

報 文

モンテカルロ放射線輸送コード (PHITS) を用いた 森林内空間線量評価ツールの開発

佐久間 一幸^{1,3*}、新里 忠史¹、金 敏植²、Alex Malins²、町田 昌彦²、
吉村 和也¹、操上 広志¹、北村 哲浩¹、細見 正明⁴

- ¹ 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 福島研究開発部門 (〒 963-7700 福島県田村郡三春町深作 10-2)
² 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 システム計算科学センター (〒 277-0871 千葉県柏市若柴 178-4-4)
³ 国立大学法人 東京農工大学大学院 工学府応用化学専攻 (〒 184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16)
⁴ 国立大学法人 東京農工大学大学院 工学研究院 (〒 184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16)

Development of an Evaluation Tool for Air Dose Rate in Forests Using a Monte Carlo Radiation Transport Code (PHITS)

Kazuyuki SAKUMA^{1,3*}, Tadafumi NIIZATO¹, Minsik KIM², Alex MALINS², Masahiko MACHIDA²,
Kazuya YOSHIMURA¹, Hiroshi KURIKAMI¹, Akihiro KITAMURA¹, and Masaaki HOSOMI⁴

- ¹Sector of Fukushima Research and Development, Japan Atomic Energy Agency
(10-2 Fukasaku, Miharumachi, Tamura-gun, Fukushima 963-7700, Japan)
²Center for Computational Science & e-Systems, Japan Atomic Energy Agency
(178-4-4 Wakashiba, Kashiwa, Chiba 277-0871, Japan)
³The Graduate School of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology
(2-24-16 Naka-cho, Koganei, Tokyo 184-8588, Japan)
⁴Institute of Engineering, Tokyo University of Agriculture and Technology
(2-24-16 Naka-cho, Koganei, Tokyo 184-8588, Japan)

Summary

We developed a tool for creating three-dimensional models of trees, forest litter, soil and land topography in order to undertake PHITS Monte Carlo simulations of air dose rates in forests. Using this tool we modelled a forest in the Ogi district of Kawauchi-mura, Fukushima Prefecture. We considered how the partitioning of radiocesium among the forest canopy, litter layer and soil affected air dose rates by performing multiple simulations with different radiocesium source distributions. Moving radiocesium from the canopy to the litter layer did not affect air dose rates at 1 m above the ground in the simulations employing a source distribution applicable for October 2015. This is because there was almost no radiocesium in the canopy at that time. However air dose rates tended to be high near the canopy, and above the canopy up to 200 m altitude, when the simulations modelled a source distribution applicable for the August to September 2011 period. This is due to the larger amount of radiocesium in the canopy at that time. Transferring the radiocesium from the canopy to the litter layer in this case was associated with a three times increase in the air dose rate at 1 m, as the average distance between the radiocesium in the forest and 1 m height was shortened. In both cases (2011 or 2015 data) radiocesium transfer from the litter layer to the underlying soil was associated with a one third to 50% reduction in air dose rates at 1 m, due to the self-shielding effect of soil. In reality air dose rates at 1 m have been observed to decrease in line with the rate of physical decay of the radiocesium. This may be explained by the shielding effect of the litter layer and soil cancelling the concentration effect of radiocesium transfer from the canopy to the ground surface.

Key Words: Forest, Air dose rate, Monte Carlo Simulation, Radiation transport, Radiocesium

和 文 要 約

モンテカルロ放射線輸送コード (PHITS) を用いて森林内の放射線挙動をシミュレーションするために、森林内樹木モデルやリターおよび土壌層モデル、さらには起伏等を考慮し、森林内3次元放射源モデルの作成ツールを開発した。開発したモデルを用いて、福島県川内村荻地区を対象に、森林内放射性Cs動態を考慮した計算を実施した。その結果、2015年10月時点の観測データを用いると、樹木に放射性Csがほとんど存在しないため、樹冠からリター層へ移行してもほとんど地上1 m空間線量率は変化しなかった。一方、2011年8-9月時点の放射性Cs濃度を用いると、樹冠に放射性Csが多く存在し、樹冠近傍や地上200 m程度まで空間線量率が高い傾向が見られ、樹冠からリター層へ移行すると、地上1 m高さの空間線量率は、線源からの距離が近くなったことにより3倍程度大きくなった。いずれの入力データにおいても、樹冠から土壌層へ放射性Csが移行することで、土壌の遮蔽効果により地上1 m高さの空間線量率は3分の1から2分の1程度減少した。実際には、樹冠からリター層への移行とリター層から土壌層への移行の効果が相殺されて、空間線量率の低下は物理減衰程度になっていると考えられる。