

令和 6 年 6 月 3 日現在

機関番号：82105

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2023

課題番号：20K15563

研究課題名（和文）樹幹流による放射性セシウムの土壌深部への供給が樹木の吸収へ及ぼす影響の解明

研究課題名（英文）Study about influence to root uptake by supplying of radiocesium to deeper mineral soil by stemflow

研究代表者

今村 直広（Imamura, Naohiro）

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・主任研究員 等

研究者番号：30732383

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）： 樹幹流には懸濁態よりも溶存態の形態の放射性セシウムが多く存在し、樹幹流の多いコナラでは、樹幹流の流れ込む位置において、土壌中の溶存態と交換態の放射性セシウム量が多い傾向が見られた。また、土壌中の溶存態の放射性セシウムの鉛直分布は一定であったが、交換態の放射性セシウムは土壌表層で多く、土壌表層には樹幹流以外の要因によっても放射性セシウムが供給されてきたと推測された。さらに、コナラは土壌表層から放射性セシウムを吸収していると推定されたため、樹木の放射性セシウム吸収には、樹幹流による放射性セシウムの土壌供給だけが影響している訳ではないことが明らかになった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、樹木近傍の放射性セシウムの供給源である樹幹流に着目し、樹木に吸収される溶存態と交換態の放射性セシウムの分布と吸収の解明を目的に取り組まれた課題である。本成果は、土壌から樹木への放射性セシウム吸収メカニズムの解明に繋がるため、土壌から樹木への放射性セシウムの吸収を低下させる技術の開発に繋がる可能性がある。このことは、事故から10年以上経過した現在でも、しいたけ原木の出荷制限や林業の停滞が続いている福島森林・林業の復興に貢献できると考えられる。

研究成果の概要（英文）： Stemflow contained more dissolved radioactive cesium than suspended radioactive cesium. In Konara oak trees with a lot of stemflow, the amount of dissolved and exchangeable radioactive cesium in the soil was high at the location where stemflow flowed into the soil. Whereas the vertical distribution of dissolved radioactive cesium in the soil was constant, exchangeable radioactive cesium was high in the soil surface layer. This suggested that radioactive cesium had been supplied to the soil surface layers by factors other than stemflow. Furthermore, since oak trees were estimated to absorb radioactive cesium from the soil surface, the absorption of radioactive cesium by trees was not only influenced by the supply of radioactive cesium to the soil by stemflow.

研究分野：森林科学

キーワード：放射性セシウム 樹幹流 深部浸透 経根吸収 安定同位体セシウム 細根

様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

福島第一原子力発電所事故から9年が経過した時点においても、福島県では広葉樹原木林の生産停止や避難指示区域における林業活動の停滞が、林業再開と地域の再生の大きな足かせとなっていた。これら林業活動再開の時期を推測するためには、林業で取り扱う樹木、特にその樹体内の放射性セシウム濃度の推移予測が必須であった。

樹体内の放射性セシウム濃度の推移予測のためには、樹木による土壌からの放射性セシウム吸収メカニズムを明らかにしなければならない。土壌中の放射性セシウムは土壌鉱物の立体構造に吸着する「固定態」とフリーの一価の陽イオンとして存在する「溶存態」、有機物や粘土鉱物の負電荷に静電的に吸着している「交換態」が存在する。放射性セシウムは土壌表層5 cm以内に蓄積していることから(Takahashi et al., 2018)、樹木は土壌の表層から放射性セシウムを吸収していると一般的には考えられてきた。しかし、チェルノブイリ原発事故後の調査では、樹木に吸収されやすい交換態の放射性セシウムが、土壌深部にも多く存在する事例が報告されており(Fesenko et al., 2001)、樹木は土壌深部の溶存態や交換態の放射性セシウムを吸収している可能性も考えられた。

森林における土壌深部への水と物質の供給では、樹幹流が大きな寄与をしている。樹幹流により根の周りにより多くの水が供給されること(Guo et al., 2020)や樹幹流が根に沿って土壌深部まで到達する事例(Johnson & Lehmann, 2006)が報告されている。そのため、樹幹流が土壌深部への放射性セシウム浸透を進める大きな役割をしていると考えられた。

以上より、以下の学術的問いを持つに至った。

- ・樹幹流により土壌深部へ溶存態と交換態の放射性セシウムは供給されるのか？
- ・土壌深部の溶存態と交換態の放射性セシウムは、樹体内の放射性セシウムの濃度変化に寄与しているのか？

2. 研究の目的

本研究は、樹木に吸収されやすい土壌中の「溶存態と交換態の放射性セシウム」に着目する。これら溶存態と交換態の放射性セシウムが、樹木根圏への水と物質の集中的な流入経路である「樹幹流」によって土壌深部へ供給され、それら土壌深部の溶存態と交換態の放射性セシウムが、樹体内の放射性セシウム濃度変化に寄与していることを明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 樹幹流による放射性セシウムの深部浸透の解明

福島県川内村のスギ林2林分とコナラ林1林分を調査対象地とした。

樹幹流による放射性セシウムの供給量調査

調査対象地において、林内雨調査プロットを作成し、月に1度の頻度で樹幹流と樹冠通過雨の放射性セシウム濃度と水量を調査し、樹幹流による林床への溶存態($< 0.45 \mu\text{m}$)と懸濁態($> 0.45 \mu\text{m}$)の放射性セシウムの供給量を調べた。

土壌における溶存態の放射性セシウムの観測

調査対象地において、各サイト5本の個体を対象に、東西南北4方位の根元周りに亜鉛置換フィルターを深さ5 cm、10 cm、15 cmに設置し、土壌における水に溶けた溶存態の放射性セシウムの分布状況を調べた。

土壌における交換態の放射性セシウムの観測

各サイト5本の調査対象木を対象に、東西南北4方位の根元周りの落葉層と深さ25 cmまでの土壌コアを採取した。土壌コアは5 cm毎に分離し、これらサンプルに酢酸アンモニウムを添加することで、交換態溶液を抽出し、土壌に存在する交換態の放射性セシウム量の分布状況を調べた。

(2) 放射性セシウムの吸収深度の推定

調査対象木を対象に、樹木の辺材と内樹皮の放射性セシウム(^{137}Cs)と安定同位体セシウム(^{133}Cs)の比($^{137}\text{Cs}/^{133}\text{Cs}$)と深度別土壌の交換態の放射性セシウムと安定同位体セシウムの比($^{137}\text{Cs}/^{133}\text{Cs}$)を比較することにより、樹木はどの深さの土壌から放射性セシウムを吸収しているかを推定した。

4. 研究成果

(1) 樹幹流により土壌へ供給される放射性セシウム

樹幹流中の懸濁態と溶存態の放射性セシウム量は、懸濁態よりも溶存態の方が10倍以上多く、スギに比べコナラの方が溶存態の放射性セシウム供給量が多かった。土壌においては、樹幹流による溶存態の放射性セシウム供給量が多いコナラにおいて、樹幹流が流入する方位で、土壌中の溶存態の放射性セシウム量が多い傾向が見られた(図1)。この傾向は、土壌中の交換態の放射性セシウムにおいても見られ、樹幹流が流入する方位で、土壌中の交換態の放射性セシウム量も多い傾向が見られた。これは、溶存態の放射性セシウムが土壌粒子等に吸着し、土壌粒子等から

交換態の放射性セシウムが溶出したため、コナラの樹幹流の流入位置で交換態の放射性セシウム量も多くなったと考えられた。

土壌中の放射性セシウムの鉛直分布に関して、溶存態の放射性セシウム量は、深さ方向にほぼ一定の割合で存在したが、交換態の放射性セシウムは土壌表層において多かった。溶存態フィルターを設置していた 2 週間程度の短い期間では、樹幹流により溶存態の放射性セシウムは土壌深部まで供給されていたが、事故から 10 年程度の長期の累積期間では、土壌への放射性セシウムの供給は、樹幹流による溶存態の放射性セシウムの供給以外に、樹幹流による懸濁態の放射性セシウムの供給や落葉層からの放射性セシウムの溶出等の影響も存在したため、これら要因により土壌表層の土壌粒子等に吸着した放射性セシウムが多くなり、そこから溶出した交換態の放射性セシウム量も土壌表層で多くなったと考えられた。

本研究で得られた、樹幹流による放射性セシウムの供給とそれが引き起こす土壌中での放射性セシウムの鉛直分布に関する成果は、樹幹流による樹幹から土壌深部までの放射性セシウムの動態を包括的に解明した世界初の成果と位置付けられ、今後、土壌中での放射性セシウム動態の解明に寄与できる成果であると考えられる。

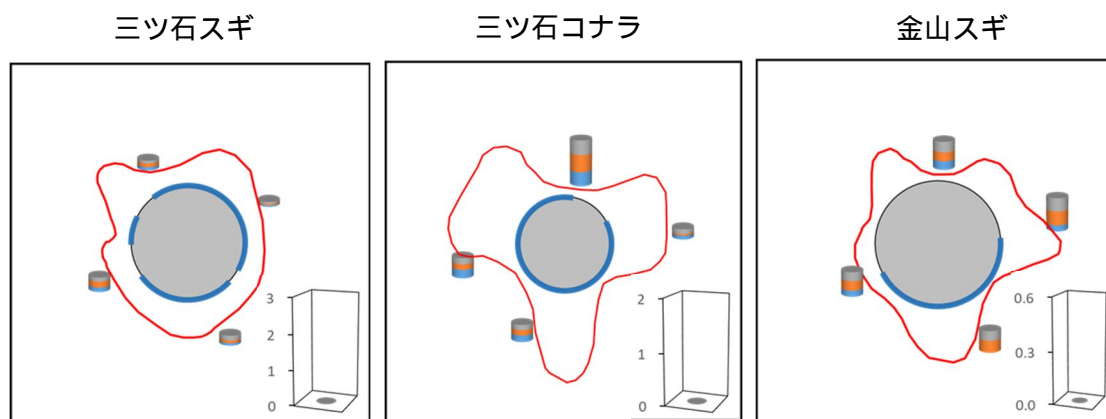


図 1．樹幹流の流入位置（青色以外の部分）と溶存態の放射性セシウム蓄積量（ kBq/m^2 ）。放射性セシウム蓄積量は、0–5cm（灰色） 5–10cm（橙色） 10–15cm（青色）の積み上げ量を示す。

（ 2 ） 樹幹流による放射性セシウムの供給と樹木による土壌からの放射性セシウムの吸収

樹木辺材と内樹皮の放射性セシウム吸収深度の推定の結果、コナラの辺材と内樹皮は落葉層と鉱質土壌層 0–5 cm の間の浅い深度から放射性セシウムを吸収しており、スギの辺材と内樹皮は鉱質土壌層 0–5 cm と 5–10 cm の間の深い深度から放射性セシウムを吸収していることが明らかになった。

樹幹流により溶存態の放射性セシウムは土壌深部まで供給されていたが、交換態の放射性セシウムは土壌表層に多く存在していることから、樹木は樹幹流により土壌深部に供給された溶存態の放射性セシウムを吸収しているのではなく、事故からの長期間に渡り蓄積した土壌表層に存在する交換態の放射性セシウムを吸収していると考えられた。以上より、土壌表層の交換態の放射性セシウムは樹幹流による供給によってのみ成り立っている訳ではなく、樹幹流による放射性セシウムの供給が、必ずしも樹木の放射性セシウム吸収や材の放射性セシウムの濃度変化傾向に影響している訳ではないことが明らかになった。

本研究は、放射性セシウムと安定同位体セシウムを用いて、スギとコナラの放射性セシウムの吸収深度を推定した初めての成果であり、樹木の放射性セシウムの濃度変化を予測する際に、本結果が活用できる。また、今後、本成果は、吸収源の放射性セシウムを除去することで、樹木への吸収を抑制できることから、樹木の放射性セシウム濃度低減にも活かされる成果と考えられる。

< 引用文献 >

Takahashi J, Onda Y, Hihara D, Tamura K, Six-year monitoring of the vertical distribution of radiocesium in three forest soils after the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant accident, *Journal of Environmental Radioactivity*, 192, 2018, 172–180

Fesenko SV, Soukhova NV, Sanzharova NI, Avila R, Spiridonov SI, Klein D, Badot P-M, ^{137}Cs availability for soil to understory transfer in different types of forest ecosystems, *the Science of the Total Environment*, 269, 2001, 87–103

Guo L, Mount GJ, Hudson S, Lin H, Levia D, Pairing geophysical techniques improves understanding of the near-surface, *Critical Zone: Visualization of preferential routing of stemflow along coarse roots*, *Geoderma*, 357, 2020, 113953

Johnson MS, Lehmann, J, Double-funneling of trees: Stemflow and root-induced preferential flow, *Ecoscience*, 13(3), 2006, 343–333

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 11件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Manaka Takuya, Araki Masatake G., Ohashi Shinta, Imamura Naohiro, Sakashita Wataru, Ogo Sumika, Komatsu Masabumi, Sakata Tadashi, Shinomiya Yoshiki	4. 巻 13
2. 論文標題 Radiocesium mobility in different parts of the two major tree species in Fukushima	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 9144
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-023-35852-8	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Imamura Naohiro, Ohte Nobuhito, Tanaka Nobuaki	4. 巻 196
2. 論文標題 Factors influencing the difference in dissolved ion inputs to the forest floor between deciduous and coniferous stands: comparison under high and low atmospheric deposition conditions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Environmental Monitoring and Assessment	6. 最初と最後の頁 1
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10661-023-12132-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Sakashita Wataru, Imamura Naohiro, Sakata Tadashi, Tsuneoka Ren, Shinomiya Yoshiki	4. 巻 273
2. 論文標題 A pilot study of radiocesium activity concentration in the stemflow of deciduous broad-leaved trees: Its relationship with leaves and outer bark as of 2022?2023	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 107385 ~ 107385
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jenvrad.2024.107385	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ohmae Yoshimi, Sakashita Wataru, Sakata Tadashi, Imamura Naohiro, Miura Satoru, Akama Akio, Shinomiya Yoshiki	4. 巻 273
2. 論文標題 Effect of litter removal five years after the Fukushima accident on ¹³⁷ Cs uptake by Japanese cedar	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 107390 ~ 107390
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jenvrad.2024.107390	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 今村直広	4. 巻 12(4)
2. 論文標題 森林における放射性セシウムの初期動態に関する研究	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 JATAFFジャーナル	6. 最初と最後の頁 5~11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Manaka Takuya, Komatsu Masabumi, Sakashita Wataru, Imamura Naohiro, Hashimoto Shoji, Hirai Keizo, Miura Satoru, Kaneko Shinji, Sakata Tadashi, Shinomiya Yoshiki	4. 巻 251-252
2. 論文標題 Ten-year trends in vertical distribution of radiocesium in Fukushima forest soils, Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 106967 ~ 106967
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jenvrad.2022.106967	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 金指 努、境 優、今村 直広、大橋 伸太	4. 巻 55
2. 論文標題 福島第一原子力発電所事故後の森林における放射性セシウム動態と溪流生態系への影響	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 地球化学	6. 最初と最後の頁 144 ~ 158
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14934/chiikyukagaku.55.144	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 今村直広、渡邊未来	4. 巻 91
2. 論文標題 安定同位体セシウムを用いた樹木へ吸収される放射性セシウムの経路推定	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 金属	6. 最初と最後の頁 71~75
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hashimoto S, Tanaka T, Komatsu M, Gonze MA, Sakashita W, Kurikami H, Nishina K, Ota M, Ohashi S, Calmon P, Coppin F, Imamura N, Hayashi S, Hirai K, Hurtevent P, Koarashi J, Manaka T, Miura S, Shinomiya Y, Shaw G, Thiry Y	4. 巻 238-239
2. 論文標題 Dynamics of radiocaesium within forests in Fukushima - results and analysis of a model inter-comparison	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 106721 ~ 106721
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jenvrad.2021.106721	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 橋本昌司、今村直広、小松雅史、大橋伸太、加藤弘亮、仁科一哉、田上恵子	4. 巻 -
2. 論文標題 福島森で放射性セシウムはどう動いてきたのか？	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 森林総合研究所 令和3年版 研究成果選集	6. 最初と最後の頁 10 ~ 11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 篠宮佳樹、三浦寛、阪田匡司、坂下渉、高野勉、池田重人、荒木眞岳、平井敬三、小林政広、橋本昌司、今村直広、平出政和、小松雅史、大橋伸太、金子真司、金指努	4. 巻 -
2. 論文標題 放射性セシウムは依然として表層土壌に残っていた - 森林における長期観測と、きのこ及びびきのこ原木林の利用再開の手がかり -	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 森林総合研究所 第4期中長期計画成果集	6. 最初と最後の頁 12 ~ 13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Imamura Naohiro, Komatsu Masabumi, Hashimoto Shoji, Fujii Kazumichi, Kato Hiroaki, Thiry Yves, Shaw George	4. 巻 225
2. 論文標題 Vertical distributions of radiocesium in Japanese forest soils following the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident: A meta-analysis	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Radioactivity	6. 最初と最後の頁 106422 ~ 106422
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jenvrad.2020.106422	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Imamura Naohiro, Watanabe Mirai, Manaka Takuya	4. 巻 755
2. 論文標題 Estimation of the rate of 137Cs root uptake into stemwood of Japanese cedar using an isotopic approach	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 142478 ~ 142478
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2020.142478	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計10件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 3件)

1. 発表者名 IMAMURA Naohiro, OHTE Nobuhito, TANAKA Nobuaki
2. 発表標題 Factors affecting the difference in the input processes of dissolved ions to forest floor between broad-leaved deciduous and coniferous evergreen stands: Through comparison among the sites with different atmospheric deposition conditions
3. 学会等名 Acid Rain 2020 10th International conference on Acid Deposition (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 坂下渉、今村直広、阪田匡司、常岡廉、篠宮佳樹
2. 発表標題 2022 - 2023年の葉・外樹皮が樹幹流放射性セシウム濃度に与える影響
3. 学会等名 第135回日本森林学会大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 今村直広、大橋伸太、坂下渉、眞中卓也、大前芳美、篠宮佳樹
2. 発表標題 安定同位体Csを用いたコナラとスギの土壌からの放射性Cs吸収深度の推定
3. 学会等名 第135回日本森林学会大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 大前芳美、坂下渉、阪田匡司、今村直広、三浦覚、赤間亮夫、篠宮佳樹
2. 発表標題 事故後5年目の落葉除去がスギ材の放射性セシウム濃度に及ぼす影響
3. 学会等名 第135回日本森林学会大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 TAGAMI Keiko, UCHIDA Shigeo, ISHII Nobuyoshi, HAYASHI Seiji, TSUJI Hideki, HASHIMOTO Shoji, KOMATSU Masabumi, OHASHI Shinta, IMAMURA Naohiro, MANAKA Takuya, SAKASHITA Wataru, SHINOMIYA Yoshiki, MIURA Satoru
2. 発表標題 River catchments in the Fukushima area -System conceptualization using catchment and ecosystem data -
3. 学会等名 IAEA MEREIA Workshop 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Hashimoto S, Tanaka T, Komatsu, Marc-Andre G, Sakashita W, Kurikami H, Nishina K, Ota M, Ohashi S, Philippe C, Frederic C, Imamura N, Hayashi S, Hirai K, Pierre H, Koarashi J, Manaka T, Miura S, Shinomiya Y, George S, Yves T
2. 発表標題 Dynamics of radiocaesium in forests deposited by the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident-long-term monitoring and modelling approaches
3. 学会等名 International Conference on Radioecology & Environmental Radioactivity (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三浦覚、大橋伸太、荒木眞岳、小松雅史、橋本昌司、長倉淳子、坂下渉、今村直広、眞中卓也、重永英年、篠宮佳樹
2. 発表標題 放射性セシウムに汚染された森林における植栽木や実生の面移行係数
3. 学会等名 日本森林学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大前芳美、篠宮佳樹、阪田匡司、坂下渉、三浦覚、大橋伸太、今村直広、赤間亮夫
2. 発表標題 落葉除去による除染がスギの放射性セシウム吸収に及ぼす影響
3. 学会等名 日本森林学会大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 眞中卓也、小松雅史、坂下渉、今村直広、橋本昌司、平井敬三、三浦覚、金子真司、小林政広、阪田匡司、篠宮佳樹
2. 発表標題 福島第一原発事故後10年間における森林土壌中の放射性セシウム分布の変動
3. 学会等名 第133回日本森林学会大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 今村直広、坂下渉、眞中卓也、篠宮佳樹、小林政広
2. 発表標題 樹幹流によって土壌深部へ供給される放射性セシウム
3. 学会等名 第132回日本森林学会大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>福島第一原子力発電所事故後の日本における放射性核種の環境中の移行 第5章：森林生態系 http://www.ffpri.affrc.go.jp/rad/pubs.html 日本原子力研究開発機構 根拠情報Q&Aサイト https://fukushima.jaea.go.jp/QA/q32d.html 森林総合研究所 2021公開講演会「伝えたい！森の中の放射性セシウム - 10年で明らかになったこと - 」 https://www.youtube.com/watch?v=YvEMu1nz96g&list=PLZzxJYmW4GZn41xKJindN4qEeBgo2iQkP&index=7 スギ材に取り込まれた放射性セシウムはどこからきたのか？ https://www.ffpri.affrc.go.jp/press/2020/20201119/index.html 日本の森林土壌における放射性セシウムの鉛直移動を明らかにしました https://www.ffpri.affrc.go.jp/research/saizensen/2021/20210122-01.html 大気中の窒素酸化物などの濃度が高いと、落葉広葉樹と常緑針葉樹から林床への供給量に差が生じる https://www.ffpri.affrc.go.jp/research/saizensen/2024/20240412.html</p>

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
英国	ノッティンガム大学			
フランス	ANDRA			