

日本家屋におけるしゃへい係数及び 屋内汚染に関する調査研究

テーマ：放射線被ばく線量評価に関する研究

環境省「放射線の健康影響に係る研究調査」
研究成果発表会
6th Feb 2013

東北大学
弘前大学
長瀬ランダウア

○吉田浩子、齋藤順子
細田正洋
壽藤 紀道、小林 育夫

研究の背景

福島県内の計画的避難指示区域に指定された11市町村

↓
帰還困難区域、居住制限区域及び避難指示解除準備区域に
順次再編中

↓
避難指示解除準備区域：

年間積算線量20ミリシーベルト以下となることが確実と確認された地域、除染等を迅速に行い、一日も早い住民の帰還を目指す。
- 2年後までに、子供の被ばく線量は概ね60%減少目標

住民の帰還を目指すには、正確な被ばく線量評価予想が重要
帰還の判断材料、帰還後の生活の目安として必要。
特に子供や若い住民にはより正確な情報が求められている。

外部被ばく線量の評価法

(1) バッジタイプ積算計などの装着により評価する方法

小型軽量、簡便、正確な被ばく線量の把握が可能。

線量評価の予想はできない。帰村後の評価には最適。

(2) サーベイメータによる空間線量率から評価する方法

$$\dot{H} = \sum \dot{H}_i T_i, (i = L, B, D, A, \dots), \rightarrow \text{実効線量}, E$$

各地点(L,B,D,A,...)の空間線量に毎日の滞在時間のファクター, T_i を乗じた総計

住家内の線量は、

住家外の空間線量率 × しゃへい係数 で通常評価

しゃへい係数に適正な数値を使っているかどうかが

より適切な被ばく線量評価の大きなポイントとなる。

外部被ばく線量評価に関するこれまでの研究状況

福島-宮城県境の農村集落(丸森町)で1年半以上調査を実施

1) 住民は住家内にもっとも長く滞在するため、被ばく線量は住家内(特に居間と寝室)の空間線量率に依存する。

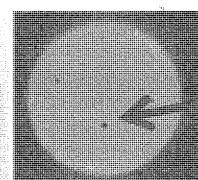
特に未就学児では住家内での平均滞在時間が～95%

2) しゃへい係数：住家内／外空間線量率比は平均0.5であったが各住家によりばらつきが大きい。(0.4～1.0)。

3) しゃへい係数の悪い住家では家屋内部の汚染が見られ、その住民の被ばく線量は高くなる。

丸森町木造家屋居間に置いてあった容器ふたのイメージングプレート画像には

靴を脱ぐ習慣のある日本では
住家内部の汚染はないと考え
られていたが、気密性が低い
住家では中に入り込んでいる。



Cs汚染の
スポットが
見られる。

一般的に用いられているしゃへい係数

IAEA-TECDOC-1162 放射線緊急事態の評価および対応のための一般的手順 より

表 E4. 表面沈着についての遮蔽係数 (shielding factor : SF)

構造または配置	代表的な SF (a)	代表的な範囲
無限の滑らかな面上 1m	1.0	-
通常の地面の上 1m	0.7	0.47-0.85
一階および二階建ての木造の家 (地下室なし)	0.4	0.2-0.5
一階および二階建てのブロックやレンガ造りの家 (地下室なし)	0.2	0.04-0.4
家の地下室の、1または2つの壁が完全に被ばく		
・ 一階、地下室の壁の 1m 未満が被ばくしているとき	0.1	0.03-0.15
・ 二階、地下室の壁の 1m 未満が被ばくしているとき	0.05	0.03-0.07
三階または四階建て構造 (1階のフロアあたり、500~1000m ²) ^(b)		
・ 一階および二階	0.05	0.01-0.08
・ 地下室	0.01	0.001-0.07
高層階構造 (1階のフロアあたり >1000m ²) ^(b)		
・ 上階		
・ 地下室		

屋内汚染がある場合には、この数値は適切ではない。

- A 屋外での線量に対する屋内での線量の比、ドアおよび窓から離れて。
 b SF 値は、室内の沈着が無視できる場合(すなわち、屋外のウェット沈着)に、適切な値である。
 ドライ沈着については、これらの数値は、換気回数に依存して高くなるかもしれない。

正確な被ばく線量評価を行なうためには

住家の外の空間線量率を用いて住家内の線量率を正確に評価するには、

適切なしゃへい係数
家屋内の汚染(沈着)

の情報が必要となる。

住家内の空間線量率 =

$$\text{外から入射する線量率} \times \text{しゃへい係数} \\ + \text{内部の汚染からの線量率} \times 1 \text{ (しゃへい無し)}$$

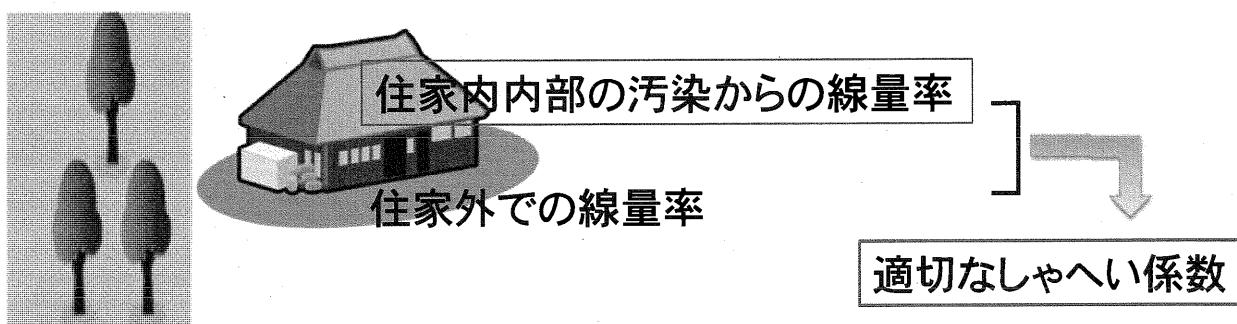
散乱線
直接線

住家内の空間線量率を、放射性セシウムからの散乱線と直接線とに分別し、①直接線から家屋内の汚染(沈着)を評価。
 ②下記式により真のしゃへい係数を評価。

$$\text{住家内のCs散乱線による線量率} / \text{住家外のCs全線量率}$$

本研究の目的

避難指示解除準備区域などの住民が今後帰還・居住することが予想される地域において、より適切な住民の外部被ばく線量評価予想を行うために、当該地域の住家内外空間線量率の詳細な実態調査により、住家のしゃへい係数(率)と家屋内部の汚染のデータを収拾する。➡ 住家タイプなどによるパターン化を目指す。



研究の計画・方法

計画(3年計画)

初年度及び2年目は飯館村を中心に調査し、2年目からは南相馬市を含せて調査する。計100戸を調査する。

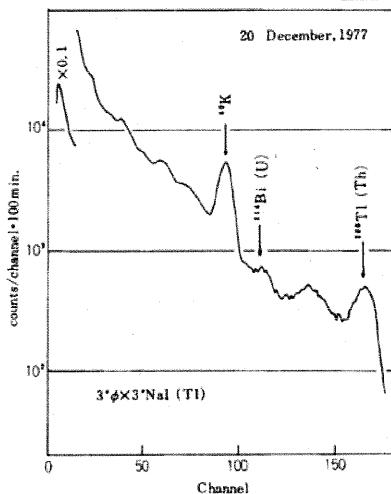
方法

1. 2"φx2" NaIシンチレーションサーベイメータ(TCS-172)を用いて住家内外の空間線量率の測定を行い、見た目のしゃへい係数(住家内／外空間線量率比)を求める。
2. 3"φx3" Na γ 線用スペクトロメータ(JSM-112)を用いて住家内外の放射線スペクトルの測定を行う。放射性セシウムからの線量率を直接線と散乱線とに分別。住家内の直接線から家屋内の汚染(沈着)を評価し、散乱線から真のしゃへい係数を評価する。

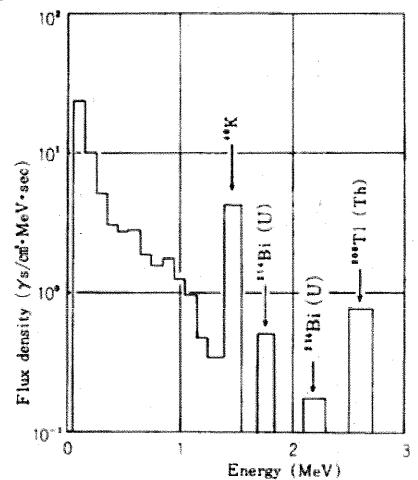
倫理面への配慮

当大学内に設けられた「ヒトを対象とする研究に関する倫理審査委員会」に調査内容と方法を申請し、承認を得る。その手続きに従って調査を行う。調査にあたっては個人の尊厳を尊重し、個人情報の保護を徹底する。

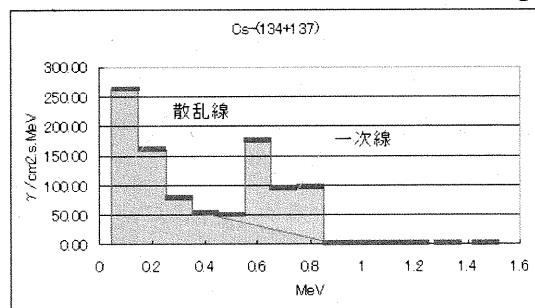
γ線スペクトル解析方法



(ステップ1) γ線波高分布の取得



(ステップ2) 22x22行の応答行列法により
Unfolding。入射γ線のエネルギー・スペクトルを取得



(ステップ3) K,U,Thの各濃度を求め、自然環境γ線と原発事故による放射性Csからの寄与分を分離

(ステップ4) 直接線成分と散乱線成分とに分別
(左図)

平成24年度研究成果

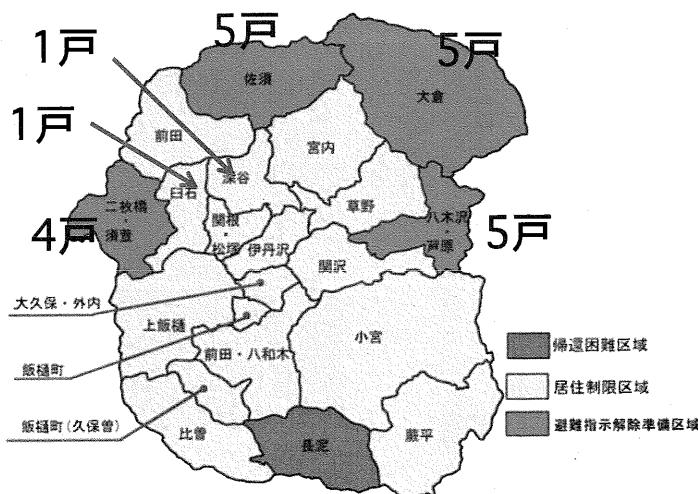
調査実施区域 飯館村 避難指示解除準備区域

八木沢・芦原(5戸)・大倉(5戸)・佐須(5戸)・二枚橋・須萱(4戸)

居住制限区域 白石(1戸)・深谷(1戸) 計 21戸を調査。

調査日 平成24年12月17~21日(解析終了)、

平成25年1月22~26日(スペクトル解析中) (積雪)

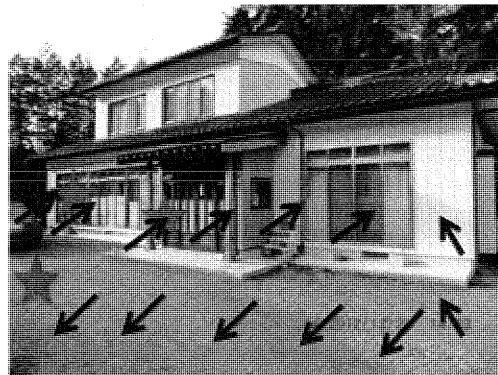


内訳)
2階建て 20戸
1階建て 1戸

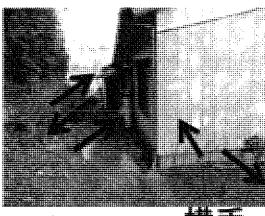
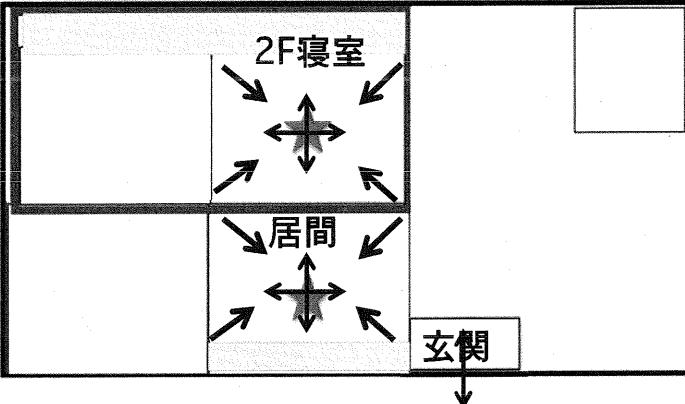
築年数	戸数
~1	1
1~20	5
20~40	7
40~	10

複数の築年数の複合住宅は各1戸とする。

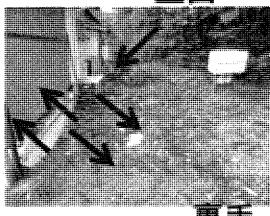
測定箇所(例)



正面



横手



裏手

シンチレーションサーベイメータ(TCS-172)
測定箇所(地面または床面から1m)



γ 線用スペクトロメータ(JSM-112)
測定箇所(地面または床面から1m)
プローブ下向き(+横向き)
収集時間 900sec

結果1：地区、住家における線量率分布の傾向

1 同じ区の中でも線量率の差が大きい。(～3倍)

水はけが悪い窪地に立地している住家では
住家内外ともに線量は高い。

→ 表層水による土の流れ込みが原因では。
水はけを改善しなければ除染後
再び線量が上がる可能性がある。



裏山から水が流れ込み
土、落ち葉がたまっている住家。
線量率は高い。

2 住宅敷地内のホットスポットと線量が高い場所

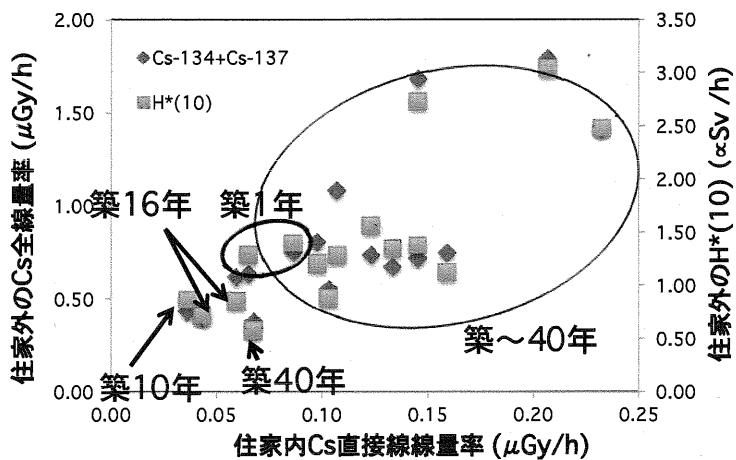
- ✓ 雨樋の下、山ののり面に面している箇所、
- ✓ 山を背負い水はけが悪い箇所
(暗渠や U字溝を設けていない)
通常家の裏側
- ✓ イグネの葉が多いかぶさっている箇所
- ✓ 瓦屋根の直下 瓦>スレート、トタン



溝を設けてあり、裏山からの水が
はけるようになっている住家。
線量率は高くない。

結果2：住家内Cs直接線及び住家外のCs全線量率との相関

1 住家内のCs全線量率に占める直接線の割合は平均30%であった。



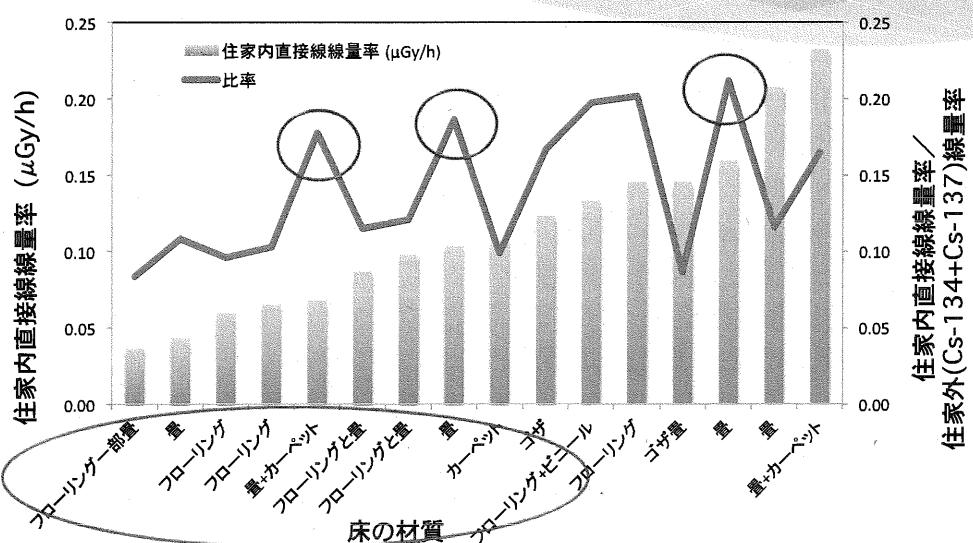
2 住家内のCs直接線と外のCs全線量率(左軸)、 $H^*(10)$ (右軸)には、弱いが正の相関が観察される。

○築年数との関係は観察されない。

○室内汚染は屋外のドライ沈着時に生じた可能性が示唆された。

+ 人の出入り(避難は~7月初旬) ➡ 沈着レベルの異なる地域での調査が必要

結果3：住家内汚染と床材質との関係



○住家内汚染自体はフローリング床材で少ない傾向がある。

○住家内汚染は屋外のドライ沈着と相関があるとして、

住家内直接線線量率／住家外の全Cs線量率との比をとると

畳で高い比になっている住家もあるが明確な傾向は観察されない。

➡ 調査戸数がまだ少ない。今後の調査が必要。

結果3：しゃへい係数の評価

1 見た目のしゃへい係数(住家内／外空間線量率比)

21戸の 平均 0.44 (最大 0.75、最小 0.22)

ただし、11戸 平均 0.39 (積雪無し) 10戸 0.54 (積雪)

積雪により外からの散乱線は低下、住宅内汚染は一定

2 11戸についての真のしゃへい係数

(住家内のCs散乱線による線量率／住家外のCs全線量率)

	真のしゃへい係数	場所
平均	0.261	居間
最大	0.430	
最小	0.121	
平均	0.282	全室 (居間、子供部屋、 寝室)
最大	0.481	
最小	0.121	

(残り10戸分は現在解析中であるが、積雪の影響があるため参考値とする。)

本年度のこれまでの成果と今年度研究の見通し及び 今後の研究計画

本年度のこれまでの成果

飯館村の住家21戸を調査した。

住家内外の空間線量率を、放射性セシウムからの散乱線と直接線とに分別し、

①直接線から家屋内の汚染(沈着)を評価。

②真のしゃへい係数を評価。

○ 住家内のCs全線量率に占める直接線の割合は平均30%であった。

○ 住家内のCs汚染と外のCs全線量率、 $H^*(10)$ とに弱いが正の相関が観察され、室内汚染は屋外のドライ沈着時に生じた可能性が示唆された。

➡ 沈着レベルの異なる地域での調査が必要

○ 真のしゃへい係数は約0.3(0.1~0.5)と評価されたが、データ数が少ない。

今年度研究の見通し

○ 平成25年1月22~26日のスペクトル解析を行い、さらに検討をすすめる。

今後の研究計画

○ 避難指示解除準備区域だけでなく、居住制限区域及び帰還困難区域の沈着レベルの異なる地域での調査が必要である。

○ 時間経過後、除染後に再調査を行い変化の有無を調べる必要がある。

○ 系統的に調査を進め、係数のパターン化、平均値と代表的な範囲を出す。