P. Oliver により、ショウジョウバエの精子を用いた実験結果に基づいて提案された。その後、同様の結果が他の動物でも得られ、仮説は人間の発がんリスクを推定するための有効なモデルとして確立された。しかし Oliver の実験やその結果を確認した多くの実験で用いられた精子はほとんどが成熟精子であった。成熟精子は DNA 修復能力のない特殊な細胞である。本研究では DNA 修復機能を失う以前の未熟な精子を用いて Oliver の実験を追試し、同様な結果が再現されるか否かを調べることにした。

目的

低線量・低線量率の放射線による突然変異誘発が、DNA 修復機能をそなえた未熟な精子においても直線しきい値なしの線量応答を示すかどうかを確認する。また DNA 修復機能に異常のある突然変異個体（ヒト色素性乾皮症に相当）を使用することにより、Oliver らの研究でしきい値のない線量応答が得られた要因が DNA 修復機能の欠損にあることを検証する。

主な成果

- 直線しきい値なし仮説の根拠となっている Oliver らの実験では、精子の突然変異頻度は線量に比例して増加した（図 1a）が、未熟な精子を用いた本実験では 0.2Gy 付近の低線量域で突然変異が非照射群に比べて有意に減少した（図 - 1b）。Oliver らの実験では、DNA 修復機能のない成熟精子を用いたためにしきい値が見られなかったのであり、修復機能のある細胞では実質的なしきい値が存在することが確認された。
- DNA 修復機能を欠く突然変異個体では低線量・低線量率照射で変異頻度の減少は見られなかった（図 - 2）。したがって野生型では照射により活性化された DNA

修復機能が自然突然変異を減少させ、それが放射線誘発突然変異の増加を上回ったためと考えられる。

3. 高線量率では低線量照射による変異頻度の有意な減少はなく線量応答関係は線量率に依存して変化することが示された。

今後の展開

1. 様々な線量率での線量応答を調べて、それが線量率の増加とともに LNT モデルに近づくことを確認する。
2. ヒトでは突然変異データが（原理的に）存在しないので、本研究の成果を定量的にヒトにあてはめるため、培養細胞系同士での比較をおこなう。

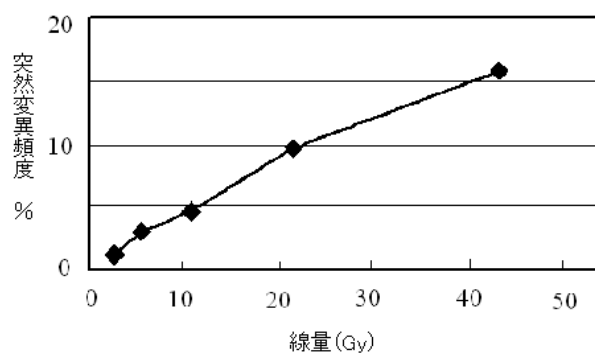


図 1a Oliver のデータをグラフにしたもの。

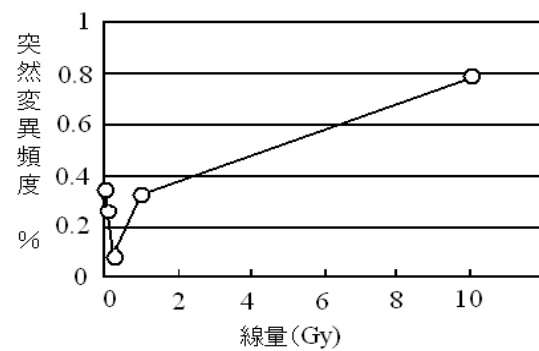


図 1b 本研究における低線量率(0.05Gy/min)での線量応答。

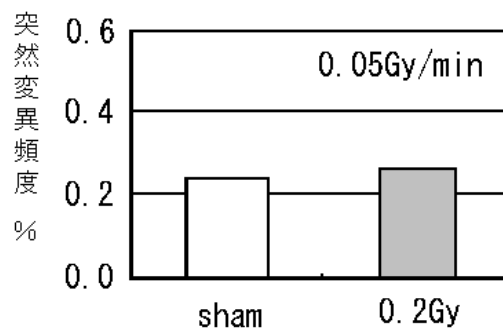


図 2 DNA 修復欠損株の低線量・低線量率照射による変異頻度

研究報告 L06014	キーワード：線量応答関係、線量率効果、突然変異、しきい値、ショウジョウバエ
関連研究報告書	「X線誘発ショウジョウバエ体細胞突然変異の線量・効果関係におけるしきい値の存在」G03014(2004.3)
担当者	小穴 孝夫 (原子力技術研究所・低線量放射線研究センター)
連絡先	(財)電力中央研究所 原子力技術研究所 Tel. 03-3480-2111(代) E-mail: ntrl-rr-ml@criepi.denken.or.jp