

【5ZB-1202】福島原発近隣における里山生態系を含めた除染効果の評価と住民の中期曝露評価
 (H24~H25; 累計予算額 112,710 千円)
 小泉 昭夫 (京都大学)

1. 研究実施体制

- (1) 里山住民の曝露評価 (京都大学)
- (2) 里山生態系における 137Cs の動態把握と将来予測 (京都大学)
- (3) 里山動態モデリング (京都大学)

研究課題名: 福島原発近隣における里山生態系を含めた除染効果の評価と住民の中期曝露評価
 課題番号: ZB-1202

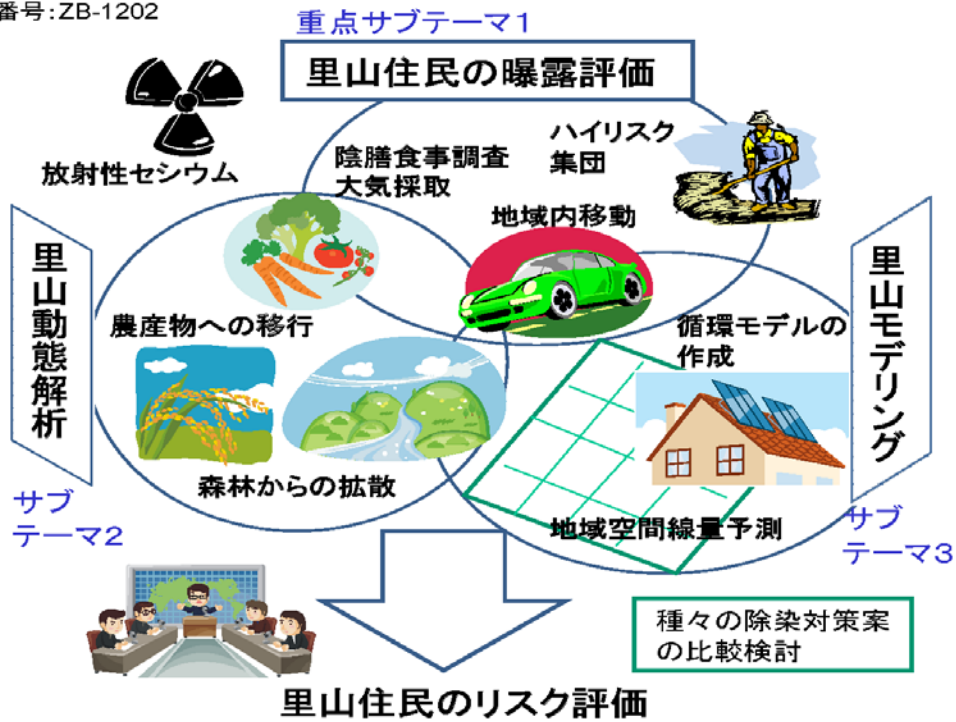


図 研究のイメージ

2. 研究開発目的

住民の被ばく量の評価にあたり、空間線量率が高い森林での活動量や、自給自足のライフスタイルに注目する必要がある。自給自足をするライフスタイルはハイリスク集団と考えられ、曝露評価と影響評価を行う必要がある。また生態系における里山内のセシウム 137 の動態は、チェルノブイリ原発事故以降に開発されたモデルが適用できず、今後長期にわたる土壌・根からの吸収・木質化等のリサイクル動態の評価と耕作地を含めた里山モデルが必要となる。

本研究の目的は、福島原発 20km-50km 圏内において a.種々のライフスタイルにおける住民の曝露評価と影響評価、b.里山での動態解析、c.里山動態モデリングにより森林生態系を含めた住民の長期被ばく量の予測と除染効果の 3 点について解明することである。そのために、福島県双葉郡川内村 (以下、川内村)、相馬市玉野地区 (以下、相馬市)、南相馬市原町区 (以下、南相馬市) の 3 地域を調査フィールドとして設定した。

3. 本研究により得られた主な成果（研究者による記載）

(1) 科学的意義

- 1) 個人被ばくの調査結果では、内部被ばくは大気粉じんからは極微量で、食事によるものも 2012 年 4 月からの新基準の年間 1mSv に達する例はなかった。内部被ばく線量は外部被ばくの 1% に満たず、放射線被ばくは外部被ばくによると考えられた。これはチェルノブイリ原子力発電所事故による放射線被ばくとは大きく異なる。本研究は被ばく評価の科学的基礎を与えるものである。
- 2) 上記調査の実測値を基に、3 地域における年間の平均総被ばく線量 (mSv) は、川内村の住民で 0.95、相馬市の住民で 2.5、南相馬市の住民で 1.5 と推定された。実測値を基にした総被ばく線量の評価は今回の調査が世界で初めてである。また、実測値を基にした被ばく線量と、セシウム 134 およびセシウム 137 の物理的半減期を基に 3 地域の住民の生涯被ばく線量を計算し、その線量による発がん率の増加を評価した。その結果、増加率は、疫学的に検出が困難なレベルにあることを世界で初めて見出した。3 地域の被ばく線量は、現在の福島県の住民の被ばく線量を包含するものであり、今回計算された被ばく線量による過剰発がん率は、福島県全体の住民に内挿できる初めての値である。
- 3) 末梢血で DNA 損傷を鋭敏に捉えることのできる p53-p21 系の測定系の評価系開発では、低放射線照射後で DNA 損傷マーカーヒストン γ H2AX と p53 タンパク質は同程度の検出限界であった。特筆すべき点は低線量率で低線量の放射線照射では p53 タンパク質の上昇検出限界が DNA 損傷マーカーヒストン γ H2AX より鋭敏に放射線照射後の細胞応答を捉えられていることである。これは本事業で発見された新たな事実である。
- 4) 新生児期に高 TSH により新生児マススクリーニングで陽性とされた家族性甲状腺腫症例の遺伝子解析から、高 TSH 値を示す甲状腺腫においても、種々の遺伝子の変異を有していることが判明した。これは甲状腺腫とされる疾患の責任遺伝子に遺伝的異質性がある可能性を示す。甲状腺腫のメカニズムは単一のタンパク質の変異により生じるのではなく、多くのパスウェイから生じると考えられ、今回明らかにされた候補遺伝子はそれら一連の流れを埋めるものと期待される。この 3 家系とも新生児マススクリーニングで陽性とされており、高ヨード取り込み群の同定に有用な遺伝的マーカーが明らかにされた点は、高感受性者の同定に有用であると期待される。
- 5) 森林の放射能汚染後の早い時期において、樹木の樹幹内部への放射性セシウムの移行を明らかにした。事故後の早い時期から樹木内部への放射性セシウムの移行は始まっており、辺材内ではほぼ一様に分布し、心材内では外側から内側に向かって徐々に拡散していく様子が明らかになった。辺材内への放射性セシウム移行の過程には樹種による違いはあまり見られなかったが、心材内への移行は樹種による違いが見られた。アカマツ、コナラでは濃度勾配に基づく外側から内側への拡散が起こっていると考えられるのに対して、スギでは辺材から心材への能動的な輸送があると見られ、心材での放射性セシウム濃度は辺材よりも上昇した。
- 6) 環境中セシウム 137 の動態については、樹木の枝葉中のセシウムが減少していくのに対して、木部中のセシウムは根からの吸収により増加していくことが分かった。事故直後に沈着した有機物層のセシウムは鉍質土層へと移動していくが、そのペースは落葉広葉樹より針葉樹の方が緩やかではあるが、今後 5 年のうちにセシウム量は逆転すると予想されることが分かった。
- 7) 外部被ばく量については、居住地の空間線量だけではなく、実際に移動した先の空間線量とそこで過ごした時間を考慮する必要があることが分かった。

(2) 環境政策への貢献

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

- 1) 被ばく評価の結果は日本人の食習慣、行政による食品スクリーニングにより食品による被ばくが管理されていることを示していると考えられた。外部被ばくを低減するための除染は有効であり、福島県民の放射線被ばくを減らすために重要であるといえる。調査期間中に除染が実施された相馬市とほとんど実施されていない南相馬市では、被ばく線量の減少率に差が認められた。この差は除染による影響が要因と考えられる。一方、森林内や居住制限区域の立ち入りにより被ばく線量が年間で最大 8mSv まで増加し注意喚起が必要である。
- 2) 3 地域において測定値を基にした放射線の確率的影響である発がんについて評価した。いずれの地域も疫学的に発見が困難なレベルの増加であった。
- 3) 福島第一原発からの放射性粉じんを含んだ粉じんが周辺地域に飛散しており、今後の廃炉作業を行うにあたり粉じん飛散の予防対策が重要である。
- 4) 森林においてセシウム 137 はすでに系内での物質循環に組み込まれていると考えられる。地下部での下方への移行はゆっくりとしており、溶存態での外部流出もほとんどみられない。したがって、攪乱が起こらない限りは比較的安定的に系内に保持されると考えられる。森林除染の方針を考えると、人間が立ち入ることのない場所は攪乱による流出を抑えるように安定的に管理することがひとつの選択肢となろう。
- 5) 林木木部へのセシウム 137 の移行は原発事故直後から始まり、2013 年の時点で継続して進行しつつある。木材資源として利用される心材部への集積は樹種、セシウム 137 の初期沈着量などによって違いがあり、スギでは他の樹種に比べて心材へのセシウム 137 集積が著しい。木部の心材への移行は、木部に含まれる非放射性セシウムと濃度的に平衡に達した時点で、それ以上は起こらないと予想される。木部のアルカリ金属、特にセシウムと化学的性質の似ているカリウムやルビジウムの分布を調べれば、セシウム 137 の移行についてのある程度の予測可能と考えられる。
- 6) セシウム 137 の有機物層から鉱質土層への移行と木部の汚染が進行していくが、落葉広葉樹で顕著であることが分かった。川内村の最も汚染の深刻な地域における 5 年後の木部のセシウム 137 濃度はおよそ 3kBq/kg と予想される。一方、農作物への移行はわずかであり、今後濃度は減少していくが、川内村では現在においても基準値を超えることはないと考えられる。

4. 委員の指摘及び提言概要

着実に実施され、非常に貴重な良い成果を得ており、今後の対応施策の策定にも有用な情報となろう。住民に装着した線量計調査、陰膳や栽培野菜の測定等の詳細な調査で内部被ばく、外部被ばくの評価が行われ、住民の不安に科学的に応えるものと考えられる。

発がんのリスク評価については、通常の化学物質管理政策で目標としている、個人の生涯過剰発がんリスクレベルよりかなり大きいことを考慮した上で、今後の対応を考えていく必要がある。また、除染の差による個人被ばく量の影響調査なども今後の課題と考えられる。

5. 評点

総合評点：A