

令和 3 年 6 月 2 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16H02992

研究課題名（和文）里山生態系における放射性セシウム動態の将来予測と放射線防護に配慮した土地利用検討

研究課題名（英文）Future prediction of radioactive cesium dynamics in satoyama ecosystem and land use study considering radiation protection

研究代表者

小林 達明（Kobayashi, Tatsuaki）

千葉大学・大学院園芸学研究所・教授

研究者番号：40178322

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 12,500,000円

研究成果の概要（和文）：福島第一原子力発電所事故による放射性セシウム汚染の2013年の林床処理対策による森林生態系の反応を、福島県川俣町の里山にて7年間継続測定した。2013年当初、落葉・落枝による林冠から林床へのCs137供給量は5kBq/m<sup>2</sup>前後だったが、2019年には、対照区で1.6kBq/m<sup>2</sup>に減少したのに対し、林床リター除去処理区では0.9kBq/m<sup>2</sup>に減少した。6年間の減少の多くは洗脱による枝の放射能の低下と放射性セシウムの物理的壊変によるものだったが、対照区と処理区の違いは落葉の放射能の違いによるものだった。林床リター除去処理は、広葉樹の放射性セシウム吸収削減に効果があったと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

原子力発電所事故による森林の放射性セシウム汚染対策としての林床有機物除去処理が森林生態系に及ぼす影響を長期トレースした唯一のデータである。落葉による林地集積や落葉樹木部への蓄積が林床有機物処理によって削減されることが実証された。樹木における移行係数の不安定さが、木部における経時的蓄積と樹体表面における放射性セシウム洗脱の経時的変化に起因することを明らかにし、今後の里山生態系における放射性セシウム動態予測のための資料を得ることができた。避難解除後の住民の被ばく状況について評価し、追加被ばく線量が年間1mSv前後であり、外部被ばく線量が追加被ばく線量の7割以上であることなどがわかった。

研究成果の概要（英文）：The reaction of the forest ecosystem due to the 2013 forest floor treatment measures for radioactive cesium pollution caused by the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station accident was continuously measured for 7 years at a satoyama in Kawamata Town, Fukushima Prefecture. At the beginning of 2013, the supply of Cs137 from the canopy to the forest floor due to litter and branches was around 5 kBq / m<sup>2</sup>, in 2019, it decreased to 1.6 kBq / m<sup>2</sup> in the control plot, but to 0.9kBq / m<sup>2</sup> in the litter removal treatment plot. Most of the 6-year decrease was caused by the decrease in the radioactivity of the branches due to wash-out and the physical decay of radioactive cesium, but the difference between the control and the treatment was due to the difference in the radioactivity of the fallen leaves. It was considered that the forest floor litter removal treatment was effective in reducing the absorption of radioactive cesium in broad-leaved trees.

研究分野：緑地環境学

キーワード：福島第一原子力発電所事故 放射性セシウム 広葉樹林 循環 除染 山菜 外部被ばく 土壌肥沃度

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、研究者個人に帰属します。

## 1. 研究開始当初の背景

福島第一原発事故後の森林汚染は深刻な問題として残っているが、計画的避難区域の解除は次第に進んでいく状況にあり、住民は地域に戻り生活を再構築する必要に迫られている。現存被ばく状況へ移行し、政府の関与よりも住民の自助努力による放射線防護がより強く求められる状況に遷移すると考えられる。

被災地である阿武隈地域では、丘陵地の山林と田畑が結びついた里山生態系に基づいた生活が広く営まれてきており、本研究の先にある究極的なゴールも自然生態基盤に適した里山生活の再生を掲げたい。しかしながら、森林汚染によって現状の里山利用は難しい状況になっており、究極的なゴールへ向かっての過渡期の生活と生業についてのシナリオが必要である。その検討のためには、里山生態系における放射性物質動態の長期的な予測が望まれる。

これらの知見をベースにして、調査流域を中心とした地区の長期的な土地利用計画を、住民参加で試作する。計画は住民の放射線防護に配慮することを旨とし、生業・生活の再建を土地利用に組み入れることによって行う。従来毎年継続している研究成果の地元報告会において予測モデルを提示し、ワークショップ形式で検討を進める。

## 2. 研究の目的

放射性物質汚染された里山地域の復興では、避難から復帰した住民主体の放射線管理が必要となるが、その根幹となる土地利用計画を策定する上で、放射線環境の長期変動予測が望まれる。本研究の第一の目的は、炭素やカリウムの動態も関係づけながら、里山生態系における放射性セシウムの動態特性を把握し、モデル化することである。これにより里山資源の放射能について長期予測を行う。第二の目的は、その知見を GIS 上に展開して景観レベルの将来予測を行い、地域の土地利用計画に役立てることである。

本研究の第一の目的は、里山生態系における放射性セシウム・カリウム・炭素の動態をモデル化することである。森林のモデル、畑のモデル、水田のモデル、住宅地のモデルを作成し、それらの移行関係を整理して GIS 上に展開し、景観スケールのモデルとする。その検証のために必要な観測を行い、モデルの改善をはかる。放射性セシウムの存在形態を明らかにし、生態系における動きやすさを評価するとともに、炭素(有機物)の存在形態、カリウム量等、セシウムの動きに影響を与える物質にも注目して、対策に応用できるモデルを目指す。

同時に林産物や農作物・山菜への移行特性を把握し、それら里山産物の放射能の長期予測を行う。

第二の目的は、モデルによる予測を参考にしながら、地域の土地利用計画を検討することである。こちらは住民主体の取組みを促し、マルチディシプリナリーなアプローチによる放射線リスク管理と地域復興をめざす。

## 3. 研究の方法

### 計画1. 里山景観における放射性セシウムと空間線量分布の GIS 化

調査区域を、福島県川俣町山木屋地区の2軒の農家が所有する里山小流域に設定する。これらの地域は、平成27年度以前も調査・観測を継続し、地形や植生・土壌の分布が既に把握されている場所である。この区域の空間線量の分布を、GPS付き線量計で面的に把握する。

### 計画2. 生態系の放射性セシウム動態把握

小流域を森林、畑、水田、草原、住宅地周辺と5つの空間要素に分け、それぞれの要素の植生、有機物層、鉍質土層の放射性セシウム・炭素・カリウムの量とpHの分布を把握する。それぞれの試料から、イオン態、交換態、有機態、固定態の放射性セシウムを逐次抽出し、植物への利用されやすさによって分別する。

森林においては、さらに詳しく、葉・枝・幹樹皮・幹辺材・幹心材の放射性セシウム分布を把握し、樹木への吸収量を把握する。

林内雨、樹幹流、落葉落枝、地表流の流量を測定して試料を採取し、放射性セシウムの林地還元量と系外への流出量を把握する。ここでは、初期沈着物の林地供給量と経根吸収由来のセシウムの林地還元量を区別することが望ましいが、それについては、従来測定している経年変化の状況と樹皮由来の洗脱物に特徴的に見られる有機物による着色に着目して、可能な限り分別する。

農地では除染作業による表土削り取りにより、除染後、有機物が著しく減少しており、保肥力ほか土壌の能力が低下していると考えられる。それらの変化と収量に与える影響も適切にモニタリングする。

### 計画3. 里山生態系の放射性セシウム動態モデル作成

計画1で得られた知見によるパラメータおよび既存モデルのパラメータを用いて森林、畑、水田、草原、住宅地の各空間要素の放射性セシウム動態モデルを作成する。森林における複雑な放射性セシウムの動態モデルに関しては、BIOMASSなどIAEA(2002)にそれまで提案されたモデルがとりまとめられており、その成果を参照しつつ自前のデータと適合性を検討しながらモデル作成を行う。

計画4．里山景観の農作物・山菜の放射能把握とその変化の予測

2つの調査区域内に生育する農作物と山菜の可食部位と土壌の汚染状況を体系的に把握し、それらの移行係数を、森林、畑、水田、草原、住宅地周辺の景観構成単位毎に把握する。農地では、作物の収量も把握する。

計画5．土地利用検討ワークショップ

上半期までに、上記の作業を進め、その成果を住民に提示し、今後の長期的な土地利用の検討材料とする。その際は、里山生態系モデルから得られる住民の外部被ばく量、内部被ばく量を、いくつかの土地利用シナリオ、生活行動様式シナリオにもとづいて示す。それによって、住民主体の放射線リスク管理に基づいた地域復興の検討を可能にする。

4．研究成果

● 里山流域の放射線量景観の変化

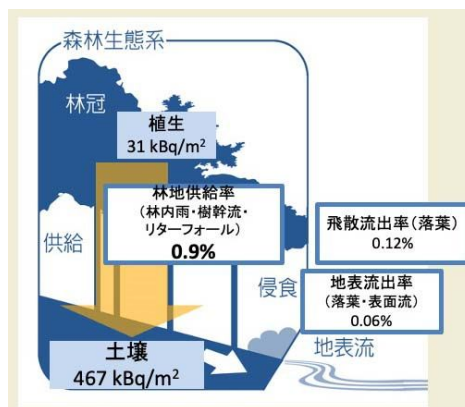
福島県川俣町山木屋地区内の2地区を中心に、空間放射線量の空間分布を2013年から2019年まで継続的に調べた。除染が行われたある農地では、2011年2.0~2.7µSv/hrあったが、2019年には0.2µSv/hrまで低下した。林縁除染が行われたある林地では、2011年2.0~2.7µSv/hrあったが、2019年には0.5µSv/hrまで低下した。除染が行われていない林地でも、2011年2.0~2.7µSv/hrあったが、2019年には0.8µSv/hrまで低下した。

2011年3月15日基準で半減期補正したところ、除染前の農地はほぼ物理的減衰に従って線量が低下していたが、除染によって、急激に線量が低下していた。林縁除染が行われた林地では、除染による影響がわずかに認められたが農地ほど顕著ではなかった。林地でも物理的減衰に従って線量が低下していたが、それに加えた空間線量の減少が見られた。隣接する農地における線量の上昇は見られないため、林内から林外への移行はわずかと考えられることから、樹体表面に付着した放射性セシウムが洗脱し林床に移行したことなどにより、線量低下が加速されたと考えられる。

● 里山の林における放射性セシウム循環

2013年から行なっている福島県川俣町山木屋地区の里山の放射性セシウム(<sup>137</sup>Cs)動態の調査を継続し、以下のようなことが明らかになった。

2015年のデータによると、一年の間に森林から林外へ流出する放射性セシウム量は、全体の0.2%程度と見積もられた。その半分以上は落葉による飛散によるものだった。里山の森林にある放射性セシウムは、現在、ほとんどが林床表面に留まっている。新鮮な落葉に含まれるセシウム量は少ないが、時間がたつと次第に濃度が上昇していき、特に秋の長雨期には、急速に上昇する。林床の放射性セシウムは、有機物が分解して下層に移行しようとするが、菌類の働きによって表層に留められていると考えられる。



大部分林床にあるセシウムをコナラやミズナラなどの広葉樹は吸収しており、生育のよい樹木ほどたくさん吸っている。樹木に吸収されたセシウムは、葉に運ばれて落葉及び林内雨によって林床に還元されるものと、樹木の体内に留まるものに大別されるが、林床にある放射性セシウムの1%弱が吸収され、循環していた。このうち木材に留まるものが、総吸収量の約20%だった。事故当時1000kBq/m<sup>2</sup>の放射性セシウムが降下沈着した林では、2016年春のコナラの辺材の放射能密度が400~920Bq/kgだったが、晩秋には平均で1.23倍増加した。

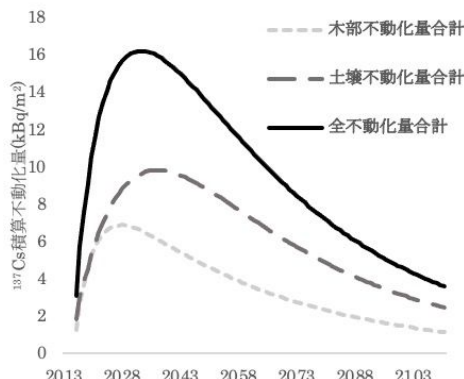
2017年に行った林床に設置したリターバックの放射能の季節変化調査から、リターバック内リターの放射能濃度は時間を経るに従い増加し、5月当初可給態が多く、不可給態が17%なのが、10月には76%に増加した。リターの分解を行う糸状菌に吸収され、放射性セシウムのリフトアップが起きるとともに、有機態として取り込まれたと考えられる。

● 放射性セシウム循環の予測モデル

試験地森林における放射性セシウム循環を以下のようにモデル化し、将来の予測を行った。

$$S_t + W_t = (Y_{t-1} - Y_t) + A_t + L_t + (E_{t-1} - E_t)$$

- S<sub>t</sub> : t年における土壌不動化量 (kBq/m<sup>2</sup>)
- W<sub>t</sub> : t年における木部不動化量 (kBq/m<sup>2</sup>)
- Y<sub>t</sub> : t年における循環量 (kBq/m<sup>2</sup>)
- A<sub>t</sub> : t年における洗脱量 (kBq/m<sup>2</sup>)
- L<sub>t</sub> : t年における落枝による樹体付着成分の林地供給量 (kBq/m<sup>2</sup>)
- E<sub>t</sub> : t年における土壌中の可給態<sup>137</sup>Cs量 (kBq/m<sup>2</sup>)



ここで循環量は、林内雨と樹幹流の溶脱量および、リターフォールの葉の林地供給量の合計とし

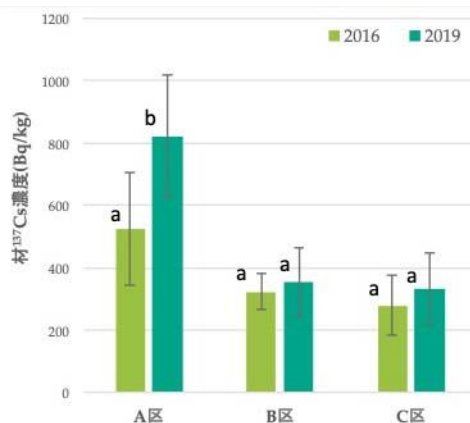
た。2013年から2019年までの観測データを指数近似曲線によって非線形回帰しパラメーターを求めた。

土壌中の可給態<sup>137</sup>Csに関しては、斎藤(2016)が同じ試験地で行った逐次抽出法による土壌の吸着様式の割合を2019年の土壌<sup>137</sup>Cs量(kBq/m<sup>2</sup>)に乗じることにより算出した。

シミュレーションの結果、木部不動化量は事故後約15年後にピークを迎え、その後半減期に従って緩やかに減少するといった結果となった。土壌の不動化量は事故後約25年後にピークを迎え、こちらもその後は緩やかに減少するといった結果となった。

● 里山の林床有機物除去処理が放射性セシウム循環に与える影響

福島第一原子力発電所事故による放射性セシウム汚染の2013年の林床処理対策による森林生態系の反応を、福島県川俣町の里山にて7年間継続測定した。以下の数値はすべて2011年3月15日基準で半減期補正した。2013年の<sup>137</sup>Csの林冠から林床への供給は、いずれの試験区でもリターフォールだけで5kBq/m<sup>2</sup>前後だった。2019年には、対照区で林内雨・樹幹流あわせ計2.9kBq/m<sup>2</sup>になったが、林床リター除去処理で1.6kBq/m<sup>2</sup>、有機物層全除去処理で1.5kBq/m<sup>2</sup>と対照区の約半分に減少した。このうち、広葉樹落葉による<sup>137</sup>Cs供給量は対照区(A区)で1.3~1.7kBq/m<sup>2</sup>だったのに対し、有機物層全除去処理区(B区)と林床リター除去処理区(C区)では0.6~1.0kBq/m<sup>2</sup>と約半分の放射能密度に減少した。また、広葉樹落葉中の放射能濃度は7年間の間大きな変化がなかった。



2016年から2019年間の試験地ごとの年間木部不動化量を推定すると、A区では毎年870Bq/m<sup>2</sup>、B区では240Bq/m<sup>2</sup>、C区では105Bq/m<sup>2</sup>、<sup>137</sup>Csが木部に不動化されていた。林床処理を行ったB区とC区では、2016年と2019年の材<sup>137</sup>Cs濃度に有意差がなかったが、対照区では2019年の材<sup>137</sup>Cs濃度が2016年のそれより有意に大きかった。

これらのことから、林床リター除去処理は、広葉樹による放射性セシウム吸収の減少に効果があり、広葉樹木材の放射性セシウム蓄積の抑制効果があると考えられた。

● 山菜・キノコの調理による減セシウム法に関する研究

山菜・キノコを調理することによって放射性セシウムをどの程度除去できるか実験的に検討した。コウタケを茹でることによって放射性セシウムを22%に、味付け煮によって14%に、塩漬けによって3%に、塩漬けして塩抜きすると1%に減少できた。他のキノコも同様に減セシウムできた。タラノキの芽は、茹でることによって50%、塩漬けによって10%に減セシウムできた。

● 住民の被曝状況評価

地域の空間線量マップ、個人の行動調査、影膳調査などによって、住民の外部被ばく・内部被ばくの状況について評価した。

現在の行動パターンで山菜類を年に一回以下しか摂取しない生活において、追加被ばく線量は、長期目標とされている年間1mSv前後の値と推定された。震災前のように森林に頻繁に出入りしたり、山菜・キノコ類を日常的に摂取する場合は1mSvを上回る可能性がある。外部被ばく線量は追加被ばく線量の7割以上であり、被ばく線量は外部被ばくによってより左右される。

震災前のように個人で採取をする山菜やキノコ類を摂取する場合、内部被ばくのリスクも高まる。しかし、山菜・キノコ類をふくめた食事を一食分取り入れた場合の内部被ばく線量の増加は、全く食べない場合に比べ、約5μSvと微増であるため、催事などで旬を楽しむために、年に数回程度取り入れるのであれば、被ばくリスクに大きな変化はないと考えられる。

● 除染後の農地の土壌理化学性とその改善対策

除染が実施された農家圃場を対象とし、客土と除染以前から存在していたと推定される下層土を比較し、肥沃度低下の実態を調査した。また、緑肥作物栽培試験を行い土壌理化学性への影響を調査した。農家内畑地の客土層と下層土を比較すると全炭素は客土層で下層土の20%、全窒素や陽イオン交換容量は約半分に減少していた。栽培試験の結果、対照区と比べ緑肥栽培区において土壌中の交換性陽イオン、全炭素、全窒素、可給態リン酸量、腐植率、可給態窒素で改善が見られ、土壌微生物バイオマス量の増加も観察されるなど、土壌肥沃度の改良効果が一定程度見られた。

● 土地利用の検討

産業総合技術研究所のチームと共同で、毎年、住民説明会を開催し、我々からは上記の成果を報告した。討議の中では、放射線に対する不安はさほどないものの、2020年3月時点の帰村率が40%で老人が主であることから、山木屋地区の将来の不安、復興のあり方が主に問題として上げられた。また、除染廃棄物仮置場撤去後の土地利用について協議し、仮置場として伐採抜根されハゲ山となった場所をサクラ山として復旧し、復興に寄与する提案を取りまとめた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 T. Yasutaka1, Y. Kanai, M. Kurihara, T. Kobayashi, A. Kondoh, T. Takahashi and Y. Kuroda	4. 巻 55
2. 論文標題 Dialogue, radiation measurements and other collaborative practices by experts and residents in the former evacuation areas of Fukushima: A case study in Yamakiya District, Kawamata Town	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Radioprotection	6. 最初と最後の頁 215-224
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1051/radiopro/2020061	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 斎藤翔・小林達明・高橋輝昌	4. 巻 43
2. 論文標題 林床における落葉分解に伴う放射性セシウムの吸着様式の変化	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本緑化学会誌	6. 最初と最後の頁 168-173
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7211/jjsrt.43.168	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 平野堯将・小林達明・高橋輝昌・恩田裕一・斎藤 翔	4. 巻 42
2. 論文標題 樹木幹材の放射性セシウムの不動化と有機物層除去処理の効果	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 日本緑化学会誌	6. 最初と最後の頁 128-133
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 -

〔学会発表〕 計17件（うち招待講演 1件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 間瀬皓介・小林達明・高橋輝昌・平野堯将・斎藤翔
2. 発表標題 森林の林床処理による放射性セシウムの木部不動化量の変化
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林達明・間瀬皓介・角遼太郎・高橋輝昌
2. 発表標題 広葉樹林の放射性セシウム循環におよぼす林床処理効果の7年間の調査結果
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 間瀬皓介・小林達明・高橋輝昌・齋藤翔・降旗大樹・平野堯将・数間理恵
2. 発表標題 林床処理を行った二次林における放射性セシウムの動態特性の把握
3. 学会等名 第130回日本森林学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 間瀬皓介・齋藤翔・降旗大樹・平野堯将・数間理恵・高橋輝昌・小林達明
2. 発表標題 里山生態系における放射性セシウムの動態把握と将来予測
3. 学会等名 平成30年度応用生態工学会東北地域研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 間瀬皓介・齋藤翔・降旗大樹・平野堯将・数間理恵・高橋輝昌・小林達明
2. 発表標題 里山の森林生態系における放射性セシウムの動態把握と将来予測
3. 学会等名 第49回日本緑化工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林達明
2. 発表標題 福島における原発事故による森林の放射線の現況と改善の対策
3. 学会等名 第79回社叢学会関東定例研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 菊地優汰・八島未和・齋藤葉瑠佳
2. 発表標題 福島県山木屋地区除染後農耕地土壌における肥沃度回復（第1報） - 除染による肥沃度低下の現地報告
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2018年度神奈川大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 齋藤葉瑠佳・八島未和・菊地優汰
2. 発表標題 福島県山木屋地区除染後農耕地土壌における肥沃度回復（第2報） - 土壌炭素蓄積、窒素循環および土壌養分に対する緑肥の効果
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2018年度神奈川大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 齋藤葉瑠佳・門脇真悠・鈴木耀太・菊地優汰・八島未和
2. 発表標題 福島県山木屋地区除染後農耕地土壌における肥沃度回復（第3報） - 客土土壌を用いた緑肥3種の分解特性
3. 学会等名 日本土壌肥料学会2018年度関東支部会新潟大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小林達明
2. 発表標題 原発事故5年後の福島の里山生態系における放射性セシウムの動き
3. 学会等名 平成28年度野生動植物への放射線影響に関する調査研究報告会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林達明・中平史織
2. 発表標題 調理による山菜の減セシウム効果
3. 学会等名 ELR2017 日本緑化工学会・日本景観生態学会・応用生態工学会合同大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tatsuaki Kobayashi
2. 発表標題 Ecological restoration from the disaster of East-Japan Big Earthquake- Satoyama in Fukushima
3. 学会等名 International Symposium for Sustainable Landscape Development, Bogor
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Tatsuaki Kobayashi, Hiroki Furihata, RieYamamoto, Sho Saitoh, Masaki Endoh, Takamasa Hirano, Hiroyuki Suzuki and Terumasa Takahashi
2. 発表標題 The effects of the removal treatment of organic horizon on the stock and flux of radiocesium in the secondary Quercus-Pinus forest
3. 学会等名 IUFRO Regional Congress for Asia and Oceania 2016
4. 発表年 2016年



1. 発表者名 Terumasa Takahashi and Tatsuaki Kobayashi
2. 発表標題 The characteristic of radioactive cesium absorption by wood chip installed on forest floor
3. 学会等名 IUFRO Regional Congress for Asia and Oceania 2016
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 小林達明、中平史織、遠藤雅貴、斎藤翔
2. 発表標題 阿武隈の広葉樹林における放射性セシウム吸収量推定の試み
3. 学会等名 第128回日本森林学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 高橋輝昌、齋藤翔、小林達明
2. 発表標題 林床における落葉分解に伴う放射性セシウムの吸着様式の変化
3. 学会等名 第128回日本森林学会大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 遠藤雅貴、小林達明、高橋輝昌、永野博彦
2. 発表標題 森林生態系内の放射性セシウム移行における有機物および微生物の役割に関する実験的検討
3. 学会等名 第128回日本森林学会大会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

福島支援チーム千葉大  
<http://www.h.chiba-u.jp/lab/helloeps/homepage/fukushima/fukushima.htm>

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
研究分担者	高橋 輝昌  (Takahashi Terumasa)  (20291297)	千葉大学・大学院園芸学研究科・准教授   (12501)	
研究分担者	近藤 昭彦  (Kondoh Akihiko)  (30201495)	千葉大学・環境リモートセンシング研究センター・教授   (12501)	
研究分担者	八島 未和 (松島未和)  (Yashima Miwa)  (60527927)	千葉大学・大学院園芸学研究科・講師   (12501)	

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
---------	---------