

がんセンター院長が語る

放射線
健康障害の
真実

西尾正道

国立病院機構
北海道がんセンター院長



日経
新聞社

放射線の被曝は体外から被曝する「体外被曝」と、放射線を含んだ食べ物や空気の吸入による「体内被曝」に分類されるが、被曝線量はこれらの総和として考えられている。

(2) 放射線の人体への影響

放射線の影響は、「身体的影響」と「遺伝的影響」に大別できる。

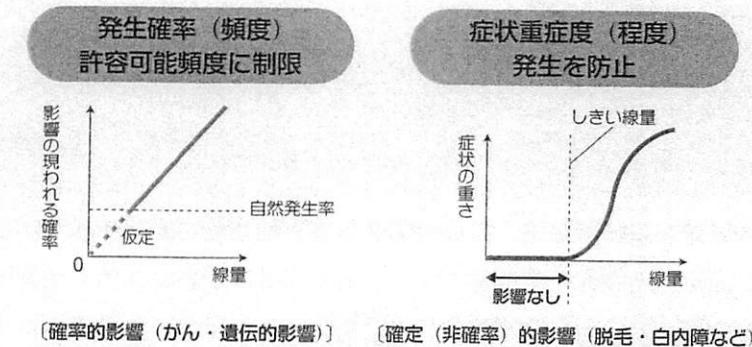
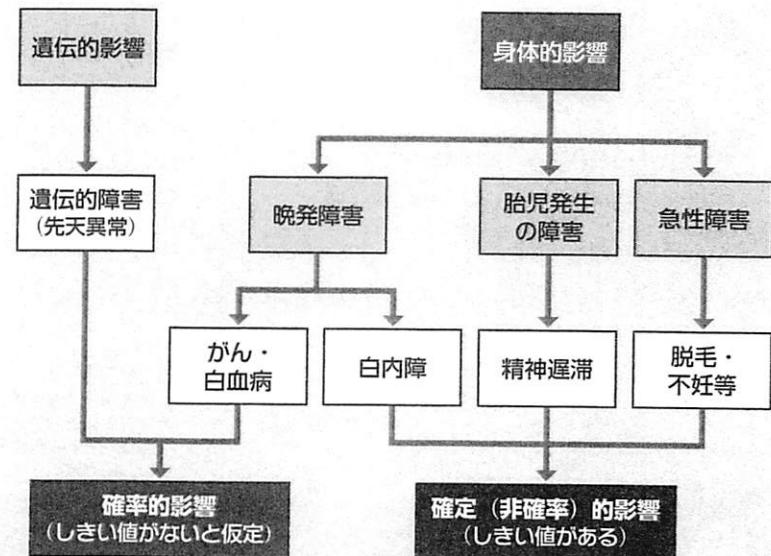
身体的影響とは放射線を受けた個人に現われる影響であり、遺伝的影響とは放射線を受けた人の子孫に現われる影響である。なお、特殊な場合として放射線を受けた胎児に影響が現われた場合は身体的影響となる。

高レベルの放射線被曝では、身体的影響は被曝直後から生じる急性期の反応と、数カ月から数年後に発生する晩発性放射線障害がある。また身体的影響は、被曝線量が同じでも年齢、性別、個人差などによって違いがあり、とりわけ胎児や成長期の子どもは大人に比べて影響を強く受ける。

遺伝的影響は、高レベルの放射線を生殖腺が受けた場合に、染色体異常や遺伝子の突然変異が生じて、ある確率で発生するものである。しかし、この放射線による遺伝的影響は、妊娠中の風疹感染や自然に起こる突然変異による異常と区別することが困難である場合が多い。

放射線の影響は発生の確率の観点から、低レベルの被曝でもある確率で発生する「確率的影響」と、ある量以上の放射線を被曝しないと起こらない「確定的影響」(非確率的影響)に大別できる。

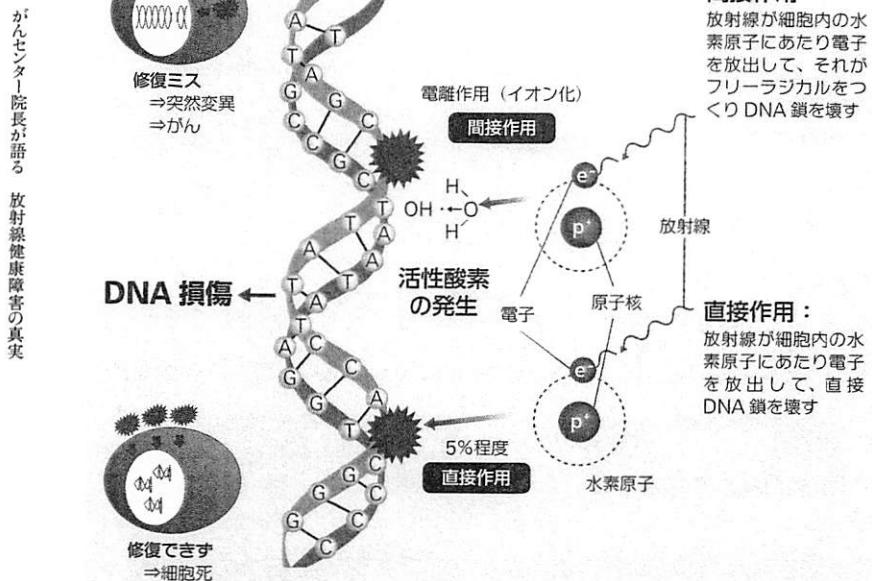
確率的影響は、その発生に確率のあるもので、少ない線量でも小さい確率ではあるが起こりうる影響であり、その点では「しきい値」(最小線量)がない。放射線による発がんや先天障害を持った子ども



图表 1 放射線による人体への影響

の発生などがこの例であり、線量が多くなればその発生確率は増加する。

確定的影響は、ある一定以上の放射線(しきい値)を被曝した場合にすべての人に生じる影響であり、脱毛や不妊などがこの例である。線量が増加するとその影響(反応)の重篤度は高まる。[图表1]に身



図表2 放射線により水のO-H結合が切断され活性酸素が発生

体的影響と遺伝的影響、確率的影響と確定的影響の関係を示す。

(3) 影響を受けやすい臓器

放射線の作用は遺伝子レベルでの影響によるものである。[図表2]に示すように人体の60%以上を構成している水(H_2O)を HO^- と H^+ に電離させたり、 H_2O_2 (過酸化水素)を形成し、活性酸素を発生させ細胞障害の原因となる。多くはこうした電離作用による間接作用であるが、直接遺伝子を傷害することもある。

こうしたDNA上の遺伝子にたいする放射線による影響により、

- * 細胞分裂が盛んなもの
- * 増殖力、再生能力が旺盛なもの
- * 形態および機能の未分化なもの

臓器・組織の細胞再生系の区分(放射線感受性)

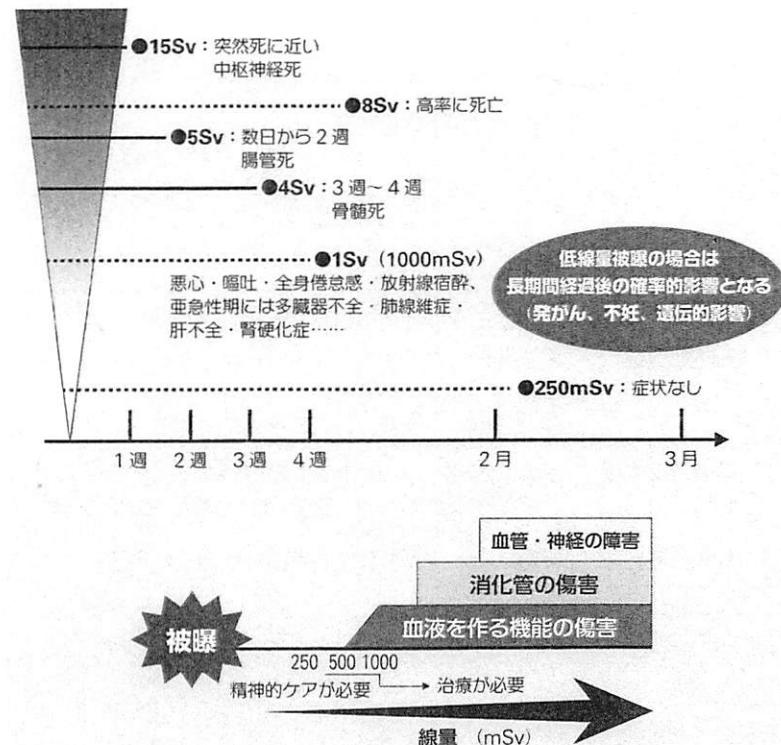
区分	臓器・組織
1 細胞再生系	造血臓器、生殖腺、小腸(消化管)、 水晶体上皮、皮膚上皮(表皮) (分裂が盛んな細胞、未分化な細胞・臓器)
2 潜在的再生系	肝臓、腎臓、末梢(循環)血液中のリンパ球 (平時は静止状態だが、刺激により細胞分裂が活発化)
3 非再生系	神経、脳、筋肉等の分裂しない細胞・組織

*末梢血液中のリンパ球は潜在的再生系としては、例外的に放射線感受性が高い。

図表3 放射性感受性にかんする Bergonie-Tribondeau の法則

DNAの損傷が生じる。DNAの損傷はほとんどが修復されるが、修復されなかった場合に影響が生じるのである。少量の放射線量であれば、傷害された遺伝子の多くは正常に修復されるが、その修復過程でミスが生じれば突然変異やがん化の原因となる。また修復できなければ細胞死へとつながる。

人体が放射線を受けたときの影響は、放射線感受性に関する Bergonie-Tribondeau の法則として知られている。細胞分裂の盛んな細胞や未分化な細胞、および細胞再生系臓器ほど放射線の影響を受けやすいというものである。放射線感受性にかんする原則と臓器・組織の感受性を[図表3]に示す。この原則を人体に当てはめる



図表4 急性・全身被曝したときの人体への影響

と、骨髄や小腸の上皮細胞などは少ない線量でも傷害を受けやすい。眼の水晶体なども細胞分裂して透明性を保っているが、傷害されると白内障となる。

[図表4]に示したように、全身に一度に大量の放射線を被曝した場合(急性被曝)は致死的となる。15～20Sv程度の大量被曝では、中枢神経系が侵されて痙攣を起こして数時間で死亡する(中枢神経死)が、このような被曝は原子力関係の事故以外では起こりえない。4～5Sv以上では、細胞分裂の盛んな腸粘膜が数時間で侵され、重症の嘔吐や下痢症状を呈し、脱水と体液バランスを崩して数日～2

週間で致命的となる(腸管死)。

さらに腸管死を免れた場合でも、3～4Sv以上では3～4週間後に骨髓が造血機能を失い、命取りとなる(骨髓死)。骨髓中の幹細胞は分化して赤血球や白血球や血小板となり末梢血に供給されるが、未熟な幹細胞が侵されると血球成分や免疫機能の低下が生じるため、対症療法として抗原性の少ない臍帯血の輸血や骨髓移植が必要となる。これらの危険な状態を切り抜けたとしても、数カ月後には放射線肺線維症や腎硬化症、肝不全などの問題も生じる。

以上のような放射線被曝の影響は、基本的には急性の大量全身被曝の場合であり、事故現場以外ではあまり問題とはならない。

福島第一原発事故による被曝で問題となるのは、致死的な影響ではなく、少量の放射線を長期間にわたって受ける場合(慢性被曝)の影響である。

(4) 被曝線量の評価法

[図表5]に放射線にかんする新旧の単位の定義を示した。現在はBq、Gy、Svなどの単位が使われている。これらの単位は放射線にかんする領域で業績のあった人たちの名前が使われている[図表6]。放射能1ベクレル(Bq)とは、1秒間に1個の壊変を意味し、吸収線量1グレイ(Gy)とは、1kg当たり1ジュール(J)のエネルギーが吸収された場合の線量である。

放射線の種類(線質)やエネルギーによって生体への影響度は異なるので、それを補正するために「放射線荷重係数」[図表7]が決められている。「吸収線量」と「放射線荷重係数」の積を「等価線量」と称し、各臓器や組織の被曝線量を表わすさいに用いられ、単位はシーベルト(Sv)が使われる。

物質の状態の量	新旧単位(記号)	定義	備考
放射能 (原子核より出る放射能の強さ)	(新)ベクレル(Bq)	1秒間に1個の壊変	$1\text{Bq}=2.7 \times 10^{-11}\text{Ci}$
	(旧)キュリー(Ci)	1秒間に 3.7×10^{10} 個の壊変	$1\text{Ci}=37\text{G(ギガ)Bq}$ $1\text{mCi}=37\text{M(メガ)Bq}$ $1\mu\text{Ci}=37\text{k(キロ)Bq}$
照射線量 (空気中に放出された放射線量)	(新)クローラン毎キログラム(C/kg)	空気1kg中に1クローランのイオノをつくるX(γ)線の量	$1\text{C/kg}=3876\text{R}$
	(旧)レントゲン(R)	空気1kg中に 2.58×10^{-4} クローランのイオノをつくるX(γ)線の量	$1\text{R}=2.58 \times 10^{-4}\text{C/kg}$
吸収線量 (物質や生体に吸収された放射線量)	(新)グレイ(Gy)	1kg当たり1ジユールのエネルギーの吸収があるときの線量	$1\text{Gy}=100\text{rad}$
	(旧)ラド(rad)	1kg当たり0.01ジユールのエネルギーの吸収があるときの線量	$1\text{rad}=0.01\text{Gy}=1\text{cGy}$
線量当量 (人体への作用や影響を考慮した線量)	(新)シーベルト(Sv)	吸収線量(Gy)×線質係数×修正係数	$1\text{Sv}=1000\text{mSv}=100\text{rem}$
	(旧)レム(rem)	吸収線量(rad)×線質係数×修正係数	$1\text{rem}=0.01\text{Sv}=10\text{mSv}$

図表5 放射線にかんする新旧の単位



ヴィルヘルム・レントゲン
(1845-1923年)
1895年X線を発見

アンリ・ベクレル
(1852-1908年)
1896年ウランが放出したα線(放射能)を発見

マリー・キュリー
(1867-1934年)
1898年ラジウム発見。
「放射性物質」の命名

ロルフ・シベルト
(1896-1966年)
人体への影響を研究

図表6 放射線の単位にかかわる人たち

また、放射線にたいする感受性は臓器によって異なるため、同じ等価線量であっても放射線の影響の現われる確率が異なる。そこで臓器や組織の確率的影響にたいする放射線感受性の相対値で荷重した臓器ごとの等価線量を用いると、放射線のリスクに比例した線量を表わすことができ、また加算性をもたせることができる。

その結果、全身に均一な被曝であっても、身体の一部を被曝する

放射線の種類	エネルギー範囲	放射線荷重係数
光子（ γ 線、X線）	全エネルギー	1
電子（ β 線）	全エネルギー	1
中性子	$E < 10\text{keV}$ $10\text{keV} < E < 100\text{keV}$ $100\text{keV} < E < 2\text{MeV}$ $2\text{MeV} < E < 20\text{MeV}$ $20\text{MeV} < E$	5 (連続関数) 10 20 10 5
陽子（荷電バイオノン）	$E > 2\text{MeV}$ (Eに無関係)	5 (2)
α 粒子、核分裂片、重い原子核		20

図表7 放射線荷重係数 (ICRP2007)

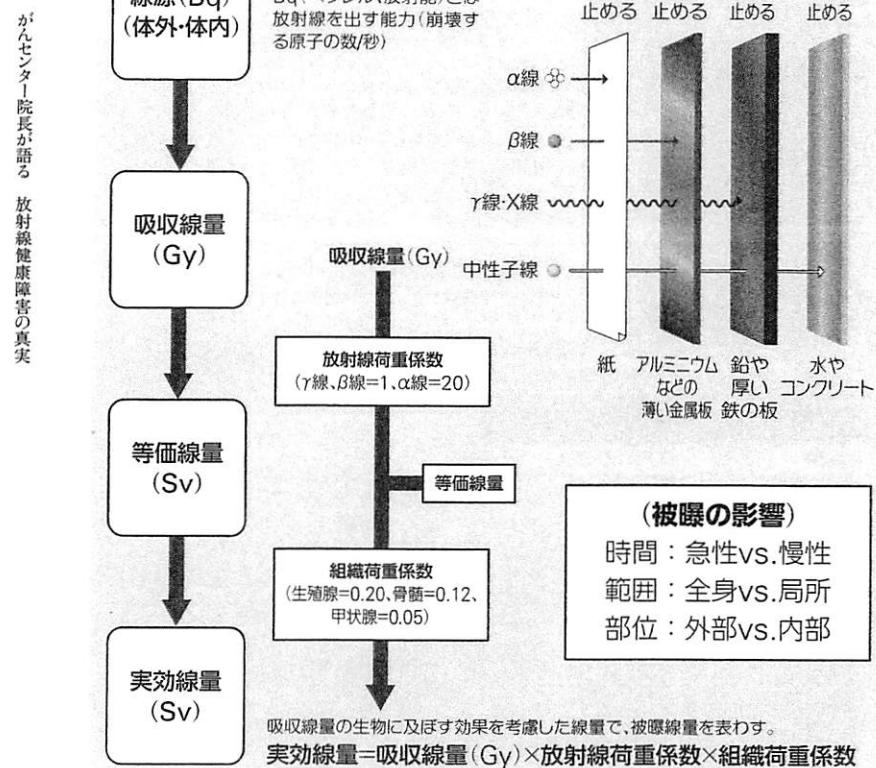
組織・臓器	組織荷重係数
生殖腺	0.20 (0.08)
骨髓（赤色）	0.12 (0.12)
結腸	0.12 (0.12)
肺	0.12 (0.12)
胃	0.12 (0.12)
膀胱	0.05 (0.04)
乳房	0.05 (0.12)
肝臓	0.05 (0.04)
食道	0.05 (0.04)
甲状腺	0.05 (0.04)
皮膚	0.01 (0.01)
骨表面	0.01 (0.01)
残りの組織・臓器	0.05 (0.12) (脳 0.01) (唾液腺 0.01)

図表8 組織荷重係数 (カッコ内: ICRP2007)

ような不均一な被曝であっても、加算したり比較したりすることができる。放射線誘発がんの発生確率や重篤な遺伝的影響の発生確率を考慮して、これらの各臓器の寄与率とともに「組織荷重係数」[図表8]が決められている。したがって、放射線を受けたすべての組織・臓器の等価線量に組織

荷重係数を乗じた線量の総和が被曝線量であり、「実効線量」という言葉で表わされる。

放射線にかんする概念と単位のまとめを[図表9]に示した。実効線量とは組織や臓器ごとの吸収線量(Gy)×放射線荷重係数×組織荷重係数を計算し全身について合算した線量であり、人体の影響を考える場合はシーベルト(Sv)の単位が用いられる。なお1Sv =

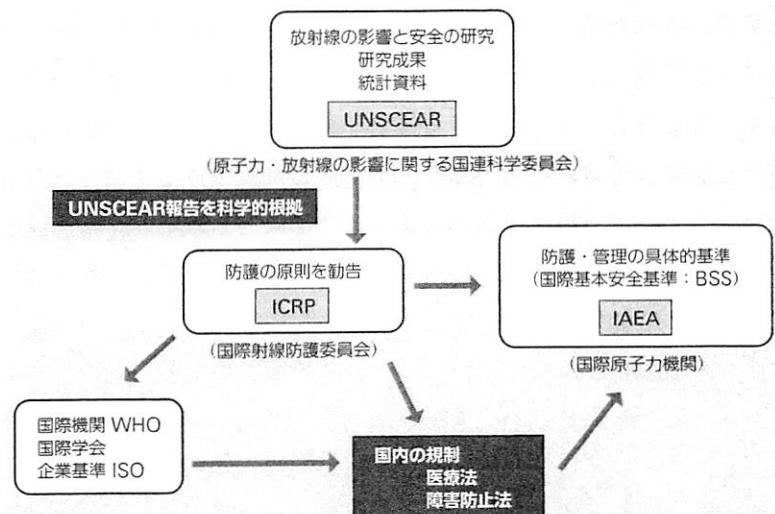


図表9 放射線にかんする概念と単位

1000mSv(ミリシーベルト) = 100万 μ Sv(マイクロシーベルト)である。

人体への影響はSvの単位を用いて考えるが、実際の影響は、時間的因子(急性か慢性か)、被曝した範囲である空間的因素(全身か局所か)、被曝形態(外部被曝か内部被曝か)によりその影響は異なる。また α 線、 β 線、 γ 線の透過力は大きく異なり、そのため検出手法も別の手段で対応する必要がある。

放射線防護については国際的な仕組みで管理され、ICRP勧告を



①公衆被曝	日常生活の中で受ける被曝 例：宇宙線、大地からの放射線、食品からの被曝、呼吸（ラドンなど）による被曝
②医療被曝	医療行為によって受ける被曝 例：X線検査、核医学検査
③職業被曝	放射線を取り扱う職業上の被曝 例：病院、原子力発電所、核燃料製造所、非破壊検査、など

図表 10 放射線の事項にかんする国際的機関

もとに各国が基準を設けている[図表10]。WHO(世界保健機関)の機関であるUNSCEAR(原子力・放射線の影響に関する国連科学委員会)は放射線にかんする報告の収集や統計資料を作成する業務をおこなっており、その結果をICRPに提出する。ICRPは原子力推進の立場でかかわっているIAEA(国際原子力機関)と協議のうえ、世界にたいして勧告を発するという構図である。日本の法改正は行政の怠慢から1990年勧告が出た11年後の2001年におこなわれ、現在もそれに従って管理されている。

人工放射線の被曝にかんしては放射線防護上、①公衆被曝、②職業被曝、③医療被曝の3つに区別され、一定の被曝線量の限度(俗に言う許容線量)を設けている。しかし、この線量限度は、自然放射線と医療行為によって受ける被曝を除外している。その理由は、自然放射線は地域的な差もあり、人為的に制限できるものではないということ、また医療行為による被曝は診断や治療をおこなうことが目的であり、その個人にとって医学的利益が大きく、一般的な制限値を決めることができないため、とくに限度は定められていない。なお医療被曝にかんしては、日本は、放射線機器の普及率が世界一であり、また出来高払いの診療報酬制度も関係して、世界一の被曝大国となっている。

病院や原子力発電所などで働く人の職業被曝と、一般公衆の被曝にかんしては、ICRP勧告に準じて国内でも放射線障害防止法で決められており、職業被曝は5年間で100mSv(年間最大50mSv)、一般公衆は年間1mSvである。しかし、事故後に線量限度を作業員は年間250mSv、一般公衆は年間20mSvに引き上げたのは周知のとおりである。職業被曝と公衆被曝の被曝線量の規制値と事故後の緩和された規制値を[図表11]に示す。作業員の年間250mSvとは、遺伝的な影響や発がんなどの晩発性のトラブルは別として、差し当たって臨床症状を呈しない線量である。また一般住民の年間20mSvは高い線量であるが、この問題は後述する(35頁～)。

実効線量	100mSv/5年 (1年間に 50mSv を越えない)
等価線量	眼の水晶体 150 mSv/年
	皮膚 500mSv/年
妊娠可能な女子の実効線量	3ヶ月につき 5mSv
妊娠中である女子の線量限度 (出産までの期間)	腹部表面の等価線量 2mSv 内部被曝について 1mSv
緊急作業 実効線量	100mSv ⇒ (250mSv)

緊急時作業者の年線量限度：
重大任務：100mSv、一般の防災活動：50mSv

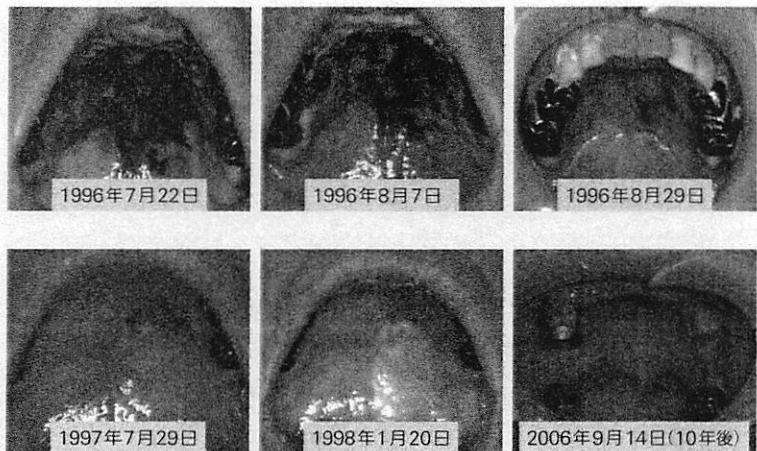
一般公衆の被曝限度：1mSv ⇒ 20mSv

放射線管理区域：1.3mSv/3ヶ月 = 0.6 μSv/時間

* 管理区域内では18歳未満の作業禁止（労働基準法）、飲食の禁止

(20mSv/年 = 2.28 μSv/時間 ⇒ 管理区域の3.8倍)

図表 11 放射線業務従事者にたいする線量限度 (ICRP)



照射による細胞死は、「突然死」ではなく、「分裂死」である。

図表 20 口蓋悪性黒色腫にたいする Au-198 線源モールド治療

また、[図表20]に低線量率小線源治療例を示すが、その治癒過程の経過から考察できる晩発性の影響について推論を述べる。

この症例は、硬口蓋を中心に軟口蓋や歯肉の粘膜に進展した悪性黒色腫である。腫瘍の状態から手術不能例であり、また放射線感受性がもっとも低い悪性黒色腫であるため、50Gyの外部照射後にゴールドグレイン(Au-198粒子)による50Gyのモールド治療(密着照射)をおこなった。合計100Gyの投与で、腫瘍は治癒した。

しかし、写真で見られるように黒色の色調は長い経過で消退している。これは、放射線治療における細胞死は照射後に急に死滅する「突然死」ではなく、数回の分裂過程で死滅する「分裂死」であることを示すものである。照射を受けて、遺伝子が傷害されても数回の細胞分裂をする余力は残しているが、その過程で分裂できなくなり、死滅するのである。

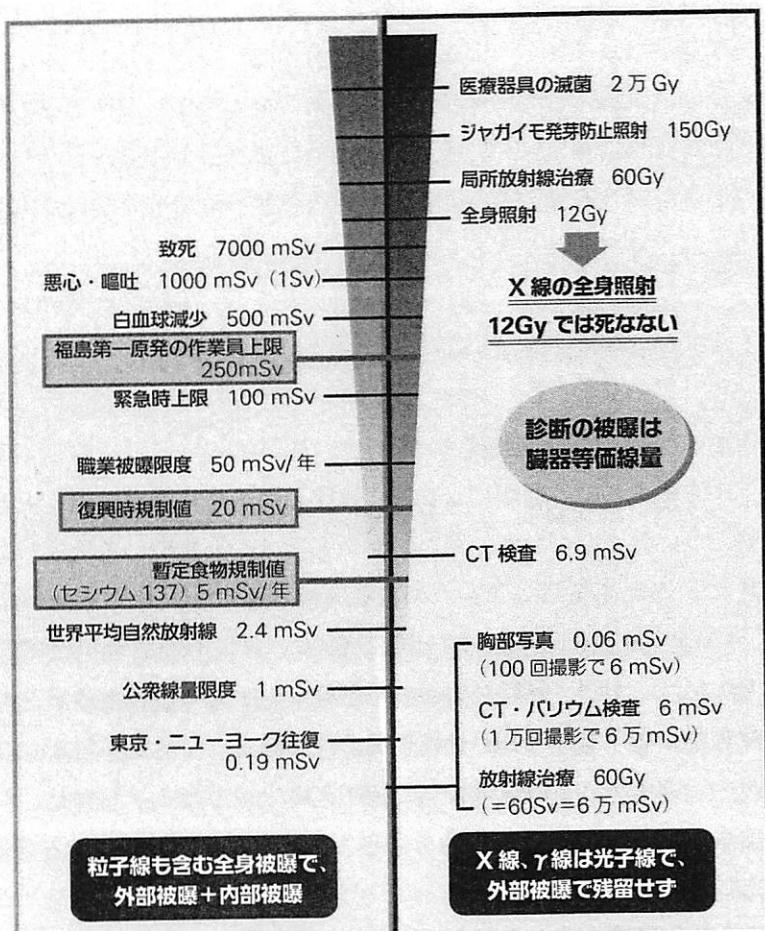
これは極少量の被曝では、損傷された遺伝子でも生き残り、数回の分裂過程後に認識できる傷害が生じる可能性を示唆している。この現象は、人間でいえば死滅までには至らない遺伝子が引き継がれることとなり、孫や曾孫の世代に先天障害が発生する原因となりうることを意味するものである。低線量の場合は遺伝子の継代的傷害を引き起こす可能性があると考えられるのである。

(3) 内部被曝を無視した線量比較の問題

人工放射線による健康被害の歴史は1945年の広島・長崎の原爆投下から始まった。原爆による死亡は後に爆風や熱風の要因も大きく絡んでいたことが判明しているが、米国は全身被曝の急性放射線障害による致死線量は7Sv、半数致死線量を4Sv、死亡率ゼロの「しきい値」線量を1Svとし、米国防総省・原子力委員会の公式見解とした。しかし、実際に白血病や悪性リンパ腫などの血液がんの治療過程において、(同種)骨髄移植の前処置として全身照射がおこなわれているが、その線量は12Gy/6分割/3日である。しかし、がん治療でおこなわれるこの全身照射12Gy(X線ではGy=Sv)では死亡しない。

こうした事実から、単なる一過性の外部被曝(照射)と、放射性物質からの被曝では影響は異なると考えられ、内部被曝の問題を無視することはできない。[図表21]に放射線量の相対的な比較を示すが、X線や γ 線の光子線と α 線や β 線の粒子線を含む放射性物質の線量の健康被害を同等に扱って比較することは正しいものではない。

医療用注射器の滅菌には2万Gy(=Sv)、ジャガイモの発芽防止には150Gy(=Sv)照射されている。こうしたX線や γ 線の光子線照射では放射線が残留することはない。



注: 1Sv=1000 mSv, X線、γ線は Gy=Sv

図表 21 放射線量の目安

しかし、人体に取り込まれた放射性物質から放出された α 線や β 線は粒子線であり、飛程はごく短いが周囲の細胞に影響を与える。そのためこうした内部被曝では、核種により生物学的半減期は異なるが、長期にわたる継続的・連続的な被曝となり、人体への影響はより強いものとなると考えられる。したがって、被曝時当初の放射

線量(initial dose)は同じでも人体への影響は異なると考えるべきである。

パニックを避けるために、CT撮影では6.9mSvであるなどと比較して語るのは厳密に言えば適切な比較ではない。画像診断や放射線治療は患者に利益をもたらすものであり、また被曝するのは撮影部位や治療部位だけの局所被曝であり、当該部位以外の被曝は極微量な散乱線である。また、こうした光子線は人体を1回通過するだけであり、細胞にone hitするだけである。

しかし、取り込まれた放射性核種から、質量を持つ透過力の弱い粒子線によって周囲の細胞は連続的に影響を受ける。そのため放射性物質からの内部被曝は外部被曝とは異なるものであり、線量を比較すること自体が間違いなのである。しかしその違いの研究は少なく不明なため、線量が同じであれば影響も同じであるという前提で考える取り決めとなっている。

(4) 線量評価における問題

放射線の健康被害は線量との関係で論じられているが、LET (linear energy transfer、線エネルギー付与)の違いも考慮する必要がある。放射線が通過した軌道上の電離作用の密度によって遺伝子の損傷の程度は異なり、同じ線量でも細胞に集中的に密に当たった方が、まばらに疎に電離作用を起こすよりも細胞の損傷からの回復は困難となる。したがって線質を規定しているLETの違いも考慮する必要がある[図表22]。

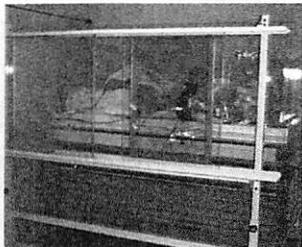
LETの高い順に原則的に並べると、①核分裂生成物 > ②低原子番号の原子核 > ③ α 線 > ④中性子線 > ⑤低エネルギーの陽子線、電子線、X線、 γ 線 > ⑥高エネルギーの陽子線、電子線、X線、 γ 線、

ともなった」(肥田舜太郎・鎌仲ひとみ『内部被曝の脅威—原爆から劣化ウラン弾まで』筑摩新書、2005年、37～40頁)。原爆の直撃を受けたが生き延びた夫。原爆の直撃は受けず1週間後に入市し、8日間毎日焼け跡を歩き、急性原爆症を発症、1ヵ月足らずで死亡した妻。2人の生死を分けたものは何か。

これは残留放射線はないとした米国の公式見解が嘘であったことを物語る証拠そのものである。

低線量の放射線でも細胞に長期間当てると大きな障害が起こることと「ペトカウ効果」として有名であるが、最近の研究では低線量内部被曝の影響も明らかにされつつある。主なものは、①バイスタンダー効果(放射線を照射された細胞の隣の細胞も損傷されることがある)、②ゲノムの不安定性(細胞およびその子孫内の継続的、長期的突然変異の増加)、③ミニサテライト突然変異(遺伝で受け継いだ生殖細胞系のDNAが変化する)などである。なお、内部被曝の問題に関しては松井英介『見えない恐怖—放射線内部被曝』(旬報社、2011年)の一読をお勧めしたい。

一般に被曝線量はSvで表現され、内部被曝も体全体へのエネルギー(J: ジュール)付与で表現されている。しかし、内部被曝の健康被害を考えるとき、きわめて本質的疑問が生じる。原爆のデータから米国は7Svを致死線量とする公式見解を出している。しかし日常臨床では血液がんの患者に骨髄移植の前処置として2Gyを3日間で6回、計12GyのX線による全身照射をおこなっているが、決して死亡することはない。60kgの体重の人に2Gyの全身照射をおこなっても体に付与されるエネルギーは28.7カロリーであり、60度のなまぬるいコーヒー1.2ccの熱量でしかない。しかし患者



全身照射の様子

$2\text{Gy}(2\text{回}/\text{日}) \times 3\text{日} = 12\text{Gy}$ 照射

↓
吸収線量のエネルギー (J)

体重 60kg の人に全身照射 2GY の場合
 $60 \times 2 = 120\text{J} = 280/4.18 = 28.7\text{cal}$

↓
コーヒー消費量に換算

(体温 37 度、コーヒー 60 度)
温度差 23 度 : $28.7/23 = 1.2\text{ml}$

全身照射 12Gy では死なない

東海村 JCO 事故（1999年9月）の場合

作業員A（35歳、推定16～20Sv被曝）：多臓器不全で83日後に死亡
作業員B（40歳、推定6～10Sv被曝）：多臓器不全で211日後に死亡

⇒ 内部被曝が関与している可能性大

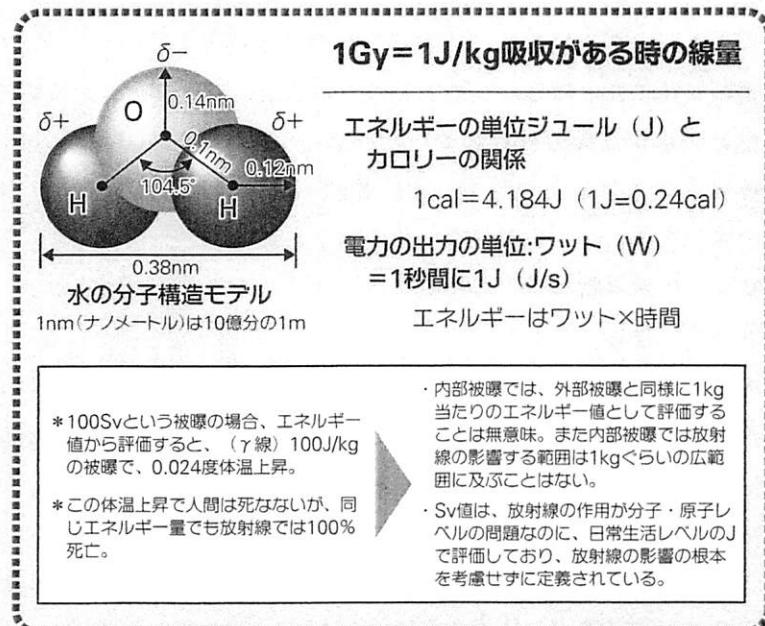
図表 27 骨髄移植の前処置としての全身照射

さんはいわゆる「放射線宿醉」の症状を訴えることもある。

JCO 臨界事故で亡くなった人の線量や、7Svでも死亡するとした米国の見解との違いは、内部被曝が関与していることを推測させるものである[図表 27]。

しかしもっと重要なことは、内部被曝の健康被害はエネルギーだけでは説明できないことである。

内部被曝の場合は、粒子線は質量を持つため、透過力に乏しく放射性物質の周囲の近傍の細胞にだけ影響を与える。しかし被曝線量の評価は全身化して換算するため、数値上はきわめて少ない線量となる。この線量の全身化換算の問題に加え、それ以上に熱量として放射線の影響を考えていることがはたして妥当なのかという疑問も



①放射線影響の評価尺度が不適切

②全身化換算による線量評価は内部被曝には不適切

图表 28 被曝線量を体全体へのエネルギー (J) で表現する評価の問題点

ある。

ここでは、カナダ在住の落合栄一郎氏の考察を紹介する。「100Sv」という被曝の場合、人間は100%中枢神経死で即死する。しかしエネルギー値から評価すると、100J/kgの被曝(γ 線の場合)であり、0.024度体温を上昇させるだけである。だがこの体温上昇で人間は死なないが、同じエネルギー量でも放射線では100%死亡する。何かおかしい?」というわけである[图表28]。

このことは、内部被曝については外部被曝と同様に1kg当たり

のエネルギー値として評価することが無意味であることを示唆している。また内部被曝では、放射線の影響する範囲は、1kgぐらいの広範囲に及ぶことはない。たとえば、甲状腺に取り込まれた放射性ヨウ素が出す β 線の飛程はせいぜい2mm程度である。周囲2mmに放出される放射線量を1kgの広範囲への放射線量に換算して数值を極少化すれば、内部被曝の線量はきわめて小さい値となる。その結果、外部被曝線量との比較では、まったく心配ない被曝線量ということになる。

内部被曝の線量評価を眼薬にたとえれば、眼薬は点眼して使用するから濃い濃度で効果が期待できるのであるが、2～3滴の眼薬を飲んで全身の投与量に換算しているようなものである。

Sv値は、放射線の電離作用は分子・原子レベルの問題であるのに、日常生活レベルのジュール(J)で評価したものであり、放射線の影響の根本を考慮せずに定義されているのである。水分子(H_2O)のサイズは0.38nmであり、電離する過程をエネルギー付与で説明することは無理である。生体内で生物学的に生じる変化を物理学的な単位では説明できないのである。放射線の生物学的な影響の評価尺度が不適切であることや、線量の全身化換算による低減評価等の問題を考慮するべきなのである。

(2) 内部被曝の実測値について

北海道がんセンターでは2011年7～9月の3ヵ月間、福島県から札幌に疎開してきた人たちを対象に内部被曝の測定をおこなった。その結果を[図表29]に示す。

このデータは360名以上の測定者のうち16歳以上の人たちのものである。小児は体格が小さいため、もともと職業被曝を受けた作

著者紹介
西尾正道
(にしお・まさみち)

独立行政法人国立病院機構 北海道がんセンター院長。函館市出身。
1974年札幌医科大学卒業後、国立札幌病院・北海道地方がんセンター放射線科勤務。1988年同科医長。2004年4月、機構改革により国立病院機構北海道がんセンターと改名後も同院に勤務し現在に至る。がんの放射線治療を通じて日本のがん医療の問題点を指摘し、改善するための医療を推進。著書に『がん医療と放射線治療』(2000年4月、エムイー振興協会)、『がんの放射線治療』(2000年11月、日本評論社)、『放射線治療医の本音 一がん患者2万人と向き合って一』(2002年6月、NHK出版)、『今、本当に受けたいがん治療』(2009年5月、エムイー振興協会)をはじめ放射線治療領域の専門著書・論文多数。

がんセンター院長が語る
放射線健康障害の真実

2012年4月20日 初版第1刷発行
2012年6月25日 第2刷発行

著者—西尾正道
デザイン—坂野公一(welle design)
本文図版—岩堀将吾(a-ism desingning)

発行者—木内洋育
発行所—株式会社旬報社
〒112-0015 東京都文京区目白台2-14-13
TEL 03-3943-9911 FAX 03-3943-8396
ホームページ <http://www.junposha.com/>

印刷製本—株式会社光陽メディア

©Masamichi Nisio 2012, Printed in Japan
ISBN978-4-8451-1262-3 C0036