

## コシアブラの放射性セシウム汚染 —汚染程度が異なる地域間の比較および季節変化—

**Radioactive cesium contamination of *Eleutherococcus sciadophylloides***

**- Comparisons between the regions of different contamination level and the seasons -**

赤間亮夫<sup>\*1</sup>・清野嘉之<sup>\*1</sup>

Akio AKAMA<sup>\*1</sup> and Yoshiyuki KIYONO<sup>\*1</sup>

\* 1 森林総合研究所

For. and Forest Prod. Res. Inst., 1 Matsunosato, Tsukuba, Ibaraki 305-8687

**要旨：**コシアブラは食用にする野生植物の中で放射性セシウム濃度が概して高く、かつ空間線量率との関係が他種と異なり、汚染地域で<sup>137</sup>Cs濃度が頭打ちになることが報告されている。コシアブラの特性をより知る目的で、福島第一原発事故による放射能汚染程度が大きく異なる地域(岡山県～岩手県)で2014年4～6月にコシアブラの可食部(新芽),樹下のリター,表層土壤(深さ0-5cm)を採取した。一部の個体は2013年5, 8, 10月, 2014年の8月にも葉と当年枝を採取して季節,年次間差を分析した。コシアブラの<sup>137</sup>Cs濃度はリター中の<sup>137</sup>Cs量と有意な関係にあり、リターが集積した場所に生育するコシアブラは、放射能汚染の程度が高いと予想された。また、平坦地や緩傾斜地では、リター中の<sup>137</sup>Cs量がリター+表層土壤中の<sup>137</sup>Cs量に占める割合が高かった。コシアブラが生育する場所のリター量は傾斜の影響を受けるため、コシアブラが吸収できる<sup>137</sup>Cs量も傾斜の影響を受けていると考えられる。汚染地域でコシアブラの可食部の<sup>137</sup>Cs濃度が頭打ちになるという既報の結果は、傾斜の影響が加わった見かけ上のものと考えられる。コシアブラの葉と当年枝の<sup>137</sup>Cs濃度は5月の方が8月よりも有意に高かった。また、2013年と2014年の間で有意な違いはなかった。

**キーワード：**山菜, 東電福島第一原発事故, 非木材林産物, 斜面傾斜角, リター堆積

**Abstract:** Radioactive cesium concentrations in *Eleutherococcus sciadophylloides* (Es) are reported to be very high and show a unique response to air dose rates when compared with other edible wild plants. To better understand the traits of Es, we sampled Es sprouts, litter, and surface soil (0 to 5 cm in depth) under Es tree crowns during April–June, 2014 in regions where levels of radioactive contamination by the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident greatly varied, from Okayama Prefecture to Iwate Prefecture. For some of the sample trees, leaf and current-year branch samples had been taken in May, August, and October, 2013, and in August, 2014 to analyze the seasonal and annual changes in <sup>137</sup>Cs doses. The <sup>137</sup>Cs dose in Es was significantly related to the amount of <sup>137</sup>Cs in the litter. The Es at sites with greater amounts of litter <sup>137</sup>Cs tend to accumulate a higher level of radioactive contamination. In the flatlands or along gentle slopes, the ratio of [the amount of <sup>137</sup>Cs in litter] to [the amount of <sup>137</sup>Cs in litter and the surface soil] was high. The <sup>137</sup>Cs doses in Es saturating the highly contaminated zone were considered to be saturated in appearance only, hiding the influence of litter accumulation due to the slope angle of inclination. The doses of <sup>137</sup>Cs in the leaf and current-year branch samples of May were significantly higher than those of August. The doses of Es were not significantly different between the 2013 and 2014 samples.

**Keywords:** edible wild plants, the accident at the Tokyo Electric Power Company Fukushima Daiichi Nuclear Power Station, non-timber forest products, slope angle, accumulation of litter

### I はじめに

コシアブラは放射性セシウム濃度が他の食用になる野生植物より概して高く(6), 空間線量率との関係が他種と異なる場合がある。すなわち, 地表付近の放射能汚染

をおおよそ表す地上1mの空間線量率と山菜の可食部の放射性セシウム濃度との間には、多くの植物種で正の相関関係が見られるが、コシアブラは例外で、データのある0.26～3.62 μSv h<sup>-1</sup>の範囲内では可食部の放射性セシウ

ム濃度に傾向がなかった(2)。この原因を探る一助として、汚染程度が軽い地域（岡山県、京都府、静岡県、岩手県北部）を含めて春～初夏に可食部のサンプルを採取して傾向を分析した。また、盛夏以降に採取したサンプルと比較して季節変化を分析した。

サンプルの採取に際し、林野庁近畿中国森林管理局岡山森林管理署、京都大阪森林管理事務所、関東森林管理局静岡森林管理署、磐城森林管理署、福島森林管理署、会津森林管理署南会津支署、東北森林管理局岩手北部森林管理署、福島県川内村の各位には現地調査の便宜をはかって頂いた。また、森林総合研究所関西支所奥田史郎氏、同東北支所八木橋勉氏にご協力を頂いた。林野庁林政部経営課特用林産対策室には、都道府県が実施している食品モニタリング検査の結果について情報を頂いた。これらの方々にお礼申し上げる。

## II 調査地と調査方法

2014年4～6月（以下、春）に、岡山県新見市（1個体、ヒノキ人工林）、京都府京都市（同1、コナラ-アラカシ林）、静岡県伊豆市（同1、広葉樹林）、福島県川内村（同4、ミズナラ林、スギ人工林）、同上川内（同1、スギ人工林）、大玉村（同4、スギ人工林、アカマツ-落葉広葉樹林）、只見町（同1、スギ人工林）、岩手県八幡平市（近接2個体の混合、チシマザサ群落）でコシアブラの新芽サンプル計14点を採取した。川内村と大玉村のサンプルはKIYONO and AKAMA(2)のサンプル個体を含んでいる。採取したコシアブラの近隣の他の植物の新芽も、比較のため若干採取した。ヤマドリゼンマイ、コナラ、ハリギリ、リョウブ、イワガラミ、フキ、ツルアジサイ、タラノキ、タカノツメ、ダケカンバ、ナナカマドである。採取個体の樹冠下の平均空間線量率（地上高1m）をNaIシンチレーション式サーベイメータ（ALOKA製、TCS-172）で測定した（新見市は欠測）。コシアブラ樹冠下でリターを0.25m×0.25mの土地1区画について、また、深さ5cmまでの土壤を500ml採土円筒で採取した（新見市は欠測）。ただし、八幡平市の採取地は腐植層が厚く、比較的新鮮なリター（L層、F層）と厚さ5cmまでのH層をリターとして採取した。また、川内村の1箇所は森林総合研究所の川内広葉樹林長期調査プロット、上川内は上川内スギ林長期調査プロット、大玉村の2箇所は大玉アカマツ-落葉広葉樹混交林長期調査プロットおよび大玉スギ林長期調査プロット、只見町は只見スギ林長期調査プロットの2013年夏（8～9月）採取のリターと土壤の計測値（未発表）で代用した。

植物体は実験室に持ち帰り、軽く水洗し、水気を取つ

たのち生重と乾燥器絶乾重（75°C、48時間以上）を計測後、調理用ミキサーで粉碎し、U-8容器に入れて、ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリ法で<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Cs、<sup>40</sup>Kの各濃度を測定（1,800秒以上）した。土壤は風乾後、2mm篩いを通して礫・根を除き、乾燥器絶乾重（105°C、24時間）を計測し、リターは風乾、粉碎後に植物体と同様に処理して、<sup>134</sup>Cs、<sup>137</sup>Csの濃度を測定した。濃度は2014年5月31日時点に揃えた。<sup>137</sup>Csがコシアブラの1サンプル（京都市）でNDとなった。これについては検出限界で代用した。<sup>134</sup>CsはNDとなるサンプルが少なくなかった。このため、以下の解析は<sup>137</sup>Csで行った。

放射能汚染の季節変化を知るため、川内村、同上川内、大玉村の一部の個体については、2013年の5月（枝葉は展開中）、8月（枝葉の展開は完了）、10月末（落葉が始まっている）と2014年8月にも葉と当年枝を採取した。

## III 結果と考察

1. 生育地の放射能汚染 2014年4～6月の13採取地の空間線量率は0.025～2.77μSv h<sup>-1</sup>であった。土地面積当たりの<sup>137</sup>Cs量（kBq m<sup>-2</sup>）はリターが0.00510～188、土壤（0-5cm）は1.00～734、両者の合計は1.01～762と大きく異なった。また、リターと土壤（0-5cm）の合計に占めるリター中の<sup>137</sup>Cs量も0.0051～0.67と大きく異なっていた。空間線量率は、リター中の<sup>137</sup>Cs量（ $r=0.9069, p < 0.0001$ ）と比較的高い相関関係があり、土壤の<sup>137</sup>Cs量（ $r=0.5787, p = 0.0487$ ）や合計量（ $r=0.8036, p = 0.0009$ ）とはそれほどでもなかった。リターと土壤の<sup>137</sup>Cs量の関係は明瞭でなく（ $r=0.2700, p = 0.3972$ ），その内訳は多様で、汚染程度が軽い地域ではともに少なく、重い地域ではリターで多く土壤では少ない場合、リターで少なく土壤で多い場合、その中間といろいろであった。

2. 春の可食部（新芽）の放射性セシウム濃度 コシアブラの春の新芽の<sup>137</sup>Cs濃度は7～17,700Bq Dry-kg<sup>-1</sup>の範囲内にあった。空間線量率が0.025～0.08μSv h<sup>-1</sup>の範囲ではコシアブラの<sup>137</sup>Cs濃度は他種と比べ、特に高濃度ではなかった（図-1a）。また、空間線量率が0.08μSv h<sup>-1</sup>より高いところでは濃度が増す傾向がうかがえた。しかし、空間線量率が0.2～2.77μSv h<sup>-1</sup>の範囲ではコシアブラの<sup>137</sup>Cs濃度は10,000Bq Dry-kg<sup>-1</sup>前後であり、明瞭な傾向がなかった。これは2013年春にコシアブラの同じ個体から得られた傾向：0.26～3.62μSv h<sup>-1</sup>の範囲でコシアブラの<sup>137</sup>Cs濃度に傾向が認められなかった（2）ことと一致する。リターと土壤（深さ0-5cm）の合計（図-1b），あるいは土壤の<sup>137</sup>Csとコシアブラの<sup>137</sup>Csとの関

係（図-1c）も同様で、リターと土壤の<sup>137</sup>Cs合計が53～762 kBq m<sup>-2</sup>の範囲（図-1b），土壤の<sup>137</sup>Cs蓄積量が36～734 kBq m<sup>-2</sup>の範囲（図-1c）では、コシアブラ<sup>137</sup>Cs濃度に特に傾向はなかった。しかし、リター中の<sup>137</sup>Cs量とコシアブラ<sup>137</sup>Cs濃度との関係（図-1d）では、両者の比例関係は全体でほぼ一貫しており、コシアブラの<sup>137</sup>Cs濃度が頭打ちになる傾向ではなく、有意な相關がみられた（ $r=0.9497, p<0.0001$ ）。

<sup>137</sup>Cs沈着量が場所によって異なることの影響を排除するため、リター中の<sup>137</sup>Cs量がリター+表層土壤中の<sup>137</sup>Cs量に占める割合を求めたところ、斜面傾斜角が大きい場合にこの割合が小さくなる傾向があった（図-2）。斜面傾斜角が11度以内の平坦地や緩斜面では、リターが地表面を移動しにくく、堆積し易いと考えられる。一方、斜面傾斜角が11度より大きい場所では、リターが堆積しにくく少ない結果、降下した放射性セシウムが粘土鉱物や腐植に多く固定され、根から吸収される<sup>137</sup>Csの量が減ったと推察される。日本では降下したセシウムは殆ど（86%）の土壤で70%以上が粘土鉱物や腐植により固定されるため、移動や作物による吸収の対象となるのは30%に満たない（4），とされている。

KIYONO and AKAMA（2）においてコシアブラ<sup>137</sup>Cs濃度が、放射性セシウムの汚染度（空間線量率）に対して特段の傾向を見せなかつたのは、汚染度の低い（0.26～1.1 μSv h<sup>-1</sup>）採取地は平坦地や緩斜面でリターが多く、一方、汚染度が高い（2.2～3.62 μSv h<sup>-1</sup>）採取地は急斜面でリターが少ないという、空間線量率以外の条件の違いが関係していた可能性がある。すなわち、高汚染地域ではコシアブラ新芽の<sup>137</sup>Cs濃度が頭打ちになるのではなく、傾斜の影響で頭打ちになったように見えていたと考えられる。今後、斜面傾斜角やリターの堆積状態、コシアブラの吸収根の分布などの情報が得られれば、コシアブラとその根圈環境における<sup>137</sup>Csの移行の実態が明らかになり、この推察を確かめることができるであろう。また、今回は確かめられなかつたが、同様のことがコシアブラ以外の植物でも起きている可能性がある。今回採取したコシアブラ以外の植物とコシアブラとの間で傾向に特段の違いはないようである（図-1）。

3. <sup>137</sup>Cs濃度の季節変化・経年変化 同一個体について5月に新芽、8月に当年枝・葉を採取した2013年の8組中の7組と、2014年の6組の全てで、5月の新芽の<sup>137</sup>Cs濃度が8月の葉より高く、傾向は統計的に有意であった（それぞれ $p=0.043, 0.026$ ）。なお、8月の当年枝の

濃度は同じ時期の葉よりも低かった。例数が少なく、統計的に有意にはならなかつた（ $p=0.186$ ）が、8月の葉と10月の葉との比較では3例（2013年）全てで10月の濃度が高かつた。また、2013年と2014年の比較では、5月の組み合わせ7組、8月の組み合わせ4組ともに有意な違いはなく（それぞれ $p=0.251, 0.881$ ），経年的に濃度が変化しているとは言えなかつた。

春から夏にかけて濃度が低下するのは、新芽（当年の葉と枝）の成長に<sup>137</sup>Csの吸収や転流による供給が追いつかないからであろう。同様の傾向は多くの植物種で確認されている（1, 3, 5）。落葉直前の秋の当年葉の濃度が盛夏の葉の濃度より高い可能性が示唆されたが、落葉直前には葉中の糖類などが幹に回収されて葉全体の重量が減少するのに対して<sup>137</sup>Csの回収が少ないと、相対的に濃度が上昇したと考えられる。

#### IV おわりに

コシアブラでは、傾斜が緩いなど、リターが集積し易い場所では放射能汚染の程度が高まると予想される。また、今回の推論はコシアブラの<sup>137</sup>Cs濃度が他種より高いことを直接説明するものではなく、コシアブラの<sup>137</sup>Cs濃度の高さは別に説明される必要がある。

#### 引用文献

- (1) BUNZL, K. and KRACKE, W. (1989) Seasonal variation of soil-to-plant transfer of K and fallout <sup>134</sup>, <sup>137</sup>Cs in peatland vegetation. *Health Physics* **57**(4): 593-600
- (2) KIYONO, Y. and AKAMA, A. (2013) Radioactive cesium contamination of edible wild plants after the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. *Japanese Journal of Forest Environment* **55**(2): 113-118
- (3) 清野嘉之・赤間亮夫(2014)山菜の放射能汚染の経時変化.第125回日本森林学会大会学術講演集: P1-169
- (4) 日本農学会(2011)東日本大震災からの農林水産業の復興に向けて-認識・理解・テクニカル・リコメンデーション-. <http://www.ajass.jp/image/recom2012.1.13.pdf>
- (5) RANTAVAARA, A., VETIKKO, V., RAITIO, H. and ARO, L. (2012) Seasonal variation of the <sup>137</sup>Cs level and its relationship with potassium and carbon levels in conifer needles. *Science of the Total Environment* **441**: 194-208
- (6) 林野庁 (2014) きのこ・山菜等の放射性物質の検査結果について. <http://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/kinoko/kensakekka.html>

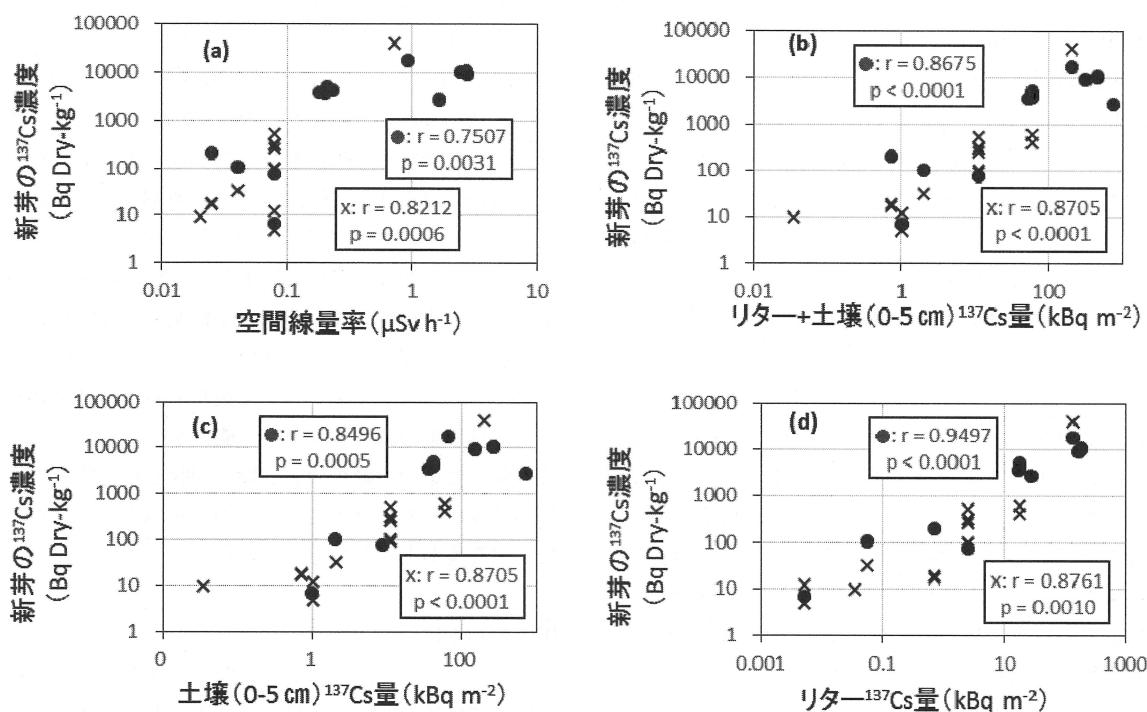


図-1. 空間線量率, リター+土壤, 土壤, リター<sup>137</sup>Cs 量とコシアブラ新芽<sup>137</sup>Cs 濃度の関係

a: 空間線量率, b: リター+土壤<sup>137</sup>Cs 量, c: 土壤<sup>137</sup>Cs 量, d: リター<sup>137</sup>Cs 量.

●: コシアブラ, x: 他種

Fig. 1 The relationships between the doses of <sup>137</sup>Cs in edible portion of *Eleutherococcus sciadophylloides* and air dose rates, <sup>137</sup>Cs stocks in [litter + surface soil], soil, and litter.

Air dose rates (a), <sup>137</sup>Cs stocks in [litter + surface soil] (b), soil (c), and litter (d) and the doses of <sup>137</sup>Cs in an edible portion of *E. sciadophylloides*. ●: *E. sciadophylloides*, x: other species.

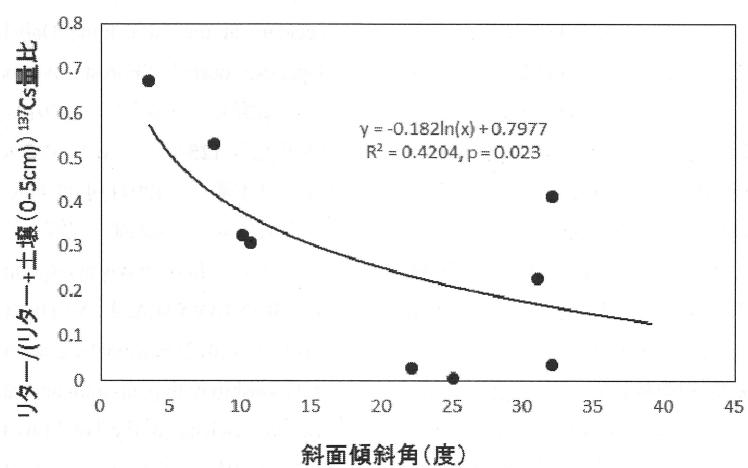


図-2. 斜面傾斜角とリター+表層土壤中<sup>137</sup>Cs 量に占めるリター中<sup>137</sup>Cs 量の割合

Fig. 2 Relationships between slope angle and the <sup>137</sup>Cs dose ratio of litter / [litter + surface soil (0-5 cm)].