

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	大熊町など福島第一原発に近い地域の住家における掃除による屋内放射性物質の低減効果
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4年度 ～ 令和6年度（2年目）

	氏名	所属機関・職名
主任研究者	吉田 浩子	東北大学 先端量子ビーム科学研究センター・ 研究教授
分担研究者		
若手研究者		

キーワード	福島第一原発、住家屋内、掃除、放射性セシウム、低減効果、ハウスダスト
-------	------------------------------------

本年度研究成果
<p>I 研究背景</p> <p>平成28～30年度の原子力災害影響調査等事業で実施した「住家内汚染の包括的研究及びこれによる内部被ばく線量評価」において、1回だけの掃除機がけにより、ある程度大きくなった放射性セシウム（以下放射性Csという。）を含むハウスダストは集塵されるものの、床表面などに付着した放射性Csは残存したままであることを示した¹⁾。一方、令和3年度事業「被ばく線量に影響を及ぼす住家内外の要因に関わる研究」での調査結果では、避難指示が解除された飯舘村及び南相馬市小高区の住家で居住（帰還）している住家のほうが表面汚染密度の値が明らかに低くなるという傾向が示された。住民が日常的に行う掃除機を用いた繰り返し集塵による屋内残存放射性Csの低減効果の有無や、その長期的な効果はまだ調べられていない。</p> <p>II 目的</p> <p>大熊町を中心にヒトの出入り及びヒトの活動の頻度が異なる木造住家（最多で10戸）において定期的な掃除機がけを最長で3年間継続して行うことによりハウスダストを集塵する。集塵されたハウスダストに含まれる放射性Csを測定し、その経時変化を評価することにより定期的な繰り返し掃除機がけによる屋内残存放射性Csの低減効果を調べることを目的とする。同時に、住家の換気率や外気中及び屋内の気中放射性エアロゾルなども測定し、あらたな放射性Csの屋内への入り込みがどの程度あるのか、また、居住環境、ヒトの居住、出入りなどのヒトの活動が住家内放射性Csの挙動に与える影響について検討を行う。</p> <p>III 研究方法</p> <p>大熊町の木造住家10戸（図1）においてコードレススティック型掃除機を用いて定期的にハウスダ</p>

5. エアサンプラーを ID_0_7 (令和4年4月開始、現在も継続), ID_0_11 及び 12 (令和4年4月から令和5年2月まで)、ID_0_6 (令和5年2月開始、現在も継続中) に設置した (図1の*印を付した ID)。気中浮遊粒子の重量濃度(g/m^3)は、室内濃度は屋外濃度の 0.1 倍～0.6 倍であったが、一方、気中浮遊粒子の Cs-137 濃度(Bq/m^3)は、室内濃度は屋外濃度の 0.6 倍～1 倍前後であった。気中浮遊粒子の重量濃度分布は、 $2.1\sim 7.8\mu\text{m}$ 辺りと $0.30\sim 0.69\mu\text{m}$ 辺りにピークを持つ二峰性であるが、気中浮遊粒子の Cs-137 濃度は、 $0.30\sim 0.69\mu\text{m}$ 辺りにピークを持つ単峰性の粒径分布を示していた。 $0.02\sim 2.5\mu\text{m}$ の粒子の侵入係数は $2.5\sim 10\mu\text{m}$ の粒子の侵入係数よりも大きい³⁾。このことが気中浮遊粒子の重量濃度と Cs-137 濃度の室内/屋外比の違いに関連している可能性が考えられる。

6. 換気回数は前回事業での調査 (2016–2019) と同等もしくはやや小さかった。外気の Cs-137 濃度と換気回数の結果から、室内の沈着量を推定したところ、無人の家屋における 30 日間で $57\pm 9.4\text{ mBq}/\text{m}^2$ ($31\sim 65\text{ mBq}/\text{m}^2$) であり、ハウスダスト中で検出される Cs-137 濃度 ($0.13\sim 169\text{ Bq}/\text{m}^2$) よりかなり小さい値であった。少なくともこの2年間に採取したハウスダスト中の Cs-137 濃度に対して、外気の寄与は小さかったと言える。

7. 今年度あらたに加わった住家1戸 (ID_O_14) についてスミア法により放射性 Cs の表面汚染密度を評価し、計 10 戸についての全体的な傾向を調べた。住家ごとの表面汚染密度の分布の中央値の大きさの順は ID_O_10 >> ID_O_8 > ID_O_14 = ID_O_6 > ID_O_9 = ID_O_3 > ID_O_7 = ID_O_13 = ID_O_12 = ID_O_11 であり、上述 2. で得た重量当たりのハウスダスト (<2 mm) 中 Cs-137 濃度 (Bq/g) の値の大きさの順と全く同じ傾向を示していた。表面汚染密度の採取箇所は主にタンスなどの家具の上 (住民が掃除していないところ) であり事故直後に家屋内に入り込んだ放射性物質の残存物を観察している。一方、掃除機がけで観察している対象はヒトの活動が大きく影響する床の上のダストであるが、双方で傾向が同じということは、床の上のダスト中の放射性 Cs を支配しているのは事故直後に家屋内に入り込み残留している放射性物質であることを示唆するものである。この結果は前述 6. の知見と整合している。

8. アンフォールディング手法による γ 線スペクトルの解析を行い、除染前後の屋外・屋内の直達線/散乱線の比率に差があることが示した。この知見を含めて除染前後の屋内と屋外での放射線量の変化の違いは協力住民への説明に有用である。一方、屋根にあらたな放射性物質集積因子が観察される住家の直達線/散乱線の比率に、集積が観察されない住家との差は認められなかった。

以上の成果に基づいた今後の研究方針を以下に述べる。

引き続き定期的な掃除機がけを実施し、経時変化のより長期の傾向を調べるとともに、ヒトの活動やほかの要因との関連性について検討を行う。同時にエアサンプラーによるサンプリングを継続して行い、屋外・屋内の気中粒子濃度及び気中 Cs-137 濃度についてもより長期の傾向を調べる。スミア法による Cs-137 の表面汚染密度の評価は来年度に再度実施し、掃除機がけで集塵したハウスダストからの傾向と合わせて検討を行う。

V 結論

定期的な掃除機がけにより住家内から除去される床面積当たりのハウスダストの量は全体的に右下がりに減少していく傾向が観察された。減少傾向は最初は大きく、何度か (3～9回目) 掃除機がけを行うと小さくなった。ハウスダストの経口摂取による内部被ばく線量 (大人の Cs-137 による預託実効線量) はハウスダスト量の減少に伴い減少する。一方、重量当たりのハウスダストの中 Cs-137 濃度は減少傾向が小さいことがわかった。その中で明確な減少傾向が観察された住家1戸ではヒ

トの出入りと活動が活発であり、コールドダストによる希釈効果が示唆された。外気の Cs-137 濃度と換気回数の結果から推定した室内の沈着量は、ハウスダスト中で検出される Cs-137 濃度よりかなり小さい値であった。スミア法による Cs-137 の表面汚染密度の調査結果と総合すると、床の上のダスト中の Cs-137 濃度を支配しているのは事故直後に家屋内に入り込み残留している Cs-137 であり、外気中 Cs-137 の寄与はかなり小さいと考えられる。来年度、引き続き掃除機がけを実施し、経時変化についてより長期の傾向を調べるとともに、ヒト活動との関連性について検討を進める。

引用文献

1. Yoshida-Ohuchi H, Shinohara N. Estimated internal exposure doses due to indoor radiocaesium contamination in residential houses after the Fukushima nuclear accident. *Sci. Rep.* 2020; 10: 17212.
2. Shinohara N, Yoshida-Ohuchi H. Radiocaesium contamination in house dust within evacuation areas close to the Fukushima Daiichi nuclear power plant. *Environ. Int.* 2018; 114: 107-114.
3. Chen C, Zhao B. Review of relationship between indoor and outdoor particles: I/O ratio, infiltration factor and penetration factor, *Atmos. Environ.* 2011; 45: 275-288.