

研究資料

山菜類の放射性物質による汚染実態調査と汚染低減法の検討

長谷川孝則* 竹原太賀司

目 次

要 旨	
I はじめに	66
II 試験内容	66
1 放射性セシウムによる山菜の汚染実態調査	66
2 山菜の加工処理による放射性物質低減効果	69
III 結果と考察	70
1 放射性セシウムによる山菜の汚染実態調査	70
2 山菜の加工処理による放射性物質低減効果	74
IV おわりに	76
V 引用文献	76

要 旨

原発事故により放出された放射性物質による山菜類の汚染実態を把握するため、コシアブラとワラビを中心に可食部に含まれる放射性Csと生育地土壤に含まれる放射性Csとの関係を調査した。その結果、ワラビの地下茎部に含まれるCs濃度は、概ね地下茎の生育位置の土壤のCs濃度に近い値を示し、可食部のCs濃度は、0～5 cm層に有機質が多く含まれている土壤に生育するもので高い傾向が見られた。ワラビでは、一般に土壤中の放射性Cs濃度が高いほど可食部に含まれる放射性Cs濃度も高い傾向を示したが、なかには土壤中の放射性Cs濃度がそれほど高くないにもかかわらず可食部の値が大きい箇所も認められた。また、土壤からワラビ可食部への移行係数についても調査箇所によって大きな差があり、特定の傾向は認められなかった。一般に、コシアブラは他の山菜類に比べ可食部の放射性Cs濃度は高く、一方、ワラビは比較的低い傾向にあった。コシアブラとワラビの水煮やあく抜き処理による放射性物質の低減効果を検討した結果、コシアブラの水煮処理では34%から70%の低減が可能であった。ワラビのあく抜き処理では、穂先部分では63%、茎部分においては70%の低減が可能であったが、ワラビの穂先は茎の約3倍の放射性物質濃度を示していることから、穂先を除去したうえであく抜き処理を行うことにより、より一層のCsの低減が可能と考えられた。あく抜き時間は、3時間の処理で十分と考えられた。また、1ヶ月の塩蔵と塩抜き処理で大幅な低減効果が認められた。

キーワード：山菜、コシアブラ、ワラビ、放射性セシウム

受付日 平成27年3月6日

受理日 平成28年2月19日

*現県南農林事務所

課題名 山菜等の汚染実態の把握と移行低減技術（県単課題 平成24～26年度）

I はじめに

原発事故により県内の森林は放射性物質で広範に汚染され、山菜等山野に自生している特用林産物も同様の被害を受けた。県では自生品も含めてモニタリング検査を定期的に行い、食品衛生法に定める基準値を超える放射性Csが検出された場合、市町村を単位として生産者に対し出荷を自粛するよう要請を行っており、山菜類はコシアブラをはじめ多くの品目がその対象となっている¹⁾。

山菜類の汚染実態及び生育地土壤に含まれる放射性Csとの関係の解明は、山菜に含まれる放射性Csの今後の推移を予測するためにも必要と考えられるが、未だ不明な点が多いため、ここでは生育地土壤に含まれる放射性Csと山菜の汚染状況との関係について検討した。

また、現在、モニタリング検査の徹底により基準値を超える山菜類が流通することはなくなっているが、消費者の安全志向に応えるため、放射性Csのさらなる低減化を目的に、山菜の中でも特に広範囲に汚染されていることが知られているコシアブラ^{1, 2)}と山菜の中でも人気の高いワラビを対象として、水煮やあく抜き処理による放射性物質の低減効果について検討した。

II 試験内容

1 放射性セシウムによる山菜の汚染実態調査

山菜と生育地土壤に含まれる放射性セシウムの実態調査を2012年から2014年まで継続して実施した。

(1) 山菜の生育地調査 (2012年調査)

①対象品目

猪苗代町で採取したコシアブラ、伊達市保原町で採取したワラビ、只見町で採取したコシアブラ、クサソテツ（以下コゴミとする）、タラノメ及び当センター内（場内）で採取したコシアブラ、ワラビ、タラノメを分析に用いたが、ワラビの採取地（伊達市保原町）はワラビ園として整備された箇所である。採取地の概況を図-1に示した。

なお、伊達市保原町で採取したワラビについては、可食部とともに地下茎（根系）も併せて分析に供した（図-2）。

採取月日は、猪苗代町が2012年5月11日、17日（コシアブラ）、伊達市保原町が5月23日（ワラビ）、只見町が5月16日（コゴミ、タラノメ）、5月24日（コシアブラ）であり、当センター内においては全て5月1日に採取した。

②試験内容

採取した山菜可食部及び直下の生育地土壤の放射性Cs量を測定した。ワラビの土壤試料は、試料採取器（径50mm、高さ50mm）を用い、落葉層、地表下0～5cm、地表下5～10cm及び地表下10～15cmの4層に分けて採取した。放射性物質の測定は、採取試料をNaIシンチレーション式スペクトロメーター（EMFジャパン株式会社製）で¹³⁴Cs及び¹³⁷Csを測定した。土壤試料の採取状況を図-3に示す。



猪苗代町(コシアブラ)



伊達市保原町(ワラビ)



只見町(コゴミ)



只見町(タラノメ)

図-1 山菜採取地の概況(2012年調査)



図-2 分析に供したワラビ地下茎



図-3 土壌試料の採取状況

(2) ワラビの生育地等調査(2013年調査)

① ワラビの生育地調査

ア 調査対象

鮫川村大字青生野、鮫川村大字赤坂東野及び喜多方市塩川町駒形地区(以下「喜多方市駒形」とする)で採取したワラビ及び生育直下の土壌を分析に供した。採取地の現況

を図-4及び表-1に示すが、いずれもワラビ園として整備された箇所である。

採取月日は、鮫川村青生野が2013年5月22日（地下茎は6月6日）、喜多方市駒形は5月29日（試料1）及び6月12日（試料2）で、鮫川村赤坂東野は7月10日に採取した。

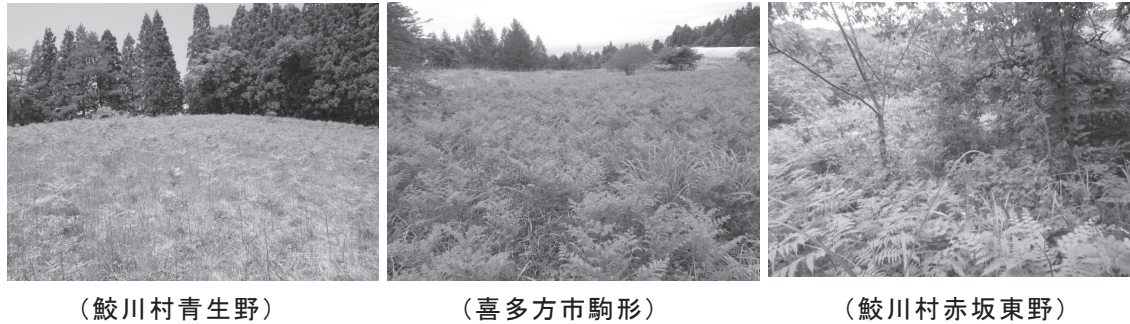


図-4 ワラビ採取地の概況(2013年調査)

表-1 ワラビ発生地状況

項目	発 生 地			
	鮫川村青生野	喜多方市駒形(試料1)	喜多方市駒形(試料2)	鮫川村赤坂東野
空間線量率(1m位置)	0.29 μ Sv/h	0.27 μ Sv/h	0.20 μ Sv/h	0.19 μ Sv/h
可食部の状態	細めで伸びも良くない	長さ太さともに良好	太くて長い	細い
根茎の位置	5~10cm、皮がむける等不健全な状態	表層直下~15cmより深い位置(土壌が柔らかいためと思われる)	10cm	5~10cm
地表堆積物	地表堆積物は多くはない	地表堆積物は厚く10cmほどある	地表堆積物の厚さは2~3cm	地表にはカヤが5~10cmと、かなり厚く堆積している
土壌の状態	0~5cm	有機質が多く柔らかい。態完全の腐葉土もしくはピートモスのようなものである。	0~15cmまで黒ボクで同じような状態、上層の有機質は確認されない	有機質が多く含まれ柔らかい状態
	5~10cm	0~15cmまで黒色で粘りのある粘土	小石混じりの柔らかい黒ボク	黒色の締まった粘土
	10~15cm			赤色の粘土が増加している状態

注)喜多方市駒形の試料1は2013年5月29日に採取し、試料2は6月12日に採取した。

イ 試験内容

試料の採取方法及び測定方法は(1)②と同じであるが、ワラビは可食部(穂先+茎)をそのまま容器に充填して測定した。

② ワラビの部位別汚染調査

ワラビの汚染分布を調べるため、①で調査した3カ所からの4試料を用い、測定後の試料を穂先と茎に切り分け、それぞれに含まれる放射性Csを分析した。

分析に供したワラビの茎及び穂先を図-5に示す。



(茎部)

(穂先部)

図-5 ワラビの部位別汚染調査に用いた分析試料

(3) ワラビの生育地調査 (2014年調査)

①対象品目

鮫川村青生野、伊達市保原町富沢及び喜多方市塩川町常世(4カ所)の計6カ所で採取したワラビ及び生育直下の土壌を分析に供した。採取月日は、鮫川村青生野が2014年5月29日、伊達市保原町が6月7日、喜多方市塩川町常世が5月16日(地下茎は7月17日)である。

②試験内容

採取した山菜可食部及び直下の生育土壌の放射性Cs量を測定した。土壌試料の採取方法は(1)②と同じである。

2 山菜の加工処理による放射性物質低減効果

水煮やあく抜き等の加工処理による処理前と処理後に放射性セシウムの測定を行い、その低減効果について検討した。なお、いずれの処理も通常行われている方法と同様の現実的な処理とし、放射性物質の低減を主目的とした特殊な処理は行わないこととした。

(1) コシアブラの水煮処理による低減効果

2012年に猪苗代町で採取したコシアブラを用い、水煮処理による放射性セシウムの低減効果について検討した。

処理の手順は次のとおりである。

- ①28cm鍋6分目程度に水を張り沸騰させる
- ②試料を入れて2分程度沸騰状態で煮る
- ③ざるでお湯を切る
- ④鍋に水を張り流水状態でさらした後、ざるで水を切る。これを2回行う
- ⑤軽く手でしぼって水を切り、容器に入れる

(2) ワラビのあく抜き処理による低減効果

2012年に伊達市保原町及び2013年に鮫川村で採取したワラビを用い、あく抜き処理による放射性Csの低減効果について検討した。なお、あく抜きは茎のみ行った。

処理の手順は次のとおりである。

- ①水を沸騰させる
- ②約15分間冷ます
- ③ワラビを容器に入れて市販のあく抜き剤を添加し（ワラビ1kgに対し小さじ1杯（5cc 重曹では3g））②を浸る程度に入れ重しをする
- ④1晩放置する（今回の試験では16:30～8:30の14時間とした）
- ⑤流水・溜水で3回水替えをする
- ⑥溜水に6時間ひたす（今回は8:30～14:30の6時間とした）

また、上記処理に加え、あく抜きの処理時間と放射性Cs低減効果との関係を検討するため、2014年に鮫川村で採取したワラビを用い、あく抜き時間を変えて分析を行った。あく抜き時間は1時間、3時間及び12時間とした。

（3）ワラビの塩蔵処理による低減効果

2014年に鮫川村で採取したワラビを用い、塩蔵処理による放射性セシウムの低減効果について検討した。

処理の手順は次のとおりである。

- ①穂先を除いたワラビ600gに食塩400gを均一になるように加える
- ②ワラビを容量約2リットルのプラスチック製容器に入れて重しをする
- ③1ヶ月間室温で放置する
- ④ワラビに付着している食塩を除き、さらに、流水にさらして塩抜きを行う

Ⅲ 結果と考察

1 放射性セシウムによる山菜の汚染実態調査

（1）山菜の生育地調査（2012年調査）

2012年に猪苗代町ほかで採取した山菜の可食部に含まれる放射性Cs量を調査した結果を図-6に、また、生育地土壌の放射性Cs量と併せて調査した結果を図-7に示す。

コシアブラ可食部の放射性Csは、当センター内のもので255Bq/kg（場内1）及び173Bq/kg（場内2）であり、猪苗代町産（猪苗代町2の1～3）は216～403Bq/kgと、当センター内と同程度、もしくはこれよりも高い値を示した。しかし、空間線量率については、猪苗代町が0.14～0.16 μ Sv/hで、当センター内が0.70～1.17 μ Sv/hと大きな差があり、猪苗代町では採取地の空間線量率がそれほど高くないにもかかわらずコシアブラの値は高い傾向にあった。また、当センター内で採取されたタラノメは198Bq/kgとコシアブラと同程度の比較的高い値を示したが、ワラビは18～45Bq/kgと、場内で採取されたものも伊達市保原町で採取されたものも値はそれほど高くはなかった。

なお、空間線量率が比較的低い猪苗代町産コシアブラのCs濃度の値が、空間線量率が高い当センター産のコシアブラよりも高い値を示した理由の一つとして、両者の樹体の相違が考えられた。即ち、猪苗代町のコシアブラは樹齢が若く樹高は1m程度で、採取した芽は平均3個程度であったのに対し、場内試験区のものには樹体が大きく多数の芽（少なくとも20以上）が着生していた。従って、猪苗代町のコシアブラは樹体中の放射性Csが少数の芽に集中したと考えられるのに対し、当センター内のコシアブラでは多数の芽に分散したという可能性も考えられた。

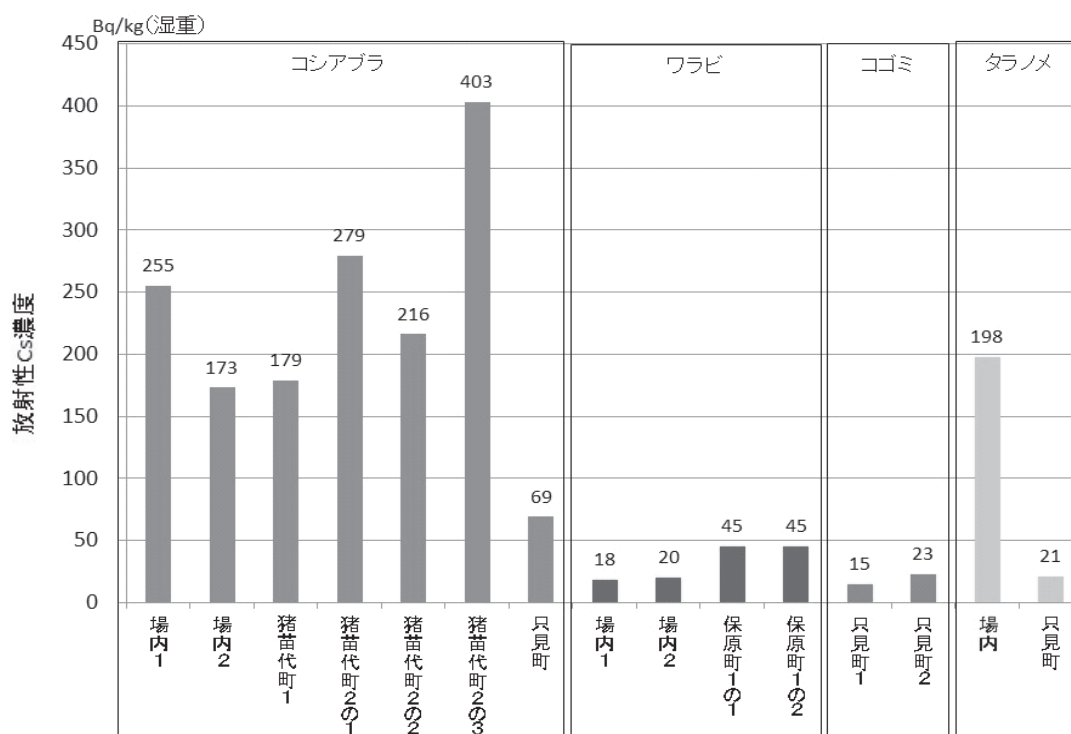


図-6 山菜可食部の放射性Cs濃度 (2012年調査)

注) コシアブラ試料の猪苗代町1は5月17日に採取したもので、猪苗代町2の1~3は5月11日に採取したものである

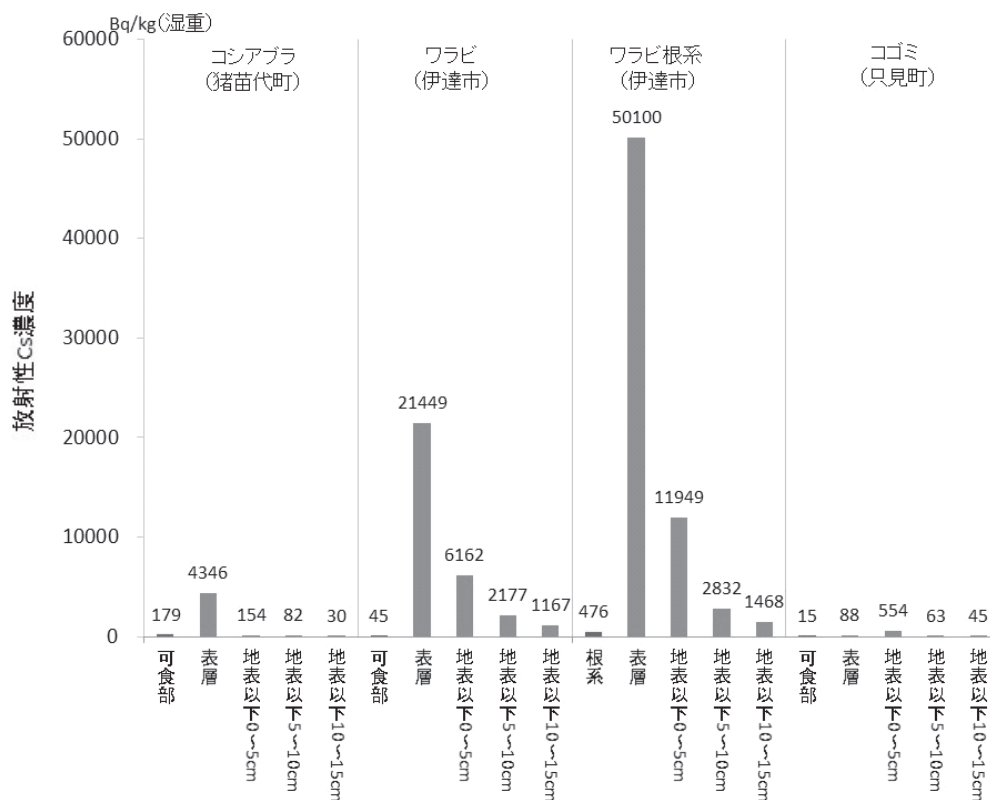


図-7 山菜採取地土壌の放射性Cs濃度 (2012年調査)

採取地の土壌と可食部に含まれる放射性Cs濃度の値を用いた見かけの移行係数について、コシアブラは地表以下0～5cmのCs濃度の値とほぼ同程度とワラビに比べ明らかに高いと思われたが、コシアブラは経根吸収による放射性Csに加え、樹皮から直接吸収³⁾されたCsからの移行も考慮に入れなければならない、また、根系の広がりが大きいため移行係数を導くのは困難であった。

(2) ワラビの生育地等調査 (2013年調査)

①ワラビの生育地調査

2013年はワラビを対象とし、鮫川村青生野、赤坂東野及び喜多方市駒形で調査を行った。

ワラビ可食部及び採取地土壌の放射性Cs測定結果を図-8に示すが、採取地の空間線量率は0.19～0.29μSv/hとそれほど高くはなく、差も大きくはなかった。一方、ワラビに含まれる放射性Csは、鮫川村で採取されたものが109Bq/kg、176Bq/kgであったのに対し、喜多方市で採取されたワラビ(試料1)は412Bq/kgと特に高い値を示した。土壌に含まれる放射性Csが鮫川村と比べ特に高くはないにもかかわらず、ワラビのCsが高い値を示したことについて、土壌の理化学性、即ち、Csに対する吸着能の相違が関係している可能性も考えられるが、その原因は不明である。

なお、地下茎の位置は、鮫川村青生野では地表下5～10cm、喜多方市駒形(試料1)では地表直下から15cmより深い位置まで、喜多方市駒形(試料2)では地表下10cm、鮫川村赤坂東野では地表下5～10cmであった。例として、喜多方市駒形(試料2)における地下茎を図-9に示す。

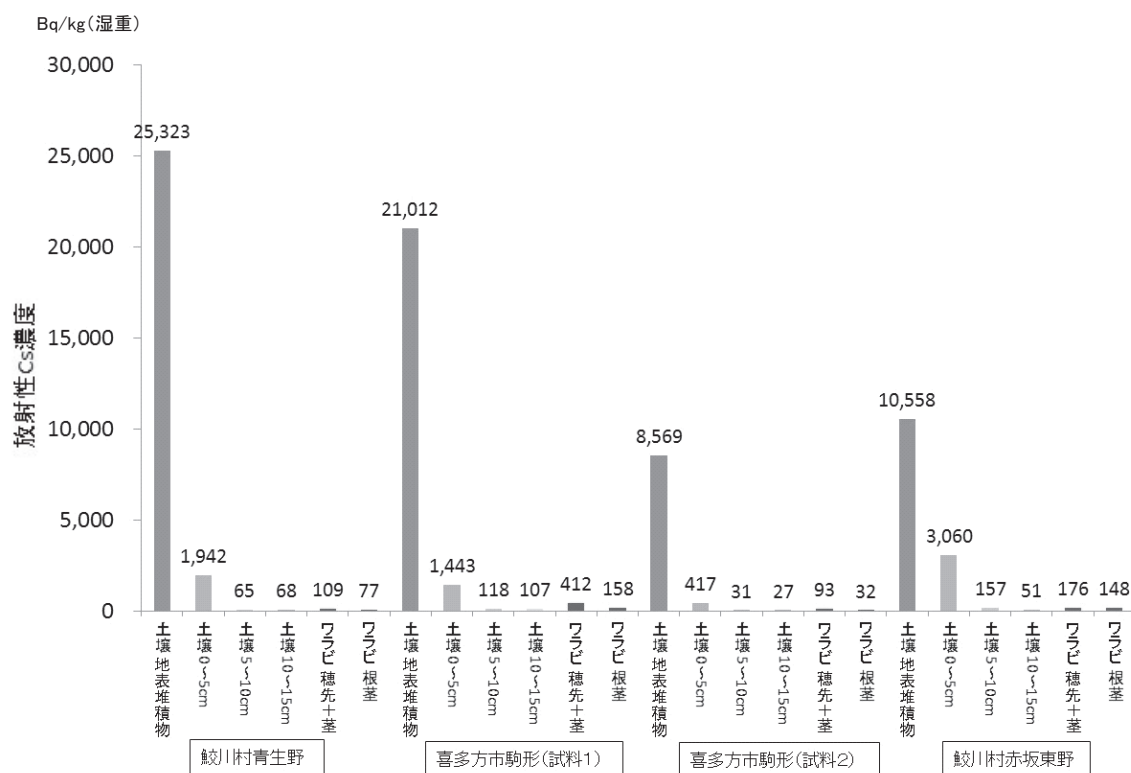


図-8 山菜試料の放射性Cs濃度 (2013年調査)

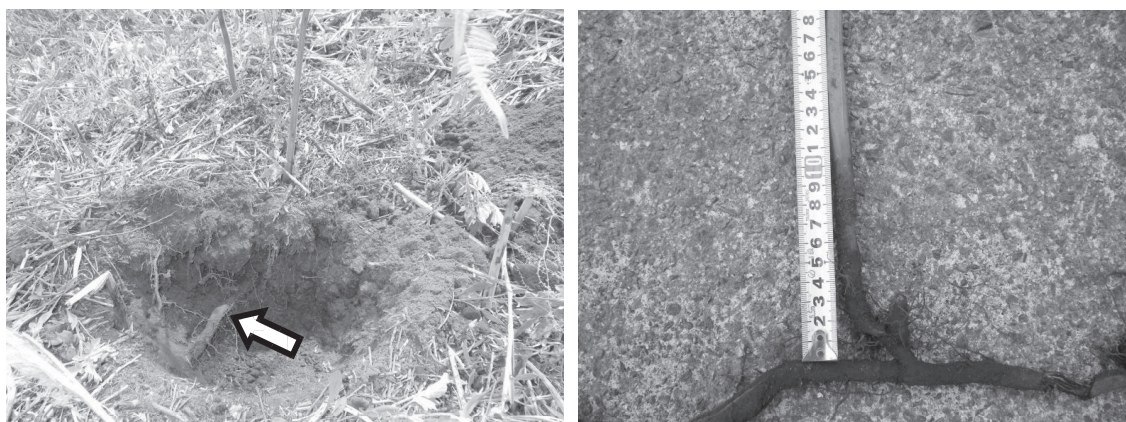


図-9 ワラビ地下茎の状況(喜多方市駒形(試料2))

注) 写真左矢印が地下茎で、写真右は地下茎の位置が地表下約10cmであることを示している。

地下茎部に含まれるCs濃度は、概ね地下茎の生育位置の土壌のCs濃度と近い傾向を示した。可食部のCs濃度は、喜多方市駒形(試料1)や鮫川村赤坂東野のように0~5cm層に有機質が多く含まれている土壌(表-1)に生育するもので高い傾向が見られた。

可食部と地下茎部とのCs濃度比(可食部/地下茎部)は1.2~2.9の範囲にあったが、喜多方市駒形2.6(試料1)、同2.9(試料2)、鮫川村青生野1.4、赤坂東野1.2と地域差が見られ、喜多方市駒形は地下茎から可食部へのCs移行率が高い系統である可能性も考えられる。

②ワラビに含まれる放射性物質の部位別調査

ワラビに含まれる放射性物質が部位によって差があるか否かを調べるため、茎と穂先に分け、それぞれに含まれるCs濃度

表-2 ワラビの部位別放射性Cs濃度(Bq/kg生重)

採取地	全体	穂先	茎	穂先/茎	茎/全体
鮫川村青生野	109.1	181.8	77.0	2.36	0.71
喜多方市駒形(試料1)	411.9	922.0	383.0	2.41	0.93
喜多方市駒形(試料2)	92.7	241.6	79.9	3.02	0.86
鮫川村赤坂東野	176.3	577.2	174.7	3.30	0.99

を測定した。結果を表-2に示したが、両者には大きな違いが認められ、穂先の濃度は茎に比べ2.36~3.30倍の値を示し、平均で2.77倍であった。従って、穂先を除去することで可食部全体のCs濃度の低下が期待される。しかし、その低下割合は、鮫川村青生野産ワラビのように全体が109Bq/kgで穂先を除去することで77Bq/kgまで低下するものから、鮫川村赤坂東野産ワラビのようにわずかしかな低下しないものまで大きな差が認められた。これは、可食部全体に占める穂先割合の相違に由来するものであり、一般に、可食部が短いものは穂先の占める割合が高く、長いものは低い傾向にあり、このような穂先割合のバラツキが、穂先を除去した場合の濃度低減効果に影響しているものと考えられた。

(3) ワラビの生育地調査(2014年調査)

2014年も引き続きワラビの汚染実態調査を行った。ワラビは全体と穂先を除いた可食部

及び地下茎を測定し、土壌試料はこれまでと同様に採取し、測定に供した。

結果を表-3に示すが、これまでの調査と同様に原発からの距離がより離れている喜多方市で300及び330Bq/kgと比較的高い値が検出された。

表-3 ワラビ及び発生地土壌の放射性Cs濃度(Bq/kg生重)

区分	調査地1	調査地2	調査地3	調査地4	調査地5	調査地6
採取地	鮫川村青生野	伊達市保原町		喜多方市塩川町常世		
ワラビ(全体)	106	80	160	330	130	300
地下茎	48	92	108	330	19	28
地表堆積物	4,800	10,617	1,942	1,670	2,279	12,229
土壌	0~5cm	807	7,149	713	126	823
	5~10cm	78	226	85	40	143
	10~15cm	56	157	45	49	76

地下茎とワラビ全体の濃度比(ワラビ/地下茎)は、0.87(調査地2)から10.71(調査地6)まで大きな差があり、特定の傾向は認められなかった。また、土壌から地下茎への移行係数についても、地下茎がおおよそ深さ10cm程度のところを這っていたことから、土壌5~10cm層及び10~15cm層の平均値と比較したところ、0.17(調査地5)から7.33(調査地4)まで、これについても大きな差が認められた。

なお、調査地点1は前年調査の鮫川村青生野の同一箇所から採取したものであり、2013年と2014年の調査結果を比較したところ(表-4)、発生地の地表堆積物及び土壌(0~5cm)の放射性Cs濃度は大幅に低下し、地下茎も77から48Bq/kgに低下していたが、ワラビに含まれるCs量にほとんど変化はなかった。

表-4 ワラビ及び発生地土壌の放射性Cs濃度(Bq/kg生重)

試料区分	調査年	
	2013年	2014年
ワラビ(全体)	109	106
地下茎	77	48
地表堆積物	25,323	4,800
土壌	0~5cm	1,942
	5~10cm	65
	10~15cm	68

注)試料は鮫川村青生野で採取した。

2 山菜の加工処理による放射性物質低減効果

(1) コシアブラの水煮処理による低減効果

2012年に採取したコシアブラを用いて水煮処理を行い、処理前後の放射性セシウムを測定した。結果を表-5に示すとおり、34%から70%の低減が可能であったが、今回処理を行った6試料のうち基準

の100Bq/kgを下回ったものは2試料のみであった。コシアブラの放射性Cs濃度は元々が一般に高いため、水煮処理による放射性物質の低減は、ある程度は可能であるが、

表-5 コシアブラの水煮処理による放射性Cs濃度の変化(Bq/kg生重)

採取地	処理前	処理後	低減率
場内1	173.2	101.4	41%
場内2	254.7	139.3	45%
猪苗代町(5月17日採取)	179.4	53.1	70%
猪苗代町(5月11日採取①)	278.8	99.9	64%
猪苗代町(5月11日採取②)	216.2	142.7	34%
猪苗代町(5月11日採取③)	403.4	199.1	51%

これによって確実に基準値以下に低減するなどの大きな効果は期待できないものと考えられた。

(2) ワラビのあく抜き処理による低減効果

①あく抜き処理1 (2012年調査)

2012年に採取したワラビを用いてあく抜き処理を行った結果を表-6に示す。

表-6 ワラビのあく抜き処理による放射性Cs濃度の変化(Bq/kg生重)

区分	あく抜き前	あく抜き後	Cs減少率(%)
ワラビ(穂先)	91.0	7.7	91.5
ワラビ(茎)	27.2	3.1	88.6

穂先部分では91.5%、茎部分においては88.6%と大幅な低減が可能であったが、放射性Csをより多く含む穂先を除くことにより、ワラビ全体の含有Csをさらに低減させることが可能である。

ワラビは、コシアブラやタラノメなどに比べると放射性Csの含有が少ない山菜であり、加えて、あく抜きを行うことでCsのさらなる低下が期待される。

②あく抜き処理2 (2013年調査)

2013年に採取したワラビを用いて再度あく抜き処理を行い、処理前後のCs濃度を測定した。なお、あく抜き処理は可食部全体のCs濃度を測定したのち穂先と茎に分け、茎のみを処理した。

表-7に結果を示すが、減少率は71.1~79.6%と、2012年調査に比べると若干低い結果であったが、それでも今回採取した試料のうち最も濃度が高かった喜多方市駒形産(早生)のワラビ(383Bq/kg)でもあく抜きによって78Bq/kgまで低下し、基準値である100Bq/kgを下回った。

この結果から、あく抜き前の濃度が基準値の上限である100Bq/kg程度であっても、あく抜き後には20~30Bq/kgまで低下することが想定され、このことから、あく抜きはCs濃度の大幅な低減を可能とする非常に有効な手段と考えられた。

表-7 ワラビのあく抜き処理による放射性Cs濃度の変化

(単位: Bq/kg生重)

採取地	あく抜き前	あく抜き後	Cs減少率(%)
鮫川村青生野	77.0	20.6	73.2
喜多方市駒形(試料1)	383.0	78.0	79.6
喜多方市駒形(試料2)	79.9	17.8	77.7
鮫川村赤坂東野	174.7	50.5	71.1

注)対象部位は茎である。

③処理時間の検討

2014年に採取した試料を用い、あく抜き時間の検討を行った。その結果、表-8に示すように、試料1では3時間の処理でほぼ完全に除去され、試料2でも3時間で減少率は85%となったことから、3時間の処理で十分と考えられ

表-8 ワラビのあく抜き処理による放射性Cs濃度(Bq/kg生重)

区分	試料1	試料2
ワラビ可食部	14.4	22.3
あく抜き処理	1時間	13.6
	3時間	0.6
	12時間	3.8

た。

(3) ワラビの塩蔵処理による低減効果

2014年に採取した試料を用い、塩蔵処理によるCsの低減効果を検討した。その結果、表-9に示すように、1ヶ月の塩蔵処理で、試料1、2とも半分以下に低下した。塩抜き後はさらに低下し、試料1では6Bq/kgまで低下したことから塩蔵処理もあく抜き同様、Cs濃度の低減に効果があると考えられた。

表-9 ワラビの塩蔵処理による放射性Cs濃度(Bq/kg生重)

試料区分	試料1	試料2
ワラビ可食部	55.0	35.5
1ヶ月間塩漬け	29.3	15.4
同上(塩抜き後)	6.0	11.6

IV おわりに

今回、放射性Csに汚染された土壌とそこに生育する山菜等可食部に含まれるCsの関係を調査するとともに、水煮やあく抜き、さらには塩蔵処理による低減効果を確認した。一方、山菜中に含まれる放射性Cs量の今後の推移を予測するため同一生育地点での調査も行ったが、調査期間が短かったせいもあり、今回の期間内では未だ不十分なものであり、今後さらに調査の継続が必要である。

V 引用文献

- 1) 福島県. きのこと、山菜類のモニタリングと出荷制限品目・市町村について、
<http://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/36055c/ringyo-monitoring.html> , (参照2015.3.4)
- 2) 武井利之・伊藤正一・熊田 淳ほか1名(2014) コシアブラにおける放射性セシウムの分布. 日本農芸化学会2014年度大会講演要旨 2A02p04.
- 3) 小川秀樹・伊藤正一・村上 香ほか5名(2014) 東京電力福島第一原子力事故由来の放射性物質によるスギの初期汚染状況. 福島県林業研究センター報告47:49-58.