

低線量率放射線が造血幹細胞および末梢血に及ぼす長期的影響

背景

造血系は、生体内で最も放射線に対する感受性が高い組織であり、約 0.5 Gy (年間の自然放射線量の約 500 倍)の放射線を一度に受けると末梢血中で血球数が減少することが知られている。しかし、低線量率放射線の長期間照射条件下において末梢血中の血球数の変動を詳細に評価した事例は見当たらず、低線量放射線が造血系への影響における線量率効果を知る重要な情報として、早期の解明が期待されていた。

目的

低線量率 γ 線照射施設において、マウスに長期間の連続照射を行い、末梢血中の血球(白血球および赤血球)の個数、および造血幹細胞数(注1)の時間変動を測定・解析し、低線量率放射線が造血機能に及ぼす影響を明らかにする。

主な成果

1. 線量率の違いによる血球数への影響

0.5 Gy/min の高線量率 X 線および 1.2 mGy/hr の低線量率ガンマ線でそれぞれ同じ線量(0.5 Gy)を照射して、マウス血液中の白血球、赤血球数を調べた結果、非照射群と比べ、①高線量率照射の場合には白血球数、赤血球数がいずれも有意に減少し、②低線量率照射の場合には白血球数でわずかな減少が見られたが有意差はなく、また赤血球数には変化が見られないことが分かった(図 1)。

2. 長期間の照射による血球数の変動

1.2 mGy/hr の低線量率照射を 200 日程度(約 5Gy)継続した結果、①白血球数は、初期の段階で一過性の減少傾向が見られたが、さらに照射を続けると非照射群と同等まで回復した。②赤血球数は、約 40 日後にわずかな減少傾向が見られたが、すぐに非照射群と同等まで回復した(図 2)。

3. 造血幹細胞の存在比への影響

1.2 mGy/hr の低線量率照射をそれぞれ 3、5、9、26 週間行い、骨髄中に存在する造血幹細胞を非照射群と比較した結果、両者に差はなく、1.2mGy/hr の低線量率放射線を長期に受けた場合でも造血機能に影響がないことが分かった(表 1)。

以上の結果から、マウスに低線量率放射線を長期間照射した場合と高線量率放射線を短期間照射した場合とは、末梢血中の血球数に及ぼす影響は顕著に異なっており、前者の場合には、血球数に変化をもたらす最小線量と言われている 0.5Gy の約 10 倍(5Gy)を照射されても造血機能が保たれることが明らかとなった。

今後の展開

今後はさらにマウスの照射時間を長くし、造血幹細胞および末梢血細胞の分化を誘導する限界線量を求め、機構解明を目指す。

主 担 当 者 原子力技術研究所 低線量放射線研究センター 研究員 大塚 健介

関連報告書 「低線量率放射線が造血幹細胞および末梢血に及ぼす長期的影響」 電力中央研究所報告:
(2006 年 3 月)

注1 白血球、赤血球など全ての血液細胞の源の細胞。造血幹細胞が分裂・増殖して様々な種類の血球へ変化する。

7. 低線量放射線影響

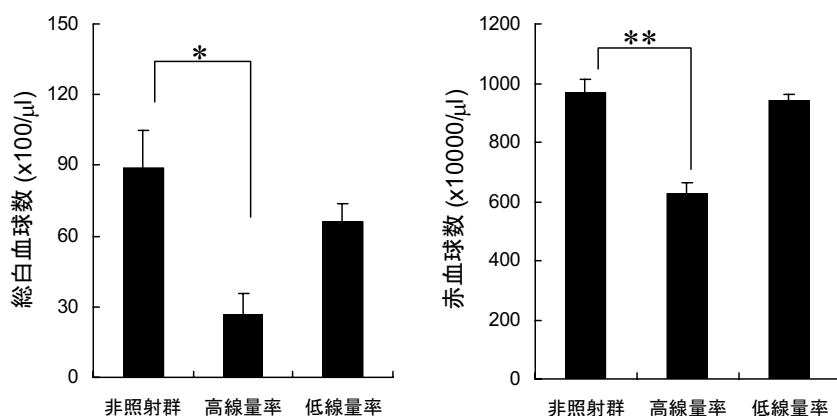


図 1 放射線照射に対する血球数への影響の線量率効果

マウス個体に 0.5 Gy の放射線を高線量率(0.5 Gy/min)および低線量率(1.2 mGy/hr)で照射した。高線量率では白血球数および赤血球数の減少が認められたが、低線量率ではその影響が小さかった。

(*:P<0.01、**:P<0.001、Tukey-Kramer 検定)

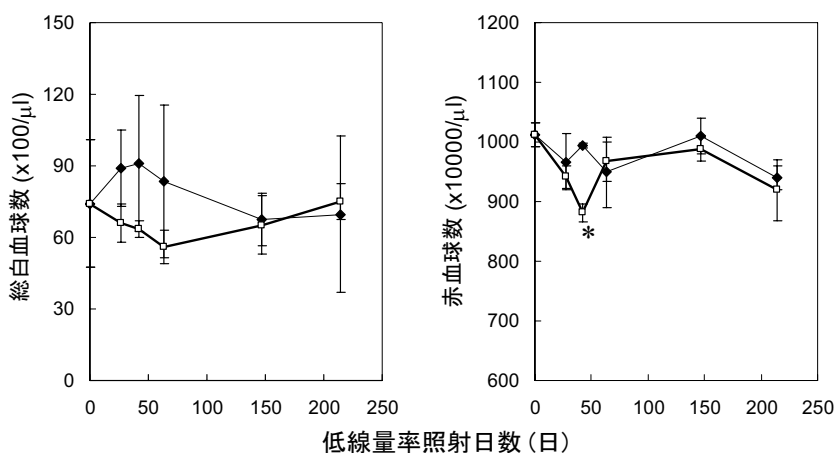


図 2 低線量率長期照射による血球数の変動

◆:非照射群、□:1.2 mGy/hr 照射群。低線量率で長期間に亘って被ばくをした場合、白血球数は初期には減少傾向が見られ、赤血球数は照射から 40 日後にわずかに減少したが、いずれの場合にもその後は回復し、長期的には血球数に影響は見られなかった。

(*:P<0.05、Student の t-検定)

表 1 マウス骨髄中の造血幹細胞の存在比

照射期間 (週)	集積線量 (Gy)	造血幹細胞の存在比 (%)		P 値*
		非照射群	低線量率照射群	
3	0.58	0.007 ± 0.001	0.004 ± 0.001	0.12
5	0.97	0.006 ± 0.001	0.003 ± 0.001	0.11
9	1.74	0.012 ± 0.001	0.010 ± 0.000	0.18
26	5.02	0.018 ± 0.009	0.021 ± 0.018	0.69

1.2 mGy/hr で 3、5、9、26 週間照射したマウスの骨髄細胞中の造血幹細胞の存在比は、照射期間ごと非照射群と比較した場合に有意な差は見られなかった。(*: P 値 Student の t-検定)