

表題：ラドン吸入による内部被ばく問題（8）

副題：肺がんとの相関

筆者：SCE-Net 環境研究会 郷 茂夫

（化学工学会 会員， 放射線影響学会 会員）

2021年9月25日作成

本連載テーマの最後の小論は、ラドンとその子孫核種の放射線による発がん問題についてです。ラドン及びその子孫核種は、肺に吸入されてから、気管や肺の組織に沈着して、健康への悪影響を発動するリスクがありますので、最大の問題となるのは肺がんです。ただ、最近では、それらの核種は気管支、肺のみならず、もっと広く身体内に拡散しているという報告もありますが、ここではラドン起因の肺がんについての小論です。

ラドンとその子孫核種による肺がんとの相関につきましては、いくつかの研究報告が公開されていますが、ここでは ICRP が発行している以下の報告書の結論をまとめます。ICRP の報告書（Publication 115）の英語もその和訳も、まことにわかりにくい文書です。ここでは、報告書の結論部分の、そのまた要旨を載せることとなります。

ICRP Publication 115 / Part 1,

「ラドンと子孫核種による肺がんリスク ラドンに関する ICRP 声明」の結論

2011年4月 主委員会により承認、
公益社団法人 日本アイソトープ協会の和訳。

1. 「報告書の第5章 結論」

「である、だ」という断定調の文で書きます。

ラドンの疫学に対するレビューおよび解析により、以下の結論が得られた。

- 地下鉱山労働者のコホート研究と住居内ラドン被ばくの症例対照研究から、**ラドンとその子孫核種が肺がんの原因となり得ることを示す説得力のある証拠が得られている。**

肺がん以外の固形腫瘍および白血病については、現在のところ、ラドンとその子孫核種への被ばくに伴って過剰発生するという説得力のある、あるいは一貫した証拠はない。

- 欧州、北米および中国の3つの住居症例対照プール研究は同じような結果であり、**ラドン濃度が100Bq/m³上昇すると肺癌リスクが少なくとも8%増加すること**を示した (Lubin ら, 2004; Darby ら, 2005; Krews ら, 2006).
- ラドンの放射能濃度測定における統計変動による不確かさを補正した結果、欧州の住居症例対照プール研究では、**100Bq/m³の増加につき16% (95%信頼区間:5-31%)というERRが得られた** (Darby ら, 2005). このリスクが少なくとも25年の被ばく期間に対するものであることを考慮すれば、住宅での比較的長く長期にわたるラドン被ばくに対して、この値はリスク管理のための合理的な推定値であると考えられるだろう. (筆者注: リスク管理が必要なレベルだろうということ.)
- 欧州の住居症例対照プール研究によって、長期間の平均ラドン濃度が200Bq/m³未満のレベルであっても肺癌のリスクが存在するという証拠が得られている (Darby ら, 2005).
- 生涯**非**喫煙者の75歳までの肺癌の累積リスクは、0, 100, 400 Bq/m³のラドン放射能濃度に対して、それぞれ**0.4%, 0.5%, 0.7%**と推定されている.
生涯喫煙者の75歳までの肺癌の累積リスクは、0, 100, 400 Bq/m³のラドン放射能濃度に対して、それぞれ**約10%, 12%と16%**である (Darby ら, 2005, 2006). ただし、喫煙は引き続き、肺癌の最も重要な原因である.

(注釈) 累積死亡リスク: ある年齢までにある病気で死亡する確率。「生涯累積死亡リスク」の場合は、一生のうちにある病気で死亡する確率を表します。例えば、日本人のがんの生涯累積死亡リスクが25%であった場合、日本人ががんで死亡する確率が25%であることを意味します（「日本人の4人に1人はがんで死亡する」と表現されることもあります）。

「がん情報サービス」で掲載している累積死亡リスクの値は、年齢階級別の死亡率を基に、生命表の手法を用いて算出されています*。この手法では、0歳の人100人からなる集団を想定し、その集団を加齢させて、発生したがん死亡者とそれ以外の死亡者を減らしていき、最終的に0人になった時点で、それまでのがん死亡者の数を合計します。それが生涯累積死亡リスク（100人中何人が、がんで死亡したか）に相当します。

- 鉱山労働者研究と屋内研究の肺癌リスク推定値は、適切な比較の下でよく一致している。
- 比較的低いレベルの被ばくの研究を含む地下鉱山労働者の疫学研究のレビューに基づき、ラドンの単位被ばく量あたりの肺への損害として、損害で調整された名目リスク

係数 $5 \times 10^{-4}/\text{WLM}$ ($0.14/(\text{Jh}/\text{m}^3)$) を採用する。

この $5 \times 10^{-4}/\text{WLM}$ ($0.14/(\text{Jh}/\text{m}^3)$) という値は成人期の被ばくを考慮した最近の研究から得られたものであり、Publication 65 (ICRP,1993) で計算された値の2倍近い値である。

<勧告, 留意, 予定>

- 屋内疫学研究から得られたリスク推定値は、公衆の防護が住居の濃度レベルに基づいて実施できるほどに十分に堅固である。Publication 65 (ICRP,1993) は、ラドンとその子孫核種による線量は、鉱山労働者の疫学研究に基づく線量換算規約を用いて計算すべきであると勧告した。本報告書ではそのような換算規約は提案しない。
- 職業上の防護の目的では、限度および拘束値に準拠していることを示すために、**線量推定が必要**である。疫学データのレビューに加えて、ラドンと子孫核種に対する線量計算の文献についてもレビューした。

ヒト呼吸気道モデル (Human Respiratory Tract Model: HRTM) に基づくラドン子孫核種の吸入による実効線量の公表値は、被ばくシナリオに応じて、およそ 10 から 20 mSv/WLM [$3\text{-}6\text{mSv}/(\text{mJh}/\text{m}^3)$] である。

これらの係数は Publication 65 (ICRP,1993) で導き出した換算係数より 2 倍あるいはそれよりも大きいことに留意するべきである。

- 委員会は今回、ラドンとその子孫核種を防護体系の中で他の放射性核種と同じように扱うこととし、近い将来に線量係数（単位被ばく量あたりの線量）を発表する予定である。

ラドンとその子孫核種からの線量は、Publication 66 (ICRP,1994) の HRTM と ICRP 組織系動態モデルを含む ICRP の体内動態・線量評価モデルを用いて計算されるであろう。これはラドンとその子孫核種だけでなく、トロンとその子孫核種にも適用されることになる。特定のエアロゾル特性と F 値に対する様々な標準的被ばく条件について、ラドンとその子孫核種の単位被ばく量あたりの標準 ICRP 線量係数が発表されるであろう。

2. 筆者コメント

ラドンとその子孫核種が肺がんの原因となり得ることを示す説得力のある証拠が得られていることで、それは間違いのないこととおもいますが、どの程度のラドン子孫核種の被ばくが実際あったのかを勉強して確認したい と思っています。もう少しお時間をいただき

ます.

今回は、本連載の最後で、床次先生の ICRP 線量換算係数の大幅見直しに直面してのご
印象と国内のラドン立法化の動きについて締めくくりたいと思います。

(連載 024 おわり)