

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28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

阿南智也・中村充孝・小松勇樹・中村優作・有賀葵理・吉川圭織・齊藤滯亜

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）を継続して整理してきた。5年半経過した現在人々の意識は低下してきているが長野県でもまだ山菜やキノコ野生肉そして焼却灰から放射性Csが検出されている。

昨年土壤中のCs蓄積層や放射線を可視化すること、そして食物連鎖を考えたときに山菜やキノコや野生動物の肉にCsが検出されやすいこと、そして検出されるCs（Cs137とCs134）の半減期に注目することで福島原発事故以前からの放射性物質がある可能性を考察することができた。

今年度は特に長野県内でCsが検出されるデータが多い「コシアブラ」とH27年の本校調査で高いCs値が検出された「コケ」に注目し、それぞれが他の植物よりCsを吸収蓄積しやすいのか、またその特性理由について研究を進めることにした。

2 研究の目的

今回の研究では下記の2点について、明らかにする。

仮説1 コシアブラは他の植物より放射性Csを**吸収蓄積**しやすい。

その理由や構造についても可能な限り明らかにする。

仮説2 コケは他の植物より放射性Csを**吸収蓄積**しやすい。

その理由や構造についても可能な限り明らかにする。

3 研究方法

① 現地調査：山菜やキノコからCsが検出されやすい軽井沢町（東信地方）と山ノ内町（北信地方）2地域の同じ林内からコシアブラとその隣に生えている樹木の葉、およびコケを採取して、JCF（tsamめとば）に測定依頼する。

植物の採取は5月と9月の2回行った。○の樹木の葉っぱを採取した。



図1 軽井沢町調査対象林内 コシアブラリュウブ



図2 山ノ内町調査対象林内 コシアブラヤマザクラ

② 講義

- ・日時：平成 28 年 9 月 16 日（金） 9 時 40 分～12 時 10 分
場所：エクセラン高校 理科室
講義題目：「植物はなぜ毒を貯めるのか ～コシアブラの場合～」
講師：玉置雅紀先生（国立環境研究所福島支部）
- ・日時：平成 28 年 9 月 26 日（月） 13 時～15 時
場所：エクセラン高校 理科室
講義題目：「植物はなぜ毒を貯めるのか～コケの場合～」
講師：井藤賀操先生（理化学研究所）



図3 講義の様子

4 研究成果

(1) コシアブラ（山菜）は他の植物より放射性 Cs を吸収・蓄積しやすいのか

<検証①>現地調査①から

同じ場所に生えているコシアブラと他の植物を同時に採取して、放射性 Cs を測定し比較する。

→検体（コシアブラとその隣の樹木および草本、シダ植物、コケ）の採取

*測定は team めとばの NaI シンチレーション検出器によって測定してもらった。

測定結果：コケ>コシアブラ>隣の樹木（リュウブ、山桜）>その下の草本、シダ植物
コシアブラ同じ場所の植物（コケを除く）の3倍以上の Cs が検出される。

表1 5月軽井沢・山ノ内町のコシアブラと他の植物の Cs 検出値比較（単位：Bq/kg）

		Cs137	Cs134	合計			Cs137	Cs134	合計
軽井沢	コシアブラ	181	36.9	217	下高井 山之内	コシアブラ	15	N. D.	15
	リュウブ	52.6	12.3	64.9		山桜	N. D.	N. D.	N. D.
	フキ	26.8	4.9	31.7		フキ	N. D.	N. D.	N. D.
	ワラビ	24.4	N. D.	24.4		ワラビ	4.9	N. D.	4.9
	コケ	1560	331	1890		コケ	1590	323	1910

<検証②>

秋9月に、春5月に採取測定した同じコシアブラと、他の植物を同時に採取して、春と秋の放射性 Cs を測定し比較する。季節変化→蓄積について分かる。

→検体（コシアブラ：春採取した検体と同じとその隣の樹木：春に採取した検体と同じ）の採取

*測定は team めとばの NaI シンチレーション検出器によって測定してもらった。

測定結果：①春の測定結果と同様 コシアブラ>隣の樹木（リュウブ、山桜）

②春のコシアブラ Cs < 秋のコシアブラ Cs ③春のリュウブ Cs < 秋のリュウブ Cs

③コケに関しては、春と秋では Cs 値が減少した。

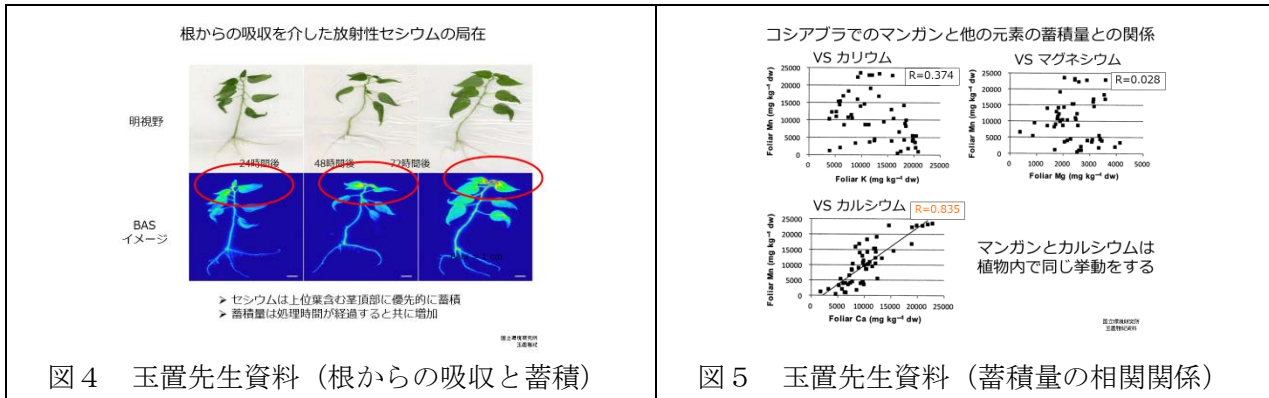
表2 9月軽井沢・山ノ内町のコシアブラと他の植物の Cs 検出値比較（単位：Bq/kg）

		Cs137	Cs134	合計			Cs137	Cs134	合計
軽井沢	コシアブラ	373	66.6	439	下高井 山之内	コシアブラ	55	12.6	67.6
	リュウブ	125	21.6	147		ヤマザクラ	15.3	N. D.	15.3
	コケ	821	150	971		コケ	1243	298	1243

<検証③>講座から

コシアブラは重金属を蓄積しやすいハイパーアキュミレーターの種類であることから、Cs も重金属と同じ仕組みで吸収しやすいのではないかと仮説を立てて、講義をお聞きした。

→「コシアブラが Mn などの重金属を吸収しやすいことは事実であるが、Cs は K と同じ傾向で吸収され、Mn などとはインポーターが異なる」という実験結果をお聞きした。しかしコシアブラが他の木本や草本より高い Cs 値を示すことは分かっており、ポプラでその吸収経路の研究が進んでいるとの事だった。



(2) コケは他の植物より放射性 Cs を吸収蓄積しやすいのか。

<検証①> 現地調査から

その1 H27年およびH28年長野県内で採取したコケからのCs検出

表3 H27年自主測定検体コケ (単位: Bq/kg)

場所	Cs137	Cs134	Cs合計	道地に採取した他の検体
佐久穂余地	967	242	1200	モキ・腐葉土・土 ND
佐久穂麦草	171	51	222	土 ND
中川村大草	8.56	ND	8.56	モキ・腐葉土・土 ND
大町美麻	29.4	ND	29.4	モキ・腐葉土・土 ND

表4 H28年自主測定検体コケ (単位: Bq/kg)

場所	Cs137	Cs134	Cs合計	道地に採取した他の検体
佐久穂余地	810	170	978	モキ・腐葉土・土 ND
大町市美麻	9.4	ND	9.4	モキ・腐葉土・土 ND
山ノ内5月	1590	320	1910	コシアブラ・ワラビ・モキ・フキ
山之内9月	1243	298	1561	
軽井沢5月	1560	330	1890	コシアブラ・ワラビ・モキ
軽井沢9月	821	150	971	
長野市	62	14	76.1	モキ・土 ND

上記の表から、他の植物からは検出されない場合もコケからは検出される場合が多く、また検出値も高いことが分かった。

表5 表1と表2から 抜粋 5月と9月に採取したコケから検出されたCs値 (単位: Bq/kg)

		Cs137	Cs134	Cs合計			Cs137	Cs134	Cs合計
5月軽井沢	コケ	1560	331	1890	5月山ノ内町	コケ	1590	323	1910
9月軽井沢	コケ	1560	331	1890	9月山ノ内町	コケ	1590	323	1910

表3からは、同じ場所で採取したコケであるが、コシアブラは9月の方がCs値が高くなっているのに対してコケは9月の方が低くなっていることが分かる。

→ コケはCsを吸収しているのではないかもしれない。

<検証②> 講座から

コケがCdやPbを吸収する性質を利用して、汚染物質の除去の研究をされている先生に講師をお願いして話をお聞きした。

- *Auは細胞内に吸収される (細胞は死滅していく)
- *CdやPbはコケの細胞壁と細胞膜の間に吸着される。
- *Csはこれらの金属とは異なり、吸着や吸収はされない。

しかし高い数値が検出される。表面に付着しているのではないか。(物理的にくっついている)

<検証③> 現地調査及び実験から

同じ場所で採取したコケを水で洗い流して測定結果を比較する

→①表1表2から、5月10月のCs値比較からコケは減少している。すなわち蓄積していない。

②洗わない場合 > 1日洗った場合 > 3日洗った場合 表面についていた可能性が大きい。

表6 コケを洗った場合と洗わない場合のCs値比較(単位: Bq/kg)

	ヤマゴケA			ヤマゴケB		
	Cs137	Cs134	合計	Cs137	Cs134	合計
洗わず	821	15.0	971	556	97.6	654
1日浸水	303	54.4	358	385	70.5	456
3日浸水	270	48.6	318	324	56.6	381



図6 コケを洗う様子

5 研究成果の発表

		テーマ	発表形態
2016/9/23	JST 生徒研究発表会	「長野県での山菜・キノコに見える放射性物質の影響」	ポスター発表
2016/11/5	AIT サイエンス大賞発表会	「長野県で山菜キノコから放射性 Cs が検出される理由」	論文・ポスター 口頭発表
2016/12/10	長野県生徒研究発表会	「長野県の里山で生じている問題 Part2 (の1部)」	口頭発表
2016/12/23	長野県サイエンスキャンプ 生徒発表会	長野県で山菜キノコから放射性 Cs が検出される理由2」	口頭発表

6 「環境安全とリスク」に関する意見と感想

今回コシアブラとコケに関しての最も大きな違いは「吸収・蓄積」と「付着」だった。コシアブラや他の樹木についてはCsを吸収して葉に蓄積することが数値から明らかになったが、コケは表面に付着しているだけの可能性が考えられた。植物にとってどのような形でCsを保持しているかは、今後生態系の中でのCs循環を見ていく場合大切になってくると思われる。コシアブラは今まで「山菜＝食品」としてCsを測定されてきたが、森林を構成する一つの植物(樹木)としてみたときに、好んでCsを吸収する性質を持つものであることが分かる。コケは林内や林縁部の生態系としては様々な物質の受け皿(終焉)に生息しており、維管束を持たないので根から吸収することはないが葉の構造上(毛布のような)そこにくっついてきた降雨などによって流れていくという生態系の中でのCs循環が見えてきた。

また4年間福島県三春町の中妻小学校に秋の工作素材(クズの蔓や松ぼっくり)を贈っているが、事故後生徒数が激減したり、まだ野外活動が制限されている場所があることなど、今回の研究を継続しながら、放射性Csが私たちの生活に与えている影響について忘れないようにしたい。

7 今後の課題

生態系の中でのCsの循環をより総合的にみていくためには、次の調査研究をする必要がある。

- ① コシアブラの樹木部分へのCs蓄積量調査
- ② コシアブラの落葉とその土壌のCs量調査
→生態系内でのCs循環を考える
- ③ コケの下の土壌のCs調査及びコケ本体のCsとの比較
- ④ コケの表面のどの部分にCsが付着するのかそしてどのようにして離れていくのか
→生態系内でのコケの役割について考える

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しましたが、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。生態系の中でのCsの動きについて考えられるようになり、次の課題も見えてきて、後輩への引き継ぎも楽しくできています。ありがとうございました。