

令和7年度
国有林野成長予測モデル整備事業

報告書

令和8年3月

林野庁

目次

1	事業概要	1
1.1	事業の目的とこれまでの成果	1
1.2	本年度事業の実施項目	3
1.3	検討委員会	3
1.4	事業の受託者及び履行期間	4
2	データの収集・整理	5
2.1	航空レーザデータ	5
2.1.1	各森林管理局管内のデータ収集結果	5
2.1.2	航空レーザデータの胸高直径推定式と精度	13
2.1.3	異常データのフィルタリング・補正及びメッシュ集計	22
2.2	実測データ	24
2.2.2	収穫調査データ	25
2.2.3	現地調査データ	25
2.2.4	NFI データ	25
3	各森林管理局管内における地域区分の整理	26
3.1	気象クラス区分	26
3.2	成長予測モデル作成のための地域区分の検討	26
3.2.1	北海道森林管理局	27
3.2.2	東北森林管理局	28
3.2.3	関東森林管理局	30
3.2.4	中部森林管理局	32
3.2.5	近畿中国森林管理局	34
3.2.6	四国森林管理局	36
3.2.7	九州森林管理局	37
3.3	採用した地域区分（まとめ）	40
4	各森林管理局における成長予測モデルの作成と妥当性の確認	47
4.1	成長予測モデルの作成対象樹種	47
4.2	従来モデル及び密度管理図モデルの作成方法	49
4.2.1	樹高成長曲線及び地位指数曲線の作成（両モデル共通）	49
4.2.2	樹高から ha 当たり材積までの推定方法	50
4.3	成長予測モデルの作成結果（ha 当たり材積）	52
4.3.1	北海道森林管理局（カラマツ、トドマツ）	53
4.3.2	東北森林管理局（スギ、カラマツ）	56

4.3.3	関東森林管理局（スギ）	61
4.3.4	中部森林管理局（スギ、ヒノキ、カラマツ）	68
4.3.5	近畿中国森林管理局（ヒノキ）	77
4.3.6	四国森林管理局（スギ）	82
4.3.7	九州森林管理局（スギ）	86
4.4	成長予測モデルの妥当性の確認	93
4.4.1	ha 当たり材積の比較	93
4.4.2	成長量の比較	95
5	成長予測モデルの実用化に向けた検討	98
5.1	使用するデータの妥当性	98
5.2	森林調査簿の蓄積データへの影響	99
5.2.1	蓄積変化の比較方法	99
5.2.2	対象地域	100
5.2.3	比較結果	102
5.2.4	考察	107
5.3	その他実務的な課題	107
6	成果のまとめ	108

1 事業概要

1.1 事業の目的とこれまでの成果

国有林における公益的機能の持続的な発揮と森林資源の循環利用に当たっては、適切な森林整備の前提として現在及び将来の森林資源量を的確に推定することが必要であり、その推定の基礎となる収穫予想表の精度を十分に確保することが重要である。

現在使用している国有林の収穫予想表（以下「現行収穫予想表」という。）は、各地域で昭和30～40年代に作成されたものであるが、近年、人工林の高齢級化や施業方法の多様化が進む中で、現実林分との乖離が生じている場合も見られる。収穫予想表は、従来、多数の現地調査の結果を基に作成してきたが、その見直しに必要なデータを現地調査により改めて全国的に収集することは、コスト等の面から容易ではない。

このため、本事業では、国有林の新たな収穫予想表の整備に向けて、森林資源を広範囲かつ網羅的に把握できる方法として普及が進んでいる航空レーザ計測による森林資源解析データ（以下「航空レーザデータ」という。）を活用した成長予測モデルを作成することとし、令和元年度から、大きく以下の3項目について検討を行ってきた。

1. 気象条件を因子とする統一的な方法による地域区分
2. 上記区分に基づく、航空レーザデータを用いた成長予測モデルの作成
3. 成長予測モデルの実用化（モデルによる新たな収穫予想表の森林調査簿への適用）

このうち地域区分及び成長予測モデル作成のための方法論（上記1及び2）については、令和5年度までに全国の7つの森林管理局のうち毎年1～2局を対象として順次検討を進めてきた（令和元年度：北海道局及び東北局、令和2年度：四国局、令和3年度：関東局、令和4年度：中部局、令和5年度：近畿中国局及び九州局）。また、この成果を踏まえ、令和6年度には、統一的な方法による全国的な地域区分を実施するとともに、成長予測モデルの作成方法について見直しを行った。その概要は以下のとおりである（方法論の詳細は3～4章を参照）。

【1. 気象条件を因子とする統一的な方法による地域区分】

収穫予想表の地域区分は、基本的には自然条件に基づく樹木の成長パターンの違いを表すものであり、成長パターンが同様と判断できる場合には地域区分を統合し収穫予想表を一本化した方が、実務上も効率的であると考えられる。

一方、現行収穫予想表の地域区分は、森林管理局によってその方法や細分化の程度にばらつきがあり、自然条件ではなく行政界での区分も多いため、妥当性の検証が難しいことが課題であった。

そこで、樹木の成長に影響し、かつ全国分を網羅できるデータとして気象データを因子

として用いることとし、全国で統一した方法での地域区分を検討した。具体的には、国土交通省が提供する国土数値情報から平年の気象データを収集し、10km×10kmのメッシュ毎に整理した上で主成分分析によって主要な気象因子を抽出する方法を採用した。

この方法により、令和6年度には全国的な地域区分を行うとともに、実用性を考慮して森林計画区（以下「計画区」という。）単位での地域区分の割り当てを行った。なお、実際に航空レーザデータを用いた成長予測モデルを作成するためには、地域区分毎に十分なデータがない場合は他区分と統合する必要がある。また、その地域区分が実際に成長パターンの違いを表しているか、実務上も支障がない区分となっているかなどの確認も必要である。

【2. 航空レーザデータを用いた成長予測モデルの作成】

航空レーザデータは、計測範囲内の森林資源データを網羅的かつ効率的に把握できる一方、これまでの現地調査によるサンプリングデータではなく悉皆データとなることから、成長予測モデルの作成に適さない標準的でないデータも多く含んでいる。本事業では、これらのデータをなるべく除外するため、林齢や樹高の関係等に基づきデータのフィルタリングを行っている。

その上で、成長予測モデルの作成方法としては、まず、計算プロセスが比較的簡便であり、複数地域での採用実績があることから、白石ら（1995）による人工林収穫予想表の作成方法¹を検討した。この方法は、取得したデータの①林齢－樹高の関係から地位指数曲線を作成し、②樹高－胸高直径関係、③胸高直径－ha当たり本数関係、④胸高直径-単木材積関係とそれぞれの関係式を推定していくことで、最終的に⑤ha当たり材積を算出するものである。

令和元～5年度の事業では、この方法により成長予測モデルを作成したが、樹高及び胸高直径については概ね現実林分と適合するものの、ha当たり本数及び（それを基に算出される）ha当たり材積について乖離が見られることが課題であった。

このため、令和6年度事業では、ha当たり本数の推定方法の見直しを検討したほか、上記の方法とは別に、林野庁が民有林向けに整備した新たな林分密度管理図に基づく式と定数²を用いて樹高とha当たり本数から直接ha当たり材積を求める方法を検討した。その結果、後者の方法が現実林分との当てはまりが比較的良く、成長予測モデルの作成方法としてより有効である可能性が示唆された。

以上の検討成果を踏まえ、本年度は、各森林管理局の意見も踏まえて成長予測モデルの作成に使用する地域区分を定めた上で、各局の主要樹種について、当初から検討してきた

¹ 白石則彦・坂井康宏（1995）アカエゾマツ人工林の収穫予想表作成. 北方林業 47(4): 82-85.

² 林野庁（2024）林分密度管理図による収穫予想表作成の手順書（民有林スギ人工林版）.

https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/sinrin_keikaku/con_3.html#sonota1

方法（以下「従来モデル」という。）と、令和6年度に新たに検討した林分密度管理図による方法（以下「密度管理図モデル」という。）によりそれぞれ成長予測モデルを作成し、両モデルの有効性を比較することとした。また、各森林管理局へのヒアリングを通じて、収穫予想表の見直し、特に本事業で作成した成長予測モデルによる新たな収穫予想表の森林調査簿への適用に係る具体的な課題等についても整理することとした。

1.2 本年度事業の実施項目

本年度事業の検討項目を以下に示す。検討に当たっては、有識者による検討委員会を開催するとともに、各森林管理局へのヒアリングを実施した。

(1) 各森林管理局管内における地域区分の整理（3章）

令和6年度に検討した、気象条件を因子とした全国的な地域区分を基に、実際に成長予測モデルを作成するに当たって必要な航空レーザデータの分布状況や、各森林管理局の意見を踏まえながら、(2)の成長予測モデル作成に使用する地域区分を整理する。

(2) 各森林管理局管内における成長予測モデルの作成と妥当性の確認（4章）

(1)で整理した地域区分に基づき、各森林管理局における主要樹種（利用可能な航空レーザデータが最も多い樹種）について、過年度に検討した従来モデル及び密度管理図モデルにより成長予測モデルを作成し、現実林分との比較等によりその妥当性を確認する。

(3) 成長予測モデルの実用化に向けた検討（5章）

本事業で作成した成長予測モデルによる新たな収穫予想表を実際に国有林の森林調査簿に適用するに当たっての具体的な課題等を整理する。また、一部の国有林を対象として、現状の森林調査簿に成長予測モデルを適用した場合の将来の蓄積変化を推定し、現行収穫予想表による蓄積変化と比較する。

1.3 検討委員会

検討委員会の委員は表 1.3-1の学識経験者に依頼し、以下のとおり計3回開催した。

- 2025年10月1日（水） 15：00～17：00 WEB会議形式
- 2025年12月9日（火） 10：00～12：00 WEB会議形式
- 2026年2月20日（金） 10：00～12：00 WEB会議形式

表 1.3-1 検討委員一覧（敬称略：順不同）

氏名	まつえけいご 松英恵吾
所属	宇都宮大学 農学部森林科学科 准教授
専門分野	森林計画学・森林計測学・森林リモートセンシング・森林GIS

氏名	にしぞのともひろ 西園朋広
所属	国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 森林管理研究領域 チーム長（資源動態担当）
専門分野	森林計画学、森林計測学、森林情報の計測評価及び持続的利用

氏名	みつだやすし 光田 靖
所属	宮崎大学 農学部 森林緑地環境科学科 教授
専門分野	森林計画学、森林経理学

1.4 事業の受託者及び履行期間

本事業はアジア航測株式会社が受託し、令和7年8月6日（水）～令和8年3月13日（金）の期間で実施した。

2 データの収集・整理

地域区分の検討と成長予測モデルの作成に活用できる既存の航空レーザデータを収集した。また、モデルの妥当性を検証するための実測データとして、国有林の収穫調査、航空レーザデータの解析業務において実施された現地調査及び森林生態系多様性基礎調査（以下「NFI」という。）の結果を収集した。

2.1 航空レーザデータ

国有林及び民有林の既存の航空レーザデータを収集・整理するとともに、胸高直径の推定に用いられた推定式と精度をとりまとめた。航空レーザデータは、異常値と考えられるデータの除去（フィルタリング）及び補正を実施した上で、成長予測モデルを作成するための基礎データとするためメッシュ単位での集計を行った。

2.1.1 各森林管理局管内のデータ収集結果

収集・整理した既存の航空レーザデータの一覧及び対象範囲図を表 2.1-1～表 2.1-7、図 2.1-1～図 2.1-7に示す（背景図には地理院地図を使用）。なお、データの借用に当たっては成果物を所持する各業務発注者に使用許諾を得た。特に成果品への字句の明記が必要なものについて、各表の脚注に記載した。

表 2.1-1 使用した航空レーザデータ（北海道局管内）

	計測地域	事業主体	森林資源解析年度
国有林	北海道 網走中部、網走南部	北海道森林管理局	2023年度
	北海道 滝上町	北海道紋別郡滝上町	2017年度、 2022年度
民有林	北海道 芦別市	北海道芦別市	2022年度
	北海道 上川北部、網走西部	北海道庁・民間企業	2023年度
	北海道 紋別市	北海道紋別市	2023年度

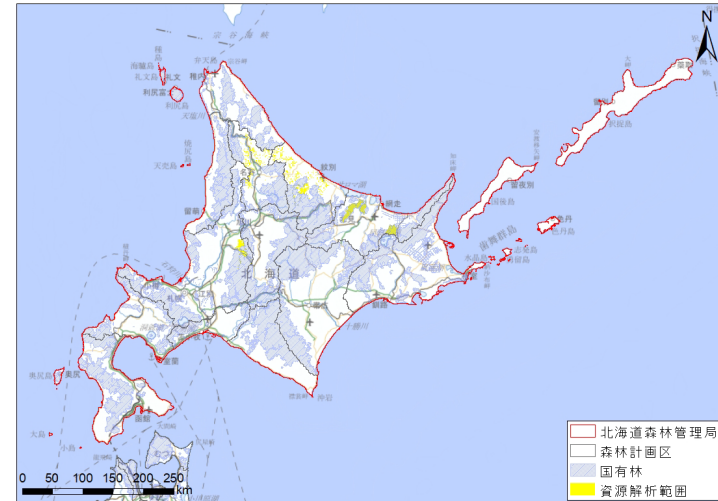


図 2.1-1 使用した航空レーザデータの対象範囲（北海道局管内）

表 2.1-2 使用した航空レーザデータ（東北局管内）

	計測地域	事業主体	森林資源解析年度
国有林	青森県（上磯地域）	青森県外ヶ浜町	2023年
	岩手県（花巻市）	岩手県花巻市	2023年
	岩手県（遠野市）	岩手県遠野市	2023年
	岩手県（住田町）	岩手県住田町	2023年
	岩手県（二戸市、八幡平市、滝沢市、雫石町）	林野庁東北森林管理局	2021年 （一部解析）
	山形県（置賜地域）	米沢市、南陽市	2022年
民有林	青森県（平川市、大鰐町、八戸市、むつ市、平内町）	青森県	2020～22年度
	青森県（むつ市）	青森県むつ市	2022年度
	秋田県（横手市）	秋田県平鹿地域振興局	2019年度
	秋田県（由利本荘市）	秋田県由利本荘市	2022～23年度
	秋田県（男鹿市）	秋田県男鹿市	2023年度
	秋田県（上小阿仁村）	秋田県上小阿仁村	2023年度
	岩手県（花巻市）	岩手県花巻市	2019～22年度
	岩手県（住田町）	岩手県住田町	2020～23年度
	岩手県（遠野市）	岩手県遠野市	2019～23年度
	山形県（金山町）	山形県金山町	2015～16年度
	山形県（真室川町）	山形県真室川町	2021年度
	山形県（鶴岡市）	山形県 ³	2023年度

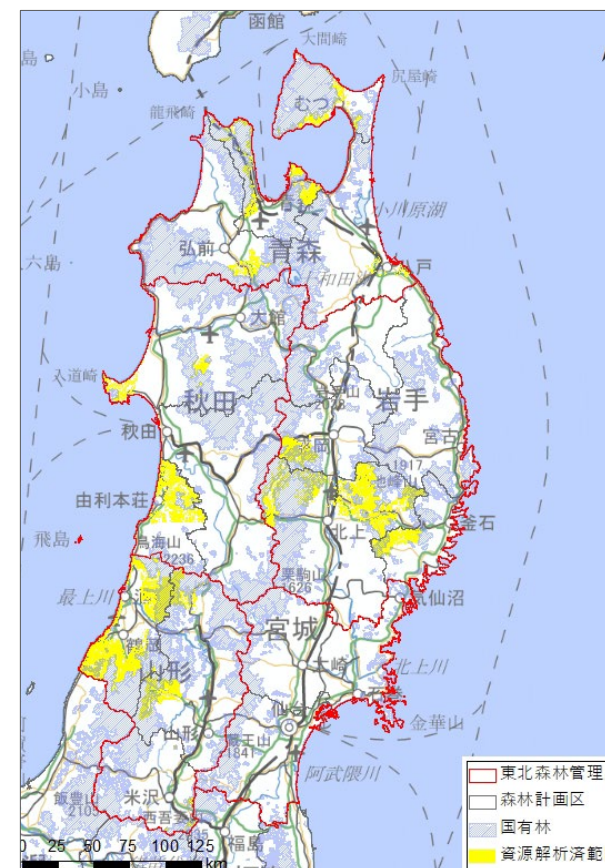


図 2.1-2 使用した航空レーザデータの対象範囲（東北局管内）

³ 山形県森林ノミクス推進課から航空レーザ測量成果の提供を受けて使用した。（承認番号森林第 761 号）

表 2.1-3 使用した航空レーザデータ（関東局管内）

	計測地域	事業主体	森林資源解析年度
国有林	福島県（浜通り一帯）	林野庁国有林野部	2014年度
	福島県（南会津町）、群馬県（新治地区）	林野庁関東森林管理局	2018年度
	新潟県（上越市）		2019年度
	静岡県（川根本町）		2020年度
民有林	福島県（伊達市、川俣町、田村市、小野町、南相馬市、飯舘村、広野町、楢葉町、川内村、葛尾村、いわき市ほか）	福島県 ⁴	2018～2019年度
	茨城県（大子町、城里町、笠間市、桜川市、石岡市ほか）	茨城県 ⁵	2019～2020年度
	栃木県（那須町、矢板市、鹿沼市）	栃木県	2015年度
	栃木県	栃木県環境森林部	2023～2024年度
	群馬県	群馬県環境森林部	2024年度
	埼玉県（飯能市、日高市、毛呂山町、越生町、横瀬町、秩父市）	埼玉県農林部	2022年度
	埼玉県秩父市	埼玉県農林部	2024年度
	東京都多摩地域（調布市を除く）	東京都産業労働局農林水産部	2024年度
	神奈川県西部・県央部	神奈川県 ⁶	2019～2020年度
	新潟県長岡市	新潟県長岡市	2019年度、2020年度
	新潟県（村上市、燕市、柏崎市、	新潟県	2024年度



図 2.1-3 使用した航空レーザデータの対象範囲（関東局管内）

⁴ 福島県から測量成果の使用承認を受けて使用した。（令和7年10月23日付け7森第2439号にて承認、及び令和7年11月14日付け7森第2660号にて承認）

⁵ 茨城県林政課から森林計画関係資料の複製等承認を受けて使用した。（令和7年11月12日付け林政第678号）

⁶ 神奈川県環境農政局緑生部森林再生課からデータの提供を受けて使用した。

	計測地域	事業主体	森林資源解析年度
	南魚沼市、糸魚川市)	森林整備推進協議会	
	山梨県	山梨県森林環境部	2019～2020年度
	静岡県志太榛原地域	静岡県	2019年度

表 2.1-4 使用した航空レーザデータ（中部局管内）

	計測地域	事業主体	森林資源解析年度
国有林	長野県（木曾川上流・長者畑川流域）	林野庁 中部森林管理局	2019年 （一部解析（木曾森林管理署管内））
	長野県（黒姫山地域、西岳地域、飯山市、下高井郡ほか）		2020年、2021年 （一部解析（黒姫山国有林、長倉山国有林））
民有林	富山県（県内一円）	富山県	2018～21年度
	長野県（長野市）	長野県	2016年度
	長野県（上田市、飯田市）	長野県	2018～20年度
	長野県（飯山市、中野市ほか）	北信州森林組合	2014年度
	岐阜県（中津川市、恵那市、高山市ほか）	岐阜県	2020～22年度
	岐阜県（郡上市）	岐阜県郡上市	2022～23年度
	愛知県（豊根村、東栄町、豊田市ほか）	愛知県	2018～21年度
愛知県（西尾市）	愛知県西尾市	2020年度	

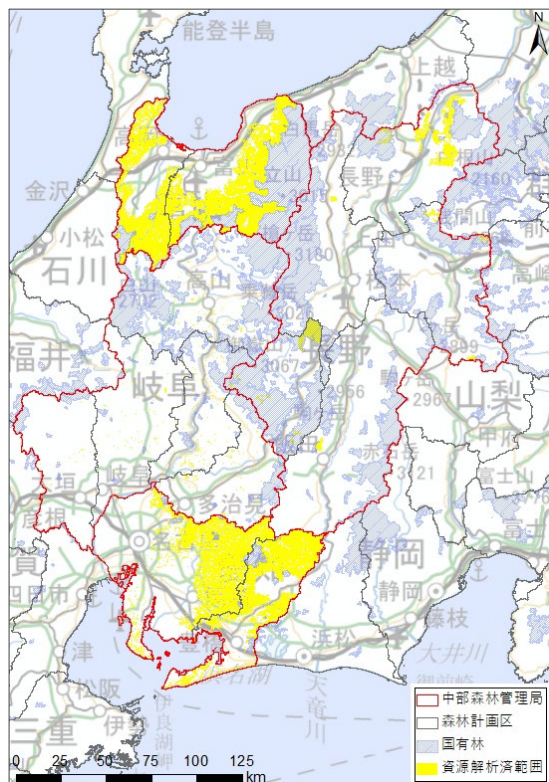


図 2.1-4 使用した航空レーザデータの対象範囲（中部局管内）

表 2.1-5 使用した航空レーザデータ（近畿中国局管内）

	計測地域	事業主体	森林資源解析年度
民 有 林	石川県能登地域	石川県農林水産部森林管理課	2020年度
	石川県金沢市	石川県金沢市	2023年度
	石川県白山市	石川県農林水産部森林管理課	2024年度
	福井県	福井県農林水産部県産材活用課	2020年度
	福井県	福井県農林水産部	2022年度
	滋賀県	滋賀県琵琶湖環境部	2022年度
	滋賀県東近江市	滋賀県東近江市	2022年度
	三重県	三重県農林水産部	2019年度、2020年度、 2024年度
	和歌山県	和歌山県農林水産部	2019～2021年度
	京都府福知山市	京都府福知山市	2021～2022年度
	鳥取県	鳥取県農林水産部	2018年度
	島根県津和野町	島根県鹿足郡津和野町	2017～2018年度
	島根県奥出雲町	島根県仁多郡奥出雲町	2020～2021年度
	島根県松江市	島根県松江市	2020～2024年度
	島根県出雲市	島根県出雲市	2022～2023年度
	島根県	島根県農林水産部	2023年度
	島根県邑南町	島根県農林水産部	2024年度
	岡山県	民間企業	2022年度
	岡山県真庭市、美作市、 久米南町、総社市	岡山県農林水産部	2022～2024年度
	広島県福山市	福山市農林水産課	2020年度
広島県	広島県農林水産局林業課	2021～2022年度	

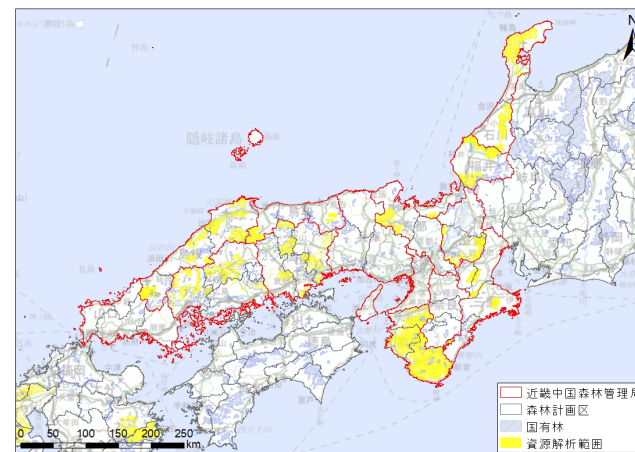


図 2.1-5 使用した航空レーザデータの
対象範囲（近畿中国局管内）

表 2.1-6 使用した航空レーザーデータ（四国局管内）

	計測地域	事業主体	森林資源解析年度
国有林	愛媛県、高知県	林野庁四国森林管理局	2023年度
	香川県高松市南部地区、北部地区	香川県高松市	2020年度、2022年度
民有林	徳島県海陽町、神山町、三好市	徳島県	2019年度
	徳島県美馬市、つるぎ町の一部	徳島県農林水産部	2022年度
	徳島県那賀町旧木沢村	徳島県農林水産部	2023年度
	愛媛県久万高原町	愛媛県農林水産部森林局 林業政策課	2019年度
	愛媛県西条市、東温市、砥部町、八幡浜市、伊方町	愛媛県農林水産部森林局 林業政策課	2021年度
	高知県梶原町	高知県高岡郡梶原町	2019年度
	高知県	高知県林業振興・環境部	2021～2023年度

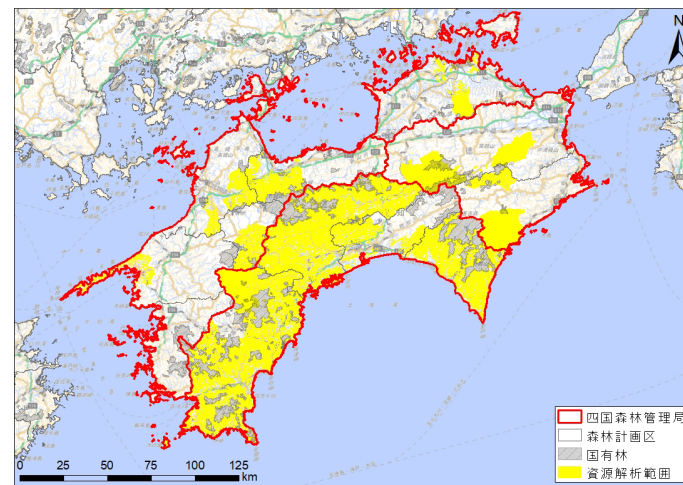


図 2.1-6 使用した航空レーザーデータの
対象範囲（四国局管内）

表 2.1-7 使用した航空レーザデータ（九州局管内）

	計測地域	事業主体	森林資源解析年度
国有林	鹿児島県、福岡県、熊本県、宮崎県	林野庁九州森林管理局	2022年度
	福岡県（福岡市）	福岡県福岡市 ⁷	2016年度
民有林	福岡県（うきは市）	福岡県うきは市	2022～2023年度
	佐賀県	佐賀県県土づくり本部	2011年度
	佐賀県（唐津市、伊万里市、玄海町、有田町）	佐賀県農林水産部	2024年度
	長崎県（五島市）	長崎県五島振興局	2016～2018年度
	長崎県（県央地域）	長崎県県央振興局	2020年度
	熊本県（球磨村）	熊本県球磨郡球磨村	2021年度
	熊本県（相良村）	熊本県球磨郡相良村	2022年度
	大分県（日田市、竹田市、臼杵市）	大分県農林水産部 ⁸	2019～2020年度、 2022～2023年度
	宮崎県（串間市）	宮崎県串間市	2022年度
	宮崎県（日南市、椎葉村）	宮崎県環境森林部	2022～2024年度
	宮崎県（小林市）	宮崎県小林市	2023年度
	宮崎県（宮崎市）	宮崎県宮崎市 ⁹	2023年度
	宮崎県（日南市）	宮崎県日南市	2024年度
	鹿児島県（霧島市）	鹿児島県霧島市	2016年度

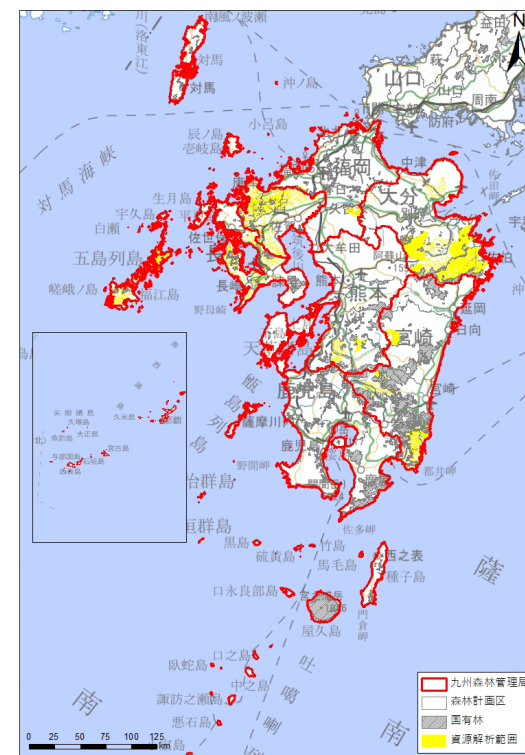


図 2.1-7 使用した航空レーザデータの対象範囲（九州局管内）

⁷ 福岡市農林水産局総務農林部森づくり推進課からデータの提供を受けて使用した。

⁸ 大分県が管理する航空レーザ測量データ、及び大分県知事の承認を得た森林資源情報データから作成した。（承認番号：令和7年10月3日付け林管第1122号及び承認番号7-18号令和7年10月3日）

⁹ 宮崎市からデータの提供を受けて使用した。

2.1.2 航空レーザデータの胸高直径推定式と精度

一般的な森林資源解析では、現地調査データを用いて航空レーザデータとの回帰式を作成することで胸高直径が推定されている。この回帰式の精度や、回帰式作成に用いた現地調査点の地理的分布等は重要な情報であり、本事業で作成する成長予測モデルの適用可能範囲にも影響する。

そこで、前項で示した航空レーザデータの事業資料を収集し、胸高直径推定式とその精度、推定式作成に使用した現地調査データを整理した。胸高直径推定式の精度を評価する指標として、補正 R^2 値とRMSE値も併せてとりまとめた（表 2.1-8～表 2.1-14）¹⁰。ただし、一部事業については胸高直径推定式に関する情報が得られなかったため、把握可能だった情報のみ記載した。

胸高直径推定式に用いられるパラメータの種類は下記のとおりである。

- 樹高, h (m)
- 樹冠投影面積, Ca (m²)
- 樹冠長, Ch (m)
- 樹冠表面積, A (m²)
- 樹冠長率, Cp (%)
- 樹冠体積, V (m³)

また、補正 R^2 値とRMSE値の概要を以下に示す。

- **補正 R^2 値** …回帰式を評価する場合、一般的に R^2 値が使用される。しかし、重回帰分析において説明変数の数が異なる場合、 R^2 値から式の良否を評価することはできない（説明変数の数が大きいほど R^2 値は良好な値を示す）。このような説明変数の数の影響を取り除き、見かけ上の当てはまりの良さを差し引いた数値が補正 R^2 値である。この数値が高いほど、回帰式から求められる予測値が目的変数に近く、回帰式の当てはまりが良いことを示す。自由度調整済決定係数ともいわれる。
- **RMSE** …2乗平均平方根誤差（Root Mean Squared Error）。回帰式から求められる予測値が真値からどの程度乖離しているかを示す。0に近い値であるほど誤差が小さいことを示す。

¹⁰ これらの胸高直径推定式はあくまで各事業の条件下で検討し作成されたものである。十分な検討・検証なくこれらの推定式を他事業へ適用することはできない。適用可否については利用者の責任でよく検討を行うこととし、本事業で責任を負わない。また、森林資源解析成果の精度を評価する上では胸高直径以外にも様々な要素があるため、これらの胸高直径推定式の精度のみから各地域の森林資源解析の精度を評価することは最善ではないが、本事業では便宜的に比較のための基準とした。

表 2.1-8 航空レーザデータの現地調査概要と胸高直径推定式（北海道局管内）

No.	樹種	現地調査 点数	樹高範囲 (m)	立木密度範囲 (本/ha)	胸高直径推定式	補正R ² 値	RMSE
1	トドマツ	35	15m未満～25m以上	500未満～1500以上	$d = 3.944 \times Ca^{0.320} \times h^{0.363}$	0.918	1.69
	カラマツ	29	15m未満～25m以上	500未満～1000-1500	$d = 2.439 \times Ca^{0.313} \times h^{0.463}$	0.870	2.38
2	トドマツ	10	15-20m～20-25m	500未満～500-1000	$d = 3.944 \times Ca^{0.320} \times h^{0.363}$	不明	不明
	カラマツ	10	20-25m～25m以上	500未満～1000以上	$d = 2.439 \times Ca^{0.313} \times h^{0.463}$	不明	不明
3	トドマツ	30	15m未満～25-30m	500未満～1000未満	$d = 1.37h + 4.25$	0.84	2.51
	カラマツ	15	15m-20m～25-30m	500未満～1000未満	$d = 1.25h + 3.04$	0.53	4.81

表 2.1-9 航空レーザデータの現地調査概要と胸高直径推定式（東北局管内）

No.	樹種	現地調査 点数	樹高範囲 (m)	立木密度範囲 (本/ha)	胸高直径推定式	補正R ² 値	RMSE
1	スギ	49	5-10m～30-35m	500未満～1500以上	$d = 3.670 \times Ca^{0.326} \times h^{0.430}$	0.883	3.18
	カラマツ	30	5-10m～30-35m	500未満～500-1000	$d = 1.965 \times A^{0.269} \times h^{0.524}$	0.697	4.13
2	スギ	40	10-15m～30m以上	500-1000～1500-2000	$d = 2.774 \times Ca^{0.425} \times h^{0.463}$	0.948	1.87
	カラマツ	35	20-25m～30m以上	500-1000～1500-2000	$d = 4.125 \times A^{0.165} \times h^{0.444}$	0.636	2.32
3	スギ	8	10-15m～30m以上	500-1000～2000以上	$d = 3.191 \times Ca^{0.359} \times h^{0.467}$	0.884	3.15
	カラマツ	8	15-20m～25-30m	500未満～500-1000	$d = 6.297 \times A^{0.128} \times h^{0.356}$	0.530	2.91
4	スギ	32	15m未満～30m以上	1000未満～2000以上	$d = 3.556 \times Ca^{0.437} \times h^{0.366}$	0.840	3.37
	カラマツ	19	20m未満～30m以上	500未満～1000以上	$d = 5.334 \times A^{0.244} \times h^{0.287}$	0.751	2.65
5	スギ	52	10m未満～30m以上	300-600～1500以上	$d = 2.965 \times Ca^{0.312} \times h^{0.508}$	0.915	2.82
	カラマツ	4	15-20m～25-30m	300-600～600-900	$d = 2.264 \times V^{0.411} \times h^{0.345}$	0.949	3.15
6	スギ	99	10-15m～30m以上	300未満～1500以上	$d = 4.234 \times Ca^{0.404} \times h^{0.337}$	0.937	1.95
7	スギ	50	10m未満～30m以上	0-500～1000以上	$d = 2.815 \times Ca^{0.325} \times h^{0.520}$	0.938	2.31
8	スギ	30	15-20m～30m以上	0-500～1000以上	$d = 2.527 \times Ca^{0.358} \times h^{0.518}$	0.964	1.94
9	スギ	20	15-20m～25m以上	500未満～1500以上	$d = 2.659 \times Ca^{0.376} \times h^{0.442}$	0.769	2.78
	カラマツ	10	20-25m～25m以上	500未満～500-1000	$d = 3.459 \times Ca^{0.310} \times h^{0.371}$	0.504	3.41

No.	樹種	現地調査 点数	樹高範囲(m)	立木密度範囲(本/ha)	胸高直径推定式	補正R ² 値	RMSE
10	スギ	10	10m未満～20-25m	500未満～2000以上	$d = 2.800 \times Ca^{0.374} \times h^{0.466}$	0.926	1.92
	カラマツ	10	10m未満～25m以上	500-1000～2000以上	$d = 2.214 \times Ca^{0.422} \times h^{0.349}$	0.964	3.10
11	スギ	10	15-20m～25m以上	500未満～1500以上	$d = 1.864 \times Ca^{0.232} \times h^{0.572} \times Ch^{0.148}$	0.847	2.07
	カラマツ	10	15-20m～25m以上	500未満～500-1000	$d = 2.300 \times Ca^{0.329} \times h^{0.472}$	0.768	2.30
12	スギ	26	5-10m～30m以上	500未満～1500以上	$d = 3.564 \times Ca^{0.460} \times h^{0.355}$	0.936	2.54
	カラマツ	22	5-10m～30m以上	500未満～1500以上	$d = 3.564 \times Ca^{0.348} \times h^{0.463}$	0.940	2.51
13	スギ	3	18-20m、22-24m	500-1000～1500以上	$d = 2.232 \times Ca^{0.314} \times h^{0.544}$	0.839	2.06
	カラマツ	3	20-22m～24-26m	500未満、500-1000	$d = 2.037 \times Ca^{0.370} \times h^{0.466}$	0.765	2.28
14	スギ	10	15-20m～25m以上	500-1000～1500以上	$d = 3.755 \times Ca^{0.349} \times h^{0.388}$	0.869	2.36
	カラマツ	10	15-20m～25m以上	500未満、500-1000	$d = 2.060 \times V^{0.316} \times h^{0.501}$	0.905	3.49
15	スギ	5	20-25m、25-30m	0-500、1000-1500	$d = 1.596 \times Ca^{0.191} \times h^{0.692} \times Ch^{0.102}$	0.806	2.36
	カラマツ	5	20-25m～30-35m	0-500、500-1000	$d = 2.049 \times Ca^{0.408} \times h^{0.439}$	0.789	2.40
16	スギ	10	20-25m～25m以上	500未満～1000-1500	$d = 3.928 \times Ca^{0.378} \times h^{0.353}$	0.841	2.71
	カラマツ	10	15m未満～25m以上	500未満～1500以上	$d = 2.049 \times Ca^{0.206} \times h^{0.618}$	0.889	3.71
17	スギ	10	15-20m～25m以上	500未満～1500以上	$d = 3.477 \times Ca^{0.387} \times h^{0.383}$	0.861	2.61
	カラマツ	10	20-25m～25m以上	500未満～500-1000	$d = 2.093 \times Ca^{0.144} \times h^{0.695}$	0.878	2.49
18	スギ	15	15m未満～25m以上	500-1000～1500以上	$d = 2.659 \times Ca^{0.376} \times h^{0.442}$	0.769	2.78
	カラマツ	8	15-20m～25m以上	500未満～1000-1500	$d = 3.459 \times Ca^{0.310} \times h^{0.371}$	0.504	3.41
19	スギ	10	15-20m～25m以上	500-1000～1000-1500	$d = 2.232 \times Ca^{0.314} \times h^{0.544}$	0.804	2.20
	カラマツ	10	15-20m～25m以上	500未満～1500以上	$d = 2.037 \times Ca^{0.370} \times h^{0.466}$	0.739	2.95
20	スギ	17	15m未満～25m以上	500未満～1500以上	$d = 2.970 \times Ca^{0.267} \times h^{0.494}$	0.807	2.10
	カラマツ	17	15-20m～25m以上	500未満～1000-1500	$d = 1.967 \times Ca^{0.267} \times h^{0.563}$	0.743	2.99
21	スギ	10	15-20m～30-35m	500未満～1500-2000	$d = 2.687 \times Ca^{0.324} \times h^{0.484}$	0.852	2.26
	カラマツ	10	10-15m～25-30m	500未満～1500-2000	$d = 2.618 \times Ca^{0.383} \times h^{0.372}$	0.806	2.90
22	スギ	10	15-20m～25-30m	500-1000～1000-1500	$d = 2.614 \times Ca^{0.305} \times h^{0.509}$	0.850	2.20
	カラマツ	10	15-20m～25-30m	500未満～500-1000	$d = 2.611 \times Ca^{0.356} \times h^{0.399}$	0.794	2.80
23	スギ	28	15-20m～30m以上	300未満～1200-1500	$d = 4.877 \times Ca^{0.381} \times h^{0.307}$	0.799	2.66

No.	樹種	現地調査 点数	樹高範囲(m)	立木密度範囲(本/ha)	胸高直径推定式	補正R ² 値	RMSE
	カラマツ	13	20-25m~30m以上	300-600~600-900	$d = 2.996 \times h^{0.740}$	0.759	1.63
24	スギ	32	5-10m~30-35m	500未満~2500-3000	$d = 2.883 \times Ca^{0.376} \times h^{0.445}$	0.941	2.20
	カラマツ	28	15-20m~30-35m	500未満~500-1000	$d = 3.349 \times Ca^{0.373} \times h^{0.333}$	0.651	2.76

表 2.1-10 航空レーザーデータの現地調査概要と胸高直径推定式（関東局管内）

No.	樹種	現地調査 点数	樹高範囲(m)	立木密度範囲(本/ha)	胸高直径推定式	補正R ² 値	RMSE
1	スギ	12	20-25m~30-35m	不明	$d = 10.740 \times Ca^{0.483}$	不明	不明
	ヒノキ	12	10-15m~20-25m	不明	$d = 2.417 \times Ca^{0.176} \times h^{0.637}$	不明	不明
2	スギ	92	15m未満~33m以上	500未満~1750-2000	$d = 1.581 \times Ca^{0.390} \times h^{0.595}$	0.903	2.55
	ヒノキ	91	15m未満~27-30m	500未満~2000以上	$d = 4.032 \times Ca^{0.355} \times h^{0.330}$	0.735	2.50
3	スギ	90	15m未満~30m以上	500未満~1750-2000	$d = 2.118 \times Ca^{0.367} \times h^{0.528}$	0.890	2.34
	ヒノキ	90	15m未満~25m以上	500未満~2500以上	$d = 4.094 \times Ca^{0.348} \times h^{0.341}$	0.714	2.79
4	スギ	30	16m-19m~25m以上	500未満~1500以上	$d = 2.151 \times Ca^{0.367} \times h^{0.524}$	0.882	2.50
	ヒノキ	30	10-15m~20-25m	500未満~1500以上	$d = 3.897 \times Ca^{0.338} \times h^{0.363}$	0.732	2.72
5	スギ	30	15-20m~30m以上	500未満~1500以上	$d = 2.304 \times Ca^{0.355} \times h^{0.513}$	0.874	2.57
	ヒノキ	30	15m未満~25m以上	750-1000~1500以上	$d = 3.666 \times Ca^{0.333} \times h^{0.387}$	0.738	2.66
6	スギ	31	15-20m~30m以上	500未満~1200-1500	$d = 4.670 \times Ca^{0.440} \times h^{0.247}$	0.911	1.83
	ヒノキ	32	10-15m~30m以上	500未満~1500以上	$d = 4.459 \times Ca^{0.395} \times h^{0.287}$	0.955	1.92
7	スギ	97	20-25m~25m以上	500未満~1000-1500	$d = 2.970 \times Ca^{0.267} \times h^{0.494}$	0.732	2.56
	ヒノキ	98	15m未満~25m以上	500未満~1500以上	$d = 4.293 \times Ca^{0.284} \times h^{0.310}$	0.819	1.99
8	スギ	64	15-20m~25m以上	500未満~1500以上	$d = 3.707 \times Ca^{0.433} \times h^{0.357}$	0.868	2.94
	ヒノキ	47	15m未満~25m以上	500未満~1500以上	$d = 6.877 \times Ca^{0.388} \times h^{0.186}$	0.807	2.51
9	スギ	9	20-22m~26-28m	500未満~1000-1500	$d = 2.195 \times Ca^{0.338} \times h^{0.547}$	0.932	2.52
	ヒノキ	9	20m未満~25m以上	500未満~1400以上	$d = 3.030 \times Ca^{0.161} \times h^{0.581}$	0.874	1.65
10	スギ	74	15m未満~30-35m	500未満~1000-1500	$d = 3.018 \times Ca^{0.264} \times h^{0.517}$	0.783	2.70

No.	樹種	現地調査 点数	樹高範囲(m)	立木密度範囲(本/ha)	胸高直径推定式	補正R ² 値	RMSE
11	スギ	20	不明	不明	$d = 8.072 \times Ca^{0.521}$	0.97	2.2
	ヒノキ	10	不明	不明	$d = 6.072 \times Ca^{0.626}$	0.99	1.77
	カラマツ	5	不明	不明	$d = 10.542 \times Ca^{0.341}$	0.97	0.94
12	スギ	94	10m未満～25m以上	500未満～1500以上	$d = 3.687 \times Ca^{0.321} \times h^{0.425}$	0.833	2.27
	ヒノキ	47	10m未満～20-25m	500未満～1500以上	$d = 3.324 \times Ca^{0.281} \times h^{0.491}$	0.866	1.87
13	スギ	35	不明	不明	$d = 2.474 \times Ca^{0.223} \times h^{0.604}$	0.855	2.07
	ヒノキ	35	不明	不明	$d = 2.721 \times Ca^{0.453} \times h^{0.427}$	0.796	2.2
14	スギ	20	10-15m～30-35m	500未満～3000以上	$d = 0.028 \times h + 0.025 \times Ca + 2.350$	不明	2.9
	ヒノキ	20	10-15m～25-30m	500-1000～3000以上	$d = 0.029 \times h + 0.018 \times Ca + 2.488$	不明	3.1

表 2.1-11 航空レーザーデータの現地調査概要と胸高直径推定式（中部局管内）

No.	樹種	現地調査 点数	樹高範囲(m)	立木密度範囲(本/ha)	胸高直径推定式	補正R ² 値	RMSE
1	ヒノキ	15	10-12m～24-26m	500未満～2000以上	$d = 2.786 \times A^{0.148} \times h^{0.571}$	0.868	1.76
	カラマツ	15	16-18m～30m以上	500未満～1000	$d = 5.837 \times Ca^{0.328} \times h^{0.195}$	0.719	2.78
2	スギ	13	15-20m～20-25m	600-800～1200以上	$d = 6.857 \times Ca^{0.278} \times h^{0.251}$	0.860	2.02
	カラマツ	13	15-20m～25m以上	400未満～800-1000	$d = 12.236 \times Ca^{0.239}$	0.450	3.22
3	スギ	47	15-20m～30m以上	500未満～2000	$d = 3.115 \times Ca^{0.437} \times h^{0.373}$	0.929	2.67
	ヒノキ	45	10-15m～25-30m	500未満～2000以上	$d = 2.977 \times Ca^{0.382} \times h^{0.436}$	0.896	2.13
	カラマツ	4	20m～25m	500未満～1000	$d = h^{1.022}$	0.908	3.39
4	スギ	15	20-25m～25m以上	500未満～1500	$d = 4.736 \times Ca^{0.431} \times h^{0.256}$	0.880	2.84
	ヒノキ	15	10-15m～20-25m	500～1500以上	$d = 3.439 \times Ca^{0.365} \times h^{0.409}$	0.877	2.07
5	スギ	122	10-15m～25m以上	500未満～1500以上	$d = 2.858 \times Ca^{0.368} \times h^{0.458}$	0.860	2.74
	ヒノキ	73	10-15m～20-25m	500～1500以上	$d = 3.597 \times Ca^{0.361} \times h^{0.391}$	0.841	2.19
6	スギ	30	15-20m～30m以上	500未満～2000	$d = 3.694 \times Ca^{0.285} \times h^{0.378} \times Ch^{0.098}$	0.827	2.23
	ヒノキ	30	15m未満～20-25m	500未満～2000	$d = 5.009 \times Ca^{0.302} \times h^{0.252} \times Ch^{0.113}$	0.816	1.95
7	スギ	30	10m未満～25m以上	500未満～1500以上	$d = 3.402 \times Ca^{0.357} \times h^{0.451}$	0.947	2.11

No.	樹種	現地調査 点数	樹高範囲(m)	立木密度範囲(本/ha)	胸高直径推定式	補正R ² 値	RMSE
	ヒノキ	30	10m未満～25m以上	500未満～1500以上	$d=3.007 \times C_a^{0.257} \times h^{0.517}$	0.928	2.00
8	スギ	46	10m未満～25m以上	400未満～1000以上	$d=3.173 \times C_a^{0.354} \times h^{0.430}$	0.925	2.33
	ヒノキ	55	10m未満～25m以上	400未満～1000以上	$d=2.823 \times C_a^{0.391} \times h^{0.407}$	0.763	3.90
	カラマツ	32	15-20m～25m以上	400未満～1000以上	$d = A^{0.223} \times h^{0.756}$	0.966	不明
	ヒノキ	8	10-15m～20-25m	200～1000以上	$d = 2.689 \times A^{0.057} \times h^{0.720}$	0.657	2.33
9	カラマツ	8	15-20m～25m以上	500未満～1000	$d = 1.889 \times A^{0.326} \times h^{0.453}$	0.956	1.52
	カラマツ	32	19m～32m	275～1025	$d = 5.426 \times C_a^{0.569}$	0.755	2.98
11	スギ	30	15m未満～25m以上	500未満～1000以上	$d=4.461 \times C_a^{0.349} \times h^{0.367}$	0.879	2.91
	ヒノキ	4	15m未満～15-20m	500未満～1000以上	$d=2.945 \times C_a^{0.296} \times h^{0.545}$	0.882	1.54
	カラマツ	3	15m未満～15-20m	500未満～1000	$d=14.085 \times C_a^{0.252}$	0.176	3.43
12	スギ	91	15-20m～25m以上	500未満～1000以上	$d=3.321 \times C_a^{0.342} \times h^{0.499} \times C_h^{-0.075}$	0.874	2.68

表 2.1-12 航空レーザデータの現地調査概要と胸高直径推定式（近畿中国管内）

No.	樹種	現地調査 点数	樹高範囲(m)	立木密度範囲(本/ha)	胸高直径推定式	補正R ² 値	RMSE
1	スギ	25	15-20m～30-35m	500未満～1500未満	$d = 1.811 \times C_a^{0.326} \times h^{0.675}$	0.768	3.03
	ヒノキ	25	15m未満～25-30m	500未満～1500以上	$d = 3.363 \times C_a^{0.226} \times h^{0.538}$	0.898	1.48
2	スギ	30	15m未満～30-35m	500未満～2000未満	$d = 4.324 \times C_a^{0.332} \times h^{0.356}$	不明	不明
	ヒノキ	30	15m未満～25-30m	500未満～2000未満	$d=2.862 \times C_a^{0.393} \times h^{0.441}$	0.82	1.99
3	スギ	30	15m未満～30-35m	500未満～2000-2500	$d=1.765 \times C_a^{0.247} \times h^{0.803} \times C_h^{-0.115}$	0.930	1.94
	ヒノキ	30	15m未満～20-25m	500未満～1500-2000	$d=3.442 \times C_a^{0.367} \times h^{0.390}$	0.803	1.97
4	スギ	30	15-20m～30-35m	750-1000～1750以上	$d=2.863 \times C_a^{0.311} \times h^{0.509}$	0.865	2.03
	ヒノキ	30	15m未満～20-25m	500-750～1750以上	$d=5.804 \times C_a^{0.357} \times h^{0.230}$	0.634	1.80
5	スギ	20	14-16m～22-24m	600未満～1400-1600	$d=0.908 \times C_a^{0.289} \times h^{0.943}$	0.870	2.43
	ヒノキ	20	10m未満～18-20m	600-800～1400-1600	$d=2.587 \times C_a^{0.222} \times h^{0.621}$	0.808	1.80
6	スギ	10	15-20m～30-35m	500-1000～1500-2000	$d=2.418 \times C_a^{0.289} \times h^{0.600}$	0.946	1.74
	ヒノキ	10	10m未満～20-25m	500-1000～2500-3000	$d=1.886 \times C_a^{0.543} \times h^{0.508}$	0.896	1.33
7	スギ	30	20-25m～30-35m	500未満～1000-1500	$d=4.307 \times C_a^{0.203} \times h^{0.397}$	0.564	2.51

No.	樹種	現地調査 点数	樹高範囲(m)	立木密度範囲(本/ha)	胸高直径推定式	補正R ² 値	RMSE
8	ヒノキ	30	10-15m~25-30m	500未満~2000-2500	$d=2.643 \times C_a^{0.275} \times h^{0.434} \times C_h^{0.137}$	0.932	1.55
	スギ	30	15-20m~35m以上	500未満~1500-2000	$d=2.023 \times C_a^{0.235} \times h^{0.598}$	0.788	3.99
	ヒノキ	30	10-15m~25-30m	500未満~1000-1500	$d=2.966 \times C_a^{0.377} \times h^{0.427}$	0.838	2.79
9	スギ	15	20-25m~30-35m	500-1000~1500-2000	$d=6.904 \times C_a^{0.374} \times h^{0.203}$	0.776	2.48
	ヒノキ	51	5-10m~25-30m	500未満~2000-2500	$d=4.286 \times C_a^{0.360} \times h^{0.327}$	0.880	2.03
10	スギ	31	15m未満~30-35m	500未満~1000-1250	$d=1.945 \times C_a^{0.269} \times h^{0.691}$	0.918	2.09
	ヒノキ	30	15m未満~20-25m	500-750~1750以上	$d=3.983 \times C_a^{0.320} \times h^{0.395}$	0.764	2.14
11	スギ	37	15-20m~35-40m	500未満~1250-1500	$d=2.556 \times C_a^{0.304} \times h^{0.568}$	0.864	2.75
	ヒノキ	11	15-20m~30-35m	500未満~1250-1500	$d=6.80 \times C_a^{0.720} \times C_p^{-0.104}$	0.958	1.76
12	スギ	30	10m未満~35m以上	500未満~500-750	$d=1.727 \times C_a^{0.381} \times h^{0.592}$	0.968	1.80
	ヒノキ	20	15m未満~20-25m	500未満~1000-1250	$d=3.235 \times C_a^{0.275} \times h^{0.407}$	0.778	2.97

表 2.1-13 航空レーザーデータの現地調査概要と胸高直径推定式（四国局管内）

No.	樹種	現地調査 点数	樹高範囲(m)	立木密度範囲(本/ha)	胸高直径推定式	補正R ² 値	RMSE
1	スギ	36	0-15m~30-35m	500未満~1500以上	$d=3.344 \times C_a^{0.478} \times h^{0.324}$	0.903	2.91
	ヒノキ	30	0-15m~20-25m	500-1000~2000-2500	$d=3.474 \times C_a^{0.376} \times h^{0.393}$	0.758	2.46
2	スギ	30	0-15m~30-35m	500未満~2000-2500	$d=3.499 \times C_a^{0.221} \times h^{0.466}$	0.767	3.28
	ヒノキ	30	0-15m~20-25m	500未満~1500-2000	$d=5.056 \times C_a^{0.158} \times h^{0.400}$	0.666	1.94
3	スギ	31	0-15m~30-35m	500未満~1000-1500	$d=2.678 \times C_a^{0.185} \times h^{0.620}$	0.757	2.75
	ヒノキ	31	0-15m~20-25m	500未満~1500-2000	$d=2.808 \times C_a^{0.276} \times h^{0.539}$	0.853	2.47
4	スギ	40	15-20m~30-35m	500未満~1250-1500	$d=5.360 \times C_a^{0.388} \times h^{0.270}$	0.815	2.88
	ヒノキ	20	15m未満~20-25m	500未満~1250-1500	$d=3.002 \times C_a^{0.185} \times h^{0.543} \times C_h^{0.136}$	0.732	2.90
5	スギ	30	15m未満~25m以上	500未満~1500以上	$d=2.675 \times C_a^{0.259} \times h^{0.504}$	0.951	2.38
	ヒノキ	30	15m未満~20-25m	500未満~1500以上	$d=2.972 \times C_a^{0.135} \times h^{0.626}$	0.803	1.88
6	スギ	30	20m未満~29m以下	500未満~1250以下	$d=1.781 \times C_a^{0.433} \times h^{0.523}$	0.701	3.52
	ヒノキ	30	12m未満~26m以下	500-750~1750以下	$d=4.008 \times C_a^{0.327} \times h^{0.372}$	0.758	1.68

No.	樹種	現地調査 点数	樹高範囲(m)	立木密度範囲(本/ha)	胸高直径推定式	補正R ² 値	RMSE
7	スギ	10	14-16m~22-24m	500以上~2500未満	$d=1.598 \times C_a^{0.337} \times h^{0.642}$	0.765	3.49
	ヒノキ	14	14-16m~22-24m	500以上~2500未満	$d=3.007 \times C_a^{0.257} \times h^{0.517}$	0.799	1.74
8	スギ	30	15-20m~25-30m	500未満~1500-2000	$d=0.6558 \times h^{1.253}$	不明	不明
	ヒノキ	30	15-20m~20-25m	500未満~2000-2500	$d=1.0307 \times h^{1.1143}$	不明	不明
9	スギ	50	15m以下~35m以上	500未満~2500以上	$d=2.343 \times C_a^{0.347} \times h^{0.537}$	0.881	2.89
	ヒノキ	53	15m以下~25-30m	500未満~2500-3000	$d=3.596 \times C_a^{0.348} \times h^{0.405}$	0.848	2.50
10	スギ	36	15m以下~30m以上	500未満~1500以上	$d=1.468 \times C_a^{0.239} \times h^{0.739}$	0.919	2.23
	ヒノキ	37	15m以下~25-30m	500未満~1500以上	$d=2.055 \times A^{0.223} \times h^{0.616}$	0.846	1.99
11	スギ	37	15-20m~30m以上	500以下~1000-1500	$d=3.986 \times C_a^{0.515} \times h^{0.242}$	0.895	2.41
	ヒノキ	38	10m以下~20-25m	500-1000~2000以上	$d=3.223 \times C_a^{0.477} \times h^{0.348}$	0.833	1.97
12	スギ	57	15-20m~30m以上	500以下~1000-1500	$d=3.215 \times C_a^{0.557} \times h^{0.366} \times C_h^{-0.156}$	0.842	2.87
	ヒノキ	62	10m以下~20-25m	500以下~1500-2000	$d=3.349 \times C_a^{0.391} \times h^{0.403}$	0.737	2.70
13	スギ	107	10-15m~30m以上	500以下~1000-1500	$d=3.559 \times C_a^{0.345} \times h^{0.429}$	0.879	2.27
	ヒノキ	44	10m以下~25-30m	500以下~2000以上	$d=4.362 \times C_a^{0.256} \times h^{0.378}$	0.889	1.76
14	スギ	91	15-20m~30m以上	500以下~2000以上	$d=3.996 \times C_a^{0.349} \times h^{0.376}$	0.811	2.76
	ヒノキ	85	10-15m~20-25m	500以下~2000以上	$d=2.703 \times C_a^{0.233} \times h^{0.487} \times C_h^{0.122}$	0.810	1.79
15	スギ	54	15-20m~30m以上	500以下~1000-1500	$d=2.743 \times C_a^{0.390} \times h^{0.457}$	0.878	2.78
	ヒノキ	208	10m以下~25-30m	500以下~2000以上	$d=3.607 \times C_a^{0.385} \times h^{0.364}$	0.777	2.54
16	スギ	41	15-20m~30m以上	500以下~1000-1500	$d=3.259 \times C_a^{0.339} \times h^{0.432}$	0.880	2.37
	ヒノキ	95	10-15m~25-30m	500以下~1000-1500	$d=3.388 \times C_a^{0.383} \times h^{0.393}$	0.775	2.28

表 2.1-14 航空レーザーデータの現地調査概要と胸高直径推定式（九州局管内）

No.	樹種	現地調査 点数	樹高範囲(m)	立木密度範囲(本/ha)	胸高直径推定式	補正R ² 値	RMSE
1	スギ	31	10-15m~30-35m	500未満~1500以上	$d = 2.973 \times C_a^{0.256} \times h^{0.540}$	0.919	2.60
	ヒノキ	30	10-15m~25-30m	500未満~1500以上	$d = 2.853 \times C_a^{0.380} \times h^{0.440}$	0.932	1.79
2	スギ	45	12-14m~29-30m	500~2500以上	$d = 3.435 \times C_a^{0.325} \times h^{0.471}$	0.913	1.97
	ヒノキ	45	10-12m~24-26m	1000~2500未満	$d = 3.389 \times C_a^{0.468} \times h^{0.338}$	0.904	1.92
3	スギ	32	5-10m~30-35m	500未満~2000以上	$d = 1.775 \times C_a^{0.386} \times h^{0.621}$	0.935	2.76
	ヒノキ	37	10-15m~20-25m	500未満~1500以上	$d = 3.772 \times C_a^{0.390} \times h^{0.334}$	0.861	2.09
4	スギ	32	15m以下~30-35m	500未満~2000以上	$d = 2.788 \times C_a^{0.388} \times h^{0.491}$	0.962	2.02
	ヒノキ	33	15m以下~25-30m	500未満~2000以上	$d = 3.50 \times C_a^{0.430} \times h^{0.362}$	0.953	1.52
5	スギ	33	10-15m~20-25m	1000未満~2000以上	$d = 3.311 \times C_a^{0.378} \times h^{0.452}$	0.877	2.03
	ヒノキ	33	10m以下~20-25m	1000未満~3000以上	$d = 4.240 \times C_a^{0.378} \times h^{0.242}$	0.907	1.59
6	スギ	34	10-15m~25-30m	500未満~1500以上	$d = 4.076 \times C_a^{-0.243} \times h^{0.238}$	0.940	2.66
	ヒノキ	33	10-15m~20-25m	500未満~1500以上	$d = 4.025 \times C_a^{0.419} \times h^{0.274}$	0.870	2.04
7	スギ	30	10m以下~30m以上	500未満~2000-2500	$d = 3.397 \times C_a^{0.291} \times h^{0.170}$	0.955	2.15
	ヒノキ	30	10m以下~15-20m	500未満~1000-1500	$d = 2.458 \times C_a^{0.449} \times h^{0.461}$	0.912	1.95
8	スギ	34	12-15m~29m以上	500未満~1750-2000	$d = 2.442 \times C_a^{0.396} \times h^{0.524}$	0.933	2.09
	ヒノキ	33	0-10m~20-22m	500-750~3000以上	$d = 3.109 \times C_a^{0.301} \times h^{0.439}$	0.850	1.67
9	スギ	30	不明	不明	$d = 3.386 \times C_a^{0.465} \times h^{0.377}$	0.918	3.16
	ヒノキ	30	不明	不明	$d = 4.753 \times C_a^{0.492} \times h^{0.163}$	0.854	1.55
10	スギ	30	不明	不明	$d = 4.030 \times C_a^{0.569} \times h^{0.259}$	0.897	2.25
	ヒノキ	30	不明	不明	$d = 3.109 \times V^{0.172} \times h^{0.594}$	0.912	1.62

2.1.3 異常データのフィルタリング・補正及びメッシュ集計

航空レーザデータは、多数のサンプルデータを取得できる一方、異常データも含んでいることから、以下のとおり異常データのフィルタリング及び補正を実施した上で、最終的なメッシュ集計を行った。

(1) 異常木及び異常メッシュのフィルタリング

本事業では以下のフィルタリングを実施した。

【異常木のフィルタリング】

- 形状比が40未満又は150以上となる単木は、樹高－胸高直径関係が適切に推定できていない異常値と考え、除外した。

【林齢関係のフィルタリング】

- メッシュは小班区画、林相区画の境界と交差しないものを対象とした（メッシュ内に複数樹種・複数林齢が混在することを避けるため）。
- 林齢が0年となるメッシュは除外した。
- 林齢が200年以上となるメッシュは除外した（過年度事業において、これらのメッシュを目視確認した結果、実際は樹高が低く若齢と見られる林分や広葉樹等の混交林が分布している場合が多く、成長予測モデルの作成に適している林分は少ないと考えられたため）。

【樹高関係のフィルタリング】

- 林齢と樹高の関係性から、「樹高/林齢 >1.2 」のデータ（例えば林齢10年で樹高12m以上、林齢20年で樹高24m以上）、「樹高/林齢 <0.1 」のデータ（例えば林齢100年で樹高10m未満）は異常値と考え、集計から除外した。

【胸高直径関係のフィルタリング】

- 「平均胸高直径/林齢 >2 」及び「平均胸高直径/林齢 <0.1 」のデータは除外した。

【本数関係のフィルタリング】

- メッシュ内立木本数が0本となるメッシュは除外した。
- メッシュ内立木本数が9本未満のメッシュについて、単木樹頂点位置の分布を目視で確認し、メッシュ内に偏って分布するメッシュは林縁部で樹形が標準的でない可能性があるため除外した（図 2.1-8）。
- 立木密度（ha当たり本数）について、明らかに異常値と考えられる「立木密度 <100 」のデータは除外した。
- 新植地から若齢林の林分について、樹頂点抽出時に最低樹高（3m等で設定される）未

満の立木が抽出されず（図 2.1-9）、本数密度が過小になってしまうことから、本数と林齢の関係から「 $\text{林齢} \times 50 + \text{立木密度} < 1500$ 」となるデータ（林齢0年で1500本/ha～林齢30年で0本/haのライン以下）は除外した（図 2.1-10）。

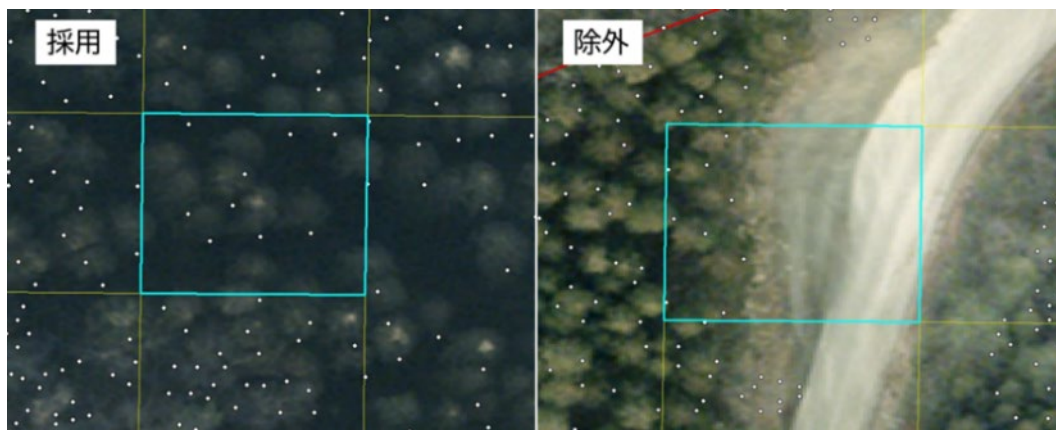


図 2.1-8 メッシュ内の単木樹頂点位置の分布確認イメージ
（左：採用 右：除外）

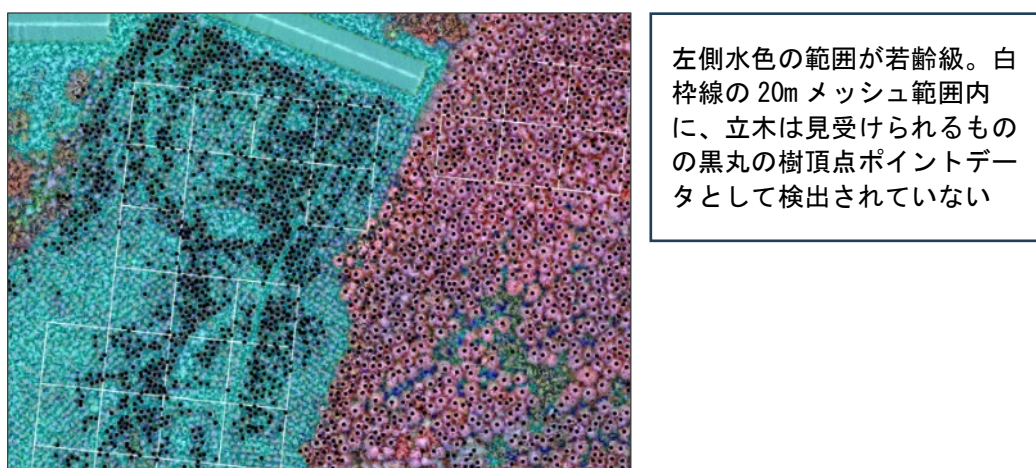


図 2.1-9 若齢級林分において樹頂点が検出されない例

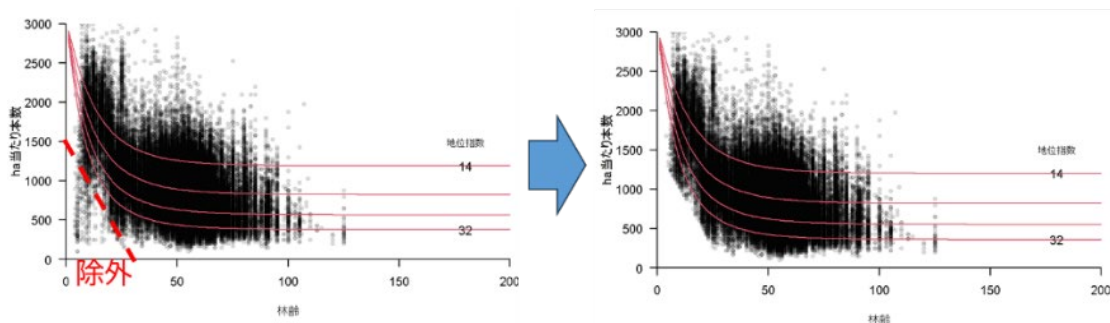


図 2.1-10 ha 当たり本数と林齢の関係における若齢級の異常値データフィルタリング

(2) データの補正

以下のデータ補正処理を実施した。

- 航空レーザ計測を実施した年と、森林資源解析を実施した年（解析データに森林簿（民有林）又は森林調査簿（国有林）（以下「森林簿等」という。）の林齢を付与した年）が異なっているデータについては、森林簿等の林齢を計測当時の林齢に逆算して補正した。補正の結果、林齢が0以下となってしまうデータは除外した。
- 国有林の森林調査簿など、1つの小班に樹種・林齢データが3つずつ紐づいている場合がある。原則として「樹種1」に紐づく「林齢1」を採用したが、「林齢>樹高」となるデータは異常値の可能性があるため、これらについて、「樹種2」又は「樹種3」が林相判読結果の樹種と一致している場合は「林齢2」又は「林齢3」を採用した。いずれにも一致せず、林齢が10未満のデータは異常値と考え集計から除外した。
- 平均樹高が著しく低いメッシュについては、立木間のギャップに存在する低木等の単木ポイントが影響している可能性がある。樹高成長曲線の作成には上層樹高を用いるため、そのような低木の影響を軽減する目的でLorey's heightを計算し上層樹高として用いることとした。

Lorey's heightは、胸高断面積を重みとする加重平均樹高であり、以下の式で計算できる。ここで、 H_{Lorey} はLorey's height(m)、 BA は胸高断面積(cm^2)、 DBH は胸高直径(cm)、 H は樹高である（参考：Pourrahmati et al.,2018¹¹等）。

$$H_{Lorey} = \frac{\sum_{i=1}^n BA_i \times H_i}{\sum_{i=1}^n BA_i} = \frac{\sum_{i=1}^n DBH_i^2 \times H_i}{\sum_{i=1}^n DBH_i^2}$$

2.2 実測データ

航空レーザデータが様々な条件の森林を悉皆的に捉えたものであるという特性を踏まえつつ、そのデータから作成する成長予測モデルがその地域の森林の成長を適切に表しているかどうかを確認するため、比較対象として国有林の収穫調査（以下「収穫調査」という。）、航空レーザデータ解析時に実施された現地調査（以下「現地調査」という。）及びNFIによる実測データを収集した（各調査の概要は表 2.2-1のとおり）。

¹¹ Rajab Pourrahmati, M., Baghdadi, N., Darvishsefat, A. A., Namiranian, M., Gond, V., Bailly, J. S., & Zargham, N. (2018). Mapping Lorey's height over Hyrcanian forests of Iran using synergy of ICESat/GLAS and optical images. *European Journal of Remote Sensing*, 51(1), 100-115.

表 2.2-1 収集した実測データの概要

調査データ	調査対象	調査プロット面積	調査手法	調査位置
(1) 収穫調査	国有林	伐採範囲・調査手法による	毎木調査又は標準地調査。樹高測定は目測の場合あり。一般材と低質材の区別があるが上層木区別はなし。	林小班により特定可能
(2) 現地調査	主に民有林	0.04ha	レーザ解析と比較できるように上層木を区別。	GNSS記録で特定可能
(3) 森林生態系多様性基礎調査(NFI)	国有林・民有林	0.1ha	5年毎に継続調査。上層木の区別はなし。0.01haの小円、0.04haの中円、0.1haの大円で調査項目が異なる。	4km格子毎に設定

2.2.2 収穫調査データ

収穫調査データは、樹種がスギ、ヒノキ、カラマツ又はトドマツのうち、調査方法が「毎木調査」のデータのみを抽出し、さらに林齢が60年以上かつ樹高が15m以下、林齢が10年以下かつ樹高が12m以下、林齢が5年以下かつ樹高が8m以上、対象樹種の材積合計が林分全体の80%未満の林分は異常値の可能性が高いため除外した。また、伐採方法が「複層伐」及び「支障木」のデータも除外した。さらに、ha当たり材積が20m³/ha以下のデータも異常値の可能性が高いと考え除外した。

なお、収穫調査データには下層木も含まれるため、収穫予想表で用いられる上層木平均樹高と傾向が異なる懸念がある。そのため、胸高断面積での重み付けにより上層木平均樹高と近い値を示すLorey's height (2.1.3章参照) を樹高として用いた。ha当たり材積は収穫調査データのN材積を収穫区域面積で割ったものを用いた。

2.2.3 現地調査データ

収集・整理した航空レーザデータのうち、現地調査データが利用可能なものを対象にデータを整理した。なお、現地調査地点の森林の林齢が不明な場合は、別途森林簿等と照らし合わせ、特定可能であればその林齢を使用し、特定できないものは除外した。

2.2.4 NFI データ

森林生態系多様性基礎調査データは、公表されているウェブサイト (<http://forestbio.jp/>) から調査期間が第3期(2009～2013年)及び第4期(2014～2018年)のデータを収集した。

なお、公表されているデータのうち、成長予測モデルとの比較に利用できる数値データは林齢とha当たり材積であったため、林齢とha当たり材積に関する比較に利用した。

3 各森林管理局管内における地域区分の整理

令和6年度事業において検討した、気象条件を因子とする統一的な方法による地域区分（以下「気象クラス区分」という。）を基に、成長予測モデルの作成に当たって必要な航空レーザデータの分布状況や、各森林管理局の意見を踏まえながら、本事業において成長予測モデルの作成に使用する地域区分を決定した。

3.1 気象クラス区分

令和6年度事業では、花岡（2018）¹²の手法を参考として、以下の手順により計画区毎に気象クラス区分を割当てた（方法の詳細については当該事業報告書を参照¹³）。

1. 国土数値情報の平年値メッシュデータ（1kmメッシュ、令和4年度作成）を対象範囲全域について収集。ただし、東京都島嶼部は日射量データがないため除外し、積雪データがないメッシュは0に置換。
2. 解析時の負荷を軽減するため、1kmメッシュのデータを10kmメッシュ単位に再集計。
3. 標準化を行った上で、気象データの全属性を用いて主成分を分析。
4. 累積寄与率が0.8（80%）を超えるまでの主成分を選択（本事業では第1主成分から第3主成分までを採用）。
5. 選択した主成分の主成分スコアを用いたクラス区分に当たり、適切なクラス数を求めるため、Tibshirani et al.(2001)¹⁴の手法によりGap解析を実施。Gap値が高いほどクラスの当てはまりがよいことを示すが、クラス数が多過ぎると煩雑となり本来の目的であるデータの要約が難しくなることを踏まえ、適切なクラス数（k値）を選択（本事業では12区分を採用）。
6. 選択されたk値に基づき、k-means法により各メッシュのクラス区分を実施。
7. 各計画区において、国有林のみ対象とし、6で割当てたクラス別の面積を算出した上で、最大の割合となるクラスを当該計画区の気象クラスとして割り当て。

3.2 成長予測モデル作成のための地域区分の検討

各森林管理局の管内について、令和6年度事業において計画区毎に割当てた気象クラス区分を基に、利用可能な航空レーザデータ数（クラス区分別の20mメッシュ数）を踏まえて必要に応じて統合した地域区分案を作成した上で、各森林管理局へのヒアリングを実施

¹² 花岡創. (2018). 北海道育種基本区における気象条件と育種区との対応. *北方森林研究*, 66, 43-46.

¹³ 林野庁「令和6年度国有林野成長予測モデル等整備事業」報告書.

https://www.rinya.maff.go.jp/j/kokuyu_rinya/keikakuseido.html

¹⁴ Tibshirani, R., Walther, G., & Hastie, T. (2001). Estimating the number of clusters in a data set via the gap statistic. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Statistical Methodology)*, 63(2), 411-423.

表 3.2-1 気象クラス区分別データ数（北海道局管内）

都道府県	気象 クラス	航空レーザデータ数(20mメッシュ数)		
		カラマツ	トドマツ	スギ
北海道	5	50,826	89,058	0
	7	0	0	0
	10	19,302	45,968	0

【森林管理局意見】

異存なし。

【採用した地域区分】

当初案のとおり。

3.2.2 東北森林管理局

【当初地域区分案】

気象クラス区分及び航空レーザデータの分布状況（図 3.2-2及び 表 3.2-2）を踏まえて以下のとおり区分。なお、ヒノキについてはデータがないため対象外とした。

- スギ（3区分）：①秋田県・山形県、②青森県、③岩手県・宮城県
- カラマツ（2区分）：①秋田県・山形県、②青森県・岩手県・宮城県

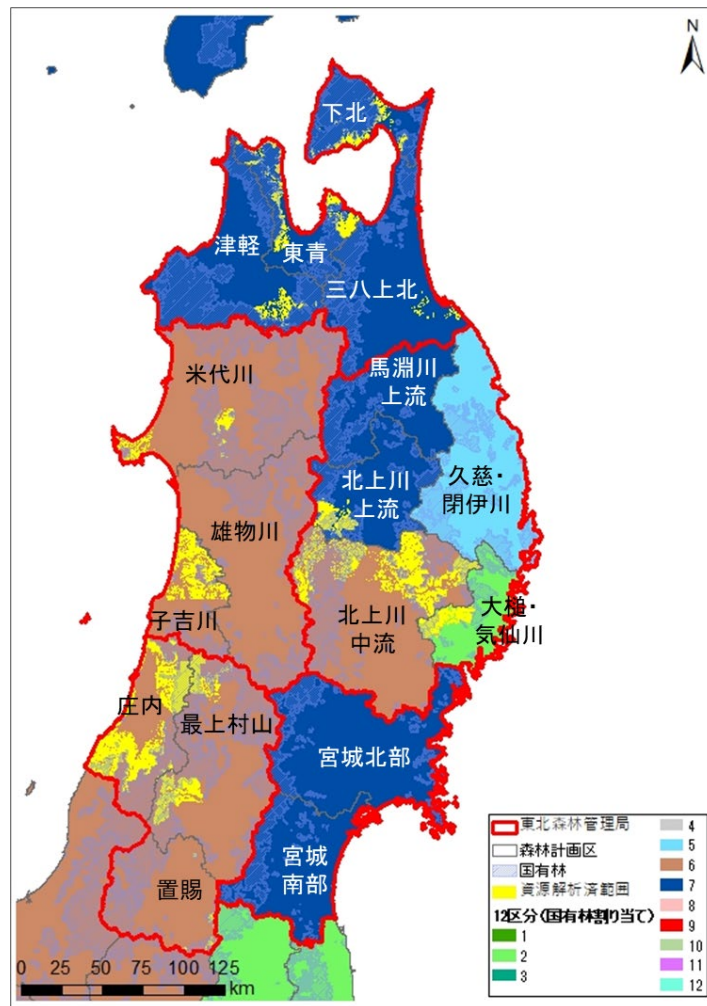


図 3.2-2 気象クラス区分と航空レーザデータ分布（東北局管内）

表 3.2-2 気象クラス区分別データ数（東北局管内）

都道府県	気象クラス	航空レーザデータ数(20mメッシュ数)		
		スギ	ヒノキ	カラマツ
青森県	■7	168,232	-	2,123
岩手県	■2	30,962	0	8,049
	■5	0	0	0
	■6	97,460	0	24,743
	■7	47,239	0	6,948
宮城県	■7	-	-	-
秋田県	■6	234,329	0	16
山形県	■6	305,488	0	3,731
計	■2	30,962	0	8,049
	■5	0	0	0
	■6	637,277	0	28,490
	■7	215,471	0	9,071

【森林管理局意見】

- スギは、データがない宮城県を岩手県と同区分で扱うことが妥当か判断し難い。
- カラマツは、全体的にデータが少ないため5県1区分でもよい。

【採用した地域区分】

森林管理局意見を踏まえ、以下の区分を採用。

- スギ（5区分）：①秋田県、②山形県、③青森県、④岩手県、⑤宮城県
（ただし、今回、データがない宮城県の成長予測モデルは作成しない）
- カラマツ（1区分）：秋田県・山形県・青森県・岩手県・宮城県

3.2.3 関東森林管理局

【当初地域区分案】

気象クラス区分及び航空レーザデータの分布状況（図 3.2-3及び表 3.2-3）を踏まえて以下のとおり区分。

- スギ（7区分）：
①新潟県・福島県（会津計画区）、②福島県（会津計画区以外）、③栃木県・群馬県（利根上流/吾妻計画区）、④群馬県（利根下流/西毛計画区）・埼玉県・山梨県、⑤茨城県・千葉県、⑥神奈川県・静岡県、⑦東京都
- ヒノキ（6区分）：
①新潟県・福島県（会津計画区）、②福島県（会津計画区以外）、③栃木県・群馬県（利根上流/吾妻計画区）、④群馬県（利根下流/西毛計画区）・埼玉県・山梨県・東京都、⑤茨城県・千葉県、⑥神奈川県・静岡県
- カラマツ（1区分）：関東局全域

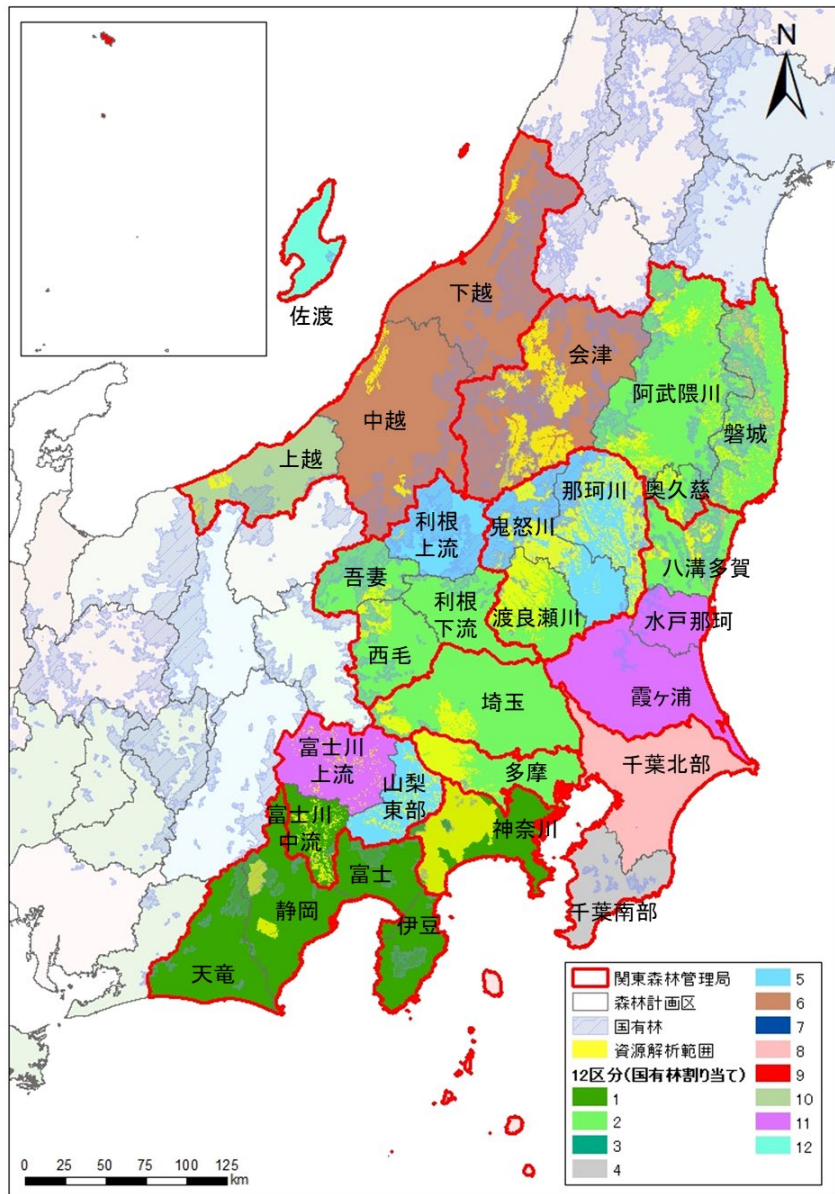


図 3.2-3 気象クラス区分と航空レーザデータ分布（関東局管内）

表 3.2-3 気象クラス区分別データ数（関東局管内）

都道府県	気象クラス	航空レーザデータ数(20mメッシュ数)		
		スギ	ヒノキ	カラマツ
新潟県	6	148,628	331	0
	10	5,907	0	0
福島県	2	252,348	39,468	1,509
	6	108,605	5	0
茨城県	2	29,720	3,063	0
	11	18,971	22,401	0
栃木県	2	29,956	74,466	0
	5	35,951	98,875	0
群馬県	2	48,354	7,136	7,793
	5	989	3	0
埼玉県	2	70,770	28,832	6,952
千葉県	4	0	0	0
	8	0	0	0
東京都	2	122,892	38,664	0
神奈川県	1	16,457	14,047	0
山梨県	1	40,099	10,465	954
	2	35,155	10,278	3,232
	11	4,773	6,766	3,317
静岡県	1	13,767	9,165	0
計	1	70,323	33,677	954
	2	554,040	191,629	16,254
	4	0	0	0
	5	72,095	109,156	3,232
	6	257,233	336	0
	8	0	0	0
	9	0	0	0
	10	5,907	0	0
	11	23,744	29,167	3,317

【森林管理局意見】

- 異存なし。

【採用した地域区分】

当初区分案のとおり。

3.2.4 中部森林管理局

【当初地域区分案】

気象クラス区分及び航空レーザデータの分布状況（図 3.2-4及び表 3.2-4）を踏まえて以下のとおり区分。

- スギ（4区分）：①富山県、②岐阜県、③長野県、④愛知県
- ヒノキ（3区分）：①富山県・岐阜県、②長野県、③愛知県
- カラマツ（2区分）：①富山県・岐阜県、②長野県

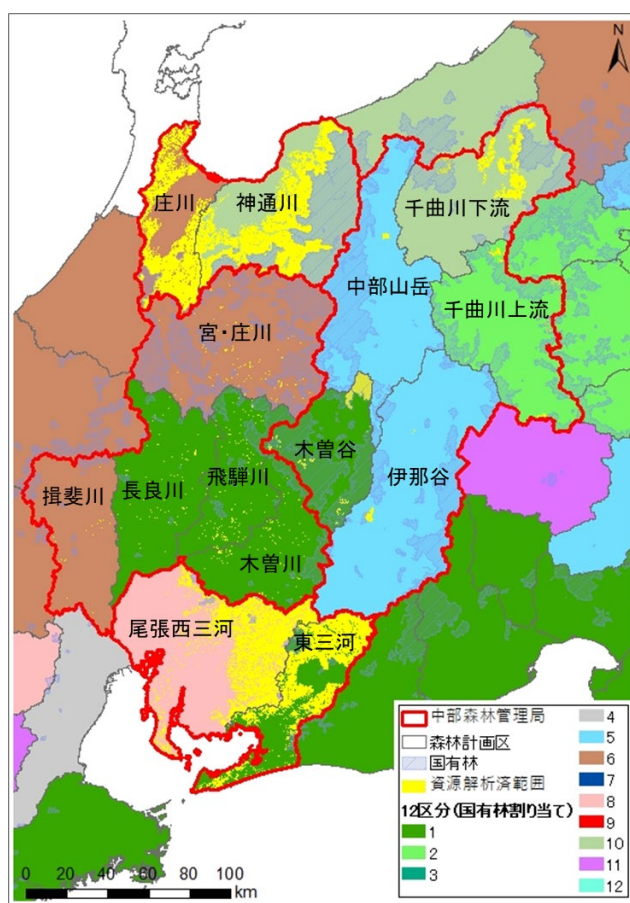


図 3.2-4 気象クラス区分と航空レーザデータ分布（中部局管内）

表 3.2-4 気象クラス区別データ数（中部局管内）

都道府県	気象クラス	航空レーザデータ数(20mメッシュ数)		
		スギ	ヒノキ	カラマツ
富山県	6	107,709	1,339	1,884
	10	215,020	546	1,461
長野県	1	413	31,943	56,255
	2	95	1,476	29,991
	5	772	2,497	4,704
岐阜県	10	74,847	0	35,320
	1	3,639	11,761	115
愛知県	6	1,714	2,675	1,323
	1	143,727	105,377	0
計	8	39,431	85,358	0
	1	147,779	149,081	56,370
	2	95	1,476	29,991
	5	772	2,497	4,704
	6	109,423	4,014	3,207
	10	289,867	546	36,781

【森林管理局意見】

- 異存なし。

【採用した地域区分】

当初区分案のとおり。

3.2.5 近畿中国森林管理局

【当初地域区分案】

気象クラス区分及び航空レーザデータの分布状況（図 3.2-5及び表 3.2-5）を踏まえて以下のとおり区分。

- スギ（6区分）：
 - ①石川県・福井県、②滋賀県・京都府、③三重県、④奈良県・和歌山県、⑤大阪府・兵庫県・岡山県・広島県・山口県、⑥鳥取県・島根県
- ヒノキ（5区分）：
 - ①石川県・福井県・滋賀県・京都府、②三重県、奈良県・和歌山県、③大阪府・兵庫県・岡山県、④広島県・山口県、⑤鳥取県・島根県

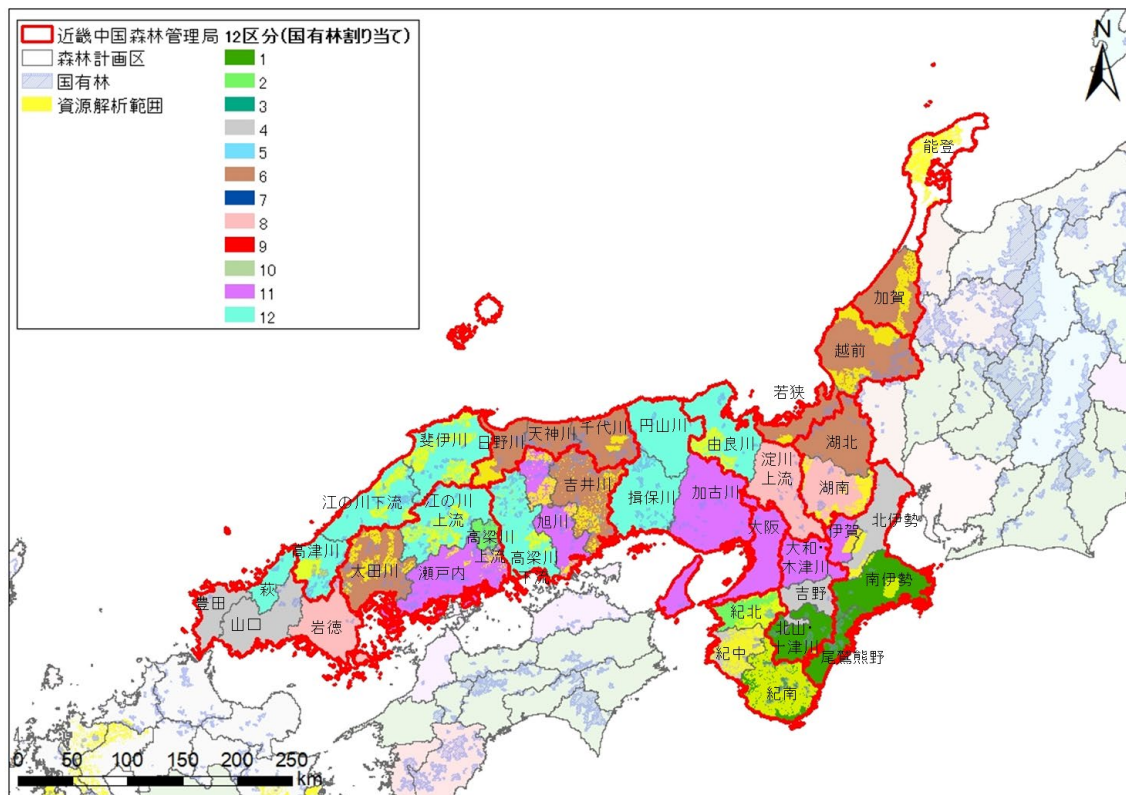


図 3.2-5 気象クラス区分と航空レーザデータ分布（近畿中国局管内）

表 3.2-5 気象クラス区別データ数（近畿中国局管内）

都道府県	気象クラス	航空レーザデータ数(20mメッシュ数)	
		スギ	ヒノキ
石川県	- (※能登)	123,775	4,983
	6	34,915	193
福井県	6	100,616	4,268
滋賀県	8	81,787	133,134
三重県	1	34,962	206,648
	4	16,229	19,004
	11	34,854	24,567
奈良県	1	-	-
和歌山県	1	313,593	417,081
	2	55,097	49,475
	4	96,112	131,128
京都府	12	17,976	21,593
大阪府	11	-	-
兵庫県	12	-	-
鳥取県	6	102,972	39,850
島根県	12	71,297	79,998
岡山県	6	9,565	81,507
	11	7,806	77,553
	12	299	35,960
広島県	6	26,774	55,922
	11	1,508	5,607
	12	2,380	39,835
山口県	12	-	-
計	- (※能登)	123,775	4,983
	1	348,555	623,729
	2	55,097	49,475
	4	112,341	150,132
	6	274,842	181,740
	8	81,787	133,134
	11	44,168	107,727
	12	91,952	177,386

※能登計画区には国有林がないため、クラス区分を設定していない。

【森林管理局意見】

- スギは、気象条件や現行収穫予想表の地域区分を考慮し、③三重県と④奈良県・和歌山県は統合し、⑤大阪府・兵庫県・岡山県と⑥広島県・山口県は分割してはどうか。
- ヒノキは異存なし。

【採用した地域区分】

森林管理局意見を踏まえ、以下の区分を採用。

- スギ（7区分）：
 - ①石川県・福井県、②滋賀県・京都府、③三重県、④奈良県・和歌山県、⑤大阪府・兵庫県・岡山県、⑥広島県・山口県、⑦鳥取県・島根県

※三重スギは密度管理図区分が分かれているため、本モデルでは統合は難しい

- ヒノキ（5区分）：
 - ①石川県・福井県・滋賀県・京都府、②三重県・奈良県・和歌山県、
 - ③大阪府・兵庫県・岡山県、④広島県・山口県、⑤鳥取県・島根県

3.2.6 四国森林管理局

【当初地域区分案】

気象クラス区分及び航空レーザデータの分布状況（図 3.2-6及び表 3.2-6）を踏まえて以下のとおり区分。

- スギ・ヒノキ（3区分）：
 - ①吉野川/那賀・海部川/安芸/高知/嶺北仁淀/東予/中予山岳/肱川計画区（気象クラス1）
 - ②四万十川/南予計画区（気象クラス9）、③香川/今治松山計画区（気象クラス11）

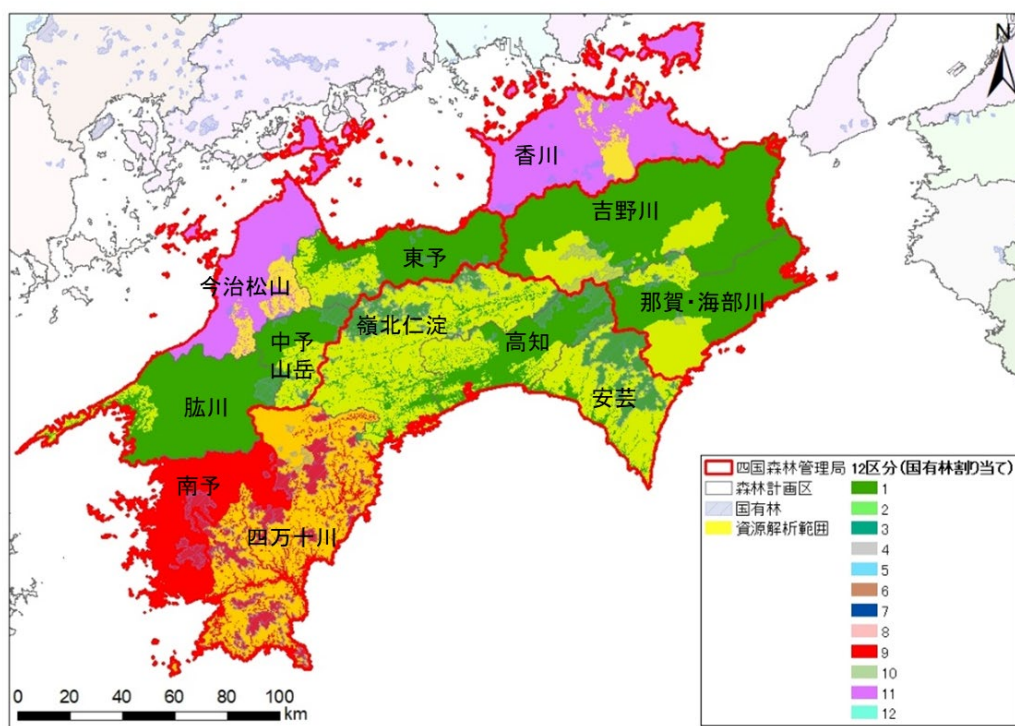


図 3.2-6 気象クラス区分と航空レーザデータ（四国局管内）

表 3.2-6 気象クラス区分別データ数（四国局管内）

都道府県	気象クラス	航空レーザデータ数(20mメッシュ数)	
		スギ	ヒノキ
香川県	■11	1,188	8,110
徳島県	■1	326,763	69,577
高知県	■1	381,975	320,947
	■9	101,298	577,311
愛媛県	■1	239,002	103,956
	■9	-	-
	■11	59,898	41,503
計	■1	947,740	494,480
	■9	101,298	577,311
	■11	61,086	49,613

【森林管理局意見】

- スギについて、安芸計画区は降水量が多い気候特性等により蓄積量が大きいヤナセスギがありこれまで個別の地域区分を行ってきたことから、分割してはどうか。
- ヒノキは異存なし。

【採用した地域区分】

森林管理局意見を踏まえ、以下の区分を採用。

- スギ（4区分）：
 - ①吉野川/那賀・海部川/高知/嶺北仁淀/東予/中予山岳/肱川計画区
 - ②安芸計画区、③四万十川/南予計画区、④香川/今治松山計画区
- ヒノキ（3区分）：当初区分案のとおり

3.2.7 九州森林管理局

【当初地域区分案】

気象クラス区分及び航空レーザデータの分布状況（図 3.2-7及び表 3.2-7）を踏まえて以下のとおり区分。

- スギ・ヒノキ（4区分）：
 - ①熊本県（白川・菊池川/球磨川計画区）・宮崎県（耳川計画区）（気象クラス1）
 - ②福岡県・佐賀県・大分県・長崎県（長崎北部計画区）・宮崎県（五ヶ瀬川計画区）・熊本県（緑川計画区）（気象クラス4）
 - ③長崎県（長崎南部/五島・壱岐計画区）（気象クラス8）
 - ④熊本県（天草計画区）・宮崎県（一ツ瀬川/大淀川/広渡川計画区）・鹿児島県（気象クラス9）

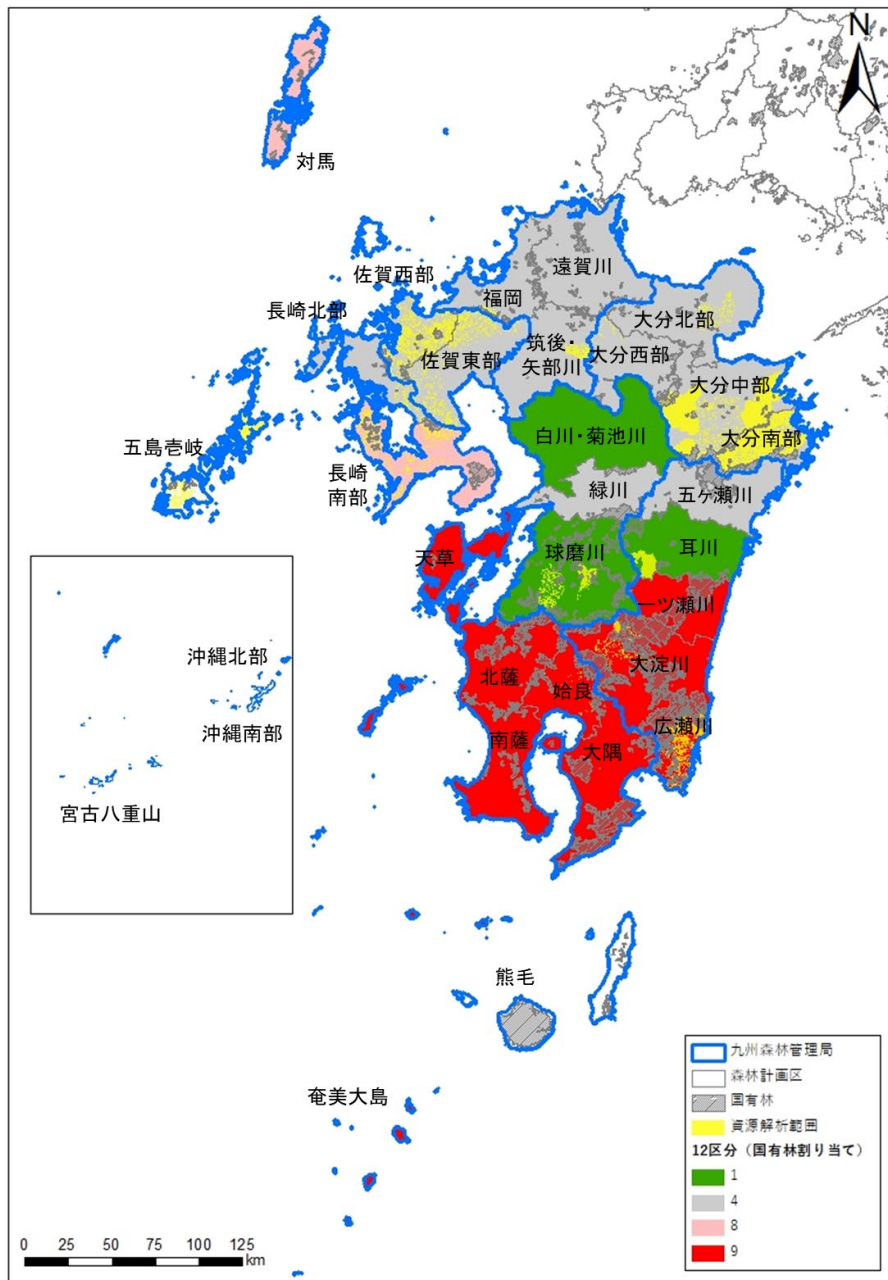


図 3.2-7 気象クラス区分と航空レーザデータ分布（九州局管内）

表 3.2-7 気象クラス区分別データ数（九州局管内）

都道府県	気象 クラス	航空レーザデータ数(20mメッシュ数)	
		スギ	ヒノキ
福岡県	■4	19,906	5,810
佐賀県	■4	168,952	82,596
長崎県	■4	5,711	12,838
	■8	21,657	192,603
大分県	■4	257,286	80,676
熊本県	■1	28,417	43,550
	■4	0	0
宮崎県	■1	14,759	6,553
	■9	109,243	8,715
鹿児島県	■1	0	0
	■9	9,060	9,900
沖縄県	■3	0	0
計	■1	43,176	50,103
	■3	0	0
	■4	451,855	181,920
	■8	21,657	192,603
	■9	118,303	18,615

【森林管理局意見】

- 地域区分を4区分とすることが妥当か否か判断し難い。

【採用した地域区分】

森林管理局意見を踏まえ、以下のとおり現行収穫予想表になるべく合わせた区分を採用。

- スギ・ヒノキ（7区分）：
 - ①福岡県・佐賀県、②長崎県、③大分県、④熊本県、
 - ⑤宮崎県（五ヶ瀬川/耳川/一ツ瀬川計画区）、⑥宮崎県（大淀川/広渡川計画区）、
 - ⑦鹿児島県

3.3 採用した地域区分（まとめ）

各森林管理局からの意見を踏まえて決定した地域区分を図 3.3-1～図 3.3-16に示す。

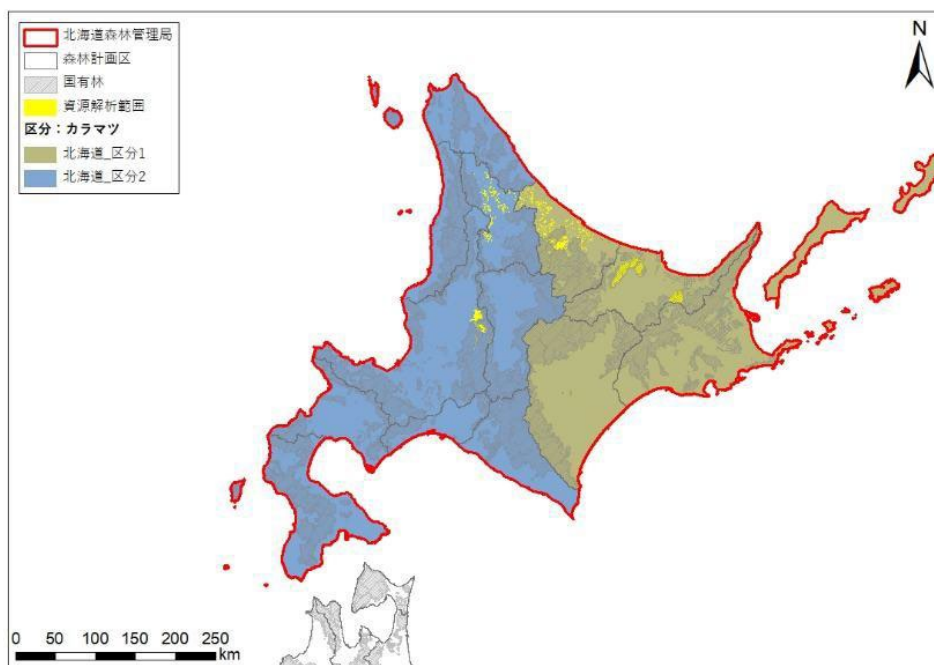


図 3.3-1 北海道局：カラマツの地域区分

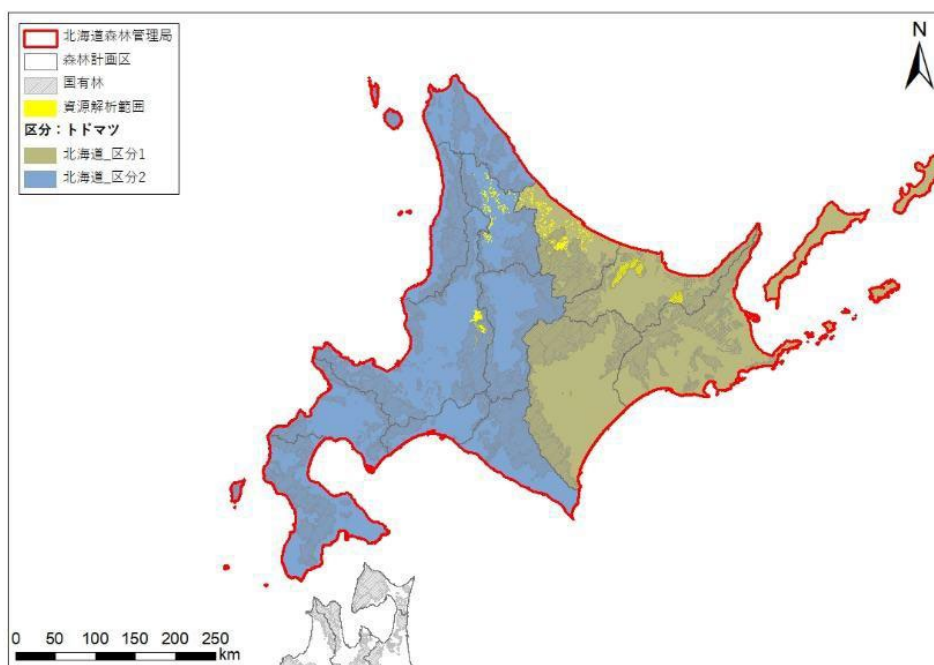


図 3.3-2 北海道局：トドマツの地域区分

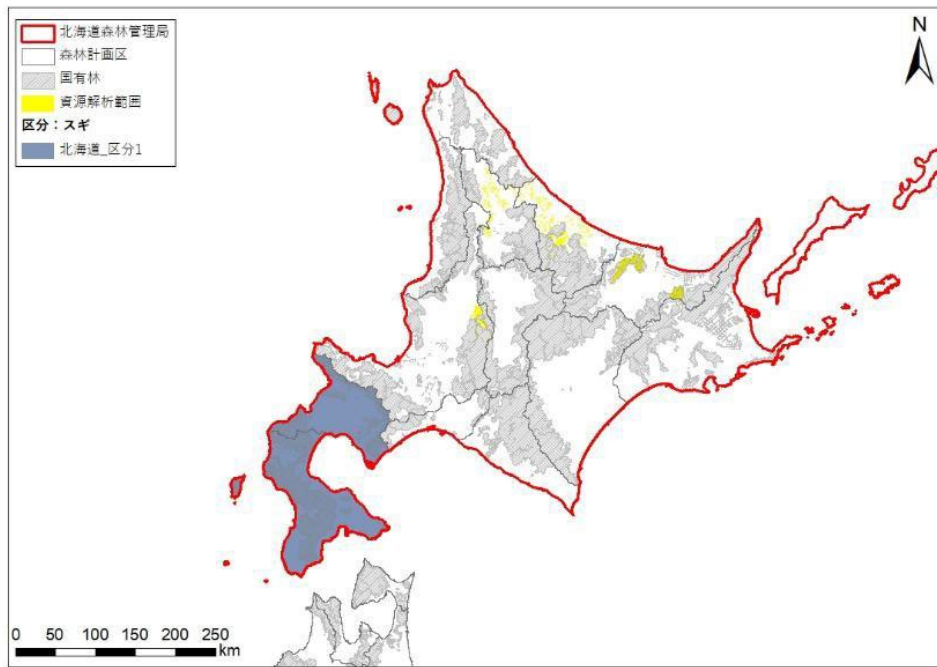


図 3.3-3 北海道局：スギの地域区分

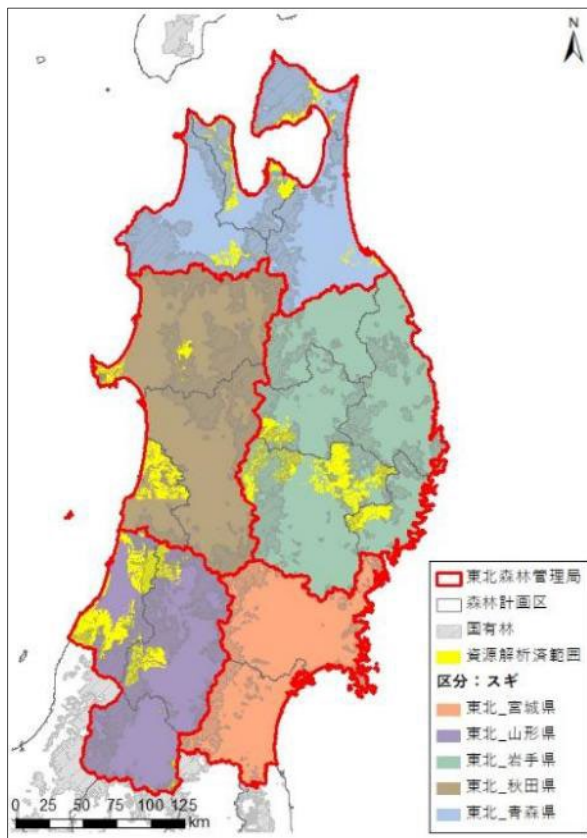


図 3.3-5 東北局：スギの地域区分

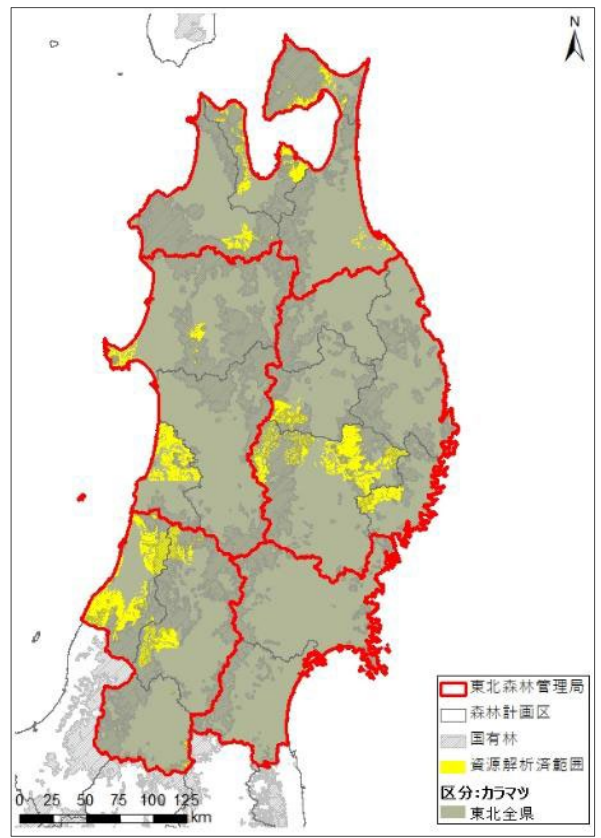


図 3.3-4 東北局：カラマツの地域区分

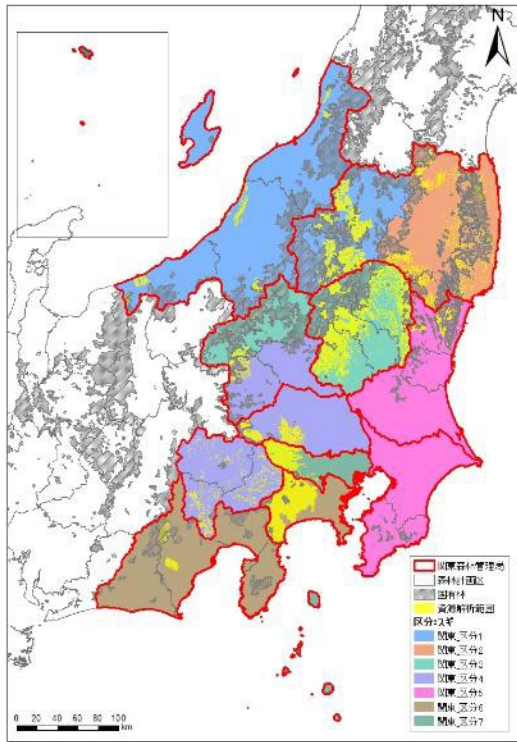


図 3.3-7 関東局：スギの地域区分

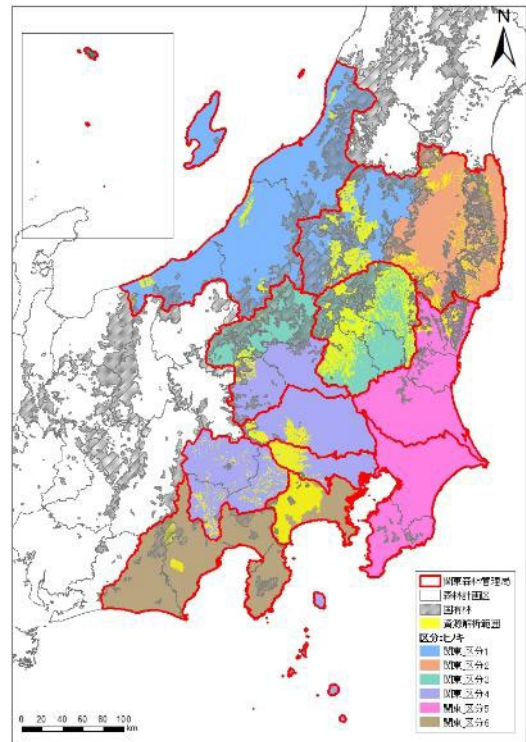


図 3.3-6 関東局：ヒノキの地域区分

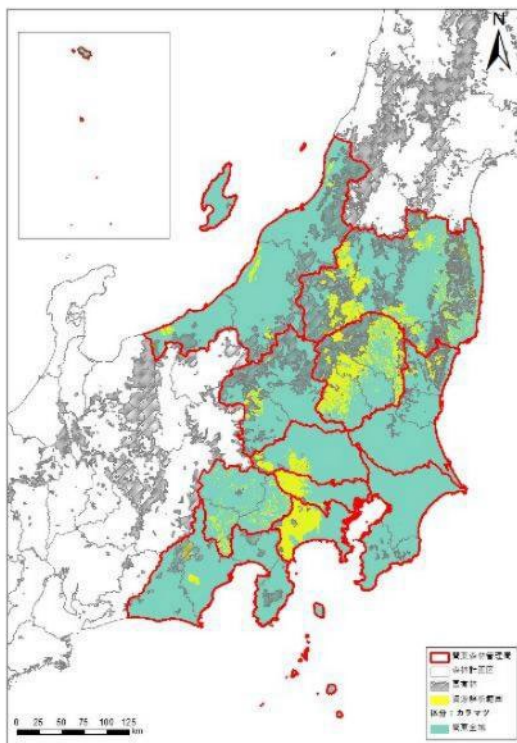


図 3.3-8 関東局：カラマツの地域区分

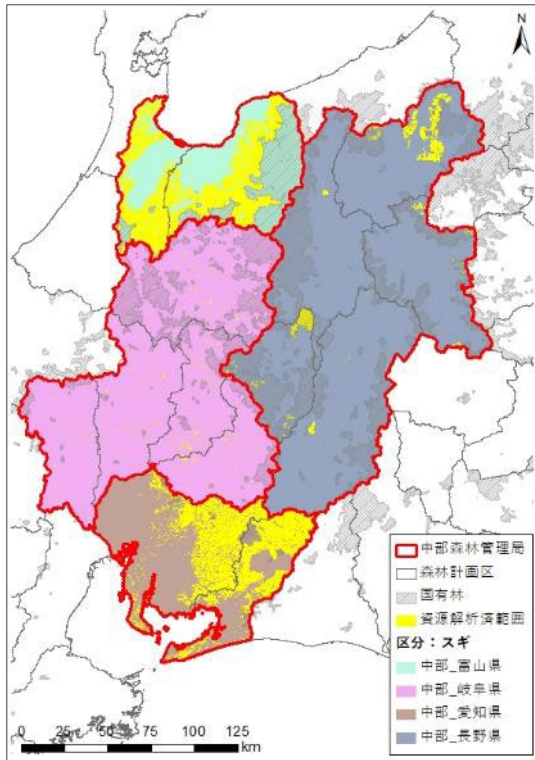


図 3.3-10 中部局：スギの地域区分

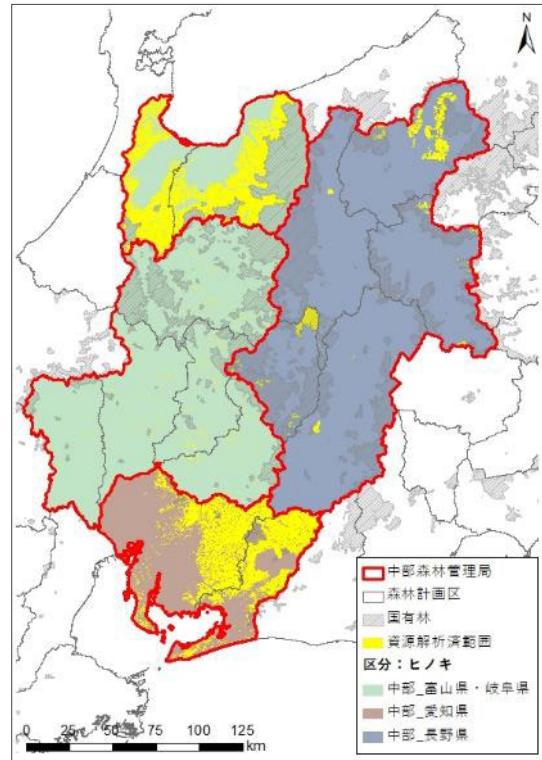


図 3.3-9 中部局：ヒノキの地域区分

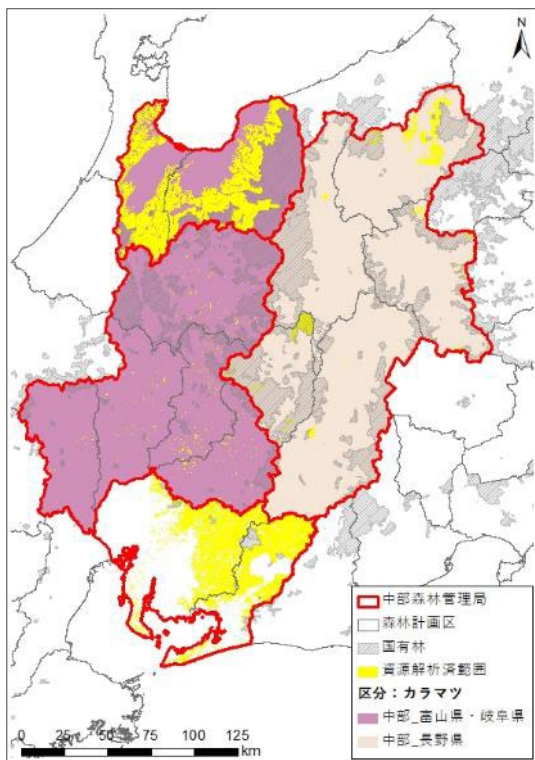


図 3.3-11 中部局：カラマツの地域区分

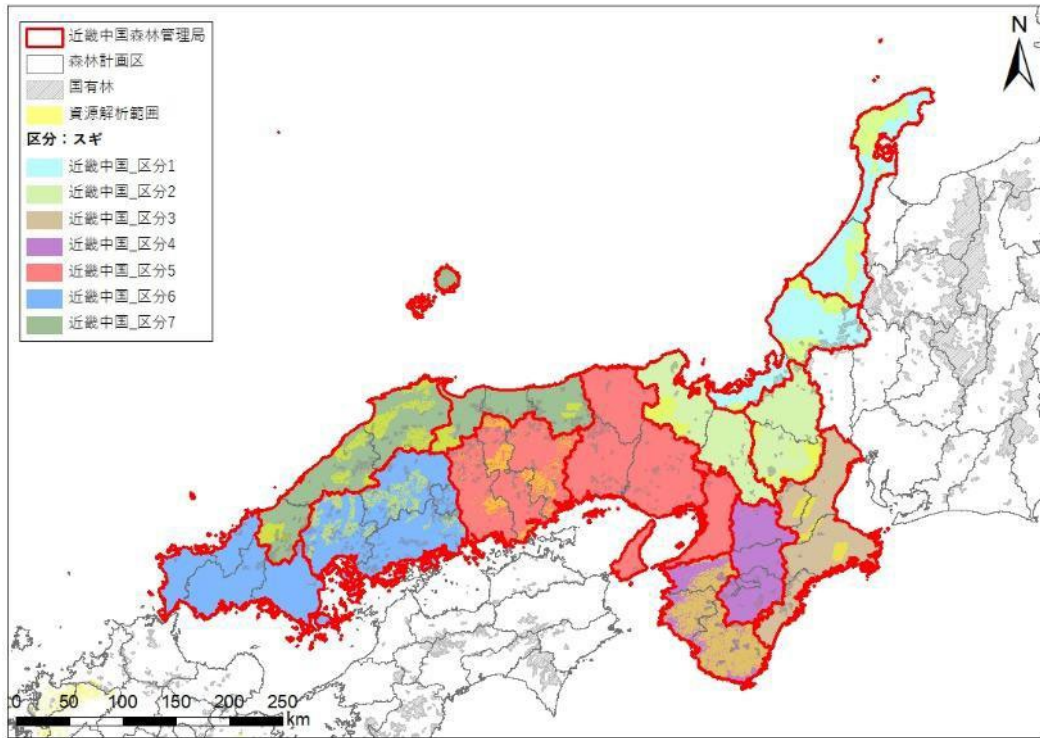


図 3.3-12 近畿中国局：スギの地域区分

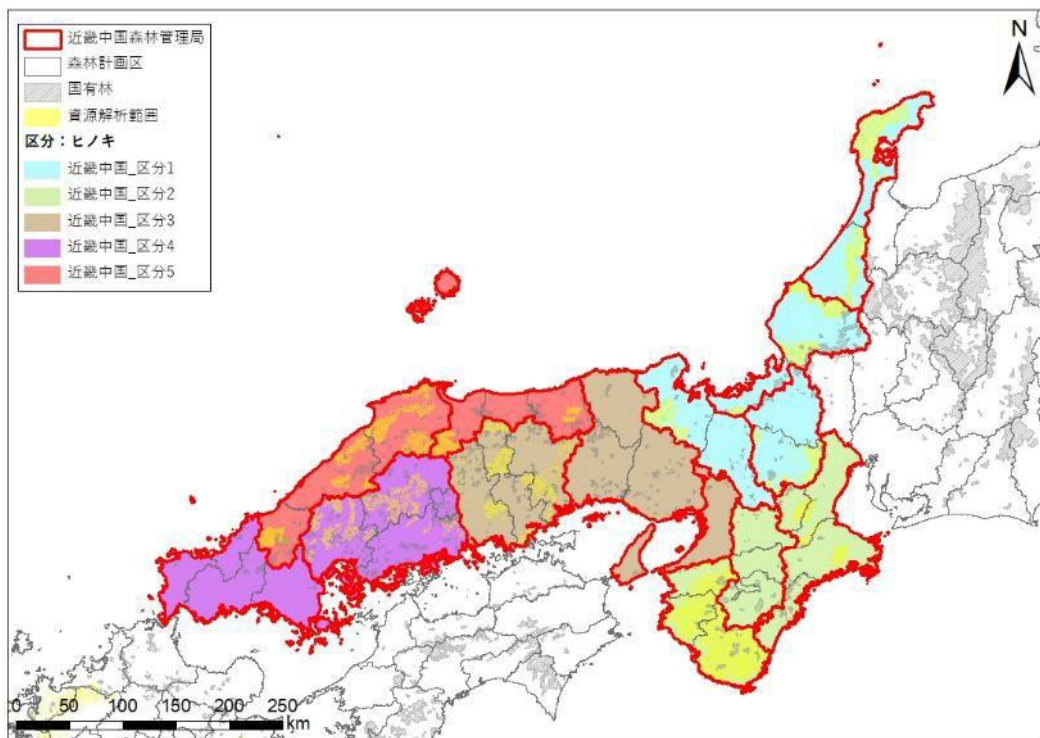


図 3.3-13 近畿中国局：ヒノキの地域区分

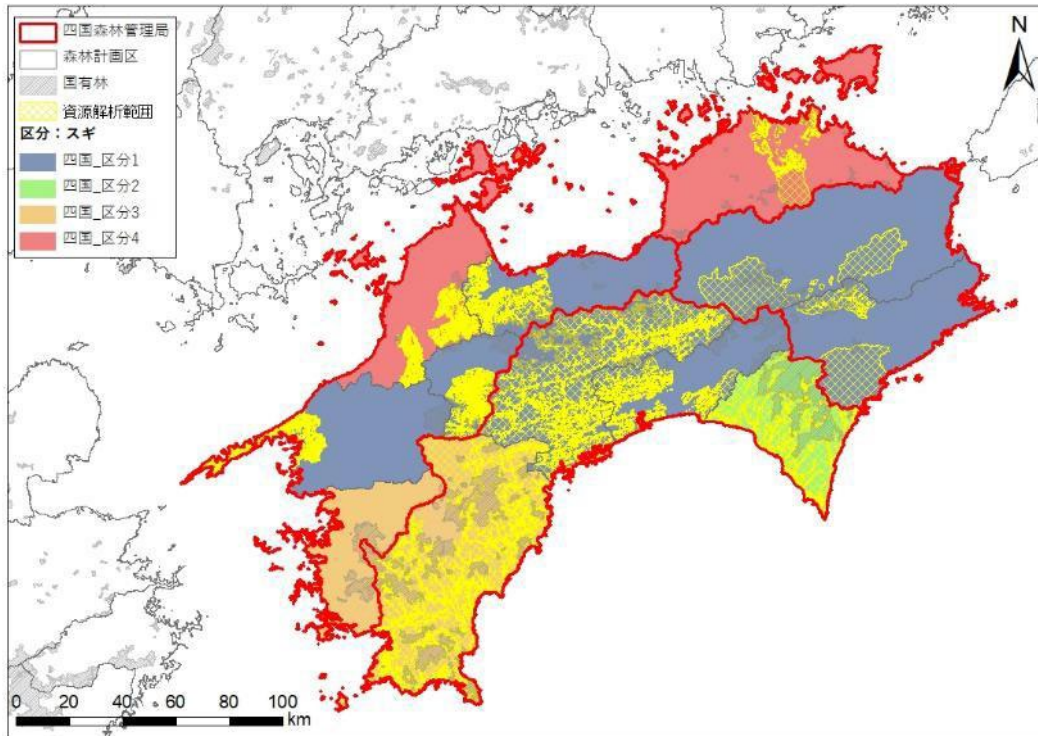


図 3.3-14 四国局：スギの地域区分

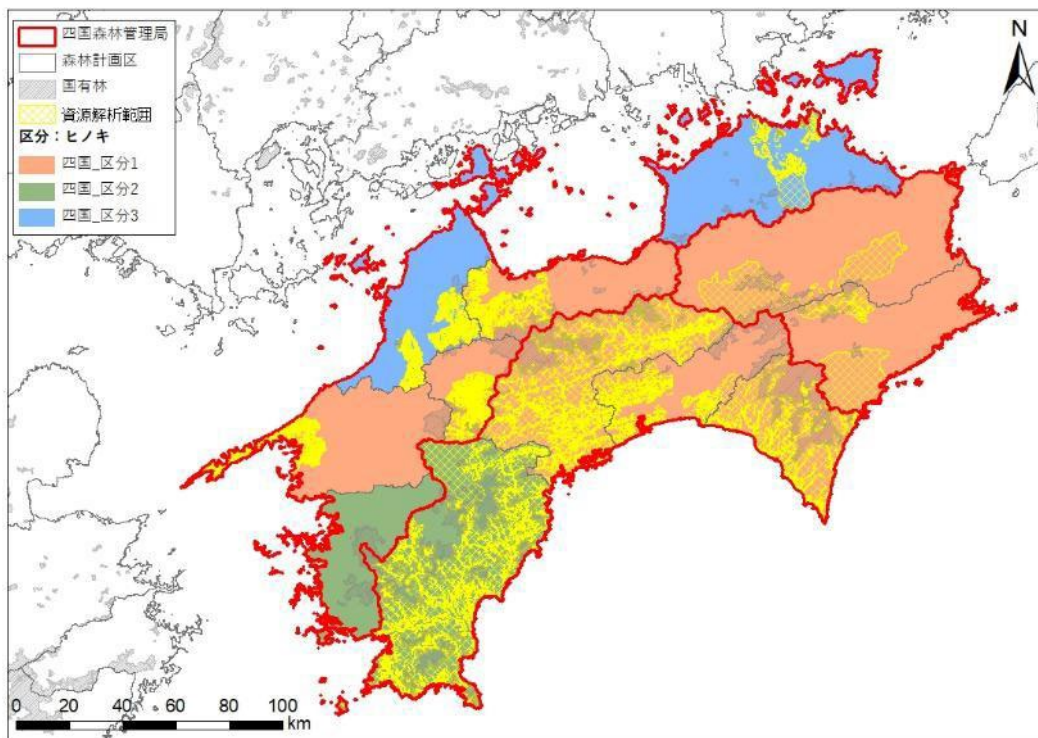


図 3.3-15 四国局：ヒノキの地域区分

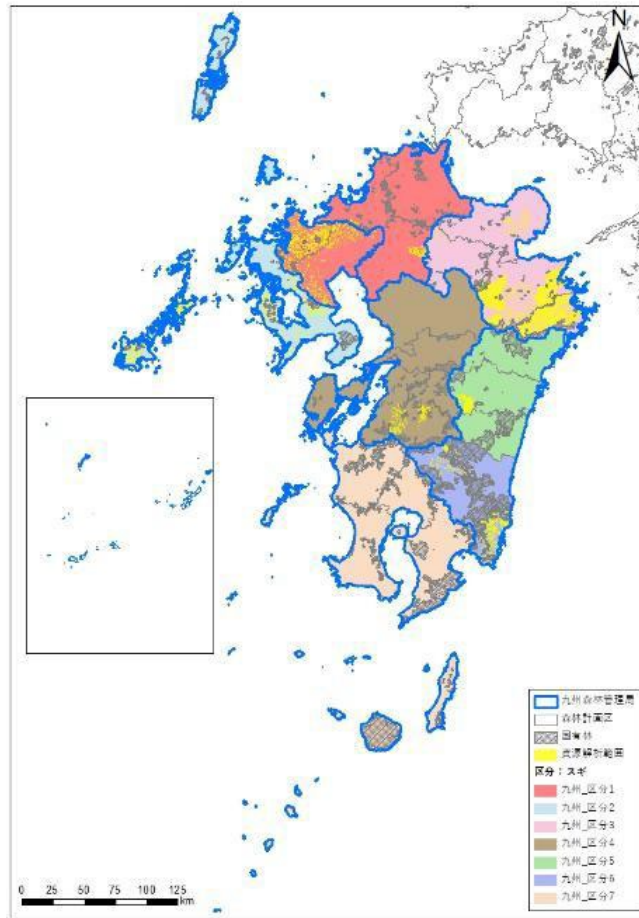


図 3.3-16 九州局：スギ及びヒノキの地域区分

4 各森林管理局における成長予測モデルの作成と妥当性の確認

前章で整理した地域区分に基づき、各森林管理局管内について、航空レーザデータを利用して主要樹種（基本的には利用可能な航空レーザデータが最も多い樹種）の成長予測モデルを作成し、現実林分の実測データとの比較によりその妥当性を確認した。

成長予測モデルの作成に当たっては、1.1章で記載したとおり、令和元～6年度に検討した「従来モデル」と、林分密度管理図を用いた「密度管理図モデル」の2通りの方法を検討した。

4.1 成長予測モデルの作成対象樹種

本事業において森林管理局毎に成長予測モデルの作成対象とした樹種を表 4.1-1に示す。基本的には利用可能な航空レーザデータが最も多い樹種を対象とした。なお、東北局及び中部局については、令和6年度事業に従来モデル及びスギの密度管理図モデルを作成したが、係数及び解析手法の微修正があったため本年度事業で改めて作成するとともに、新たにヒノキ（中部局のみ）及びカラマツ（東北局及び中部局）の密度管理図モデルを作成した。また、北海道局については、航空レーザデータが最も多かったのはトドマツであるが、トドマツは密度管理図モデルの係数が整備されていないことから従来モデルのみ作成することとし、カラマツについて従来モデル及び密度管理図モデルの両方を作成することとした。

表 4.1-1 各局成長予測モデル作成対象樹種

森林管理局	樹種	地域区分	成長予測モデル作成
北海道	カラマツ	①網走西部/網走東部/釧路根室/十勝計画区	●
	トドマツ	②宗谷/上川北部/上川南部/留萌/石狩空知/日高/胆振東部/後志胆振/渡島檜山計画区	● (従来モデルのみ)
	スギ	①渡島檜山/後志胆振計画区	
東北	スギ	①秋田県、②山形県、③青森県、④岩手県、⑤宮城県	● (⑤以外)
	カラマツ	①秋田県・山形県・青森県・岩手県・宮城県	●
関東	スギ	①新潟県・福島県(会津計画区)、 ②福島県(会津計画区以外)、 ③栃木県・群馬県(利根上流/吾妻計画区)、 ④群馬県(利根下流/西毛計画区)・埼玉県・山梨県、 ⑤茨城県・千葉県、⑥神奈川県・静岡県、⑦東京都	●
	ヒノキ	①新潟県・福島県(会津計画区)、 ②福島県(会津計画区以外)、 ③栃木県・群馬県(利根上流/吾妻計画区)、 ④群馬県(利根下流/西毛計画区)・埼玉県・山梨県・東京都、 ⑤茨城県・千葉県、⑥神奈川県・静岡県	
	カラマツ	①新潟県・福島県・栃木県・群馬県・埼玉県・東京都・山梨県・茨城県・千葉県・神奈川県・静岡県	
中部	スギ	①富山県、②岐阜県、③長野県、④愛知県	●
	ヒノキ	①富山県・岐阜県、②長野県、③愛知県	●
	カラマツ	①富山県・岐阜県、②長野県	●
近畿中国	スギ	①石川県・福井県、②滋賀県・京都府、③三重県、 ④奈良県・和歌山県、⑤大阪府・兵庫県・岡山県、 ⑥広島県・山口県、⑦鳥取県・島根県	
	ヒノキ	①石川県・福井県・滋賀県・京都府、 ②三重県、奈良県・和歌山県、 ③大阪府・兵庫県・岡山県、④広島県・山口県、 ⑤鳥取県・島根県	●
四国	スギ	①吉野川/那賀・海部川/高知/嶺北仁淀/東予/中予山岳/肱川計画区、 ②安芸計画区、③四万十川/南予計画区、 ④香川/今治松山計画区	●
	ヒノキ	①吉野川/那賀・海部川/安芸/高知/嶺北仁淀/東予/中予山岳/肱川計画区、 ②四万十川/南予計画区、③香川/今治松山計画区	
九州	スギ	①福岡県・佐賀県、②長崎県、③大分県、④熊本県、 ⑤宮崎県(五ヶ瀬川/耳川/一ツ瀬川計画区)、 ⑥宮崎県(大淀川/広渡川計画区)、⑦鹿児島県	●
	ヒノキ		

4.2 従来モデル及び密度管理図モデルの作成方法

従来モデル及び密度管理図モデルの作成フローを図 4.2-1 に示す。このうち、作業①～⑤は両モデルで共通の作業となる。作業⑥以降については、従来モデルでは⑥樹高から胸高直径、胸高直径から⑦平均単木材積及び⑧ha 当たり本数、そして⑨ha 当たり材積と推定を重ねて求めていく流れとなる。一方、密度管理図モデルでは、⑥樹高に対する本数減少曲線を求め、地位指数曲線及び本数減少曲線から⑦ha 当たり材積を求める流れとなる。なお、本事業では解析済みの航空レーザデータを利用したため作業①は実施せず、作業②及び③の航空レーザデータのフィルタリング・補正及びメッシュ集計については 2.1.3 章に既述のとおりであるため、以下では作業④樹高成長曲線の作成以降の手順を記載する。

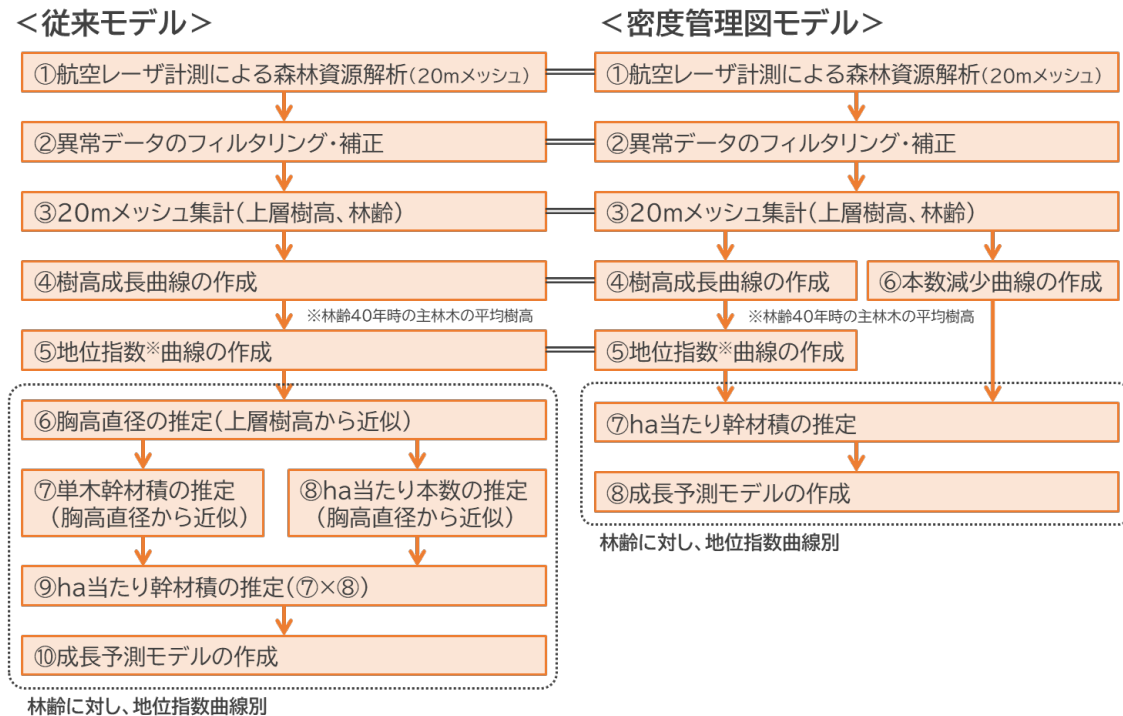


図 4.2-1 従来モデル及び密度管理図モデルの作成フロー

4.2.1 樹高成長曲線及び地位指数曲線の作成 (両モデル共通)

樹高と林齢の関係から、樹高成長曲線を作成した。適用する成長式の候補として、過年度事業での検討を踏まえ、リチャーズ式を採用した。

$$\text{リチャーズ式} : H_t = a(1 - b \cdot e^{(-c \cdot t)^d})$$

t は林齢、 H_t は林齢 t における上層樹高、 a 、 b 、 c 及び d は定数である。定数 a は理論上の最大樹高となる。

なお、本事業で作成する成長曲線は、若齢林の成長についても適切に表せることが重要であり、原点を通る必要がある。そのため、リチャーズ式の定数 b は1に固定した。20mメッシュ別に求めた林齢と樹高データから、非線形回帰によりリチャーズ式の a 、 c 及び d の定数を求めた。

回帰の際は、齢級毎に外れ値を算出し、それを除いたデータを用いて実施した。R(ver.4.2.1)のboxplot関数により齢級毎の箱ひげ図を作成し、「第3四分位数+（第3四分位数-第1四分位数）×1.5」を上回る値、又は「第1四分位数-（第3四分位数-第1四分位数）×1.5」を下回る値を外れ値として除いた。

求めた成長曲線をガイドカーブとして、上限線と下限線を決定した。各線の決定に当たっては、和口ら（2013）¹⁵の検討に基づき、以下の式により平均偏差率を算出した。

$$\delta = \frac{1}{N} \sum \left| \frac{Y - Y'}{Y'} \right|$$

このとき、 N はサンプル数、 Y は上層木平均樹高、 Y' は算出したガイドカーブにより求めた樹高である。

この平均偏差率の値を以下の式に代入すると、 n が±2.5のときに分布の95.5%が含まれることから、このときの曲線をガイドカーブの上限・下限線として設定した。

$$H_t = a(1 + n\delta)(1 - e^{(-b \cdot t)^c})$$

また、林齢40年時の上限線と下限線の樹高の範囲で得られる偶数の値毎に地位指数曲線を作成した。

4.2.2 樹高から ha 当たり材積までの推定方法

(1) 従来モデル

航空レーザデータを用いた上層樹高-胸高直径、胸高直径-単木材積及び胸高直径-ha 当たり本数の散布図を基に、以下のとおり、①上層樹高から胸高直径、②胸高直径から単木材積及び③胸高直径からha 当たり本数を推定する近似式をそれぞれ作成し、単木材積及びha 当たり本数からha 当たり材積を推定する方法によりモデルを作成した。

① 上層樹高から胸高直径の推定

胸高直径から樹高を求める近似式としては、以下(i)の拡張相対成長式がよく用いられる（伊東, 2015¹⁶）が、成長予測モデルでは上層樹高から胸高直径を求める必要があるため、上記の式を以下(ii)のように変形し、これを用いて上層樹高から胸高直径を推定する近似式

¹⁵ 和口美明, 今治安弥, & 迫田和也. (2013). 長伐期化に対応した奈良県スギ人工林地位曲線の作成.

¹⁶ 伊東宏樹. (2015). 樹種間差及び測定誤差を考慮した胸高直径-樹高関係のベイズ推定. 森林総合研究所 研究報告, 14(2), 73-74.

を作成した。なお、ここで、 H は樹高、 D は胸高直径、 a 、 b 及び H_{max} は定数であり、特に H_{max} は最大樹高である。

(i) 拡張相対成長式 (伊藤, 2015)

$$\frac{1}{H - 1.2} = \frac{1}{aD^b} + \frac{1}{H_{max}}$$

(ii) 拡張相対成長式の変形式

$$D = \left(\frac{1}{H - 1.2} - \frac{1}{H_{max}} \right)^{-\frac{1}{b}} \cdot \left(\frac{1}{a} \right)^{\frac{1}{b}}$$

② 胸高直径から単木材積の推定

胸高直径から単木材積を推定する近似式については、以下の相対成長式を用いた。ここで、 y は単木材積、 x は胸高直径、 a 及び b は定数である。

$$y = ax^b$$

③ 胸高直径からha当たり本数の推定

胸高直径からha当たり本数を推定する近似式については、植栽本数に上限があることから、以下のとおり、最大値を指定する定数 (N_{max}) のある拡張相対成長式の変形式を用いた。

$$N = \frac{N_{max} \cdot a \cdot D^b}{N_{max} + a \cdot D^b}$$

ここで、 N はha当たり本数、 D は胸高直径、 N_{max} 、 a 及び b は定数である。ただし、 N_{max} についてはha当たり本数の最大値であり、植栽本数と一致する必要があるため、回帰による定数探索の対象とせず、標準的な植栽本数として3,000本/haに固定した。

(2) 密度管理図モデル

林野庁 (2025) ¹⁷において示された手順に従い、樹高成長曲線及び本数減少曲線を作成し、密度管理図の式に当てはめることでha当たり幹材積を推定した。

樹高成長曲線は4.2.1章で作成したものを、本数減少曲線は以下のとおり上層樹高を変数として作成した。ここで、本数密度はha当たり本数、 a 、 b は定数である。

$$\text{本数密度} = a \times b^{\text{上層木平均樹高}}$$

樹高成長曲線及び本数減少曲線を基に、以下の密度管理図の式によりha当たり材積を推定した。

¹⁷ 林野庁 (2025) 林分密度管理図による収穫予想表作成の手順書 (民有林スギ・ヒノキ・カラマツ人工林用) . https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/sinrin_keikaku/con_3.html#sonota1

$$V = \left(b_1 \cdot H^{b_2} + \frac{b_3 \cdot H^{b_4}}{N} \right)^{-1}$$

V : ha当たり幹材積、 N : ha当たり本数、 H : 樹高、 b_1, b_2, b_3, b_4 : 定数

定数 b_1, b_2, b_3, b_4 は、林野庁（2025）に記載された地域区分毎の係数（表 4.2-1）を当てはめた。

表 4.2-1 林野庁（2025）による密度管理図の係数

樹種	地域	b_1	b_2	b_3	b_4
スギ	表東北*	0.01343	-1.02168	6769	-2.931
	裏東北・北陸**	0.01304	-1.0046	5138	-2.882
	北関東・東山	0.01408	-1.02272	7216	-2.934
	南関東・東海	0.0252	-1.10638	10730	-3.174
	北近畿・中国	0.01814	-1.02656	6048	-2.945
	南近畿・四国	0.02632	-1.0907	8309	-3.129
	九州	0.01584	-1.02028	5221	-2.927
ヒノキ	関東・中部	0.02359	-1.12056	10090	-3.118
	北近畿・中国	0.02729	-1.1432	11090	-3.181
	南近畿・四国	0.03413	-1.18489	12280	-3.297
	九州	0.01809	-1.04473	5088	-2.907
カラマツ	北海道	0.00786	-0.6298	8296	-2.941
	本州	0.00592	-0.60132	5711	-2.808

* 福島県の対象地域：阿武隈川森林計画区（郡山市湖南地区を除く）、奥久慈森林計画区、磐城森林計画区

** 福島県の対象地域：会津森林計画区、阿武隈川森林計画区のうち郡山市湖南地区

4.3 成長予測モデルの作成結果（ha 当たり材積）

各森林管理局の対象樹種について作成した地域区分毎の成長予測モデルのうち ha 当たり材積のデータを示す。各グラフについて、赤線が作成した成長予測モデルであり、それと比較する参考データとして、収穫調査、現地調査及び NFI（国有林・民有林別）のデータを表示した。なお、平均樹高等のその他データについては別冊資料 2 に整理した。

4.3.1 北海道森林管理局（カラマツ、トドマツ）

(1) カラマツ

① 網走西部/網走東部/釧路根室/十勝計画区

【従来モデル】

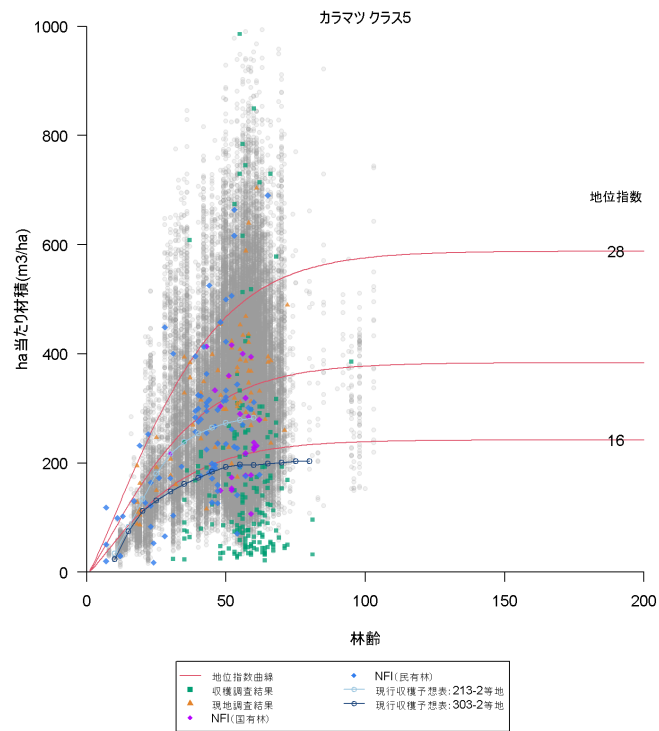


図 4.3-1 ha 当たり材積（北海道局、カラマツ、
①網走西部/網走東部/釧路根室/十勝計画区、従来モデル）

【密度管理図モデル】

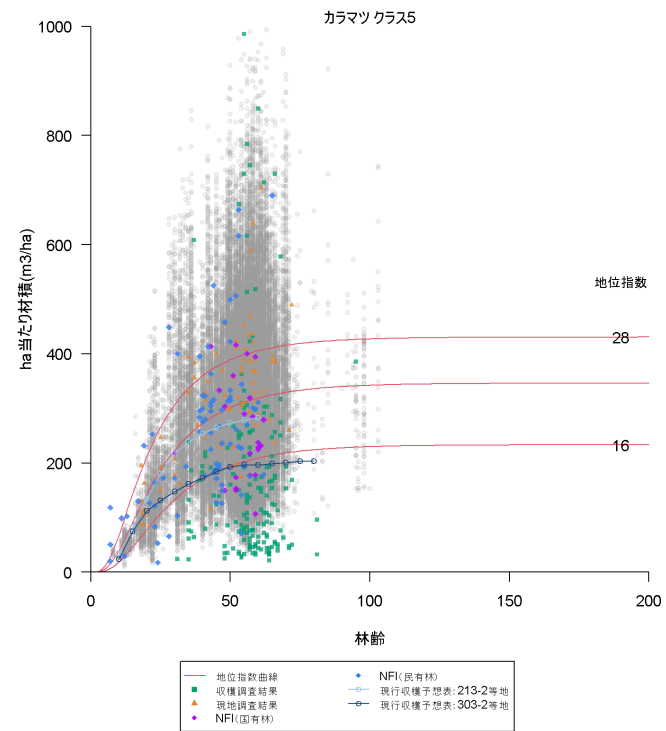


図 4.3-2 ha 当たり材積（北海道局、カラマツ、
①網走西部/網走東部/釧路根室/十勝計画区、密度管理図モデル）

② 宗谷/上川北部/上川南部/留萌/石狩空知/日高/胆振東部/後志胆振/渡島檜山計画区

【従来モデル】

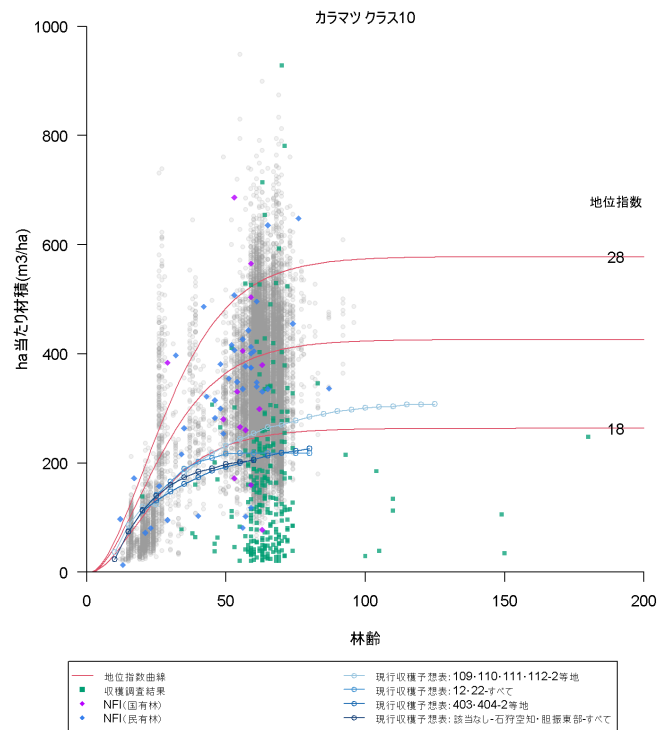


図 4.3-3 ha 当たり材積（北海道局、カラマツ、
②宗谷/上川北部/上川南部/留萌/石狩空知/日高/胆振東部/
後志胆振/渡島檜山計画区、従来モデル）

【密度管理図モデル】

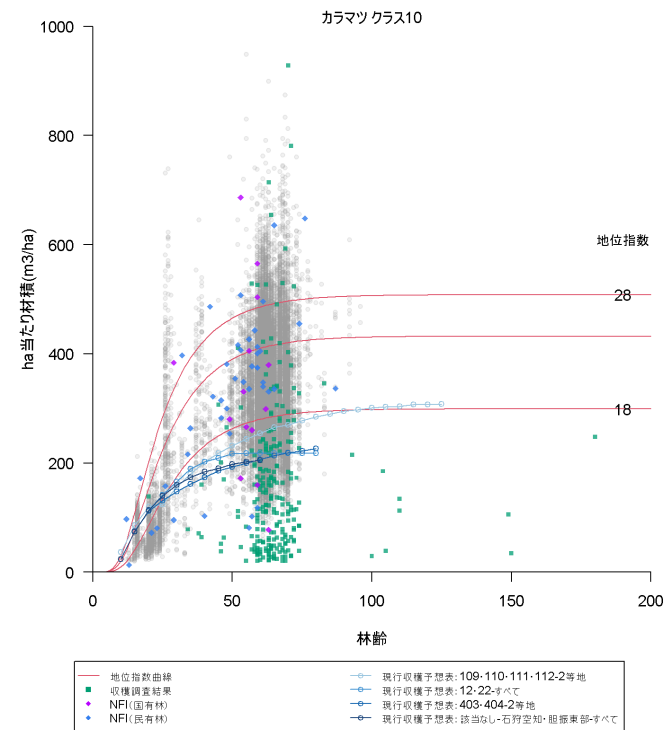


図 4.3-4 ha 当たり材積（北海道局、カラマツ、
②宗谷/上川北部/上川南部/留萌/石狩空知/日高/胆振東部/
後志胆振/渡島檜山計画区、密度管理図モデル）

(2) トドマツ

① 網走西部/網走東部/釧路根室/十勝計画区

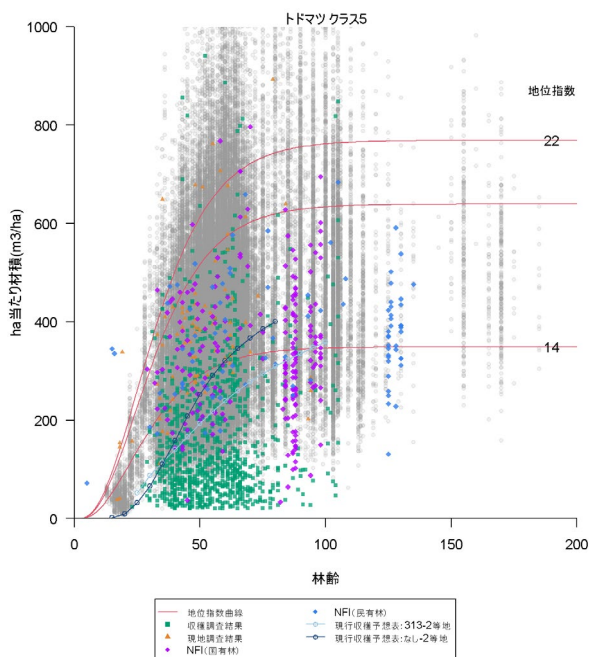


図 4.3-5 ha 当たり材積

(北海道局、トドマツ、①網走西部/網走東部/釧路根室/十勝計画区、従来モデル)

② 宗谷/上川北部/上川南部/留萌/石狩空知/日高/胆振東部/後志胆振/渡島檜山計画区

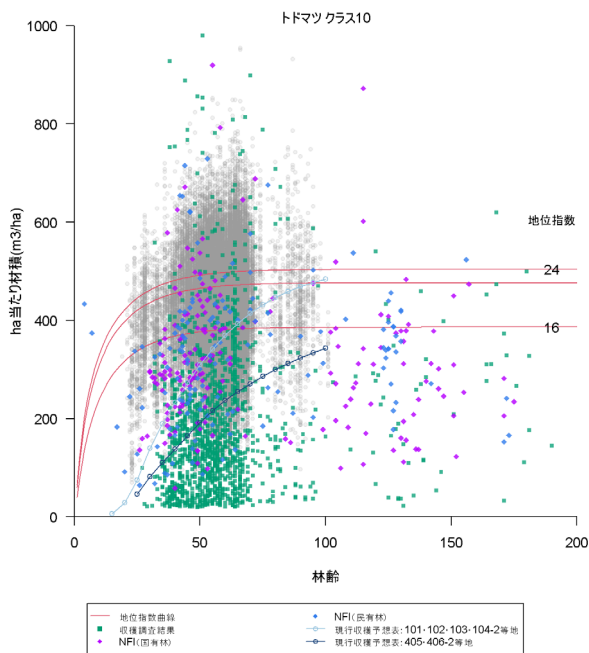


図 4.3-6 ha 当たり材積 (北海道局、トドマツ、②宗谷/上川北部/上川南部/留萌/石狩空知/日高/胆振東部/後志胆振/渡島檜山計画区、従来モデル)

4.3.2 東北森林管理局（スギ、カラマツ）

(1) スギ

① 秋田県

【従来モデル】

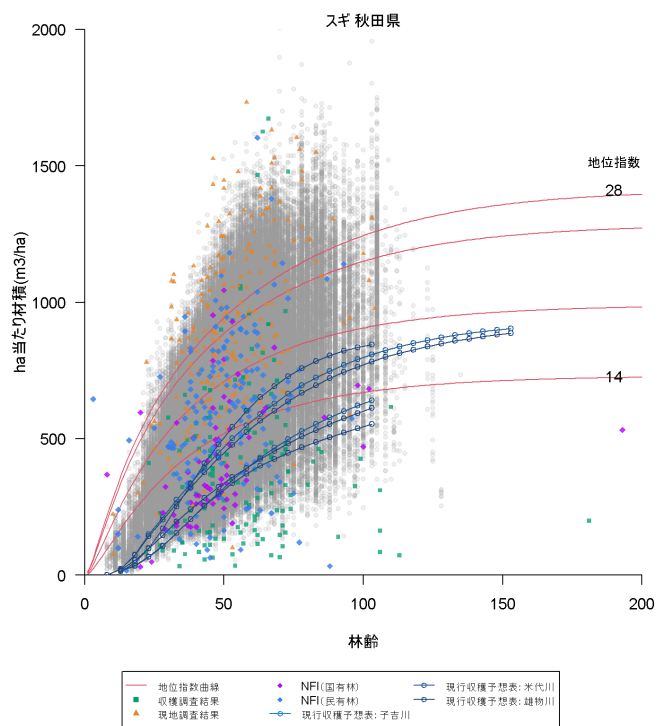


図 4.3-7 ha 当たり材積
(東北局、スギ、①秋田県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

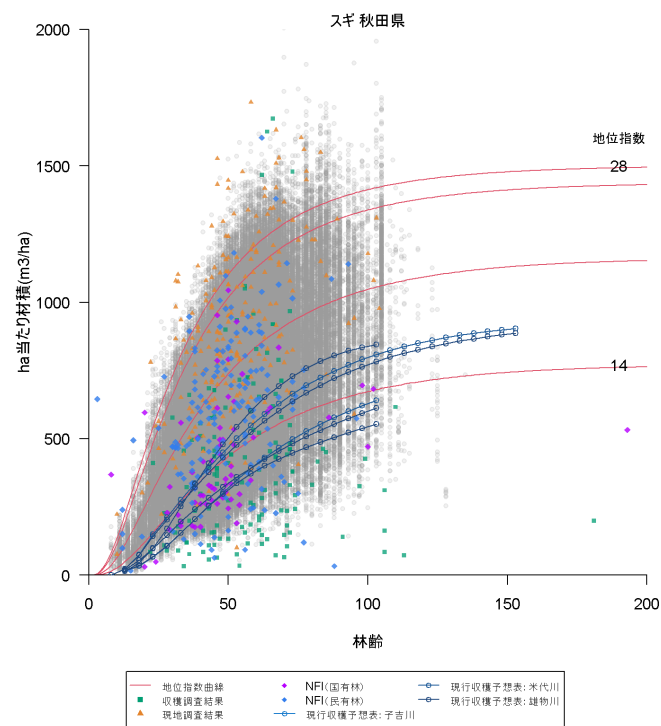


図 4.3-8 ha 当たり材積
(東北局、スギ、①秋田県、密度管理図モデル)

② 山形県

【従来モデル】

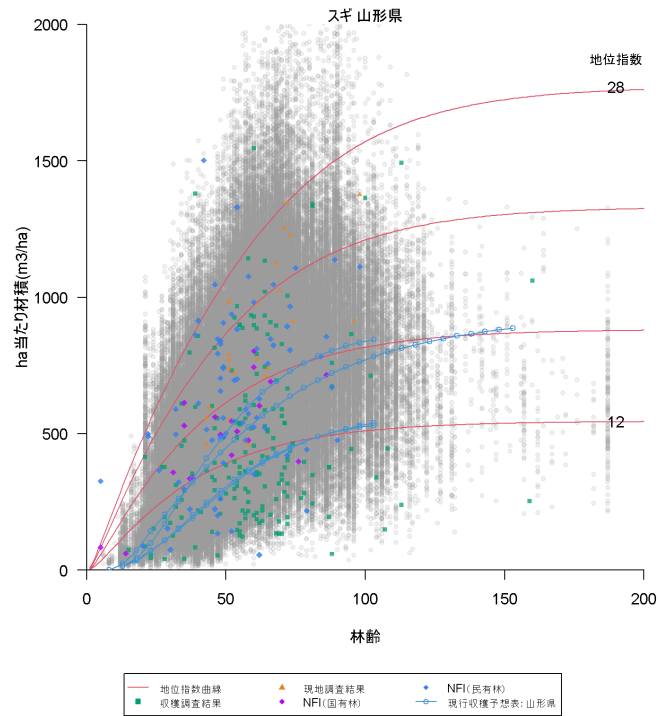


図 4.3-9 ha 当たり材積
(東北局、スギ、②山形県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

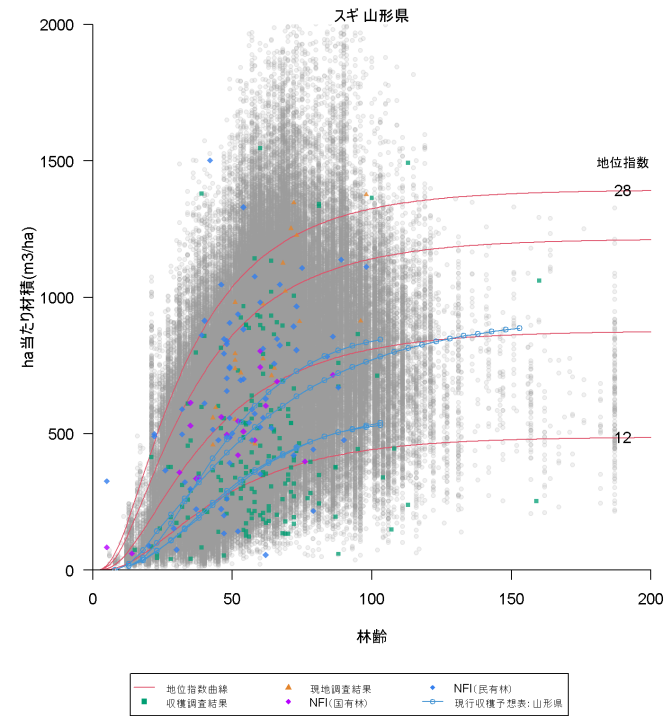


図 4.3-10 ha 当たり材積
(東北局、スギ、②山形県、密度管理図モデル)

③ 青森県

【従来モデル】

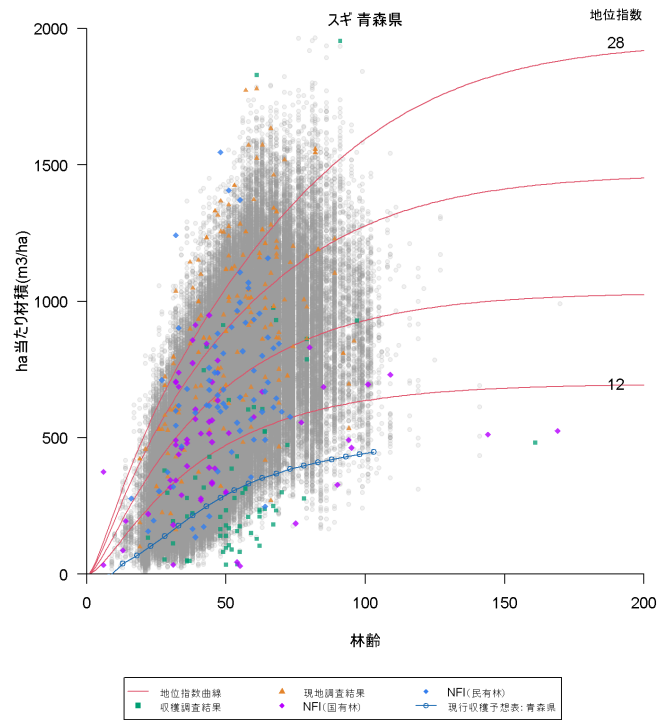


図 4.3-11 ha 当たり材積
(東北局、スギ、③青森県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

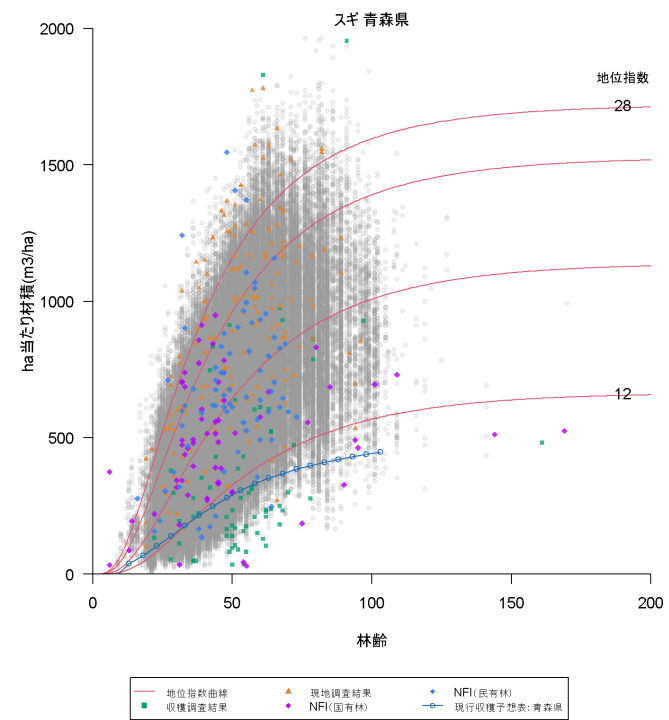


図 4.3-12 ha 当たり材積
(東北局、スギ、③青森県、密度管理図モデル)

④ 岩手県

【従来モデル】

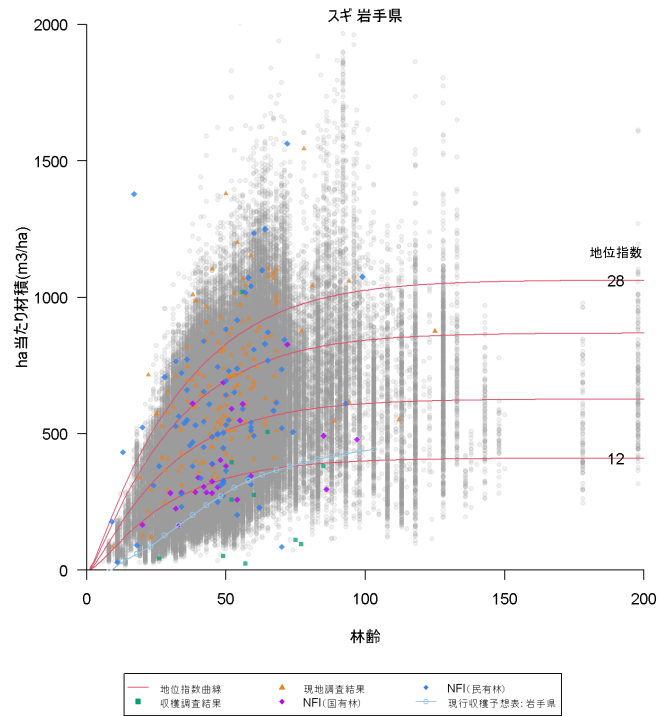


図 4.3-13 ha 当たり材積
(東北局、スギ、④岩手県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

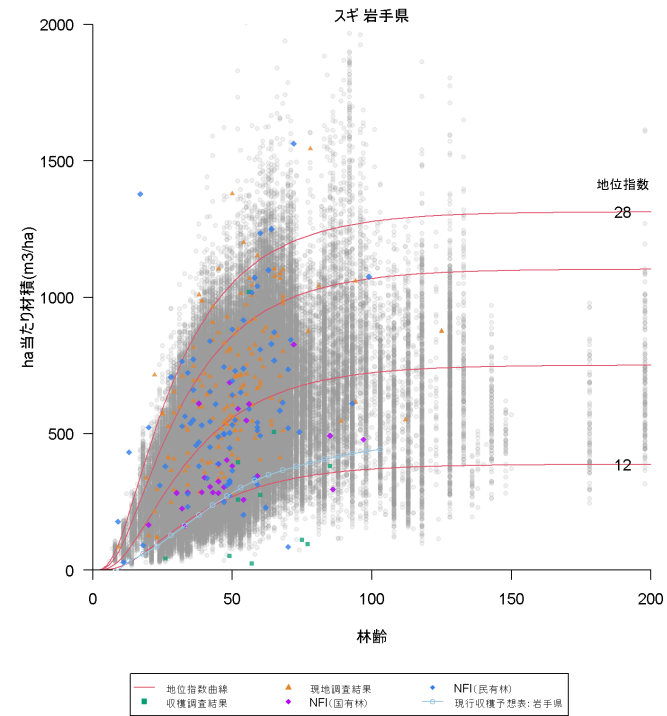


図 4.3-14 ha 当たり材積
(東北局、スギ、④岩手県、密度管理図モデル)

(2) カラマツ

① 秋田県・山形県・青森県・岩手県・宮城県

【従来モデル】

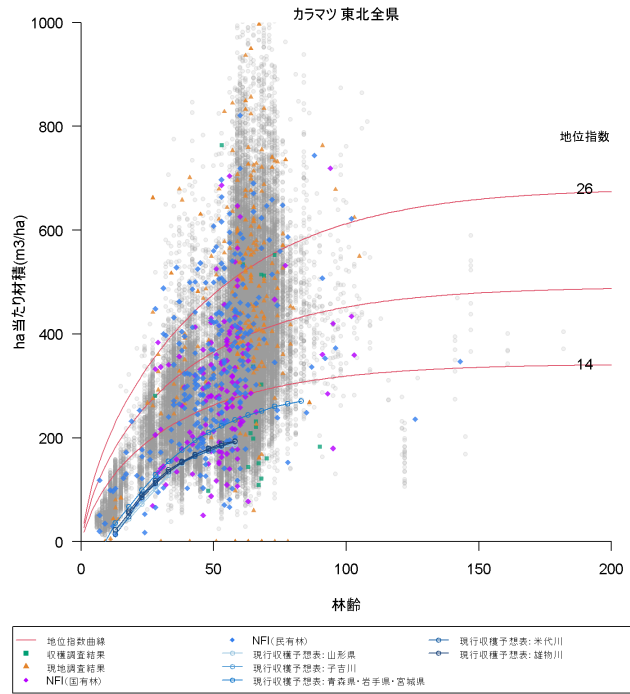


図 4.3-15 ha 当たり材積

(東北局、カラマツ、①秋田県・山形県・青森県・岩手県・宮城県、
従来モデル)

【密度管理図モデル】

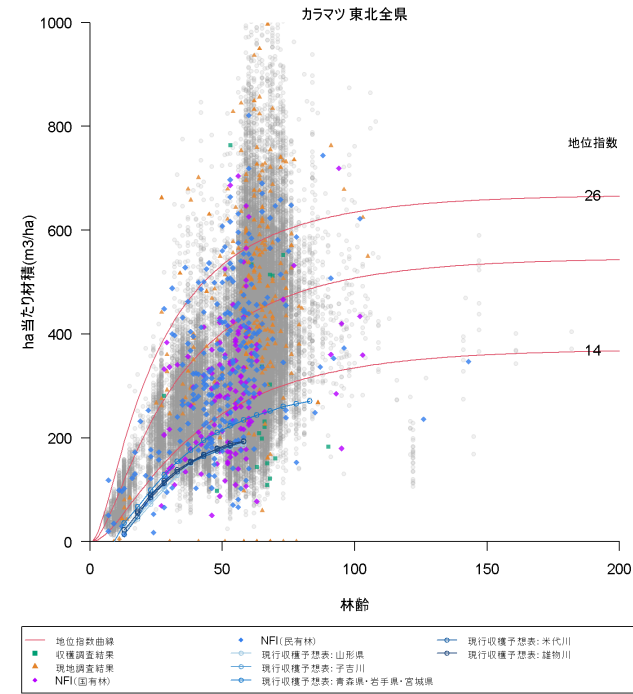


図 4.3-16 ha 当たり材積

(東北局、カラマツ、①秋田県・山形県・青森県・岩手県・宮城県、
密度管理図モデル)

4.3.3 関東森林管理局（スギ）

① 新潟県・福島県（会津計画区）

【従来モデル】

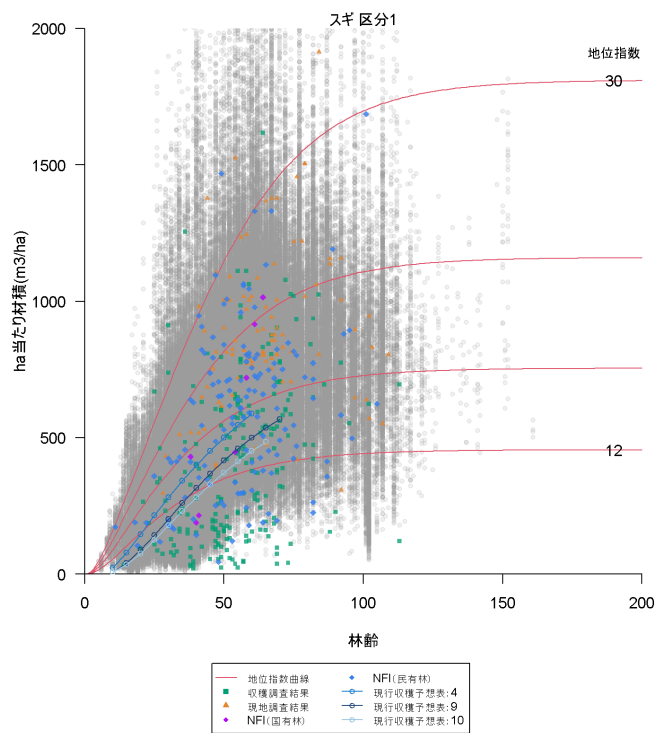


図 4.3-17 ha 当たり材積

(関東局、スギ、①新潟県・福島県（会津計画区）、従来モデル)

【密度管理図モデル】

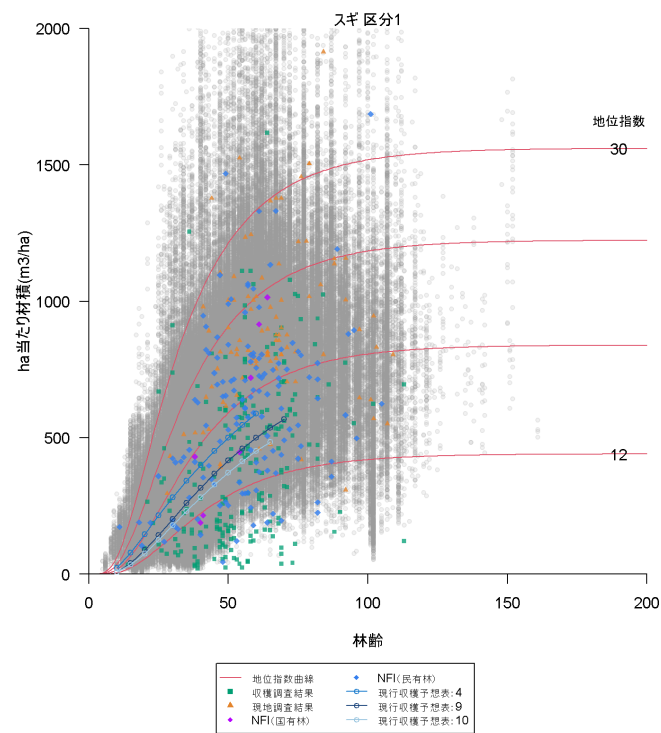


図 4.3-18 ha 当たり材積

(関東局、スギ、①新潟県・福島県（会津計画区）、
密度管理図モデル)

② 福島県（会津計画区以外）

【従来モデル】

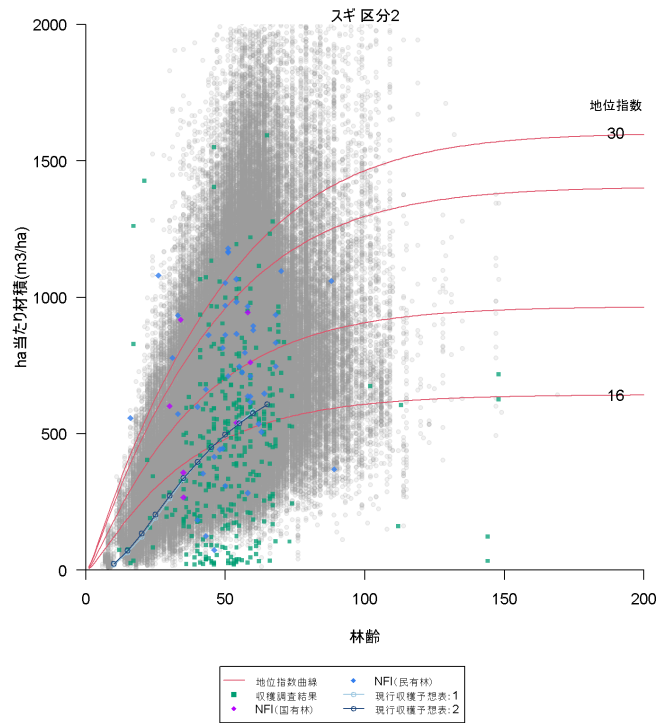


図 4.3-19 ha 当たり材積

（関東局、スギ、②福島県（会津計画区以外）、従来モデル）

【密度管理図モデル】

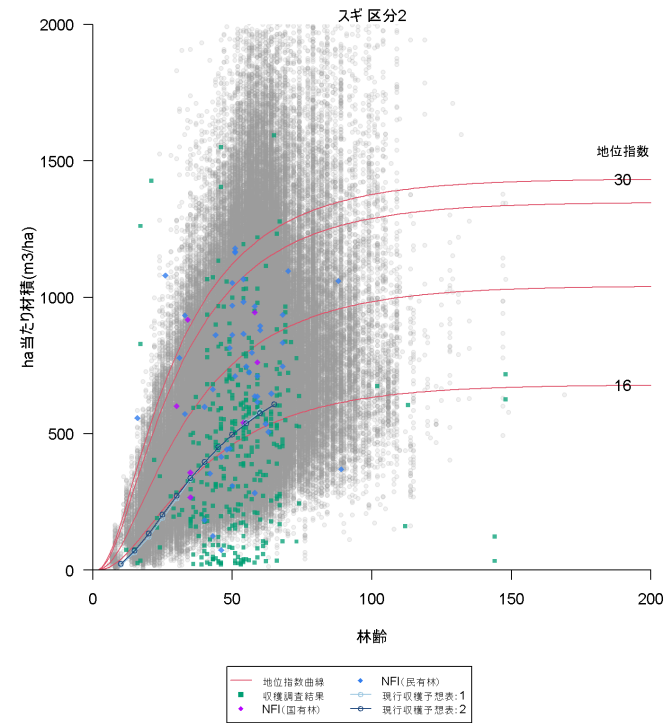


図 4.3-20 ha 当たり材積

（関東局、スギ、②福島県（会津計画区以外）、密度管理図モデル）

③ 栃木県・群馬県（利根上流/吾妻計画区）

【従来モデル】

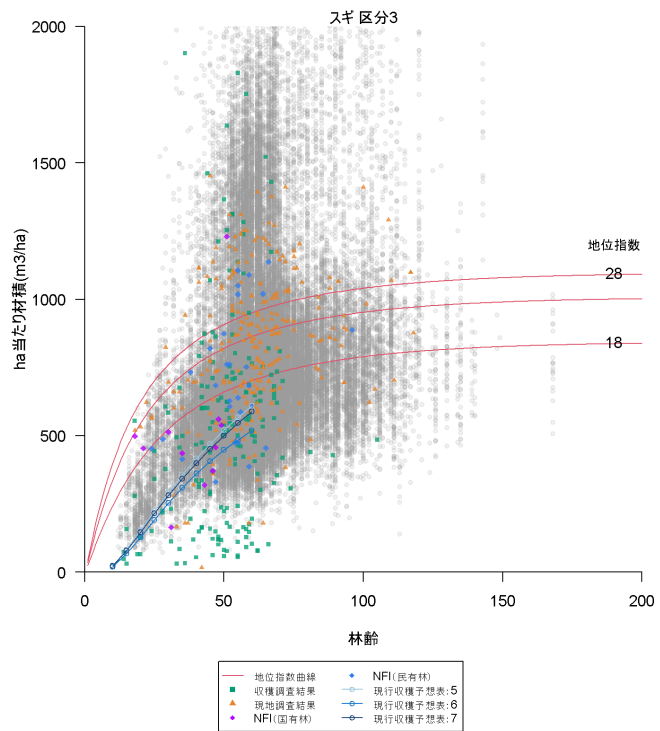


図 4.3-21 ha 当たり材積

（関東局、スギ、③栃木県・群馬県（利根上流/吾妻計画区）、従来モデル）

【密度管理図モデル】

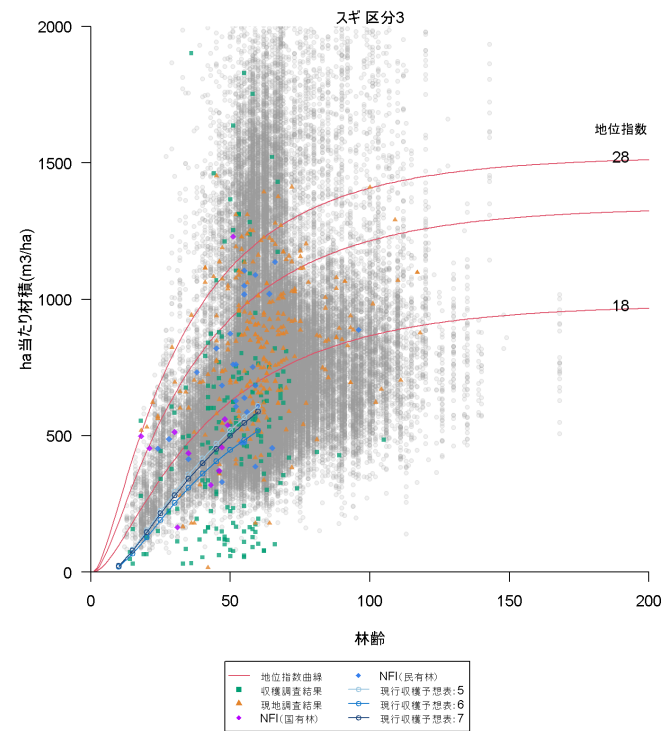


図 4.3-22 ha 当たり材積

（関東局、スギ、③栃木県・群馬県（利根上流/吾妻計画区）、密度管理図モデル）

④ 群馬県（利根下流/西毛計画区）・埼玉県・山梨県
【従来モデル】

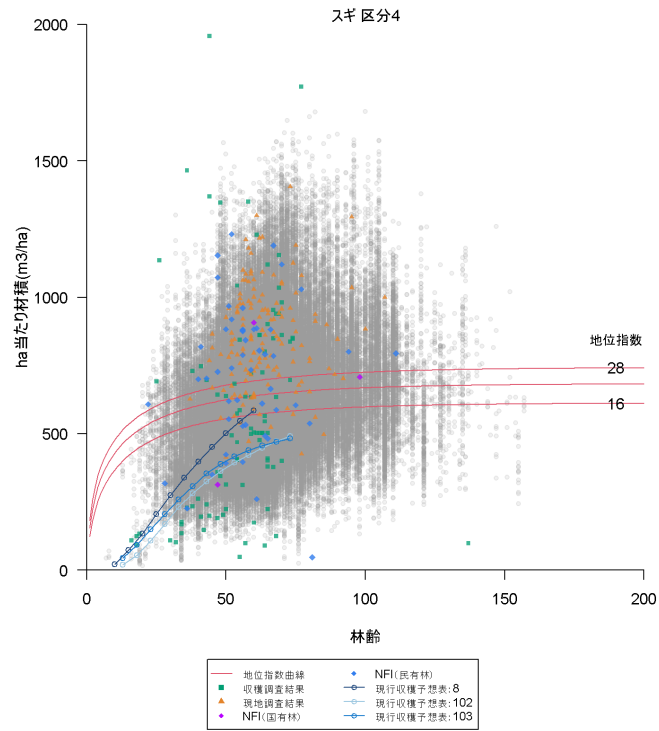


図 4.3-23 ha 当たり材積

(関東局、スギ、④群馬県（利根下流/西毛計画区）・埼玉県・山梨県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

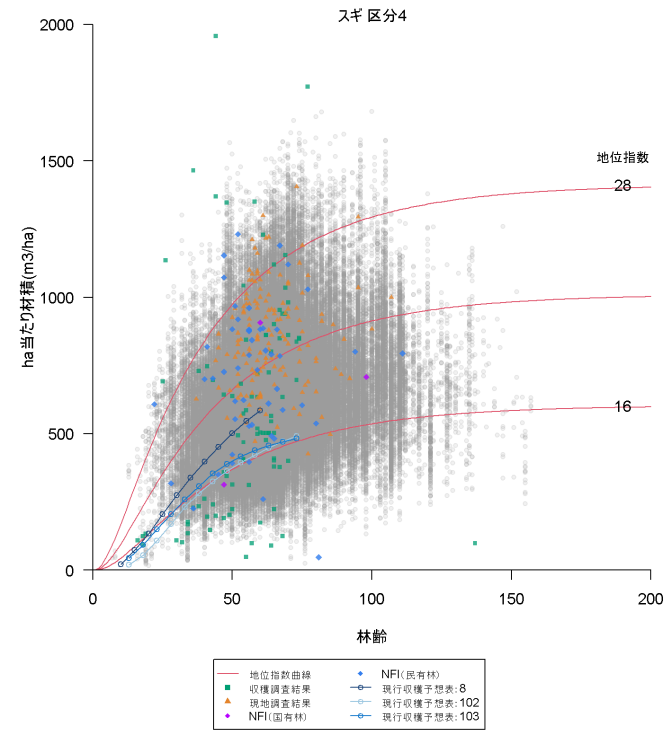


図 4.3-24 ha 当たり材積

(関東局、スギ、④群馬県（利根下流/西毛計画区）・埼玉県・山梨県、密度管理図モデル)

⑤ 茨城県・千葉県

【従来モデル】

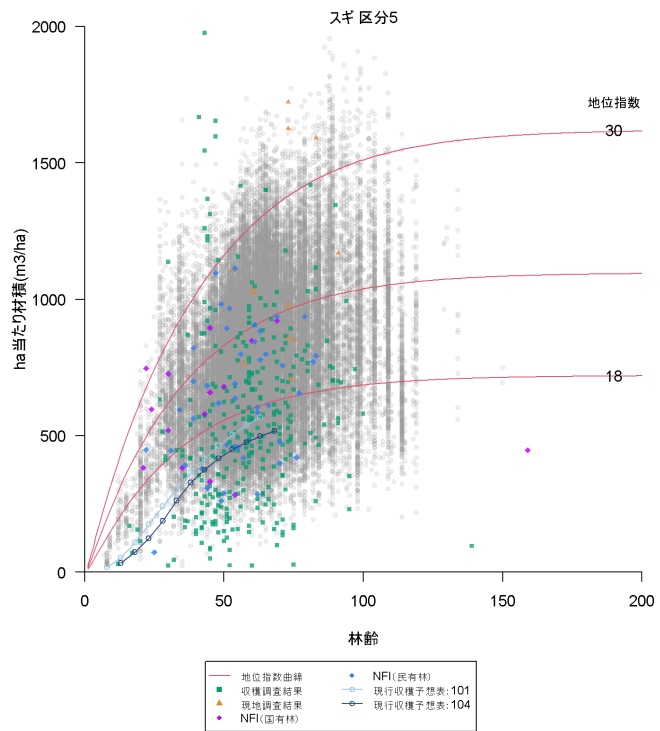


図 4.3-25 ha 当たり材積

(関東局、スギ、⑤茨城県・千葉県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

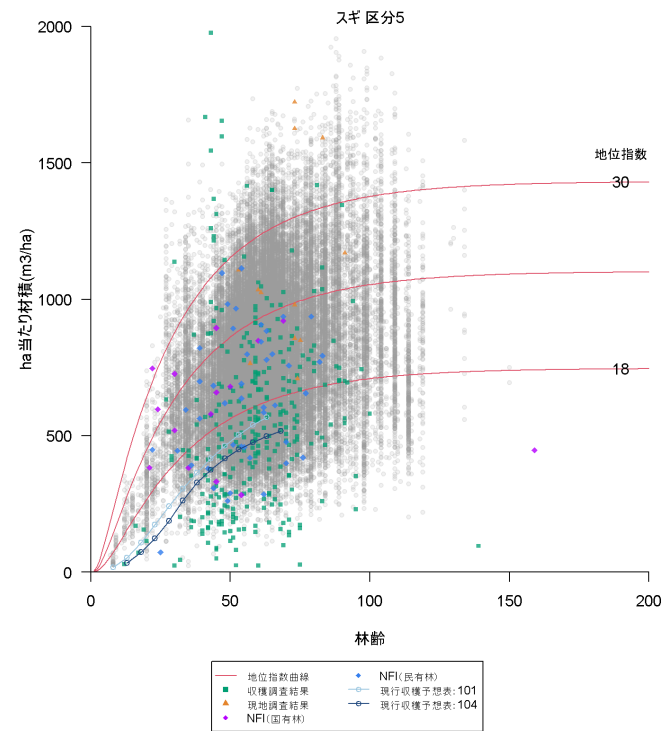


図 4.3-26 ha 当たり材積

(関東局、スギ、⑤茨城県・千葉県、密度管理図モデル)

⑥ 神奈川県・静岡県

【従来モデル】

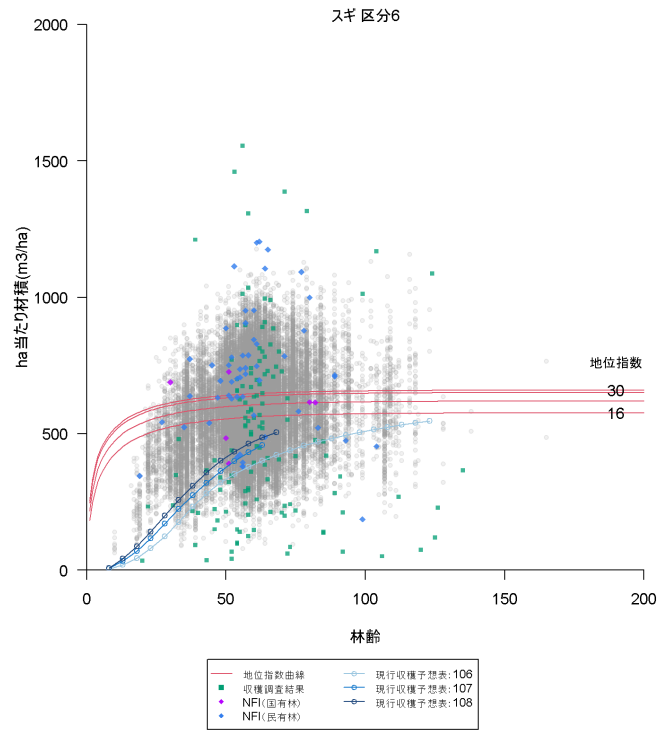


図 4.3-27 ha 当たり材積

(関東局、スギ、⑥神奈川県・静岡県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

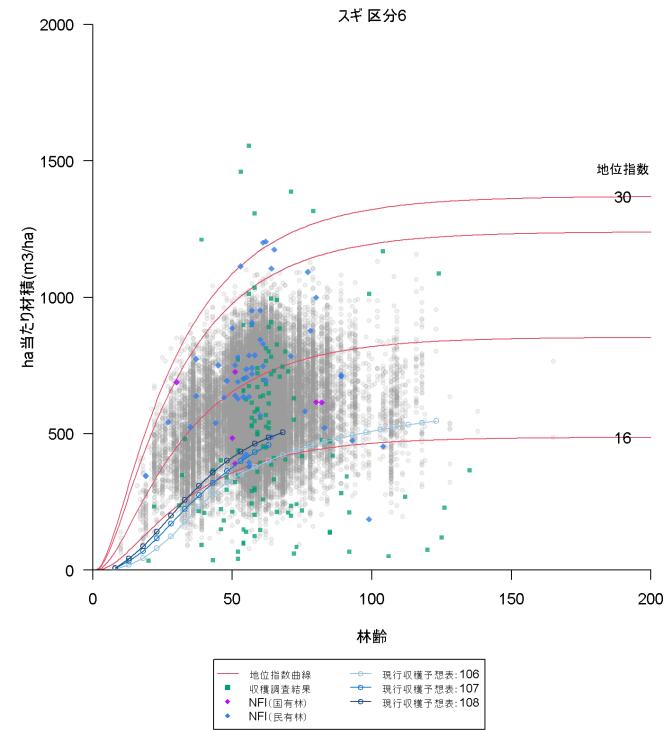


図 4.3-28 ha 当たり材積

(関東局、スギ、⑥神奈川県・静岡県、密度管理図モデル)

⑦ 東京都

【従来モデル】

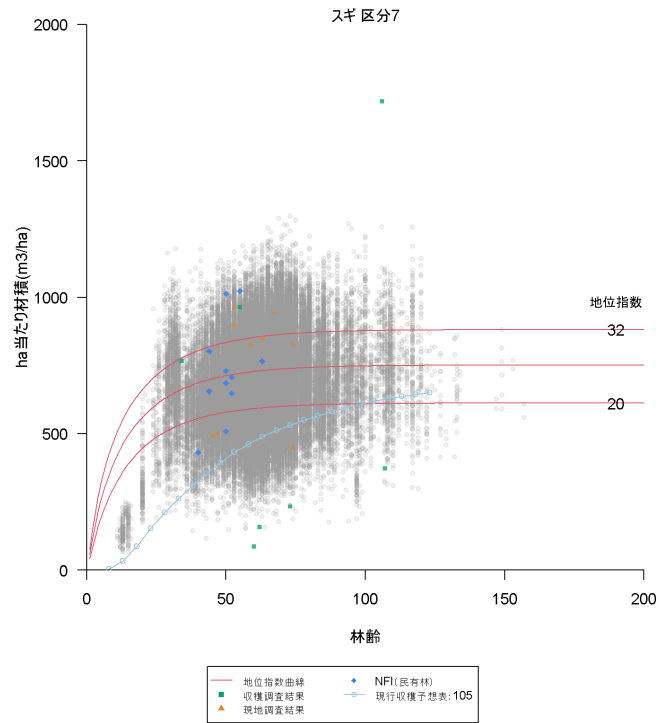


図 4.3-29 ha 当たり材積
(関東局、スギ、⑦東京都、従来モデル)

【密度管理図モデル】

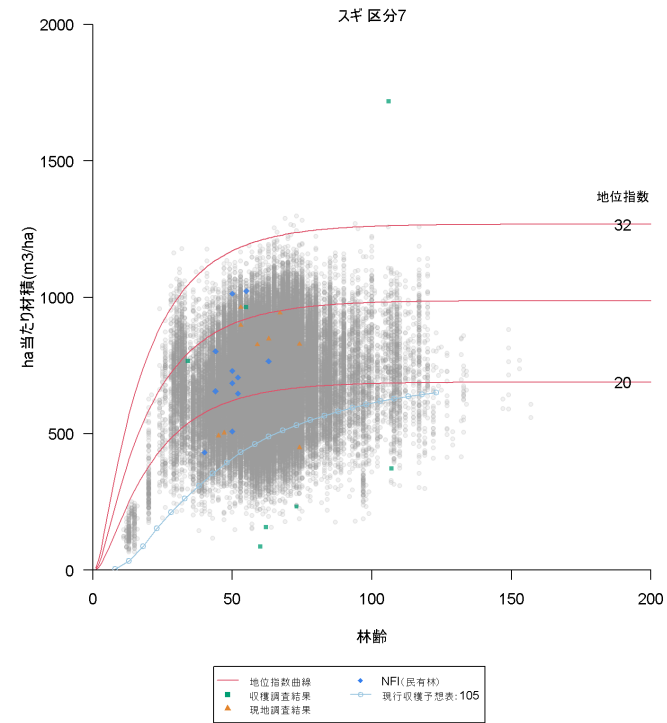


図 4.3-30 ha 当たり材積
(関東局、スギ、⑦東京都、密度管理図モデル)

4.3.4 中部森林管理局（スギ、ヒノキ、カラマツ）

(1) スギ

① 富山県

【従来モデル】

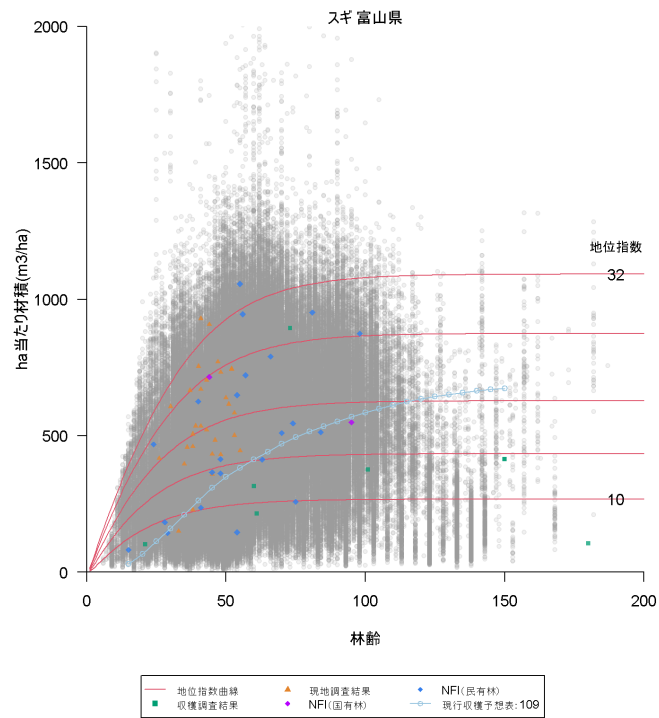


図 4.3-31 ha 当たり材積
(中部局、スギ、①富山県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

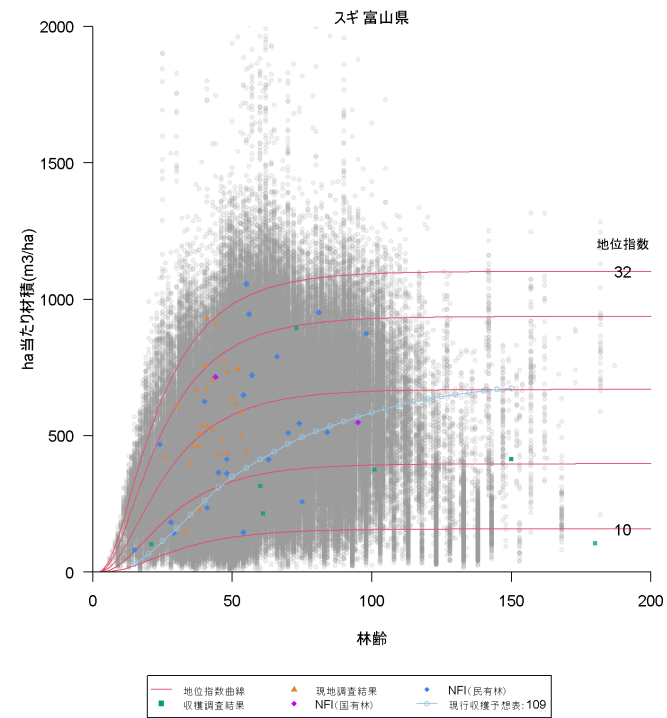


図 4.3-32 ha 当たり材積
(中部局、スギ、①富山県、密度管理図モデル)

② 岐阜県

【従来モデル】

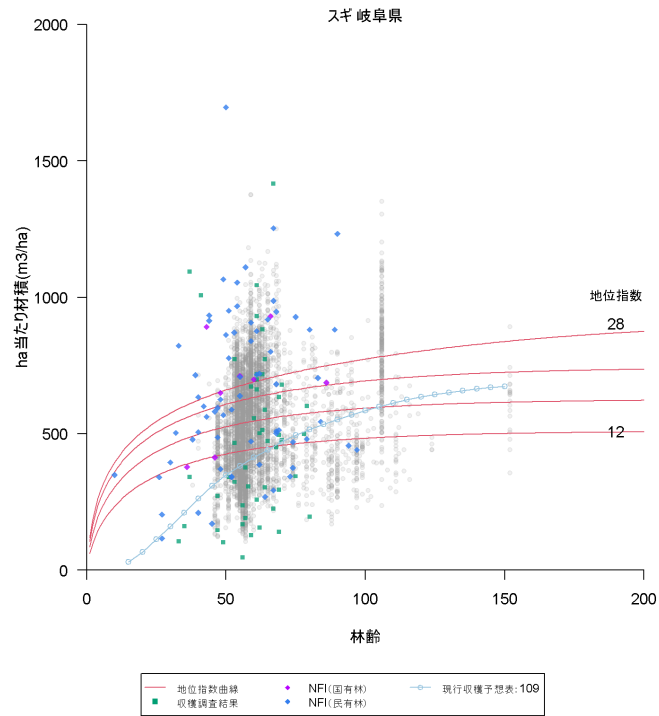


図 4.3-33 ha 当たり材積
(中部局、スギ、②岐阜県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

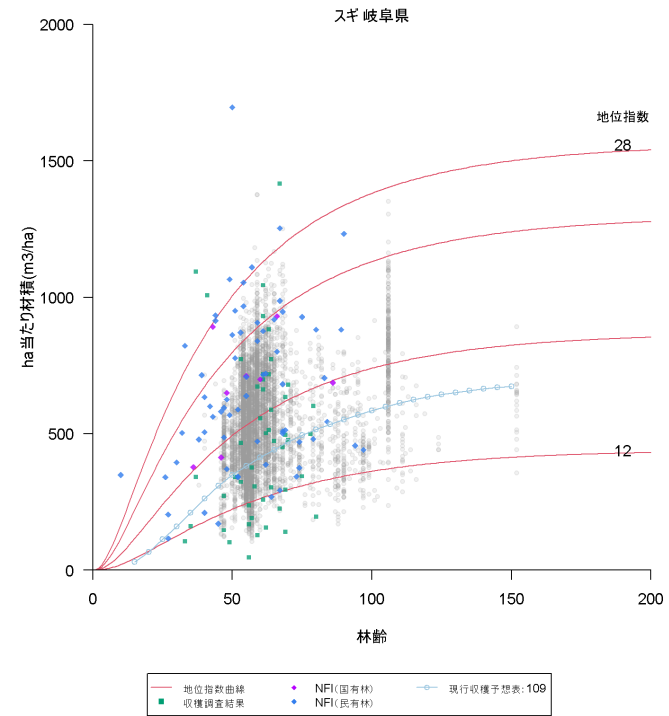


図 4.3-34 ha 当たり材積
(中部局、スギ、②岐阜県、密度管理図モデル)

③ 長野県

【従来モデル】

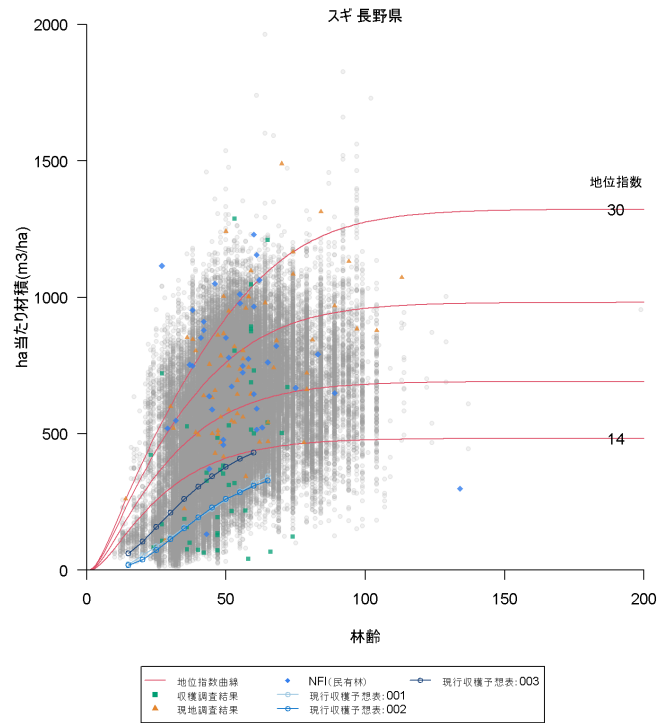


図 4.3-35 ha 当たり材積
(中部局、スギ、③長野県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

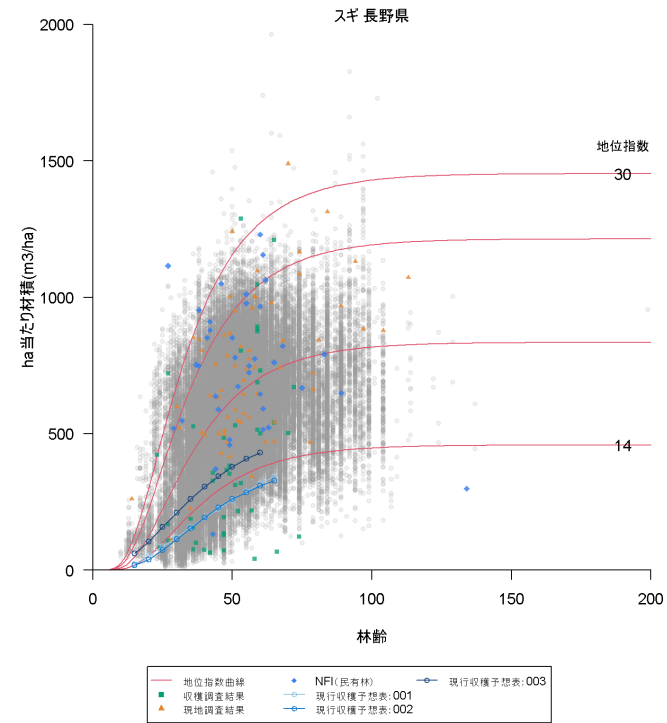


図 4.3-36 ha 当たり材積
(中部局、スギ、③長野県、密度管理図モデル)

④ 愛知県

【従来モデル】

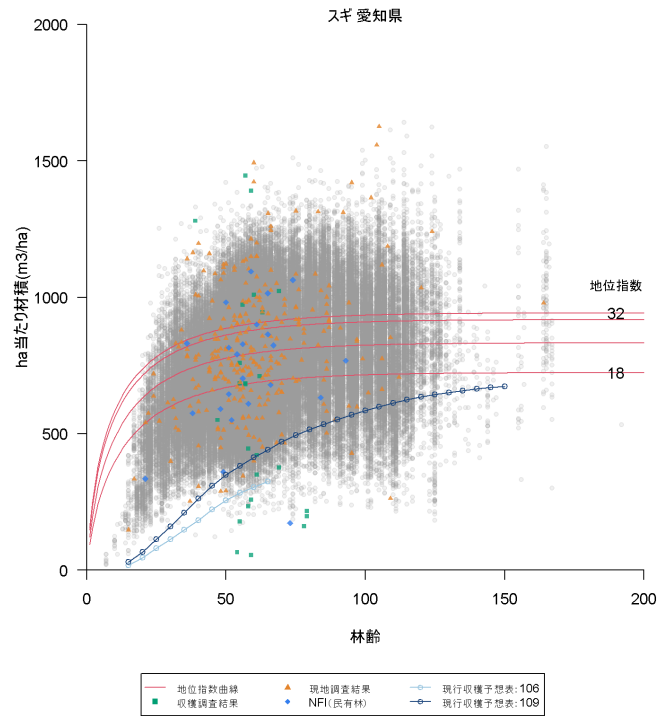


図 4.3-37 ha 当たり材積
(中部局、スギ、④愛知県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

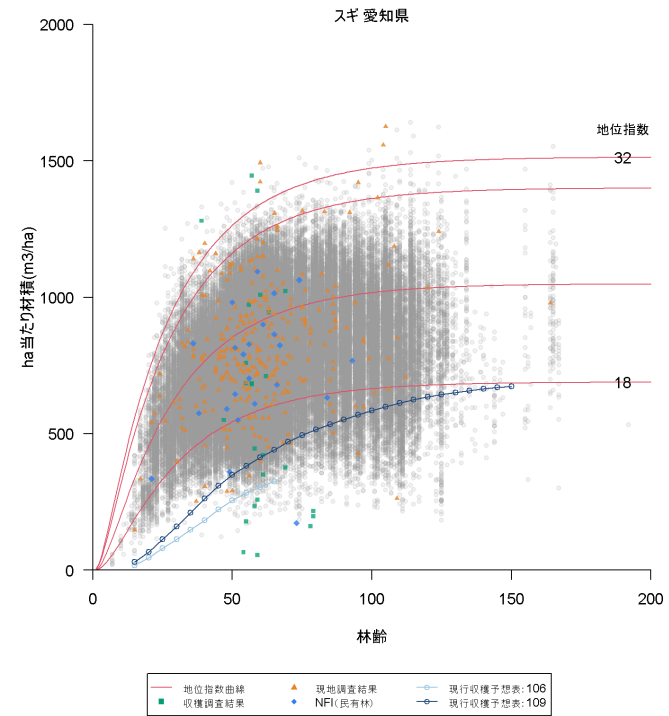


図 4.3-38 ha 当たり材積
(中部局、スギ、④愛知県、密度管理図モデル)

(2) ヒノキ

① 富山県・岐阜県

【従来モデル】

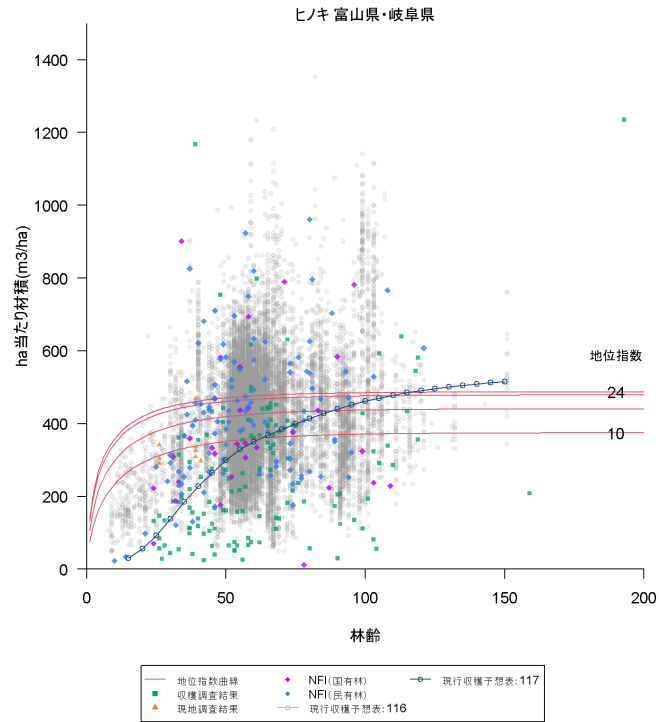


図 4.3-39 ha 当たり材積

(中部局、ヒノキ、①富山県・岐阜県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

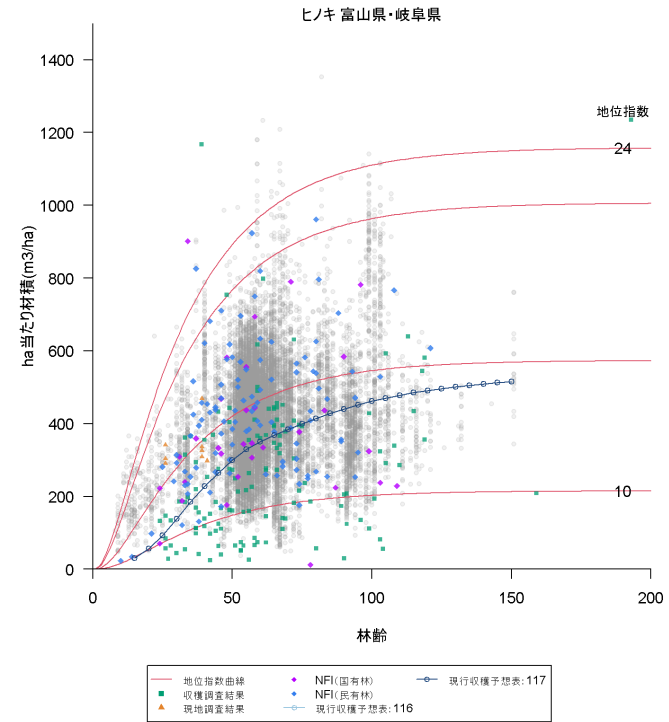


図 4.3-40 ha 当たり材積

(中部局、ヒノキ、①富山県・岐阜県、密度管理図モデル)

② 長野県

【従来モデル】

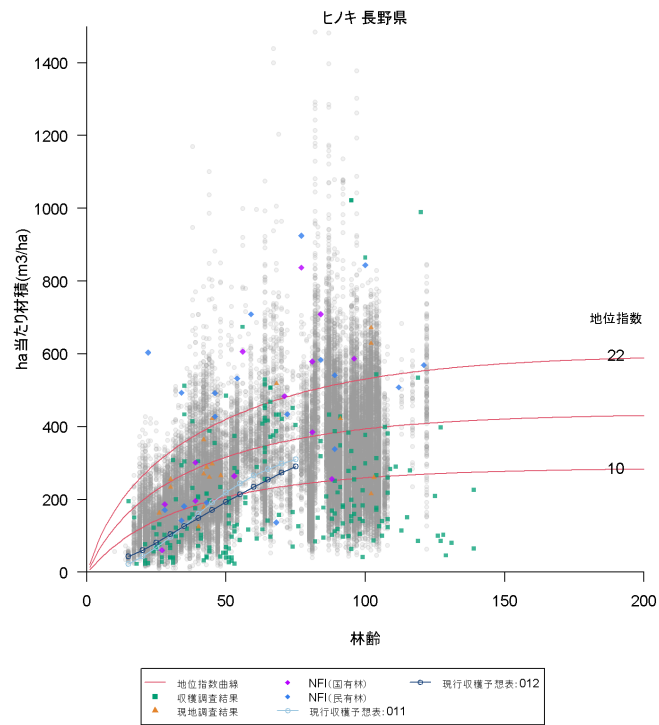


図 4.3-41 ha 当たり材積
(中部局、ヒノキ、②長野県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

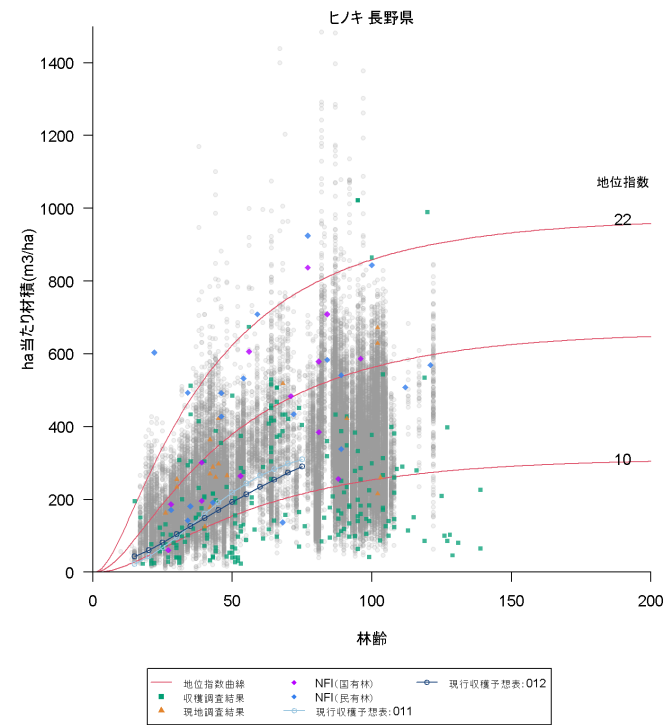


図 4.3-42 ha 当たり材積
(中部局、ヒノキ、②長野県、密度管理図モデル)

③ 愛知県

【従来モデル】

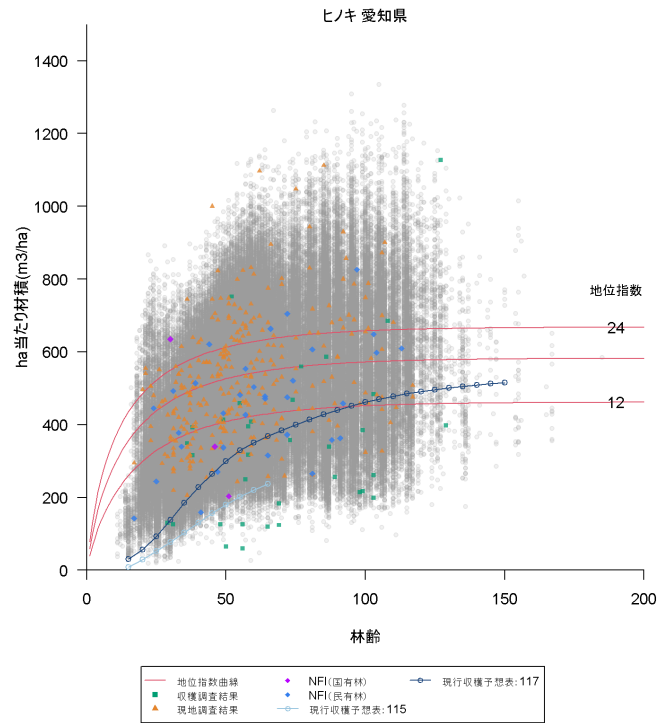


図 4.3-43 ha 当たり材積
(中部局、ヒノキ、③愛知県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

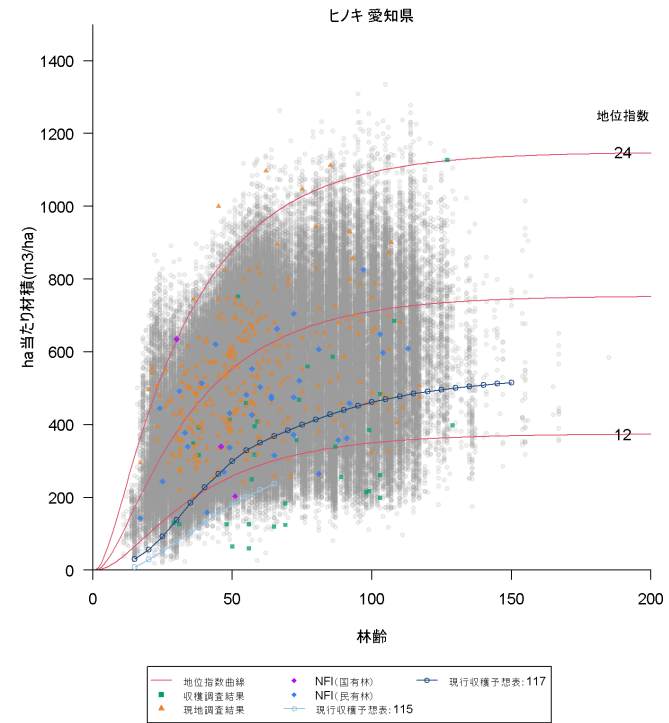


図 4.3-44 ha 当たり材積
(中部局、ヒノキ、③愛知県、密度管理図モデル)

(3) カラマツ

① 富山県・岐阜県

【従来モデル】

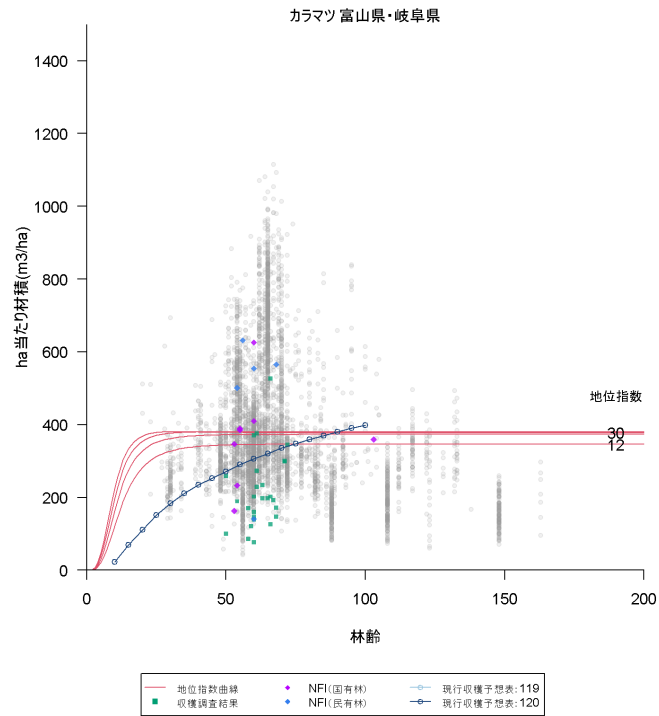


図 4.3-45 ha 当たり材積

(中部局、カラマツ、①富山県・岐阜県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

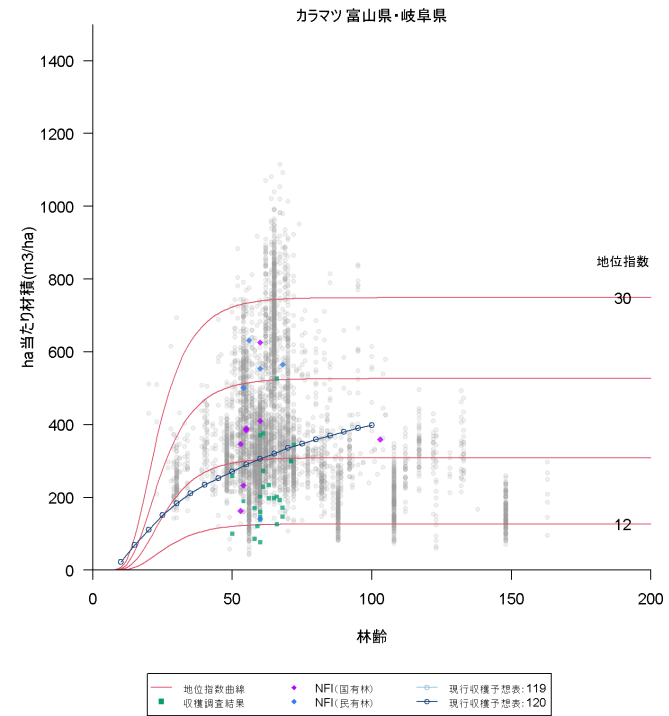


図 4.3-46 ha 当たり材積

(中部局、カラマツ、①富山県・岐阜県、密度管理図モデル)

② 長野県

【従来モデル】

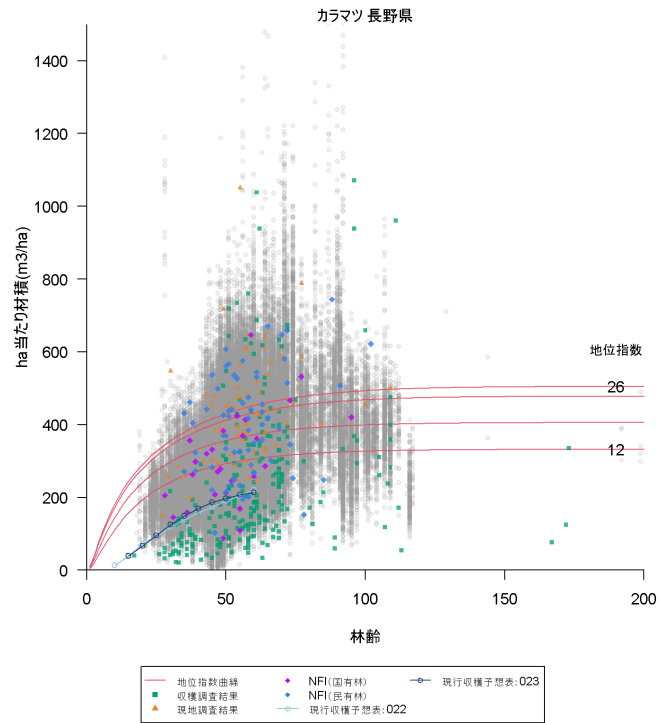


図 4.3-47 ha 当たり材積
(中部局、カラマツ、②長野県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

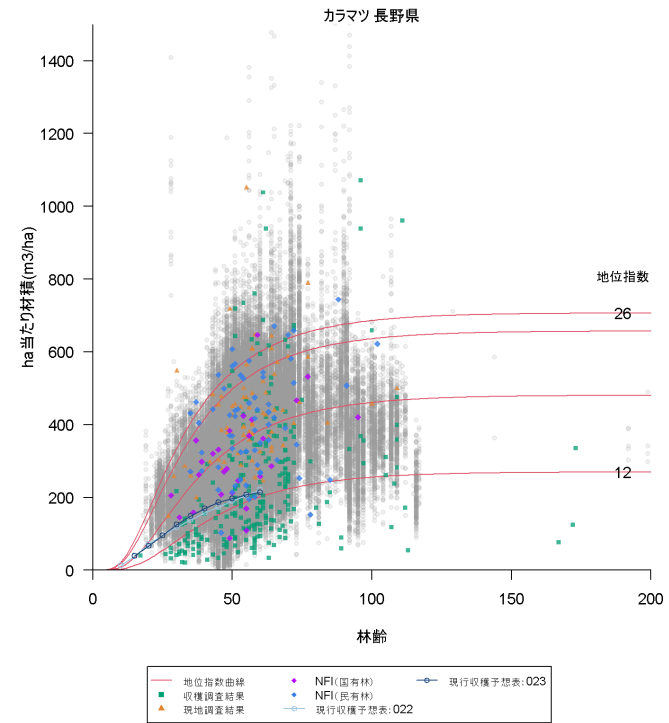


図 4.3-48 ha 当たり材積
(中部局、カラマツ、②長野県、密度管理図モデル)

4.3.5 近畿中国森林管理局（ヒノキ）

① 石川県・福井県・滋賀県・京都府

【従来モデル】

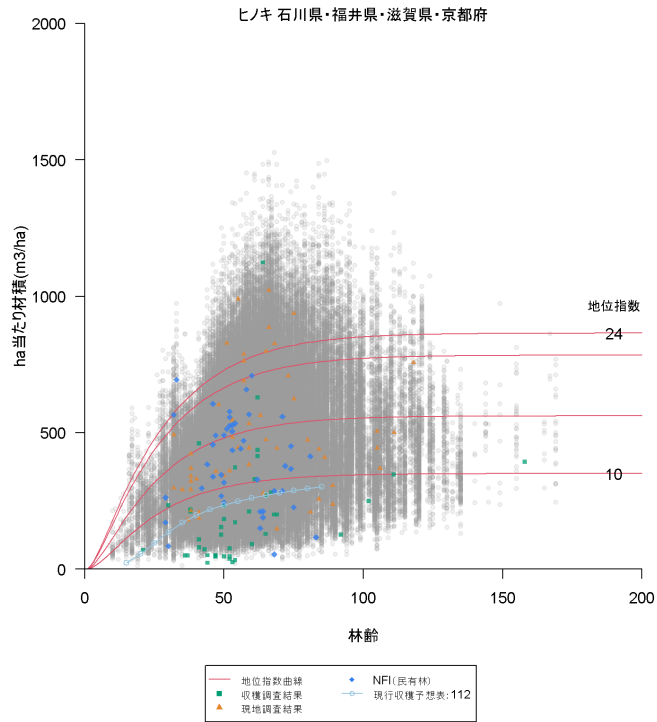


図 4.3-49 ha 当たり材積（近畿中国局、ヒノキ、
①石川県・福井県・滋賀県・京都府、従来モデル）

【密度管理図モデル】

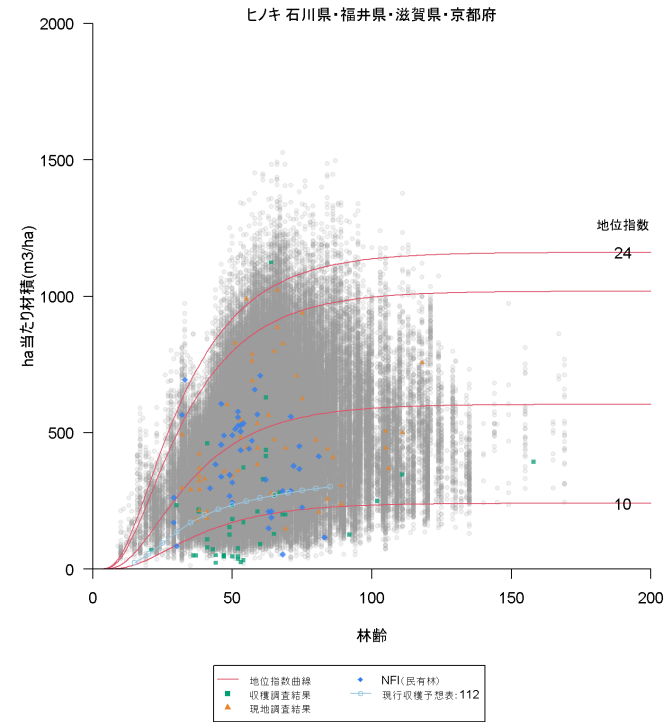


図 4.3-50 ha 当たり材積（近畿中国局、ヒノキ、
①石川県・福井県・滋賀県・京都府、密度管理図モデル）

② 三重県、奈良県・和歌山県

【従来モデル】

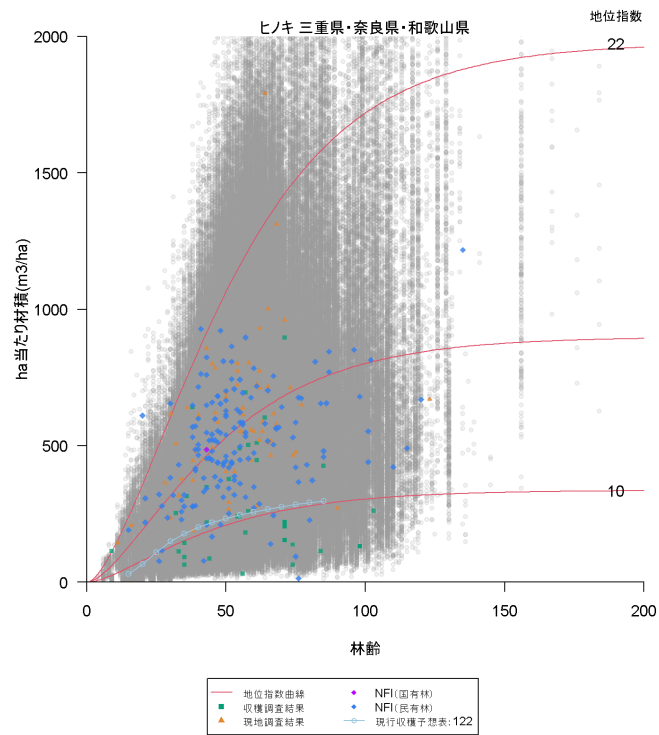


図 4.3-51 ha 当たり材積（近畿中国局、ヒノキ、
②三重県・奈良県・和歌山県、従来モデル）

【密度管理図モデル】

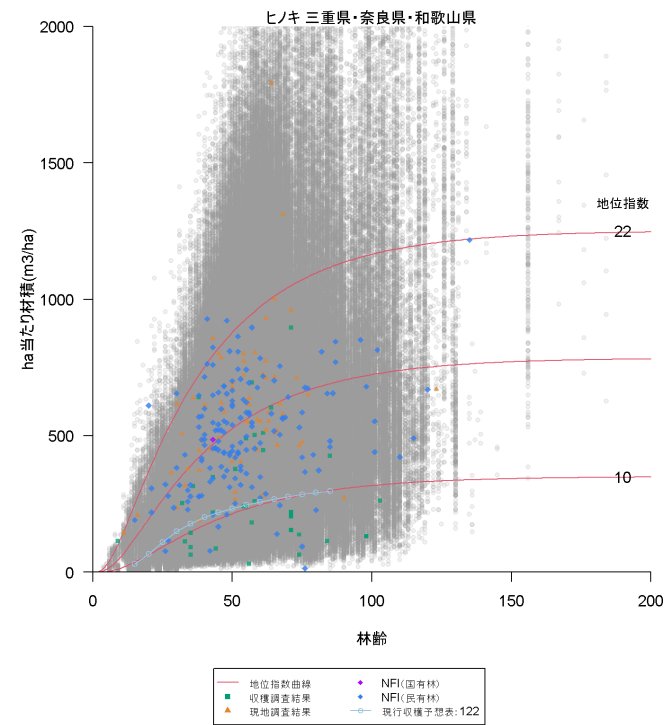


図 4.3-52 ha 当たり材積（近畿中国局、ヒノキ、
②三重県・奈良県・和歌山県、密度管理図モデル）

③ 大阪府・兵庫県・岡山県

【従来モデル】

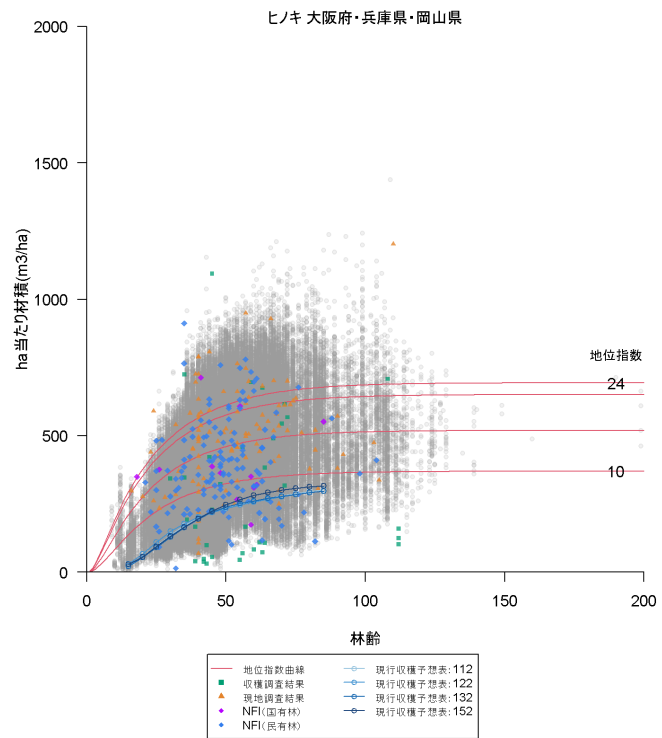


図 4.3-53 ha 当たり材積（近畿中国局、ヒノキ、
③大阪府・兵庫県・岡山県、従来モデル）

【密度管理図モデル】

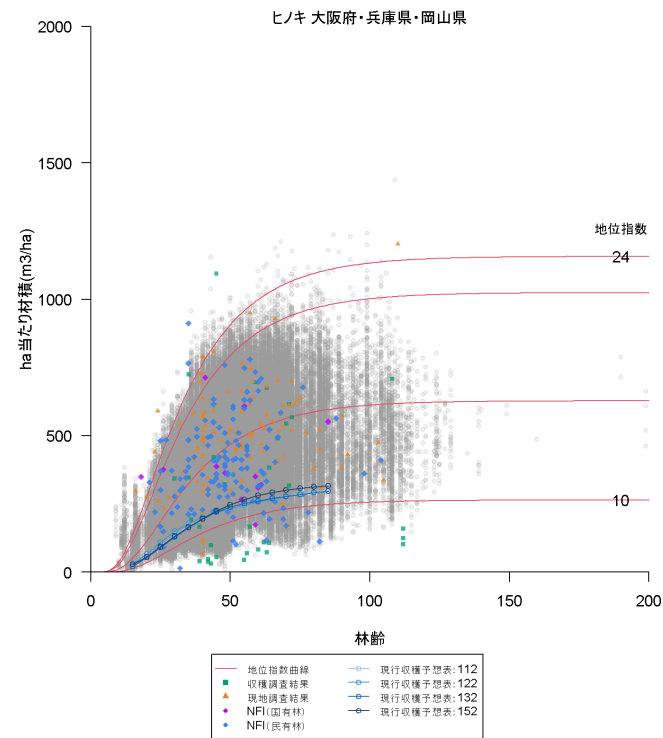


図 4.3-54 ha 当たり材積（近畿中国局、ヒノキ、
③大阪府・兵庫県・岡山県、密度管理図モデル）

④ 広島県・山口県

【従来モデル】

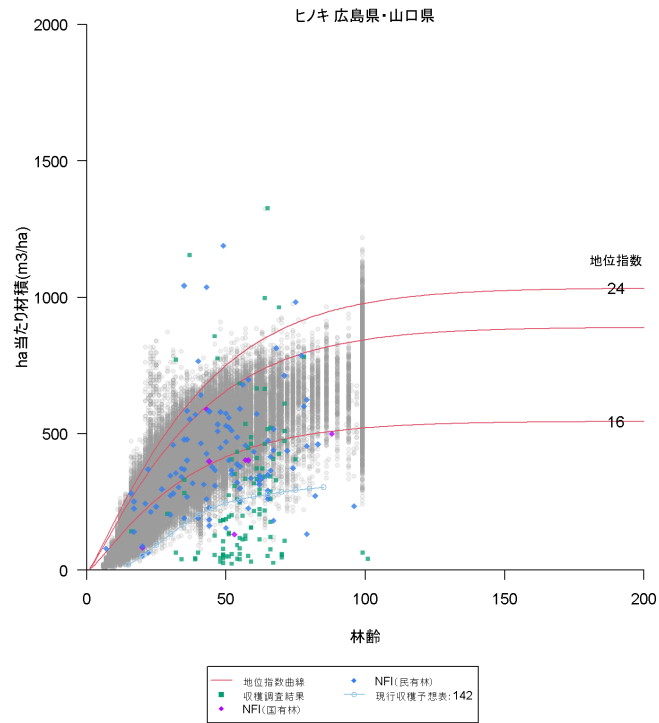


図 4.3-55 ha 当たり材積

(近畿中国局、ヒノキ、④広島県・山口県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

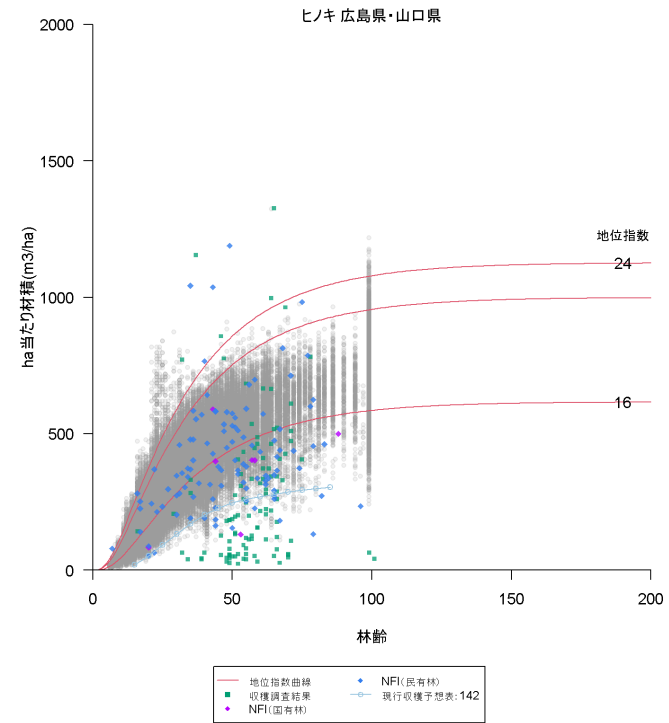


図 4.3-56 ha 当たり材積

(近畿中国局、ヒノキ、④広島県・山口県、密度管理図モデル)

⑤ 鳥取県・島根県

【従来モデル】

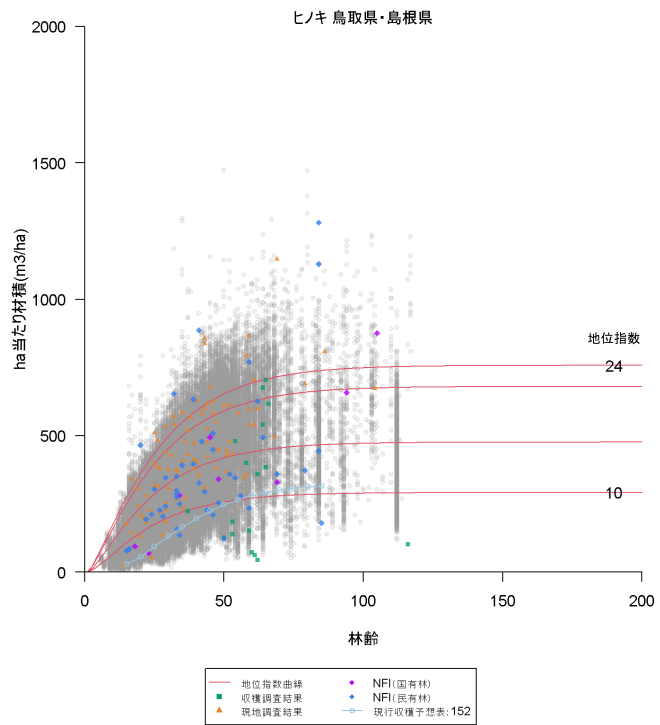


図 4.3-57 ha 当たり材積

(近畿中国局、ヒノキ、⑤鳥取県・島根県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

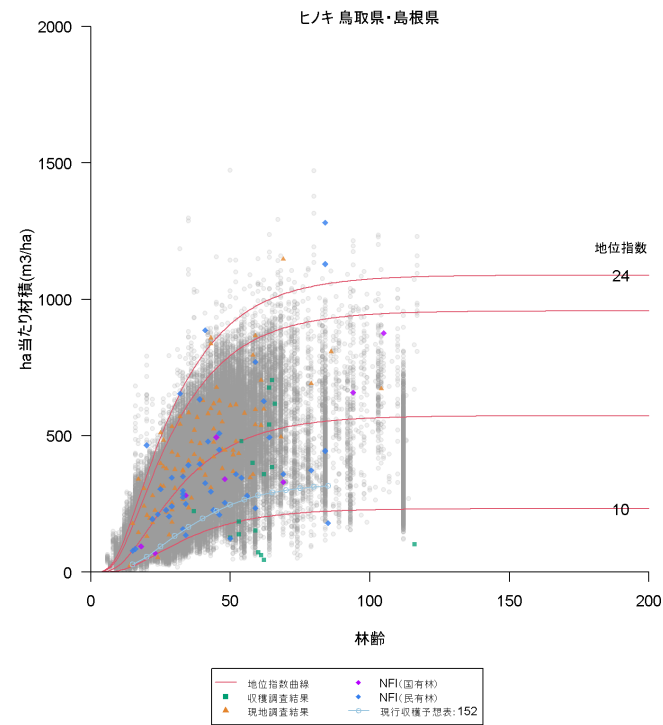


図 4.3-58 ha 当たり材積

(近畿中国局、ヒノキ、⑤鳥取県・島根県、密度管理図モデル)

4.3.6 四国森林管理局（スギ）

① 吉野川/那賀・海部川/高知/嶺北仁淀/東予/中予山岳/肱川計画区

【従来モデル】

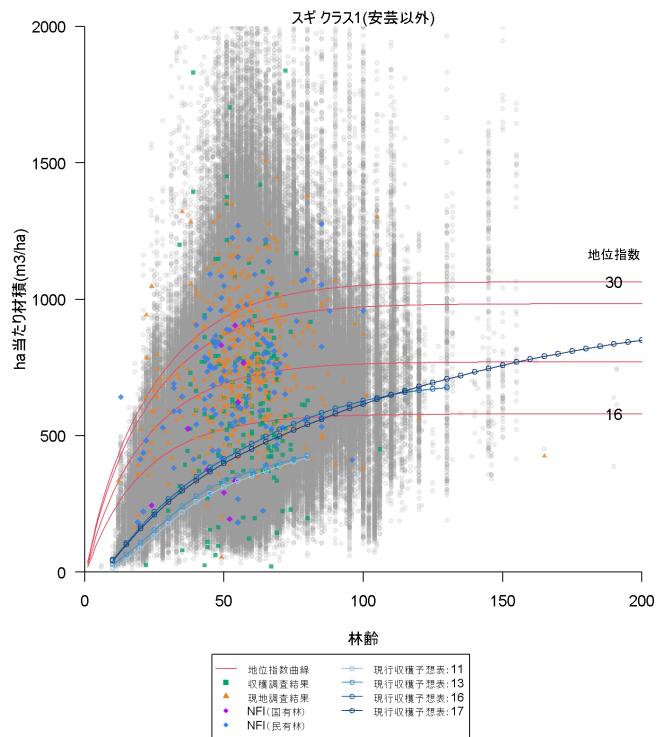


図 4.3-59 ha 当たり材積（四国局、スギ、①吉野川/那賀・海部川 /高知/嶺北仁淀/東予/中予山岳/肱川計画区、従来モデル）

【密度管理図モデル】

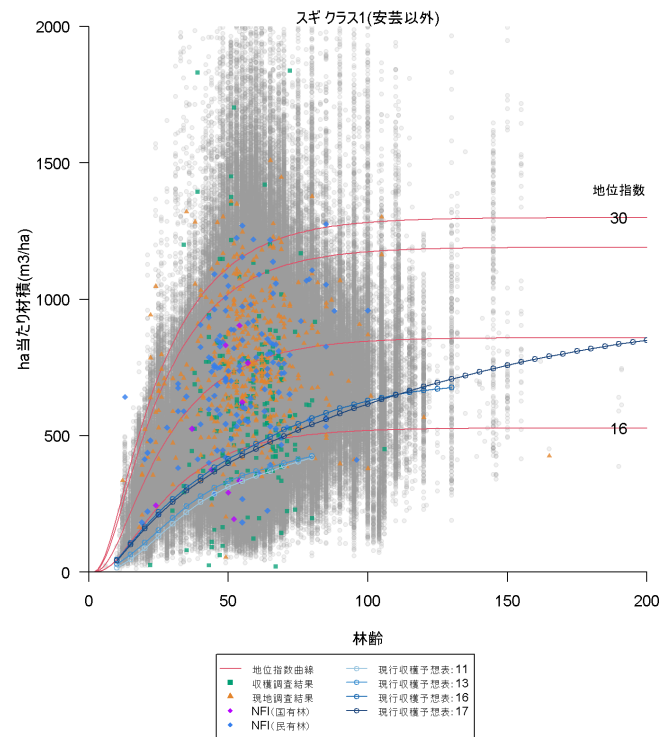


図 4.3-60 ha 当たり材積（四国局、スギ、①吉野川/那賀・海部川 /高知/嶺北仁淀/東予/中予山岳/肱川計画区、密度管理図モデル）

② 安芸計画区

【従来モデル】

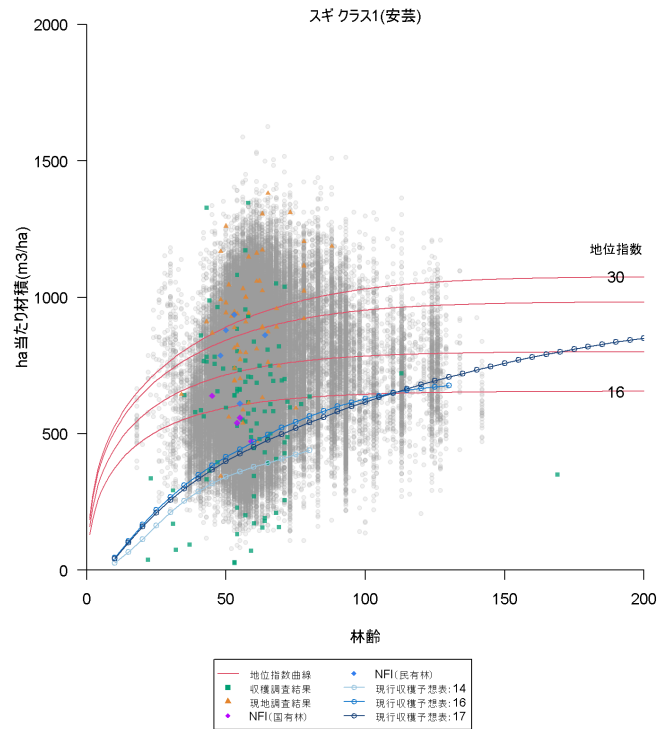


図 4.3-61 ha 当たり材積
(四国局、スギ、②安芸計画区、従来モデル)

【密度管理図モデル】

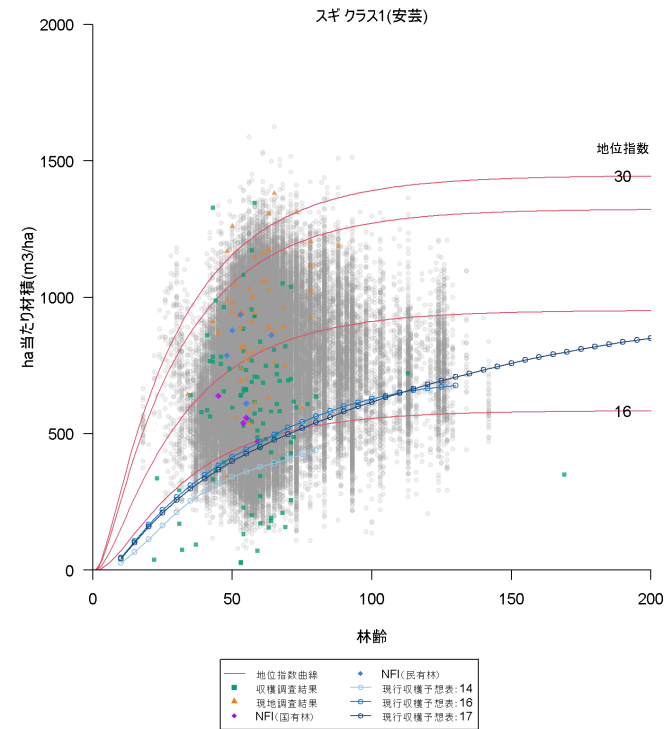


図 4.3-62 ha 当たり材積
(四国局、スギ、②安芸計画区、密度管理図モデル)

③ 四万十川/南予計画区

【従来モデル】

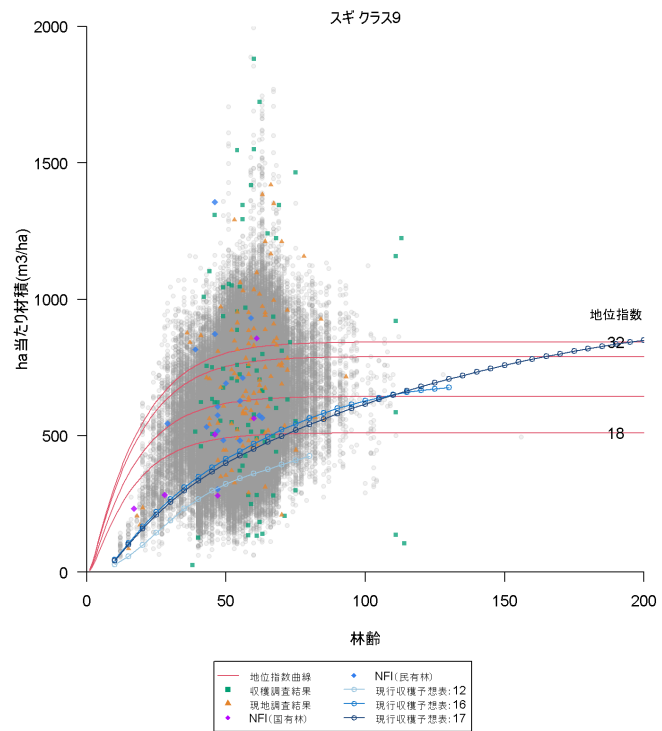


図 4.3-63 ha 当たり材積

(四国局、スギ、③四万十川/南予計画区、従来モデル)

【密度管理図モデル】

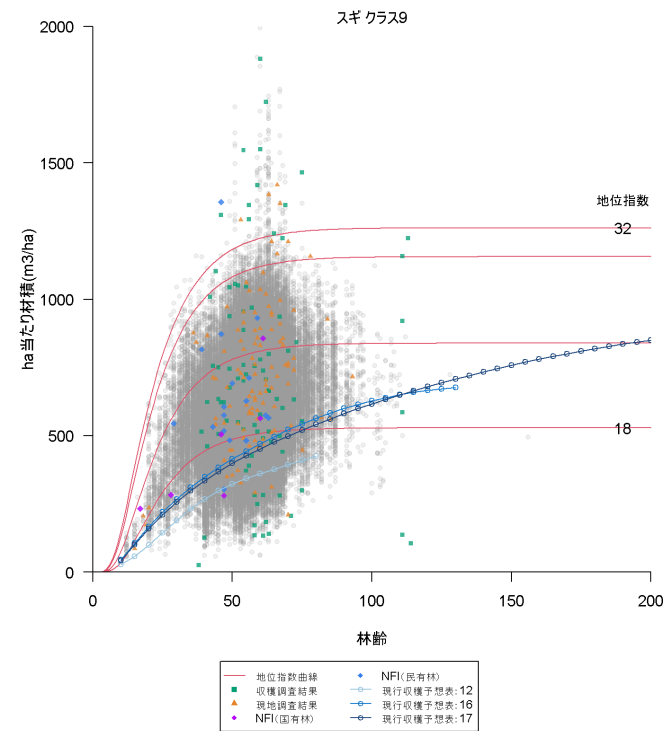


図 4.3-64 ha 当たり材積

(四国局、スギ、③四万十川/南予計画区、密度管理図モデル)

④ 香川/今治松山計画区

【従来モデル】

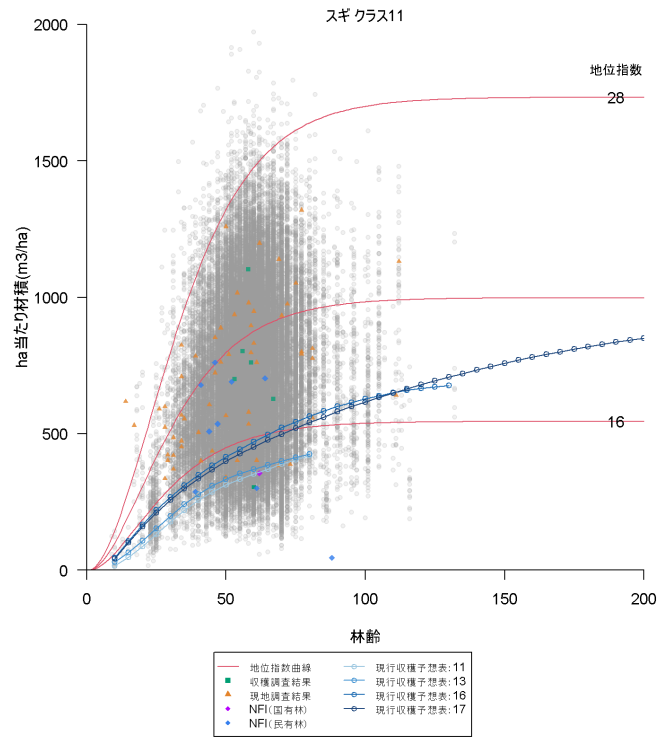


図 4.3-65 ha 当たり材積

(四国局、スギ、④香川/今治松山計画区、従来モデル)

【密度管理図モデル】

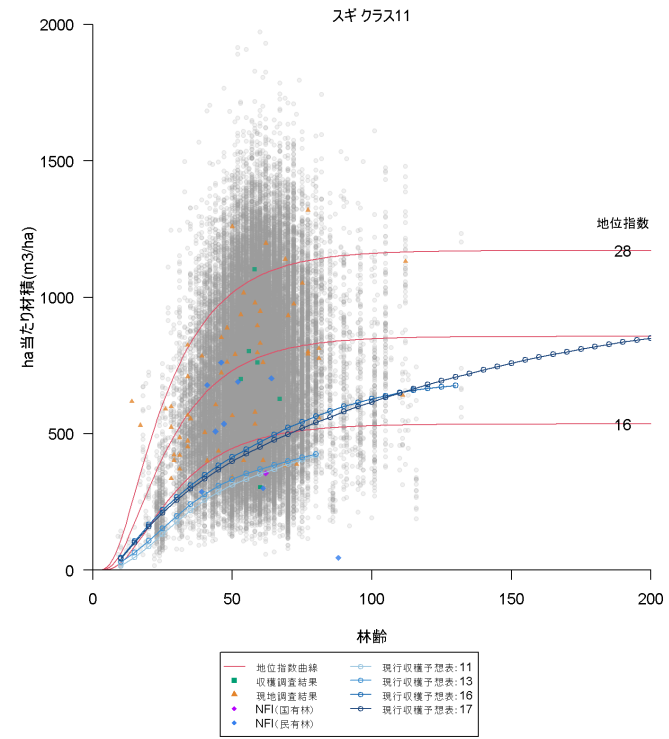


図 4.3-66 ha 当たり材積

(四国局、スギ、④香川/今治松山計画区、密度管理図モデル)

4.3.7 九州森林管理局（スギ）

① 福岡県・佐賀県

【従来モデル】

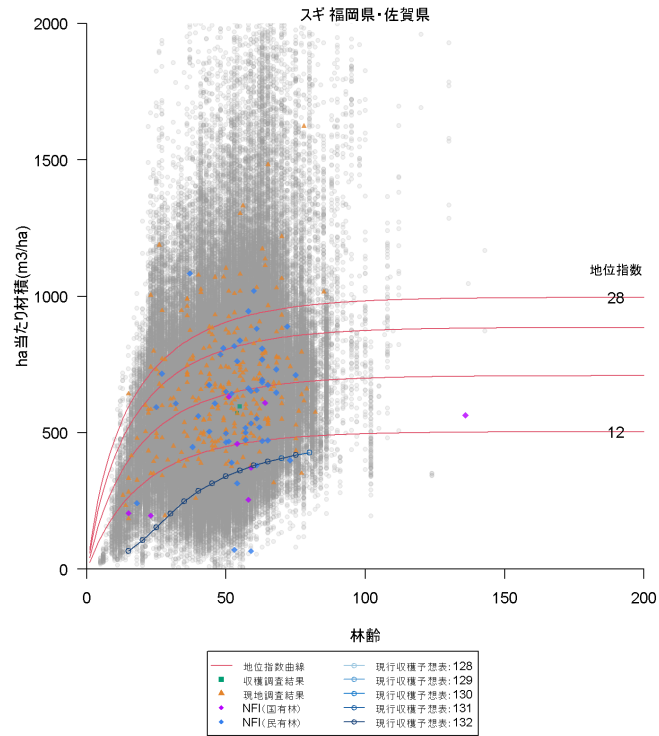


図 4.3-67 ha 当たり材積

(九州局、スギ、①福岡県・佐賀県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

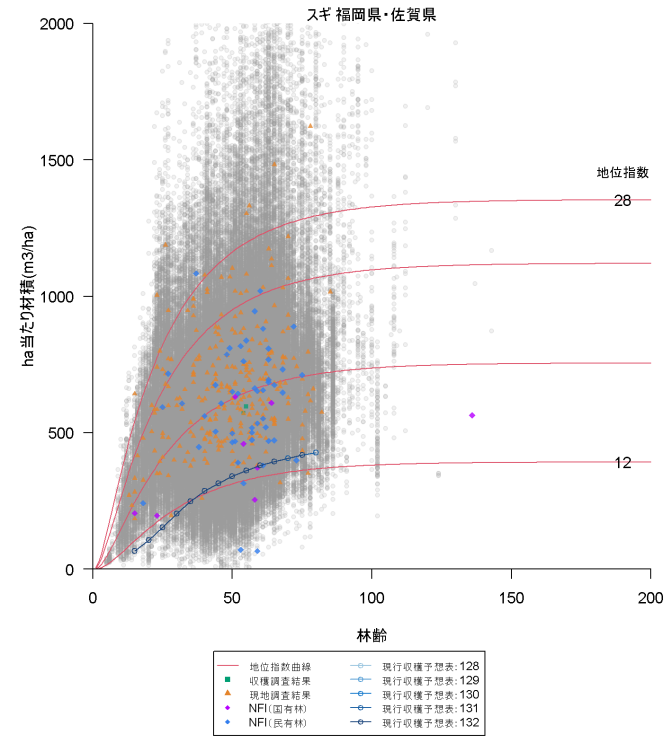


図 4.3-68 ha 当たり材積

(九州局、スギ、①福岡県・佐賀県、密度管理図モデル)

② 長崎県

【従来モデル】

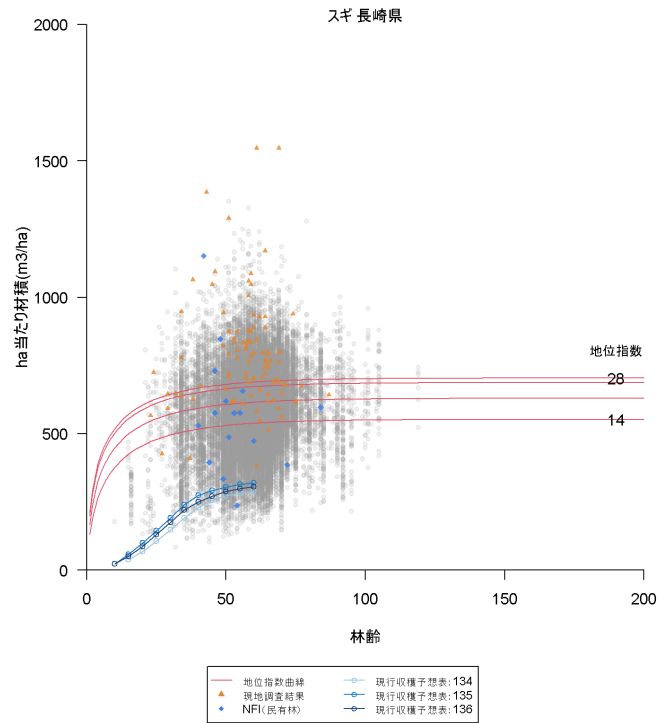


図 4.3-69 ha 当たり材積
(九州局、スギ、②長崎県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

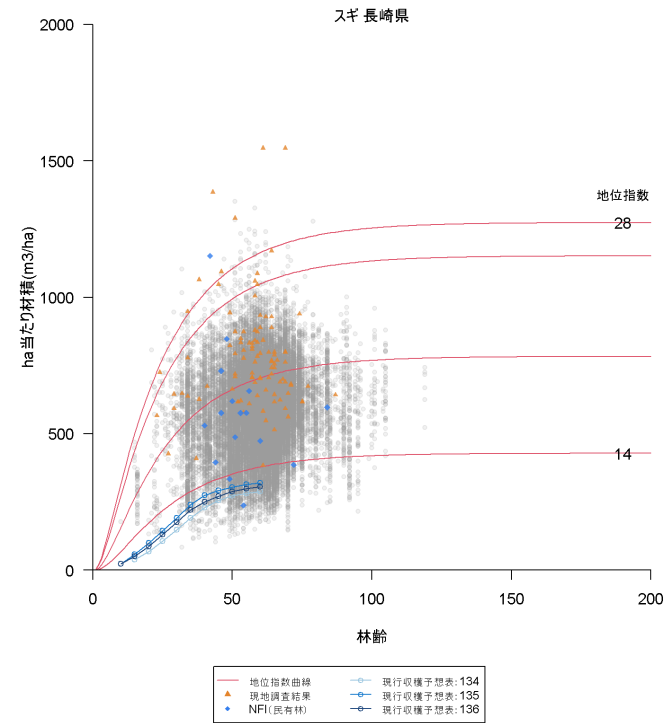


図 4.3-70 ha 当たり材積
(九州局、スギ、②長崎県、密度管理図モデル)

③ 大分県

【従来モデル】

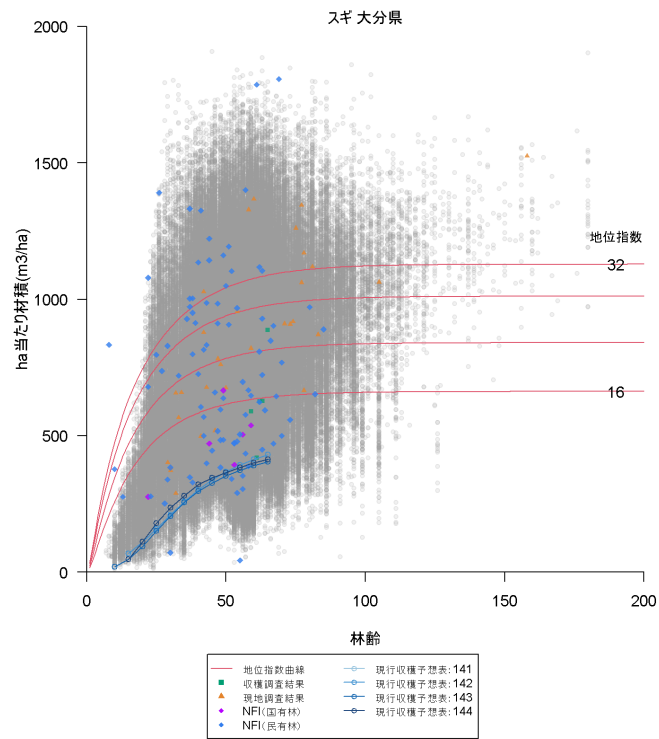


図 4.3-71 ha 当たり材積
(九州局、スギ、③大分県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

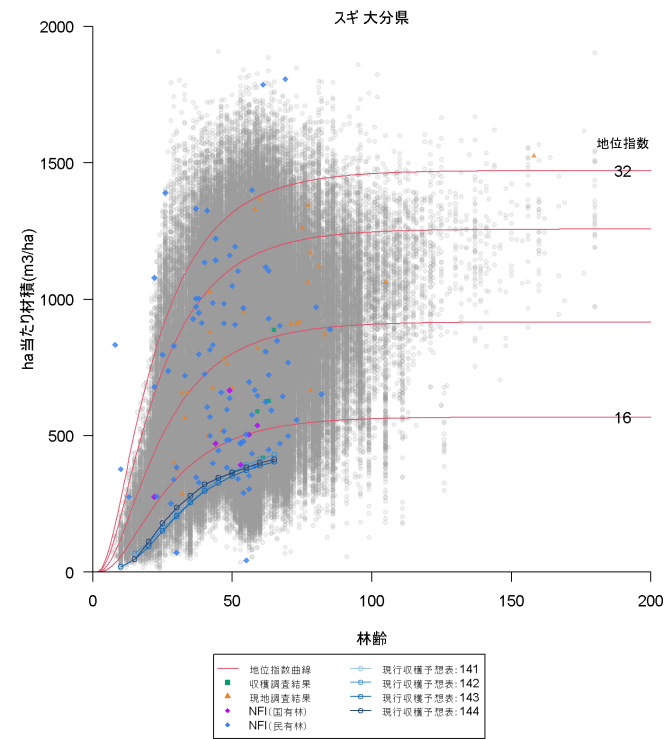


図 4.3-72 ha 当たり材積
(九州局、スギ、③大分県、密度管理図モデル)

④ 熊本県

【従来モデル】

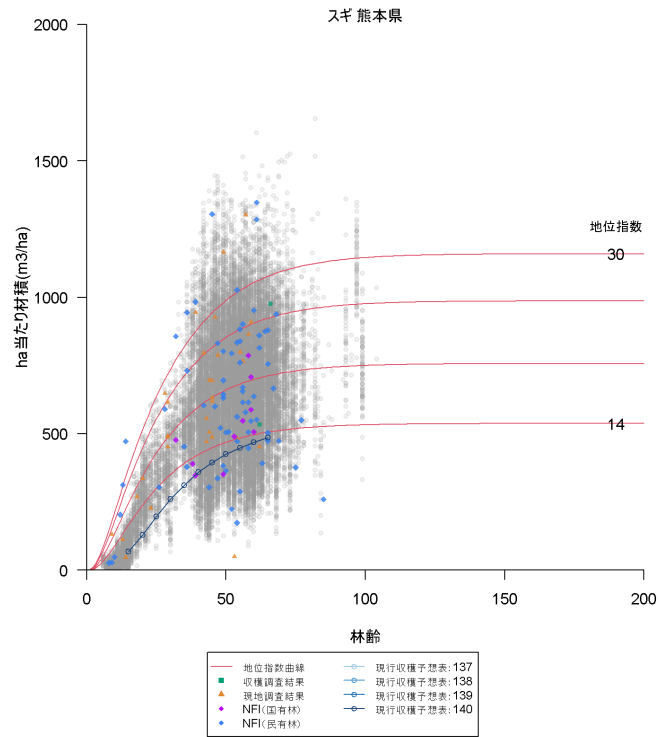


図 4.3-73 ha 当たり材積
(九州局、スギ、④熊本県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

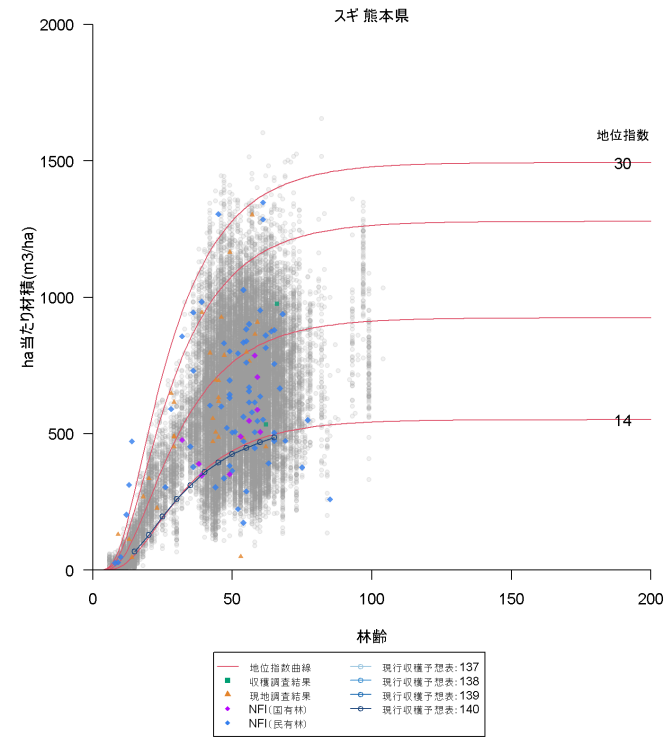


図 4.3-74 ha 当たり材積
(九州局、スギ、④熊本県、密度管理図モデル)

⑤ 宮崎県（五ヶ瀬川/耳川/一ツ瀬川計画区）

【従来モデル】

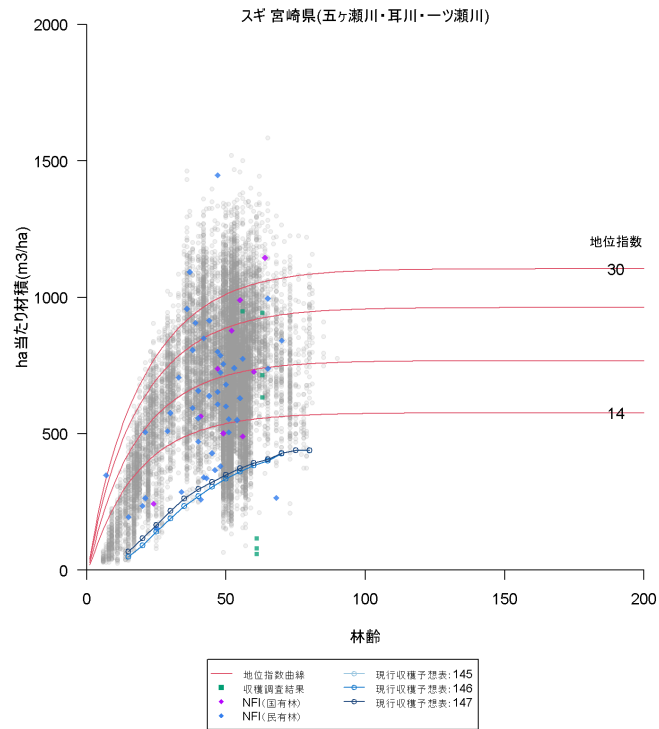


図 4.3-75 ha 当たり材積（九州局、スギ、
⑤宮崎県（五ヶ瀬川/耳川/一ツ瀬川計画区）、従来モデル）

【密度管理図モデル】

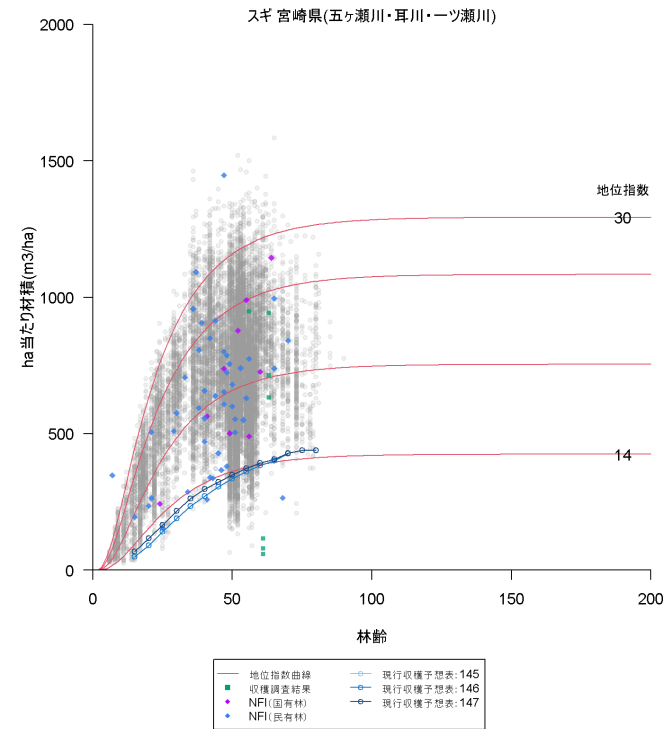


図 4.3-76 ha 当たり材積（九州局、スギ、
⑤宮崎県（五ヶ瀬川/耳川/一ツ瀬川計画区）、密度管理図モデル）

⑥ 宮崎県（大淀川/広渡川計画区）

【従来モデル】

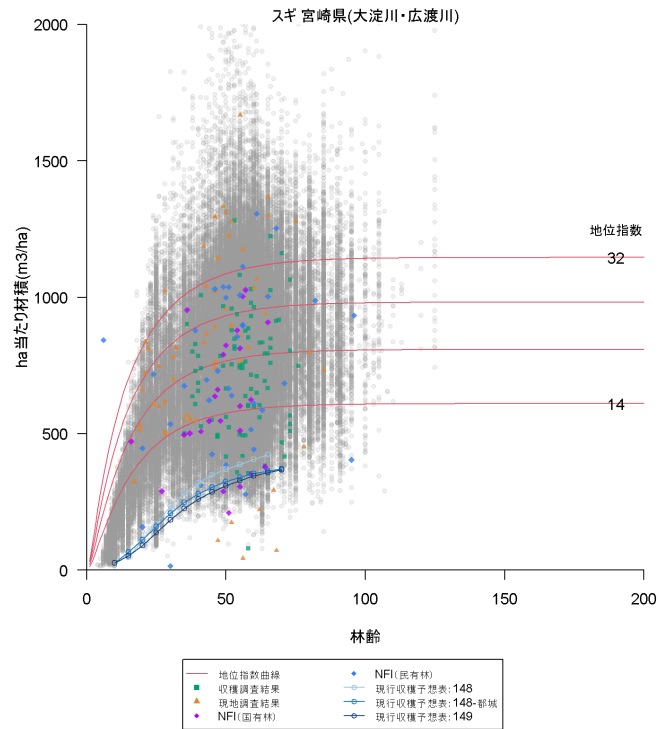


図 4.3-77 ha 当たり材積（九州局、スギ、
⑥宮崎県（大淀川/広渡川計画区）、従来モデル）

【密度管理図モデル】

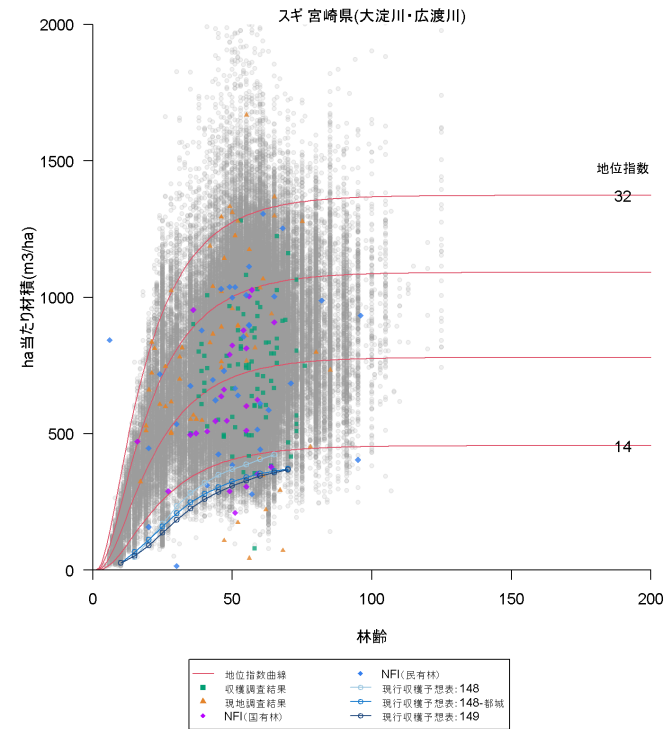


図 4.3-78 ha 当たり材積（九州局、スギ、
⑥宮崎県（大淀川/広渡川計画区）、密度管理図モデル）

⑦ 鹿児島県

【従来モデル】

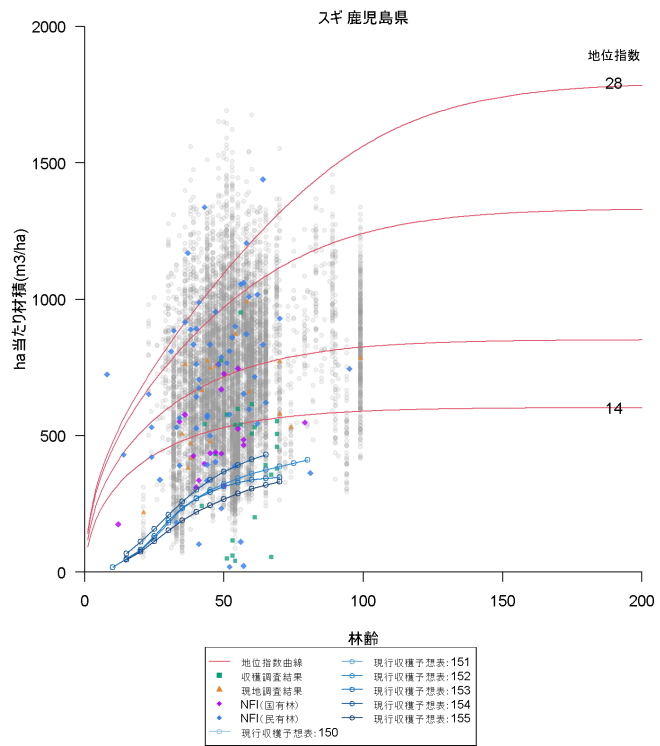


図 4.3-79 ha 当たり材積
(九州局、スギ、⑦鹿児島県、従来モデル)

【密度管理図モデル】

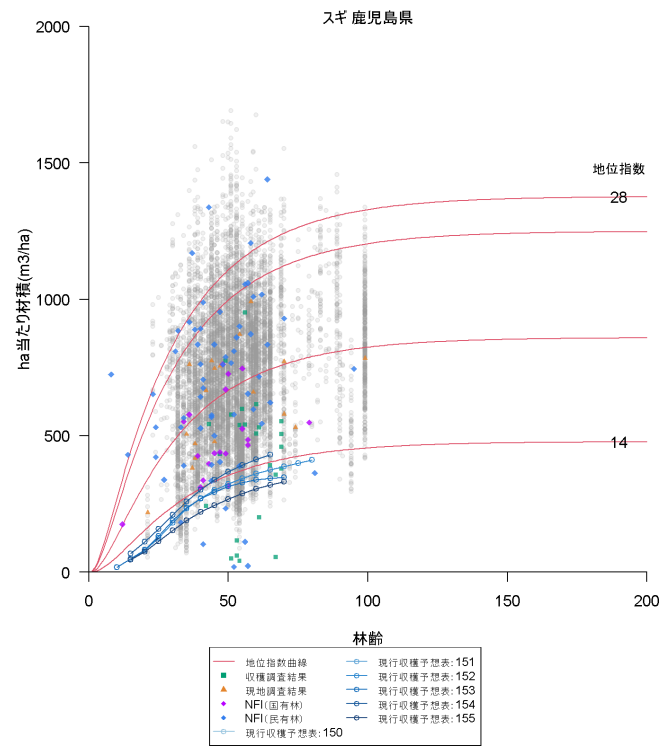


図 4.3-80 ha 当たり材積
(九州局、スギ、⑦鹿児島県、密度管理図モデル)

4.4 成長予測モデルの妥当性の確認

前章で示した成長予測モデルの作成結果について、現行収穫予想表や実測データ（収穫調査、現地調査及び NFI）との比較を行い、モデルの妥当性を確認した。その結果、以下に詳述するとおり、今般作成した成長予測モデルの方が現行収穫予想表よりも高い成長を示す傾向にあったが、モデル間では密度管理図モデルの方が従来モデルよりも妥当性が高いと考えられた。

4.4.1 ha 当たり材積の比較

成長予測モデルの作成結果をみると、従来モデル、密度管理図モデルともに、推定した ha 当たり材積の分布の中心が現行収穫予想表の値を上回る結果がほとんどであった。ただし、国有林の実測データ（収穫調査及び NFI）と比較すると、ばらつきが大きいものの、現行収穫予想表が必ずしも国有林の成長を過小評価しているとは判断し難い場合もあった。

また、いずれの地域においても、特に成長初期の立ち上がりの部分において、従来モデルよりも密度管理図モデルの方が、現実林分（収穫調査、現地調査又は NFI）の分布を適切に表現できていると考えられた。

モデル間の精度の違いを確認するため、試行的に東北森林管理局管内を対象として、本事業で作成した成長予測モデルによる ha 当たり材積の推定結果と、2.2 章の(2)のとおり収集した現地調査データによる ha 当たり材積の実測値を以下の手順により比較した。

- (1) 現地調査データの各調査点について、その林齢及び上層樹高から該当する地域区分の成長予測モデルにより地位指数を求め、その林齢と地位指数から ha 当たり材積（理論値）を求める
- (2) (1)の値を現地調査点の実測による ha 当たり材積と比較する

ha 当たり材積の比較結果について、図 4.4-1（従来モデル）及び図 4.4-2（密度管理図モデル）のとおり、横軸にモデルから求めた理論値、縦軸に現地調査データによる実測値をとってプロットした。従来モデルでは、ha 当たり材積が小さい約 200~400m³/ha の範囲ではモデルの値がやや過大評価、約 600m³/ha 以降では逆に過小評価傾向であった。一方、密度管理図モデルでは 1:1 の直線周辺にプロットされた点が多く、従来モデルよりも実測値に近い値で ha 材積を推定できていることが示された。

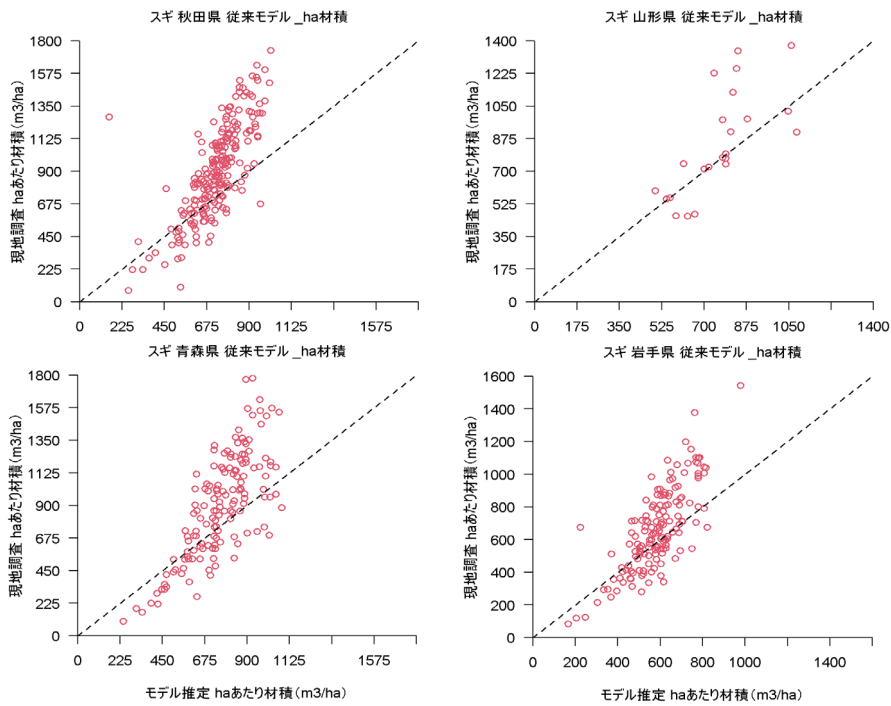


図 4.4-1 東北局における成長予測モデルと現地調査データの ha 材積比較 (従来モデル)

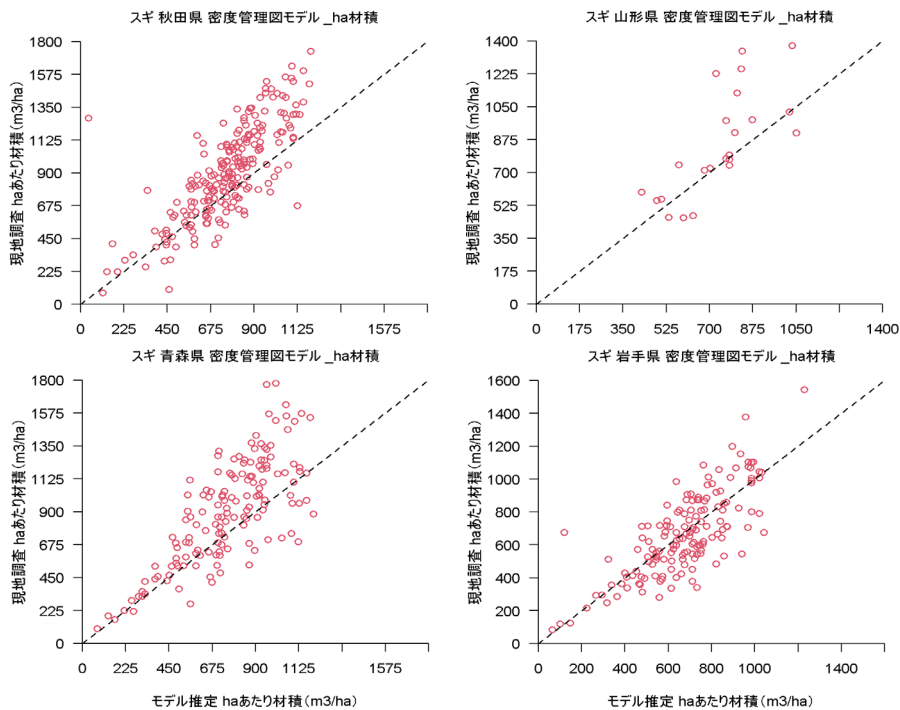


図 4.4-2 東北局における成長予測モデルと現地調査データの ha 材積比較 (密度管理図モデル)

4.4.2 成長量の比較

成長予測モデルの妥当性を確認するため、平均成長量（ $\text{m}^3/\text{ha}/\text{年}$ ）が最大となる林齢（以下「平均成長量最大年」という。）についても現行収穫予想表との比較及びモデル間の比較を行った。なお、国有林の地域別の森林計画においては、平均成長量最大年を基準として、森林の有する公益的機能、既往の平均伐採齢及び森林の構成を勘案しつつ樹種毎の標準伐期齢を定めることとされていることから、現行の標準伐期齢についても併せて確認した。

比較の結果、平均成長量最大年は、従来モデル、密度管理図モデルともに現行収穫予想表と比べて低くなる傾向がみられたが、その差異は従来モデルでは数十年、密度管理図モデルでは5～10年程度とモデル間の違いがみられた。森林の成長量は若齢段階にかけて増加し、その後は徐々に減少していくと考えられている（ただし、近年、成長量はあまり減少しないという説もある）が、別冊資料2に示したとおり、従来モデルでは植栽直後の平均成長量が最も大きく、林齢とともに減少していく傾向を示す場合が多く、現実林分を適切に反映していない可能性が考えられた。一方、密度管理図モデルでは、一般的な成長量の推移を示すものが多く、従来モデルよりも妥当性が高いと考えられた。なお、平均成長量最大年と現行の標準伐期齢を比較すると、現行収穫予想表では標準伐期齢と近い場合が多く、密度管理図モデルではやや低め、従来モデルでは極端に低めの値となっている場合が多かった（表 4.4-1）。

表 4.4-1 平均成長量最大年の比較

樹種	局	地域区分	現行収穫 予想表	従来モデル	密度管理図モデル	標準伐期齢
スギ	東北局	①秋田県	53~58	15(10~20)	40(30~45)	50
		②山形県	58~63	20	40(30~50)	50, 55, 60
		③青森県	48	20(20~25)	50(40~60)	45
		④岩手県	53	15	35(30~40)	40, 45, 50
	関東局	⑤新潟県・福島県(会津計画区)	45~60	30(30~40)	45(35~50)	45
		⑥福島県(会津計画区以外)	45	15	35(25~40)	45
		⑦栃木県・群馬県(利根上流/吾妻計画区)	45	5	25(20~30)	35, 40
		⑧群馬県(利根下流/西毛計画区)・埼玉県・山梨県	43~48	5	30(25~35)	35, 40
		⑨茨城県・千葉県	43	10(5~10)	20(15~25)	40
		⑩神奈川県・静岡県	48	5	15(10~15)	40
		⑪東京都	43	5	30(20~30)	40
	中部局	⑫富山県	70	10	30(25~35)	45
		⑬岐阜県	70	5	35(25~45)	30, 40, 45
		⑭長野県	45~65	25	45(40~50)	40
		⑮愛知県	55	5	20(15~25)	40
	四国局	⑯吉野川/那賀・海部川/高知/嶺北仁淀/東予/中予 山岳/肱川計画区	40	5	30(25~30)	35, 40
		⑰安芸計画区	35	5	25(15~25)	35
		⑱四万十川/南予計画区	40	10	30(25~30)	35
		⑲香川/今治松山計画区	40	35(30~40)	30(30~35)	35
	九州局	⑳福岡県・佐賀県	40~45	5	20(15~25)	40
		㉑長崎県	40~45	5	20(15~25)	40
		㉒大分県	40	5(5~10)	25(20~30)	40
		㉓熊本県	45	20(20~25)	35(30~40)	40
		㉔宮崎県(五ヶ瀬川/耳川/一ツ瀬川計画区)	40	5	25(20~30)	40
		㉕宮崎県(大淀川/広渡川計画区)	40~45	5(5~10)	20(15~25)	40
		㉖鹿児島県	40~45	5	25(20~30)	40

樹種		地域区分	現行収穫 予想表	従来モデル	密度管理図モデル	標準伐期齢
ヒノキ	中部局	①富山県・岐阜県	55~60	5	25(25~35)	45, 50, 55
		②長野県	65~95	5	30(30~50)	45
		③愛知県	55~60	5	25(20~35)	45
	近畿中国局	④石川県・福井県・滋賀県・京都府	40	15	40(35~45)	40, 45, 50
		⑤三重県・奈良県・和歌山県	34	45(35~45)	30(30~45)	35, 40
		⑥大阪府・兵庫県・岡山県	34~44	15	40(40~50)	35, 40
		⑦広島県・山口県	43	15	30(30~35)	35, 40
		⑧鳥取県・島根県	48	15(15~20)	35(30~40)	40
カラマツ	北海道局	①網走西部/網走東部/釧路根室/十勝計画区	20~25	15(15~20)	30(25~30)	30
		②宗谷/上川北部/上川南部/留萌/石狩空知/日高/ 胆振東部/後志胆振/渡島檜山計画区	20	30(30~35)	35(30~35)	35, 30
	東北局	③東北全県	33~38	5	20(20~30)	30, 35, 40
	中部局	④富山県・岐阜県	40	15(10~15)	35(30~35)	35, 40
		⑤長野県	40~45	10(5~10)	40(35~50)	40
トドマツ	北海道局	①網走西部/網走東部/釧路根室/十勝計画区	60~65	40(35~40)		50
		②宗谷/上川北部/上川南部/留萌/石狩空知/日高/ 胆振東部/後志胆振/渡島檜山計画区	55~60	5		50

※現行収穫予想表は、各地域区分で現在使用している収穫予想表の平均成長量最大年の範囲を示した。

※従来モデル及び密度管理図モデルは、地位 20 における平均成長量最大年を示した。地位によって平均成長量最大年が異なる場合は、() 内に各地位における平均成長量最大年を範囲として示した。

※標準伐期齢は、国有林の地域別の森林計画において、森林の有する公益的機能、既往の平均伐採齢及び森林の構成を勘案し、樹種毎に平均成長量が最大となる年齢を基準として定めたもの。

5 成長予測モデルの実用化に向けた検討

国有林において、本事業で作成した成長予測モデルを実際に現行収穫予想表に代わって使用するに当たっては、検討委員会や各森林管理局へのヒアリングから、主に次のような課題が挙げられた。それぞれについて以下に詳述する。

- (1) 使用するデータの妥当性
- (2) 森林調査簿の蓄積データへの影響
- (3) その他実務的な課題

5.1 使用するデータの妥当性

本事業において成長予測モデルの作成に使用した航空レーザデータは、その性質上、計測対象地域の森林資源に関する悉皆データとなり、異常値も含まれるものとなる。一方、成長予測モデルは対象地域の森林の標準的な成長を表すことが目的であるため、本事業では、収集した航空レーザデータから各種フィルタリングにより異常値をできるだけ除いたが、一部除き切れていない可能性がある。これに加え、航空レーザデータは上層木のものであり、被圧木や下層木は含まれていないことにも留意する必要がある。

また、使用するデータの地理的分布や齢級構成の偏りがある場合には、モデルの作成結果がデータ数の多い地域や齢級に影響されてしまう。どの程度のデータ数があれば十分なのかの基準を定めるのは難しいが、齢級毎に満遍なくデータがあることが望ましい。本事業では、国有林の航空レーザデータに限られたため、民有林のデータも利用したが、国有林と民有林で立地条件が異なるような地域においては、主に民有林のデータに基づく成長予測モデルでは国有林の成長を適切に反映できないおそれがある。なお、国有林と民有林で実際に成長が異なるのか確認するため、4.3 章のグラフでは、民国区分に拘わらず同じ方法で調査される NFI のデータを民国別に表示したが、ばらつきが大きくデータ数が少ない場合もあり民国の違いの有無については判断が難しかった。

さらに、特に高齢級や若齢級の林分データについては、例えば、成長が悪く伐採しづらい箇所や試験林が高齢級林分として残っていたり、逆に成長が良く伐採・更新しやすい箇所が若齢級林分として存在していたりするなど、その森林の管理の状況に強く影響を受けていることから、標準的な成長を表すデータとなっていない可能性がある。このため、理想的には同一林分の経年の成長に基づくモデルを作成することが望ましいが、現実的にはデータ取得の観点から一時点のデータを使用せざるを得ない。この点に留意しつつ、将来に向けては、時間の経過とともに成長予測モデル（収穫予想表）を見直すことができるよう、現時点のデータをどのようにアーカイブして引き継いでいくのか、また新規データをどのように取得するのか（2 回目の航空レーザ計測の実施等）を検討する必要がある。

なお、本事業では、成長予測モデルの比較対象として、現行収穫予想表に加え、収穫調査（国有林のみ）、現地調査（主に民有林）及び NFI（国有林及び民有林）の実測データを参照した。地域によっては、現行収穫予想表の実測データへの当てはまりが悪くなく、

あえて見直す必要がないと考えられる場合もあった。ただし、そのような場合でも、現行収穫予想表の高齢級のデータが少ない場合や地位区分がない（又は少ない）場合には、現行収穫予想表の成長曲線を基に実測データで高齢級分を補足したり地位区分を追加したりするなどの対応が考えられる。

5.2 森林調査簿の蓄積データへの影響

収穫予想表は、国有林の森林調査簿における林小班毎の各樹種の材積を算定する基礎となるため、それを変更することにより森林全体の蓄積データに変更が生じる。森林調査簿の蓄積データは、持続可能な伐採計画を策定する上で重要なデータであることから、現行収穫予想表を本事業で作成した成長予測モデルに変更した場合にどの程度の影響があるのか確認する必要がある。このため、本事業では東北森林管理局及び中部森林管理局のそれぞれ約 2,000ha の国有林を対象として、現行収穫予想表と新たに作成した成長予測モデルを適用した場合で将来の蓄積がどのように変化するのか比較した。

5.2.1 蓄積変化の比較方法

比較に当たっては、表 5.2-1 に示した 4 パターンのとおり、現時点での森林調査簿上の材積（小班・樹種毎）を基に 100 年間成長させたときの対象森林全体の蓄積の変化を比較した。各小班・樹種の成長量は、最初の材積にそれぞれの収穫予想表の成長率をかけることにより求めた。

なお、パターン 2～4 では、航空レーザデータの樹高により地位を見直した上で試算した（地位判定の具体的な方法については令和 6 年度事業報告書を参照）。ただし、対象地域では現行収穫予想表に地位区分がなかったことから、パターン 2 での地位の見直しは結果に反映されず、パターン 1 と同じ結果となった。

表 5.2-1 蓄積変化の比較パターン

パターン	収穫予想表	地位	最初の材積
1	現行	森林調査簿に記載されている地位	森林調査簿に記載されている材積
2	現行	現行収穫予想表から作成した地位判定基準図を用いて、航空レーザデータの樹高から判定した地位	
3	新規① 従来モデル	従来モデルによる新たな収穫予想表から作成した地位判定基準図を用いて、航空レーザデータの樹高から判定した地位	
4	新規② 密度管理図モデル	密度管理図モデルによる新たな収穫予想表から作成した地位判定基準図を用いて、航空レーザデータの樹高から判定した地位	

5.2.2 対象地域

蓄積変化を比較する対象地域は、令和6年度事業で「航空レーザ計測結果を活用した地位推定手法の検討」を実施した以下の2地域とした。いずれも人工林ではスギ及びカラマツが主体の森林である。

- ・東北森林管理局切通山国有林内（約2,334ha）（岩手県八幡平市 馬淵川上流森林計画区）
（図5.2-1、図5.2-2）
- ・中部森林管理局黒姫山国有林内（約1,929ha）（長野県信濃町 千曲川下流森林計画区）
（図5.2-3、図5.2-4）

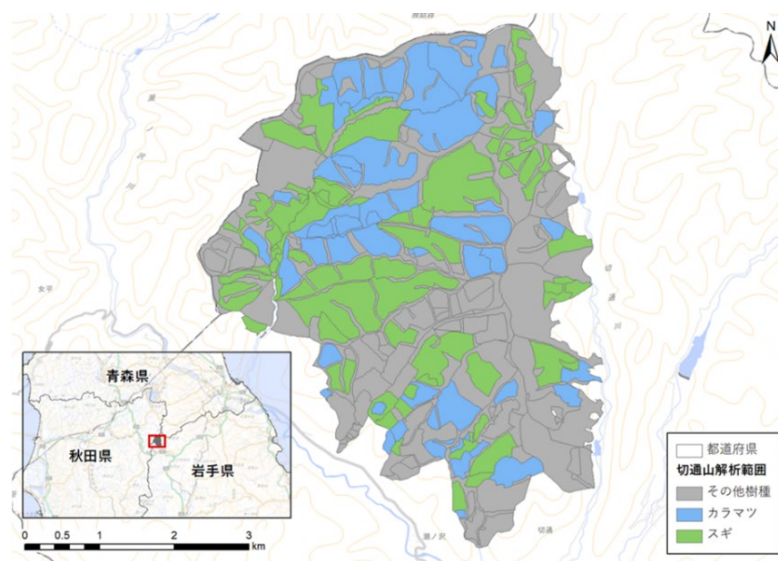


図 5.2-1 蓄積変化の比較対象地域（東北局：切通山国有林）

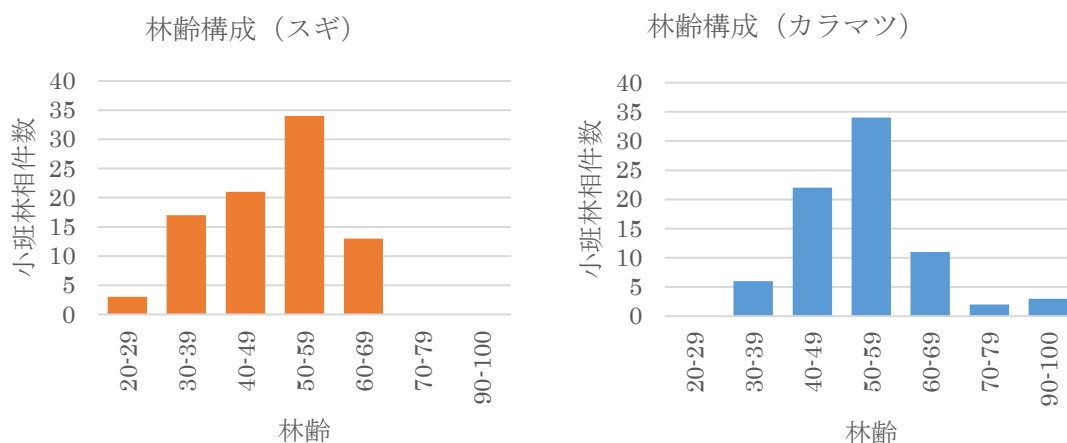


図 5.2-2 切通山国有林の林齢構成

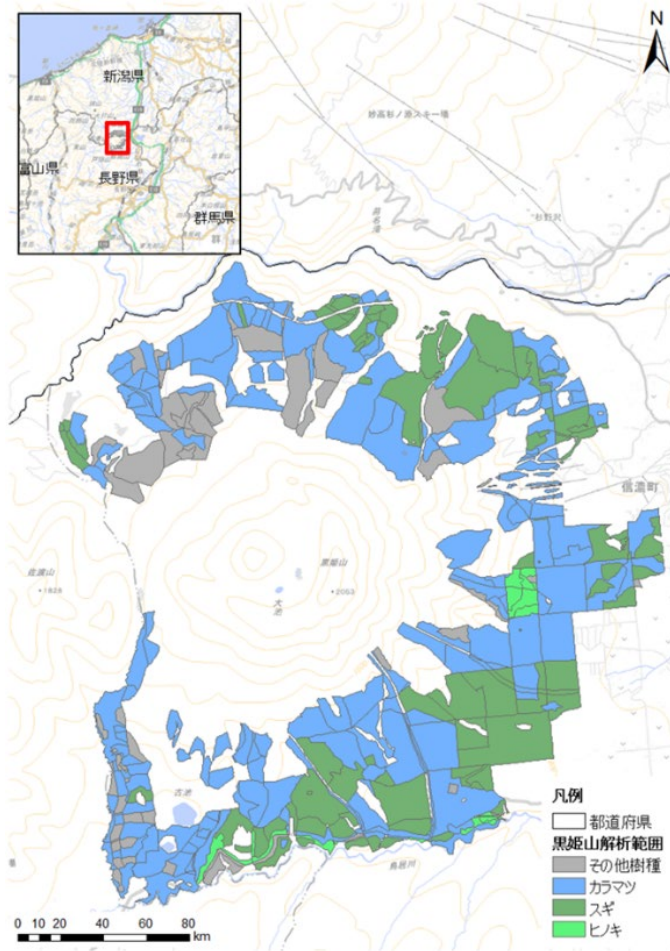


図 5.2-3 蓄積変化の比較対象地域（中部局：黒姫山国有林）

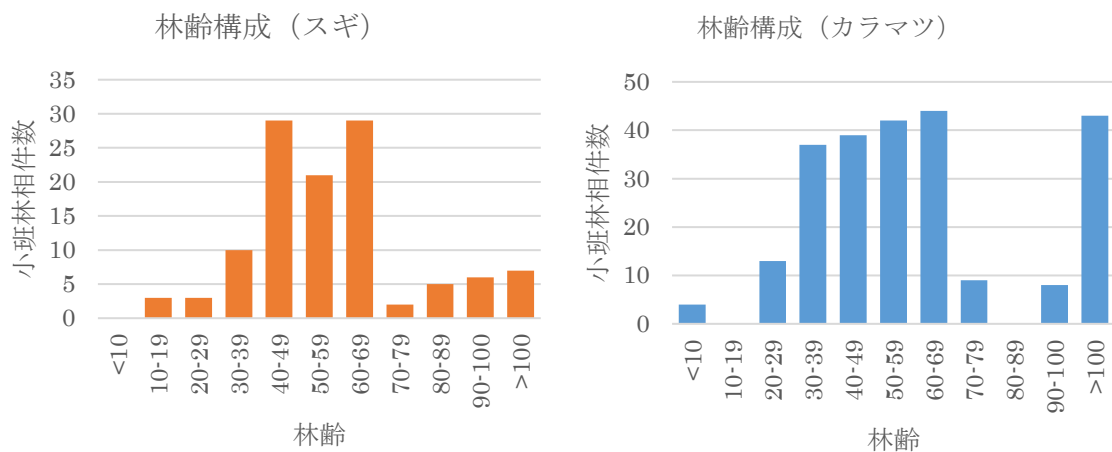


図 5.2-4 黒姫山国有林の林齢構成

5.2.3 比較結果

(1) 東北森林管理局（切通山国有林）

① 地位判定

東北局切通山国有林のスギ及びカラマツについて、地位級の判定結果をそれぞれ図5.2-5に示す。

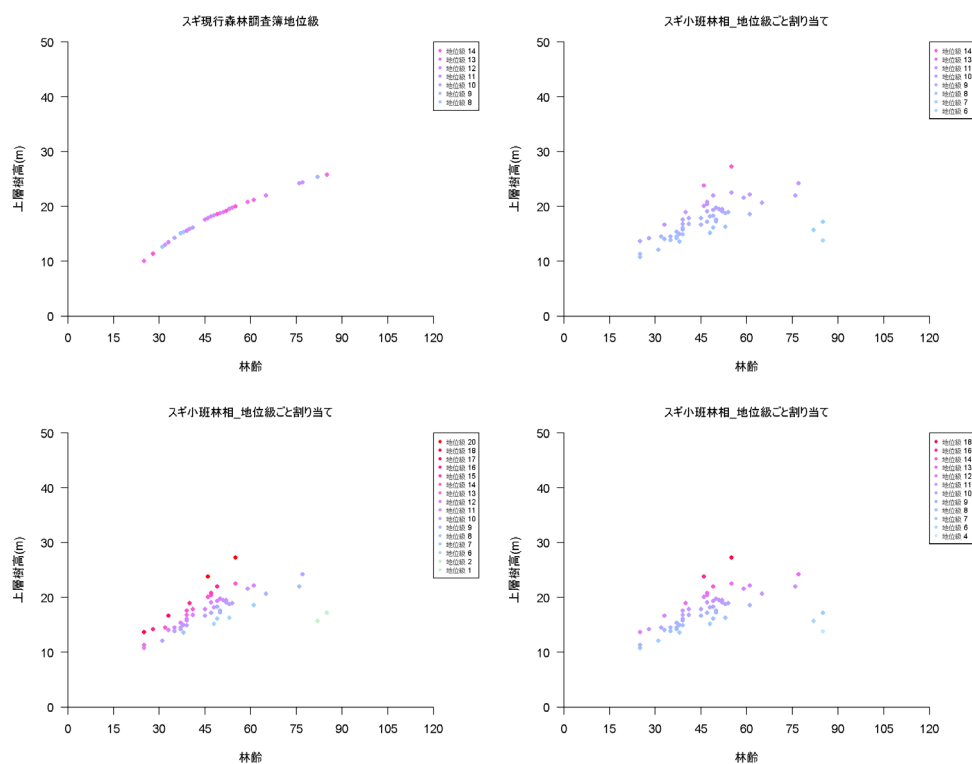


図 5.2-5 東北局切通山国有林：スギの地位級判定結果

(左上：パターン1、左下：パターン2、右上：パターン3、右下：パターン4)

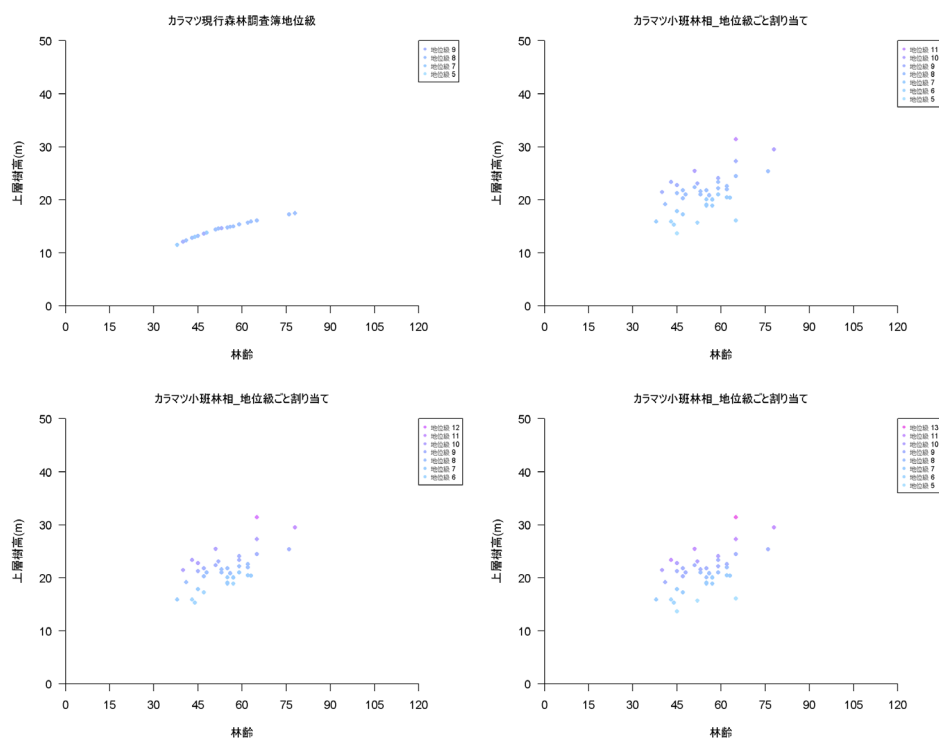


図 5.2-6 東北局切通山国有林：カラマツの地位級判定結果
 (左上：パターン1、左下：パターン2、右上：パターン3、右下：パターン4)

② 蓄積変化

スギ及びカラマツについて、パターン1～4により現時点から100年間成長させた場合の森林の蓄積変化をそれぞれ図 5.2-7 (左グラフ)、図 5.2-8 (左グラフ) に示す。スギの蓄積は、現行収穫予想表を適用した場合 (パターン1及び2) が最も増加し、他のパターンと大きく差が開いた。一方、カラマツの蓄積は、密度管理図モデルを適用した場合 (パターン4) が最も増加したが、他のパターンとの差はあまりなかった。

当該国有林では、比較的高齢級 (50年生以上) の小班が多く (図 5.2-2)、その齢級において、スギでは現行収穫予想表の成長率が従来モデルや密度管理図モデルと比べて大きくなっている (図 5.2-7: 右グラフ) が、カラマツでは成長率に大きな差がない (図 5.2-8: 右グラフ) ことが、蓄積変化の違いに影響したものと考えられる。

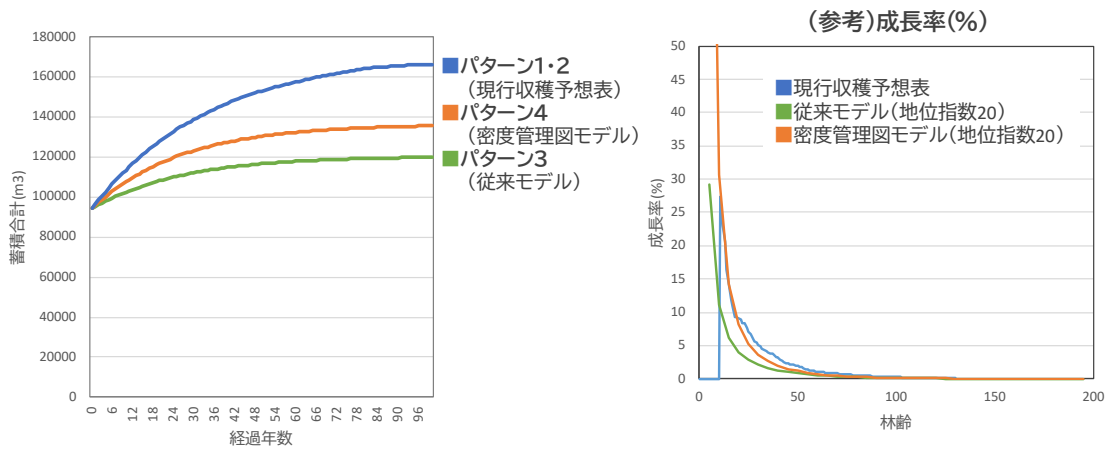


図 5.2-7 東北局切通山国有林：スギの蓄積変化の比較結果

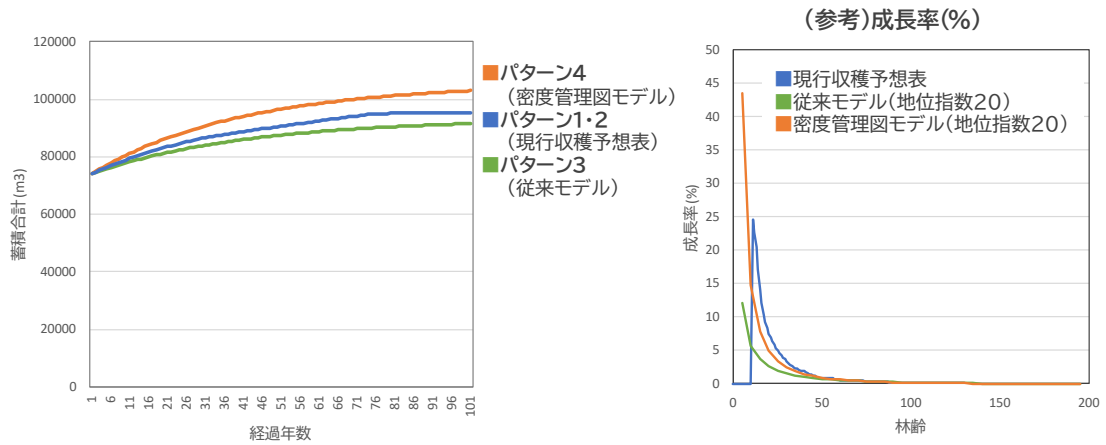
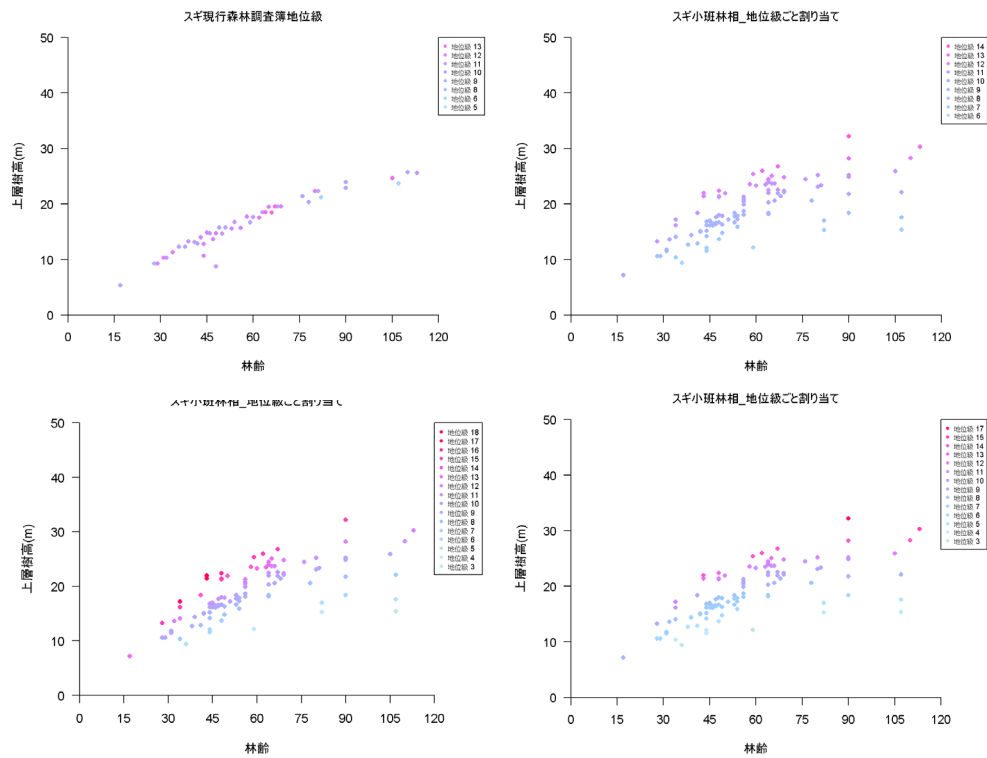


図 5.2-8 東北局切通山国有林：カラマツの蓄積変化の比較結果

(2) 中部森林管理局（黒姫山国有林）

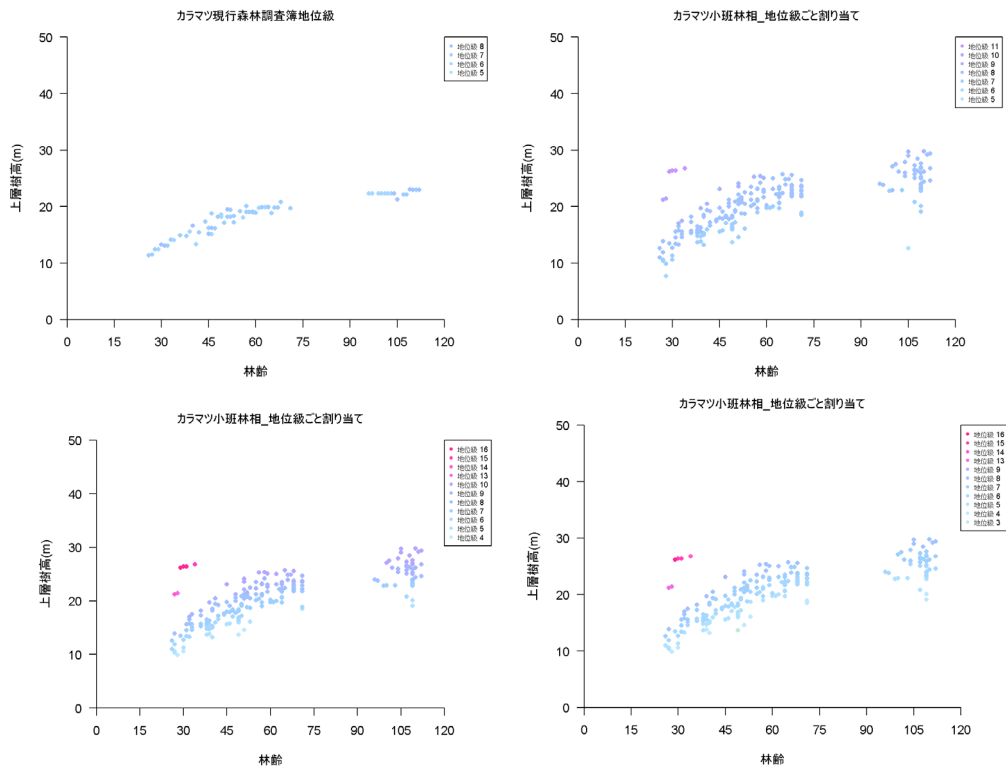
① 地位判定

中部局黒姫山国有林のスギ及びカラマツについて、地位級の判定結果をそれぞれ図 5.2-9、図 5.2-10 に示す。



図

5.2-9 中部局黒姫山国有林：スギの地位級判定結果
(左上：パターン1、左下：パターン2、右上：パターン3、右下：パターン4)



図

5.2-10 中部局黒姫山国有林：カラマツの地位級判定結果
(左上：パターン1、左下：パターン2、右上：パターン3、右下：パターン4)

② 蓄積変化

スギ及びカラマツについて、パターン1～4により現時点から100年間成長させた場合の森林の蓄積変化をそれぞれ図5.2-11（左グラフ）、図5.2-12（左グラフ）に示す。スギの蓄積は、前述の東北森林管理局切通山国有林の場合と同様に、現行収穫予想表を適用した場合（パターン1及び2）が最も増加し、他のパターンと大きく差が開いた。一方、カラマツの蓄積は、密度管理図モデルを適用した場合（パターン4）が最も増加したが、現行収穫予想表を適用した場合（パターン1及び2）とはほぼ変わらず、従来モデル（パターン3）は大きく上回った。

当該国有林においても比較的高齢級の小班が多く（図5.2-4）、そのような年齢における収穫予想表の成長率の差（図5.2-11：右グラフ、図5.2-12：右グラフ）が、蓄積変化の違いに影響したものと考えられる。

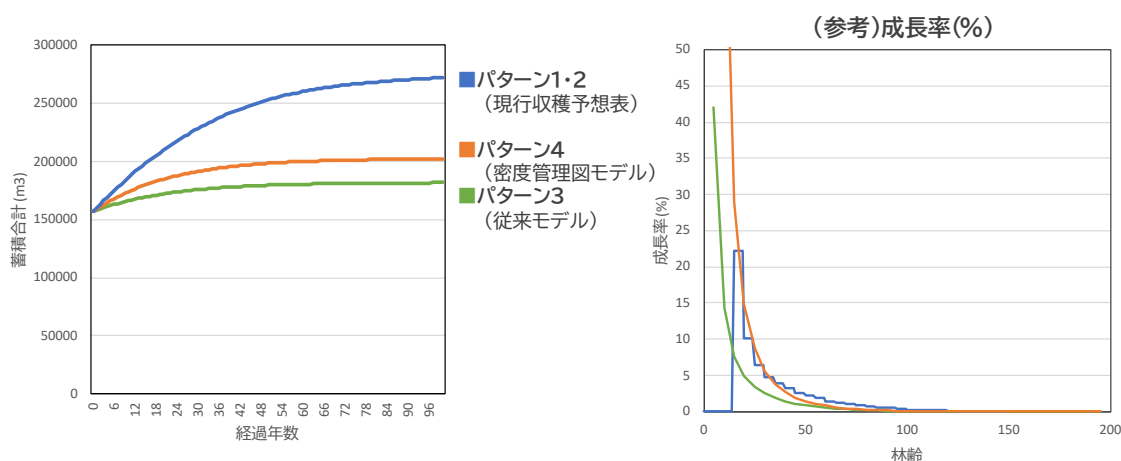


図 5.2-11 中部局黒姫山国有林：スギの蓄積変化の比較結果

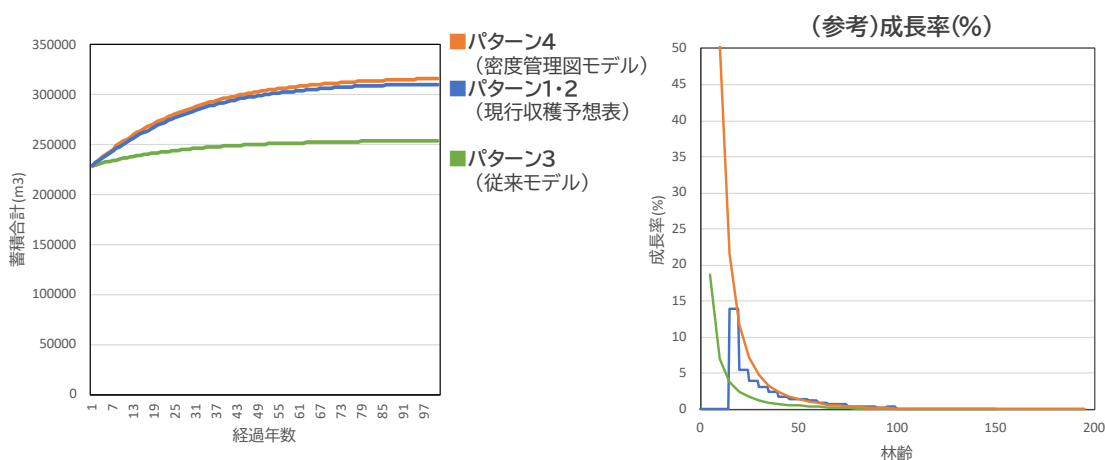


図 5.2-12 中部局黒姫山国有林：カラマツの蓄積変化の比較結果

5.2.4 考察

上述のとおり、現在の森林調査簿の蓄積を起点として、現行収穫予想表に代わって新たに作成した成長予測モデルを適用した場合、現在の主な齢級における成長率の違いが経年の蓄積変化に特に影響することがわかった。ただし、今回は比較対象範囲が限られていたため、今後は計画区単位などより大きな範囲での影響を検証する必要があると考えられる。この際、航空レーザデータなど樹高データが十分でない場合に地位をどのように見直すのかも課題となる。なお、局によっては樹高データではなく標高や傾斜などに基づくスコア表を用いて地位を判定している場合もある。また、起点の蓄積を現在の森林調査簿の蓄積とするのか、各小班の各樹種の材積を林齢1から計算し直すかによっても結果が変わると考えられる。

5.3 その他実務的な課題

現行収穫予想表を見直す場合には、他にも以下のような実務的な課題があることから、これらについてもよく検討した上で実施する必要がある。

- ・標準伐期齢について、平均成長量最大の林齢を基準として、森林の有する公益的機能、既往の平均伐採齢及び森林の構成を勘案しつつ定めることとされている。収穫予想表を見直して平均成長量最大の林齢が顕著に変わるような場合にあっては、標準伐期齢を見直すことも考えられるが、標準伐期齢は現状の施業指針の基礎になっていることから慎重な検討が必要である。
- ・国有林の森林調査簿は、国有林野情報管理システム（以下「システム」という。）で管理しており、システムでは各収穫予想表（地位別）の林齢毎の成長率を組み込み、それを各小班の各樹種の材積に毎年適用することにより、林齢とともに材積が増加していく仕組みとなっている。収穫予想表を修正したり地位区分を新設したりする場合には、システムに組み込むための成長率のデータも修正又は新たに作成する必要がある。
- ・収穫予想表に基づき算定された森林調査簿上の蓄積は、伐採計画の策定以外の実務でも利用されている。具体的にどのような実務で利用されているのか、また、蓄積データが変わることによりこれらの実務にどのような影響が生じるのかについても詳しく確認が必要である。

6 成果のまとめ

本事業は、航空レーザデータを用いて国有林の新たな収穫予想表を整備することを目的として令和元年度から検討を始め、本年度は以下の3項目を実施した。

1. 各森林管理局管内における地域区分の整理（3章）

令和6年度に検討した気象クラス区分を基に、現行収穫予想表及び密度管理図の区分のほか、成長予測モデルの作成に使用する航空レーザデータの分布状況や各森林管理局の意見を踏まえながら、各局の主要な人工林の樹種に関する地域区分を整理した。結果としては、多くの地域で現行収穫予想表の地域区分を踏襲しつつ、部分的に分割・統合した形となった（3.3章、別冊資料1）。

2. 各森林管理局管内における成長予測モデルの作成と妥当性の確認（4章）

各森林管理局における主要樹種（利用可能な航空レーザデータが最も多い樹種）について、1で整理した地域区分に基づき、航空レーザデータを用いた成長予測モデルを作成した。

成長予測モデルは、過年度に検討した「従来モデル」及び林野庁（2025）¹⁸による「密度管理図モデル」の2種類を検討したところ、結果として、いずれの地域においても、特に成長初期の立ち上がりの部分において密度管理図モデルの方が現実林分のデータ分布を適切に表現できていると考えられた。

現行収穫予想表と比較すると、従来モデル、密度管理図モデルともに現行収穫予想表よりも成長曲線が上回る結果がほとんどであった。ただし、国有林の実測データ（収穫調査及びNFI）と比較すると、地域によっては必ずしも現行収穫予想表が国有林の成長を過小評価しているとは判断し難い場合もあった。

3. 成長予測モデルの実用化に向けた検討

国有林において、本事業で作成した成長予測モデルを実際に現行収穫予想表に代わって使用する場合の具体的な課題を検討した。主な課題としては、モデル作成に使用するデータの妥当性や、収穫予想表の見直しに伴う森林調査簿の蓄積データ等への影響が挙げられた。今後、実際に収穫予想表を見直す場合には、国有林データの追加収集の必要性や、蓄積データに基づく伐採計画の策定をはじめとした様々な実務への影響をよく検討した上で行う必要があると考えられた。

以上のとおり、本事業では、航空レーザデータを用いた森林の成長予測モデルの作成に

¹⁸ 林野庁（2025）林分密度管理図による収穫予想表作成の手順書（民有林スギ・ヒノキ・カラマツ人工林用）。https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/sinrin_keikaku/con_3.html#sonota1

ついて、実用化に向けた課題は残るものの一定の方法論を示すとともに、林野庁（2025）による密度管理図モデルの有効性を確認することができた。

この成果を踏まえ、今後は各森林管理局において、現行収穫予想表と航空レーザデータを含めた現実林分の実測データを更に精査・比較した上で、現行収穫予想表の見直しの要否及び見直す場合はその具体的な方法について個別に検討していく必要がある。