

REHSE「高校生による環境安全とリスクに関する自主研究活動支援事業」

平成 29 年度 研究活動報告書

「長野県の自然界に放射性 Cs はどのように存在するのかその環境リスクについて」

～コケ・キノコ・植物を通して～

エクセラン高等学校環境科学コース

大槻太一・有賀葵理・中村優作・吉川圭織・齊藤滯臣

1 研究の背景(研究の動機、前年度までの成果)

2011年3月11日の福島第一原発事故以降、エクセラン高校環境科学コースでは新聞記事やアンケート調査を通して事故の影響(特に放射性物質の影響)を整理してきた。H24年度の先輩たちの研究では福島原発事故によって飛散したセシウムが生態系の中でどのように関係しあっている影響が表れているかを推察し、右の図のようにまとめられている。

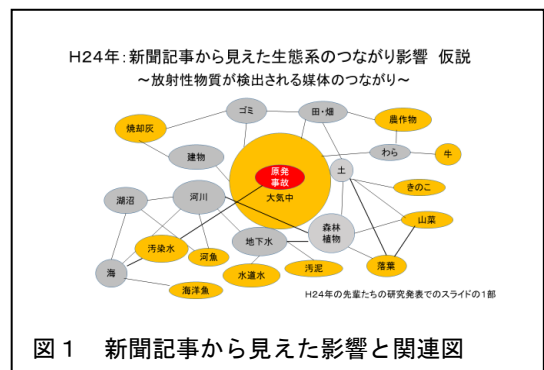


図1 新聞記事から見た影響と関連図

これらの関連性を前提仮説として出てきた疑問点「山菜(特にコシアブラ)からなぜ高いCs値が検出されるのか」「山菜キノコ以外のCs値はどうだろう(コケは)」について毎年1歩ずつ解明してきた。

今までの研究過程で分かってきたことを整理すると次のようである。

- ①事故から6年以上が経過しても長野県特に東信地域の山菜やキノコや野生動物の肉から時には基準値以上のCs値が検出される。長野県東信地域の山菜から検出されるCsは福島原発事故由来のものであるが、東信地域以外でもキノコやそれ以前の核実験の影響も残っている可能性がある。
- ③山菜の中でもコシアブラから高いCs値が検出され、コシアブラはCsを吸収蓄積しやすい。
- ④コケからは高いCs値が検出されるが、吸収蓄積されたCsではない。

今年度は植物を中心にして、放射性セシウムが自然界の中をどのように循環しているかを研究していきたいと考えた。

さらに今回、こうした研究を続けて公表し続ける意味について次のように考えた。

- ① 原発事故や核実験によって放出される放射性Csは長時間自然界のなかで循環し続けることを明確にすること。→放射性Csの影響について忘れず意識し続ける必要がある。
 - ② 特に森林生態系内でCsがどこに蓄積しやすいか、そしてその循環を明確にすること。
- むやみに放射性物質を恐れたり林産物に関する風評被害を取り除いていける可能性を模索する。

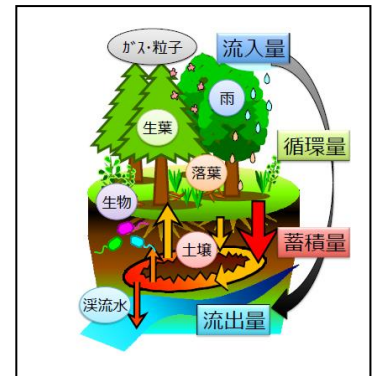
明記した理由の一つは、6年間のアンケート調査の結果、長野県でも山菜やきのこや野生動物肉からCs検出が続いているにもかかわらず、意識の低下がみられることに対する疑問点がある。また同時に、H29/8/10にさいたまアリーナで行われたボランティアアワードに参加したとき、福島県会津地方からの来場者から「福島県の事を忘れずに支援をしてくれることはありがたいが、忘れてもらったほうがありがたいこともある」という意見をいただいた。放射性Csの農産物や林産物への風評被害への反発であったり、福島県とひっくるめた言い方についての反発があったようである。

私たちはこうした福島の方の気持ちに対して、森林生態系の中からどういうものが取り出し可能で、どういうものについては活用を考えるべきか等に言及していくことも大切なことだと思った。

2 研究の目的

今年度は長野県東信地域（軽井沢）のコシアブラとコケに注目し、森林生態系の中のセシウムの動きを調査分析し、図1の関連性の1部をデータから解明したいと考えた。

- ① 樹木（コシアブラ）の植物内でのCsの吸収・移行・蓄積
- ② 土壌—樹木—（落葉）—腐葉土—土壌—樹木 のCsの移行
- ③ 地衣類（コケ）の森林生態系内でのCsの流れに対する役割



3 研究方法

(1) 現地調査

・調査時期 春と秋

・場所 長野県軽井沢町（東信地域）

①コシアブラ1本を切り倒し「葉」「枝（チップ）」「幹（チップ）」の検体を作成しCs値を測定、比較する。

そのコシアブラ下の「腐葉土」「土」を同時に採取してCs値を測定、比較する。図2-1参照

③環境条件の異なるコケの採取

「平らな面のコケ」「その下の土」「石垣のコケ」「石垣の下のコケ」「その下の土」を採取し、Csを測定、

比較する。図2-2参照

(2) 講義*ポイントは様式4・中間報告に記載。

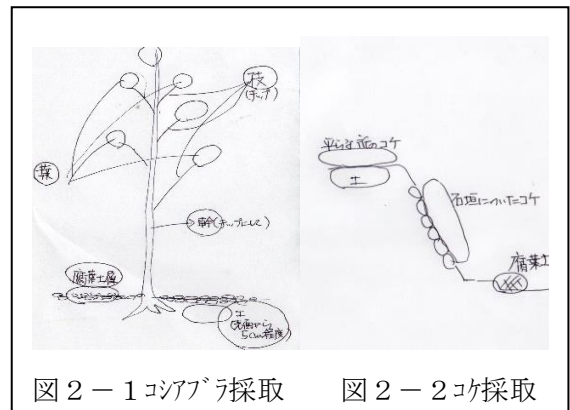


図2-1 コシアブラ採取

図2-2 コケ採取

4 研究成果

(1) コシアブラ樹木本体のどこにCsが蓄積しやすいのかそしてその周辺でのCsの動き
<検証結果>軽井沢の植物（コシアブラ）とその周辺の調査結果

表1 春（5/5）コシアブラに注目したCs値（単位 Bq/kg）				表2（11/5）秋コシアブラに注目したCs値（単位 Bq/kg）			
	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	合計		¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	合計
コシアブラ若芽	308	50	358②	コシアブラ落葉	300	35	335②
コシアブラ小枝	104	17	121④	コシアブラ小枝・幹	103	13	116③
コシアブラの幹	98	10	108⑤				
コシアブラの下腐葉土	111	20	131③	コシアブラの下腐葉土	298	37	335②
コシアブラの下土壌	429	67	496①	コシアブラの下土壌	564	69	633①

<1についてのまとめ>

春・秋共に Cs の蓄積量に関して下記の順番でCsの蓄積量は多い。

コシアブラ下土壌>コシアブラの葉（春は若芽・秋は落葉）>コシアブラ下腐葉土>コシアブラ枝・幹 である。

上記の結果を森林生態系内のCs循環について次のようにまとめられた。

①福島原発事故によって大気中に飛散したCsが現在森林生態系内の特に土壌に現在多く蓄積している。

②コシアブラ内では、根からCs吸収→樹木の先端部（葉）に

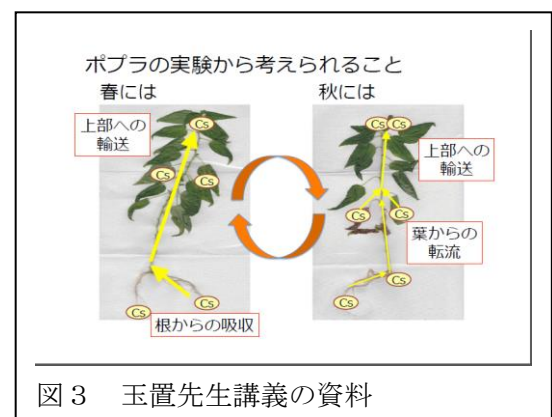


図3 玉置先生講義の資料

移行蓄積する。

③コシアブラは落葉樹であるので、秋に落葉することで Cs は腐葉土および土に戻るという循環が見えた。春と秋での腐葉土の Cs 値が 春<秋であるが、これは場所の違いでもあり同時に秋には他の落葉樹の落ち葉も多く積もっていて、これらを腐葉土として採取したため、落ち葉に蓄積されていた Cs が測定されたと考えられる。

④さらにコシアブラ等の樹木について、枝や幹への蓄積より、葉への蓄積が多いことが明確になった。

以上、「森林内の土壌の Cs は植物（樹木）によって吸収→葉への移行と蓄積→落葉→腐葉土→土（土壌下部には Cs はあまり深化していきにくい）→吸収→・・・という循環を繰り返し、森林生態系内から外に出ることはほとんどない」循環過程が数値から把握できた。



図4 コシアブラ中心にしたCs循環

(2) コケのCs値から推察するCsの動きとコケの役割について
<検証結果>

B地点	A地点
北斜面：常緑樹の下で影の多い場所	南斜面：明るい雑木林で木漏れ日が当たる場所

表3 春(5/5) B地点での環境条件の違うコケと土壌に注目したセシウム値 (単位 Bq/kg)

B地点	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	Cs 合計
コケ(平ら)	514	75	589②
コケの下の土	296	41	337④
コケ(石垣)	796	122	918①
コケ(石垣の下溝)	458	67	525③
溝コケの下の土	254	38	292⑤

表4 秋(11/5) A・B地点での環境条件の違うコケと土壤に注目したセシウム値 (単位 Bq/kg)

A	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	Cs 合計	B	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	Cs 合計
コケ(平ら)	2120	274	2394②	コケ(平ら)	414	55	469③
平コケの下の土	1810	236	2046④	コケの下の土	233	28	261④
コケ(石垣)	3150	401	3551①	コケ(石垣)	1880	246	2126①
コケ(石垣下溝)	1960	233	2193③	コケ(石垣下溝)	1610	198	1808②
溝コケの下の土	1510	193	1703⑤	溝コケの下の土	1220	160	1380③

<2についてまとめ>

平らな場所のコケとそこからつながる斜面(石垣)のコケとその下の溝のコケについては、

平らな面のコケ < 石垣の下の溝のコケ < 斜面(石垣に付着した)のコケである。

コケとその下の土壤については、

コケ > そのコケの下の土壤 である。

明るい場所のコケと影の部分のコケについては

明るい場所のコケ > 影の部分のコケ である。

上記の結果をまとめると以下のようなものである。

- ① コケがフィルターになって、コケの下の土壤へのCsの移行は少ない。
- ② 平らな場所のコケより、斜面のコケのCs値が大きい。理由不明
- ③ 明るい林内のコケの方が成長が良く、構造的によりCsをとどめることができる。

平成28年度の研究で、理化学研究所の井藤賀操先生から「コケはCsを細胞内に吸収しない。表面や空間に付着させているだけ」という講義を受け、コケを流水で洗い流した結果Cs値が減少した実験結果を得た。したがってコケが森林生態系の中でCsを受け止めるフィルターの役割をしており、場所ごとに何段階もの付着を繰り返し一気に土壤に浸透させず、また水の流れと一緒に河川への流出も防いでいることが分かった。

またコケは陰性植物で、陰に生える植物だと考えがちであるが、現地で観察するとドイツトウヒの陰で北向き斜面に生えるコケより、雑木林の木漏れ日のある場所に生えるコケの方が成長が良い。コケの種類まで同定できなかったが、生長の良いコケの方が空間がありふわふわしていて、Csを受け止めやすいのではないかと③を推察した。

②については、水の流れ方を実験してみなければ理由が明確ではないが、春と秋、3か所で平らな場所のコケより石垣の斜面に着いたコケの方がCs値が高い。

6 「環境安全とリスク」に関する意見と感想

～本研究で得られた成果・総論～

森林生態系の中でのCs循環とその環境リスクについて

① 樹木のCs吸収蓄積は樹種により差異はあるが、コシアブラについては吸収されたCsが葉の部分に移動して蓄積される量が多く、落葉樹であるため秋には落葉し土壤に戻りまた吸収されるという循環を繰り返す。→ *山菜の食料としての利用については測定値を出していく。

② Csの土壤深くには移行しにくく、森林内の地上部での循環が繰り返される中でCsが放射性壊変によって減少していくものと考えられる。

③ コケ(地衣類)はCsを植物体内に吸収することはなく、表面やくぼみなどに付着させ、コケの下の土壤まではCsは達しにくい。コケは大気中から降雨によって降下したCsを受け止め、降雨によってその表面に付着したCsが流れ、生態系内を循環する。生態系の中でのコケの役割について、化学

物質をフィルターのように一時受け止める役割を持ち、降雨によってその物質は低いところに流れていくと考えられる。

原発事故によるCsの森林内蓄積は大きく、現段階では森林生態系内でCsが循環系を完結して（河川への流出は5%以下）落ち着いている。

森林の林産物活用についてみると、樹木は吸収したCsを葉や枝の先端部に移行蓄積させやすいので、葉を利用する山菜については今後も測定は必要な地域はあると考える。一方樹木の幹へのCsは少ないので、活用の模索が可能であると考えられる。

7 今後の課題

今後以下のように視点を広げることで、より生態系内でのCsの循環を把握していきたい。

- ① キノコに視点を広げて生態系内のCs循環に注目する。
- ② 野生動物に視点を広げて生態系内のCs循環に注目する。（長野県茅野市でH29にニホンジカ基準値以上のCsが検出されたことを受けて、全頭調査が行われていることから）
- ③ 森林火災が生じた後のCsの動きへの注目し、生態系内での濃縮についても考えていく。

8 まとめ

今年度もREHSEの研究助成をいただき、多くの研究者の皆様に助言をいただくことができました。また放射線量の測定に関してJCF（teamめとば）の支援をいただきました。

「研究」としてはまだまだ未熟だということを痛感ですが、先輩たちが考えた生態系におけるCs循環関連が一つ一つデータで解明されていくことを実感しています。

またいろいろな研究発表会に参加して助言や評価をいただき、とても有意義な1年間でした。また今年度ボランティアアワードに参加した際に福島県の方からおっしゃられた一言について私たちは研究を行い伝えていくことの意味を考えて過ごしました。原発事故のリスクを忘れずに、しかし風評被害を出さないように研究で明らかになったことを伝えていくことが、今後も大切だと思いました。