

低線量放射線影響の機構解明

背景・目的

現行の放射線防護体系は、しきい値無し直線(LNT)モデルに基づいて構築されている。LNTモデルは、主に高い線量域における疫学データをもとに低線量域まで直線的に外挿されたものであるが、放射線は微量でも害があるという主張の根拠にされている。しかし、近年の低線量放射線影響研究の進捗により、低線量・低線量率の被ばくでは、LNTモデルによる推定値よりもリスクが低くなることを示すデータも得られてきている(図1)。低線量放射線による健康リスクを正しく評価できれば、防護基準を科学的な裏付けに基づいた合理的なものにすることや、社会の放射線に対する不安感を払拭することにもつながると期待される。

本課題では、放射線防護基準の適正化のための科学的データ取得を目的として、ヒトの疫学調査や動物・細胞実験研究を通じて、低線量・低線量率において放射線によるリスクが高まらないこと、およびその機構を明らかにする。

主な成果

1. 高自然放射線地域住民の疫学調査

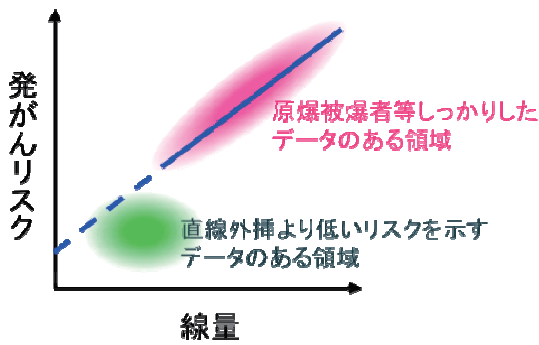
インド・ケララ州の高自然放射線地域住民の疫学調査結果から、総線量が約 0.6Gy 以下では放射線によるがんリスクが上昇しない傾向を明らかにした¹⁾(図2)。さらに、調査対象を拡大することにより、高自然放射線地域のような低線量率放射線の長期被ばくによる影響は、短期間に放射線を受けた原爆被爆者の場合より小さいことを、統計的に有意に示すことができる見通しを得た。この成果の国際的な合意を形成するために、放射線影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)の次期報告テーマとして提案した。

2. 局所的な照射による放射線応答

放射線を試料中の細胞単体やその中の細胞核のみに絞って照射できる X 線マイクロビームを用いて、細胞の構成要素(細胞核、細胞質)の放射線応答に対する役割の違いを評価した。細胞質を含む細胞全体に照射した場合には、細胞核のみの場合と比較して、細胞核の照射線量が同一値にもかかわらず、細胞の生存率が高くなることを明らかにした。この傾向は 1Gy 以下の低線量域で顕著であり、低線量放射線の生物影響が、高線量での結果からの単純な外挿とはならないことを示している²⁾(図3)。また、細胞全体に照射した場合には、周囲の細胞で生ずるバイスタンダー応答^{*1}も抑制されることを明らかにした。

その他の文献 1) Health Physics, **96**, 55 (2009)、2) Radiation Research, in press (2010)

*1: バイスタンダー応答: 放射線に被ばくした細胞の周辺に存在する、被ばくしていない細胞(バイスタンダー細胞)に影響が生ずる現象

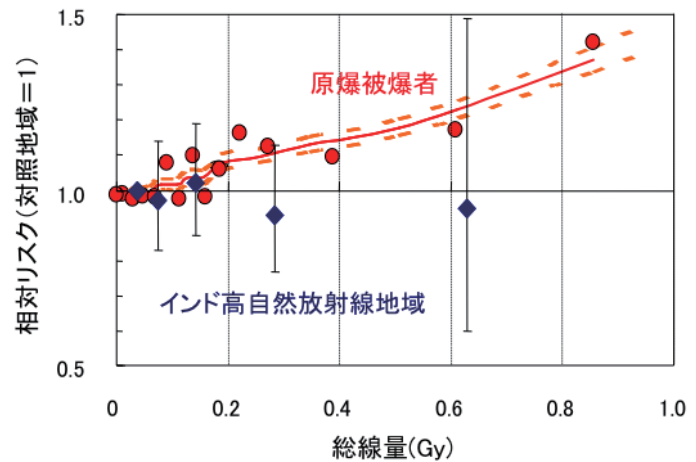


国連科学委員会 (UNSCEAR) の 1993 年報告書では、0.2Gy 以下の線量を低線量、0.0001Gy/分以下の線量率を低線量率と定義している。

図1 しきい値無し直線(LNT; Linear Non-Threshold)モデル



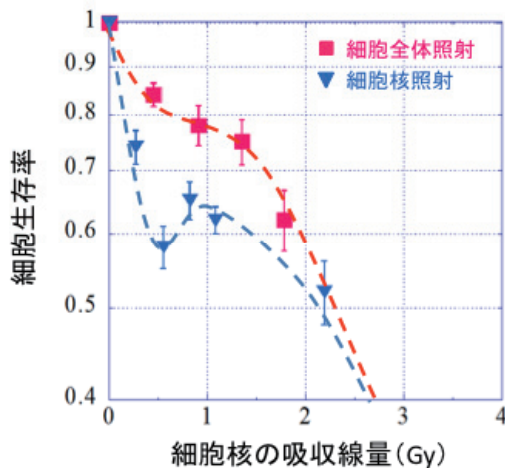
a. インドの高自然放射線地域
インド南部ケララ州の海岸地帯に、トリウムを多く含む砂浜が広がっており、住民は世界平均の3~5倍の自然放射線を被ばくしている。



b. がんリスクの比較

インド高自然放射線地域の住民では、周辺の対照地域(放射線レベルは低いが生活様式が類似)と比較してリスクの上昇は見られない(青印)。これは、線量にほぼ比例してリスクが上昇する原爆被爆者のデータ(赤丸印)とは明らかに異なる傾向である。

図2 インドの高自然放射線地域住民疫学調査の結果



細胞核における吸収線量が同じでも、細胞核だけに放射線が当たった場合と比較して、細胞質も含めた細胞全体に当たった場合の方が細胞の生存率は高く、細胞内の照射部位により感度の違いが認められた。

図3 照射部位による放射線応答の違い