

放射線被曝の健康影響について

横浜国立大学グローバル COE「アジア視点の国際生態リスクマネジメント」編

(文責・伊藤公紀)

背景

現在、東京電力福島第一原子力発電所での原子炉事故のために、放射性物質が大気や海に拡散しています。放射線がどのように健康に影響するか、つまり放射線の健康リスクについて知っておくことは重要です。しかし、報道されている放射線強度の値が、どの程度のリスクを意味しているのか、一般市民にとっては大変分かりにくいのが現状です。そこで、分かりやすい形で表すことを考えました。

放射線のリスクで分かりにくいのは、強度を放射線の単位で言われても前提知識がなければ健康影響が分からないことでしょう。また発がんリスクで言われたとしても、ピンとは来ません。しかし実は、「健康寿命の増減」という形で、放射線だけでなく、いろいろな要因の影響を比較できるのです。こうすることで、放射線の影響を「生活者の言葉」(姜尚中氏による)で理解することができます。表を直接見ていただいても良いですが、できれば説明を読んでからの方が、理解しやすいと思います。ただし、この方法が唯一というわけではありません。あくまで目安と考えて下さい。

方法

健康寿命 健康寿命とは、介護等の助けなく自立して、つまり健康的に生きられる寿命のことです。何かの原因で、これがプラス(+)になるということは健康に生きられる寿命が長くなるということ、マイナス(-)は短くなることです。それぞれ、獲得健康寿命、損失健康寿命と呼ばれます。

放射線によるガン死亡の確率 まず放射線の場合について説明します。表 1 では、合計で何シーベルト(Sv)を全身に浴びたか(積算全身被曝量)で書いてあります。空気や食料、そして水を通じて摂取する場合は、内部被曝ということになりますが、ここではまず、外部被曝だけについて考えます。

算出は、次のように行いました。放射線を浴びることによって後年ガンが発生して死亡するケースだけを考えてあります。

国際放射線防護委員会(ICRP)によれば、放射線被曝を年間 0.3 mSv、生涯の間受け続けた場合、後年、10 万人につき 1~2 人が毎年ガンで死亡します[参考文献 1]。これで、ガンで死ぬ確率は、1 シーベルト当たり $3\sim 6\times 10^{-2}$ となります。つまり、 $3\sim 6\times 10^{-2}$ /Sv です。もちろん、寿命は人によって違いますので、統計的な処理をしてあります。

福井県立大の岡氏は、ICRP2007 年勧告(ICRP Publication 103)に基づいて、全身被曝で 5.7×10^{-2} /Sv としています。もっと大きい値を主張する人もあるようですが、岡氏によれば、そちらはあまり使われていないそうです。

損失健康寿命への換算 これを健康寿命の増減として表すには、蒲生らによる方法を用います [参考文献 2]。彼らは日本人について、「ガンでの死亡によって健康寿命が 13 年縮む」として計算しています。(岡氏の詳しい解説も HP に掲載してありますので、参考にしてください。)

つまり 1 Sv 当たりの健康寿命の短縮は、 $(3\sim 6 \times 10^{-2} / \text{Sv}) \times 1 \text{ Sv} \times 13 \text{ 年} = 0.4\sim 0.8 \text{ 年}$ ということになります。これは、ゼロ歳児の寿命についての計算なので、大人ならもっと短くなります。そこで、1 Sv 当たり 0.8 年以下、と考えれば良いでしょう。表 1 を作るには、岡らの論文が使っている 0.74 年を使いました。

結局、次のような式で健康寿命の減少を計算することになります。

$$[\text{健康寿命の減少}] = [\text{シーベルトで表した合計被曝量}] \times 0.74 \text{ 年}$$

このようにして計算した健康寿命の減少を表 1 に示します。簡略には 1 Sv で約 1 年です。

表 1 各種被曝量の健康寿命影響

被曝量(Sv)	健康寿命への影響	
10 Sv	-7.4 年	
3 Sv	-2.4 年	
1 Sv	-270 日	
300 mSv	-81 日	
100 mSv	-27 日	
30 mSv	-8.1 日	
10 mSv	-2.7 日	
3 mSv	-19.5 時間	
1 mSv	-6.5 時間	一般人の年間許容量限度
0.3 mSv (300 μSv)	-2 時間	
0.1 mSv (100 μSv)	-39 分	
0.03 mSv (30 μSv)	-12 分	
0.01 mSv (10 μSv)	-3.9 分	
0.003 mSv (3 μSv)	-1.2 分	
0.001 mSv (1 μSv)	-23.4 秒	

表 1 では、0.001 mSv (つまり 1 μSv) から 1000 mSv (つまり 1 Sv)まで 3 倍ずつ変えて計算してあります。比例関係ですので、他の場合も簡単に計算できます。なお、短時間に多量に被曝すると数週間以内に急性障害が起きます。250 mSv から障害が発生し、致死量は 7 Sv と言われています。

シーベルト(Sv)だけでなく、ベクレル(Bq)も良く出てきますが、ベクレルとシーベルトの換算は、摂取する食物の量など、いろいろな条件で変わりますので、ここでは簡単のためにシーベルトのみを扱いました。なお、参考文献1では、1ベクレルと 3.7×10^{-6} シーベルト(あるいは27万ベクレルが1シーベルト)が対応するとして計算しています。

被曝許容量について 一般市民についての年間の最大許容被曝量は、約1 mSvとなっています[文献3]。年間0.3 mSvのとき、10万人につき1~2人のガン死とすれば、年間1 mSvなら10万人につき約3~6人となります。また、一生が約80年とすれば、合計の最大許容被曝量は80 mSvとなります。表を見ると、100 mSvで-27日ですから、80 mSvは大体-22日に相当します。これをどう見るかですが、後で出てくる他のリスクとの比較を参考にしてください。

なお、研究の進展に伴って、許容量は年々減る傾向にあります[参考文献4]。医療従事者の場合は年間最大50 mSvです[文献5]。これらの文献に出ているデータを付録として最後に挙げさせていただきます。

被曝量について シーベルト単位による被曝量は、1時間当たりで報告されることが多いですが、表1の被曝量は合計です。ですから、1時間当たりの被曝線量から被曝量の合計を計算しなくてはなりません。なお、「1時間当たりの被曝線量」は「放射線強度」と書かれることが多いです。

表2は、放射線強度(Sv/h)と被曝量(Sv)の関係を表したものです。これを使って、報道される放射線強度から、被曝量を簡易的に読み取ることができます。ただし、放射線強度は期間中一定としています。

放射線量が尖ったスパイク状に変化することもしばしばあります。そのときは、ピークの高さに継続期間をかけて、1/2にすれば近似できます(三角形の面積)。

表2. 1時間当たりのシーベルト値と、合計被曝量の関係(極端に大きい欄は除いた)

期間 放射線強度	1時間	1日	1週間	1ヶ月	1年	10年
100 mSv/h	100 mSv	2.4 Sv	16.8 Sv			
10 mSv/h	10 mSv	240 mSv	1.68 Sv	7.2 Sv		
1 mSv/h	1 mSv	24 mSv	168 mSv	720 mSv	8.64 Sv	
100 μSv/h	100 μSv	2.4 mSv	16.8 mSv	72 mSv	864 mSv	8.64 Sv
10 μSv/h	10 μSv	240 μSv	1.68 mSv	7.2 mSv	86.4 mSv	864 mSv
1 μSv/h	1 μSv	24 μSv	168 μSv	720 μSv	8.64 mSv	86.4 mSv
0.1 μSv/h	0.1 μSv	2.4 μSv	16.8 μSv	72 μSv	86.4 μSv	8.64 mSv
0.01 μSv/h	0.01 μSv	240 nSv	1.68 μSv	7.2 μSv	86.4 μSv	864 μSv

目安として、80 mSvを超える被曝量と期間の組み合わせを赤で、超えない組み合わせを青で示しました。

例えば、1 $\mu\text{Sv/h}$ の数値が1ヵ月続いたとき、積算値は720 μSv です。表1を見ると、300 μSv で-2時間ですので、720 μSv は約マイナス5時間になります。

他のリスクとの比較 このようにして計算された健康寿命の減少をどのように評価すればよいでしょうか。中西準子『環境リスク学』に挙げてある、他のさまざまな健康リスクと比較してみます。図1は、喫煙やディーゼル粒子、ヒ素やベンゼンなど、さまざまな健康リスク要因を損失余命(健康寿命の減少とほぼ同じ)で表したものです。

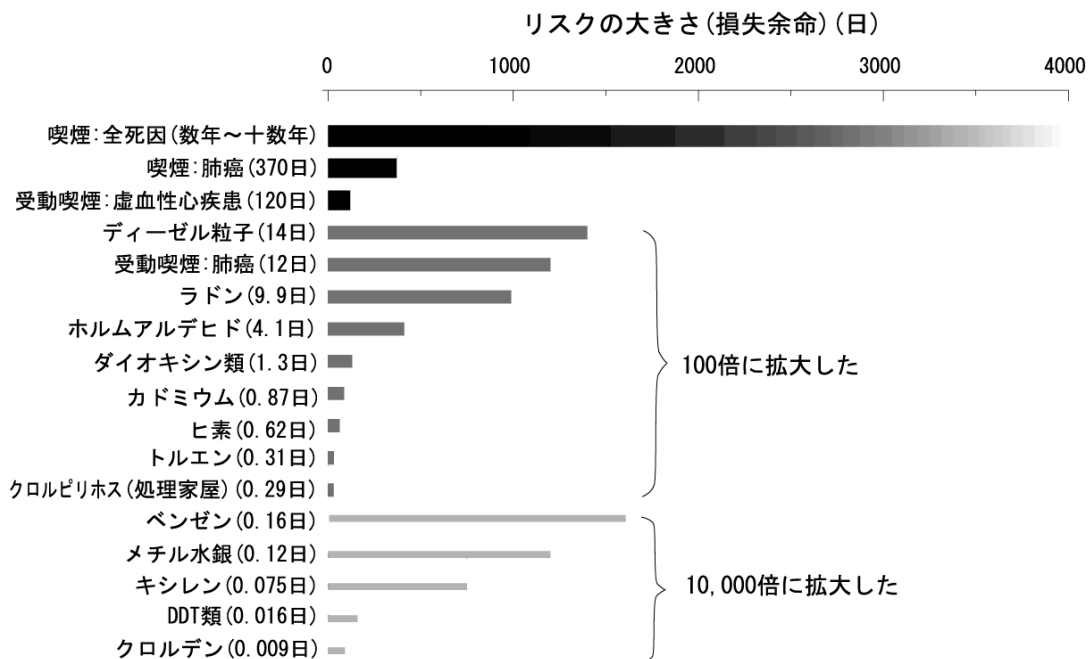


図1. いろいろな健康リスクの比較(中西準子『環境リスク学』p.104) 「損失余命」は損失健康寿命とほぼ同じ概念。

喫煙によるものが最も大きく、数年~十数年になっています。放射性物質としては、自然に存在するラドンが9.9日です。有名なダイオキシンは、1.3日となっています。なお、ディーゼル粒子より下に並べた因子は、100倍、あるいは10,000倍に拡大してあります。

このような方法で、種々の健康リスクと放射線被曝リスクを比べることが可能です。先に例として挙げた1 μSv で1ヶ月週間(マイナス5時間の健康寿命減少)は、図1では真ん中よりも少し下あたりに相当します。

獲得健康寿命について 健康寿命は、健康リスクがあればマイナスになりますが、健康に良いことがあればプラスになります。

例えば、魚を毎日平均数十g食べる人を、魚を全く食べない人と比べると0.5年程度の健康寿命の獲得になります。つまり、プラス0.5年です。その他、生活習慣の改善で健康寿命が延びる

とされています。

最後に 我々はいろいろなリスクの中で生きています。そのリスクを比較してリスクが小さい方に向かうことは、ある程度は本能的にできることです。だから人間を含めて生物は生き残ってきたと考えられます。しかし、本能が役に立たない場合もあります。放射線のように通常感覚器官で捉えられないリスクでは、我々の知恵をセンサーとして使うしかありません。

健康寿命の損失あるいは獲得は、このリスク比較に相当と思われます。本 GCOE では、随時、参考になりそうな関連情報を提供することを考えているところです。お役に立てば幸いです。

参考文献

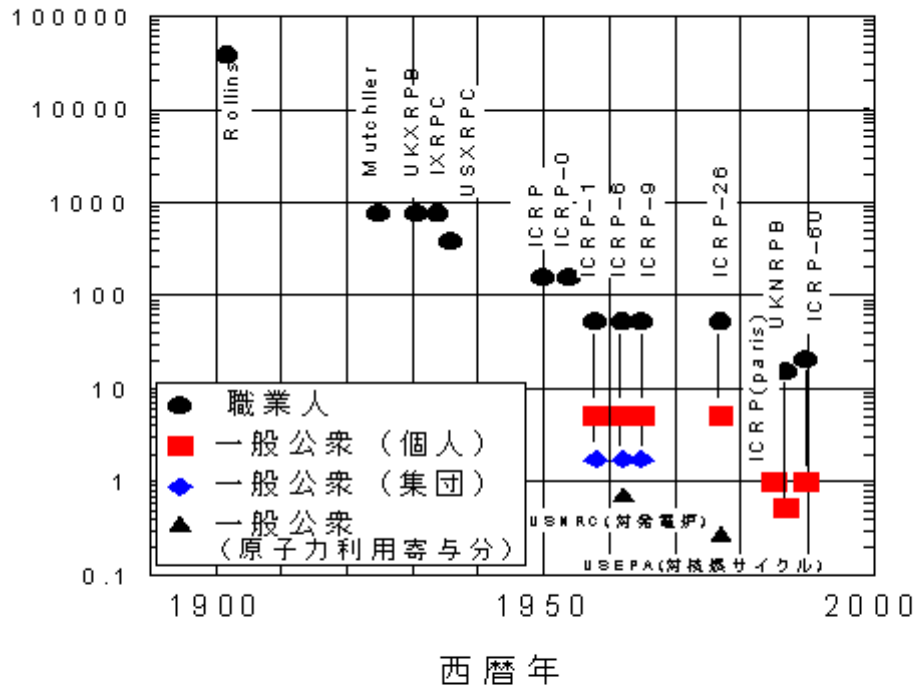
- 1) http://blog.goo.ne.jp/harumi-s_2005/e/79a28f5179a1c8d81979ce33b1d2e4e9
- 2) 蒲生・岡・中西、環境科学会誌(1996) 9:1-8
- 3) http://testpage.jp/m/tool/bq_sv.php
- 3) <http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/kid/radiation/permisib.htm> (付録表 1 参照)
- 4) <http://shimonagaya.com/radiation.htm> (付録表 2 参照)

付録1 放射線許容量の変遷

<http://www.rri.kyoto-u.ac.jp/NSRG/kid/radiation/permisib.htm>による

いわゆる放射線「許容量」の変遷

[ミリシーベルト／年]



放射線や放射能が発見された直後においては、被曝についての知識がなく、被曝の制限値は著しく高かった。その後、放射線の危険度についての科学的な知識が蓄積するにつれて、被曝の制限値は、一方的に低下してきた。一般公衆に集団についての規定があるのは、集団全体の遺伝子プールを考慮したためである。

Rollins, Mutohler は研究者の個人名。
 UKXRPB : 英国 X 線ラジウム防護庁、 IXRPC : 国際 X 線ラジウム防護委員会
 UKNRPB : 英国放射線防護庁、 USXRPC : 米国 X 線ラジウム防護委員会
 ICRP : 国際放射線防護委員会、続く数字は勧告の番号
 USNRC : 米国原子力規制委員会、 USEPA : 米国環境保護庁

付録 2. 許容被曝線量 <http://shimonagaya.com/radiation.htm> による

医療法施行規則第 30 条の 27(許容線量)

3ヶ月間につき

放射線従事者(全身)の最大許容被曝線量・・	➡	30mSv(30000 μ Sv)
皮膚のみに対する被曝・・・・・・・・	➡	80mSv(80000 μ Sv)
手 足 関節・・・・・・・・	➡	200mSv(200000 μ Sv)
妊娠可能な女子の腹部・・・・・・・・	➡	13mSv(13000 μ Sv)
妊娠中の女子の腹部に対して妊娠と 診断された日から出産までの間に対し・・	➡	10mSv(10000 μ Sv)
年間(全身)の最大許容被曝線量・・・・・	➡	50mSv(50000 μ Sv)

国連科学委員会(ICRP)により、現在及び将来においても健康を損なう恐れがないと言われている被曝量。(1Sv=1000mSv=1000000 μ Sv)