

放射光X線によるヒト培養細胞におけるバースタンダー応答の解析

富田雅典¹、前田宗利²、宇佐美徳子²、小林克己²

¹電中研・原技研・放射線安全、²高エネ機構・物構研・放射光

【背景と目的】 低線量放射線が生物に及ぼす影響は、高線量放射線の場合とは大きく異なることが明らかになりつつある。バースタンダー応答は、放射線が直接ヒットした細胞の周辺に存在する放射線がまったくヒットしなかった細胞にも、放射線がヒットした細胞と同様の生物影響が誘導される現象である。放射線がヒットしなかった細胞にまで影響が誘導されるならば、放射線防護における直線閾値無しモデル(LNTモデル)により、中・高線量域から外挿されるリスクよりも、低線量域では高くなると考えられるため、放射線リスク評価における重要な課題となっている。しかしながら、これらの結果は、主に高LETの線を用いたものであり、光子放射線によるバースタンダー応答については十分明らかになっていない。本研究は、放射光X線によるヒト正常細胞におけるバースタンダー応答を明らかにするため、BL-27Bに設置された放射光X線マイクロビーム細胞照射装置とBL-27Aを用い、細胞生存率を指標として解析した。

【方法】 ヒト正常細胞には最も広く使用されている細胞のひとつであるヒト胎児肺由来線維芽細胞WI-38を用いた。WI-38細胞は、照射1週間前にディッシュに播種し、コンフルエントにした。BL-27Aでは、35mmディッシュ中央の2mm×2mmの部分(ディッシュ全体の0.4%の面積)に、リンK殻吸収端の2.153 keVと低エネルギー側の2.147 keVの単色X線を照射した。BL-27Bのマイクロビームでは、5μm×5μmの5.35 keV単色X線を、細胞核内に照射した。照射24時間後にトリプシン処理により細胞を回収した後シャーレに播種し、2週間培養してコロニーを形成させ、細胞生存率を求めた。

【結果と考察】 2.153 keVと2.147 keVのいずれのエネルギーにおいても、線量依存性は異なるものの、ディッシュ全体の0.4%の面積にしか照射していないにもかかわらず、細胞生存率は80%にまで低下した。この生存率の低下は、NOラジカルのスカベンジャーにより抑制された。マイクロビームをディッシュ中心の5個の細胞にのみ照射した場合、0.5-1.5 Gyにおいて細胞生存率は最大で85%まで低下したが、2-5 Gyでは生存率の低下は認められなかった。生存率の低下が回復した2 Gyは、ブロードビームを照射した場合に、1細胞あたり平均して1個の致死損傷が生じると考えられる生存率37%となる線量(D₀)に相当することから、バースタンダー細胞死の誘導には、照射細胞の生存が必要である可能性が示唆された。1 Gyを、照射細胞数を変えて照射した場合、5から50細胞まで生存率の低下は一定であり、照射細胞数に依存しないことが明らかになった。現在バースタンダー細胞死を誘導する伝達因子の解明を進めている。