

【原子カウンポイント】広く利用されている放射線(146)

「等価線量と実効線量の混同」そして繰り返される 100mSv 問題(その 6)

前回のコラムで「福島県のいわき市、川俣町、飯舘村で 2011 年 3 月、児童 1080 人を対象として行われた甲状腺スクリーニング検査について、調査の目安として設定されたスクリーニングレベル『0.2 マイクロシーベルト/時』が、なぜ、1 歳児の甲状腺等価線量『100 ミリシーベルト』に対応するのか、次回のコラムで理由を説明する」と予告しました。今回は、これについて詳しく見ていきましょう。

ゆりちゃん:「甲状腺線量率」の測定値から、直接、児童の「甲状腺等価線量」を求められるの？

タクさん: 話はそんなに簡単ではないのですよ。二つのステップに分けて考えてみましょう。一つ目のステップでは、まず、体の外に出てきたガンマ線の「線量率」測定値から、甲状腺に溜まっている放射性ヨウ素（ヨウ素 131）の総量（甲状腺残留放射能）を推測する必要があります。このため、人の頸部を模擬したファントム内部に甲状腺の形状をした容器を内在させた校正用ファントムを用意しました。甲状腺の形状をした容器内には、年齢に応じた容量の放射性溶液（今回は、ヨウ素 131 とエネルギーが近いガンマ線を放出するバリウム 133 が使用されました）が封入されます。そして、NaI サーベイメータ（以下「NaI」という）を、校正用ファントムの頸部に密着させて線量率を測定し、バリウム 133 の総量（すなわちヨウ素 131 の甲状腺残留放射能）との比率を求めます。表 1ⁱは NaI の校正定数等が整理された表ですが、2 列目に記載された数値に注目して下さい。スクリーニングレベルである「0.2 マイクロシーベルト/時」に相当するヨウ素 131 の甲状腺残留放射能が、被験者の年齢別に整理されています。ここで、スクリーニング検査時に報告された資料を見てみると、「甲状腺の線量率測定値が『1 マイクロシーベルト/時』の時、甲状腺残留放射能は『約 22 キロベクレル（1 歳児の場合）』」と書かれた記事が目につきます。まさに、表 1 の 1 歳児に対する 2 列目の数値を等倍したものです。このように、「甲状腺線量率」の測定値が直ちに関係する量は、「甲状腺等価線量」ではなくて、「ヨウ素 131 の甲状腺残留放射能」だったのです。

ゆりちゃん: それでは「甲状腺等価線量」はどのように求めたらいいの？

タクさん: 少し込み入った話になるけど我慢して聞いてください。二つ目のステップでは、こうして得られた「ヨウ素 131 の甲状腺残留放射能」をもとにして、甲状腺が生涯にわたって受ける被ばく量（預託線量ⁱⁱ）を算出し、それを甲状腺等価線量で表します。基本的には、（甲状腺に溜まった）ヨウ素 131 から放出される放射線（ベータ線とガンマ線）のエネルギーが、どれだけ甲状腺に吸収されるかを求め、それを甲状腺の質量で割ればいいはずですが。ただし、その際に、「どのタイミングでヨウ素 131 を吸入したか」が問題となってきます。まさにヨウ素 131 が甲状腺にたまった直後に検査をしたのであれば、その時点での「甲状腺残留放射能」が（これから先の人生に）及ぼす被ばくを考えればよいでしょう（後述のシナリオ 1 に対応）。一方、ヨウ素 131 が、甲状腺にたまってからある日数、例えば半減期ⁱⁱⁱに等しい 8 日が経ってから検査をした場合には、検査の時点で既に、ヨウ素 131 の量は当初の半分に減っているのです。過去にさかのぼって、「現在の倍の量のヨウ素 131」がどれだけの被ばくを及ぼすか？計算しなくてはなりません（後述のシナリオ 2

ⁱ 環境省から放医研に委託して行われた「事故初期のヨウ素等短半減期核種による内部被ばく線量評価調査の成果報告書」に記載された表 2 を引用したものである。同報告書については 2013 年 9 月 20 日、情報公開クリアリングハウスによる情報公開請求により公開された。

ⁱⁱ 一般成人に対しては放射性物質を摂取した後の 50 年間（子供や乳幼児に対しては摂取時から 70 歳まで）に受ける内部被ばく線量を、「摂取時に一度」に受けたと想定して換算した量のことである。

ⁱⁱⁱ ある放射性同位体が、放射性崩壊によってその内の半分が別の核種に変化するまでにかかる時間を（ヨウ素 131 であれば約 8 日）言う。

に対応)。

ゆりちゃん：やっぱり、ちょっと理解し難いですね。もう少し簡単に言えないかしら？

タクさん：本当に放射線影響の説明は難しいですね。一言でいうと、「甲状腺の等価線量を求めるためには、どの時点でどの程度のヨウ素 131 を吸入したか？ということについて、実情に合ったシナリオ(モデル)を組み立てる必要がある」ということではないでしょうか。このモデルさえ決まれば、「ヨウ素 131 の甲状腺残留放射能」を入力値とし、公開されている手順に従って計算すれば、「甲状腺等価線量」を推測できます。

ゆりちゃん：スクリーニング検査実施時にはどんなモデルが設定されたの？

タクさん：ここでは、シナリオ 1 と言いますが、「2011 年 3 月 12 日から 23 日までの 12 日間にかけて、ヨウ素 131 を連続的に吸入、翌日の 24 日に甲状腺線量を測定する」というものでした。もう一度、表 1 を見て下さい。同表の 4 列目を見ると、シナリオ 1 に従えば、「スクリーニングレベル (0.2 μ Sv/h) は、甲状腺等価線量で 108 (≒100) ミリシーベルトに相当する」ことがわかります。一方、放医研では、このシナリオ 1 だけではなくてシナリオ 2、すなわち、「2011 年 3 月 15 日に、1 回で、ヨウ素 131 の全量を摂取」という新たな摂取のモデルを組み立てて、児童 1080 人の「甲状腺線量分布」を解析・評価しています。結果がちょっと気になりますね。次回に詳しく紹介しましょう。

(原産協会・人材育成部)

表1. NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータの校正定数等

年齢	0.2 μ Sv h ⁻¹ の正味値に相当する ¹³¹ I甲状腺残留放射能	12日間吸入摂取し、13日に計測した実効線量	左記条件での甲状腺等価線量
1歳児 (1~3歳未満)	4,400 Bq (*)	5.4mSv	108mSv
5歳児 (3歳~8歳未満)	4,690 Bq	3.2mSv	64mSv
成人 (18歳以上)	6,030 Bq	0.8mSv	16mSv

* 「1マイクロシーベルト/時 (1 μ Sv/h) の線量率は、ヨウ素131の総量22.0キロボケレル (22.0kBq) に相当する」と同じ意味である。

引用：平成24年度原子力災害影響調査等事業「事故初期のヨウ素等短半減期核種による内部被ばく線量調査」成果報告書