

## 「第21回日本臨床環境医学会学術集会特集」

## 総説 シンポジウム

## 放射線の健康影響と予防対策

— 公衆衛生の立場から —

小橋 元<sup>1-4)</sup>

放射線医学総合研究所

- 1) 研究倫理企画支援室
- 2) 福島復興支援対策本部
- 3) 医療被ばく研究プロジェクト
- 4) 重粒子医科学センター

Health effects of radiation exposure and  
measures to prevent these effects

— From a public health angle —

Gen Kobashi<sup>1-4)</sup>

- 1) Research Governance and Human Research Protection Office
- 2) Fukushima Project Headquarters
- 3) Medical Exposure Research Project
- 4) Research Center for Charged Particle Therapy, National Institute of Radiological Sciences

## 要約

2011年3月11日の東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故により、社会の健康不安が高まっている。本稿では、放射線の基本的な知識、健康影響、防護対策について概説する。無用な放射線被ばくから健康を守るためには、うがい、手洗い、シャワー、衣類の洗濯などの保清習慣、危険な場所には子供を放置しないこと、子供が親や大人たちの指示に従うなどの基本的な親子関係やしつけが必要である。また、放射線による発がんを予防するためには、バランスのよい食生活、禁煙、適度な運動、十分なソーシャル・サポートによるストレス軽減対策が必要である。そして基本的な放射線影響に関する健康教育も重要である。これらは、まさに基本的な公衆衛生対策である。低線量被ばくの不安解消のためには、適切な疫学研究を遂行する一方で、医学、放射線科学研究より、がんを怖くない病気にする努力も重要である。  
(臨床環境 22 : 36-46, 2013)

《キーワード》放射線、健康影響、予防、公衆衛生

別刷請求宛先：小橋 元

〒263-8555 千葉県稲毛区穴川4-9-1 放射線医学総合研究所 研究倫理企画支援室

Reprint Requests to Gen Kobashi, Research Governance and Human Research Protection Office, National Institute of Radiological Sciences, 4-9-1, Anagawa, Inage-ku, Chiba 263-8555, Japan

## Abstract

The Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident caused by the Tohoku earthquake and tsunami of March 11, 2011, is one of the worst nuclear accidents since World War II. Large quantities of radioactive materials leaked into the air, soil, and sea, causing great social anxiety about radiation-related health risks. This paper outlines the fundamental knowledge, health risks, and protection related to radiation. It suggests that in these situations, common public health measures for accident and disease prevention, such as keeping good sanitary conditions, healthy lifestyles, home discipline, social supports and efficient health education are important in preventing radiation-related cancers. Well-designed, long-term epidemiological studies featuring a large number of participants, with contributions from many researchers, are needed in the future in order to elucidate more accurate cancer manifestation risks of low dose radiation exposure. Improvements in early detection and treatment for cancers are also important to eliminate public anxiety. (Jpn J Clin Ecol 22 : 36 – 46, 2013)

《Key words》 radiation, health effects, prevention, public health

## I. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故により、社会の健康不安が高まっている。本稿では、不安解消の一助とするために、放射線の基本的な知識、健康影響、防護対策について概説し、今後の展望を述べる。

## II. 放射能と放射線

放射性物質が放射線を出す能力を放射能という。放射能の大きさはベクレル (Bq) で表される。1秒間に1つの原子核が崩壊して放射線を放つ放射能が1 Bqである。物質に放射線が当たると、その物質は放射線からエネルギーを吸収するが、そのエネルギーを吸収線量といい、単位はグレイ (Gy) が用いられる。質量1 kgあたり1ジュール (J) のエネルギーを吸収する場合が1 Gyである。

放射線には、ヘリウム原子核の $\alpha$ 線、電子の $\beta$ 線、電磁波の $\gamma$ 線、中性子線など、様々な種類があり、それぞれが人体に与える影響は異なる。そこで、吸収線量に放射線の種類ごとに定められた放射線加重係数 (表1) をかけて等価線量を算出する。さらに、放射線被ばくした場合のがんのなりやすさは臓器・組織ごとに異なるため、等価線量に臓器・組織ごとに定められた組織加重係数 (表2) をかけて実効線量を算出する。等価線量、実効線量の単位にはシーベルト (Sv) が用いられる。実効線量は、放射線の人体への影響の比較や、がんや遺伝性影響などのリスク評価に用いられる。

表1 放射線加重係数

放射線の種類	加重係数
$\gamma$ 線、X線、 $\beta$ 線	1
陽子線	2
$\alpha$ 線、重イオン	20
中性子線	2.5~20

表2 組織加重係数

組 織	加重係数
赤色骨髄、肺、乳房、胃、結腸、生殖腺	各0.12
膀胱、食道、肝臓、甲状腺	各0.04
骨表面、脳、唾液腺、皮膚	各0.01
残りの組織・臓器	0.12
合 計	1.00

## III. 外部被ばくと内部被ばく

身体から離れたところ、体表面に付着した放射性物質からなど、人体の外から放射線を受けることを外部被ばくという。一方、空気中の放射性物質を吸入したり、食物や水と一緒に摂取すると、体内からの放射線被ばくが継続することになるが、これを内部被ばくという。

内部被ばくは、体内に取り込まれた放射性物質の量のみならず、放射性物質の種類によりその半減期、臓器親和性、放射線のエネルギーが異なるために、その人体への影響が大きく異なる。原子

表3 原子力災害により環境中に放出される主な放射性物質の半減期と親和性臓器

	ヨウ素131	セシウム137	ストロンチウム90	プルトニウム239
放射線の種類	β線、γ線	β線、γ線	β線	α線、γ線
物理学的半減期	8日	30年	29年	2万4千年
実効半減期	約7日	約100日	約20年	約50年
蓄積する器官・組織	甲状腺	全身	骨	骨、肝

半減期の値は概数

力災害により環境中に放出される主な放射性物質とその半減期、親和性臓器を表3に示した<sup>1,2)</sup>。

半減期には、放射性物質の放射能が半分になる時間を表す物理学的半減期と、体内に存在する放射線物質の量が排泄により半分になる時間を表す生物学的半減期があり、これらを統合した実効半減期が、実際の内部被ばく期間の指標となる（ $1/\text{物理学的半減期} + 1/\text{生物学的半減期} = 1/\text{実効半減期}$ ）。臓器親和性とは、放射性物質の種類により蓄積する器官や臓器が異なることである。ヨウ素131は、物理学的半減期が約8日で、体内に入ったうちの70%はすぐに尿から排泄されるが、残りの30%は甲状腺に取り込まれて約80日の生物学的半減期で残留するため、実効半減期は約7日となる。セシウム137は、物理学的半減期が30年であり、全身の筋肉に分布し、生物学的半減期、実効半減期ともに約100日である<sup>1)</sup>。一方、ストロンチウム90は約70%が全身に広がり約100日で排泄されるが、約30%は骨に移行して生物学的半減期は非常に長くなる。これらの生物学的半減期は成人の値であり、乳児や小児は代謝が早いために成人の値よりも短い<sup>2)</sup>。

内部被ばく線量を表す場合も、外部被ばく線量と同様に、単位にはSvを用いる。外部被ばく線量は、放射線に被ばくしたときのみの線量を表すが、内部被ばく線量は、その放射性物質が体内に入ってから成人では50年間、子供では70歳までの年数に被ばくする積算線量（預託線量）を表す（図1）。たとえば、もしも大人の内部被ばく線量が5 mSvであれば、今後50年間で合計5 mSvを体内から受けることが推定される。

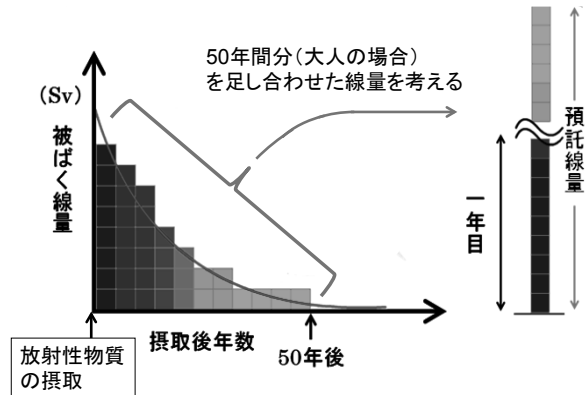


図1 預託線量の考え方

内部被ばく線量は、放射性物質が体内にはいつから成人では50年間、子供では70歳までの年数に被ばくする積算線量を表す。たとえば、もしも大人の内部被ばく線量が5 mSvであれば、今後50年間で合計5 mSvを体内から受けることが推定される。

#### IV. 日常に受ける放射線とALARAの原則

私たちは日常、自然界から世界平均で年間約2.4mSvの放射線を受けている。その内訳は、宇宙から年間0.4mSv、大地から年間0.5mSv、ラドンから年間1.2mSv、食物から年間0.3mSv程度である。自然放射線量は、土壌中に含まれる自然の放射性物質の量の違いのために地域差がある。日本における自然放射線量は世界平均よりも低く、平均で年間約1.5mSvであるが、県別でみると1.4～1.8mSvと、0.4mSv程度の高低がある。また、カリウム40や炭素14など、天然に一定の割合で存在する放射性同位元素を含む食物からの内部被ばくは避けることが出来ない。そのため、体重60kgの人体には常に約4,000Bqのカリウム40、約2,500Bqの炭素14が存在するが、それらを合わせても、実効線量は年間0.3mSv程度である。

表4 身のまわりの放射線被ばくと健康影響

線量	自然放射線	人工放射線	被ばくによる健康影響
0.002～0.01mSv		歯科撮影	
0.06mSv		胸部X線撮影	
0.1mSv	東京・ニューヨーク間国際線往復 (宇宙線)		
1mSv	国際放射線防護委員会が勧告している 公衆の年間線量限度*		
2.4mSv	1年に浴びる自然放射線（世界平均）		
3mSv		上部消化管検査	
2～10mSv		PET 検査／1回	
3～10mSv	イランのラムサルにおける大地から 自然放射線（平均）		
5～30mSv		CT 検査／1回	
50mSv		放射線を取り扱う作業者の 年間線量限度	
100mSv			発がんリスクの増加
150mSv			男性の一時不妊
500mSv			造血能低下や軽度の水晶体白濁
1000mSv			吐き気などの症状
3000mGy			皮膚症状（乾燥、脱毛、紅斑）
10000mGy			消化器症状（下痢など）

\*事故後の汚染、自然放射線や患者の医療被ばく等には適用されない

医療における放射線検査の被ばく線量は、胸部撮影で約0.06mSv、上部消化管撮影で約3mSv、CT撮影で約5～30mSvと考えられている<sup>3)</sup>。医療放射線は、被ばくを上回るメリットを条件に用いられるが、線量を低減する努力も進められている。

表4には、身のまわりの放射線被ばくと放射線の健康影響をまとめて示した。私たちが日常生活において避けることが出来ない自然放射線も、医療のために必要な放射線も、事故により発生した放射線も、人体への影響においては変わらない。したがって、これらは積算して評価することが必要である。また、人が受ける放射線量は、合理的に達成できる限り減らさねばならない(As low As Reasonably Achievable: ALARA)。このALARAの考え方は、すでに国際放射線防護委員会(ICRP)を中心に世界的に確立されている。特に子供の場合、避けられる放射線は出来るだけ避けることが望ましい。線量限度は安全と危険の境界線ではな

く、影響が心配されるレベルよりもはるかに低い値に設定されている。特に公衆の線量限度は、年間1mSvと定められている。ICRPは、今回の災害時に、緊急事態期には年間20～100mSv、災害収束後の復旧期には年間1～20mSvのように、それぞれ別の放射線防護の指標を設定し、段階的に年間1mSvまで引き下げるための対策を講じるように勧告を出している<sup>4)</sup>。一方、緊急措置および人命救助に従事する者については、状況により年間500～1,000mSvを制限の目安とする場合もある<sup>5)</sup>

## V. 放射線の人体への影響

放射線の生物作用の主な標的は、細胞の核にあるDNAである。DNAは、放射線以外にも、正常な代謝において細胞内に発生する活性酸素、ある種の植物毒素、紫外線、たばこの煙中の炭化水素をはじめとする人造の変異原物質などの様々な要因により、1日1細胞あたり1万から100万箇所の頻度で損傷を受けている<sup>6)</sup>。DNA損傷のうちの

大部分は修復酵素の働きで短時間のうちに修復されるが、修復されずに固定したり、修復のエラーが起こることがある。

DNA 損傷が致死な場合は細胞死を起こす。相当数の細胞が細胞死を起こすと、その細胞が構成する臓器や組織の機能に影響するが、その場合は放射線量がある線量（しきい線量）を超えると、検査異常や身体症状として現われることになる。これを確定的影響という。一方、DNA 損傷が非致死な場合は、DNA 情報の変化が突然変異とし

て残ったまま、その細胞が分裂して増えることとなる。体細胞に突然変異が起こった場合は長い潜伏期の後にがんが発生する可能性があり、生殖細胞の突然変異はそれが子孫に伝わり遺伝性影響が起こる可能性がある。がんや遺伝性影響は、放射線の線量増加とともに影響の発生頻度が増加し、しきい線量を持たないと仮定されており、これを確率的影響という（図2、図3）。

確定的影響には、脱毛、血球減少、不妊、胎児影響などが含まれる。確定的影響の臓器・組織障

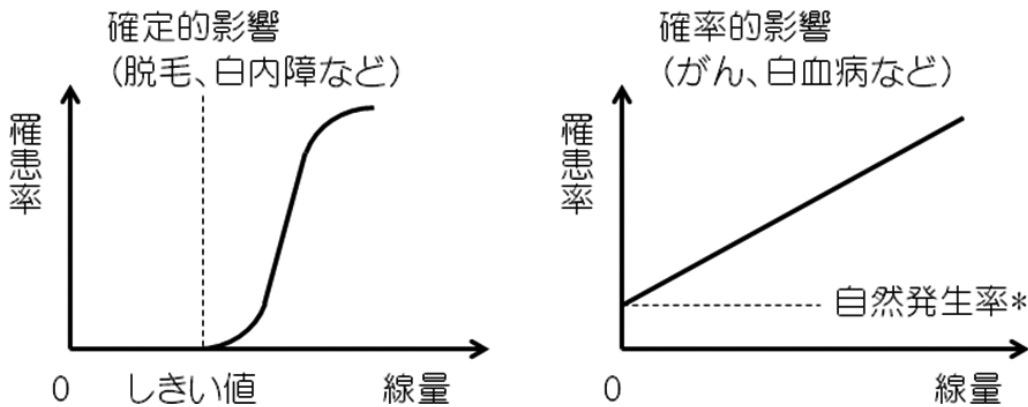


図2 確定的影響と確率的影響

\*低線量被ばくにおいても線量と罹患率との間にしきい値がなく比例関係が成り立つ（しきい値無し直線仮説（Linear Non-Threshold: LNT 仮説））ならば、被ばく線量がゼロの場合には自然放射線による発生率が残ることになる。

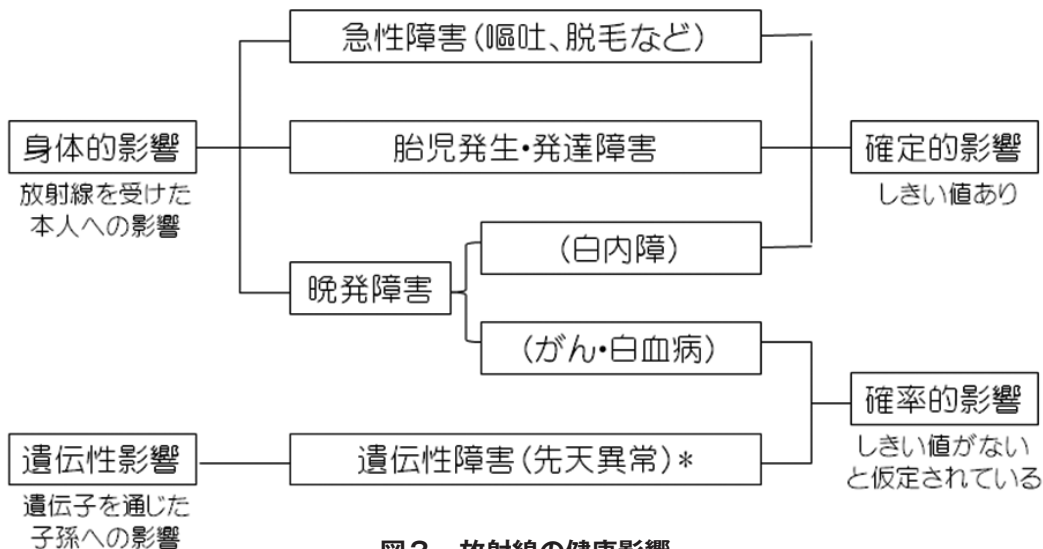


図3 放射線の健康影響

\*実験動物で観察されたのみで、ヒトでは未確認

害の推定しきい線量を表5に示した。吸収線量100mGy以下の放射線による影響は、放射線への感受性が最も高い胎児においても観察されていない。一方、一度に2Gy相当以上の放射線を受けた場合(急性被ばく)は、治療を必要とする急性障害が発生する可能性がある。

今回の事故以来、鼻血、鼻水、咽頭痛、易疲労感などの症状を認めて心配であるとの相談を受けるが、一般住民が受けたのは、吸収線量100mGy以下、実効線量100mSv以下の低線量被ばくであるため、これらの症状は放射線被ばくの直接的な作用によるものとは考えにくい。

確率的影響にはがんと遺伝性影響がある。原爆による放射線誘発がんの発生をみると、白血病は被ばく後2年から始まり、5～6年後にピークを迎える。一方、その他のがんは10年後から始まり、時間の経過とともに罹患率が増加する。原爆被ばく者の研究結果によれば、被ばく時の年齢が10歳未満においては、固形がんの相対リスクが0.5～1Gyで男性1.10、女性2.87、1～4Gyで男性3.80、女性4.46であった<sup>7)</sup>。ICRPでは、胎児期と小児初期における放射線の発がんリスクは、多めに見積もって、大人の3倍程度と考えられている<sup>8)</sup>。

確率的影響にはしきい線量はないと考えられて

いる。しかし、従来の疫学調査では、全身100mSvの被ばくでは有意な発がんリスクの増加は認められていない。世界には、イランのラムサールやインドのケララ、中国のヤンジャン、ブラジルのガラパリなどのように、土壤中に自然性の放射性物質を多く含み、日本の2倍から10倍の自然放射線レベルが観測される地域が実在するが、これらの地域においても、今のところがんの死亡率や罹患率の有意な増加は報告されていない。被ばく線量の合計が同じでも、高線量の1回被ばくに比べて、低線量を複数回に分割して被ばくしたり、時間をかけて被ばくした方が、放射線被ばくの影響は小さい<sup>9)</sup>ということが関係する可能性がある。また、遺伝的体質や生活習慣の人種差、他疾患の死亡率や罹患率、疾患登録制度の地域差なども考慮に入れねばならず、全身100mSvの被ばくで発がんリスクが増加しないと言い切ることはできない。したがって、ヒトの放射線防護のためにある数値を仮定することが必要となる。ICRPでは、放射線の実効線量が100mSvを超えると、全年齢の集団において生涯がん死亡リスクが100mSvあたり約0.5%増加するとして被ばく管理を行うことを勧告している<sup>10)</sup>。すなわち、新生児から高齢者まで1,000人が100mSvに被ばくし、仮に、その

表5 全身被ばく後の臓器・組織障害の推定しきい線量

影 響	臓器／組織	影響発現時間	しきい値 (Gy)
一時的不妊	精巣	3～9週間	～0.1
永久不妊	精巣	3週間	～6
	卵巣	<1週間	～3
造血機能低下	骨髄	3～7日	～0.5
皮膚の発赤	皮膚(広い部位)	1～4週間	3～6
皮膚の火傷	皮膚(広い部位)	2～3週間	5～10
一時的脱毛	皮膚	2～3週間	～4
白内障(視力障害)	眼	数年	～1.5
骨髄症	骨髄(治療しない場合)	30～60日	～1
	(手厚い治療をした場合)	30～60日	2～3
胃腸管症	骨髄(治療しない場合)	6～9日	～6
	(手厚い治療をした場合)	6～9日	>6
間質性肺炎	肺	1～7か月	6

(国際放射線防護委員会2007年勧告より)

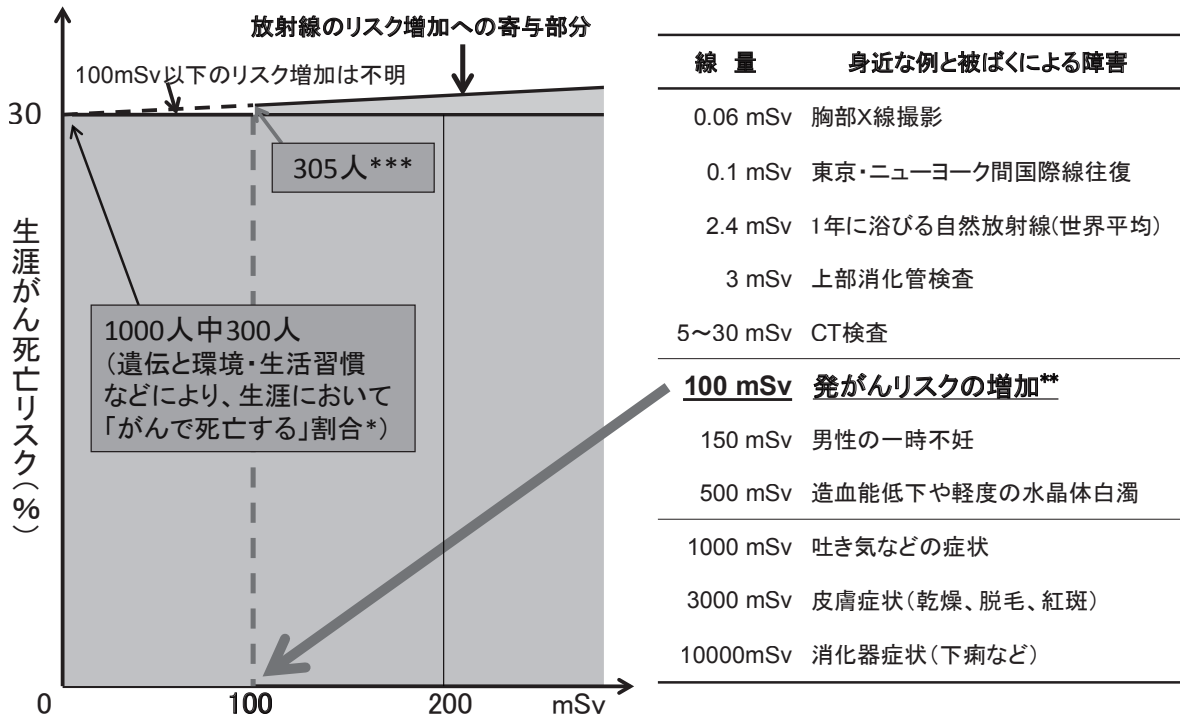


図4 身近な放射線量の例と被ばくによる障害、発がんリスク増加との関係

\* 日本人の約30%はがんで死亡する

\*\* 発がんにはしきい値がないと仮定されているが、100mSv 以下のリスク増加は今のところ証明されていない

\*\*\* 100mS 被ばくのリスク増加は受動喫煙や野菜不足によるリスク増加とほぼ同じ

後の一生涯でがんにより何人死亡するかを計算すると、被ばくしない場合に比べて5人の増加となると仮定している(図4)。この0.5%は、あくまでも安全の側に立った仮定の数値であり、特に、リスクの有無が不明な100mSv 以下においてがん死亡リスクの実際の計算に使用することは適切ではない。

遺伝的影響のリスク(第2世代まで)は、動物実験の結果から、1 Gy あたり約0.2%といわれる<sup>11)</sup>が、人を対象とした疫学研究では明確なエビデンスに乏しい。原爆被爆者2世の追跡調査<sup>7)</sup>、放射線治療を受けた患者の子供を対象とした研究<sup>12)</sup>においても、遺伝性影響の増加は認められていない。チェルノブイリ原子力発電所事故後は、西ベルリンの1987年1月のダウン症の頻度増加や、トルコのいくつかの小病院での神経管欠損の増加が指摘されたが、ヨーロッパの代表的病院に

おける大規模調査では遺伝性影響の増加は認められていない<sup>13)</sup>。また、チェルノブイリ事故時に妊娠中で30km 圏内から避難した女性や、事故時に働いていた人や復旧作業員において、生殖異常は認められていない<sup>13)</sup>。遺伝子変異を直接調べた研究では、ベラルーシの79家族と英国の105家族の比較で、ベラルーシ群において繰り返し配列の一種であるミニサテライト変異の増加が認められたが、化学物質等の他の要因の交絡の可能性が指摘されており<sup>14)</sup>、原爆被爆50家族の子供64人と対照50家族の子供60人を対象とした研究でも、ミニサテライト変異の有意な差は認められていない<sup>15)</sup>。

## VI. 放射線防護対策の実際

原子力災害の発生後、漏えいたした気体状の放射性希ガス、ヨウ素などの放射性物質は、雲のような状態となって集まり(プルーム)、大気中を流れ

て放射線を出す。プルームから降ってくる放射性ヨウ素やセシウムなどからも放射線が出る。また、これらの放射性物質が体表面に付着すると、体表面からも放射線に被ばくする。

放射性物質放出直後の緊急事態期に、まず求められるのは、プルームからの防護対策である。この段階では、外部被ばく線量の評価を行い、予測実効線量が50mSv以上ならば域外退去、コンクリート屋内退避、10~50mSvならば屋内退避とするような対策を行う<sup>16)</sup>。また、内部被ばく対策として、水、食事からのヨウ素131、セシウム134や137の摂取に注意をする必要がある。安定ヨウ素剤の使用が考慮されるのもこの時期である。予測実効線量が高くない区域では、希釈プルーム通過時に、不要不急の外出制限、露出制限・降雨対策、うがい手洗いの励行などを行う。

プルームが通過した後は、地表に堆積した放射性物質からの被ばくを防ぐことが重要となる。災害現場からの距離が一定以上に離れていても、地形と風向きにより、線量の高い地域(ホットスポット)が存在するため、空間線量率モニタリングの値に注意する必要がある。しかし、ホットスポット以外の地域においては、強風の日以外は土壌の放射性物質が舞い上がることは少ないと考えられる。

学校の校庭での外部被ばくに関しては、空間線量率線量測定の結果をもとに適切な対策を講じる必要がある。セシウム137の約80%は地表から深さ5mm以内に存在するため、表土と下層土を入れ替えるだけでも放射線量を約85%低減することができる。

文部科学省は2011年8月に、空間線量率毎時1μSv未満という目安を提示した。汚染土壤の除去が進んだことなどにより、学校が開校されている地域では、校庭・園庭において毎時3.8μSv以上の空間線量率が測定される学校がなくなったためである。これは、学校において児童生徒等が受ける線量を原則年間1mSv以下とするための目安であり、仮に毎時1μSvを超えることがあっても、屋外活動を制限する必要はないが、除染等の速やかな対策が望ましいとしている<sup>17)</sup>。

福島県住民の外部被ばくに関しては、福島県県民健康管理調査において、対象者の行動調査により事故直後からの居場所情報を、避難経路と一日の生活習慣とを考慮して収集し、文部科学省緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム(System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information: SPEEDI)で公表された各地域の空間線量率に基づいた「外部被ばく線量評価システム」に当てはめて個人の被ばく線量推定を行っている。2012年2月の検討委員会報告では、外部被ばく線量が高いと考えられる「先行調査実施地区」の浪江町、飯館村、川俣町山木屋地区の、空間線量が最も高かった時期(震災後7月11日までの4か月間)における外部被ばく線量について、放射線業務従事者を除く9,747人について分析した結果、最高値は23.0mSvであり、全体の99.3%が10mSv未満であり、「これにより放射線による健康被害は考えにくい」と評価されている<sup>18)</sup>。

放射線防護の基本は、放射線源から離れること、遮蔽をすること、被ばく時間を短くすることであるため、放射性物質を体表面に長時間付着させ続けることはできるだけ防がねばならない。したがって、災害収束後の復旧期以降においては、衣服の洗濯、洗髪、入浴をこまめに行うことも重要である。

飲料水や食品には保護者の関心が高い。内部被ばく線量は、放射能濃度(Bq/kg)×摂取量(kg)×実効線量係数で計算される。厚生労働省の薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会が、実測値に基づいて推計を行った結果、一年間に摂取する食品からの預託実効線量は、全年齢平均0.111mSv、最も値が大きい小児において0.118mSvであった<sup>19)</sup>。食品による内部被ばくの影響は、外部被ばくの影響に比べて小さいと推定されるが、放射性物質の半減期、臓器親和性などの性質に基づいて、効果的な放射線防護対策を取る必要がある。

ヨウ素131は、半減期が短いため放出直後から1カ月余りの対策が重要であるが、逆に放出が収束したら比較的早期に防護対策の対象からは外れる。ヨウ素131は甲状腺に親和性があるため、特



に小児の甲状腺を守るための対策が必要である。チェルノブイリ事故後の住民調査<sup>20)</sup>では、ヨウ素131による小児甲状腺がんの増加が観察されているが、そのうちの多くが予後良好な乳頭状線腫である。

セシウム134、137はカリウムと似た性質を持ち、全身に親和性を持つ。ストロンチウム90はカルシウムに似た性質を持ち、骨に集積する。これらの半減期は長く、長期にわたり健康に影響を及ぼす可能性があるために注意を要する。

ストロンチウム90は、海水中に放出され、食物連鎖により濃縮される可能性がある。現在は暫定規制値を超えた放射性物質を含んだ食品が出回る可能性は低いが、引き続き海洋汚染のデータには注意を払い、集積している可能性がある大きな魚の骨を食べないことが重要である。

プルトニウム239は肺、骨、肝臓に集積し、半減期が非常に長いために、白血病や骨腫瘍との関係が懸念される。しかし消化管で吸収されにくいため、呼吸からの吸入を防ぐことで、体内への取り込みを防ぐことができる。今回の放出量は微量で、今のところは主要な防護対象物質とは考えづらい。

## VII. 発がん予防のためにすべきこと

放射線の生物作用には、放射線がDNAを直接損傷させる直接作用と、放射線により水分子に形成されたフリーラジカル（活性酸素）がDNA損傷を引き起こす間接作用がある。γ線やβ線においては間接作用が主である。したがって、ビタミンCをはじめとする抗酸化物質をはじめ、ラクtoferrinなどをあらかじめ取っておくことは、放射線障害を軽減させることに役立つ可能性があるとして研究が進んでいる。

国立がん研究センターのホームページ<sup>21)</sup>によれば、100～200mSvの放射線によるがん罹患リスクは野菜不足のリスクとほぼ同じ、100mSvの放射線によるリスクは受動喫煙のリスクとほぼ同じである。100mSvの放射線被ばくを発がんのリスク要因の一つとしてリスク増加を比較すると、喫煙、大量飲酒習慣はその8～10倍、やせすぎ、肥満、運動不足はその3～5倍にあたる(表6)。すなわちこの結果は、放射線防護のみならず、小児期からの健康生活習慣の改善が、がん予防には非常に有効であることを示唆している。

## VIII. おわりに～公衆衛生と健康教育の見直しを

次世代を担う子供たちを無用な放射線被ばくから守るために、私たちができることは、うがい、

表6 全身の固形がんの罹患における放射線と生活習慣の相対リスク

相対リスク	被ばく放射線量	生活習慣
1.50～2.49	1000～2000mSv (1.8)	喫煙者 (1.6) 大量飲酒 (450g以上*/週) (1.6)
1.30～1.49	500～1000mSv (1.4)	大量飲酒 (300～449g*/週) (1.4)
1.10～1.29	200～500mSv (1.19)	やせ (BMI < 19) (1.29) 肥満 (BMI ≥ 30) (1.22) 運動不足 (1.15～1.19) 高塩分食品の摂取 (1.11～1.15)
1.01～1.09	100～200mSv (1.08)	野菜不足 (1.06) 受動喫煙 (非喫煙女性) (1.02～1.03)
検出不可能	100mSv 未満	

文献21)より引用改変

相対リスク：要因を持つ群の罹患率を、要因を持たない群の罹患率で割ることにより求める。要因を持つことにより何倍疾病に罹患しやすいかを表す。

\*エタノール換算量

手洗い、シャワー、衣類の洗濯などの保清習慣の徹底、危険な場所には子供を放置しないこと、子供が親、先生、地域の大人たちの指示にきちんと従うなどの基本的な親子関係やしつけなどである。また、放射線の健康影響の主な終着点である発がんを予防するためには、ビタミン、ミネラルに配慮したバランスのよい食生活、禁煙、適度な運動、十分なソーシャル・サポートによるストレス軽減対策などが重要である。これらは、まさしく基本的な公衆衛生対策、生活習慣病対策に他ならない。

今回の経験を踏まえて、原子力規制委員会の緊急被ばく医療に関する検討チームでは、被ばく医療関係者だけではなく、被ばく医療機関以外の病院や診療所、他科の医師や看護師等の医療関係者、事務スタッフ等への被ばく医療一般に係る教育・訓練が必要として、現在検討を進めている<sup>22)</sup>。今後は、基本的な放射線の影響に関する健康教育が、医療分野のみならず社会全体でますます重要となるであろう。

低線量被ばくの不安を本当の意味で解消するためには、低線量放射線による発がんの率が非常に小さいということを実際に証明せねばならないが、そのためには多くの人々の協力のもと、長い時間をかけて疫学研究を行っていく必要がある。

その一方で、医学、放射線科学の進歩により、がんを「怖くない病気」にすることができれば、低線量放射線被ばくへの不安の大部分は解消するはずである。具体的には、①年に1～2回の健康診断時の採血や新しい放射線診断で確実にがんの早期発見ができて、②重粒子線治療をはじめとする、侵襲も副作用も少ない治療法を、がんの遺伝子型や患者さんの体質に合わせて適用することができれば、がんで命を落とすことはめったにない世の中を作ることができる。

私たち放射線科学研究に携わる者は、「放射線科学を通じて、人々の健康と、安心で安全な社会づくりに貢献する」ために、今、最大限の努力をする決意を新たにしている。

## 謝辞

稿を終えるにあたり、貴重なアドバイスをいただきました放射線医学総合研究所医療被ばく研究プロジェクト 島田義也博士、神田玲子博士に心から感謝申し上げます。

## 文献

- 1) ICRP Publication 67. 1st ed., Amsterdam Elsevier, 39-43, 96-120, 1993
- 2) ICRP Publication 78. 1st ed., Amsterdam Elsevier, 74-91, 1997
- 3) 赤羽恵一. 医療被ばくの現状. INNERVISION 25: 6-9, 2010
- 4) Fukushima Nuclear Power Plant Accident, [online] 21 March, 2011, ICRP ref: 4847-5603-4313  
<http://www.scj.go.jp/ja/info/jishin/pdf/t-110405-3e.pdf> (2011.10.1)
- 5) 放射線から人を守る国際基準～国際放射線委員会(ICRP)の防護体系～. 東日本大震災への対応～首相官邸災害対策ページ～.  
<http://www.kantei.go.jp/saigai/> (平成23年10月1日検索)
- 6) Lodish H, Berk A, et al. Molecular Cell Biology, 5th ed., New York, W. H. Freeman, 963, 2004
- 7) Preston DL, Ron E, et al. Solid cancer incidence in atomic bomb survivors: 1958-1998. Radiat Res 168: 1-64, 2007
- 8) ICRP Publication 103. 1st ed., Amsterdam Elsevier, 23, 2008
- 9) 島田義也. 低線量被ばくの影響に関する知見. INNERVISION 25: 10-13, 2010
- 10) ICRP Publication 103. 1st ed., Amsterdam Elsevier, 49-59, 2008
- 11) ICRP Publication 103. 1st ed., Amsterdam Elsevier, 74-79, 2008
- 12) Byrne J, Rasmussen SA, et al. Genetic disease in the offspring of long-term survivors of childhood and adolescent cancer. Am J Hum Genet 62: 45-52, 1998
- 13) Little J. The Chernobyl accident, congenital anomalies and other reproductive outcomes. Pediatr Perinat Epidemiol 7: 121-151, 1993
- 14) Dubrova YE, Nesterov VN, et al. Human minisatellite mutation rate after the Chernobyl accident. Nature 380: 683-686, 1996
- 15) Kodaira M, Satoh C, et al. Lack of effects of atomic bomb radiation on genetic instability of tandem-repetitive elements in human germ cells. Am J Hum Genet 57: 1275-1283, 1995
- 16) 原子力施設等の防災対策について. 原子力安全委員

- 会.  
<http://www.nsc.go.jp/shinsashishin/pdf/history/59-15.pdf> (平成23年10月1日検索)
- 17) 福島県内の学校の校舎・校庭等の線量低減について. 文部科学省. 平成23年8月26日.  
[http://radioactivity.mext.go.jp/ja/8849/8850/8864/1000\\_082614\\_1.pdf](http://radioactivity.mext.go.jp/ja/8849/8850/8864/1000_082614_1.pdf) (平成23年10月1日検索)
- 18) 福島県県民健康管理調査検討委員会. 福島県県民健康管理調査「基本調査(外部ひばく線量の推計)」の概要について(第2報).  
<http://www.pref.fukushima.jp/imu/kenkoukanri/240220gaiyo.pdf> (平成25年6月3日検索)
- 19) 作業グループ(線量計算等)における検討経過について—食品由来の暫定的な線量推計(概要)—. 厚生労働省薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会資料.  
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001ip01-att/2r9852000001ipae.pdf> (平成23年10月1日検索)
- 20) Zablotska LB, Ron E, et al. Thyroid cancer risk in Belarus among children and adolescents exposed to radioiodine after the Chernobyl accident. *Br. J Cancer* 104: 181-187, 2011
- 21) がんのリスク—放射線、ダイオキシンと生活習慣(JPHC Study)—. 国立がん研究センターホームページ  
[http://www.ncc.go.jp/jp/shinsai/pdf/cancer\\_risk.pdf](http://www.ncc.go.jp/jp/shinsai/pdf/cancer_risk.pdf) (平成23年10月1日検索)
- 22) 緊急被ばく医療に関する検討(これまでの議論の整理). 原子力規制委員会第4回緊急被ばく医療に関する検討チーム 配付資料.  
[http://www.nsr.go.jp/committee/yuushikisya/kinkyu\\_hibakuiryo/data/0004\\_01.pdf](http://www.nsr.go.jp/committee/yuushikisya/kinkyu_hibakuiryo/data/0004_01.pdf) (平成25年5月7日検索)