

核実験由来のセシウム 137 は半世紀後も森林内に留まっていた

ポイント

- ・森林土壤に含まれる核実験由来の放射性セシウムの量を日本全国の土壌試料を分析して明らかにしました。
- ・1960 年前後に森林に降下したセシウム 137 による空間線量は自然放射線源による空間線量と比較して十分に低い量でした。セシウム 137 は半減期 30.2 年の放射性壊変によって約 50 年後では半分以下に減少し、残りの大半は 2000 年代後半（2006 年から 2010 年調査時点）においても森林内に留まっていました。
- ・福島原発事故の被災地において、森林流域外へのセシウム 137 の流出を抑制するためには森林から河川への表土流出を防止することが重要です。

概要

国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所と国立大学法人筑波大学の共同研究グループは、大気圏内核実験で放出された放射性セシウム（ここでは、セシウム137、用語解説1）の日本の森林における残留実態を明らかにしました。

森林に降下したセシウム137は土壌粒子に吸着されて森林土壤の表層部に留まりながら、半減期30.2年の放射性壊変により減少していくと予測されています。降下から長期間が経過したセシウム137が実際に森林内に留まっているかどうかを検証するため、1960年前後に森林に降下したセシウム137が約50年後の森林土壤にどの程度蓄積しているか調査しました。福島原発事故発生の直前に採取し保管されていた全国の土壌試料を分析したところ、大気圏内核実験で放出されたセシウム137は2000年代後半には放射性壊変によって半分以下となっていますが、残りの大半が森林土壤に留まっていることが実証されました。

本研究成果は、2020年10月5日にJournal of Environmental Radioactivity誌でオンライン公開されました。

背景

東京電力福島第一原子力発電所の事故（以下、福島原発事故）により放射性物質が降下した地域の約7割は森林に覆われており、今後の森林管理は社会的な関心事となっています。森林内におけるセシウム 137 の動態は 1986 年のチェルノブイリ原発事故後に広範に研究され、セシウム 137 は土壌粒子に吸着されて森林土壤の表層部に留まりながら長期的には放射性壊変により減少していくと予測されています。しかし、チェルノブイリと日本では地形、気候、植生などが大きく異なり、セシウム 137 の動態にも違いが生じる可能性があります。そこで、約半世紀前(1960 年前後)に森林に降下したセシウム 137 が 2000 年代後半の森林土壤にどの程度蓄積しているか調査し、セシウム 137 の長期的な残留実態を明らかにしました。

内容

森林総合研究所では福島原発事故発生の直前（2006–2010 年）に採取された全国の土壌試料を保管しています。本研究では全国の土壌調査地点から空間的に均一になるように抽出した 316 地点を対象とし、各地点の複数個所の土壌断面で採取した 3 千点以上の表層土

壤試料の分析から、主に大気圏内核実験に由来するセシウム 137 の森林土壌中の現存蓄積量を推定しました（用語解説 1）。

降下から半世紀が経過したセシウム 137 の現存蓄積量は放射性壊変によりピーク時蓄積量の半分以下になっており（用語解説 1）、日本の森林域のセシウム 137 蓄積量の算術平均と標準偏差は 2.27 ± 1.73 kBq（2008 年 10 月 1 日時点、表層土壌 30cm 以内、1 平方メートルあたり）と推定されました（図 1）。これに相当する 1 ヶ月の外部被ばく線量は 0.0021 mSv（成人）および 0.0027 mSv（新生児）であり、これは国連「原子放射線の影響に関する科学委員会」報告書による値の 0.07 mSv と比べて非常に小さい値です（用語解説 2）。

さらに、セシウム 137 の深度分布を調べると、同じ森林内の繰り返し調査間でも深度分布のパターンが大きく異なり、単純に深さ方向への浸透だけでは説明できないパターンもみられました。このことは、セシウム 137 を吸着した表土が土壌侵食などによって局所的に移動していたことを示唆しています。

一方で、今回推定されたセシウム 137 の蓄積量は、気象庁等が観測した放射性壊変補正後の累積降下量と同程度であり（用語解説 3）、森林流域外への顕著な流出はなかったことが分かりました。表土とともに移動したセシウム 137 は移動した先の表土に取り込まれて、森林内に留まっていたと考えられます。

以上のことより、森林に降下したセシウム 137 は森林内を移動しつつも、放射性壊変により減少した残りの大半は降下から半世紀後も森林内に留まっていると結論づけられました。

今後の展開

本研究は、大気圏内核実験によって森林に降下したセシウム 137 は、約半世紀の間に放射性壊変により半分以下となっていますが、残りの大半は森林内の表層土壌に現存することを実証しました。福島原発事故の影響を受けた地域でも、セシウム 137 はこのような挙動を示すと考えられます。しかし、森林流域から表土が大規模に流出すれば、表土に含まれるセシウム 137 も森林流域外に流出する危険性があります。今後、被災地においては森林流域外への表土の流出防止に留意した森林管理が長期的に必要と考えられます。

論文

タイトル：Global ^{137}Cs fallout inventories of forest soil across Japan and their consequences half a century later (日本の森林域に降下したセシウム 137 蓄積量とその 50 年後における状況)

著 者：Eriko Ito, Satoru Miura, Michio Aoyama, Koji Shichi

掲 載 誌：Journal of Environmental Radioactivity、225 巻 106421（2020 年 12 月 17 日発行）

研 究 費：文部科学省科学研究費補助金「25292099」

用語解説

1) 核実験由来のセシウム 137

米国、旧ソ連等の核兵器保有国がかつて大気圏内で行った核実験で生成し、放射線を放出する放射性核種の一つ。セシウム 137 は半減期が 30.2 年と長く、環境影響が長期に及ぶ一方で長期的な物質移動の研究にも用いられてきました。1950 年代後半から 1960 年代前半にかけて行われた大規模な大気圏内核実験で放出されたセシウム 137 の量は 1960 年代初頭に極大となりました。核実験で成層圏に達した多量の人工放射性物質は徐々に対流圏に移行し、放射性降下物として地球全体の地表面や海水面に降下しました（グローバルフォールアウト）。日本列島周辺は世界の中でも特に降下量が多いことが知られています。地表におけるセシウム 137 の蓄積は 1960 年代後半に最大となり、その後は主に放射性壊変に

より減少しました。2008 年 10 月 1 日時点での理論値は最大時の 45%程度となります。なお、福島原発事故の発生以前における日本の森林土壌には、1986 年のチェルノブイリ原発事故によって放出されたセシウム 137 も蓄積していました。チェルノブイリ原発事故由来のセシウム 137 降下量は 2008 年 10 月 1 日時点におけるセシウム 137 蓄積量の 3%弱を占めると推定されます。

2) 日本の森林域のセシウム 137 蓄積量の平均値 2.27kBq (2008 年 10 月 1 日時点、表層土壌 30cm 以内、1 平方メートルあたり)に相当する 1 ヶ月の外部被ばく線量の計算においては、セシウム 137 の外部被ばく換算係数として $1.28\text{E-}06 \text{ mSv/h per kBq/m}^2$ (成人) および $1.67\text{E-}06 \text{ mSv/h per kBq/m}^2$ (新生児) を用い、放射線源であるセシウム 137 が土壌の最表層に分布していると仮定しました。なお、国連「原子放射線の影響に関する科学委員会」報告書の自然放射線源からの年間実効線量の 1 ヶ月あたりの値である 0.2 mSv のうち外部被ばく分は 0.07 mSv です。

3) 森林土壌内のセシウム 137 蓄積量と気象観測所における累積降下量の比較方法

1950 年代後半以降、日本各地の気象台や地方自治体で放射性降下物量が継続測定されてきました。本研究ではセシウム 137 の月間降下量から半減期を補正した値を累計して 2008 年 10 月 1 日時点におけるセシウム 137 累積降下量を求めました。日本列島周辺における放射性降下物量は空間変動が大きいことが知られています。またグローバルフォールアウトの累積降下量は全球的には年間降水量にほぼ正比例しますが、日本ではその関係に著しい地域間差があります。調査・観測地点が異なる森林土壌のセシウム 137 の蓄積量と累積降下量を適切に比較するため、降水量と地域間差を調整する処理を施しました。降水量と地域間差を調整した森林土壌のセシウム 137 蓄積量の平均値 (最小二乗平均値と標準誤差) は $2.08 \pm 0.09 \text{ kBq}$ (2008 年 10 月 1 日時点、表層土壌 30cm 以内、1 平方メートルあたり)であり、同じく降水量と地域間差を調整した累積降下量の最小二乗平均値と標準誤差は $2.63 \pm 0.34 \text{ kBq}$ でした。

お問い合わせ先

【研究に関するお問い合わせ】

森林総合研究所 北海道支所 植物土壌系研究グループ
主任研究員 伊藤江利子

森林総合研究所 震災復興・放射性物質研究拠点
研究専門員 三浦覚

筑波大学 アイソトープ環境動態研究センター
客員教授 青山道夫

【報道に関するお問い合わせ】

森林総合研究所 企画部広報普及科広報係
Tel : 029-829-8372 E-mail : kouho@ffpri.affrc.go.jp

本資料は、林政記者クラブ、農林記者会、農政クラブ、筑波研究学園都市記者会、福島県県政記者クラブに配付しています。

原発事故前における日本の森林域の

セシウム137蓄積量は 2.27 ± 1.73 kBq

(2008年10月1日時点, 森林表層土壌30cm, 1平方メートルあたり)

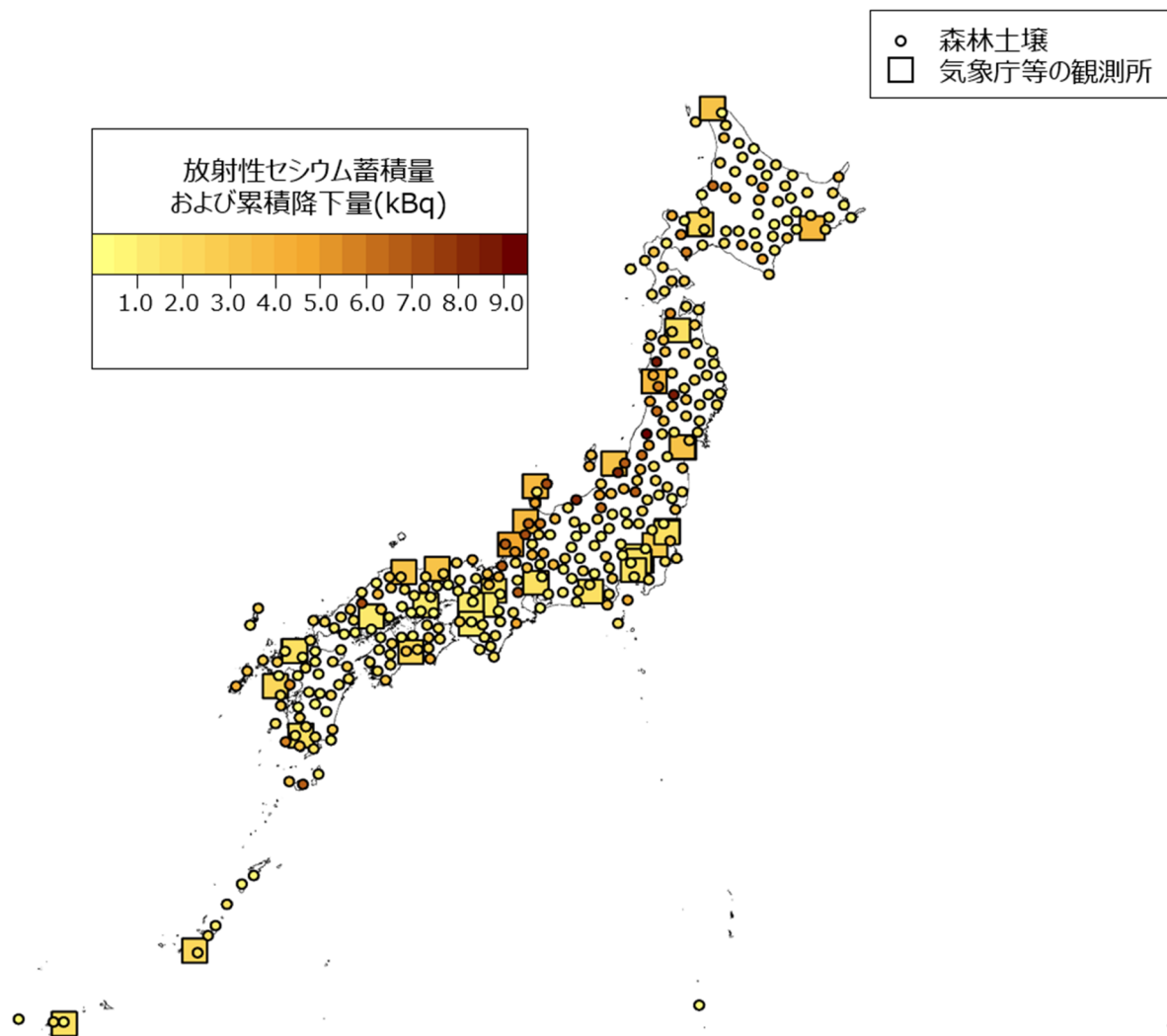


図1：福島第一原発事故前における森林土壌(地表から深さ30cm以内)のセシウム137蓄積量の全国分布(○)。日本の森林域のセシウム137平均蓄積量は1平方メートルあたり 2.27 ± 1.73 kBqと推定された(用語解説2)。気象庁等の観測所における累積降下量(□)を重ねて示す。