

# 山林セシウムの移行を防ぐ(上) 楽観視できない生物濃縮

茨城大学工学部物質科学工学科准教授 熊沢紀之

福島第一原発事故から9年6カ月が経とうとしている。筆者らが除染実験のフィールドとしている福島県飯館村では、汚染の著しい長泥地区を除いて住宅地や農地の除染が完了し、2017年3月31日をもって避難指示が解除され住民の居住が可能となった。しかしながら、2020年8月1日現在で村内居住者1469人(755世帯)に対して村外避難者3853人(1515世帯)であり、帰村した人の2倍以上の人が村に帰っていない。村内で話を伺ったところ、住宅に隣接した山林は、敷地境界から20mの範囲でしか除染されていないため、村の周辺を取り巻く広大な山林からの放射性セシウムの除染地域への流入による再汚染を心配する人が多いことがわかる。そのため、高齢の親世代が帰村して、子供と孫世代は帰村できない現状が多い。林野庁の報告(1)によると、2011年3月に福島県の森林に降下したセシウムは常緑樹では葉や枝に、落葉樹では枝や幹に付着していたが、その後の降雨によって洗い流され、2012年には土壌表層付近に大半が移動した。2013年の分布は2012年の分布と大きな変化がなかった。さらに、森林全体

のセシウム蓄積量はほとんど変化していなかった。また、森林を水源とする渓流水のセシウム濃度を測定すると彼らの検出限界1ベクレル以下であったことから、森林からのセシウム流出は極めて小さいとしている。本稿では、この林野庁の報告について、住民の不安は杞憂に過ぎないのか否かといった問題意識から、山林セシウムの循環、河川水への流出について私たちの研究結果から検証した結果を述べたい。

## 山林内でのセシウムの再循環と移動の可能性

2017年7月に飯館村の山林から採取した植物と茨城県日立市の茨城大学工学部キャンパスで採取した植物の放射線量を表に示した(2)。飯館村の未除染山林のマツ、スギに含まれる放射性セシウムは日立キャンパスの30倍以上高く、森林に降下したセシウムが循環していることが示唆される。ここで、事故の1年後に土壌表面に移動したセシウムが土壌の粘土成分と強固に結合した状態(固定態)であれば植物の根から吸収されることない。これが農地に栽培したヒマワリで除染できなかった理由である。山

林と農地の土壌表面を比較すると山林は明らかに落ち葉の層が厚く存在しており、山林土壌表面のセシウムが粘土成分に接触することなく移動し、マツやスギの上根から再吸収されたためだと考えられる。このセシウムは、落葉によって再び吸収されるためセシウム再循環が山林内で起こっていると考えられる。セシウムの循環が続けば、山林のマツやスギを建材として利用することは長期間に渡って困難になり、この地域の林業の根底を揺るがすことになる。また、里山のクヌギなどを暖房用のまきとして利用できなくなり、採取した山菜やキノコから収入を得ることもできないため、地域住民にとっても大きな問題である。また、飯館村の除染済みであるが未除染山林と隣接した除染済み地域から採取したドングリは日立と比べて43倍、クリの実はND(検出限界以下)に比べて2100ベクレル/キログラムと食用基準の21倍の高い値を示している。同じクリの木から採取した葉は7000ベクレル/キログラムと高い値を示していることから、「除染地域」にも、除染作業が終わったあとに、隣接する未除染山林からのセシウムの移動が継続していることがわかる。

飯館村と茨城大学日立キャンパスで採取した植物のCs137濃度の比較

採取地域	①日立キャンパス				②未除染森林に隣接した除染済み地域(飯館村)		③未除染地域(飯館村)	
	ドングリ(実)	クリ(実)	スギ(枝葉)	マツ(枝葉)	ドングリ(実)	クリ(実)	スギ(枝葉)	マツ(枝葉)
Cs137濃度 [Bq/kg]	25	ND	ND	ND	1077	2111	1730	756

## 溶解態セシウムの流出と植物による濃縮

未除染山林ではセシウムの循環が起こっていることから、未除染の山林を水源とする溪流のセシウム濃度を放射性セシウム回収システムに

よって濃縮して測定した。林野庁の報告通り、私たちが測定した飯館村の渓流水の水溶性(溶解態)セシウム濃度は検出限界である0.16ベクレル以下であった。その溪流が流入するため池の溶解態セシウム濃度は0.51±0.12ベクレル/リットルを示した。最も高かったのはスイレンなどの観賞用植物を育てるために庭に作られた水の流入も流出もない小さな池(以下庭池と称する)で1.04±0.13ベクレル/リットルの濃度であった。測定した3地点の溶解態セシウム濃度は飲料可能とされる上限値10ベクレル/リットルより低かった。ところが、庭池のスイレンのセシウム濃度を測定すると3万6600ベクレル/キログラムであった。この結果は、水生植物であるスイレンは溶解態セシウムを3万倍以上に濃縮することを意味する。そこで、溪流と庭池の2カ所にイネを植えて2カ月後に回収してセシウム濃度を調べると溪流で1830、庭池で7070ベクレル/キログラムであった(3)。このことから、飲料可能な基準よりはるかに低濃度のセシウム汚染水であってもイネは溶解態セシウムを1万倍程度濃縮することが分かった。また、庭池で3カ月間水生植物のホテイアオイを栽培したところ、根と葉からそれぞれ、2万9500、1310ベクレル/キログラムの放射性セシウムが検出された。スイレンと同様にホテイアオイの特に根の部分約3万倍近くセシウムを濃縮することが分かった(4)。ここで、溪流や庭池で栽培したイネの結果をコメの汚染に短絡的に結びつけるべきではない。田んぼにはセシウムを強く吸着する粘土成分が豊富に存在し、溪流や庭池とは全く条件が異なるからである。事



溪流に設置された砂防ダム(冬季)。夏季にイネを栽培し測定した

実、飯館村では基準値以上のコメは産出されていない。しかしながら、山林から溪流へのセシウム流出が飲用基準よりはるかに低いからといって植物による高度の濃縮効果があることを十分に留意する必要があると言える。

以上、二つの問題点①山林セシウムの循環が起こっているため木材を建材としては利用しないようにする必要があること並びに未除染山林から除染済み地域への汚染の継続的な移動が存在すること、②山林から河川への溶解態セシウム移動は低濃度であっても生物濃縮されるので楽観視できないこと、について次号(下)では、それらの解決策と被災地の人々が希望を持っている「まちづくり」を考察したい。

参考資料

- (1)森林総合研究所HP: 森林内における放射性セシウムの動態 <https://www.ffpri.affrc.go.jp/rad/movement.html>
- (2)韓 佳希: 茨城大学工学部2017年度卒業論文

- (3)上原優利乃: 茨城大学工学部2018年度卒業論文
- (4)上原優利乃、箕輪希海、熊沢紀之: 環境放射能除染学会第9回研究発表会(2020年9月4日)