

2. 事業内容

2.1. 調査フロー

本事業では、2020年度のFM率を把握するため、別途発注されている令和3年度森林吸収源インベントリ情報整備事業「森林経営」対象森林率調査（現地調査業務）（以下「現地調査業務」という。）の受託者（以下「現地調査受託団体」という。）に対する調査方法の指導や、調査結果の精度管理を行うとともに、全国の調査結果の取りまとめを行う。

特に、調査結果は京都議定書に基づく森林吸収量算定の基礎データとなるため、本事業の実施にあたっては、関連する気候変動枠組条約締約国会議決定、京都議定書締約国会合決定やIPCCが2003年に刊行したGPG-LULUCF（温室効果ガスインベントリ報告書作成のためのガイドライン）等の指針に基づいた国際的な報告・審査に耐えうる内容となるよう透明性・一貫性・検証可能性に十分配慮しつつ、森林経営対象森林となる森林や施業等について調査・分析を行った。

調査フローを図2-1に示す。

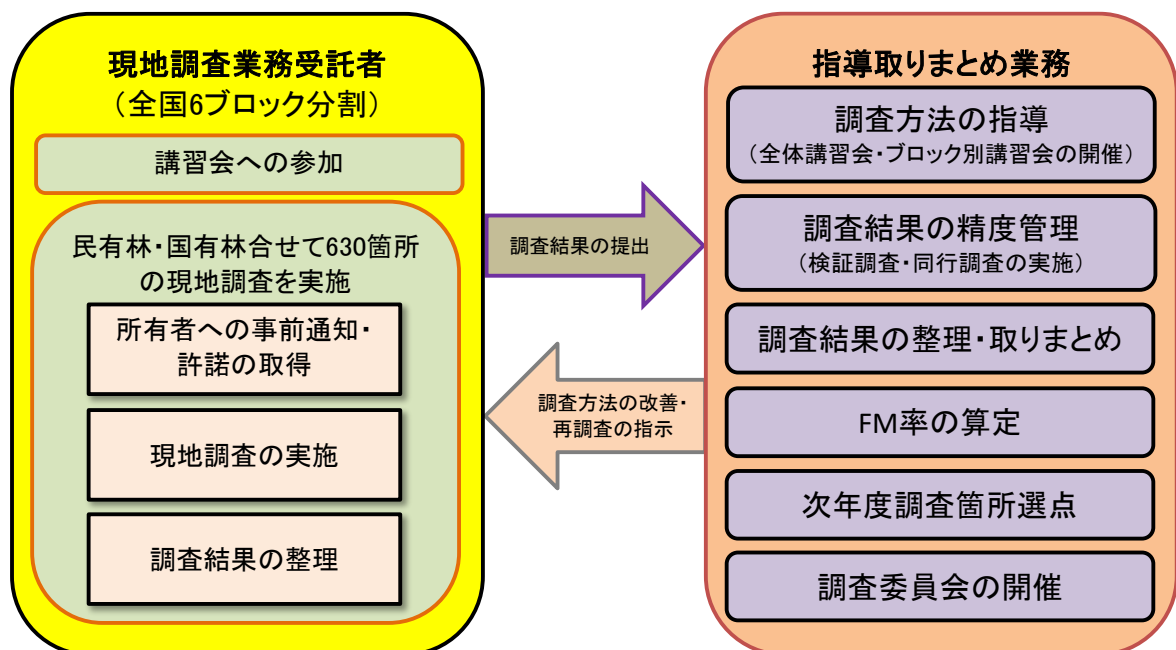


図 2-1FM 調査フロー

2.2. 調査内容

2.2.1. 調査方法の指導

現地調査業務の調査方法等の改善と、継続性確保及び得られるデータの品質確保の観点から、調査マニュアルを過年度の調査等の結果に基づき改良し、現地調査受託団体（再委託先も含む。）に対し、講習会（全体講習会及びブロック講習会）を開催して周知するとともに、現地調査受託団体からの要請に基づき指導を行った。さらに講習会の結果、OJT 実施が必要と判断した場合、現地調査受託団体に対して OJT 実施の要請を行うこととした。

また、地図データ等現地調査に必要な資料の作成に関しても、現地調査受託団体に対し、助言・指導を行った。

2.2.2. 調査の品質管理

調査を実施するにあたっては、調査の品質及び精度を確保するため、現地調査受託団体に対し、機材等の調達に関する助言を行うとともに、機材の使用方法和調査方法に関する研修を行った。また、調査員の主観を極力排除するための調査項目の設定と判定方法の整備を行った。

さらに、樹高計測器（以下バーテックス）については、現地調査受託者が所定の様式に従って実施し作成された品質登録カードを受領し、また、講習会や同行調査において、登録されたバーテックスの計測精度確認を行った。

2.2.3. 調査結果の分析・検証、精度管理

現地調査受託団体より提出された調査結果について、精度向上のための分析を行い、その信頼性・正確性を確かめるため、独立した観点から検証を行った。あわせて、過年度の調査箇所について、必要に応じて調査結果の再整理を行うものとした。

具体的には、現地調査受託団体が調査マニュアル等所定の方式に従った調査を実施していることを確認するため、現地調査受託団体から順次報告された調査結果について、全国の現地調査箇所（指導取りまとめ業務契約時の調査箇所数）¹の5%の箇所を抽出し、調査結果の現地検証調査や同行調査（以下、「現地検証等」）を実施し、精度管理の観点から現地調査受託団体へ指導を行った。

現地検証等や作業の実施状況及び結果の確認において異常が認められた場合は、該当する現地調査受託団体に異常の内容、改善策を連絡するとともに、必要に応じて再調査を指示し、同時に林野庁担当者にも報告を行うものとした。

¹ 現地調査業務に発注された現地調査箇所数は、現地調査受託団体の決定が遅れたため、当初予定調査箇所より削減された。

2.2.4. 現地調査の進行管理、調査結果の集約

現地調査受託団体から提出された現地調査結果や調査マニュアルに沿って入力された国有林机上調査結果について、一元的に整理するとともに、現地調査の進捗状況を管理した。また、提出されたデータに異常（記入漏れや誤り等）がないかを確認した。万一、異常が認められた場合は、該当する現地調査受託団体に異常の内容、改善策を連絡するとともに、必要に応じて再調査を指示し、同時に林野庁担当者に報告を行うようにした。

2.2.5. FM 率等の把握

本年度の現地調査業務の結果を整理集計するとともに、過年度事業での調査結果を合わせ、1990年から2020年までに実施された施業を対象としたFM率（2020年度FM率）を算出した。

2.2.6. 調査結果の分析及び次年度調査箇所の選点

過年度の調査箇所及び結果、選点方法等により、2009年度から本年度までの事業成果を分析し、次年度の調査箇所を選点するとともに、必要に応じて調査設計の改善についての検討を行った。

2.2.7. 調査委員会の開催

本事業では、吸収量の算定、我が国の森林施業等についての有識者からなる調査委員会を設置し、委員会を開催した。

3. 結果と考察

3.1. 調査方法の指導

現地調査受託団体に対して、現地調査の継続性確保と調査精度の向上を目的に、調査方法の詳細や留意点についての指導を行った。講習会は全体講習会及びブロック講習会を実施し、現地調査受託団体の総括責任者、調査班のリーダーとなる調査員（調査主査）は、全体講習会又はブロック講習会への参加が義務付けられた。

講習会においては、FM 率調査の調査方法の他、調査機材の使用法方等についての指導を実施した。

3.1.1. 事前調査

全体講習会の開催に当り、令和３年８月５日と６日の２日間で、講師となる職員を対象に事前研修を行うとともに、全体講習会の準備のための事前調査を、宇都宮大学船生演習林^{ふにゅう}において実施した。



写真 3-1 現地事前研修の様子

3.1.2. 全体講習会

令和３年８月１８日から８月２０日までの３日間にわたり実施した。本年度は新型コロナウイルス感染予防対策の観点から、座学研修を初めて Web 会議形式（１８日、２０日）で実施した。また、現地研修を宇都宮大学船生演習林（１９日）にて実施した。

(1) 講習会参加者

本年度の全体講習会は、現地調査受託団体決定の入札不調が続いたため、この時点で決定している、現地調査受託団体２団体、合計８名の参加となった。なお、事前に参加者の

森林調査経歴を提出してもらい、班分けや指導のための資料として利用した。現地調査受託団体の参加人数と FM 調査経験等の有無を表 3-1 に示す。

表 3-1 全体講習会参加者

現地調査受託団体	担当ブロック	参加人数	FM 調査経験 なし	バーテックス 経験なし
一社)フォレスト・サーバイ	北海道・東北、近畿	3 名	0 名	0 名
グリーン航業(株)	関東、中部	5 名	0 名	0 名
合 計		8 名	0 名	0 名

(2) 講習会の内容

イ) 8 月 18 日 午後

FM 調査全般及び調査方法等についての座学を Web 会議形式にて実施した。研修内容を以下に示す。

① 研修目的と調査の概要

- ・ 事業の背景・目的
- ・ FM 率の把握

② 現地調査までの流れ

- ・ 事前準備から現地調査まで（調査許諾、前回調査結果の活用、調査機材）
- ・ 現地調査の中止

③ 現地調査方法の説明（FM 率調査）

- ・ 調査位置の決定方法（施業の痕跡、目的樹種、林齢の関係）
- ・ 調査方法（プロット設置、立木計測、伐根調査など）
- ・ 調査内容（野帳項目記入、留意事項）
- ・ その他調査結果の記録（GPS ログ、写真）
- ・ 追加事項の確認（立木への「▽」印、計測木への No.書込み）
- ・ 調査機材の取り扱い



写真 3-2 座学（Web 会議形式）の様子

ロ) 8月19日 終日

研修は、現地調査受託団体が使用している調査機材の確認（性能チェック）、バーテックスの距離計測精度確認を行った後、班分けを行い指定した演習林の林小班に移動して、予め樹高と胸高直径を計測しておいた立木を、各受講者5本計測し計測精度の確認を行った。また、模擬調査を行いながら、基本的な調査方法についての作業手順の確認を行った。以下に主な講習内容を示す。

- ① 使用機材について確認（バーテックス、直径割巻尺、GPS 等）
 - ・ 仕様書の基準を満たしているか確認
 - ・ バーテックスの距離測定精度の確認
- ② 調査精度の確認（バーテックス、直径割巻尺）
 - ・ 受講者全員を対象に、樹高と胸高直径の計測精度確認
- ③ 模擬プロット調査（班分けによる模擬調査）
 - ・ 標準地の決定と調査プロットの設定方法
 - ・ 施業痕跡確認方法、年輪計測、立木計測の留意事項
 - ・ 適切な調査結果の記録（調査野帳、写真撮影）
 - ・ 受講者全員を対象に調査技量の確認
- ④ FM 調査事項確認テスト
 - ・ FM 調査に最低限必要な項目の確認（樹種、調査位置の決定、バーテックス使用の際の留意点など）

ハ) 8月20日 午前

現地調査後の調査結果の整理、取りまとめと、今後の FM 調査スケジュールの確認等を Web 会議形式によって行った。以下に主な講習内容を示す。

- ⑤ 調査結果の整理手順と提出期限
- ⑥ ブロック講習会の実施（参加対象者、講習内容、実施時期）
- ⑦ OJT・同行調査の実施（対象者、調査内容、実施期間）
- ⑧ 現地検証調査の実施（調査内容、実施時期、再調査）
- ⑨ 再調査となる基準
- ⑩ 進捗管理と進捗報告
- ⑪ 安全管理他
- ⑫ 質疑応答



写真 3-3 バーテックスの距離計測精度の確認



写真 3-4 バーテックスによる樹高計測の確認



写真 3-5 直径割巻尺による胸高直径計測の確認

3.1.3. ブロック講習会

本年度は現地調査受託団体の決定に時間がかかったため、ブロック講習会の開催が8月29日から12月18日にかけての実施となった。各現地調査受託団体の調査班リーダーとなる調査員で、全体講習会未参加者（再委託先を含む）を対象に、現地調査方法を主体に講習を実施した。講習は、受講者により深くFM調査方法を理解してもらう、新型コロナウイルス感染予防対策の観点から、1回の受講者数を最大6名に制限して実施した。また、受講者にはマニュアルの熟読、FM調査方法説明ビデオの視聴を事前に実施することを求めた。ブロック講習会の実施状況を表3-2に示した。

表 3-2 ブロック講習会参加者

現地調査受託団体	開催日	開催地	参加人数	FM調査経験なし	バーテックス 経験なし
一社) フォレスト・サーベイ	9/30	奈良県	2名	0名	0名
グリーン航業(株)	8/30	静岡県	5名	1名(補助員)	1名(補助員)
	11/10	岐阜県	2名	0名	0名
(株)GT フォレストサービス	11/16	徳島県	5名	0名	0名
	12/18	岡山県	3名	2名(1名補助員)	0名
熊本県森林組合連合会	9/10	熊本県	6名	2名	1名(補助員)
合 計			23名	5名(2名補助員)	2名(補助員)

3.1.4. 講習会の結果

講習会の受講者人数は現地調査受託団体によりさまざまであり、継続して現地調査業務を受託している団体であっても、毎年、調査者が変わる。また、受講者には森林調査初心者が毎年数名含まれるため、講習会ではこれら受講者にも対応する必要がある。次年度以降の講習会の改善につなげるため、今年度の講習会における課題等について以下に示す。また、講習会の結果、本年度は OJT 実施対象者はいなかった。

- (1) 現地調査受託団体で使用するバーテックスは、事前に測定精度を確認し品質登録カードを提出することになっている。本年度は合計 25 台の品質登録カードが提出された。品質登録カードの内容を検証するため、各現地調査受託団体が持参したバーテックスの距離計測精度を講習会で確認した。その結果、17 台についてチェックしたところ 17 台全ての計測誤差が±0.1m以内に収まっていたことが確認された。なお、距離計測精度の検証は、距離 10mについてバーテックスと巻尺の測定結果を比較することにより実施した。
 - (2) 受講者全員について、バーテックス（距離計測、高さ計測）と直径割巻尺の操作方法の確認を行った。計測精度向上の観点から、全体講習会においては事前調査で計測済みの立木を各人 5 本について、樹高計測および直径計測を行い計測精度の確認を実施した。さらに、模擬プロット調査においても同一立木について樹高計測を同時に複数人で実施、お互いの計測値を比較し、結果に差が出た場合はその原因について議論をしてもらい、各人の操作時における癖を確認してもらった。
- また、機材操作時の主な計測誤差の原因として、以下の項目が明らかとなった。

イ) 樹高計測に関する事項

- 樹高計測する位置が適切でないため梢端の見誤りが発生。
- 計測対象木までの距離が近く、梢端を見上げる際の仰角が大きくなり姿勢が崩れるため、頭部とバーテックスの動きが一致していない。

ロ) 胸高直径に関する事項

- 胸高位置の誤り。切捨て木が計測対象木の根元にある場合、切捨て木の上から胸高位置を計測。
- 大径木を計測する場合、直径割巻尺が水平に保たれず、斜め掛け状態のまま計測。
- 反時計回りに直径割巻尺を巻いて計測した際、目盛りの読み間違いが発生。

- (3) ブロック講習会の受講者数を1回あたり最大6名に制限をしたのに加え、事前学習としてマニュアルの熟読、FM調査説明ビデオの視聴を求めた結果、講習会をスムーズに行うことができた。ただし、一部受講者においては標準木へのNo.書き込み等について理解不足が見られたため、その場で重点的に指導を行った。

3.1.5. ビデオ教材の活用

本年度は昨年度作成した、FM調査方法説明ビデオを再編集し、直径割巻き尺とバーテックスの調査機材取り扱いビデオと共に、YouTubeに限定公開を行った。

特に、FM調査プロットの設定と調査内容の説明部分で1本のビデオ（FM調査方法2：調査の実施）にまとめ、現地調査従事者全員（調査補助員人も含めて）に閲覧してもらうようにした。

(1) FM調査方法説明（座学資料）



◇ URL： 1) FM調査概要（約7分）

<https://youtu.be/IGInH-xTXao>

2) FM調査方法1：事前準備・小班への到達（約8分）

<https://youtu.be/tlFjo0wysWE>

3) FM調査方法2：調査の実施（約22分）

https://youtu.be/2M0b7WDX_rQ

4) 調査結果の整理・提出、進捗管理（約20分）

https://youtu.be/Ub_KF0kqaeQ

5) 安全管理（約7分）

<https://youtu.be/lGsTjiTas5I>

(2) 直径割巻き尺による胸高直径の計測方法と主な注意点を説明 (56 秒)



◇ URL: <https://youtu.be/6VdaB5p50pg>

(3) バーテックスによる樹高計測の方法と主な注意点を説明 (3 分 17 秒)



◇ URL: <https://youtu.be/-zMoyPxbKjU>

3.1.6. OJT の実施

OJT 実施要請を受けた現地調査受託団体は、森林知識を有している技術士（森林部門）か林業技士の有資格者を講師として OJT 対象者の指導を行ってもらい、OJT 実施後は調査主査として現場に出る前までに、同行調査を実施して技量の確認を行うようにしていた。

しかし、本年度は講習会の結果、OJT 依頼が必要な参加者がいないことが確認された。

3.2. 調査の品質管理

3.2.1. 調査機材の統一

現地調査で使用するナビゲーションシステム（GPS、PDA）やバーテックス等の機材については、使用する機材に起因する計測誤差を極力削減するため、また、林内調査という環境下での使用に耐えうるよう、機材に一定の性能を求めた。

表 3-3 に現地調査受託団体が調査に使用する機材に求めた性能を示した。

表 3-3 調査機材仕様

機材の種類	要求する性能等
GPS	・位置精度：3.0m 2D-RMS 程度 ・受信感度：トラッキング時-165dBm、補足時-148dBm 程度
PDA	・ナビゲーションソフトが作動し、GPS 受信機により取得したログの記録が可能 ※GPS 受信機・表示部一体型のものであって上記 GPS の項目の仕様を満たしていれば使用可
PDA 用ナビゲーションソフト	・移動経路をシェープファイル（ポイント）として出力し保存可能なもの ・シェープファイル以外のデータを変換して、シェープファイルとする場合は、他に GPX ファイルデータも同時に提出
直径割巻尺	・1mm 単位で計測可能なもの
樹高計測器 (バーテックス)	・超音波式で樹高、斜距離、水平距離が計測可能なもの ・トランスポンダーとセットで使用

3.2.2. 機材の精度維持

現地調査で使用する直径割巻尺、バーテックスについて、現地調査に使用する前に機材の精度が維持されているか、確認するよう指導した。

(1) 直径巻尺

直径割巻尺は製品によって目盛りを読む位置が異なるので、使用機材について確認をするよう求めた（写真 3-6）。

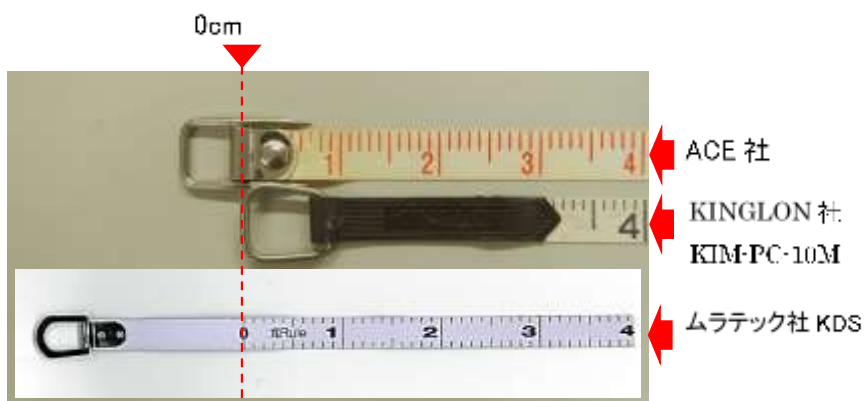


写真 3-6 製品による目盛 0cm の位置野違い

また、巻尺の経年劣化（使用による伸び）がないかを確認するよう求めた（写真 3-7）。



写真 3-7 直径割巻尺の伸び状況（上：新品、下：検証調査 1 年使用）

(2) バーテックス

現地調査に使用するバーテックスについては、図 3-1 に示すようなバーテックス品質登録カードの提出を業務使用前までに求めた。

バーテックス 品質登録カード		団体名	一社) 日本森林技術協会	No.	JAFTA - 1
検査実施者氏名: 平野 晶彦					
バーテックス本体 Ser.No.	01353				
トランスポンダー Ser.No.	012236				
 					
検査実施年月日: 2021 年 8 月 4 日					
設定アングル	0°	30°	45°	60°	
バーテックス計測値	0.4	30.4	45.0	60.2	
天気: 晴れ ※ 屋内で実施した場合は「屋内」と記入					
気温: 27 ℃ ※ バーテックスの表示					
実施場所: 東京都千代田区六番町7番 日林協会館 3F会議室					
巻尺距離	5m	10m	15m		
バーテックス計測値	5.0	10.0	15.0	※ 距離計測確認は水平な場所で行い、計測値は木干距離(HD)で記入する。	
計測値検査状況写真					
					
トランスポンダー状況		5m計測値			
					
10m計測値		15m計測値			
注) ・距離計測値の確認を行い、少なくとも10mの計測で、バーテックスの表示誤差が±0.0mを確認する。 ・誤差が±0.0mでない場合は、キャリブレーションを実施すること。その後、再度、距離計測値の確認を実施する。 ・計測を実施する前にバーテックス本体を十分外気温になじませる(少なくとも10分以上外気温になじませること)					

図 3-1 バーテックス品質登録カード

3.3. 調査結果の検査

現地調査受託団体より提出された調査結果（調査野帳、写真データ、GPS ログデータ）について、取りまとめにおいても、マニュアルどおりの調査実施、結果整理がされているか、調査結果について全数検査を実施した。

調査野帳検査では、紙野帳とデジタル野帳の内容について、目視による検査の他、調査野帳検査プログラムにより、調査 ID チェックや各調査項目の論理チェックを行い、人為による入力エラーや論理矛盾を極力減らすようにした。また、この調査野帳検査プログラムは現地調査受託団体にも配布し、提出前に検査を実施するよう指導した。

調査結果の主な検査ポイントは以下の通りである。

- ① 調査（プロット設置位置）が対象小班内で実施されているか。
- ② 調査野帳に記載漏れや誤りがないか。
- ③ 必須の写真や調査野帳記載事項に対応する写真に漏れがないか。
- ④ 到達経路の記録として決められた範囲の GPS 軌跡データが揃っているか。
- ⑤ 調査箇所まで到達できずに、調査未実施とした場合、その判断が妥当であったか。

上記の項目について問題があった場合は、担当した現地調査受託団体へ問い合わせを行った。

本年度も、調査精度の向上を重点目標に掲げており、講習会において以下の事項を現地調査受託団体に対し徹底するように伝えた。

- ・ 計測値の入力ミス（読み誤り、行ずれ）に注意する。
- ・ 調査結果の提出前のチェックを必ず実施する。なお、特に誤りが多く指導後の改善が見られない場合は、林野庁に報告する旨を通達した。

検査の結果、本年度は調査結果提出数 603 箇所に対し、92 件（検出割合 15.3%）のエラーが検出された。昨年度のエラー検出数（121 件、検出割合 11.3%）と比較すると、調査結果の提出数が減少したため、検出割合は若干増加している。

以下に検出された主なエラー内容を示す。いずれも単純なミスによるもので、提出前のチェック体制が整っていれば防止できるものであった。表 3-4 にエラー検出数を示す。

(1) 野帳

- ・ 紙野帳から EXCEL 野帳への転記ミス（計測値の入力行誤り）、項目の記入漏れ
- ・ 緯度経度の誤り（GPS に表示される緯度経度の読み間違い）

(2) 写真データ

- 写真の整理ミスによる削除（立木被害写真の不足）
- フォルダ名の誤り

(3) GPS ログデータ

- データの不足（GPS データ入れ忘れ）

表 3-4 調査結果の検査で確認されたエラー数

ブロック名	結果 提出数	野帳	写真	GPS	合計	検出 割合※ (%)
北海道・東北	104	24	0	0	24	23.1
関東	135	11	0	0	11	8.1
中部	82	8	1	7	16	19.5
近畿	143	21	0	0	21	14.7
中国・四国	94	4	2	0	6	6.4
九州	45	14	0	0	14	31.1
合 計	603	82	3	7	92	15.3
(参考値) R02 年度	1,071	104	7	10	121	11.3

※1 箇所でも重複してエラーがカウントされている場合がある。

3.4. 調査結果の分析

受領した調査結果（調査野帳、写真データ、GPS ログデータ）について、精度管理のための分析を行った。

(1) 調査位置

調査対象小班内の適切な場所で現地調査が実施されているか、GPS ログデータを基にGISを利用して確認を行った。また、目的樹種と林齢については調査野帳や写真のチェックを行い、必要により衛星写真等による確認や、現地調査受託団体へ問合せを行った。以上の確認の結果、調査対象小班が混交林の場合、マニュアルでは「指定された調査対象樹種を優先して調査を実施する。」とされているが、本年度もまた混交割合が高い場所で調査を実施したと思われる調査箇所が見つかった。

(2) 施業痕跡

施業痕跡の確認や施業種、施業時期などに矛盾がないか、野帳の記入内容と写真を基に確認を行った。その結果、野帳に記入された年輪計測結果は「計測不能」となっていたが、写真から推察したところ、基準年以前のものではあるが全く年輪が読めない状況ではないと見られる調査箇所が本年度も見つかった。

(3) 調査未実施箇所

本年度の現地調査で調査未実施となった箇所は、民有林 32 箇所、国有林 1 箇所の合計 33 箇所であった。表 3-5 にブロック別の未実施箇所数を、表 3-6 に調査未実施とした理由を示した。

表 3-5 ブロック別未実施箇所数

No.	調査ブロック	調査箇所数			未実施箇所数		未実施割合(%)
		民有林	国有林	合計	民有林	国有林	
1	北海道・東北	97	10	107	3	1	3.7
2	関東	130	10	140	8	0	5.7
3	中部	85	5	90	9	0	10.0
4	近畿	138	10	148	6	0	4.1
5	中国・四国	95	5	100	6	0	6.0
6	九州	40	5	45	0	0	0.0
合 計		585	45	630	32	1	5.2

民有林において調査未実施理由で最も多かったのは、「調査許諾」に由来するもので、全体の約８割を占め、次いで気象災害等による「道路崩壊・通行止」、それに伴う徒歩移動距離増加による時間的制約が原因となる「到達困難」等となっている。なお、今年度は事業開始時期が遅れたことで、積雪による未実施が上がっている。また、国有林は気象災害等による「道路崩壊・通行止」となっている。

民有林の「調査許諾」に由来する調査未実施箇所は、前回調査時には許諾の取得が出来ていた。このような調査未実施箇所が、毎年新たに発生している。この大きな要因として考えられるのは、相続等により森林所有者に変更が生じた際に、登記簿の変更が実施されない、旧所有者の移転等により、所有者不明となるケースである。また、近年は森林整備を委託されている森林組合への問合せについても、個人情報保護の観点から所有者情報の提供を断られるケースも見られる。

なお、到達困難（距離・時間）の目安であるが、駐車地点より徒歩で調査対象小班へ向かうも、日帰りで調査することが不可能な場合、おおよそ、片道３時間以上の徒歩が見込まれる場合となっている。

表 3-6 調査未実施箇所数と未実施理由

No.	未実施理由	民有林	国有林	合計
1	調査許諾（所有者不明）	14	—	14
2	調査許諾（同意回答無）	7	—	7
3	調査許諾（調査不同意）	5	—	5
4	道路崩壊・通行止	2	1	3
5	到達困難（急崖地等）	1	0	1
5	到達困難（時間）	1	0	1
5	林地外	1	0	1
5	積雪	1	0	1
合 計		32	1	33

調査中止の判断のうち、到達困難に伴うものは、調査者の経験、体力や技量に大きく依存するが、安全管理の観点から調査主査の判断で決定してもらっている。

3.5. 同行調査の実施

同行調査は、FM 調査精度を向上するため、講習会受講者の業務経歴、FM 調査経験、講習会の結果、過年度の検証調査結果を参考に、調査主査を予定している人を優先に実施し、FM 調査のための技量確認を行った。本年度は6名に対して同行調査を実施した。

以下に同行調査の主な調査内容を示す。

- ・ 調査対象小班までのアクセスを含め、調査マニュアルに沿った調査が実施されているかを確認した。
- ・ 調査方法に関する質疑応答を行うとともに、調査方法等に改善事項があった場合には、その改善点についての指導を実施した。
- ・ 現地調査受託団体と同時に樹高、枝下高及び胸高直径を計測し、その計測値を比較し、計測値がずれる原因などについて、その場で確認、指導を実施した。

同行調査の実施状況と同行調査結果は表 3-7 のとおりで、いずれも調査主査業務を実施するにあたって大きな問題はなかった。

表 3-7 同行調査実施状況

現地調査受託団体	開催日	開催地	同行調査結果・対応
一社) フォレスト・サーベイ	9/13	北海道	FM調査経験はあるが、主査としては本年度が初めて。調査時間はややかかるが調査結果に問題はない。
	10/10	青森県	主査経験はあるが、昨年度の検証調査結果にややバラツキが見られた。調査結果に問題はない。
グリーン航業(株)	9/20	新潟県	昨年度初めて主査を担当。調査中心位置決定に時間はややかかるが、調査結果に問題はない。調査補助員に直径計測のアドバイスを実施した。
	9/22	静岡県	主査経験はあるが、昨年度の検証調査結果にややバラツキが見られた。調査結果に問題はない。
	9/27	福島県	主査経験はあるが、昨年度の検証調査結果にややバラツキが見られた。調査調査結果に問題はない。調査補助員に直径計測のアドバイスを実施した。
熊本県森林組合連合会	10/15	熊本県	FM調査は初めてであるが、現場の森林状況等を熟知している。調査時間はややかかるが、調査結果に問題はない

3.6. 検証調査の実施

本年度も現地調査受託団体によっては、新たに FM 調査に携わる調査者が入っているため、調査精度確認の点からも検証調査対象者を幅広くとるようにして検証調査を実施した。

検証調査結果が再調査基準に達した場合、現地調査受託団体に対し再調査を指示することとなっている。そのため、検証調査の精度を高めるため、現地調査においてはプロット中心付近の立木に「▽」印を、また、計測対象木に No.を書き込んでもらうことにより、検証調査におけるプロットの再現性向上を図っている。

また、検証調査の実施に当って、検証調査実施者の検証実施方法や判定基準にバラツキが出ないように、検証調査実施者全員による目合せを行うなどの研修会を行った。

3.6.1. 検証方法

検証調査の方法は、現地調査受託団体の調査結果と、検証調査結果を比較し、その相違について検討を行うようにした。

検証調査の検証ポイントは以下のとおりである。

- ① 施業痕跡の確認（調査位置、施業時期、施業種）
- ② 収量比数（Ry）調査（立木本数、標準木計測）
- ③ 伐根調査（年輪数計測、腐朽度）
- ④ 林分状況判定（林内環境、植栽木の状況）

表 3-8 に検証調査で使用した項目チェックシートを示す。

令和3年度森林吸収源インベントリ情報整備事業
(指導取りまとめ業務)

表 3-8 検証項目チェックシート



森林吸収源インベントリ情報整備事業（「森林経営」対象森林の第1約束期間中の増加率調査） 野帳様式2

一般社団法人 日本森林技術協会 2017年ver.2.0版 ©All Rights Reserved

検証項目チェックシート															都道府県名	
調査地点ID					調査年月日 (西暦)					年	月	日				
調査時間 (駐車地出発～戻り)					:	～	:	天気			気温					
代表調査者氏名					調査者氏名											
調査地ブロック名					種別					検証調査						
受託団体名称					代表調査者氏名											

項 目	確認内容	判定	所 見						
1 調査前準備	①駐車地点座標の記録は適切か	良 / 可 / 否							
2 対象小班への到達	①対象小班への到達経路は適切か ②車両最終地点座標の記録は適切か	良 / 可 / 否 良 / 可 / 否							
3 調査プロットの設定	①プロットの設定場所は適切か ②中心点座標の記録は適切か	良 / 可 / 否 良 / 可 / 否							
4 地形概況	①傾斜角の計測は適切か ②斜面方位の計測は適切か	良 / 可 / 否 良 / 可 / 否							
5 施業痕跡	①施業痕跡の確認は適切か ②施業痕跡の鮮度の判定は適切か ③施業種の確認は適切か	良 / 可 / 否 良 / 可 / 否 良 / 可 / 否							
6 調査林分の状況	①林地・林地外かの判定は適切か ②森林簿林齢との確認は適切か ③地形の判定は適切か ④林内環境の判定は適切か ⑤植栽木の状況の判定は適切か	良 / 可 / 否 良 / 可 / 否 良 / 可 / 否 良 / 可 / 否 良 / 可 / 否							
7 立木調査	①立木本数の計測は適切か ②標準木の選定は適切か ③胸高直径の計測は適切か ④樹高・枝下高の計測は適切か	良 / 可 / 否 良 / 可 / 否 良 / 可 / 否 良 / 可 / 否							
	受託 計測値 (平均)	樹高	m	枝下高	m	胸高直径	cm	本数	本
	検証 計測値 (平均)	樹高	m	枝下高	m	胸高直径	cm	本数	本
8 階層構造	①林分の階層構造の判定は適切か	良 / 可 / 否							
9 樹間距離	①樹間距離の計測は適切か	良 / 可 / 否							
10 林床被覆率	①林床被覆率の判定は適切か	良 / 可 / 否							
11 伐根調査	①伐根の普腐朽度の判定は適切か ②年輪の計測は適切か	良 / 可 / 否 良 / 可 / 否							
12 写真撮影	①写真撮影は適切か	良 / 可 / 否							
総合所見									

3.6.2. 検証調査箇所の選点

検証調査箇所の選点に当っては、現地調査全体を限なく検証するため、ブロック別の調査箇所数、調査対象者の人数に配慮して調査箇所数を決定した。また、抽出の対象調査箇所を、人工林のうち目的樹種の立木が存在する調査箇所とし、目標の調査箇所数に達するまでランダムに選点した。

選点の結果、調査箇所 630 箇所（取りまとめ業務契約上の調査箇所数は 853 箇所）に対し 60 箇所を抽出した。

表 3-9 に各現地調査受託団体・ブロックごとの、検証実施者数と検証調査箇所数を示した。

本年度は、現地調査に携わった検証対象者数（調査主査）は合計 17 名、うち 14 名について検証調査を実施した。調査結果の提出が遅かった 1 名と、ブロック講習会を実施した調査箇所 1 箇所だけを担当した 2 名の合計 3 名については検証調査対象から除外した。

表 3-9 検証調査実施状況

受託団体	ブロック名	調査実施 箇所数	検証対象 者数(人)	検証実施 者数(人)	検証実施 箇所数
一社)フォレスト・サーベイ	北海道・東北	107	3	3	10
	近畿	148			10
グリーン航業(株)	関東	140	7	6	13
	中部	90			8
(株)GT フォレストサービス	中国・四国	100	4	3	10
熊本県森林組合連合会	九州	45	3	2	9
合 計		630	17	14	60

3.6.3. 検証調査の結果

検証調査を実施した結果、選点した 60 箇所全てについて検証調査を実施することが出来た。これらの調査結果について以下の分析を行った。ブロック別の比較結果を表 3-10 に示す。

(1) 調査方法の誤り

検証調査では、受託団体の調査が FM 調査マニュアルに従って調査が実施されたかを、受託団体調査結果、現地調査の痕跡と検証調査結果を比較し確認した。

検証調査の結果、今年度は再調査に至るような重大な調査方法の誤りは検出されなかった。

(2) 調査位置について

FM 調査マニュアルでは、調査プロットは調査対象小班内を踏査し、なるべく小班の中心付近で施業痕跡があり、かつ標準的な林況の箇所を設定することになっている。

検証調査の結果、調査位置としては混交割合がやや高い、施業痕跡から離れているなど、やや不適切な場所で調査が実施されていたと判断した箇所が 7 箇所検出された。ただし、このことにより FM 判定が変わるような箇所はなかった。

(3) 施業痕跡について

FM 調査マニュアルでは、施業痕跡については、基準年前後、または基準年以降の施業痕跡と判断した場合は、見つけた施業種全てを施業痕跡として記録することになっている。また、伐根については、基準年以前の施業痕跡であっても、伐根調査の対象とすることとなっている。

検証調査の結果、基準年以前の施業痕跡の見落とし、隣接する作業道の取扱について等、3 箇所ですばらしい相違が検出された。これらについても、FM 判定が変わるような箇所はなかった。

(4) その他項目について

検証調査の結果、プロット中心付近の立木に付ける▽マークが見当たらない、立木 No. の一部が不鮮明、標準木として不適切な立木を選択、斜面方位の誤り等の軽微なものが 15 箇所検出された。

表 3-10 ブロック別の検証調査結果一覧

ブロック名	調査実施箇所数	検証調査箇所数	不適切な項目						FM判定の変更	
			調査位置			施業痕跡について		その他項目		
			個数	内容		個数	内容	個数		内容
北海道・東北	107	10	2	やや不適切	混交率が高い場所			4	中心▽マーク、斜面方位	0
関東	140	13	1	やや不適切	混交率が高い場所			2	一部標準木の選木、斜面方位	0
中部	90	8	2	やや不適切	混交率が高い場所			2	中心▽マーク、一部立木No.不鮮明	0
近畿	148	10	2	やや不適切	混交率が高い場所、施業痕跡から離れた場所で調査	1	対象木以外の施業	3	中心▽マーク、一部立木No.不鮮明	0
中国・四国	100	10				1	基準年以前の痕跡見落とし	1	斜面方位	0
九州	45	9				1	隣接している作業道の取扱	3	中心▽マーク、一部標準木の選木、高木層の植被率	0
合計	630	60	7			3		15		0

(5) 標準木計測結果の比較

森林の適切性の指標としている収量比数 (Ry) を算定するため、標準地を設定し標準木の計測を実施している。そこで、収量比数 (Ry) の相違 (再調査の閾値 0.1)、ha あた

りの立木本数、平均樹高値と平均胸高直径値について、現地調査結果と検証調査結果の相違や相違率を算出し、現地調査結果の精度検証を行った（表 3-11）。

表 3-11 標準木計測結果の比較

ブロック名	比較対象 箇所数	Ryが0.1以上 相違している	ha当りの立木本数 相違率10%以上	平均樹高値 相違率10%以上	平均胸高直径値 相違率10%以上	マニュアル違反 (胸高位置)
北海道・東北	10	0	0	0	0	0
関東	13	0	1	0	0	0
中部	8	0	0	0	0	0
近畿	10	0	0	0	0	0
中国・四国	10	0	1	0	0	0
九州	9	0	0	0	0	0
合 計	60	0	2	0	0	0

※相違率 = | FM 調査計測値 - 検証調査計測値 | ÷ 検証調査計測値 × 100

- ① 収量比数（Ry）が 0.1 以上相違する箇所は確認されなかった。
- ② ha あたりの立木本数の比較では、相違率が 10%を超える箇所が 2 箇所見られた。誤差原因として考えられる点を以下に挙げた。
 - ・ 被圧木の一部成長の悪いものをカウント対象外とした。
 - ・ 調査プロット半径の計測誤りが原因の相違。
 - ・ 検証調査の調査プロット中心位置との誤差が原因の相違。

昨年度は 12 箇所検出されていたが、本年度は 2 箇所に減少した。今後も引き続き調査マニュアルや講習会において、立木本数カウントにおける注意事項、過密林分における立木本数カウント方法等の指導を実施し、調査精度の維持を図っていくこととする。

- ③ 平均樹高値と平均胸高直径値の精度検証では、相違率 10%を超えた調査箇所は見られなかった。

次に単木レベルでの相違を見てみることにする。FM 調査においては、標準木に選木された立木には No.が書き込まれているため、検証調査の調査結果と単木ごとの計測値の比較ができる。そこで、測定者ごとの樹高と胸高直径の計測誤差傾向を見るため、箱ひげ図を作成した。図 3-2 に樹高誤差、図 3-3 に胸高直径誤差を示した。

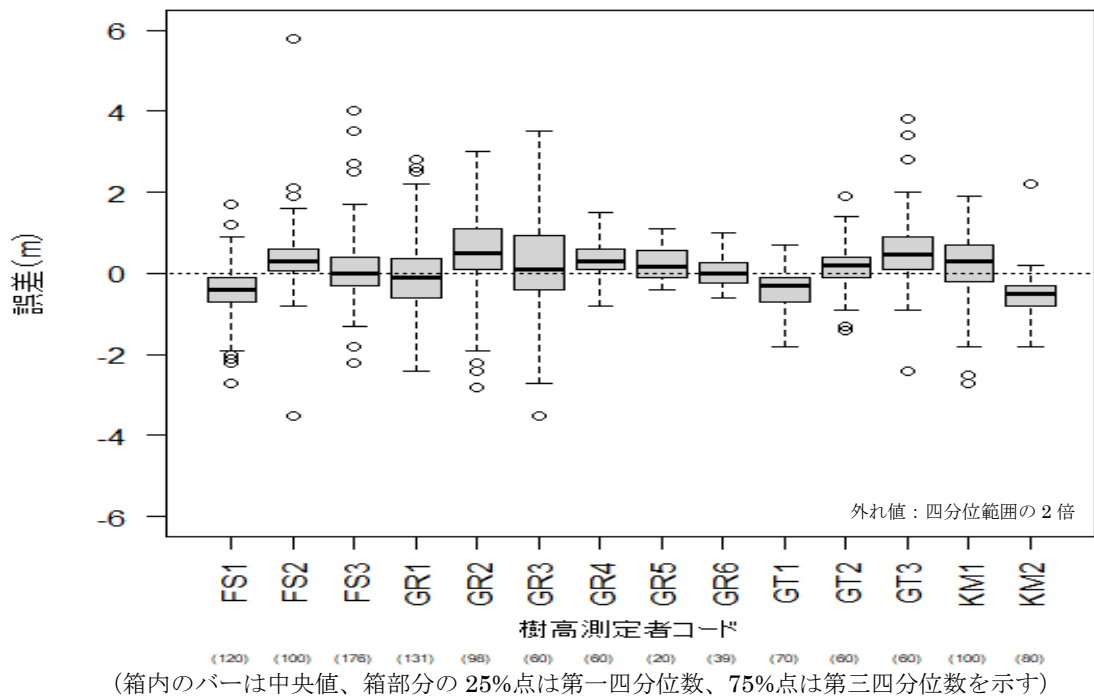
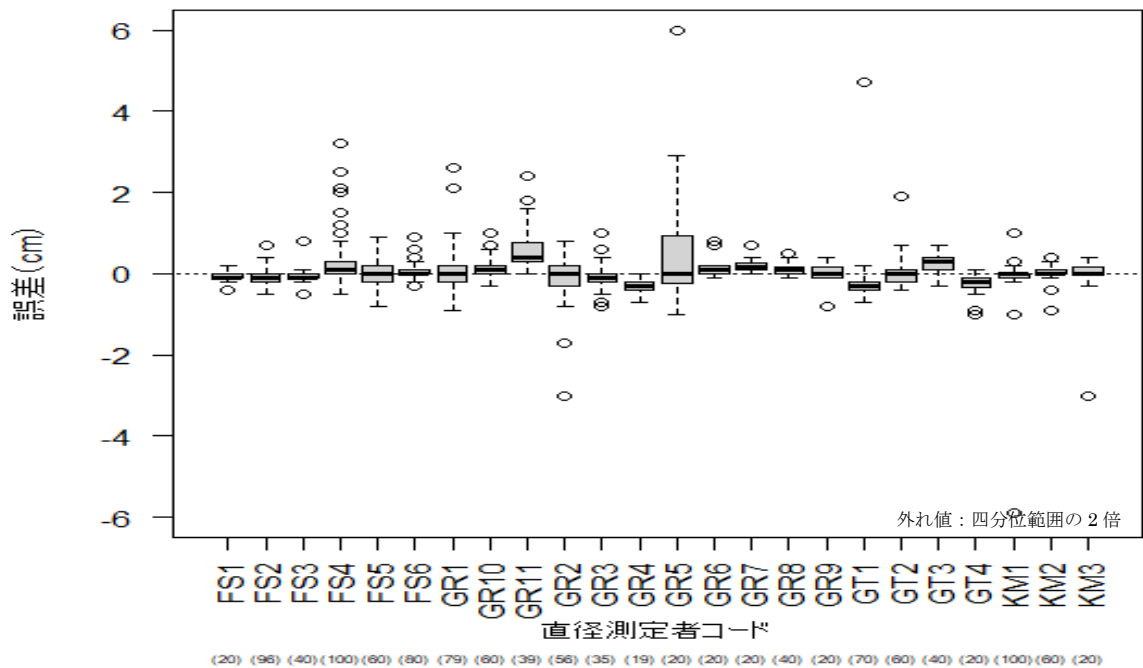


図 3-2 測定者別樹高誤差

単木ごとの樹高計測値を見てみると、多くの計測者において 2m 以上の誤差が発生していることが分った。この誤差の原因は、調査効率を優先するため梢端確認最適地への移動を怠るなど、梢端確認不足による見間違いが発生したものと推察される。



次に単木ごとの胸高直径値を見てみると、こちらも **1cm** 以上の誤差が発生している計測者が多数存在することが判明した。誤差の原因としては下記の点が挙げられる。

- 大径木の直径計測の際に直径割巻き尺にたわみが発生した。
- 直径割巻き尺を反時計回りに巻いたため、スケールの読みを誤った。
- 野帳記録者による計測値の聞き間違いにより、**6cm** 以上の計測誤差が発生した。

何れも、調査主査の不注意、計測者への調査主査の指導が不十分だったのが原因と考えられる。

今回の検証調査結果において、誤差の幅が広いとされた計測者が今後の **FM** 調査に参加する場合は、講習会において計測精度の向上を図るように努めるとともに、調査補助員に対する調査指導方法についても、講習会において徹底するように指導していく。

3.7. 再調査

調査結果の検査及び検証調査の結果において異常が認められた場合は、再調査を指示することとなっている。以下にその基準を示す。

- (1) 調査マニュアルと異なる方法で、調査が実施されたことが明らかになった場合。
- (2) 現地調査受託団体が実施した調査結果と、検証調査の結果との相違が以下の基準に達した場合。
 - (ア) 施業痕跡の見落としにより、確実に **FM** 判定が覆る場合。
 - (イ) 収量比数 (**Ry**) の差が、**0.1** 以上となった場合。
 - (ウ) 胸高直径平均値の差が、**20%** 以上となった場合。

本年度の検証調査の結果、上記に該当する調査結果は検出されなかった。

3.8. 調査結果の取りまとめ

3.8.1. 現地調査の進行管理

本年度は、現地調査を全国6ブロックに分けて（中国ブロックと四国ブロックを統合）実施した。事業仕様書に定められている、現地調査結果提出期限に間に合うよう、現地調査受託団体の調査進捗状況、調査結果の提出状況を把握するようにした。図3-4に現地調査ブロックの区域割を示した。



図 3-4 現地調査ブロックの区域割

本年度は一部現地調査業務の入札不調により、各調査ブロックの調査開始時期や調査結果の提出期限が異なるなど例年と状況が異なったが、本年度も引き続き、各ブロックの調査進捗管理に調査進捗状況報告書（表3-12）の他に、調査実施計画（予定調査箇所数）に対する調査実績を時間軸で表した流動曲線を用いた（図3-5）。進捗報告の際に、この流動曲線グラフも同時に提出してもらうことにより、調査予定に対しての進捗状況を把握し、計画に対する進捗状況が遅れてきた場合は、現地調査受託団体に対して状況の説明と対応について問い合わせた。また、図3-6に各調査ブロックの進捗状況の推移を示す。

全ての現地調査受託団体が、調査結果提出期限に遅れることなく終わることが出来た。

表 3-12 調査進捗報告書

受託者名	(一社) フォレスト・サーベイ			(2021. 11. 15現在)											
調査区域 都府県・森林計画区	調査予定箇所数			調査実施箇所数					調査進捗率(%)			結果提出箇所数			備考
	民有林	国有林	合計 (A)	民有林	国有林	不同意	所有者 不明	計 (B)	民有林	国有林	合計	民有林	国有林	合計	
北海道	43	3	46	41	3	2		46	100.0	100.0	100.0	41	3	44	
青森県	2	1	3	2	1			3	100.0	100.0	100.0	2	1	3	
岩手県	31	3	34	30	3		1	34	100.0	100.0	100.0	30	3	33	
宮城県	12	2	14	12	2			14	100.0	100.0	100.0	12	2	14	
秋田県	7		7	7				7	100.0	0.0	100.0	7		7	
山形県	2	1	3	2	1			3	100.0	100.0	100.0	2	1	3	
北海道・東北ブロック	97	10	107	94	10	2	1	107	100.0	100.0	100.0	94	10	104	
全 体	97	10	107	94	10	2	1	107	100.0	100.0	100.0	94	10	104	

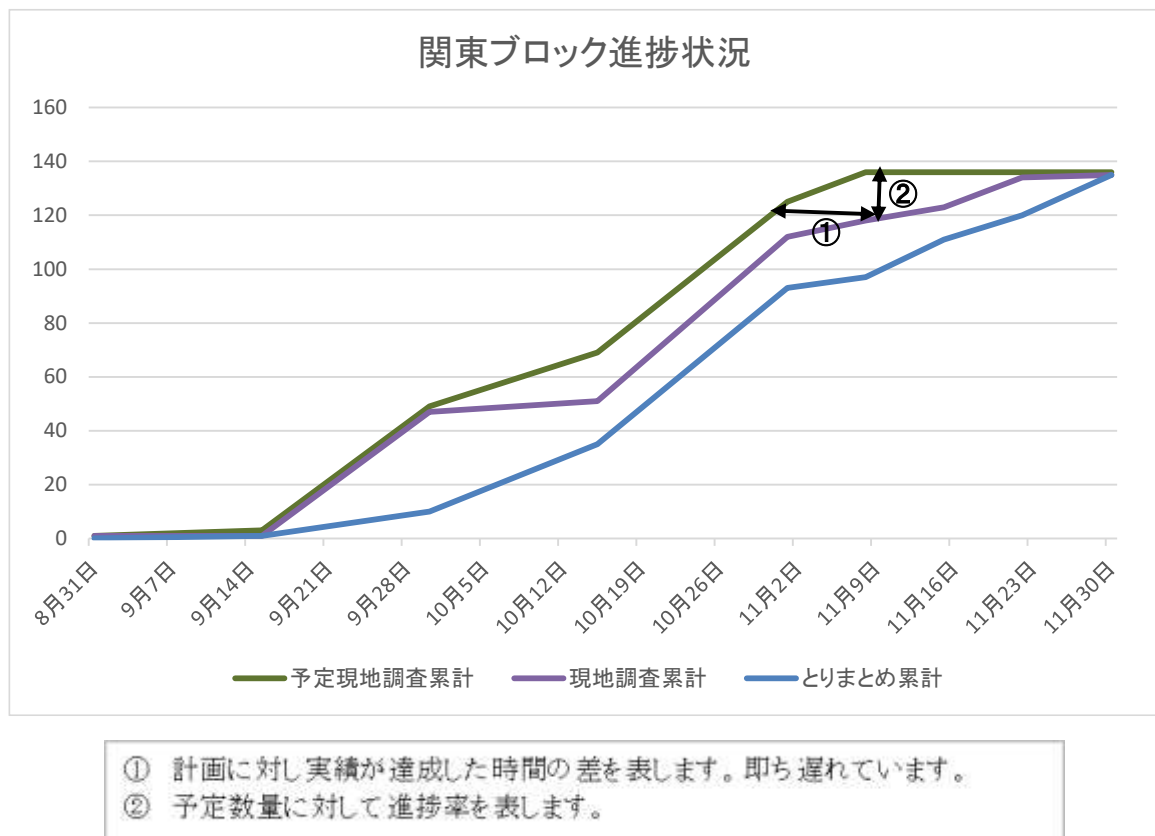


図 3-5 流動曲線による進捗管理



図 3-6 各調査ブロックの進捗状況の推移

3.8.2. 現地調査結果の集約

(1) 現地調査の実施結果

令和3年度現地調査の調査予定箇所数は、全国6調査ブロックで、民有林585箇所、国有林45箇所の合計630箇所であった。本年度は各調査ブロックにより調査結果の提出期限が異なったが、FM率算定結果の提出期限が令和4年1月14日と決められているため、令和3年12月31日までに提出された調査結果により、調査結果の分析及び2020年度FM率の算定をすることとした。12月31日までに提出された調査結果の実施箇所数は、民有林490箇所、国有林39箇所の合計529箇所であった。

なお、12月31日以降に提出された調査結果は、来年度のFM率に反映させるが、1990年から2021年までに実施された施業を対象とするため、次年度において結果を反映させることについては特に問題はない。

最終の調査実施箇所数は、民有林553箇所、国有林44箇所の合計597箇所である。

調査ブロック別の調査実施箇所数一覧を表3-13に示す。

表 3-13 調査実施箇所数一覧

調査ブロック	調査予定箇所数			調査実施箇所数(12/31まで)			最終調査実施箇所数			未実施箇所数			(参考値) R01年度 未実施割合
	民有林	国有林	合計	民有林	国有林	合計	民有林	国有林	合計	民有林	国有林	未実施割合	
北海道・東北	97	10	107	94	9	103	94	9	103	3	1	3.7%	6.5%
関東	130	10	140	122	10	132	122	10	132	8	0	5.7%	7.2%
中部	85	5	90	73	4	77	76	5	81	9	0	10.0%	5.2%
近畿	138	10	148	132	10	142	132	10	142	6	0	4.1%	2.7%
中国・四国	95	5	100	40	3	43	89	5	94	6	0	6.0%	5.6%
九州	40	5	45	29	3	32	40	5	45	0	0	0.0%	0.5%
合 計	585	45	630	490	39	529	553	44	597	32	1	5.2%	4.4%

(2) 民有林調査結果の分析

イ) 調査実施箇所数

非FM調査箇所490箇所で行った調査の結果、63箇所(12.9%)がFM林に転換したことを確認した。また、通常間伐施業痕跡は90箇所において確認されたが、そのうち64箇所(71.1%)が収量比数(Ry)0.85以上であった。

令和3年度の累積調査箇所数は、10,756箇所となり、その内訳はFM林8,992箇所、非FM林は1,764箇所であった。

また、樹種別内訳では、スギが 5,589 箇所（52.0%）と最も多く、次いでヒノキ 3,307 箇所（30.7%）、カラマツ 814 箇所（7.6%）、その他 541 箇所（5.0%）、天然林 505 箇所（4.7%）の順であった（表 3-14、図 3-7）。

表 3-14 民有林における調査実施箇所数

樹 種	箇所数	割 合
スギ	5,589	52.0%
ヒノキ	3,307	30.7%
カラマツ	814	7.6%
その他	541	5.0%
天然林	505	4.7%
合計	10,756	

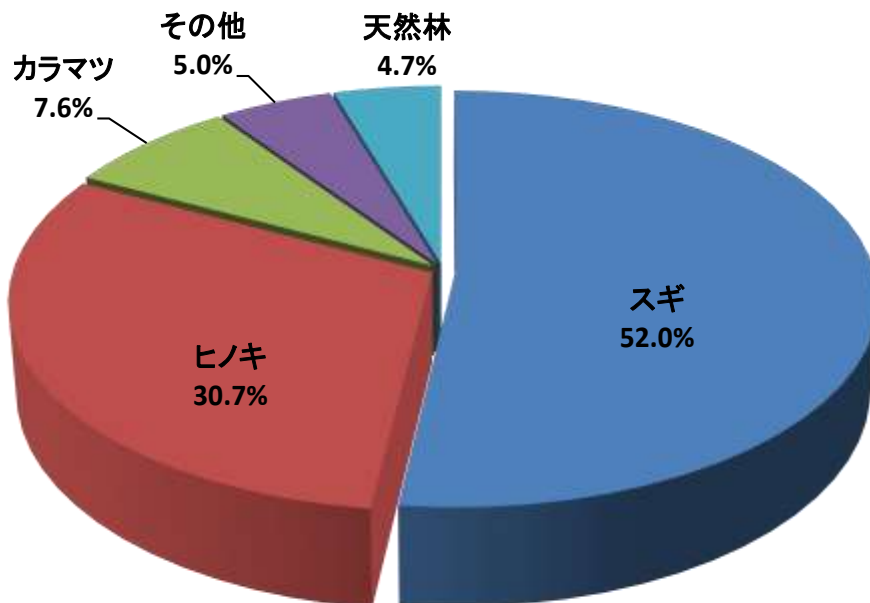


図 3-7 民有林における調査実施箇所数の樹種別割合

ロ) 確認された施業種の内訳

確認された施業種の内訳を整理した（表 3-15、図 3-8）。その結果、定性間伐が 7,097 箇所（44.5%）と最も多く、次いで、除伐 3,157 箇所（19.8%）、枝打ち 1,496 箇所（9.4%）、路網開設 806 箇所（5.1%）、つる切り 778 箇所（4.9%）、下刈り 736 箇所（4.6%）、主伐 357 箇所（2.2%）と続き、これら 7 施業種で全体の約 9 割を占めた。ただし、1 調査箇所で重複の施業種がカウントされている調査箇所も多数ある。

表 3-15 民有林における確認施業種の内訳

確認施業種	箇所数	割合	確認施業種	箇所数	割合
定性間伐	7,097	44.5%	林床保全整備	67	0.4%
除伐	3,157	19.8%	雪起し	61	0.4%
枝打ち	1,496	9.4%	補植	61	0.4%
路網開設	806	5.1%	マツ枯れ被害木整理	47	0.3%
つる切り	778	4.9%	林産物生産	47	0.3%
下刈り	736	4.6%	森林レク利用	40	0.3%
主伐	357	2.2%	地ごしらえ	36	0.2%
植栽	293	1.8%	病虫害防除	20	0.1%
獣害防除（シカネット等）	195	1.2%	付帯設備	18	0.1%
風雪害処理	177	1.1%	育成天然林施業	13	0.1%
列状間伐	125	0.8%	その他の施業	260	1.6%
複層林	70	0.4%	—	—	—
小計				15,957	
施業痕跡なし				1,764	

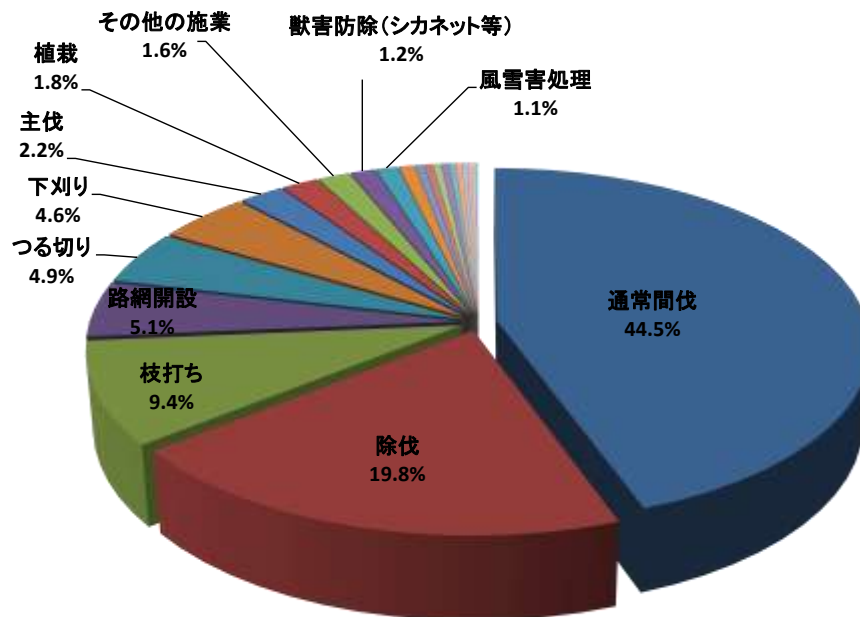


図 3-8 民有林における確認施業種の割合

(3) 国有林調査結果の分析

イ) 調査箇所数

国有林における調査は、昨年度までに非 FM 林となっていた 1,039 箇所を対象に、林班沿革簿による机上調査を行った。また、その一部の調査箇所については、現地調査結果を用いた分析も行った。

非 FM 調査箇所 39 箇所で行地調査を実施した結果、3 箇所 (7.7%) が FM 林に転換した事を確認した。

令和3年度の累計調査箇所数は昨年度同様の 11,654 箇所である。調査の結果、調査対象箇所 1,039 箇所のうち 40 箇所が FM 林へと転換していることが確認された。これで、累積調査箇所数では FM 林 10,655 箇所、非 FM 林は 999 箇所となった。

樹種別内訳は昨年度と同様で、スギが 6,313 箇所 (54.2%) と最も多く、次いでヒノキ 3,557 箇所 (30.5%)、カラマツ 935 箇所 (8.0%)、その他 598 箇所 (5.1%)、天然林 251 箇所 (2.2%) の順となっており、スギ・ヒノキで約 8 割を占めている (表 3-16、図 3-9)。

表 3-16 国有林における調査実施箇所数

樹種	箇所数	割合
スギ	6,313	54.2%
ヒノキ	3,557	30.5%
カラマツ	935	8.0%
その他	598	5.1%
天然林	251	2.2%
合計	11,654	

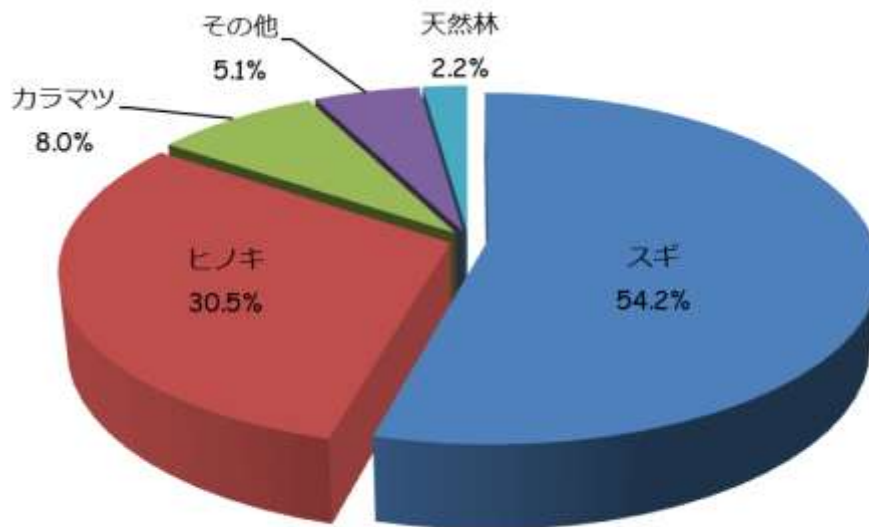


図 3-9 国有林における調査実施箇所数の樹種別割合

ロ) 確認された施業種の内訳

林班沿革簿に記載されている施業履歴情報（施業の有無、及び実施された施業種の内訳）等に基づき、平成19年度調査結果からの累積で確認された施業種の内訳を整理した（表 3-17、図 3-10）。

間伐が 13,773 箇所（44.3%）と最も多く、次いで除伐 7,025 箇所（22.7%）、下刈り 4,524 箇所（14.6%）、つる切り 2,240 箇所（7.2%）、主伐 1,726 箇所（5.6%）と続き、これら 5 施業種で、全体の約 9 割以上を占めている。

ただし、確認施業種の箇所数は、複数年度に渡って、いくつかの施業が実施されることがあるため、重複してカウントされている。

表 3-17 国有林における確認施業種の内訳

確認施業種	箇所数	割合	確認施業種	箇所数	割合
間伐	13,733	44.3%	植付	416	1.3%
除伐	7,025	22.7%	路網整備等	319	1.0%
下刈り	4,524	14.6%	枝打ち	301	1.0%
つる切り	2,240	7.2%	地ごしらえ	166	0.5%
主伐	1,726	5.6%	倒木起こし	89	0.3%
病虫獣害防除	436	1.4%	—	—	—
小計				30,975	
施業履歴なし				999	

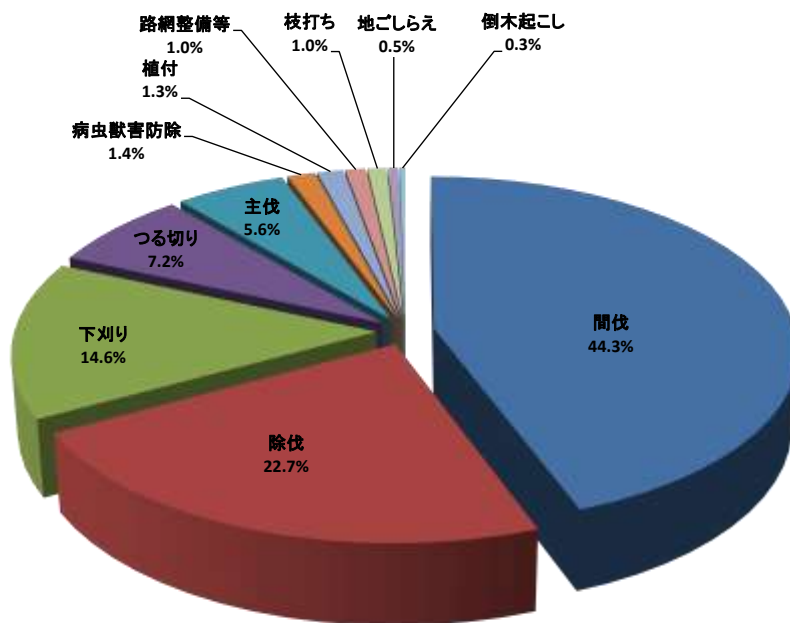


図 3-10 国有林における確認施業種の割合

3.9. FM 率の把握

3.9.1. FM 率の算出

現地調査及び机上調査より得られた結果から、FM・非FMの判定を実施し、民有林と国有林の2020年度FM率（面積加重平均FM率）を把握した。

2020年度FM率は、今年度の調査結果に加えて、過年度事業における調査結果の累積（1990年から2020年までに実施された施業を対象）で算出した。

FM率の算出結果を表3-18に示す。

民有林で最も高いFM率となったのは、人工林スギ（東北・北関東・北陸・東山地域）とカラマツの0.89であり、最も低かったのは、天然林の0.46であった。

一方、国有林で最も高いFM率となったのは、人工林ヒノキ（近畿・中国・四国・九州地域）の0.93であり、最も低かったのは、民有林と同様に天然林の0.68であった。

表 3-18 FM 率の算出結果

更新区分	樹種区分	地域区分	民有林	国有林
人工林	スギ	東北・北関東・北陸・東山	0.89	0.92
		南関東・東海	0.74	0.88
		近畿・中国・四国・九州	0.80	0.91
	ヒノキ	東北・関東・中部	0.84	0.92
		近畿・中国・四国・九州	0.88	0.93
	カラマツ	全国	0.89	0.85
	その他	全国	0.73	0.84
天然林	全樹種	全国	0.46	0.68
育成林全体			0.80	0.84

※1 地域区分は我が国で一般的に使用されている都道府県をいくつかにまとめた区分である。

※2 ここに掲載した値は、齢級別のFM率を森林面積で加重平均したものである。

3.9.2. 不確実性の算出

第二約束期間中の吸収量の審査・報告において、FM 率の不確実性²を求められる可能性があることから、今年度も昨年度同様の算出方法で 2020 年度 FM 率の不確実性を算出した。

以下に不確実性算出式を示す。

$$\text{不確実性 (\%)} = 1.96 \times \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \times \frac{1}{p} \times 100$$

p=各齢級の FM 率、n=各齢級の調査箇所数

正規分布では「95%信頼区間の幅の 1/2」は 1.96×標準偏差

民有林・国有林それぞれについて、樹種別、地域区分別、及び齢級別に FM 率の不確実性を算出した（表 3-19、表 3-20）。

民有林の不確実性をみると、調査箇所の齢級構成が毎年変わるので、齢級によっては昨年度より若干、不確実性が高くなる齢級がある。南関東・東海スギの 9 齢級から 12 齢級においては、調査箇所数が少なく FM 率も低い（78～82%）ため、不確実性が高くなっている。また、スギ、ヒノキの 13 齢級以上、カラマツの 11 齢級以上においては調査箇所数の増加により、不確実性が昨年度より低くなっている。

表 3-19 民有林における FM 率の不確実性算出結果

単位：%

樹種	地域区分	齢級							
		6	7	8	9	10	11	12	13+
スギ	東北・北関東・北陸・東山	0.0	1.5	2.7	2.8	2.6	3.8	4.1	3.6
	南関東・東海	0.0	8.2	7.7	10.0	10.9	10.9	11.5	8.0
	近畿・中国・四国・九州	0.0	2.2	5.0	3.7	3.4	4.5	5.9	5.4
ヒノキ	東北・関東・中部	0.0	4.1	5.1	6.1	5.2	8.6	12.2	6.1
	近畿・中国・四国・九州	0.0	3.4	3.6	3.0	3.1	3.8	6.5	4.5
カラマツ	全国	0.0	4.1	6.0	5.1	5.3	4.5		
その他	全国	0.0	5.9						
天然林	全国	0.0	10.1						

² 不確実性の定義について GPG-LULUCF では、「95%信頼区間の幅の 1/2 を分布の平均で割った値」としている。

一方、国有林の不確実性は、民有林と比較すると全体的に低くなっている。これは、国有林の FM 率算定に施業履歴を利用しているため、FM 施業の漏れが少なく全体的に高い FM 率となるためである。また、民有林同様にスギ、ヒノキの 13 齢級以上、カラマツの 11 齢級以上においては調査箇所数の増加により、不確実性が昨年度より低くなっている。

表 3-20 国有林における FM 率の不確実性算出結果

単位：％

樹種	地域区分	齢級							
		6	7	8	9	10	11	12	13+
スギ	東北・北関東・北陸・東山	0.0	0.0	1.8	2.0	2.5	3.8	4.2	3.0
	南関東・東海	0.0	0.0	0.0	2.5	3.5	6.3	10.1	6.6
	近畿・中国・四国・九州	0.0	1.3	1.0	2.3	3.0	2.9	3.7	3.6
ヒノキ	東北・関東・中部	0.0	0.0	3.6	4.3	4.3	5.8	8.6	5.7
	近畿・中国・四国・九州	0.0	0.0	1.0	1.5	1.7	3.0	2.7	3.6
カラマツ	全国	0.0	3.7	5.1	5.0	4.5	4.8		
その他	全国	0.0	3.6						
天然林	全国	0.0	9.0						

不確実性が低くなる要因としては、各齢級に配置されている調査箇所数が多く、FM 率が高い場合である。なお、FM 調査箇所数は、平成 18 年度時点の国家森林資源データベースを基に、森林資源量に応じた調査箇所数が振り分けられているため、選点当時の齢級あたりの調査箇所数のピークは、年々、高齢級に移動してきている。

3.10. 次年度調査箇所の選点

令和４年度の FM 率現地調査箇所の選点を行った。民有林は、現況で非 FM 判定となっている調査箇所のうち、本年度調査を実施した調査箇所を除いた箇所を調査箇所候補として、森林所有者から調査許諾が取れる箇所を優先して、全国で 830 箇所を選点した。選点の際には、調査不可箇所が多い地域については次年度の調査箇所が極端に多くならないように配慮した。また、国有林については、本年度調査で非 FM 判定となった 999 箇所（令和３年度国有林机上調査箇所）から、現地調査が可能と思われる調査箇所をランダムサンプリングにより全国 70 箇所選点した。調査予定箇所数は表 3-21 のとおりである。

表 3-21 令和４年度 FM 調査予定箇所数一覧

ブロック	(民) 非FM調査箇所						(国) 非FM調査箇所	合計
	スギ	ヒノキ	カラマツ	その他	育天	小計		
01北海道・東北	35	1	27	25	32	120	12	132
02関東	86	42	6	10	18	162	12	174
03中部	62	26	13	9	10	120	11	131
04近畿	56	33	0	5	12	106	11	117
05中国・四国	89	54	0	21	23	187	12	199
06九州	63	55	0	6	11	135	12	147
合 計	391	211	46	76	106	830	70	900

3.11. 調査委員会

本事業は GPG-LULUCF 等の指針、森林経営対象森林の考え方、FM 林の考え方、我が国における森林施業の実施等に十分配慮しながら実施する必要があることから、吸収量の算定、我が国の森林施業等についての有識者からなる調査委員会を設置し、令和４年２月 21 日に委員会を開催した。調査委員会の委員名簿を表 3-22 に示す。

表 3-22 調査委員会委員一覧（五十音順 敬称略）

氏名	所属
天野 正博	早稲田大学 重点領域研究機構 名誉教授
松本 光朗	近畿大学農学部 環境管理学科 森林資源学研究室 教授
丹下 健	東京大学大学院 農学生命科学研究科 教授
中島 徹	東京大学大学院 農学生命科学研究科 助教

3.12. 調査結果管理システム

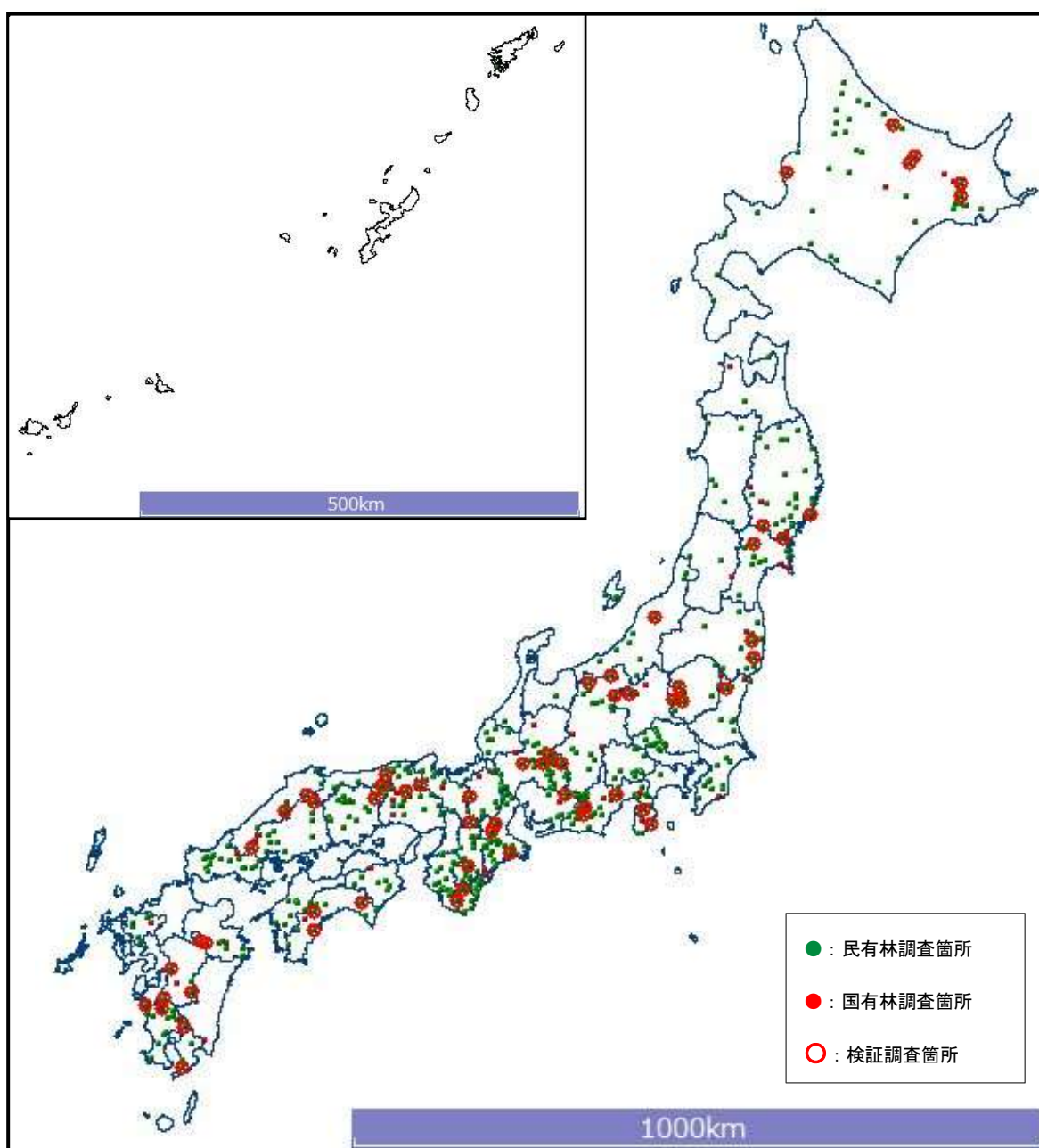
現地調査により得られた調査結果、及び検証調査結果は、過年度調査結果と合わせて全国 12,000 箇所を超えている。これら全ての調査結果は、調査結果管理システム（以下「管理システム」という。）に登録され、一元的に管理されている。管理システムは GIS システム上

に構築されており、調査箇所を地図上に展開させ視覚的に理解しやすい閲覧機能を備えている。また、森林基本図や衛星写真等のデジタルデータを重ねて表示することも可能である。

3.12.1. 現地調査データ管理

本年度実施された現地調査結果 597 箇所と検証調査結果 60 箇所について、管理システムへ新たにデータ登録した。また、国有林の令和 3 年度版林班沿革簿（令和 2 年度までの施業履歴）による施業履歴データの更新も行った。図 3-11 に本年度現地調査箇所の地理的配置を示した。

図 3-11 令和 3 年度現地調査箇所の地理的配置



4. 調査結果の整理

4.1. 民有林における FM 率の推移

2009 年度から本年度事業の調査結果について整理を行い、2013 年度から 2020 年度までの民有林における樹種別地域区分別の FM 率（面積加重平均 FM 率）を表 4-1 に、図 4-1 にその推移をグラフに示した。

表 4-1 民有林における FM 率（面積加重平均 FM 率）の推移

更新 区分	樹種 区分	地域区分	2013 年度	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度	2020 年度
人工林	スギ	東北・北関東・ 北陸・東山	0.85	0.87	0.87	0.87	0.88	0.88	0.88	0.89
		南関東・東海	0.69	0.70	0.70	0.69	0.69	0.71	0.71	0.74
		近畿・中国・ 四国・九州	0.71	0.73	0.74	0.75	0.77	0.78	0.79	0.80
	ヒノキ	東北・関東・中部	0.82	0.83	0.83	0.81	0.82	0.83	0.84	0.84
		近畿・中国・ 四国・九州	0.81	0.83	0.83	0.84	0.85	0.87	0.87	0.88
	カラマツ	全国	0.85	0.87	0.87	0.86	0.87	0.88	0.88	0.89
	その他	全国	0.66	0.68	0.68	0.68	0.70	0.70	0.71	0.73
天然林	全樹種	全国	0.35	0.36	0.37	0.39	0.42	0.43	0.44	0.46

※ここに掲載した値は、齢級別の FM 率を森林面積で加重平均した値である。

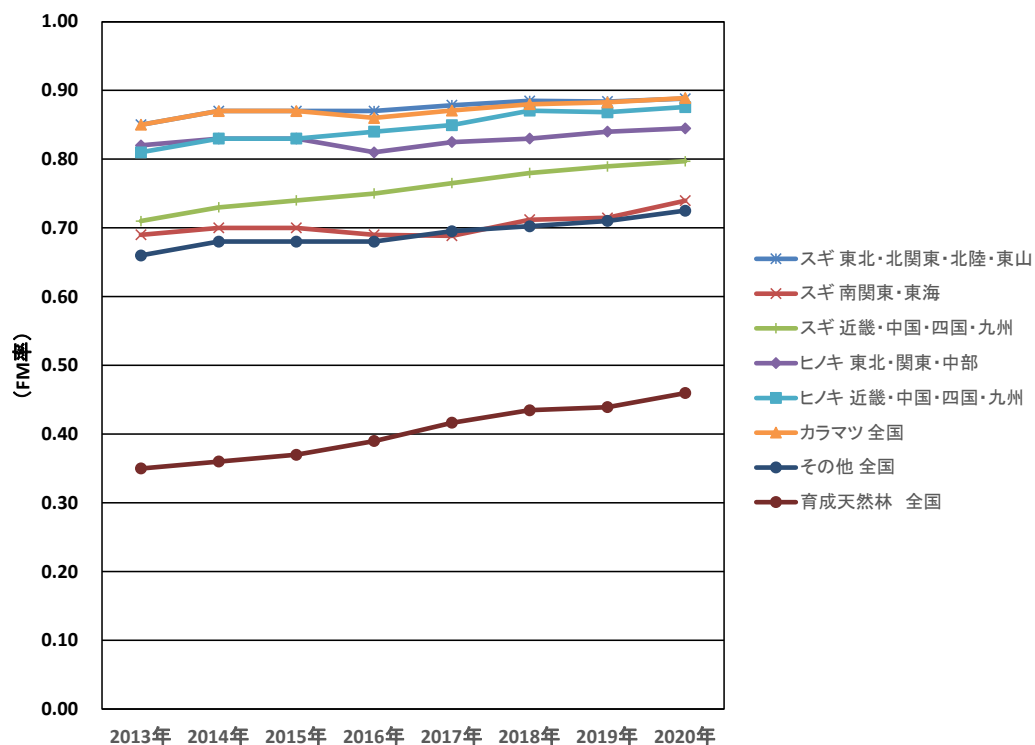


図 4-1 民有林における FM 率（面積加重平均 FM 率）の推移

4.2. 国有林における FM 率の推移

2009 年度から本年度事業の調査結果について整理を行い、2013 年度から 2020 年度までの国有林における樹種別地域区分別の FM 率（面積加重平均 FM 率）を表 4-2 に、図 4-2 にその推移をグラフに示した。

表 4-2 国有林における FM 率（面積加重平均 FM 率）の推移

更新 区分	樹種 区分	地域区分	2013 年度	2014 年度	2015 年度	2016 年度	2017 年度	2018 年度	2019 年度	2020 年度
人工林	スギ	東北・北関東・ 北陸・東山	0.89	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92
		南関東・東海	0.84	0.85	0.85	0.85	0.86	0.87	0.87	0.88
		近畿・中国・ 四国・九州	0.87	0.88	0.90	0.90	0.91	0.90	0.91	0.91

	ヒノキ	東北・関東・中部	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92
		近畿・中国・ 四国・九州	0.90	0.91	0.92	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93
	カラマツ	全国	0.78	0.79	0.80	0.81	0.83	0.84	0.85	0.85
	その他	全国	0.80	0.81	0.82	0.82	0.82	0.83	0.83	0.84
天然林	全樹種	全国	0.65	0.65	0.66	0.66	0.66	0.67	0.68	0.68

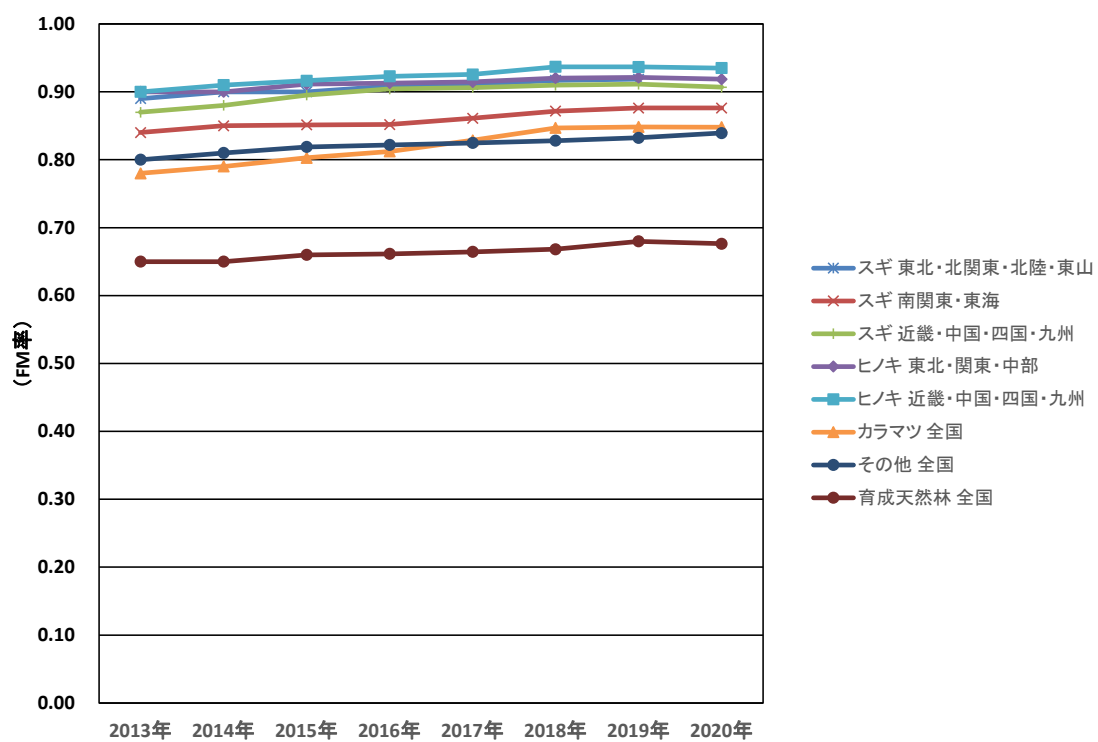


図 4-2 国有林における FM 率（面積加重平均 FM 率）の推移

5. 今後の FM 調査

5.1. 調査結果の精度管理

FM 現地調査の精度向上については、今年度の講習会、同行調査や検証調査の結果より、一定の成果がみられた。しかし、野帳転記における単純な誤りの検出割合が昨年度より若干だが上昇した。また、検証調査結果を詳細に分析してみると、計測値の平均誤差だけでは見えなかった計測者ごとの計測誤差の傾向が見えてきた。単木ごとの計測誤差を分析してみると、調査者によっては大きな誤差が発生していることも確認された。樹高計測、胸高直径計測共に、計測者によって発生頻度が異っている。これらの結果を各計測者にフィードバックするとともに、これらの誤差発生原因について検討し、今後の計測精度向上につなげられるよう、マニュアルの改訂、講習会や FM 調査解説ビデオなどに反映する等、より完成度を上げていくことが必要である。

5.1.1. 講習会の取組

毎年、現地調査を受託している団体においても、調査従事者が入れ替り、初めて FM 調査に従事する調査者がいる。

このことから、引き続き調査精度維持を目指した内容の講習会を実施していく必要がある。また、今年度は該当者がいなかったが、今後も講習会において FM 調査主査としての技量が不足している受講者を確実に把握し、OJT や同行調査の対象者から漏れないよう注意を払うことが求められる。

また、調査補助員も含めた調査従事者全員の講習会受講が理想であるが、1 回の講習会参加人数を 6 名に限定していることもあり、受託団体によっては難しい側面も見られる。しかし、現在も 2 日間連続した日程においての講習会開催は可能としているので、受託団体において受講者間の日程調整をしてもらうよう要請していく。

講習会受講者に、事前学習としてマニュアルの熟読と FM 調査説明ビデオの閲覧を求めたことで、FM 調査方法の理解には一定の効果がみられた。今後は、調査補助員に対しても、FM 調査解説ビデオの活用により、調査方法や計測時の注意点について理解してもらうよう指導していく。

5.1.2. 同行調査

FM 調査における同行調査の対象者選定は、今年度に引き続き、今後実施する講習会の結果や森林調査の経歴だけではなく、今年度実施した検証調査結果も参考にして、なるべく早期に選定を実施、対象者が所属する現地調査受託団体へ通知するようにする。

また、現地調査受託団体が現地調査開始後、速やかに同行調査を実施することで、万一、問題点が発生している場合は早期に改善に取り組み、結果として FM 調査の精度向上につながっていく。

5.2. パリ協定における FM 調査

京都議定書第二約束期間における FM 調査は本年度が最終年度であり、今後はパリ協定の下において温室効果ガス（GHG）排出削減に取り組むことになる。我が国においては、2021 年 4 月に、2030 年度 GHG 排出削減目標を、2013 年度比 46.0%減を目指すこと、さらに 50%の高みに向けて挑戦を続けることを表明したが、そのうちの約 2.7%を森林吸収源対策により確保することとなっており、引き続き、適切な森林経営による森林整備や、木材及び木質バイオマス利用の推進等に取り組むことが、森林吸収源対策として重要である。

来年度以降の FM 調査は、現行の FM 林定義、FM 調査方法により実施されることとなっている。しかしながら、現行の FM 調査は、調査設計（平成 19 年度）から既に 15 年が経過していることもあり、必ずしも最適な FM 調査状況ではない。

5.2.1. FM 調査箇所

民有林の FM 率算定には、現地調査による FM 林判定を基に行っている。しかしながら、現在、1,764 箇所の非 FM 箇所があるが、そのうち森林所有者不明などの理由により、現地調査が実施できない調査箇所が 129 箇所（7.3%）ある（表 5-1）。また、その箇所数は年々増加する傾向にある。

表 5-1 調査不可能箇所の内訳（地域・樹種別／齢級別）

地域・樹種 / 齢級	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	24	総計
01東北・北関東・北陸・東山スギ		1	3	2	2	5	1	2				1						17
02南関東・東海スギ	2		1	2	3	1	2		3		2	1						17
03近畿・中国・四国・九州スギ		1	1	2	6	3	3	4	1	2	2	1	1					27
04東北・関東・中部ヒノキ				1	4	1	1	3	2					1			1	14
05近畿・中国・四国・九州ヒノキ	1	1	1	1	6	2		2	2		1		2		1			20
06全国カラマツ	1	3	2	2	2	2												12
07その他			1	1	2	3	3	2	1									13
08天然林	1		1	3	1	1	1									1		9
総 計	5	6	10	14	26	18	11	13	9	2	5	3	3	1	1	1	1	129

これら調査不可能箇所への対応として、現在の調査不可能箇所と同一の地域（都道府県）、樹種、林齢の新規調査箇所を抽出して置き換える方法が考えられる。ただし、この方

法を採用すると、森林所有者が不明な森林から森林所有者が確かな森林への置換となり、これは森林管理という点からみると、FM 率がプラス方向にバイアスがかかるともみれる。しかしながら、現行の FM 調査を実施するには、森林所有者の調査許諾取得が必須の前提条件となることへ配慮する必要がある。

5.2.2. FM 率の算定方法

現在、FM 率の算定には、高齢級大括り実数方式を採用している。この方式は十分な調査箇所を有する齢級については、より施業結果が反映されるように齢級ごとに実測 FM 率を算出し、調査箇所数が十分でない高齢級においては、不確実性が高くなることから誤差の幅も広く、年度による FM 率の変動幅が広く出てしまうので、一定の基準で齢級を括って FM 率の算定を行っている。表 5-2 にそれぞれの FM 率算定方法の利点と問題点を示した。

表 5-2 FM 率算定方法による利点、問題点

算定方法	不確実性評価	平滑化	施業反映
実測値	○	×	○
高齢級大括り実測値	○	△	△

○：可 △：やや可 ×：不可

京都議定書第一約束期間が始まった平成 21 年度の齢級別調査箇所数は、民有林、国有林共に 13 齢級以上においては十分でない状況であった。そのため、スギ、ヒノキにおいては 13 齢級以上を、カラマツでは 11 齢級以上を 1 つの区分として括った。また、その他樹種、育成天然林においては、齢級別の調査箇所数がどれも十分ではないため、全齢級を 1 つの区分として括った。

しかし、FM 調査開始から時間も経ち、調査箇所の齢級移動も進んでおり、13 齢級以上の各齢級における調査箇所数も増加してきた。これらの状況を鑑みると、今後の FM 率算定における括り範囲の変更についての検討も必要と考えられる。