

# とちぎの森における放射性セシウムによる影響の調査（平成24年度）

所属・職・氏名：地域連携事業代表者 農学部附属演習林 准教授 飯塚 和也  
事業推進協力者 農学部森林科学科 准教授 石栗 太  
農学部森林科学科 准教授 有賀 一広  
農学部森林科学科 教授 大久保達弘  
連携対象 栃木県環境森林部林業センター 菅沼 好一

## 1. 事業概要

〔目的〕2011年3月11日に発生した東日本大震災に伴い、事故を起こした東京電力福島第一原発から飛散・拡散、降下した放射性物質による環境汚染が問題となっている。特に、福島県に隣接する栃木県の北部の森林・山間部を中心に、放射性降下物である放射性セシウムによる環境汚染が懸念されている。そこで、とちぎの森における放射性セシウムによる影響を把握するため、放射能濃度に関する実態調査を行う。

〔事業内容〕本年度は、県内において空間線量率が比較的高いといわれている県北地域の森林を対象に、調査地・調査木を選定し、樹木の葉、樹皮、樹幹別に放射能濃度（Bq/kg）を測定するとともに、土壌等についても放射能濃度を明らかにし、汚染の実態把握に努める。

## 2. 栃木県における3.11直後の空間線量率の変化

2011年3月12日及び14日に東京電力福島第一原発において、水素爆発が発生した。福島県の南西部に隣接する栃木県では、図-1に示したように、15日に県全域わたり空間線量率の急激な上昇が、県南の宇都宮市と県北の福島県と隣接する那須町の測定値で観測された。

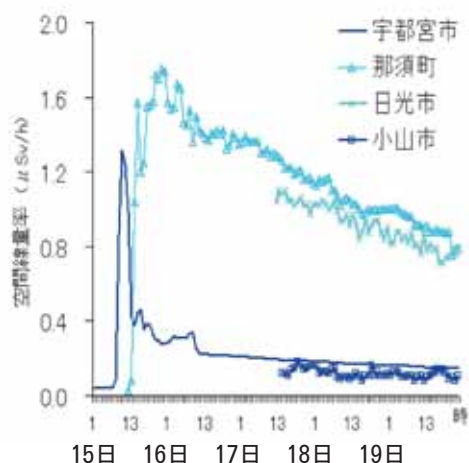


図-1 3月15日以降の空間線量率の推移

福島原発事故に伴うフェールアウトが起因となり、宇都宮市の空間線量率は、0.05  $\mu$ Sv/hから、15日の8時に上昇が観測され、10時にはピークの1.3  $\mu$ Sv/hを記録し、急激に減少した。その後、17日から測定が開始された県南の小山市と同様に、0.2  $\mu$ Sv/h前後で推移した。

県北に位置する那須町の空間線量率は、15日の13時から急激な上昇が観測され、23時にはピークの1.8  $\mu$ Sv/hを記録した。17日から測定が開始された日光市も同様な推移を示した。県南地域と異なり、空間線量率の減少は緩やかであった。これは、県北地域では、アメダスの記録によれば、15日と16日に断続的にわずかであるが降水量が観測され、湿性沈着が起り、県北地域では広範囲に及ぶ放射性降下物による環境汚染が発生したものと推察される。

## 3. 調査地と測定方法

調査地は、栃木県の県北地域の塩谷郡塩谷町に設定されている宇都宮大学農学部附属演習林及び那須塩原市の森林と竹林（マダケ）である。

サンプルの $\gamma$ 線による放射能濃度（Bq/kgDW）の測定は、宇都宮大学バイオサイエンス教育研究センターにRI施設にあるシンチレーション検出器として、NaI (TI) ウェルカウンタ (AccuFL EX  $\gamma$  7001, 日立アロカメディカル株式会社) 及び放射性核種別に放射能濃度を測定するためGe半導体検出器として、SEIKO EG&G (セイコー・イーザーアンドジー株式会社) を使用した。測定は、試料を乾燥乾燥状態に調製後、シンチレーション検出器では20mLのバイアルを、Ge半導体検出器ではU-8容器 (100mL) を用いた。

## 4. 調査結果

### 4.1 宇都宮大学船生演習林

調査対象とした塩谷町の演習林の森林では、空間線量率は、2012年においては概ね0.2~0.3  $\mu\text{Sv/h}$ であった。以下に、演習林における2012年の調査事例を紹介する。

#### 4.1.1 フモトミズナラ幼齢木

フモトミズナラの幼齢な植栽木（3、4年生：平均樹高2m）を対象に、調査した結果を表-1に示した。

表-1 放射能濃度 (Bq/kgDW) の平均値

採取日	部位	Cs計	Cs134	Cs137	K40	
6月1日	葉	64	25	39	706	
	新梢	48	14	34	505	
	2年生枝	樹皮	59	27	32	510
		木部	29	13	16	342
10月30日	葉	90	34	56	587	
	1年生枝	樹皮	36	17	19	395
		木部	42	17	25	283
	2年生枝	樹皮	111	45	66	426
		木部	27	9	18	292

フモトミズナラは、船生演習林に天然分布している落葉性のコナラ属の樹種で、2次林である薪炭林を形成し、コナラと同様、シイタケ原木や製炭に使用されている。

放射能濃度の測定は、人工放射性核種であるCs134とCs137、並びに天然放射性核種であるK40である。カリウムの放射性同位体であるK40は、自然界に一定の割合で存在している。

葉の放射性セシウムに関する挙動を見ると、新葉の展開が終了した6月1日から成長期が終了した10月30日では、64 Bq/kgDWから90 Bq/kgDWに微増していた。新梢は1年生枝になるが、両者とも50 Bq/kgDW未満の低い値を示した。2年生枝の木部では1年生枝と同様な値であったが、樹皮については、葉と同様に59 Bq/kgDWから111Bq/kgDWに増加した。

葉、1年生及び2年生枝は、2011年3月の福島原発事故1年後の2011年及び2012年に形成された器官で、直接、放射性降下物の付着の影響を受けていない。このため、根茎などから樹体内に吸収された転流した放射性セシウムであることが推察される。天然放射性核種であるK40は、新葉で最

も高い値（700 Bq/kgDW）を示し、次に樹皮で、木部で最も低い値を示した。

#### 4.1.2 コシアブラ幼齢木

コシアブラは、タラノキと同様に早春の若芽は山菜として親しまれている。

樹木園のコナラ林内の林床に天然更新しているコシアブラを調査した。2010年12月に、地際から幹（直径1cm程度）が数cmになるように林床の刈払い処理を行なった。2011年の春に切株から萌芽した2011年及び2012年に成長した器官が主な測定対象であり、その結果を表-2に示した。樹高は平均60cmである。

表-2 放射能濃度 (kBq/kgDW) の平均値

採取日	部位	Cs計	Cs134	Cs137	K40	
8月3日	葉	5.8	2.3	3.5	0.8	
	葉柄	6.4	2.5	3.9	0.9	
	1年生幹	樹皮	8.2	3.2	5.0	0.6
		木部	2.0	0.8	1.2	0.3
11月13日	2年生幹	樹皮	6.6	2.7	3.9	0.6
		木部	2.0	0.8	1.2	0.4
	葉	11.9	4.6	11.9	1.2	
12月5日	葉柄	12.9	4.8	8.1	1.0	
	1年生幹	樹皮	2.9	1.0	1.9	0.8
		木部	0.8	0.3	0.5	0.4
	2年生幹	樹皮	3.0	1.0	1.9	1.2
		木部	0.6	0.2	0.4	0.2
根茎	3.3	1.3	2.0	0.5		

ここで調査した葉、葉柄、1年生及び2年生幹は、福島原発事故以降、成長した器官である。このため、放射性セシウムは、経根吸収された可能性が高いと考えられる。

葉と葉柄は、類似した放射能濃度を示した。落葉直前の11月は盛夏の8月と比べて、放射能濃度は6 kBq/kgDW増の倍の値になり、12 kBq/kgDWと非常に高い値を示した。樹皮を見ると、11月は8月に比べ、1年生幹と2年生幹、それぞれ5.3 kBq/kgDW、3.3 kBq/kgDW減少した。木部の放射能濃度は樹皮と比べると低い値であるが、樹皮と同様に減少した。

放射能濃度は、11月は8月と比べ、葉は急激に増加し落葉に向かっていくが、それに相当する放射性セシウムは、樹皮に貯留していたものが転流

した可能性がある」と推察される。また、K40については、特に樹皮では、11月に上昇し1.2kBq/kgDWになった。冬期に備え、凝固点を下げするために、カリウムが樹皮に集積している可能性があることが推察される。

12月に測定した根茎については、同月の樹皮と同様な放射能濃度を示した。

なお、コシアブラはウコギ科の木本植物であり、同科のタラノキ、タカノツメ及びハリギリと比べ、葉や樹皮で高い放射能濃度を示した。

#### 4.1.3 林齢25年のスギ

11月27日に間伐した林齢25年のスギ20個体の地上高0.3m部位から円盤を採取した。作製した試験体の含水率（Mc）を測定後、放射能濃度を測定した。その結果を表-3に示した。

表-3 スギにおける測定結果（Bq/kgDW）

区分	Mc(%)	Cs計	Cs134	Cs137	K40	
心材	Avg.	110	68	25	43	415
	Max.	171	187	71	116	493
	Min.	53	19	7	11	342
辺材	Avg.	180	60	21	39	406
	Max.	216	172	61	111	538
	Min.	151	19	7	9	310

心材と辺材では、含水率は異なるが、放射性セシウム濃度及びK40は同様な値を示した。平均値で見ると、木材中に含まれている放射性セシウムは60~70 Bq/kgDWであった。木材に関しては、国の規制値が設定されていないが、本調査の結果は、食品の規制値である100 Bq/kg未満であった。

#### 4.2 那須塩原市の森林及び竹林

調査対象とした那須塩原市のヒノキ林、スギ林及び竹林における空間線量率は、概ね0.3~0.4  $\mu$ Sv/hであった。現地調査は2012年の10月から11月に実施した。

##### 4.2.1 林齢40年のヒノキ

3個体を対象に、地上高別に樹幹の樹皮及び木部の放射能濃度の測定結果を表-4に示した。また、生葉及び枝の測定結果を表-5に示した。調査樹木の平均胸高直径は19.3cm、樹高は17.5mであった。

樹皮の放射能濃度は、平均で500 Bq/kgDWの値を示し、地上高が高くなると伴い、高くなり傾向を示した。木部は、全ての部位で食品の規制値である100Bq/kg未満であった。また、心材は辺材よりも、多少低い値を示した。

生葉は、下部~上部に向けて、4.5kBq/kgDWから1.3kBq/kgDWと低い値を示した。

表-4 放射能濃度の平均値（Bq/kgDW）

地上高 (m)	樹皮		木部	
	心材	辺材	心材	辺材
0.3	501	ND (<35)	ND (<35)	74
5	514	60	60	73
10	556	63	63	74
15	557	-	-	86

ND：検出限界未満

-：心材未形成

表-5 生葉及び枝の平均値（kBq/kgDW）

地上部位	生葉	枝
下部	4.5	-
5m	3.5	0.9
上部	1.3	-

-：未測定

##### 4.2.2 林齢10年のスギ

3個体を対象に、地上高別に樹幹の樹皮及び木部の放射能濃度の測定結果を表-6に示した。また、生葉及び枝の測定結果を表-7に示した。調査樹木の平均胸高直径は10.0cm、樹高は7.9mであった。

樹皮は、地上高の部位では0.3m部位の2倍以上の3300 Bq/kgDWを示した。木部は、心材の形成は少なく、全て辺材として試料を調製した。食品の規制値よりも低い、80 Bq/kgDW以下の値であった。

生葉については、2 kBq/kgDW以上の高い値を示し、特に陽樹冠を構成している地上高15mの部位の葉は、3.7 kBq/kgDWであった。一方、枝では、生葉の1/4~1/3程度の値を示した。梢端部の枝は、樹幹の樹皮に同様な値を示した。

表－6 放射能濃度の平均値 (Bq/kgDW)

地上高 (m)	樹皮	木部 (辺材)
0.3	1500	72
5	3300	76

表－7 生葉及び枝の平均値 (kBq/kgDW)

地上部位	生葉	枝
15 (m)	3.7	1.1
梢端部	2.0	0.5

#### 4.2.3 マダケ

3 個体を対象とした地上高別部位別の放射能濃度を測定結果の平均を表－8 に示した。調査したマダケの平均胸高直径は5.0cm、稈長は10.8mであった。

放射能濃度は、5 m部位までの稈と節部では、検出限界未満 (<35) であった。稈から直接着生する一次枝、またそこから展開している二次枝及び葉には、比較的低い値であるがγ線が検出された。

表－8 マダケの測定結果

地上部位	Bq/kgDW	
株	稈部	ND
	節部	ND
下部	稈部	ND
	節部	ND
5m	稈部	ND
	節部	ND
	1次枝	65
	2次枝	110
先端部	葉	77
	1次枝	37
	2次枝	75
	葉	39

地上高 5 m 部位は、先端部位10m程度と比べ、放射能濃度が高い傾向を示した。

#### 4.2.4 土壌の放射能濃度

前述した 4.2.2 及び 4.2.3 に示したスギ林とマダケ林における土壌の測定結果の平均を表－9 に示した。放射能濃度は、土壌表層の有機物を含むA0層が最も高く、次に「0－5 cm」層が高い値を示し、深度が増すとともに低くなる傾向が示された。特に、マダケ林のA0層は、17.4 kBq/kgDWと非常に高い値を示した。

表－9 土壌の放射能濃度 (kBq/kgDW)

部 位	スギ林	マダケ林	
A0	7.6	17.4	
深度 (cm)	0－5	1.6	0.4
	5－10	0.5	0.3
	10－15	0.3	0.1
	15－20	0.2	0.3

#### 5. おわりに

福島原発事故が発生し、2013年3月で2年になる。しかし、森林生態系における放射性降下物であるセシウムの動態の解明には、Cs134の半減期は30年であり、長期的なモニタリングが必要である。放射性セシウムが、樹木・樹幹や森林生態系に与える影響を明らかにし、環境の保安全管理に微力ながら貢献していきたい。

#### 参考文献

1. 上澤千尋 (2011) 福島第一原発事故の推移と放射能拡散・被曝について、科学5月号、417－419.
2. 大原利真・森野 悠・西澤匡人 (2011) 福島原発から大気中に放出された放射性物質はどこに、どのように落ちたか?、科学7月号、1254－1258.
3. 飯塚和也・篠田俊信・石栗 太・横田信三・吉澤伸夫 (2012) 福島原発事故後10ヶ月間の栃木県における空間放射線量率の記録、宇都宮大学演習林報告48,161－164.
4. 飯塚和也・篠田俊信・関 菜穂子・牧野和子・逢沢峰昭和・大久保達弘・石栗 太・横田信三・吉沢伸夫 (2013) 森林・樹木における放射性セシウムの挙動 (I)－福島原発事故後10ヶ月間の宇都宮大学船生演習林における記録一、宇都宮大学演習林報告49、77－80.