

# 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) 概要版

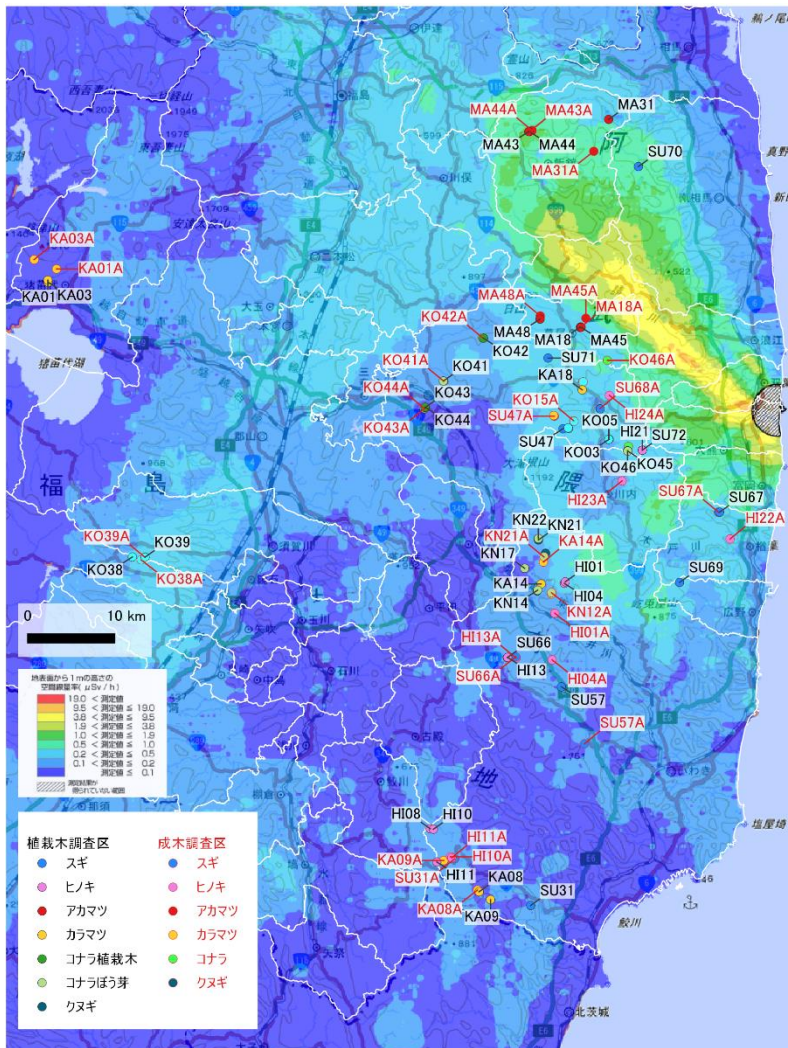
## <事業の目的>

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となっており、避難していた住民の帰還後、円滑に林業が再開できること等が重要である。

林業の再生に向けて、平成30(2018)年度から開始した本事業では、樹木内の放射性セシウム(Cs)の動態解明や将来予測が必要として、放射性物質による影響を直接受けていない原発事故以降に植栽等により更新した樹木内の放射性Cs濃度等について調査を実施し、土壌からの放射性Cs吸収に与える影響の主な要因として、放射性Csの蓄積量や土壌の交換性カリウム(K)、樹種による特性の違い等を明らかにしてきた。

また、放射性物質の影響を受けたスギ、ヒノキ等の林業用樹木の木材利用、コナラ、クヌギ等きのこ原木用樹木の原木利用の可能性の検討や利用促進のための課題にも対応していく必要が生じている。

このため、事故の影響を直接受けた樹木だけでなく事故後に更新した樹木の放射性Cs濃度の将来予測を決定づける要因の解明と、それらの要因間の関連性を明らかにするとともに、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た。



本事業では、福島県内において原発事故以降に更新された植栽木やぼう芽更新木、原発事故発生時に直接放射性物質の影響を受けた成木中の放射性Cs濃度等について調査を行った。

対象とする樹種は、林業用樹種4種(スギ、ヒノキ、アカマツ(アカマツのみ植栽木ではなく天然更新木が対象)、カラマツ)と、きのこ原木用2樹種(コナラ、クヌギ)の計6種である。

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た。

(原図)  
放射線量測定マップ拡大サイト  
(令和2(2020)年10月29日時点)

図-1 本事業における植栽木等の調査地点

# 調査区数と調査部位等

表-1 令和3(2021)年度から令和7(2025)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
		調査区数	調査本数	調査区数	調査本数			
林業用樹種	スギ	10	60	6	45	当年枝葉	○	-
	ヒノキ	7	51	9	51	樹皮	○	内樹皮
	アカマツ	6	45	6	45	材	○	○
	カラマツ	6	45	6	45	堆積有機物	○	○
	きのこ	12	90	12	90	土壌0-5cm	○	○
原木用樹種	クヌギ	6	45	6	45	土壌5-10cm	○	○

※調査区数は設定数を指す。コナラは植栽木及びぼう芽更新木。



スギ植栽木(10年生:田村市都路町)



ヒノキ植栽木(10年生:いわき市田人)



アカマツ天然更新木(11年生:飯舘村)



カラマツ植栽木(13年生:いわき市川前町)



コナラ植栽木(14年生:田村市都路町)



クヌギ植栽木(12年生:いわき市川前町)

写真-1 植栽木等の現地調査状況

# 植栽木等への放射性Cs移行: Cs現存量との関係、樹種特性

- 原発事故以降に更新されたぼう芽枝や植栽木に含まれる放射性Cs濃度(Bq/kg)は、広域的(※)には土壤中の放射性物質現存量(kBq/m<sup>2</sup>)に応じる。(※本調査における浜通り・中通りを中心とした範囲)
- 土壤中の放射性物質現存量が同程度でも、植栽木等の放射性Cs濃度は10~100倍程度の差があり、放射性Csの移行のし易さの違いによる。

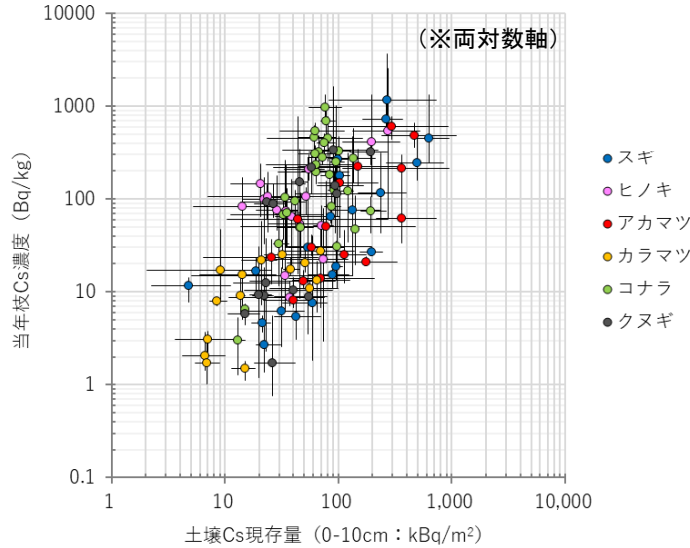


図-2 土壤中の放射性Cs現存量と当年枝Cs濃度の関係

令和3(2021)年度から令和7(2025)年度の結果を示す。1調査区あたり3箇所にて採取した平均値(幾何平均値)をプロットし、エラーバーは最大最小を示す。

- 「面移行係数(kg/m<sup>2</sup>)」(植物体の放射性Cs濃度を土壤中の放射性Cs現存量で除した値)は、放射性Csの移行し易さを表す指標である。面移行係数は樹種により差がみられる。平成30(2018)年度以降の調査結果から、植栽木等の当年枝については下図のようにスギが一番小さい(移行しにくい)傾向がみられた。
- その要因として、①生育場所の地形要因(及びそれによる土壌化学性の違い)や、②樹体内での分配特性(どの部位にCsが蓄積されやすいか等の違い)が挙げられる。

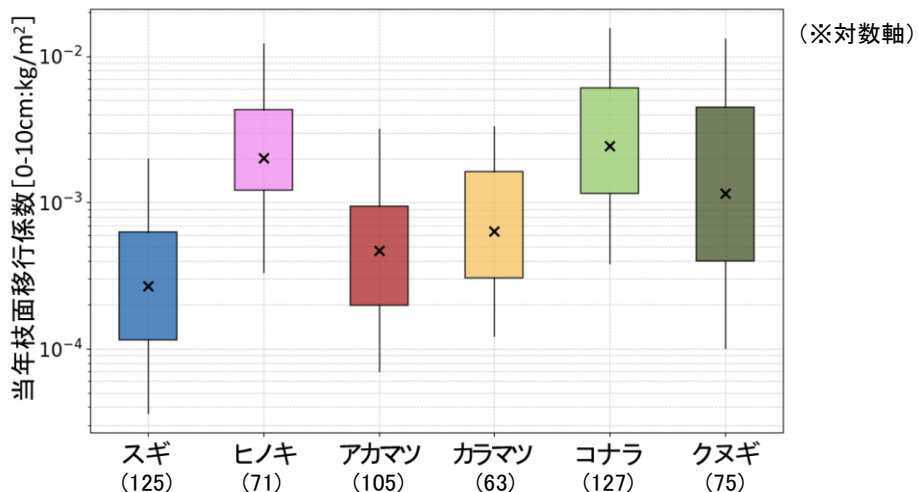


図-3 樹種別の当年枝面移行係数(植栽木等)

平成30(2018)年度~令和7(2025)年度の結果を示す。箱ひげ図の箱は幾何四分位(第3四分位と第1四分位)、×は平均値(幾何平均値)、ひげは幾何標準偏差を示す。(自然界で対数正規分布する前提とした)。樹種名下( )は調査本数を示す。

# 植栽木等への放射性Cs移行: 土壌化学性等との関係

- 面移行係数( $\text{kg}/\text{m}^2$ )は、土壌化学性に影響されるとみられる。下図は、植栽木等の当年枝面移行係数と土壌中の交換性K蓄積量( $\text{kg}/\text{ha}$ )との関係を示したものである。交換性K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)傾向を示している。
- どの樹種も交換性K蓄積量の影響を受けているとみられる。

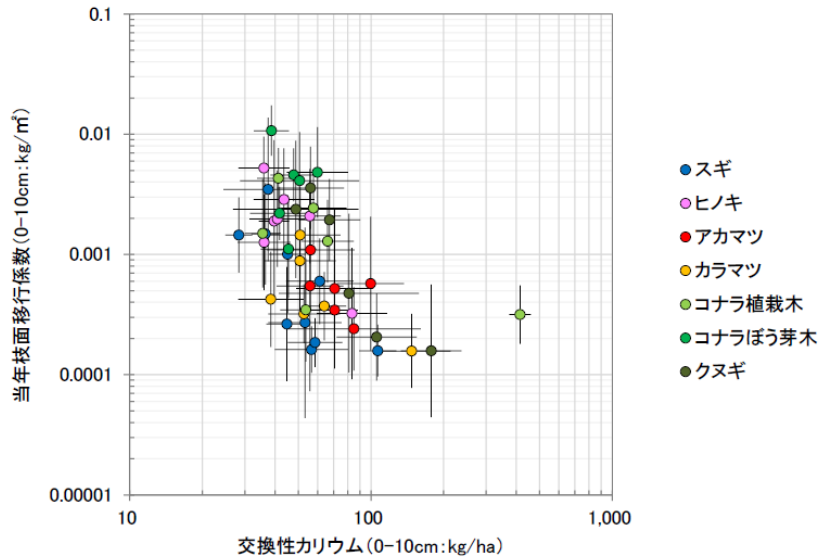


図-4 当年枝面移行係数と土壌中の交換性K蓄積量との関係性(植栽木等)

令和3 (2021)年度から令和7 (2025)年度の結果を示す。同地点(試料数6または9)の結果を集計した幾何平均値を点で示し、エラーバーで幾何標準偏差の範囲を示す。

- 放射性Csの移行のし易さには、堆積有機物が影響している可能性がある。平成30(2018)年度以降の調査結果を用いて解析を行ったところ、堆積有機物の「量」や、土壌中の放射性セシウム現存量に占める堆積有機物の放射性Cs現存量の「割合」(以下「堆積有機物Cs現存割合」という。)が影響している(多いほど移行し易い)可能性が示唆された。
- 堆積有機物の影響は樹種により異なる可能性があり、特にコナラ、クヌギでは、有意な傾向と認められる。

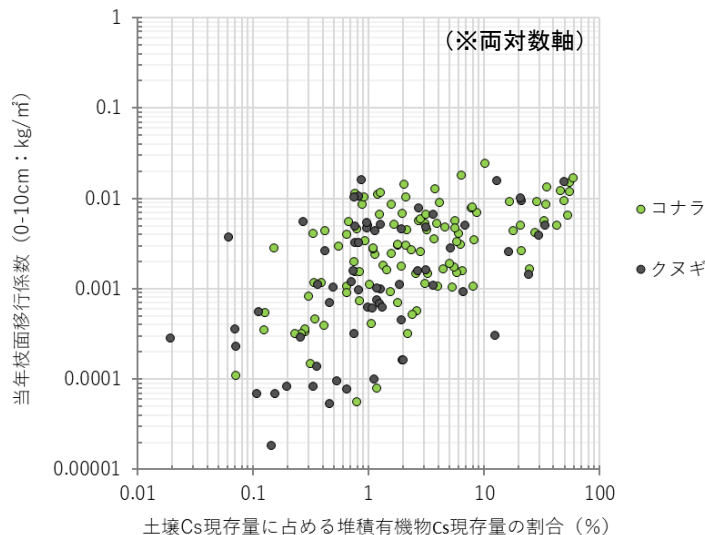


図-5 堆積有機物Cs現存割合と当年枝面移行係数の関係

平成30 (2018)年度から令和6 (2024)年度の結果を示す。調査箇所(個体)ごとの結果を点で示す。

# 植栽木等の部位別放射性Cs濃度の関係や樹種による違い

- 植栽木等6樹種において、当年枝と材(木部)の放射性Cs濃度(Bq/kg)には、関係性があることが示されており、樹種によってやや傾向が異なるものの、両対数のグラフ上で傾き1の直線に沿って点が分布しているものが多い。両者の放射性Cs濃度の関係が、概ね、一次関数的な相関関係(直線関係)にあることが示唆される。
- コナラ及びビクスギはばらつきが小さく、高い相関性を示した。スギはややばらつきがみられた。材に含まれる放射性物質濃度は、辺材と心材で差があることがわかっており、特にスギの場合、心材に放射性物質が蓄積し、濃度が高くなる傾向にあるとみられている。そのため、心材辺材の割合の違いでばらつきが大きくなっている可能性がある。
- 以上のように、樹種による傾向の違いが観測されている。

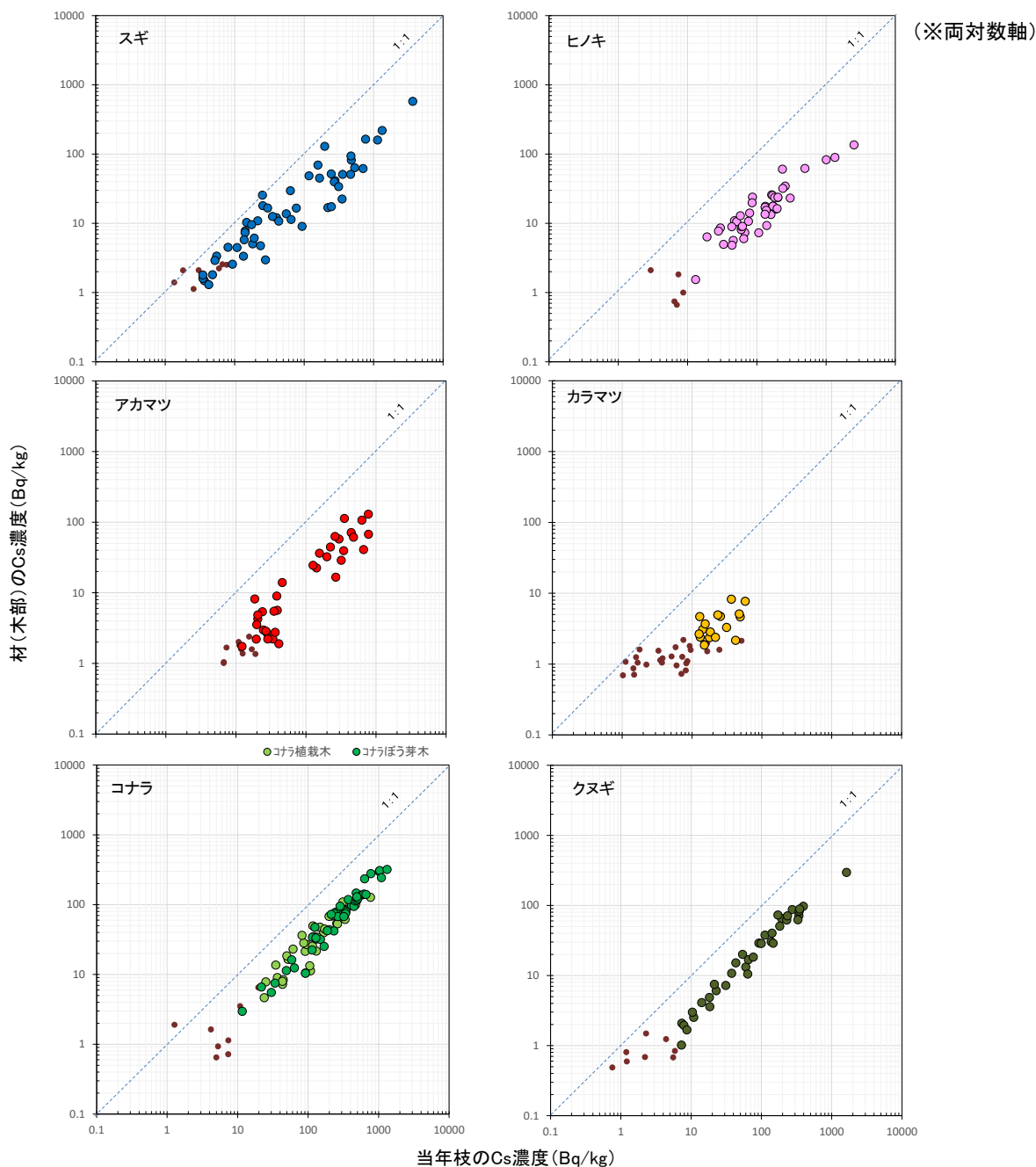


図-6 植栽木等の部位別放射性Cs濃度の関係(当年枝と材)

令和3(2021)年度～令和7(2025)年度の結果を示す。1個体あたり1点で示す。不検出(ND)による推計値は点●で示した。

# 成木にみられる傾向(土壤化学性や部位別濃度の関係性)

- 植栽木等と同様に、成木についても、面移行係数( $\text{kg}/\text{m}^2$ )は、土壤化学性に影響されるとみられる。交換性K蓄積量( $\text{kg}/\text{ha}$ )が大きいくほど、面移行係数は小さくなる傾向を示している。

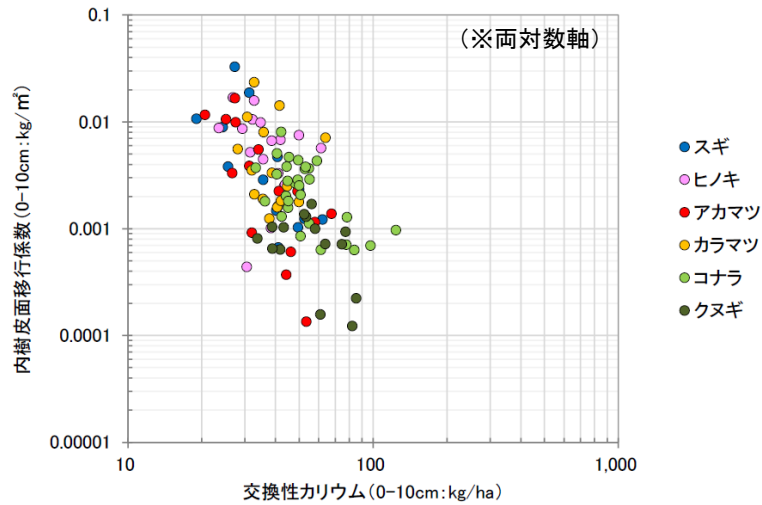


図-7 内樹皮面移行係数と土壤中の交換性K蓄積量との関係性(成木)

令和3(2021)年度から令和7(2025)年度の結果を示す。1調査区当たり3箇所採取した試料を混合して分析をしたため、1調査区1点(エラーバーなし)で示す。

- 成木の内樹皮と材の放射性セシウム濃度の関係においても、一次関数的な相関関係が示唆される。ただし、関係性(部位間の濃度の比率)は樹種によって違いが大きいとみられ、広葉樹と針葉樹で違いが大きい。
- 内樹皮の放射性セシウム濃度を1としたときに、材の放射性セシウム濃度は0.10(アカマツ)～0.83(クヌギ)と、樹種により違いが大きい。このように、樹種による傾向の違いが観測されている。

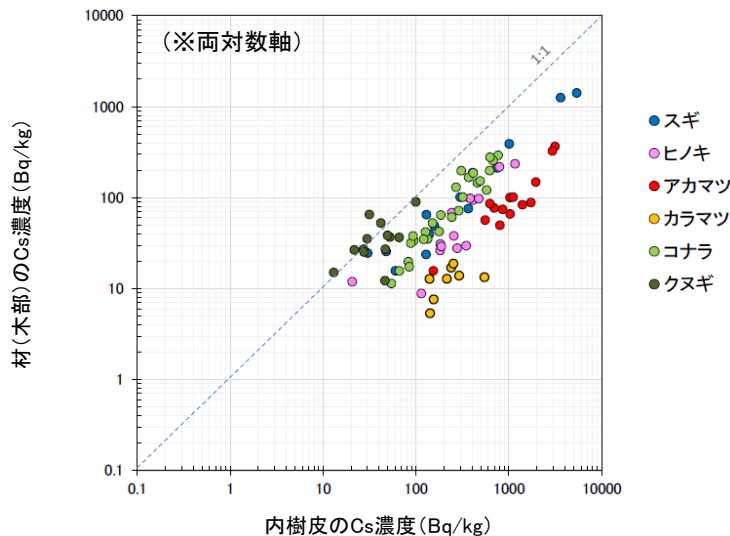


図-8 成木の部位別放射性Cs濃度の関係(内樹皮と材)

令和3(2021)年度から令和7(2025)年度の結果を示す。1調査区当たり1点で示し、不検出(ND)は除外した。

# 植栽木等の放射性Cs濃度の経年変動

- 平成30(2018)年以降、同地点で継続して調査を行っている地点について当年枝のCs濃度の経年変化をみると、アカマツやカラマツでは減少傾向を示す地点がみられた。一方、それ以外の樹種では増減がみられるものの、近年は変動幅が小さくなっており、安定した状態に移行しつつある。なお、既往研究では、事故後6~7年頃から樹木の成長部位におけるCs濃度の変動が小さくなり、準平衡状態あるいは準定常状態に達してきていることが報告されている。

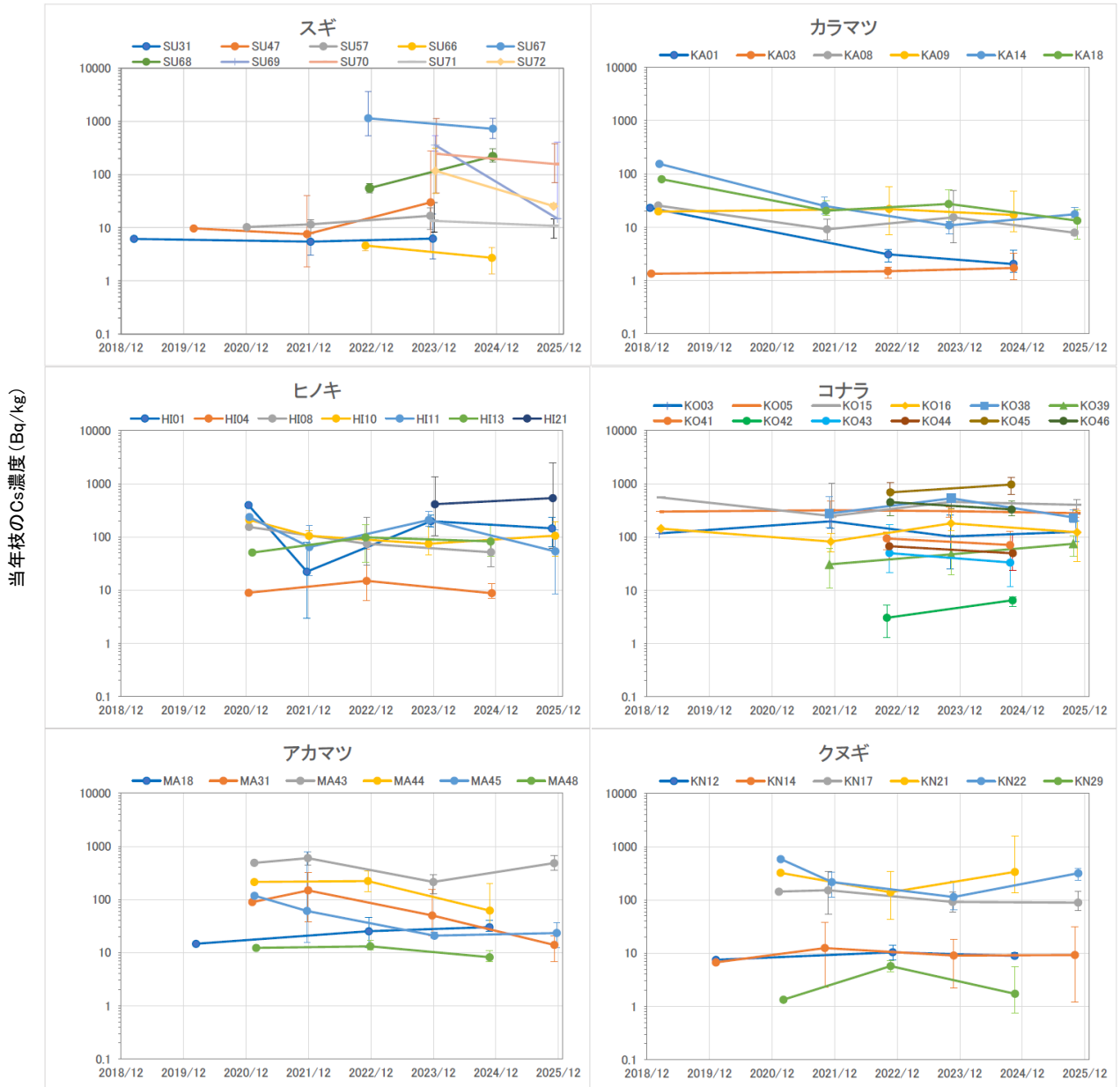


図-9 植栽木等(当年枝)の放射性Cs濃度の経年変化(地点ごと)

過年度事業からの継続結果を示す。平成30(2018)-令和2(2020)は1調査区につき1点の値、令和3(2021)以降は1調査区につき3点の幾何平均値、エラーバーは最大最小を示す。

# 成長量を含む放射性Cs蓄積量の経年変動

- 植栽木調査区(20m×20m区画)において林況調査と部位別放射性Cs濃度の調査を2年間隔で行った結果、全体的には、成長量の増加に伴い、放射性Csの蓄積量も増加する傾向がみられたものの、樹種により傾向が異なっている。
- 部位別では、バイオマス量の増加に伴い、木部における放射性Cs蓄積量(kBq/m<sup>2</sup>)が全樹種共通して増加しており、スギ、コナラ、クヌギでの増加が大きくなっている。
- 一方、バイオマス現存量は増加しているものの、放射性Cs濃度が低下し、放射性Cs蓄積量が減少している調査区や部位もあった。アカマツでは樹木の放射性Cs蓄積量が減少している調査区が多かった。
- 若齢期に樹木の部位別蓄積量の分配が大きく変化し、分配率も樹種により異なる可能性が高いことから、引き続き調査を行い、中長期データを得て評価していく。

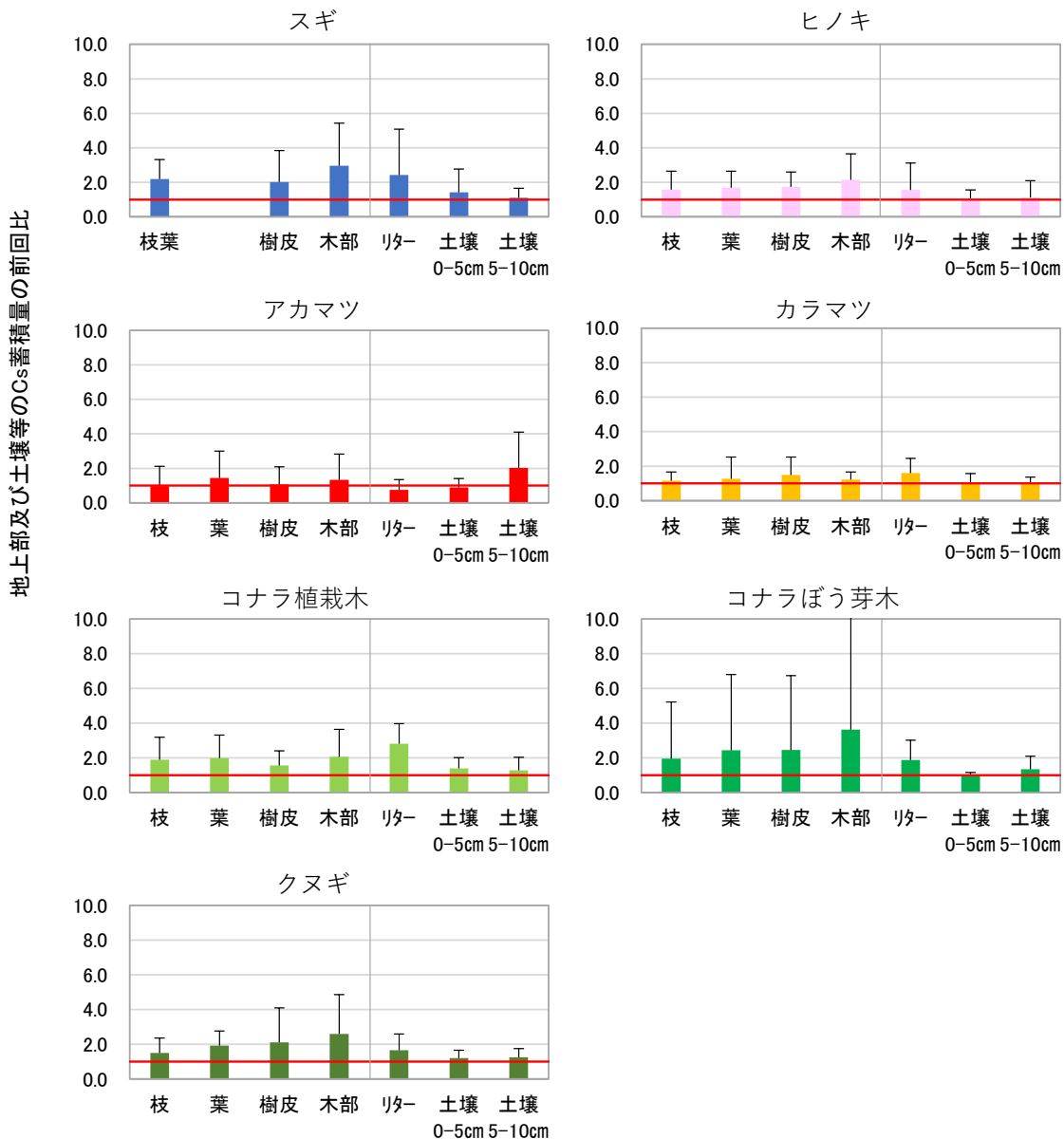


図-10 樹木部位別及び土壌等の放射性Cs蓄積量の変化(前年比)

各調査区の部位別Cs蓄積量(kBq/m<sup>2</sup>)について、隔年で実施している調査での前年比(令和7(2025)年度/令和5(2023)年度、令和6(2024)年度/令和4(2022)年度、及び令和5(2023)年度/令和3(2021)年度)を求め、その平均を示す。赤線は比が1(変化なし)を示す。各樹種n=6(地点数6)、ただしコナラ植栽木のみn=5(地点数5)