

放射線の影響：正しい理解

三橋 紀夫

東京女子医科大学放射線腫瘍学講座 主任教授



■放射線の種類

今日は、放射線の影響を正しく理解していただきたいということで、限られた時間の範囲で皆さま方にお話したいと思います。

今回の福島原発の事故でいろいろな単位が出てきていますが、放射線の単位は、みんな人の名前です（図1）。レントゲンもありますし、旧単位で今は使われていませんが、キュリーという単位もあります。今、新聞をにぎわせているベクレル、シーベルト、グレイも、みんな人の名前です。

放射線には二つの種類があります。一つは電磁波とあって、重さを持っていない波です。ラジオ波なども広い意味では放射線になりますが、今回の福島で出ているのは γ 線という電磁波です。もう一つは、重さを持っている粒子線です。今回の事故では α 線や β 線が出ています。

図2は、放射線がどのぐらい人体や物を通過するのかということを示したものです。 γ 線は質量を持たない波なので、通過する能力が一番高いということになります。 α 線はヘリウムの原子核で、重いので紙1枚で止めることができます。 β 線は電子ですから、その中間ぐらいです。

マスコミなどの報道で、放射線と放射能と放射性物質が混同されて、間違っ使われていることもあるのですが、放射性物質をホタルに例えてもらえれば一番分かりやすいと思います（図3）。ホタル（放射性物質）が出している光が放射線です。ホタルによっては非常に明るい光を出したり、弱い光を出したりしますが、放射線を出す能力を放射能といい、その強さを表す単位がBqです。そして、放射線が出たときに人体に及ぼす影響を表す単位がSvです。

吸収線量はGyという単位ですが、いろいろな放射線が出たときに、それを単純に足し算はできません。なぜかという、例えば中性子線は、1Gyを浴びても非常に大きな生物学効果があるからです。従って、それを勘案して、Gyに放射線荷重係数を掛けたもの

を足し算します。大概の放射線は放射性荷重係数が1ですから、Gyを単純に足していけばSvになるのですが、例えば α 線1Gyは、Svに換算すると20Svです。従って、X線を1Gyと α 線を1Gy浴びたときは、 $1 \times 1 + 20 \times 1$ で、21Sv浴びたことになるわけです。

■放射線被曝の形態と特徴

放射線による被曝の形態には、2種類あります。体の外から放射線を浴びるのが外部被曝です。今回非常に問題になっているのは、空気中などに自由に飛んでいる放射線物質を体の中に取り込んでしまい、体の中から被曝する内部被曝です。

放射線被曝が非常に恐れられている理由は、三つあると思います。一つは無自覚性、つまり被曝したことを誰も認知できないということです。二つ目は、被曝した途端にいろいろな症状が出てくるのではなく、しばらくたってから出てくるという症状の遅発性です。三つ目は、症状の非特異性です。例えば風邪を引くと、喉が痛くなって、せきが出て、鼻が出てという特異的な症状がありますが、放射線被曝の場合には特異的な症状がないので、これが被曝による症状なのか、そうではないのかが分かりにくいという特徴があります。

■自然放射線

今回、非常にパニックになっていますが、乱暴な言い方をしますと、われわれは放射線が降り注ぐ中で進化を遂げてきたといえます。どうしてかという、自然放射線があるからです。われわれは、宇宙線から、食べ物から、あるいは呼吸によっても被曝しています（図4）。われわれ自身も放射性物質と言っていいと思います。世界平均で言うと、地球上で生活するだけで1年間に2.4mSvを浴びています。日本の場合はやや少なく1.5mSvになります。

こういった自然の放射線以外にわれわれが被曝するリスクが、人為的な被曝です。医療被曝というのは、皆さん方が医者に行って胸の写真を撮ったり、CTを



図1

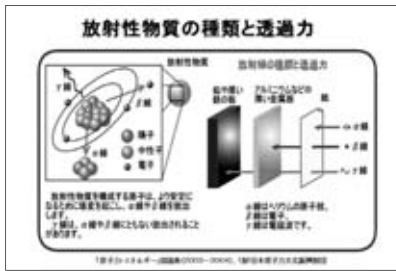


図2



図3



図4



図5



図6

撮ったりすることによる被曝です。そのほか、今回の事故のような被曝もありますし、放射線を使っているような研究をしたり、われわれ医者が透視などをするときには浴びる職業人としての被曝もあります。このような人為的被曝が1.1mSvといわれています。

今回、事故が起こったときに関西の方へ逃げた人がたくさんいますが、日本の中でも自然放射線の量はかなり違います（図5）。関西の方は花崗岩に覆われていますので、被曝量が多いのですが、関東は関東ローム層に覆われていますので、被曝量が非常に少ないです。ですから、慌てて逃げた人は、むしろ関東に住んでいたときよりも浴びていることもあり得るわけです。それから、銀座には花崗岩が敷いてありますから、東京の中でも銀座の被曝量が多いといわれています。

日本は非常に少ないのですが、例えばインドのケララ地方やブラジルのガラパリなどの住民は、28mSv、10mSvというすごい自然放射線の被曝を受けながら生活しています。しかし、そういったところに癌が多いということは全くありません。

放射性物質は食べ物にも含まれていて、例えばバナナを1本食べると200Bqが体内に入ります（図6）。これは0.1 μ Svの被曝になります。体内の放射性物質質量としては、カリウムが4000Bqぐらいといわれています。

これはセシウムの濃度を年代別に見たものです（図7）。福島の前年の1万倍ぐらい高いときがありますが、これはソ連とアメリカが大気圏内で核実験をやっていたときです。われわれが子どものころがちょうどこれに当たります。母親から「あまり雨にぬれないよ

うに」と言われたような記憶はありますが、われわれはこんなにセシウム濃度が高いところで生活していて、一番の長寿国をつくっているということです。

それから、チェルノブイリの事故のときも、急に高くなっています。中国が核実験をしたときも、日本にセシウムが飛んできていたのですが、こういったことはほとんど報道されていませんでした。

■放射線の性質

福島の事故で飛散した主な放射性物質は、一つはヨウ素です。それから、セシウム、ストロンチウムも出たのではないかとされています。ヨウ素、セシウムに関しては、 β 線と γ 線しか出していません。ストロンチウムは β 線ですが、仮にプルトニウムが出ると α 線が出ます。

こういった放射性物質が体のどこに集まるか、どこかに特異的に集まるのかというと、ヨウ素は甲状腺に集まります。セシウムに関しては体中に分布するので、どこかに特異的に集まるということはありません。ストロンチウムは骨髄の中に集まっていきますし、もしプルトニウムが出ますと、肺に吸入されて、肺に集まることになります。

福島の事故のときに放射性ヨウ素が非常に問題になり、甲状腺癌のことが騒がれましたが、今はほとんど問題になっていません。なぜなら、ヨウ素は8日で半分に減るので、例えば32日たつと16分の1になってしまいうからです（図8）。セシウムには、半減期が2年の134と、半減期が30年の137があります。例えば、セシウム137が16分の1になるには120年かかるという

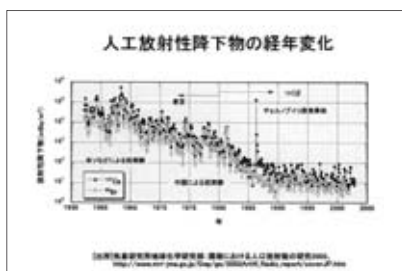


図7

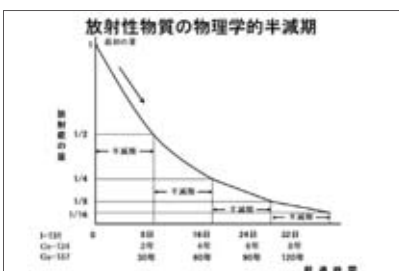


図8



図9

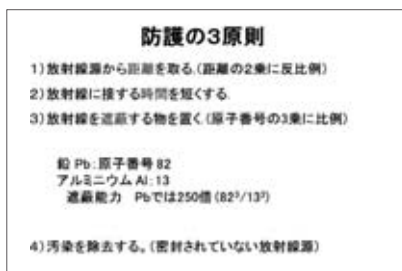


図10

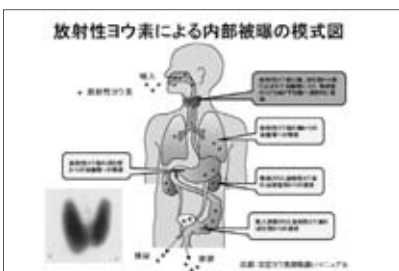


図11

ことで、今、セシウムが問題になっているわけです。

ただし、物理学的な半減期が長くても、体に入ったものがすぐに出ていってしまえば、われわれの被曝量は少なくなります。物理学的な半減期と生物学的な半減期を両方加味して、実際にどのぐらいで半分になるかということを考えていかなければなりません。ですから、実効（有効）半減期が大事になります。それを計算する式は書いてあるとおりです（図9）。

■放射線防護

放射線には、防護の3原則があります（図10）。一つは、体外に放射線源がある場合は距離を取るということです。距離が2倍になると、被曝量は4分に1になります。二つ目は、接する時間をできるだけ短くすること、三つ目は放射線を遮蔽するものを置くことです。例えば、コンクリートの家の中に避難しなさいと言われるのは、こういうことです。

ところが、今問題になっているのは、放射線源が密封されていないで、放射性物質が空気中に出ている場合には、汚染を除去しなければならないということです。これは、花粉と同じように考えれば理解しやすいと思います。花粉は、木があるところから遠く離れれば離れるほど少なくなります。放射性物質も全く同じで、放射性物質が出ている場所から離れれば離れるほど少なくなるということです。

花粉対策としては、家に帰ったら払ったり、吸い込まないようにマスクをしたりします。非密封の放射性物質に関しても、対処法は花粉と全く同じで、マスクをしたり、家の中に衣服を持ちこまないということをしてもらえればいいわけです。

してもらえればいいわけです。

■内部被曝の診断

外部被曝の場合には、体外に線量計を置いて測れば簡単なのですが、体の中に入ってしまった放射性物質がどのぐらいあるのかを測ることは、そう簡単ではありません。一つは、例えば鼻や咽喉の粘液、傷口の分泌物などの放射線を計測して、汚染量を推定する方法です。便、尿、嘔吐物もそうです。もっと具体的に測ろうとすると、ホールボディカウンタの中に入ってもらって、全身の計測を行うことが必要になります。

■放射性ヨウ素による内部被曝

体内に入った放射性ヨウ素は、甲状腺に特異的に集まります（図11）。そのほかのものは、尿や便として排泄されるわけですが、実際に医学の世界では、甲状腺シンチグラフィといって、放射性ヨウ素を飲ませて甲状腺の形態や機能を見る検査をしています。放射性ヨウ素の場合は、甲状腺に特異的に集まるということが一番の問題だということです。

もともと甲状腺の中には、放射性物質ではないヨウ素（安定ヨウ素）がたくさんありますので、それが事前にたくさん入っていてくれれば、後から放射性物質が来ても甲状腺に入りません。日本の場合は、昆布などの海藻をたくさん食べていて、大陸部に比べると、今の状態でも甲状腺の中に安定ヨウ素がたくさん入っていますので、放射性ヨウ素が来ても甲状腺に集まりにくくなっています。

チェルノブイリで甲状腺癌が非常に増えた理由は二

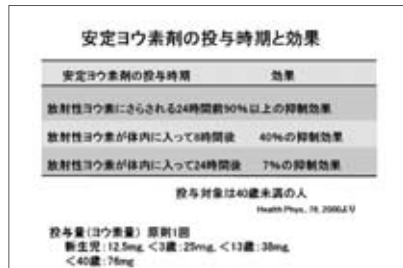


図12

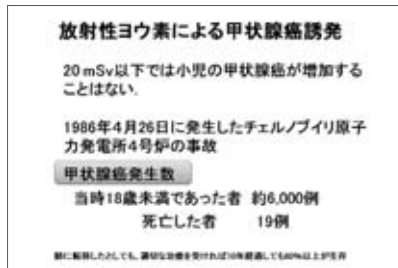


図13



図14

つあります。一つは、チェルノブイリは大陸部ですから、普段海産物を全く食べていなかったこと、もう一つは、政府がすぐに乳製品の摂取を禁止しなかったことです。隣のポーランドは海に接していますので、普段から昆布などをたくさん食べていましたし、政府がすぐに乳製品を禁止したために、甲状腺癌が出ていません。従って、予防という意味では、安定ヨウ素を飲ませておけばいいわけです。

例えば24時間前に安定ヨウ素を飲ませて、その後に放射性ヨウ素にさらされても、90%以上の抑制効果があります(図12)。ところが、今回のように事故が起こってからでは予防投与ができませんので、事故が起こったらすぐに飲ませることが大事です。8時間以内であれば40%ぐらいの抑制効果があるといわれていますが、24時間たつとほとんど意味がなく、その間にみんな甲状腺に入ってしまうといわれています。

24時間以上たつた場合には、避難させろということになっています。従って、安定ヨウ素剤の投与は原則1回だということです。今回の事故でも、政府の通達が非常に遅かったということで、市や村の長の判断で安定ヨウ素を飲ませたところがあるようです。もう一つ、40歳以上の人には安定ヨウ素は配られません。多分ここにいらっしゃるほとんどの方はもらえないと思います。それはなぜかというと、発癌するまでに何年という時間がかかりますので、40歳以上の人に放射性ヨウ素が入っても、発癌率は被曝しなかった人とほとんど有意差がないからです。ただし、妊婦は40歳以上でも配ってもらえることになっています。

統計学的には、20mSv以下では、小児の甲状腺癌が増加することはないそうです(図13)。最近のデータで言いますと、チェルノブイリの事故のときに18歳未満であった者6000例に甲状腺癌が発生したといわれていますが、そのうち死亡した人は19人しかいません。甲状腺の分化癌は非常に穏やかですから、癌になっても死ぬことはほとんどないのです。例えば、われわれが治療する患者さんでも、肺に転移しても

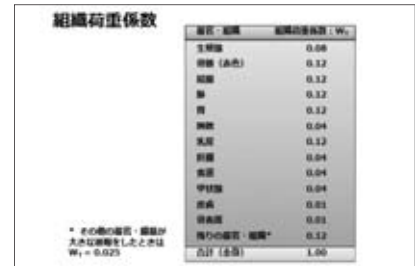


図15

10年以上生存できる人が80%います。そのぐらい非常に穏やかな病気であるということです。従って、6000人が癌になっても、今までのところ19人しか亡くなっていないということです。

■セシウムによる内部被曝

では、セシウムに関しては何か予防法があるのかということですが、セシウムは腸に入ってきて、肝臓に行き、また出てくるという腸肝循環を繰り返します(図14)。そのときに、プルシアンブルーという薬を飲ませて、それにキレートして、一緒に包み込んで便に出してしまうことができます。ただし、かなり量が多くなると効果がないといわれています。これは政府が緊急輸入していますが、全部ストックしていて、市販では買えないことになっています。福島のとときにアメリカから個人輸入した人がいるようですが、福島の事故ぐらいでは、この効果はほとんどないと思われます。

■実効線量

いろいろな放射性物質に被曝したときに、どのようにして全身の被曝量を測定するかというと、臓器ごとに「吸収線量×放射線荷重係数×組織荷重係数」を計算し、それを全身について足していきます。組織の荷重係数は、生殖腺や骨髄は高く、食道や甲状腺は低く、全体で1になるようになっています(図15)。

放射性物質は、漸近線の形でだんだん下がっていきますので、ゼロになることはないのですが、預託実効線量は、摂取後50年間に受ける線量を最初の1年間に

成人の実効線量係数 (mSv/Bq)		
核種	経口摂取	吸入摂取
I-131	2.2×10^{-5}	7.4×10^{-6}
Cs-137	1.3×10^{-5}	3.9×10^{-5}
Cs-134	1.9×10^{-5}	2.0×10^{-5}
Sr-90	2.8×10^{-5}	1.6×10^{-4}
Pu-239	2.5×10^{-4}	1.2×10^{-1}

図16

I-131の実効線量係数 mSv/Bq		
	経口摂取	吸入摂取
乳児	1.4×10^{-4}	1.3×10^{-4}
幼児	7.5×10^{-5}	6.9×10^{-5}
成人	2.2×10^{-5}	7.4×10^{-6}

図17



図18

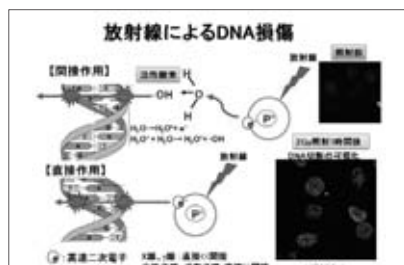


図19

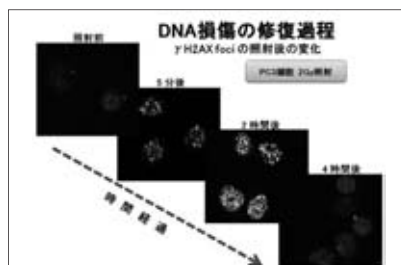


図20



図21

受けたとして計算します。ただし、小児の場合は平均余命が長いので、70年間で計算することになっています。

BqをmSvに換算する係数（実効線量係数）が計算されて出ています（図16）。これは核種によって違いますし、経口的に摂取したのか、あるいは吸入したのかによっても違いますので、こういった係数を掛け算すればいいということになります。

ヨウ素の実効線量係数に関しても、成人と子どもと乳児では違います（図17）。乳児はマイナス4乗、幼児、成人はマイナス5乗ですから、当然、乳児のリスクが高くなるようになっています。

少し難しいかもしれませんが、どのように計算すればいいか、例を見てみましょう（図18）。セシウムの濃度が500Bq/kgのほうれん草を、1日当たり1kg、1年間食べ続けたとします。Cs137の実効線量係数は 1.3×10^{-5} です。それから、希釈係数は、汚染したほうれん草だけを食べたのかどうかということになりますが、これはリスクを最大に評価するために1とします。それから、料理すると当然減るわけですが、これも1として計算すると、 $500 \text{ Bq} \times (1.3 \times 10^{-5}) \times 1 \times 365 \times 1 \times 1$ で2.3725mSvと出てくるわけです。

■放射線の効果

放射線は、どのようにして細胞や生態に影響を及ぼすかというお話をします。DNAは二重鎖になっていますが、放射線が来るとこれが切断され、そのためにいろいろな障害が出るといわれています（図19）。ところが、放射線からたたき出された高速電子がダイレ

クトにDNAを壊すということはありません。ごく限られた放射線です。今回出ているようなX線やγ線は、水分子と反応して活性酸素を作り、その活性酸素がDNAを傷つけます。

最近の学問では、こういったDNAの傷を可視化することができます。右上の写真は照射する前の細胞です。ほとんど染まっていませんが、例えば2Gyを照射して1時間後に見ますと、ぽつぽつと点が見えます。この点が全てDNAの傷です。このように、DNAの傷が幾つできているかが可視化できるわけです。

では、こういった傷がずっと残っているのかというと、決してそんなことはありません。われわれの体には、放射線からの回復力があります。ですから、照射後5分、2時間と時間がたつにつれてDNAの損傷が増えていきますが、4時間たつとほとんどありません（図20）。これは、DNAが正常に修復され、回復していることを表しています。

放射線の効果は、当然、線量によって違います（図21）。大変な線量を一度に浴びてしまったときは、その場で細胞が死んでしまいます。少ない線量を受けたときは、すぐに障害は起きないので、そのまま分裂を繰り返していきますが、ごく一部に染色体の異常や突然変異などが出現するといわれています。

それから、中間の線量を受けたときは、当然、先ほどのように修復を図ります。細胞分裂をしているときには修復ができませんので、細胞分裂を止めて修復をします。うまく修復できたものは、また増殖を始めますが、うまく修復できなかったものは、何回か分裂していくうちに死んでいくという形で、体から排除され

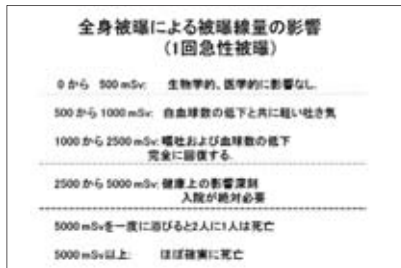


図22

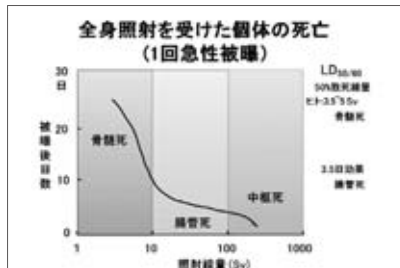


図23

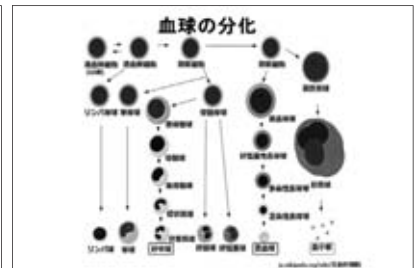


図24

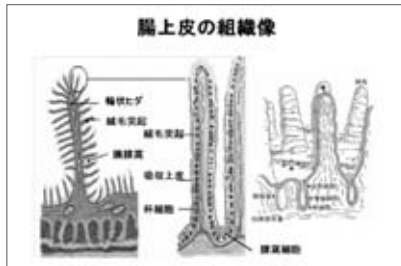


図25

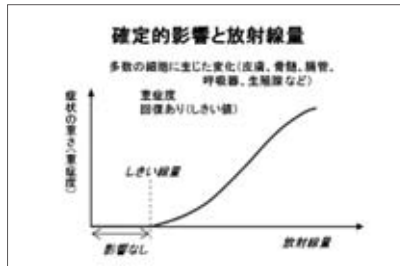


図26

ていくというメカニズムを持っています。従って、傷ついた細胞が体の中に残ることはごくまれです。

われわれが1回に全身被曝を受けたときにどういふ影響が出るかという、2500mSvぐらいだと、少し気持ち悪かったり、嘔吐したりということがありますが、回復します。2500mSv (2.5Sv) を超えると少し問題になってきて、5000mSv (5Sv) を超えると、2人に1人は死んでしまうといわれています (図22)。

では、何で死んでしまうのかということですが、図23は、縦軸に被曝してからの日数、横軸に浴びた線量を取って見たものです。例えば、10万mSv (100 Sv) の線量を浴びると、中枢死が起こります。神経細胞が直接障害されて死んでいくために、被曝したらすぐに死んでしまうということです。ところが、腸管死や骨髄死はすぐに表れてきません。骨髄死は30日～60日かかりますし、腸管死だと1週間ぐらいかかります。

どうしてこのようなずれが生じるのかというと、例えば血球というのは、大元の細胞（幹細胞）がどんどん分化して、好中球になったり、赤血球になったり、血小板になったりしています (図24)。被曝を受けたときに、成熟した細胞は強いので、そういう細胞が死ぬことはありませんが、幹細胞が駄目になります。要するに、工場での生産がストップするということです。

普通の流通でもそうですが、工場の生産がストップしても、既にできたものがありますので、すぐには品薄になりません。しかし、それが消費されてなくなっていくと、だんだん減ってきます。赤血球の寿命は3～4カ月あるので、被曝してから実際に減ってくるま

で30日～60日という期間が必要だということです。白血球の寿命は2週間ぐらいですが、要するに工場が障害されるのであって、実際に作られた製品が障害を受けるのではないということを理解してください。

腸に関しても全く同じです (図25)。腸上皮には絨毛があって、そこから栄養や電解質を取っていますが、成熟した腸上皮は障害を受けません。腺窩という谷のところにある元の細胞がどんどん分裂して上に押し上がっていくのですが、そこが障害を受けるわけです。成熟した細胞には寿命があるので、だんだんとそれが脱落して、丸裸になるまでに4日～1週間の時間が必要だということです。

■放射線の人体への影響

放射線の人体への影響には二つあります。一つは確定的な影響、もう一つは確率的な影響です。この違いをご説明します。

まず、確定的な影響と放射線の量はどうなっているかということ、皮膚、骨髄、腸管など、ほとんどは確定的な影響です。図26は、横軸に放射線量、縦軸に症状の重さ（重症度）を取ってあります。線量が少ないところでは症状は全く出てきません。ある線量から症状が出て、線量が多くなると、症状が重くなっていきます。何も起こってこない線量がある、すなわち閾値があるということは、障害を受けても回復があるということを意味しています。従って、ここまでの障害であれば、元どおりに戻ります。

例えば皮膚を例にとりますと、線量が少ないところでは紅班といって赤くなるだけですが、線量がもっと



図27

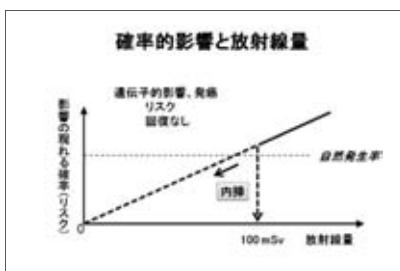


図28

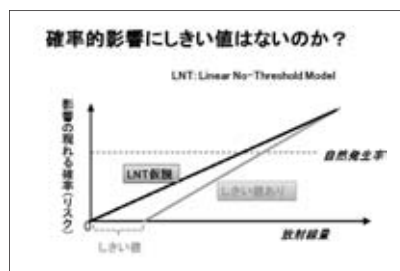


図29



図30

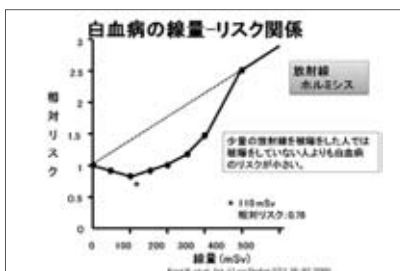


図31

増えてくると糜爛（びらん）、さらに線量が増えると潰瘍になります（図27）。このような形で線量とともに重症になっていくという障害を、確定的影響といいます。

一方、今、非常に恐れられてパニックを生んでいるのが確率的影響です。これは発癌と遺伝的な影響しかありません。今までのところ、遺伝的な影響が出たという報告は、広島・長崎のデータでもありません。発癌に関してはあります。

図28は、横軸に被曝線量、縦軸は重症度ではなくリスクを取っています。例えば、10万人の人がこのぐらいの線量を浴びたらどのぐらいの遺伝子異常が出るか、発癌するかということで見えていくのですが、広島、長崎のデータで言いますと、100mSv以下では、科学的な根拠は全くありません。われわれが世の中で生きていく上ではほかのリスクがあまりにも多いために、本当に放射線で発症したのかどうか、統計学的に言えないからです。従って、100mSv以下ではまず問題ないだろうと多くの人は考えるわけです。

ただし、閾値がないと考えるLNT仮説（Linear No-Threshold Model）というのがあります（図29）。放射線は非常に怖いと言っている人たちは、リスクを内挿していくとゼロに当たる。従って少しでも浴びれば少しずつリスクが上がっていくと言っているわけです。LNT仮説はかなり政治的なところもあって、アメリカや日本はLNT仮説を一応承認はしているのですが、フランスはLNT仮説を認めていません。それは原子力政策などがあるのかもしれませんが。こういう人たちが声高に言うものですから、お子さんをお持ちの人た

ちが非常に怖がっているわけです。実際は、先ほどの確定的影響と同じように閾値があるのかもしれませんが。これは全く分かりません。

閾値がないという人たちはどのように考えているかというと、発癌因子があって、放射線によってできた活性酸素がDNAを損傷して、癌化につながるような突然変異が蓄積して細胞が癌化し、癌細胞が増殖すると考えています。ところが、先ほどDNAの損傷を示す緑の点が消えていくのを見せたように、われわれの体はそれぞれの段階で回復能力を持っています（図30）。例えば、活性酸素ができたときに、抗酸化物質によって活性酸素を除去しようとするようなメカニズムが働いていますし、DNAが損傷したときは、正確にDNAを修復しようとするメカニズムを持っています。突然変異が蓄積していても、アポトーシスという潜在的な癌細胞を除去するメカニズムがありますし、癌化しても、今度は免疫系によって癌細胞を除去するというメカニズムをそろえています。従って、LNT仮説を唱える人たちはこういうものを全く無視していることになります。逆に、閾値があると言っている人たちは、こういうものがあるのだから、ゼロからはいかなないという理論武装をしているわけです。

広島・長崎のデータでは、低線量被曝はむしろ発癌率が減っているというデータもあります。被曝していない人たちの発癌のリスクを1とすると、100mSvを浴びた人は、1よりも低くなっています（図31）。例えば110mSvだと、相対リスクが被曝した人よりも有意に下がっている、癌にかかりにくくなっているというデータもあります。これを放射線ホルミシスといっ



図32

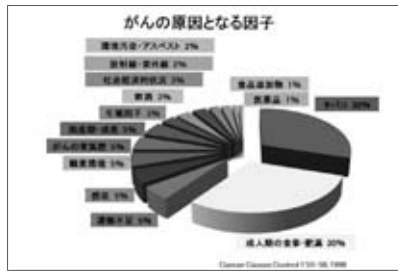


図33



図34

ています。

例えば、われわれ日本人は、体に良い、免疫を賦活化するということで、ラジウム温泉に行っていたのですが、今回の福島で、三朝温泉などいろいろな温泉で閑古鳥が鳴いているということを聞いています。要するに、一般市街地での放射線量は0.11~0.15 $\mu\text{Sv/h}$ ですが、ラジウム温泉の村杉温泉や玉川温泉は非常にバックグラウンドが高い、その中で湯治をしていたのです(図32)。オーストラリアの岩盤は176 $\mu\text{Sv/h}$ もあるわけです。

■癌のリスク

こういったリスクをどのように考えるかは、人それぞれだと思います。日本人はall or noneという考え方になっているのです。少し乱暴かもしれませんが、今、日本人の死因は癌が30%を占めています。従って、10万の人がいれば、3万人の人は癌で死ぬということです。100mSvの被曝で致死的な癌が発生する確率は0.5%です。従って、10万人の人が100mSvの被曝を受けると、500人が癌になる。そうすると、癌で死ぬ人が3万人から3万500人に増える。こういう数字をどのようにとらえるかということです。

例えば、医学部の学生に、「10万人に2人しか受からない試験を受けたら合格するか」と言うと、確かに2人は合格する人がいるのですが、ほとんどの学生は「合格しない」と言います。ところが、被曝すると10万人に2人が白血病になると言うと、みんな白血病になると考えてしまうのです。宝くじにしても、みんな当たると思わないけれども、ひょっとしたら当たるかもしれないといって買うわけです。そういう確率的な教育が日本では欠けているのではないかと、今回の事故で痛感しています。

従って、確率的な影響の出現する線量は、放射線を危険としたい人たちはゼロからだと言いますし、多くの研究者は100mSv、危険でない人たちは200mSvというように分かれています。100mSv以下で

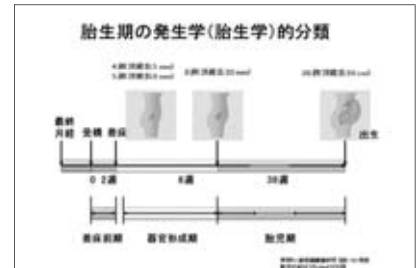


図35

は科学的な発癌の根拠はないということになっています。

では、世の中にはどのような癌の原因となる因子があるかということ、タバコが一番多く、それから肥満、運動不足などがあって、放射線や紫外線によるリスクは2%にすぎません(図33)。お父さんを福島に置いて母と子供で逃げた人は、子どもが鼻血を出すようになった、おねしょをするようになったとおっしゃいますが、それはむしろ家庭が崩壊してストレスにさらされている影響の方が多いのであって、被曝ということはないと思っています。ましてや、子どもの前でタバコを吸っている親が今回の被曝で逃げるとするのは、ナンセンスだと思っています。発癌のリスクは、100~200mSvの被曝で1.08倍ですから、肥満や痩せ過ぎ、運動不足などと比較すると、起こったにしても非常に少ないと考えていただければいいと思います(図34)。

■妊娠と放射線被曝

一番心配されているのは、妊婦や胎児がどうなるかということですが、受精、着床、器官形成期、胎児期のうち、どの時期に被曝したかによって全く違います(図35)。受精卵が子宮に着床する前の着床前期は、all or noneです。もし受精卵が障害を受ければ、妊娠が継続せずに流産してしまいます。従って、この時期に被曝したとしても、妊娠が継続している場合にはこの受精卵は全く問題ないということになります。

一番問題なのは器官形成期で、この時期に被曝するといろいろな奇形ができてしまうのではないかと、ことでみんな心配されるのですが、今までのところ、



図36

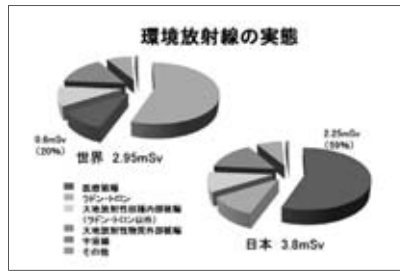


図37

小頭症以外の奇形は報告されていません。ヨウ素に関してはありますが、セシウムによると思われる健康被害も報告されていません。それ以降は器官が形成されているので、奇形の問題はまずないのですが、最近、神経細胞だけは分化が少し遅れるので、胎児期でも神経発達の遅滞などが少し起こってくるのではないかとわれています。

では、妊婦が被曝したときにどのように考えればいいのかということですが、いろいろなことを勘案して、基本的には子宮の中にいる胎児が100mSv以上浴びた場合には、妊娠を継続するかどうかを考えた方がいいといわれています。

■放射線の防護

皆さん、一度は見た絵だと思います (図36)。福島の事故のときにこういう絵を使って、放射線診断をしたりCTを撮ったりすると数ミリシーベルト以上の放射線を浴びていて、今回の福島の事故はこれよりも極めて少ないから全く安全ですよという表現をしました。それは非常に分かりやすく、国民は納得したのですが、冷静に考えると、医療被曝ですごい量を浴びているのだということが分かってきます。従って、今、CTを撮るのが嫌だとか、胸の写真を撮るのが嫌だといって医療を拒否する人たちも出てきて、非常に困った事態だと思っています。

放射線の防護を考えていくときにどうするのかということですが、例えば妊婦さんが急性腹症で運び込まれてきたときに、放射線診断をしていいのかどうかは、メリットがデメリットを上回っているかどうか、代替手段がないかどうかを考えます。例えば超音波で済むなら超音波にするけれども、そういうものが全くなかったときには、行為の正当化が認められます。

その次に、放射線を使うにしても、できるだけ少ない線量で済ませます。これをALARA (as low as reasonably achievable) の精神といいます。さらに、実験や工業で使う場合には、ある決められた線量限度

を超えてはいけないということになっているのですが、医療被曝には線量限度はありません。従って、いくら浴びせても、行為の正当化、防護の最適化をクリアしていれば問題ありません。逆に言うと、われわれ医師や歯科医師には非常に責任があるということです。

日本人は核や放射線を非常に恐れています。自然放射線だけでなく、人工放射線を含めると、世界では2.95mSv浴びています (図37)。そのうちの医療被曝はたかだか20%、0.6mSvにすぎません。ところが、日本人は、自然放射線は1.5mSvしか浴びていませんが、医療被曝が60%を超えているのです。従って、日本人は非常に検査好きというか、医者が「やらなくてもいいのではないか」と言っても検査をやる人たちもいる、そこに非常に矛盾があるといわれています。世界の医療の被曝の4分の1は日本が作りだしているのではないかともしわれています。

そういったことで、放射線は確かに何らかの健康被害を起こす可能性はあるのですが、正しく理解し、正しく恐れていただきたいというのが私の結論です。