

# 令和3年度避難指示解除区域等における森林施業等実証事業 (植栽木等調査) 概要

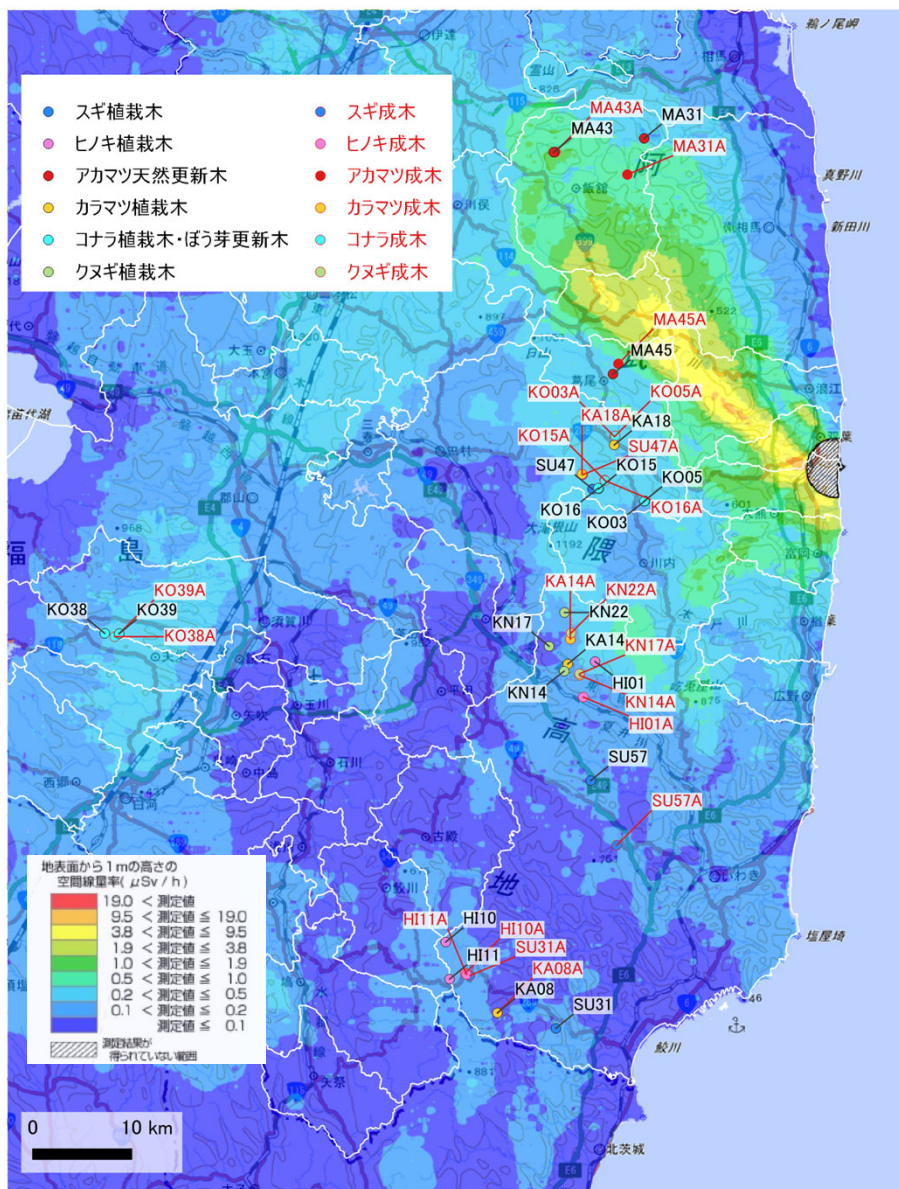
## 【調査目的】

東京電力福島第一原子力発電所事故により放出された放射性物質の影響を受けた地域において、林業は基幹産業の一つであり、避難していた住民の帰還後の林業・木材産業の再開が重要な課題となっています。

林業の再生に向けては、樹木内の放射性セシウム濃度の動態解明や、放射性セシウム濃度の将来予測が必要であることから、東京電力福島第一原子力発電所事故（「原発事故」と称す）以降に植栽等により更新し、放射性物質による影響を直接受けていない樹木内の放射性セシウム濃度等について平成30年度より調査を行ってきました。

本事業では、今後、きのこと原木やスギ・ヒノキ等の木材利用における課題に対応するため、樹木内の放射性セシウム濃度を決定づける要因の解明や、将来予測を行うための基礎的な知見を得ることを目的としています。

本事業では、福島県内において原発事故後に更新された植栽木や広葉樹ぼう芽株ならびに原発事故発生時に直接汚染された成木中の放射性セシウム濃度について分析を行います。



## 【調査対象樹種】

計6樹種

スギ

ヒノキ

アカマツ(※)

カラマツ

コナラ

クヌギ

(※)アカマツのみ植栽木ではなく天然更新木が対象

調査は、専門的な技術判断を要することより、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所の研究者のご指導を得て実施しました。

資料：日本原子力研究開発機構の「放射性物質モニタリングデータの情報公開サイト」より

(令和2(2020)年10月29日時点)

<https://emdb.jaea.go.jp/emdb/>

図-1 令和3(2021)年度における本事業の調査地区

# 1. 調査地区数と調査部位等

表-1 令和3(2021)年度調査における調査数及び採取部位等

樹種等		植栽木等		成木		採取項目	植栽木等	成木
		調査地区数	調査本数	調査地区数	調査本数			
林業用樹種	スギ	3	9	3	9	当年枝葉	○	-
	ヒノキ	3	9	3	9	樹皮	○	内樹皮
	アカマツ	3	9	3	9	材	○	○
	カラマツ	3	9	3	9	堆積有機物	○	○
	きのこ	6※	18※	6	18	土壌0-5cm	○	○
原木用樹種	クヌギ	3	9	3	9	土壌5-10cm	○	○

※コナラについては、植栽木及びぼう芽更新木が各3調査区(各9本)



写真-1 現地調査状況

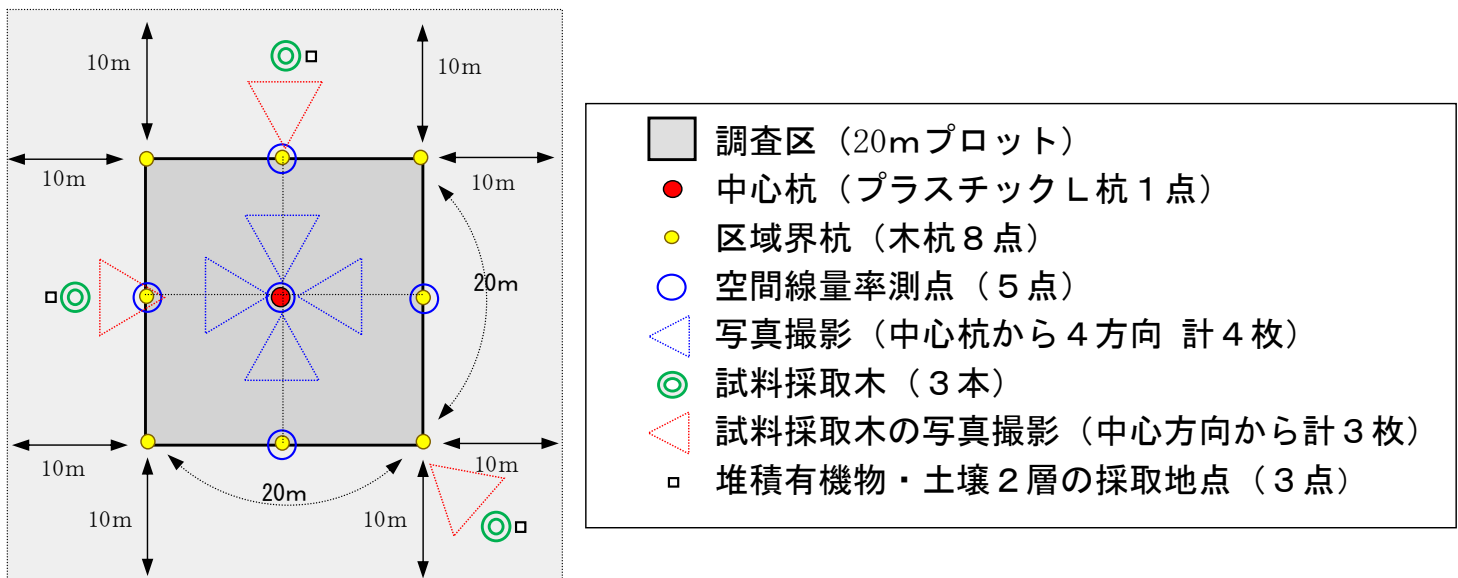


図-1 調査区の設定イメージ

## 2. 植物体への放射性Cs移行: 土壌化学性との関係性、樹種比較

- 図-2は、土壌中の交換性カリウム蓄積量に対する当年枝面移行係数（放射性Csの移行し易さの指標）との関係を示しています。交換性カリウム蓄積量が大きいほど、面移行係数は小さくなる（放射性Csが移行しにくい）傾向を示しています。
- 交換性カリウム蓄積量に対する面移行係数の変化（負の傾き）には、樹種による大きな違いは認められませんでした。どの樹種も交換性カリウム蓄積量の影響を受けています。なお、コナラ林においては、既往研究成果において同様の傾向が示されています。

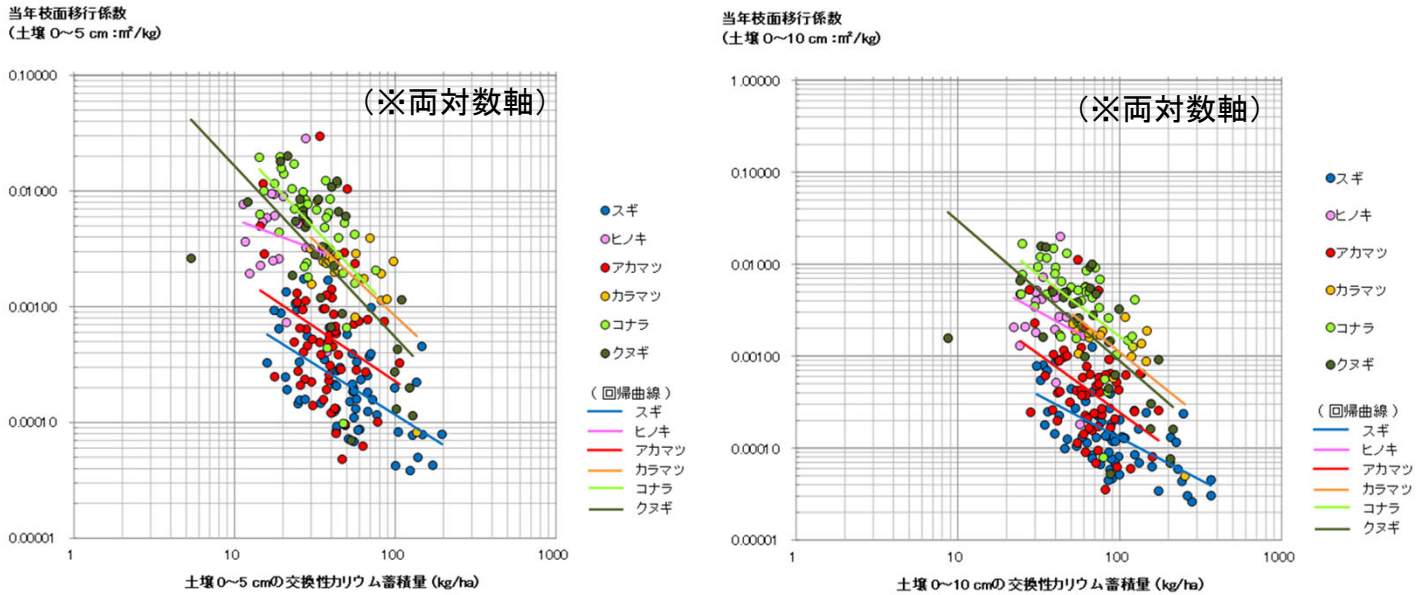


図-2 土壌中交換性カリウム蓄積量と当年枝面移行係数との関係性

(令和2年度避難指示解除区域等の林業再生に向けた実証事業(植栽木等調査)より)

- 原発事故後に更新されたぼう芽枝や植栽木に含まれる放射性セシウム濃度は、広域的には汚染度合い（土壌中の放射性物質現存量）に応じるが、放射性セシウムの移行し易さ（面移行係数）は、上述のとおり土壌化学性等の要因が影響しています。
- 面移行係数は樹種により差がみられ、令和3年度調査結果においては、図-3のようにクヌギが一番大きく（移行しやすい）、スギが一番小さい（移行しにくい）傾向にありました。

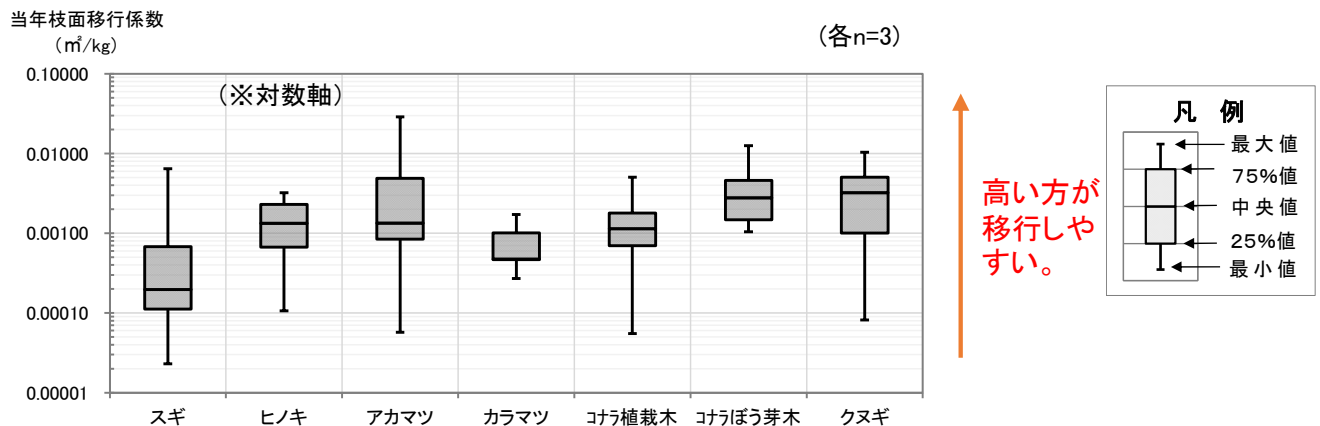


図-3 樹種別の当年枝面移行係数(植栽木、ぼう芽枝)

(注)カラマツの中央値は、25%値と数値が近いため、線が重なっています。

### 3. 立地環境等が放射性セシウム吸収特性に及ぼす影響

- 樹木部位別の放射性セシウム濃度を比較すると、当年枝、樹皮、材ともに、コナラの方がスギよりも濃度が高く、その中央値は数10倍高くなりました。前頁の図-3のとおり、面移行係数についてもスギが小さく、コナラが大きい傾向を示しました。
- 局所地形別の土壌0-10cmの交換性カリウム蓄積量は、平坦地 > 斜面下部 > 斜面中部 > 斜面上部 ≥ 尾根、の順に低くなっていました。図-4の結果と考え合わせると、斜面下部の湿・適潤環境の土壌中の交換性カリウム蓄積量は多く、そのような場所にはスギが多く植えられ、スギの部位別のセシウム137濃度は低い傾向が見られました。一方、斜面上部の弱乾・乾性環境の土壌中の交換性カリウム蓄積量は少なく、そのような場所にはコナラが多く植えられ、コナラの部位別のセシウム137濃度は高い傾向が見られました。
- このように、樹種によって樹木のセシウム137濃度や面移行係数（移行のしやすさ）に差が出るのは、その樹種が生育する環境の相違（地形や水分条件等）が土壌化学性と関係し、影響している可能性が考えられます。

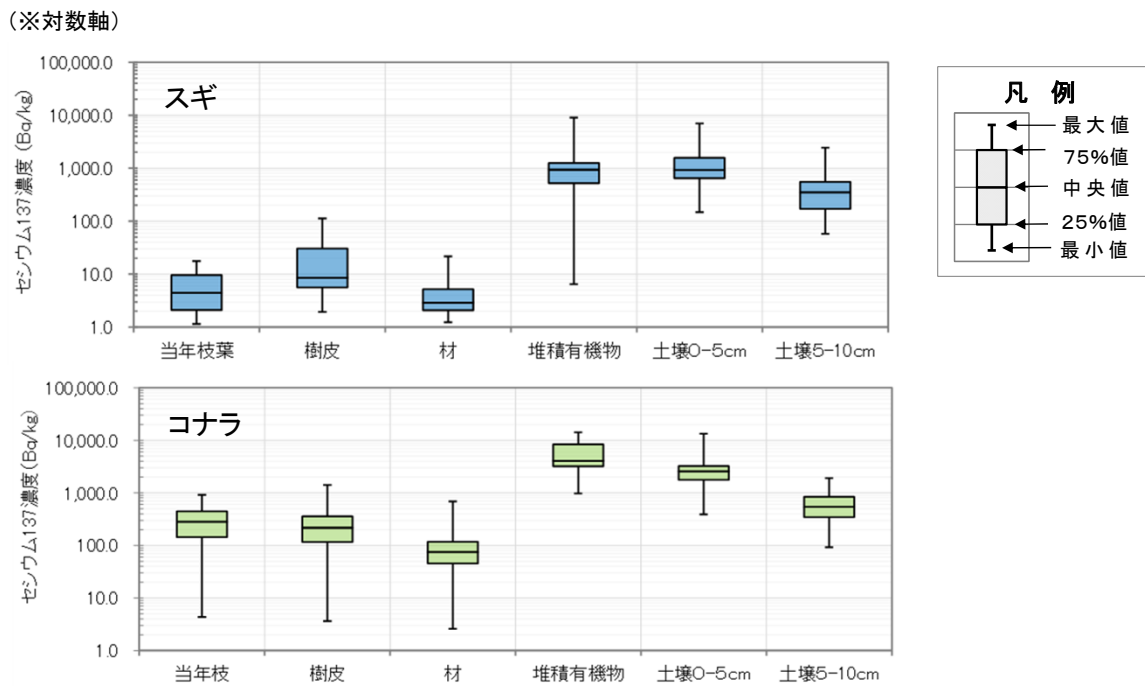


図-4 樹種別の樹木部位や堆積有機物、土壌2層別の空間線量率とセシウム137濃度との関係性

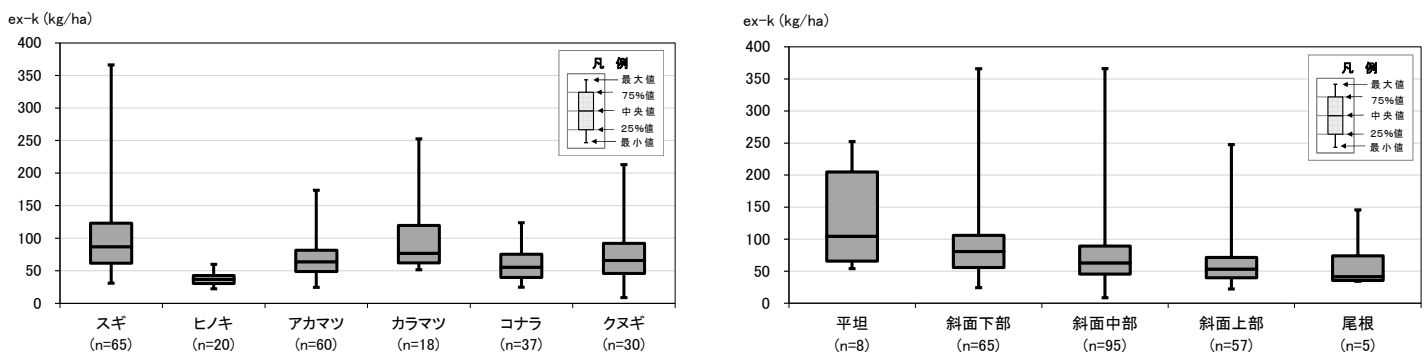


図-5 調査地(樹種)別(左図)、局所地形別(右図) 土壌中交換性カリウム蓄積量

(令和2年度避難指示解除区域等の林業再生に向けた実証事業(植栽木等調査)より)

# 4. 部位別放射性セシウム濃度の関係や樹種間の違い

- 植栽木及びぼう芽枝の調査結果より、当年枝と樹皮（外樹皮と内樹皮）の放射性セシウム濃度には、概ね1：1の関係性が認められました。ただし、樹種によってはその関係から外れているものもあります。（クスギは1：1より下側、スギは上側に外れる傾向あり）（図-6左）  
当年枝と材（木部）の放射性セシウム濃度比は、概ね3：1の直線に沿って分布しました。ただし、カラマツ、アカマツ、ヒノキは3：1の関係より当年枝の放射性セシウム濃度が高い傾向を示しました。（図-6右）
- 成木の調査結果においては、内樹皮と材の放射性セシウム濃度には、全樹種共通の傾向は認められませんでした。樹種毎に調査を行った3林分の分布傾向が一定せず、内樹皮と材（木部）の傾きがカラマツでは他の樹種より大きく、ヒノキでは3林分の分布がばらついた結果になりました。（図-7）
- 以上のように、将来予測モデルの検討や、濃度推計にあたっては、活用できる可能性や注意点があることを踏まえ、今後の調査を進めていく必要があります。

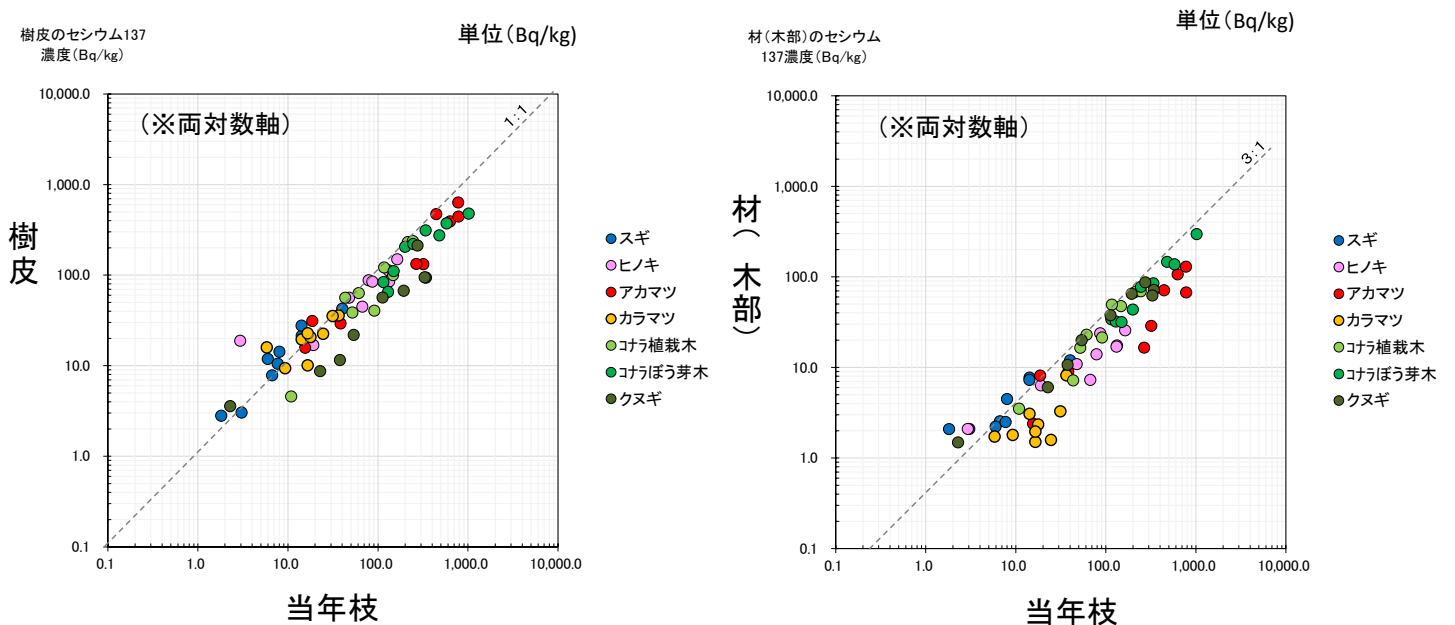


図-6 植栽木及びぼう芽枝の部位別放射性セシウム濃度の関係  
(当年枝と樹皮(左)、当年枝と材(右))

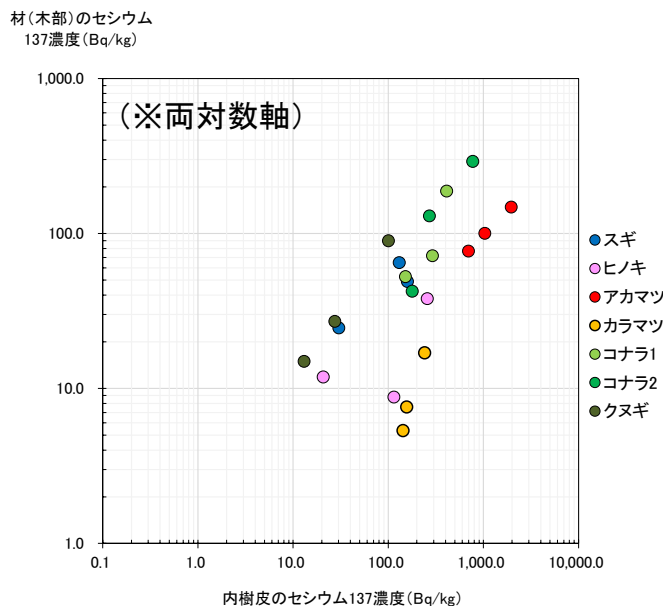
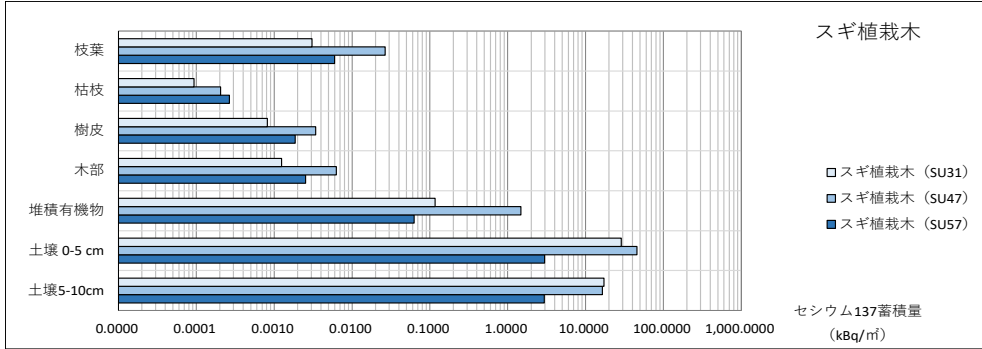


図-7 成木の部位別放射性セシウム濃度の関係(内樹皮と材)

# 5. 樹種別・部位別の放射線セシウムの蓄積量

- 樹木の放射性セシウム137濃度の経年変動傾向を明らかにし、放射性セシウム濃度の将来予測に資するデータを得ることを目的とし、林内、及び樹体内（部位別）の放射性セシウム蓄積量を調査しました。（令和3年度は繰り返し調査の1巡目となります。）
- 将来予測モデルには、調査区の属地情報として、樹種・立地環境・放射性セシウム沈着量・成長量等を用い、幹（材）の放射性セシウム濃度を推定します。

## 【調査結果例】



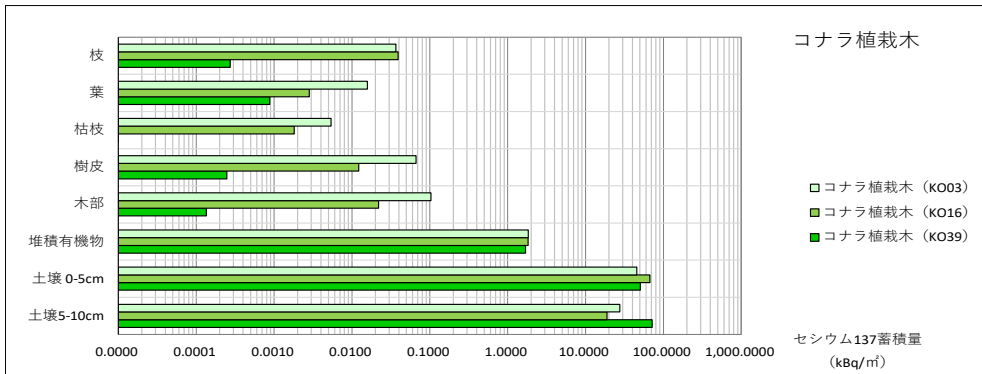
### （傾向の分析）

#### ○樹種ごとの比較

スギ植栽木、ヒノキ植栽木、カラマツ植栽木は低く、アカマツ天然更新木、コナラぼう芽更新木、クヌギ植栽木、コナラ植栽木の各部位のセシウム137蓄積量が高くなりました。

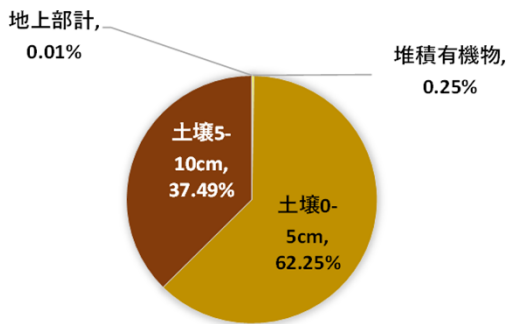
#### ○部位別ごとの比較

枯枝、樹皮、材（木部）の値が低く、土壌0-5cm、土壌5-10cm、堆積有機物のセシウム137蓄積量の値が高くなりました。



### スギ植栽木 (SU31)

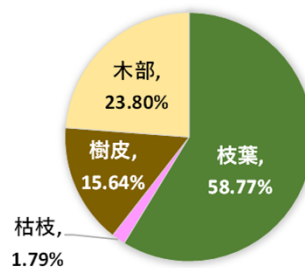
#### 【林内】



【林齢：10年】

### スギ植栽木 (SU31)

#### 【樹体内(部位別)】



【林齢：10年】

### （傾向の分析）

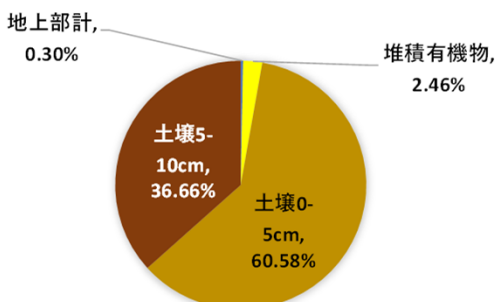
#### ○林内

同じ樹種であっても、調査区の空間線量率や地形、林齢、本数密度等の各種環境の相違等が影響して、円グラフの傾向は異なりました。

ただし、どの樹種であっても、土壌0-5cmと土壌5-10cmのセシウム137蓄積量の割合が、林分蓄積量の大半（少なくとも95%以上）を占めました。

### コナラ植栽木 (KO03)

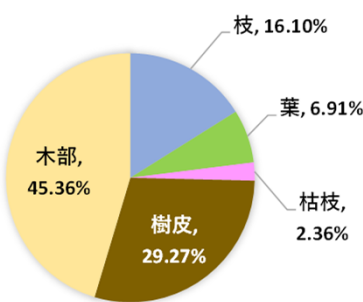
#### 【林内】



【林齢：10年】

### コナラ植栽木 (KO03)

#### 【樹体内(部位別)】



【林齢：10年】

#### ○樹体内(部位別)

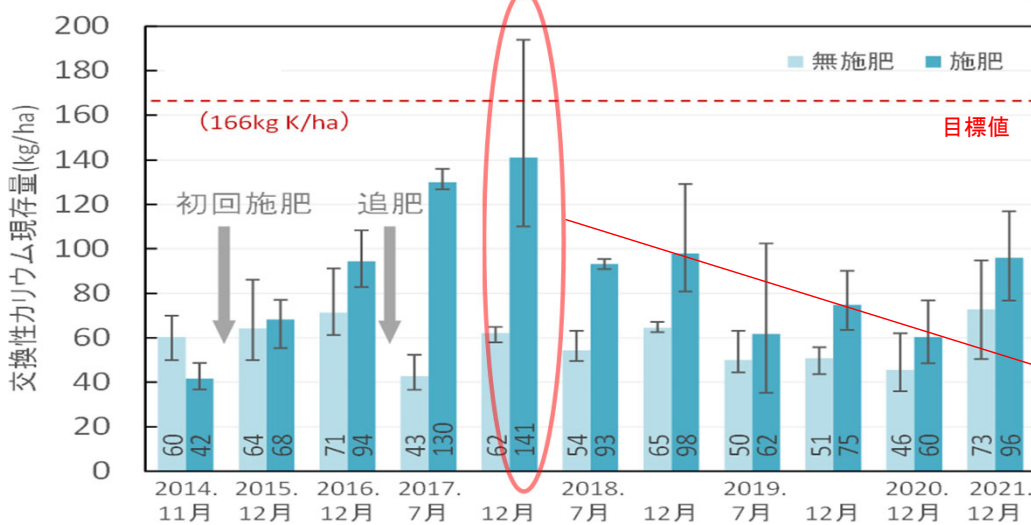
コナラ植栽木とコナラぼう芽更新木以外でみると、例外はあるものの、概ね、材（木部）＝樹皮＜葉＜枝の順に樹体内セシウム137蓄積量の割合が多い結果となりました。

○同一樹種の間でも、傾向が著しく異なるものもあり、データ数の少ない現段階では、評価が困難な部分があります。

# 6 カリウム施肥によるコナラへの放射性セシウム吸収抑制効果

- カリウム施肥を行った場合の土壌から樹木への放射性セシウムの吸収抑制効果について、平成26（2014）年度から調査を実施しています。
- コナラのぼう芽更新地において、施肥後2年間は効果がみられませんでした。追肥を実施した3年目にコナラのぼう芽枝（当年枝）の放射性セシウム濃度が前年と比較して有意に低下しました。2017年度12月以降は大きな変化はありませんが、施肥区の濃度の方が低い値で推移しています。
- コナラの植栽木において、無施肥区と比較し、施肥区の植栽木が有意に低い濃度を示しました。令和3年度までの結果においては、無施肥区で年々濃度が上昇していますが、施肥区では大きな濃度変化はなく同水準で推移しています。

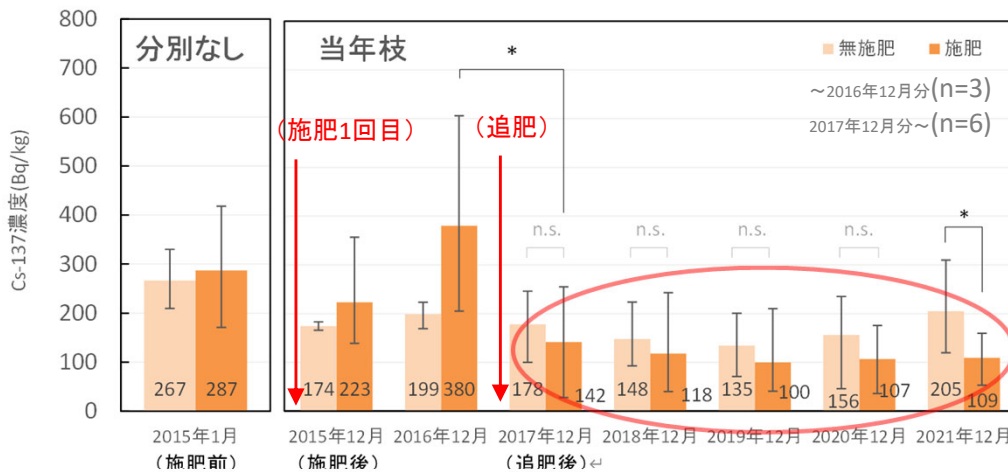
※カリウム施肥による影響の表れ方には、土壌特性や土地利用履歴等による影響が大きく、一定でない可能性があることに留意する必要があります



## (土壌中の交換性カリウム濃度)

土壌中の交換性カリウム現存量の目標値を166kg K/haとして、1回目は平成27(2015)年1月にケイ酸カリウム(K<sub>2</sub>O:20%)を1t/ha、2回目は平成29(2017)年2月に塩化カリウム(K<sub>2</sub>O:60%)を330kg/ha施与した。エラーバーは最大値と最小値を示す。

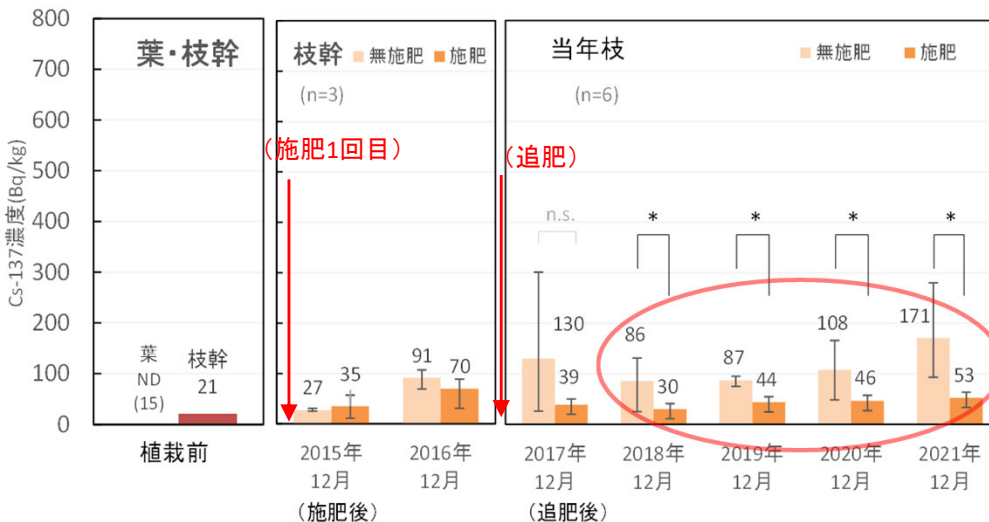
追肥後、交換性カリウムが大きく増大し、目標値に概ね到達。



## (ぼう芽枝の放射性セシウム濃度)

放射性セシウム(Cs-137)濃度は、令和3(2021)年12月16日時点に物理学的減衰補正した値を示す。エラーバーは最大値と最小値を示す。図中「\*」は有意差を示す(5%有意水準、スチューデントt検定)、「n.s.」は検定を行い有意差がなかったことを示す。

追肥前と比較して低下し、追肥から5年間その濃度が維持された。



## (植栽木の放射性セシウム濃度)

「ぼう芽枝」の注釈参照。図の凡例も同様。

R3までの結果において、無施肥区で年々濃度が上昇しているが、施肥区では大きな濃度変化はなく同水準で推移。