
放射線の健康影響

(小笹晃太郎、安村誠司・編：原子力災害の公衆衛生、南山堂、2014、18-24)

2016年7月29日、災害医学抄読会 <http://plaza.umin.ac.jp/~GHDNet/circle/>

細胞に放射線が当たった場合、被ばく線量が多ければ細胞は死滅したり組織や臓器の機能障害を生じたりする。これが確定的影響と呼ばれ、一般的には一定量の放射線被ばく量までは障害がみられないという閾値が存在する。被ばく線量が少ない場合、細胞死や機能障害は顕在化しないが、細胞内のDNA損傷などが生じる。これは生体内では常に修復されているが、被ばく線量が多いほど残されるようになるため、がんの発生や遺伝的影響を残すことがある。これを確率的影響という。放射線防護上、確率的影響の発生リスクに被ばく線量の閾値はなく、リスクは線量によって比例されると考えられている(線形無閾値仮説)。一般には低線量率被ばくの方が生体影響は小さいと考えられている。

放射線の人体への影響は未だ詳細が分かっていないことも多いが、放射線による健康後評価を明らかにするには長期の疫学追跡調査が必要である。そこで、原発事故などによる住民の被ばく状況とは大きく異なるものの、原爆被爆者の被ばく状況は初期放射線被ばく量の推定精度の高さ、追跡者数や追跡期間などの規模の大きさ、死亡・死因・がん罹患などの結果指標の把握精度の高さなどの観点から、放射線による健康影響評価に関して基準となる資料とみなされている。被爆者については1950年を起点として約12万人の追跡調査(LSS)が行われている。以下ではこの追跡調査から得られた結果について説明する。

被爆者における白血病の過剰発生は被爆2年後くらいから見られるようになり、6-8年後にピークとなった。白血病以外のがんのリスク増加は約10年後から顕在化し現在まで続いている。被ばく放射線量と総固形がんリスクとの量反応関係は、0.25Gy未満の低線量域ではばらつきが大きいものの、高線量域での結果に基づく近似直線によって決定的である。

被爆時の年齢が10歳高いと70歳到達時の総固形がん死亡リスクは約30%減少することから、被ばくした年齢が若いほどリスクが大きい。放射線によるがんリスクは部位により異なり、多くの主要部位で有意に増加する一方、膣、子宮、前立腺、腎実質では有意な増加は見られない。この理由は明らかではない。白血病はまれな疾患であり、リスク推定が難しいが被爆時年齢が高くなると死亡リスクは顕著に低下し、若年者でも被爆後10年以後では急速に低下した。

従来、放射線被ばくと非がん疾患の関連は、放射線治療のような高線量での確定的影響やその後遺症として知られる。近年、原爆被爆者でも 1~2Gy の被ばく量での循環器疾患などのリスク増加がみられている。高血圧や心筋梗塞のような病型の明確な循環器疾患では 2Gy 以上の高線量での罹患リスクが増加し、心不全や肺炎などの病型の明確でない死因による死亡は線量に比例してリスクが増加した。これまでの調査で、甲状腺結節、良性結節、甲状腺腺腫、白内障、副甲状腺腫瘍・機能異常などのリスク増加が確認された。有病調査では調査の実施時期や調査対象者が限定された可能性に留意すべきであり、また、これらの関連が真に因果関係を示すかどうか、疫学的に診断根拠を強化して縦断調査を行うべきである。

受胎後に母胎内で放射線被ばくした場合については、被ばく線量の増加によって小頭症や精神遅滞の発生リスクが増加した。重度精神遅滞は線量の増加と共にさらに高頻度となる。胎内被爆者でのがんリスクは、1958~1988 年の追跡結果で固形がん罹患リスクが 1Gy 被ばくしたときに 50 歳の時点で 42%増加すると考えられたが、生後 6 歳未満でのリスク(170%)と比較すると大きくはなかった。

遺伝的影響は、両親の受胎前の生殖細胞に対する放射線被ばくの影響であり、当初から強く懸念されたため多くの調査が行われてきた。被爆者の子供を健康診査などで調査したいずれにおいても、両親の放射線被ばくによる子どもでの異常の増加は見られていない。追跡調査においても、1957~1998 年の結果では、両親の被ばく線量と子どもでの固形がんおよび白血病罹患リスクとの関連は見られていない。また、2002~2006 年に実施された健康診査による有病調査では、成人期に発症する生活習慣病の増加は認められなかったが、現時点での年齢が若いので今後の追跡が必要である。

これらの原爆被爆者の追跡を主体とする調査によって以下のことが分かった。①白血病が被ばく後早期に過剰発生する、②その他のがんの過剰発生は被ばく線量に比例して生涯続く、③がん以外の疾患は、特定の疾患で比較的高線量域での過剰発生がみられる。胎内被爆者では、高線量被ばくにおいて胎児期の臓器発生過程に対応した影響が生じ、出生後のがんリスクが増加する。しかし、原爆被爆者の子どもでは現在のところ遺伝的影響は見られない。近年行われている放射線被ばくによる健康影響の疫学調査の結果は、おおむね原爆被爆者の追跡調査結果と整合すると考えられている。原子放射線の影響に関する国連科学委員会や国際放射線防護委員会では、これらの結果を総括して、放射線被ばくによる健康影響の科学的評価や放射線防護の基準作成を行っている。