

樹木の落葉に含まれる放射性セシウムの回帰特性

福島工業高等専門学校 学生会員 ○吉田 晃
福島工業高等専門学校 正会員 原田正光

1. はじめに

2011年3月の東京電力福島第一原子力発電所の事故により森林域に飛散した放射性セシウムの除染は、居住地域から林縁20mまでの対策にとどまり、依然森林域における広範囲の環境放射能汚染が問題となっている。森林域に存在する樹木の落葉に含まれる放射性物質は、降雨などによって葉の内部から土壌へと流出する二次汚染も課題となる。本研究では樹木葉に含まれる放射性セシウムの実態や落葉からの移動について把握することを目的として、樹木の葉に含まれるCs137濃度の推移と常緑樹の落葉からのCs137の溶出、さらには木質成分中のCs137の存在量の把握を試みた。

2. 実験方法

2-1 樹木葉に含まれるCs137の実態調査

福島第一原子力発電所から南西方向に約36kmに位置する、いわき市フラワーセンターの管理棟周辺200m以内に自生していた落葉広葉樹4種（イロハカエデ、サクラ、コナラ、クヌギ）と常緑針葉樹3種（マツ、スギ、ヒノキ）を対象として、樹木葉に含まれるCs137濃度の調査を行った。これまでの調査²⁾³⁾から、葉に含まれるCs137濃度は落葉樹よりも常緑樹の方が高い値を示すことが明らかになっており、その後の推移を明らかにするため今回は2014年に展開した葉について調べた。調査では、樹木葉を採取後、約5~10mm程度に細断し、乾燥機で十分に乾燥させたものを試料とした。Cs137濃度の分析は、テクノAP社製のベクレルモニター(TN100B-15)を用いた。1回の測定には試料を平均して100~200g程度使用し、測定時間は180分とした。

2-2 常緑針葉樹の落葉中のCs137存在量の測定

(1) 落葉を用いた溶出実験

溶出実験では、2013年12月に新舞子海岸で採取したマツの落葉と2014年5月にいわき市フラワーセンターで採取したスギの落葉を用いた。試料は、はじめに葉を細断して乾燥させた後、Cs137濃度の測定を行った。その後は5日間精製水に浸漬後に乾燥してCs137濃度を測定する操作を累積浸漬日数で105日間（計21回）繰り返した。

(2) 木質成分中に含まれるCs137の測定

木質成分の抽出法である常圧酢酸パルプ化法⁴⁾を用いて、試料中の木質成分であるリグニンとセルロースに含まれるCs137の存在量を測定した。試料は105日間の溶出実験を終えたマツ、スギの落葉を用いた。

分析では、溶出実験を終了したマツおよびスギの落葉を丸底フラスコにそれぞれ全量入れて、氷酢酸500mlと1M-H₂SO₄30mlを加え、よく振り混ぜた。それぞれのフラスコを、マントルヒーターを用いて3時間還流した後、2M-NaOH40mlを加え、よく振り混ぜた。その後フラスコ内容物を氷酢酸200mlで洗浄しながら固形物を取り出した。この操作で得られた固体をセルロースとして、乾燥後にCs137濃度の測定を行った。

3. 結果及び考察

3-1 樹木葉に含まれるCs137

(1) 常緑樹と落葉樹の違い

表1は2014年に展開した樹木葉のCs137濃度を示す。結果を落葉広葉樹と常緑針葉樹で比較すると、常緑針葉樹の葉の方が比較的高い濃度のCs137を含む傾向を示した。大気中からCs137の検出は見られないことから、2014年に展開した樹木葉に含まれるCs137は樹木内を移動して葉に蓄積されたと考えられる。

表1 樹木葉のCs137濃度測定結果

	測定試料名	Cs137(Bq/kg)
落葉樹	イロハカエデ	不検出
	クヌギ	207±56
	コナラ	153±50
	サクラ	57±29
常緑樹	ヒノキ	334±62
	スギ	1553±119
	マツ	163±72

〔キーワード〕 放射性セシウム、回帰特性、常緑樹、落葉

〔連絡先〕 970-8034 いわき市平上荒川字長尾 30 Tel.0246-46-0833

これは、葉に存在する葉脈の割合が落葉樹は約 25%、常緑針葉樹は約 35%と常緑針葉樹の方が大きく⁵⁾、より多くの Cs137 が葉の内部を転流により水分とともに移動するためではないかと考えられる。

(2) 常緑針葉樹の葉に含まれる Cs137 の経年変化

図 1 に常緑針葉樹の Cs137 濃度の変化を示す。樹木葉内の Cs137 濃度は年々低下する傾向がみられた。震災直後は植物体表面からの Cs137 の付着と植物体内への吸収が行われたと考えられるが、その後は樹木の体内に残存する Cs137 が転流により葉に移動したものと考えられる。2011 年以降に展開した葉に含まれる Cs137 濃度の低下は、落葉による樹木内の Cs137 存在量の減少が影響しているためではないかと考えられる。また、土壌への Cs137 の蓄積が表層部分であることや Cs137 の土壌への吸着が強固であること等が報告されており⁶⁾、根からの吸収は少ないのではないかと考えられる。これらのことから、今後展開する常緑樹の葉についても、含まれる Cs137 の濃度はさらに低下するものと考えられる。

3-2 常緑針葉樹の落葉に含まれる Cs137

表 2 は初期洗浄の段階での Cs137 存在量の変化を示す。初期洗浄で減少した Cs137 は葉の表面に付着していたものであると考えられる。マツとスギの減少割合の差はマツの葉が有する外気孔に入り込んだ Cs137 が洗浄では洗い落とされにくかったのではないかとという形状的な違いによる差を考えているが、同じ樹種でも樹木が植生している地点によって原発事故直後の表面への Cs137 の付着量の違いによる差が生じることも十分に考えられる。

図 2 は溶出実験の結果を示す。マツとスギの両方で Cs137 存在量が徐々に減少していることが確認できた。また、浸漬 105 日目時点でも Cs137 が残存しており、時間の経過に伴う Cs137 存在量の減少傾向がみられることから今後も溶出し続ける可能性が示唆される。

図 3 は溶出実験およびリグニン抽出実験により得られた樹木葉中の Cs137 存在割合を示す。リグニン中の Cs137 はマツで約 11%、スギで約 22%であった。ただし、この中には溶出実験を継続した場合に溶出する Cs137 も含まれる可能性があるのではないかと考えられる。一方、セルロース中の Cs137 はマツで約 45%、スギで約 25%であった。これらリグニン抽出成分の一部やセルロースに含まれる Cs137 は溶出実験では容易に溶出しにくい存在量であると考えられる。

4. まとめ

本研究により、樹木の葉に含まれる放射性セシウムの濃度および落葉からの溶出特性を把握することができた。また、落葉に含まれる放射性セシウムのうち、木質成分中に含まれる存在割合を把握することができた。本研究では薬品によって強制的に落葉を分解したが、実際の落葉は生物による分解がある。その過程で放射性物質がどのように移動するのかについては今後の研究課題とする必要がある。

参考文献

- 1) 原子力災害対策本部, 平成 23 年 9 月 30 日公表
- 2) 遠藤拓哉、原田正光(2013)平成 24 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要, VII-37
- 3) 吉田晃、原田正光 (2014)平成 24 年度卒業研究報告書
- 4) 東京理科大学 (2007)土曜班報告書
- 5) 峯村伸哉, 樹葉の利用
- 6) 国立環境研究所 (2012)農環研報 31,75-129

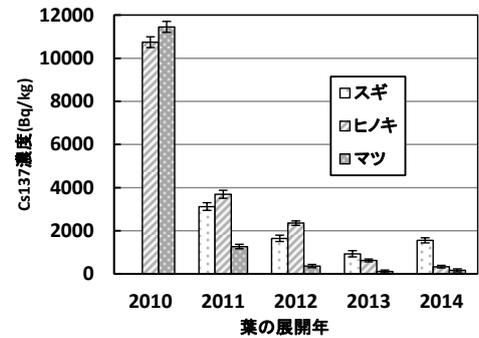


図 1 常緑針葉樹の Cs137 濃度の変化
2010~2012 年の値は 2012 年に採取し展開年ごとの葉を測定(スギについて 2010 年は欠測)、2013 年および 2014 年は新しく展開した葉を測定

表 2 初期洗浄による Cs137 存在量の変化

測定試料名	Cs137存在量(Bq)		減少割合(%)
	初期状態	初期洗浄後	
マツ	282±15	236±9	16
スギ	382±7	261±6	32

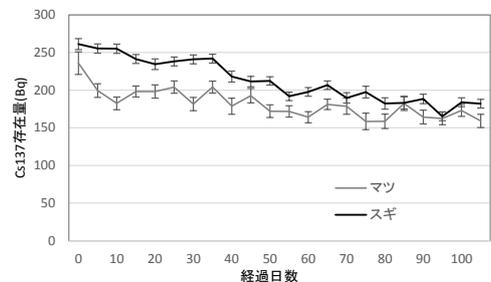


図 2 常緑樹葉からの Cs137 の溶出

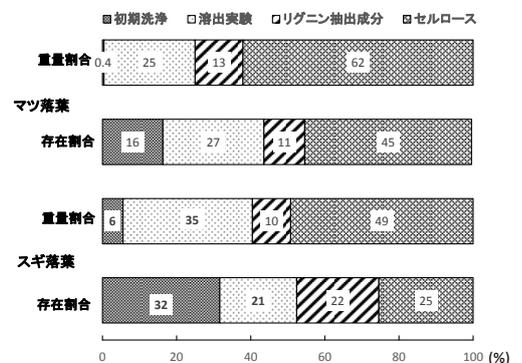


図 3 樹木落葉中の Cs137 存在量の割合