

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)報告書

令和4年3月

林 野 庁

目 次

第1章 事業の目的と調査箇所	1
1. 事業の目的	3
2. 事業箇所	3
第2章 事業の基本方針等	7
1. 事業の基本方針	9
2. 事業実施の考え方	10
第3章 調査内容と方法等	13
1. 林野庁との打合せ・協議	16
2. 事業の実施	16
(1) 学識経験者による事前研修	16
(2) 調査区の設定等	17
① 調査対象樹種の選定	17
② 調査区の選定	17
③ 森林所有者への事前通知、許諾の取得等	18
④ 調査区の設定及び明示	19
⑤ 植栽木等調査区の蓄積量調査	19
(3) 植栽木等調査、成木調査の実施	20
① 植栽木等調査	20
② 成木調査	25
③ 分析測定	27
④ 解析用データの作成	30
(4) カリウムによる放射性物質吸収抑制手法効果の検証	32
① 調査個所	32
② カリウム施肥の概要	34
③ 試料の採取と放射性セシウム濃度及びカリウム濃度等の測定	35
④ 調査項目	37
(5) 植栽木等調査におけるデータ解析	37
① データベースの修正とデータの追加	37
② 植栽木等データ、成木データの解析	37
③ 分析測定結果の検証等	38
(6) 今後の調査に係る実施方針（案）等	38
① 学識経験者との意見交換	38
② 樹木のセシウム ¹³⁷ 吸収に係る決定要因等の考察	38
③ 今後の実施方針（案）の作成	38
3. 報告書の作成	39
第4章 調査結果の整理と解析	41
1. 分析結果の整理とデータベースの作成	43
2. 調査区の設定等	43
3. 植栽木等調査、成木調査の実施	43

4. カリウムによる放射性物質吸収抑制効果の検証	44
(1) 試験結果	44
① 土壌中の交換性カリウムと放射性セシウムの濃度及び現存量	44
② 植物体の放射性セシウム濃度とカリウム濃度	47
(2) 土壌中の交換性カリウムと面移行係数の関係	50
(3) 考察	51
5. 植栽木等調査におけるデータ解析	52
5.1 樹種別の空間線量率及び部位別、土壌層位別のセシウム 137 濃度	52
(1) 調査地区の空間線量率	52
(2) 樹木部位、堆積有機物、土壌層位別のセシウム 137 濃度	53
① 植栽木等調査	53
② 成木調査	57
(3) 地下部のセシウム 137 蓄積量と空間線量率の関係	61
(4) 樹木部位間のセシウム 137 濃度との関係	63
5.2 土壌の化学性等と当年枝の面移行係数との関係性	66
(1) 樹種別の面移行係数の算出	66
(2) 樹種別の各種の面移行係数	66
(3) 土壌の塩基類の蓄積量と当年枝の面移行係数	69
5.3 調査区のセシウム 137 蓄積量	72
(1) 樹木の樹種別、部位別のバイオマス現存量	72
(2) 樹木の樹種別、部位別のセシウム 137 蓄積量	74
6. 今後の調査に係る実施方針（案）等	87
6.1 調査の目的	87
6.2 調査計画（案）の策定	87
(1) 想定される調査期間	87
(2) 調査計画のロードマップ（案）の策定	88
6.3 試行的な将来予測手法の検討の考え方	90
(1) 植栽木等樹木のセシウム 137 吸収に関わる主要要因	90
(2) 植栽木等樹木のセシウム 137 吸収に可能性のある要因	90
6.4 令和 4 年度以降の調査を進めて行く上での検討事項	91
(1) 現地調査の実施時期	91
① 植栽木等調査	91
② 成木調査	91
(2) 現地調査（植栽木等調査）の内容について	92
① 混交林の取り扱い	92
② 部位別採取等について	92
(3) 現地調査（成木調査）の内容について	92
(4) 試行的な将来予測手法の検討について	92
付属資料－ 1 調査区の概要	付－ 1
付属資料－ 2 試料採取の方法と現存量等計算方法	付－ 47
付属資料－ 3 分析測定結果	付－ 53

第 1 章 事業の目的と調査箇所

1. 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では除染等が行われてきており、避難指示区域も帰還困難区域を除き順次解除されてきている。これらの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が重要となっている。

林業の再生に向けては、平成 30 年度より、樹木内の放射性セシウムの動態解明や将来予測が必要とされ、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セシウム濃度等について調査を実施し、土壌からの放射性セシウム吸収に及ぼす主な要因として、放射性セシウムの蓄積量や土壌の交換性カリウム、樹種による特性の違い等の影響を明らかにしてきた。

一方、放射性物質の汚染影響を受けたスギ、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対応していく必要がある。

このため、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する。

2. 事業箇所

令和 3 年度の事業箇所（調査対象箇所）を表 1-1、表 1-2 と図 1-1、図 1-2 に示す。調査対象箇所は、後述する第 3 章 2（2）② で選定した調査区が該当する。

表 1-1 令和 3 年度の事業箇所（調査対象箇所）

植栽木等調査区			成木調査区		
樹種	調査区数	採取木数	樹種	調査区数	採取木数
スギ植栽木	3	9	スギ成木	3	9
ヒノキ植栽木	3	9	ヒノキ成木	3	9
アカマツ天然更新木	3	9	アカマツ成木	3	9
カラマツ植栽木	3	9	カラマツ成木	3	9
コナラ植栽木	3	9	コナラ成木	6	18
コナラぼう芽更新木	3	9			
クヌギ植栽木	3	9	クヌギ植栽木	3	9
計	21	63	計	21	63

表 1-2 令和3年度の事業箇所（調査対象箇所）

植栽木等調査区					成木調査区				
No.	樹種	植栽年度	採取地	所有形態	No.	樹種	林齢	採取地	所有形態
SU31	スギ植栽木	H23	いわき市山玉町竹棚	国有林	SU31A	スギ成木	51	いわき市田人町荷路夫	国有林
SU47		H25	田村市都路町古道九郎鹿	民(個人)	SU47A		41	田村市都路町古道山口	国有林
SU57		H25	いわき市三和町下永井大堀	国有林	SU57A		44	いわき市三和町合戸藪入	国有林
HI01	ヒノキ植栽木	H27	いわき市川前町下桶売高部	国有林	HI01A	ヒノキ成木	31	川前町宇根尻	国有林
HI10		H27	いわき市田人町貝泊中澤外	国有林	HI10A		40	いわき市田人町荷路夫	国有林
HI11		H24	いわき市田人町旅人前山	国有林	HI11A		40	いわき市田人町荷路夫	国有林
MA31	アカマツ天然更新木	H25	飯館村大倉松ヶ平	国有林	MA31A	アカマツ成木	59	飯館村八木沢	国有林
MA43		H26	飯館村深谷	国有林	MA43A		65	飯館村深谷	国有林
MA45		H26	葛尾村落合	国有林	MA45A		58	葛尾村落合	国有林
KA08	カラマツ植栽木	H24	いわき市田人町旅人明神石	民(会社有林)	KA08A	カラマツ成木	67	いわき市田人町旅人弥太郎	民(会社有林)
KA14		H24	いわき市川前町下桶売西向	民(個人)	KA14A		45	いわき市川前町上桶売小久田	民(牧野組合林)
KA18		H24	田村市都路町古道呼石	民(個人)	KA18A		68	田村市都路町古道山口	国有林
K003	コナラ植栽木	H23	田村市都路町古道福谷井(三輪山)	民(共有林)	K003A	コナラ成木	30	田村市都路町古道芹ヶ沢	民(個人)
K016		H23	田村市都路町古道大平	民(個人)	K016A		30	田村市都路町古道休場	民(個人)
K039		H29	天栄村牧之内コロビ石	民(個人)	K039A		41	天栄村牧之内コロビ石	民(個人)
K005	コナラぼう芽更新木	H23	田村市都路町古道福谷井(三輪山)	民(共有林)	K005A	コナラ成木	30	田村市都路町古道芹ヶ沢	民(個人)
K015		H23	田村市都路町古道大平	民(個人)	K015A		30	田村市都路町古道休場	民(個人)
K038		H29	天栄村牧之内鳶ヶ沢	民(個人)	K038A		41	天栄村牧之内コロビ石	民(個人)
KN14	クヌギ植栽木	H25	いわき市川前町下桶売西向	民(共有林)	KN14A	クヌギ成木	30	いわき市川前町下桶売芹ヶ作	民(共有林)
KN17		H25	いわき市川前町上桶売根本	民(牧野組合林)	KN17A		30	いわき市川前町下桶売芹ヶ作	民(共有林)
KN22		H25	いわき市川前町小白井精才	民(個人)	KN22A		28	いわき市川前町上桶売小久田	民(牧野組合林)

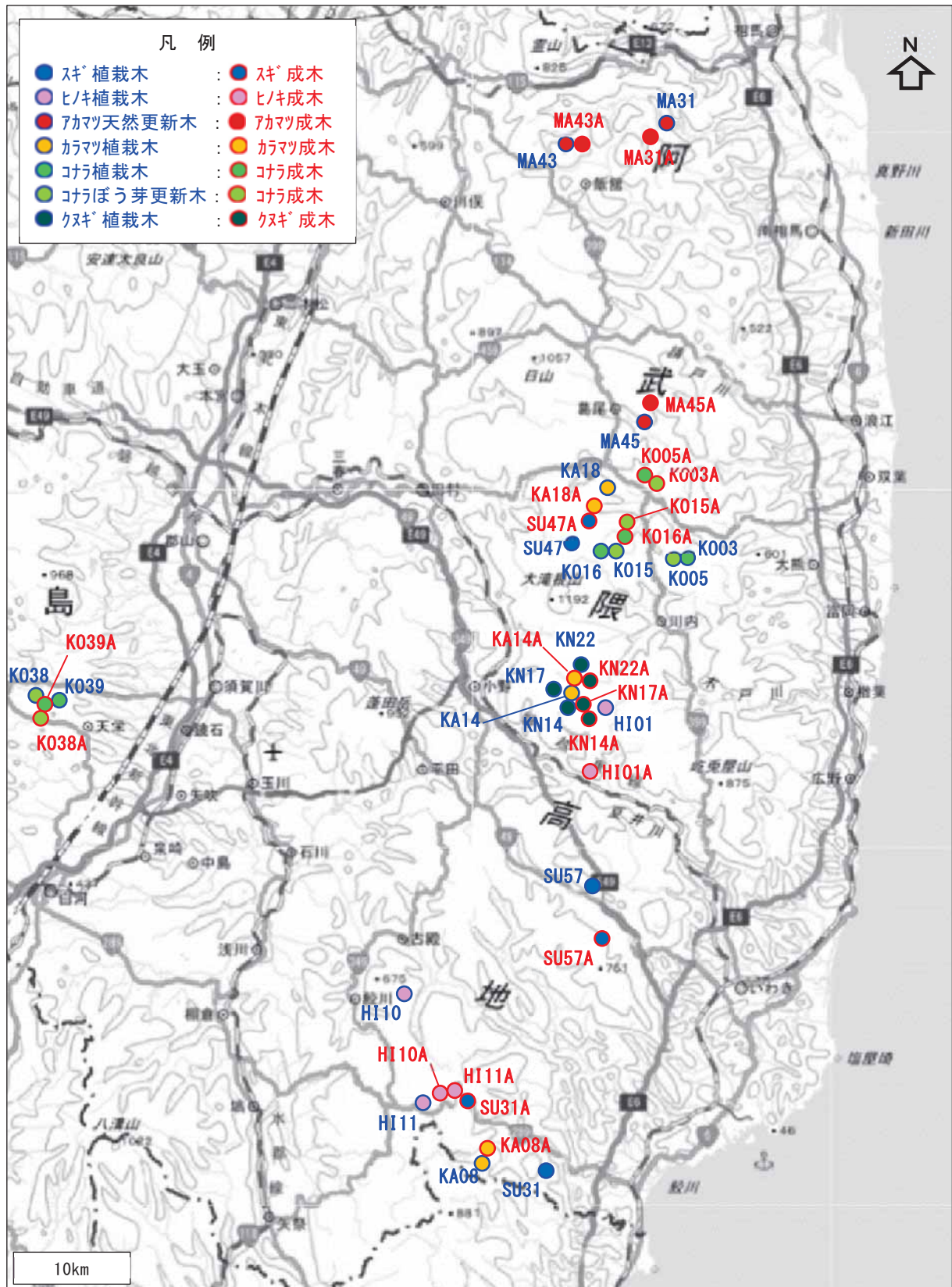


図 1-1 令和3年度の事業箇所（調査対象箇所）

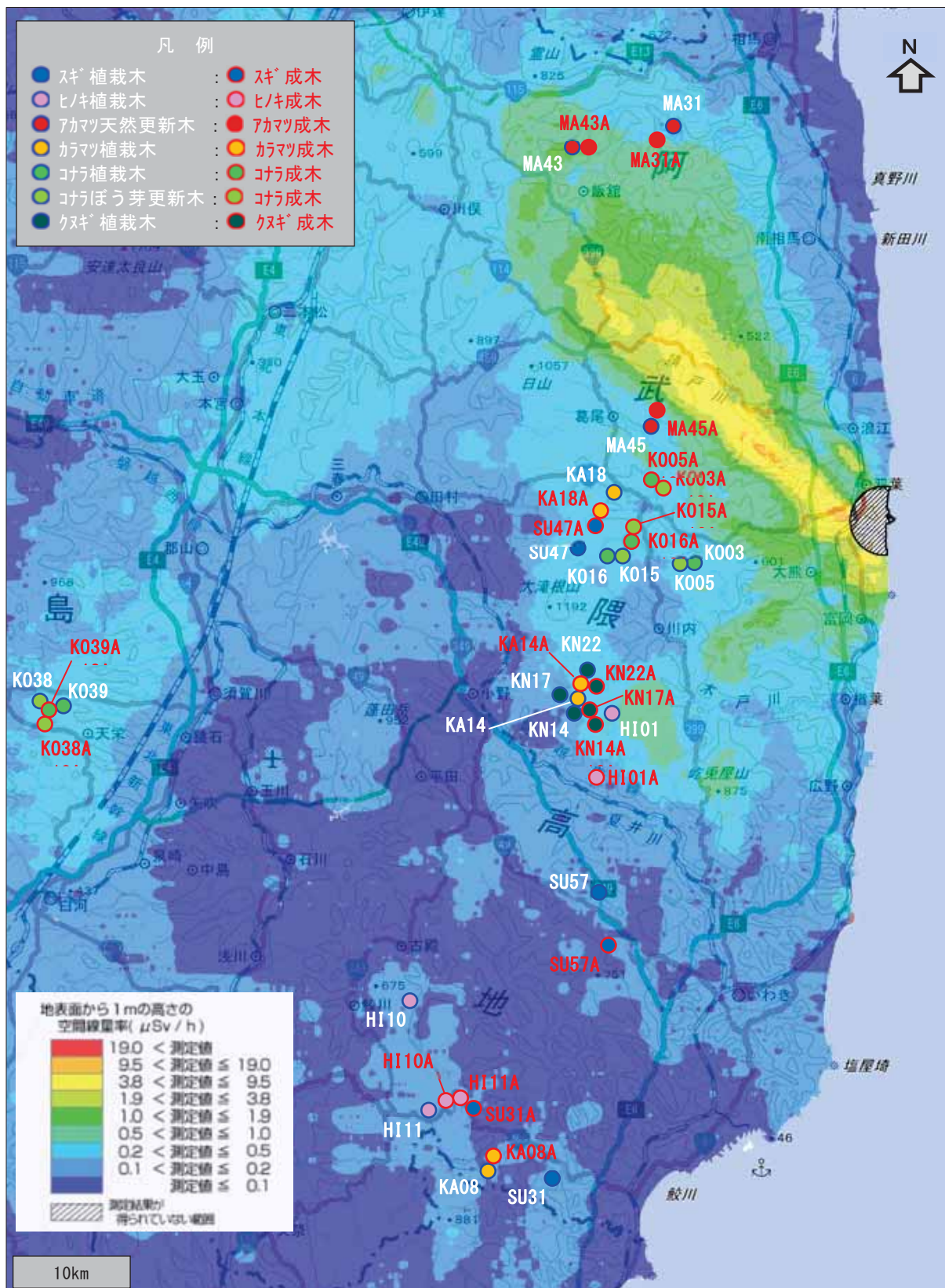


図 1-2 令和3年度の事業箇所（調査対象箇所）
 (原図) 放射線量測定マップ拡大サイト（令和2年10月29日時点）
<https://ramap.jmc.or.jp/map/>

第2章 事業の基本方針等

1. 事業の基本方針

本事業は、林業活動の円滑な再開に向けて、上記の目的、及びこれまでの実証及び検証結果を踏まえ、下記の（i）～（vii）の考え方や調査の進め方を基にして実施する。

本事業の実施に当たっては、事前に林野庁担当者と協議の上、事業内容や実施方法を確定した。また、林野庁との綿密な情報共有のもと、国有林はもとより民有林の森林所有者や森林組合等の植栽者との良好な協力関係の構築に努めた。さらに、事業の遂行に当たっては、事前に学識経験者の助言を得ながら現地調査及び試料分析、取りまとめ整理等を行った。

- （i）国有林の調査地区の選定に関しては、林野庁関係課をはじめ関東森林管理局及び関係森林管理署から、情報を提供して頂き、候補予定地を選定した。また、民有林については、関係する森林組合、植栽事業者などへのヒアリングを行い、得られた情報を整理した上で、候補予定地を選定した。
- （ii）選定された候補予定地の中から、林野庁及び学識経験者に相談したうえで、調査地区として相応しい場所を絞り込み候補地とした。その際、候補地が国有林の場合は、そのまま調査地区としたが、民有林の場合は、森林所有者の同意を得られた場合のみ調査地区として選定した。なお、森林所有者の同意の取得に際しては、森林組合等の協力を得ながら森林所有者の特定を行うとともに、必要に応じて入林や調査に対する許認可を確実に受けることとして、トラブルが生じることのないよう進めた。
- （iii）調査地区が、「保安林」の場合は、福島県と協議を行い、必要に応じて各種申請を行って、滞りなく調査を進めることとしたが、今年度の調査地に保安林は該当しなかった。
- （iv）現地調査時の測定及び試料の採取等に関しては、現地調査開始時に学識経験者による現地研修を行い、調査手法の統一と精度の向上を図りながら調査を進めた。
- （v）採取試料の調整や室内分析等に関しては、調査開始時に学識者と協議を行い、各分析手法や試料混合の有無、精度、検出下限値未満の試料の取り扱い等の統一を図ったうえで、仕様書に示された方法にて分析を行った。
- （vi）各種分析結果については、データベースとして整理するとともに、本事業の目的である「放射性セシウム濃度の将来予測」の基礎資料となる解析及び考察を行った。
- （vii）本事業は、これまでの経験及び試料採取、試料調整、分析測定に係わる実績を有する（一社）日本森林技術協会と（一社）フォレスト・サーベイとが共同企業体を構成し、限られた期間内における精度の高い効率的な事業を実施した。

2. 事業実施の考え方

仕様書（令和3年11月25日変更）に示された事業の目的と調査内容に基づき、滞りなく調査を実施するための考え方を、以下の(i)～(vi)に示す。

- (i) 本調査は、樹木のセシウム137濃度の経年変動傾向を明らかにし、セシウム137濃度の将来予測に資するデータを得るものである。

【考え方】

一般に、成長の良い樹木ほど土壌から多くの水を吸収しており、それに伴って土壌中のセシウム137も多く吸収され、結果として樹体内のセシウム137濃度を高めている可能性が指摘される。そのため、成長量を含む経年変動は、樹木のセシウム137濃度に及ぼす影響要因のひとつと考えられる。このため、経年変動及び成長量とセシウム137濃度または蓄積量との関係性が一元的に理解可能で、効果的な解析につながるような表現方法や解析方法の検討を行った。

- (ii) 原発事故後に更新された植栽木やぼう芽株を調査対象とすることで、樹木による土壌からのセシウム137の吸収特性を明らかにする。

【考え方】

原発事故後に多くの森林で放射性セシウムによる汚染調査が行われた。しかし、成木を対象とした調査では、事故当時に直接汚染し枝葉や幹の表面から吸収されたセシウム137とその後に土壌から吸収されたセシウム137を分析だけで判別することは困難な課題となっている。そのため、原発事故後に植栽された樹木や実生更新した樹木を調査して、土壌からの経根吸収だけで汚染されたことが明らかな樹木を調査することで、樹木による土壌からのセシウム137吸収量を樹種毎に解明する。

- (iii) 林業の主要樹種について、立地環境等がセシウム137の吸収特性に及ぼす影響を評価する。

【考え方】

土壌の交換性カリウム等塩基類の多少は、樹木のセシウム137の吸収を左右する主な要因である。今後の将来予測に係る解析を進めて行くためには、樹木の生育している場所の立地環境に応じた交換性カリウム等塩基類の関係性を解明していくことが必要不可欠である。そのため、この関係性を明確にするための新たな解析手法の検討を行う。

- (iv) 樹種毎に植栽木等の当年枝や成木の樹皮を用いて、材のセシウム137濃度の簡易推定方法を検討していく。

【考え方】

植栽木等の当年枝のセシウム137濃度と幹部（樹皮や材）のセシウム137濃度との関係性は判明されつつあり、樹種別の当年枝のセシウム137濃度が把握できれば、幹部（樹皮や材）のセシウム137濃度を推測できる可能性が指摘される。また、成木の当年枝と内樹皮においてもほぼ同様の傾向が明らかになりつつある。そのため、これらの関係性をさらに明確にするため、新たな解析手法の検討を行う。

- (v) 過年度検証事業「きのこ原木への放射性物質吸収抑制手法の開発」において、カリウム施肥によるコナラぼう芽更新木等に対する放射性物質の抑制効果が確認されている。このため、その後の経過についてモニタリングを行う。

【考え方】

福島県においては、依然として放射性物質の影響により広葉樹の伐採・更新が進んでいないことから、原木林資源の循環利用に向け令和3年4月に林野庁、福島県等による「里山・広葉樹林再生プロジェクト」を立ち上げたところである。同プロジェクトの推進連絡会議において、原木林の再生手法の確立には、カリウム施肥による抑制効果と合わせてその持続性の評価が不可欠であるとの意見が出された。このため、既往の施肥試験地において追加調査を実施するとともに、カリウム施肥方法による必要な調査・分析方法等の検討を行う。

- (vi) 調査内容や数量、場所、解析内容などの調査計画詳細を検討し、今後の実施方針（案）を作成する。

【考え方】

将来の樹木のセシウム 137 濃度を予測するモデルや手法にはさまざまな方法がある。しかし、予測の精度を上げるためには、予測に必要とされる主要要因の寄与の大きさと、データ整備のコストを勘案して適切な手法を選択する必要がある。

このため、今後の実施方針（案）として、どのようなプロセス及び検証を経て、どの場所で、何時、どのような内容を組み込み、何をどう解析したらよいのか等について、ロードマップ（案）を提示しながら、今後の実施方針（案）を検討する。

第3章 調査内容と方法等

調査は、仕様書に沿って、仕様書の項目、内容を網羅しながら、林野庁及び学識経験者と協議を重ね、実施した。

次ページの図3-1に、調査項目と調査の流れを示す。このフロー図の項目番号と項目名は、仕様書に合わせてある。なお、以降の記載もこのフロー図の順に沿っている。

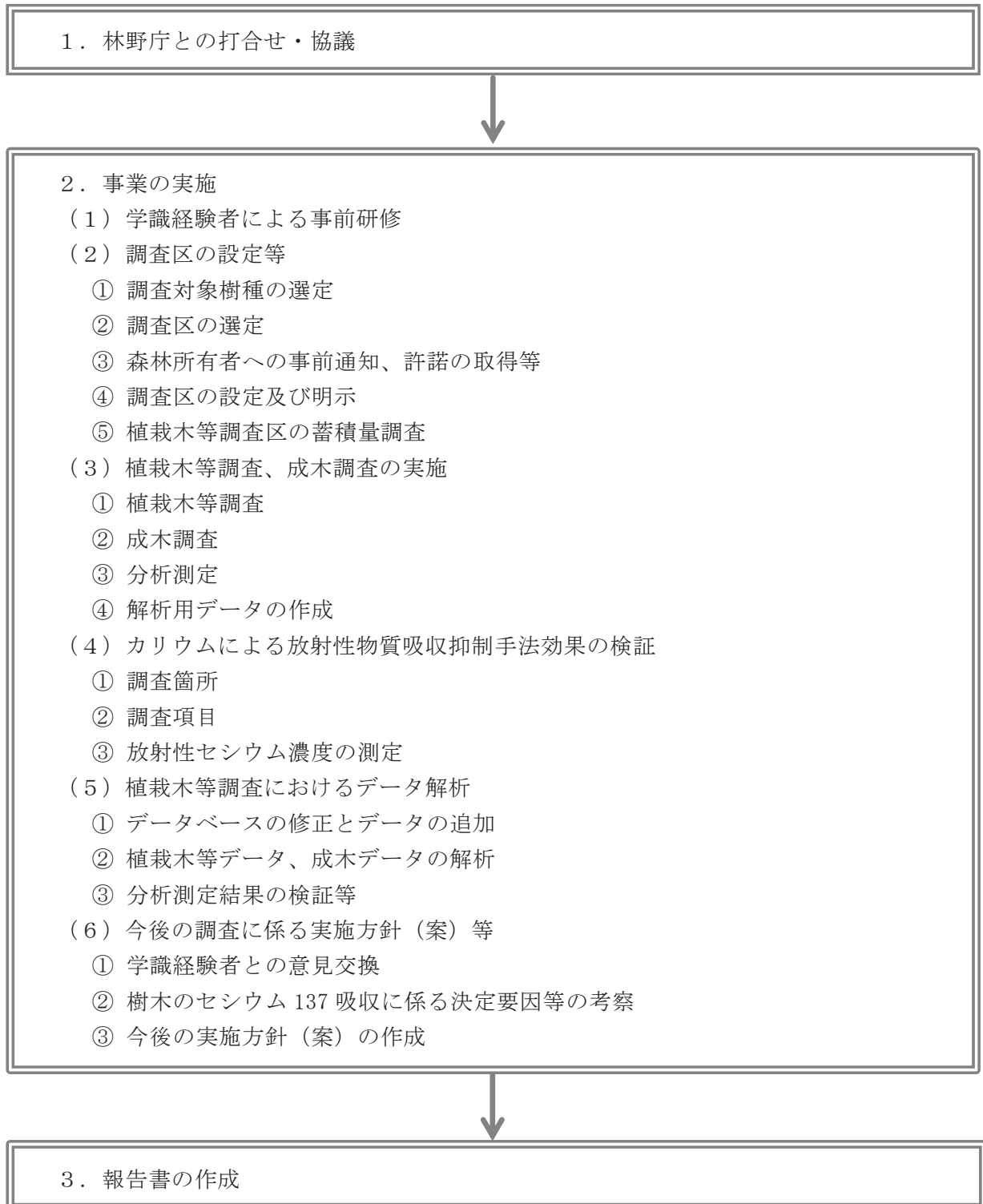


図 3-1 調査項目と調査の流れ

1. 林野庁との打合せ・協議

林野庁と、表 3-1 に示した年 4 回以上の打合せ・協議を行った。また、全事業期間を通じて、事業の進行状況等を毎月定期的に報告するほか、林野庁担当者の求めに応じて、報告を行い、適切な事業の執行に努めた。作業着手時及び現地作業終了時には状況を報告した。さらに、事業の目的を達成するために、業務状況・進行状況に応じた林野庁担当者からの指示に従い、打合せを行った際は、打合せの内容を整理し、電話やメール等で林野庁担当者に報告した。

表 3-1 林野庁等との打合せ・協議の実施

打合せ・協議	時期	打合せ・協議の内容
第 1 回打合せ	令和 3 年 9 月上旬	事業着手時（調査の進め方、調査内容・方法、調査候補地、調査工程、事前研修等について）
第 2 回打合せ	令和 4 年 1 月下旬	現地調査の終了時（現地調査の終了報告、分析測定結果、データ解析方法等について）
第 3 回打合せ	令和 4 年 3 月上旬	学識経験者との意見交換の終了時（データ結果及び今後の実施方針(案)等について）
第 4 回打合せ	令和 4 年 3 月中旬	報告書作成についての打合せ

2. 事業の実施

(1) 学識経験者による事前研修

調査は、林野庁との綿密な情報共有と報連相（報告・連絡・相談）のもと、学識経験者からの指導・助言を受けて実施した。表 3-2 に指導を頂いた学識経験者 8 名の一覧を、表 3-3 に学識経験者による事前研修と意見交換の日程等を示す。

表 3-2 学識経験者の一覧（50 音順）

氏名	所属	専門分野
荒木 眞岳	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 植物生態研究領域 人工林育成担当チーム長	森林生態・造林等
大橋 伸太	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 木材加工・特性研究領域 組織材質研究室 主任研究員 (震災復興・放射性物質研究拠点併任)	木材加工・組織材質等
小松 雅史	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 きのこ・森林微生物研究領域 きのこ研究室 主任研究員 (震災復興・放射性物質研究拠点併任)	環境放射能・植栽木調査等
重永 英年	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 植物生態研究領域 領域長	植物生態・樹木生理等
篠宮 佳樹	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 震災復興・放射性物質研究拠点 拠点長	放射性物質・森林土壌等
長倉 淳子	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 立地環境研究領域 養分動態研究室 主任研究員	養分環境等
橋本 昌司	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 立地環境研究領域 土壌資源研究室 主任専門員（国際連携・気候変動研究拠点長併任）	環境動態予測モデル・環境放射能等
三浦 覚	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 震災復興・放射性物質研究拠点 研究専門員	放射性物質・森林土壌等

表 3-3 学識経験者による事前研修と意見交換の日程と参加人数等

日程		場所	参加者
事前研修 (現地研修)	令和3年 9月28～29日 (1泊2日)	福島県田村市都路町 及びいわき市川前町	・講師：学識経験者3名 ・受講者：(一社)日本森林技術協会 6名・(一社)フォレスト・サーベ イ2名
意見交換	令和4年 3月2日 (1時間30分)	国立研究開発法人森 林研究・整備機構森 林総合研究所	・学識経験者：8名 ・林野庁：4名 ・(一社)日本森林技術協会：4名

現地調査は、植栽木等の蓄積量調査、植栽木等調査、成木調査の3つの調査と試料採取が主になるが、これらの作業は、いずれも非常に繊細で質の高い作業であり、高度の判断が要求される。

このため、林野庁に相談しながら、学識経験者との事前研修及び意見交換を通じ、これらの高度の判断が要求される事項を整理し、ひとつひとつの判断基準を明確にした上で調査を進めてきた。

(2) 調査区の設定等

① 調査対象樹種の選定

調査対象樹種は、林業用樹種4種(スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ)と、きのこ原木用樹種2種(コナラ、クヌギ)及びぼう芽更新木(震災以降にぼう芽更新施業によって芽吹いたぼう芽枝が対象)1種(コナラ)の計6樹種7種類である。

調査対象樹種は、過去3年間、本事業にて調査を実施してきた樹種である。今年度の植栽木等調査に関しては、繰返し調査の2回目に該当する。ただし、コナラのぼう芽更新木は、今年度が初めての実施になる。また、成木調査も今年度からの実施になる。今年度から新たに調査を行うものについては、林野庁及び学識経験者からの指導を受けつつ調査を進めてきた。

② 調査区の選定

調査区は、植栽木等及び成木の調査を行うこととし、植栽木等調査区と成木調査区とを選定した。

i 植栽木等調査区の選定

植栽木等の既往調査区及びぼう芽更新地から、市町村あるいは大字を異にする地域にて、種類毎に3調査区(21調査区)を選定し、1調査区当たり3本程度を試料採取木として選定した(表3-4参照)。

調査区の大きさは、1調査区当たり原則として20m×20mの方形区とした。調査地は、斜面上でそれぞれの樹種が分布する典型的な斜面位置や地形を考慮して選定した。また、試料採取木の合計は63本である。

表 3-4 植栽木等調査区数と試料採取木数

樹種等		植栽木等調査区数	試料採取木数	
林業用樹種	スギ	植栽木	3	9
	ヒノキ	植栽木	3	9
	アカマツ	天然更新木	3	9
	カラマツ	植栽木	3	9
きのこ原木用樹種	コナラ	植栽木	3	9
		ぼう芽更新木	3	9
	クヌギ	植栽木	3	9
計		21	63	

なお、新たに追加されるコナラぼう芽更新木については、林野庁及び学識経験者に相談しながら、別事業等の既往調査地から調査区を選定し調査を行った。

選定された植栽木等調査区は、前述表 1-1、表 1-2 と図 1-1、図 1-2 に示した。

ii 成木調査区の選定

選定された植栽木等調査区の近傍もしくは周辺にて、植栽木等調査区と同樹種の成木調査区を選定した。樹種等種類毎に 3 調査区（21 調査区）を選定して、1 調査区当たり 3 本程度（試料採取木）を選定した。成木調査区は、1 調査区当たり 20m×20m の方形区とした。調査地域は、斜面上でそれぞれの樹種が分布する主要な斜面位置や地形を考慮して選定した（表 3-5 参照）。

また、成木調査区として検討する齢級は、スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツが 6～12 齢級程度、コナラ、クヌギが 4～8 齢級程度を目安とした。なお、試料採取木の合計は 63 本である。

選定された植栽木等調査区は、前述の表 1-1、表 1-2 と図 1-1、図 1-2 に示した。

表 3-5 成木調査区数と試料採取木数

樹種等		成木調査区数	試料採取木数
林業用樹種	スギ	3	9
	ヒノキ	3	9
	アカマツ	3	9
	カラマツ	3	9
きのこ原木用樹種	コナラ	6	18
	クヌギ	3	9
調査区数		21	63

(注) コナラ成木調査区数は、コナラ植栽木調査区近傍の 3 区と、コナラぼう芽更新木調査区近傍の 3 区とを合わせた 6 調査区にて実施した。

③ 森林所有者への事前通知、許諾の取得等

調査地は、民有林や住居に隣接することから、入林に当たっては、林野庁の指示のもと、所有者及び必要に応じて関係機関（市町村等）との連絡等、必要な手続きを行った。

④ 調査区の設定及び明示

調査区は、植栽木等調査区、成木調査区のいずれも水平 20m×20m（斜面の上下・左右方向に水平 20mずつ）で、可能な限り調査区の周囲幅 10m程度の範囲を含めて地形が均質になるように方形調査区を設定した。また、中心部にプラスチックL杭を、方形区の四隅及び各辺の中心 10m位置には木杭を打設し、区域を明確にした。調査区の設定後、中心部から上下左右4方向の写真撮影し記録した。なお、調査区の中心部及び各辺の中心 10m位置の杭打設点にて、高さ 1mの空間線量率を測定し記録した。

植栽木等調査区、成木調査区の設定のイメージを図 3-2 に示した。

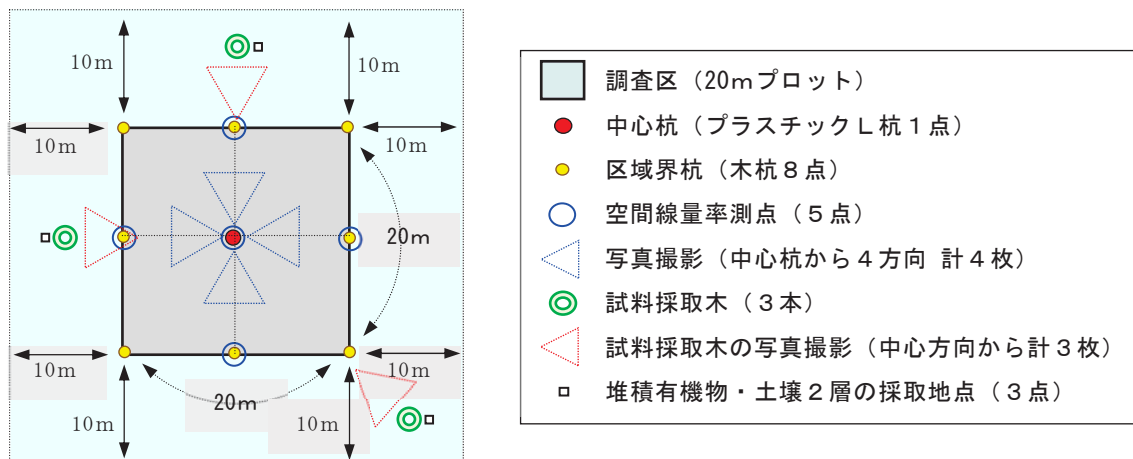


図 3-2 植栽木等調査区、成木調査区の設定のイメージ

⑤ 植栽木等調査区の蓄積量調査

i 毎木調査

植栽木等調査区を対象に、毎木調査（胸高直径、本数調査）を実施し、平均的な胸高直径と林分密度の算出を行った。胸高直径は、直径巻尺による小数点以下 1 桁の cm 括約にて測定したが、5 cm 未満の樹木については、ノギスによる小数点以下 1 桁の mm 括約（2 方向測定の平均値）にて測定した。

スギ・ヒノキ・カラマツ・クヌギの一斉林状態の植栽木林では、対象植栽木の毎木調査のみを行ったが、アカマツ天然更新木林やコナラ林（コナラ植栽木やコナラぼう芽更新木林）は、複数の樹種で構成される混交状態の低木林が多いので、樹高 1.2m以上の対象樹種（アカマツ、コナラ）と胸高直径 5 cm 以上のその他の全樹種を毎木調査の対象とした。その際、全株立ち木も調査し、単木か株立ち木かの区別も記録した。

ii 試料採取木による部位別重量測定調査

樹木部位（葉、幹、枝）の面積当りのバイオマス現存量は、調査区周囲 10m範囲内から採取する平均的な 3 個体の試料採取木（1 調査区当り 3 本の平均的な胸高直径の個体を選定して伐倒）の乾重量の平均値に立木密度を乗じて算出した。植栽木等調査区における蓄積量調査の部位別調査数を表 3-6 に示す。

なお、伐倒前の 3 個体（3 試料採取木）については、スケールとなる赤白 2 mポールとともに写真を撮影し記録した。また、伐倒に当たっては、試料採取木の胸高直径及び樹高及び生枝下高（測尺又はデジタル樹高測定器による小数点以下 1 桁の m 括約）、生枝下高測定個所の

直径を測定し、伐倒時にはブルーシートで樹幹部を被うか伐倒予定位置にブルーシートを敷いて、土壌の付着等の汚染を防いだ。

表 3-6 植栽木等調査区における蓄積量調査の部位別調査数

樹種等			毎木調査		試料採取木数 (注1)	部位別重量測定数			
			胸高直径	生育本数		葉 (全葉)	枝 (全枝)	枯枝	全幹
林業用 樹種	スギ	植栽木	○	○	9	9	9	9	9
	ヒノキ	植栽木	○	○	9	9	9	9	9
	アカマツ	天然更新木	○(注2)	○(注2)	9	9	9	9	9
	カラマツ	植栽木	○	○	9	9	9	9	9
きのこ 原木用 樹種	コナラ	植栽木	○(注2)	○(注2)	9	9	9	9	9
		ぼう芽更新木	○(注2)	○(注2)	9	9	9	9	9
	クヌギ	植栽木	○	○	9	9	9	9	9
調査区数と試料木数			21 調査区		63 本	63 本	63 本	63 本	63 本

(注1) 部位別の試料採取方法等については、(3)①に後述した。

(注2) 胸高直径5cm以上のアカマツ、コナラ以外の混交樹木は、全て調査対象とした。

蓄積量調査における毎木調査や試料採取、生重量測定は、効率的かつ試料の取り忘れのないように実施した。現場における作業手順や毎木調査手法、部位別試料（当年葉、当年枝、葉〔全葉〕、枝〔全枝〕、樹皮、材等）の採取方法や生重量の測定方法等については、学識経験者による事前研修にて決定した。

なお、試料の取り扱いにおいて、当年葉と当年葉以外の葉を合わせて「葉（全葉）」、当年枝と当年枝以外の枝を合わせて「枝（全枝）」と呼称する（以下同様）。また、葉（全葉）、枝（全枝）の判定は、スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツについては主軸から枝分かれする部分はすべて枝とし、コナラ・クヌギについては直径3cm以下の部分を枝とした。ただし、スギについては、枝と葉の分離が困難なので、枝と葉を合わせて「枝葉（全枝葉）」、「当年枝葉」として取り扱った。

(3) 植栽木等調査、成木調査の実施

① 植栽木等調査

6樹種7種類について各3植栽木調査区の計21調査区にて、おおむね過年度の植栽木等調査の手法に準じて調査を実施した。

植栽木等調査は、生葉を採取するために、コナラ、クヌギ、カラマツは10～11月の落葉前に実施し、スギ、ヒノキ、アカマツは11～12月に実施した。

i 植栽木等調査

地上部については、蓄積量調査時に調査区の周囲幅10m程度の範囲から選定し伐倒した平均的な胸高直径の3試料採取木から採取した。

地下部は、その試料採取木の近傍（おおむね1～2m程度）から堆積有機物と表層土壌2層（0～5cm・5～10cm）を採取した。ただし、1調査区内における試料の混合は行わず、1調査区からは3試料を検体として採取した。

植栽木等調査の樹木部位別試料採取数や土壌等部位別試料採取数を表3-7に示す。

表 3-7 植栽木等調査の樹木や土壌等部位別試料数 (Ge 分析測定用等試料数)

樹種等			樹木部位別採取数								
			当年枝 (注1)	枝 (全枝) (注1)	当年 葉 (注2)	葉 (全葉) (注2)	幹		小丸太		枯枝 (注2)
							樹皮 (注3)	材 (注3)	樹皮 (注4)	材 (注4)	
林業 用樹 種	スギ	植栽木	当年枝葉 9	枝葉 9	—	—	9	9	9	9	9
	ヒノキ	植栽木	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	アカマツ	天然更 新木	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	カラマツ	植栽木	9	9	9	9	9	9	9	9	9
きの こ原 木用 樹種	コナラ	植栽木	9	9	9	9	9	9	9	9	9
		ぼう芽 更新木	9	9	9	9	9	9	9	9	9
	クヌギ	植栽木	9	9	9	9	9	9	9	9	9
分析試料数			63	63	54	54	63	63	63	63	63
樹種等			土壌等別採取数				下層植生 (低木) (注5)				
			堆積 有機物 (注1)	土壌 (0-5cm) (注1)	土壌 (5-10cm) (注1)						
林業 用樹 種	スギ	植栽木	9	9	9	—					
	ヒノキ	植栽木	9	9	9	—					
	アカマツ	天然更 新木	9	9	9	3					
	カラマツ	植栽木	9	9	9	—					
きの こ原 木用 樹種	コナラ	植栽木	9	9	9	—					
		ぼう芽 更新木	9	9	9	—					
	クヌギ	植栽木	9	9	9	—					
分析試料数			63	63	63	3					

(注1) 分析測定機関にて Ge 分析測定。

(注2) 学識経験者に送付し Ge 分析測定。

(注3) 作業所にて樹皮と材 (チップ化) を分離後分析測定機関にて Ge 分析測定。

(注4) 作業所にて樹皮と材 (小丸太) を分離後、分析測定機関にて乾燥及び秤量。

(注5) 下層植生 (低木) 採取は、アカマツ天然更新木のみが対象で、調査区 (プロット) 4 隅の 0.25 m² (0.5m 四方) に生育している下層低木 (樹高 1.2m 未満) のみが対象。ササや草本は含めない。4 隅混合試料 (1 調査区 1 試料) は学識経験者送付し Ge 分析測定。

以下に、学識経験者から指導された、a 植栽木等調査における葉、枝等の試料採取方法を記載する。

a 植栽木等調査における当年葉、当年枝、平均的な全葉、全枝の試料採取方法

植栽木等調査区の蓄積量調査にて伐倒された試料採取木から、植栽木等調査の試料採取用に当年葉、当年枝及び平均的な葉（全葉）、枝（全枝）の試料採取を行った。

試料採取は、スギ、ヒノキ、アカマツについては当年葉、当年枝並びに平均的な葉（全葉）、枝（全枝）の試料を 1.5 ℓ程度採取した。コナラ、クヌギ、カラマツについては当年葉、当年枝並びに平均的な葉（全葉）、枝（全枝）の試料を 1.5 ℓ程度採取し、それぞれの生重量を測定し記録した。また、スギは当年葉と当年枝の分離が困難なので、当年枝葉並びに平均的な全枝葉を採取した。なお、採取量を 1.5 ℓ程度とする理由は、試料を乾燥、細断、圧縮して G e 分析測定器にセットする場合、丁度 0.7 ℓのマリネリ容器相当量に該当する量が得られるからである。ただし、セシウム 137 濃度が低いと思われる調査区では、2 ℓマリネリ容器分の採取量が必要になる場合もあったので、事前のチェックを行いながら進めた。

試料の採取手順は、初めに、全枝葉の生重量測定後に、当年枝、当年葉を採取するグループ i 群（当年枝葉採取群）と、枝（全枝）、葉（全葉）を採取するグループ ii 群（枝葉採取群）とに分離し、それぞれのグループから必要量を採取した。採取に当たっては、同じ当年枝に生育していた当年枝と当年葉、同じ枝（全枝）に生育していた枝（全枝）と葉（全葉）とを採取し、それぞれの生重量を測定することにより、当年枝と当年葉の重量比、枝（全枝）と葉（全葉）の重量比を算定した。

採取された試料は、セシウム 137 濃度の測定用に 1 試料採取木当たり 1 試料（1 サンプル）として分析測定機関または学識経験者に送付した。

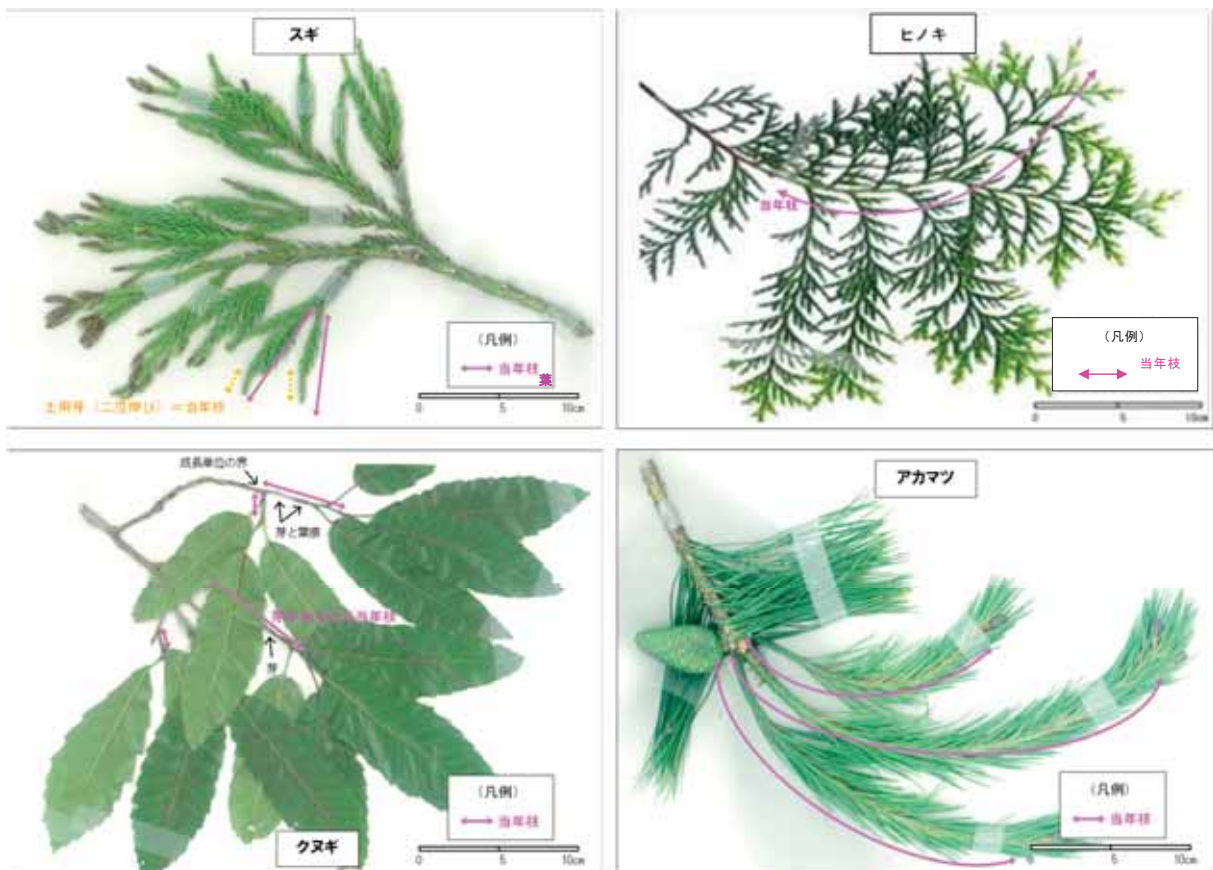


写真 3-1 樹種別の当年枝等の状況（H31.2 現地採取・撮影）

以下に、学識経験者から指導された、b 植栽木等調査における幹部（樹皮、材）の採取、調整方法、c 堆積有機物及び土壌 2 層の採取方法等を記載する。

b 植栽木等調査における幹部（樹皮、材）の採取、調整方法

前述（2）⑤ ii にて測定した試料採取木の胸高位置の直径を測定、記録したのち、胸高位置の上下 60cm の範囲（全長 120cm）を室内（作業所内）に持ち帰り、長さ 30cm の 4 本の短丸太に切り分けた。さらに、樹高 55–60cm 部分と樹高 180–185cm 部分の 2 本の小丸太も室内（作業所内）に持ち帰った。

次に、胸高位置における樹皮付き短丸太円盤の写真スケールとともに撮影した。また樹皮の厚さも測定し記録した。その際、心材が認められた場合はその直径も測定し、記録した。

続いて、短丸太の樹皮と材から、以下の方法により試料を必要量採取した。

樹皮は、ノミや皮スキで剥皮し、形成層を含む内樹皮まで採取した。樹皮の採取量は、1 個体当たり最低 0.7 l（絶乾時）のマリネリ容器相当量に該当する 1.5 l 程度（採取時）の試料を採取した。

材は、樹皮採取後、短丸太から厚さ 5 cm の円盤を 6 枚程度切り出し、円盤を鉋でミカン割りにして木屑状態にするか、電動カンナによりチップ化を行い、そのチップを分析測定用の試料とした。材（チップ）の採取量は、1 個体当たり最低 2.0 l（絶乾時）のマリネリ容器相当量に該当する 2.5 l 程度（生のカンナ屑状態）の試料を採取した。材（チップ）の採取量を樹皮より多く採るのは、セシウム 137 濃度が他の部位より低い事例が多く、検出下限値未満のデータを極力出さないため、大容量の 2 l マリネリ容器にて Ge 分析測定を行うための工夫である。

樹皮と材（チップ）の試料は、分析測定機関にて風乾、絶乾作業を行い、Ge 分析測定に供した。

2 本の小丸太は、樹皮と木部（材）とに分け、それぞれの生重量を計量後分析測定機関に送付して、樹皮と材の絶乾重量を測定し「樹皮／材絶乾重量比」を算出した。

c 堆積有機物及び土壌 2 層の採取方法等

堆積有機物は、地表部に設定した方形枠（25cm×25cm）内側の堆積有機物（L・F・H 層）を全量採取した。

堆積有機物の最下層の採取は、土壌（細土や石礫）が混入しないよう、トング等を用いて細心の注意を図りながら丁寧に採取した。特に、H 層（Humus〔腐植質〕層）や M 層（菌糸網層）の採取に当たっては、細土が腐植物の断片や菌糸に絡みついている場合が多いので注意を要した。

土壌は、高さ 5 cm、直径 11 cm の採土円筒（475cc）を用いて表層土壌 0–5 cm、5–10 cm を採取した。5–10 cm 層の採取は、表層 0–5 cm 層の採取位置から左右どちらかにずらして、土層が攪乱されていない位置で採取した。25cm×25cm の範囲内で 2 個取れないときは、堆積有機物層を除去した範囲を拡げて採取した。

採土円筒は、斜面に対して平行に置いて採取した。

円筒や道具類に付着した土は、その都度アルコールの含まれないウェットティッシュ等で拭き取った。

採取箇所毎に、a) 堆積有機物採取前、b) 堆積有機物採取後、c) 2 個の採土円筒試料採取後に、方形枠（25cm×25cm）全体が写った写真を撮影し記録した。写真による記録は、後述する「外れ値」の検証に用いるとともに、下層植生、石礫根系、土質等の確認に欠かせない重要な情報となる。

ii 試料の調整と分析測定及び測定結果の整理

採取試料の採取、調整後は、速やかに分析測定機関に送付し、過年度と同様の分析を行った。

土壌については、過年度の分析項目（pH(H₂O)、交換性カリウム）に加え、交換性カルシウム及び交換性マグネシウムの分析測定を追加して実施した。

分析測定の終了後は、解析用データの基礎資料として利用可能な整理を行った。



スギ植栽木(7年生:いわき市三和町)



ヒノキ植栽木(5年生:いわき市川前町)



カラマツ植栽木(6年生:いわき市川前町)



アカマツ天然更新木(7年生:飯舘村)



コナラ植栽木(7年生:田村市都路町)



クヌギ植栽木(7年生:いわき市川前町)

写真 3-2 植栽木等の調査状況 1



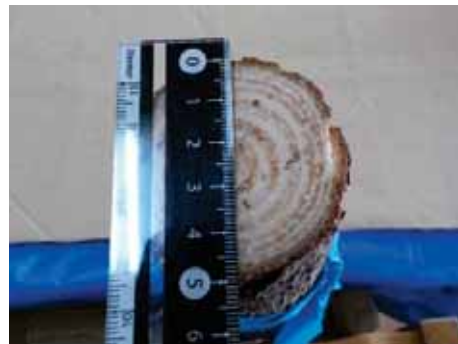
当年枝の採取状況
(ヒノキ植栽木：現地研修時)



堆積有機物の採取状況
(写真は三浦覚先生：現地研修時)



土壌0-5cmの採取状況
(写真は三浦覚先生：現地研修時)



アカマツ天然更新木の胸高部の丸太断面
(6年生：胸高部年輪5年)

写真 3-3 植栽木等の調査状況 2

② 成木調査

6樹種7種類について各3成木調査区の計21調査区にて、以下の成木調査の手法に従って実施した。なお、成木の試料採取は、植栽木等調査の終了後に集中して実施した。

i 成木調査

樹種毎の1調査区当たりの採取個体数は3個体とし、スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ、コナラ、クヌギ全樹種について、調査区の周囲幅10m程度の範囲から3個体を調査した（前述図3-2の試料採取木参照）。

成木調査の試料は、選定された3個体から、地上部は内樹皮と材を、地下部は各個体の近傍から堆積有機物と表層土壌2層（0-5cm・5-10cm）を採取して、混合試料として調整した。

樹皮の試料採取は、樹木の山側高さ40~60cmの部分2箇所をホールソー（径6.5cm）とノミ等を用いて採取した。また、材は、内樹皮の採取位置2箇所から樹木中心部に成長錘（径12mm）を貫入して採取した。試料採取後は、傷口からの病原菌侵入を防ぐため樹木用コーティング材を塗布した。なお、成長錘の貫入に当たっては、材試料の効率的採取のために、「スマートボーラー」を使用した。

落葉堆積物と表層土壌2層の調査は、植栽木等調査と同様に行った。また、選定された3試料採取木については、樹高と胸高直径とを測定し記録しておくとともに、2m赤白ポールとともに写真を撮影し記録した。

ii 試料の調整と分析測定及び測定結果の整理

採取試料の調整は、3 個体混合試料の作成を行った。調整後の試料は、速やかに分析測定機関に送付し、植栽木等調査と同様の分析を行った。土壌の分析については、植栽木等調査と同様である。分析測定が終了後は、解析用データの基礎資料として利用可能な整理を行った。

成木調査の樹木部位別試料採取数や土壌等部位別試料採取数を表 3-8 に示す。

表 3-8 成木調査の樹木部位別試料採取数や土壌等部位別試料採取数

(Ge 分析測定用試料数)

樹種等		樹木部位別				土壌等別					
		内樹皮		材		堆積有機物		土壌 0-5cm		土壌 5-10cm	
		採取数	混合試料	採取数	混合試料	採取数	混合試料	採取数	混合試料	採取数	混合試料
林業用樹種	スギ	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3
	ヒノキ	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3
	アカマツ	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3
	カラマツ	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3
きのこ原木用樹種	コナラ	18	6	18	6	18	6	18	6	18	6
	クヌギ	9	3	9	3	9	3	9	3	9	3
分析試料数		—	21	—	21	—	21	—	21	—	21



写真 3-4 ホールソーを使用した内樹皮の採取状況（コナラ成木）

(出典) 令和 2 年度森林施業等による放射性物質拡散防止等検証事業（令和 3 年 3 月）林野庁



写真 3-5 径 12mm の成長錘をスマートボーラーにより貫入させ材をサンプリング

③ 分析測定

分析測定機関における G e 分析測定の試料数と測定容器及び測定時間を表 3-9 に、土壌 2 層の化学性等の分析測定の試料数を表 3-10 に示す。

また、学識経験者に送付する試料の一覧を表 3-11 に示す。

表 3-9 分析測定機関における G e 分析測定の試料数と測定容器及び測定時間

部位	調査	試料数	測定容器等	測定時間 (注 1) (注 2)	
堆積有機物	植栽木等	63	基本的に 0.7ℓマリネリ容器を使用するが、予め高濃度が予測される検体は U-8 容器でも可能とした。	1,800 秒	
	成木	21		1,800 秒	
土壌 0-5 cm	植栽木等	63		1,800 秒	
	成木	21		1,800 秒	
土壌 5-10cm	植栽木等	63		1,800 秒	
	成木	21		1,800 秒	
当年枝	植栽木等	63		0.7ℓマリネリ容器	1,800 秒
枝(全枝)	植栽木等	63		0.7ℓマリネリ容器	1,800 秒
樹皮	植栽木等	63	0.7ℓマリネリ容器	1,800 秒	
内樹皮	成木	21	3本混合試料だが、ホールソーによるサンプリングゆえに、内樹皮の採取量は限定される。このため、100 ml の U-8 容器を使用した。その分測定時間を延長して精度の向上を図った。	3,600 秒	
材	植栽木等	63	空間線量率の低い場所の植栽木等の材は、セシウム 137 濃度が低く測定精度を確保できない可	1,800 秒	

			能性がある。このため、一番大きい20マリネリ容器を使用することにより、測定精度の向上を図った。	
	成木	21	3本混合試料だが、成長錘によるサンプリングゆえに、材の採取量は限定される。このため、100 mlのU-8容器を使用した。その分測定時間を延長して精度の向上を図った。	3,600 秒
計		546	[参考] 過年度におけるGe分析測定数は、H31年度が480検体、R1年度は450検体、R2年度が450検体であった。	

(注1) 検出下限値未満の試料については、測定時間を最大7,200秒にまで延長して再測定を行った。ただし、U-8容器で測定を行う成木調査で得られた内樹皮と材(成木)は、測定時間を最大9,000秒にまで延長して再測定を行った。

(注2) 係数誤差10%以下を達成できなかったサンプルは、学識経験者が再測定する可能性があるので、学識経験者から指定された容器に試料を移し替え、学識経験者に送付した。

表 3-10 分析測定機関における土壌2層の化学性等の分析測定の試料数

項目	調査	試料数	備考
土壌前処理 (根 ^(注1) 、礫、細土分離)	植栽木等	126	63 検体×2層
	成木	42	21 検体×2層
土壌前処理 計		168	—
pH(H ₂ O)	植栽木等	126	63 検体×2層
	成木	42	21 検体×2層
pH(H ₂ O) 計		168	—
交換性塩基類 ^(注2) (Ca、K、Mgの3種)	植栽木等	378	63 検体×2層×3種
	成木	126	21 検体×2層×3種
交換性塩基類 計		504	—

(注1) 土壌の前処理で分離、乾燥した根系は、サンプル毎に袋に詰め、学識経験者に送付した。

(注2) 学識経験者により、土壌の安定同位体セシウム133を別途分析測定する可能性があるので、塩基類の分析用に抽出された試料(抽出液)は、サンプル毎に容器に詰め替えた後、学識経験者に送付した。

表 3-11 学識経験者によるGe分析測定の試料数

項目	試料数	備考
当年葉	54	6 樹種×3 調査区×3 本
葉(全葉)	54	6 樹種×3 調査区×3 本
枯枝	63	7 樹種×3 調査区×3 本
下層植生(低木)	3	1 樹種×3 調査区
計	174	—

i 分析測定における試料の調整方法

以下のa～bに、学識経験者から指導された分析測定における試料の調整方法を示す。

a 枝や樹木試料（樹皮、内樹皮と材）

当年枝及び全枝の試料は、数 cm の長さに切断あるいは細断してから紙袋に入れて乾燥機（75℃）で 48 時間以上絶乾させる。

樹木試料（樹皮、内樹皮と材）は、それぞれ紙袋に入れて乾燥機（75℃）で 72 時間絶乾させた後、粉碎器で 4 mm 以下に粉碎し、樹皮、材の絶乾重量を測定する。なお、事前に厚さ 2 mm 程度のカンナ屑状態に粉碎していた材の試料は、絶乾後に再粉碎する必要はない。

また、小丸太としてサンプリングした試料を用い、樹皮と材の絶乾重量を測定して「樹皮／材絶乾重量比」を算出した。

b 堆積有機物及び土壌 2 層の試料

堆積有機物試料は、紙袋に入れて乾燥機（75℃）で 48 時間以上絶乾させた後、絶乾重量を測定した。

土壌試料（表層 0-5、5-10cm）は、バット等に広げて風乾させる。そして、1～2 日おきに 3～4 回程度、風乾途中の半乾きの状態で土塊を指で粉碎し、根や石礫に付着した土塊をよくほぐして落としておく。よく風乾させた土壌は、風乾全重量を測定した。

風乾全重量を測定した後の土壌試料は、2 mm の円孔篩ふるいにかけて細土と石礫、根の 3 種に分けておく（土壌前処理作業）。

石礫、根は、水洗した後、再び乾燥機（105℃）で 24 時間以上絶乾させた後、それぞれの絶乾重量を計測する。細土は、2～3 g を分け取り、風乾重量を計測し、乾燥機（105℃）で 24 時間以上絶乾させた後、絶乾重量を計測して、風乾重量との水分量との差から乾燥係数を算出した。

風乾全重量から石礫の絶乾重量と根の絶乾重量×1.1 を差し引いたのち、細土の乾燥係数を乗じて細土の絶乾重量とした。残りの風乾細土試料は、Ge 分析測定及び土壌化学性分析に供した。

絶乾後の根の試料は、学識経験者に分析測定を依頼し、密封したビニール袋等に保存し学識経験者に送付した。

なお、堆積有機物試料、土壌 2 層の試料、当年枝、全枝の試料、樹木試料（樹皮・内樹皮・材）は、Ge 分析測定等を行う前の乾燥温度と乾燥時間が、それぞれ異なるので、各試料調整時には細心の注意が必要である。それぞれに違いがあることを認識して、間違いのないように測定を行う必要がある。

ii セシウム 137 濃度の測定方法

以下 a～b に、学識経験者から指導されたセシウム 137 濃度の測定方法等を示す。

a セシウム 137 濃度の測定方法等

植栽木等調査における樹木試料は、マリネリ容器（0.7ℓ若しくは2ℓ）を使用し、Ge 分析測定によるセシウム 137 濃度の測定を行った。

植栽木等調査及び成木調査における堆積有機物や土壌 2 層の試料は、0.7 ℓのマリネリ容器（ただし予めセシウム 137 濃度が比較的高いと見込まれる試料は U-8 容器〔100ml〕を使用することも可能）を使用して Ge 分析測定を行った。

植栽木等調査における樹木部位（当年枝、全枝、樹皮、材）別測定は、測定時間を 1,800 秒以上、計数誤差 10%以下での測定を基本とした。計数誤差 10%以下の条件で検出下限値未満となった試料については、計数誤差を 20%あるいは 30%以下とすることも可能とした。

植栽木等調査及び成木調査における堆積有機物と土壌 2 層の分析測定は、測定時間を 1,800 秒以上、計数誤差 10%以下での測定を基本とした。計数誤差や検出下限値未満の取り扱いについては、上述した植栽木等調査における樹木部位（当年枝、全枝、樹皮、材）別測定と同様に取り扱った。

成木調査における樹木試料（内樹皮、材）は、もともと採取量が少ないので U-8 容器（100ml）にて Ge 分析測定を行った。成木調査における内樹皮と材の測定は、測定時間を 3,600 秒以上、計数誤差 10%以下での測定を基本とした。計数誤差 10%以下の条件で検出下限値未満となった試料については、計数誤差を 20%あるいは 30%以下とすることも可能とした。

b 過年度の不検出データの確認と再測定等について

Ge 分析測定によりセシウム 137 濃度が不検出になった場合は、検出下限値と係数誤差、測定時間を検証して、以下の再測定を行った。

植栽木等調査における樹木部位（当年枝、全枝、樹皮、材）別測定で検出下限値未満となった検体については、測定時間を最大 7,200 秒にまで延長して再測定を行い、精度の向上を図った。また、成木調査における内樹皮と材の測定で検出下限値未満となった検体については、測定時間を最大 9,000 秒にまで延長して再測定を行い、精度の向上を図った。

最長測定時間に達しても不検出若しくは既定の計数誤差に到達しなかった検体及び係数誤差 10%以下を達成できなかった検体は、学識経験者が再測定する可能性があるため、学識経験者から指定された容器に移し替え送付した。

iii 土壌 2 層の化学性の分析方法

以下に、学識経験者から指導された土壌 2 層の化学性の分析方法を示す。

a pH(H₂O)

調整済みの土壌試料 3～5 g を容器に量り取り、2.5 倍量の蒸留水（7.5～12.5ml）を添加し、30 分間振盪した後、ガラス電極 pH メーターを用いて pH(H₂O)を測定した。

土壌 0-5 cm、5-10cm それぞれを測定する。2.5 倍量の蒸留水で懸濁水が得られないときは、5 倍量の蒸留水を添加して測定した。

b 交換性塩基類（バッチ法）

交換性カリウム（k）、カルシウム（Ca）、マグネシウム（Mg）といった交換性塩基類の分析のための抽出には、バッチ法を用いた。

まず試料調整済みの土壌試料 3～5 g をプラスチック製蓋付き遠沈管に採取する。続いて 10 倍量（30～50ml）の 1 mol 酢酸アンモニウム溶液（pH7.0）を添加し、30 分間振盪した後、24 時間程度静置する。その後、上澄み液を定量用ペーパーフィルターで濾過し、適宜希釈したうえ、原子吸光分析装置や発光分光分析装置等でカリウム、カルシウム、マグネシウムを定量した。

定量値より、10 倍量で抽出していることと、定量時の希釈倍率を考慮して、供試土壌試料中の交換性カリウム、カルシウム、マグネシウム濃度を算出した。

また、化学分析は、使用する容器の容量に応じて、試料と抽出液や蒸留水の量を両方も倍量で分析操作を行ってもよいこととした。

なお、将来、土壌の安定同位体セシウム 133 を別途分析測定する可能性があるため、塩基類の分析用に抽出された試料（抽出液）は、サンプル毎に容器に詰め替えた後、学識経験者に送付した。

④ 解析用データの作成

分析測定データから、いくつかの解析用データを作成（算出）し、その後にデータベースへの追加（後述（5）①参照）や各種データ解析（後述（5）②～③）を行う。解析用データの作成方法について、以下の i～ii に示す。

i 主な解析用データの作成

以下の a ~ g に、学識経験者から指導された主な解析用データの作成についての考え方を示す。

a 細土含水率 (%) と細土容積重

分析測定結果の細土の風乾重量と絶乾重量との差から細土含水率 (%) を算出する。細土容積重は、採土円筒中の細土の絶乾重量を円筒容積 (475ml/円筒) で除して算出した。細土容積重は、地下部のセシウム 137 蓄積量や交換性塩基類蓄積量 (kg/ha) を算出するのに必要となる。

b 細土のセシウム 137 濃度 (Bq/kg)

風乾状態の細土で G e 分析測定した結果を、細土容積重を用いて絶乾ベース値に換算した。

c セシウム 137 濃度不検出データの解析用暫定値 (Bq/kg)

学識経験者の指導に従い、解析用暫定値を「 $1/\sqrt{2}$ DL (DL は検出下限値)」として算出し、解析に用いた。

d 堆積有機物及び土壌 2 層のセシウム 137 蓄積量 (kBq/m²)

堆積有機物及び土壌 2 層のセシウム 137 濃度と採取面積 (堆積有機物) 又は細土容積重 (土壌 2 層) を用い、それぞれの蓄積量を算出した。

e 交換性カリウム蓄積量 (kg/ha)

土壌 2 層の交換性カリウム濃度 (mg/100g) と細土容積重 (土壌 2 層) を用い、蓄積量を算出した。

f 土壌層位別の当年枝面移行係数 (m²/kg)

当年枝とは、調査実施の当該年に発生した新たな枝を指し、冬芽が付いていて樹体全体の中では成長が活発な部位である。そのため、当年枝の面移行係数は、土壌からの放射性セシウム吸収の強さを表す指標として適して以下で算出される。なお、面移行係数は植栽木等調査における当年枝のみならず、当年葉や成木調査における内樹皮等においても算出を行い、解析に用いた。

$$\text{当年枝面移行係数 (m}^2\text{/kg)} = \frac{\text{当年枝の重量当たりの放射性セシウム濃度 (Bq/kg)}}{\text{土壌の単位面積当たりの放射性セシウム蓄積量 (Bq/m}^2\text{)}}$$

g 交換性塩基類 (Ca、Mg)

土壌 2 層の交換性カルシウム及び交換性マグネシウム濃度 (mg/100g) は、今年度から新たに分析測定した。その蓄積量 (kg/ha) の算定は、交換性カリウムと同様に行った。

ii 現地調査データ等の解析用データへの追加

調査区の選定や現地調査に当たっては、様々な調査区の自然環境条件や社会的条件を調査するが、過年度に倣ってデータを整理し、以下の a ~ c の解析用データの追加を行った。

樹種別の調査区の選定及び現地調査の実施及び調査結果の整理に当たっては、以下の項目を調査した。そして、これらの調査結果を整理し、解析用データに追加した。

a 植栽木等調査区

植栽年、更新年 (伐採年)、林齢 (植栽木)、樹齢 (成木)、植栽・更新面積 (ha)、旧土地利用 (施肥の有無も確認)、植栽時の植栽本数 (本/ha)、植栽木・更新木の本数密度 (本

/ha：蓄積量毎木調査で把握)、平均短木幹材積 (m³：蓄積量調査で把握)、毎木調査結果 (平均胸高直径 [cm]、生育密度 [本/ha])、樹木部位別バイオマス蓄積量 (蓄積量調査で把握：全葉・全枝・全幹のバイオマス蓄積量 [m³/ha]) 等。

b 成木調査区

林齢、林分面積 (ha)、試料採取木 3 本の平均胸高直径 (cm)、平均樹高 (m)、平均単木材積 (m³/ha) 等。

c 植栽木等調査区、成木調査区共通

標高 (m：調査区中心点)、斜面方位、局所地形 (斜面位置)、土壌母材、航空機モニタリングによる空間線量率 (μSv/h)、調査区中心部の位置 (緯度経度 X Y 座標)、空間線量率 (μSv/h：1 調査区 5 点平均値)、平均傾斜 (度：調査区中心部) 等。

(4) カリウムによる放射性物質吸収抑制手法効果の検証

① 調査箇所

調査は、過年度事業で、福島県田村市都路町大久保に設定した試験地で実施した。

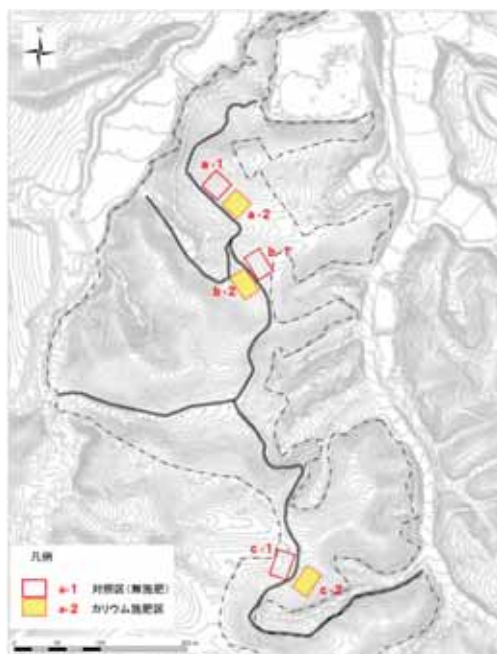


図 3-3 試験地の配置

表 3-12 作業区の概要

作業区	K 施肥	平均斜度・斜面方位	面積	空間線量率 (μSv/h)		Cs-137 平均沈着量**
				2014/11 *	2018/12	
a - 1	-	14° 南西	各 625m ² (25m×25m)	0.31	0.19	110kBq/m ²
a - 2	施肥				0.17	
b - 1	-	10° 南西	各 650 m ² (32.5m×20m)	0.31	0.18	
b - 2	施肥				0.18	
c - 1	-	10° 南東	各 600 m ² (30m×20m)	0.35	0.20	
c - 2	施肥				0.23	

* 植栽時 (平成 26(2014)年 11 月測定) の作業区内 5 地点の地上 1m の空間線量率平均値

** 第 3 次航空機モニタリング公表値 (平成 23(2011)年 7 月)

作業区の配置状況を図 3-3 に示す。カリウム施肥区と無施肥（対照区）の 2 区画を 1 セットとして、a, b, c の 3 セット、計 6 区画を設定した（写真 3-6、表 3-12）。いずれの区画も平均斜度 10° ～ 14° の緩斜面で、a 及び b が南西、c が南東に面した斜面に位置する。平成 26(2014)年 11 月に測定した空間線量率は、 $0.31 \mu\text{Sv/h}$ ～ $0.35 \mu\text{Sv/h}$ であった。

林況は 27 年生の落葉広葉樹林で、平成 26(2014)年 1 月～3 月にコナラ、クリ、サクラ、クヌギを上層木として 30%程度残して更新伐を実施し、同年春にサクラ苗木を植栽した複層林である。ここに、苗木の放射性物質吸収量を把握するために、平成 26(2014)年 11 月 18 日に 2 年生コナラ苗木を各作業区に 60 本以上植栽した。



写真 3-6 作業区の状況（過年度）



写真 3-7 作業区の状況（令和 3 年 12 月）

② カリウム施肥の概要

本試験地で実施したカリウム施肥の概要を表 3-13 に示す。肥料の種類によってカリウムの吸収作用は異なる。カリウムが土壤中で根から吸収されるイメージを図 3-4 に示す。

表 3-13 カリウム施肥の概要

項目	1 回目	2 回目
施肥実施時期	コナラ苗木植栽後 (平成 27(2015)年 1 月)	1 回目の施肥から 2 年後 (平成 29(2017)年 2 月)
使用肥料	ケイ酸カリウム＝緩効性 商品：「けい酸加里プレミア 34」 (開発肥料株式会社 製造、JA 全農 供給) カリウム (K ₂ O) 保証成分：20%	塩化カリウム＝水溶性・速効性 商品：「粒状 くみあい 塩化加里」 (JA 全農 輸入・供給) カリウム (K ₂ O) 保証成分：60%
土壤中の交換性カリウム濃度の目標値	酸化カリウム (K ₂ O) 20g/m ² (水稻の慣行カリ施肥の 2 倍量 ¹) → 200kg K ₂ O/ha、166kg K/ha	同左 ※1 回目の施肥分は考慮せず追肥
施肥量	100g/m ² (ha 換算：1 t/ha) (目標値÷カリウム保証成分割合)	33g/m ² (ha 換算：330kg/ha)
備考	作物用に開発されており、根酸（根から分泌される有機酸）や土壤中の酸によりカリウムが溶出し、植物体に利用可能な交換態となるため、水溶性の塩化カリウム等と比較して時間がかかる。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 過剰施与だと濃度障害（塩害）を引き起こす。 ・ 1 回目同様、均一散布とした。

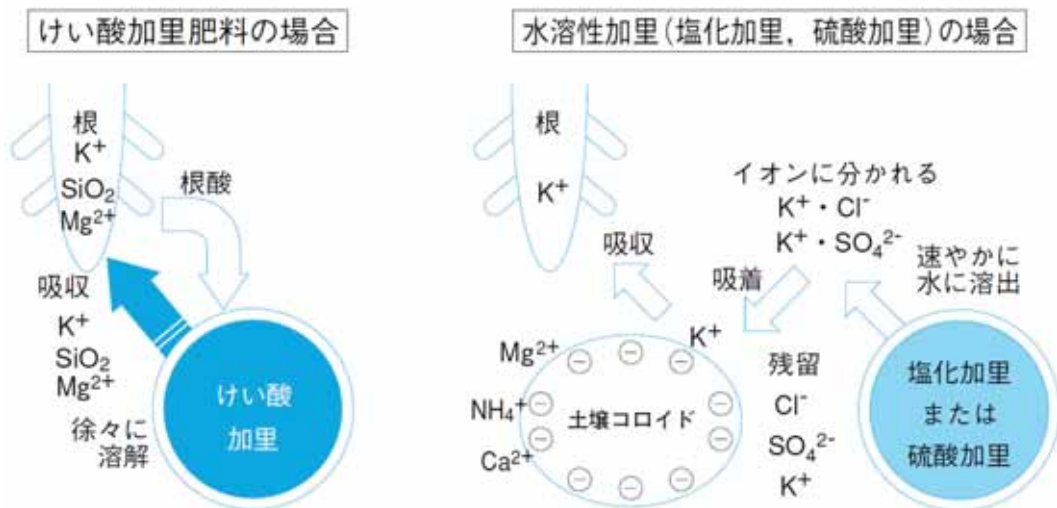


図 3-4 肥料によるカリウムが作物に吸収されるイメージ² (参考)

¹ 「水稻の放射線セシウム対策としてのカリ施用」(福島県農林水産部 2012)を参考に、慣行カリ施肥量(スギ、ヒノキに対して最大 10g/m²程度：出典 「林業家必携最新改訂版」林野弘済会 1990)の 2 倍とした。

² 全国農業協同組合連合会ホームページ：

https://www.zennoh.or.jp/activity/hiryo_sehi/pdf/qa_keisankari.pdf

③ 試料の採取と放射性セシウム濃度及びカリウム濃度等の測定

i 植物体試料の採取

コナラ植栽木等植物体の採取試料数を表 3-14 に示す。

植物体の試料は、平成 27 (2015) 年度以降は、植物体内の物質転流が止まり各器官の物質濃度が安定する休眠期の採取を基本として落葉後の 12 月後半に採取した。

採取部位は、平成 30 (2018) 年度以降、当年枝のみとした。

ii 土壌等試料の採取

土壌等の採取試料数を表 3-15 に示す。

採取は 12 月に行った。土壌の放射性セシウム (Cs-137) 濃度等試料は、平成 26 (2014) 年度は作業区当たり 2 点、平成 27 (2015) 年度は 5 点から採取したが、濃度のばらつきが大きいことから、誤差を小さくするため、平成 28 (2016) 年度より作業区当たり 5 地点から採取している。堆積有機物は 20cm×20cm 方形枠を設置して採取した。土壌層の試料は、直径 50mm、容積 100mL の採土円筒を用いて土壌深度 0-5cm 及び 5-10cm から採取した。

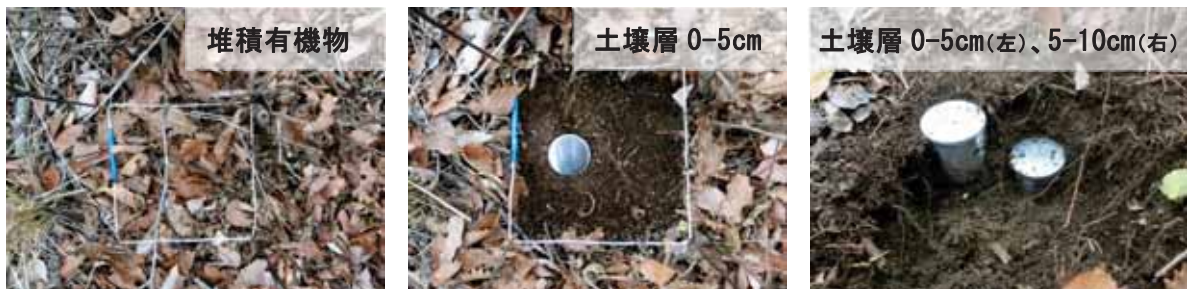


写真 3-8 土壌等試料採取の概況

iii 放射性セシウム濃度及びカリウム濃度の測定

【植物体試料：当年枝採取→複数株混合→計量・乾燥・粉砕→濃度分析】

コナラ植栽木等の試料は、現地で当年枝を採取し、複数株を混合して測定試料とした。

【土壌等試料：採取→計量・乾燥→作業区ごとに混合・粉砕→濃度分析】

土壌等の試料は、採取した試料ごとに採取時重量を計量した後に、作業区ごとに混合して、放射性セシウム濃度分析用の検体とした。

測定試料は、計量・乾燥・粉砕を行い、濃度分析用の検体とした。

放射性セシウム濃度は、ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリ法 (以下「ガンマ線スペクトロメトリ法」という。) により放射性セシウム (Cs-134 及び Cs-137) を定量し、単位試料重量当たりの放射性セシウム濃度 (Bq/kg) を求めた。

植物が利用可能な土壌中の交換性カリウム濃度は、炎光光度計³を用いて測定した。

³ 土壌環境分析法「第V章 土壌化学 7. 交換性陽イオン・陰イオン A. 交換性陽イオン簡易法・バッチ法-a」P216

表 3-14 採取試料木の個体数

採取年度	採取日	区画ごと（施肥3区画、無施肥3区画）								
		植栽木				ぼう芽更新木				
		葉	当年枝	幹・枝	根	幹・枝	当年枝	多年枝		根*1
						φ1cm未満	φ1cm以上			
平成 26 (2014)	2014/11	15 (1)	-	15 ⁺ (1)	15 ⁺ (1)	20 (1)	-	-	-	5 (1)
		(施肥前ポット n=1)				(施肥区 n=3、無施肥区 n=3)				
平成 27 (2015)	2015/12/14- 16	-	-	5 (1)	5 (1)	-	5 (1)	5 (1)	5 (1)	-
		(施肥区 n=3、無施肥区 n=3)								
平成 28 (2016)	2016/12/21- 22	-	-	5 (1)	5 (1)	-	5 (1)	5 (1)	5 (1)	-
		(施肥区 n=3、無施肥区 n=3)								
平成 29 (2017)	2017/12/18	-	3 (1)×2	3 (1)×2	3 (1)×2	-	3 (1)×2	3 (1)×2	3 (1)×2	-
		(施肥区 n=6、無施肥区 n=6)								
平成 30 (2018)	2018/12/17- 20	-	3 (1)×2	-	-	-	3 (1)×2	-	-	-
		(施肥区 n=6、無施肥区 n=6)								
令和元 (2019)	2019/12/18- 24	前年度に同じ								
令和 2 (2020)	2020/12/27									
令和 3 (2021)	2021/12/18- 19									

試料数の数値下段（ ）は、濃度分析時の混合検体数を示す。

*1 ぼう芽更新木の根試料は、水平方向に伸びた太根（>10mm）を長さ 5cm~10cm 程度を採取し、土砂を洗い流した。

+ 平成 26（2014）年度の植栽木試料は、放射性物質測定用として、植栽せずに置いたポット苗から採取。

表 3-15 田村大久保試験地における土壌等採取試料数

採取年度	採取日	区画ごと（施肥3区画、無施肥3区画）			土壌 (ポット)
		土壌等（地点/区画）			
		堆積有機物 (20 cm×20 cm)	土壌層 0-5 cm (100mL 採土円筒)	土壌層 5-10 cm (100mL 採土円筒)	
平成 26(2014)	2014/11/16-22	2 (1)	2 (1)	2 (1)	15 (1)
平成 27(2015)	2015/12/14-15	3 (1)	3 (1)	3 (1)	-
平成 28(2016)	2016/12/21-23	5 (1)	5 (1)	5 (1)	-
平成 29(2017)	2017/7/19-21 2017/12/13-14	前年度に同じ			
平成 30(2018)	2018/7/18-19 2018/12/18				
令和元(2019)	2019/7/9 2019/12/24				
令和 2(2020)	2020/12/15				
令和 3(2021)	2021/12/16-17				

試料数の数値下段（ ）は、濃度分析時の混合検体数を示す。繰り返し数は全年度共通で、施肥区 n=3、無施肥区 n=3。

④ 調査項目

i 土壌の管理

全ての調査区において、交換性カリウム濃度を測定し、その相関関係を調査した。併せて林野庁が福島県内で実施している萌芽枝モニタリング実施箇所から数カ所を選定し、同様の測定を行い比較した。なお、交換性カリウム濃度の測定に当たっては、炎光光度計を用いた。

ii 植栽木等の放射性物質濃度の測定

成長終了期（12月目途）に各調査区（図 3-3、表 3-12）のコナラ植栽木から当年枝を、各試験地当たり 2 個体（1 個体あたり 1 本）を採取し、放射性セシウム濃度を後述③により測定した。また、植栽木の採取時に同試験地のコナラ根株から発生しているぼう芽枝の当年枝を、各試験地当たり 2 株分（1 株あたり 1 本）採取し、ぼう芽枝に含まれる放射性セシウム濃度を後述③により測定した。

iii 調査結果の分析・評価

上記の調査結果及び過年度事業における調査結果を踏まえ、植栽木等の放射性物質濃度の推移について分析するとともに、カリウム施肥による放射性物質吸収抑制効果を検証し、効果的な放射性物質吸収抑制手法等について整理した。また、「ほだ木等原木林の再生手法」の検討のため、カリウム施肥による必要な調査・分析方法等についても整理した。

（5）植栽木等調査におけるデータ解析

① データベースの修正とデータの追加

令和 2 年度に作成したデータベースに学識経験者が測定分析した結果等を追加した。データベースは、将来的なデータ解析に用いるが、繰り返し調査及び成木データの追加等に合わせ、随時修正していくものである。

データベースは、林野庁及び学識経験者の指導のもと、修正しつつ新たなデータの追加を、変換プログラム（Python split 関数）等を用い整理した。

② 植栽木等データ、成木データの解析

過年度データも含め、以下の解析等についての図表作成等を行い、林野庁及び学識経験者の指導を得ながら、解析結果について考察を行った。

i 植栽木等に係る解析

以下に、植栽木等に係る解析の考え方等を示す。

- ・ 植栽木等の樹種別、部位別のセシウム 137 濃度の特性
- ・ 植栽木等の当年枝面移行係数と土壌の交換性カリウム蓄積量等化学性

ii 成木等に係る解析

以下に、成木等に係る解析の考え方等を示す。

- ・ 成木の樹種別の内樹皮と材のセシウム 137 濃度の関係
- ・ 成木の内樹皮面移行係数と土壌の交換性カリウム蓄積量等化学性

iii 植栽木等調査、成木調査全般に係る解析

以下に、植栽木等調査、成木調査全般に係る解析の考え方を示す。

- ・ 植栽木等の当年枝及び成木の内樹皮と材のセシウム 137 濃度の比較
- ・ 局所地形と土壌 0-10cm の交換性カリウム蓄積量
- ・ 土壌のセシウム 137 蓄積量と樹種別、部位別のセシウム 137 吸収量

iv その他

その他、将来予測を行うために、検証及びモデル化のため必要とされる解析として、以下のようなものが考えられるので、林野庁及び学識経験者の指導に従いながら、基礎データの整理等を進めた。

- ・ 堆積有機物のセシウム 137 蓄積量と樹木のセシウム 137 吸収に係る影響の把握
- ・ 土壌層位別の吸収根の状態が樹木のセシウム 137 吸収に係る影響の把握

③ 分析測定結果の検証等

分析測定結果の検証等を目的に、解析結果のグラフから得られる外れ値等を整理し、植栽木等または成木の各種部位（堆積有機物及び土壌 2 層も含む）別データの検証を行った。

（6）今後の調査に係る実施方針（案）等

① 学識経験者との意見交換

高度な技術判断が要求される解析や検証、結果に対する判断や評価、後述する考察や今後の実施方針等について、令和 4 年 3 月 2 日に、学識経験者との意見交換を行い、そこで得た指導内容を整理し、報告書に反映させた。

② 樹木のセシウム 137 吸収に係る決定要因等の考察

i 樹木のセシウム 137 吸収に係る主要要因

樹木の土壌からの放射性セシウム吸収に及ぼす主要要因として、セシウム 137 蓄積量（空間線量率）や土壌の交換性カリウム、樹種特性等の 3 要因についてのデータが蓄積されつつあり、それらの傾向等について考察する。

ii 樹木のセシウム 137 吸収に係る可能性のある要因

樹木のセシウム 137 濃度に及ぼす要因として、前述 i で挙げた主要な 3 要因の他に、地形や土壌、堆積有機物（落葉層）、成長量、吸収根分布などの 5 つの要因も影響している可能性があり、それらについての簡単な考察を加えた。

③ 今後の実施方針（案）の作成

樹木のセシウム 137 濃度は、調査地や樹種の違いによる他、同一林分内の同じ樹種でも大きく異なることが知られている。樹木の幹のセシウム 137 濃度の将来予測のためには、樹木各部位のセシウム 137 濃度の主要要因を明らかにし、その寄与の大きさと不確かさを明らかにした上で、既往のモデル等による予測手法の改良を図る必要がある。

令和 3 年度以降は、個体及び林分当たりのセシウム 137 吸収量を評価しつつ、当年枝や幹のセシウム 137 濃度の経年変動データを整備することで、セシウム 137 濃度の要因間の解明を進め、将来予測モデルの高度化を図る必要がある。

将来の樹木のセシウム 137 濃度を予測するモデルや手法にはさまざまな方法がある。しかし、予測の精度を上げるためには、予測に必要とされる主要要因の寄与の大きさと、データ整備のコストを勘案して適切な手法を選択する必要がある。

本事業では、そのような観点を念頭に置きながら、林野庁及び学識経験者が必要としているデータ及び精度の確保を図るためには、どのようなプロセス及び検証を経て、どの程度の期間をかけ、どの程度の内容を行うかについて、ロードマップ（案）を提示し今後の実施方針（案）とした。

3. 報告書の作成

報告書は、上記 2 の事業の実施の項目ごとに、事業の実施内容及び調査結果（付随する関係資料を含む。）について、必要に応じ学識経験者の指導・助言を得て取りまとめた。

第4章 調査結果の整理と解析

1. 分析結果の整理とデータベースの作成

学識経験者による指導を得ながら、過去3年間（平成30年度～令和2年度）の調査分析結果について、データを統合した整理を行い、林野庁や学識経験者がデータを活用しやすいように二次元行列からなるエクセル形式のデータベースを作成してデジタルデータとして納品した。また、記載項目等は、学識経験者と協議を行い整理した。データ整理に当たってセシウム137濃度（Bq/kg）が検出下限値（DL）未満の値については、学識経験者の指導により「 $DL \times 1/\sqrt{2}$ 」の値を用いてデータ整理を行い解析に用いた。

なお、前述第3章の表3-3に、学識経験者による事前研修と意見交換の日程等を示した。

2. 調査区の設定等

調査区の位置等は、前述第1章の表1-1、表1-2と図1-1、図1-2に示した。

また、調査区のプロット設定野帳を別添データ集の添付図-1（植栽木等調査）、添付図-2（成木調査）に示した。

3. 植栽木等調査、成木調査の実施

植栽木等調査の現地調査を令和3年10月～12月、成木調査を令和4年1月に実施した。

各調査区の概要を付表-1（植栽木等調査）、付表-2（成木調査）に、位置等を付図-1（植栽木等調査）、付図-2（成木調査）に示した。植栽木等調査におけるサンプル採取と処理の手順フローを付図-3に、現存量計算法を付図-4に示した。

また、現地調査時の写真を別添データ集の添付写真-1（植栽木等調査）、添付写真-2（成木調査）に示した。

植栽木等調査における毎木調査結果を別添データ集の添付表-1に、生重量測定野帳を添付表-2に、バイオマス現存量分析測定結果一覧表を別添表-3に示した。

さらに、室内分析機関における測定分析結果を付表-3（植栽木等調査）、付表-4（成木調査）に、採取木、部位毎のバイオマス現存量一覧表を付表-5に、調査区毎のバイオマス現存量を付表-6に、セシウム137蓄積量を付表-7に示した。

4. カリウムによる放射性物質吸収抑制効果の検証

(1) 試験結果

① 土壌中の交換性カリウムと放射性セシウムの濃度及び現存量

土壌中の交換性カリウム (K^+) 濃度と現存量を図 4-1 に示す。

追肥後 1 年目 (平成 29(2017)年) の 12 月までは、施肥区における土壌層の交換性カリウム濃度及び現存量は、上昇が確認され、現存量が目標値とする 166 kg K/ha を超えた箇所もみられた。その翌年の平成 30 (2018) 年 7 月には、交換性カリウム現存量は、平成 29(2017)年 12 月の 141 kg/ha から 93 kg/ha に約 3 割程度減少し、前年度に引き続き今年度は更に濃度、現存量が減少し、令和 2 (2020) 年 12 月の時点で 60 kg/ha であった。ただし、無施肥区との比較では、交換性カリウムが多い状態にあった。

土壌中の放射性セシウム ($Cs-137$) の濃度と現存量を図 4-2 に示す。

放射性セシウム ($Cs-137$) 現存量は、平成 26(2014)年 11 月から平成 28(2016)年 12 月にかけて、無施肥区、施肥区ともに堆積有機物で減少、土壌層 0-5cm では、増加する傾向を示したが、平成 29(2017)年以降は顕著な傾向は確認されない。なお、今年度は施肥区において、0-5cm 層の放射性セシウム濃度及び現存量がやや高かった。

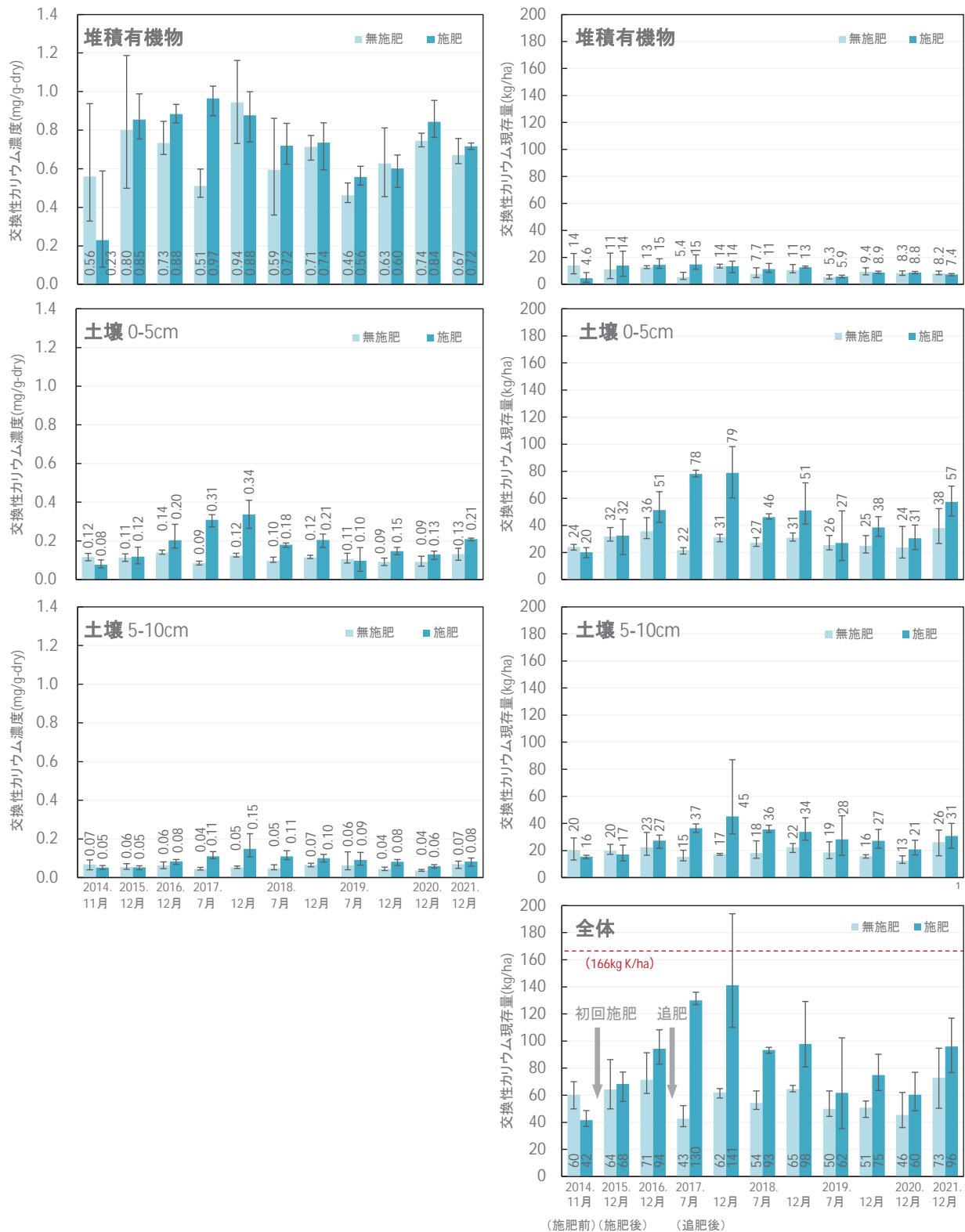


図 4-1 土壌中の交換性カリウム (K⁺) の濃度と現存量

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 (K₂O : 20%) を 1 t/ha、2 回目は平成 29 (2017) 年 2 月に塩化カリウム (K₂O : 60%) を 330kg/ha 施与した。試料数は、各年、施肥・無施肥でそれぞれ n=3。値は幾何平均値、エラーバーは最大値と最小値を示す。

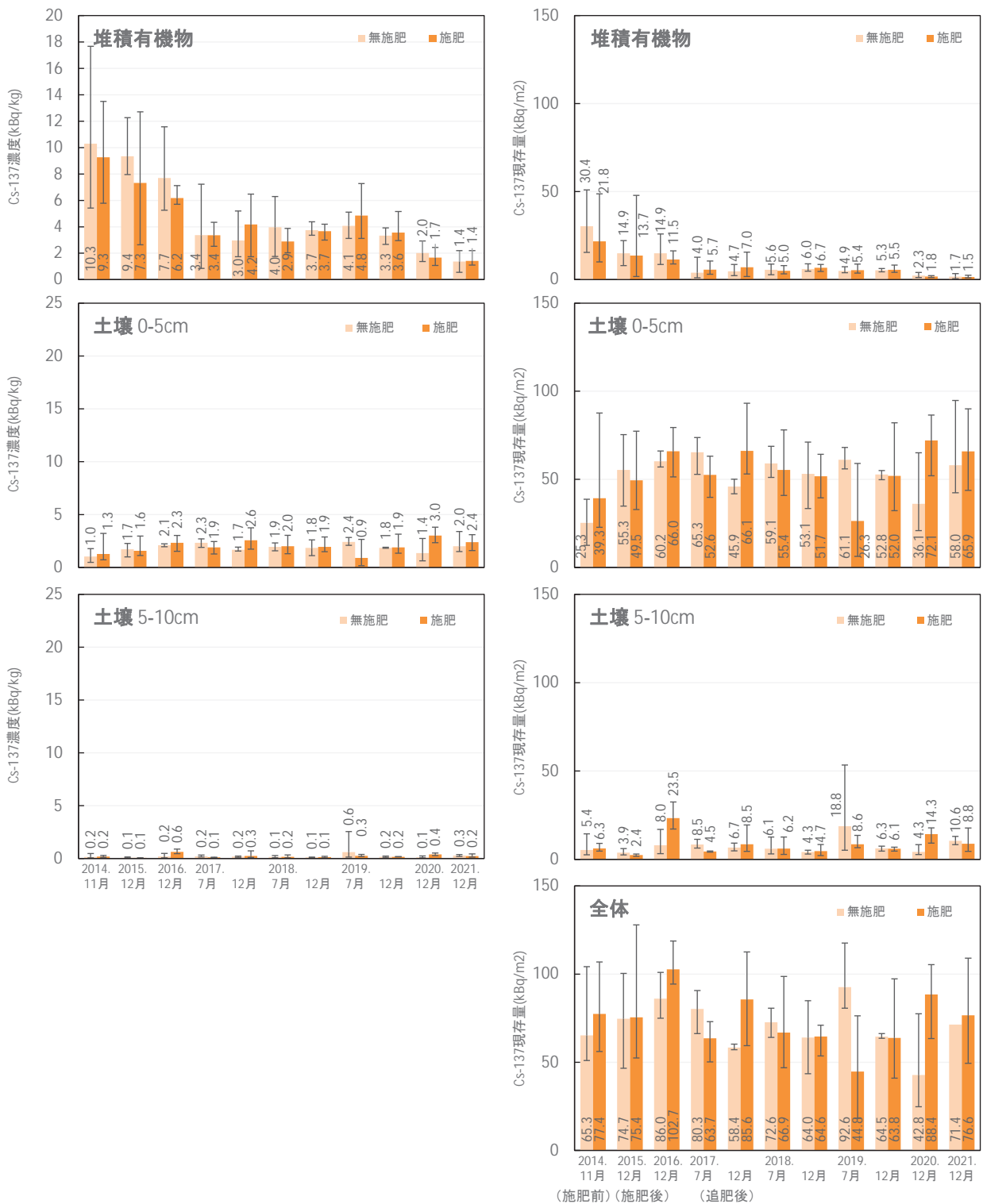


図 4-2 土壌中の放射性セシウム (Cs-137) の濃度と現存量

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。試料数は各年、施肥・無施肥でそれぞれ n=3。値は幾何平均値、エラーバーは最大値と最小値を示す。

② 植物体の放射性セシウム濃度とカリウム濃度

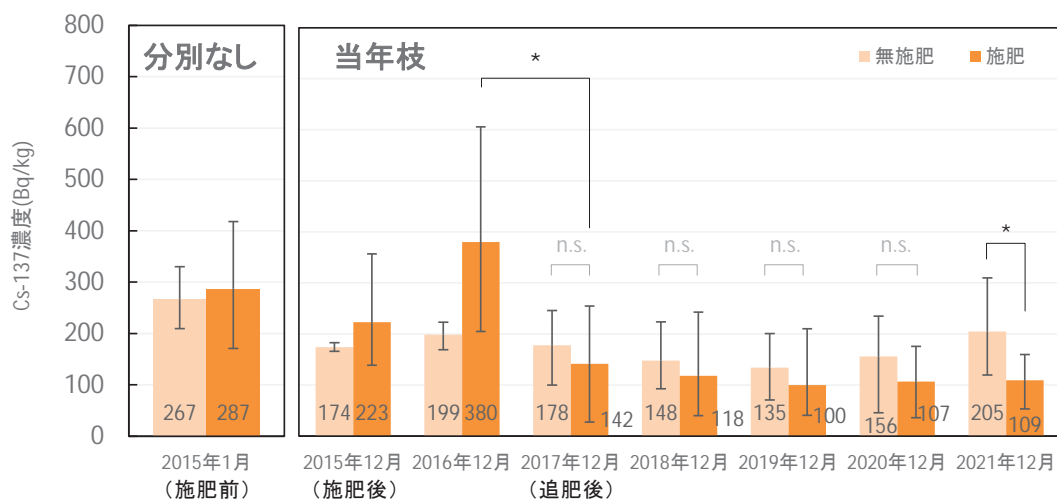
平成 29(2017)年の 12 月までは、施肥区における土壌層の交換性カリウム濃度及び現存量は上昇し（図 4-1）、それに伴い、施肥区のコナラの放射性セシウム（Cs-137）濃度の低下が確認された。

施肥区のぼう芽更新木の放射性セシウム（Cs-137）濃度は、平成 29(2017)年 12 月に 142 Bq/kg で、平成 28(2016)年 12 月と比較して有意に低下した（5%有意水準、図 4-3）。この低下は、過年度事業での解析から、施肥による効果と解釈できた。平成 29(2017)年 12 月以降は、大きな変化がないが、施肥区のぼう芽更新木の放射性セシウム（Cs-137）濃度の方が低い値で推移している。

植栽木については、平成 28(2016)年 12 月から平成 29(2017)年 12 月にかけて、放射性セシウム（Cs-137）濃度が低下した。また、無施肥区と比較しても、施肥区の植栽木が有意に低い濃度を示した（5%有意水準、図 4-4）。今年度までの結果において、無施肥区は年々放射性セシウム（Cs-137）濃度が上昇しているが、施肥区では大きな濃度変化（上昇）はなく同水準で推移している。

植物体中のカリウム濃度は、追肥後の濃度変化に関して明らかな傾向が示されなかった（図 4-3、図 4-4）。放射性セシウム濃度とは異なり、施肥区と無施肥区とで、ほぼ同程度の濃度を示している。（令和 3（2021）年度より測定中止）

<放射性セシウム (C-137) 濃度>



<カリウム濃度>

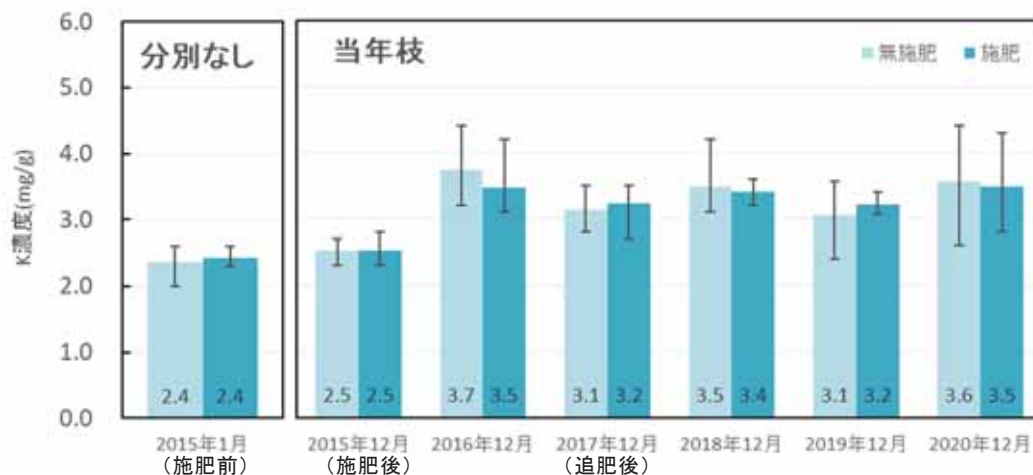
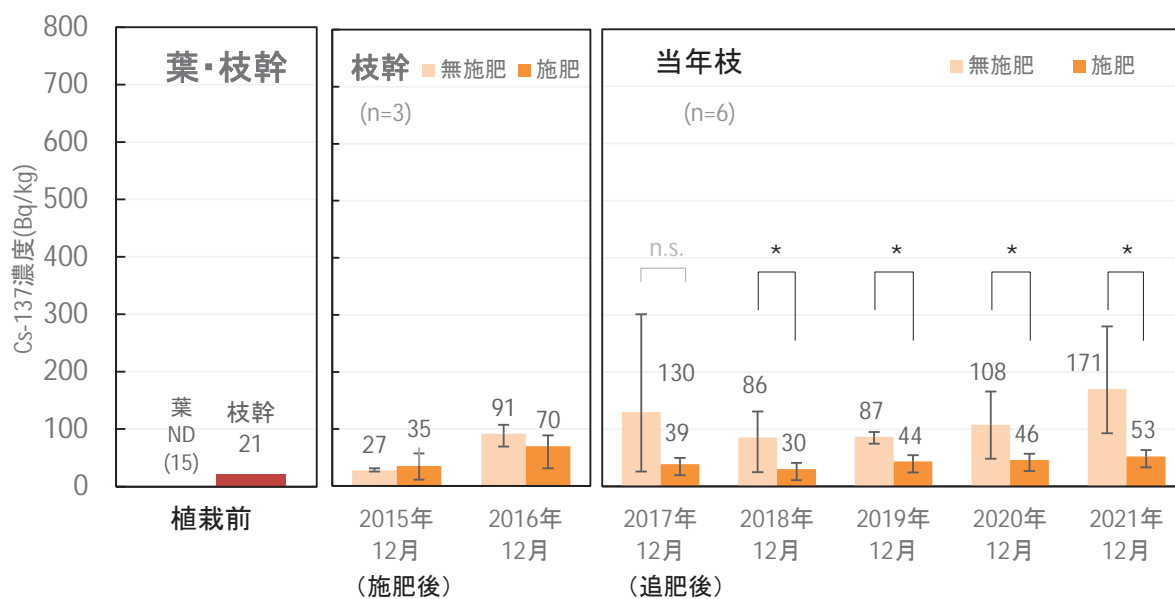


図 4-3 コナラぼう芽更新木の放射性セシウム (Cs-137) 濃度とカリウム (K) 濃度

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。試料数は平成 29 (2017) 年 12 月分以降は施肥・無施肥それぞれ n=6、それ以前は n=3。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。

<放射性セシウム (C-137) 濃度>



<カリウム濃度>



図 4-4 コナラ植栽木の放射性セシウム (Cs-137) 濃度とカリウム (K) 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。N. D. は検出限界未満を、() 内の値は検出下限値を示す。試料数は植栽前 (平成 26 (2014) 年 11 月) が n=1、植栽後は平成 29 (2017) 年 12 月分以降は施肥・無施肥それぞれ n=6 で、それ以前は n=3。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。

(2) 土壌中の交換性カリウムと面移行係数の関係

これまでの試験の結果、土壌中の交換性カリウム濃度・現存量の上昇と、ぼう芽枝等の放射性セシウム濃度の低下がみられた。

コナラへの放射性セシウムの移行状況の指標として、面移行係数の変化を図 4-5 に示す。ぼう芽枝は、追肥後に施肥区的面移行係数が大きく下がった。施肥によりコナラへの放射性セシウムの移行が抑制されたと言える。植栽木は採取部位の分別方法の違いのため、当年枝の面移行係数を追肥前後で確認できないが、追肥後は施肥区的面移行係数が小さかった。追肥直後となる平成 29(2017)年 12 月が面移行係数の差が大きく、それ以降、ぼう芽枝及び植栽木ともに、施肥区と無施肥区的面移行係数の差が小さくなる推移を示したが、令和 2 (2020) 年度に再度その差が大きくなり、一定の傾向がないものの、全体を通して施肥区的面移行係数が小さい推移をみせている。

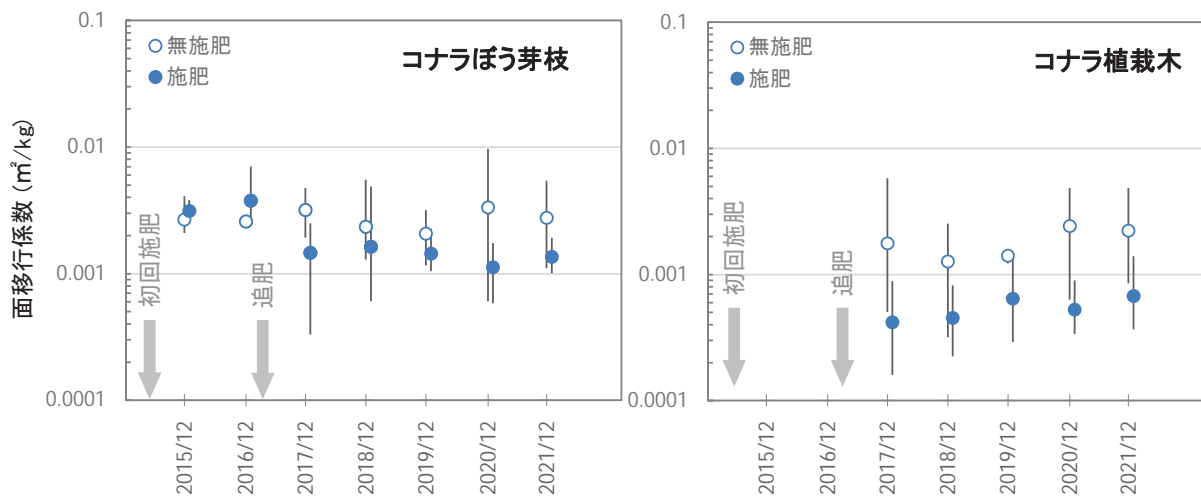


図 4-5 田村試験地におけるコナラ（当年枝）の面移行係数の推移

エラーバーは最大値と最小値を示す。施肥と無施肥の調査日は同じである（グラフ表示上、ずらして表示した）。

(3) 考察

当該試験地においては、水溶性（速効性）の塩化カリウムを用いて平成 29(2017)年 3 月に追肥を行った結果、4 ヶ月後となる平成 29(2017)年 7 月時点で土壌中の交換性カリウム濃度及び現存量は大きく上昇し、平成 29(2017)年 12 月には、区画によっては、目標値である 166kg K/ha (20g K₂O/m²) を超えるまで上昇した（図 4-2）。それにより、コナラぼう芽更新木及びコナラ植栽木ともに、放射性セシウム濃度が低下した。

土壌中の交換性カリウム現存量は、前年度まで減少傾向を示し、それによりコナラへの放射性セシウムの吸収抑制効果の継続性に影響が生じるかをモニタリングすることが今年度の着目点の一つであったが、交換性カリウム現存量は再度増加した。コナラの当年枝の放射性セシウム濃度、面移行係数は施肥区で低く抑えられており、カリウム施肥による放射性セシウムの吸収抑制効果は、追肥から約 5 年経過時点となる令和 3(2021)年 12 月時点で、コナラぼう芽更新木及びコナラ植栽木ともに継続していたとみられる。

なお、本試験結果は、過年度事業において、多点調査の結果とも比較した上で施肥による効果が得られたことを確認しているが、あくまで 1 地域のみでの実施結果であり、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はない可能性があることに留意する必要がある。

原木林の再生手法の一つとしてカリウム施肥の有用性を評価するためには、調査地点数を増やした上で、①その効果と継続性、②土壌特性による効果の発現の違いについて検証する必要がある。同様のカリウム等施肥試験については既往の調査地があり、そこで得られた科学的知見を集積し、今後は共通する手法による検証等を展開していくことが望ましい。例えば、既往の調査地において、継続的に土壌を採取し、施肥後の土壌化学性（主に交換性カリウム）を追跡調査していくことで、持続性に関する評価データが蓄積する。粘土鉱物の分析等による要因の検証等に取り組むことも可能である。これらの取組の実施に当たっては、関係者間の連携が不可欠であり、そのためのプラットフォームが必要である。

5. 植栽木等調査におけるデータ解析

植栽木等調査、成木調査結果を基に、5.1～5.3 に示す基礎的なデータ解析を行った。

5.1 樹種別の空間線量率及び部位別、土壌層位別のセシウム 137 濃度

(1) 調査地区の空間線量率

樹種別の調査地区の空間線量率の中央値等を表 4-1 (植栽木等調査)、表 4-2 (成木調査)、図 4-6 (植栽木等調査)、図 4-7 (成木調査) に示す。

表 4-1 樹種別の調査地区の空間線量率 (植栽木等調査)

	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)						
	スギ	ヒノキ	アカマツ	カラマツ	コナラ植栽木	コナラぼう芽木	クヌギ
サンプル数	3	3	3	3	3	3	3
最大値	0.17	0.23	1.37	0.16	0.19	0.21	0.26
75% 値	0.14	0.18	0.83	0.15	0.19	0.19	0.19
中央値	0.11	0.13	0.29	0.14	0.19	0.17	0.12
25% 値	0.09	0.12	0.28	0.11	0.18	0.17	0.11
最小値	0.08	0.11	0.27	0.09	0.17	0.16	0.11
平均値	0.12	0.16	0.65	0.13	0.18	0.18	0.16

表 4-2 樹種別の調査地区の空間線量率 (成木調査)

	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)						
	スギ	ヒノキ	アカマツ	カラマツ	コナラ1	コナラ2	クヌギ
サンプル数	3	3	3	3	3	3	3
最大値	0.22	0.11	1.04	0.31	0.30	0.31	0.15
75% 値	0.16	0.10	0.80	0.20	0.27	0.25	0.15
中央値	0.10	0.08	0.56	0.10	0.24	0.20	0.14
25% 値	0.10	0.08	0.47	0.07	0.22	0.19	0.13
最小値	0.10	0.08	0.38	0.04	0.19	0.18	0.11
平均値	0.14	0.09	0.66	0.15	0.24	0.23	0.14

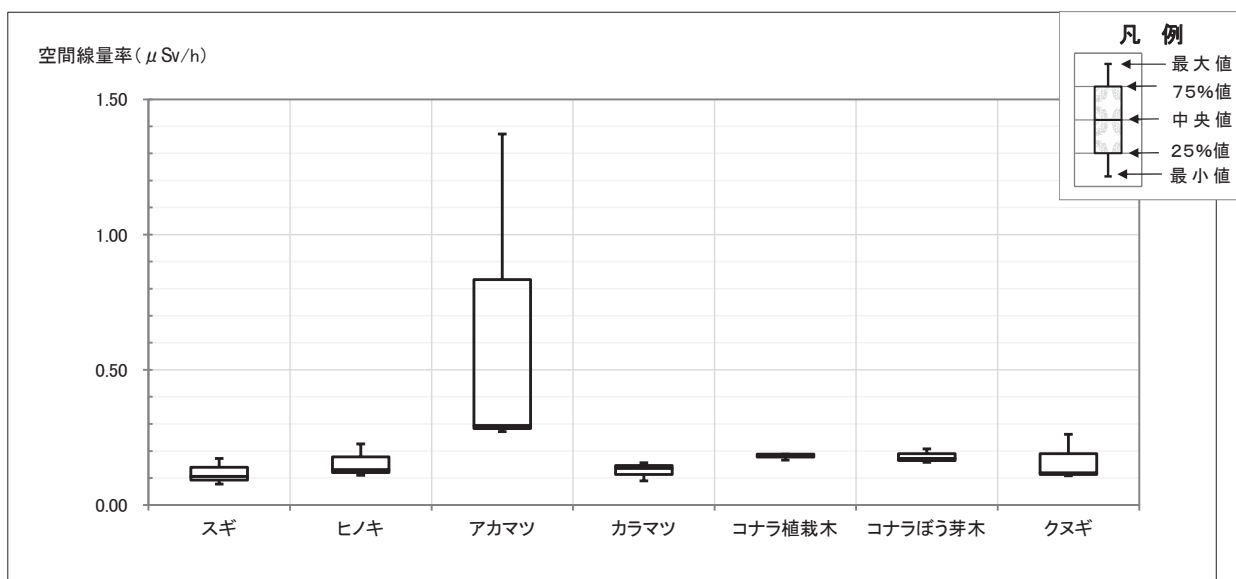


図 4-6 樹種別の調査地区の空間線量率 (植栽木等調査)

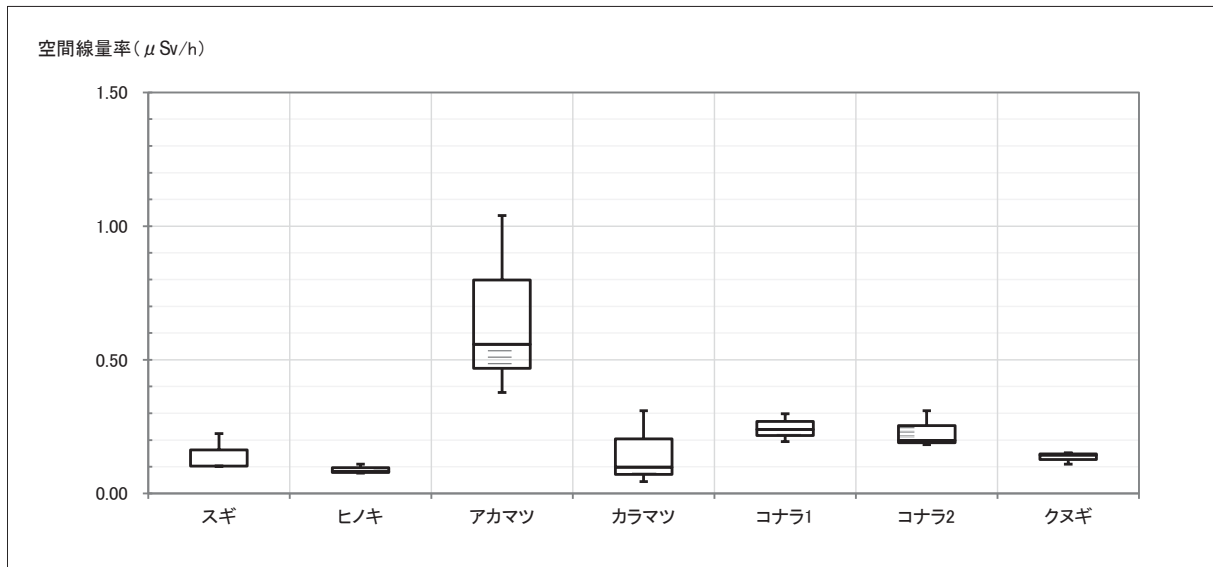


図 4-7 樹種別の調査地区の空間線量率（成木調査）

樹種別調査地区の空間線量率の値は、天然更新木のアカマツ調査地区で高く、植栽木（スギ、ヒノキ、カラマツ、クヌギ）の調査地区では低い。これは、震災直後からの植栽が、空間線量率 $0.50 \mu\text{Sv/h}$ 未満の場所で行われてきたのに対し、アカマツ天然更新木の調査地区は、空間線量率の高低に関係なく存在するからである。また、アカマツの植栽木及びアカマツとカラマツの成木は、調査地区の間の空間線量率の変動が他の樹種に比べて大きかった。これらのことを考慮すると、樹木による土壌からの放射性セシウム吸収特性を樹種間で比較するためには、各調査区で面移行係数を算出して比較する必要がある。

（２）樹木部位、堆積有機物、土壌層位別のセシウム 137 濃度

① 植栽木等調査

樹種別の、樹木部位別および堆積有機物、土壌層位別のセシウム 137 濃度の中央値等を表 4-3 ①～⑦、図 4-8①～⑦に示す。なお、以降の分析も含め、スギは当年枝葉、枝葉を個別採取・分析し、当年枝、枝、当年葉、葉の個別採取・分析は行っていない。そのため、スギ当年枝葉はスギ当年枝として、スギ枝葉はスギ枝として提示した。

表 4-3① スギ部位等別のセシウム 137 濃度（植栽木等調査）

スギ	セシウム137濃度 (Bq/kg)							
	当年枝葉	枝葉	枯枝	樹皮	材 (木部)	堆積有機物	土壌0-5cm	土壌5-10cm
サンプル数	9	9	9	9	9	9	9	9
最大値	40.03	41.02	11.70	42.80	12.06	2,603.94	7,782.21	1,053.54
75% 値	14.12	10.64	7.43	21.47	7.33	2,603.94	1,885.75	710.72
中央値	7.68	7.40	3.91	11.95	2.56	254.77	723.47	631.25
25% 値	5.95	3.95	3.56	7.88	2.23	218.75	187.94	164.29
最小値	1.81	1.63	2.28	2.82	2.09	39.63	48.28	18.90
平均値	11.27	10.55	5.45	15.85	4.79	992.45	1,724.36	511.21

表 4-3② ヒノキ部位等別のセシウム 137 濃度 (植栽木等調査)

ヒノキ	セシウム137濃度 (Bq/kg)									
	当年枝	枝	当年葉	葉	枯枝	樹皮	材 (木部)	堆積有機物	土壌0-5cm	土壌5-10cm
サンプル数	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
最大値	163.44	102.33	194.00	177.00	56.50	150.25	25.84	8,326.74	3,685.21	1,841.79
75% 値	131.05	60.31	96.00	63.80	45.90	88.28	17.59	1,265.51	2,712.80	1,153.13
中央値	78.68	50.13	67.00	56.90	24.10	85.14	14.03	790.42	1,254.54	514.52
25% 値	47.49	24.17	32.70	24.50	15.30	45.06	7.32	641.58	1,139.26	300.18
最小値	2.93	5.17	8.22	7.79	6.92	16.98	2.10	131.35	341.60	54.24
平均値	80.97	43.52	71.01	55.64	29.06	73.34	13.90	1,704.47	1,772.15	767.26

表 4-3③ アカマツ部位等別のセシウム 137 濃度 (植栽木等調査)

アカマツ	セシウム137濃度 (Bq/kg)									
	当年枝	枝	当年葉	葉	枯枝	樹皮	材 (木部)	堆積有機物	土壌0-5cm	土壌5-10cm
サンプル数	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
最大値	779.40	585.03	1,050.00	1,100.00	151.00	637.74	129.92	14,828.64	54,731.45	4,246.38
75% 値	627.81	311.82	775.00	561.00	118.00	444.85	71.35	3,395.54	7,780.22	3,178.84
中央値	318.49	96.91	361.00	330.00	51.20	133.35	28.86	3,343.75	3,023.76	1,113.09
25% 値	38.27	29.95	69.10	49.80	33.60	31.29	9.00	548.42	791.70	734.45
最小値	15.50	8.52	28.80	25.30	7.75	15.85	2.40	431.33	243.16	32.86
平均値	364.75	186.58	467.84	392.29	70.29	254.86	49.00	3,949.50	9,525.18	1,929.88

表 4-3④ カラマツ部位等別のセシウム 137 濃度 (植栽木等調査)

カラマツ	セシウム137濃度 (Bq/kg)									
	当年枝	枝	当年葉	葉	枯枝	樹皮	材 (木部)	堆積有機物	土壌0-5cm	土壌5-10cm
サンプル数	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
最大値	36.46	30.09	61.20	64.30	55.70	36.02	8.23	1,781.25	2,248.37	752.23
75% 値	24.56	14.18	27.90	30.30	25.20	22.90	3.09	1,007.64	2,013.49	386.16
中央値	16.50	11.95	19.90	23.80	14.50	20.80	1.97	675.07	898.78	359.27
25% 値	14.19	6.85	13.60	15.80	10.60	15.99	1.73	310.14	441.94	277.25
最小値	5.80	3.64	6.08	7.10	2.93	9.43	1.51	139.28	122.91	82.69
平均値	19.13	12.17	23.32	26.22	18.24	21.44	2.84	772.16	1,123.95	358.87

表 4-3⑤ コナラ植栽木の部位等別のセシウム 137 濃度 (植栽木等調査)

コナラ植栽木	セシウム137濃度 (Bq/kg)									
	当年枝	枝	当年葉	葉	枯枝	樹皮	材 (木部)	堆積有機物	土壌0-5cm	土壌5-10cm
サンプル数	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
最大値	243.63	227.12	363.00	415.00	94.50	238.96	69.49	1,976.91	5,768.40	6,315.79
75% 値	146.87	139.08	136.00	150.00	54.70	122.18	49.67	1,803.80	3,897.40	2,284.37
中央値	90.76	63.48	108.00	72.50	47.20	63.63	23.15	1,102.81	2,855.32	880.90
25% 値	51.81	50.03	78.30	60.00	41.90	40.72	16.52	996.29	1,746.25	617.33
最小値	10.84	6.24	11.50	13.00	0.00	4.60	3.52	582.23	866.22	51.45
平均値	108.72	99.58	130.52	127.31	45.38	99.93	34.17	1,335.42	3,000.03	2,016.28

表 4-3⑥ コナラぼう芽木の部位等別のセシウム 137 濃度 (植栽木等調査)

コナラぼう芽更新木	セシウム137濃度 (Bq/kg)									
	当年枝	枝	当年葉	葉	枯枝	樹皮	材 (木部)	堆積有機物	土壌0-5cm	土壌5-10cm
サンプル数	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
最大値	1,016.92	737.49	584.00	619.00	285.00	479.66	298.51	4,234.28	14,762.93	2,318.61
75% 値	477.78	274.63	393.00	444.00	114.00	313.18	137.85	2,661.01	6,209.52	1,096.46
中央値	244.98	155.96	310.00	294.00	106.00	221.65	78.08	2,265.99	3,259.98	977.97
25% 値	148.83	139.01	202.00	219.00	80.20	111.32	34.25	1,671.82	2,888.33	465.18
最小値	114.89	73.70	93.20	114.00	47.50	65.58	31.83	617.32	2,375.11	306.76
平均値	360.79	241.45	312.58	322.00	122.90	236.91	98.74	2,289.55	5,893.46	922.50

表 4-3⑦ クヌギ部位等別のセシウム 137 濃度 (植栽木等調査)

クヌギ	セシウム137濃度 (Bq/kg)									
	当年枝	枝	当年葉	葉	枯枝	樹皮	材 (木部)	堆積有機物	土壌0-5cm	土壌5-10cm
サンプル数	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
最大値	340.70	213.44	354.00	410.00	84.30	213.25	87.51	2,151.49	2,414.42	3,683.46
75% 値	273.80	166.74	221.00	186.00	75.00	94.36	65.34	1,036.64	1,768.02	1,478.44
中央値	112.38	145.50	175.00	176.00	57.00	56.79	37.83	614.62	1,210.00	647.19
25% 値	37.64	22.71	48.30	60.80	7.00	11.61	10.77	468.29	980.54	129.14
最小値	2.28	1.44	3.44	5.10	1.76	3.60	1.49	249.67	460.97	66.59
平均値	151.69	106.66	150.08	150.51	45.88	63.68	40.40	848.37	1,397.10	1,061.10

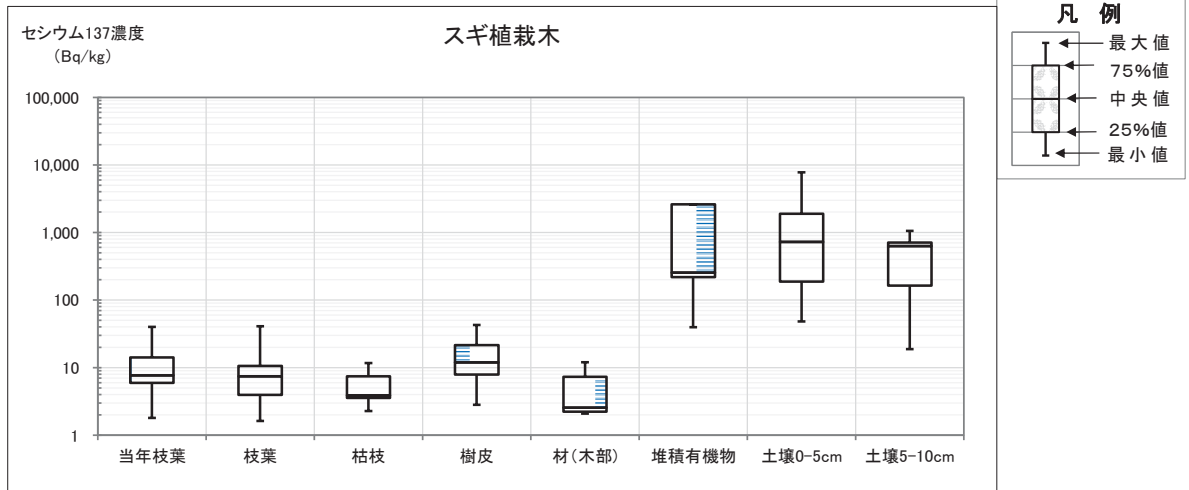


図 4-8① スギにおける部位等別のセシウム 137 濃度 (植栽木等調査：片対数グラフ)

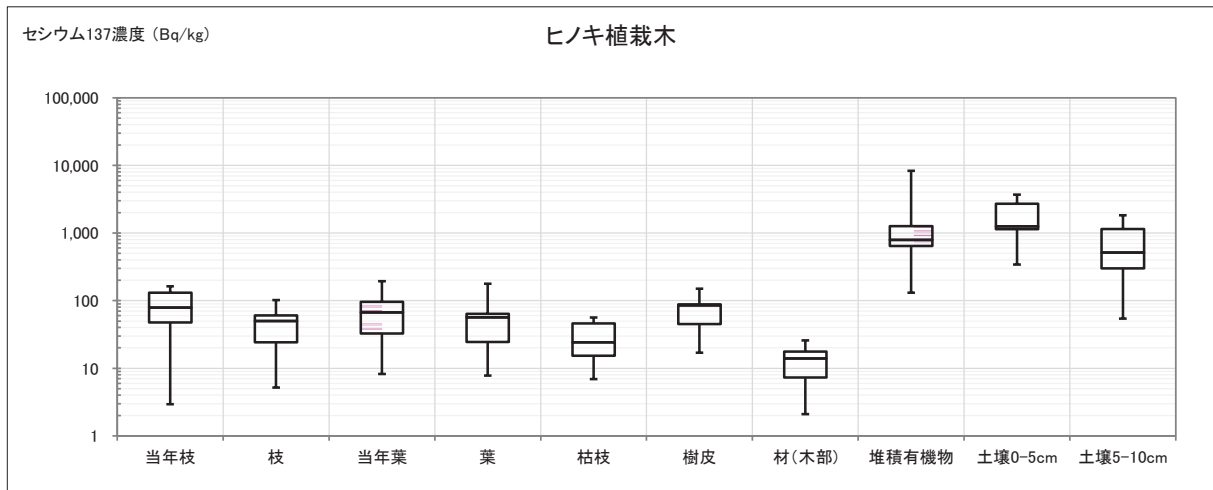


図 4-8② ヒノキにおける部位等別のセシウム 137 濃度 (植栽木等調査：片対数グラフ)

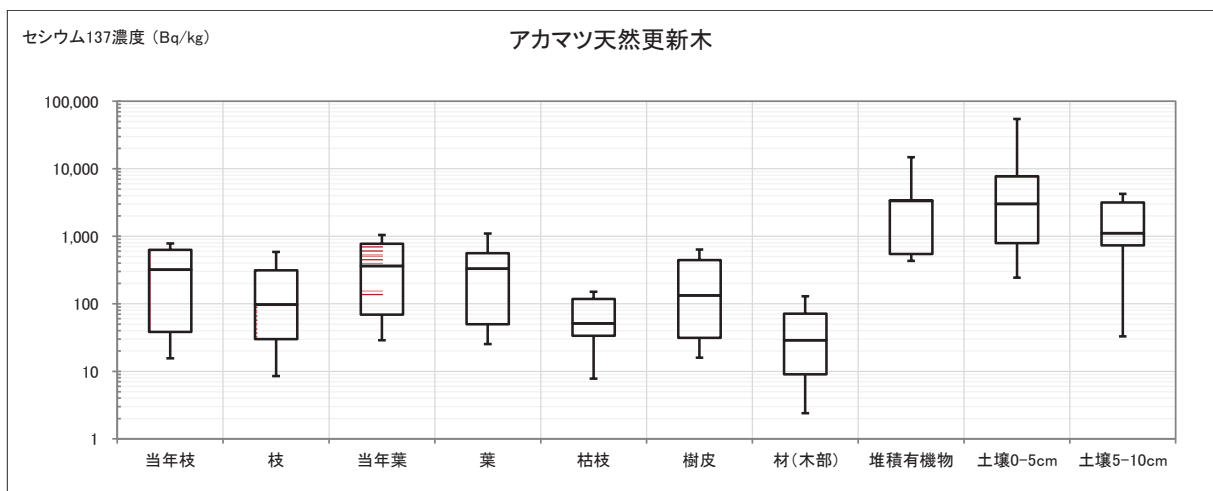


図 4-8③ アカマツにおける部位等別のセシウム 137 濃度 (植栽木等調査：片対数グラフ)

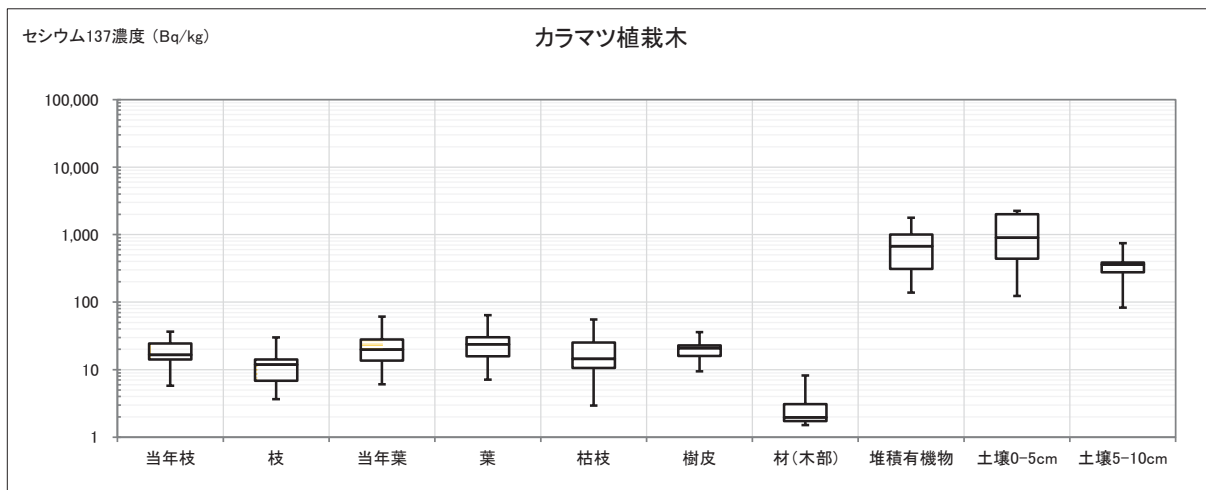


図 4-8④ カラマツにおける部位等別のセシウム 137 濃度 (植栽木等調査：片対数グラフ)

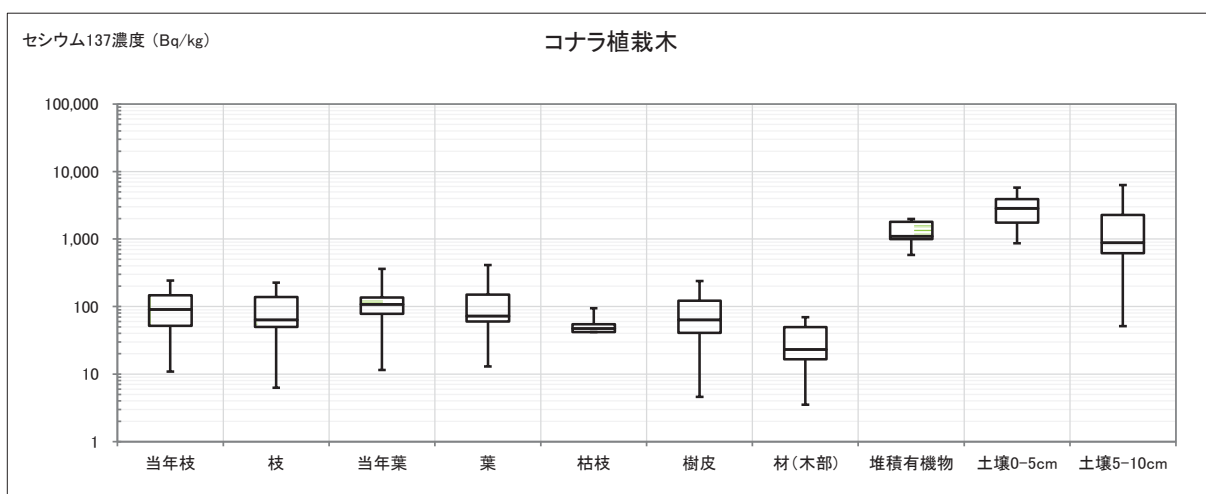


図 4-8⑤ コナラ植栽木における部位等別のセシウム 137 濃度 (植栽木等調査：片対数グラフ)

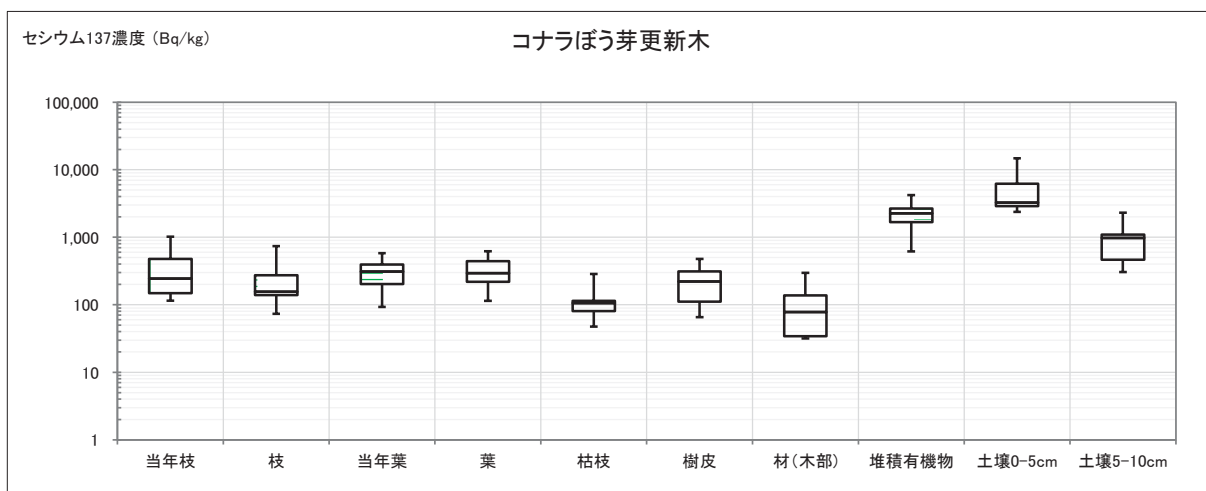


図 4-8⑥ コナラぼう芽木における部位等別のセシウム 137 濃度 (植栽木等調査：片対数グラフ)

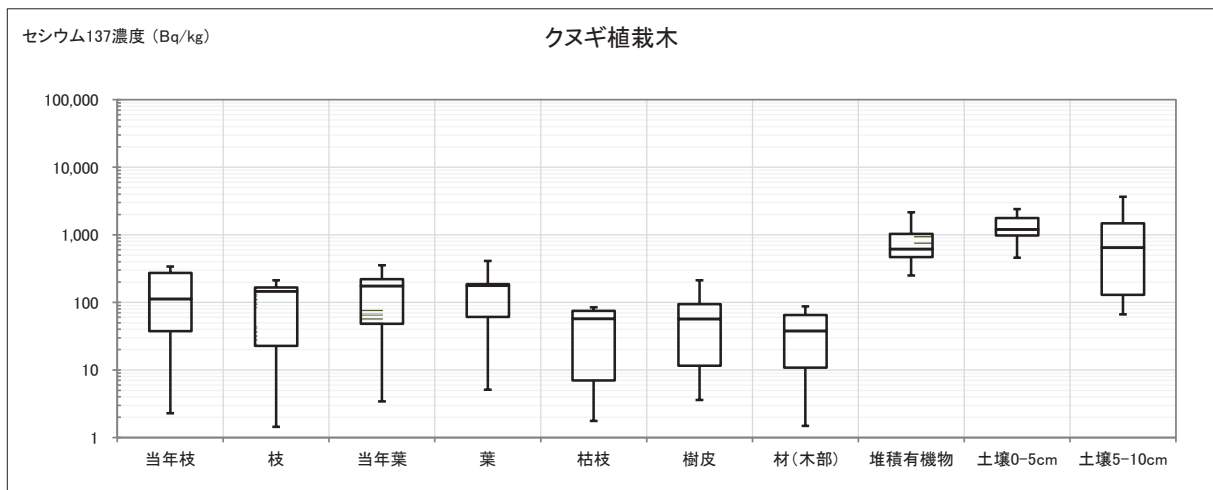


図 4-8⑦ クヌギにおける部位等別のセシウム 137 濃度 (植栽木等調査：片対数グラフ)

図表より、ほとんどの樹種において、堆積有機物より土壌 0-5 cm のセシウム 137 濃度が最も高く、堆積有機物、土壌 5-10cm がそれに次いで高かった。

地上部の当年枝 (スギは当年枝葉が分析対象だが、文中では便宜的に「当年枝」と称す。以下同様。) と枝のセシウム 137 濃度は、どの樹種もおおむね当年葉と葉よりも僅かに低いか同程度であった。また、落葉樹以外では、当年枝と当年葉は枝と葉よりもやや濃度が高かった。

枯枝は、枝・葉 (当年枝・当年葉も含む。以下同様。) や樹皮よりも低く、材 (木部) よりも若干高かった。

樹皮は、枝・葉、枯枝と同程度か若干低い材 (木部) よりも高い。

材 (木部) は、全ての樹種で、最も低い部位となった。

いずれの樹種でもこれらの傾向はほぼ一致していた。ただし、当年枝、枝、当年葉、葉、樹皮、材のセシウム 137 濃度の大小関係は樹種によって僅かずつ異なる傾向を示していた。

植栽木だけを比較すると、地上部の部位別セシウム 137 濃度は、スギ < カラマツ < ヒノキ < クヌギ < コナラ の順に高い傾向が見られた。これは、汚染初期のセシウム 137 沈着量の違いを反映していると考えられる。ただし、クヌギ植栽木では、土壌 0-5cm のセシウム 137 濃度範囲に比べると地上部の樹木各部位の変動範囲が 100 倍程度で著しく大きく、他の樹種とは傾向を異にしていた。コナラ植栽木についても、クヌギほどではないが同様に傾向が認められた。各部位の濃度分布の変動幅は、基本的には、調査対象地の汚染程度 (初期のセシウム 137 降下蓄積量の違い) に因ると考えられるが、クヌギやコナラについては、他の樹種に比べて初期汚染以外の要因が強く影響していたことが示唆される。

以上の地上部部位間のセシウム 137 濃度の傾向については、樹種による放射性セシウムの吸収特性や根から吸収後の樹体内でのセシウム 137 の移動特性の違いによるものである可能性が高いが、詳細は今後データの蓄積を待ってその解明を行う必要がある。

② 成木調査

樹種別の、樹木部位別および堆積有機物、土壌層位別のセシウム 137 濃度の中央値等を表 4-4①~⑦、図 4-9①~⑦) に示す。なお、コナラ成木については、植栽由来かぼう芽更新由来かの明確な記録がないので、単木も株立ち木も一律にコナラ成木として調査した。ただし、コナラ植栽木調査区と対になる近隣のコナラ成木を「コナラ成木 1」とし、コナラぼう芽更新木調査区と対になる近隣のコナラ成木を「コナラ成木 2」として整理した。

表 4-4① スギ部位等別のセシウム 137 濃度 (成木調査)

スギ成木	空間線量率 (μ Sv/h)				
	内樹皮	材 (木部)	堆積有機物	土壌0-5cm	土壌5-10cm
サンプル数	3	3	3	3	3
最大値	158.33	65.00	1,554.11	19,262.66	6,467.73
75% 値	144.17	57.04	881.30	10,404.09	3,399.58
中央値	130.00	49.08	208.49	1,545.52	331.42
25% 値	80.10	36.84	189.97	1,466.24	271.10
最小値	30.20	24.60	171.44	1,386.96	210.78
平均値	106.18	46.23	644.68	7,398.38	2,336.65

表 4-4② ヒノキ部位等別のセシウム 137 濃度 (成木調査)

ヒノキ成木	空間線量率 (μ Sv/h)				
	内樹皮	材 (木部)	堆積有機物	土壌0-5cm	土壌5-10cm
サンプル数	3	3	3	3	3
最大値	255.93	38.02	1,168.98	2,422.60	220.83
75% 値	185.17	24.96	805.58	1,646.09	205.03
中央値	114.41	11.89	442.17	869.59	189.23
25% 値	67.53	10.36	338.84	827.65	155.63
最小値	20.65	8.82	235.50	785.71	122.02
平均値	130.33	19.58	615.55	1,359.30	177.36

表 4-4③ アカマツ部位等別のセシウム 137 濃度 (成木調査)

アカマツ成木	空間線量率 (μ Sv/h)				
	内樹皮	材 (木部)	堆積有機物	土壌0-5cm	土壌5-10cm
サンプル数	3	3	3	3	3
最大値	1,955.89	148.23	13,843.81	43,210.96	5,141.36
75% 値	1,493.08	124.35	12,642.69	30,504.23	5,108.75
中央値	1,030.27	100.47	11,441.57	17,797.49	5,076.14
25% 値	862.82	88.81	11,257.78	15,337.21	3,248.43
最小値	695.36	77.14	11,073.98	12,876.92	1,420.73
平均値	1,227.17	108.61	12,119.79	24,628.46	3,879.41

表 4-4④ カラマツ部位等別のセシウム 137 濃度 (成木調査)

カラマツ成木	空間線量率 (μ Sv/h)				
	内樹皮	材 (木部)	堆積有機物	土壌0-5cm	土壌5-10cm
サンプル数	3	3	3	3	3
最大値	240.00	17.00	9,938.56	7,469.60	1,503.94
75% 値	197.75	12.31	6,025.08	5,325.29	1,000.19
中央値	155.50	7.61	2,111.59	3,180.97	496.45
25% 値	148.77	6.48	1,228.39	1,712.67	326.54
最小値	142.03	5.35	345.18	244.37	156.64
平均値	179.18	9.99	4,131.78	3,631.65	719.01

表 4-4⑤ コナラ成木 1 部位等別のセシウム 137 濃度 (成木調査)

コナラ成木1	空間線量率 (μ Sv/h)				
	内樹皮	材 (木部)	堆積有機物	土壌0-5cm	土壌5-10cm
サンプル数	3	3	3	3	3
最大値	409.43	188.14	2,698.67	7,516.30	3,184.85
75% 値	349.72	130.07	2,622.94	7,220.19	2,193.77
中央値	290.00	72.00	2,547.21	6,924.08	1,202.70
25% 値	220.44	62.35	2,195.47	6,364.54	1,013.97
最小値	150.87	52.69	1,843.73	5,805.01	825.25
平均値	283.43	104.28	2,363.20	6,748.46	1,737.60

表 4-4⑥ コナラ成木 2 部位等別のセシウム 137 濃度 (成木調査)

コナラ成木2	空間線量率 (μ Sv/h)				
	内樹皮	材 (木部)	堆積有機物	土壌0-5cm	土壌5-10cm
サンプル数	3	3	3	3	3
最大値	769.09	292.61	2,927.25	7,992.12	1,751.04
75% 値	519.55	211.31	2,277.55	6,459.22	1,392.60
中央値	270.00	130.00	1,627.84	4,926.32	1,034.16
25% 値	223.77	86.22	1,442.04	4,866.20	874.39
最小値	177.54	42.44	1,256.24	4,806.07	714.62
平均値	405.54	155.02	1,937.11	5,908.17	1,166.61

表 4-4⑦ クヌギ部位等別のセシウム 137 濃度 (成木調査)

クヌギ成木	空間線量率 (μ Sv/h)				
	内樹皮	材 (木部)	堆積有機物	土壌0-5cm	土壌5-10cm
サンプル数	3	3	3	3	3
最大値	100.00	90.00	1,101.35	7,510.61	3,398.32
75% 値	63.64	58.57	780.25	5,004.88	2,141.43
中央値	27.27	27.13	459.15	2,499.14	884.54
25% 値	20.14	21.07	302.06	2,323.04	749.15
最小値	13.00	15.00	144.96	2,146.94	613.76
平均値	46.76	44.04	568.49	4,052.23	1,632.21

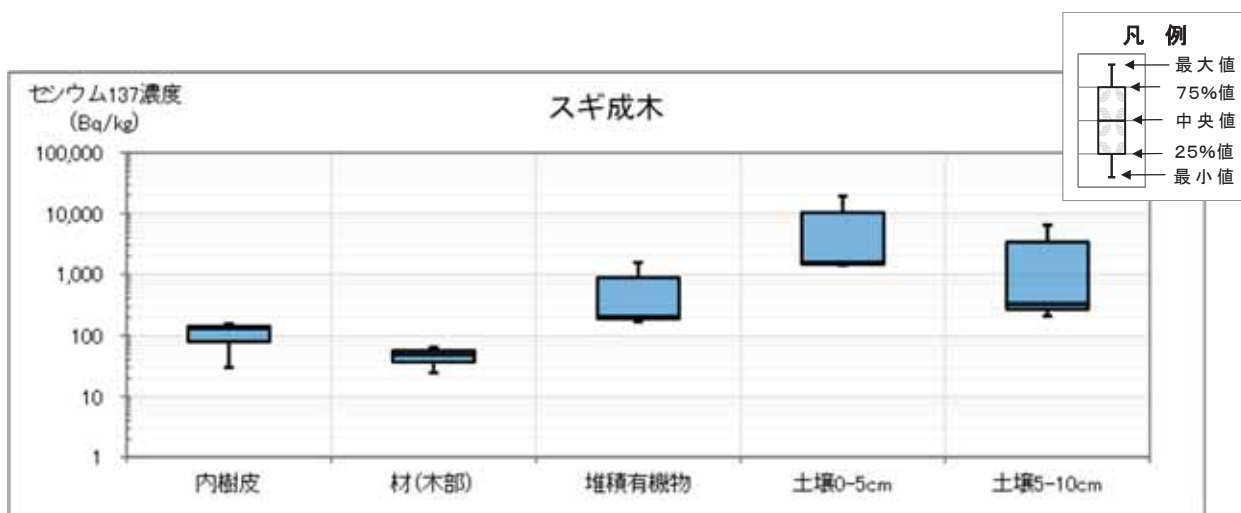


図 4-9① スギ成木における部位等別のセシウム 137 濃度 (成木調査: 片対数グラフ)

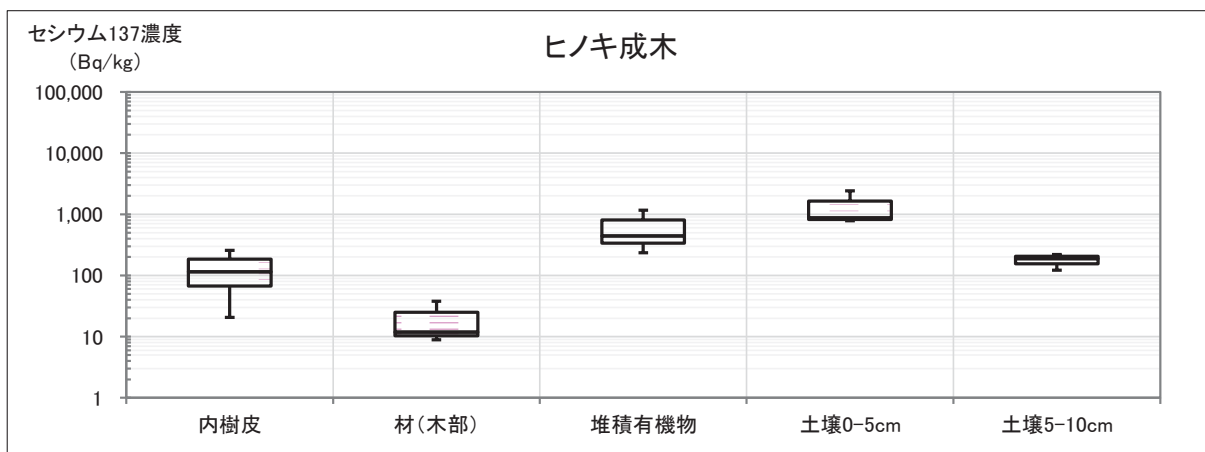


図 4-9② ヒノキ成木における部位等別のセシウム 137 濃度 (成木調査: 片対数グラフ)

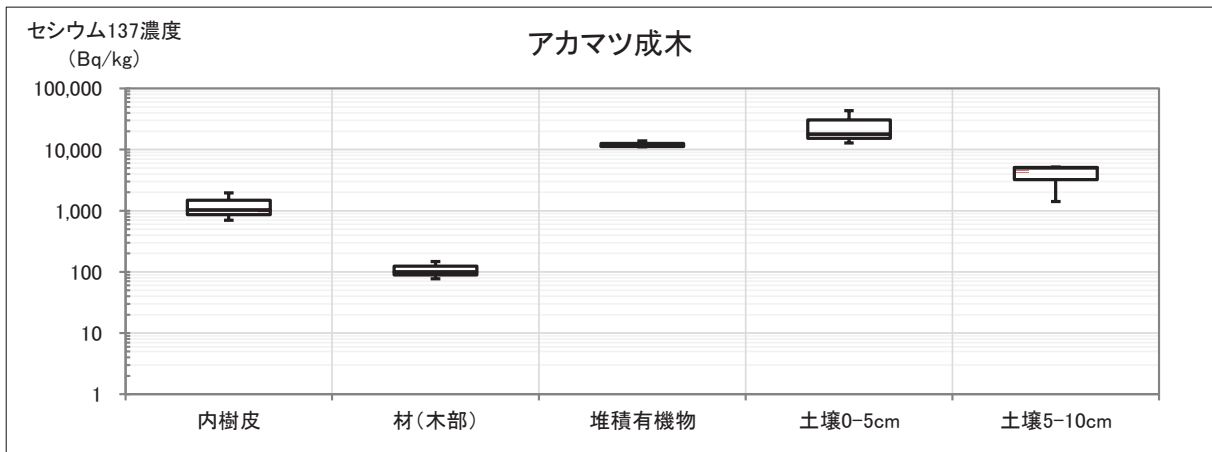


図 4-9③ アカマツ成木における部位等別のセシウム 137 濃度 (成木調査：片対数グラフ)

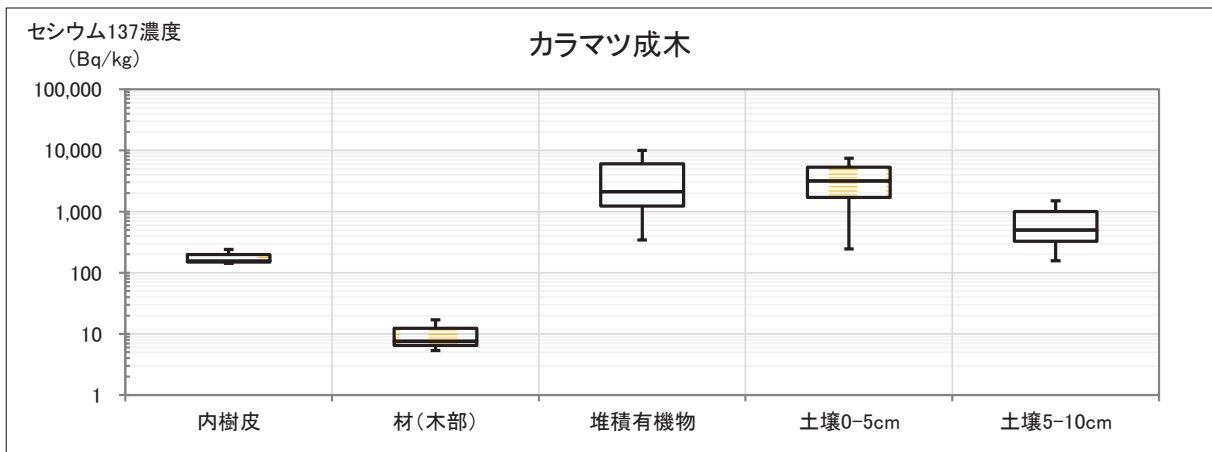


図 4-9④ カラマツ成木における部位等別のセシウム 137 濃度 (成木調査：片対数グラフ)

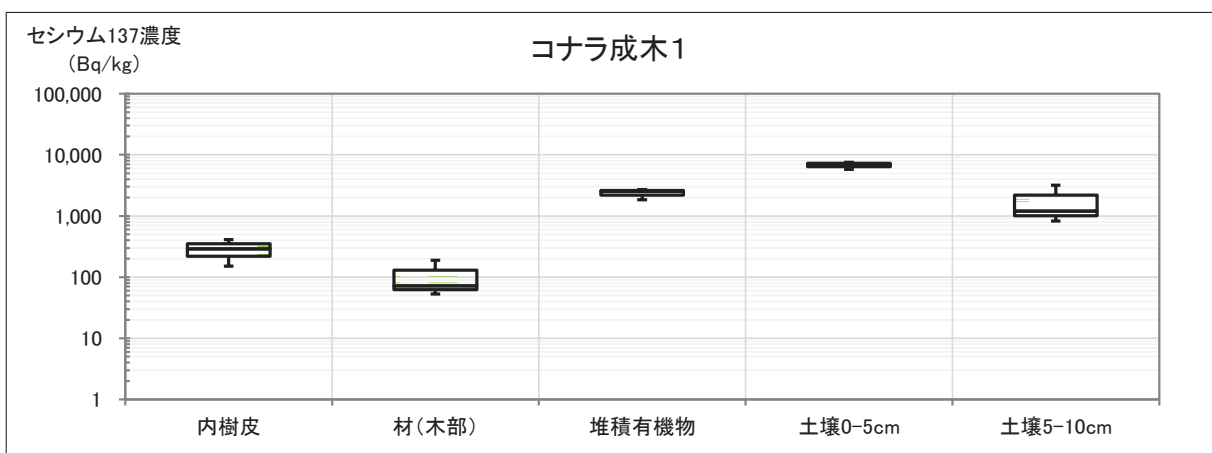


図 4-9⑤ コナラ成木1における部位等別のセシウム 137 濃度 (成木調査：片対数グラフ)

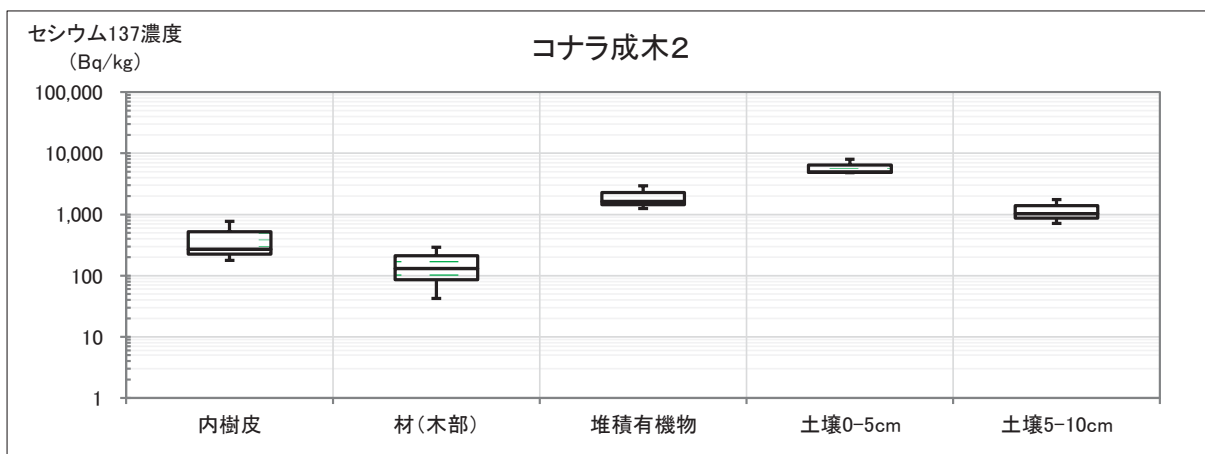


図 4-9⑥ コナラ成木2における部位等別のセシウム 137 濃度 (成木調査：片対数グラフ)

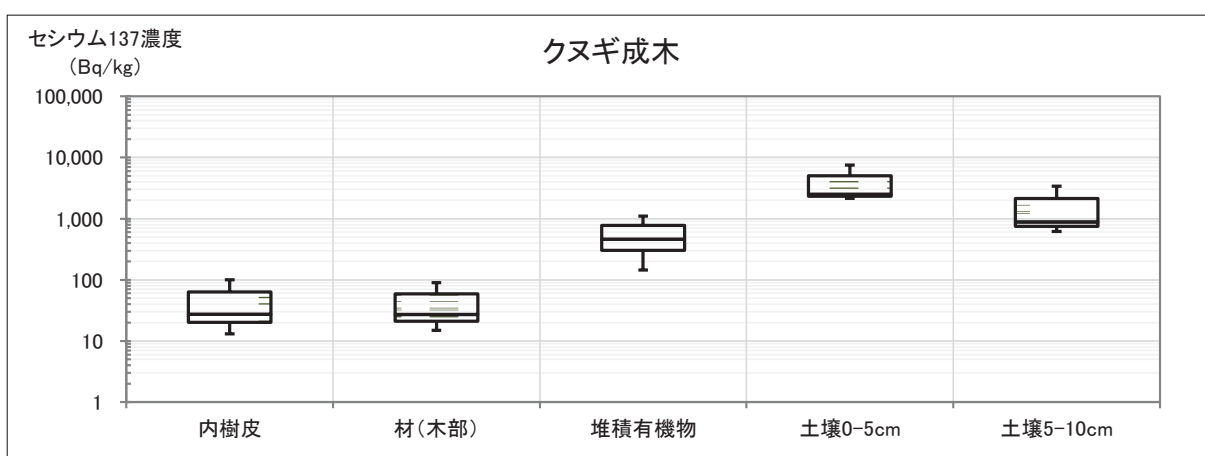


図 4-9⑦ クヌギ成木における部位等別のセシウム 137 濃度 (成木等調査：片対数グラフ)

図表より、全ての樹種において、調査対象のうち土壌0-5cmのセシウム137濃度が最も高く、堆積有機物、土壌5-10cmがそれに次いで高かった。地上部は、おおむね内樹皮の方が材(木部)よりもセシウム137濃度が高かったが、クヌギのみは内樹皮と材(木部)のセシウム137濃度が同程度であった。

樹種間の傾向は、スギ成木、ヒノキ成木、カラマツ成木、クヌギ成木の内樹皮と材(木部)のセシウム137濃度の値が低く、コナラ成木(成木1と2)は中庸であり、アカマツ成木のセシウム137濃度の高かった。これは、調査地の汚染程度違いを反映していると考えられた。

地上部部位間のセシウム137濃度の傾向については、樹種による放射性セシウムの吸収特性や根から吸収後の樹体内でのセシウム137の移動特性の違いによるものである可能性が高いが、詳細は今後データの蓄積を待ってその解明を行う必要がある。

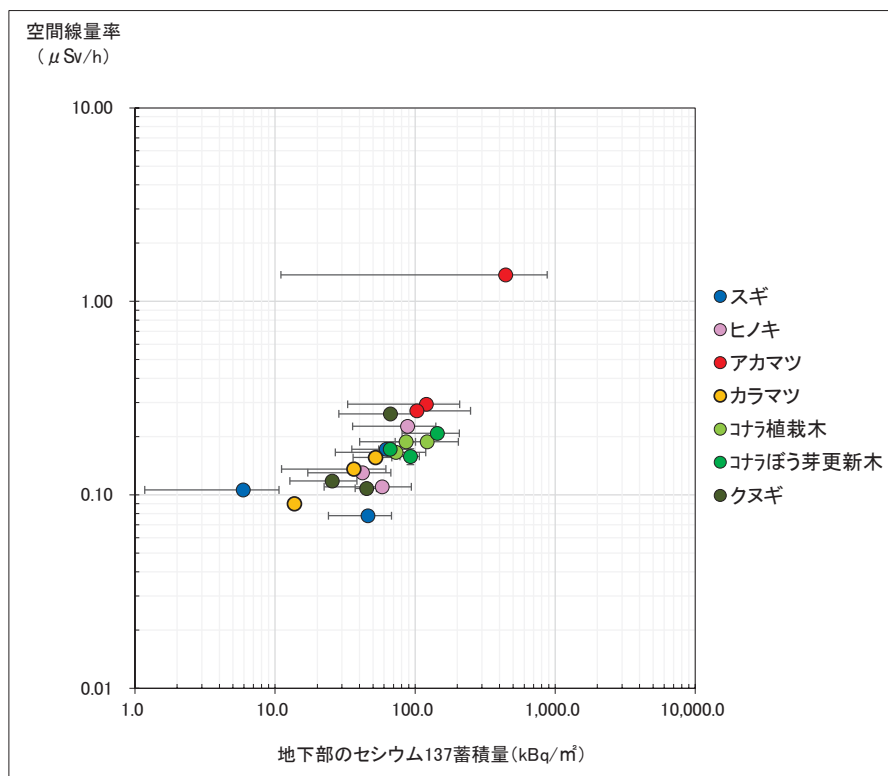
(3) 地下部のセシウム137蓄積量と空間線量率の関係

調査地の空間線量率は、本来、林分内の放射性セシウム蓄積量とその分布に大きく依存する。原発事故から10年以上が経過し、森林内のセシウム137蓄積量の9割以上が土壌表層部に蓄積している現在では、空間線量率を決定付けるのは、堆積有機物及び土壌0-10cmのセシウム137蓄積量(地下部のセシウム137蓄積量)であると予想される。既往成果では、地下部のセシウム137蓄積量と空間線量率には、両対数グラフ上で直線的な関係が認められている。

すなわち、地下部のセシウム 137 蓄積量が空間線量率を決める主要因となっている。

このため、植栽木等調査結果及び成木調査結果を基に同様の散布図を作成し、図 4-10、図 4-11 に示す。

図より、植栽木等調査結果、成木調査結果のいずれも、地下部のセシウム 137 蓄積量が少ないほど空間線量率も低い傾向が見られ、その傾向は成木調査の方がより明確で、植栽木等調査においては、樹種間におけるばらつきが少し目立つ。今後もデータの蓄積を待ってその解明を行う必要がある。



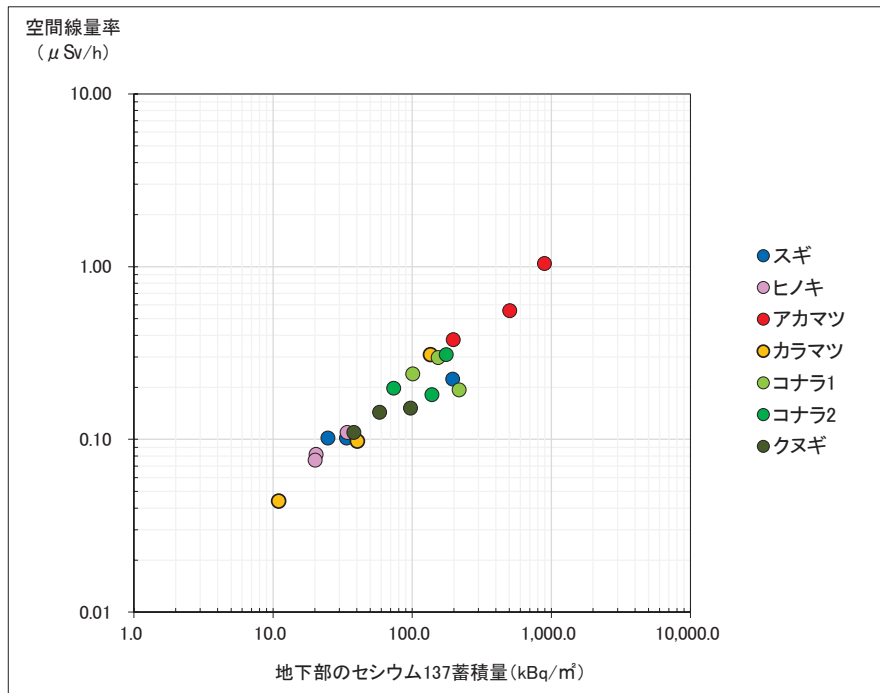


図 4-11 地下部セシウム 137 蓄積量（堆積有機物＋土壌 0～10cm のセシウム 137 蓄積量）と空間線量率との関係（成木調査）

※ 成木調査は、1 調査区 3 本混合試料を基にセシウム 137 濃度の分析測定を行っているので、横軸（地下部のセシウム 137 蓄積量）のエラーバー表示はない、また、縦軸の空間線量率は、調査区 5 点の平均値を示し、試料木 3 本とも同じ値ゆえにエラーバー表示はない。

（４）樹木部位間のセシウム 137 濃度の関係

植栽木等調査における樹木部位間（当年枝と樹皮及び材〔木部〕）のセシウム 137 濃度について、当年枝のセシウム 137 濃度（横軸）に対する樹皮及び材（木部）のセシウム 137 濃度（縦軸）の関係を図 4-12、図 4-13 に示す。

また、成木調査における樹木部位間（内樹皮と材〔木部〕）のセシウム 137 濃度について、内樹皮のセシウム 137 濃度（横軸）に対する材（木部）のセシウム 137 濃度（縦軸）の関係を図 4-14 に示す。

濃度の分布範囲が 1000 倍に及ぶため、両対数グラフ上に描画した。

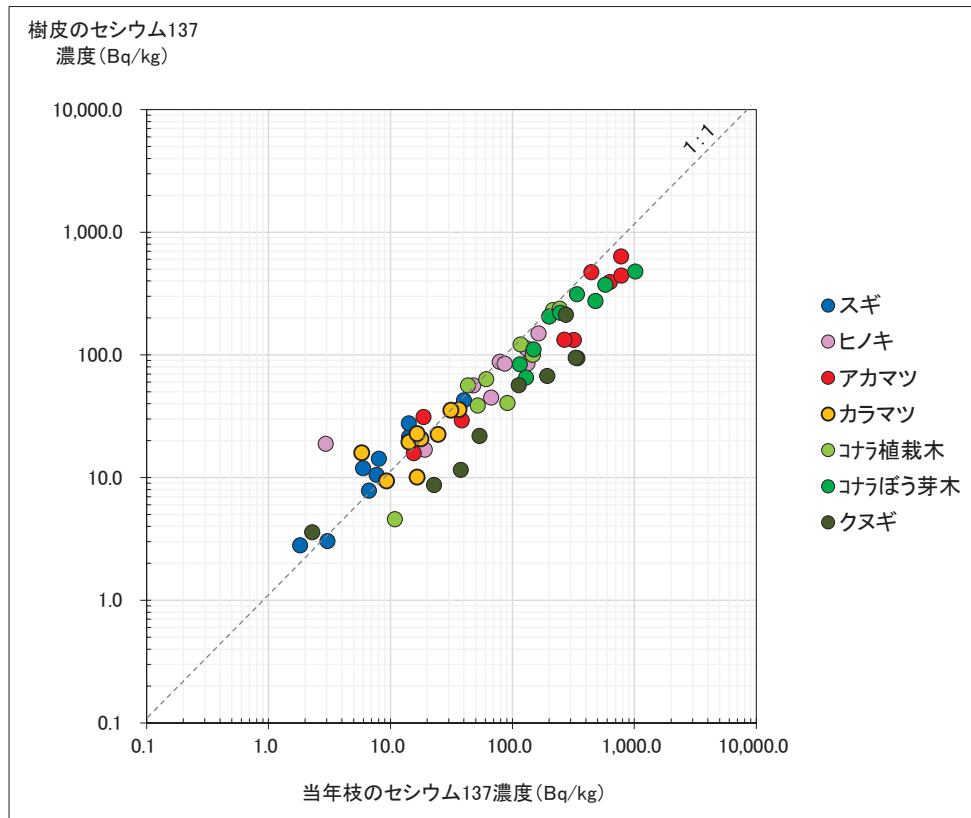


図 4-12 樹種毎の当年枝と樹皮のセシウム 137 濃度の関係 (植栽木等調査)

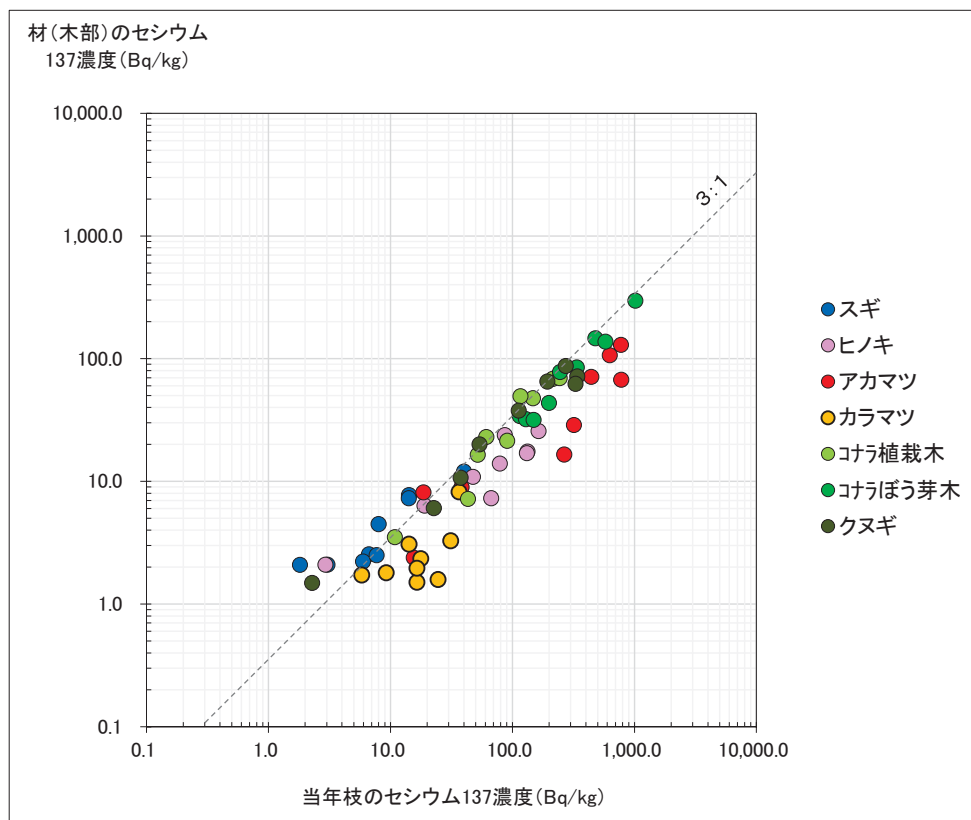


図 4-13 樹種毎の当年枝と材 (木部) のセシウム 137 濃度の関係 (植栽木等調査)

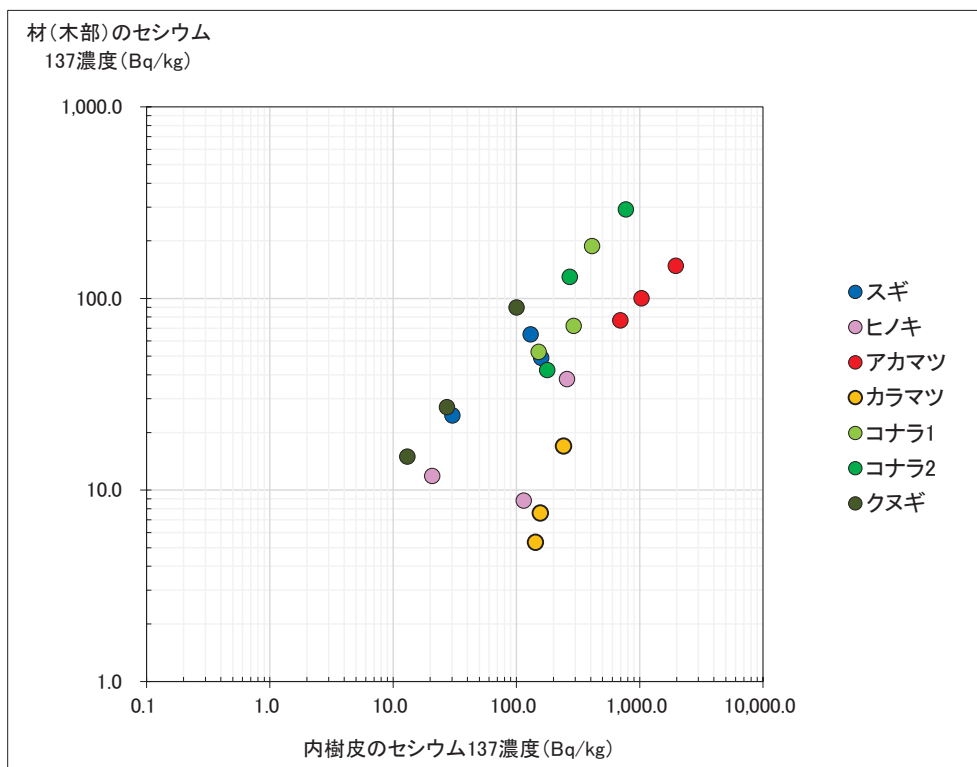


図 4-14 樹種毎の内樹皮と材（木部）のセシウム 137 濃度の関係（成木調査）

図 4-12、図 4-13 より、植栽木調査における当年枝と樹皮または材（木部）のセシウム 137 濃度との関係性には、全体及び樹種毎に明瞭な相関関係が認められた。

当年枝と樹皮、材（木部）との関係は、強い相関が認められ、当年枝と樹皮のセシウム 137 濃度比は、おおむね 1:1 の直線に沿って分布していた。昨年令和 2 年度報告書の当年枝と樹皮の関係と同様であることが確認された。ただし、クスギの 2 調査区の 6 点は 1:1 の直線よりも明らかに下側（当年枝の方が相対的に濃度が高くなる方向）に分布していた。スギの分布についても、昨年度の多点調査結果と同様に 1:1 より上側にはずれて樹皮の方がやや濃度が高い傾向が認められた。

当年枝と材（木部）のセシウム 137 濃度比は、おおむね 3:1 の直線に沿って分布していた。カラマツ、アカマツ、ヒノキは、3:1 の直線より当年枝が高い傾向を示した。一方、スギは 3:1 の直線近くに分布していた。当年枝と樹皮の関係（図 4-12）に比べると、全体として、当年枝に対する材（木部）の濃度はより低い傾向が認められ、針葉樹においてより顕著であった。

図 4-14 より、成木調査における内樹皮と材（木部）のセシウム 137 濃度との関係についても、おおむね植栽木における当年枝と材（木部）の関係と同様の傾向が認められた。また、針葉樹の方が内樹皮の材（木部）の濃度が全体として低い傾向が認められた。ただし、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ていた。

これらの関係は、各々の樹種のものである可能性もあるが、データ数が少なく評価するまでには至らない。

以上の傾向については、現時点ではその理由も明らかではないので、今後は、樹種毎に繰り返しの調査を行い、これらの傾向の確からしさを確認しその理由を明確にしていく必要がある。

図 4-14 より、成木調査における内樹皮と材（木部）のセシウム 137 濃度との関係についても、おおむね植栽木における当年枝と材（木部）の関係と同様の傾向が認められた。また、針葉樹の方が内樹皮の材（木部）の濃度が全体として低い傾向が認められた。ただし、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 林分の分布がばらばらであった。

図 4-12 に示されるように、植栽木等における当年枝と樹皮のセシウム 137 濃度は強い相関が認められる。このことから、今後、樹種毎の当年枝-内樹皮-材（木部）のセシウム 137 濃度との関係が定量的に明らかにされれば、成木調査において樹高が高く当年枝の試料採取が困難な場合に、当年枝の代わりに内樹皮を利用することを実用的な手法として確立できる可能性がある。

5.2 土壌の化学性等と当年枝の面移行係数との関係性

(1) 樹種別の面移行係数の算出

下記に示した面移行係数 (m^2/kg) の計算式により、以下の i ~ iii の面移行係数を算出した。

ここで、植栽木等調査における当年枝とは、調査実施の当該年に発生した新たな枝を指し、冬芽が付いていて樹体全体の中では成長が活発な部位である。そのため、当年枝の面移行係数は、土壌からの放射性セシウム吸収の強さを表す指標として適しているとされている。

また、成木調査における内樹皮とは、形成層を含む内側の樹皮の総称で、通導組織として機能している二次篩部を主体とする部分を指し、樹木の成長に関わる役割を担っていて、内樹皮の面移行係数は、土壌からの放射性セシウム吸収の強さを表す指標ともなる。

$$\text{面移行係数}(\text{m}^2/\text{kg}) = \frac{\text{植物の重量当たりの放射性セシウム濃度}(\text{Bq}/\text{kg})}{\text{土壌の単位面積当たりの放射性セシウム蓄積量}(\text{Bq}/\text{m}^2)}$$

- i 表層土壌 0-10cm に対する植栽木等の当年枝面移行係数 (m^2/kg)
- ii 表層土壌 0-10cm に対する植栽木等の当年葉面移行係数 (m^2/kg)
- iii 表層土壌 0-10cm に対する成木の内樹皮面移行係数 (m^2/kg)

(2) 樹種別の各種の面移行係数

植栽木等調査における当年枝面移行係数を表 4-5、図 4-15 に、当年葉面移行係数を表 4-6、図 4-16 に示す。

また、成木調査における内樹皮面移行係数を表 4-7、図 4-17 に示す。

表 4-5 樹種別の当年枝面移行係数 (植栽木等調査)

	当年枝面移行係数 (m ² /kg)						
	スギ	ヒノキ	アカマツ	カラマツ	コナラ植栽木	コナラぼう芽木	クヌギ
サンプル数	9	9	9	9	9	9	9
最大値	0.006441	0.003223	0.028841	0.001718	0.005064	0.012513	0.010410
75% 値	0.000682	0.002303	0.004881	0.001009	0.001791	0.004597	0.005053
中央値	0.000197	0.001336	0.001345	0.000471	0.001144	0.002779	0.003207
25% 値	0.000112	0.000671	0.000843	0.000466	0.000700	0.001478	0.001002
最小値	0.000023	0.000106	0.000057	0.000270	0.000055	0.001049	0.000082
平均値	0.001284	0.001528	0.005276	0.000714	0.001719	0.004246	0.003768

表 4-6 樹種別の当年葉面移行係数 (植栽木等調査)

	当年葉面移行係数 (m ² /kg)						
	スギ	ヒノキ	アカマツ	カラマツ	コナラ植栽木	コナラぼう芽木	クヌギ
サンプル数		9	9	9	9	9	9
最大値		0.003852	0.035931	0.002883	0.005265	0.007186	0.008137
75% 値		0.001795	0.004322	0.000886	0.002303	0.004825	0.006500
中央値		0.000966	0.002355	0.000503	0.001335	0.002787	0.003097
25% 値		0.000542	0.001141	0.000389	0.001161	0.001938	0.001180
最小値		0.000273	0.000124	0.000294	0.000059	0.000983	0.000123
平均値		0.001372	0.006381	0.000928	0.001953	0.003513	0.003730

表 4-7 樹種別の内樹皮面移行係数 (成木調査)

	内樹皮面移行係数 (m ² /kg)						
	スギ	ヒノキ	アカマツ	カラマツ	コナラ1	コナラ2	クヌギ
サンプル数	3	3	3	3	3	3	3
最大値	0.004706	0.007520	0.009924	0.014191	0.002881	0.004381	0.001029
75% 値	0.002964	0.006608	0.005654	0.008860	0.002777	0.004026	0.000873
中央値	0.001222	0.005697	0.001383	0.003529	0.002674	0.003671	0.000717
25% 値	0.000945	0.003355	0.001271	0.002654	0.001685	0.002476	0.000470
最小値	0.000667	0.001014	0.001158	0.001779	0.000696	0.001282	0.000224
平均値	0.002199	0.004744	0.004155	0.006500	0.002084	0.003111	0.000656

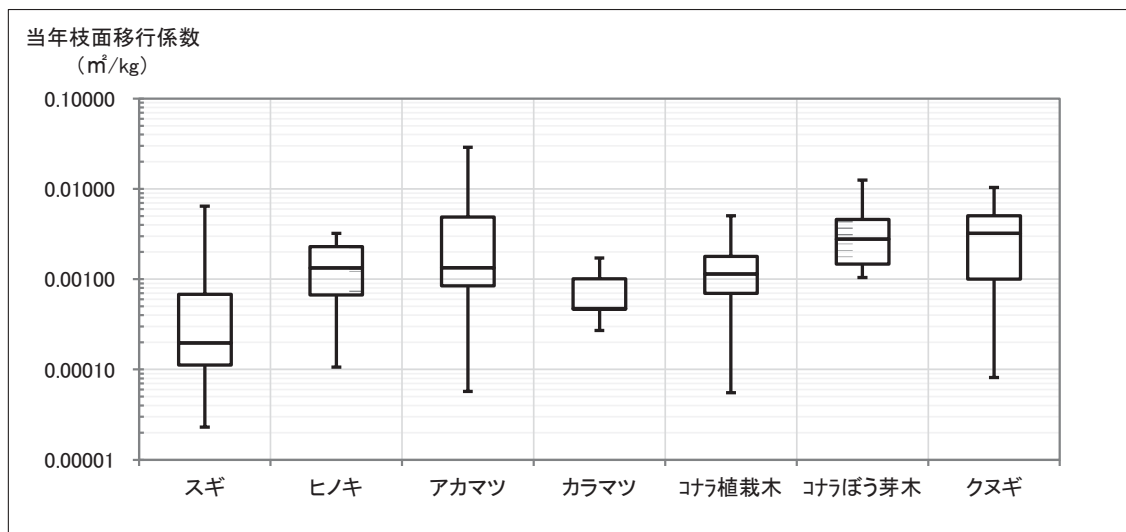


図 4-15 樹種別の当年枝面移行係数 (植栽木等調査)

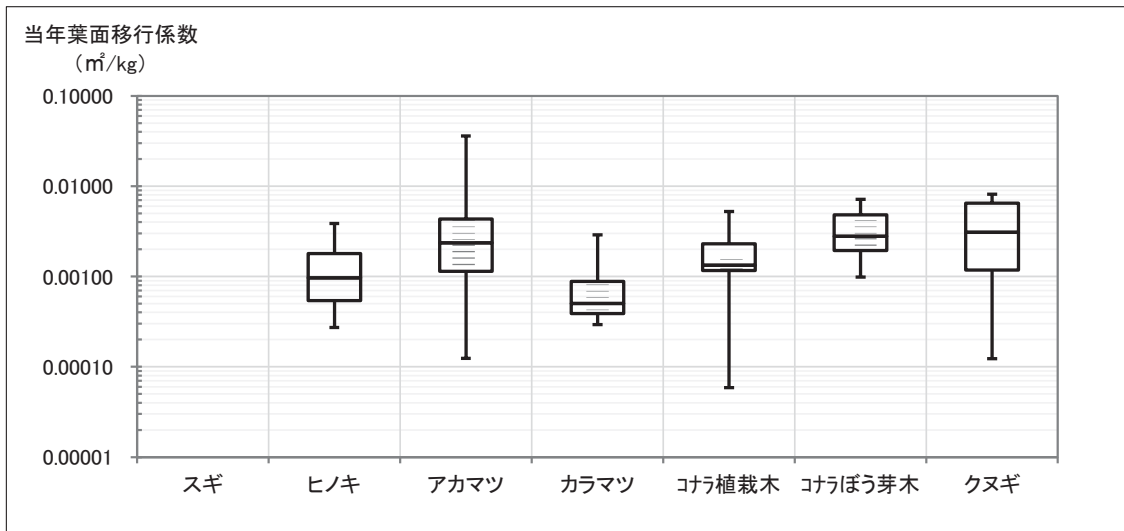


図 4-16 樹種別の当年葉面移行係数（植栽木等調査）

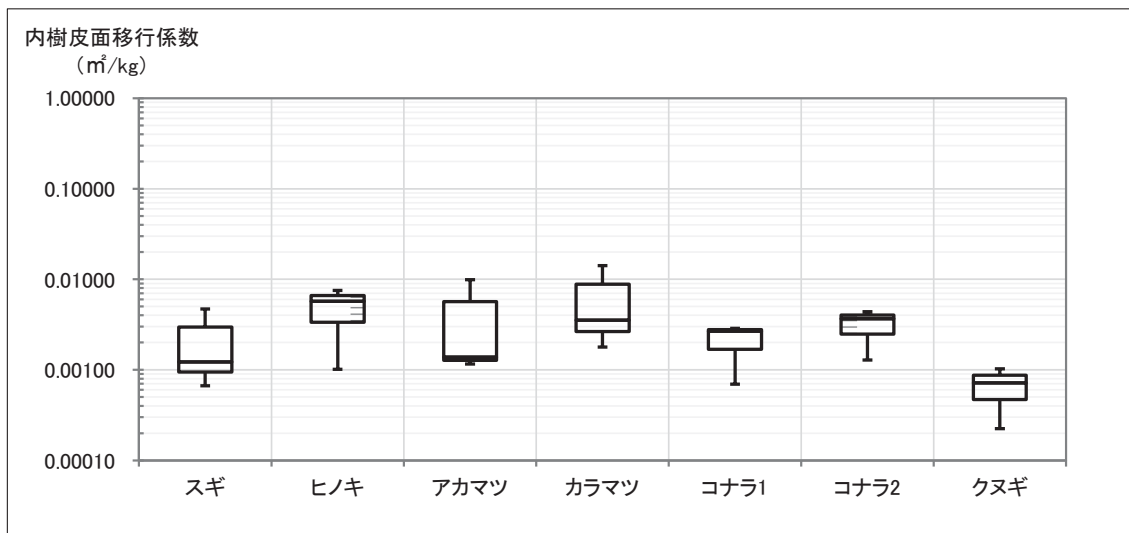


図 4-17 樹種別の内樹皮面移行係数（成木調査）

【傾向の分析】

植栽木等調査における樹種別の当年枝面移行係数は、データ数が少なく、単純な昨年度との比較はできない。今年度のデータのみでの比較によると、スギ植栽木 < カラマツ植栽木 < コナラ植栽木 = ヒノキ植栽木 < アカマツ天然更新木 < コナラぼう芽更新木 < クヌギ植栽木 の順に当年枝面移行係数が高かった。特に、同一樹種であるコナラ植栽木とコナラぼう芽更新木とを比較すると、コナラぼう芽更新木の当年枝面移行係数の方が2倍以上高かった。

同様に、植栽木等調査における樹種別の当年葉面移行係数は、カラマツ植栽木 < ヒノキ植栽木 < コナラ植栽木 < アカマツ天然更新木 < コナラぼう芽更新木 < クヌギ植栽木の順に高かった。また、コナラ植栽木とコナラぼう芽更新木とを比較すると、コナラぼう芽更新木の当年葉面移行係数の方が2倍以上高かった。

成木調査における樹種別の内樹皮面移行係数は、ヒノキ成木 < スギ成木 < カラマツ成木 < クヌギ成木 < コナラ成木（1と2） < アカマツ成木 の順に高かった。成木調査に

においては、アカマツ成木の内樹皮面移行係数が高かった。濃度は比較的到低いものの、スギ成木の分散の大きさが目立った。

以上より、特に植栽木等調査、成木調査のいずれにおいても、スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツと言った林業用針葉樹種に比較すると、コナラやクスギ等のきのこ原木用広葉樹種の面移行係数が高い傾向を示していた。

(3) 土壌の塩基類の蓄積量と当年枝の面移行係数

植栽木等調査における土壌0-10cmの塩基類（交換性カリウム・カルシウム・マグネシウム）蓄積量に対する当年枝面移行係数及び当年葉面移行係数の関係を図4-18①～③に示す。

また、成木調査における土壌0-10cmの塩基類（交換性カリウム・カルシウム・マグネシウム）蓄積量に対する内樹皮面移行係数の関係を図4-19①～③に示す。

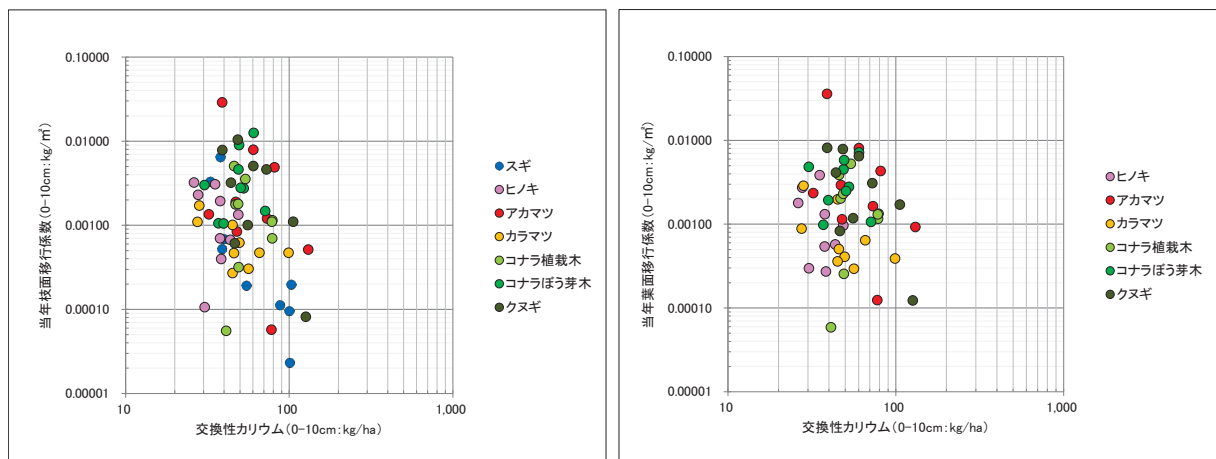


図 4-18 ① 交換性カリウム蓄積量（土壌0-10cm）と
当年枝及び当年葉の面移行係数（植栽木等調査）

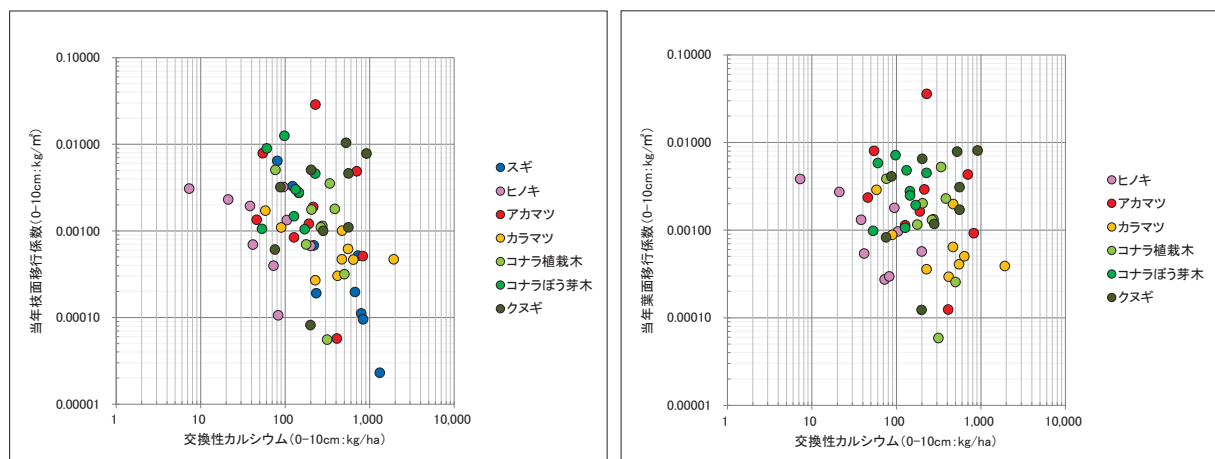


図 4-18 ② 交換性カルシウム蓄積量（土壌0-10cm）と
当年枝及び当年葉の面移行係数（植栽木等調査）

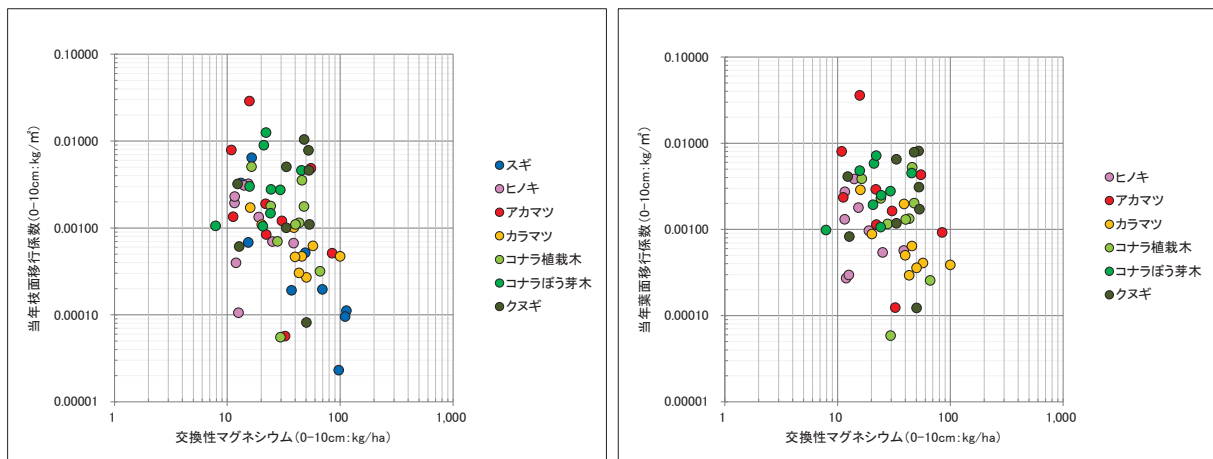


図 4-18 ③ 交換性マグネシウム蓄積量（土壌0-10cm）と
 当年枝及び当年葉の面移行係数（植栽木等調査）

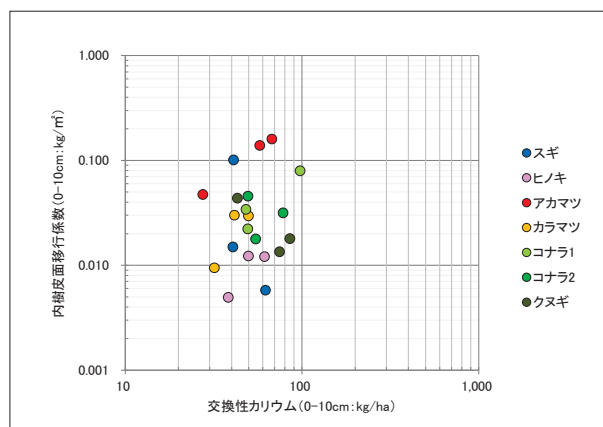


図 4-19 ① 交換性カリウム蓄積量（土壌0-10cm）と内樹皮の面移行係数（成木調査）

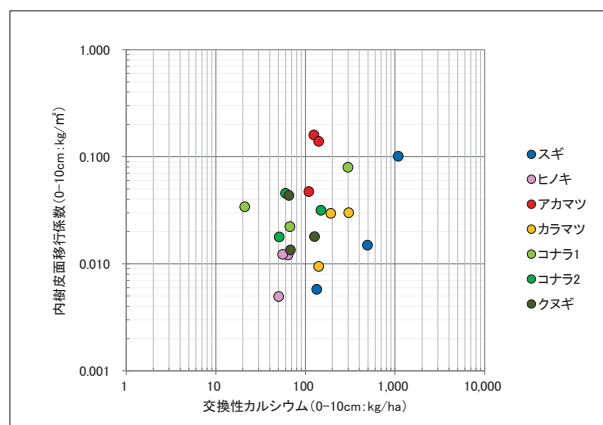


図 4-19 ② 交換性カルシウム蓄積量（土壌0-10cm）と内樹皮の面移行係数（成木調査）

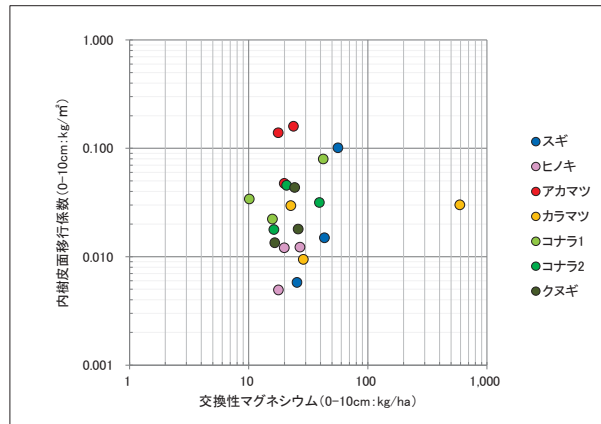


図 4-19 ③ 交換性マグネシウム蓄積量（土壌 0-10cm）と内樹皮の面移行係数（成木調査）

【傾向の分析】

植栽木等調査における図 4-18①～③より、各樹種のばらつきや当年枝及び当年葉面移行係数の右下がり減少傾向の傾き等に違いが見られ、全体的に団子状の散布図となった。すなわち、交換性塩基類（交換性カリウム、カルシウム、マグネシウム）の蓄積量と植栽木等における当年枝及び当年葉面移行係数は、交換性塩基類の蓄積量が増加すると当年枝及び当年葉面移行係数が減少するという、ほぼ同様の傾向を示していた。なお、当年枝との関係性よりも当年葉との関係性の方が、ばらつきが若干大きく、交換性カルシウムの傾向の方が交換性カリウムやマグネシウムとの関係性よりもばらつきが若干大きかった。

3種類の交換性塩基類を比べると、植物のセシウム吸収に対して競合するとされる交換性カリウムの影響がもっとも顕著であり、交換性マグネシウムは同様な傾向を示したが、交換性カルシウムでは明瞭な傾向が認められなかった。セシウム吸収に影響を及ぼす土壤化学性は従来から指摘されている交換性カリウムによってその特性を代表して把握し得ることが明らかになった。

樹種別に見ると、ばらつきが大きく明確な傾向とは言えないが、おおむね、コナラ植栽木、コナラぼう芽更新木、クスギ植栽木の当年枝及び当年葉面移行係数の方が、スギ植栽木やヒノキ植栽木、カラマツ植栽木よりも面移行係数の値が高いエリアに多くあり、特に、コナラについては、既往研究成果とほぼ同様の傾向を示し、土壤の交換性塩基類蓄積量と当年枝及び当年葉面移行係数との関係には、汚染程度に依存しない一定の傾向が存在する可能性が示唆された。

成木調査における図 4-19①～③より、データ数が少なく、かつ各樹種のばらつきに違いが見られるので、全体的に団子状の散布図となっていて、顕著な傾向は見られない。

なお、図 4-18①～③は、シンボルの色で樹種を区別して表示しているが、全体が団子になっており樹種特性を読み取りにくい。来年度、データ数が追加されたら、次の1)～4)の作図を行う。

- 1) 樹種毎の3調査区単位で、交換性塩基類、当年枝面移行係数は、平均値（と標準偏差）を算出する。
- 2) 図は樹種毎に分ける。ただし、XY軸の範囲は共通とする。
- 3) 今年度の3調査区の平均（と標準偏差の誤差バー）の下に、H30～R2の調査結果を淡色で表示する。これにより、令和3～4年度の調査区が、昨年度までの多点調査の結果のどこに位置付けられるかもひと目で理解可能となる。

- 4) 当年葉との図よりも、樹皮に対する面移行係数の図に変更する。理由としては、当年枝と当年葉はほぼ同じ特性、傾向を示すこと、当年葉はスギを欠くが樹皮はすべての樹種が揃うこと。また、当年枝と（内）樹皮がいずれも樹木のセシウム吸収の指標に適しており、かつ、樹種によって明瞭な定量的な関係があることを明らかにすることが有用となる。

また、図 4-19①～③の図は、来年度、データ数が追加されたら、次のイ)～ハ) ように樹皮と材について、成木と植栽木を比較して示す。いずれの図も成木が1桁から2桁上に分布し、成木の面移行係数と植栽木の面移行係数が依然として大きく乖離していることが明瞭に示されることを期待する。

- イ) 図の左には、成木の内樹皮と植栽木の樹皮について、交換性塩基類に対する面移行係数の散布図を記載する。
ロ) 図の右には、成木の材と植栽木の材について、交換性塩基類に対する面移行係数の散布図を記載する。
ハ) ただし、植栽木も各調査区3個体の平均値を用いて3点とする。

5.3 調査区のセシウム 137 蓄積量

(1) 樹木の樹種別、部位別のバイオマス現存量

植栽木等調査の各調査区においては、i 調査区の毎木調査 → ii 平均胸高直径の算出 → iii 平均胸高直径に類似した試料採取木3本の選定 → iv 試料採取木の伐倒と部位別生重量の測定 → v 部位別試料の採取（サンプリング） → vi 室内における樹皮と材（木部）の分離と生重量測定等及び、材（木部）のチップ化等試料の調整 → vii 分析測定機関における試料の乾燥と各種分析、の順に作業を行っている。

これらの調査結果を整理し、樹木の部位別、堆積有機物、土壌2層の「生／乾比」や「水分率」を算出し、樹木毎、調査区毎（樹木3本の平均値）のバイオマス現存量を算出した。

以上の過程は、植栽木等調査におけるサンプル採取と処理の手順フロー（付図-3 参照）と植栽木等調査における現存量計算法（付図-4 参照）に沿って調査した。また、調査結果は、植栽木等調査における毎木調査結果（別添データ集の添付表-1 参照）、植栽木等調査における生重量測定野帳（添付表-2 参照）、樹木、部位毎の生重量測定結果（添付表-3 参照）、樹木、部位毎のバイオマス生現存量（付表-5 参照）、調査区毎のバイオマス現存量（生重・乾重：付表-6 参照）に示した。

以上、これらの調査結果を整理し、樹木の樹種別、部位別のバイオマス現存量（生重・乾重量）を表 4-8 に整理した。

表 4-8 樹木の樹種別、部位別のバイオマス現存量（生重・乾重量）

樹種等		調査区 No.	林齢	密度 (本/ha)	項目	枝	葉	枯枝	樹皮	木部	地上部計	年平均成 長量(地上 部計/林 齢)
スギ	植栽木	SU31	10	1,750	生重(kg/本)	7.30	—	0.16	1.03	5.71	14.19	1.42
					乾重(kg/本)	3.26	—	0.13	0.55	2.33	6.27	0.63
		SU47	8	2,175	生重(kg/本)	15.19	—	0.21	1.64	14.78	31.82	3.98
					乾重(kg/本)	6.85	—	0.15	0.82	5.29	13.11	1.64
		SU57	8	2,600	生重(kg/本)	5.89	—	0.21	0.70	4.57	11.38	1.42
					乾重(kg/本)	2.73	—	0.18	0.36	1.67	4.93	0.62
ヒノキ	植栽木	HI01	6	2,600	生重(kg/本)	1.04	2.97	0.01	0.47	1.70	6.20	1.03
					乾重(kg/本)	0.54	1.29	0.01	0.24	0.77	2.85	0.48
		HI10	6	2,400	生重(kg/本)	1.62	3.41	0.05	0.73	3.36	9.18	1.53
					乾重(kg/本)	0.82	1.44	0.04	0.35	1.52	4.16	0.69
		HI11	9	1,900	生重(kg/本)	3.49	6.83	0.24	1.62	9.16	21.34	2.37
					乾重(kg/本)	1.81	2.94	0.17	0.83	3.97	9.72	1.08
アカマツ	天然更新木	MA31	6~8	1,300	生重(kg/本)	2.32	3.23	0.37	0.85	4.20	10.97	1.57
					乾重(kg/本)	0.94	1.22	0.23	0.37	1.52	4.28	0.61
		MA43	5~7	6,525	生重(kg/本)	0.40	0.28	0.15	0.27	1.17	2.28	0.38
					乾重(kg/本)	0.18	0.12	0.11	0.12	0.51	1.04	0.17
		MA45	5~7	3,300	生重(kg/本)	1.27	0.46	0.21	0.37	1.81	4.12	0.69
					乾重(kg/本)	0.52	0.18	0.14	0.16	0.60	1.60	0.27
カラマツ	植栽木	KA08	9	2,300	生重(kg/本)	5.93	4.51	0.47	4.50	24.50	39.91	4.43
					乾重(kg/本)	2.93	1.95	0.32	2.02	13.68	20.90	2.32
		KA14	9	1,175	生重(kg/本)	8.50	5.18	0.32	4.16	20.14	38.30	4.26
					乾重(kg/本)	3.87	2.51	0.24	1.90	9.38	17.90	1.99
		KA18	9	1,825	生重(kg/本)	8.18	4.26	0.35	3.36	16.57	32.72	3.64
					乾重(kg/本)	4.11	1.59	0.27	1.45	7.51	14.93	1.66
コナラ	植栽木	K003	10	2,275	生重(kg/本)	1.60	0.54	0.68	2.68	12.19	17.69	1.77
					乾重(kg/本)	0.89	0.28	0.45	1.54	7.33	10.48	1.05
		K016	10	2,150	生重(kg/本)	3.96	0.28	0.26	1.50	5.48	11.48	1.15
					乾重(kg/本)	2.24	0.15	0.16	0.85	3.49	6.88	0.69
		K039	4	1,225	生重(kg/本)	0.11	0.34	0.00	0.08	0.15	0.67	0.17
					乾重(kg/本)	0.06	0.17	0.00	0.05	0.10	0.37	0.09
コナラ	ぼう芽更新木	K005	10	2,850	生重(kg/本)	3.68	1.00	0.56	4.31	23.01	32.56	3.26
					乾重(kg/本)	2.12	0.57	0.37	2.41	13.96	19.42	1.94
		K015	10	2,075	生重(kg/本)	2.92	0.61	0.29	1.76	6.60	12.18	1.22
					乾重(kg/本)	1.67	0.50	0.21	0.98	3.33	6.69	0.67
		K038	4	725	生重(kg/本)	0.50	0.63	0.01	0.16	0.46	1.77	0.44
					乾重(kg/本)	0.28	0.28	0.01	0.09	0.33	0.99	0.25
クスギ	植栽木	KN14	8	2,600	生重(kg/本)	7.60	3.47	0.40	4.96	12.23	28.66	3.58
					乾重(kg/本)	4.11	1.57	0.31	3.01	7.85	16.85	2.11
		KN17	8	2,750	生重(kg/本)	2.33	0.90	0.35	2.30	3.76	9.64	1.20
					乾重(kg/本)	1.30	0.38	0.22	1.40	2.54	5.84	0.73
		KN22	8	1,050	生重(kg/本)	2.41	0.86	0.12	1.38	2.16	6.94	0.87
					乾重(kg/本)	1.35	0.58	0.07	0.86	1.48	4.33	0.54

(注) 調査区毎の数値は、3本の試料採取木の平均値である。アカマツは3本（調査区当り）の林齢が異なるので、3本の林齢平均で割り年平均成長量を求めた。

(2) 樹木の樹種別、部位別のセシウム 137 蓄積量

前述(1)で整理した樹木、部位毎のバイオマス現存量に、樹木、部位毎のセシウム 137 濃度測定結果(付表-3 参照)を乗じ、乾重量ベースの樹種(調査区)単位における樹木部位等別セシウム 137 蓄積量を片対数グラフに整理し、表 4-9 及び図 4-20①~⑦に示した。

表 4-9 樹木部位等別のセシウム 137 蓄積量(単位: kBq/m²)

樹種等	枝	葉	枯枝	樹皮	木部	堆積有機物	土壌 0-5 cm	土壌 5-10cm
スギ植栽木 (SU31)	0.0031	—	0.0001	0.0008	0.0012	0.12	28.67	17.27
スギ植栽木 (SU47)	0.0266	—	0.0002	0.0034	0.0063	1.47	45.77	16.43
スギ植栽木 (SU57)	0.0060	—	0.0003	0.0019	0.0025	0.06	2.98	2.94
ヒノキ植栽木 (HI01)	0.0043	0.0108	0.0001	0.0034	0.0018	1.57	61.17	27.05
ヒノキ植栽木 (HI10)	0.0084	0.0177	0.0003	0.0068	0.0051	0.42	36.82	21.37
ヒノキ植栽木 (HI11)	0.0194	0.0468	0.0011	0.0132	0.0141	0.81	25.80	16.30
アカマツ天然更新木 (MA31)	0.0085	0.0321	0.0014	0.0048	0.0036	0.99	69.00	51.28
アカマツ天然更新木 (MA43)	0.0473	0.0593	0.0077	0.0386	0.0345	7.15	372.66	70.31
アカマツ天然更新木 (MA45)	0.0141	0.0118	0.0026	0.0085	0.0051	2.70	64.84	37.83
カラマツ植栽木 (KA08)	0.0050	0.0070	0.0004	0.0070	0.0069	0.13	7.65	6.10
カラマツ植栽木 (KA14)	0.0081	0.0114	0.0009	0.0059	0.0045	0.65	29.21	7.25
カラマツ植栽木 (KA18)	0.0084	0.0070	0.0008	0.0060	0.0031	1.22	38.74	13.36
コナラ植栽木 (K003)	0.0367	0.0157	0.0054	0.0667	0.1033	1.84	45.44	27.50
コナラ植栽木 (K016)	0.0391	0.0028	0.0018	0.0122	0.0219	1.83	67.31	18.87
コナラ植栽木 (K039)	0.0003	0.0009	0.0000	0.0002	0.0001	1.70	50.36	71.53
コナラぼう芽更新木 (K005)	0.1252	0.0454	0.0096	0.1821	0.3660	1.23	51.19	15.17
コナラぼう芽更新木 (K015)	0.1053	0.0293	0.0061	0.0428	0.0840	3.35	69.13	23.34
コナラぼう芽更新木 (K038)	0.0044	0.0083	0.0001	0.0015	0.0020	1.57	122.30	21.47
クヌギ植栽木 (KN14)	0.0123	0.0133	0.0003	0.0062	0.0125	0.19	18.99	6.61
クヌギ植栽木 (KN17)	0.0462	0.0246	0.0034	0.0237	0.0366	0.75	32.03	13.04
クヌギ植栽木 (KN22)	0.0254	0.0111	0.0006	0.0110	0.0097	0.43	26.19	40.37

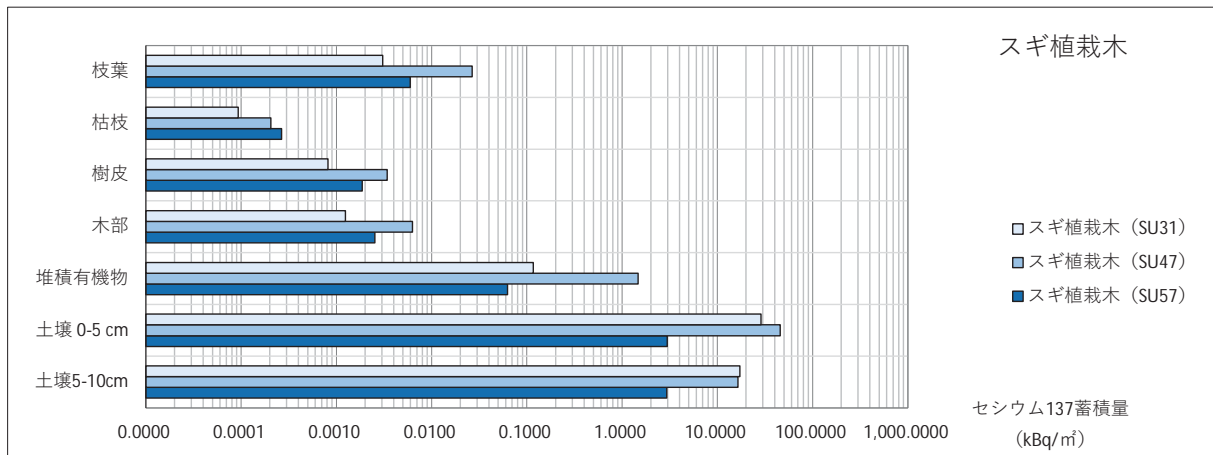


図 4-20 ① 樹木部位等別のセシウム 137 蓄積量 (スギ植栽木)

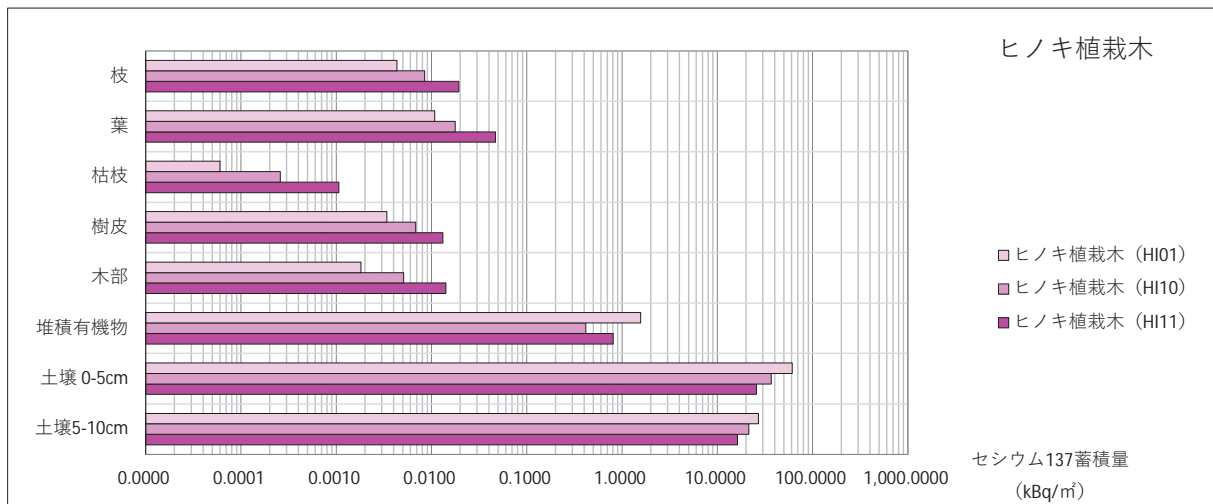


図 4-20 ② 樹木部位等別のセシウム 137 蓄積量 (ヒノキ植栽木)

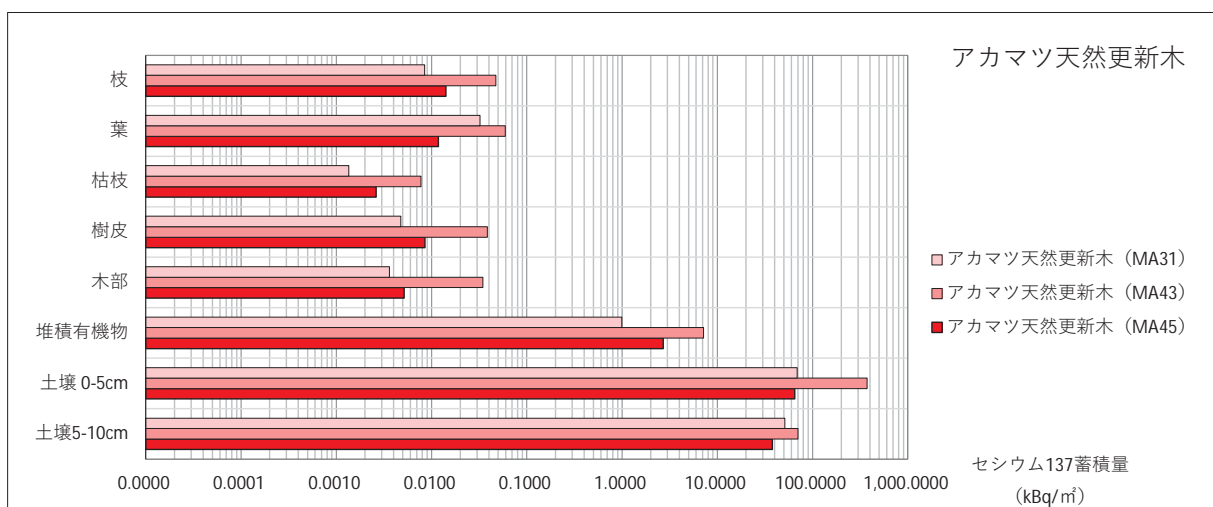


図 4-20 ③ 樹木部位等別のセシウム 137 蓄積量 (アカマツ天然更新木)

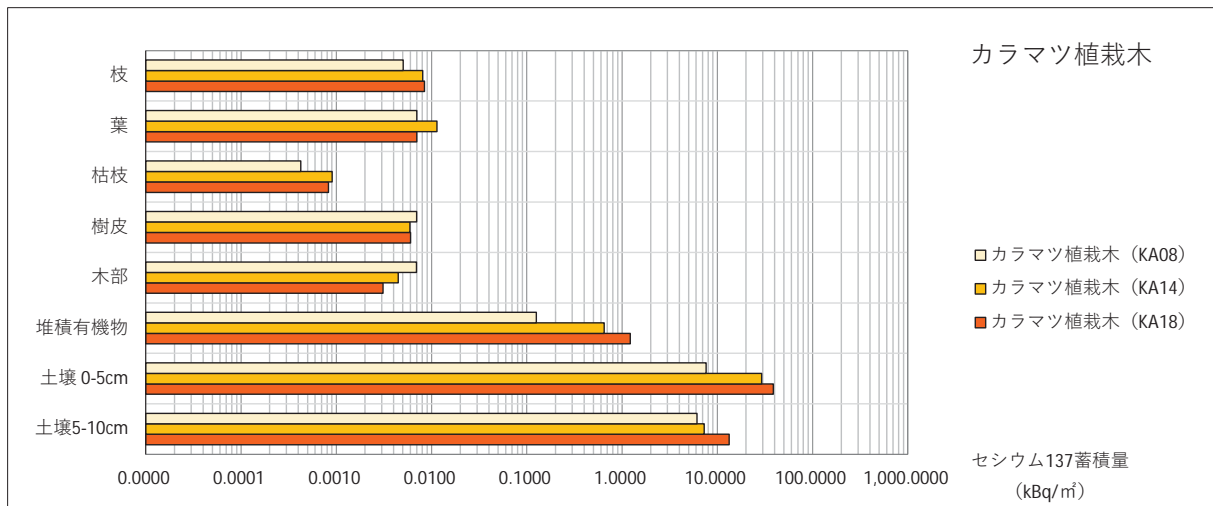


図 4-20 ④ 樹木部位等別のセシウム 137 蓄積量 (カラマツ植栽木)

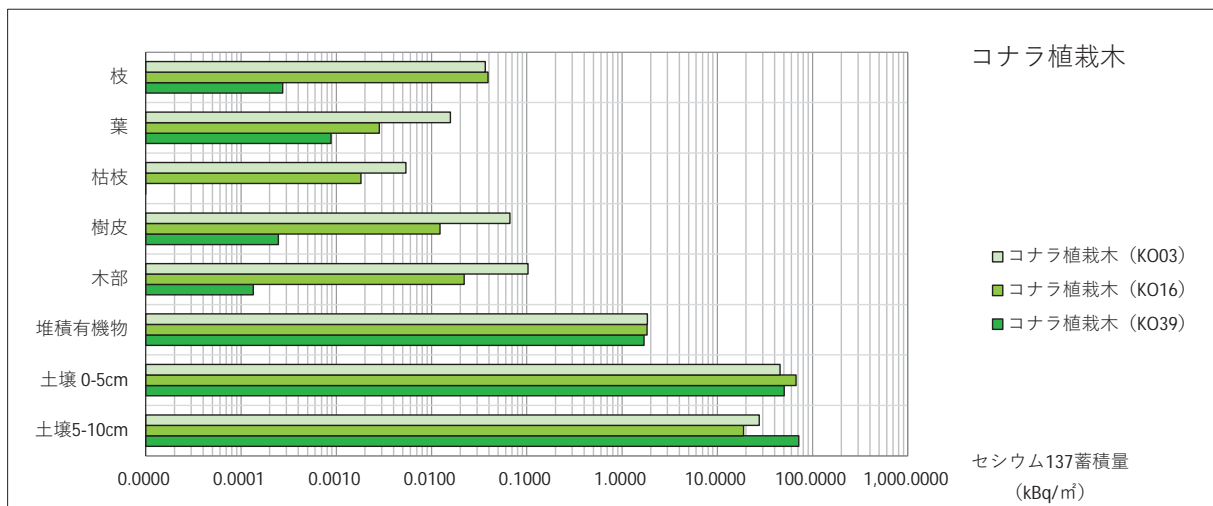


図 4-20 ⑤ 樹木部位等別のセシウム 137 蓄積量 (コナラ植栽木)

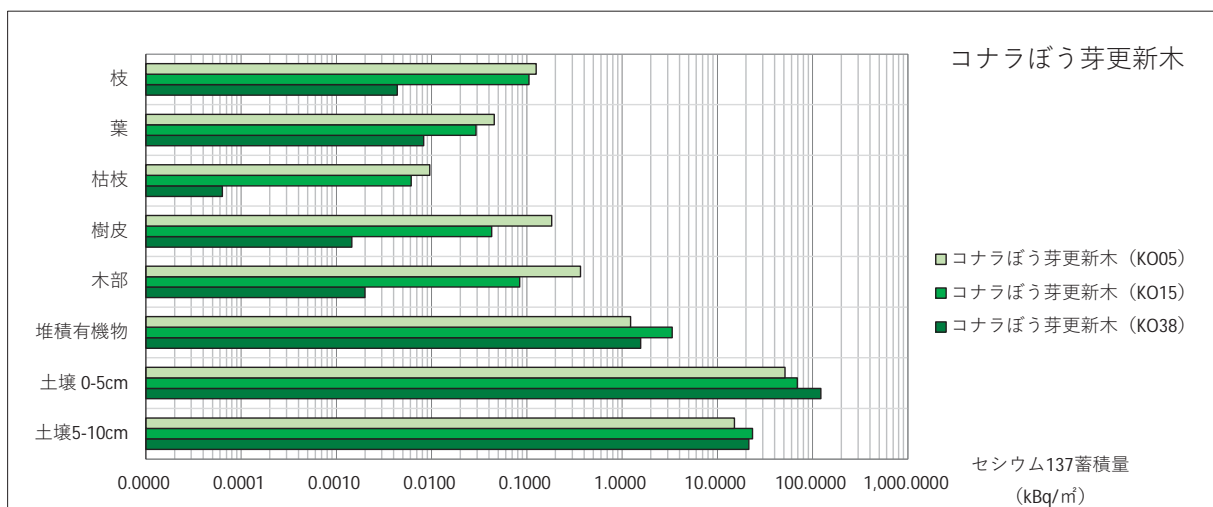


図 4-20 ⑥ 樹木部位等別のセシウム 137 蓄積量 (コナラぼう芽更新木)

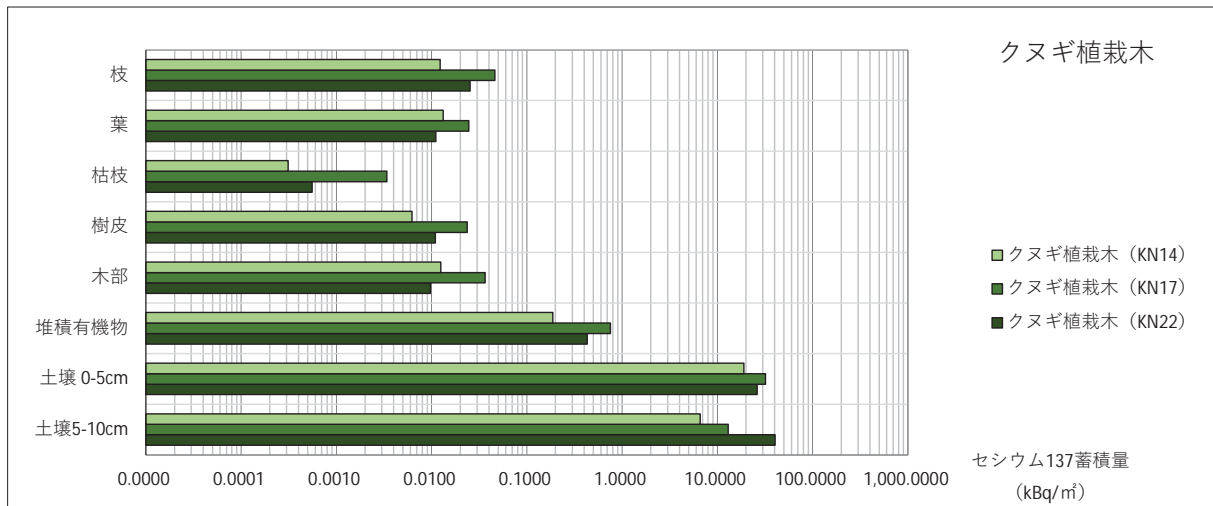


図 4-20 ⑦ 樹木部位等別のセシウム 137 蓄積量 (クヌギ植栽木)

【傾向の分析】

図 4-20 ①～⑦より、樹種間で比較すると、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、スギ植栽木、ヒノキ植栽木、カラマツ植栽木の低さが目立った。

部位間で比較すると、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、枯枝、樹皮、材（木部）の値が低かった。

今年度の調査区では、令和 5 年度（2 年後）に、再度同じ調査を行う予定なので、2 年間の成長（特に一部の森林の樹冠の閉鎖）に伴うバイオマス現存量の変化と傾向が今後どのようなになるのか注目される。

以上の結果を整理し、図 4-21①～⑦に、樹種（調査区）別の林分及び地上部の部位別セシウム 137 蓄積量の円グラフを示した。

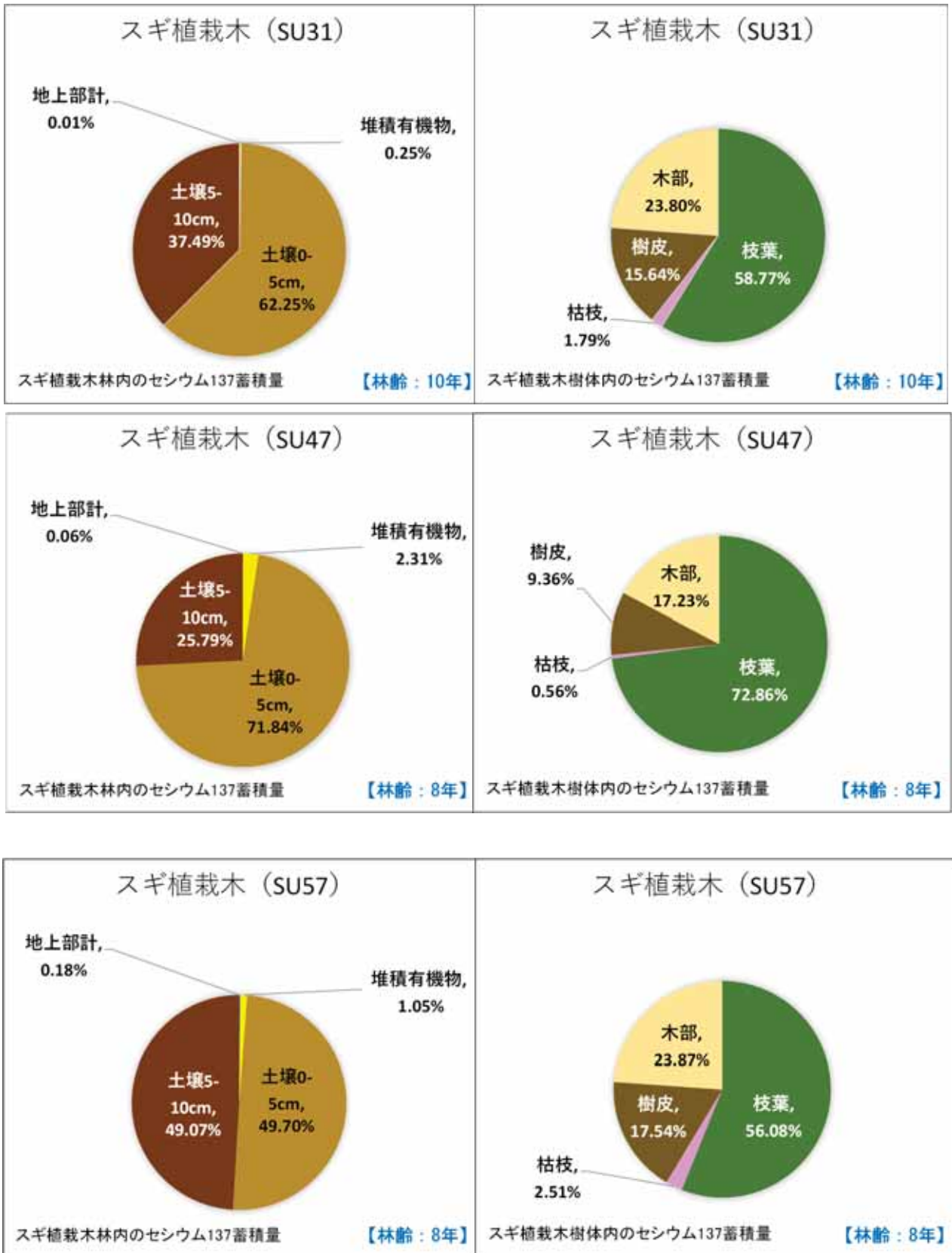


図 4-21 ① 樹種 (調査区) 別の林分及び地上部の部位別セシウム 137 蓄積量 (スギ植栽木)

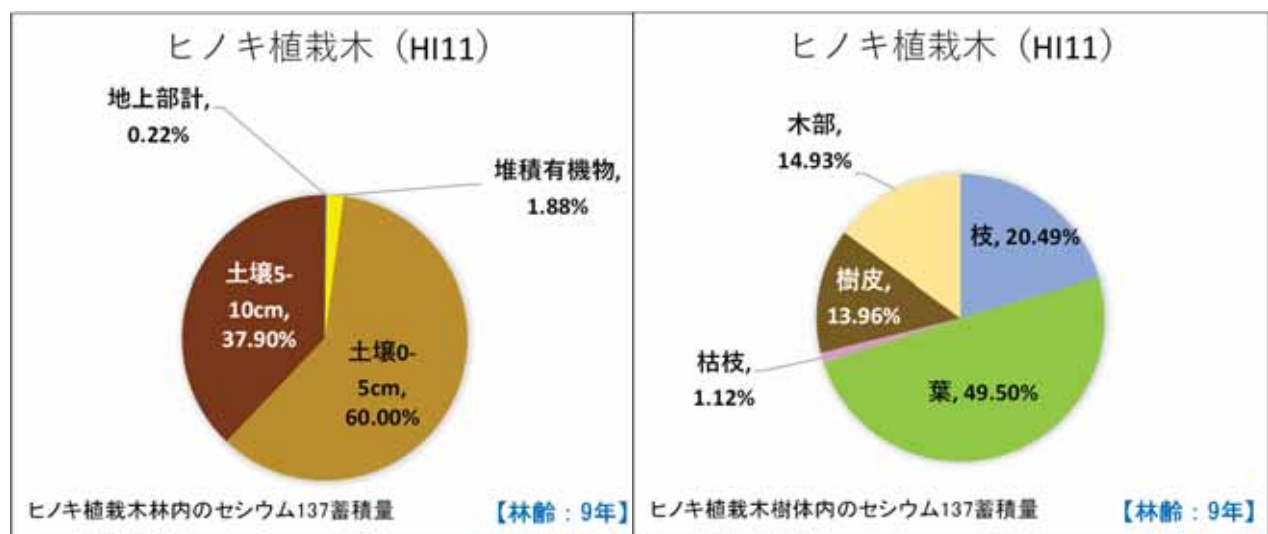
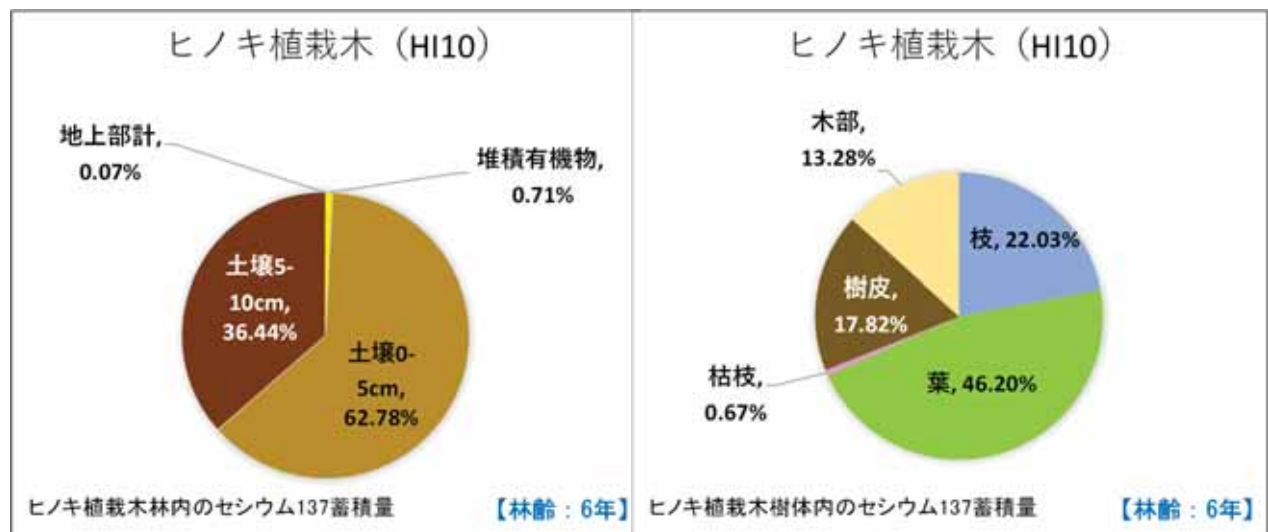
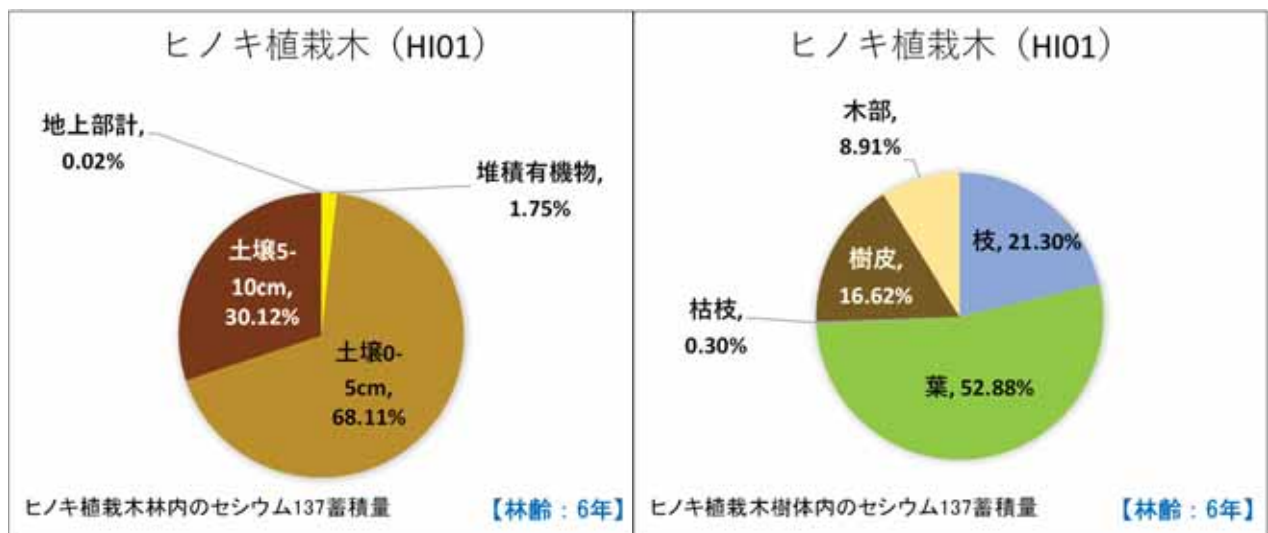


図 4-21 ② 樹種（調査区）別林分及び地上部の部位別セシウム 137 蓄積量（ヒノキ植栽木）

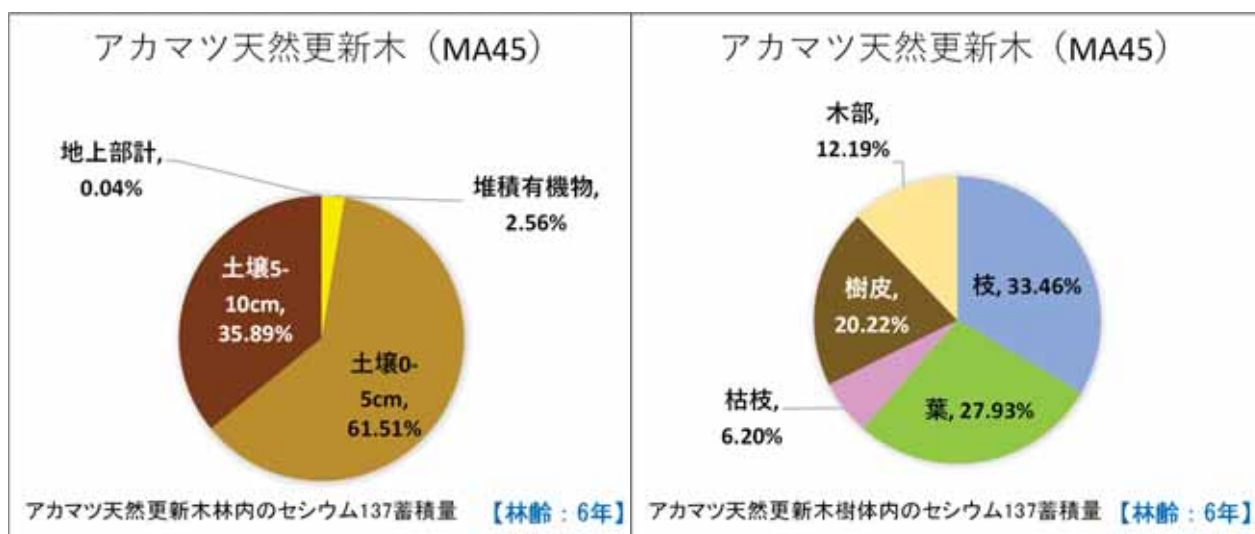
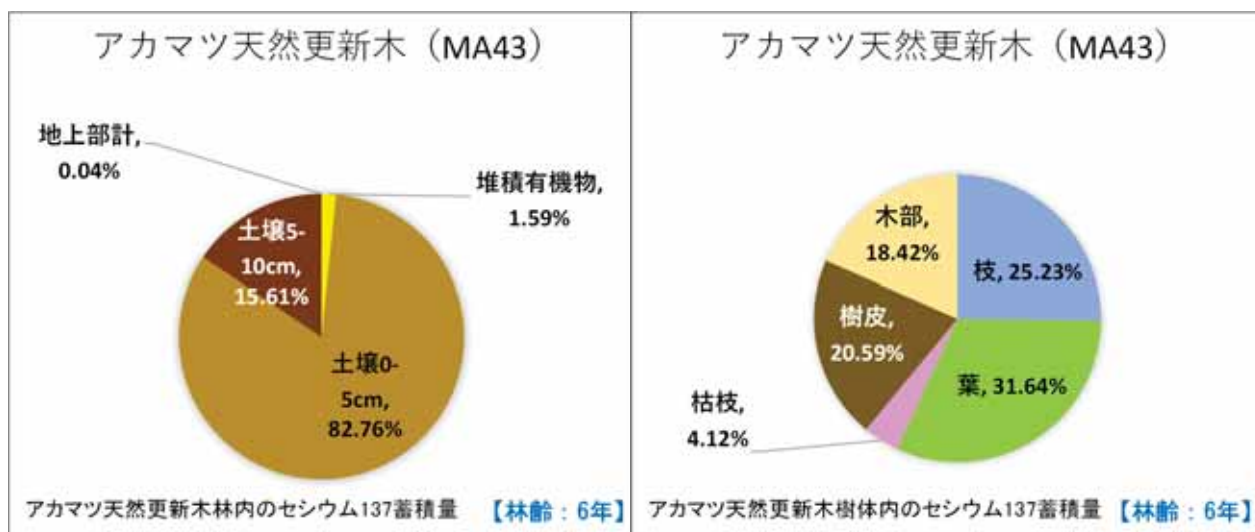
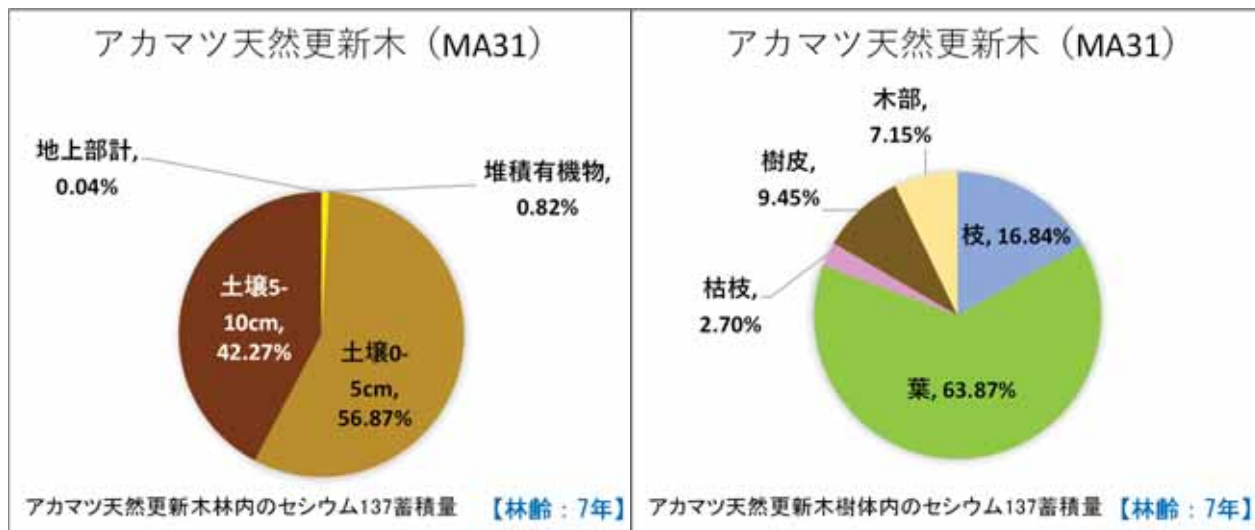


図 4-21 ③ 樹種（調査区）別林分及び地上部の部位別セシウム 137 蓄積量（アカマツ天然更新木）

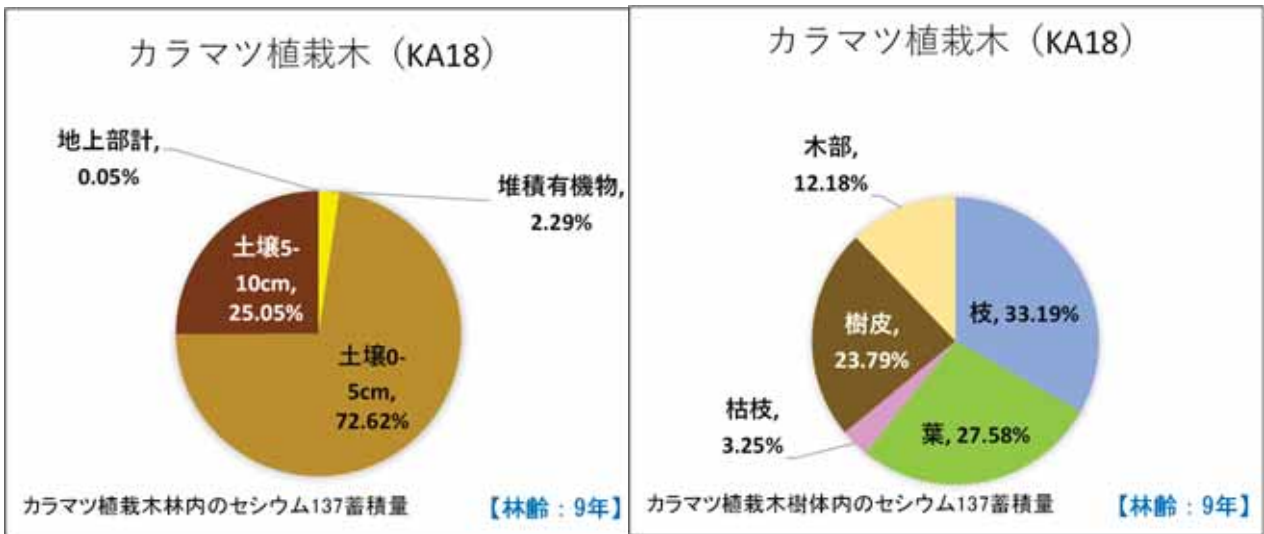
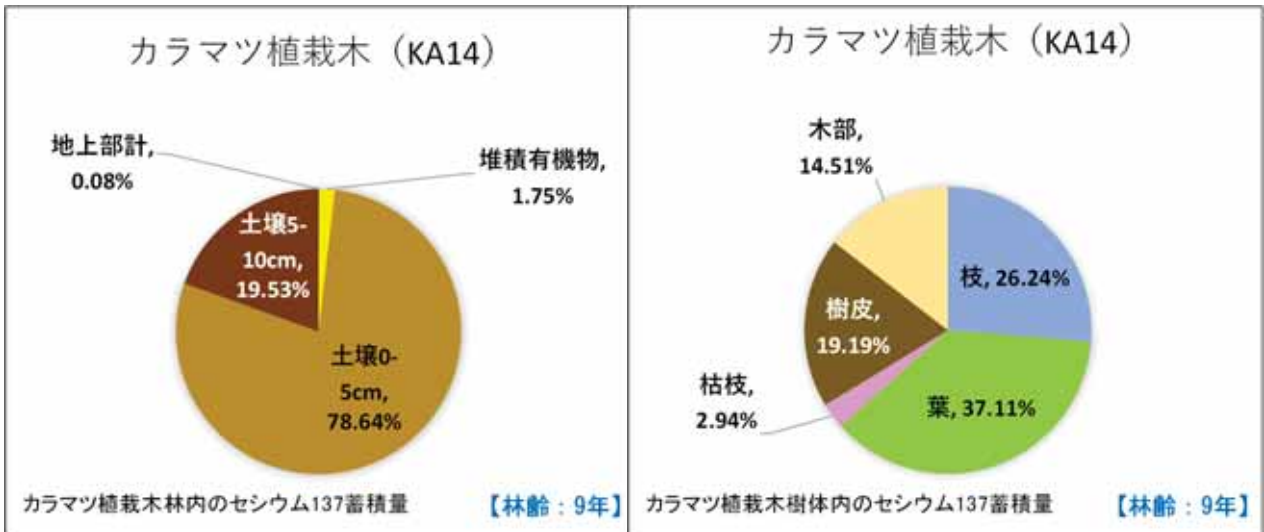
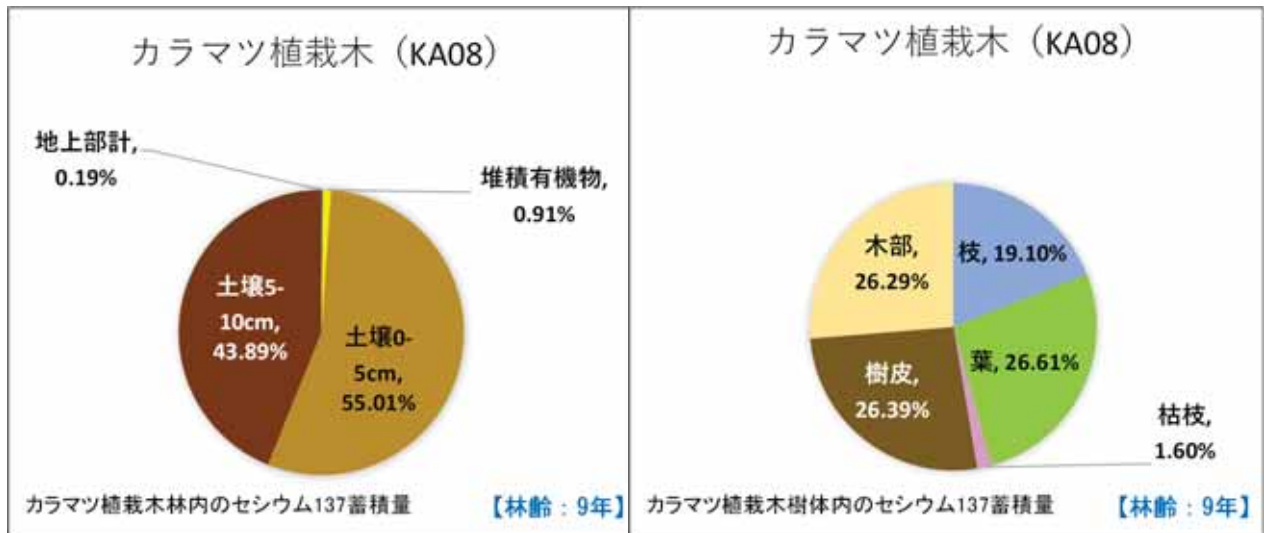


図 4-21 ④ 樹種（調査区）別林分及び地上部の部位別セシウム 137 蓄積量（カラマツ植栽木）

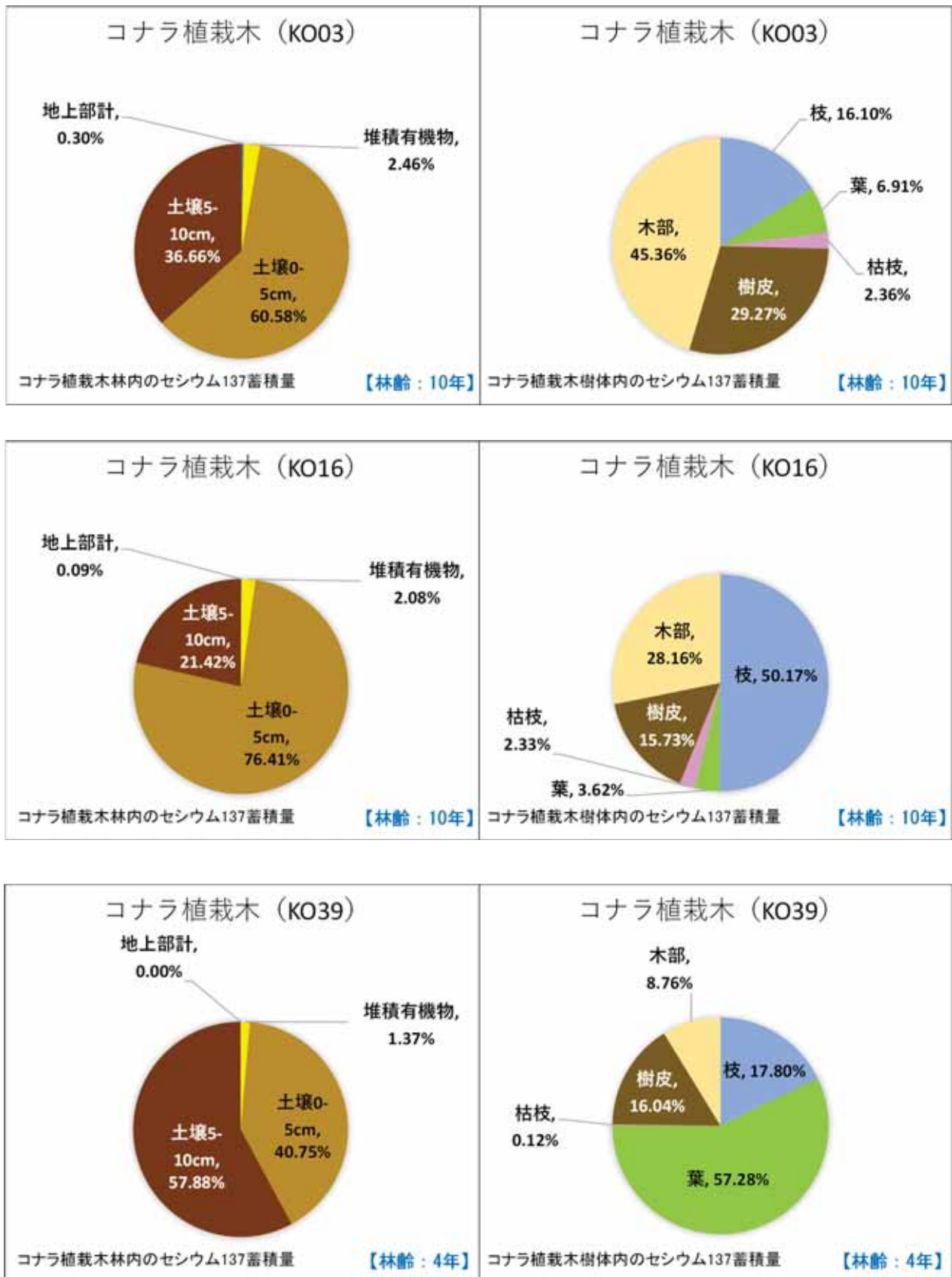


図 4-21 ⑤ 樹種 (調査区) 別林分及び地上部の部位別セシウム 137 蓄積量 (コナラ植栽木)

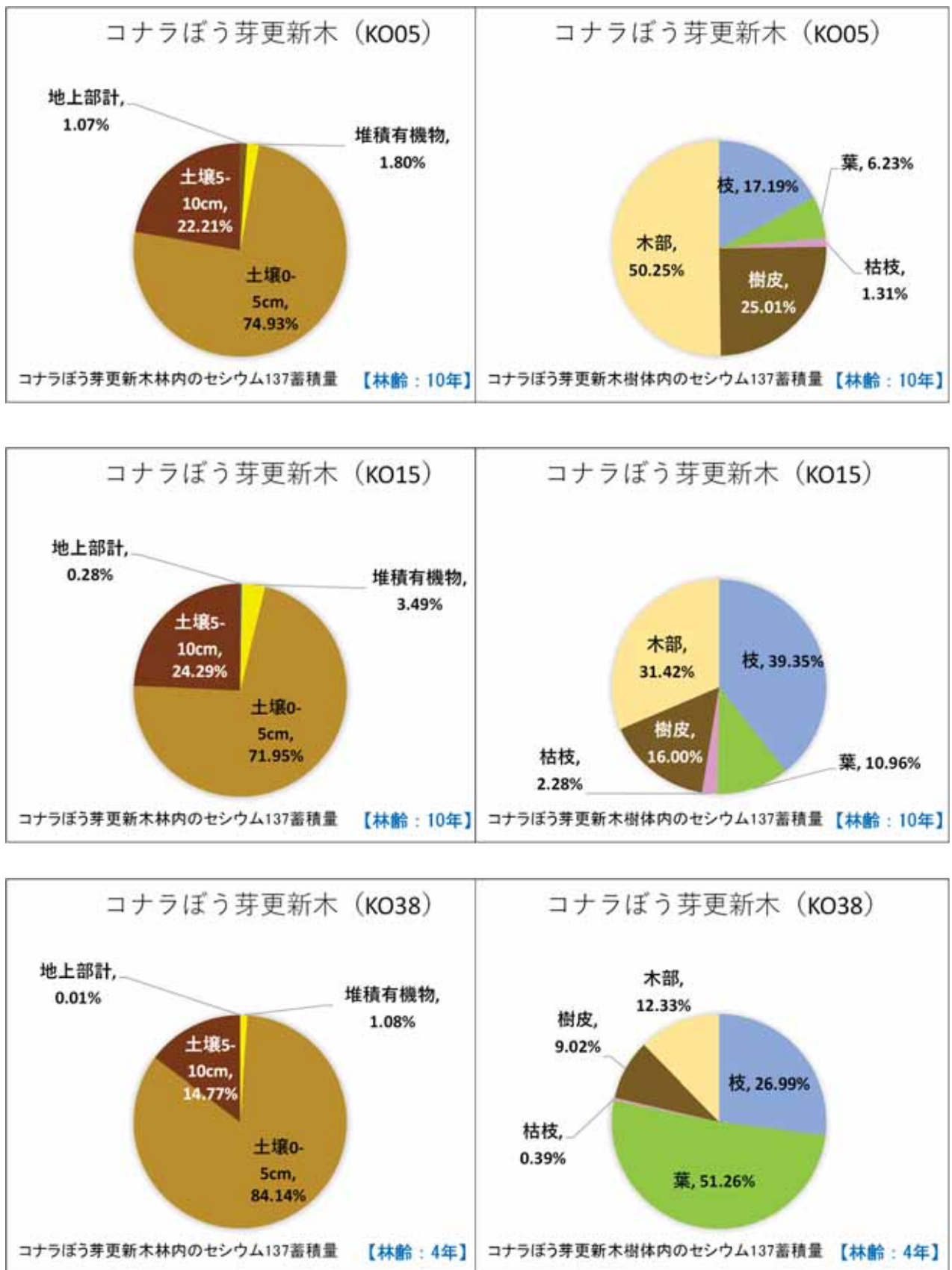


図 4-21 ⑥ 樹種（調査区）別林分及び地上部の部位別セシウム 137 蓄積量（コナラぼう芽更新木）

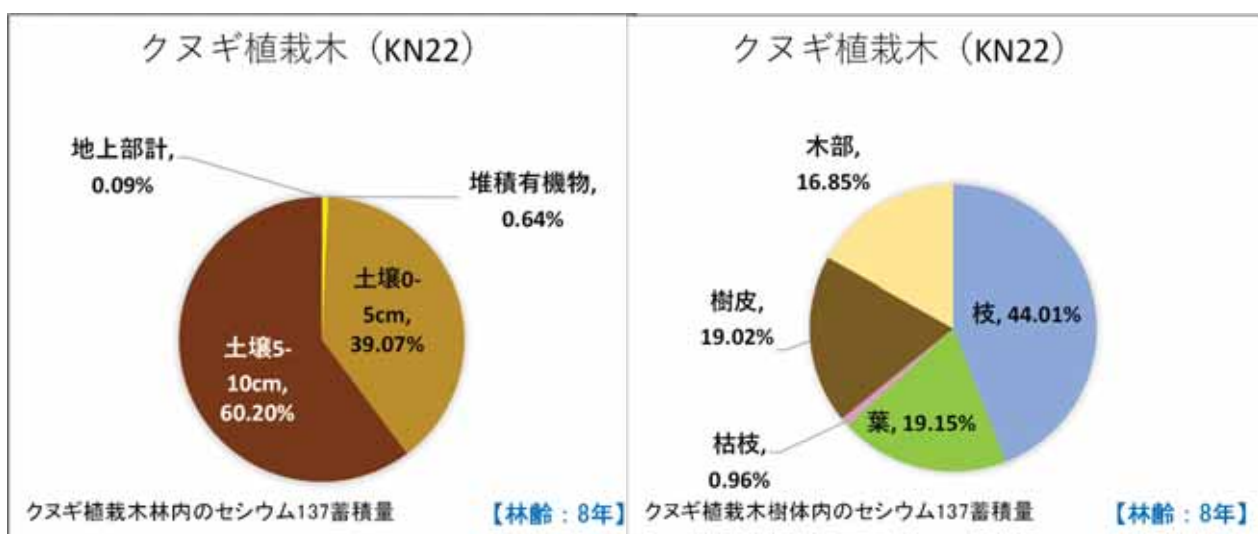
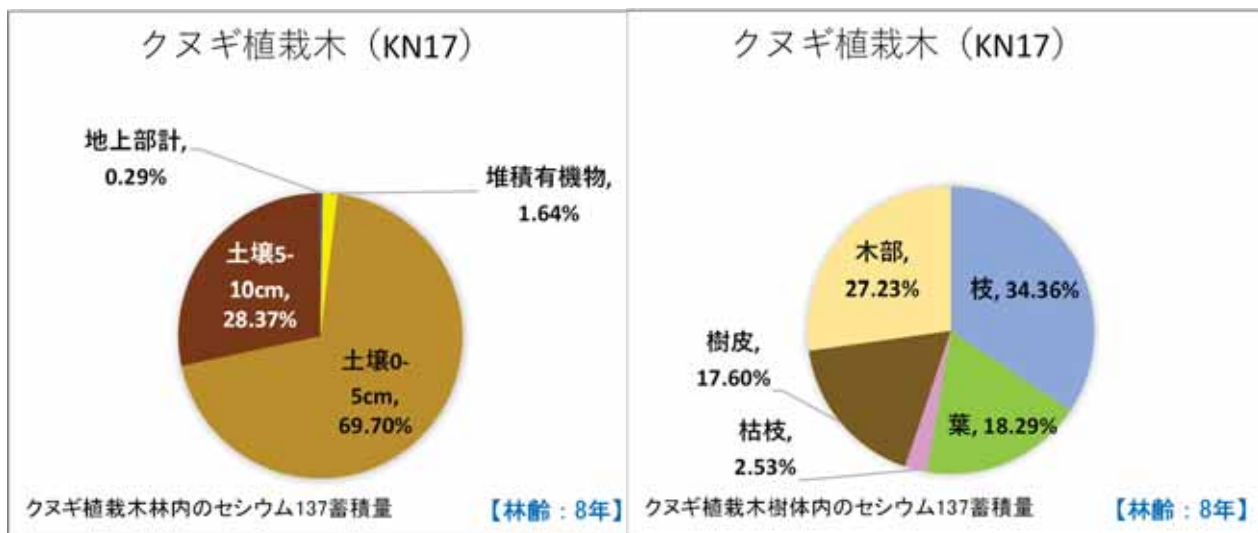
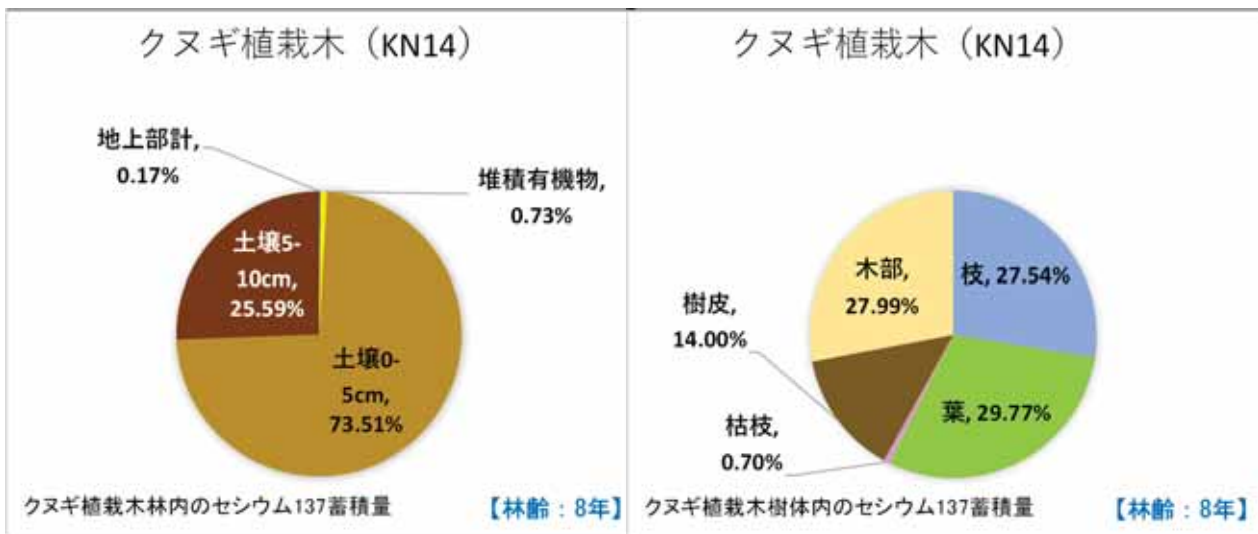


図 4-21 ⑦ 樹種（調査区）別林分及び地上部の部位別セシウム 137 蓄積量（クヌギ植栽木）

【傾向の分析】

図 4-21①～⑦は、1 ページに樹種毎 3 調査区を図示し、左側に林分内の部位等別セシウム 137 蓄積量の割合を、右側に樹体内のセシウム 137 蓄積量の割合を示した。

同じ樹種であっても、調査区の間線量率や地形、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っていた。

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）を占めていた。本結果では、既往成果と比較すると、堆積有機物（既往成果だと落葉層と分類しているものが多い）のセシウム 137 蓄積量の割合が、数%（5%未満）と低かった。これは既往成果が成木林での値であるのに対し、本調査結果は、林齢 10 年生以下の植栽木等が該当していて、植栽時の地拵えや植栽後の下刈り等の保育施業の影響や、樹冠が閉鎖していないこと等が影響している可能性が考えられる。

土壌層位別に見ると、土壌 0-5cm におけるセシウム 137 蓄積量の値が 7 割～8 割と大半を占めていたが、コナラ植栽木（調査区No.K038）とクヌギ植栽木（調査区No.KN22）の 2 事例では、土壌 5-10cm のセシウム 137 蓄積量の割合が 6 割程度と最も多くを占めていた。この 2 つの調査区は、林齢 4 年生・本数密度 1,225 本/ha（K039）と林齢 8 年生・本数密度 1,050 本/ha（KN22）であり、いずれも本数密度の少なさが目立った。

地上部（樹体部）を見ると、コナラ植栽木とコナラぼう芽更新木以外を見ると、例外があるものの、おおむね、材（木部）＝樹皮＜葉＜枝の順に樹体内セシウム 137 蓄積量の割合が多かった。また、コナラ植栽木とコナラぼう芽更新木は、調査区間が数 100m と近い K003（コナラ植栽木）と K005（コナラぼう芽更新木）間及び、K016（コナラ植栽木）と K015（コナラぼう芽更新木）間とにおいて、樹体内のセシウム 137 蓄積量の割合の傾向がよく似通っていた。ただし、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、評価が困難である。

以上の結果については、現時点ではその傾向の違いの意味するところは明らかではない。2 年後には、同じ場所にて繰り返しの調査が行われる予定なので、これらの傾向の相違等を確認しつつ、その相違等の意味する理由を明確にしていく必要がある。また、樹木及び林分の成長に伴うセシウム 137 蓄積量が、地上部と地下部、樹体内の部位間でどのように変化するのかを明確にして、今後の樹種別の将来予測の検討に役立てていく必要がある。

調査区のセシウム蓄積量で得られた知見は、主に次の 1)～3) の 3 つが挙げられる。

- 1) 林分の総セシウム 137 量に対して、植栽等された 4～10 年生の樹木が吸収して地上部に蓄える量はわずかであること（最大 0.30%）。ただし、樹木の成長に伴って林分バイオマスが増加すると地上部に蓄積されるセシウム 137 量も増加する。
- 2) 樹種によって地上部バイオマス中のセシウム 137 量の割合が異なること。明瞭な影響が認められるのは林齢であり、材（木部）の現存量が増加するにつれて、地上部のセシウム 137 量に占める割合も増加する。従って、樹種毎の面移行係数が地上部のセシウム 137 割合に強く影響すると予想され、本事業で行っているような林分単位の蓄積量調査を繰り返し行うことで、成長に伴う放射性セシウム吸収特性と将来の材等利用部位における放射性セシウム濃度の予測精度を上げることができる。
- 3) 植栽木等調査区の一部で土壌 0-5cm のセシウム 137 量よりも土壌 5-10cm のセシウム 137 量の方が多かったことから、伐採更新作業を行った際に林地の攪乱が生じて、表層土壌が局所的に攪乱移動された可能性が考えること。今後の調査林分の追加と 2 年毎の

繰り返し調査で、このような傾向を確認し、定量的な関係を明らかにすることで樹木のセシウム 137 濃度の将来予測に活用できるデータが整備される。

6. 今後の調査に係る実施方針（案）等

6.1 調査の目的

本事業は、放射能汚染地域における林業林産業の再開再生をより一層推進していくために、事業者の最大の関心の一つである将来の樹木の放射性セシウム濃度の予測精度を高めることを目的としている。本報告書にあるとおり、これまで詳細な調査が行われていなかった植栽木等を主たる調査対象として、樹木が土壌から吸収する放射性セシウムに着目した調査を実施して目的を達成しようとしている。このような調査手法は、これまでの事業ではほとんど行われていなかった新たな取り組みであるため、事業目的の達成度を上げるためには、調査結果を精査しながら調査手法等の改良を図っていくことが重要となる。

そのため本章では、事業の調査目的に従って、次年度以降の調査の最適化を図るために留意すべき点を整理し、実施方針（案）としてまとめることとする。はじめに、全体像を概括する。

- ・ 植栽木等調査地で繰り返し調査を行って、植栽木等のセシウム 137 濃度の経年変動の傾向を明らかにし、吸収特性評価並びに将来のセシウム 137 濃度の予測に資する基礎データを得ることを主たる目的としている。なお、調査対象樹種は、スギ・ヒノキ・カラマツ・クヌギの植栽木、アカマツの天然更新木、コナラの植栽木とぼう芽更新木の 7 種である。
- ・ 原発事故後に更新された植栽木や実生更新木中の放射性セシウムは、根を通して土壌から吸収されるものだけである。そのため、植栽木等について、林地のセシウム 137 総蓄積量に対する地上部の樹木による吸収割合等を調査することにより、幹のセシウム 137 濃度の将来予測を決定づける立地環境や樹種等要因の解明並びにそれらの要因間の関連性を明らかにし影響評価が行うことが可能となる。
- ・ さらに、各樹種について、植栽木等に加えて、同様な立地環境にある成木（スギ、ヒノキ、アカマツ、カラマツ、コナラ、クヌギ成木の 6 種）についても内樹皮や材のセシウム 137 濃度や面移行係数を比較検討し、相互の関連性や樹種毎の放射性セシウム吸収に対する土壌条件（交換性カリウム蓄積量等）等についても影響評価を行って、原発事故後に更新植栽された林分と事故当時直接汚染されたまま放置されている林分との違いも明らかにする。
- ・ 以上の本事業の調査で得られた林産物の利用再開に資する将来の樹木の放射性セシウム濃度予測を行うための基礎的な知見に基づいて、それらのデータを活用して将来予測モデルを構築し、精度を高めることで林業林産業の再開再生の推進に資することを目的とする。

6.2 調査計画（案）の策定

（1）想定される調査期間

第 2 期復興・創生期間前半に当たる今年度（令和 3 年度）から令和 7 年度までの 5 年間で想定する。

(2) 調査計画のロードマップ(案)の策定

今年度(令和3年度)から令和6年度にかけ、植栽木等、成木の繰返し調査を行う。調査頻度は、全ての調査区を2年間で1巡し、4年間で2回(2巡)の調査を行う。1年当たりの調査区数は、植栽木等21調査区/年、成木21調査区/年となる。

調査が1巡した令和4年度までのデータ解析評価を基に、令和5年度初期に令和5～6年度の2巡目の調査計画の見直しを行う。さらに調査が2巡した令和6年度までのデータ解析評価を基に、令和7年度初期に令和7年度の補足調査計画を策定する。

令和7年度には、検討された将来予測手法を用い、植栽木等の幹のセシウム137濃度の試行的予測・評価を行う。

なお、参考までに、次ページの図4-18に、年度別の調査スケジュール(案)をロードマップ的に図示して提示する。

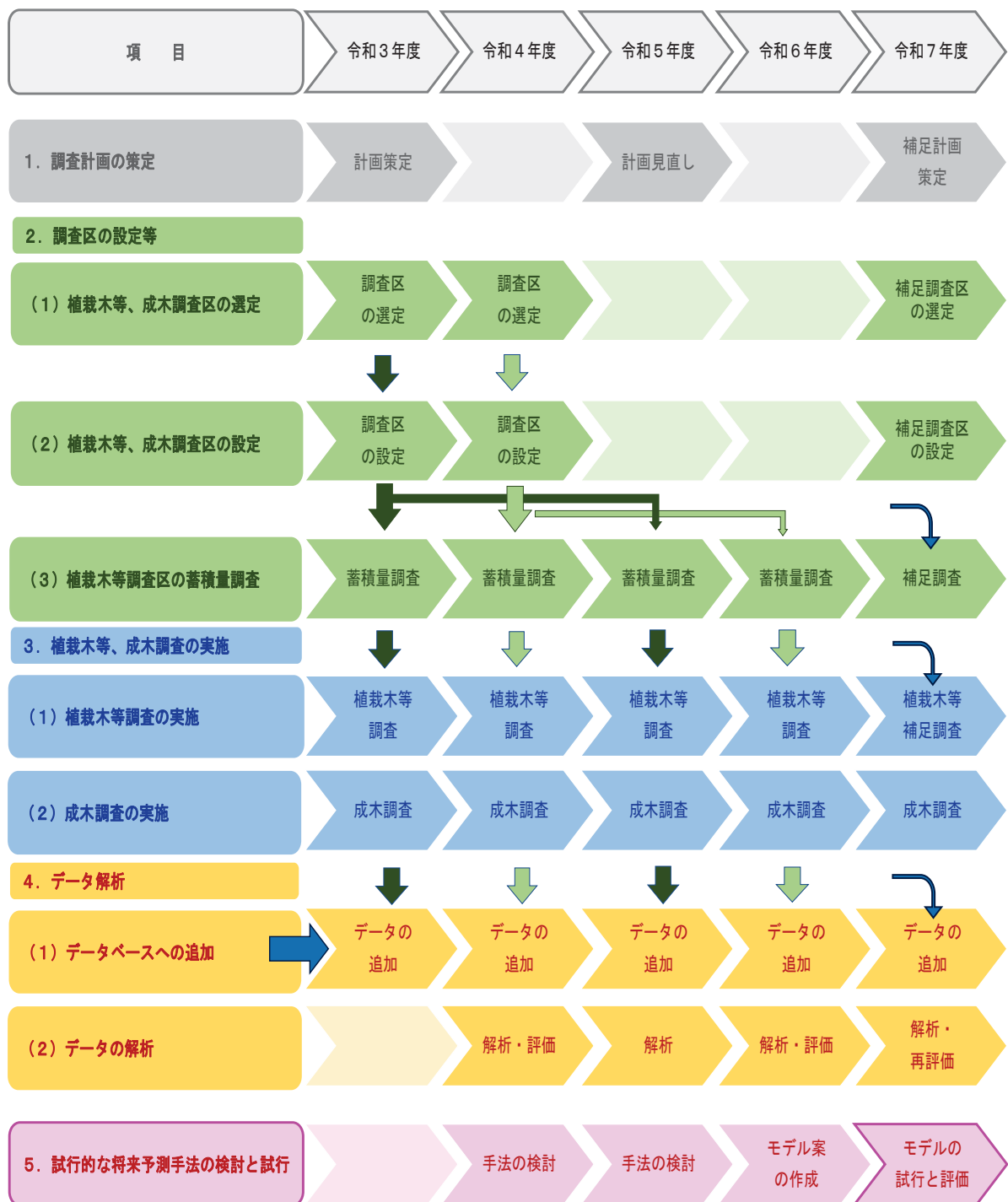


図 4-18 調査計画のロードマップ（案）

令和7年度の「モデルの試行と評価」については、専門の研究者による協力が不可欠である。有用かつ貴重なデータが得られただけでは、有用なモデルを組み立てて検証することが保証されるわけではない。この「モデルの試行と評価」の進め方は、専門の学識経験者に丁寧に問い掛けて助言を求め、有用かつ確実に達成できるモデルのアウトプット目標をどこにおくか、よくよく相談しながら進めていく。

6.3 試行的な将来予測手法の検討の考え方

【将来予測手法と主要因の検討のイメージ】

将来の植栽木等の幹の放射性セシウム 137 濃度の予測のため、樹種や生長量、採取地の沈着量や立地環境等が、植栽木等の放射性セシウム 137 濃度の吸収特性に影響する傾向を評価し、それらの特性を組み込んだ将来予測モデルを検討する。

令和4年度から6年度にモデル検討のための各種解析を行い、試行モデルを作成し、令和7年度に、植栽木等調査区（7樹種×6調査区=42調査区）を対象とした将来予測の試行を行い、既往データも活用しながら検証を行って試行モデルの精度を向上させるための課題を抽出する。

ここで検討する将来予測モデルは、調査区の属地情報（樹種・立地環境・沈着量・生長量等）をインプットすることにより、5年後、10年後、20年後等の幹の放射性セシウム 137 濃度の推定に資するものとする。

試行的な将来予測手法の検討の考え方としては、既往研究成果等を活用し、ある場所の環境要因からその場所に生育する植栽木の当年枝のセシウム 137 吸収量を推定し、その推定吸収量を基に、幹のセシウム 137 濃度を予測するモデルをイメージしている。

そのためには、現状の概略的把握から、その中から抽出した不確定要素に対する精度向上を目的とした追加的調査を行い立地環境や土壌等の関連要因の検討を行って、効果の大小、直接・間接の違いを考慮し、必要な要因の取捨選択をしていく必要がある。

（1）植栽木等樹木のセシウム 137 吸収に関わる主要要因

ここで、過去3年間（平成30年度～令和2年度）の植栽木等調査や既往研究成果から、土壌からの放射性セシウム吸収に及ぼす主要要因として、以下の1）～3）の3要因についてのデータが蓄積され、効果が明らかになりつつある。

1）セシウム 137 蓄積量（空間線量率）

森林全体のセシウム 137 蓄積量が多い（空間線量率が高い）ほどセシウム 137 の吸収が大きい。なお、原発事故から11年を経た現在はセシウム 137 蓄積量の大部分は土壌が占めている。

2）土壌の交換性カリウム

交換性カリウムが少ないほどセシウム 137 の吸収が大きい。今後は、交換性カルシウムやマグネシウムと言った、カリウム以外の塩基類の傾向にも着目する。

3）樹種

樹種により、セシウム 137 の吸収に相違がみられる。ただし、その相違は、樹木部位間により異なる。なお、部位別濃度の相関は高い。当年枝については、広葉樹（コナラ、クヌギ）のセシウム 137 吸収が多く（面移行係数が大きく）、スギやカラマツは少ない傾向が見られる（面移行係数が小さい）。ただし、材の傾向は異なる。

（2）植栽木等樹木のセシウム 137 吸収に可能性のある要因

また、樹木のセシウム 137 濃度に及ぼす要因として、上述1）～3）にて挙げた主要な3要因の他に、以下のa）～e）の5つの要因も影響している可能性がある。

a) 地形

尾根から谷に至る地形の違いが、土壌の交換性塩基類に影響している可能性がある。尾根部ほど、交換性塩基類が少なくセシウム 137 吸収が多くなると考えられ、本事業に先行する過年度事業の局所地形の解析結果からも示唆される。

b) 土壌

土壌の交換性塩基類の他、交換性セシウムの割合（交換性の放射性セシウム 137 または安定同位体のセシウム 133）が、樹木によるセシウム 137 吸収に影響している可能性が高い。また、土壌の乾性湿性の違いによる水分条件が、交換性塩基類に影響している可能性がある。これは、次項の堆積有機物の分解等に関わる要因でもある。

c) 堆積有機物（落葉層）

堆積有機物量が樹木のセシウム 137 吸収に影響している可能性がある。堆積有機物（落葉層）が多いほど、樹木のセシウム 137 の吸収量が多い可能性がある。また、これは、鉍質土層の全炭素、全窒素に指標される肥沃度や腐植の多寡に関わる要因として影響している可能性も考えられる。

d) 成長量

一般に成長の良い樹木ほど土壌からの多くの水を吸収しており、それに伴って、土壌中のセシウム 137 も多く吸収し、結果として樹体内のセシウム 137 濃度を高めている可能性がある。個体あるいは林分当たりの現存量調査を行うことで検討が可能になる。

e) 吸収根分布

土壌中でセシウム 137 は深さ 5 cm 程度までの表層に集中して蓄積している。樹木の吸収根が、セシウム 137 濃度が高い土壌層に分布する割合が、各個体のセシウム 137 濃度に影響している可能性がある。

この a) ～ e) の間接的な要因は、粗々な将来予測等における使い勝手が良い半面、ばらつきが大きくなることも考えられる。このため、将来の木材利用等の事業再開の判定指標として使えるかどうかは、前述 1) ～ 3) の主要要因についての調査解析を進めながら、利用の可能性や活用方法を検討していくことが必要である。

以上、試行的予測手法の検討に当たっては、毎年解析・評価を踏まえ、常に再検討を繰り返しながら林野庁及び学識経験者の指導のもとに進めて行く。

6.4 令和4年度以降の調査を進めて行く上での検討事項

(1) 現地調査の実施時期

① 植栽木等調査

令和3年度は、令和3年10～12月に実施したが、4年度以降は9～11月に実施する。

令和3年度は、落葉広葉樹のサンプリングが11月と落葉直前のぎりぎりの期間になってしまったが、11月後半の降雨後には、落葉広葉樹の落葉が少し始まっていた。このため、令和4年度以降は、落葉広葉樹のサンプリングを、落葉前には完全に終了させるよう、確実なサンプリング計画を策定して実施する。

② 成木調査

令和3年度は、令和4年1月に実施したが、4年度以降は12月に実施する。これは、降雪期を避けた土壌調査の実施に繋がる。

(2) 現地調査（植栽木等調査）の内容について

① 混交林の取り扱い

アカマツ天然更新木林やコナラ原木林（コナラ植栽木林・ぼう芽更新木林）における該当樹種以外の毎木データの取り扱い（蓄積量への反映等）については、令和4年度以降も令和3年度と同一手法で調査を進めていくが、常に林野庁及び学識経験者の指導に従い、必要に応じて軌道修正を行いながら、より精度の高い成果の取得に努める。

② 部位別採取等について

①で前述したことと同様だが、調査を進めていきながら、部位別採取方法や計算手法に対する疑問や課題が生じる毎に、林野庁及び学識経験者に相談を行い、その都度その指導に従った軌道修正を行い、精度の高い成果の取得に努める。

(3) 現地調査（成木調査）の内容について

成木調査の材のサンプリングは、伐倒 → 丸太作成 → 樹皮材分離 → 試料調整（チップ化）を行っている。その過程で、令和3年度は、材（木部）のサンプリングを、スマートボーラーを活用した径12mmの成長錘の貫入により実施した。成長錘の貫入によるサンプリングは、コナラやクヌギ等の硬材のサンプリング時に、成長錘のドライバーのスクリー部分の折れが多発し、調査途中での時間的中断が頻発した。このため、令和4年度以降は、林野庁及び学識経験者の指導に従いながら、安全で効率的で確実な材のサンプリング手法を検討し、より精度の高い成果の取得に努める。

(4) 試行的な将来予測手法の検討について

この検討は、非常に高度で学術的な内容を伴うので、学識経験者が中心となって検討を進めて行く必要がある。このため、令和4年度も林野庁及び学識経験者との意見交換会を開催するなど、将来予測に資するデータの整理手法や解析手法についての指導を得ながら調査を進める。