

前回のコラムで「国際放射線防護委員会(以下『ICRP』という)は、2007年勧告の中で『集団実効線量ⁱ』の安易な使用を制限」と紹介しました。今回はその内容を詳しく説明しましょう。

ゆりちゃん:「集団実効線量」とは、何ですか? どうして安易な使用が制限されたのですか?

タクさん: 前回のコラムで、「集団実効線量はICRP1977年勧告で開発・導入された概念」と紹介しましたが、これだけでは意味不明ですね。そこで関連資料を探してみましたら、佐々木先生ⁱⁱが、エネ百科(日本原子力文化財団)のインタビューを受けた記事が目にとまりました。先生はまず、「放射線によって、遺伝子の変化を残したまま生き延びる細胞があると、さらなる変化が重なって、5年以上を経て細胞ががん化する可能性がある。この種の影響を“確率的影響”と呼ぶ。体細胞への影響が発がん、生殖細胞への影響が次世代に出ることを遺伝影響と呼ぶが、遺伝影響はヒトではこれまでみられていない。従って、ヒトでの確率的影響は将来の発がん、またはがんになって死亡するリスクとして評価される」と説明しています。しかし現実には、「100ミリシーベルト以下の被ばくではがんの増え方が小さすぎて、被ばくしていない人達との区別がつかない」という問題が立ちだかっています。佐々木先生はこの状況に対して、「ICRPは放射線防護の視点に立って、確率的影響には“しきい値ⁱⁱⁱ”はなく、高線量域でみられる線量増加とがんの増加との比例関係が、100ミリシーベルト以下の低線量域でもあると考えることにした。この考え方は直線しきい値なしモデル『Linear Non Threshold (LNT) MODEL』と呼ばれている。この考えに基づいて、がんのリスクの指標として考案されたのが、放射線防護の中核をなすと言われる『実効線量』という線量単位である」と解説しています。さらに、これはとても大事なことですが、「低い線量の放射線をたくさんの方たちが被ばくしたことから、実効線量と、それを受けた人数を掛け合わせた『集団実効線量』という数値を使って将来のがんの予測に使うことが過去に行われた。しかし、その数値には適切な使い方が必要で、間違った使い方をするると大変誤解を招きやすいので、その点についてはICRP2007年勧告がかなり細かく『適切な使い方』を説明している」と教えてくれました。ゆりちゃん、これで少しは理解してもらえましたか?

ゆりちゃん:「集団実効線量」が間違っって使われ、誤解を招いた事例が実際にあったのですか?

タクさん: ありました。その代表的な事例として、1986年に起こったチェルノブイリ原子力発電所事故による「死亡者数の推定」を挙げるができます。これには、電力中央研究所トピックス「チェルノブイリ事故の健康影響に関する報告書(2006年9月4日)」が参考になります。表1を見てください。報告書には、「チェルノブイリ事故から20周年を機に、事故による健康影響についての報告書が相次いで発表された。特に、チェルノブイリフォーラムが2005年秋に発表した死亡数予測4,000人(同表では3,960人)が、2006年4月の世界保健機関(World Health Organization: WHO)報告書で9,000人(同表では8,930人)に修正されたと新聞等で報道され、議論を呼んだ^{iv}」と記述されています。もう

ⁱ 国際放射線防護委員会(ICRP)1977年勧告では、被ばく集団の被ばく線量の総和(平均線量×人数)として表される集団線量当量(単位は「人・シーベルト」)が開発・導入された。この呼び名は1980年に「集団実効線量当量」へ、また1990年に「集団実効線量」へと変更されたが、意味はいずれも同じである。本コラムでは呼び名を「集団実効線量」で統一する。

ⁱⁱ 東京大学医学部教授、放射線医学総合研究所長・理事長などを歴任。国連科学委員会(UNSCEAR)日本代表、国際放射線防護委員会(ICRP)主委員会委員なども務めた。

ⁱⁱⁱ それより低ければ生物的反応に放射線の影響がない線量値のこと。

^{iv} さらに、国際がん研究機関(IARC)のCardisらは、2006年4月にWHO報告書と前後して死亡予測数が約16,000人とする論文を発表。

少し具体的に言うと、「フォーラム報告書の4,000人、WHO報告書の9,000人は、評価対象とした集団の違いによるもので、その間のリスク係数（単位被ばく量あたりのがん死亡の増加リスク）の調整は行われていない。すなわちフォーラム報告書では、除染作業員（平均線量100ミリシーベルト）、避難住民（同10ミリシーベルト）、および最も汚染した地域住民（同50ミリシーベルト）という、かなりの外部被ばく線量および内部被ばく線量を受けた約60万人を評価対象者としたのに対して、WHO報告書では、事故による被ばく線量がかかなり少ないその他の汚染地域の住民（同7ミリシーベルト）も評価対象として約740万人に広げたが、いずれの場合も同じリスク係数を用いてがん死亡数の推定を行ったことが、誤解を招くもととなった」と説明しています。

ゆりちゃん：それではICRP2007勧告は、「集団実効線量」の使用をどのように制限しているのですか？
 タクさん：第161項に記述されています。すなわち、「集団実効線量は、放射線の利用技術と防護手段を比較するための『最適化の手段』である。疫学的研究^vの手段として集団実効線量を用いることは意図されておらず、リスク予測にこの線量を用いるのは不適切である。その理由は、（例えばLNTモデル（しきい値無しモデル）を適用した時に）集団実効線量の計算に内在する仮定が大きな生物学的及び統計学的不確実性を秘めているためである。特に大集団に対する微量の被ばくがもたらす集団実効線量に基づくがん死亡数を計算するのは合理的ではなく、避けるべきである。集団実効線量に基づくそのような計算は、意図されたことがなく、生物学的にも統計学的にも非常に不確かであり、推定値が本来の文脈を離れて引用されるという繰り返されるべきでないような多くの警告が予想される。このような計算はこの防護量の誤った使用方法である。」さて次回は再び下先生の著書「空気と水と放射線」に戻って「1mSv/年は安全レベルか」探ってみましょう。
 （原産協会：人材育成部）

表1. チェルノブイリ事故による過剰がん死亡の予測

対象	人口／平均線量	がんタイプ	バックグラウンドがん死亡数		過剰がん死亡予測数		
			人数	%	人数	%	AF ^注 (%)
A 除染作業員	200,000 100 mSv	固形がん	41,500	21	2,000	1	5
		白血病	800	0.4	200	0.1	20
B 避難住民	135,000 10 mSv	固形がん	21,500	16	150	0.1	0.7
		白血病	500	0.3	10	0.01	2
C 最も汚染した地域の住民	270,000 50 mSv	固形がん	43,500	16	1500	0.5	3
		白血病	1,000	0.3	100	0.04	9
小計(A-C)		---	108,800	---	3,960	---	---
D その他の汚染地域の住民	6,800,000 7 mSv	固形がん	800,000	16	4,600	0.05	0.6
		白血病	24,000	0.3	370	0.01	1.5
合計(A-D)		---	932,800	---	8,930	---	---

注) AF：寄与割合 = (過剰死亡率/全死亡率) × 100

引用：電力中央研究所トピックス「チェルノブイリ事故の健康影響に関する報告書について」
<https://criepi.denken.or.jp/jp/rsc/study/topics/20060904.html>

^v 地域社会や特定の人間集団を対象として、健康に関する事象（病気の発生状況など）の頻度や分布を調査し、その要因を明らかにする医学研究のこと。