

放射線の健康影響に係る研究調査事業 令和5年度研究報告書

研究課題名	浜通り地域を対象とした帰還住民の天然および人工放射性核種からの被ばく線量調査
令和5年度研究期間	令和5年4月3日～令和6年2月29日
研究期間	令和3年度～令和5年度（3年目）

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	細田 正洋	弘前大学・教授
分担研究者		
若手研究者		

キーワード	浜通り地域、自然放射線、人工放射線、外部被ばく、内部被ばく、被ばく線量
-------	-------------------------------------

本年度研究成果
<p>I 研究背景</p> <p>我々は、浪江町において放射線の健康影響に係る研究調査事業「浪江町民のための被ばく線量調査」を2017年度から2019年度にかけて実施した^{1,2)}。この調査事業ではフィールド調査のみでなく、浪江町民との交流も積極的に行った。浪江町での活動の中で、放射線と向き合って生活するためには、自然放射線に関する情報や他地域の放射線量の実態を知りたいとの声を多く聞いた。原発事故以前より自然界にはラドンをはじめとしてさまざまな放射性物質による被ばくがあったのにも関わらず、その実態は理解されていない。さらに、浜通り地域において多くの研究機関が地域に根付いた調査を実施しており、機関間の連携も浜通り地域の活性化において重要な課題である。</p> <p>II 目的</p> <p>富岡町、川内村および大熊町において自然放射線と原発事故由来の人工放射線からの被ばく線量の実態を明らかにし、自然放射線源からの被ばく線量を“ものさし”とすることで人工放射線による線量との比較が住民自身で容易にできるような資料を提供することを目的とする。</p> <p>III 研究方法</p> <p>1) 大気中の放射性セシウムの吸入摂取</p> <p>令和3年度中に決定したそれぞれの観測地点において3ヶ月ごとに可搬型ハイボリュームエアサンプラを用いて大気中ダストの採取を行い、高純度ゲルマニウム半導体検出器によって放射性セシウムを定量することで土壌から大気へと再浮遊した放射性セシウムの大気中濃度を評価した。</p> <p>2) 家屋内外のラドン・トロン吸入摂取</p> <p>富岡町、川内村の各30家屋内及び大熊町内の10家屋にパッシブ型ラドン・トロン弁別モニタ(RADUET³⁾)とラドン・トロン子孫核種モニタ⁴⁾を設置した。季節変動を評価するためモニタを3ヶ</p>

月毎に交換し、4期の測定を実施した。また、比較対象地域として、弘前市内、北海道および沖縄県内の全30家屋で同様の調査を実施した。

3) 飲料水中の放射性セシウムの経口摂取

屋内ラドン濃度の調査を実施する各町村のそれぞれ10家屋において、3ヶ月ごとに2Lの飲料水を採水した。弘前大学において高純度ゲルマニウム半導体検出器によって放射性セシウムを分析した。

4) 飲料水中のラドンの経口摂取

屋内ラドン濃度の調査を実施する各町村のそれぞれ10家屋において、3ヶ月ごとに500mLの飲料水を採水した。可搬型ラドンモニタによって飲料水中ラドン濃度を評価した。さらに、飲料水の温度を60°C、80°C、90°Cに調整することで、加熱による飲料水中のラドン濃度の低減効果について検討した。

これらの個人の線量評価を行うための基礎情報（行動記録や家屋構造等）を取得するにあたり、弘前大学大学院保健学研究科に設置された倫理委員会の承諾を得た（承認番号: 2020-56）。

IV 研究結果、考察及び今後の研究方針

本年度で、川内村、富岡町、大熊町の3町村全ての屋内ラドン濃度の調査が終了した。川内村の屋内ラドン濃度は冬期に高く、夏期に低い一般的な季節変動を示した。一方、富岡町と大熊町では季節変動は観測されなかった。建築時期を2003年前後で区分し屋内ラドン濃度の平均値を比較した結果、2003年前に建てられた家屋は冬期のラドン濃度が夏期と比べて有意に高い傾向を示した。一方、2003年以降に建てられた家屋は季節変動が確認されず、かつ濃度の平均値も低かった。大熊町内の一施設の平均ラドン濃度は $586 \pm 160 \text{ Bq/m}^3$ と世界保健機関が勧告する参考レベルである 100 Bq/m^3 を超えた。これは、施設のある地域の基盤岩が花崗岩類であること、壁材として石膏ボードを使用しており多くの亀裂があること、ほとんど換気をしないことが高濃度化の要因であると考えられた。

川内村で得られた春期のトロン子孫核種濃度の平均値は $1.1 \pm 1.9 \text{ Bq/m}^3$ であり、富岡町での平均値($0.4 \pm 0.5 \text{ Bq/m}^3$)と比べ有意に高い傾向を示した。壁紙や壁に塗料が塗られていることでトロン濃度が低減することはいくつか報告されている。川内村の多くの家屋は壁紙が使用されていないことが、壁紙がある富岡町の家屋と比べて高い傾向を示した要因であると考えられる。

一方、対象地域である札幌市、弘前市、沖縄県内の屋内ラドン濃度は、それぞれ $17 \pm 19 \text{ Bq/m}^3$ 、 $16 \pm 13 \text{ Bq/m}^3$ 、 $15 \pm 17 \text{ Bq/m}^3$ であった。また、トロン子孫核種濃度は、それぞれ $0.4 \pm 0.4 \text{ Bq/m}^3$ 、 $0.3 \pm 0.3 \text{ Bq/m}^3$ 、 $0.9 \pm 1.2 \text{ Bq/m}^3$ であり、いずれも川内村、富岡町及び大熊町で得られた結果と同レベルであった。

大気中の ^{137}Cs 放射能濃度は、川内村では検出下限値以下($16 \mu\text{Bq/m}^3$)、富岡町では $4\text{--}31 \mu\text{Bq/m}^3$ 、大熊町では $33\text{--}210 \mu\text{Bq/m}^3$ であった。大気中のラドン濃度は $7 \pm 4 \text{ Bq/m}^3$ であり、わが国の平均値(6 Bq/m^3 ⁵⁾と同レベルであった。

川内村の全家屋において地下水を飲用に利用しており、その平均ラドン濃度は $18\text{--}351 \text{ Bq/L}$ であり、6家屋でEUが定める参考レベルである 100 Bq/L を超えていた。そこで、残存率が1%になるまでの温度と時間について室内実験で検討した結果、60°Cでは65分、80°Cでは50分、90°Cでは38分を必要とすることが明らかとなり、水温上昇とともにラドン残存率は低下した。一方、本年度の調査結果でも ^{137}Cs は全ての飲料水で検出下限値以下であった。

本調査で得られた実測結果に加え、食事中に含まれる天然放射性核種の経口摂取及び二次宇宙線に

よる年間実効線量をそれぞれ文献値⁶⁾及びEXPACS⁷⁾による計算から評価した。その結果、川内村、富岡町、大熊町の自然放射線源からの年間実効線量は、それぞれ 2.6 mSv、2.0 mSv、2.3 mSv と評価された。一方、それぞれの町村の人工放射線源からの年間実効線量は、それぞれ 0.12 mSv、0.34 mSv、0.59 mSv と評価された。

V 結論

3年間の調査結果をもとに住民への説明資料を作成し、自然放射線源からの年間実効線量をものさしとした事故由来の放射性セシウムによる線量と比較し住民への説明を行った。約 90%の住民は自然放射線による被ばく線量をものさしとすることで、福島原発事故由来の放射性物質による線量を理解することが容易であると回答した。一方、県内でも浜通り地域とそれ以外の地域とでは放射線被ばくに対する認識が異なるとの話もあり、県内全域での調査の継続が重要であると認識した。

引用文献

1. Ploykrathok T, Ogura K, Shimizu M et al. Estimation of annual effective dose in Namie Town, Fukushima Prefecture due to inhalation of radon and thoron progeny, *Radiat Environ Med* 2021;10: 9–17.
2. Ogura K, Hosoda M, Tamakuma Y et al. Discriminative measurement of absorbed dose rates in air from natural and artificial radionuclides in Namie Town, Fukushima Prefecture, *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:978.
3. Tokonami S, Takahashi H, Kobayashi Y et al. Up-to-date radon-thoron discriminative detector for a large scale survey, *Rev Sci Instrum* 2005;76:113505.
4. Tokonami S. Characteristics of thoron (^{220}Rn) and its progeny in the indoor environment, *Int J Environ Res Public Health* 2020;17:8769.
5. Oikawa S, Kanno N, Sanada T et al. A nationwide survey of outdoor radon concentration in Japan. *J Environ Radioact* 2003;65:203–13.
6. Omori Y, Hosoda M, Takahashi F, et al. Japanese population dose from natural radiation. *J Radiol Prot* 2020;40(3):R99–R140.
7. Sato T. Analytical Model for Estimating Terrestrial Cosmic Ray Fluxes Nearly Anytime and Anywhere in the World: Extension of PARMA/EXPACS. *PLoS ONE* 2015;10(12):e0144679.