

平成30年6月18日現在

機関番号：41604

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00548

研究課題名(和文) 福島のスクラにおける放射性セシウム汚染の研究

研究課題名(英文) Study of radiocesium pollution in cherry trees in Fukushima Prefecture.

研究代表者

杉浦 広幸 (SUGIURA, HIROYUKI)

福島学院大学短期大学部・その他部局等・教授

研究者番号：90412949

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：福島第一原発の事故による福島のスクラの放射性セシウム汚染と対策について研究した。福島県北のスクラ粗皮断片における放射性セシウム濃度は、2015年で100 k Bq/kgを超える場所もあった。株内での放射性セシウムは、大半が粗皮に存在した。粗皮の汚染をイメージングプレート法で観察するとスポット状であり、中には強いスポットがいくつか見られた。汚染は汚染初期の樹皮の高圧洗浄による除染効果は維持されていた。スクラ樹皮は、粗皮の削り取りによる除染が可能であった。粗皮から、1M酢酸アンモニウムで0.35%の放射性セシウムが抽出できた。粗皮の放射性セシウム汚染は、3年の時間経過で1/2～1/3に低下していた。

研究成果の概要(英文)：The adhesions of radiocesium to the surfaces of cherry (*Cerasus x yedoensis* 'Somei-yoshino') tree bark were studied in northern Fukushima Prefecture. The ^{137}Cs concentration on the bark is related to the radiation dose rate map of November 5, 2011. The ^{137}Cs concentrations at the branch internodes grown in 2010 were three times that in 2011 in the cherry trees. It was believed that only a few radiocesium concentrations would decrease because of rain and transfer to other tree parts from the bark because the percent of exchangeable ^{137}Cs extracted from the bark was 0.35%. The majority of the ^{137}Cs was in the bark; however, there was a small quantity of it in the wood and phloem of the cherry trees. Autoradiography of the radioactive pollution on the surface of the cherry tree bark displayed a random spot pattern. The radioactive spots decreased after decontamination by chipping and were transferred to the latex gloves after treatment of the contaminated bark.

研究分野：環境学

キーワード：環境放射能 スクラ セシウム 除染 放射線

1. 研究開始当初の背景

(1) 原発事故直後からの取り組み
福島学院大学では、2011年3月の福島第一原子力発電所の事故により、勤務地・居住地が汚染されたため、放射性セシウム汚染の状況を明らかにしてきた。

(2) 原発事故3年後の汚染状況

2014年になり、サクラ等の一部の庭木の樹皮汚染が、高濃度であった。幼稚園・保育所や小学校のサクラは木登りしやすいよう仕立ててあることが多く、放射性セシウム汚染の調査と対策は子どもを抱える親にとって重要である。

2. 研究の目的

福島第一原子力発電所事故による放射性セシウムが福島のサクラをどの程度汚染しているか調査し、除染方法の検討や今後の汚染の予測を行う。

3. 研究の方法

(1) 試料の採取方法

本研究で用いたサクラは、‘ソメイヨシノ’（新梢は‘東海桜’‘河津桜’も）、ウクライナでは品種不明のものを用いた。サクラ粗皮の採取は、2015年4月以降に福島県北地方のほか東日本各地で実施し、福島の後世を知るため、チェルノブイリ原発被災地のウクライナ北部ナロジチ村と廃村シャルーノ村でも行った。

粗皮は、枝の向き別（上面，横面，下面）に分けて金属片で削り取り、3日以上屋内で乾燥させ、1mm、2mmおよび5mmのふるいでサイズ分画した。また、粗皮以外に枝・節部・樹皮・材について

も放射性セシウム濃度を測定した。更に、土壌の放射性セシウム濃度についても調査し、枝への移行計数を算出した。土壌は、口径48mmの鋼管で地表面から深さ30cmまで深さ別に採取した。得られた土壌を7日以上乾燥させ、1mmのふるいを通した試料を測定した。

なお、粗皮削り取り除染の廃棄物処理のため、メタン発酵による減容化を検討した。本実験のための施設と操作については、市民団体霊山プロジェクトに依頼した。

(2) 放射性セシウム濃度の測定

得られた資料をU-8容器に高さ5cmとなるよう充填し、ゲルマニウム半導体検出器（CANBERRA社製，検出器GC2020，効率校正は日本アイソトープ協会MX033U8PP使用）を用いて放射性セシウム濃度を測定した。測定時間は ^{137}Cs が100Bq/kgを超えるような濃度の場合は1,200秒で、薄いものは2,400～50,000秒とし、3検体3反復ずつ測定した。

(3) 放射線の測定

サンプル採取前に、採取地の空間線量を測定した（TCS-172B，ALOKA社製、NaIシンチレーション検出器、18回測定）。また、表面の放射線の計数率も測定した（cpm、高さ1cmをALOKA製TGS-146BとGE製inspector+で18回測定）。ALOKA製測定器の校正は、いずれも2015年6月と、2017年12月に行った。

(4) イメージングプレート法

放射性セシウム汚染付着状況を知るため、イメージングプレート法によりオートラジオグラフィを取得した。2016年は、筑波大学ラジオアイソトープ環境動態研究センター（IP：BAS-MS・IP2025，リーダー：FUJIFILM BAS-1800II）、2017年は東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター（IP：BAS-MS・IP2025，リーダー：GE製FLA-9500）の協力で実施した。

（5）経根吸収の栽培調査

2015年6月22日伊達市御幸山地区に、購入サクラ苗（ ^{137}Cs 濃度1 Bq/kg未満）を定植した。定植時の覆土に表土を混ぜる場合と混ぜない場合で、サクラの新梢と主幹における ^{137}Cs 濃度を定植2年半後に調査した。実験圃場の管理は、御代田生産森林組合に依頼した。

（6）サクラの表面汚染の除染

2011年に高圧洗浄したサクラ粗皮の ^{137}Cs 濃度の経過を調査した。また、粗皮の削り取り除染を2015年3月16日に福島市蓬萊字田沢地区で行った。樹齢40年以上の2株の高さ約2.5mまでの粗皮を（1）と同様にして削り取り、さらに削り残した粗皮を金属タワシで除去し、処理前後の放射線の計数率を記録した。

4. 研究成果

（1）サクラの放射性セシウム汚染の濃度調査

東日本のサクラ粗皮における放射性セシウム濃度は、2011年に線

量率が高かった場所ほど高濃度で、30万 Bq/kgを超えた地点も見られ、熱海（上面）でも 2.2 ± 0.1 kBq/kgに達していた（図1）。また、粗皮を採取する樹皮の面は上面が高く、粒子の大きさでは小さいほど ^{137}Cs 濃度が高かった（論文2）。

サクラ表面をガイガーカウンターで放射線の計数率を測定し、粗皮の放射性セシウム濃度を予測にするグラフを作成し（図2A, B）、市民団体に提供した。

粗皮廃棄物減容化のメタン発酵を検討したところ、メタンガスの発生は確認された（図3）が、牛糞の添加が必要なため短期的に絶対量は減らなかった。

（2）表面汚染と経根吸収

枝における節による ^{137}Cs 濃度汚染の違いを調査すると、2010年以前に形成された節は、2011年以後に形成された節に比べて高かった（論文1）。また、表皮、師部、材の ^{137}Cs 濃度を調査すると、粗皮に比べて非常に低濃度であった（論文1）。そのため、サクラの放射性セシウム汚染は、表面汚染が大半といえる。

一方、渡利地区の新梢を調査したところ、 $10.9 \sim 28.0$ Bq/kgの低さであった（図3）。植え替えによる経根吸収を土壌汚染が渡利地区の約2倍である御幸山調査したところ、新梢の ^{137}Cs 濃度も約2倍であった（論文4）。御幸山の移行計数は 0.0039 ± 0.0009 と低く、今後も経根吸収はサクラの主たる汚染源にならないと思われた。

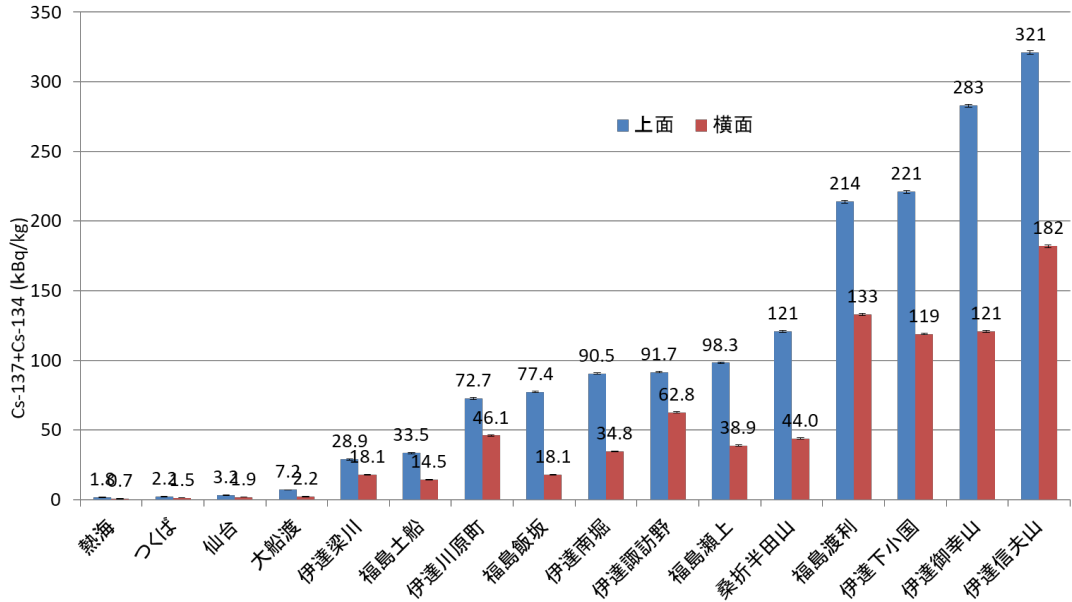


図1 東日本のサクラ粗皮における放射性セシウム濃度 (2015年)
標記の幅は合成標準不確かさ(1σ)

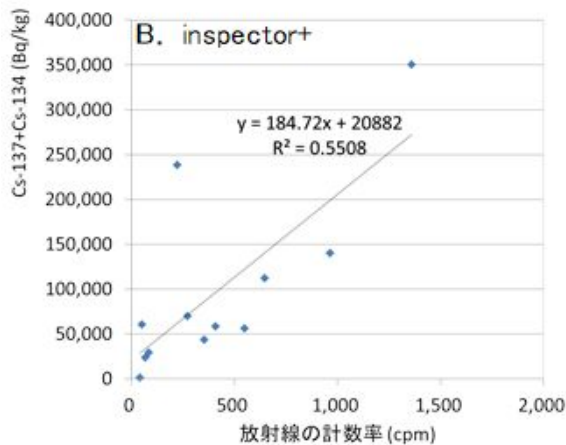
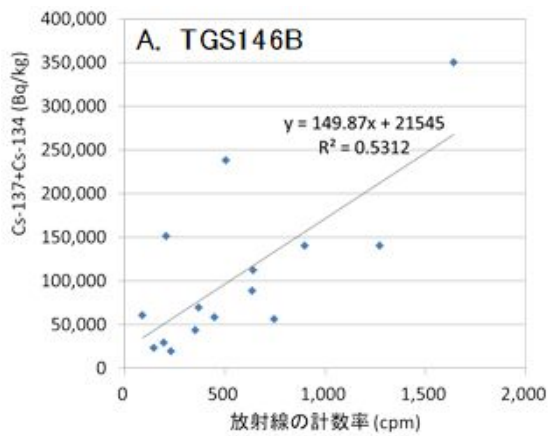


図2 サクラ粗皮の表面線量率の測定値から放射性セシウム濃度

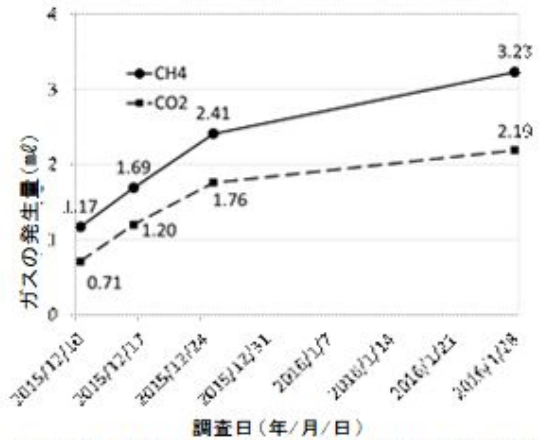


図3 放射性セシウム汚染サクラ粗皮の減量化のための発酵で発生したCH₄ガスとCO₂ガスの量

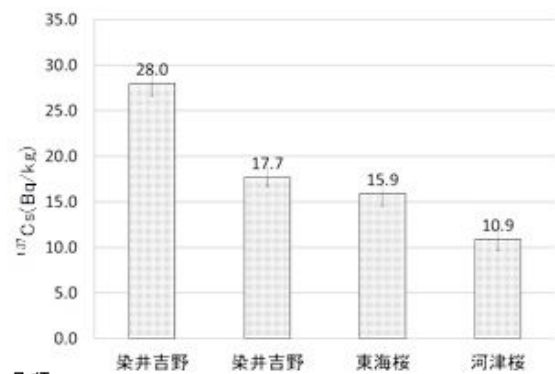


図4 福島市のサクラ枝物における¹³⁷Cs濃度 (2016年)
標記の幅は合成標準不確かさ(1σ)

(3) サクラ粗皮の除染
 2011年に高压洗浄したサクラ粗皮の¹³⁷Cs濃度の経過を調査したところ、無処理より低かったが、半

分は残っていた(論文2)。一方、粗皮の削り取り除染は、表面の計数率が $1,010 \pm 15$ cpm(バックグラウンド 142 cpmを除く)であっ

たのが、 95 ± 2 cpm まで低下した（論文 2）。イメージングプレート法で樹皮を観察すると、除染後は大きな放射線を出すスポットの多くが無くなっており、効果的除染法であった。

（4）樹皮汚染の流亡調査

樹皮からの降雨等による流出を調査したところ、1M 酢酸アンモニウムでは水の約 10 倍の 0.34% 抽出された（論文 2）。実際に、福島県北地方のサクラ樹皮の ^{137}Cs 濃度の推移を調査すると、2015 年から 2017 年の 3 年間で、 $1/3 \sim 1/2$ に低下した（論文 2）。

（5）ウクライナのサクラの放射性セシウム汚染調査の結果から福島のサクラの汚染の将来を予測

チェルノブイリ原発事故当時、福島市と同レベルの放射性セシウム汚染のウクライナのナロジチ地区とシャルーノ地区でサクラ粗皮の ^{137}Cs 濃度を調査したところ、福島市の $1/100$ 程度であった。また、シャルーノ地区のサクラ樹皮と、濃度が同レベルの仙台市のものをイメージングプレート法で比較すると、前者は非常に弱いスポットのみであるが、後者には強いスポットが見られた（論文 2）。

福島のサクラ粗皮の放射性セシウム汚染は、今後 30 年で流亡するなどして $1/100$ 以下になると思われるが、強いスポットの追跡調査が SEM 観察を含め必要であろう。

5. 主な発表論文等

{雑誌論文等} (計 4 件)

(1) 杉浦広幸、酒井 創、佐藤志彦、末木啓介、福島第一原子力発電所事故後の福島県北で放射性セシウムに汚染されたサクラ粗皮の除去による除染、RADIOISOTOPES、査読有、66 巻 9 号、2017、311-319

DOI:

<https://doi.org/10.3769/radioisotopes.66.311>

(2) 杉浦広幸、酒井 創、渡部浩司、福島第一原発事故による南東北のサクラ粗皮の放射性セシウム汚染についての現状とチェルノブイリ原発周辺のデータからの予測、日本放射線安全管理学会誌、査読有、17 巻 1 号、2018、9-15

DOI:

<https://doi.org/10.11269/jjrsm.17.9>

(3) 杉浦広幸、福島県北における植物の放射性セシウム汚染と環境モニタリング、日本放射線安全管理学会雑誌 15 巻 2 号、129~131、2016 (プロシーディングス)

(4) 杉浦広幸、酒井 創、渡部浩司、南東北とウクライナ北部のサクラ樹皮における放射性セシウム汚染、第 19 回環境放射能研究会報 (印刷中) (プロシーディングス)

{学会発表} (計 3 件)

(1) 杉浦広幸、酒井 創、佐藤志彦、末木啓介、東日本のサクラ樹皮における放射性セシウム汚染、日本放射線安全管理学会第 14 回大会、2015.12.3、つくば市

(2) 杉浦広幸・酒井 創、福島

県北地方のサクラの枝におけるセシウム137濃度.園芸学会平成29年度春季大会.2017.3.19.盛岡市

(3)杉浦広幸・酒井 創・渡部浩司.南東北とウクライナ北部のサクラ樹皮における放射性セシウム汚染.第19回環境放射能研究会.2018.3.14.つくば市

[図書](計1件)

(1)近藤幹生、徳安 敦、瀧川光治、杉浦広幸、浅田 瞳、伊藤哲章、小倉定枝、地下まゆみ、長谷雄一.生活から学ぶ保育内容環境.青踏社、pp199.

[産業財産権]

なし

[その他]

ホームページ等

(1)福島・伊達環境研究会
<https://www.facebook.com/%E7%A6%8F%E5%B3%B6%E4%BC%8A%E9%81%94%E7%92%B0%E5%A2%83%E7%A0%94%E7%A9%B6%E4%BC%9A-188149591837690/>

6. 研究組織

(1)研究代表者

杉浦広幸(SUGIURA HIROYUKI)
福島学院大学短期大学部保育学科・教授
研究者番号:90412949

(2)研究分担者

なし

(3)連携研究者

酒井 創 (SAKAI HAJIME)
福島学院大学短期大学部保育学科・准教授
研究者番号:10269269

連携内容:データ処理、論文校正

(4)研究協力者

末木啓介(SUEKI KEISUKE)
筑波大学アイソトープ環境動態研究センター・教授

協力内容:イメージングプレート法実施

佐藤志彦(SATO YOSHIHI KO)
日本原子力研究機構廃炉研究センター・研究員

協力内容:イメージングプレート法実施

渡部浩司(WATABEHIROSI)
東北大学サイクロトロン?ラジオアイソトープセンター・教授

協力内容:イメージングプレート法実施

宮崎孝道(MIYAZAKI TAKAMICHI)
東北大学工学部総合研究棟
協力内容:SEM使用法指導

大沼 豊 (ONUMA YUTAKA)
NPO法人再生可能エネルギー推進協会 霊山プロジェクト
協力内容:メタン発酵実験委託

阿部明義(ABE AKIYOSI)
御代田生産森林組合 組合長
協力内容:植え替え実験・栽培地管理地管理