

放射線被曝

Exposure to Radiation

榎本 和巳

Kazumi ENOMOTO

(お茶の水女子大学ライフサイエンス)

放射線と聞くと多くの人は放射線被曝のことを考え恐れるが、実際には私達は放射線を浴びながら生活をし、医療においてはX線検査や核医学検査、放射線治療などと診断や治療に用いている。

本稿では、日常生活で浴びる放射線の量(被曝線量)や医療での被曝線量の数値をあげ、人体にどの程度の影響を及ぼすのかを考察する。放射線被曝は大きく分けて自然放射線被曝と人工放射線被曝の2種類に分けられるが、以下それぞれについて解説する。

1. 自然放射線被曝

自然放射線被曝とは、自然界からの放射線に被曝することであり、宇宙からの宇宙線、大気中のラドンガスからの放射線、地質中のウランなどからの放射線の被曝がある。また、ヒトの体内に存在するカリウムには放射性のカリウム(^{40}K)があり、これからの被曝も自然放射線被曝に含まれる。表1は自然放射線からの被曝線量(年間実効線量当量)である。外部被曝は体外からの放射線、内部被曝は体内からの放射線によるものである。内部被曝の中でも ^{238}U 系列の、中でも特にラドンガスの寄与が大きい。このラドンガスはコンクリートなどの建築材料に含まれる ^{238}U の娘核種であり、このガスを吸入することで内部被曝となる。このラドンガスは気密性の高い部屋や地下室などに特に溜まりやすい。このように自然放射線は私達の日常生活の中にあり、自然放射線被曝は避けがたいものとして人類に受け入れられてきた。この表1で挙げた自然放射線被

表1 自然放射線被曝

線 源	外部被曝	内部被曝	合 計
宇宙線			
直接電離成分	0.30		0.30
中性子成分	0.055		0.055
宇宙起源放射性核種		0.015	0.015
原始放射性核種			
カリウム 40	0.15	0.18	0.33
ルビジウム 87		0.006	0.006
ウラン系列	0.10	1.24	1.34
トリウム系列	0.16	0.18	0.34
合 計	0.8	1.6	2.4

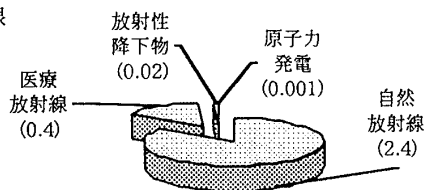
単位: Sv/年 (UNSCEAR, 1998報告)

曝の外部被曝と内部被曝の合計被曝線量 2.4mSv (ミリシーベルト) がどのような影響を引き起こすかについては、後に述べる確率的影響の考え方から、何ともいえない。しかし、自然放射線が平均の10倍高い地域に何世代にも渡り住んでいる集団について、現時点の調査では、癌とか遺伝疾患の発生率に何らの差異も認められないというのも重要かつ意味のあることであろう³⁾。

2. 人工放射線被曝

人工放射線被曝は、人工的に作り出された放射線に被曝することである。原子炉・核実験等で生成した放射性同位元素からの放射線による被曝や、工業・医療において放射線

を利用することによる被曝である。グラフ1は自然および人工放射線からの被曝



グラフ1 自然及び人工放射線被曝
単位: mSv
(放射線管理学, p 19, 改)

線量(平均年間実効線量当量)

である。人工放射線被曝のうち、大半(約98%)を占めるのが医療被曝である。表2は日本における種々のX線検査当たりの被曝線量(実効線量当量)である。この医療被曝を低減すれば人工放射線被曝を低減することにつながるが、X線撮影を減らしたとしても診断に

表2 各検査の被曝線量

撮影部位	撮 影	透 視
股関節	0.84	0.16
骨 盤	0.46	0.07
腰 椎	0.78	0.06
尿路撮影	0.98	0.38
尿道膀胱撮影	0.99	0.14
胃・上部消化管		
直接撮影	1.67	
透 視		4.15
間接撮影	2.77	
小 腸	2.98	7.81
腹 部	0.48	0.16
胆嚢撮影	0.44	0.61
胸部(肺・心)		
直接撮影	0.13	
透 視		0.04
間接撮影	0.29	
頭部		
通常の撮影	0.13	0.001
CT	1.09	

単位: Sv/回 (国連科学委員会, 1982年報告)

不可欠な医療情報が欠落してしまつては重大な損失を招くことになる。実際、医療被曝において線量限度（被曝の限度）は設けられていない¹⁾。しかし、その検査の正当化（その検査をすることでその人に利益があるかどうか）、最適化（必要最低限の被曝線量で検査しているか）は十分に考慮しなければならない。また、グラフ1の放射線降下物は、²³⁸Uの核分裂により生成した放射性降下物を経口摂取することによる内部被曝である。放射線降下物の大部分は核実験により生成され、地上に降り注ぐ。草の上に降つたものは家畜が、海に降つたものは魚が摂取し、食物連鎖の過程で人間の体内に濃縮し被曝する。原子力発電による被曝は、原子炉を運転する際に作られる中性子などによる被曝である。

3. 医療被曝の影響

表2よりほとんどの検査の被曝線量は1mSv以下であるから、医療被曝を仮に1mSvとして、この程度の被曝にどの程度の影響があるのか考察する。

放射線の影響には確定的影響と確率的影响の2種類がある。前者は被曝線量の増加に伴い影響のひどさが増加するものである。表3、4はいずれも確定的影響である。確定的影響には閾値が存在し、その閾値以下では影響は現れない。表1、2の値と表3、4の値を比較すると自然放射線被曝や医療被曝程度の線量なら確定的影響は現れないことがわかる。もう一つの影響、確率的影响は被曝線量の増加に伴い影響の現れる確率が増加するものである。この影響には癌、白血病、突然変異が含まれる。さらに、1mSvの被曝がどの程度の影響の確率を含んでいるかを考える。

一般社会が日常生活の中で容認する死のリスクを 10^{-5}

表4 全身被曝での身体的影響

被曝線量	症 状
~0.25	臨床的症状なし
0.5	リンパ球の一時的減少
1.5	約半数の人に放射線宿酔
2~6	白血球減少、造血器障害
	30日以内に半数の人が死亡
10~数十	激しい嘔吐、下痢、発熱、消化管の障害で2週間以内に全員死亡
100~	中枢神経症状、1日以内に全員死亡

単位：Sv（放射線概論，p 264-265）

$5 \sim 10^{-6}$ 人/年¹⁾と仮定する。10万人に一人、100万人に一人の死は社会的要因を考えると我慢できるという意味である。公衆の被曝年限度（線量当量限度）5mSv に対する死のリスクは約 $10^{-5} \sim 10^{-6}$ である。このリスクは確率であるから、リスクは被曝線量に比例して変化する。従って、医療被曝1mSvのリスクは $(10^{-5} \sim 10^{-6} \times 1/5) = 2 \times 10^{-6} \sim 2 \times 10^{-7}$ となる。これは、50万人に1人、500万人に1人の死を招く確率である。この値を比較すると1mSvの被曝は、単に一般社会が容認するリスクの範囲内であるということが出来る。さらに深く考察してみると日常生活の中で容認する死とは「事故」という言葉で表されるように、本人になんの利益ももたらさないリスクである。ところが医療被曝の場合、その人の病気・怪我の診断という多分に本人に利益のあるリスクなのである。しかし、実際、検査を受ける患者さんは複数のX線検査を受けている（X線検査やX線透視、X線CT等）。受けた検査数だけ被曝線量は積算される。被曝線量が増えれば、確率的影响も確実に増える。よって、種々のX線検査を行うときは、医師あるいは歯科医師はその検査の正当性を十分に検討するとともに、診療放射線技師は、その検査を最適に行うために、診断情報を損なうことなく被曝線量をできるだけ低くするように努力しなければならない。

最後に、今回述べた放射線被曝と人体への影響の関係を知ること、放射線に対する恐れが和らぐことを期待する。

【参考文献】

1. 折戸武郎他、医用放射線科学講座 4 放射線安全管理学、医師薬出版株式会社、1998
2. 飯田博美、改訂4版 放射線衛生学、医療科学社、1996
3. 松本政典他、診療放射線技術学大系専門技術学系 14 放射線管理学、日本放射線技術学会、1995
4. JAMP NEWS Vol.12 No.1、1996
5. 石川友清他、放射線概論、通商産業研究社、1996

表3 局所被曝での身体的影響

被曝部位	被曝線量	症 状
精 巣	2.5	一時的不妊
	10	永久不妊
卵 巣	3	一時的無月経
	6	永久不妊
皮 膚	3~	脱毛、紅斑
	5~12	充血、腫脹、乾性皮膚炎
	12~18	湿性皮膚炎、潰瘍
	20~	進行性びらん
消化管	20	出血性潰瘍による死
	1	一時的成長抑制
骨	10~	骨折
	5	細胞の退行変性
赤血球	0.5	赤血球数減少
白血球	0.25	白血球数減少
血小板	1	血小板数減少

単位：Sv（放射線概論，p 256-260）