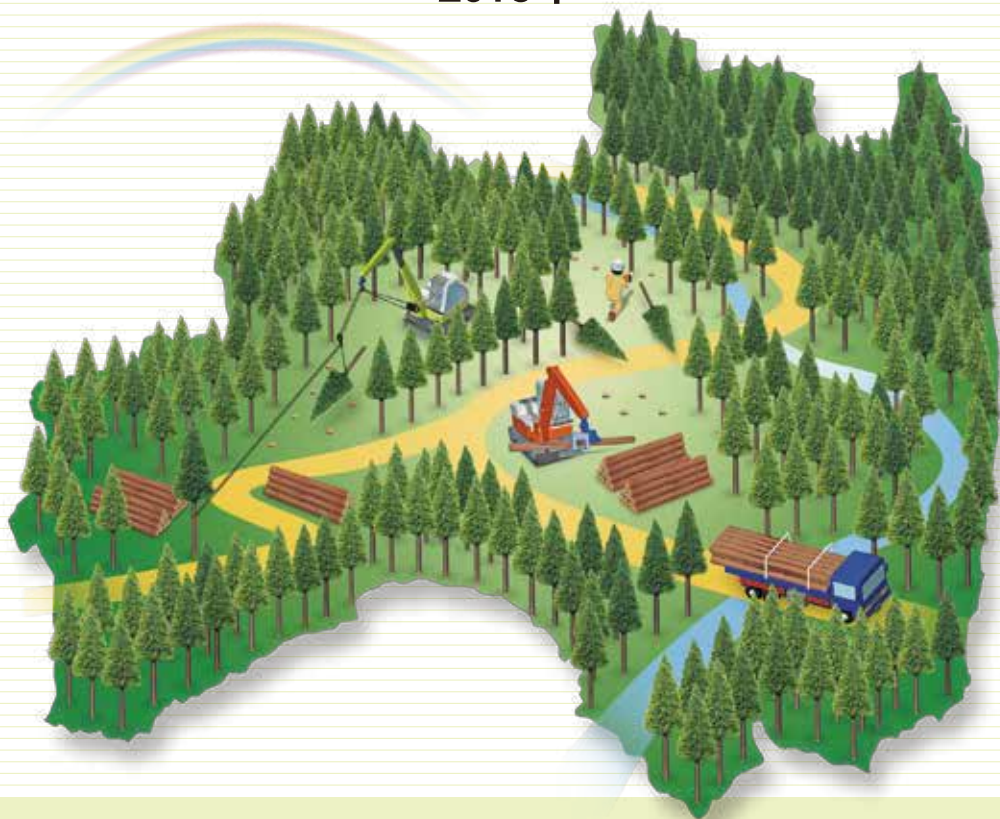


テキスト版

# 放射性物質の現状と 森林・林業の再生

復興・再生を目指して——

2015年



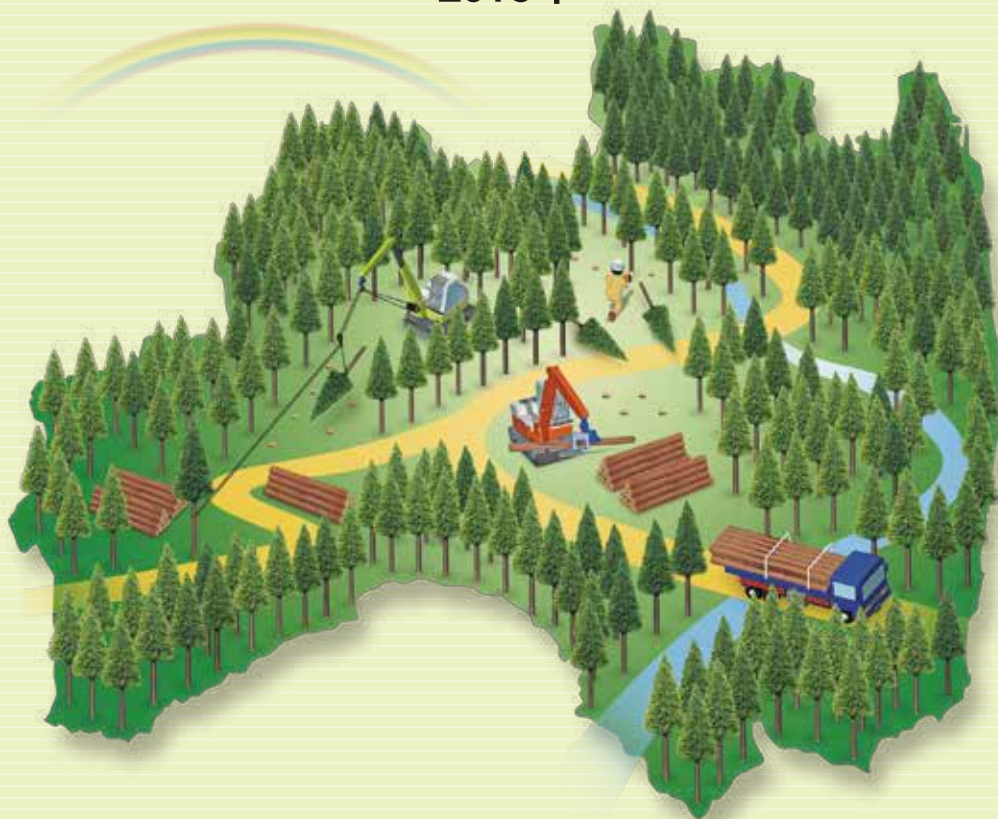
林野庁

テキスト版

# 放射性物質の現状と 森林・林業の再生

復興・再生を目指して——

2015年



林野庁

## はじめに

---

東京電力福島第一原子力発電所事故発生後、放射性物質の影響を受けた森林においては、国・県をはじめ様々な研究機関等による森林の放射性物質の動態把握や除染技術の開発、林業再生に向けた取り組みが進められています。これらの取り組みを進める中で、森林に拡散した放射性セシウムは、時間の経過とともに、物理学的減衰に加え、樹木の枝葉や幹などの地上部分から土壌へ移動しつつあること、樹木内部の辺材・心材については現在のところ放射性セシウムの濃度が高くなっていないことなどが明らかになっています。

引き続き、国や県、国立研究開発法人森林総合研究所などによって、森林の放射性物質の影響について様々な調査、研究が進められていますが、本書は、これまでに得られた成果をもとに、森林や、森林からの生産物である木材、きのこなどへの放射性物質の影響や福島県の森林・林業の再生に向けた取り組みについて総合的にとりまとめたものです。

放射性物質の影響を受けた森林・林業を再生していくためには、森林や木材などへの放射能の影響、実態等を継続的に調査・検証するとともに、得られた知見について、正確な情報を伝えることが重要であり、本書がその役割を果たし、森林・林業の再生、東日本大震災からの早期復興に寄与することを期待しております。

はじめに..... 3

## 1章 福島県の森林・林業

**森林資源の現況** ..... 14

- 福島県の森林面積 14
- 福島県の森林蓄積・成長量 15

**林業・木材産業のあらまし** ..... 16

- 林業産出額・生産林業所得 16
- 素材生産量 17
- 木材加工事業の現状 17
- きのこ類の生産実績 18

**森林所有者、林業従事者、人材育成** ..... 19

- 林家数 19
- 林業の担い手 19
- さまざまな林業研修による人材育成 20
- 林業における女性の活躍 20

## 2章 放射能の基礎知識、数値の読み方

**放射能・放射線・放射性物質** ..... 22

- 放射能、放射線、放射性物質はどう違うのでしょうか 22
- 放射線の種類と透過力 22

**放射能や放射線の単位** ..... 24

- 単位間の関係 — Bq、Gy、Sv 25
- Sv、mSv(ミリシーベルト)、 $\mu$ Sv(マイクロシーベルト) 25

<b>実効線量と空間線量率、放射線単位間の関係、単位の換算</b> …	26
吸収線量、等価線量、実行線量	26
空間線量率と預託線量	26
BqとSvの換算	27
<b>放射線計測の種類・方法</b> ……………	28
放射線量の測定	28
放射性物質濃度の測定	28
放射性物質による表面汚染の測定	29
測定機器	30
<b>放射線の人体への影響</b> ……………	31
放射線の影響と人体の修復力	31
放射線の人体への影響の分類	32
被ばく線量と健康リスクとの関係	32
<b>放射性物質の半減期</b> ……………	34
放射性物質の物理学的半減期	34
放射性物質の生物学的半減期	34
<b>外部被ばくと内部被ばく</b> ……………	36
外部被ばくと内部被ばく	36
放射線の透過力と人体の影響範囲	37
<b>外部被ばくと内部被ばくの低減のための防護方法</b> …	38
外部被ばくの低減3原則	38
内部被ばくの低減	38
<b>低線量被ばくによる健康への影響</b> ……………	39
被ばく線量と発がんリスク	39
<b>天然の放射性物質による被ばく</b> ……………	40
天然の放射性物質による内部被ばく、外部被ばく	40
体内にも存在する天然の放射性物質	40

## 3章 森林の放射性物質

### 福島県の広域森林調査①

#### 空間線量率の分布—2014年度の調査結果 …………… 42

空間線量率の分布の推移 42

避難指示解除準備区域内及び周辺森林の空間線量率 43

### 福島県の広域森林調査②

#### 空間線量率の減衰—2014年度の調査結果 …………… 44

放射性セシウムと空間線量率の減衰の予測 44

空間線量率の物理的減衰曲線と森林モニタリング実測値との関係 44

### 福島県の広域森林調査③

#### 空間線量率の分布予測—2014年度の調査結果 …………… 46

空間線量率の分布の予測 46

### 森林内の放射性物質①

#### スギ林内における部位別の放射性物質濃度 …………… 48

スギの葉・枝・樹皮の放射性セシウム濃度 48

辺材・心材の放射性セシウム濃度 48

落葉層・土壌の放射性セシウム濃度 49

### 森林内の放射性物質②

#### 樹種別の放射性物質濃度 …………… 50

葉・枝・樹皮の放射性セシウム濃度の比較 50

辺材・心材の放射性セシウム濃度の比較 50

落葉層・土壌の放射性セシウム濃度の比較 51

### 森林内の放射性物質③

#### 樹木・土壌の放射性物質蓄積量の分布割合 …………… 52

樹木の各部位別の放射性物質蓄積量の分布変化 52

落葉層・土壌の放射性物質蓄積量の分布変化 52

### 森林内の放射性物質(まとめ)

#### 森林の放射性物質の動態変化—2011～2014年 …………… 54

森林内の放射性セシウムの8割は土壌の表層に分布 54

チェルノブイリデータが示す土壤中の放射性セシウム分布の長期的変化	54
<b>木材中の放射性物質</b> .....	<b>56</b>
木材(辺材、心材)中の放射性セシウム濃度の変化	56
空間線量率と木材(辺材、心材)中の放射性セシウム濃度との関係	57
住宅に使用した木材の年間被ばく量	59
<b>葉の放射性物質</b> .....	<b>60</b>
スギ、ヒノキの葉の放射性物質	60
低木類の葉の放射性物質	61
<b>樹皮の放射性物質</b> .....	<b>62</b>
外樹皮の放射性セシウム濃度は減少	62
内樹皮の放射性セシウム濃度は一定せず	62
<b>渓流水・飲用沢水・河川の放射性物質</b> .....	<b>64</b>
渓流水の放射性物質	64
引用沢水の放射性物質	64
河川の放射性物質	65
<b>風による放射性物質の拡散</b> .....	<b>66</b>
風向・風速と空間線量率	66
大気浮遊じん中の放射性セシウム濃度	67
<b>野生きのこの放射性物質濃度</b> .....	<b>68</b>
生活タイプと属ごとの比較と年変化	68
局所的な汚染の差異が測定値に影響	68
<b>モウソウチクの放射性物質濃度</b> .....	<b>70</b>
<sup>かん</sup> 樺は上・中・下3等分、地下部は地下茎と根に分けて測定	70
竹林除染の効果	71
<b>山菜の放射性物質濃度</b> .....	<b>72</b>
コシアブラの放射性セシウム濃度の変化と空間線量率	72



## 4章 空間線量低減の取り組み

### 森林の放射性物質対策①

#### 森林施業による空間線量率低減効果 ..... 74

- 落葉等除去、皆伐、間伐の作業地ごとに空間線量率を測定 74
- 作業による空間線量率の変化 74

### 森林の放射性物質対策②

#### 森林施業による放射性物質等の移動 ..... 76

- 間伐、皆伐による放射性セシウム等の移動量を測定 76
- 間伐区における放射性セシウムの移動 76
- 皆伐区における放射性セシウムの移動 77

#### 間伐による空間線量率低減効果 ..... 78

- 線量低減効果は30か月後も維持 78

#### 大規模な森林施業による空間線量率低減効果 ..... 80

- 針葉樹・広葉樹ともに施業によって線量が低減 80
- 施業18か月後も空間線量率低減効果を維持 80

### きこの原木に含まれる放射性物質の把握と

#### 吸収抑制対策 ..... 82

- 原木に含まれる放射性物質の把握 82
- カリウム施肥で放射性セシウム吸収を抑える 83

### 森林内作業者の外部被ばく線量と

#### 防護衣等による被ばく低減効果 ..... 84

- 外部被ばく線量は作業時間に比例して増加 84
- 防護衣と特殊シートによる被ばく低減効果 85

#### 森林内作業者の内部被ばく線量と被ばく低減方法 ..... 86

- 内部被ばく線量は非常に小さい値 86
- 効果的な被ばく低減方法 86



**山菜(ワラビ)の放射性物質濃度の低減**…………… 88

あく抜きで一般食品の基準値を下回る 88

穂先の除去が安全性を高める 89

**竹林施業によるタケノコの放射性物質濃度の低減効果** …… 90

3つの試験区で竹林施業を実施 90

竹林施業により放射性セシウム濃度が低下 90

**栽培きのこの放射性物質濃度低減** …………… 92

シイタケほだ木への放射性セシウムの移行低減調査 92

ほだ木の被覆材・敷き材でシイタケの放射性セシウム濃度を低減 92

ナメコ培地へのゼオライト添加で放射性セシウム濃度が低減 93

**5章 森林・林業・木材産業の再生、復興への道すじ****林業活動の再開に向けて①****森林整備、素材生産業**…………… 96

森林整備・素材生産 96

〈事例コラム〉 間伐材を海岸防災林施工材料に活用 96

〈事例コラム〉 若手労働力の育成・確保 97

〈事例コラム〉 マルチスキッドによるグラウンド式無人架線集材 98

〈事例コラム〉 良質材展示会 99

**林業活動の再開に向けて②****製材加工業**……………100

素材の市場入出荷量と見通し 100

住宅着工の現状と見通し 101

〈事例コラム〉 ブランド材「とってお木」をアピール 102

〈事例コラム〉 4段階で製品を検査して出荷 102

〈事例コラム〉 チップ新工場が稼働 103

**福島県産材製材品の表面線量の調査結果**……………104

142か所の工場で979検体を調査 104

## 公共建築に使われる県産材 .....106

- 木造化で地域に利益還元 106
- コストコントロールの手引きを作成 107
- 木造事例が多い福島県 107

## 県産材製品を公共空間で利用・展示 — 需要拡大に向けて .....110

- 幅広いアイデアで県産材をアピール 110

## 技術開発・普及が進む県産木材製品いろいろ .....114

- 県産材の需要拡大に向けた開発事例 114
- CLTの技術導入に向けた支援 116

## 間伐材製の太陽光発電架台 .....117

- 地域材の活用と地場産業の活性化につながる 117

## 木質バイオマス利用に向けて .....118

- 福島県の強み—実績と木質バイオマス燃料利用可能量 118
- 放射性物質への対応 118
- 事例に見るバイオマス発電の現状 119
- 木質バイオマスの熟利用 120
- 〈コラム〉注目される木質バイオマス利用の新技術—直接メタン醗酵 120

## 林産物の基準値一覧・出荷制限と解除 —きのこ・山菜・薪・木炭・木質ペレット .....122

- 基準値を上回るきのこ・特用林産物は出荷を制限 122
- きのこ・山菜の基準値と出荷制限 123
- 原木シイタケの出荷制限解除 124
- 薪・木炭・木質ペレットの指標値と出荷制限 124

## きのこ生産に向けて —生産者の活動と支援 .....126

- 原木マイタケ出荷を目指して—原木舞茸研究所 126
- 徹底した管理で全国にナメコを出荷—有限会社鈴木農園 127
- ホンシメジを町の特産品に  
—はなわふるさと物産農産物直売センターきのこ部 127

- 新工場建設で地域の活性化に期待
  - 農事組合法人いわき菌床椎茸組合 128
- モデル栽培やセミナー開催で生産者支援
  - 公益社団法人福島県森林・林業・緑化協会 128

## 風評対策と支援

- **福島からの情報発信** .....129
  - 風評・風化対策 129
  - 風評払拭に向けた活動 130
  - 「共感と応援の和」を拡大する活動 131

## 森林での作業と放射線量の基準

- **放射線障害防止対策のガイドライン** .....132
  - ガイドラインの対象となる地域 132
  - 森林での作業と放射線量 133
  - 「除染等業務ガイドライン」 135
  - 「特定線量下業務ガイドライン」 135

## 森林・林業の再生に向けて

- **ふくしま森林再生事業** .....136
  - ふくしま森林再生事業の概要 136
  - 林業再生対策の進捗状況 137

## 森林・林業再生への取り組みの現状

- **避難指示解除準備区域等における実証事業** .....138
  - 避難指示解除準備区域等における実証事業 138
  - 森林整備の再開に向けた実証 139

- 索引| ..... 142
- さまざまな情報源 ..... 146
- 福島県内 除染特別地域等 ..... 147



# 1章

## 福島県の森林・林業



# 森林資源の現況

## 福島県の森林面積

福島県の森林面積は、県土の約7割に当たる97万5,000haで、全国第4位の広さです。そのうち、人工林は33万9,000ha、天然林が58万haで、天然林率は59.5%と、全国平均53.5%よりも天然林の割合が高くなっています(図1-1)。

所有形態別でみると、国有林が41.9%(40万9,000ha)、民有林が58.1%(56万7,000ha)で、国有林の割合が全国平均30.6%よりも高くなっています(図1-2)。

民有林の樹種別面積は、クヌギやナラなどの広葉樹の占める割合が56.3%(31万9,000ha)と高く、スギやヒノキなどの針葉樹は41%(23万3,000ha)となっています(図1-3)。針葉樹の内訳をみると、スギの割合が高く、次いでクロマツやアカマツとなっていて、ヒノキの割合があまり高くないのが特徴です。

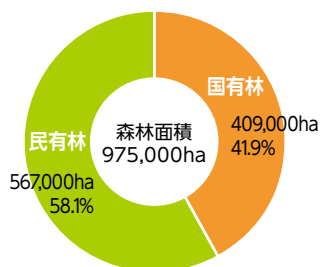
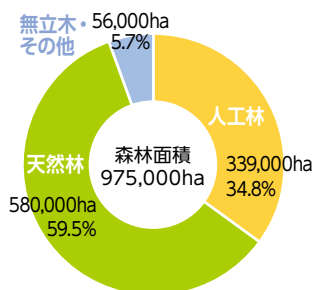


図1-1 福島県の森林面積(2014年度)

図1-2 保有形態別の森林面積(2014年度)

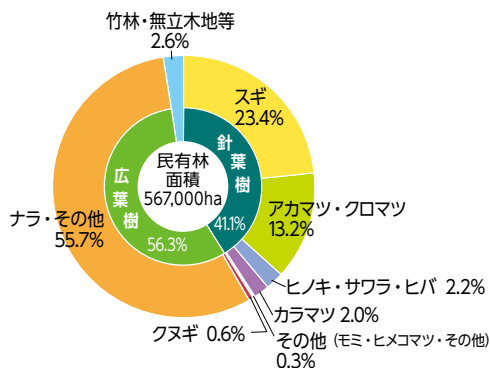


図 1-3 私有林の樹種別面積の割合 (2014年度)

資料：福島県農林水産部「平成26年福島県森林・林業統計書」

## 福島県の森林蓄積・成長量

福島県の私有林における人工林面積は20万6,701haで、そのうち99%が針葉樹です。蓄積量(材積、材の体積)は、針葉樹が9,955万 $m^3$ 、広葉樹は20万 $m^3$ です。また、1年間で143万 $m^3$ の成長量が見込まれています。

一方、天然林の面積は34万5,037haで、蓄積量は4,389万 $m^3$ 、成長量は43万 $m^3$ です。この人工林と天然林のha当たりの蓄積量を比較すると、人工林は483 $m^3/ha$ 、天然林は127 $m^3/ha$ で、天然林に対して人工林は3.8倍の蓄積量です(表1-1)。

表 1-1 私有林の人工林・天然林別 面積・材積・成長量

			面積	蓄積(材積)	成長量
人工林	上記内訳	針葉樹	20万3,827ha	9,954万7,434 $m^3$	141万9,034 $m^3$
		広葉樹	2,874ha	20万2,938 $m^3$	6,238 $m^3$
		合計	20万6,701ha	9,975万372 $m^3$	142万5,272 $m^3$
天然林	上記内訳	針葉樹	2万8,827ha	818万1,946 $m^3$	6万5,809 $m^3$
		広葉樹	31万6,210ha	3,570万6,485 $m^3$	36万806 $m^3$
		合計	34万5,037ha	4,388万8,431 $m^3$	42万6,615 $m^3$
特用樹林			443ha	10万6,019 $m^3$	542 $m^3$
合計			55万2,181ha	1億4,374万4,822 $m^3$	185万2,429 $m^3$

※各項目の数値は四捨五入しているため、総数と必ずしも一致しない  
 ※私有林総面積から竹林や無立木地等を除く

資料：福島県農林水産部「平成26年福島県森林・林業統計書」



# 林業・木材産業のあらまし

2011年3月11日に発生した東日本大震災と東京電力福島第一原子力発電所(福島第一原発)の事故によって福島県の森林・林業は大きな影響を受けましたが、徐々に回復しています。

## 林業産出額・生産林業所得

2005～2010年の県内林業産出額の平均額は132億5,000万円でした。2010年は124億8,000万円与国内有数の産出額でしたが、2012年にはその6割(73億9,000万円)に減少しています。特に栽培きのご類は3割までに落ち込み、大きな打撃を受けています。

しかし、2013年の林業産出額は前年比16%増の85億5,000万円、栽培きのご類は前年比39%増となりました。同様に生産林業所得も前年比14%増の49億4,000万円となっています(表1-2)。

表1-2 林業産出額・生産林業所得推移(単位:千万円)

		林業産出額					生産林業所得
		計	木材生産	薪炭生産	栽培きのご類生産	林野副産物採取	
福島県	1990年	4,065	3,401	20	628	16	3,020
	1995年	2,336	1,685	33	607	10	1,758
	2000年	1,802	1,257	24	509	13	1,357
	2005年	1,286	815	33	433	6	870
	2010年	1,248	733	20	493	3	755
	2011年	872	617	11	243	1	507
	2012年	739	562	10	166	1	432
	2013年	855	617	7	231	0	494
全国	2013年	42,085	21,297	339	20,350	99	22,510

※四捨五入のため、合算値があわないことがある

※生産林業所得とは、生産量から推計した産出額に所得率を乗じたもの

資料：農林水産省「生産林業所得統計報告書」

## 素材生産量

2007～2014年の県内の素材生産量（伐り出された丸太の量）の平均は、68万6,000㎥で、震災後にやや減少しましたが、ほぼ横ばいの傾向にあります（図1-4）。

2014年の県内の素材生産量は65万5,000㎥で、全国第9位です。素材の用途別内訳は、製材用が40万5,000㎥、合板用が2万8,000㎥、木材チップ用は全国5位の生産量で22万2,000㎥となっています。

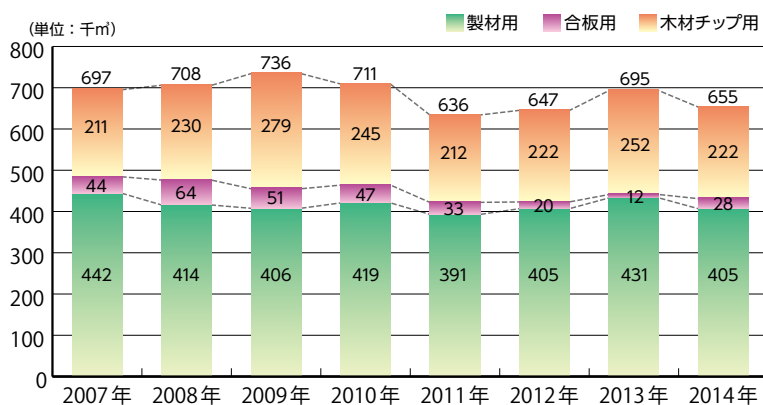


図1-4 素材生産量の推移

資料：農林水産省「木材統計」

## 木材加工事業の現状

福島県内の2013年の木材関連工場の総数は235工場です（表1-3）。そのうち、製材工場数は205工場で総出力は2万2,020kWでした。

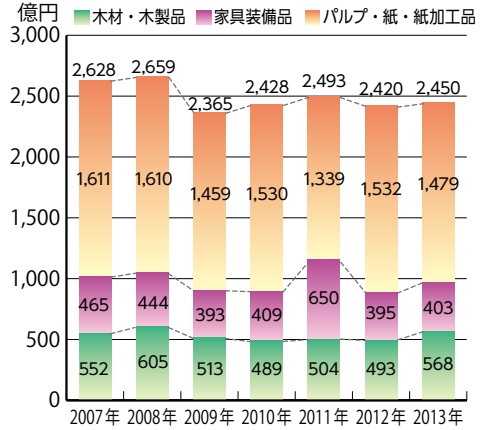
木材関連工業の2008～2013年の出荷額は、2,450億円前後で推移しています（図1-5）。各年とも、全出荷額の約6割をパルプ・紙・紙加工品工場が占めています。

**表1-3 木材関連工場の数**

木材関連工場	工場数
製材工場	205
チップ工場	44
プレカット工場	16
支柱・坑木等生産工場	10
丸棒加工工場	6
防腐防虫工場	5
集成材工場	4
削片板工場	1
繊維板工場	1
木毛工場	1
紙・板紙工場	1

※工場の総数は235 ※2013年12月現在

資料：福島県「平成25年木材需給と木材工業の現状」



注) 従業員数4名以上の事務所についての額である  
 注) 2008年調査において、日本産業標準分類の改訂が行われたため、製造品出荷額は前年までの数値とは必ずしも接続しない

**図1-5 福島県の木材関連工業出荷額の推移**

## きのご類の生産実績

きのご類の生産量の推移をみると、放射性物質の影響により各種きのご類において生産量の大きな低下がみられます(表1-4)。特に乾シイタケの低下が大きく2010年の36.8tから2013年は2.0tと95%減、原木栽培の生シイタケは2010年775.1tから2013年は77.6tと90%減となっているなど、福島第一原発の事故の影響を大きく受けていることがうかがえます。一方で、菌床栽培の生シイタケや容器栽培のナメコなどについては生産量が回復しつつあります。

**表1-4 きのご類の生産実績 (単位：t)**

	乾シイタケ	生シイタケ		ナメコ		ヒラタケ	マイタケ
		原木栽培	菌床栽培	原木栽培	容器栽培		
2009年	39.6	691.3	2,428.0	34.9	2,101.4	23.6	151.8
2010年	36.8	775.1	2,889.7	41.0	2,154.4	48.1	166.5
2011年	11.6	361.0	1,533.4	14.9	1,327.8	25.7	103.6
2012年	2.9	128.3	1,157.0	10.5	1,674.9	27.2	108.3
2013年	2.0	77.6	1,590.2	10.0	1,745.0	39.1	92.9

※暦年(1～12月) データ

# 森林所有者、林業従事者、人材育成

## 林家数

福島県の林家戸数（保有山林が1ha以上の世帯）は、4万2,415戸で全国3位の林家戸数です（図1-6）。このうち、保有する山林面積が1～3ha未満の林家が全体の約60%（2万5,282世帯）を占め、20ha未満までを含めると約97%（4万1,277世帯）となります。

また、林家の77%（3万2,606戸）が農家林家（林家のうち農家でもあるもの）です。

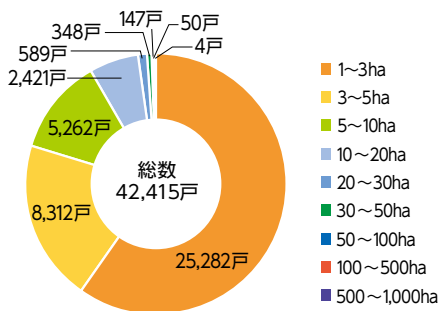
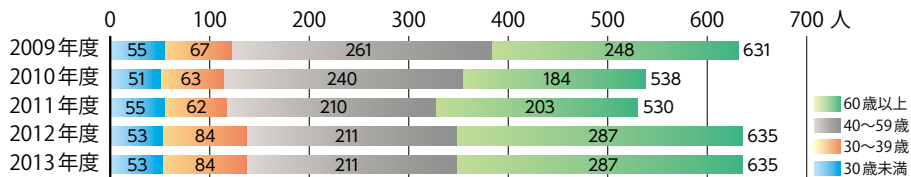


図1-6 所有面積別林家数 (単位: 戸)

資料: 農林水産省「2010年世界農林業センサス」

## 林業の担い手

森林組合の作業班で森林作業に従事する者の数は、60歳以上が全体の4割前後を占め、高齢化の傾向が続いています（図1-7）。一方、2011年度と2013年度の全体者数を比較すると、530人から635人へと約20%の人員増となっており、今後も林業就業者の増加が期待されます。



※2010年度は、飯館村森林組合及び双葉森林組合を含まない

図1-7 森林組合作業班員の推移 (年齢階層別)

資料: 福島県農林水産部「平成26年福島県森林・林業統計書」

## さまざまな林業研修による人材育成

経済をはじめとする地域の復興のためにも、森林再生に向けた適切な森林整備の知識や技術を持った人材の育成が重要になっています。特に、20年後、30年後に向けて長期的に取り組める若い林業者の力が不可欠です。

そこで、林業への就業を志す若者を対象に、「緑の雇用」事業が実施されています。これは、林業の現場を理解するためのトライアル雇用に加え、森林組合などの林業事業体に新規採用された者を対象とした3年間の実地研修(OJT)や集合研修などを行うものです。2014年度には、この集合研修に、福島県内の1年目から3年目の林業研修生81名が参加しています。また、県の事業として「林業新規就業支援研修」なども実施されています。

スキルアップのための研修としては、「高性能林業機械実践研修(高性能林業機械による効率的な素材生産システムの習得)」や「森林作業道作設研修会(丈夫で簡易な森林作業道の作設技術研修)」「林業就業者キャリア形成研修」が実施されるなど、人材の育成にも努めています。

資料：公益社団法人 福島県森林・林業・緑化協会HP

## 林業における女性の活躍

近年は、林業における女性の活躍も注目されています。積極的に高性能林業機械を導入して低コスト化に取り組んでいる森林組合や素材生産会社では、女性が現場の最前線で機械のオペレーターとして木材搬出に携わり、活躍している事例もあります。

また学生や林業関係者、建築家などさまざまなフィールドで林業に携わっている人で構成される「林業女子会」が立ち上げられ、林業に関する情報を発信する取り組みが全国的に広がっています。福島県内でも、森林組合の女性職員が2015年に研修会を行うなど、情報交換や研修で資質向上を図りながら、林業振興の役割を担っています。

# 2章

## 放射能の基礎知識、 数値の読み方



# 放射能・放射線・放射性物質

放射性物質とは放射線を出す物質をいい、放射能とは放射線を出す能力のことをいいます。

## 放射能、放射線、放射性物質はどう違うのでしょうか

「放射線」は、物質を透過する力を持った光線に似たものです。放射線を出す能力を「放射能」といい、この能力を持った物質を「放射性物質」といいます。密閉された容器に放射性物質が入っている場合、容器から放射線は出ますが、放射性物質は出てきません(図2-1)。

これらを懐中電灯に例えると、光が放射線、懐中電灯が放射性物質、光を出す能力が放射能にあたります。放射能が大きいほど、放射性物質からたくさんの放射線が出ていることを意味しますが、被ばく量は放射性物質と被ばくする人の位置関係によって変わります。明るい懐中電灯であっても離れた場所では暗く見えるのと同じです。



図2-1 放射能、放射性物質、放射線とは

資料：環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 平成25年度版 ver.2013001.」

## 放射線の種類と透過力

放射線には、アルファ( $\alpha$ )線、ベータ( $\beta$ )線、ガンマ( $\gamma$ )線、エックス(X)線、中性子線などがあります(図2-2)。

これらは種類によって物を通り抜ける力が違うため、それぞれ異なる物



質を用いることで、放射線を遮ることができます。

アルファ線は空気中を数cmしか飛ばず、紙1枚で止めることができます。ベータ線はエネルギーにもよりますが、空気中で数m飛び、プラスチック1cm、アルミ板2～3mm程度で止まります。ガンマ線やエックス線もエネルギーによりますが、空気中を数十～数百mまで飛ぶことがあります。また、中性子線は水やコンクリートなどの水素を含む物質によって遮へいできます(図2-3)。

福島第一原発の事故の後、長期的な問題となっている放射性セシウム137は、図2-2のように反応(崩壊)し、ベータ線とガンマ線を放出しています。

放射性物質の種類	放射線
ヨウ素131 セシウム134 セシウム137	ベータ線とガンマ線
ストロンチウム90	ベータ線
プルトニウム239	アルファ線

(例) セシウム137

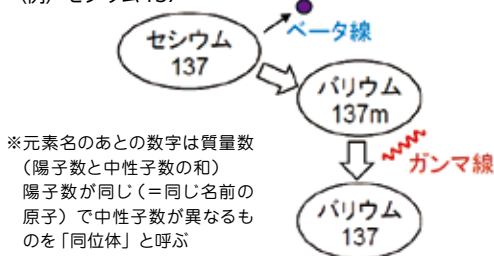


図2-2 放射性物質の種類と放出する放射線

資料：農林水産省「放射性物質の基礎知識」2012年2月

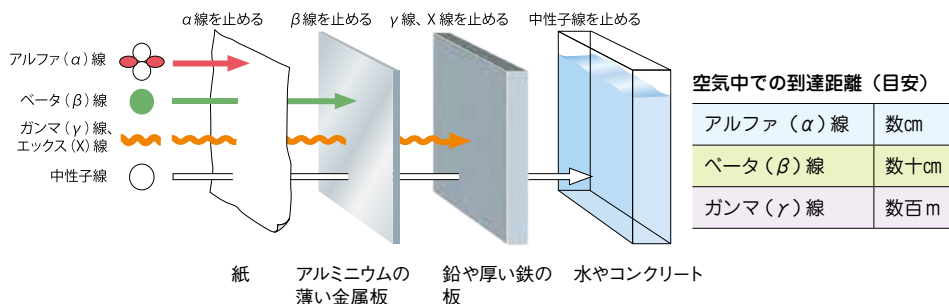


図2-3 放射線の種類と透過力

資料：資源エネルギー庁「原子力2010」

本文の資料：環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 平成25年度版 ver.2013001.」、農林水産省「放射性物質の基礎知識」2012年2月

# 放射能や放射線の単位

放射性物質の影響を考えるには、放射能や放射線を表す単位の意味を知っておくことが大切です。

放射能や放射線に関する単位としてよく耳にするものに、Bq (ベクレル)、Sv (シーベルト)、Gy (グレイ)がありますが、これらは放射線を出す側と放射線を受ける側に大別することができます。

Bqは放射能の単位で、放射線を出す側に着目したものです。土や食品などに含まれる放射性物質の量を表すときに用いられます。

一方、SvやGyは、放射線を受ける側である人体に対して用いられる単位です。放射線が透過した生体の部位では、放射線のエネルギーが吸収されます。この吸収線量の単位がGyです。放射線の種類や人体組織ごとに受ける放射線の影響に違いが生じることから、この違いを考慮して、人体に与える影響の度合いを示したものがSvです。

放射能や放射線を表すBq、Gy、Svの意味を表にまとめました(表2-1)。

**表2-1 放射能や放射線を表す単位**

### 放射能の単位

Bq (ベクレル)	放射線を出す能力を表す単位 (1 Bqは1秒間に1回原子核が壊変し、放射線を放出すること)
--------------	--

### 放射線の量の単位 (吸収線量)

Gy (グレイ)	放射線のエネルギーが物質にどれだけ吸収されたかを表す単位 (1 Gyは物体1kg当たり1 J (ジュール:エネルギー量を示す単位)のエネルギーが吸収されたことを意味する)
-------------	--

### 放射線の影響の程度の単位 (実効線量、等価線量)

Sv (シーベルト)	人が放射線を受けたときの影響の程度を表す単位 (SvはGyに放射線の種類や人体の性質による係数をかけたもの) 1時間当たりなのか (Sv/h)、1年当たりか (Sv/y) などに注意する必要がある
---------------	--

資料：日本原子力学会「放射線モニタリングと健康影響」2012年5月13日

## 単位間の関係—Bq、Gy、Sv

BqとGyは物理的な量で、測定することができる単位ですが、Svは、放射線による人体への影響の大きさを表すための単位で、本来直接測定することができません。また、人の放射線防護の目的で導き出された特殊な単位であるため、放射線を受けた対象が人である場合にしか使いません。

## Sv、mSv (ミリシーベルト)、 $\mu$ Sv (マイクロシーベルト)

日常生活で受ける放射線の量を表すときは、mSvや $\mu$ Svの単位を用いることが多くなります。1 Svの1,000分の1が1 mSv。1 Svの1,000,000分の1が $\mu$ Svです。

$$1 \text{ Sv} = 1,000 \text{ mSv} = 1,000,000 \mu \text{ Sv}$$

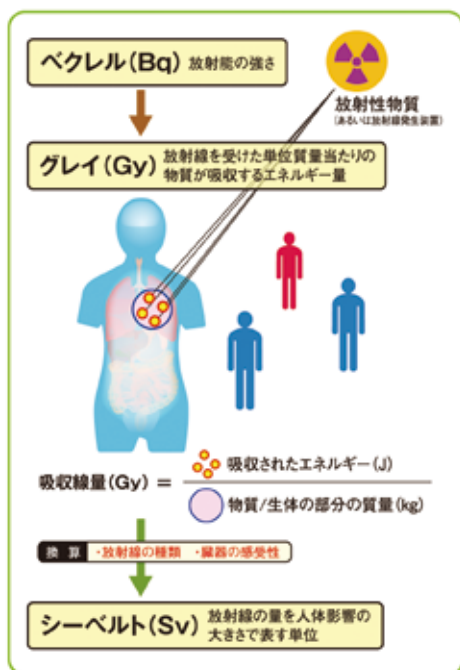


図2-4 Bq、Gy、Svの単位間の関係

資料：環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 平成25年度版 ver.2013001.」

本文の資料：環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 平成25年度版 ver.2013001.」、消費者庁「食品と放射能Q & A」2014年11月13日（第9版）

# 実効線量と空間線量率、 放射線単位間の関係、単位の換算

生体影響の単位であるSvは、物理的に測定できるBqとGyに係数を掛けて計算します。

## 吸収線量、等価線量、実効線量

放射線が人体を通ったときに吸収する重量当たりのエネルギーを「吸収線量(単位：Gy)」といいます。

しかし、放射線といっても、その種類やエネルギーの強さにはさまざまなものがあるため、同じ吸収線量でも人体に与える影響は異なります。そこで放射線の種類ごとに設定されている係数(放射線加重係数)を吸収線量に掛けて、各臓器が受ける量「等価線量(単位：Sv)」を算出します。

さらに、人間の臓器や組織は放射線の感受性がそれぞれ異なることから、それぞれの感受性の差を係数(組織加重係数)として設定し、人体の各組織が受けた影響を合計して全身分として換算します。この総数を「実効線量(単位：Sv)」といいます。

## 空間線量率と預託線量

実効線量は測定できないため、被ばく管理のためには、実際に測定できる量(実用量)として、周辺線量当量(空間線量)が用いられます。空間線量は、人の代わりとなる直径30cmの球体の表面から1cmの深さの位置における線量で表します。単位時間当たりの放射線量は、空間線量率といい、

$\mu\text{Sv/h}$ (マイクロシーベルト/時)を用います。

また、体内に摂取された1回の放射性物質によって、将来にわたりどのくらい被ばくを受けるのかを推定する「預託線量(単位:Sv)」があります。

## BqとSvの換算

放射能の単位であるBqから、生体影響の単位であるSvへは、係数(実効線量係数<sup>※</sup>)を用いて計算します。

例えば、放射性セシウム137が、100Bq/kg検出された飲食物を成人が1kg食べた場合の人体への影響の大きさは次のように換算します。

$$100(\text{Bq/kg}) \times 1(\text{kg}) \times 1.3 \times 10^{-5} \text{※} = 0.0013\text{mSv}$$

※実効線量係数(mSv/Bq)：放射性物質の種類(核種)や摂取経路、年齢区分(成人・幼児・乳児)ごとに、放射性物質の半減期や体内での動き、放出する放射線の種類とエネルギーなどから決められています。上の例では、原子力安全委員会の指針で示された数値(経口摂取、成人)を用いています。この場合、放射性セシウム137の係数は $1.3 \times 10^{-5}$ 、放射性セシウム134は $1.9 \times 10^{-5}$ です。

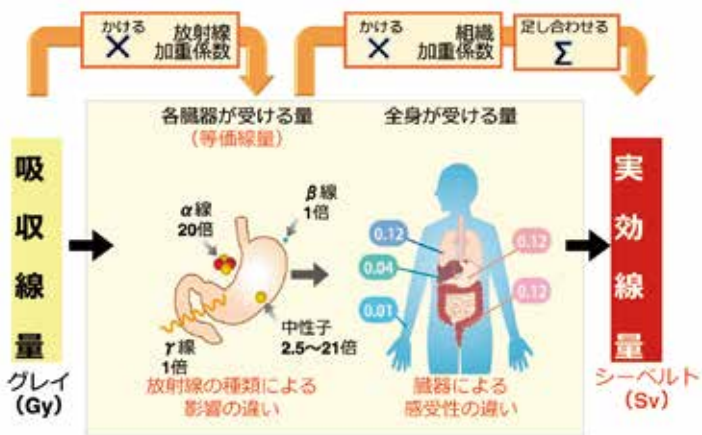


図2-5 GyからSvへの換算

資料：環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 平成25年度版 ver.2013001.」

# 放射線計測の種類・方法

放射線計測は何を計測するかでその方法が異なります。ここでは「放射線量」「放射性物質濃度」「放射性物質による表面汚染」の計測について解説します。

## 放射線量の測定

日常の生活空間で放射線量を測定したい場合には、 $\mu\text{Sv/h}$ の表示がある放射線測定器(線量率計)を使用します。

一般的に入手可能な簡易型のガンマ線線量率計としては、ガイガーカウンタ(GM計数管)、ヨウ素化セシウム(CsI)シンチレーション検出器などがあります。

また、放射線を取り扱う施設では、エネルギー補償型<sup>\*</sup>のヨウ化ナトリウム(NaI)シンチレーション検出器や電離箱検出器も用いられています。

<sup>\*</sup>エネルギー補償型：同じ数のガンマ線が体に当たったとしても、ガンマ線のエネルギーによって人体への影響が異なるため、ガンマ線のエネルギーを考慮したシーベルト値を表示するような仕組みを電氣的、構造的に持たせてある測定器のこと。



シンチレーション検出器(電離放射線を測定する測定器)。簡易型のガンマ線線量率計としてシンチレーション検出器があります。

写真2-1 空間線量率の測定機器

写真：国立研究開発法人森林総合研究所

## 放射性物質濃度の測定

放射性の元素(核種)の多くは、それぞれ決まったエネルギー値のガンマ

線を出すので、ゲルマニウム (Ge) 半導体検出器やヨウ化ナトリウム (NaI) シンチレーション検出器を用いてガンマ線のエネルギースペクトル(エネルギー分布)を測定して、核種ごとの放射性物質濃度を測定することができます。

ただし、これらの測定器を用いて放射性物質濃度の測定評価をするためには、専門的な知識が必要です。



ゲルマニウム (Ge) 半導体検出器。ガンマ線のエネルギースペクトル(エネルギー分布)を測定して、核種ごとの放射能濃度を測定することができます。

### 写真2-2 放射性物質濃度の測定機器

写真：国立研究開発法人森林総合研究所

## 放射性物質による表面汚染の測定

私たちの体の皮膚や車のボディなどの表面に付着した放射性物質による汚染の状況を測定したい場合には、cpm<sup>※1</sup>またはcps<sup>※2</sup>といった計数率<sup>※3</sup>の表示があるGM計数管を使用します。

- ※1 cpm(シーピーエム)：count per minuteの略で、1分当たりの計数値のこと。
- ※2 cps(シーピーエス)：count per secondの略で、1秒当たりの計数値のこと。
- ※3 計数率：放射線測定器が、1分間、1秒間などの単位時間当たりに計数した数。

### 表2-2 ある条件下でのcpm(測定値)からBq/cm<sup>2</sup>、μSv/hへの換算の例

計測器の指示値(バックグラウンドを差し引いた値)(cpm)	放射能面密度(Bq/cm <sup>2</sup> )	線量当量率(μSv/h)
0	0	0
10	0.04	0.00033
100	0.4	0.0033
1000	4	0.033
10000	40	0.33
100000	400	3.3

資料：国立研究開発法人産業技術総合研究所HP

本文の資料：公益財団法人放射線計測協会HP「放射性計測Q&A」



簡易型の表面汚染検査計は、ガイガーカウンタ(GM計数管)が一般的です。

計数率(cpm)から正確な放射能(Bq)を求めるには、さまざまな条件を確定する必要があります。通常、測定結果であるcpmが測定したいものの表面からのものなのか、試料の内部からのものなのかの判断や、表面汚染の均一性など不確定な要素が多いことから、表面汚染の評価結果(例えばcpm)は、放射能レベル(Bq)を算出するためではなく、放射線管理上の表面汚染の基準を満たしているか否かの判断材料(目安的な放射能値)として用いられています。

放射能を表すBqを表示する簡易測定器もありますが、この数値自体が対象物に含まれる放射性ヨウ素や放射性セシウムなどの放射能の値を正確に示しているものではないことに注意が必要です。

## 測定機器

測定機器は、空間線量率を測定するものと、放射性物質濃度を測定するものに分かれ、さまざまな種類があります。

環境省「放射能濃度等測定方法ガイドライン」(2013年3月第2版)では、空間線量率の測定は、1年以内に校正<sup>\*</sup>されたシンチレーション式サーベイメーター等のガンマ線を測定できる空間線量計により行うこととしています(p.28、写真2-1)。放射性物質濃度の測定は、一部の場合を除き、ゲルマニウム半導体検出器により行うとしています(p.29、写真2-2)。

個人線量計としては、光刺激ルミネッセンス(OSL)線量計、ガラスバッジ、電子式線量計などいろいろなタイプがあります。男性は胸に、女性は妊娠の可能性も考慮して腹部に付けることが一般的です(写真2-3)。



写真2-3 個人線量計

資料：環境省「放射能濃度等測定方法ガイドライン」2013年3月第2版

<sup>\*</sup>校正：計測器の読み値と、測定の対象となる真の値との関係と比較する作業。測定器の値のずれを把握することで、正確な測定ができる。

# 放射線の人体への影響

## 放射線の影響と人体の修復力

自然界にはもともと放射線が存在し、私たちは日頃からある程度の放射線を受けています(日本平均で1人当たり年間2.1mSv、世界平均で1人当たり年間2.4mSv)(図2-6、p.40、図2-12)。

放射線による人体への影響は、細胞中の遺伝子の本体であるDNAの一部が損傷を受けることで起こります。しかし、生物はDNAの損傷を修復する仕組みを持っているため、ほとんどの細胞は元に戻ります。また、修

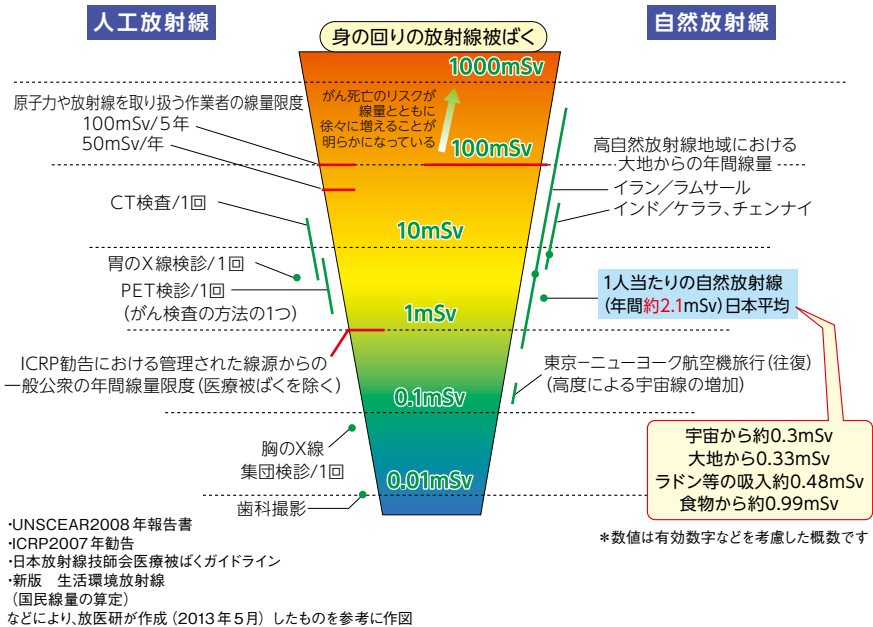


図2-6 日常生活と放射線

資料：国立研究開発法人放射線医学総合研究所HP「放射線被ばくの早見図」

復されない細胞もほとんどが細胞死して健康な細胞に入れ替わります。このため、自然界から常に放射線を受けているにも関わらず、私たちは普段の生活では放射線を意識することなく暮らすことができます。

しかし、一度に大量の放射線を受けると、細胞死が多くなり、人体組織に急性の障害が起きるなどの健康影響が出ることとなります。また、修復が不完全な細胞が生き残った場合、これが突然変異を起こして最終的にがんになる可能性があります。

## 放射線の人体への影響の分類

放射線の人体への影響は、放射線を受けた本人に影響の出る「身体的影響」と、子どもや孫に出る「遺伝性影響」があります。

また、被ばくしてから症状が出るまでの潜伏期間による分類として、比較的早く症状が出る「急性影響」（数週間以内）と、数か月以降に現れる「晩発影響」に分けることができます（表2-3）。

さらに、放射線の影響が生じるメカニズムの違いによる分類として、「確定的影響」と「確率的影響」があります（図2-7）。

「確定的影響」とは、短時間に一定量以上の放射線を受けた場合に症状が現れ、放射線量が高いほど症状が重くなるような健康影響です。被ばく後、比較的短時間で影響が現れ、脱毛、出血、男性の一過性不妊症などの症状が現れます。それぞれの健康影響（症状）が現れる最も低い放射線量を「しきい値」と呼びます。

「確率的影響」とは、比較的低い放射線量を受けても発症することがあり、放射線量が高いほど発症の確率が増えると理論上考えられている健康被害です。がんや遺伝性疾患は、細胞遺伝子の変異により発症することから、1つの細胞に変異が起こっただけでも、将来、がんや遺伝性影響が現れる確率が増加するという考えに基づいています。なお、遺伝性影響については、原爆被爆者の二世や三世の調査でも観察されていません。

## 被ばく線量と健康リスクとの関係

100mSv以上の被ばくでは、確定的影響が生じたり、がんリスクの上昇

が起こる可能性があります。そのため、緊急時においては、住民に年間100mSvを超える被ばくが起らないようにします。事故収束後は、将来的なリスクの増加をできるだけ抑えるために、年間1～20mSvを参考レベルに定めて、それ以上被ばくしないようにします。

平常時の追加被ばく量の基準値としては、年間1mSvが用いられています。そのため、年間被ばく量が1mSvを超えると危険であるとか、逆に1mSvまでは安全という考え方があるようですが、いずれも誤解です。1mSvは安全と危険の境界線ではありません。しかし、1mSvまで浴びていいわけではなく、合理的に達成可能な限り被ばくを抑えることが原則です。

表2-3 放射線の人体への影響の分類

影響の範囲	潜伏期間	例	影響の出方
身体的影響 [被ばくした本人]	急性影響 (早期影響) [数週間以内]	急性放射線症* 急性皮膚障害	確定的影響 [細胞死・細胞変性で起こる]
	晩発影響 [数カ月以降]	胎児の発生・ 発達異常(奇形)	
遺伝性影響 [子や孫]		水晶体の混濁	確率的影響 [突然変異で起こる]
	がん・白血病		
		遺伝性疾患	

\*主な症状としては、被ばく後数時間以内の嘔吐、数日から数週間にかけて生じる下痢、血液細胞数の減少、出血、脱毛、男性の一過性不妊症など

資料：環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 平成25年度版 ver.2013001.」

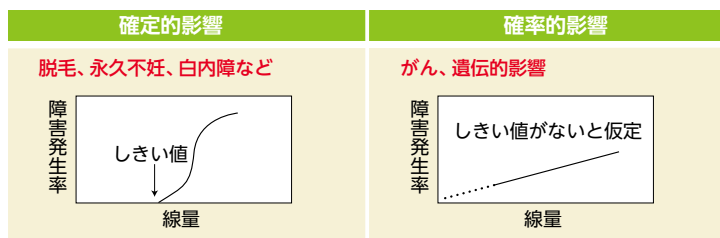


図2-7 確定的影響と確率的影響

資料：農林水産省「放射性物質の基礎知識」2012年2月

資料：消費者庁「食品と放射能Q&A」2014年11月13日(第9版)、環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 平成25年度版 ver.2013001.」

# 放射性物質の半減期

放射性物質には「物理学的半減期」と「生物学的半減期」があります。

## 放射性物質の物理学的半減期

放射性物質は放射線を放出して別の原子核に変化することで、最終的には放射線を出さない安定した物質に変わっていきます。そのため、放射能は時間が経つにつれて弱まっていくので、放射性物質は自然界に永遠に残るものではありません。

この変化の時間は、放射性物質の種類(核種)ごとに決まっています。元の放射性物質が半分に減少するまでの期間を「物理学的半減期」といいます(図2-8)。例えば、ヨウ素131の場合は約8日、セシウム137は約30年です。物理学的半減期は、調理による加熱処理などの影響を受けず、また冷凍しても変わることはありません。

## 放射性物質の生物学的半減期

食品などと一緒に体内に取り込まれた放射性物質は、一部は血中に入りますが、呼気や汗、あるいは便や尿などの排せつによって体外に出されます。こうした過程により、体内の放射性物質が半分に減少するまでの時間を「生物学的半減期」といいます。

生物学的半減期はおおよそ、ヨウ素131では乳児で11日、5歳児で23日、成人で80日です。セシウム137では、1歳児までは9日、9歳までは38日、30歳までは70日、50歳までは90日です。

物理学的半減期と生物学的半減期は並行して進みます。この両者を考慮

した正味の半減期を「実効半減期」と呼んでいます。例えば、50歳の方が物理学的半減期が約30年と長いセシウム137を体内に取り込んだとしても、約3か月でその半分は体外に排出される（生物学的半減期）ことから、実効半減期は生物学的半減期に左右されて約90日と考えられています（表2-4）。

本文の資料：消費者庁「食品と放射能Q&A」2014年11月13日（第9版）

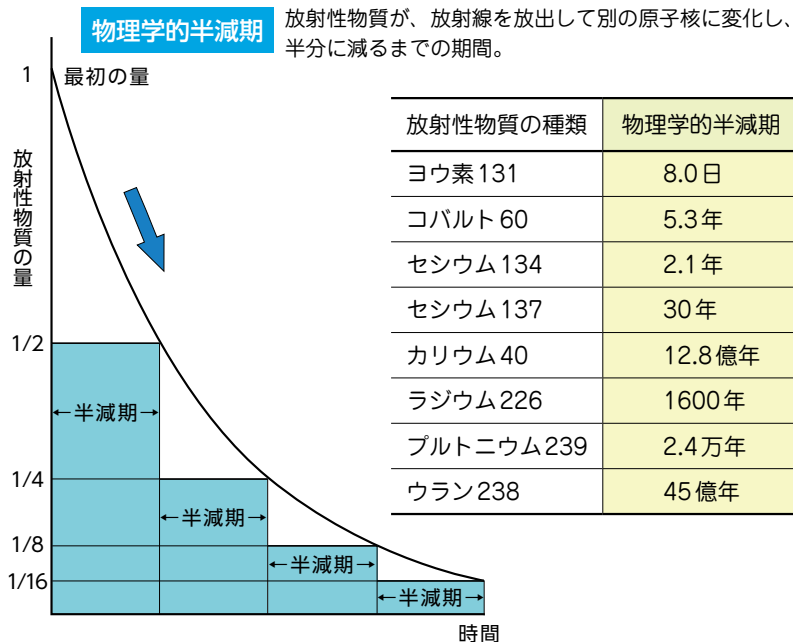


図2-8 物理学的半減期

農林水産省「放射性物質の基礎知識」2012年2月

表2-4 放射性物質の半減期

	対象	物理学的半減期	生物学的半減期	実効半減期
セシウム137	～1歳	約30年	9日	約9日
	～9歳		38日	約38日
	～30歳		70日	約70日
	～50歳		90日	約90日
ヨウ素131	乳児	約8日	11日	約5日
	5歳		23日	約6日
	成人		80日	約7日

\*実効半減期は、緊急被ばく医療テキスト（医療科学社）の値を引用した

# 外部被ばくと内部被ばく

## 外部被ばくと内部被ばく

放射線を体に受けることを被ばくといいます。放射線被ばくには「外部被ばく」と「内部被ばく」があります(図2-9)。

外部被ばくは、地表や空気中、あるいは衣服や体の表面など、体外にある放射性物質から体に放射線を受けることをいいます。

一方、内部被ばくは、放射性物質を含む空気、水、食物などを摂取し、体内にある放射線の線源によって中から被ばくすることをいいます。体内に放射性物質が取り込まれる主な経路には、①飲食により口から(経口摂取)、②呼吸などにより空気と一緒に(吸入摂取)、③皮膚から(経皮吸収)、④傷口から(創傷侵入)の4通りがあります。このようにして、いったん放射性物質が体内に入ると、排せつ物などと一緒に排出されるか、時間の経過とともに放射能が弱まるまで、人体は放射線を受けることになります。

外部被ばくと内部被ばくの違いは、放射線を発する物質が体内にあるか、体外にあるかの違いで、体が放射線を受けるという点では同じです。

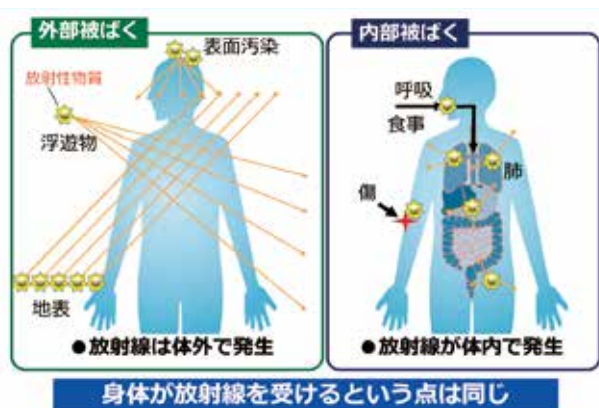


図2-9 外部被ばくと内部被ばくの被ばくの経路



## 放射線の透過力と人体の影響範囲

放射線は種類によって、人体を透過する力が異なります(図2-10)。

外部からの被ばくの場合、アルファ線は、体表の角質層で止まるので影響が現れることはありません。ベータ線は、皮膚を通過し、線量が大い場合は熱傷(やけど)のような症状を引き起こしますが、体の奥に届くことはありません。ガンマ線は、体の奥の重要な臓器まで達することから、外部被ばくで問題になるのは、ガンマ線を放出する放射性物質です。

一方、内部被ばくでは、アルファ線、ベータ線、ガンマ線のいずれも体内細胞に影響を与える可能性があります。アルファ線の影響範囲は、放射性物質が存在する組織内に限定されますが、生物への影響力が強く、内部被ばくでは特に注意が必要です。ガンマ線は、飛程距離が長いので、人体全体に影響を及ぼす可能性があります。

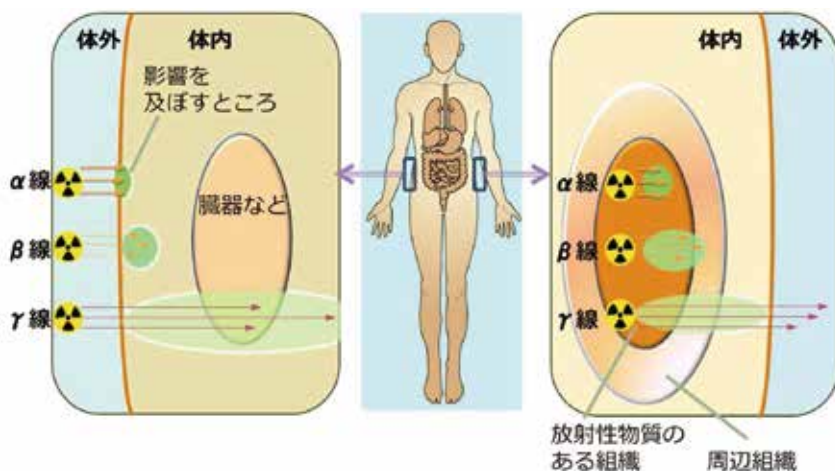


図2-10 放射線の透過力と人体への影響範囲

本文の資料：消費者庁「食品と放射能Q & A」2014年11月13日（第9版）、環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料 平成25年度版 ver.2013001.」



# 外部被ばくと内部被ばくの 低減のための防護方法

被ばく線量を低減するためには、外部被ばくと内部被ばくでは、それぞれ異なった防護方法が必要です。

## 外部被ばくの低減3原則

外部被ばくの線量を少なくするためには、次の観点からの防護方法を取ります(図2-11)。

「距離」は、離れるという方法です。放射性物質で汚染した土を取り除いて、生活の場から離すというような対策がこれに当たります。

「遮へい」は、屋内にいるというのも1つの方法です。また、放射性物質で汚染した土と、その下の汚染していない土を入れ替えて、汚染していない土を遮へい材として用いる方法もこれに当たります。

「時間」は、空間線量率が高い所にいる時間を短くするというものです。

- ① 離れる(距離)
- ② 間に重い物を置く(遮へい)
- ③ 近くにいる時間を短く(時間)

図2-11 外部被ばくの低減3原則

## 内部被ばくの低減

内部被ばくについては、呼吸を介した吸入と食品の摂取からの両方を考える必要があります。例えば子どもたちが、空間線量率が高い所で屋外活動を行った場合の内部被ばく線量は推計では全体の2～3%で、ほとんどは外部からの放射線によるものでした。そのため、空気中の放射性物質の吸入などによる内部被ばくに関しては、日常の衛生管理(入浴、手洗い、掃除、洗濯など)をしっかりと行うことで一定の効果があるとされています。

一方食べ物は、野生の食材のように、安全性が確認できないものには注意が必要です。

# 低線量被ばくによる健康への影響

100mSv以下の低線量の被ばくの場合、放射線を受けたことによる発がんリスクの増加については、明確な証明は難しいとされています。

## 被ばく線量と発がんリスク

広島・長崎の原爆被害者の疫学調査の結果から、短時間での被ばくについては、被ばく線量が100mSvを超えるあたりから、被ばくによる発がんリスクの増加が示されています。なお、長期間の継続的な低線量被ばくの場合は同じ100mSvの被ばくであっても、短時間での被ばくよりも健康影響は小さいと推定されています。

2009年のデータによれば、日本人の約30%ががんで亡くなっていますが、年間100mSvまでゆっくりと被ばくした場合、生涯のがん死亡率のリスクは約0.5%増加すると試算されています。一方、100mSv以下の被ばく線量では、他の要因による発がんの影響に隠れてしまうため、被ばくリスクについて証明することは難しいとされています。

放射線の健康へのリスクがどの程度であるかを理解するため、放射線と他の発がん要因のリスクとの比較が示されています(表2-5)。

それによると、喫煙は1,000～2,000mSv、肥満は200～500mSv、受動喫煙や野菜不足は100～200mSvのリスクと同等とされています。

表2-5 放射線と他の発がん要因との比較

喫煙	1,000～2,000mSv相当
肥満*1	200～500mSv相当
受動喫煙*2	100～200mSv相当
野菜不足*3	100～200mSv相当

\*1: BMI(身長と体重から計算される肥満指数)23.0～24.9のグループに対し、BMI≥30のグループのリスク

\*2: 夫が非喫煙者である女性のグループに対し、夫が喫煙者である女性のグループのリスク

\*3: 1日当たり420g摂取のグループに対し、1日当たり110g摂取のグループのリスク(中央値)

資料：復興庁「避難住民説明会等で行く放射線リスクに関する質問・回答集」2012年12月25日

# 天然の放射性物質による被ばく

## 天然の放射性物質による内部被ばく、外部被ばく

天然の放射性物質は、もともと食品に含まれています。もっとも多いのはカリウム40です。日本人が食品中にある天然の放射性物質を摂取することによる内部被ばく量は、平均して年間0.99mSv程度です。これに、空気中のラドンによる内部被ばくや、宇宙や大地からの外部被ばくを合わせた自然放射線からの被ばく量は、日本では年間2.1mSv程度です。

## 体内にも存在する天然の放射性物質

カリウムは全ての動植物に必要な元素で、自然界にはカリウム39、40、41の3つの同位体(原子番号が同じで質量数が異なる原子)があります。カリウム39、41は放射線を出しませんが、わずかに(0.01%程度)含まれるカリウム40は、ベータ線とガンマ線を放出します。つまり、人体には、常にカリウム40という放射性物質が存在しており、放射線が出ているのです。

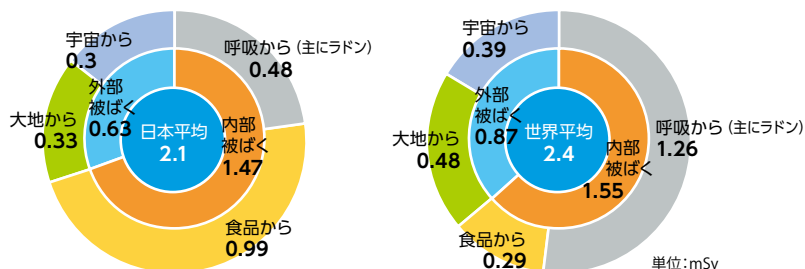


図 2-12 1年間に受ける自然放射線

資料: 2008年国連科学委員会報告、原子力安全研究協会「新版 生活環境放射線」2011年

# 3章

## 森林の放射性物質



## 福島県の広域森林調査①

# 空間線量率の分布

### —2014年度の調査結果

福島県は2011～2014年度に、延べ3,486か所の森林において、放射性物質のモニタリングを実施しています。調査項目は、樹木や土壌などの放射性セシウム濃度や調査地点の空間線量率などです。

### 空間線量率の分布の推移

2014年度に1,193か所の森林で行ったモニタリングでは、空間線量率の平均値は、 $0.56 \mu\text{Sv/h}$ でした。森林内の空間線量率は年々減少しています。

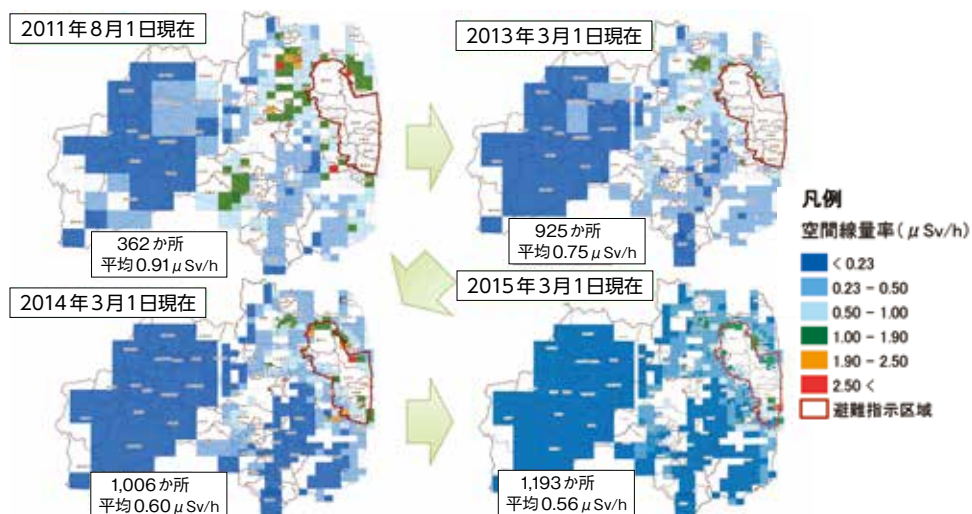


図3-1 森林における空間線量率の分布の推移

県内7地域別にみると県北地域(0.08～2.03  $\mu$  Sv/h)、相双地域(0.18～3.35  $\mu$  Sv/h)、いわき地域(0.06～1.45  $\mu$  Sv/h)、県中地域(0.07～1.33  $\mu$  Sv/h)の各地域では、空間線量率に大きなばらつきがみられました。また、会津地域及び南会津地域は全て0.23  $\mu$  Sv/h未満でした(図3-1)。

2014年度の調査では、2011年度の調査と比較して、空間線量率は約57%減少しています(p.45、表3-2)(2011年からの継続調査地362か所ベース)。また、1  $\mu$  Sv/h以上の区域は、調査箇所数比で35%(2011年度)から11%(2014年度)に減少しました。0.23  $\mu$  Sv/h未満の区域は、調査箇所数比で12%(2011年度)から17%(2014年度)に増加しています。

### 避難指示解除準備区域内及び周辺森林の空間線量率

2013年度からは、避難指示区域内(避難指示解除準備区域のみ)の調査も開始されました(2013年度:65か所、2014年度:134か所)。避難指示解除準備区域内(134か所)の空間線量率の平均値は、1.07  $\mu$  Sv/hでした。避難指示解除準備区域内と、その周辺の空間線量率も徐々に低下しています(図3-2)。

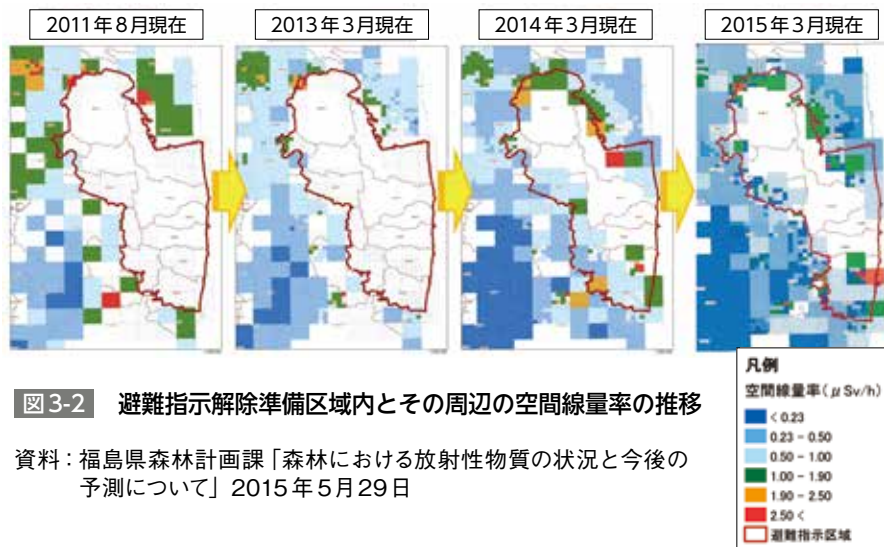


図3-2 避難指示解除準備区域内とその周辺の空間線量率の推移

資料：福島県森林計画課「森林における放射性物質の状況と今後の予測について」2015年5月29日

## 福島県の広域森林調査②

# 空間線量率の減衰

### —2014年度の調査結果

#### 放射性セシウムと空間線量率の減衰の予測

福島県は、「福島第一原発事故直後の福島県中通りにおける放射性物質の飛散状況はどのようなものだったか—事故直後に行われた高エネルギー加速器研究機構と理化学研究所の合同チームによる調査結果—」の資料を基に、2041年までの放射能(セシウム134とセシウム137の放射能の合計)と空間線量率の減衰割合を表3-1のように推計しました。

#### 空間線量率の物理的減衰曲線と森林モニタリング実測値との関係

空間線量率の物理的減衰曲線と、2011年度より実施している森林でのモニタリング実測値(362か所の平均値)をグラフに重ねてみました(図3-3)。森林内の空間線量率の実測値は、物理的減衰とほぼ同じように低下していることがわかります。この結果から、今後も物理的減衰と同じように森林の空間線量率も低下していくことが見込まれます。

なお、物理的減衰は、雨で流されたり地中に浸透したりする影響(ウェザリング効果)を考慮していません。

**表3-1 2041年までの放射能と空間線量率の減衰割合の推計(物理的減衰)**

(単位:2011年を100とした時の割合(%))

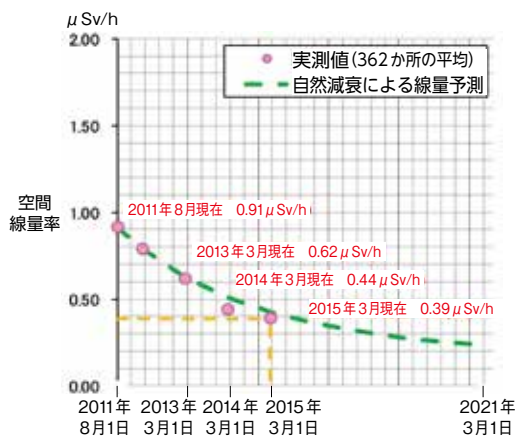
経過年数(年次)	放射能の減衰	空間線量率の減衰
0	2011	100.0
1	2012	84.2
2	2013	72.7
3	2014	64.3
4	2015	58.1
5	2016	53.4
6	2017	49.8
7	2018	47.0
8	2019	44.7
9	2020	42.8
10	2021	41.2
11	2022	39.9
12	2023	38.7
13	2024	37.6
14	2025	36.6
15	2026	35.6
16	2027	34.7
17	2028	33.9
18	2029	33.1
19	2030	32.3
20	2031	31.5
21	2032	30.8
22	2033	30.1
23	2034	29.4
24	2035	28.7
25	2036	28.1
26	2037	27.4
27	2038	26.8
28	2039	26.2
29	2040	25.6
30	2041	25.0

**表3-2 2011年度からの継続調査地の空間線量率(362か所集計)**

(単位:μSv/h)

	平均値	最大値	最小値
2011年度	0.91	4.32	0.09
2012年度	0.62	2.58	0.07
2013年度	0.44	2.18	0.05
2014年度	0.39	2.03	0.03

2011年度からの平均低減率は2012年度に約32%、2013年度に約51%低減、2014年度に約57%低減



**図3-3 2021年までの森林の空間線量率の予測**  
(放射性セシウムの物理的減衰曲線とモニタリング実測値の関係)

(2011年8月を基準として作成)



## 福島県の広域森林調査③

# 空間線量率の分布予測 —2014年度の調査結果

福島県は、2011～2014年度の森林のモニタリング結果を基に、今後の空間線量率を予測しました。

### 空間線量率の分布の予測

4年間の空間線量率は、放射性物質の物理的減衰とほぼ同じく低減したことを踏まえ、原発事故から5年後、10年後、20年後の平均値を表3-3のように予測しました。なお、2014年度に実施した空間線量率の調査地は1,193か所で、平均値は $0.56 \mu\text{Sv/h}$ でした。

空間線量率の平均値は、2016年(原発事故5年後)は $0.48 \mu\text{Sv/h}$ 、2021年(10年後)は $0.29 \mu\text{Sv/h}$ 、2031年(20年後)は $0.20 \mu\text{Sv/h}$ に減衰すると予測されました。

福島第一原発の事故から20年後の2031年には、空間線量率は避難指示区域やその周辺を除き、県下のほとんどの区域が汚染状況重点調査地域を指定する際の基準である $0.23 \mu\text{Sv/h}$ 未満になると予測されています。

今後の森林の空間線量率の分布は、図3-4のように予測されています。

表3-3 今後の空間線量率(平均値)の予測(単位： $\mu\text{Sv/h}$ )

2015年3月現在*	原発事故5年後 2016年3月	原発事故10年後 2021年3月	原発事故20年後 2031年3月
0.56	0.48	0.29	0.20

\* 2014年度に調査した1,193か所の平均値

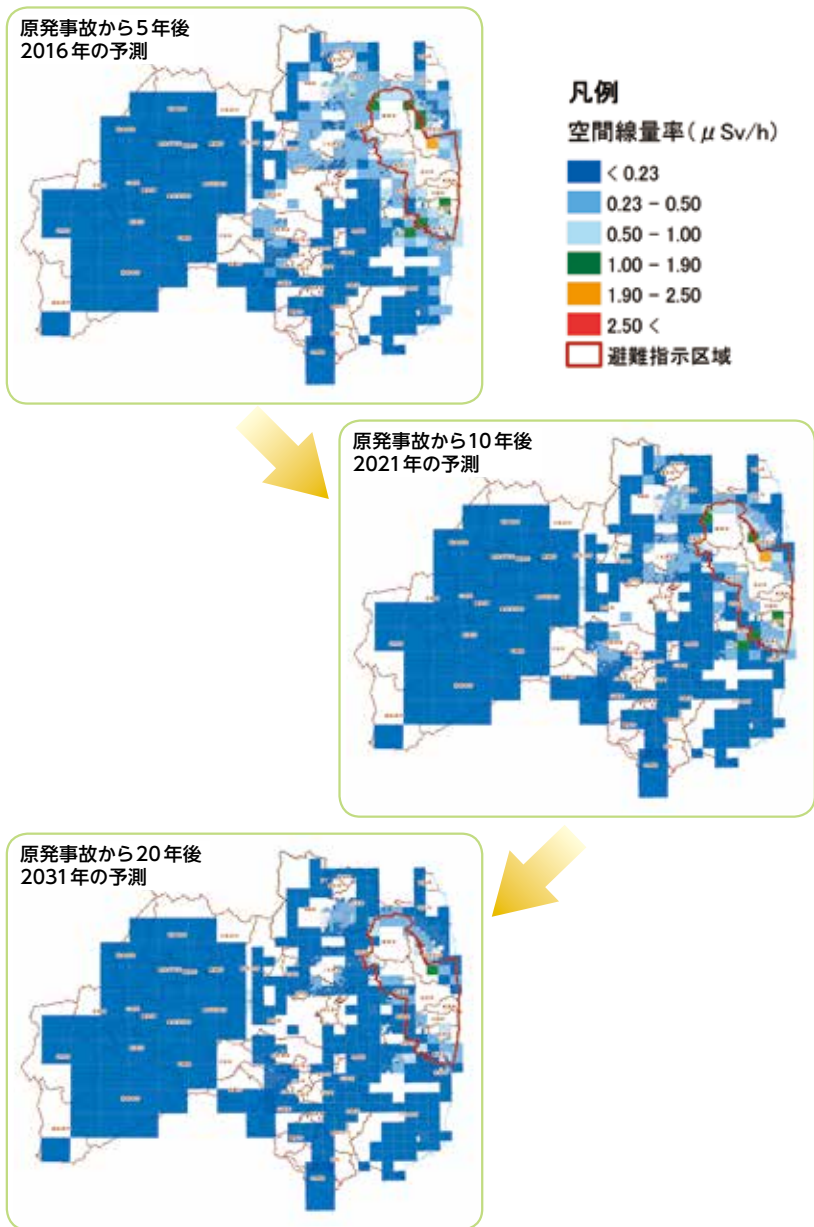


図3-4 今後の森林の空間線量率の分布予測

資料：福島県森林計画課「森林における放射性物質の状況と今後の予測について」  
2015年5月29日

### 森林内の放射性物質①

# スギ林内における部位別の放射性物質濃度

林野庁では、2011年から福島県の3町村（川内村、大玉村、只見町）\*に調査地を設け、スギ林内の樹木の葉や枝、樹皮などの部位別の放射性セシウム濃度について調査を行っています。3調査地において、部位別の放射性セシウム濃度は空間線量率とおおむね比例関係にありました。

\*福島第一原発からの距離は、川内調査地26km（川内村）、大玉調査地66km（大玉村）、只見調査地が134km（只見町）。

## スギの葉・枝・樹皮の放射性セシウム濃度

2014年の葉の放射性セシウム濃度は、川内調査地、大玉調査地、只見調査地の順に、5.0、0.55、0.12kBq/kgでした（図3-5）。年変化をみると、2011年から2012年にかけて平均7割低下、2012年から2013年にかけてさらに6割低下、そして2013年から2014年にかけてさらに7割低下しました。

2014年の枝の放射性セシウム濃度は、上記3調査地の順に7.6、0.60、0.22kBq/kgで、樹皮は10、0.34、0.47kBq/kgでした。2013年から2014年にかけて枝では平均で6割低下しました。樹皮では川内及び大玉調査地で低下していましたが、只見調査地では増加した値となっています。これは、調査した3個体のうち1個体が他の2個体より10倍以上高い濃度を示したことが影響しています。その1個体を除いた2個体の平均濃度は2013年と同水準でした。

## 辺材・心材の放射性セシウム濃度

木材の放射性セシウム濃度は、葉、枝、樹皮に比べて辺材、心材ともに

いずれの地域においても低く、他の部位に比べて大きな変化はありませんでした。

## 落葉層・土壌の放射性セシウム濃度

2014年の落葉層の放射性セシウム濃度は各調査地でそれぞれ、94.0、7.8、2.6kBq/kgでした。2011年から2014年にかけて、川内調査地と大玉調査地では7割低下、只見調査地では6割低下しました。

2014年の表層土壌（深さ0～5cm）の放射性セシウム濃度はそれぞれ50.0、5.8、1.3kBq/kgでした。2012年に前年比で2～3倍に増加し、2013年には全ての調査地において前年比で約2割低下しましたが、2014年は川内調査地と大玉調査地で3～4割、只見調査地で9割増加しました。

土壌全体でみると、2014年も2013年までと同様、表層土壌の放射性セシウム濃度が最も高く、下層にいくほど低下する傾向を示しました。

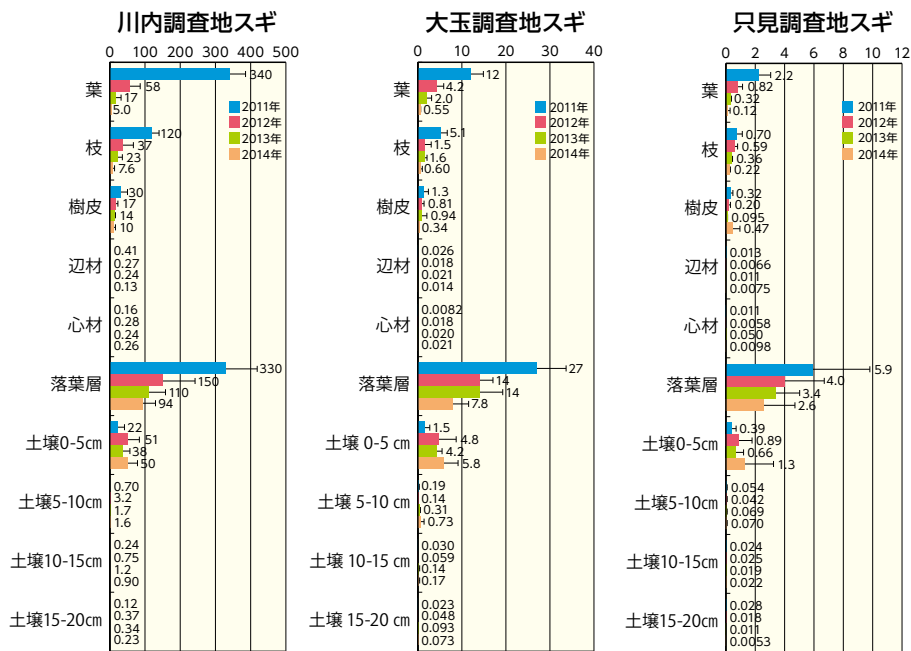


図3-5 各調査地における部位別放射性セシウム（134+137）濃度（kBq/kg、平均値）の変化（細線は標準偏差）

資料：林野庁「平成26年度森林内における放射性物質実態把握調査事業報告書」2015年3月

## 森林内の放射性物質②

# 樹種別の放射性物質濃度

林野庁が福島県内3町村(川内村、大玉村、只見町)で行っている調査から、大玉村調査地のスギ、アカマツ、コナラについて樹種別の放射性セシウム濃度の調査結果を紹介します。

### 葉・枝・樹皮の放射性セシウム濃度の比較

大玉調査地において、アカマツ、コナラ、スギの放射性セシウム濃度を調べた結果、2013年の葉ではそれぞれ、0.052、0.20、0.55kBq/kgとなり、スギの葉の濃度が最も高くなりました(図3-6)。

アカマツとスギの葉の放射性セシウム濃度は2011年の調査以降毎年減少していますが、コナラの葉は2011年から比較的低濃度で、2012年以降明瞭な変化はありませんでした。

一方、枝(0.36～0.60kBq/kg)と樹皮(0.34～0.45kBq/kg)の放射性セシウム濃度の樹種による違いは、葉に比べると小さいものでした。前年からの変化は、枝では5～6割低下、葉では3～6割低下し、2012年から2013年にかけての低下割合よりも大きく変化していました。

### 辺材・心材の放射性セシウム濃度の比較

辺材・心材の放射性セシウム濃度は各樹種ともに他の部位と比べて低濃度であり、前年と比べて大きな変化はありませんでした。

## 落葉層・土壌の放射性セシウム濃度の比較

2014年の落葉層(7.8～9.1kBq/kg)や土壌(0～5cm深、2.3～5.8kBq/kg)についても、樹種で差はありませんでした。年変化は落葉層・土壌ともに2012年から2013年の濃度の変化は比較的小さいものでした。

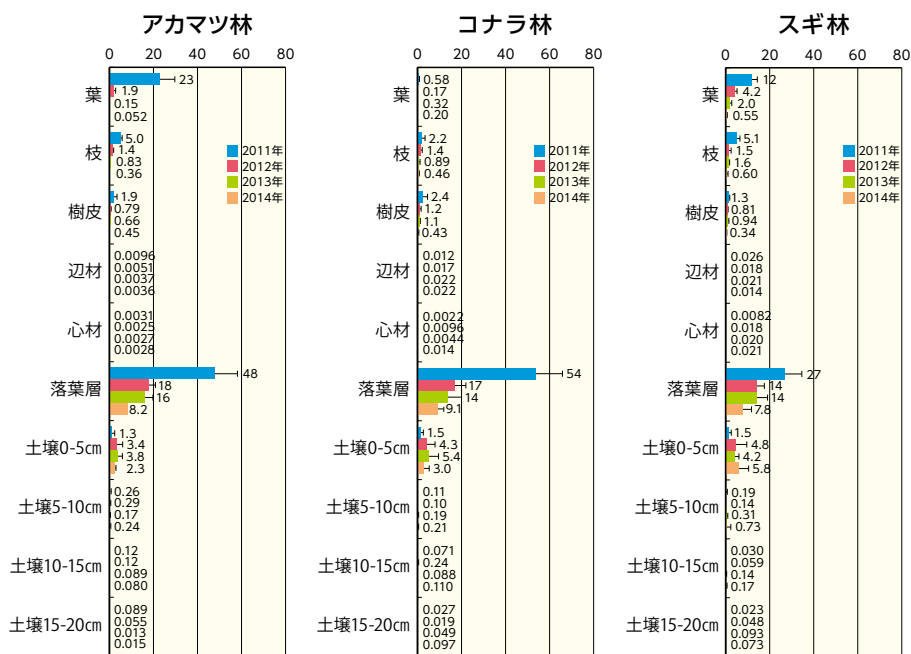


図3-6 大玉村調査地におけるアカマツ、コナラ、スギの部位別放射性セシウム(134+137)濃度(kBq/kg)の比較  
(細線は標準偏差)

資料：林野庁「平成26年度森林内における放射性物質実態把握調査事業報告書」  
2015年3月

## 森林内の放射性物質③

# 樹木・土壌の 放射性物質蓄積量の分布割合

林野庁が福島県内3町村(川内村、大玉村、只見町)で行っている調査から、森林内における土壌、落葉層、樹木の葉、幹等の部位別の放射性セシウム濃度と蓄積量の調査結果を紹介します。

## 樹木の各部位別の放射性物質蓄積量の分布変化

2011年から2012年にかけて、森林内の放射性セシウムの分布状況は大きく変化しましたが、それと比較すると、2013年、2014年の調査時の分布状況の変化は小さいものでした(図3-7)。

2014年は、樹木の部位別にみると、スギ林では葉、枝、樹皮、材にそれぞれ森林全体の1%、1%、0.3～2%、0.3～0.5%、また大玉調査地の落葉広葉樹(コナラ)ではそれぞれ0.1%、1%、1%、0.2%の放射性セシウムが分布していました。葉、枝、樹皮の部位では、毎年放射性セシウム蓄積割合が減少していますが、材ではほとんど変化はありません。

## 落葉層・土壌の放射性物質蓄積量の分布変化

落葉層の放射性セシウム蓄積割合は、2013年は大玉調査地の落葉広葉樹(コナラ)で微減し、スギ林では1割程度増加しましたが、2014年は川内調査地のスギ林で変化がなかった以外は微減から半減しました。

土壌の放射性セシウム蓄積割合は2014年は全ての林分で増加しました。

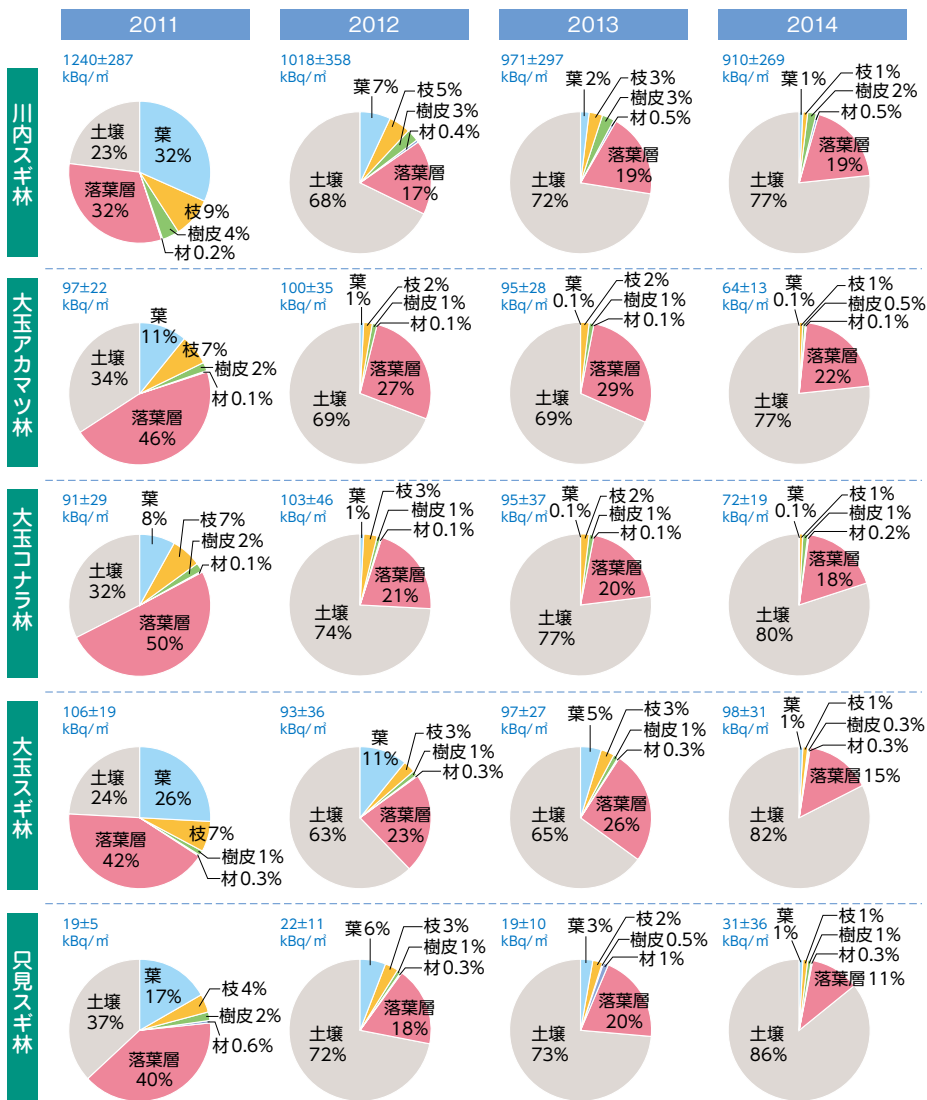


図3-7 2011-2014年における各調査地の放射性セシウム (134+137) の部位別分布割合

各円グラフの左上に放射性セシウムの単位面積当たり蓄積量の合計 (±標準偏差) を示した。

資料：林野庁「平成26年度森林内における放射性物質実態把握調査事業報告書」2015年3月



## 森林内の放射性物質 (まとめ)

# 森林の放射性物質の動態変化 —2011～2014年

林野庁が福島県内3町村(川内村、大玉村、只見町)で行っている調査から、森林全体の放射性セシウム蓄積量の変化について紹介します。

## 森林内の放射性セシウムの8割は土壌の表層に分布

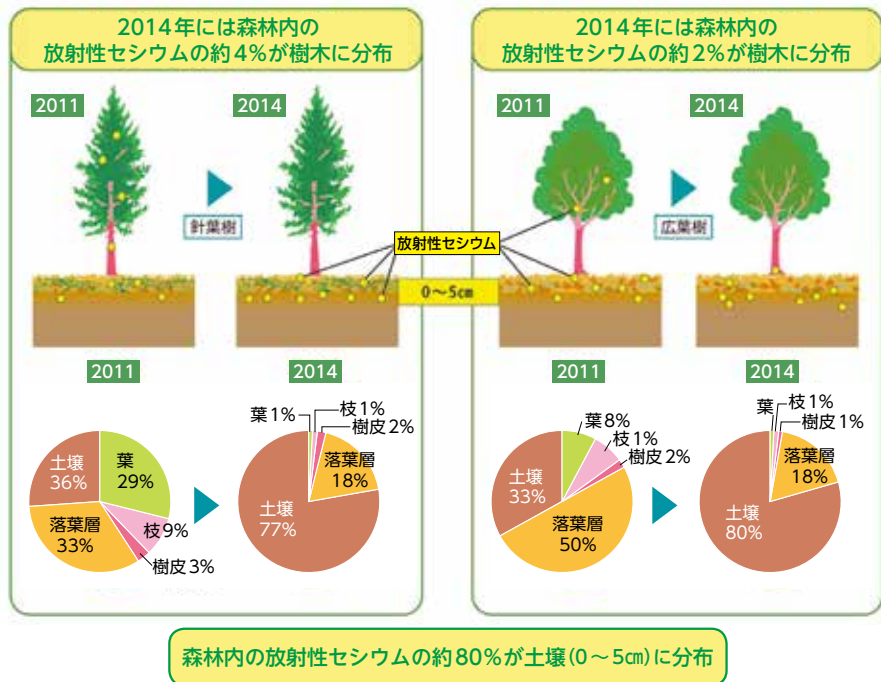
2011～2012年にかけて、葉、枝、樹皮や落葉層の放射性セシウム濃度は大幅に低下し、土壌の濃度は大きく上昇しました。その結果、森林内の放射性セシウムの分布は樹木(葉、枝等)や落葉層の割合が低下し、土壌は2～3倍に増加しました。これらの変化は、樹木や落葉層の放射性セシウムが雨による溶脱、落葉、落葉層の分解によって、樹木や落葉層から土壌に移動したことを意味します。

その後、2014年にかけても、樹木や落葉層の放射性セシウム濃度は減少し、土壌の濃度が上昇し、2014年の時点で森林内の放射性セシウムの約80%は土壌に存在し、その大部分は表層0-5cmに存在しています(図3-8)。放射性セシウムは土壌に強く吸着する性質があるために表層付近に留まっているものと考えられます。

## チェルノブイリデータが示す土壌中の放射性セシウム分布の長期的変化

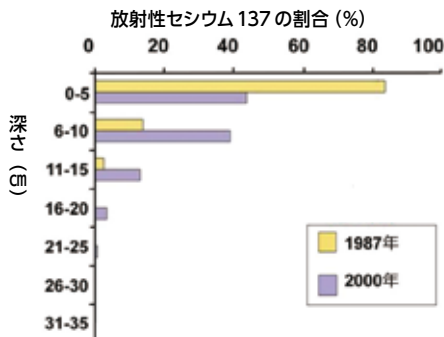
1986年に起こったチェルノブイリ原発事故後の農耕地を対象にした影響調査では、事故から14年経過しても、放射性セシウム137の約80%は地表から10cm以内に存在していました(図3-9)。このことから、福島第

一原発の事故でも放射性セシウムは表層土壌に長期間留まると予想されます。



【図3-8】 森林の放射性セシウム (134+137) の動態変化

資料：林野庁「平成26年度森林内における放射性物質実態把握調査事業報告書」  
2015年3月



【図3-9】 チェルノブイリ原発事故後—土壌中深さ別の放射性セシウム 137 の経年変化 (全量を100%)

(IAEA国際チェルノブイリフォーラム報告書 2006年より作成)

資料：環境省「放射線による健康影響等に関する統一した基礎資料 平成25年度版 ver.2013001」2013年3月

# 木材中の放射性物質

森林が放射性物質で汚染されると、木材内部の幹の部分にも放射性物質が移動するのではないかと考えられます。

林野庁と福島県ではそれぞれ、伐採した幹を樹皮と材に分け、さらに材を心材と辺材に分けて、木材内の放射性セシウム濃度について調査を行いました。

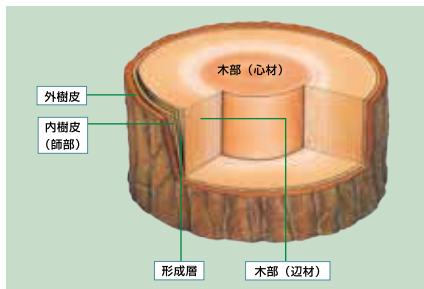


図3-10 樹幹の構造

資料：一般社団法人全国林業改良普及協会  
「森林を知るデータ集No.1」

## 木材 (辺材、心材) 中の放射性セシウム濃度の変化

林野庁では、2011年から福島県大玉村のアカマツ(46年生)、コナラ(46年生)、スギ(45年生)において、木材に含まれる放射性セシウム濃度を継続調査しています(図3-11)。

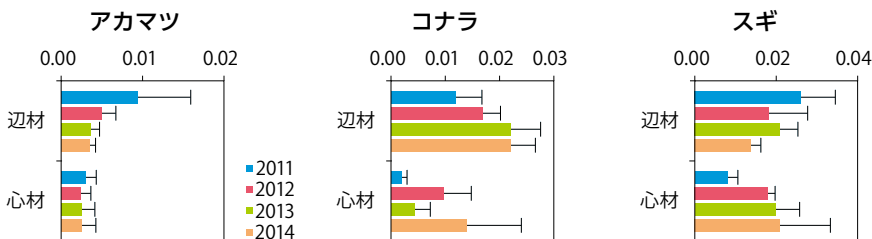


図3-11 大玉村調査地におけるアカマツ、コナラ、スギの木材内部の放射性セシウム濃度 (kBq/kg) の変化

2014年、辺材の放射性セシウム濃度は、アカマツが0.0036kBq/kg、コナラが0.022kBq/kg、スギが0.014kBq/kgで、アカマツとコナラでは前年と比べてほとんど変化がなく、スギでは前年から3割減りました。心材の放射性セシウム濃度は、アカマツが0.0028kBq/kg、コナラが0.014kBq/kg、スギが0.021kBq/kgでした。これらの変化はばらつきの範囲内で、濃度の大きな変化はないと考えられます。

資料：林野庁「平成26年度森林内における放射性物質実態把握調査事業報告書」2015年3月

### 空間線量率と木材(辺材、心材)中の放射性セシウム濃度との関係

福島県では、2014年度、県内1,193か所の調査地で、木材に含まれる放射性セシウム濃度を調べました。調査では、スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツにおいて、樹木の地上1mの心材・辺材、樹高の中間部の心材・辺材、樹木の先端より2m下の辺心混材の放射性セシウム濃度と、採取木周辺における地上1mの空間線量率を測定しました。

空間線量率の数値に比例して、放射性セシウム濃度が高くなることがわかります(図3-12)。

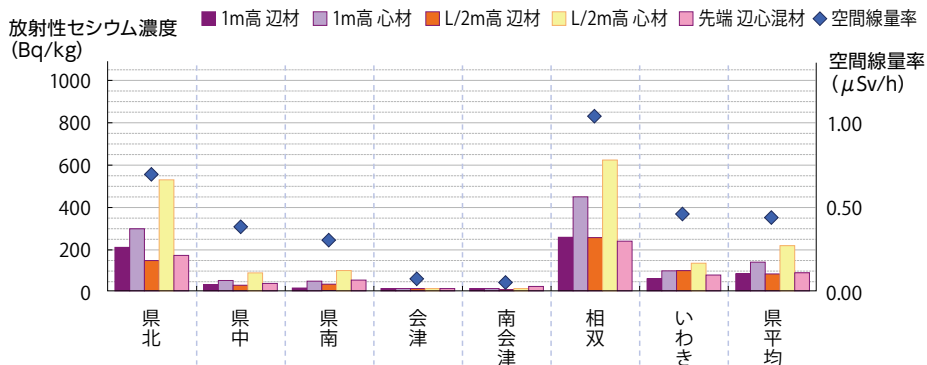


図3-12 木材(スギ)に含まれる放射性セシウム濃度

資料：福島県森林計画課「森林における放射性物質の状況と今後の予測について」2015年5月29日

スギ木材に含まれる放射性セシウム濃度は、相双地域のスギ樹高の中間部の心材、県北地域のスギ樹高の中間部の心材、相双地域のスギ1 m高の心材、県北地域のスギ1 m高の心材の順に高くなりました(図3-12)。また、全調査木を平均したところ心材の方が辺材よりもわずかに濃度が高くなりました(図3-13)。

空間線量率と高さ1 mの辺材・心材との関係を見ると、空間線量率が高いほど、木材に含まれる放射性セシウム濃度も高いことがわかりました(図3-14)。

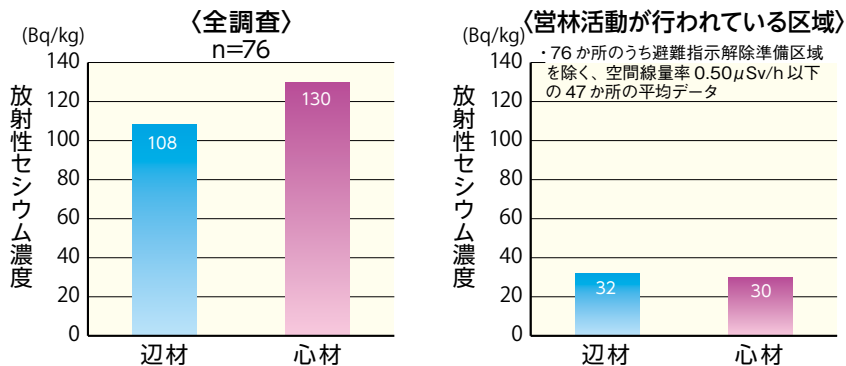


図3-13 辺材と心材(高さ1 m)の放射性セシウム濃度(平均値比較)

※図の中のnは、調査か所の数を表す

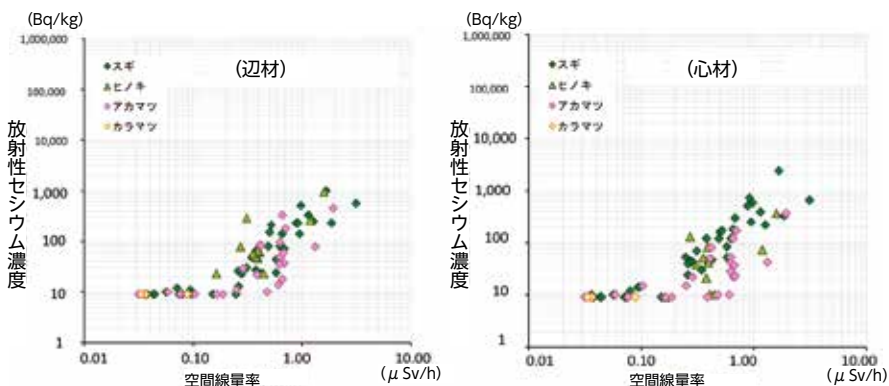


図3-14 空間線量率と辺材・心材(高さ1 m)の放射性セシウム濃度の関係

※10Bq/kg未満の場合の値を「10」としている

本文・図の資料：福島県森林計画課「森林における放射性物質の状況と今後の予測について」2015年5月29日

## 住宅に使用した木材の年間被ばく量

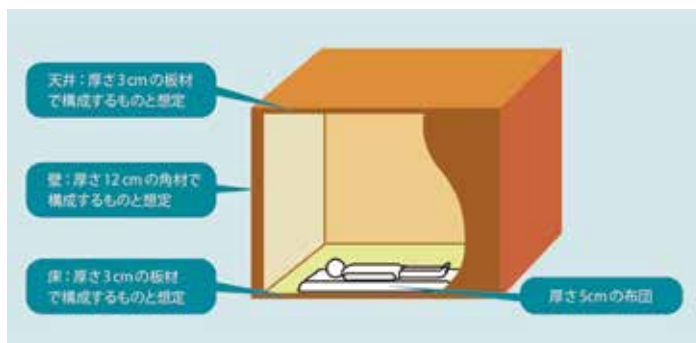
放射性物質を含んでいる木材を住宅に使用した場合、どの程度の被ばく量になるでしょうか。2014年度に行われた福島県の調査では、木材部分の放射性セシウム濃度の最高値は2.7kBq/kg(避難指示解除準備区域周辺のスギ心材)でした。

この木材を天井、壁、床の6面に使った4畳半の居室を想定した場合の試算(国際原子力機関の示す手順により試算)結果では、1年間当たりの被ばく量は0.064mSvとなりました。この数値は、国内の天然の放射線による1年間当たりの被ばく量2.1mSv(原子力安全研究協会「新版 生活環境放射線」(2011年))と比べて著しく小さいため、木材利用による人体への影響はほとんどないと考えられます(図3-15)。

### ■試算結果

1時間当たりの被ばく量：0.00913  $\mu$  Sv/h

1年間当たりの被ばく量：0.064mSv = (0.00913  $\mu$  Sv/h $\times$ 24h $\times$ 0.8 $\times$ 365日)



【注1】一般的な日本の木造住宅(軸組住宅)では、この試算よりも木材の使用量がかなり少ないので、被ばく量はさらに少なくなると想定されます。

【注2】福島県では県内の製材工場で、製材品の表面の放射線量(表面線量)を定期的に測定し、出荷されている県産材が安全かどうか調査しています。その結果、専門家から製材品の表面線量は低く、環境や健康への影響はないものと評価されています。

### 図3-15 木材で囲まれた居室を想定した場合の試算結果

資料：福島県森林計画課「森林における放射性物質の状況と今後の予測について」  
2015年5月29日

※林野庁資料「木材で囲まれた居室を想定した場合の試算結果」  
IAEA-TECDOC-1376」に基づき試算

## 葉の放射性物質

林野庁では、2011年から福島県の3町村(川内村、大玉村、只見町)に調査地を設け、スギ、ヒノキと森林内の低木類の葉の放射性セシウム濃度について調査を行っています。

### スギ、ヒノキの葉の放射性物質

スギとヒノキについて、当年葉(測定した年に展開した葉)と旧葉(古い葉)に分けて放射性セシウム濃度を調べました。2011年の夏から秋にかけて行った調査では、旧葉の放射性セシウム(セシウム137)が当年葉より高い値でした(当年葉/旧葉比で0.2～0.7)。

事故から3年目(2014年)にも、樹冠の高さ別に当年葉と旧葉を採って放射性セシウム(セシウム137)濃度を比較しました。旧葉では高さによって数値にばらつきがありました。当年葉はどの樹冠でもあまり差がありません。毎年新しい葉に転流される放射性セシウムの量は、樹冠内の位置によらずほぼ同じ程度であると考えられました(図3-16)。

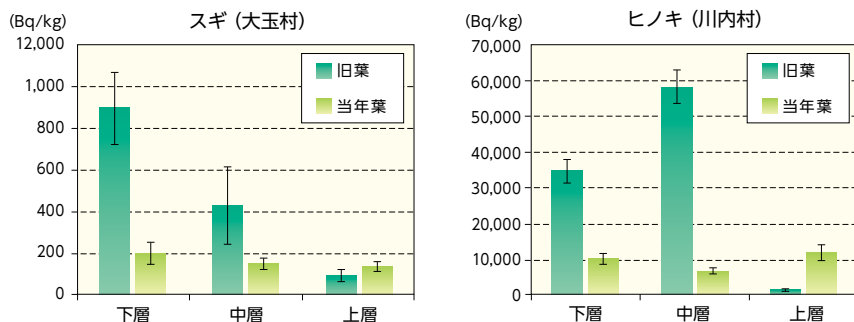


図3-16 事故後3年目(2014年)の当年葉と旧葉のセシウム137濃度比較

各調査地の試料(n=3)における平均値(標準誤差)

チェルノブイリ原発事故後のベラルーシでの調査では、事故後12～15年経過した欧州アカマツの葉の放射性セシウム濃度は、当年葉が旧葉よりも高い値でした(表3-4)。福島県での調査でも今後年数の経過とともに毎年成長する新しい葉にどのような量の放射性セシウムが転流されるのかさらなる検証が必要です。

表3-4 欧州アカマツ(Pinus sylvestris)の当年葉と旧葉の放射性セシウム濃度の測定例

場所#	測定年*	調査林分(記号等)	土壌 <sup>137</sup> Cs量(kBq/m <sup>2</sup> )	林齢(年生)	試料木(本数)	137Cs濃度(kBq/kg)**		当年葉/旧葉比	文献
						当年葉	旧葉		
ベラルーシ Gomel (120km)	2001 (15年)	Young Medium Old	1,756	17	9	43.3	19.3	2.2	Goor and Thiry (2004) (Table3)
			1,521	37	9	18.2	7.3	2.5	
			989	57	9	21.3	8.8	2.4	

# カッコ内は、チェルノブイリ原発からの距離。

\* 試料の採取年。カッコ内は原発事故(1986年)からの経過年数。

\*\* 旧葉の葉齢区別なし。

## 低木類の葉の放射性物質

2012年夏から3年間、森林内の低木類(樹高4～5m程度)について、主な落葉広葉樹6～8種の葉の放射性セシウム濃度の調査を行いました。その結果、上木のスギと同様、空間線量率の低い調査地ほど濃度が低い傾向にありました。樹種による違いをみると、ウワミズザクラの濃度高めで、ミズキは低めの値でした。測定本数が少ないので、今後も調査・比較検討が必要です(図3-17)。

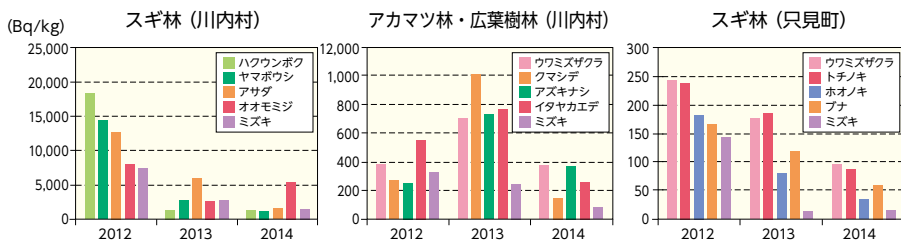


図3-17 落葉広葉樹・小径木の葉の放射性セシウム(134+137)濃度

小径木は、直径10cm以下の個体で選定、測定

資料：林野庁「平成26年度『森林における除染等実証事業』のうち『避難指示解除準備区域等における実証事業(普及啓発)』報告書」2015年3月



## 樹皮の放射性物質

林野庁は、2012年から福島県の川内村と大玉村に設けた調査地で、林内の樹皮における放射性セシウム濃度の測定を行っています。

樹皮は、生きた細胞を含まない外樹皮と生きた細胞を含む内樹皮(師部)に分けられます(p.56、**図3-10**)。川内調査地ではスギとヒノキ、大玉調査地ではスギとアカマツの外樹皮と内樹皮を採取し、それを実験室で乾燥・細断した後、放射性セシウム濃度を測定しました。

### 外樹皮の放射性セシウム濃度は減少

外樹皮では、付着した放射性セシウムが樹皮の脱落や雨による洗脱によって減少すると考えられています。

外樹皮の放射性セシウム濃度の平均値は、2012年から2013年にかけて全ての樹種で低下し、2013年から2014年にかけては、川内スギが7割低下、川内ヒノキが変化なし、大玉スギ2割低下、大玉アカマツが6割低下という測定結果でした(**図3-18**)。

### 内樹皮の放射性セシウム濃度は一定せず

内樹皮では、放射性セシウムの経根吸収や樹体内の転流の影響を受けるため、放射性セシウム濃度の変化を予測することが難しいとされています。

内樹皮の放射性セシウム濃度の平均値は、2012年から2013年にかけて川内スギ、大玉スギ、大玉アカマツで増加しましたが、その後2014年にかけて減少しました。一方で川内ヒノキは、2012年から2013年に放射性セシウム濃度の変化はなく、2013年から2014年は前年よりも6割

上昇しました。調査範囲では濃度変化に一定の傾向がみられず、ばらつきも大きい状態です。

今後、調査個体数を増やし、引き続き変化を観察していく必要があります。

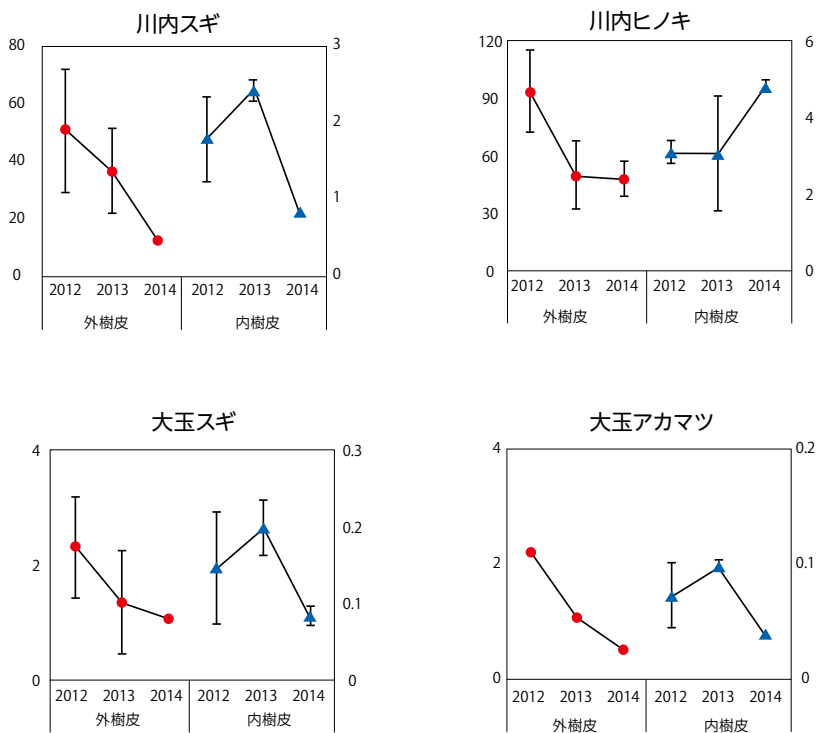


図3-18 外樹皮と内樹皮における放射性セシウム濃度 (kBq/kg) の経年変化

点は2個体の平均値を、誤差棒は最大値と最小値を示す

資料：林野庁「平成26年度 森林内における放射性物質実態把握調査事業 報告書」  
2015年3月

# 溪流水・飲用沢水・河川の放射性物質

放射性物質が私たちの生活に欠かせない水に影響を与えることが懸念されたため、溪流、沢、河川及びその流域において調査を行いました。

## 溪流水の放射性物質

国立研究開発法人森林総合研究所では、2012年に福島県内6か所(飯舘村、伊達市、二本松市、会津若松市、郡山市、広野町)の森林で溪流水の放射性セシウム濃度の調査を行いました。雪解け期・梅雨期・秋期に調査をした結果、採取した溪流水の大部分で放射性セシウムは検出されませんでした。降雨があった日の一部の試料に放射性セシウムが含まれていました。

さらに調査をすると、溪流水に含まれる懸濁物質(水に溶けない粒子)の濃度が高いほど放射性セシウムの濃度が高く、ろ過により懸濁物質を取り除いた水からは放射性セシウムが検出されないことがわかりました。

資料：国立研究開発法人森林総合研究所「プレスリリース」2012年6月12日、2012年9月21日、2012年12月20日

## 飲用沢水の放射性物質

環境省では、避難区域等において住民が飲用する沢水の検査をしています。調査では9市町村(飯舘村、大熊町、葛尾村、川内村、川俣町、田村市、浪江町、楡葉町、広野町)の153か所で採水し、放射性セシウム(セシウム134、セシウム137)濃度を測定しました。

2015年7～9月に採水した182検体のうち、181検体については不検出(検出下限値：1 Bq/L)でした。飯館村の1検体で放射性セシウムが検出されましたが(セシウム134：不検出、セシウム137：1.2Bq/L)、これをガラス繊維ろ紙でろ過した後、再度測定したところ不検出となりました。



写真3-1 採水地点の例(浪江町)

※参考 食品衛生法に基づく食品、添加物等の規格基準(飲料水)放射性セシウム(セシウム134、セシウム137合計)：10Bq/L。

水道水中の放射性物質に係る目標値(水道施設の管理目標値)放射性セシウム(セシウム134、セシウム137合計)：10Bq/L。

※参考 前回公表(2015年7月24日)した沢水モニタリング測定結果の概要

・2015年4月～6月における調査箇所は、164か所。

・期間中に採取した194検体のうち、1検体で放射性セシウムを検出(セシウム134：不検出、セシウム137：1.1Bq/L)、その他はすべて不検出。

資料：環境省プレスリリース2015年10月30日「避難区域等における沢水モニタリングの測定結果について」(2015年7月～9月採取分)

## 河川の放射性物質

環境省では福島第一原発の事故後、福島県及びその近隣県において河川の放射性セシウム(セシウム134、セシウム137)濃度を継続して測定しています。福島県においては123地点で測定を行っており、2015年4月～6月の測定結果では、浜通りの1地点及び中通りの1地点でセシウム137が1 Bq/L検出されたのみで、その他の地点ではセシウム134、セシウム137ともに全て不検出(検出下限値：1 Bq/L)でした。

また、河川の流域に沈着した放射性セシウム(セシウム137)がどの程度河川に流出するかについて、福島県内3か所、茨城県内1か所、宮城県内1か所を対象として国立研究開発法人日本原子力研究開発機構及び国立環境研究所が調査を行っています。これらの調査結果から試算すると、1年間に森林土壌から河川に流出するセシウム137の量は土壌沈着量の0.02%～0.26%程度であることがわかっています(環境省試算)。

資料：環境省除染チーム「河川・湖沼における放射性物質に係る知見の整理」  
2014年8月

# 風による放射性物質の拡散

環境省は、森林に残存する放射性物質が風向・風速によって生活圏の空間線量率にどのような影響を与えるかについて調査を行いました。

## 風向・風速と空間線量率

環境省では、除染を実施した区域より奥の生活圏外の森林に残存している放射性物質が飛散し、生活圏が汚染されるのではないかという懸念があったため、風による放射性物質の拡散について調査を実施しています。

田村市の北部と南部に1か所ずつ、森林から20m程度離れた場所に測定地点を設けました。空間線量率を測るモニタリングポストと風向や気温などを測る気象計で、空間線量率の気象条件による変動をみました。

その結果、空間線量率は風向・風速によらず、ほぼ一定の範囲内で変動しており、森林のある方角から風が吹いた際にも、生活圏の空間線量率の

表3-6 空間線量率及び気象データの経時変化

(単位:  $\mu\text{Sv/h}$ )

実施場所	風速	全風速	風向												
			～1.0 m/s	1.1～2.0 m/s	2.1～3.0 m/s	3.1～4.0 m/s	4.1～5.0 m/s	5.1～6.0 m/s	6.1～7.0 m/s	7.1 m/s～					
実施場所① 森林のある方角	N	0.14±0.02	0.14±0.02	0.14±0.02	0.14±0.02	0.14±0.02	0.14±0.02	0.14±0.02	0.13±0.00	-	-	-	-	-	
	NE	0.14±0.02	0.14±0.02	0.14±0.02	0.13±0.02	0.12±0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	
	E	0.14±0.02	0.14±0.02	0.15±0.02	0.15±0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SE	0.14±0.02	0.14±0.02	0.14±0.03	0.14±0.02	0.14±0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	
	S	0.14±0.02	0.14±0.02	0.15±0.02	0.14±0.02	0.14±0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	
	SW	0.14±0.02	0.14±0.02	0.15±0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	W	0.14±0.02	0.14±0.02	0.15±0.02	0.14±0.02	0.14±0.02	0.11±0.00	-	-	-	-	-	-	-	
	NW	0.14±0.02	0.14±0.02	0.14±0.02	0.14±0.02	0.14±0.02	0.14±0.02	0.14±0.02	0.13±0.02	-	-	-	-	-	
	実施場所② 森林のある方角	N	0.17±0.02	0.17±0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		NE	0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.15±0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E		0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.15±0.02	-	-	-	-	-	-	
SE		0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
S		0.15±0.02	0.15±0.02	0.16±0.02	-	0.15±0.00	-	-	-	-	-	-	-	-	
SW		0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.12±0.02	-	-	-	-	-	-	-	
W		0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.17±0.02	-	-	
NW		0.16±0.02	0.16±0.02	0.16±0.02	0.17±0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

※表中の値は「空間線量率(風向・風速に応じた平均値) ±標準偏差 ( $\mu\text{Sv/h}$ )」である

上昇はみられませんでした。

## 大気浮遊じん中の放射性セシウム濃度

飛来物質の放射性セシウム濃度を把握するため、同地点にハイボリュームエアサンプラー<sup>※</sup>を設置して大気粉じんを捕集し、計測を行いました。大気中の放射性セシウム濃度の最大値は、実施場所②で得られ(第2回調査)、その値は放射性セシウム134:0.0094mBq/m<sup>3</sup>、放射性セシウム137:0.027mBq/m<sup>3</sup>でした。

調査で得られた大気粉じん中の放射性セシウム濃度の最大値が、屋内・屋外を問わず、年間を通して生活圏に存在すると仮定して、その際の内部被ばく線量を推計換算した値は、0.0000016 mSv/年となります。この値は、日本人の1人当たりの自然放射線による被ばく線量(約2.1mSv/年)と比較しても、100万分の1という非常に低い値になります。

これらのことから、森林からの放射性セシウムの飛散による生活圏への影響はないものと考えられます。

<sup>※</sup>ハイボリュームエアサンプラー:大気中の粉じん、煤じんの試料採取方法の1つで、大量に空気を吸引し、試料をガラス繊維のフィルタに捕集する。

表3-7 大気粉じん中の放射性セシウム濃度測定(実施場所②)

第1回調査 (H27.1.14~H27.2.4)		Cs-134(mBq/m <sup>3</sup> )		Cs-137(mBq/m <sup>3</sup> )		Cs合計値	粉じん量	吸引
		放射能濃度(顕差範囲)	検出下限値	放射能濃度(顕差範囲)	検出下限値	放射能濃度	(mg)	ガス流量(m <sup>3</sup> )
粒径別 粉じん	7μm以上	—	0.0046	0.0055(±0.0015)	0.0043	0.0055	30	17,451
	3.3~7μm	—	0.0048	—	0.0052	—	7	
	2.0~3.3μm	—	0.0044	—	0.0046	—	14	
	1.1~2.0μm	—	0.0044	—	0.0046	—	3	
	1.1μm以下	—	0.0076	0.012(±0.0019)	0.0053	0.012	88	
総粉じん	0.0072(±0.0014)	0.0040	0.022(±0.0023)	0.0055	0.029	131	17,732	
第2回調査 (H27.2.16~H27.3.9)		Cs-134(mBq/m <sup>3</sup> )		Cs-137(mBq/m <sup>3</sup> )		Cs合計値	粉じん量	吸引
		放射能濃度(顕差範囲)	検出下限値	放射能濃度(顕差範囲)	検出下限値	放射能濃度	(mg)	ガス流量(m <sup>3</sup> )
粒径別 粉じん	7μm以上	—	0.0045	—	0.0046	—	69	17,279
	3.3~7μm	—	0.0048	—	0.0048	—	58	
	2.0~3.3μm	—	0.0041	—	0.0043	—	30	
	1.1~2.0μm	—	0.0043	—	0.0049	—	18	
	1.1μm以下	0.0094(±0.0016)	0.0043	0.027(±0.0023)	0.0053	0.036	73	
総粉じん	—	0.0055	0.015(±0.0020)	0.0051	0.015	211	17,613	

<sup>※</sup>表中の「—」は検出下限値未満。放射能濃度及び吸引ガス流量は20℃、1気圧での換算濃度

資料:環境省除染チーム「森林の実証事業について(中間報告)」2015年6月

## 野生きのこの放射性物質濃度

野生きのこの放射性セシウム濃度は、種ごとの生態的特性や環境条件に影響を受けると考えられています。林野庁では2013年、2014年に、福島県飯舘村(あいの沢キャンプ場)、郡山市(福島県林業研究センター)、茨城県北茨城市(小川試験地)、つくば市(森林総合研究所)\*できのこの放射性セシウム濃度を測定し、きのこの生活タイプや属レベルでの比較や年変化についての調査を行っています。

\* 2014年から調査を開始

### 生活タイプと属ごとの比較と年変化

飯舘、郡山では、前年よりきのこの放射性セシウム濃度が減少傾向を示しましたが、北茨城では増加傾向がみられました。生活タイプごと(菌根・木材腐朽・落葉枝分解)の放射性セシウム濃度は、飯舘、郡山、北茨城では違いが認められませんでした。森林総合研究所構内では木材腐朽菌が低い値でした(図3-19)。

調査地ごとに代表的な属(2年間のサンプリングで8個体以上採れた9属のきのこ)の放射性セシウム濃度を測定した結果、飯舘と郡山ではテングタケ属、フウセンタケ属、チチタケ属、ベニタケ属、クリタケ属が前年に比べて約10分の1の値になっていました。北茨城ではフウセンタケ属で減少がみられましたが、ベニタケ属やチチタケ属で大きな変化はなく、テングタケ属では増加していました(図3-20)。このように属レベルでみた場合、調査地ごとの年変動と似た傾向を示しました。

### 局所的な汚染の差異が測定値に影響

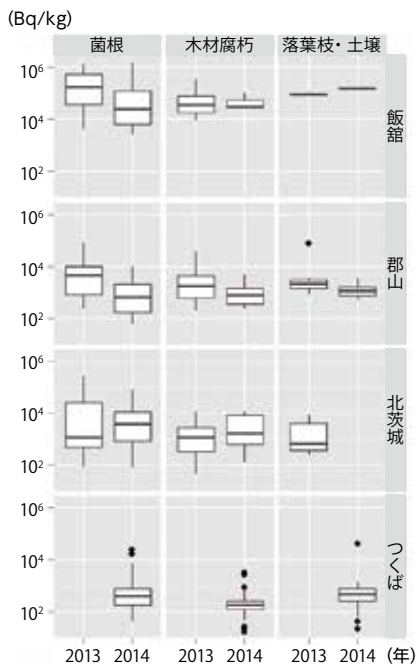
同じ調査地内でも局所的な汚染の違いやサンプリングの偏りが各調査地



の平均値に影響した可能性があります。またきのこの放射性セシウム濃度は、基質(栄養源)のセシウムの状態によっても影響を受けています。

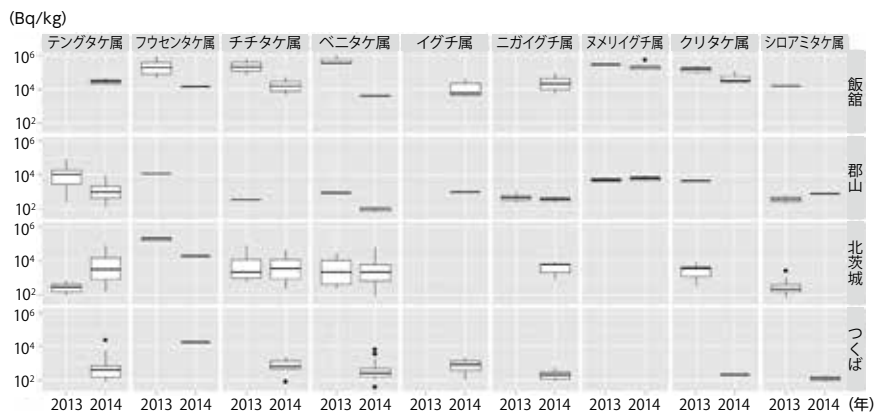
1986年のチェルノブイリ原発事故後に野生きのこの放射性セシウムの調査が行われています。1991年(事故後5年)より毎年行われたこの調査では、放射性セシウム濃度が緩やかな減少傾向を示しました(IAEA2010\*)。今後、福島第一原発の事故の影響を受けた野生きのこも、年経過による変化をみていく必要があります。

\* IAEA (国際原子力機関) Technical Reports Series 472,2010



**図3-19** 生活タイプごとのきのこの放射性セシウム<sup>137</sup>濃度の年変化

濃度は各年の9月1日に減衰補正済み。  
縦軸の濃度は対数表示。  
グラフは調査地(縦)と生活タイプ(横)で分けて並べた



**図3-20** 代表的な属ごとの放射性セシウム<sup>137</sup>濃度の測定結果

資料：林野庁「平成26年度 森林内における放射性物質実態把握調査事業報告書」  
2015年3月



# モウソウチクの放射性物質濃度

林野庁では、2013年からタケノコの生産を目的にしたさまざまな竹林の種のうち、日本で最もタケノコが生産されているモウソウチクの竹林を対象に、放射性セシウム濃度の実態調査を行いました。調査地は、福島第一原発から約70km離れた宮城県丸森町・白石市を中心とする地域です。

## かん 稈は上・中・下3等分、地下部は地下茎と根に分けて測定

調査は2013年5月～2014年5月まで、年に2回、春(5月)と秋(9月)、丸森町と白石市のモウソウチクの竹林において7プロットを設置し、毎竹調査を行いました。放射性物質の蓄積量の測定は、地上部で稈(カン:タケ・ササにおける茎)を伐採して3等分し、上・中・下に分けてサンプルを得ました。地下部は地下茎と根を掘り起こして採取しました。サンプルは部位ごとに放射性セシウム(134+137)濃度を測定しました(図3-21)。

地上部・地下部の部位別の放射性セシウム濃度を比較すると、2013年春、2014年春の当年生稈の上部ではそれ以外の稈及び部位よりも高い値を示しています。これは各部位の含水率と同じ傾向を示しました(図3-22)。枝葉が成長を開始する春に、水分と養分が地下茎から移動する際に、放射性セシウムも運ばれたものと推察されます。

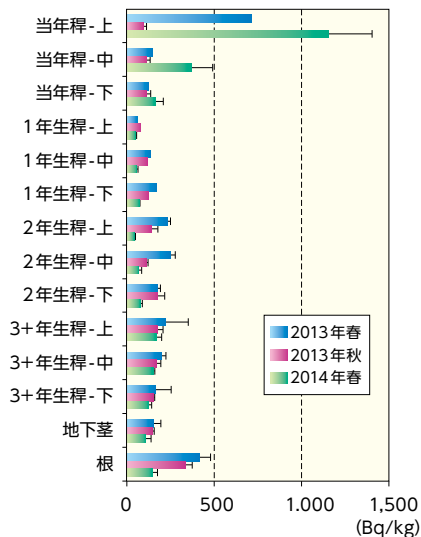


図3-21 モウソウチクの地上部部位別及び地下部の下茎と根における放射性セシウム(134+137)濃度

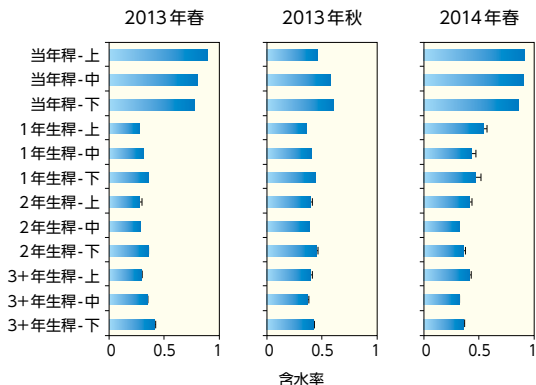


図3-22 モウソウチクの地上部における齢別稈位置別(上・中・下)含水率

## 竹林除染の効果

2014年3月、放射性セシウムによる汚染実態調査の対照区に隣接する場所に除染区を設定し、除染処理を施し、2か月後にモウソウチクの放射性セシウム濃度を測定しました。ほとんどの部位で濃度が低下し、特に葉は顕著でした(図3-23)。

調査を行った5月は、新稈が成長し、水分通導が開始している時期です。竹の養分が転流されるのは、光合成産物が成長と貯蔵を最大化させる夏から翌年に発生する稈や地下茎の芽を決定して準備する秋に盛んになると考えられます。これらのことから、タケの除染処理を行う最適な時期は、翌年に成長する芽が決定される夏の終わりの時期、9月頃ではないかと考えられます。今後もこの想定時期に処理を行い、経過を調査する必要があります。

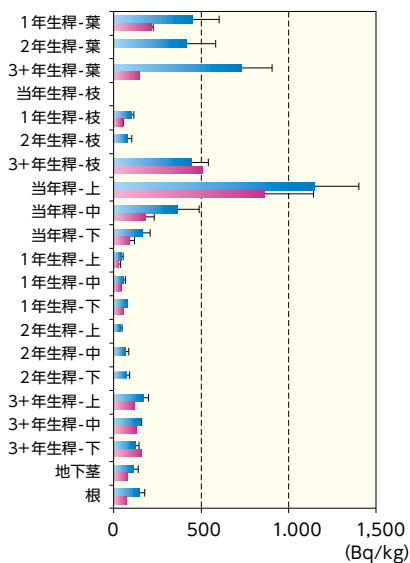


図3-23 放射性物質の除染区(：赤棒)と対照区(：青棒)におけるモウソウチク各部位の放射性セシウム(134+137)濃度

資料：林野庁「平成26年度 森林内における放射性物質実態把握調査事業報告書」  
2015年3月

## 山菜の放射性物質濃度

林野庁では、過去に放射性セシウムの動態が調べられている福島県の川内村、大玉村に調査地を設け、2013年から森林内の山菜類の放射性セシウム濃度の変化について調査を行っています。

### コシアブラの放射性セシウム濃度の変化と空間線量率

新芽が食用となるコシアブラについて、川内村、大玉村で2013年の春、夏、秋及び2014年の春、夏に複数の樹から可食部(夏、秋は葉)を採取し、放射性セシウム濃度を測定しました。採取地の空間線量率は、2013年より2014年の方が低下していましたが、2014年のコシアブラに含まれる放射性セシウム濃度は、前年と比べ、あまり低下していませんでした(図3-24)。

可食部及び葉の放射性セシウム濃度は、春の方が夏より高い傾向にありました。これは夏に葉から枝へ放射性セシウムの転流があったと考えるより春から夏にかけての葉の成長に対し、放射性セシウムの枝から葉への補給が追いつかなかったものと考えられます。

また、落葉直前の秋の葉の放射性セシウム濃度が盛夏の葉より高い可能性が示唆されましたが、落葉直前には葉中の糖類などが幹に回収されて、葉全体の重量が減少するのに対して放射性セシウムの幹などへの移動が少ないため、相対的に上昇したことが考えられます。

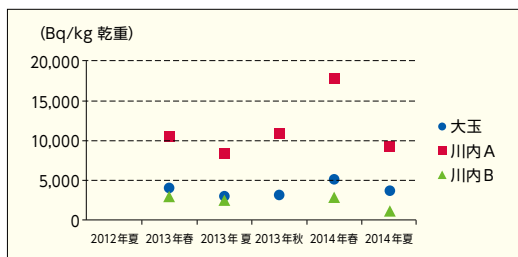


図3-24 コシアブラの可食部及び葉の放射性セシウム濃度の変化

# 4章

## 空間線量低減の 取り組み



### 森林の放射性物質対策①

# 森林施業による 空間線量率低減効果

林野庁は、福島県内の川内試験地(川内村)で、間伐、皆伐等の森林施業を実施し、作業に伴う森林内の空間線量率低減効果等を検証しました。

### 落葉等除去、皆伐、間伐の作業地ごとに空間線量率を測定

2012年に川内村に設定した試験地のスギ林(57年生、1 ha)で、次のように作業区を設定し、作業に伴う地上1 mの空間線量率の変化を5 mメッシュ状に設置した測定点で計測しました。

- ①**落葉等除去+皆伐区**：落葉などを除去した後、皆伐し、その後、コナラ(1,000本/ha)及びスギ(3,000本/ha)の苗木を植栽。
- ②**落葉等除去+間伐区**：落葉などを除去した後、2伐4残の列状間伐<sup>※</sup>を行い、集材。その後、林縁から20～50 mの範囲で落葉落枝等の除去作業を実施。
- ③**落葉等除去区**(落葉などを除去)
- ④**間伐区**：2伐4残の列状間伐を行い、集材。
- ⑤**対照区**(何も行わなかった区画)

※列状間伐：一定の間隔ごとに列状に伐採し、伐採した列と残した列を交互に配列する間伐方法。

### 作業による空間線量率の変化

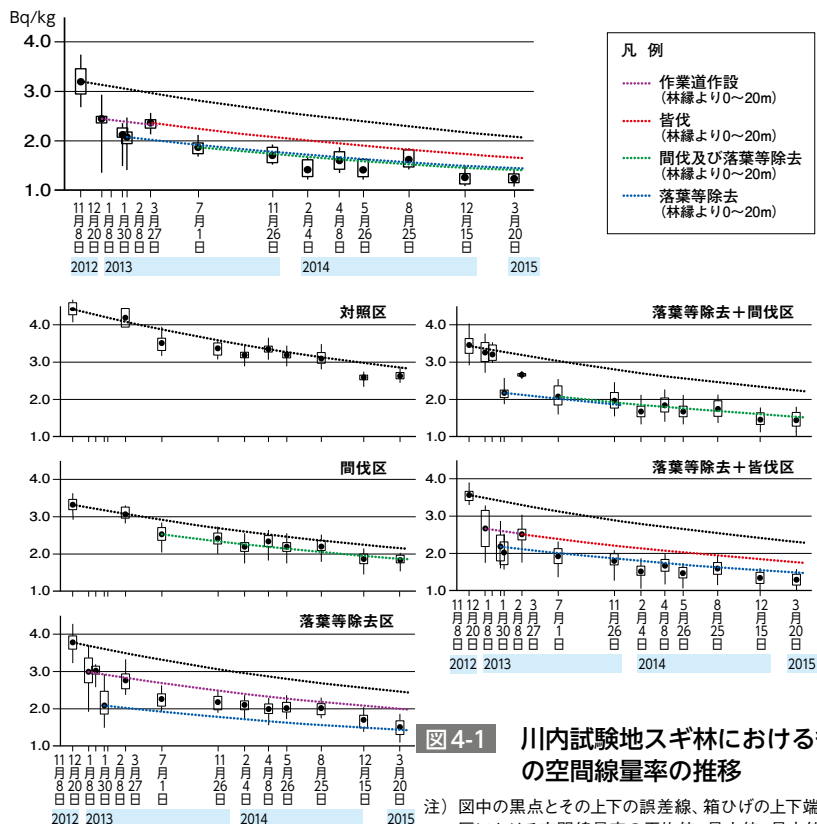
①～④の作業区で、作業によって空間線量率は減少し、また作業の実施後は①～④の作業区と⑤対照区で、空間線量率は物理的減衰に近い割合で推移しました(図4-1)。

作業実施後の空間線量率の推移をより詳しくみると、①落葉等除去+皆

伐区では作業完了時を起点とする物理的減衰を示す線より、やや低く推移しました。対して②落葉等除去+間伐区及び、④間伐区では、物理的減衰を示す線上に推移し、③落葉等除去区では物理的減衰を示す線よりやや上で推移しました。

落葉等のみ除去した場合、放射性セシウムを含む落葉等の影響で作業後の空間線量率が低減しづらくなった可能性もあります。

森林のような複雑な自然系の中での空間線量率は、天候による土壌や落葉層における含水率の変動、新たな落葉堆積物による林床の被覆、季節的な長期変動など、多様な環境変化に左右されることがわかっており、より正確な解明には今後も慎重なモニタリングを必要とします。



### 森林の放射性物質対策②

# 森林施業による 放射性物質等の移動

林野庁は、間伐や皆伐を行うと森林内の放射性物質の分布にどのような影響があるのかを調査するために、2012～2014年度に福島県内の広野試験地(広野町)で、間伐や皆伐を行った箇所での土砂の移動や移動した土砂等の放射性セシウムの濃度を測定しました。

### 間伐、皆伐による放射性セシウム等の移動量を測定

福島県広野町では、次の試験区を設置し調査を行いました。

- ①間伐区(スギ林)：定性間伐<sup>※</sup>(本数間伐率25%)を実施した区画と落葉等除去のみを実施した区画、定性間伐後に落葉等除去を実施した区画、何も行わなかった区画(対照区)を設けました。
- ②皆伐区(アカマツ広葉樹混交林)：皆伐し、その後、4か所の区画ごとに異なる地ごしらえ(枝条散布、坪刈り、棚積み、枝条除去)を実施し、隣接する林内に対照区を設けました。

①②各試験区及び対照区に試験斜面枠(2m×5m)を設け、降雨等に伴い移動した堆積有機物及び土壌(移動土砂等)を採取し、移動土砂等の重量と、これらに含まれる放射性セシウムの濃度を測定しました。

※定性間伐：残す木の配置を考え、優良木を残すように行う木の間引き。

### 間伐区における放射性セシウムの移動

各試験区における土砂等移動量(積算)、移動土砂等に含まれる放射性セシウム137の移動量(積算)は、同様の傾向を示しました(図4-2)。間伐のみを実施した区画は、間伐をしていない対照区の移動量と同程度であり、

作業に伴う影響は小さいことが考えられます。

一方、落葉等除去を実施した区画では対照区と比べて作業1年目の移動量が大きくなりました。

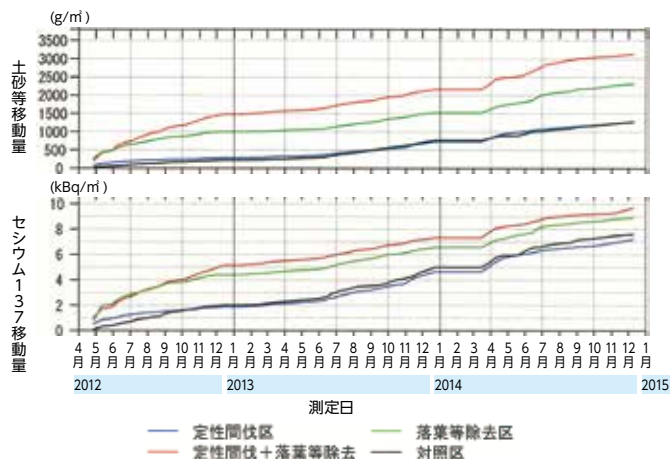


図4-2 定性間伐区の土砂等移動量、放射性セシウム137濃度及び移動量（積算）

## 皆伐区における放射性セシウムの移動

土砂等移動量（積算）は、棚積み区は対照区と同様に推移しました。1年目には大きな差はなかったものの、2年目には棚積み区以外の作業区では増加の傾向がみられました。3年目も若干の増加がみられました。

放射性セシウム137の移動量（積算）は、2年目には棚積み区の増加が目立ち、推移の幅は作業区ごとで異なりました（図4-3）。

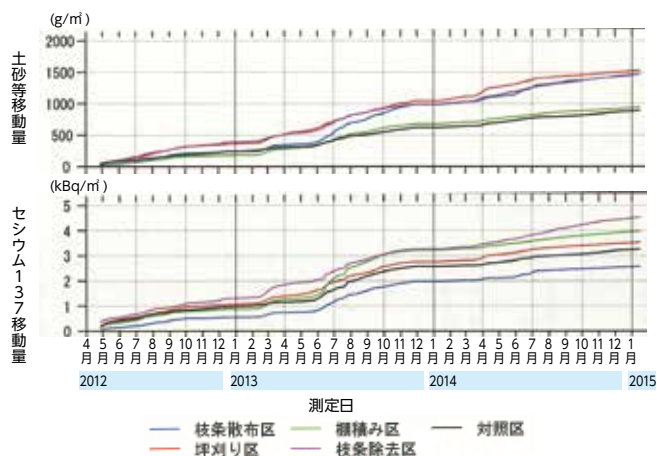


図4-3 皆伐区の土砂等移動量、放射性セシウム137濃度及び移動量（積算）

資料：林野庁「平成26年度森林における放射性物質拡散防止等技術検証・開発事業報告書」2015年3月



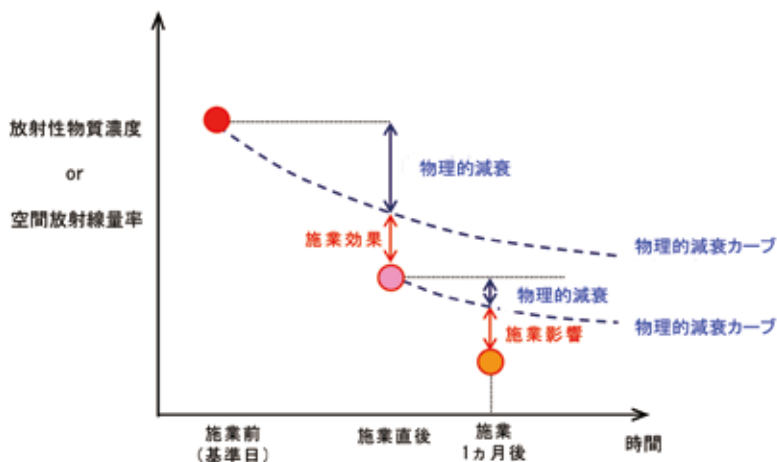
# 間伐による空間線量率低減効果

福島県では、2012～2014年に二本松市と川内村で試験地を設定し、間伐が空間線量率に与える影響について実証試験を行いました。

## 線量低減効果は30か月後も維持

実証地は、二本松市と川内村に0.80haの施業地を2か所ずつ設け、2012年4月に間伐を行い、間伐木は林外に搬出しました。

実証地の施業後の空間線量率は、施業前に比べて8.7～12.5%程度低減していました(図4-4)。スギ林を間伐した二本松市では、同様に平均で10.8%低減し、物理的減衰を考慮した値よりも平均で8.7%低減していました(表4-1)。



※放射性物質の出入りがない場合、測定値は物理的減衰カーブに沿って低減する。

### 施業効果の解釈

値がプラス…施業により空間放射線量率が**上昇**  
値がマイナス…施業により空間放射線量率が**低下**

### 施業影響の解釈

値がプラス…施業以降、放射性物質が**流入傾向**  
値がマイナス…施業以降、放射性物質が**流出傾向**

図4-4 施業効果と放射性物質の物理的減衰の関係

間伐実証地では、3か月すると林床に下層植生が繁茂し、間伐を行わなかった実証地外と比較して、公益的機能が向上したことを確認しました。

施業後30か月の計測では、物理的減衰を考慮した値よりも平均で8.1%下回り、間伐実証地の線量は放射性物質の物理的減衰とほぼ同様に低減し、間伐による空間線量率低減効果を維持していることが確認できました(図4-5)。

表4-1 空間線量率の測定結果(二本松市スギ林)

施業内容	調査点数	平均線量 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		平均低減率		平均線量 施業30か月後 (C)	平均低減率	
		施業前 (A)	施業後 (B)	$((A-B)/A)$	物理的減衰 を考慮		$((A-C)/A)$	物理的減衰 を考慮
間伐30%	41	0.74	0.66	$(\triangle 10.8\%)$	$\triangle 8.7\%$	0.37	$(\triangle 50.0\%)$	$\triangle 8.1\%$
未施業	3	0.70				0.38	$(\triangle 45.7\%)$	$\triangle 6.8\%$

※1 本表は、間伐施業による空間線量率低減効果を実証したものです。

※2 実証地は、半径50mの円、面積0.80haで実施(森林整備の実施期間:2012.4.15～27)

※3 間伐の施業前後、施業30か月後の空間線量の測定結果を取りまとめたもの。

間伐後30か経過後も空間線量率低減効果を維持

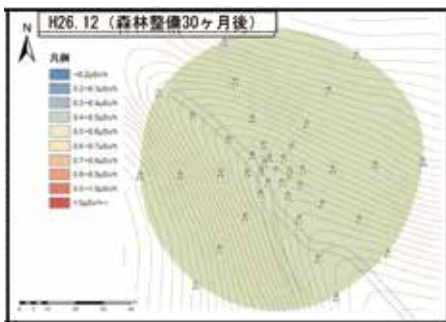
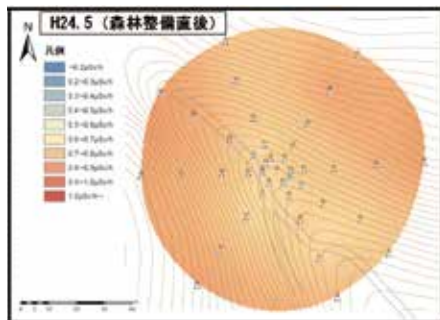
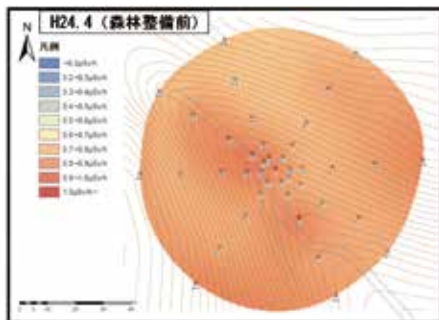


図4-5 間伐による空間線量率の推移

資料：福島県森林計画課「森林における放射性物質の状況と今後の予測について」  
2015年5月29日

# 大規模な森林施業による 空間線量率低減効果

福島県は、2012～2013年に田村市（常葉地区、都路地区）といわき市川前地区で試験地を設定し、大規模な森林施業が空間線量率に与える影響について実証試験を行いました。

### 針葉樹・広葉樹ともに施業によって線量が低減

①～③の3地区の面積、測定期間、施業内容は次のとおり。

- ①**田村市常葉地区**…21ha、期間:2012年12月～2013年6月、スギ間伐・皆伐、アカマツ皆伐、広葉樹皆伐を実施。
- ②**田村市都路地区**…28ha、期間:2012年11月～2013年7月、スギ間伐、ヒノキ間伐、アカマツ皆伐、広葉樹更新伐を実施。
- ③**いわき市川前地区**…15ha、期間:2012年12月～2013年5月、スギ間伐、広葉樹更新伐を実施。

空間線量率(放射性物質の物理的減衰を考慮)は、各実証地で低減し、各施業による低減割合は、スギ、ヒノキ林の間伐では3.5～11.8%、アカマツ林の皆伐では2.8～12.0%、広葉樹林の更新伐施業では11.1～21.1%、広葉樹林の皆伐では11.7%でした。

### 施業18か月後も空間線量率低減効果を維持

田村市都路地区では、スギ林とヒノキ林は間伐、アカマツ林は皆伐、広葉樹林は更新伐を実施し、施業の前後、施業1か月後、6か月後、18か月後に空間線量率を測定しました(図4-6)。

放射性物質の物理的減衰を考慮した上での各測定時の数値は、施業の

前後(11.7%減少)、施業1か月後(11.6%減少)、6か月後(10.4%減少)、18か月後(10.6%減少)となり、施業による空間線量率低減効果を維持していることがわかります(表4-2)。

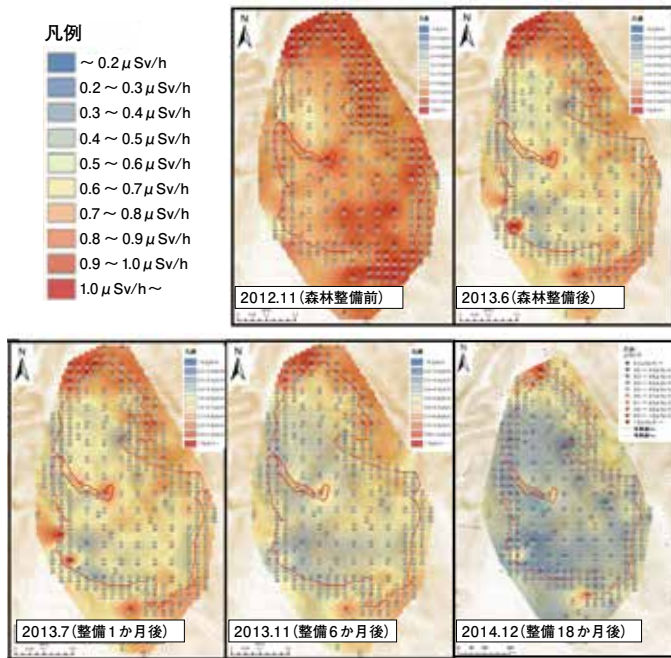


図4-6 森林整備による空間線量率の推移(田村市都路地区28ha)

表4-2 森林整備による空間線量率の測定結果(田村市都路地区28ha)

施業後18か月経過後も空間線量率低減効果を維持

樹種	面積(ha)	施業内容	調査点数	平均線量率( $\mu$ Sv/h)					線量の平均低減率(%)			
				施業前(A)	施業後(B)	施業1か月後(C)	施業6か月後(D)	施業18か月後(E)	施業前からの線量変化	物理的減衰を考慮後	施業後からの線量変化	物理的減衰を考慮
スギ	5.43	間伐30%以上	286	0.86	0.66	0.65	0.60	0.49	施業前後 ((B-A)/A))	$\Delta$ 11.7%	-	-
ヒノキ	0.37	間伐		(B-A)	(C-A)	(D-A)	(E-A)	( $\Delta$ 23.3%)				
アカマツ	1.07	皆伐		$\Delta$ 0.20	$\Delta$ 0.21	$\Delta$ 0.26	$\Delta$ 0.37	施業1か月後 ((C-A)/A))	$\Delta$ 11.6%	施業1か月後 ((C-B)/B))		
広葉樹	21.12	更新伐		(C-B)	(D-B)	(E-B)	( $\Delta$ 24.4%)					
				$\Delta$ 0.01	$\Delta$ 0.06	$\Delta$ 0.17	施業6か月後 ((D-A)/A))	$\Delta$ 10.4%	施業6か月後 ((D-B)/B))	$\Delta$ 0.3%		
							( $\Delta$ 30.2%)	$\Delta$ 10.4%	( $\Delta$ 9.1%)	$\Delta$ 0.3%		
							施業18か月後 ((E-A)/A))	$\Delta$ 10.6%	施業18か月後 ((E-B)/B))	$\Delta$ 0.3%		
							( $\Delta$ 40.3%)	$\Delta$ 10.6%	( $\Delta$ 25.8%)	$\Delta$ 0.3%		

※1 本表は、森林施業と落葉除去による空間線量率低減効果を実証したものである。実証は事業実践規模で面的に実施(森林施業実施時期:2012.11.1~2013.7.10)

※2 森林施業の前後、施業1か月後、6か月後、18か月後の線量の測定結果を取りまとめたもの。

資料:福島県森林計画課「森林における放射性物質の状況と今後の予測について」2015年5月29日

# きのこ原木に含まれる 放射性物質の把握と吸収抑制対策

林野庁では、安全なきのこ生産に向けて、きのこ原木への放射性物質の影響と放射性物質の吸収抑制の方法について調べています。

## 原木に含まれる放射性物質の把握

福島県内の広野試験地(広野町)では、土壌に含まれる放射性セシウムがきのこ原木栽培に使われるぼう芽更新木にどのくらい移行しているのかを把握するために、コナラのぼう芽更新木の枝と葉の放射性セシウム濃度を測定しました(図4-7)。

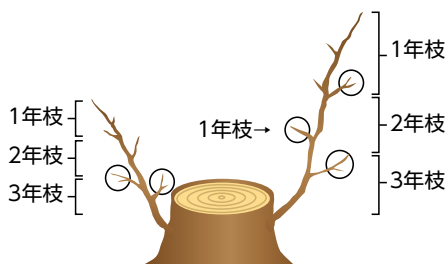
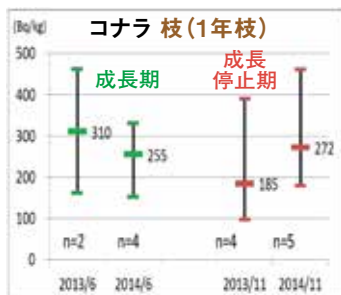
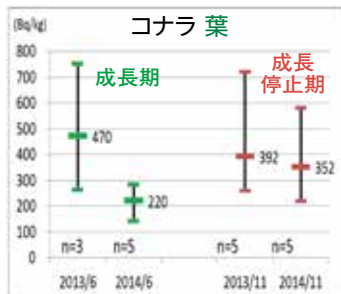


図4-7 ぼう芽枝の採取イメージ



誤差棒は最大値と最小値

図中のnは、調査木の数を示す。

図4-8 コナラぼう芽更新木の放射性セシウム濃度と面移行係数

成長期(6月)の比較では、葉と2年枝は2013～2014年にかけて半分程度に減少していました。成長停止期(11月)の比較では、葉は大きな変化はなく、1年枝は増加していました(図4-8)。

## カリウム施肥で放射性セシウム吸収を抑える

原木となるコナラ等のぼう芽更新木の放射性セシウムの吸収を抑制する方法に、稲作で効果が確認されているカリウムの施肥があります。そこで、カリウム施肥の有無による放射性セシウム吸収抑制効果の調査を田村試験地(田村市)で行っています。カリ肥料は緩効性の一般に市販されているものを使用し、 $20\text{g}/\text{m}^2$ を目安として施肥し、土壌中のカリウム量 $20\text{g}/\text{m}^2$ 以上を維持する条件で行われました。

立木の枝、ぼう芽枝、根の部位別に施肥の効果をみるため、試験箇所ですべて採取した試料ごとの放射性セシウム濃度とカリウム濃度の関係を調べたところ、根の放射性セシウム濃度はぼう芽枝と同程度でしたが、カリウム濃度はぼう芽枝の方が高い傾向でした。一方、枝のカリウム濃度は根やぼう芽枝と同程度でしたが、放射性セシウム濃度の比較では2倍以上の高い値を示す場合があります。これは、枝に福島第一原発の事故により放出された放射性セシウムが直接付着していることの影響と考えられます(図4-9)。

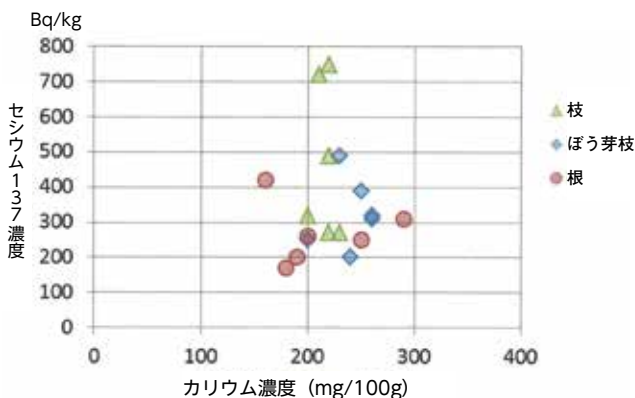


図4-9 放射性セシウム137とカリウム濃度の関係

# 森林内作業者の外部被ばく線量と防護衣等による被ばく低減効果

森林を整備する際、放射性物質による作業者の健康への影響が懸念材料の1つです。林野庁では、2014年4月に避難指示解除準備区域の指定が解除された福島県田村市都路地区に調査地を設け、放射性物質の影響を受けた森林で、作業に伴う被ばく線量の測定を行い、また作業者の被ばく低減につながる手法を検証しました。

## 外部被ばく線量は作業時間に比例して増加

作業者全員に積算式線量計を配布し、従事した作業種と時間及び外部被ばく線量の関係を計測するとともに、放射線防護衣の外側と内側に積算式線量計を設置して値を比較し、外部被ばく線量の低減効果を調べました。

外部被ばく線量は、基本的には作業時間が長い作業種ほど多くなります。

単位面積当たりの外部被ばく線量は、除伐が最高値の27.3  $\mu\text{Sv/ha}$ を示し、更新伐や植栽でも高い値を示しました。

作業道補修など重機内で過ごす時間が多い作業は、除伐や植栽など屋外で行うものに比べて外部被ばく線量が少なくなる傾向がみられました。

単位時間当たりの外部被ばく

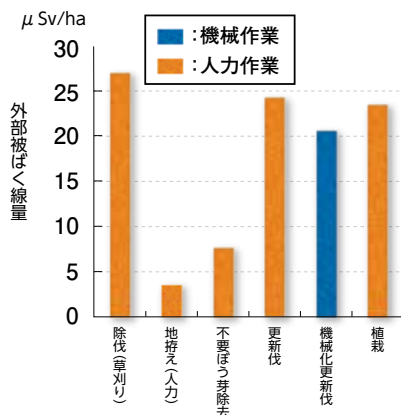


図4-10 作業種ごとの単位面積当たり外部被ばく線量



線量の計測結果を比較すると、機械による更新伐を実施したエリアでは人力での更新伐エリアに比べ外部被ばく線量が低くなりました。また最も高い値は人力作業での不要ぼう芽除去とチップ化で $0.39 \mu\text{Sv/h}$ を確認しました。

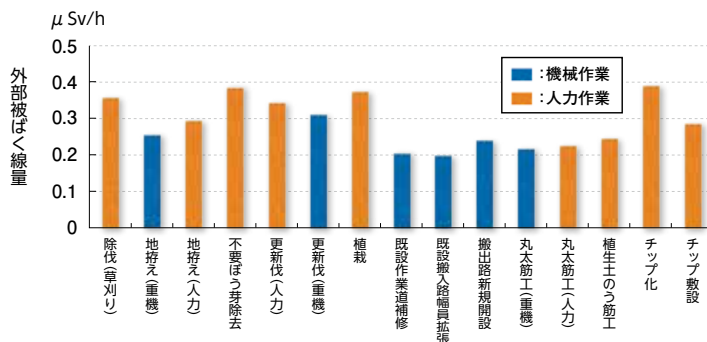


図4-11 作業種ごとの単位時間当たり外部被ばく線量

## 防護衣と特殊シートによる被ばく低減効果

作業者が放射線防護衣(3種類)を着用の場合、外部被ばく線量の低減効果を計測したところ、15～20%程度の低減が確認できました。その一方で、重さや動作性の面から着用による作業者の肉体的な負担が大きいことがわかり、作業効率の低下が心配されます。

また、施業に用いた重機の操縦席に放射線遮へい効果のある特殊シートを設置した場合には、設置しない場合に比べてオペレーターの外部被ばく線量は5%程度低減することが認められました。

表4-3 使用した防護衣の概要

	重量	遮へいの仕様	防護範囲	下半身防護パーツ
A製品	約2.3kg	タングステン機能紙	腕を除く上半身	無 <sup>※1</sup>
B製品	約5.0kg	特殊ゴム	腕を除く上半身	有 <sup>※2</sup>
C製品	約1.4kg	特殊ゴム	上半身中心部(骨髄)のみ	有 <sup>※2</sup>

※1 オプションとして販売されている製品は存在するが、本事業では不使用

※2 オプションとして販売されている製品を本事業で使用

資料：林野庁「平成26年度『森林における除染等実証事業』のうち『避難指示解除準備区域等における実証事業(田村市)』」2015年3月



# 森林内作業者の 内部被ばく線量と被ばく低減方法

林野庁では、福島県田村市の都路地区で、森林作業の際に放射性物質を作業員が吸入した場合の内部被ばく線量について、作業種ごとに測定しました。

## 内部被ばく線量は非常に小さい値

作業員の内部被ばく線量については、作業種ごとに粉じん量及び粉じんの放射性セシウム濃度を測定しました。1時間当たりの内部被ばく線量の最高値はチップ敷設実施時の $4.6 \times 10^{-5} \mu\text{Sv/h}$ 、総内部被ばく線量が最も高い作業種は植栽時の $7.3 \times 10^{-3} \mu\text{Sv/h}$ でした。いずれも外部被ばく線量に比べると数万分の1程度の値です(表4-4)。

## 効果的な被ばく低減方法

通常の森林施業で発生する粉じん濃度は非常に小さいため、全被ばく線量に占める内部被ばく線量の割合はごくわずかです。そのため、被ばく線量を低減するには外部被ばく線量の低減が重要になります。

外部被ばくを低減する方法として、主に次の3つが考えられます。

- ①作業時間の短縮
- ②防護衣などによる遮へい
- ③時間短縮と遮へい効果を併せ持つ機械化による作業

外部被ばく線量が高い作業種としては、除伐、植栽、更新伐等が挙げら

れるので、これらの作業での外部被ばく線量を抑制すれば、作業による被ばく線量は低減できます。更新伐において、集材と玉切り作業で高性能林業機械を導入した機械化作業を試行したところ、作業時間の短縮と外部被ばく線量の低減につながりました。伐倒についても機械の導入が可能であれば、さらなる低減効果が考えられます。

除伐や植栽については、機械化が困難な上に作業時間の短縮も難しいため、作業員数を増やして1人当たりの外部被ばく線量を低減するとともに、ホットスポットでの作業や平坦な肉体的負荷の小さい箇所での作業を行う際に、放射線防護衣を活用することで外部被ばく線量を低減させる方法が考えられます。

表4-4 使用した防護衣の概要

作業種	平均粉じん濃度 mg/m <sup>3</sup>	総作業時間 h	粉じん吸入量		対象物の濃度*1		内部被ばく量 μSv/h
			mg/h	mg	セシウム134 Bq/kg	セシウム137 Bq/kg	
除伐	0.29	379.5	0.35	131.3	86	260	0.4 × 10 <sup>-5</sup>
作業路開設*2	0.17	147.0	0.20	29.6	1500	3800	3.6 × 10 <sup>-5</sup>
更新伐	0.10	120.5	0.16	19.7	220	680	0.5 × 10 <sup>-5</sup>
地拵え	0.10	70.5	0.13	8.8	1500	3800	2.2 × 10 <sup>-5</sup>
機械化更新伐*2	0.08	18.5	0.09	1.7	1500	3800	1.7 × 10 <sup>-5</sup>
植栽	0.10	336.5	0.12	40.7	1500	3800	2.2 × 10 <sup>-5</sup>
チップ敷設	1.24	77.0	1.48	114.2	220	680	4.6 × 10 <sup>-5</sup>

\*1:除伐は下層植生濃度の平均値。作業路開設・地拵え・機械化更新伐・植栽はリター及び土壌濃度の平均値。更新伐・チップ敷設は丸太材濃度の平均値を採用

\*2:作業路開設と機械化更新伐は重機内での作業のため実際には粉じん吸入量・内部被ばく量は大きく低減すると想定されるが、野外作業と同様の方法で算出

資料：林野庁「平成26年度『森林における除染等実証事業』のうち『避難指示解除準備区域等における実証事業（田村市）』」2015年3月

# 山菜（ワラビ）の 放射性物質濃度の低減

山菜の中でも人気の高いワラビは、通常食べる際にあく抜きを行います。この事前処理によって、ワラビの中の放射性セシウム濃度を低減することも可能かどうか、福島県林業研究センターが実験をしました。

## あく抜きで一般食品の基準値を下回る

実験では、県内4か所からワラビを採取し、あく抜き処理をする前と後の放射性セシウム濃度（セシウム137とセシウム134をそれぞれ測定して合算）を測定しました。はじめに可食部全体（穂先と茎）を測定し、次に穂先と茎に分けて測定を行いました。あく抜きを行ったのは茎のみです。

その結果、ワラビの放射性セシウム濃度は、あく抜き前の値が77～383Bq/kgに対し、あく抜き後の値は18～78Bq/kgでした（図4-12）。あく抜きによる放射性セシウム濃度の減少率は71～80%です。あく抜き前に

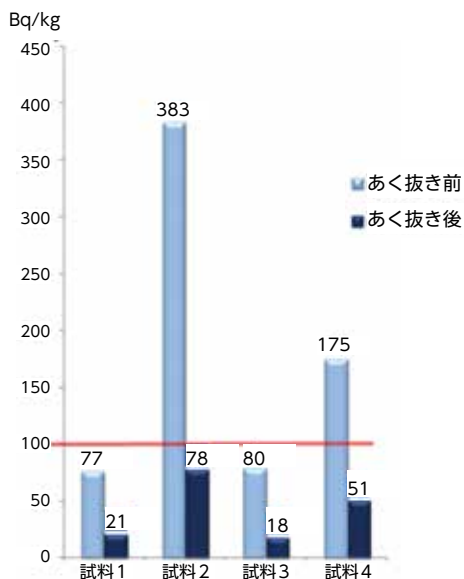


図4-12 あく抜き処理による放射性セシウム濃度の変化

もっとも濃度が高かった383Bq/kgのワラビは、あく抜き後に78Bq/kgとなり、一般食品の基準値(100Bq/kg)を下回りました。

## 穂先の除去が安全性を高める

ワラビの穂先と茎では、放射性セシウム濃度に大きな違いがみられ、穂先の濃度は茎の2.36～3.30倍でした(図4-13)。これらのことから、ワラビを食用とする場合には、穂先を除去することと、あく抜きをすることが、安全性を高めるために有効であると確認されました。

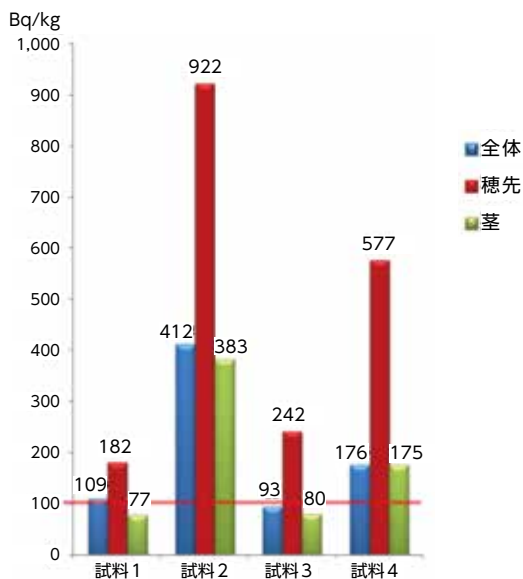


図4-13 部位別放射性セシウム濃度

資料：福島県林業研究センター「放射性物質関連研究成果発表会要旨」  
2014年1月29日

# 竹林施業によるタケノコの放射性物質濃度の低減効果

福島県で採取されたタケノコに含まれる放射性物質のモニタリング調査をしたところ、一般食品の基準値を超える事例が公表されました。そこで、福島県林業研究センターでは、竹林施業がタケノコの放射性セシウム(セシウム134+セシウム137)濃度の低下に効果があるか、調査を進めてきました。

2011～2014年にかけて実施した試験では、落葉除去・間伐・施肥などの竹林施業を積極的に行うことで、タケノコの放射性セシウム濃度を低減できることがわかりました。

## 3つの試験区で竹林施業を実施

試験は相馬市内のモウソウ竹林で実施しました。2011年12月、試験地内に半径10mの円を設定し、円内に次の3つの試験区を設けました。(A)落葉除去・間伐区、(B)落葉除去・間伐・施肥区、(C)対照区です。各試験区でそれぞれの施業を実施した後、2012年12月と2013年12月に(A)落葉除去・間伐区では落葉除去を実施し、(B)落葉除去・間伐・施肥区では落葉除去と施肥を実施しました(図4-14)。

## 竹林施業により放射性セシウム濃度が低下

2014年春に発生したタケノコの放射性セシウム濃度を測定したところ、(B)落葉除去・間伐・施肥区から発生したタケノコの放射性セシウム

濃度が最も低く、次いで(A)落葉除去・間伐区、(C)対照区の順でした(図4-15)。2013年に収穫したタケノコでも同様の結果を得ており、施業によってタケノコの放射性セシウム濃度を低下させることができると期待されます。特に落葉除去、間伐、施肥を同時に実施することが効果的だと考えられます。

タケノコの部位別では、頂端の放射性セシウム濃度は高く、中央部、根元の順で濃度が低くなりました。

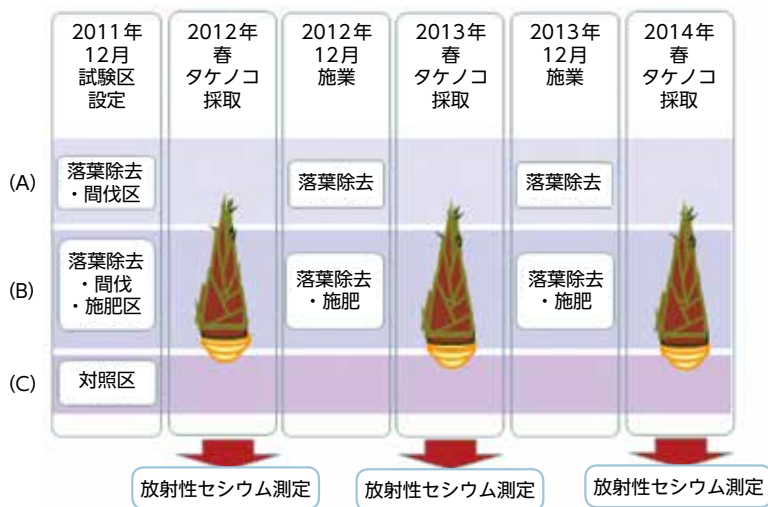


図4-14 試験行程図

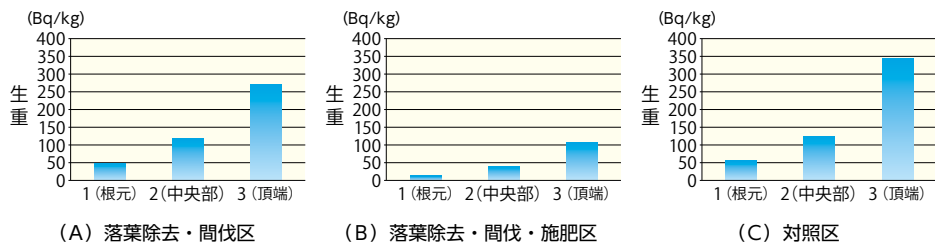


図4-15 各試験区のタケノコの放射性セシウム濃度測定例

資料：福島県林業研究センター「放射線関連支援技術情報『竹林施業によるタケノコの放射性セシウム濃度低減技術』」2014年

(※武井利之他投稿中)

# 栽培きのこの放射性物質濃度低減

福島県林業研究センターは、放射性セシウム（セシウム134+セシウム137）の栽培きのこ（原木露地栽培によるシイタケと菌床栽培ナメコ）への移行低減方法について検証しました。

## シイタケほだ木への放射性セシウムの移行低減調査

シイタケの原木露地栽培では、林内雨や落葉、土壌から放射性セシウムが侵入し子実体を汚染する危険性が考えられます。そこで、原木を被覆し、原木の下に敷き材を入れることによる原木への放射性セシウムの移行の低減効果を調べました。

原木の被覆材は、ゼオライトシート、プルシアンブルーシート（以下、PBシート）、「被覆材なし」の3種類としました。敷き材は、ゼオライトシート、PBシート、パレット、「敷き材なし」、山砂、黒土の6種類とし、各試験区に敷き詰めました。2013年6月上旬、放射性セシウムを含まない原木に植菌済みのほだ木を各試験区にムカデ伏せしました（表4-5）。

## ほだ木の被覆材・敷き材でシイタケの放射性セシウム濃度を低減

その後、2014年4月下旬～6月にかけて発生したシイタケについて放射性セシウム濃度を測定したところ、次の結果が得られました（図4-16）。

**山砂を敷き材とした場合（試験区M、N、O）**にはゼオライトシート及びPBシートでほだ木を被覆した方が（試験区M、N）、被覆しない場合（試験区O）より放射性セシウムの移行を顕著に抑制しました。

**黒土を敷き材とした場合（試験区P、Q、R）**にもゼオライトシート及び

PBシートでほだ木を被覆した方が(試験区P、Q)、被覆しない場合(試験区R)より放射性セシウムの移行を顕著に抑制しました。

シイタケの原木露地栽培において、野外ほだ場に山砂及び黒土を敷き込んだ場合、ゼオライトシート及びPBシートでほだ木を被覆するとシイタケの放射性セシウムの移行を抑制できることが期待されます。本試験は、1年目に発生したシイタケの測定結果であり、2年目以降の結果を継続調査し、ほだ木の被覆材・敷き材が生産現場に活用できるかを判断する必要があります。

表4-5 シイタケの原木露地栽培におけるほだ木の被覆材及び敷き材の組み合わせ

試験区	被覆材	敷き材
A	ゼオライトシート	ゼオライトシート
B	PBシート	ゼオライトシート
C	無し	ゼオライトシート
D	ゼオライトシート	PBシート
E	PBシート	PBシート
F	無し	PBシート
G	ゼオライトシート	パレット
H	PBシート	パレット
I	無し	パレット
J	ゼオライトシート	無し
K	PBシート	無し
L	無し	無し
M	ゼオライトシート	山砂
N	PBシート	山砂
O	無し	山砂
P	ゼオライトシート	黒土
Q	PBシート	黒土
R	無し	黒土

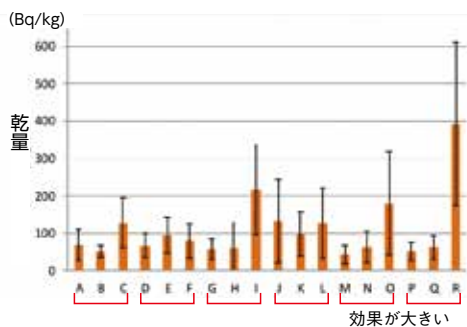


図4-16 被覆材及び敷き材を用いて原木露地栽培したシイタケの放射性セシウム濃度

## ナメコ培地へのゼオライト添加で放射性セシウム濃度が低減

菌床栽培ナメコでは、培地へのゼオライト添加による放射性セシウム濃度の低減効果を検討しました。ゼオライトは2種類(クリノプチロライト



系とモルデナイト系)を用い、粒度及び濃度を変えて培地(約700Bq/kg乾量)に加えて栽培し、発生したナメコの放射性セシウム濃度を測定しました。(表4-6、図4-17)。

### (1)クリノプチロライト系ゼオライトを添加(試験区a～f)

乾燥培地重量に対して1%添加した場合、ナメコの放射性セシウム濃度は対照区の約1/3～1/4でした(試験区a、c、e)。また、0.2%添加した場合は対照区の約3/4でした(試験区b、d、f)。

### (2)モルデナイト系ゼオライトを添加(試験区g～l)

乾燥培地重量に対して1%添加した場合、ナメコの放射性セシウム濃度は対照区の約1/5でした(試験区g、i、k)。また0.2%添加した場合、対照区の約1/2でした(試験区h、j、l)。

ナメコ菌床栽培においては、クリノプチロライト系とモルデナイト系のゼオライトがともに放射性セシウム濃度を低減する効果が明確となり、放射性セシウム移行抑制剤として効果があることがわかりました。

表4-6 ナメコ菌床に添加したゼオライト

試験区	ゼオライト	粒度(mm)	濃度(重量%)
a	クリノプチロライト系	2.0-0.5	1.0
b	クリノプチロライト系	2.0-0.5	0.2
c	クリノプチロライト系	0.5-0.1	1.0
d	クリノプチロライト系	0.5-0.1	0.2
e	クリノプチロライト系	0.1mm以下	1.0
f	クリノプチロライト系	0.1mm以下	0.2
g	モルデナイト系	1.9-0.8	1.0
h	モルデナイト系	1.9-0.8	0.2
i	モルデナイト系	0.8-0.1	1.0
j	モルデナイト系	0.8-0.1	0.2
k	モルデナイト系	0.1mm以下	1.0
l	モルデナイト系	0.1mm以下	0.2
m	対照区		

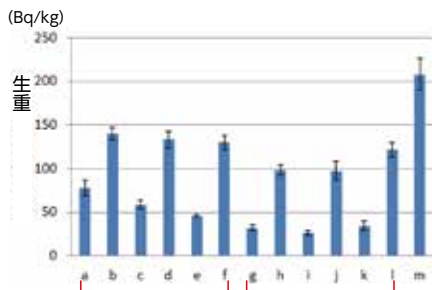


図4-17 菌床(約700Bq/kg乾量)にゼオライトを添加して栽培したナメコの放射性セシウム濃度

資料：福島県林業研究センター「放射線関連支援技術情報『きのこ栽培における放射性セシウム汚染軽減効果』県産きのこの放射性物質の挙動と対策に関する研究」2014年

(※武井利之他投稿中)

# 5章

## 森林・林業・木材産業 の再生、 復興への道すじ



## 林業活動の再開に向けて①

# 森林整備、素材生産業

福島第一原発の事故後、福島県内での林業活動は大きく落ち込んでいました。復興への努力により、福島県全体としては素材生産量、製材出荷量、チップ生産量は回復の傾向にあります。今後の生産活動の拡大により、地域の雇用の拡大が期待されます。

### 森林整備・素材生産

福島県の素材生産量（製材用・合板用・木材チップ用の合計）は、2011年に63万6,000m<sup>3</sup>に落ち込みましたが、2014年には65万5,000m<sup>3</sup>になり、回復傾向がみられます（p.17、**図1-4**）。中でも、主に人工林材を利用する製材用は2013年の統計で、福島第一原発の事故の影響を受ける前と同等の値になりました。

若手労働力や新技術の導入などにより産業が活発化し、生産活動がさらに拡大することが期待されます。

資料：農林水産省「木材統計」

### 事例コラム 間伐材を海岸防災林施工材料に活用

海岸防災林は、潮害の防備、飛砂・風害の防備等の災害防止などの機能があり、2011年の津波災害では、津波エネルギーの減衰や漂流物を捕捉するなど一定の効果がありました。今後も住民生活の安定、憩いの場の提供のために、海岸防災林の早期再生を目指しています。

砂が絶えず移動する砂地では、植栽木が埋没するのを防ぐために静砂工

を設ける方法があります。植栽予定地に正方形もしくは長方形の区画を細かく配置し、砂の移動を防止して植栽をします。この静砂工の1つである静砂垣に、福島県産の間伐材が活用されています(写真5-1)。

本文資料：福島県森林保全課「福島県の海岸防災林の再生に向けたガイドライン(海岸防災林復旧整備方針)」2014年8月



写真5-1 間伐材を使用して  
作られた静砂垣及  
び防風柵

写真：福島県森林保全課

### 事例コラム 若手労働力の育成・確保

「田村材」ブランドとして良質なスギの生産に取り組む田村森林組合は、地域材100%の家づくりを提唱し、地域材の需要拡大に力を入れています。原材料の安定的な供給と効率的な作業システムの構築のため、積極的に高性能林業機械を導入してきました。これと併せ、オペレーターの養成講習と技術研修の受講により、人材育成に力を入れています。さらに、緑の雇用担い手対策事業を活用した若手労働力の確保など、地域雇用に大きく貢献しています。



写真5-2

田村森林組合のプロセッサ。積極的に高性能林業機械を導入し、低コストで効率的な作業を目指してきました

資料：全国森林組合連合会HP「林業事業者就業環境改善対策事業  
平成21年度選定優良林業事業者」(2009年)

## 事例コラム マルチスキッドによるグラウンド式無人架線集材

集材の作業者の被ばく低減にもつながる新たな林業機械の使用が始まっています。国内で初めて導入された無人のスキッド、「マルチスキッド PULLY」(KONRAD 社)は、白河市にある株式会社ミツヤマグリーンプロジェクトの集材現場で稼働しています。

マルチスキッドを使った集材方式は、グラウンド式無人架線系集材システムと名付けられています。地面の上に主索を張り、その主索をたどりながら無人のスキッドが走行し、材を牽引、集材する仕組みです。主索は高い位置に張る必要がなく、木登りの必要性がありません。短時間で設置できることがシステムの大きな利点です。

グラップル付きで全木集材も可能です。また、機械に乗車せずリモコン操作で機械の移動や集材ができるためオペレータの被ばく低減効果を期待でき、重機の横転や倒木による労働災害のリスク軽減にもつながります。



**写真5-3** リモコン操縦でマルチスキッドのクレーンを操作して材を集めます。  
幅2.56m×長さ4.72m、車体重量4.75tの8輪、100馬力(ディーゼル)

写真：福島県

資料：株式会社ミツヤマグリーンプロジェクト「平成24年度補正林野庁補助事業 先進的林業機械緊急実証・普及事業『国内初マルチスキッド(グラウンド式無人架線系集材システム)』」2014年3月、福島県南農林事務所「マルチスキッド導入による集材効率向上と施業可能林地拡大」

## 事例コラム 良質材展示会

福島第一原発の事故後、県内での林業活動は大きく落ち込んでいましたが、復興への努力により、県全体としては素材生産量は回復の傾向にあります。

市場では記念市も開催されています。2014年10月、いわき市で第17回福島県森林組合連合会良質材展示会が開催されました。100点の出品があった中で育林技術や造材技術が高い8点が入賞しました。最も優れた材として林野庁長官賞に選ばれたのは、いわき市勿来町の磐城造林株式会社が出品したスギ材でした。

いわき木材センターの木材市況によると、この頃には入荷量が回復し、2014年11月は販売量が5,638m<sup>3</sup>(前年同月比117%)、12月は販売量が3,646m<sup>3</sup>(前年同月比92%)と好調な様子がみられました。



写真5-4 林野庁長官賞受賞材

資料：福島県 HP「いわき農林水産ニュース11月号」2014年11月28日、  
福島県森林組合連合会 HP「木材市況」

## 林業活動の再開に向けて②

# 製材加工業

福島第一原発の事故後、福島県内での林業活動が一時的に落ち込んでいました。しかし復興への努力により、その後の製材出荷量、チップ生産量は回復の傾向にあります。

製材出荷量について2011～2014年の統計をみると、年間32万7,000～35万1,000m<sup>3</sup>を出荷しています。これは福島第一原発の事故前の数年間の数値とほぼ同等の値です。またチップ生産量は、2011年が18万t、2012年が15万5,000tでした。事故前と比べると減少しましたが、その後は2013年に20万6,000t、2014年に18万6,000tと少しずつ回復の兆しがみられます。

資料：農林水産省「木材統計」

### 素材の市場入出荷量と見通し

2014年1～12月における素材の県内市場入荷量は、前年比3.6%増の30万2,418m<sup>3</sup>と震災前を上回る取扱量でした(図5-1)。販売先をみると、県内向けが64%で19万3,170m<sup>3</sup>、県外向けが36%で10万9,875m<sup>3</sup>です。

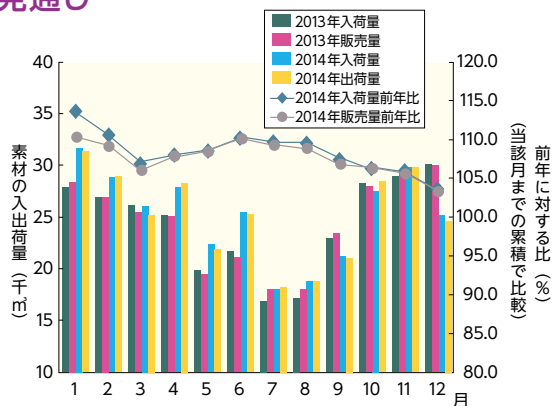


図5-1 素材の市場入出荷量の推移

資料：福島県林業振興課「福島県における主要木材の短期需給見通し(平成27年上半期)」2015年3月27日

県内では復興関連の需要が多く、素材の流通については、福島県に隣接する地域の集成材や燃料用チップ向けの素材需要が旺盛です。今後も県内に加え県外の需給状況に注視する必要があります。

## 住宅着工の現状と見通し

2014年下半期(7～12月)における県内の新設住宅着工戸数は、前年比8.4%減の7,765戸となり、消費増税に伴う駆け込み需要の反動などからやや減少に転じました。しかし、復興需要が下支えとなり、震災前よりも高い水準で推移しました(図5-2)。

また、復興需要に加えて、低水準にある住宅ローン金利、税制優遇措置の拡充や省エネ住宅ポイント制度などの需要喚起策の後押しもあり、今後も現状並みの水準で推移すると見込まれています。さらに、復興公営住宅建設において木造による建設割合が増えることが期待されているほか、戸建て住宅では新築だけでなく増改築の需要が高まるとの見方もあり、これからも住宅建築等に向けた木材の需要に大きな期待がかかります。

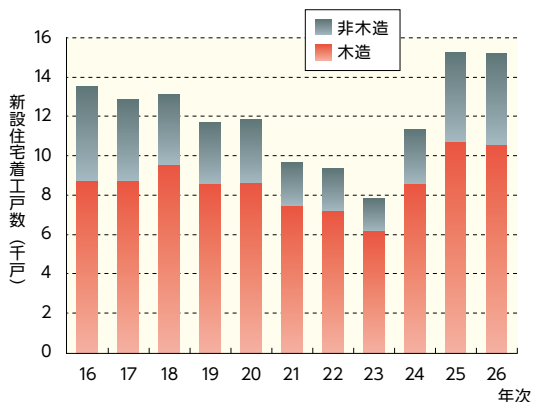


図5-2 県内の住宅着工戸数

資料：福島県林業振興課「福島県における主要木材の短期需給見通し(平成27年上半年期)」  
2015年3月27日



## 事例コラム ブランド材「とってお木」をアピール

福島県産ブランド材「とってお木」は、県内14の認証製材工場が製材し、乾燥加工から検査まで、トータル管理のもとに生産した建築木材です。日本農林規格 (JAS) 基準で製材・選別され、マークが添付された材は、県内のみならず関東圏の展示会などでも広くアピールされています。

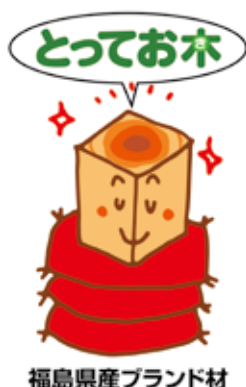


写真5-5 「とってお木」マークが貼付された製品

資料：福島県木材協同組合連合会 HP

## 事例コラム 4段階で製品を検査して出荷

塙町に工場を置く協和木材株式会社は、製材加工・販売業者として国産材では国内最大規模の工場を保有すると同時に、森林育成にも力を入れている企業です。素材の生産から製品加工・販売までの作業を一貫して管理しています。

また福島第一原発の事故の影響からの放射能対策として、伐採地の大気・製材用素材・製品表面・製品内部の4段階で放射線の管理を行っています。福島県木材協同組合連合会の自主管理により、基準値以上の丸太は出荷せず専門機関で再検査し、自社測定データと照合し検証しています。また、検査データをホームページ上で公表する等、安心できる製品づくりにも取り組んでいます。



**写真5-6** 2006年から稼働している協和木材株式会社工場  
(工場敷地面積14万7,990m<sup>2</sup>、工場面積1万890m<sup>2</sup>)

資料：協和木材株式会社HP

### 事例コラム チップ新工場が稼働

福島第一原発の事故後の県内のチップ生産量を統計でみると、2011年は18万t、2012年は15万5,000tでした。事故前と比べると減少しましたが、その後は2013年に20万6,000t、2014年に18万6,000tと少しずつ回復の兆しがみられます。木材チップ製造を手がける遠野興産株式会社(本社工場いわき市)は、2015年4月に同社4番目のチップ工場(いわき市内)の稼働を始めました。製材や合板等には使えない低質材を余すところなく原料として使い切る技術力で、木材資源の有効活用を実現しています。



**写真5-7** 遠野興産株式会社山田第二工場(チップ工場)

資料・農林水産省「木材統計調査」、日刊木材新聞(2015年4月16日)

## 福島県産材製材品の 表面線量の調査結果

福島県では、消費者への安全な木材の供給を目指し、木材製品における放射性物質の調査を定期的に行っています。2011年から3か月に1回のペースで測定している県産材の表面線量は、2015年9～10月の調査結果からも安全性が確認されました。

### 142か所の工場で979検体を調査

福島県では、2011年から2015年10月にかけて、県産材を製材・出荷している工場を対象に、柱、梁、板材等の製材品の表面線量(単位cpm)を16回にわたり測定しました(表5-1、図5-3)。

第16回の調査では、現在、県産材を製材・出荷している全工場142か所で製材品の表面線量を測定しました。その結果、表面線量の最大値は41cpm(0.001  $\mu$  Sv/h\*相当)でした。

この41cpmという値について、放射線防護に詳しい国立大学法人長崎大学松田尚樹教授と防衛大学校高田真志教授に確認したところ、環境や健康への影響はないと評価されました。

福島県は今後も、同様の調査を定期的(3か月に1回)に行い、製材品の安全を確認していくこととしています。

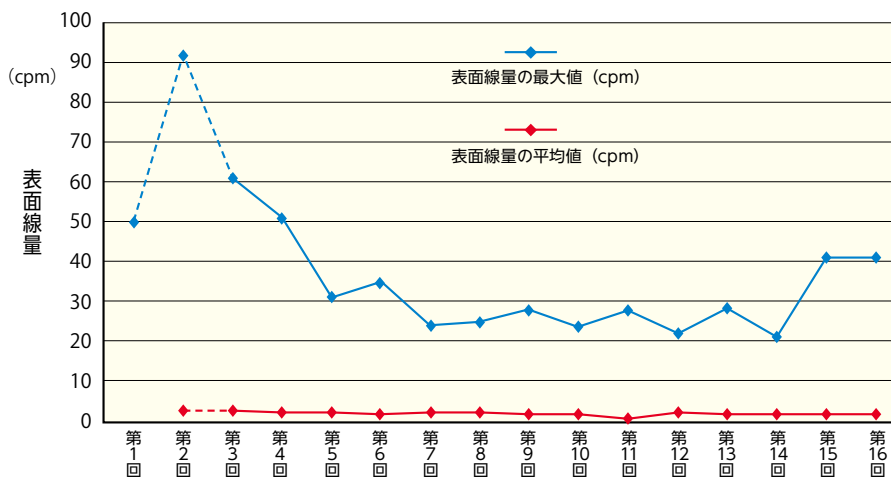


写真5-8 木材の表面線量測定状況

\*震災前の福島市の空間線量率(2010年2月16日) 0.04  $\mu$  Sv/h、  
東京都新宿区の空間線量率(2014年1月28日) 0.035  $\mu$  Sv/h。

表5-1 調査時期と調査対象の工場数・検体数

	調査時期	工場数	検体数
第1回	2011年11月10日～12月7日	31	544
第2回	2012年1月25日～3月8日	49	321
第3回	2012年6月4日～7月24日	135	1058
第4回	2012年9月3日～11月6日	156	1224
第5回	2012年11月22日～2013年2月4日	135	1177
第6回	2013年3月1日～5月31日	121	1076
第7回	2013年5月27日～7月19日	153	1301
第8回	2013年8月28日～10月30日	134	1124
第9回	2013年11月26日～2014年1月24日	132	1097
第10回	2014年2月20日～3月26日	133	1078
第11回	2014年5月26日～6月30日	144	1071
第12回	2014年8月28日～10月2日	146	1035
第13回	2014年11月17日～12月22日	134	906
第14回	2015年2月10日～3月24日	133	955
第15回	2015年6月2日～7月2日	147	1054
第16回	2015年9月1日～10月8日	142	979



第1回：県内の主要な工場について実施した。  
 第2回：線量の高い県北、相双、県中の一部地域において稼働している全ての工場で実施した。  
 第3回以降：県産材を製材出荷している全ての工場で実施した。

図5-3 製材品の表面線量

資料：福島県林業振興課「県産材製材品の表面線量調査の結果について」  
 2015年11月25日発表資料

## 公共建築に使われる県産材

「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」が、2010年5月26日公布され、同年10月1日施行されました。国が率先して木材利用に取り組むとともに、地方公共団体や民間事業者にも国の方針に即して主体的な取り組みを促し、住宅など一般建築物への波及効果を含め、木材全体の需要を拡大することをねらいとしています。

県産木材の利用拡大は、林業の再生・復興の原動力にもなります。福島県内でも現在、公共建築物等の木造化を促進する動きが活発化しています。県内では庁舎や事務所、幼稚園、小中学校等の学校施設など多岐にわたり、木造化が実現しています。その波及効果として、地域の工務店・職人の仕事が確保され、木材加工業や森林所有者への利益還元につながるなどのメリットが生まれています。

### 木造化で地域に利益還元

建築物を木造にすることは、木材利用による地球温暖化防止などの環境保全、森林の適正な整備や林業の再生、さらには地域経済の活性化にもつながります。

これまで地域の工務店・職人は、住宅建設の経験はあっても大規模な木造建築の施工経験はほとんどありませんでした。今後、ゼネコンなどと組んで経験を積むことで、徐々に大規模な木造建築に取り組むことが可能になり、地域が主体となって維持管理に携わることが考えられます。また地域材を利用して建設すれば、その地域の木材生産・木材加工業者に建設資金が還元されることとなります。

木造化は、地域の工務店や職人の仕事の確保、木材加工業や森林所有者

等への利益還元につながるなど、大きな波及効果が期待できます。

## コストコントロールの手引きを作成

規模の大きな木造建築物の検討には、建設コストに関する疑問や不安の声も挙がっています。福島県では、設計者や発注者が難しさを感じる点などについて解説した「福島県大規模木造建築の手引き」を発行しています。この手引き書には木造建築のコストのコントロール手法について記されています。特殊な加工材より一般流通材や定尺材の使用、生産性や作業性を考えた設計、効率的な構造の検討などのポイントを過去の調査等から整理し、コストを抑える工夫をまとめています。

## 木造事例が多い福島県

福島県は全国的に見ても木造事例が多く、木造関連の技術開発も盛んです。県内における木造事例から次の4つを紹介します。

### 特別養護老人ホームひかりの里(西白河郡中島村)

木造在来工法を採用し、木のもつ温かみや柔らかさが入所者に安心感を与えている特別養護老人ホームです。延床面積4,750.86㎡の平屋には、ベイマツ、スギ、ヒノキを約721㎡使用しています。



写真5-9 特別養護老人ホームひかりの里

特養住戸ユニットが8つあるほか、ショートステイ、デイサービス、地域交流センターなどを配置しています。2013年12月～2014年7月の工事期間は、地元の大工や職人、住民が積極的に参加しました。東日本大震災の復旧・復興に伴い、建設資材の流通まひや急激な価格高騰が起きていた中でしたが、流通・価格ともに比較的安定した木材を積極的に利用することで、工期や費用に与える影響を極力抑えることができました。

### 須賀川市立第三中学校屋内運動場(須賀川市)

スギの無垢材を使用し、温かみと香りを感じることができる体育館は2014年7月に竣工されました。延床面積は1476.18㎡で、木造屋根には同形状のフレームを連続してつないでいます。93㎡使用した木材は全て4m材で足りるように工夫したため、調達が比較的容易でした。いわき市内の製材加工業者が製造した大断面製材のJAS認定材を使用しています。



写真5-10 須賀川市立第三中学校屋内運動場

### 大倉保育園(いわき市)

内装材にスギのフローリングと腰壁、スギの集成材など、県産材をふんだんに約106㎡使用した保育所は、未来を育む子どもたちに木のぬくもりを感じてもらえる空間です。延床面積861.18㎡の木造2階建ての施設は、地元いわき市内の製材加工業者が製造したスギ材を使っています。2014



年に完成した当初から、一般家庭のような雰囲気です。周辺住宅地にとけ込むような外観になっています。内部空間も吹き抜けを中心に各部屋を配置しているので、どこにいても子どもたちの存在が感じられます。



写真5-11 大倉保育園 (いわき市)

### 子育て定住支援住宅(一本杉)(福島市)

子育てしやすい良好な居住環境を備えた住宅で、避難している子育て世帯の帰還及び定住を促進するために2015年3月に建てられました。複数世帯が集まって暮らすことができる長屋づくりの建物には、福島市内の製材加工業者が製材した県産のスギが121㎡利用されています。



写真5-12 子育て定住支援住宅 (一本杉) (福島市)

資料：福島県林業振興課「福島県大規模木造建築の手引き」2015年2月版



## 県産材製品を公共空間で利用・展示 — 需要拡大に向けて

福島県では、林業の再生・復興へとつなげる県産木材の利用促進活動を行っています。その1つが、公共の空間で県産材を利用した製品を展示し、その必要性を広く普及啓発する「新『ほっと』スペース創出事業」です。

### 幅広いアイデアで県産材をアピール

2011年度から実施している「新『ほっと』スペース創出事業」では、高等学校や職業能力開発校等と連携しながら、多くの人の目に触れやすい公共建築物等に、アピール性の高い県産材製品を利用したり展示したりして、木のぬくもりや安らぎのある空間の提供に努めています。

本事業による、県産材の需要拡大につなげた、ぬくもりとアイデアが詰まった事例を紹介します。

#### 復興応援としての木製本棚の寄贈

2012年12月、東日本大震災で福島市に移設している飯館中学校に、県産のスギを使用した本棚10台が



写真5-13 福島工業高校の生徒たちによる手づくりの本棚



写真5-14 本棚を利用する飯館中学校の生徒

贈られました。製作したのは、福島県立福島工業高校建築科の生徒たちです。飯館中学校から、「手づくりによる心づかいと木のぬくもりが感じられ、生徒たちの表情にも安堵感とともに喜びや希望が感じられるようになった」との声が届いています。

### 小学校における木工教室と福祉施設への社会貢献活動

2013年11月、福島市立佐倉小学校で6年生の児童を対象に木工教室が開催されました。製作したのは、ベンチ16台とテーブル9台です。製作した木工品は、地元の特別養護老人ホームに寄贈され、老人ホームからは、「木のぬくもりがうれしい。それに加えて地元の子もたちとの地域のつながりも強まり、感謝します」という声が届いています。



写真5-15 木工品で地域のつながりが生まれた

### 間伐材PRのための木製ベンチの寄贈

福島県郡山市の木材木工工業団地協同組合は、県産のスギ、ヒノキを使用したベンチ10台を製作しました。現在、学校法人郡山開成学園の建学記念講堂ホワイエ（入口からホールまでの通路を兼ねた広場）で利用されています。シンプルなデザインと木の自然な色合いのベンチは「座りやすいだけでなく木のぬくもりを感じる」と学生たちにも好評です。



写真5-16 設置されたベンチ

## 高校生が設計・製作した木製ベンチを小学校に寄贈

福島県立清陵情報高校の生徒が大小合わせて20台のベンチを設計・製作しました。同校内のロビーや野球場グラウンドのダグアウト（選手などの控え席、ベンチ）、雨天練習場に設置されたほか、須賀川市立柏城小学校に2台寄贈されました。

清陵情報高校では、ベンチの製作状況について課題研究成果発表会で生徒が報告する機会を持ちました。ベンチが贈られた柏城小学校では、温かみのあるしっかりとしたベンチで読書に親しむ子どもたちの姿がみられます。



写真5-17 柏城小学校に寄贈されたベンチ

## 幅広い人々が集う場所でPRの役目を果たす

福島県厚生農業協同組合連合会塙厚生病院は、1日平均600人を超える外来患者が利用する東白川郡の基幹病院です。その待合室に、東白川郡森林組合が製作したベンチ5台が設置され、患者さんや来院者など多くの方に利用されています。



写真5-18 待合室に設置されたベンチ

また、高齢者や地域住民、東日本大震災により避難している方々などが広く利用している、元気高齢者施設JA東西しらかわ多目的ホール「みりよく満点」にも、東白川郡森林組合が製作したテーブルやベンチ、衝



写真5-19 交流スペースのテーブルとベンチ

立、スタンドなどがあります。多くの人が集う場所にあるので、広く県産材のPRが図られています。

### 利用者の使用感を考慮して学生が製作

南相馬市の応急仮設住宅の集会施設と談話室で利用されているテーブルといすのセットと下駄箱は、福島県立テクノアカデミー浜建築科の学生が製作し、寄贈したものです。「避難されている方々に張り合いを持って生活していただきたい」と願い、利用者の体格等を考慮しながら県産のスギ間伐材を使用してつくりました。「木製テーブルといすは、高さが低く、作業をしても疲れにくい。木の温かみがとても良い」と好評です。



写真5-20 利用者を考慮してつくられたテーブルといす

同校の学生が製作したCDラックや足置き台、ベンチは特別養護老人ホーム福寿園にもあります。車いすでの利用、体格などを考慮してつくられており、利用者に親しまれています。

### 美術部の学生がデザインを凝らした製品を病院に寄贈

福島県立保原高校美術部の生徒は、伊達クラフトセンターの協力により、県産材を使ったテーブルといすを製作し、北福島医療センター(伊達市)に寄贈しました。本を読むときに読みやすく天板が傾くテーブル、座った人が自然に包みこまれるようないす、親子一緒に座れるいすなど、木の特性を活かしながらデザインを工夫した作品にできあがっています。



写真5-21 個性あふれるテーブルといすで県産材をアピール

## 技術開発・普及が進む 県産木材製品いろいろ

林業の復興・再生の原動力となるのが木材利用の高まりです。福島県では公共建築物等の木造化を促進し、県内事業者等が開発した構法・技術を活かすことで大規模施設等における木材利用を推進しています。

### 県産材の需要拡大に向けた開発事例

福島県内でもさまざまな分野で新しい構法・技術が開発されており、今後、住宅から大規模建築まで木材利用の幅が広がることで、県産材の需要が拡大することが期待されています。

県産材を使った木材製品の技術開発・普及の事例を紹介します。

#### 木質ラーメン工法

建築物の壁や柱を少なくすることができるラーメン工法は、大空間が実現でき、間取りの設計も自由にできるとして、木造住宅の分野でも注目を浴びています。郡山市の株式会社オノツカが開発した「DRフレーム工法」は、県産材を利用することを目的とした木質ラーメン工法です。大規模建築にも安全に使用できるよう、柱・梁に2材合わせの部材を使用し、各接合部は高い剛性や耐力を実現しています。



写真5-22 木質ラーメン工法で建てられた大規模建築物



## ハイブリッド集成材

ハイブリッド集成材は、強度性能の高いカラマツを外層に用い、流通量が豊富なスギを内層に用いています。郡山市の株式会社オノツカが開発し、2014年に公益財団法人日本合板検査会によるJAS認定を取得しました。軽くて加工しやすいというスギの特長を活かしながら、ハイブリッド化により従来の県産スギの構造用集成材に比べて強度性能が向上しています。中・大規模木造建築物の梁にも使用することができるので、県産スギ材の需要拡大が期待されます。



写真5-23 外層にカラマツ、内層にスギを用いたハイブリッド集成材

## 耐力壁

郡山市に本社を置く藤寿産業株式会社では、意匠性に優れた耐力壁の開発を進めています。一般的に仕上げ材で隠ぺいすることが多い耐力壁ですが、その構造部材の現し<sup>あらわ</sup>を可能とし、採光や通風が可能な多機能耐力壁を開発しました。比較的低質とされる間伐材で採れる板材を有効利用しています。



写真5-24 採光や通風が可能な多機能耐力壁

## スギ厚板パネル

公共建築物の木造化には、準耐火性能及び防火性能が要求される場合があります。塙町に工場を置く協和木材株式会社が開発したスギ厚板パネルは、必要とされる準耐火構造及び防火構造の国土交通大臣認定を取得しています。スギ厚板パネルの建築での利用方法は、鉄骨や木造の軸組みに取り付ける単純



写真5-25 スギ厚板パネルを活用した仮設図書館

な仕組みなので、今まで木が使われなかった外壁や床などにも採用されています。また、このパネルは特殊な装置を必要とせず、既存の製材所や集材工場でも生産できます。これまでも地域材を使った仮設図書館や社員寮などが建てられています。

## 縦ログ工法

福島ログハウス共同体が手がける縦ログ工法は、一定の大きさの木材(ログ)を縦に並べてパネル化し、壁をつくる工法です。福島第一原発の事故後の仮設住宅の再利用にも配慮して、木材という単一の部材で、外装材、断熱材、構造材、内装材を重ねることができこの工法が注目されました。地域のスギを活用でき、またシンプルな仕組みで地元の工務店でもパネル制作が可能のため、今後この工法で大規模木造に参加する可能性も見込めます。



写真5-26 縦ログ工法による建物

## CLTの技術導入に向けた支援

CLT (Cross Laminated Timber : 直交集成板) のJASが2013年に制定され、注目を集めています。林野庁、国土交通省ではCLTの建築物の普及・利用に向けて、CLTを用いた技術開発、実証的建築への支援、生産体制の構築など具体的な目標を掲げています。福島県は、関係団体、民間事業者、有識者、県及び市町村等による産学官連携の組織を立ち上げ、CLT生産施設の整備に向けた検討をスタートするとともに、CLT等新技術導入への支援を行っています。

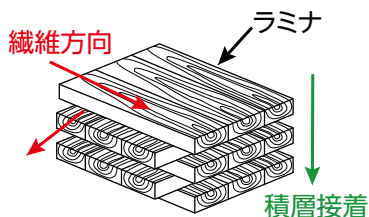


図5-4 CLTの模式図

一定の寸法に加工されたひき板(ラミナ)を繊維方向が直交するように積層接着した木材製品

資料：林野庁「平成27年版 森林・林業白書」

資料：福島県林業振興課「福島県大規模木造建築の手引き」2015年2月版

## 間伐材製の太陽光発電架台

近年、太陽光発電のパネルを支える架台に、間伐材を利用する動きがあります。アルミやスチールではなく、間伐材を素材とした木製架台は、木材を有効活用でき、森林の循環を促します。クリーンエネルギーとしての太陽光発電をさらに発展させる、先進的な架台です。

### 地域材の活用と地場産業の活性化につながる

2014年6月、棚倉町の建設会社が、調練場西発電所(0.4ha・出力250kW)に木製架台を設置しました。3寸角13尺のヒノキ材を1,550本(50m<sup>3</sup>)使用しています。ヒノキの間伐で発生した小径木を使い、皮付きの丸みを帯びた材まで活用しました。防腐処理は行わず、将来稼働終了時にチップなどへの再利用が可能です。構造・工法を簡易にし、地元の業者でも容易に施工できるように工夫しています。

地域材の有効活用を進め、地元で施工することは地域経済の活性化につながります。再生可能エネルギーの推進と地場産業の融合へ期待感がふくらみます。



写真5-27 調練場西発電所に設置された木製架台



写真5-28 太陽光パネルを設置した木製架台

資料：福島県南農林事務所 「県南木づかい新聞vol.3」2014年6月27日



## 木質バイオマス利用に向けて

森林整備で出る低質材や林地残材を木質バイオマスエネルギーとして利用しようとする動きは全国的に広がっています。

また、福島県においても安定供給や放射性物質への安全対策など課題はありますが、さまざまな施設で木質バイオマス利用が進んでいます。

### 福島県の強み—実績と木質バイオマス燃料利用可能量

福島県内には木質バイオマスのエネルギーを利用した2つの発電施設(いずれも森林資源に依存する内陸立地型)が稼働し、木質ボイラー等熱利用施設も普及していることなどの実績が強みです。

もう1つの強みは、資源的裏付けです。県内の木質バイオマス燃料の利用可能量は、木材生産における林地残材推定量(34万3,000 $\text{m}^3$ :2009年)と「ふくしま森林再生事業」による生産量(50万 $\text{m}^3$ :見込み)を基に算出すると、年間最大約84万3,000 $\text{m}^3$ が見込まれます。また、木質バイオマス燃料の供給能力は、県内のチップ工場における最大加工能力(89万3,000 $\text{m}^3$ :2011年)からチップ出荷量(60万8,000 $\text{m}^3$ :2011年)を差し引いた、28万5,000 $\text{m}^3$ /年が木質燃料チップの製造余力と推計されています。

### 放射性物質への対応

県内で産出される木材を木質バイオマス燃料として有効利用する際に、作業員の被ばくや汚染拡大を防止する観点から、以下の点に留意する必要があります。

#### (1) 施設計画時における留意点

- ①木質バイオマス燃料を利用する施設は、放射性物質の拡散を防ぐ対策を講じること。

- ②集荷範囲における木質バイオマス燃料の放射性物質濃度を部位別に確認すること。

## (2)施設稼働時における留意点

- ①利用する木質燃料チップの放射性物質濃度を定期的に確認すること。  
②燃焼灰を取り扱う(燃焼灰が生成される炉内を含む)作業従事者に対しては、電離放射線障害防止規則に沿った対策を講じること。

## (3)燃焼灰の処理に関する留意点

- ①木質バイオマスエネルギー利用施設において発生する燃焼灰の放射性物質濃度は、8,000Bq/kgを超えない措置を講じるとともに、定期的に測定し、適正な濃度管理を行うこと。  
②燃焼灰の処理に当たっては、環境省の「福島県内の災害廃棄物の処理の方針」を遵守すること。  
③8,000Bq/kgを超える燃焼灰が検出された場合、国の方針に沿った適正な処理を行うこと。

資料：福島県「福島県木質バイオマス安定供給指針」2013年3月7日策定

## 事例に見るバイオマス発電の現状

株式会社グリーン発電会津河東発電所は、山林に残置されてきた未利用材等を木質バイオマス発電の燃料として利用しています。2010年に発電所が建設された際に気をつけたことは、林業のサイクルを崩さないことでした。

会津管内では、年間1,300haの間伐が可能で、そのうち未利用材が9～13万t発生します。主伐の場合は、年間200～300haのうち未利用材が4～9万tです。合計すると年間平均15万tの未利用材が発生していますが、このうち比較的簡単に利用可能な量の7万tから逆算して発電量の適正値を5,000kWに設定しています。また安全配慮の面からも、燃料として利



写真5-29 発電施設の外観

用する木材チップはトラックが発電所に入る際の放射線量の計測や、第三者機関によるサンプル検査などの配慮を欠かしません。

資料：一般社団法人とうほう地域総合研究所「福島の進路 No.371」2013年7月、株式会社グリーン発電会津HP

## 木質バイオマスの熱利用

福島県では、2004～2011年までの間にペレットボイラー5基、チップボイラーを2基導入してきました。

教育施設への導入例としては、2015年、西会津町立西会津小学校へチップボイラーが設置されています。地域産出材を原材料とするチップを燃料とした規模300kWのボイラーは、校舎内の暖房用として活躍しています。



写真5-30 西会津町立西会津小学校に導入されたチップボイラー（校舎内暖房用）

資料：福島県林業振興課

## 注目される木質バイオマス利用の新技术 —直接メタン発酵

### 放射性物質に汚染された木材にも応用可能

木質バイオマス利用の新しい技術として検討されているのが、木材の直接メタン発酵です。従来、木材は細胞壁が強固なことから、メタンガスを作ることは不可能とされていました。しかし新技术として、国立研究開発法人森林総合研究所が開発した「湿式ミリング装置」に木粉と酵素、pH調整剤を投入すると、細胞壁成分がバラバラになり、メタン菌が発酵できるようになることが分かりました。

メタンガスは空気より軽く、放射性物質で汚染された植物や木材中の放射性物質は空気より重いため、放射性物質がメタンガスと一緒に

回収されることはありません

## 発酵によって体積が1/10以下になる

さらに木材は、発酵によって体積が1/10以下になることがわかりました。木質系廃棄物に物理的あるいは化学的な処理を施して体積を減らす「減容化」は、廃棄物の貯蔵施設や処理場の保管用地を減らす手法として、さまざまな技術が試みられています。その1つとして、この直接メタン発酵の技術による減容化も効果的だと考えられています。

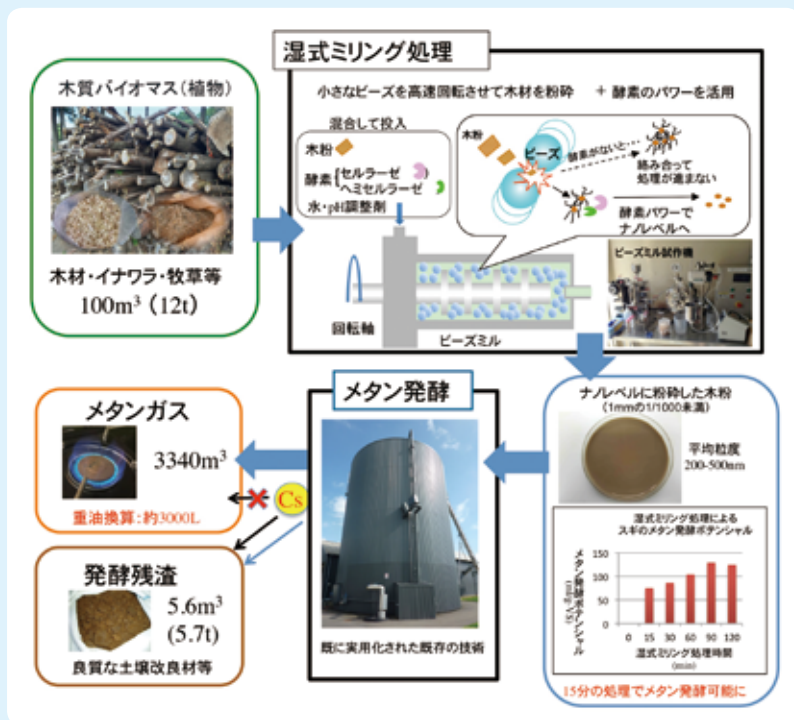


図5-5 湿式ミリングによる森林バイオマス利用技術の概要

資料：森林総合研究所「平成27年版 研究成果選集『木材の直接メタン発酵技術の開発—放射能汚染バイオマスにも適応可能な新技術—』

## 林産物の基準値一覧・出荷制限と解除 —きのこ・山菜・薪・木炭・木質ペレット

きのこや山菜などの特用林産物、薪、木炭、木質ペレットなどの林産物に含まれる放射性物質の濃度が基準値・指標値を超える場合は出荷制限などの措置が講じられています。

### 基準値を上回るきのこ・特用林産物は出荷を制限

食品中の放射性物質については、2012年4月に、厚生労働省が基準値を設定しています。主要な食品を対象とした検査の結果、基準値を超える食品に地域的な広がりが見られた場合には、原子力災害対策本部長が関係県の知事に出荷制限等を指示してきました。

福島県内で出荷・販売を目的に生産または採取されるきのこや特用林産物は、安全性を確認するための検査や出荷制限<sup>\*1</sup>をしています。原木シイタケ（露地栽培）の出荷制限指示市町村を図にしました（図5-6）。市町村単位で出荷制限が指示されている場合は、それらの市町村で採れたものは出荷できません。巻末（p.146）で出荷制限等の状況についての情報サイトを紹介しています。

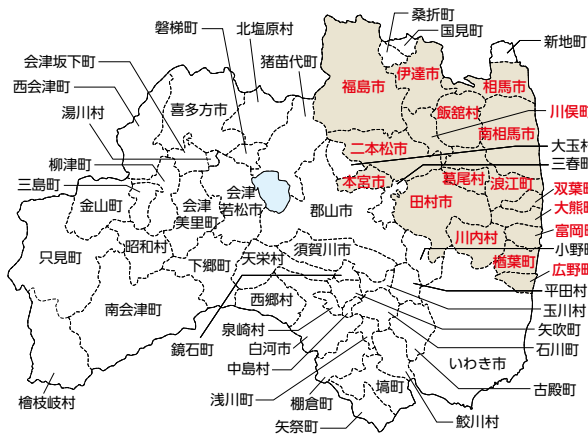
\*1 出荷制限は国（原子力災害対策本部）の指示によるもので、出荷自粛は県知事の要請によるものです（モニタリングの結果、基準値を超過する放射性セシウムを含む農産物等があった場合には、ただちに県から農産物等を産出した市町村に出荷自粛を要請します）。販売目的で市場や直売所などに出荷するもの他、無償配布なども「出荷」に当たります。なお、摂取制限は、野菜、きのこの一部に対して国が制限しているもので、一部の野生きのこなどで摂取（食べること）を制限するものです。

資料：林野庁「平成26年度森林・林業白書」、福島県  
HP「農産物等の放射性物質モニタリングQ & A」

図5-6 原木シイタケ  
(露地栽培)

原木シイタケ(露地栽培)について出荷制限が指示されている市町村(赤字)

(※田村市及び川内村については、原発から半径20km圏内(警戒区域)に限る)



図の資料：林野庁HP「きのこや山菜の出荷制限の状況(福島県)」  
2015年7月8日更新

## きのこ・山菜の基準値と出荷制限

きのこや山菜等の出荷は、出荷を予定している生産者ごとに、きのこ発生前に資材(ほだ木や菌床等)に含まれる放射性物質濃度を測定し、国が定める指標値\*2以下であることを確認した後、出荷前にモニタリング検査を実施します。きのこや山菜等の特用林産物については「一般食品」の基準値が適用されており、食品中の放射性セシウム濃度の基準値100Bq/kg以下であることが必要です。

これまでに山菜・きのこ合わせて63品目の放射性物質のモニタリング検査が行われ、基準値を超えたものは徐々に減っています(表5-2)。検査

表5-2 きのこ・山菜のモニタリングの経過

単位:件

	2012年度	2013年度	2014年度
検査件数	1,180	1,457	1,564
基準値超過	90	80	25

資料：福島県HP「農産物等の放射性物質モニタリングQ&A」、「きのこ、山菜類のモニタリングと出荷制限品目・市町村について」

の結果、2014年12月現在、12県180市町村で、原木シイタケ、野生きのこ、タケノコ、クサソテツ、コシアブラ、フキノトウ、タラノメ、ゼンマイ、ワラビ等22品目の特用林産物の出荷が制限されています。

\*2 発生したきのこが基準値を超過しないために、国が定めたほだ木や菌床の安全基準。原木・ほだ木は50Bq/kg、菌床は200Bq/kg。

## 原木シイタケの出荷制限解除

施設栽培された原木シイタケを出荷するためには、林野庁の「放射性物質低減のための原木きのこ栽培管理に関するガイドライン」（2013年10月）に基づいて福島県が作成した「福島県安心きのこ栽培マニュアル 放射性物質対策チェックシート」に則した生産工程管理を実施した上で、直近の1か月以内の生産物が全て一般食品中の放射性セシウムの基準値100Bq/kgを十分下回ることが条件です。この条件を満たしていることを県が確認した上で、国へ報告・確認を受ける必要があります。

2014年7月、原木シイタケを栽培する伊達市の3農家と新地町の1農家の出荷制限が正式に解除されました。2011年7月に出荷制限を指示されて以来、約3年ぶりの出荷になります。市町村一律の解除ではなく、このような生産者単位での解除は福島県で初めてのことです。

資料：「福島民報」2015年9月11日、福島県HP「原木しいたけ（施設栽培）の出荷制限一部解除に伴い出荷が認められた生産者について」2015年9月11日

## 薪・木炭・木質ペレットの指標値と出荷制限

林野庁は、2011年11月に、調理加熱用の薪と木炭に関する放射性セシウム濃度の指標値を、燃焼した際の放射性セシウムの濃縮割合を勘案し、薪は40Bq/kg、木炭は280Bq/kg（いずれも乾重量）に設定しました\*3。都道府県や業界団体に対し、同指標値を超える薪や木炭の使用、生産及び流



通が行われないう要請しています。

木質ペレットについては、2012年11月に、放射性セシウム濃度に関する指標値を設け、樹皮を除いた木材を原料とするホワイトペレットと樹皮を含んだ木材を原料とする全木ペレットについては40Bq/kg、樹皮を原料とするバークペレットについては300Bq/kgに設定しました\*4。

林野庁では、指標値の設定後、17都県のペレット製造施設で、木質ペレットとその焼却灰について、放射性セシウム濃度の検査を行っています。2013年5月現在、木質ペレットについて、指標値を超える検体は確認されておらず、焼却灰についても、一般廃棄物として処理可能な放射性セシウム濃度(8,000Bq/kg)を超える検体は確認されていません\*5。

\*3 「調理加熱用の薪及び木炭の当面の指標値の設定について」2011年11月2日付23林政経第231号林野庁林政部経営課長・木材産業課長通知。

\*4 林野庁プレスリリース「木質ペレット及びストーブ燃焼灰の放射性セシウム濃度の調査結果及び木質ペレットの当面の指標値の設定等について」2012年11月2日付。

\*5 林野庁木材利用課調べ。

資料：林野庁「平成27年版 森林・林業白書」

表5-3 きのこ・特用林産物等の基準値・指標値

単位:Bq/kg

対象となるきのこ・特用林産物	指標値	指標値設定
(きのこ・山菜は基準値)		
きのこ・山菜（一般食品基準値）	100	2012年4月
きのこ原木・ほだ木	50	2012年3月
菌床用培地	200	2012年3月
薪	40	2011年11月
木炭	280	2011年11月
木質ペレット（ホワイトペレット、全木ペレット）	40	2012年11月
木質ペレット（バークペレット）	300	2012年11月

※2011年10月まで 原木・菌床とも150Bg/kg



# きのこ生産に向けて —生産者の活動と支援

福島県では、きのこ栽培における技術指導や講習会の開催、普及に向けた支援などを行っています。福島第一原発の事故後に落ち込んだきのこの生産は、さまざまな努力により徐々に再開・拡大されてきました。生産者の安全に配慮した取り組み、支援活動など、きのこ生産の再開に向けて動き出している事例を紹介します。

## 原木マイタケ出荷を目指して—原木舞茸研究所

川内村の原木舞茸研究所は、原木マイタケ（露地栽培）の生産再開に向けて取り組んでいます。放射性物質が含まれるとされる土壌表面の除去や、泥はね防止シートを張るなどの対策を検証したところ、2012～2014年度に生産したマイタケの放射性物質濃度は10Bq/kg以下と安全が確認されました。これらの方法を『より安全な栽培方法』にまとめ、2015年度からの出荷開始を目指しています。



**写真5-31** 生産再開のため他地域から購入した原木

資料：福島県森林・林業・緑化協会「林業福島」2015年4月1日発行

## 徹底した管理で全国にナメコを出荷—有限会社鈴木農園

鈴木農園(郡山市)では、「ジャンボなめこ」を主力製品とした各種ナメコや野菜を生産しています。ナメコの菌床培地については自社で屋内栽培しているため、徹底して管理すれば、放射性物質が含まれることはありません。また菌床の大部分を占める「おが粉」は、事故後に放射性物質の影響を考え、岐阜県の農家に変えました。毎月行っている生産物の自主検査では一度も放射性物質は検出されておらず、首都圏をはじめ全国の消費者からおいしいナメコを口にした喜びの声が届いています。



写真5-32 生産から選別、包装まで一貫して行う

資料：福島県産品応援サイトHP、鈴木農園HP

## ホンシメジを町の特産品に —はなわふるさと物産農産物直売センターきのこ部

埴町では、きのこ栽培者の収入確保を図るために新たに販売できる町の特産品を探していました。そこで県に相談を持ちかけたところ、福島県林業研究センターが開発した「ホンシメジ覆土栽培法」を、はなわふるさと物産農産物直売センターきのこ部会が取り組むことになりました。2014年の7月から11月にかけて県と町が連携し、事前研修、栽培講習会、現地指導などが開催されました。その結果、ホンシメジの1菌床当たりの収穫量は平均205gと過去の栽培の2.2～2.5倍になる大きな成果でした。ホンシメジはだれでも簡単に栽培でき、歯ごたえも良く好評なことから、今後も研究・栽培が続けられる予定です。

資料：福島県森林・林業・緑化協会「林業福島」2015年9月1日発行

## 新工場建設で地域の活性化に期待 —農事組合法人いわき菌床椎茸組合

福島第一原発の事故以降、農事組合法人いわき菌床椎茸組合は安全対策や営業に努め、販路拡大に取り組んできました。2015年秋には、新たな需要に対応するため、新たな菌床製造工場も整備しました。既存の施設と合わせた菌床生産量は、全国でも有数の規模になります。新たな雇用の創出と地域の活性化に期待がかかります。

資料：福島県いわき農林事務所「いわき農林水産ニュース8月号」2015年8月27日発行（写真：農事組合法人いわき菌床椎茸組合）



写真5-33  
完成したいわき  
菌床椎茸組合新工場  
と菌床しいたけ



## モデル栽培やセミナー開催で生産者支援 —公益社団法人福島県森林・林業・緑化協会

シイタケ原木が放射性物質に汚染されると、原木栽培ができなくなります。公益社団法人福島県森林・林業・緑化協会では、栽培方式を原木から菌床に転換する際の諸問題を解明するため、モデル栽培を行う生産者支援をしています。また、原木、おが粉、菌床及び子実体に含まれる放射線の測定を行い、生産者が安心して安全なきのこを生産・販売できるよう、放射線測定器による検査の申し込みを受け付けています。

風評被害対策や栽培者の復帰などを内容とした「福島県きのこセミナー」も開催しており、福島第一原発の事故後4回目となった2015年1月には「福島のかのこ栽培を考える」をテーマとして約100名が参加しました。



写真5-34 放射線測定器（NaI（TI）シンチレーションスペクトロメータ）を活用した放射線の測定検査

資料：公益社団法人福島県森林・林業・緑化協会HP

## 風評対策と支援

# —福島からの情報発信

福島県では農林水産物の放射線検査情報、産品や生産地情報などの正確な情報発信やPRを消費者や流通業者、販売店に向けて行ってきました。

### 風評・風化対策

震災から4年が経過しました。「ふくしま森林再生事業」による森林整備、生産物の検査体制の強化による安心・安全な出荷に取り組む一方で、いまだ風評が残り、時間とともに風化が進んでいる現状です。農林水産物の市場価格も震災前の水準まで回復していません。

これまで福島県では、テレビCMを活用した農林水産物PRや公共交通機関のラッピングなどで元気な産業の姿をアピールしてきました。現在も次の3点に力を注ぎ、引き続き消費者や流通業者、販売店に向け、農林水産物の安全性の理解促進と生産者の姿やおいしさなどの魅力を発信し、震災によって失われた販路の回復や新たな販路の開拓に力を入れています。

#### 1. 風評の源を取り除く

根拠のない風評を取り除くために、被災地産品の放射性物質検査の実施や、環境中の放射線量の把握と公表を行っています。

#### 2. 正確でわかりやすい情報提供

消費者が知りたいと思っている情報を正確にわかりやすく伝えていくよう今までの伝え方を検証し、科学的、専門的な知識や情報を消費者目線でわかりやすく伝わるよう取り組んでいます。

#### 3. 風評被害を受けた産業の支援(風評払拭に向けた支援)

福島県産品を知ってもらうイベントや農業体験ツアーの開催などの風評

払拭に向けた活動や、地域木材・伝統的工芸品・工業製品等の販路や新製品の開発などを支援しています。

資料：復興庁「風評対策強化指針（平成27年6月追補改訂版）」  
2015年6月、新生ふくしま復興推進本部「福島県風評・風化対策強化戦略（第1版）の概要」2015年9月7日

## 風評払拭に向けた活動

### 事例1 日本橋ふくしま館

2014年4月に東京・日本橋にオープンした福島県の首都圏情報発信拠点「日本橋ふくしま館MIDETTE（ミデッテ）」の来館者が2015年7月29日、50万人を超えました。愛称の「MIDETTE」は「見てね、来てみてね」といったお誘いの気持ちを方言的に表現しています。多くの人に、福島県の果物や酒、工芸品などの特産品の魅力や観光情報、食の安全性を伝えています。



写真5-35

福島県の首都圏情報発信拠点「日本橋ふくしま館MIDETTE」

資料：福島県HP「福島県首都圏情報発信拠点 日本橋ふくしま館MIDETTE」

### 事例2 福島ミニきのご祭りin大阪

公益社団法人福島県森林・林業・緑化協会と福島県きのご振興協議会は、2015年7月に大阪で、きのご祭りを開催しました。福島県で生産するきのこの安心・安全対策や郷土料理などの紹介、シイタケ、ナメコ、エリンギ等が発生している菌床の展示、遊びながらきのこを知ってもらう体験コーナーなどを通して、関西の消費者に向けて福島県で生産されるきのこの情報を発信しました。



写真5-36

栽培きのこの展示会及び採取会

資料：福島県森林・林業・緑化協会「林業福島」2015年9月1日

### 事例3 チャレンジふくしま 若い力による風評対策

「チャレンジふくしま若い力による風評被害対策提案事業」では、旅館ホテルと農業生産者との「ツアー商談会」、福島県での農業体験ツアー、福島市内サッカースタジアムや都内駅前広場での県産農産物を使用した飲食店ブースの出店など、果樹や野菜など福島県産食材の魅力を若者が行動力や感性を生かして発信しています。



写真5-37

福島市内で行われた田植え体験で生産者と女子大学生が交流（ふくしま女性起業研究会開催）

写真資料：福島県HP「チャレンジふくしま若い力による風評対策提案事業」

## 「共感と応援の和」を拡大する活動

### 事例1 ふくしまファンクラブ

「福島の応援団」として誰でも入会できる（入会費・年会費無料）「ふくしまファンクラブ」は、会報誌やメールマガジンで福島県の自然・食・文化の魅力情報を得たり、協賛店で特典を受けられる

ものです。福島県が好き、福島県を応援したい、盛り上げたいと、1万2,600名の会員と83の協賛店（会員に特典提供を行う施設、2015年9月現在）、福島県内9割（うち、宿泊施設が5割、小売業・観光施設が2割）、福島県外1割（うち、小売業・観光施設が100%）が加入しています。

### 事例2 がんばろう ふくしま！応援店

「がんばろう ふくしま！応援店」は、福島県産のおいしい農林水産物や加工品を積極的に販売・使用し、福島を応援している店です。現在、全国で2,000店を超える事業者が登録しています。



写真5-39

「がんばろう ふくしま！応援店」へ全国2,000店以上が登録  
資料：「がんばろう ふくしま！応援店」HP



## 森林での作業と放射線量の基準 —放射線障害防止対策のガイドライン

福島第一原発の事故により放出された放射性物質の影響を受ける地域で作業を行う場合、作業者の電離放射線\*障害を防止するため厚生労働省が定めたガイドラインの事項を遵守の上、作業を行うことが求められます。

なお、このガイドラインは、放射線量が基準値を超える地域での作業(森林での作業に限らない)における放射線障害防止を目的として策定されたものです。

\*電離放射線…放射線

### ガイドラインの対象となる地域

放射性物質汚染対処対策に基づき指定されている「除染特別地域」と「汚染状況重点調査地域」を対象として、作業を行う際に守るべきガイドラインが定められています。



図5-7 福島県内の除染特別地域と汚染状況重点調査地域

## 森林での作業と放射線量

森林内の作業のうち、土壌等を直接的に取り扱う(1)苗木生産作業、(2)植栽作業、(3)保育作業(補植作業)、(4)常緑樹の伐採作業\*1、(5)林道の開設等、(6)災害復旧作業は、「特定汚染土壌等取扱業務」\*2又は、「特定線量下業務」\*3に該当する可能性があります。

いずれも、災害復旧等の緊急性が高いもの以外の作業については、あらかじめ、作業場所周辺の除染等の措置を実施し、可能な限り線量低減を図るよう「除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」に記載されています。また年間の追加被ばく線量の合計が1mSvを超えないように注意した上で、被ばく線量管理を行う必要のない空間線量率(2.5  $\mu$  Sv/h以下)のもとで作業に就かせることを原則としており、森林施業等についても2.5  $\mu$  Sv/hを超える地域においてはできる限り作業は行わないことが求められます。

\*1 伐採作業は土壌等を直接取り扱うものではありませんが、空間線量率が2.5  $\mu$  Sv/hを超える作業場所の常緑樹については、福島第一原発の事故発生時に付着した放射性セシウムが葉に相当程度残っている可能性があることから、当該作業場所においては常緑樹の伐採作業を特定汚染土壌等取扱業務と見なして、必要な対策を講じることとされています。

\*2 「特定汚染土壌等取扱業務」とは、汚染土壌等であって、当該土壌に含まれる事故由来放射性物質のうちセシウム134及びセシウム137の放射能濃度の値が1万Bq/kgを超えるもの(以下「特定汚染土壌等」という)を取り扱う業務(土壌等の除染等の業務及び廃棄物収集等業務を除く)。

\*3 「特定線量下業務」とは、平均空間線量率が2.5  $\mu$  Sv/hを超える場所で行う除染等業務以外の業務。

(\*2、\*3ともに、資料:厚生労働省「除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」2014年11月)

資料：環境省「除染情報サイト」



# 除染特別地域・汚染状況重点調査地域で作業を行う場合のフロー

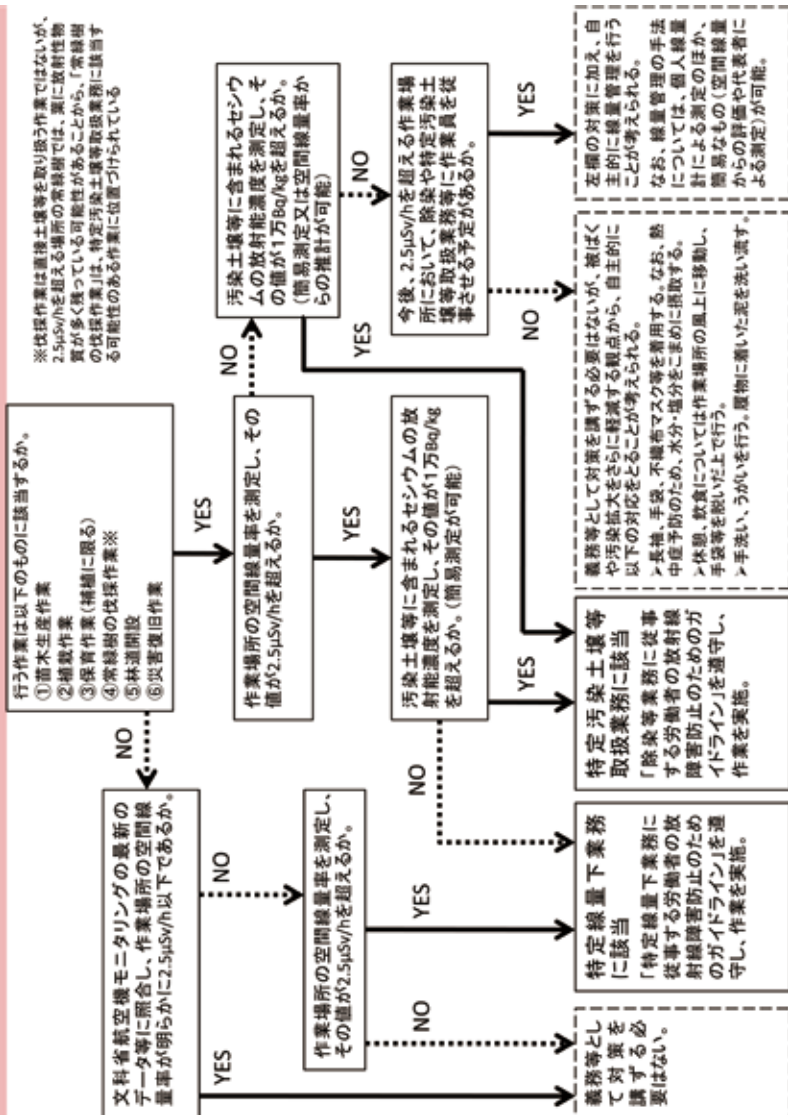


図5-8 除染特別地域等で作業を行う場合のフロー  
(年間追加被ばく量は $1\text{mSv}$ を超えないようにする)

資料：林野庁HP「森林内等の作業における放射線障害防止対策に関する留意事項等について(Q & A)」2012年7月18日

## 「除染等業務ガイドライン」

「除染等業務ガイドライン<sup>\*</sup>」では、作業開始前に作業場所の平均空間線量率や土壌等に含まれる放射性セシウムの濃度の値等を調査し、放射性セシウムの濃度が1万Bq/kgを超える場合には、(1)労働者の被ばく線量の測定・記録・保存(空間線量が $2.5 \mu\text{Sv/h}$ を超える場所において作業を行うことが見込まれる場合に限る)、(2)作業計画の策定、作業指揮者による作業指揮等の被ばく低減のための措置、(3)汚染検査場所の設置及び汚染検査の実施、容器の使用等の汚染拡大防止や飲食・喫煙が可能な休憩場所の設置等による内部被ばく防止のための措置、(4)労働者に対する教育や健康管理のための措置、等の対策を講じた上で、作業を行うことが求められています(さまざまな対策等が定められており、詳細についてはガイドライン等の本体を参照してください)。

<sup>\*</sup>厚生労働省「除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」2014年11月18日

## 「特定線量下業務ガイドライン」

特定線量下業務に適用される「特定線量下業務ガイドライン<sup>\*</sup>」では、作業開始前に作業場所の平均空間線量率を調査し、その結果が $2.5 \mu\text{Sv/h}$ を超える場合には、労働者の被ばく線量の測定・管理や労働者に対する教育、健康管理のための措置等の対策を講じた上で、作業を行うことが求められています。

<sup>\*</sup>厚生労働省「特定線量下業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」2014年11月18日

## 森林・林業の再生に向けて —ふくしま森林再生事業

福島県では、間伐等の森林整備と放射性物質対策を一体的に実施し、森林の公益的機能を維持しながら放射性物質の影響を軽減し、森林再生を図る「ふくしま森林再生事業」を展開しています。

### ふくしま森林再生事業の概要

福島第一原発の事故によって森林が広範囲に放射性物質で汚染されたため、森林所有者の経営意欲の減退や放射性物質への不安等から、森林整備や林業生産活動が停滞しています(p.16～18)。本来必要な森林整備が行われないことで、森林の有する水源涵養<sup>かん</sup>や山地災害防止等の公益的機能の低下が懸念されています。

「ふくしま森林再生事業」の対象区域は、汚染状況重点調査地域等となっており、市町村等の公的主体が事業を担い、森林整備と放射性物質の拡散抑制対策などを一体的に実施し、森林の再生を目指します。

### 放射性物質対策

事前調査(全体計画作成、年度別計画作成、同意取得、放射性物質調査)  
放射性物質対処方策(表土流出防止柵等の設置、枝葉の林内集積又は破碎・散布等)

### 森林整備等

森林整備(間伐、更新伐、除伐、下刈り、植栽等)  
路網整備(森林作業道の新設・改良)



森林整備直後



森林整備3か月後

写真5-40

適切な森林整備を行うことで、林床（森林の地面）に光が届くようになり、下層植生が回復し、水源涵養機能や山地災害防止機能などの発揮が期待できます

資料：福島県 HP「森林再生に向けた取組—ふくしま復興ステーション」  
2015年1月29日

## 林業再生対策の進捗状況

実証地選定のための森林調査等、公的主体による森林整備、放射性物質対策の実証により、森林・林業の再生を通じた被災地復興を推進しています。

2013年度は、4月から市町村等への説明会を継続的に開催し、県内関係者への浸透を図ってきた結果、福島市等19市町村で全体計画策定や所有者の同意取得等のソフト対策を推進しました。2014年度は新たに11市町村が加わり、さらに2015年度には7市町村が加わり、合計37市町村で取り組まれています。

今後とも、各市町村の作成した全体計画に基づき、林業再生に向けた取り組みを加速化していきます。

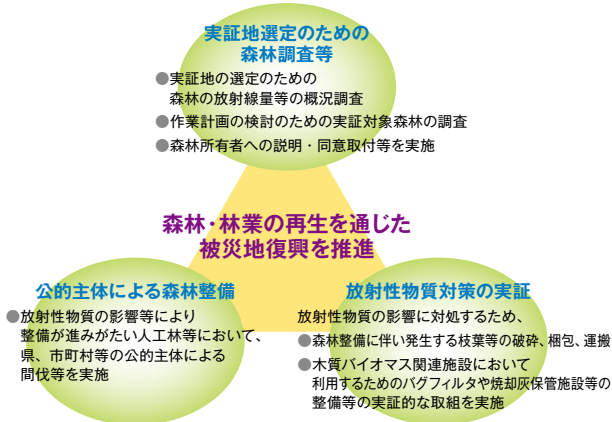


図5-9 林業再生対策

## 森林・林業再生への取り組みの現状

# 避難指示解除準備区域等における 実証事業

避難指示区域等の森林については、福島第一原発事故後、森林整備や林業活動が行われていません。住民が帰還後に円滑に森林整備を再開できるよう、林野庁では実証事業に取り組んでいます。

### 避難指示解除準備区域等における実証事業

福島第一原発の事故による放射性物質の影響を受けた地域で、一部において避難指示区域の指定が解除され、住民のふるさとへの帰還が進められています。地域住民の雇用・生活の場の確保のため、この地域の基幹産業のひとつである林業・木材産業の活動再開が重要です。

林野庁が2014年度から実施している「避難指示解除準備区域等における実証事業」では、地元の意向を踏まえつつ、森林整備や林業生産活動の早期再開に向けて放射性物質対策等の実証に取り組んでいます。2015年



図5-10 実証市町村

度は5つの市村(南相馬市、田村市、川内村、葛尾村、飯館村)で実施しています。

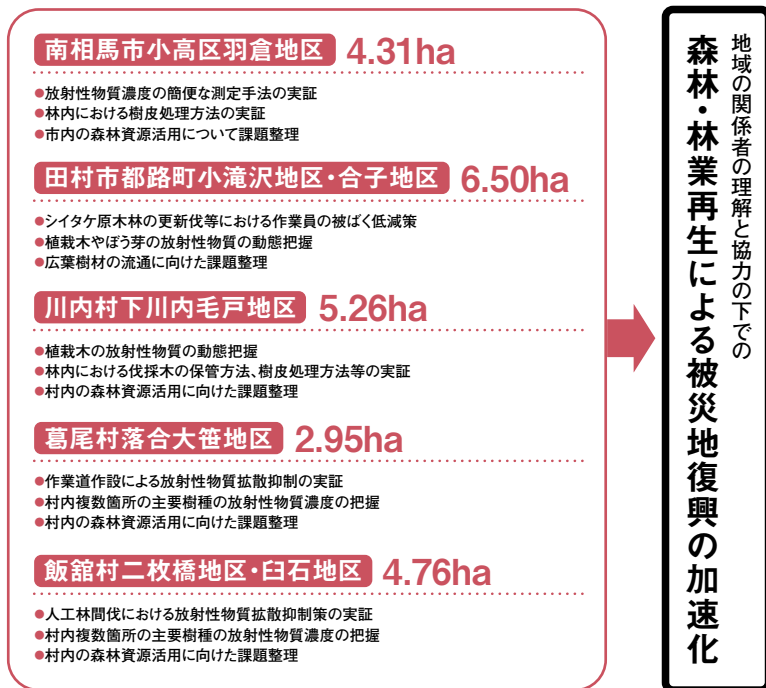


図5-11 2015年度取組状況

## 森林整備の再開に向けた実証

林野庁は2014年に、南相馬市、田村市、川内村及び飯館村の民有林で、森林整備の再開に向けた放射性物質対策の実証を行いました。

### ① 空間線量率

各試験地とも空間線量率はおおむね減衰傾向にあります。同一林分内でも空間線量率に差があることが確認されました。

また、作業との関係を見ると、間伐等樹木の伐採では空間線量率にほと

んど変化がありませんでした(図5-12)。作業道作設やチップ散布では空間線量率が低減しました(図5-13)。

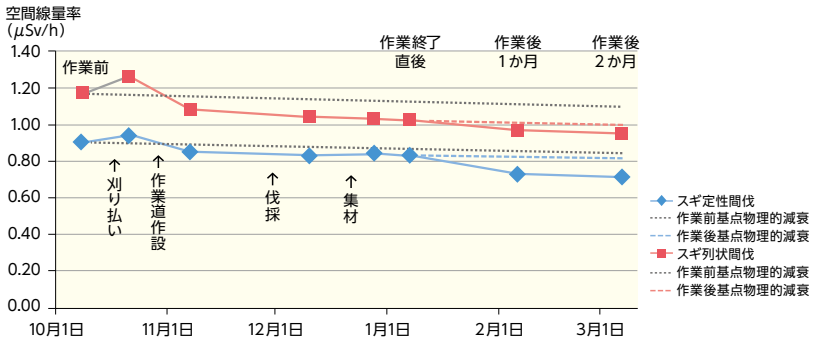


図5-12 林内作業による空間線量率の変化

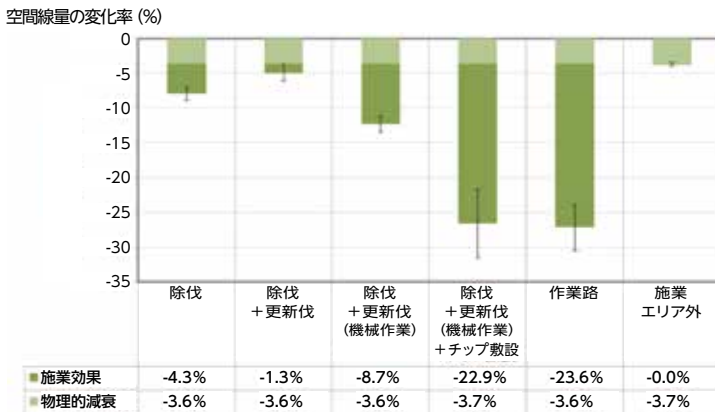


図5-13 作業別の空間線量率の変化

## ②樹木等の放射性物質濃度

樹木や土壌、落葉層の放射性セシウム濃度を部位別に調べたところ、落葉層が最も高く、次いで土壌が高い傾向にありました。樹木では、枝葉、樹皮、材部で濃度に差があり、材部の放射性セシウム濃度は低い傾向にあり、100～400Bq/kg程度でした(図5-14)。



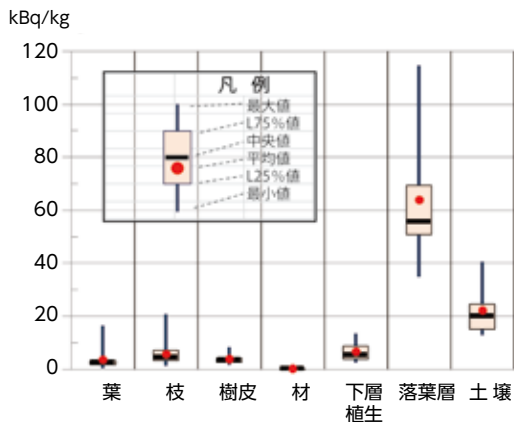


図5-14 樹木や土壌等の放射性セシウムの濃度

### ③作業者の被ばく低減対策

キャビン付林業機械を用いることにより、放射線の遮へい効果で2～4割程度の被ばく低減効果がありました(図5-15)。

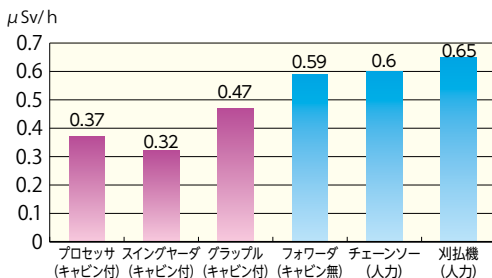


図5-15 林業機械使用時の被ばく線量

プロセッサの造材作業は、人力(チェーンソー)による作業と比べて約3倍の生産性があり、キャビンによる放射線の遮へいと作業時間の短縮で、単位事業量当たりの作業者の被ばく線量は1/5に低減できることが確認されました(表5-4)。

表5-4 人力と機械による作業時間と被ばく線量 (造材作業)

	生産性	500m <sup>3</sup> 造材に必要な時間	時間当たり被ばく線量	500m <sup>3</sup> 造材した場合の被ばく線量
チェーンソー	3.5m <sup>3</sup> /時	143時間	0.60 μSv/h	86 μSv
プロセッサ	10.0m <sup>3</sup> /時	50時間	0.37 μSv/h	19 μSv



# 索引

## 放射能や放射線を表す単位

Bq (ベクレル)	24
cpm (シーピーエム)	29
cps (シーピーエス)	29
Gy (グレイ)	24
Sv (シーベルト)	24

## あ

アカマツ	50,56,57,62,76,80
あく抜き処理	88
アルファ ( $\alpha$ ) 線	22
遺伝性影響	32
飲用沢水の放射性物質	64
ウワミズザクラ	61
エックス ( $x$ ) 線	22
エネルギー補償型	28
欧州アカマツ	61
汚染状況重点調査地域	46,132

## か

ガイガーカウンタ (GM 計数管)	28
海岸防災林	97
外樹皮	63
外樹皮の放射性セシウム濃度	62
皆伐区における放射性セシウムの 移動	77
外部被ばく	36,38
確定的影響	32
確率的影響	32
風による放射性物質の拡散	66

河川の放射性物質	65
ガラスバッジ	30
カラマツ	57
カリウム	83
間伐による空間線量率低減効果	78
がんばろう ふくしま！応援店	131
ガンマ ( $\gamma$ ) 線	22
きのこ	18,69,122
きのこ・山菜のモニタリングの経過	123
きのこ・特用林産物等の基準値・指標値	125
きのこ原木栽培	82
吸収線量	26
急性影響	32
吸入摂取	36
菌床栽培ナメコ	93
空間線量計	30
空間線量率	26,42,44,45,46,57,66
空間線量率の測定	30
グラウンド式無人架線集材	98
クリノブチロライト系ゼオライト	94
Gy から Sv への換算	27
経口摂取	36
計数率	29
経皮吸収	36
渓流水の放射性物質	64
ゲルマニウム (Ge) 半導体検出器	29
県産材製品	104,110,114
原木シイタケ	123,124
原木に含まれる放射性物質	82
公共建築	106
光刺激ルミネッセンス (OSL) 線量計	30
校正	30
高性能林業機械	97

コシアブラ	72
個人線量計	30
コナラ	50,52,56,82

## さ

栽培きのこと	92
作業種ごとの単位時間当たり外部被ばく線量	85
作業種ごとの単位面積当たり外部被ばく線量	84
作業別の空間線量率の変化	140
山菜	122
山菜の放射性物質濃度	72,88
GM計数管	29
CLT	116
cpm (測定値) から Bq/cm <sup>2</sup> 、 $\mu$ Sv/hへの換算の例	29
シイタケ	92
しきい値	32
自然放射線	31
実効線量	26
実効半減期	35
湿式ミリング装置	120
実証事業	138
住宅着工戸数	101
周辺線量当量	26
樹幹の構造	56
樹種別の放射性物質濃度	50
樹木の各部位別の放射性物質蓄積量	52
樹木や土壌等の放射性セシウムの濃度	141
除染等業務ガイドライン	133,135
除染特別地域	132,134,147
新『ほっと』スペース創出事業	110
人工放射線	31
身体的影響	32
森林組合	19
森林施業による空間線量率低減効果	74
森林蓄積・成長量	15
森林内作業者の外部被ばく線量	84
森林内作業者の内部被ばく線量	86
森林内の放射性セシウム	54
森林における空間線量率の分布の推移	42
森林の空間線量率の分布予測	47
森林の放射性セシウムの動態変化	55
森林面積	14
森林モニタリング実測値	44
スギ	50,52,56,57,60,61 62,7476,78,80
スギ厚板パネル	115
スギ林内における部位別の放射性物質濃度	48
製材加工業	100
製材工場	17
製材品の表面線量	104
生産林業所得	16
静砂垣	96
生物学的半減期	34
ゼオライト	92,93
施業効果と放射性物質の物理的減衰の 関係	78
創傷侵入	36
素材生産量	17,96
素材の市場入出荷量の推移	100

## た

大気粉じん中の放射性セシウム濃度測定	67
太陽光発電架台	117
耐力壁	115
タケノコ	70,90
縦ログ工法	116
チェルノブイリ	54,55,61,69
竹林除染の効果	71
竹林施業	90
チップ工場	103
チップボイラー	120
チャレンジふくしま若い力による 風評被害対策提案事業	131
中性子線	22
直接メタン発酵	120
定性間伐	76
低木類の葉の放射性物質	61
DR フレーム工法	114
電子式線量計	30
天然の放射性物質	40
電離箱検出器	28
電離放射線障害	132
等価線量	26
特定汚染土壌等取扱業務	133
特定線量下業務	133,135
とってお木	102

## な

内樹皮	62
内部被ばく	36,38
日常生活と放射線	31

日本橋ふくしま館	130
----------	-----

## は

葉・枝・樹皮の放射性セシウム濃度	48,50
バイオマス発電	119
ハイブリット集成材	115
ハイボリュームエアサンプラー	67
晩発影響	32
避難指示解除準備区域	43,138
避難指示区域	138
ヒノキ	57,60,62,80
被ばく線量と健康リスク	32
被ばく線量と発がんリスク	39
被ばく低減	85,86
表面汚染	29,30
風評・風化対策	129
福島県安心きのこ栽培マニュアル放射性 物質対策チェックシート	124
福島県大規模木造建築の手引き	107
ふくしま森林再生事業	136
ふくしまファンクラブ	131
物理学的半減期	34
物理的減衰曲線	44
プルシアンブルーシート	92
プロセッサ	97
平常時の追加被ばく量の基準値	33
ベータ ( $\beta$ ) 線	22
ペレット	125
ペレットボイラー	120
辺材・心材の放射性セシウム濃度	48,50,58
ぼう芽更新木	82

防護衣	85,87
放射性セシウム吸収抑制	83
放射性物質	22
放射性物質低減のための原木きのこ 栽培管理に関するガイドライン	124
放射性物質濃度の測定	28
放射性物質の種類と放出する放射線	23
放射性物質の半減期	35
放射線	22
放射線測定器(線量率計)	28
放射線と他の発がん要因との比較	39
放射線の影響と人体の修復力	31
放射線の管理	102
放射線の種類と透過力	23
放射線の人体への影響の分類	33
放射線の透過力と人体への影響範囲	37
放射線量の測定	28
放射能	22
放射能対策	102
放射能と空間線量率の減衰割合	45
放射能濃度等測定方法ガイドライン	30
放射能や放射線を表す単位	24
防風柵	96

## ま

薪	122,124
薪・木炭・木質ペレットの指標値	124
マルチスキッド	98
ミズキ	61
緑の雇用事業	20
メタンガス	120
モウソウチク	70,71

木材(辺材、心材)中の放射性セシウム 濃度	56,57
木材関連工業出荷額	18
木材製品の技術開発・普及の事例	114
木材で囲まれた居室を想定した場合の試算	59
木質バイオマス	118
木質ペレット	122,125
木炭	122,124
モルデナイト系ゼオライト	94

## や

野生きのこ	68
ヨウ化ナトリウム(NaI) シンチレーション検出器	28
ヨウ素化セシウム(CsI) シンチレーション検出器	28
預託線量	27

## ら

落葉層・土壌の放射性セシウム濃度	49,51
林業再生対策	137
林業産出額	16
林業女子会	20
林業新規就業支援研修	20
林家	19
林産物の基準値一覧	122
林内作業による空間線量率の変化	140

## わ

ワラビ	88
-----	----

## さまざまな情報源

### ■ 森林と放射能

(森林・林業と放射能関係ポータルサイト/国立研究開発法人森林総合研究所)

— 検索「森林と放射能」

<http://www.ffpri.affrc.go.jp/rad/>

### ■ 東日本大震災に関する情報 (サイト集/農林水産省)

— 検索「東日本大震災に関する情報省」

<http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/>

### ■ 農産物に含まれる放射性セシウム濃度の検査結果 (農林水産省)

— 検索「農産物に含まれる放射性セシウム濃度」

[http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/s\\_chosa/](http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/s_chosa/)

### ■ 福島県の県産材製材品の放射線等調査結果 (福島県)

— 検索「福島県産材製材品」

<http://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/36055c/kensanzaityouusa.html>

### ■ 福島県林業研究センター

— 検索「福島県林業研究センター」

<http://www.pref.fukushima.lg.jp/sec/37370a/>

### ■ 森林除染関係一除染情報プラザ (環境省・福島県)

— 検索「除染情報プラザ」

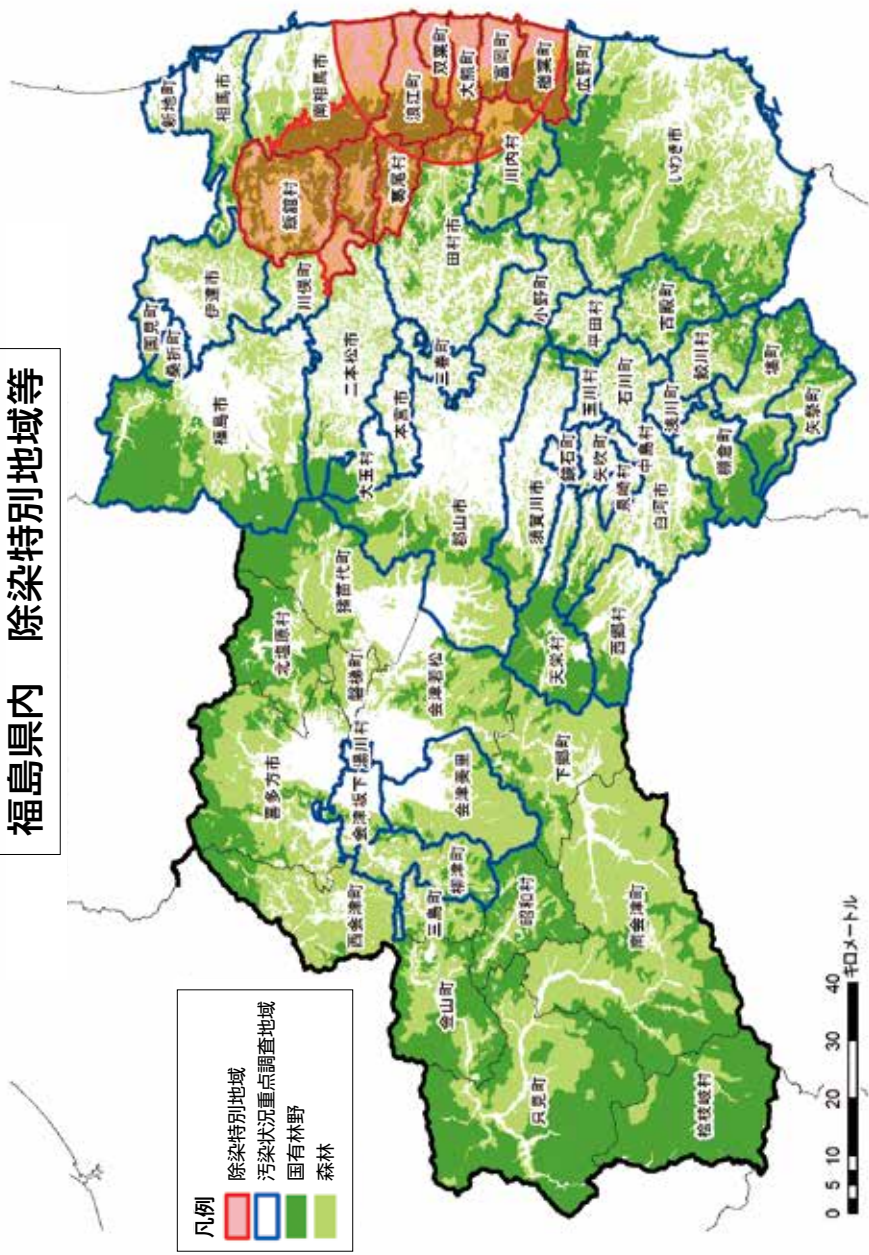
<http://josen-plaza.env.go.jp/>

### ■ 関係府省等へのポータルサイト

— 検索「福島第一+農林水産物」

[http://www.maff.go.jp/noutiku\\_eikyo/](http://www.maff.go.jp/noutiku_eikyo/)

# 福島県内 除染特別地域等



資料：林野庁業務資料  
2014年11月17日現在

テキスト版

放射性物質の現状と森林・林業の再生—復興・再生を目指して

---

2016年2月発行

発行 林野庁

〒100-8952 東京都千代田区霞が関1-2-1

電話(03)-3502-8111(代表)

<http://www.rinya.maff.go.jp/>

編集協力 福島県

---

\*林野庁では、パンフレット版(全32頁)の「放射性物質の現状と森林・林業の再生—復興・再生を目指して」も発行しています。



**リサイクル適性 (A)**

この印刷物は、印刷用の紙へ  
リサイクルできます。