

令和元年6月20日現在

機関番号：12102

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16201

研究課題名（和文）森林環境中の放射性セシウム動態解析に基づく林内空間線量率予測モデルの開発

研究課題名（英文）Development of prediction model for ambient dose rate based on the analysis of radiocesium dynamics in forest environment

研究代表者

加藤 弘亮 (Kato, Hiroaki)

筑波大学・生命環境系・准教授

研究者番号：90732636

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：森林内の放射性セシウムの分布及び移行状況が林内空間線量率の変動に及ぼす影響を解明するために、福島県伊達郡川俣町及び浪江町のモデル調査森林を対象として、雨水や落葉に伴う放射性セシウムの鉛直移動とその時間変化を現地観測によって定量的に評価し、林内の放射性セシウム分布の時間変化予測モデルを構築した。さらに、モデル調査森林において、林内空間線量率のモニタリングを実施し、さらに自治体・関連省庁が福島県内の広域の森林で測定した空間線量率を解析し、樹種が林内空間線量率の時間変化傾向に及ぼす影響を解明した。また、林床の含水率の変化が林内空間線量率の変動に及ぼす影響を先行降雨指数により補正する手法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

森林では大気からの初期沈着から放射性セシウムの分布が時間経過とともに変化してゆく。そのため、福島原発事故の環境影響の解明と被ばく線量評価のためには、森林域の空間線量率の変化傾向と変動要因を解明することが長期的な線量予測に不可欠である。本研究では、樹種毎の林内の放射性セシウムの移行状況とあわせて相補的に解析することにより、樹種毎の林内空間線量率の時間変化傾向及び樹種間の差異の発生要因を明らかにした。以上の研究成果は、森林の空間線量率の長期予測と被ばく評価に資するのみならず、福島事故由来の放射性核種をトレーサーとした林内物質循環の理解の深化に貢献する科学的知見を提供しうる。

研究成果の概要（英文）：In order to clarify the influence of the distribution and transfer of radiocesium in the forest on the fluctuation of air dose rate in the forest, radiocesium redistribution in association with rainwater and litterfall was monitored in the forest in Kawamata and Namie, Fukushima Prefecture. We developed double exponential model which simulate vertical distribution of radiocesium in forest. Furthermore, we analyzed huge dataset of air dose rate which was measured in the experimental forests and by regional monitoring campaign by local governments and related ministries in the wide area forest in Fukushima prefecture, the influence of tree species on temporal trend of the air dose rate was clarified. In addition, we developed a method to correct the variation of the measured air dose rate based on variation of moisture content at the forest floor and using the advance rainfall index.

研究分野：環境放射能

キーワード：福島第一原子力発電所事故 林内空間線量率 放射性セシウム 移行状況 樹種

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

福島第一原子力発電所事故により環境中に放出された放射性セシウムは、福島県及びその近県に広範囲に降下した。放射性セシウムの沈着を受けた陸地面積のおよそ7割が森林からなっており、放射能汚染の環境影響評価と放射能汚染問題の早期収束のためには、森林環境中の林内空間線量率の時間変化傾向を正確に予測することが不可欠である。しかし、林内空間線量率は測定データが少ないうえ、森林環境中の放射性セシウムの動態は動的かつ複雑なため、林内空間線量率の予測は困難なのが現状である。

2. 研究の目的

本研究は、モデル調査森林における放射性セシウムの空間分布と林内空間線量率の詳細なモニタリングデータに基づいて、放射性セシウムの垂直分布から林内空間線量率の推定が可能なアルゴリズムを構築する。さらに、林野庁及び福島県による林内空間線量率の広域測定データを検証データとして利用し、福島県内の幅広い森林の林内空間線量率とその時間変化を予測可能な線量予測モデルを構築する。

3. 研究の方法

山木屋地区の3つのモデル調査森林(既存サイト)を対象として、申請者がこれまで実施してきた放射性セシウムの分布調査を継続して行うとともに、地上3Dレーザースキャナを用いた林分構造及び周辺地形の測量を実施する。これらの調査から得られる森林内の放射性セシウムの垂直分布に基づいて、任意の地点の林内空間線量率を評価可能な放射線量推定アルゴリズムを構築する。さらに、樹冠から林床への放射性セシウム移行状況の時系列データをインプットとして、モデル森林の林内空間線量の時間変化を再現可能な線量予測モデルを開発する。さらに福島県内の幅広い森林を対象として、林野庁及び福島県が実施した福島県内の森林放射能汚染状況の広域測定データの解析に基づいて樹種毎の林内空間線量率の時間変化傾向を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 森林内の放射性セシウムの移行予測モデルの構築

森林内の放射性セシウムの分布及び移行状況が林内空間線量率の変動に及ぼす影響を解明するために、福島県伊達郡川俣町及び浪江町のモデル調査森林を対象として、雨水や落葉に伴う放射性セシウムの鉛直移動とその時間変化を現地観測によって定量的に評価し(『5. 主な発表論文』、)、林内の放射性セシウム分布の時間変化予測モデルを構築した(図1、『5. 主な発表論文』、)。

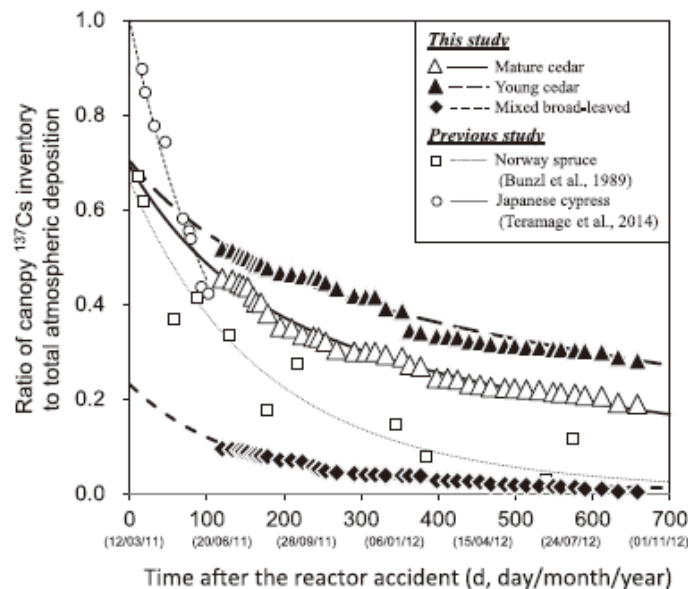


Fig. 5. Temporal changes in the ratio of canopy ¹³⁷Cs inventory to total atmospheric deposition by the loss of the canopy inventory via throughfall, stemflow, and litterfall.

図1 樹種毎の樹冠中の放射性セシウムインベントリーの時間変化モデル (『5. 主な発表論文』より引用)

(2) 様々な樹種の森林における林内空間線量率の時間変化傾向

モデル調査森林において、林内空間線量率のモニタリングを実施し(『5. 主な発表論文』、)、それに加えて自治体・関連省庁が福島県内の森林で測定した空間線量率を解析し、樹種が林内空間線量率の時間変化傾向に及ぼす影響を解明した(図2、『5. 主な発表論文』、)。

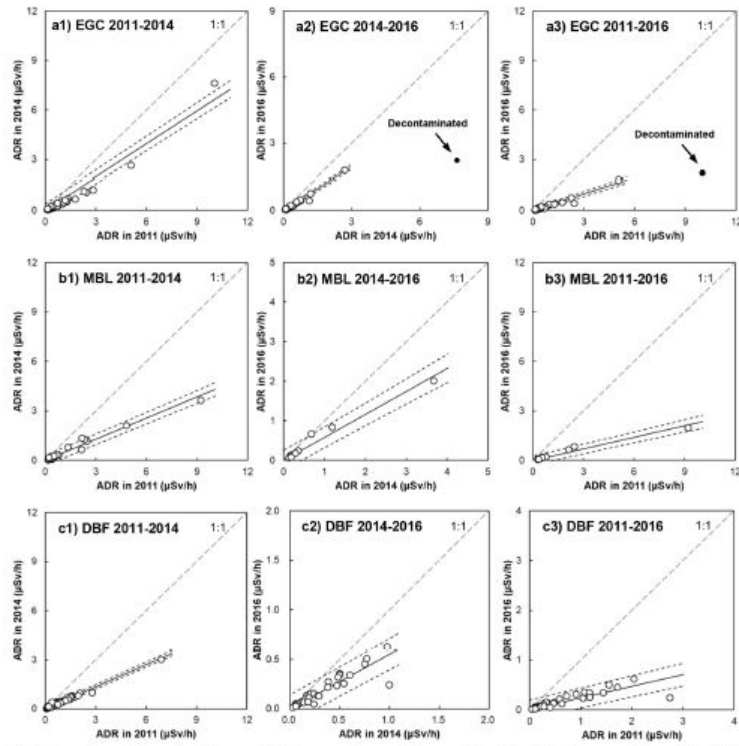


Fig. 3. Comparison of the ambient dose rates (ADR) between the two different periods. A dotted line denotes a 95% confidence limit.

図 2 樹種別の林内空間線量率の変化傾向 (EGC: 常緑針葉樹林、MBL: 広葉樹混交林、DBF: 落葉広葉樹林) (『5. 主な発表論文』より引用)

(3) 林床の含水率変化が林内空間線量率の変動に及ぼす影響

林床の含水率の変化が林内空間線量率の変動に及ぼす影響を先行降雨指数により補正する手法を開発した (図 3、4)。

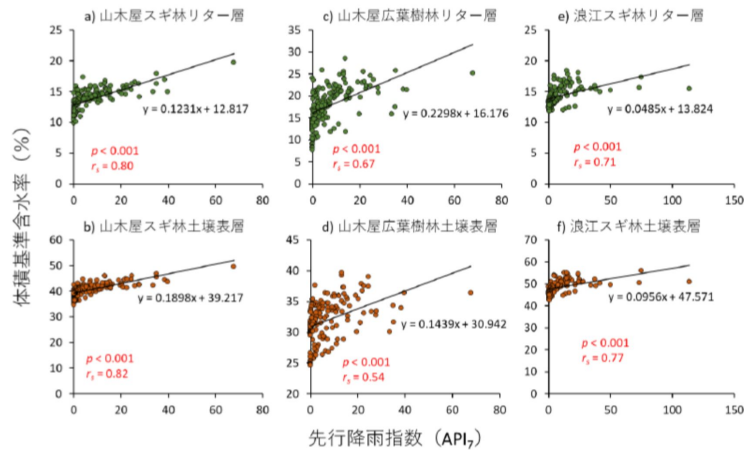


図 3 先行降雨指数と林床の含水率の関係

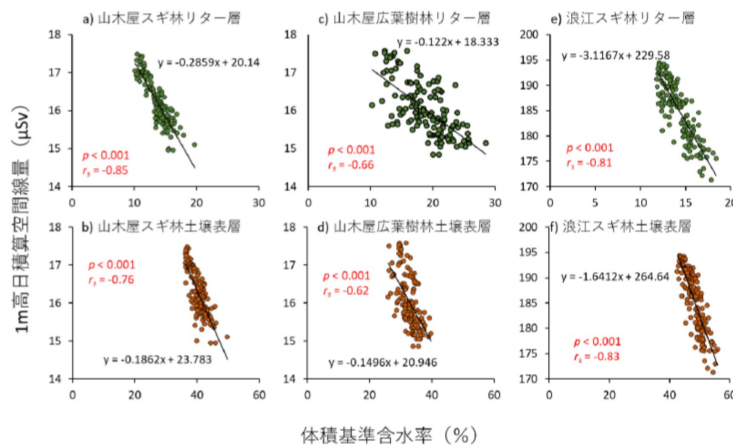


図 4 林床の体積含水率と林内空間線量率の関係

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 10 件)

- Holiaka, D.M., Kato, H., Yoschenko, V.I., Onda, Y., Avramchuk, O.O., Holiaka, M.A., Humenyuk, V.V., Lesnyk, O.M. (2018) Identification and estimation of heights of scots pine trees in forest stands in the Chernobyl exclusion zone using stereo photogrammetry method. Scientific Bulletin of UNFU, 28(10), 18-21, in Ukrainian. DOI: 10.15421/40281003. < 査読あり >
- Kato, H., Onda, Y., Saidin, Z.H., Sakashita, W., Hisadome, K., Loffredo, N. (2018) Six-year monitoring study of radiocesium transfer in forest environments following the Fukushima Nuclear Power Plant accident. Journal of Environmental Radioactivity, in press. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2018.09.015. < 査読あり >
- Kato, H., Onda, Y., Yamaguchi, T. (2018) Temporal changes of the ambient dose rate in the forest environments of Fukushima Prefecture following the Fukushima reactor accident. Journal of Environmental Radioactivity 193-194, 20-26. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2018.08.009. < 査読あり >
- Lopez-Vincente, M., Onda, Y., Takahashi, J., Kato, H., Chayama, S., Hisadome, K. (2018) Radiocesium concentration in soil and leaf after decontamination practices in a forest plantation highly polluted by the Fukushima accident. Environmental Pollution, 239, 448-456. DOI: 10.1016/j.envpol.2018.04.045. < 査読あり >
- Kato, H., Onda, Y. (2018). Determining the initial Fukushima reactor accident-derived cesium-137 fallout in forested areas of municipalities in Fukushima Prefecture. Journal of Forest Research, 23, 73-84. DOI: 10.1080/13416979.2018.1448566. < 査読あり >
- Kurihara, M., Onda, Y., Kato, H., Loffredo, N., Yasutaka, T., Coppin, F. (2018). Radiocesium migration in the litter layer of different forest types in Fukushima, Japan. Journal of Environmental Radioactivity, 187, 81-89. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2018.01.027. < 査読あり >
- Kato, H., Onda, Y., Wakahara, T., Kawamori, A. (2017) Spatial pattern of atmospherically deposited radiocesium on the forest floor in the early phase of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident. Science of the Total Environment, 615, 187-196. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.09.212. < 査読あり >
- Kato, H., Onda, Y., Loffredo, N., Hisadome, K., Kawamori, A. (2017) Temporal changes in radiocesium deposition in various forest stands following the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident. Journal of Environmental Radioactivity, 116(3), 449-457. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2015.04.016. < 査読あり >
- Cresswell, A.J., Kato, H., Onda, Y., Nanba, K. (2016) Evaluation of forest decontamination using radiometric measurements. Journal of Environmental Radioactivity, 164, 133-144. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2016.07.024. < 査読あり >
- Teramage, M., Onda, Y., Kato, H. (2016). Small scale temporal distribution of radiocesium in undisturbed coniferous forest soil: Radiocesium depth distribution profiles. Journal of Environmental Management, 170, 97-104. DOI: 10.1016/j.jenvman.2016.01.014. < 査読あり >

[学会発表] (計 14 件)

- Zul Hilmi Saidin, Yuichi Onda, Hiroaki KATO, Momo Kurihara, Kazuki Nanko, Delphis F. Levia, 2019. Spatial variability of radiocesium deposition through the tree canopy via branchflow and stemflow. Japan Geoscience Union Meeting 2019, Makuhari Messe, Chiba, Japan, May 26-30, 2019.
- 加藤弘亮, 恩田裕一, Zul Hilmi Saidin, 篠塚友輝, 赤岩哲, 栗原モモ, 新里忠史 (2019) 福島原発事故から 8 年後の森林の放射能汚染状況. 第 130 回日本森林学会大会, 新潟コンベンションセンター朱鷺メッセ, 新潟, 2019 年 3 月 20 ~ 22 日.
- 加藤弘亮, 恩田裕一, Zul Hilmi Saidin (2018) 福島における放射性物質の分布状況調査 (9) 福島県の森林における樹冠通過雨及び樹幹流の放射性セシウム濃度の変化要因. 日本原子力学会 2018 年秋の大会, 岡山大学, 岡山, 2018 年 9 月 5 日.
- 加藤弘亮, 恩田裕一, Zul Hilmi Saidin (2018) 福島原子力発電所事故から 7 年間の森林環境中の放射性セシウム移行状況. 日本地球惑星科学連合 2018 年大会, 幕張メッセ, 千葉, 2018 年 5 月 20-24 日.
- Hiroaki KATO, Yuichi Onda, Zul Hilmi Saidin, 2018. Seven-year monitoring study of radiocesium transfer in forest environments following the Fukushima Nuclear Power Plant accident. European Geoscience Union (EGU) General Assembly 2018, Vienna, Austria, April 8-13, 2018.
- 加藤弘亮, 恩田裕一, Zul Hilmi Saidin (2018) 森林環境における福島第一原発事故から 7 年間の放射性セシウムの移行状況. 第 129 回日本森林学会大会, 高知大学, 高知, 2018 年 3 月 27 日.
- 加藤弘亮 (2017) 森林における放射性核種の動態 (ワークショップ: 福島原発事故の森林・樹木への影響 の検証). 放射線影響学会, 京葉銀行文化プラザ, 千葉, 2017 年 10 月 28 日.

加藤弘亮，恩田裕一，Zul Hilmi Saidin，山口敏朗（2017）福島における放射性物質の分布状況調査（8）福島第一原発事故から6年間の森林環境における放射性セシウムの移行状況。日本原子力学会2017年秋の大会，北海道大学，札幌，2017年9月15日。

Hiroaki KATO, Yuichi ONDA, 2017. Six-year monitoring study of radio-Cs transfer in forest environments following the Fukushima NPP accident. MODARIA II Working Group 4 – Fukushima Parameter subgroup, Minutes of the first subgroup interim meeting, University of Tsukuba, Tsukuba, Japan, July 10-12, 2017.

Hiroaki KATO, Yuichi ONDA, 2017. Reconstruction of fallout map of the Fukushima accident-derived radiocesium for environmental transfer studies. MODARIA II Working Group 4 – Fukushima Parameter subgroup, Minutes of the first subgroup interim meeting, University of Tsukuba, Tsukuba, Japan, July 10-12, 2017.

加藤弘亮，恩田裕一，ズル・ヒルミ・サイディン，山口敏朗（2017）福島県の森林における放射性セシウムの移行と林内空間線量率の時間変化傾向。日本地球惑星科学連合2017年大会，幕張メッセ，千葉，2017年5月20-25日。

加藤弘亮，恩田裕一（2017）福島県の森林における放射性セシウムの移行と林内空間線量率の時間変化傾向。第128回日本森林学会大会，鹿児島大学，鹿児島，2017年3月26-28日。

恩田裕一，加藤弘亮（2016）福島における放射性物質の分布状況調査と関連研究（11）森林環境における福島第一原発事故から五年間の放射性セシウムの移行状況。日本原子力学会2016年秋の大会，久留米シティプラザ，久留米市，2016年9月7-9日。

加藤弘亮，恩田裕一（2016）森林樹冠から林床への放射性セシウムの移行がリター層及び土層中の存在量に及ぼす影響。日本地球惑星科学連合2016年大会，幕張メッセ，千葉，2016年5月23日。

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://katolab-geoenvi ronradioact.com/>

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号（8桁）:

(2)研究協力者

研究協力者氏名:

ローマ字氏名:

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。