



日産婦医会研修ニュース No.15

2011. 5

公益社団法人 日本産婦人科医会

放射能汚染に関する基礎知識と現実的対応

I. はじめに

2011年3月11日に、マグニチュード9.0の「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」が発生した。この地震により、高さ15mにも及ぶ巨大津波が太平洋沿岸を襲い、東北沿岸諸都市は壊滅し、死者行方不明者は27,000人以上にも及び、「東日本大震災」と命名された。

この地震直後、稼働中であった東京電力福島第一原子力発電所は、直ちに自動停止するも、その後に襲来した大津波により、原子炉内の炉心を冷却する電源は全て破壊されるという、大事故が発生した。この事故で、原子炉内の核燃料が一部溶け出て、格納容器内から漏れ出した水素を含んだ蒸気が建屋内に充満し、水素爆発を起こしたために、原子力発電所周圍の大気中へ放射能が拡散しただけでなく、高レベルの放射性廃液が海に流れ出るなど、原発周辺への放射性物質の漏出が起きている。

この事故の規模は、1979年の米国スリーマイル島の原発事故を上回り、1986年に起こった旧ソ連チェルノブイリ原発の原子炉爆発事故のレベル7と同じ規模であると判定された。しかし、この福島原発事故は、核燃料が一部溶け出しているが、原子炉自体は守られており、原子炉爆発が起り、高線量率の放射性物質が、大量に大気中に拡散したチェルノブイリ原発の爆発事故とは、本質的に異なる事故ではあるが、その放射能の周囲への拡散が続いていることから、事故の規模として、レベル7にまで引き上げられた大事故である。

このため、国は、放射能汚染による被害を防ぐ目的で、原発事故が発生した直後から、原子力災害対策特別措置法の規定に基づき、総量50ミリシーベルト以上の被ばくが予測される原子力発電所から20kmの範囲の住民に避難を指示、総量10～50ミリシーベルトの被ばくが予測される周囲20～30kmの住民には、屋内退避を指示した。

・・・ 目次

I. はじめに.....	1	8. 被ばくの種類.....	14
II. 放射能に関する言葉の定義と単位の意味.....	2	(1) 外部被ばく/(2) 内部被ばく	
1. 「放射線」と「放射能」.....	2	9. 除染.....	15
(1) 放射線/(2) 放射能		(1) 外表汚染の除染方法/(2) 内部被ばくが起きた場合の対応	
2. 主な放射性物質.....	4	III. 妊産婦および胎児への被ばくの影響と現実的対応.....	17
(1) ウラン/(2) プルトニウム/(3) 放射性ヨウ素/(4) 放射性セシウム/(5) 放射性ストロンチウム		1. 被ばくの胎児への影響.....	17
3. 「被ばく」とは.....	6	(1) 被ばくの妊娠週数による胎児への影響/(2) 中枢神経系への影響/(3) 小児ガン発症の発生頻度/(4) 甲状腺ガン発症のリスク	
4. 被ばくの実際.....	7	2. 妊娠中に被ばくした場合の対応.....	18
(1) 日常生活において受ける放射線の影響/(2) 放射線事故・災害		3. 授乳中女性の被ばくによる児への影響.....	19
5. 急性被ばくと慢性被ばく.....	7	4. 安定ヨウ素剤投与の対象.....	20
6. 放射線量の単位.....	8	IV. 被ばくと発ガン.....	21
(1) ベクレル (Bq)/(2) グレイ (Gy)/(3) シーベルト (Sv)/		1. 確率的影響とは.....	21
(4) ベクレルとシーベルトの関係/(5) グレイとシーベルトの関係		2. 放射線量による人体への影響.....	22
7. 被ばく線量と健康被害の関係.....	10	V. おわりに.....	23
(1) 放射線の安全規制値/(2) 健康被害が生じる可能性がある放射線量/(3) 放射線被ばくの影響を考える際のポイント		VI. 参考文献など.....	23
		VII. 執筆者.....	24

また、引き続き、国は、放射能汚染農作物の出荷停止や軽度汚染水道水の乳児の摂取を控えるよう通知しただけでなく、海水へ流れ出た高レベルの放射線汚染水のために、茨城沖のこうなごが放射能安全基準値を超えたために、出荷中止にするなど経済界、水産業界、農業界に甚大な損害を与えただけでなく、原発周辺住民だけにとどまらず、広く国民にも不安を与えている。

事故発生から、今日まで、諸外国の応援を得て、事故の修復のためのさまざまな対応により、放射能漏れの拡大を抑えることに成功しているが、放射線漏出を完全に抑えるために、原子炉本体の冷却機能の完全回復と、高レベル放射線汚染水の処理の方策については、まだ数か月を要すると予測されている。

このような事態に遭遇した産婦人科医にとって、日頃なじみの薄い、放射能汚染に関する言葉の意味や単位、そしてその情報をどう解釈するかについて、正確な知識と理解は不可欠である。

そこで、産婦人科医会会員各位に、放射能汚染に関する基礎知識と現実的対応を、ここにわかりやすく解説するので、日常診療での妊婦や患者からのさまざまな問い合わせに、役立てていただきたい。

また、妊婦・授乳婦には、現時点では妊産褥婦および胎児・新生児・乳児の健康に影響を及ぼす可能性がないこと、したがって安心して生活できることをお伝えいただきたい。

参考：医会ホームページでの妊産婦向け情報提供

①福島原発事故による妊婦・授乳婦への影響について：

http://www.jaog.or.jp/News/2011/sinsai/fukusima_0319.pdf

②福島原発事故による妊婦・授乳婦への影響について（2）

－汚染農産物の出荷停止と乳児の水道水摂取を控える通知に対して冷静な対応を－：

http://www.jaog.or.jp/News/2011/sinsai/fukusima_0325.pdf

Ⅱ. 放射能に関する言葉の定義と単位の意味

1. 「放射線」と「放射能」

(1) 放射線

高いエネルギーを持った電磁波や粒子線をいい、以下の2種類に分類される。

- ・電離放射線（波長の短い電磁波）：X線、γ線
- ・粒子放射線（高速で動く粒子）：α線、β線、中性子線、宇宙線

これらの各種放射線の共通した特徴の1つは物を通り抜ける能力（透過力）を持っていることで、その能力は放射線の種類により異なる。

α線及びβ線は透過力が弱く、薄い紙やアルミ板で、γ線や中性子線は厚い鋼鉄、コンクリート、水などで遮ることができる（図1）。

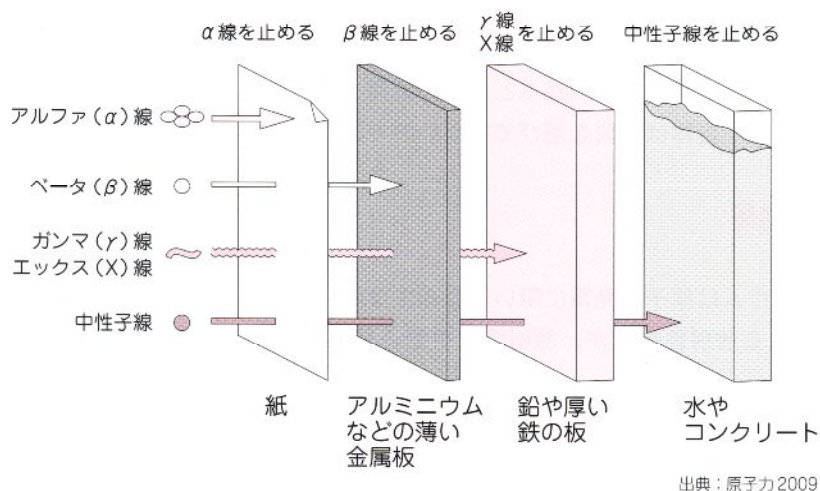


図1. 放射線の種類と透過力

(2) 放射能

放射線を出す能力をいう。また、放射線を出す物（放射性物質）を放射能ともいう。放射能の単位はベクレル (Bq)。(第6項参照)

放射線防護の際に問題となるのは、α線、β線、γ線、X線および中性子線。

① α線

ラジウム、プルトニウム、ウラン、ラドンなどの放射性原子の自然崩壊によって発生するヘリウム原子核から成る粒子線。質量が大きく、正電荷を帯びているため、水中では通常短い距離(1mm未満)しか進まず、また紙1枚で容易に止めることができる。したがって、健康に対する影響が現れるのは、α線を放出する物質が体内に摂取された時（体内被ばく）のみ。

② β線

トリチウム（水素の同位体）、炭素14 (^{14}C)、リン32 (^{32}P)、ストロンチウム90 (^{90}Sr) などの放射性物質の自然崩壊によって発生する高速度の電子からなる粒子線。主な健康に対する影響が現れるのは体内に取り込まれた場合のみ。

③ γ線

電磁波であるγ線の波長は、紫外線よりはるかに短く、従ってエネルギーが高い。γ線はコバルト60 (^{60}Co) やセシウム137 (^{137}Cs) などの放射性物質の自然崩壊により発生する。

④ X線

γ線と同じ特徴を有するが、X線が異なる波長の混合したものであるのに対し、γ線は放射性物質に特有な固定値を持つ点が異なる。

⑤中性子線

ウランやプルトニウムなどの核分裂により発生し、原子核崩壊の連鎖反応を引き起こす。中性子が体内で、水素の原子核である陽子にぶつかると、正の電荷を帯びた陽子のはじきとばされ、体内で種々の障害を誘発する（中性子自体は電荷を帯びていないので、細胞に損傷を与えることはほとんどない）。

2. 主な放射性物質

*ウラン、プルトニウムは原子力発電に用いられる主な燃料であり、これらの燃料が核分裂反応を起こした際に生成される放射性物質が、放射性ヨウ素、放射性セシウム、放射性ストロンチウムなどである。

(1) ウラン (U) : 原子番号 92

- ・天然元素の中では原子番号が最も大きい。地殻中に広く分布し、百種以上の鉱物に含まれる。核燃料またはその親物質として用いられ、原子力発電の世界的な普及・拡大とともに重要なエネルギー資源となってきている。
- ・天然にはウラン 238 (^{238}U) (半減期 44 億 7 千年) が 99.3%、ウラン 235 (^{235}U) (半減期 7 億年) が 0.71%、その他わずかな同位体がある。いずれも、 α 線を放出する放射性毒性と、腎臓を侵す化学毒性を併せもつ。 ^{235}U は、低速の中性子が当たることによって核分裂を起こし、このとき放出される膨大なエネルギーが核爆弾にも、原子力発電にも利用される。
- ・ ^{235}U の濃度を人工的に高めたものを濃縮ウランといい、 ^{235}U が多い（つまり濃縮度が高い）ほど臨界に達しやすい。発電炉の燃料としては、より安定な二酸化ウランの状態で使用される。

【臨界】 核分裂による連鎖反応が継続している状態

【連鎖反応】 核分裂性物質の原子核に中性子が吸収され核分裂を起こし、そこから生じた中性子が次々と衝突して連続的に核分裂を起こす反応

(2) プルトニウム (Pu) : 原子番号 94

- ・超ウラン元素（原子番号がウランの 92 を超え、ほとんどの物質が α 線を放出）の 1 つで、天然には極微量しか存在しない。核分裂物質（核燃料）として利用されている。多種類の Pu の同位体が原子炉の中で人工的に生成されている。
- ・例えば、 ^{239}Pu は原子炉の中で、 ^{238}U に中性子が当たって作り出され、きわめて長期にわたり α 線を放出し続け（ ^{239}Pu の半減期は 24,000 年）、いったん人体に取り込まれると排泄されにくく、肺に達すると肺ガンが発生したり、骨表面に留まり骨のガンの原因となる。
- ・ ^{239}Pu は高速中性子を捕獲したときの核分裂における中性子発生率が大きいため、高速増殖炉の燃料として用いられる。Pu を熱中性子炉で燃焼させるのがプルサーマル炉である。

(3) 放射性ヨウ素 (^{131}I) : 原子番号 53

- ・半減期 8.04 日
- ・性質：天然にはほとんど存在しないが、人工的な核分裂で大量に生成される。 β 線を放出して、キセノン 131 (^{131}Xe) となる。 γ 線も放出される。

- ・自然界に存在する非放射性ヨウ素 (^{125}I) は、甲状腺ホルモンに含まれる必須元素で、体内に取り込まれると、ほとんどすべてが甲状腺 (成人で 20g の重量) に集まる。
- ・生体に対する影響: β 線による甲状腺被ばくが大きな問題となる。10,000 ベクレル (Bq: 第 6 項参照) を経口摂取した時の実効線量は 0.22 ミリシーベルト (mSv: 第 6 項参照) になる。
- ・ γ 線も放出され被ばくは甲状腺以外にもおよぶが、その線量は小さい。
- ・原子炉事故の際の放出: 原子炉事故が起これば、大量の放射性ヨウ素が放出されると予想される。チェルノブイリ原発事故では、30 京ベクレル ($3.0 \times 10^{17}\text{Bq}$) が放出され、その影響で甲状腺ガンが多発したと考えられている。
- ・体内被ばくまでの経過: 人がヨウ素を吸収する主な経路は、チェルノブイリでは牧草→牛→牛乳→人の食物連鎖であった。放出量が多い場合には、飲料水、空気などを通る経路も考える必要がある。
- ・再処理工場からの放出: 六ヶ所村で処理する核燃料では、原子炉の運転中に生成したヨウ素 131 (^{131}I) はすべて崩壊している。
- ・放射能の測定: 体内にあるものは、全身カウンターで測定できる。

(4) 放射性セシウム (^{137}Cs): 原子番号 55

- ・半減期 30.1 年
- ・性質: 天然に生成されるものは少なく、人工的な核分裂により大量生成される。揮発性で核燃料中や大気中に分散しやすい。
- ・バリウム 137m ($^{137\text{m}}\text{Ba}$, 半減期 2.6 分) を経由し γ 線を放出する。 β 線も少量放出する。
- ・生成と存在: セシウムの代表的な放射性同位体。天然では、ウラン 238 (^{238}U) の自発核分裂によって生じるが、生成量は少ない。
- ・化学的、生物学的性質: セシウムの化学的性質と体内摂取後の挙動は、生物にとって重要な元素であるカリウムと似ている。体内に入ると全身に分布し、約 10% はすみやかに排泄され、残りは 100 日以上滞留する。成人の体内にあるセシウムの量は 1.5mg で、カリウムの 140g の約 10 万分の 1 である。体内に蓄積された場合は、代謝による排泄などで 70 ~ 80 日で半減すると考えられている。
- ・原発事故後 25 年以上経たチェルノブイリでは、放射性セシウムはいまなお原発周辺地域の土壌などに残っており、地域住民は現在でも放射性セシウムに汚染されたキノコや野菜を摂取している。放射性セシウム汚染地域での追跡調査の結果によれば、彼らはいまだに 500 ~ 5 万 Bq の内部被ばくを受けているにもかかわらず、疾病の増加は認められていない。
- ・生体に対する影響: 10,000Bq を経口摂取した時の実効線量は 0.13mSv になる。チェルノブイリ事故では、広い地域が 1m^2 あたり 50 万 Bq ($5.0 \times 10^5\text{Bq}$) 以上のセシウム 137 (^{137}Cs) で汚染され、 ^{137}Cs のみで 1 年間に 1mSv 以上の外部被ばくを受けたことになる。事故直後は年間 10mSv 以上の被ばくを受けていた。
- ・再処理工場からの放出: セシウムは排気中にはほとんど入らない。排水中の放出量も低いといわれている。
- ・放射能の測定: 体内にあるものは、全身カウンターで測定できる。

(5) 放射性ストロンチウム (^{90}Sr): 原子番号 38

- ・半減期 29.1 年

- ・性質：天然では、ウランの自発核分裂などによって生じるが、生成量は少ない。人工的な核分裂により大量生成される。
- ・ β 線を放出してイットリウム 90 (^{90}Y 、半減期 2.67 日) となり、 ^{90}Y も β 崩壊してジルコニウム 90 (^{90}Zr) となる。 ^{90}Y は核分裂直後はほとんど存在しないが、時間の経過とともに量が増す。
- ・化学的、生物学的性質：ストロンチウムはカルシウムと似た性質をもつ。化合物は水に溶けやすいものが多い。体内摂取されると、一部はすみやかに排泄されるが、かなりの部分は骨の無機質部分に取り込まれ長く残留する。成人の体内にあるストロンチウムの量は 320mg である。
- ・生体に対する影響： β 線を放出する放射能としては高エネルギーであるため、健康への影響や外部被ばくが大きくなる恐れがあるともいわれている。
- ・体内被ばくまでの経過：主な体内摂取の経路は、放射性ヨウ素同様に牧草を経て牛乳に入る過程で、他に土壤中から野菜や穀物などに入ったものが体内に摂取されることもある。大気中に放出された時には葉菜の表面への付着が問題になる。
- ・原子炉事故の際の放出：炉心が破壊されれば、その中にある大量の放射能が外に放出される。放射性ストロンチウムは放射性セシウムより放出されにくい。
- ・再処理工場からの放出：ストロンチウムは揮発性化合物をつくりにくく、排気中には含まれない。
- ・放射能の測定： γ 線を出さず β 線のみを放出するため、検出や定量が困難。放射線測定には液体シンチレーション計数装置またはバックグラウンドの低いガイガー計数装置を用いる。体内にある量を知るには、排泄物中の放射能を測るバイオアッセイを用いる。

【原子力発電】

原子炉内で臨界に達した燃料中のウラン、プルトニウムが連鎖反的に核分裂することによって生成する熱エネルギーで高圧水蒸気を発生させ、タービン発電機を駆動して発電する。

燃料には濃縮ウラン、MOX 燃料 (Mixed Oxide の略：ウランとプルトニウムの混合酸化物) や天然ウランが用いられ、ペレット状にされた燃料はジルコニウムなどで造られた容器に収納されている。中性子を吸収し連鎖反応を制御するために炭化ケイ素などを使用した制御棒や原子炉を冷却するために多量の水が使用される。これらの燃料が核分裂反応を起こした際に生成される放射性物質で、特に人体への影響が問題となる物質が、放射性ヨウ素 (^{131}I) と放射性セシウム (^{137}Cs) である。

今回の事故では、高温により燃料容器が損壊した可能性があり、また冷却水が減って使用済みの燃料棒が露出したことにより、高温が発生したと考えられている。

3. 「被ばく」とは

「被ばく」という言葉には「被曝」と「被爆」がある。

【被曝】「放射線にさらされること」。

【被爆】「爆撃を受けること」「核兵器による放射能被害を受けること」という意味がある。

今回ニュースで報道されている「被ばく」は「被曝」であり「被爆」ではない。通常「被ばく」と表記した場合には、ほとんど「被曝」を意味する。

4. 被ばくの実際

(1) 日常生活において受ける放射線の影響

人間は日常生活の中で、宇宙、大地、食物を通じて放射線を受けている。また、医療の現場や工業分野でも放射線が利用されている。これらは微量で、健康に影響することはない。

(2) 放射線事故・災害

「不慮の被ばくや、予定以上の線量の被ばくの場合」をいい、健康に影響する線量の被ばくを被る可能性がある。生物が、放射線に被ばくすると、細胞中の遺伝子が壊れたり、構造が変わったりする危険が生じる。

- ・微量の放射線被ばく：健康に影響することはない。
- ・大量の放射線被ばく：体に備わっている修復能力が追いつかず、脱毛、白血球減少、発ガンといった問題が起こる。
- ・一度に極めて多量の放射線被ばく：死に至るおそれもある。

* 高線量の被ばく：血液障害、消化管障害などの急性放射線症になることがあり、被ばく後、数日～数週間で発症する。

* 比較的低線量の被ばく：被ばく後、数年以降、発ガンや白内障などの晩発障害が起こる危険性もある。

5. 急性被ばくと慢性被ばく

- ・急性被ばく：短時間に被ばくすること。広島・長崎の原爆被爆者やチェルノブイリ原発事故直後に消火活動にあたって被ばくした消防士などで生じた。
- ・慢性被ばく：長期間にわたって被ばくすること。原子力発電所の勤務、放射線科の医師や診療放射線技師、放射性物質を長年取り扱っている研究者などで生じる可能性がある。

放射線被ばくによって生じた細胞の障害は、細胞内の修復酵素の働きによって修復され、もとの健全な細胞にもどることもある。この効果は、急性被ばくよりも慢性被ばくにおける場合のほうが大きい。線量当量（第6項参照）が同じ1Svであっても、1秒間で被ばくした場合と、1年かかって被ばくした場合とでは、被ばくした放射線によって受ける障害は、短時間で被ばくした急性被ばくのほうが大きい。これを線量率効果と呼んでいる。

線量率効果については現在でも不明な点も多く、放射線防護の立場からは急性被ばくの場合も慢性被ばくの場合も、線量当量が同じならば放射線被ばくによって受ける人体の影響は同じと見なすことにしている。

* 線量率：単位時間当たりの放射線量（吸収線量（Gy）、線量当量（Sv）、実効線量当量（Sv））。単位は、対象、目的に応じて（Gy/s）、（mGy/h）、（ μ Sv/h）、（mSv/year）などが用いられる。

6. 放射線量の単位 (表 1、図 2)

表 1. 放射線量の単位

ベクレル	Bq	放射性物質が放射線を出す量を表す単位
グレイ	Gy	放射線のエネルギーがどれだけ物質に吸収されたかを表す単位
シーベルト	Sv	受けた放射線の量を表す単位。体への影響の度合いを測る物差しとして用いる



図 2. 放射線量の説明

(1) ベクレル (Bq)

放射能に汚染された農作物、原乳、さらに水道水などに、付着したり、含まれる放射能の量の単位はベクレルで報道されている。

ベクレル (becquerel, 記号: Bq) とは、放射能の量を表す単位で、1 秒間に 1 つの原子核が崩壊して放射線を放つ放射能の量が 1Bq である。

たとえば、100Bq の放射性セシウムは、毎秒ごとに 100 個の原子核が崩壊して放射線を発している、という意味である。

(2) グレイ (Gy)

同じベクレル数の放射能が存在しても、それから受ける放射線の強さは放射性物質の種類や測定点までの距離、さらに間にある遮蔽物の効果などの条件によって異なる。そのために、吸収線量の単位としては、グレイ (記号: Gy) が用いられ、主に、医療における放射線治療の時に用いられる。

放射線は、人体や物に当たると、その持っているエネルギーを人体や物に与える。グレイは、人体などが、単位質量当たりに放射線から受けるエネルギーの量を表している。

1 グレイは、物質 1kg 当たりに 1 ジュール (J) の「エネルギーを受けた」、あるいは「エネルギーの吸収があった」ということを意味するから、 $1\text{Gy} = 1 \text{ジュール/kg (J/kg)}$ とも表される。

ジュールはエネルギー量を表す単位で、1 J は 1 気圧で、 20°C の水 1g を約 0.24°C 上昇させるエネルギーに相当する。

(3) シーベルト (Sv)

被ばくしたときの放射線の量は、線量当量 (または単に線量) で表し、線量当量の単位はシーベルト (Sv) である。

現在報道の多くは、線量の単位として、人体への放射線の影響度を示す「1 時間あたりのシーベルト (Sv/h) (実効線量)」を使用している。

1 シーベルト (Sv) (= 100 センチシーベルト (cSv) 【百センチシーベルト】)

= 1,000 ミリシーベルト (mSv) 【千ミリシーベルト】

= 1,000,000 マイクロシーベルト (μSv) 【百万マイクロシーベルト】

= 1,000,000,000 ナノシーベルト (nSv) 【十億ナノシーベルト】

等の単位が用いられる。

例えば、100 マイクロシーベルト /h の放射線を 10 時間被ばくすると、総被ばく線量は 1,000 マイクロシーベルト (= 1 ミリシーベルト) になる。

1 日中 (24 時間) 被ばくすれば、 $100 \text{ マイクロシーベルト /h} \times 24 \text{ 時間} = 2,400 \text{ マイクロシーベルト} (\mu\text{Sv}) = 2.4 \text{ ミリシーベルト (mSv)}$ 、

1 年中 (365 日) 被ばくすれば、 $2.4 \text{ ミリシーベルト /日} \times 365 \text{ 日} = 876 \text{ ミリシーベルト (mSv)}$ となる。

(4) ベクレルとシーベルトの関係

放射性物質の種類、摂取経路によって、身体への影響は異なるため、人体への影響を表すシーベルトは、
シーベルト (Sv) = ベクレル (Bq) \times (実効線量係数)
(実効線量係数は、核種、摂取経路などにより異なる)
によって計算される。

【例】

① 300Bq の放射性ヨウ素 131 の入った食物を食べた時の人体への影響は、

$$300\text{Bq} \times 2.2 \times 10^{-5} = 0.0066 \text{ ミリシーベルト (mSv)}$$

② 500Bq の放射性セシウム 137 の入った食物を食べた時は、

$$500\text{Bq} \times 1.3 \times 10^{-5} = 0.0065 \text{ ミリシーベルト (mSv)}$$

被ばくしたことになる。

(5) グレイとシーベルトの関係

吸収線量 (Gy) が同じ場合でも、生体に与える影響は放射線の種類により変わる。

人体への放射線の影響を表す線量当量、シーベルトは以下で計算される

$$\text{シーベルトの値} = \text{グレイの値} \times \text{放射線荷重係数} \times \text{組織荷重係数}$$

(放射線の種類による 影響の違いを表す)	(臓器などの組織別の影 響の受けやすさを表す)
<ul style="list-style-type: none"> ・β線、γ線が 1 ・α線が 20 	<ul style="list-style-type: none"> ・肺、胃、骨髄などが 0.12 ・食道、甲状腺、肝臓、乳房 などが 0.05 ・皮膚、骨の表面が 0.01

(2008 年時点で、日本で用いられている値です)

放射性ヨウ素 ^{131}I では、およそ 1 グレイ = 1 シーベルト*

*放射線のほとんどがβ線なので放射線荷重係数はおよそ 1、また各臓器や組織の組織荷重係数を合算した全身の組織荷重係数は 1 であるから、

1 グレイ (Gy) × (放射線荷重係数: 1) × (組織荷重係数: 1) = 1 シーベルト (Sv) となる。

日常生活において受ける放射線の量は低く、また排出放射性物質影響調査の対象となる放射線量は低線量・低線量率放射線である。したがって、1/1000 であることを示すミリグレイ (mGy) やミリシーベルト (mSv) が一般的に使用される。

屋内退避や避難指示は、被ばく線量によって判断されるので、被ばく線量の数値だけでなく単位の意味をよく理解する必要がある。

7. 被ばく線量と健康被害の関係

放射線被ばくによる健康被害の問題は、その透過力によるものであって、放射線の生体への作用には、細胞の DNA に直接当たることにより、DNA 切断が起こるなどの「直接作用」と、細胞内の水や有機物などを電離することにより化学反応性の強い物質が DNAなどを傷つける「間接作用」がある。その結果、切断された DNA が修復されるとき、一部は誤って修復されることから、染色体異常が生じると考えられる。

そして、その影響は、放射線の量や放射線を受ける部分によって異なる。

(1) 放射線の安全規制値

●放射線安全規制値の決め方

過去 50 年以上にわたる疫学調査および放射線の生体影響研究で得られた膨大な研究成果を、国連および国際放射線防護委員会 (ICRP) などの専門家が収集・解析し、放射線の人体への影響に関する勧告をもとに導きだされる。

●現時点の見解

人間が、放射線を浴びてもまったく健康影響が現れない放射線量は、総線量 100mSv 以下である。

●世界各国への提言

ICRP の勧告を受けて国際原子力機関 (IAEA) などが、さらに検討して、安全のための規制値を国際的に提言する。

●日本におけるさらに厳しい安全規制値の法制化

IAEA の提言を受けて各国が自国の判断で規制値を定め法制化していく。わが国もこの勧告を受入

れ、安全規制値を作成している。

「放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律」(略称：放射線障害防止法)では、わが国の安全規制値は、一般人に対して年間 1mSv、放射線業務従事者に対して年間 20mSv とされている。

この規制値が疫学調査研究や実験の結果で人体に影響が現れない 100mSv より小さい値なのは、より安全側にとって規制するという厳しい考えを採用しているためである。安全を規制する場合、安全が確認されている数値をそのまま規制値として使うと、いざというときに対策をとる余裕がなくなるため、より安全な側に設定されている。

●日本の安全規制値が年間 1mSv であることの意味

一般人に対する規制値である年間 1mSv は自然放射線量(宇宙線、大地、空気、および食品や水に由来する放射線量：日本では約 1.4mSv) とほぼ同等のレベルである。

一般人に対する規制値である年間 1mSv は、多少安全規制値を超えても年間 100mSv より小さい値なので、健康に影響が表れることはない。

(2) 健康被害が生じる可能性がある放射線量

1,000mSv 以上の大量の放射線に被ばくすると、さまざまな健康被害が起きる可能性がある(図3、表2)。

海外の文献によると、5 万 mSv 以上被ばくすると、48 時間以内に死亡するとされている。広島原爆では爆心から 500 メートルの地点で約 9 万 5 千 mSv だったと推定されている。

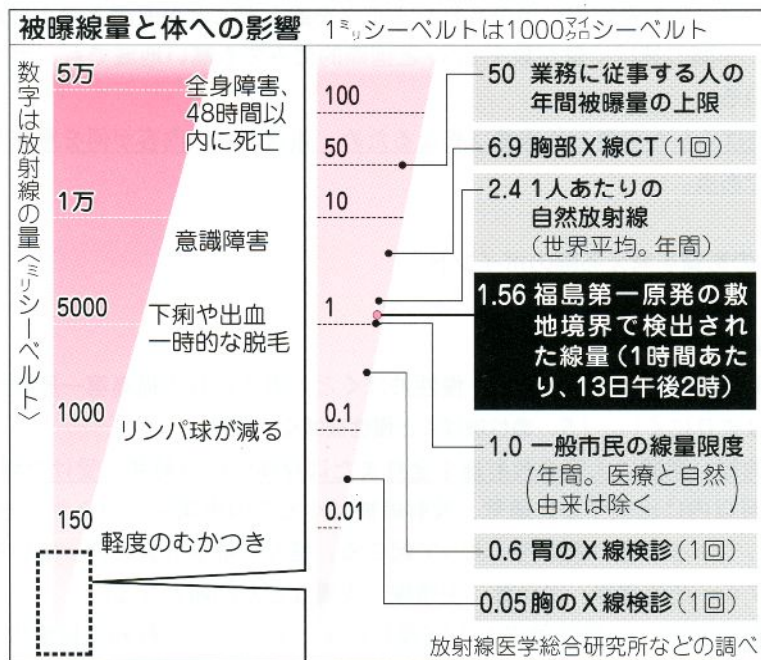


図3. 被ばく線量と体への影響 (Asahi.com より転載)

【福島第一原発事故による放射線量は、健康被害を及ぼさないのか？】

今回、3月13日午後2時に福島第一原発の敷地の境界で観測された値は1時間あたり1.56 mSvで、5万 mSv の約3万2千分の1に相当する。1回の被ばくで健康被害が生じる可能性は、ほとんど考えられない値である。

現在、屋内退避区域となっている福島第一原発から20～30キロの地域では3月15日、1時間当たり200～300 μ Sv/h (0.2～0.3mSv/h) の放射線が計測された。この量の放射線を浴び続けると、3週間で100 mSv を超える計算になるが、外出せず窓を閉めて家の中にいれば、被ばく量は、通常の換気率の建物でも1/4～1/10 (気密性の高い建物では1/20～1/70) まで大幅に減少する。

総量 (1時間当たりの線量に、受け続けた時間をかけた線量) が目安の100mSvを超えても、じわじわと被ばくをした場合は、いきなり浴びた場合に比べ、健康の被害は少ない。

ICRP の勧告によれば、「吸収線量が約100mGyの線量域まででは、臨床的に意味のある機能障害を示すとは判断されない」とのことである。

- ・年間被ばく線量としては、ガンの過剰発生が認められないといわれている100mSvを超えないことが目安とされている。
- ・ICRP の勧告では、100mSvより高い線量では、(しきい値のある) 確定的影響の増加、ガンの有意なリスクがあるとされている。
- ・チェルノブイリ原発事故により退避させられた30km圏内の人は、退避までの間に数十mSvの放射線を浴びたと考えられている。しかし、ガンの発症率が高いという報告はなかった。甲状腺ガンに罹患した子どもたちは、放射性物質に汚染されたミルクを飲んだことが原因と考えられている。ブラジルやインドなど、年間の被ばく量が数十mSvと国際的にみても高い地域でも、ガンの発症率は高くないといわれている。
- ・1時間当たりに被ばくした線量と総線量は異なるため、報道された内容が何を意味しているのかを考えて判断すべきである。

(3) 放射線被ばくの影響を考える際のポイント**①急性障害と晩発障害**

*急性被ばく後の障害に関する分類であり、慢性被ばくとも考えられる福島第一原発から離れた地域の被ばくでは当てはまりにくい。(5. 急性被ばくと慢性被ばく 参照)

急性障害：比較的短い期間に大量の放射線を全身または身体の広い範囲に受けた場合に、被ばく後、遅くとも2～3か月以内に出現する。通常、放射線被ばくとの因果関係が明らかである。急性障害は、組織・臓器を構成している細胞の細胞死によって起こる。盛んに細胞分裂を行っている組織・臓器ほど細胞死は起こりやすく、造血臓器、消化管、生殖腺、皮膚などが問題となる。

晩発障害：放射線に被ばくし急性障害から回復した後 (あるいは比較的低線量の1回または分割、遷延照射を受けた後)、長期間の潜伏期を経て発現するもので、主に発ガンや遺伝的影響 (世代を経て現れる) をいう。これには突然変異が深く関与している。代表的な晩発障害は以下の通り。

- ・放射線による悪性腫瘍の誘発
- ・遺伝的影響

- ・胎内被ばくの影響
- ・白内障

②確率的影響と確定的影響（表2）

確率的影響：発ガンと遺伝的影響が含まれる。被ばく線量が増えると影響発現の確率が増加する。原爆被爆者の次世代についての研究では、奇形、性比、成長と発育、染色体異常、悪性腫瘍頻度、死亡率、遺伝子突然変異率などの遺伝学的指標について変化は認められていない。しかし、ICRPは放射線防護の観点から安全側に立ち、被ばく線量と発ガンの確率の関係は直線的に増加する、すなわち、この線量までは被ばくによる発ガンの確率の上昇はないとする線量（しきい値）はなし、とする立場をとっている。

確定的影響：急性障害と同様と考えられる。白内障、受胎能減退、皮膚損傷、造血器障害など。確定的影響は、線量が大きくなり細胞死の数があるレベルに達するまでは、生存している細胞が組織・臓器の機能を代償し、人体への障害は出現しない。その線量を超えると確実に影響が出現するため、その意味で確定的影響といわれている。そして、その線量を“しきい値”と呼んでいる。“しきい値”以下に被ばく線量を制限することによって、確実に確定的影響の発現を防ぐことができる。ICRPは放射線防護の主眼を確率的影響におき、実線で示す自然発生率を線低線量域にも延長し、容認できるレベルを勧告している（図4）。

しきい値

家の中に入るときには“しきい”をまたいで入る。しきいは家の外と中を区別する境界線である。“しきい値”というのはこの言葉に由来している。ある線量を超えると放射線障害が起きて、それ以下の場合には障害が起きないとされる境界の線量を指して“しきい値”という。急性障害にはしきい値があるが、晩発障害にはしきい値はないと考えられている。

表 2. 確率的影響と確定的影響の特徴（原子力安全研究協会）

影響の種類	線量に依存するもの	しきい値	主要な影響
確率的影響	影響の発現頻度	なし	悪性腫瘍（ガン、白血病） 遺伝的影響（防護に関係する線量範囲で）
確定的影響 （非確率的影響）	影響の重篤度	あり	脱毛、白内障、皮膚の損傷、造血器障害、 受胎能の減退

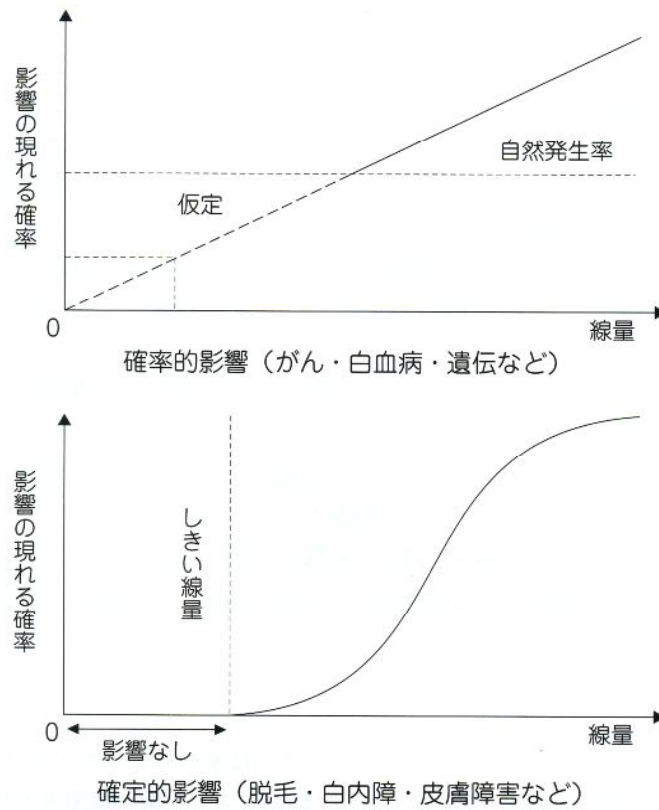


図 4. 確率的影響と確定的影響の比較
 (原子力安全協会：緊急被ばく医療「地域フォーラム」テキスト平成 20 年度版)

8. 被ばくの種類

被ばくは人体と放射線源の位置関係、線源のあり様から次のように分類する。つまり、放射線源が体外にあって人体表面から直接に放射線を照射されて被ばくする外部被ばくと、経口摂取した放射性物質などで人体内部から被ばくする内部被ばくに分類される（図 5）。また、天然に存在する放射線源から人体は被ばくしており、この観点からは特に自然被ばくと呼ばれる。

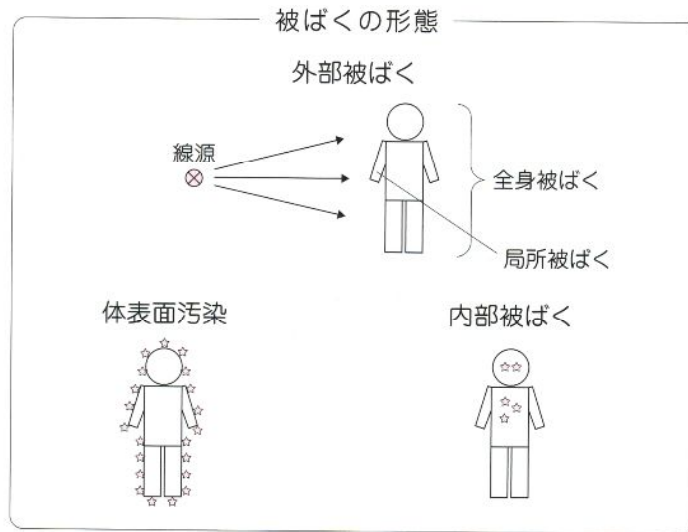


図 5. 被ばくの形態

(放射線医学総合研究所緊急被ばく医療研究センター：緊急被ばく医療 Q&A より転載)

(1) 外部被ばく

医療検査としてよく用いられる X 線撮影のようなタイプと、体の表面に放射性物質が付着するタイプ（体表面汚染）がある。原発からでた細かなちり状の放射性物質が身体や衣服につくと、体表面汚染を起こす。

* 取り除く方法：体表面汚染した放射性物質は、除染することにより除去することができる（第 9 項参照）。

(2) 内部被ばく

空気中や体表面汚染した放射性物質を吸い込んだり、食物に付着した放射性物質を飲み込んだり、あるいは傷口などから体内へ取り込まれる体内汚染を内部被ばくという。傷のない健康な皮膚から入り込むことはほとんどない。

今回の福島原発事故では、ヨウ素などガス状の放射性物質が放出されているので、事故現場の近くでは、吸い込むと内部被ばくを起こす可能性がある。

体内汚染した放射性物質は、ほとんど取り除くことができず、内部被ばくが続くことになる。白血球減少や重度の下痢を引き起こす内部被ばくのほうが健康状態への影響が大きい。

9. 除染

除染とは、放射線に被ばくした汚染を除去することをいう。外部被ばくと内部被ばくでは、対応の仕方は大きく異なる。

(1) 外表汚染の除染方法

放射性物質をできる限り早く取り除き、他の部位へ広がらないようにすること、体表面から体内へ入らないようにすることが重要である。

●放射線事故などで汚染が疑われる場合

- ① サーベイメータで汚染を確認する。
- ② 被災者の衣服の汚染を確認し、汚染が認められれば脱衣させる。
- ③ 頭部、頭髪、顔面、皮膚に汚染が認められれば除染する。
- ④ 除染後は「サーベイメータ」で検査し、除染の効果を確認する。

●一般的な除染の方法

以下の処置でかなりの程度放射性物質を洗い落とすことができる。

- ① 衣服、靴をぬいでビニール袋に入れる
 - ② 布やウェットティッシュなどでふきとる（ふきとった布などは、ビニール袋に入れて捨てる）
- * ビニール袋には放射線汚染物であることがわかるように表示し、捨てる時までは屋外に置いておく。

●水（シャワー）が利用できる場合

- ① 髪をシャンプーする。（髪は最も汚染されやすい部位の1つ）
- ② 石鹸、ボディソープで顔を洗う。
- ③ 身体を洗う。耳の中、爪の間も洗う（石鹸、ボディソープ、ぬれタオルなどで全身をよくぬぐう。細かい切り傷などは丁寧に水をかけて洗う）。
- ④ 使用した水は、できる限り希釈した状態で流す。
- ⑤ 衣服は洗濯するか、気になるなら捨てる。
 - ・シャンプー、石鹸、ボディソープなどの表面も水洗いして除染する。
 - ・衣服を捨てる場合も、ビニール袋に放射線汚染物であることがわかるように表示し、捨てる時までは屋外に置いておく。
 - ・普通に生活していて日常的に行っているお風呂に入る、髪や身体を洗う、衣服を洗濯する行為は、除染を行っているということになる。

(2) 内部被ばくが起きた場合の対応

放射性物質が体内にとどまっている間は、被ばくが続くので、薬剤で吸収を妨げたり、早く排出させたりする。

放射性ヨウ素に汚染された飲食物を摂取したり、大気中の放射性ヨウ素を吸入したりすることにより、放射性ヨウ素が身体に取り込まれると、ヨウ素は甲状腺に蓄積する性質があるため、放射線の内部被ばくにより、甲状腺ガンなど晩発性の影響を発生させる可能性がある。放射性ヨウ素の内部被ばくに対しては、安定な（非放射性的の）安定ヨウ素剤を予防的に服用することで、放射性ヨウ素の甲状腺への集積を防ぐことが可能である。しかし、安定ヨウ素剤は甲状腺以外の臓器への内部被ばくや外部被ばくに対してはその放射線影響を低減する効果はない。

Ⅲ. 妊産褥婦および胎児への被ばくの影響と現実的対応

1. 被ばくの胎児への影響 (産婦人科診療ガイドライン産科編 2011 参照)

妊娠中に胎児が被ばくした場合には、胎児への影響が起こりうるが、影響を起こす線量にはしきい値が存在する。

- X線検査での腹部被ばくの場合、妊婦の腹部表面の約半分が胎児の被ばく線量と考えられる。さらに、X線照射部位が子宮から遠いほど胎児被ばく線量は急激に減少すると考えられている。しかし、原発事故などによる外部被ばくでは、不均等被ばくなどの考慮すべき問題はあつたものの、胎児の被ばく線量はほぼ母体の被ばく線量と同じであるとの見解も公表されている。
- 原発事故で問題となっている放射性ヨウ素による内部被ばくでは、ヨウ素に胎盤通過性があるため胎児に直接移行し、胎児の甲状腺に取り込まれることになる。

(1) 被ばくの妊娠週数による胎児への影響

- ・受精後 10 日までの被ばく

奇形発生率の上昇はない。大量の放射線は受精卵を死亡させ流産を起こす可能性があるが、流産せずに生き残った胎芽は完全に修復されて奇形(形態異常)を残すことはなく、"all or none"の法則が成り立つといわれている。

- ・受精から 8 週間(妊娠 10 週)まで

放射線感受性が高く、胎児奇形の原因になる可能性がある。

ICRP の報告書 84 (ICRP84) には、「100mGy 未満の胎児線量は妊娠中絶の原因と考えるべきではない」と記載されている。2003 年の ICRP 報告では、奇形を誘発する吸収線量は 100mGy 前後にあると判断されており、100mGy を下回る胎児被ばくでは、奇形発生リスクはないとされる。

さらに、「この時期であっても 50mGy 未満の被ばくでは奇形発生率を増加させない」と「産婦人科診療ガイドライン産科編 2011」には記載されている。この時期に 100mGy (閾値 [しきい値]) 以上の被ばくを受けた場合、奇形発生率は上昇するとの報告がある一方、100 ~ 500mGy の被ばくでも奇形発生率は増加しないとする報告もある。

- ・妊娠 11 週以降

胎児はすでに臓器が形成された後であり、胎児奇形への影響はない。

- ・妊娠 10 ~ 27 週

この時期の胎児被ばくは、中枢神経障害を起こし、精神発育の遅れに関与する可能性があるが、100mGy 未満の被ばくでは影響しない。

(2) 中枢神経系への影響

- ・妊娠 10 ~ 17 週の胎児中枢神経系は、細胞分裂が旺盛で、放射線被ばくの影響を受けやすく、被ばくは精神発育遅滞の頻度を増加させる可能性がある。
- ・妊娠 18 ~ 27 週では中枢神経系の放射線への感受性は低下する。
- ・妊娠 10 週未満および妊娠 28 週以降の被ばくは、中枢神経系に悪影響を与えないとされる。
- ・重症精神発育遅滞は、500mGy 以上の被ばくで起こるとされ、その程度は、線量依存性であり、1Gy で 40%に、1.5Gy で 60%に重症精神発育遅滞が起こると報告されている。

- ・ 100mGy 以上の被ばくで小頭症が増加したとの報告もある。
- ・ 放射線被ばくは IQ 低下に関与するとされ、妊娠 10 ~ 17 週での 1Gy の被ばくは IQ を 25 ~ 29 point 低下させるとの報告がある。IQ 低下にしきい値が存在するかについての結論はでていないが、しきい値は 100mGy 程度とされている。実際、100mGy 以下の低い線量の被ばくにより、妊娠のいずれの時期であっても、IQ 低下は確認されていない。

(3) 小児ガン発症の発生頻度

- ・ 胎児が放射線被ばくを受けた場合、小児ガンの発生頻度はわずかに上昇する。
- ・ 器官形成期から分娩時までいずれの時期の被ばくであっても発ガン効果は認められる。妊娠後半期の被ばくが最も発ガンリスクは高く、小児期被ばくとほぼ同等である。
- ・ 成人に比べて小児の発ガン感受性は高いので、妊娠後半期での胎児被ばくは成人が被ばくした場合よりも発ガンリスクは高い。しかし、実際に問題となる小児白血病を含めた小児ガン発症リスクは、個人レベルではほとんど問題にならない。
- ・ 10mGy の胎児被ばくは、相対リスクを 1.4 に上昇させ、ガンの自然発生リスクを 40% 高めることになる。しかし、これは小児ガンの自然発生頻度 0.2 ~ 0.3% を 0.3 ~ 0.4% に上昇させる程度である。
- ・ 計算によると被ばくなしの胎児が 20 歳までにガンにならない確率は 99.7% であるが、10mGy、100mGy の胎児被ばくにより、それぞれ 99.6%、99.1% となり、その個人がガンになる確率はごくわずかな上昇にとどまる。
- ・ このように胎児の被ばくは小児ガンの発生頻度を上昇させるが、個人レベルでの発ガンリスクは極めて低いと考えられる。

(4) 甲状腺ガン発症のリスク

- ・ 原子力発電所事故による被ばくと甲状腺ガンの発症率
(http://www.jsog.or.jp/news/pdf/announce_20110316.pdf 参照)
- ・ 放射性ヨウ素 ^{131}I の被ばくにより乳幼児や若年者は、特に甲状腺ガンの発症率が上昇する。また、胎児の甲状腺にも悪影響があるといわれている。しかし、40 歳以上では被ばくしてもあまり発症率は高くないとも報告されている。
- ・ 被ばくにより発症した甲状腺ガンは比較的低悪性度のガンとされ、進行は遅い。

2. 妊娠中に被ばくした場合の対応 (ヨウ化カリウムの投与について)

(http://www.jsog.or.jp/news/pdf/announce_20110316.pdf 参照)

- ・ 被ばく線量が計 50,000 マイクロシーベルト以上の場合
 - 13 歳から 40 歳までは 50mg ヨウ化カリウム錠 2 錠 (計 100mg) を 1 回服用する。
 - 3 歳以上 13 歳未満 (幼稚園児・小学生) は、50mg ヨウ化カリウム錠 1 錠 (計 50mg) を 1 回服用する。
 - 40 歳以上の妊婦では服用による利益 (甲状腺ガン発症危険の低減化) が見込めない可能性がある。

- ・余分なヨウ素はすみやかに体外に排泄されるので、安定ヨウ素剤（ヨウ化カリウム）の服用は放射性ヨウ素の甲状腺への取り込みを減少させ、甲状腺ガン予防にも効果的である。
- ・ヨウ素過敏症や、造影剤でアナフィラキシー反応既往がある妊婦は服用しない。
- ・上記の被ばくをしたが、すでに安全な場所（大気の放射能汚染がない）に移動し、安全な水と食物（放射能汚染がない水と食物）を摂取している場合には、上記のヨウ化カリウム（100mg）1回服用で十分である。
- ・引き続き、50,000 マイクロシーベルト（例えば、2,000 マイクロシーベルト/h の線量を25時間受け続ける）以上の被ばくを受けている場合には、さらに1日1回100mgのヨウ化カリウムを服用する。100mgのヨウ化カリウムによる放射能活性を有したヨウ素の取り込み防止効果の持続時間は24時間である。
- ・妊婦の安定ヨウ素剤の過剰摂取または長期連用は、経胎盤的に胎児に移行することにより、胎児～新生児期の甲状腺機能に一過性の障害（甲状腺機能低下症）を起こすことがある（脳の発達に負の影響）。
- ・次世代への影響を最小限とするため、妊婦には汚染地区からの優先的避難が考慮される。

【出生前検査】

- ・妊婦に対する安定ヨウ素剤投与の時期・回数を確認し、妊婦自身の甲状腺機能検査（TSH、FT4）を評価する。母体が甲状腺機能低下症を有していると判明した場合には、直ちに十分な量の甲状腺ホルモンを補充療法を開始する。
- ・胎児が甲状腺腫を合併することもあるので、投与妊婦では超音波検査による胎児の甲状腺腫の有無を評価する。

【出生後検査】

- ・出生後の新生児の甲状腺機能（TSH、FT4）を評価する。日齢3以降の検査値の評価は先天性甲状腺機能低下症マスキングのガイドラインに準じる。すなわち、TSHが血清表示で16以上24 μ U/ml未満は再検、24～48 μ U/ml以上あるいはFT4が1.5ng/dl未満の場合には、甲状腺機能低下症と診断し、直ちに甲状腺ホルモンの補充療法を開始する。なお、臍帯血のTSHは生理的に著しい上昇を示すので評価が困難である。（http://jspe.umin.jp/gak_dl/guide102980817.pdf）

3. 授乳中女性の被ばくによる児への影響

（http://www.jsog.or.jp/news/pdf/announce_20110324.pdf 参照）

- 母乳中に分泌される放射性ヨウ素は母体が摂取した量の4分の1程度と推測されるが、確定的なことは不明である。
- 母体血中の放射性ヨウ素の濃度に比べ、乳汁中では低いといわれている。
- 放射性物質を含む水道水（軽度汚染水道水と表現）を長期にわたって飲んだ場合の健康への影響
- ・おおよその母体被ばく量は以下のように算出される。
総被ばく量（マイクロシーベルト）＝（摂取ベクレル総量）×2.2÷100
500Bq/kgの水を1日1リットルずつ365日飲むと500×365×2.2÷100＝4,015 μ Sv（約4.0mSv）となる。

- ・胎児に悪影響が出るのは、児の被ばく量が 50,000 μ Sv (50mSv) 以上の場合であり、乳幼児において悪影響が出るのは同等以上の被ばくが起こった場合と推定される。
- ・以上より、授乳中女性が軽度の汚染水道水を連日飲んで授乳を持続しても乳幼児に健康被害は起こらないと推定される。また、妊娠中女性が連日飲んでも母体ならびに胎児に健康被害は起こらないと推定される。
- ・しかし、被ばくは少ないほど安心であり、軽度汚染水道水以外の飲み水を利用できる場合には、それらを飲用することを勧める。
- ・今後も水道水の放射性物質汚染（ベクレル値）には注意が必要である。上記の式を使用して、野菜などからの被ばく量も計算できる（発表や報道が、野菜何グラム当たりの Bq 値に注意が必要）。

【注意】

妊娠中の女性は脱水に注意する必要がある。したがって、喉がかわいた場合は決してがまんせず水分を取る必要がある。スポーツドリンク、ミネラルウォーター（軟水のもの）、ジュース、牛乳などを摂取する。

●授乳中の女性が安定ヨウ素剤を予防服用した場合

(http://jspe.umin.jp/pdf/youso.kanrishishin_20110331.pdf 参照)

- ・授乳中女性の被ばく線量が計 50,000 μ Sv 以上の場合に、安定ヨウ素剤の服用が考慮される。
- ・安定ヨウ素剤の服用が必要な状況では、放射性ヨウ素の母乳を介した児への移行を防ぐため、原則的に直ちに母乳哺育を休止とする。
- ・やむを得ぬ理由で母乳哺育がなされた新生児～乳児に対しては、安定ヨウ素剤投与の時期・回数を確認し、投与後 2～4 週で児の甲状腺機能（TSH、FT4）を評価する。甲状腺機能低下を認めた際には、直ちに甲状腺ホルモンの補充療法を開始する。
- ・TSH が基準値内で FT4 が 1.2ng/dl 以上（生後 1～6 か月）、1.0ng/dl 以上（生後 6 か月以降）であれば甲状腺機能に異常なしと判断する。これ以外の場合、2～4 週間隔で検査を継続する。
- ・TSH が 10 μ U/ml 以上かつ FT4 が年齢の基準値未満の際には、直ちに甲状腺ホルモンの補充療法を開始する。
- ・母乳哺育の休止が必要とされる期間については、個々の状況により異なると考えられるので本管理指針では一般的な期間を示すことができない。

4. 安定ヨウ素剤投与の対象

●安定ヨウ素剤服用の措置は、特に新生児や乳幼児が最優先である。

この防護対策を実施するにあたっては、放射性物質の放出状況を踏まえ、屋内退避や避難などの防護対策とともに判断する必要がある。

原子力災害発生時には「災害対策本部」が周辺住人に対し、屋内退避や避難といった他の防護策を指示すると同時に安定ヨウ素剤の服用を指示する。

- 以下の、安定ヨウ素剤の服用により重篤な副作用のおそれがある場合は、安定ヨウ素剤を服用させないよう配慮し、避難を優先させる。
 - ・ヨウ素過敏症の既往

- ・造影剤過敏症の既往
- ・低補体性血管炎の既往あるいは治療中
- ・ジェーリング疱疹状皮膚炎の既往あるいは治療中

●服用回数

- ・原則1回。
- ・安定ヨウ素剤の服用回数は原則1回とし連用はできる限り避ける。2回目の服用を考慮しなければならぬ状況では、避難を優先させる。
- ・安定ヨウ素剤の服用が必要となる被ばくが再度起こった場合には、同量の安定ヨウ素剤を服用する。

注意

安定ヨウ素剤の服用は、医師の指示に従う。自己判断で、ヨウ素を含む消毒剤などを飲んではいないインターネットなどに流れている根拠のない情報に注意すること。

—平成23年3月14日（月）独立行政法人 放射線医学総合研究所より

IV. 被ばくと発ガン

1. 確率的影響とは

放射線障害のうち、ガンと白血病は突然変異の一種であり、催奇形性などの確定的影響とは異なり、明確なしきい値はなく、線量に応じて突然変異の確率が上がり、少量の被ばくであっても少量なりのリスクがある。

広島、長崎の被爆者の追跡調査データから、200mSv以上の被ばくについて、被ばく線量と発ガンの確率が「比例」していることがわかっている。

しかし、100mSv以下の被ばくで、発ガンの確率が実際に上昇するという実験事実はなく、100mSvを被ばくしても、ヒトが一生の間にガンになる確率は0.5%くらい上積みされるにすぎないと推測されている。これは、喫煙や生活習慣などの放射線以外の原因によるガンの危険性（約30～40%）に比べてはるかに小さい。また、被ばく線量の大小とガンの重篤度の間には関係がない。

2. 放射線量による人体への影響 (表 2)

表 2. 放射線量による人体への影響

実効線量 mSv	内訳
0.05	原子力発電所の事業所境界での 1 年間の線量
0.1~0.3	胸部 X 線撮影
1	一般公衆が 1 年間にさらされてよい人工放射線の限度 (ICRP の勧告) 放射線業務につく人 (放射線業務従事者) (妊娠中の女子に限る) が妊娠を知った ときから出産までにさらされてよい放射線の限度
2	放射線業務従事者 (妊娠中の女子に限る) が妊娠を知ったときから出産までにさら されてよい腹部表面の放射線の限度
2.4	1 年間に自然環境から人が受ける放射線の世界平均
4	胃の X 線撮影
5	放射線業務従事者 (妊娠可能な女子に限る) が法定の 3 か月間にさらされてよい 放射線の限度
7~20	X 線 CT による撮像
50	放射線業務従事者 (妊娠可能な女子を除く) が 1 年間にさらされてよい放射線の 限度
100	放射線業務従事者 (妊娠可能な女子を除く) が法定の 5 年間にさらされてよい放 射線の限度 放射線業務従事者 (妊娠可能な女子を除く) が 1 回の緊急作業でさらされてよい 放射線の限度。 妊娠可能な女子には緊急作業が認められていない
250	白血球の減少。(一度にまとめて受けた場合、以下同じ)
500	リンパ球の減少
1,000	急性放射線障害。悪心、嘔吐など。水晶体混濁
2,000	出血、脱毛など。5% の人が死亡する
3,000~5,000	50% の人が死亡する。(人体局所の被ばくについては 3,000 : 脱毛、4,000 : 永久 不妊、5,000 : 白内障、皮膚の紅斑)
7,000~	99% の人が死亡する

V. おわりに

2011年3月11日に発生した大地震と津波による空前の東日本大震災に見舞われた東北関東地方太平洋沿岸市町村の人々への、国を挙げての救援活動は絶えることなく続いている。

一方、同時に発生した福島第一原発事故による放射能漏出に対する修復作業は、国内だけでなく米国、フランスなど諸外国の原発専門家の英知をあつめて、具体的対策が検討されているが、発生から1か月が過ぎた現在でも、最大の課題である原子炉の冷却機能の完全回復のめどは、未だたっていない。また、原子炉や処理燃料保存プールの冷却に使用した後の放射能汚染水の漏出を止める作業にも、難渋を強いられている。

このような現状から、まだ、外部への放射能漏出を完全に修復することはできないだけに、放射線被ばくをおそれて避難する者や、安全な食品も口にしないなど、風評被害のために国民生活にも、農業、水産業、その他経済界にも、その悪影響は甚大である。

そこで、医会会員のために、放射線被ばくの基礎知識の理解に基づく、現実的対応を、詳しくかつわかりやすく、ここに整理して記述した。

すべての女性患者や妊産婦、授乳中の褥婦、さらに新生児、乳幼児をもつ母親と接するすべての産婦人科医会会員は、何度も、熟読吟味して、放射線被ばくに関して、一層の理解を深めていただき、安心して、落ち着いた冷静な対応をお願いしたい。

VI. 参考論文など

本稿は平成23年4月1日現在における以下の関連学会および団体等のホームページ掲載内容を参照している。

国際放射線防護委員会 (ICRP)、国際原子力機関 (IAEA)、首相官邸災害対策ページ、厚生労働省、文部科学省、農林水産省、放射線医学総合研究所、原子力安全委員会、原子力安全・保安院、食品安全委員会、日本産科婦人科学会、日本医学放射線学会、日本小児内分泌学会、日本疫学会、原子力安全研究協会、放射線影響研究所、放射線影響協会、原子力教育を考える会、原子力資料情報室、高度情報科学技術研究機構：原子力百科事典 ATOMICA、Asahi.com、毎日 jp および YOMIURI ONLINE 等。

本研修ニュースは、会員の医学知識および医療レベルの向上を目的として作成されたものであって、一般の医療水準を示したものではない。

Ⅶ. 執筆者

平成 22 年度

研修委員会

委員長 小林 浩
副委員長 春日 義生
委員 沖 明典
〃 金井 誠
〃 小林 康祐
〃 藤井 俊策
〃 牧野 康男
〃 横田 康平
協力員 山田 耕

学術部・研修部会

副会長 木下 勝之
常務理事 川端 正清
〃 鈴木 光明
〃 平原 史樹
〃 力武 義之
理事 落合 和彦
〃 高橋 恒男
副幹事長 塚原 優己
幹事 関沢 明彦
幹事 清水 康史