

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：12605

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24380076

研究課題名(和文) 森林生態系における放射性核種と有機物・土壌養分の物質循環的解析

研究課題名(英文) Forest ecosystem cycle analysis of radionuclide in organic and mineral soil

研究代表者

戸田 浩人(TODA, Hiroto)

東京農工大学・(連合)農学研究科(研究院)・教授

研究者番号：00237091

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,000,000円

研究成果の概要(和文)：森林では落葉等の有機物動態が、放射性Csの移動・蓄積に強く影響していた。林床の放射性Cs大部分は、分解の進んだ有機物層とごく表層の鉱質土層に蓄積していた。急斜面や植生被覆の少ない林床では、有機物や土砂の浸食で放射性Csが移動し、自然減衰率よりも早く減少した。一方、有機物が蓄積する谷部や土層が安定した緩い尾根部などでは、ホットスポットの形成がみられた。萌芽枝は耕作放棄地の植生より、表層土壌に対する放射性Cs量の存在比が高く、土壌からの吸収が示唆された。溪流へは林床の有機物・土砂とともに放射性Csが供給され、大部分が懸濁粒子として流下した。森林流域の放射性Cs動態の解明には継続調査が必要である。

研究成果の概要(英文)：Radioactive cesium transport and accumulation were influenced by litter layer dynamics in forest ecosystems. Most of the radioactive cesium was kept in decomposed organic and very thin surface layers. On the steep slope and small vegetation cover sites, radioactive cesium were decreased faster compared with natural decrease rate because of erosion of litter and surface soil. On the bottom of slope and gentle slope of ridge, hot spots were found. The radioactive cesium ratio of vegetation to surface soil were greater in the oak regeneration site than in the abandoned cultivated land. It was suggested that the oak sprouts uptake more radioactive cesium from surface soil. The radioactive cesium in streams come from litter and soil of forest floor. And most of them flowed away with particulate matter. We have to continue research to clarify radioactive cesium dynamics in forested watershed ecosystems.

研究分野：森林生態学、森林立地学

キーワード：放射性セシウム動態 落葉の移動と分解 土壌有機物の浸透 土壌有機物の詳細画分 森林小流域 ホットスポット 萌芽更新 溪床堆積物

1. 研究開始当初の背景

福島第一原発事故後に実施されている、文部科学省の広域放射性物質による影響把握のための航空機モニタリングによれば、北関東の山間部に高い放射線量および放射性セシウム (Cs) 沈着量が認められ、福島県から関東の山林にはこれまでにない高濃度の放射性核種が降下した。

1960年代から土壌侵食の研究に放射性降下物である ^{137}Cs や鉛 210 が用いられはじめ、近年、これらの放射性核種をトレーサーとして、森林流域における浮遊土砂の生産源の推定などに応用されてきた。

土壌侵食の研究では、大気から降下した放射性核種の ^{137}Cs などは、大部分が攪乱をうけなければ表層土壌に吸着する。しかし、現在の福島県から関東の山林のように多量の放射線核種が存在する場合は、植生の吸収などによる森林生態系の内部循環系への取り込みが少なからず生じると考えられる。やがて放射性核種は林床で土粒子や腐植と結合し、内部循環系から除かれて、水の移動や浸食によって溪流へ流出する。このような放射線核種の動態・蓄積・流出に至る過程を、養分元素とともに物質循環として把握し、今後の変化の予測とモニタリング体制を整えることは、首都圏や八溝山系の水源林管理に対する情報として重要である。

本研究は、多量の放射性核種の動態把握という緊急の課題と、放射性核種を物質循環のトレーサーとして森林流域の有機物や土壌養分の動態と流出過程を解明する、といった発展的な研究を同時に進行させた。

2. 研究の目的

本研究では、森林小流域試験地における放射性核種の動態把握と予測・モニタリング体制の確立と放射性核種をトレーサーとした有機物や土壌養分の動態と流出過程を物質循環的解析によって明らかにするため、大きくは以下の2項目の調査研究を実施した。

(1) 放射性核種の内部循環系の動態と土壌系への蓄積：放射性核種の森林生態系における蓄積と内部循環系での動態を把握する。同時に放射性核種をトレーサーとして、林床有機物や土壌養分の分解と蓄積過程を捉える。

(2) 放射性核種の斜面移動と溪流流出：放射性核種の溪流への流出過程を把握・予測するため、林床および溪流における落葉などの有機物サイズ別に、放射性核種の移動・蓄積過程を捉える。

3. 研究の方法

調査地は、福島県の二本松市東和地区と関東各地の山林である、東京農工大学の FM 唐沢山 (栃木県)、FM 大谷山・草木 (群馬県)、丹沢山地大洞沢 (神奈川県)、を対象に現地調査を行った。なお、福島県以外の調査地は、福島第一原発事故以前より物質循環のモニタリング調査を実施してきた。

(1) 放射性核種の内部循環系の動態と土壌系への蓄積

① 落葉落枝と A_0 層 (林床の堆積有機物層) および表層土壌の放射性 Cs 蓄積：スギ林、アカマツ林、ナラ類を主体とした落葉広葉樹林といった林相別に調査区を設け、落葉落枝の調査はリタートラップを用いて行った。これらの調査区において、2012年より毎年秋季に A_0 層、表層土壌 (0-5, 5-10, 50-100mm 深) を採取し放射性 Cs の分析に供した。なお、2013年は採取した A_0 層を分解程度とサイズによって6段階に画分し分析した。また、 A_0 層直下に2mm網目を通った有機物を捕捉するコアを設置し、細粒有機物の垂直移動にともなう移動を調査した。

② 森林下層植生および耕作放棄地植生の放射性 Cs 蓄積：上記①の二本松市の調査区で代表的な下層植生 (ササ類) と森林流域出口の耕作放棄地の表層土壌と自然侵入した植生を採取し、放射性 Cs の蓄積量を調べた。

③ 里山の萌芽更新による放射性 Cs 動態：二本松市のコナラ・クヌギを主体とする里山において伐採・萌芽更新試験地を設けた。ここでは隣接する伐採前と同じ状態の森林とともに、 A_0 層の除去の有無、伐採木ウッドチップ敷設の有無の除染調査区を設け、伐採直後と成長期終了後、①と同様に A_0 層および土壌を採取し、放射性 Cs を測定した。同時にコナラのポット苗を用い、土壌からの放射性 Cs 吸収を調査した。

(2) 放射性核種の斜面移動と溪流流出

④ 林床における放射線量率の空間分布：2012年は、上記①の調査区において、2×2m 方形区を連続して50~100地点設定し、各地点で A_0 層表面と A_0 層を除いた地表面で放射線量率を A_0 層厚とともに調査した。同時に各調査区で地上1mの空間放射線量率も測定した。2014年は、スギ林と落葉広葉樹林の各微小流域において、数mおきに微地形や立木位置とともに、 A_0 層上と地上1mの放射線量比および A_0 層厚を調査した。

⑤ 林床有機物の斜面移動による放射性 Cs 動態：林床で斜面方向への移動する落葉などの粗大有機物を捉える側方トラップと細粒有機物を捕捉するため樋型トラップを考案し、斜面傾斜ごとに設置した。また、丹沢山地では植生被覆の差異ごとに、有機物・土砂の移動を捉えた。これら採取試料の放射性 Cs を測定し動態を把握した。

⑥ 溪流への有機物・土砂の供給と流出による放射性 Cs 動態：溪流に直達する落葉落枝の溪畔リタートラップによる採取・推定、溪床堆積物の採取、降雨時を含む土砂と有機物流出については積算流下土砂有機物サンプラーを溪流内に設置して採取し、放射性 Cs を分析した。また、スギ葉を用いて、溪床のリターバックおよび室内での放射性 Cs 溶出実験を通して、溪流に供給された有機物の放射性 Cs の移動性を調べた。

4. 研究成果

(1) 放射性核種の内部循環系の動態と土壌系への蓄積

① 落葉落枝と A₀ 層および表層土壌の放射性 Cs 蓄積

2012 年の調査の結果、A₀ 層および表層土壌の放射性 Cs 量は、広くは関東の試験地 > 福島県の試験地、福島県の試験地の中では、同じ林相でも航空機モニタリングによる初期沈着量の多い地域で高く、樹種よりも放射性物質の降下量の差を反映していた。落葉落枝の放射性 Cs 量は、年々減少し、原発事故当時に着葉していた常緑針葉樹のスギ林やアカマツ林よりも、落葉していた落葉広葉樹林での減少が著しかった。

福島県二本松の調査区において樹種間で、落葉落枝から A₀ 層および表層土壌の ¹³⁷Cs 量を比べると、スギ林やアカマツ林では A₀ 層が多く、ナラ林（落葉広葉樹林）では A₀ 層に多く留まっている山腹区（下層植生のササが繁茂し林床を被覆している区）と表層土壌へ移動している尾根区（下層植生が少なく落葉が斜面を移動しやすい区）が見られた（図 1）。経年変化でスギ林やアカマツ林でも表層土壌への、¹³⁷Cs 蓄積割合が増大したが、A₀ 層に多いナラ林ではむしろ A₀ 層の蓄積割合が高まった。林床の ¹³⁷Cs 量は全体的に自然崩壊速度よりも減少しており、斜面方向の移動や植生等による吸収の影響が示唆された。

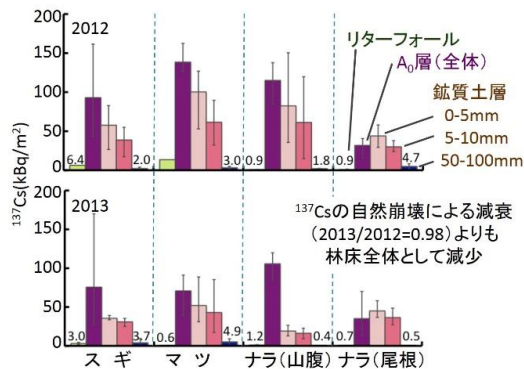


図 1 林床における ¹³⁷Cs 量の経年変化

林床における垂直方向の放射性 Cs の移動と蓄積をみると（図 2）、放射性 Cs 濃度は細粒（2mm 以下）の HA 画分で高く、鉍質土壌へはこの細粒画分の有機物とともに移動していると考えられた。しかし、放射性 Cs の面積当りの蓄積量は、A₀ 層の中でもまだ粗大な有機物が含まれる F3 から F4 画分に多く保たれていた。また、細粒有機物にとまらな放射性 Cs の鉍質土壌への浸透は、ごく表層の 0-10mm で大部分が留まっており、50mm 深にもほとんど達していなかった。

新鮮な落葉落枝に沈着した放射性 Cs 濃度は著しく低下してきているので、今後この F3 ~ F4 画分から細粒状となった有機物の移動を把握することが重要になるといえる。

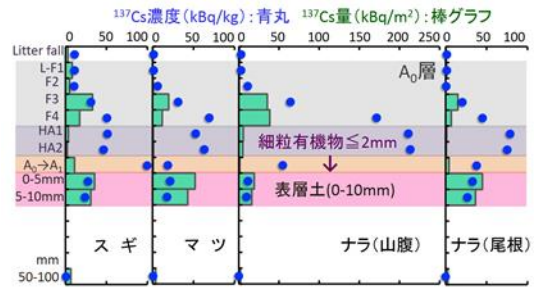


図 2 林床有機物の画分と ¹³⁷Cs の垂直分布

② 森林下層植生および耕作放棄地植生の放射性 Cs 蓄積

2012 年時点での下層植生への放射性 Cs 蓄積も林床と同様に、放射性物質の降下量の差が反映されていた。同じ地域内では、ミヤコザサやスズタケなどササ類で放射性 Cs 濃度が高かった。今後、林床から土壌表層へ移動した放射性 Cs が、ササ類に吸収されて循環するか、特にササの量が多い地域において、把握する必要がある。

森林流域出口の河畔や田畑の耕作放棄地に生育する植物の放射性 Cs 濃度は、ヤナギが最も高く、クズやアズマネザサ、イグサが次いで高かった。土壌の放射性 Cs 濃度は植生が高い場所で低いことはなく、比較的乾燥している畑の放棄地（C）や河畔（F2）および田の放棄地でヨシやヤナギが密生している場所（D、E）で高く、面積当りの植生地上部および土壌の放射性 Cs 量（深さ 20cm）でも同様であった（図 3）。

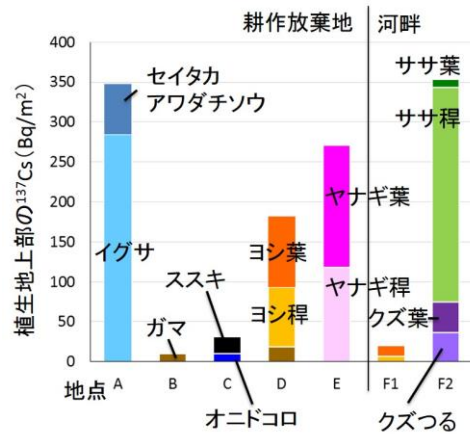


図 3 植生地上部の ¹³⁷Cs 量

面積当たりの土壌の ¹³⁷Cs 量に対する植生地上部の ¹³⁷Cs 量の比を算出すると、地上部蓄積の多い A や E 地点でも 0.001 程度、その他の地点では 0.0005 にもならず、土壌への蓄積割合が著しく高かった。

③ 里山の萌芽更新による放射性 Cs 動態

伐採萌芽更新の作業（2013 年 3 月）にとまらな地表面の攪乱と土壌表層への有機物の混入により、伐採地の表層土壌（0-10mm）の放射性 Cs 濃度が森林の対照地よりも高くな

り、それはA₀層の除去の有無、ウッドチップ敷設の有無にかかわらず成長期を過ぎた同年11月でも同様であった。ウッドチップ敷設により伐採地ではA₀層を除去しない区で、森林の対照地ではA₀層除去にかかわらず、それぞれの対照区よりも土壤表層の放射性Cs濃度が低下し、高C/Nのウッドチップに繁殖したカビなどの微生物による土壤表層の放射性Csを吸収が示唆された。

高放射性Cs土壤で野外ポット栽培したコナラ苗木は、二本松市において栽培した苗の葉と茎で東京のものより放射性Cs濃度が高く、根からの吸収分が多いものの環境からの湿性・乾性沈着も葉で17%、枝で13%程度存在した。伐採萌芽試験地で発生した萌芽枝の放射性Cs濃度は、葉と枝で相関があり枝は葉の40%程度であった(図4)。A₀層の除去およびウッドチップ敷設の有無で萌芽枝の放射性Cs濃度に違いは見られなかった。

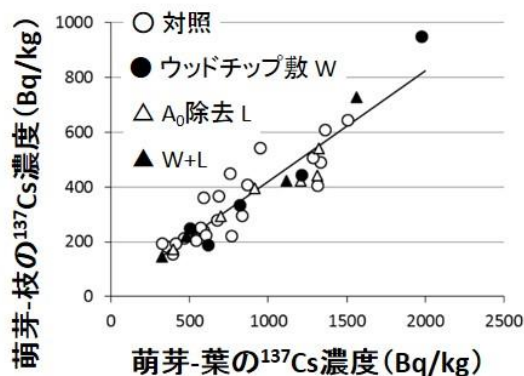


図4 萌芽の葉と枝の¹³⁷Cs濃度の関係

耕作放棄地と同様に、土壤と萌芽の面積あたりの放射性Cs存在量比を求めたところ0.02~0.03となり、単純比較はできないものの耕作放棄地の植生と比べて萌芽が20倍以上高かった。今後、萌芽の成長による経年変化を把握し、ホダ木として使用可能な地域や立地条件を明らかにしていく必要がある。

(2) 放射性核種の斜面移動と溪流流出

④ 林床における放射線量率の空間分布

2012年調査のプロットスケールでの林床放射線量比は、樹冠の開いている面で高い傾向があった。放射線量比は、いずれの樹種もA₀層表面が地表面より高く、スギ林ではA₀層が厚いと高い傾向がみられた。一方、ナラ林(落葉広葉樹林)では、A₀層が薄い場所でA₀層表面と地表面の放射線量比の差が小さかった。こうした変動の理由は、原発事故によって放射性核種が、林床へ直達した率、樹冠に沈着し落葉落枝で数年間供給されるスギ林、A₀層から土壤表層への移行がA₀層厚に影響を受けたナラ林、であると考えられる。

2014年は微小流域スケールで調査し、スギ林では谷筋のA₀層の厚い地点で放射性線量率が高く、有機物の移動と蓄積によるホットスポットの形成が示唆された(図5)。一方、

落葉広葉樹林では谷筋やA₀層厚による放射性線量率の高低の傾向はなく、むしろ尾根部など安定した地表面にホットスポットがみられ、立地条件による土壤への放射性核種の移動と固定の差異の影響が考えられた。

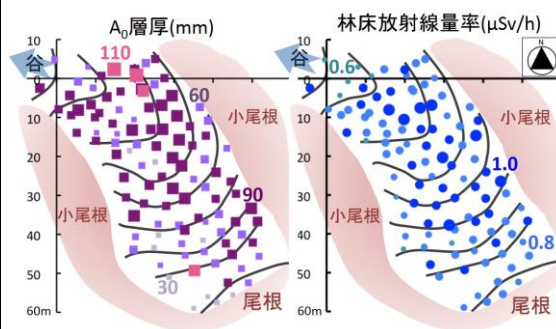


図5 スギ微小流域におけるA₀層厚と林床放射線量率の分布

⑤ 林床有機物の斜面移動による放射性Cs動態

落葉落枝は秋に多く、林床で斜面方向に移動する粗大有機物は落葉落枝の1か月遅れにピークがみられた。樹種間ではナラ林>マツ林>スギ林の順に移動が多く、斜面傾斜が大きいほど多くなる傾向であった。ナラ林(落葉広葉樹)では、落葉が滑り風でも動くため移動を起こしやすく、次いで落葉広葉樹が混交しているマツ林の移動が多いといえる。スギの針葉は木化した小枝とともに落ち林床で互いに絡み、広葉樹葉や小さく分離するマツ葉と比べ、その形状から移動しにくいといえる。リターの側方移動が林床の放射線量率の自然崩壊率以上の低下原因の一つと推察したが、調査区のかなで、特に傾斜が緩いスギ林では、林床有機物の斜面移動が起きにくく、林床放射線量率が自然崩壊率と同程度であった。また、細粒有機物の移動も斜面傾斜に影響を受けているが、まだ試料数が少ないため樹種間の差は明確ではない。今後さらに、モニタリングを継続する必要がある。

シカの採食圧で土壤侵食が生じている神奈川県丹沢山地のブナ林における放射性Csは、植生被覆率の高い斜面で流出が少なく、土壤の表層付近に留まっていた。一方、植生被覆率の低い裸地に近い斜面では、降雨にともない放射性Csの流出量が増加、2014年までほとんどが流出し、速いペースで斜面下方へ移動していた。また、流出した有機物に含まれる放射性Cs量は、流出土砂に含まれる量と比べて大幅に少なく、林床被覆の乏しい林床では、すみやかに土壤表層へ固定されていると考えられた。

⑥ 溪流への有機物・土砂の供給と流出による放射性Cs動態

スギ林の溪床堆積物では、細粒有機物・土砂成分で放射性Cs量が多い傾向であった。溪流からの¹³⁷Csの流出は、降雨量が大きくなるほど、濃度が高くなる傾向が見られた。二

本松市の調査流域からの¹³⁷Csの流出量は、砂防ダムの下流部で半分程度に減少した。砂防ダムでの懸濁体物質の蓄積は、下流への汚染物質流出を緩衝する効果があるといえる。

FM 大谷山の流下土砂有機物サンプラーで採取された懸濁粒子は¹³⁷Cs濃度が高く、A₀層や土壌表層と同程度の範囲であった。異なる有機物含量の土壌試料を調製し、有機物含量と¹³⁷Cs濃度との関係を調べたところ、¹³⁷Cs濃度は有機物含量に対して増加傾向を示し、ロジスティック曲線によって近似された。流下した懸濁粒子も同様の曲線で近似されることから、林床に蓄積した放射性Csが有機物や粘土鉱物に吸着した形で溪流に供給され、懸濁粒子として流下するものの溪流内に滞留する量は少ないことが示唆された。

スギ葉の溪床リターバックでは、設置後の時間経過に伴い¹³⁷Cs濃度・量ともに減少し、150日で半分以下となった。また、室内実験によって水にスギ葉を浸す時間が長いほど¹³⁷Csの溶脱量はカリウム(K)と同様に増えることが明らかとなった。すなわち、スギ葉に蓄積した¹³⁷CsはKと類似し、溪流に入ること多くは溶脱すると考えられた。

一方、落葉広葉樹林では、落葉の¹³⁷Cs濃度が低いためか、スギ葉のように林床と溪床で¹³⁷Cs濃度に差がみられなかった。溪床堆積物は細粒なほど¹³⁷Cs濃度が上昇する傾向は、落葉広葉樹林でスギ林より顕著であり、林床で分解・細粒化した物質の流入が示唆された。

今後、森林斜面からの有機物・土壌にともなう放射性Csの移動と溪流への流入パターンの解析を進め、ホットスポット形成の予測や溪流への流出抑制のための基礎情報を得て行く必要がある。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

- 1) Sakai M, Gomi T, Naito RS, Negishi JN, Sasaki M, Toda H, Nunokawa M, Murase K. (2015) Radiocesium leaching from contaminated litter in forest streams. *Journal of Environmental Radioactivity* 144: 15-20. 査読有
- 2) Sakai M, Gomi T, Nunokawa M, Wakahara T, Onda Y. (2014) Soil removal as a decontamination practice and radiocesium accumulation in tadpoles in rice paddies at Fukushima *Environmental Pollution* 187: 112-115. 査読有
- 3) 佐々木道子・戸田浩人・崔東寿 (2012) スギ・ヒノキ人工林と落葉広葉樹林におけるA₀層の詳細な画分と養分動態. *関東森林研究* 63(2): 105-108. 査読有
- 4) 平田彩・大塚敏博・戸田浩人・崔東寿 (2012) スギ・ヒノキ中齢林における間伐放置材の分解と養分動態. *関東森林研究* 63(2): 109-112. 査読有

- 5) 石川芳治・内山佳美 (2012) 東丹沢における流域スケールでの土壌保全対策効果の検証. *神奈川県自然環境保全センター報告* 10: 37-45. 査読有

〔学会発表〕(計28件)

- 1) 佐々木道子・戸田浩人・崔東寿: 第126回日本森林学会、北海道大学(札幌市)(2015.3.28) A₀層の詳細画分によるスギ、マツ、ナラ林林床の放射性Cs動態解析
- 2) 五味高志・境優・細田幸介: 第126回日本森林学会、北海道大学(札幌市)(2015.3.28) 溶脱・分解プロセスに伴う溪流内リターからの放射性セシウムの流出: フィールドと室内実験による結果
- 3) 峯澤知里・佐々木道子・戸田浩人・崔東寿: 第126回日本森林学会、北海道大学(札幌市)(2015.3.27) 福島県二本松市における溪畔林の林相の違いが溪床堆積有機物に与える影響
- 4) 佐々木道子・戸田浩人・崔東寿: 第4回関東森林学会、KKR 甲府ニュー芙蓉(甲府市)(2014.10.17) A₀層の詳細画分で見られる林床の放射性Cs動態の林相による差異
- 5) 金星・石川芳治・白木克繁・若原妙子: 第4回関東森林学会、KKR 甲府ニュー芙蓉(甲府市)(2014.10.17) 丹沢ブナ林斜面における土壌侵食とリター移動に伴う放射性核種の移動の経年変化
- 6) 戸田浩人: 日本土壌肥料学会・市民公開シンポジウム、東京農工大工学部(小金井市)(2014.9.11) 二本松市の森林における放射性Csの動態と流出抑制法の研究
- 7) 五味高志: 日本土壌肥料学会・市民公開シンポジウム東京農工大工学部(小金井市)(2014.9.11) 二本松市の森林-溪流生態系の放射性物質移動と生物濃縮の評価
- 8) 若原妙子・金星・石川芳治・白木克繁・内山佳美: 平成26年砂防学会、朱鷺メッセ(新潟市)(2014.5.29) 壮齢ブナ林斜面における土壌・リターを通じた放射性セシウムの移動
- 9) Kaneko N, Huang Y, Tanaka Y, Fujiwara Y, Sasaki M, Toda H, Takahashi T, Kobayashi T, Harada N, Nonaka M: European Geosciences Union (EGU) General Assembly, The Austria Center Vienna, Vienna, Austria (2014.4.28) Transfer of radio-cesium from forest soil to woodchips using fungal activities
- 10) 藤原佳祐・佐々木道子・戸田浩人・崔東寿: 第125回日本森林学会、大宮ソニックシティ(さいたま市)(2014.3.29) 里山除染地における萌芽枝と表層土壌の

- 放射性セシウム
- 11) 佐々木道子・藤原佳祐・戸田浩人・崔東寿：第125回日本森林学会大宮ソニックシティ（さいたま市）（2014.3.29）福島県二本松市の大沢流域における有機物と放射性Csの動態
 - 12) 天野浩美・境優・五味高志：第61回日本生態学会、広島国際会議場（広島市）（2014.3.15）低線量被曝がアズマヒキガエルの発生・成長過程に及ぼす影響と放射性セシウムの生物学的半減期の推定
 - 13) 岡田健吾・岩本愛夢・境優・根岸淳二郎・布川雅典・五味高志：第61回日本生態学会、広島国際会議場（広島市）（2014.3.15）山地溪流におけるイワナの摂食・代謝を通じた放射性セシウム濃度の季節的変動
 - 14) 岩本愛夢・岡田健吾・境優・根岸淳二郎・布川雅典・五味高志：第61回日本生態学会、広島国際会議場（広島市）（2014.3.15）スギ人工林における溪流—溪畔林生態系の食物網構造と放射性セシウム動態の関係
 - 15) Sasaki M, Fujiwara K, Toda H, Choi D.S.: International symposium Radionuclide dynamics and biological transfers in watershed ecosystems (RBTW), Tokyo, Fuchu (2014.2.28) Radioactive caesium dynamics of 3 kinds forests in the different area of the deposition densities in Japan
 - 16) Fujiwara K, Sasaki M, Kaneda Y, Toda H, Choi D.S., Kaneko N: RBTW, Tokyo, Fuchu (2014.2.28) Effect of coppicing management on accumulation of radioactive cesium in Satoyama, Fukushima
 - 17) Iwamoto A, Okada K, Sakai M, Negishi JN, Nunokawa M, Gomi T: RBTW, Tokyo Fuchu (2014.2.28) Food web structures and radiocaesium accumulation in stream-riparian ecosystems in Japanese cedar plantation
 - 18) Okada K, Iwamoto A, Sakai M, Negishi JN, Nunokawa M, Gomi T: RBTW, Tokyo Fuchu (2014.2.28) Feeding-metabolic analysis on seasonal changes of radiocesium concentrations in char (*Salvelinus leucomaenis*) in headwater streams
 - 19) Sakai M, Gomi T, Nunokawa M, Wakahara T, Onda Y: RBTW, Tokyo Fuchu (2014.2.28) Decontamination by soil surface removal and ¹³⁷Cs accumulation in tadpoles in rice paddies at Fukushima
 - 20) 佐々木道子・藤原佳祐・戸田浩人・崔東寿：第3回関東森林学会、ルミエール府中（府中市）（2013.10.4）群馬県東部におけるヒノキ樹冠の放射性Cs沈着とリ

- ターフオールによる動態
- 21) 佐々木道子・藤原佳祐・戸田浩人・崔東寿：第124回日本森林学会、岩手大学（盛岡市）（2013.3.26）針葉樹林と落葉広葉樹林における林床の放射線量分布と放射性Cs沈着量
 - 22) 藤原佳祐・佐々木道子・戸田浩人・崔東寿：第124回日本森林学会、岩手大学（盛岡市）（2013.3.26）福島県二本松市の針葉樹および落葉広葉樹林における表層土壌の放射性Cs
 - 23) Nam S.Y., Gomi T., Onda Y., Kato H., Hiraoka M.: 第124回日本森林学会、岩手大学（盛岡市）（2013.3.26）Suspended sediment transports after strip thinning: Monitoring of runoff and Analysis of radiocesium
 - 24) 佐々木道子・戸田浩人・崔東寿：第2回関東森林学会、燕三条地場産業振興センター（三条市）（2012.10.26）群馬県東部の針葉樹林と落葉広葉樹林における林床への放射性Cs沈着量

〔図書〕（計1件）

- 1) 戸田浩人（2014）森林生態系の基盤サービス、調整サービスの原発事故による再認識. 日本森林学会監修「教養としての森林学」、文永堂：123-124.

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

○取得状況（計0件）

〔その他〕

該当なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

戸田 浩人 (TODA, Hiroto)
東京農工大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号：00237091

(2) 研究分担者

五味 高志 (GOMI, Takashi)
東京農工大学・大学院農学研究院・准教授
研究者番号：30378921

石川 芳治 (ISHIKAWA, Yoshiharu)
東京農工大学・大学院農学研究院・教授
研究者番号：70285245

崔 東寿 (CHOI, DonSu)
東京農工大学・大学院農学研究院・准教授
研究者番号：20451982

吉田 智弘 (YOSHIDA, Tomohiro)
東京農工大学・農学部・助教
研究者番号：60521052