

放射性Csによる土壤汚染環境での 各種建物による線量低減

古田 琢哉, 高橋 史明

Furuta Takuya Takahashi Fumiaki

1. はじめに

平成23年3月に発生した東京電力(株)福島第一原子力発電所事故により、放射性核種が発電所のサイト外に放出され、このうち放射性Csは、現在も環境中に残存している。そのため、事故の発生後、国内では放射線モニタリングが進められており、各地域の屋外における線量率の情報を入手することができる¹⁾。平成26年7月の段階では、空間線量率などの情報に基づき、帰還困難区域、居住制限区域、避難指示解除準備区域の3つの区域が設定されている²⁾。また、平成26年4月には、初めて一部の区域で避難指示が解除された²⁾。このような地域への住民帰還に対しては、帰還後に受ける被ばく線量レベルを事前に予測することなどが求められるが、これには日常生活で滞在期間の長い家屋等の建物における線量低減を正確に見積もることが重要となる。

建物内の線量低減については、国際原子力機関 (IAEA) の報告書³⁾ やドイツのGSF国立環

境健康研究センターの研究者らによる文献^{4,5)}の中で、幾つかの種類の建物に対するデータが示されている。しかし、データは欧米の建物に対する研究結果に基づくものであり、これらの数値が日本の建物に直接対応するとは限らない。

そこで、筆者らは線量評価において日本国内で代表的なものとなり得る27種類の建物を選定、モデル化して、放射線輸送計算シミュレーションにより、建物内の線量低減などを解析した⁶⁾。この解析結果の一部について簡単に紹介する。

2. 解析方法

27種類のうち代表的な木造・コンクリート造の建屋について説明する。選定した木造家屋やコンクリート造の病院等について、三次元の建物モデルを図1のように構築した。ここで、建物の内部は、図2のように、用途に応じて内部を間仕切りして現実的な部屋構造を考えた。また、放射線の遮蔽効果の小さい窓の配置も考

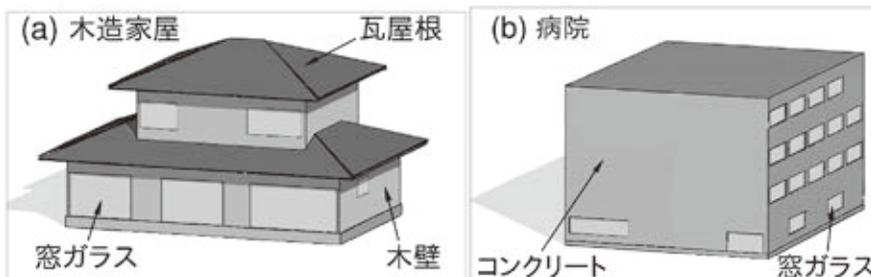


図1 三次元モデルの外観図

慮した。この建物モデルを粒子・重イオン輸送計算コード PHITS⁷⁾ に組み込むことで、地表面に広く一様に沈着した放射性 Cs から発生した γ 線が建物内に入射する様子を模擬した。

本解析では、建物による線量低減効果を表す指標として、開けた土地の地表面 1 m 高さにおける線量を基準とする建物内の線量の比を線量低減係数 (RF) として定義した。この定義は IAEA の報告書³⁾ の定義と同等であり、単純には屋内と屋外の線量比に相当する。RF の数値が小さいほど建物内で線量が低減されること

を示し、反対に 1 に近いほど線量が屋外と変わらずに建物内の線量はあまり低減されないことを示す。また、建物内の RF の分布を詳細に計算し、その結果を平面図上に重ねて図示することで、各種建物の構造等が内部の線量低減に与える影響について解析した。

3. 各種建物の線量低減の傾向

図 1 及び図 2 に示した木造家屋とコンクリート造の建物である病院のモデルについて、内部の線量低減効果を解析した結果を図 3 に示す。

このカラーマップでは RF の分布を表しており、暖色系の色は数値が高い（線量があまり低減しない）ことを表し、寒色系の色は数値が低い（線量がより低減する）ことを表す。

(1) 木造家屋

木造家屋内の線量分布は、図 3 (a) に示すように、窓の有無や配置、部屋割りとといった建物の特徴には依存せず、外壁から中心部に向かって低下する同心円状の分布となっ

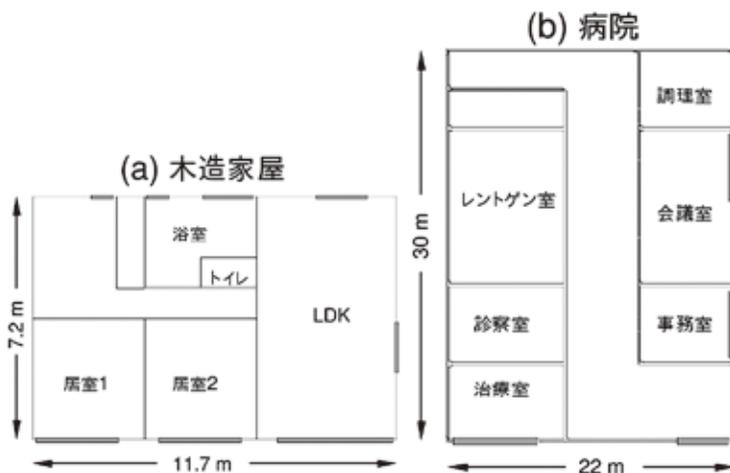


図 2 1階の見取り図（灰色の四角は窓の配置を示す）

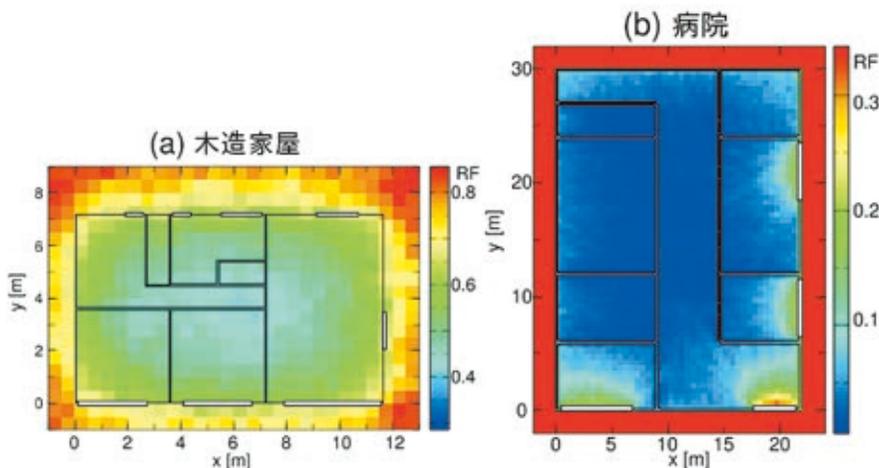


図 3 1階の線量低減係数の分布（白色の四角は窓の配置を示す）

た。建物ごとの違いとして、木造家屋では建物の面積が内部の線量低減の傾向に大きく影響し、面積が大きいほど、また中心部に近いほどにRFの値が小さくなることが分かった。これは、木造家屋では壁の遮蔽効果が小さいため線量低減にあまり寄与せず、放射性Csが家屋の建つ地面部分に存在せず家屋内では線源から距離をとれることが線量低減効果の主因となることが分かった。

(2) コンクリート造の建物

コンクリート造の建物では、木造家屋に比べて、壁等の遮蔽効果が非常に大きいため、内部の線量がより低減する。ただし、窓はコンクリートと比較して、 γ 線に対する遮蔽効果が顕著に小さいため、窓の有無やその大きさ及び配置が線量低減に大きな影響を与える。図3(b)に示すように建物内の線量分布には窓から入射される γ 線の寄与が大きく影響していることがはっきりと表れ、窓に近いところで高い値を示すのに対し、窓から離れることで低下することが分かった。内壁の遮蔽効果も大きく、窓のない部屋へは入射する γ 線が減じるため、RFは顕著に低くなることが分かった。

4. まとめと今後の展望

代表的な建物の構造等が内部の線量低減に与える影響について解析した。木造家屋とコンクリート造の建物では傾向が異なり、木造家屋では家屋の建物の面積が、そしてコンクリート造の建物では部屋ごとの窓の有無が、建物内部の線量低減に大きく影響することが分かった。このような情報は、住民帰還後の線量レベルの予測や被ばく低減対策等への活用が期待される。本文では、27種類の建物の線量低減効果を解析したレポート⁵⁾の一部を簡単に解説したが、当該レポートは日本原子力開発機構JOPSSシステムを通して入手可能であり、興味を持たれ

た読者はこちらも参照いただきたい (<http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/search/servlet/interSearch>)。

今後の展望としては、数戸の家屋が隣接する住宅や家屋の周囲に斜面がある状況など、実際の生活環境により近い状況を考慮した解析を進めるとともに、効率的な被ばくの低減対策について、シミュレーションを通して検討したい。

参考文献

- 1) 原子力規制委員会, 放射線モニタリング情報, 原子力規制委員会ホームページ, Available at: <http://radioactivity.nsr.go.jp>, 閲覧日 2014年7月23日
- 2) 首相官邸, みなさまの安全確保, 首相官邸ホームページ, Available at: <http://www.kantei.go.jp/saigai/anzen.html>, 閲覧日 2014年7月23日
- 3) IAEA, Planning for Off-site Response to Radiation Accidents in Nuclear Facilities, IAEA-TECDOC-225 (1979), IAEA, Generic procedures for assessment and response during a radiological emergency, IAEA-TECDOC-1162 (2000)
- 4) Meckbach, P., Jacob, P., and Paretzke, H.G., Gamma Exposures due to Radionuclides Deposited in Urban Environments. Part I: Kerma Rates from Contaminated Urban Surfaces, *Radiat. Prot. Dosim.*, **25**(3), 167-179 (1988)
- 5) Meckbach, P., Jacob, P., and Paretzke, H.G., Gamma Exposures due to Radionuclides Deposited in Urban Environments. Part II: Location Factors for Different Deposition Patterns, *Radiat. Prot. Dosim.*, **25**(3), 181-190 (1988)
- 6) 古田琢哉, 高橋史明, 環境に沈着した事故由来の放射性セシウムからのガンマ線に対する建物内の遮蔽効果及び線量低減効果の解析, JAEA-Research, 2014-003 (2014)
- 7) Sato, T., *et al.*, Particle and Heavy Ion Transport Code System PHITS, Version 2.52, *J. Nucl. Sci. Technol.*, **50**, 913-923 (2013)

(独)日本原子力研究開発機構
原子力基礎工学研究センター)