

○令和2年度奨励研究

「低エネルギー放射線による生物影響に関する基礎研究」

放射線技術科学科 助教 藤井義大

1. 研究目的

一概に放射線と言っても様々な種類があり、また、同一の放射線においてもそのエネルギーの違いにより物理的な性質の違いが存在することが分かっている。

また、低エネルギー放射線による生物学的影響の違いが存在することを示唆する報告もなされているが、少なくともその詳細は明らかではない。

そこで、本実験では、近年推奨されているマンモグラフィの検査などにも使用されている低エネルギーX線の生物影響を明らかにすることを目的とする。

まずは、培養細胞を用いて細胞レベルでの障害の量と生存率の関係とその修復度合いを調べ、比較検討を行う。また、可能であれば、突然変異等の遺伝的影響に対する違いも調査したいと考えている。

2. 研究方法

- 1-1 いくつかの性質の異なる培養細胞に対して低エネルギー放射線(管電圧で30-150kV程度の範囲内)を照射(図1)し、初期損傷数とその修復過程を免疫蛍光染色法で調べる。
 - 1-2 放射線の損傷による細胞の生存率をコロニー形成法で調べ、その違いを比較検討する。
 - 2 1の実験で差異が確認できた場合に、損傷の質や修復経路の違い・割合の観点から、その原因タンパク質と機序をウェスタンブロッティング法や免疫沈降法で明らかにする。
 - 3 がんに関連がある障害である突然変異率について、HPRT試験を用いて違いがあるかを調べる。
- 必要な培養細胞(ヒト正常細胞・がん細胞)はすでに準備済みである。
研究状況によって必要になった培養細胞は他研究室もしくは細胞バンクから購入予定である。



図1:細胞照射の様子

3. 研究結果

CHO細胞に管電圧30,90,150kVでそれぞれ4GyのX線を照射し、コロニー形成法により生存率を調べたところ、管電圧30kVよりも150kVの方が生存率が低いという結果が得られた(図2)。90kVにおいては統計的な有意差は見られなかったが、低エネルギーほど生存率が低いという傾向を観察することができた。

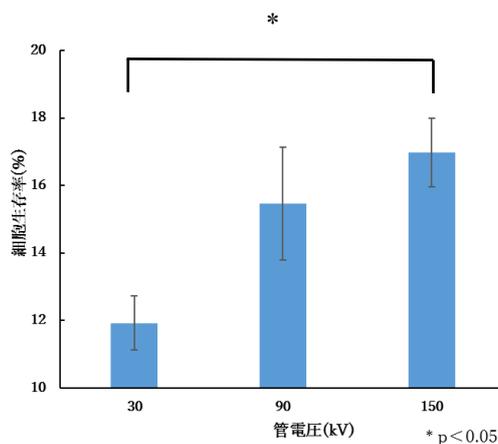


図2:管電圧(エネルギー)の違いによる細胞生存率

また、免疫蛍光染色法を用いて放射線によるDNA損傷(二本鎖切断)の数を観察した。実験は、管電圧30,90,150kVでX線を1Gy照射して、1時間後にDNA損傷(二本鎖切断)の数を数え比較した。その結果、管電圧(エネルギー)の違いによるDNAの損傷の数に違いは見られなかった(図3)。

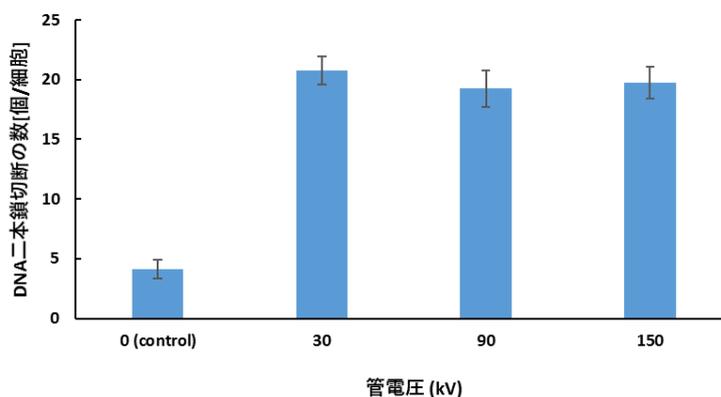


図3:管電圧(エネルギー)の違いによるDNA損傷(二本鎖切断)の数

4. 考察(結論)

実験結果より、管電圧(エネルギー)の違いで、X線による初期(照射後1時間)のDNA損傷の数(二本鎖切断)に違いは見られなかった。しかし、生存率においては低管電圧(低エネルギー)のほうが低くなる傾向があることが観察された。

これらの結果より、X線による初期損傷に違いはないが、生存率に差が出るのが分かったので、原因の一つとして損傷に対する修復の違いがあると考えられる。また、同様に低エネルギー成分をフィルターでカットしたX線を照射した細胞の生存率が、カットしていないものと比較すると高くなるという報告もなされている¹⁾。そこで、今後、時系列でDNA損傷の数がどのように変化していくかを調べ、修復に差があるかどうかを確認し、原因となる修復タンパク質やその機序を明らかにしていく必要がある。さらに、照射する放射線のエネルギーによってDNA損傷の修復に影響が出る場合、突然変異率や発がん率についても影響が得る可能性が考えられ、これらの実験により、低エネルギー放射線による生物影響の違いとその機序が明らかになる可能性がある。

以上のことより、近年推奨されているマンモグラフィーの検査などにも使用されている低エネルギーX線の生物影響に関して、より詳細に研究を行っていくことは非常に重要である。

5. 成果の発表(学会・論文等, 予定を含む)

今後、さらに実験を行い、データを追加して学会発表と論文投稿を行う予定である。

6. 参考文献

- 1) 先導生命科学支援センター 三浦美和、吉田正博、Hakim□FL、松田尚樹
医歯薬学総合研究科原研放射 森田直子
X線発生装置の使用フィルターの違いが生物応答に及ぼす影響について
TECDOC0802 Rev.1 August 15, 2008