令和２年度

国有林野成長予測モデル整備等業務委託事業
スマート林業構築普及展開事業
(国有林における ICT 活用)

報告書

令和３年３月

林野庁

目次

1　業務概要 1-1
1.1　業務目的 1-1
1.2　業務の履行期間 1-1
1.3　業務項目 1-1
1.4　業務実施フロー 1-1
1.5　業務実施範囲 1-2
2　収穫予想表の適合性の検討 2-3
2.1　現行収穫予想表の整理 2-3
2.2　四国地域内各都道府県の収穫予想表の比較 2-6
2.3　収穫調査との整合 2-10
2.4　現行収穫予想表との整合性 2-34
3　森林資源解析 3-1
3.1　解析地点の選定 3-1
3.2　林相判読 3-3
3.2.1　林相識別の手法 3-3
3.2.2　レーザ林相図の作成 3-3
3.2.3　林相判読 3-6
3.3　樹頂点の抽出 3-10
3.4　胸高直径の推定 3-12
3.5　精度の確認 3-12
3.6　各地域の森林資源データの集計 3-13
3.7　解析の概念図 3-13
3.8　地位指数曲線の設定 3-14
4　新たな成長予測モデルの作成 4-1
4.1　新たな成長予測モデルの作成過程 4-1
4.2　成長予測モデルの比較・検討および課題の整理 4-6
4.2.1　四万十地域における成長モデルの比較検討 4-6
4.2.2　愛媛地域における成長モデルの比較検討 4-11
4.2.3　高知中央地域における成長モデルの比較検討 4-16
4.2.4　収穫予想表と成長モデルの差に関する考察 4-21
5　地位指数スコア表の作成 5-1
5.1　現行地位指数スコア表の整理および範囲の検討 5-1

5.2　過年度作成されたスコア表の因子の確認 5-2
5.3　航空レーザ計測データを活用した精度向上 5-3
5.4　スコア表の算出にかかる解析手法検討 5-13
5.5　地位スコアの解析 5-14
5.6　地位スコア表の改善にかかる検討 5-25
6　収穫予想表・地位スコア運用実態の調査 6-1
7　委員会の実施 7-4
8　国有林野情報管理システムにおける地位情報の変換手法の検討 8-1
8.1　地位情報変換手法についての考え方 8-1
8.2　更新データの仕様 8-2

1 業務概要

1.1 業務目的

本事業は、林業へのスマート技術導入の前提として必要となる現在及び将来の森林資源量を的確に推測し、現行の収穫予想表に替わり、新たな収穫予想表（以下「成長予測モデル」という。）を整備するため、航空レーザなど広域を大規模に計測したビッグデータを基盤とした地形および森林資源解析情報を行い、客観的に林分の成長状態が把握可能な指数を得ることを目的として業務を遂行した。

また、得られたデータは現在林野庁で使用されている、国有林野情報管理システム（以下「国有林管理システム」という。）への導入を前提として、必要な変換プロセスを検討し、データの変換・格納可能なソフトの仕様を示した。

1.2 業務の履行期間

業務の履行期間は令和 2 年 9 月 1 日~令和 3 年 3 月 12 日である。

1.3 業務項目

本業務の実施項目は下記の通りである。

1) GIS データからの地位等級の整理手法の検討
2) 現行収穫予想表の適合性の検討・国有林野成長予測モデルの検討
3) 検討委員会の開催およびヒアリング
4) 国有林野情報管理システムにおける地位情報の変換手法の検討
5) 成果品の作成
6) 打ち合わせの実施

1.4 業務実施フロー

本業務の実施フローについて図 1-1 に示す。

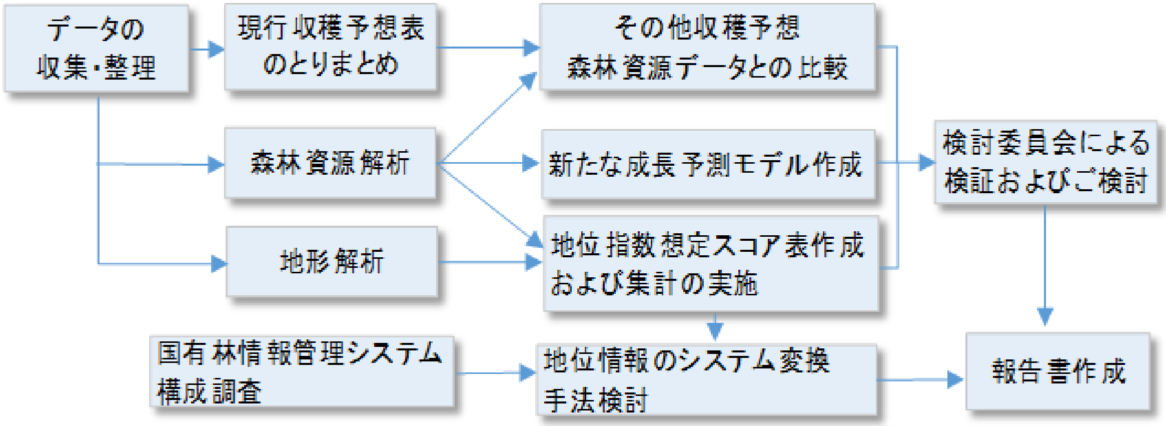


図 1-1 業務フロー

業務項目を大きく「成長予測モデルの整備」と「地位情報のシステム変換手法検討」の2つに分け、それぞれについて「成長予測モデル検討グループ」、「システム変換検討グループ」の技術者が対応し、並行して実施した。検討委員会は【成長予測モデル検討委員会】として2021年1月26日に実施した。

検討委員候補の選定は、表 1-1の学識経験者に依頼を行った。検討内容として想定地位の分析と妥当性の検証に加え、今後これらのデータが現場レベルで利用されること、新たな成長予測モデルについて討議を頂いた。

表 1-1 検討委員一覧(敬称略:順不同)

氏　名	松 英恵 吾（まつえけいご）
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	植木 達人（うえきたつひと）
所属	信州大学農学部　農学生命科学科　森林・環境共生学コース 教授
専門分野	森林計画学・森林施業学・森林計測学・森林経理学

氏　名	西園 朋 広（にしぞのともひろ）
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および持続的利用

1.5 業務実施範囲

仕様書にて示される想定地位の検討地域、および現行収穫予想表の適合性の検討・成長予測モデルの検討箇所として、四国森林管理局管内にて実施した。

四国森林管理局管内は、近年、森林資源解析が可能な航空レーザ計測が広範に実施されており、高知県・愛媛県ではほぼ全域、徳島県の一部でも計測が実施され、これらのデータが民有林でも活用されつつある。このデータは国有林範囲でも計測されており、ほぼ同一時期、同一センサであることから、計測条件による解析上のバイアスが少ない利点がある。この条件を最大限活用し、業務を実施した。

2 収穫予想表の適合性の検討

2.1 現行収穫予想表の整理

本業務の対象となる四国森林管理局管内のスギ・ヒノキに係る収穫予想表一覧について下表に示す。また、四国森林管理局管内の国有林配置を図 2-1 に示す。

表 2-1 収穫予想表一覧(番号は便宜上の番号)

①	**吉野川、那賀･海部川、香川、東予、今治松山(一部)の一般材**
②	**南予、四万十川の一般材**
③	**今治松山(一部)、中予山岳、肱川、高知、嶺北仁淀の一般材**
④	**安芸の一般材**
⑤	**全(ス大、ス大複)**
⑥	**全(ヒ大、ヒ大複)**

スギ・ヒノキとも 7 種類で整理され、一般材向けと大径材向けに区分されている。地区別では、①吉野川、那賀・海部川、香川、東予、今治松山(一部)、②南予、四万十川、③今治松山(一部)、中予山岳、肱川、高知、嶺北仁淀、④安芸の 4 地区に区分される。また、スギ・ヒノキの大径材生産、複層林による大径材生産を想定するものとして⑤全（ス大、ス大複)、⑥全（ヒ大、ヒ大複）がある。⑤、⑥の適用地区は特に指定されていない。これらの収穫予想表の比較として、樹高、本数、胸高直径 (DBH)、樹高、幹材積の比較を行った。各収穫表を比較したものを図 2-2 に示す。なお、四国森林管理局の、収穫予想用は地位による区分を行わず、すべて「中庸」として整理している。

スギの樹高を比較した際には、その差はほぼ見られず、①がやや低く示され、④が高い成長を示した。ヒノキでは①が同様にやや低く示され、②が高い成長を示すとされている。

基準となる調査報告書が不明のため、確定した理由はないが、④は国有林でも有数の高蓄積林となる魚梁瀬を含む範囲であり、ヒノキは全国有数のヒノキ材の産地である、中予および肱川地域を含むことから、これらの地域の地力の状況が加味されていると推察する。

このとき、各地域の施業体系に最も関連のある、ha 当たりの本数では、スギでは各地域の差はないものの、ヒノキでは③と①に差がみられた。③は若齢段階から間伐を実施し、40 年生時には①とは約 500 本/ha の差がある。

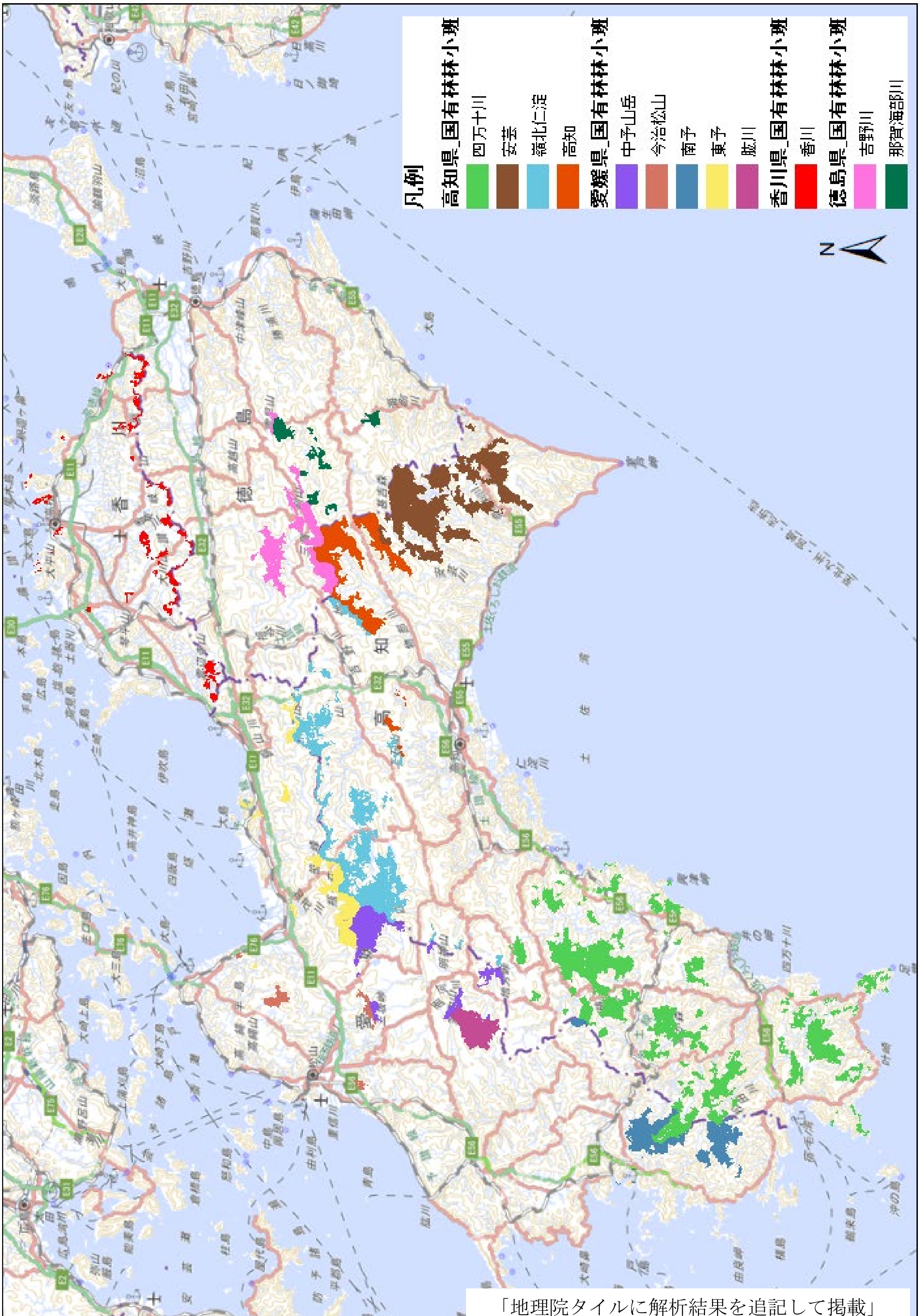
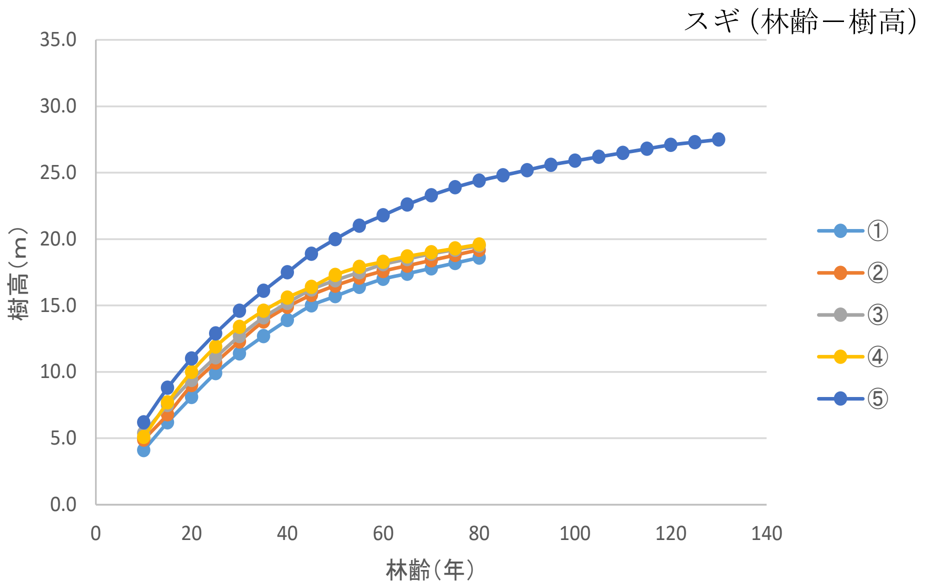
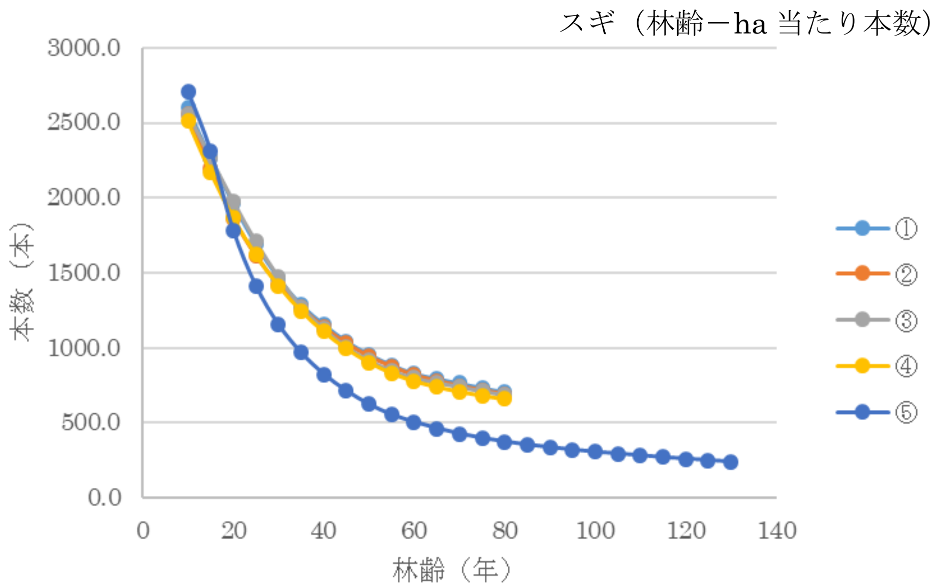
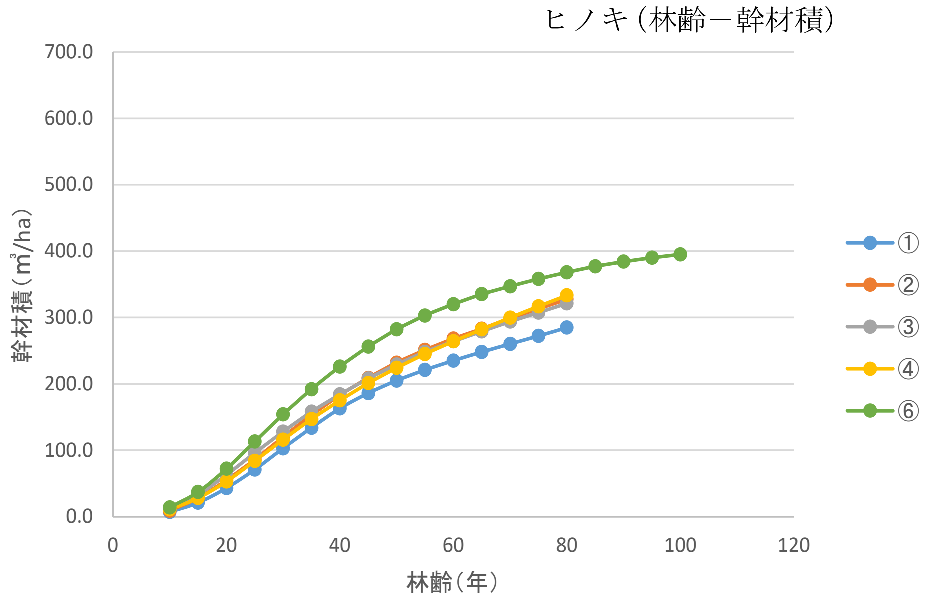
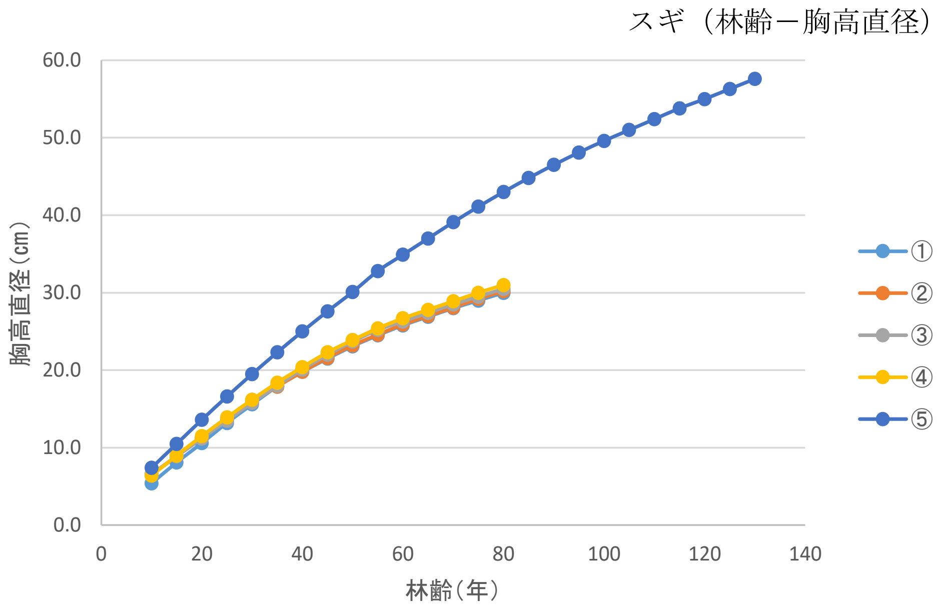


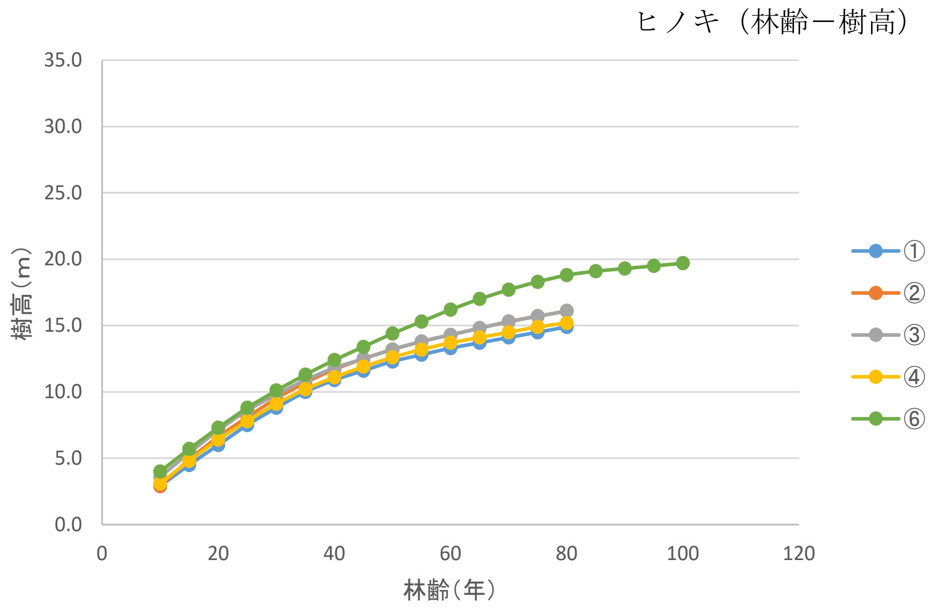
図 2-1　四国森林管理局国有林位置図

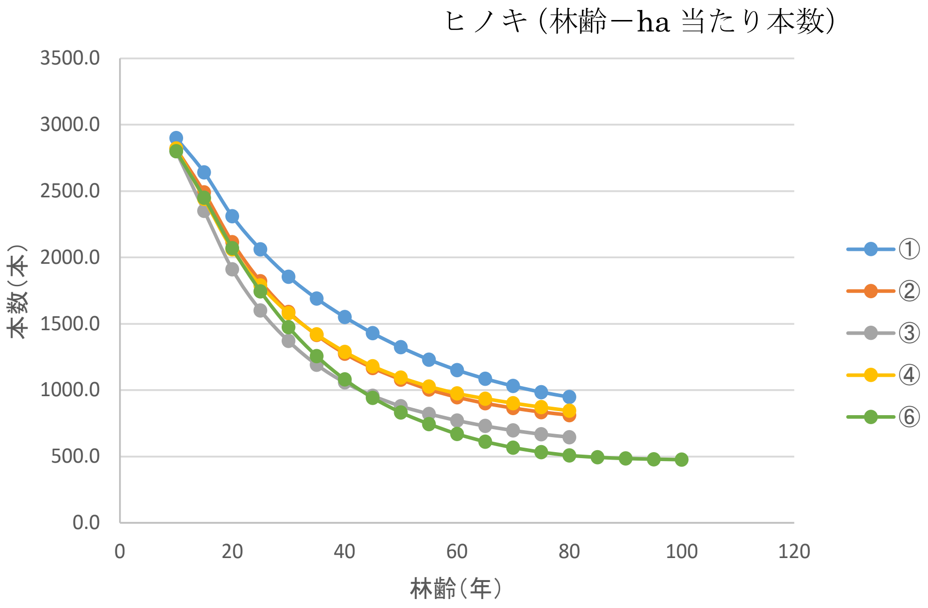


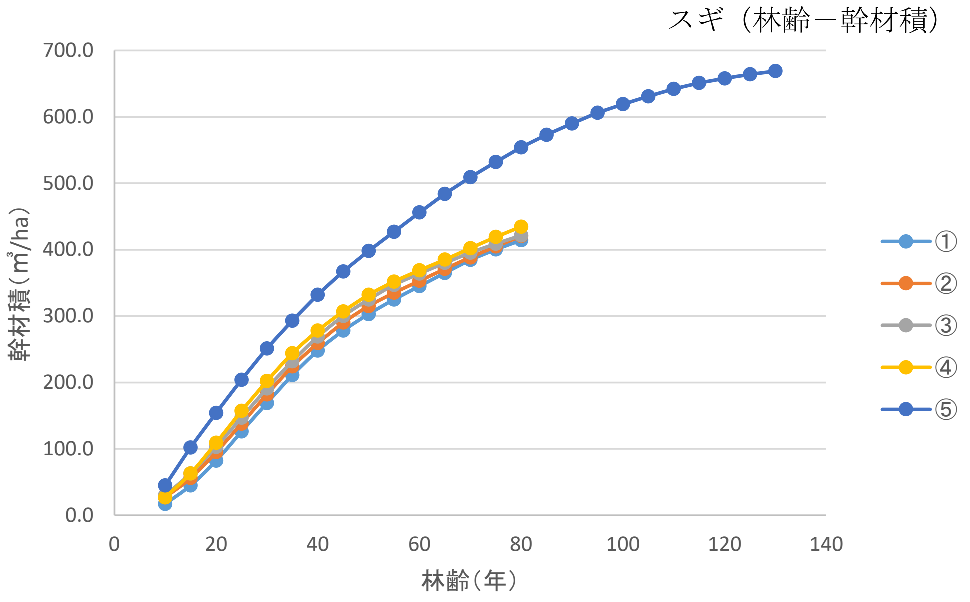


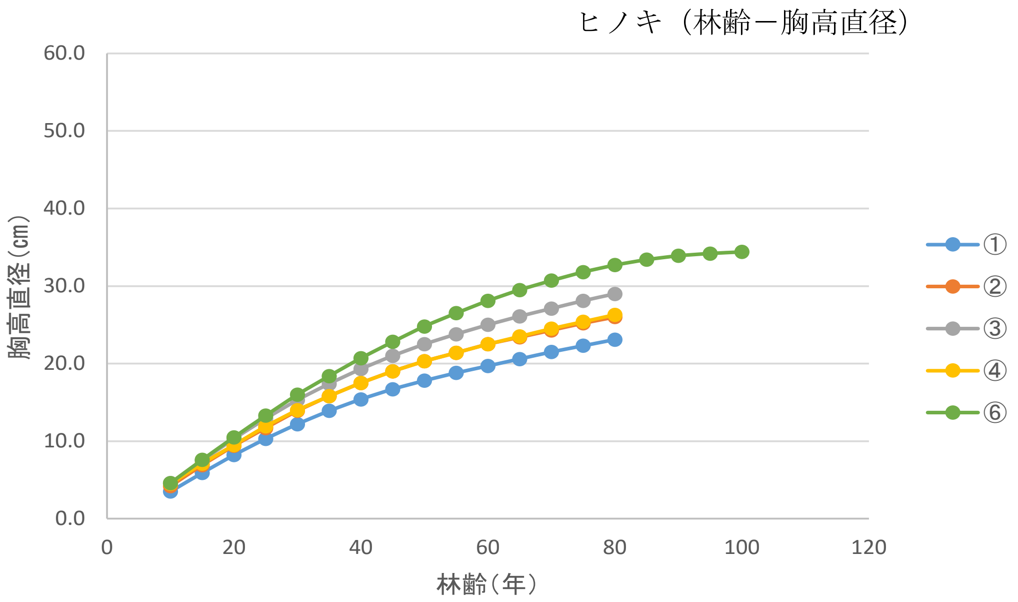












①	吉野川、那賀･海部川、香川、東予、今治松山(一部)の一般材
②	南予、四万十川の一般材
③	今治松山(一部)、中予山岳、肱川、高知、嶺北仁淀の一般材
④	安芸の一般材
⑤	全(ス大、ス大複)
⑥	全(ヒ大、ヒ大複)

図 2-2　　四国森林管理局管内における収穫予想表

2.2 四国地域内各都道府県の収穫予想表の比較

本業務では、現行の収穫予想表の妥当性を検討するため、民有林で利用されている、収穫予想表のデータとの比較検討を実施した。

昨年度業務では各都道府県に対し、民有林の収穫予想表の整備状況について調査および提供依頼を実施し、四国地域では愛媛県、徳島県、高知県の 3 県より回答および資料の提供があった。

各県の収穫表の概要について整理したものを表 2-2、各地区の 40 年生時のデータを表 2-2 に示す。

表 2-2　各県の民有林収穫予想表の概要

	徳島		愛媛	
	スギ	ヒノキ	スギ	ヒノキ
収穫予想表名	徳島県スギ 林分収穫表	徳島県ヒノキ 林分収穫表	新しい現実林分収穫表	
発表年度	平成24年4月	平成25年4月	平成20年6月	
発表機関	徳島県農林水産部林業飛躍局林業戦略課		愛媛県林業技術センター	
調査業務名	森林蓄積密度調査	森林吸収量算定用 基礎データ収集業務	森林簿蓄積精度検証調査	
発表文献	徳島県スギ 林分収穫表	徳島県ヒノキ 林分収穫表	愛媛県林業技術センター研究報告　第23号	
調査方法	現地調査		現地調査	
標準地 調査年度	平成15～17年	平成23年	昭和59年から平成17年まで	
標準地 地点数	157　箇所	197 箇所	154箇所	167箇所
計算ソフト	(独)森林総合研究所 収穫予想表作成プログラム及び密度管理図		林野庁　森林簿蓄積精度検証事業 Excelマクロ (森林総研細田 ,2004)	
樹高成長曲線	ミッチャーリッヒ式		ミッチャーリッヒ式	

	高知	
	スギ	ヒノキ
収穫予想表名	高知県民有林収穫表	
発表年度	平成5年12月	
発表機関	高知県林業試験場	
調査業務名	長伐期施業の経営技術に関する基礎調査	
発表文献	高知県林業試験場研究報告第22号	
調査方法	現地調査	
標準地 調査年度	平成5年	
標準地 地点数	303箇所	387箇所
計算ソフト	独自計算	
樹高成長曲線	ミッチャーリッヒ式	

表 2-3 四国 3 県のスギ･ヒノキ 40 年生時の各項目の比較

スギ	愛媛県			高知県			徳島県		
地位区分	樹高	胸高直径	ha当本数	樹高	胸高直径	ha当本数	樹高	胸高直径	ha当本数
1	24.6	33.3	582	21.3	27.5	1,005	21.0	26.3	941
2	21.8	28.2	756	19.8	25.2	1,120	–	–	–
3	19.0	23.3	1,022	18.3	22.8	1,265	18.0	22.5	1,148
4	16.2	18.6	1,459	16.9	20.8	1,425	–	–	–
5	13.4	14.1	2,254	15.7	18.8	1,595	15.0	19.0	1,397

ヒノキ	愛媛県			高知県			徳島県		
地位区分	樹高	胸高直径	ha当本数	樹高	胸高直径	ha当本数	樹高	胸高直径	ha当本数
1	20	27.4	735	17.2	25.7	1,060	17.0	23.1	963
2	18	24.1	871	16.0	23.4	1,230	–	–	–
3	16	20.9	1,055	14.7	21.1	1,450	14.0	19.4	1,218
4	14	17.8	1,313	13.5	18.8	1,730	–	–	–
5	12	14.7	1,697	12.6	17.3	1,990	11.0	15.8	1,540

（単位：樹高（m）胸高直径（㎝）、ha 当本数（本/ha））

高知県および愛媛県では 2006 年、徳島県では 2012 年にスギ・ヒノキの収穫予想表が、改訂されている。高知県および愛媛県ではスギ、ヒノキの地位区分は 5 段階に整理されている。

徳島県では 3 区分（地位Ⅰから地位Ⅲ）としているが、各指数 14 をから 22 まで算出して、地位指数 17 をガイドカーブ（中心線）とし、上位地位指数（20 から 22）を地位Ⅰに区分して、以下地位Ⅱ（17 から 19）、地位Ⅲ（14 から 16）の区分とし、ヒノキは同様に地位指数 10 から 18 までを算出し、地位Ⅰ（地位指数 16 から 18）、地位Ⅱ（地位指数 13 から 15）、地位Ⅲ（地位指数 10 から 12）の区分としている。

徳島県については、5 段階の区分に合わせるものとして地位Ⅰを地位区分 1 に、地位Ⅱを地位区分 3 に、地位Ⅲを地位区分 5 に当てはめた。スギでは愛媛県は他県と比較して各項目数値の幅が広く、特に本数は地位区分 1 から 5 で 1,600 本/ha の差があり、これが胸高直径の差として現れている。

このとき、国有林の各収穫表にある 40 年生時の樹高・胸高直径・ha 当本数について、該当地域の各県の収穫表と比較し、該当する地位区分について表にとりまとめた。

各民有林の収穫予想表はまずガイドカーブを作成し、平均偏差などから上位・下位の地位を決定している。ガイドカーブとなるのは地位区分で 2 から 3 の範囲にある（徳島県では地位Ⅱに相当）。

この各県収穫予想表に該当する国有林の収穫予想表について比較を行った。まず、基準となる 40 年生時の成長比較として、国有林一般材および大径材の各地域別収穫表の数値に対して、各民有林収穫表との比較を行った。

このとき国有林の一般材の収穫予想は民有林の地位区分 4 から 5 に相当するものが多く、全般として低い値となっており、特に地力を示す樹高は各地域で、地位区分 5 を下回っている。反対に本数では、特に高知県で地位区分 1 から 3 に相当しているが、樹高成長・肥大成長が民有林の同等の地位区分と比較して不良との予測であった。

表 2-4 国有林各収穫予想表と各県民有林の地位区分との比較

収穫予想表①(吉野川、那賀・海部川、香川、東予、今治松山(一部)の一般材)

スギ	国有林	愛媛県	徳島県
林齢	40	–	–
樹高	13.9	地位区分4-5	地位区分5
胸高直径	19.8	地位区分3-4	地位区分3-5
本数	1,158	地位区分3-4	地位区分3-5

ヒノキ	国有林	愛媛県	徳島県
林齢	40	–	–
樹高	10.9	地位区分5	地位区分5
胸高直径	15.4	地位区分4-5	地位区分5
本数	1,551	地位区分4-5	地位区分5

収穫予想表② (南予、四万十川の一般材)

スギ	国有林	愛媛県	高知県
林齢	40	–	–
樹高	14.9	地位区分4-5	地位区分5
胸高直径	19.8	地位区分3-4	地位区分4-5
本数	1,138	地位区分3-4	地位区分2-3

ヒノキ	国有林	愛媛県	高知県
林齢	40	–	–
樹高	11.7	地位区分5	地位区分5
胸高直径	17.5	地位区分4-5	地位区分4-5
本数	1,275	地位区分3-4	地位区分2-3

収穫予想表③(今治松山(一部)、中予山岳、肱川、高知、嶺北仁淀の一般材)

スギ	国有林	愛媛県	高知県
林齢	40	–	–
樹高	15.2	地位区分4-5	地位区分5
胸高直径	20.1	地位区分3-4	地位区分4-5
本数	1,126	地位区分3-4	地位区分2-3

ヒノキ	国有林	愛媛県	高知県
林齢	40	–	–
樹高	11.8	地位区分5	地位区分5
胸高直径	19.3	地位区分4-5	地位区分3-4
本数	1,058	地位区分3-4	地位区分1

収穫予想表④(安芸の一般材)

スギ	国有林	高知県
林齢	40	–
樹高	15.6	地位区分5
胸高直径	20.4	地位区分4-5
本数	1,109	地位区分1-2

ヒノキ	国有林	高知県
林齢	40	–
樹高	11.1	地位区分5
胸高直径	17.5	地位区分4-5
本数	1,289	地位区分2-3

収穫予想表⑤ ⑥(スギ・ヒノキ大径材・大径材複層林)

スギ	国有林	愛媛県	高知県	徳島県
林齢	40	–	–	–
樹高	17.5	地位区分3-4	地位区分3-4	地位区分3-5
胸高直径	25.0	地位区分2-3	地位区分2-3	地位区分3-5
本数	825	地位区分2-3	地位区分1	地位区分1

ヒノキ	国有林	愛媛県	高知県	徳島県
林齢	40	–	–	–
樹高	12.4	地位区分4-5	地位区分4-5	地位区分3-5
胸高直径	20.7	地位区分2-3	地位区分3-4	地位区分1-3
本数	1,081	地位区分3-4	地位区分1-2	地位区分1-3

また、各林齢時の成長を比較するため、各県収穫予想表と該当する地域の各国有林の収穫表について下図に示す。

スギ　　　　　　　　　　　　　　　ヒノキ

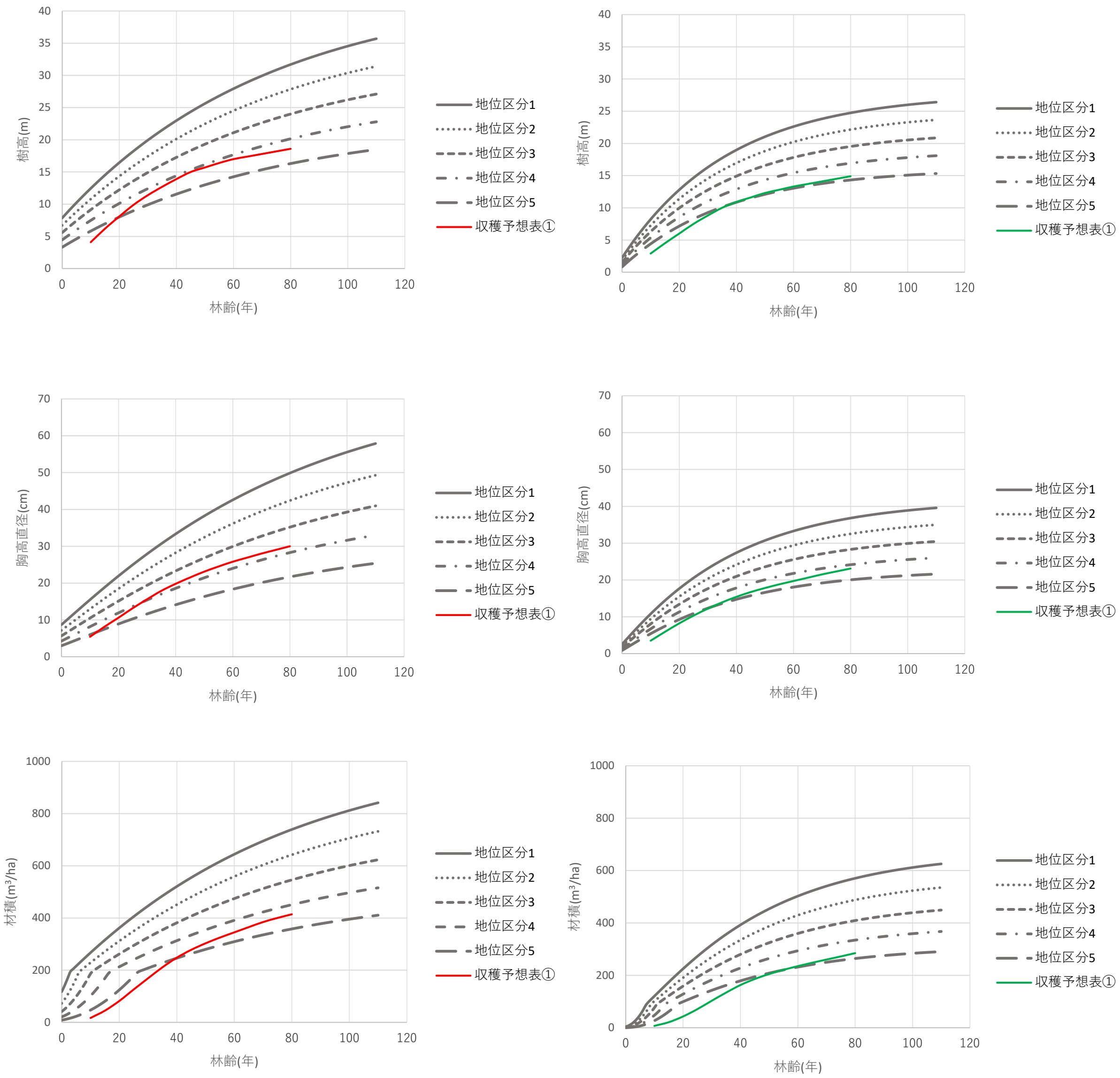


図 2-3　　国有林収穫予想表と各県収穫予想表

2.3 収穫調査との整合

現行の国有林の収穫予想表の検証を行い、国有林における現地調査データとの比較を行った。使用したデータは国有林内で実施された収穫調査野帳データ（以下「収調データ」という。）を用いた。

収穫調査は国有林野の産物売り払い、譲渡、内部的利用の目的をもって、定められた調査規定に基づき、現地にて必要な調査を実施するものである。

本業務では発注者から四国森林管理局管内の直近の収調データの貸与を受け、これらを基に解析を行った。

収調データの概要を表 2-5 に示す。スギ・ヒノキの割合は各森林管理署で大きな違いがあり、主たる植栽樹種の違いが明瞭に表れている。主たる植栽樹種がスギの地域は安芸、高知中部、徳島であり、ヒノキは愛媛、香川、四万十、地域により異なるのは嶺北となっている。

表 2-5 各森林管理署・森林管理署別収調データ概要

森林管理署・事務所名	調査本数	平均DBH(cm)	平均樹高(m)
愛媛森林管理署	65,421	24.2	17.9
スギ	24,361	27.4	20.8
ヒノキ	41,060	22.3	16.2
安芸森林管理署	129,629	26.1	19.3
スギ	96,897	26.2	20.0
ヒノキ	32,732	25.7	17.0
香川森林管理事務所	42,279	23.4	17.4
スギ	2,870	26.6	20.1
ヒノキ	39,409	23.1	17.2
高知中部森林管理署	26,264	24.7	17.3
スギ	20,115	25.3	16.6
ヒノキ	6,149	22.7	19.5
四万十森林管理署	264,279	25.0	17.9
スギ	66,716	28.4	21.5
ヒノキ	197,563	23.8	16.7
徳島森林管理署	32,186	28.6	20.8
スギ	27,823	29.5	21.5
ヒノキ	4,363	23.0	16.4
嶺北森林管理署	44,722	25.2	17.1
スギ	23,816	28.8	19.9
ヒノキ	20,906	21.1	13.9
総計スギ	262,598	27.5	20.1
総計ヒノキ	342,182	23.1	16.7

このとき、収穫予想表に基づく地域区分別に各森林管理署・管理事務所の収調データを区分し、各収穫表の数値と現状の成長度合いの比較を実施した。各収穫予想表に対応する森林管理署・森林管理事務所名は表 2-6 の通りである。

表 2-6 各収穫予想表別、各森林管理署・森林管理署一覧

収穫表名	対応森林管理署・森林管理事務所
収穫予想表①	徳島、香川、愛媛（東予、今治松山（北部））
収穫予想表②	愛媛（南予）、高知中部、嶺北仁淀
収穫予想表③	愛媛（今治松山（南部）、中予、肱川）、高知中部、嶺北仁淀
収穫予想表④	安芸

ただし、収穫予想表では、林齢に対する樹高成長および DBH の成長度合いの比較となるが、森林簿の林齢情報は正確に反映していないと思われるデータが散見されたこと、昨年度業務にて林齢によらない成長予測モデルも検討するべきとのまとめがあったことから、まず樹形データを用いて成長を把握することとし、収穫調査にて実際に調査された樹高および DBH 情報を基としてその差を検討した。DBH に対する各収穫表の平均樹高について、各樹種別に一覧表を表 2-7、表 2-8、グラフについて図 2-4、図 2-5 に示す。

表 2-7 各収穫表名別の DBH 階別平均樹高(スギ)

DBH	収穫表1スギ	収穫表2スギ	収穫表3スギ	収穫表4スギ
6	6.00	6.00	5.00	
8	8.83	8.77	8.70	9.01
10	10.54	10.48	10.25	10.86
12	12.60	12.33	12.92	12.47
14	14.10	14.11	13.48	13.91
16	15.66	15.38	14.96	15.44
18	17.08	16.86	16.29	16.94
20	17.81	18.13	17.03	17.99
22	18.81	19.16	17.99	19.01
24	19.64	20.27	15.99	19.92
26	20.33	21.24	18.38	20.65
28	21.15	21.88	20.51	21.45
30	21.82	22.72	21.30	22.22
32	22.21	23.51	21.97	22.74
34	23.65	24.06	22.67	23.51
36	23.38	24.61	23.30	24.20
38	23.76	25.19	23.82	24.57
40	24.23	25.66	24.66	24.98
42	25.04	26.30	24.96	25.56
44	25.03	26.84	25.14	26.06
46	25.59	27.25	25.72	26.13
48	25.88	27.82	25.74	26.54
50	26.24	28.42	25.78	26.90
52	26.56	28.66	26.68	27.06
54	26.70	29.22	26.38	27.18
56	26.80	29.40	27.95	27.57
58	27.19	29.88	25.78	27.75
60	26.77	29.83	26.00	28.00

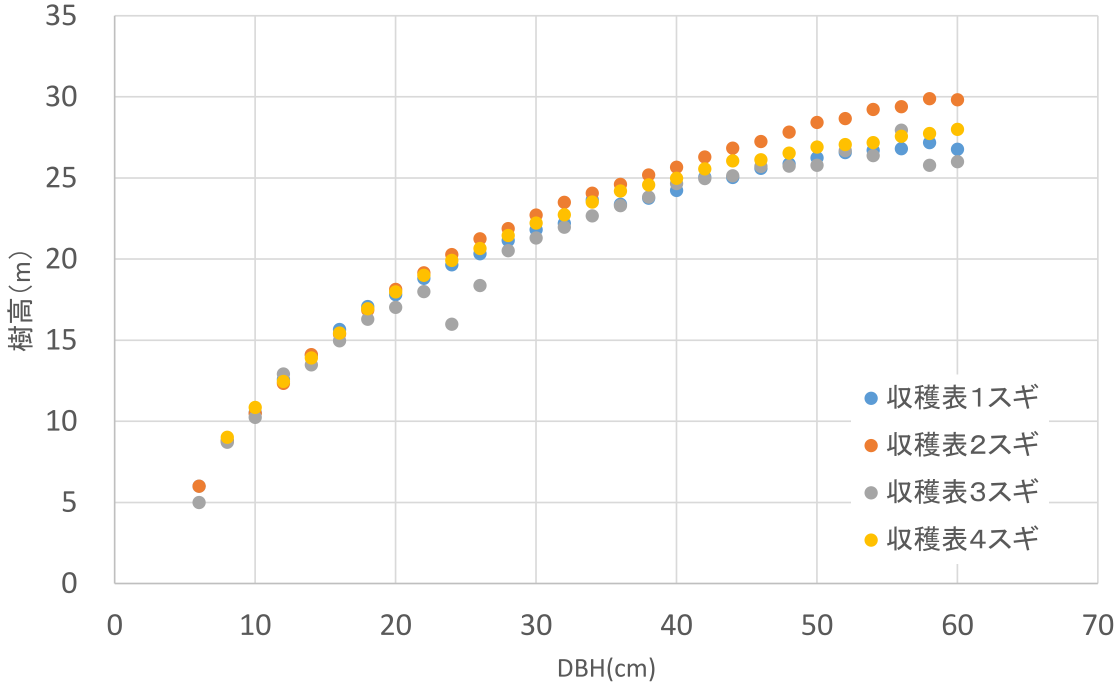


図 2-4 各収穫表別に収調データを集計した、DBH 階別平均樹高（スギ）

表 2-8-各収穫表名別の DBH 階別平均樹高（ヒノキ）

DBH	収穫表1ヒノキ	収穫表2ヒノキ	収穫表3ヒノキ	収穫表4ヒノキ
6	7.19		6.74	
8	8.27	8.30	7.47	9.06
10	9.74	9.53	9.18	10.27
12	11.68	11.28	10.73	11.57
14	13.07	12.75	11.85	12.80
16	14.59	13.94	13.23	13.87
18	15.65	14.89	13.69	14.87
20	16.41	15.75	14.37	15.67
22	17.48	16.45	15.56	16.34
24	17.74	16.88	19.20	16.63
26	18.26	17.61	16.50	17.57
28	18.71	18.32	16.94	17.71
30	19.16	18.78	17.61	18.31
32	19.54	19.26	17.89	18.90
34	19.87	19.62	18.31	19.46
36	20.16	20.13	18.47	19.88
38	20.50	19.58	18.94	20.37
40	20.72	20.82	19.77	20.85
42	21.01	21.19	20.00	21.13
44	20.84	21.58	20.45	21.55
46	21.71	21.88	21.26	21.71
48	21.55	22.42	28.83	21.97
50	22.63	22.46	28.29	22.14

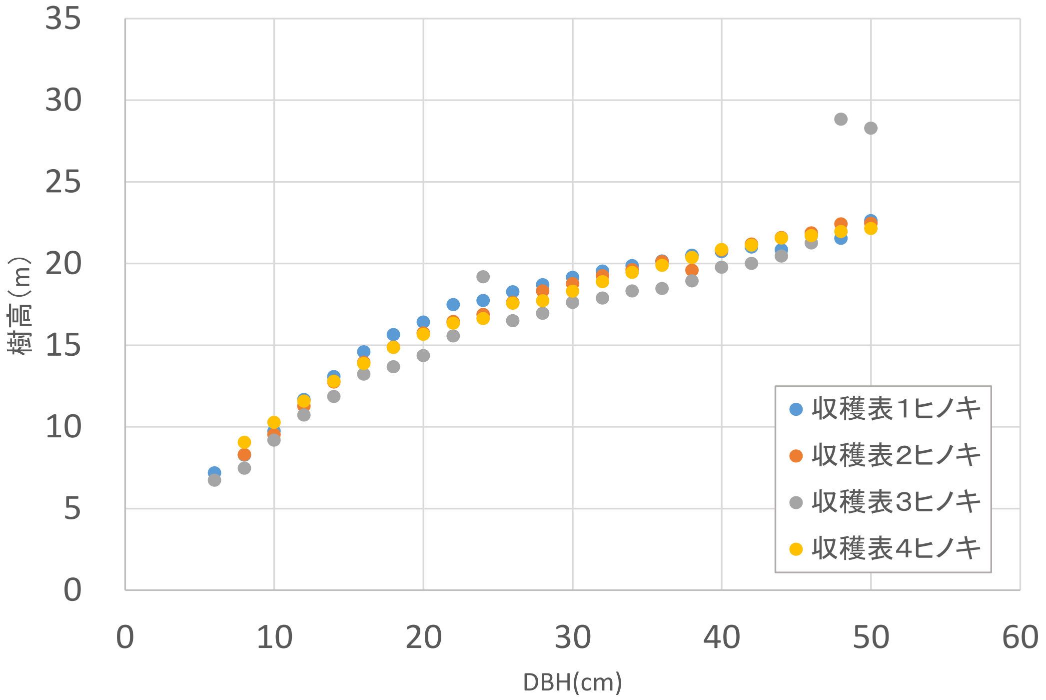


図 2-5 各収穫表別に収調データを集計した、DBH 階別平均樹高（ヒノキ）

スギ樹高成長では全体として最も成長が良いものは収穫表②であり、以下収穫表④、①、②の順となった。ヒノキでは収穫表３の成長が他と比較して低い傾向にあった。

このとき、各収穫表と対応する森林管理署の収穫調査の結果について、各森林管理署および森林管理事務所毎に比較を行った。この結果について図 2-6~図 2-25、表 2-9~表 2-28 に示す。

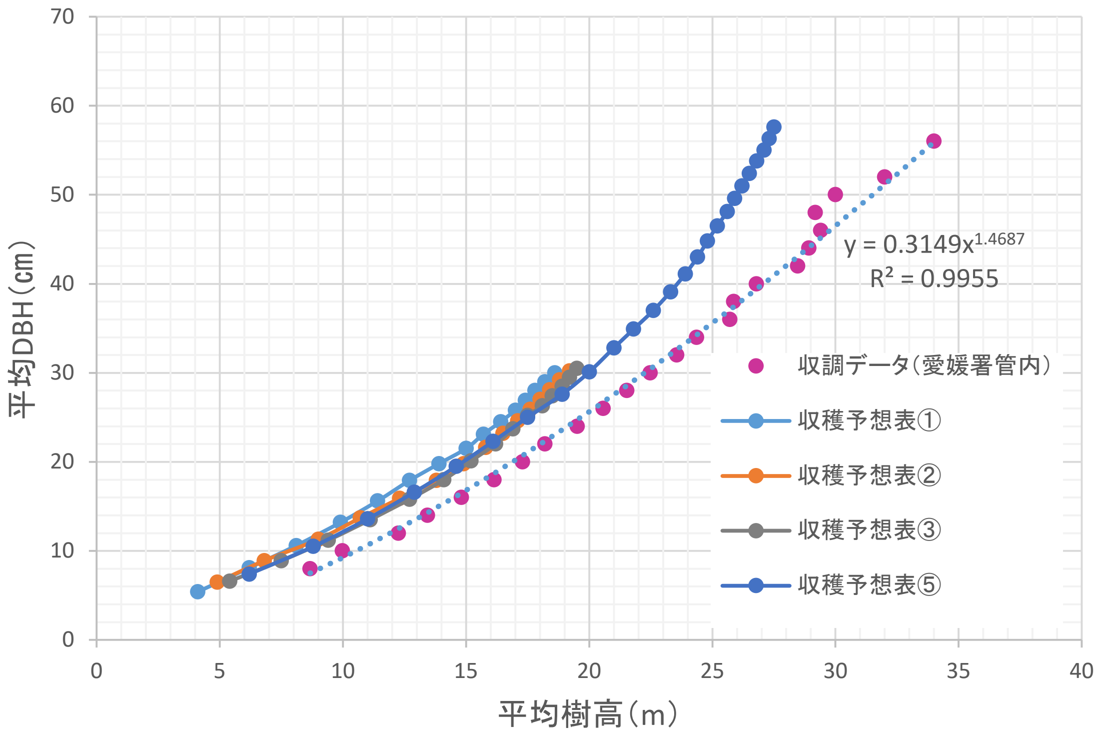


図 2-6 収調データと収穫予想表比較（平均樹高-平均 DBH 分布図）
（スギ：愛媛森林管理署全体-全収穫予想表）

表 2-9 DBH 階別平均樹高（スギ：愛媛森林管理署全体）

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
8	58	464	503	8	8.7
10	144	1440	1437	10	10.0
12	302	3624	3699	12	12.3
14	583	8162	7827	14	13.4
16	915	14640	13553	16	14.8
18	1434	25812	23136	18	16.1
20	1787	35740	30901	20	17.3
22	2279	50138	41479	22	18.2
24	2349	56376	45832	24	19.5
26	2414	62764	49643	26	20.6
28	2376	66528	51138	28	21.5
30	2093	62790	47031	30	22.5
32	1795	57440	42269	32	23.6
34	1506	51204	36685	34	24.4
36	1038	37368	26690	36	25.7
38	903	34314	23353	38	25.9
40	703	28120	18829	40	26.8
42	313	13146	8907	42	28.5
44	238	10472	6884	44	28.9
46	161	7406	4733	46	29.4
48	74	3552	2159	48	29.2
50	37	1850	1110	50	30.0
52	1	52	32	52	32.0
56	2	112	68	56	34.0
総計	23505	633514	487898	26.95231	20.8

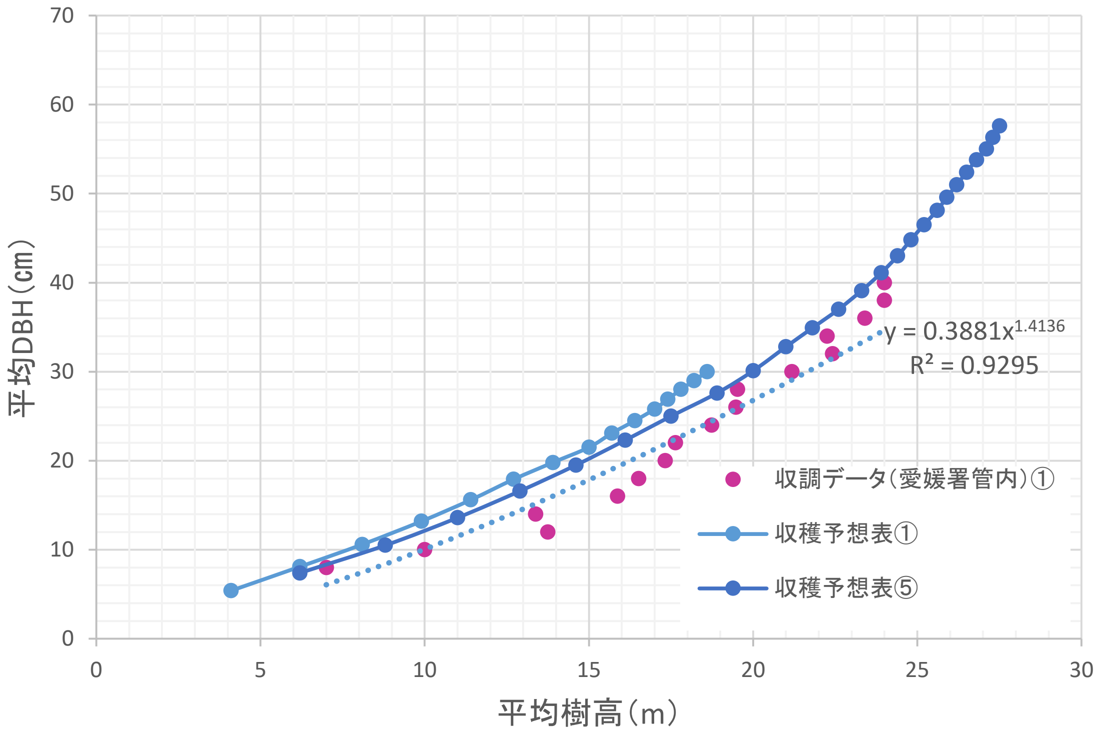
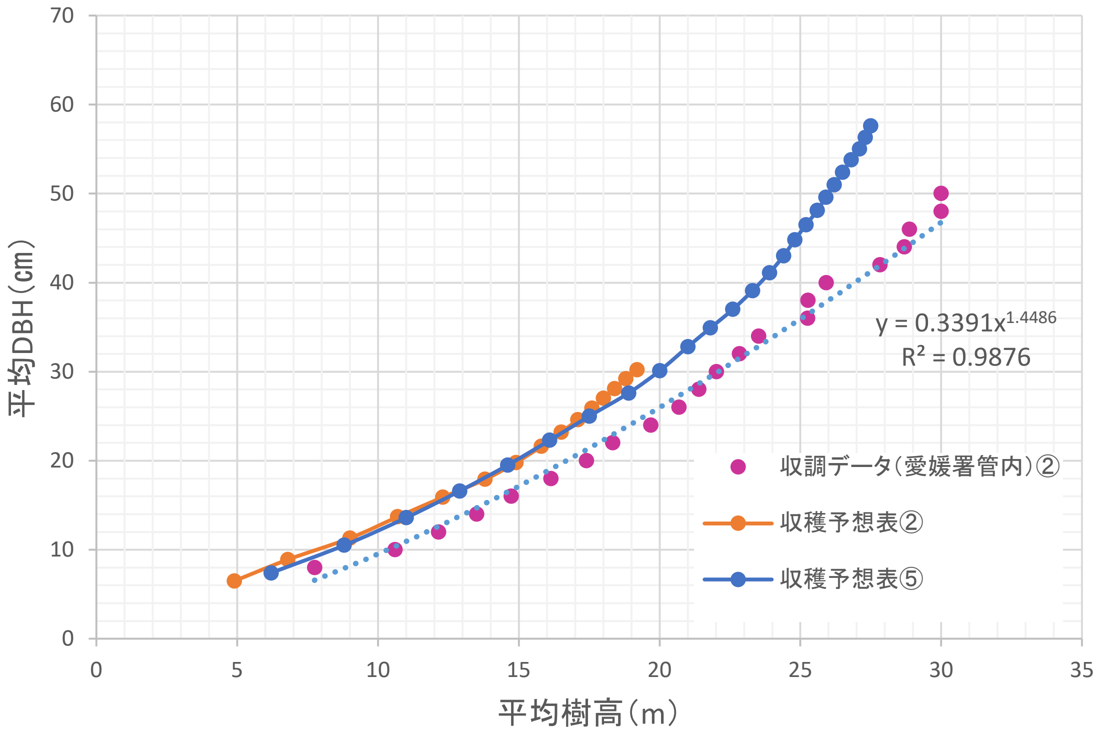


図 2-7 収調データと収穫予想表比較（平均樹高-平均 DBH 分布図）
（スギ：愛媛森林管理署のうち東予、今治松山（北部））-対応収穫予想表）

表 2-10 DBH 階別平均樹高（スギ：愛媛森林管理署のうち東予、今治松山（北部））

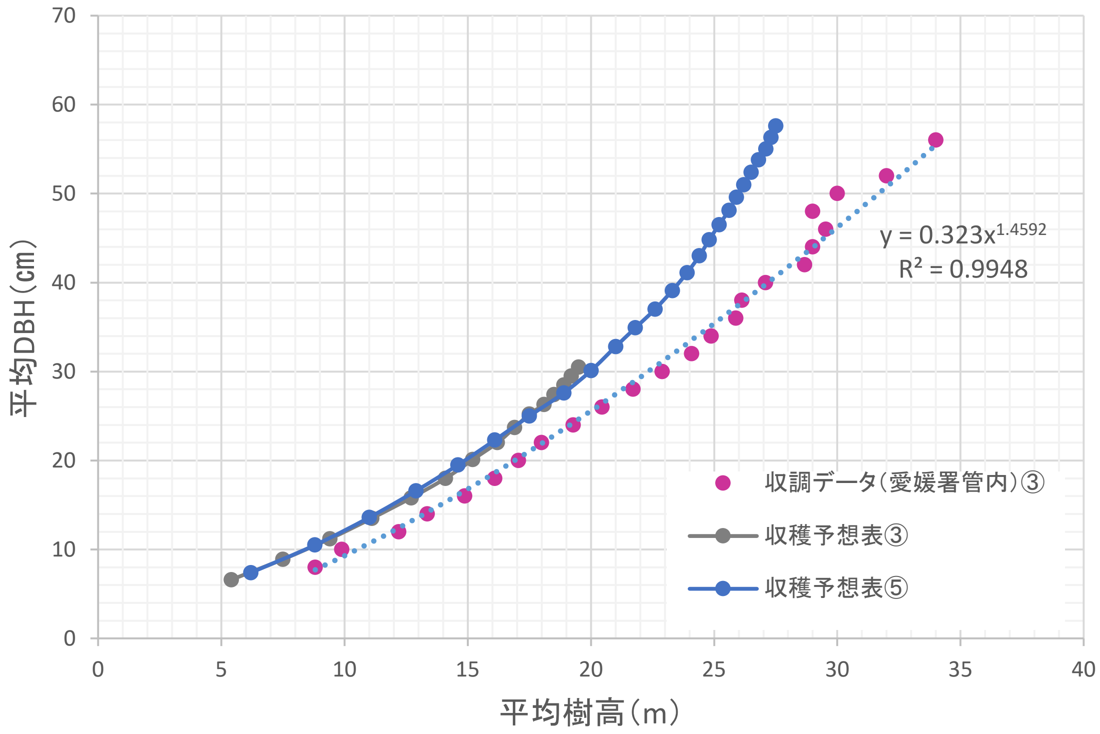
DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
8	2	16	14	8	7.0
10	1	10	10	10	10.0
12	12	144	165	12	13.8
14	21	294	281	14	13.4
16	31	496	492	16	15.9
18	35	630	578	18	16.5
20	31	620	537	20	17.3
22	30	660	529	22	17.6
24	33	792	618	24	18.7
26	23	598	448	26	19.5
28	25	700	488	28	19.5
30	22	660	466	30	21.2
32	12	384	269	32	22.4
34	8	272	178	34	22.3
36	5	180	117	36	23.4
38	2	76	48	38	24.0
40	1	40	24	40	24.0
総計	294	6572	5262	22.35374	17.9



収調データと収穫予想表比較（平均樹高-平均 DBH 分布図）
（スギ：愛媛森林管理署のうち南予-対応収穫予想表）

表 2-11 DBH 階別平均樹高（スギ：愛媛森林管理署のうち南予）

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
8	4	32	31	8	7.8
10	20	200	212	10	10.6
12	72	864	875	12	12.2
14	289	4046	3902	14	13.5
16	599	9584	8824	16	14.7
18	931	16758	15025	18	16.1
20	1207	24140	21005	20	17.4
22	1442	31724	26436	22	18.3
24	1361	32664	26798	24	19.7
26	1290	33540	26693	26	20.7
28	1175	32900	25135	28	21.4
30	961	28830	21162	30	22.0
32	753	24096	17202	32	22.8
34	559	19006	13145	34	23.5
36	256	9216	6466	36	25.3
38	270	10260	6823	38	25.3
40	179	7160	4639	40	25.9
42	80	3360	2226	42	27.8
44	58	2552	1664	44	28.7
46	30	1380	866	46	28.9
48	13	624	390	48	30.0
50	9	450	270	50	30.0
総計	11558	293386	229789	25.3838	19.9



収調データと収穫予想表比較（平均樹高-平均 DBH 分布図）
（スギ：愛媛森林管理署のうち今治松山（南部）、中予、肱川-対応収穫予想表）

表 2-12 DBH 階別平均樹高（スギ：愛媛森林管理署のうち今治松山（南部）、中予、肱川）

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
8	52	416	458	8	8.8
10	123	1230	1215	10	9.9
12	218	2616	2659	12	12.2
14	273	3822	3644	14	13.4
16	285	4560	4237	16	14.9
18	468	8424	7533	18	16.1
20	549	10980	9359	20	17.1
22	807	17754	14514	22	18.0
24	955	22920	18416	24	19.3
26	1101	28626	22502	26	20.4
28	1176	32928	25515	28	21.7
30	1110	33300	25403	30	22.9
32	1030	32960	24798	32	24.1
34	939	31926	23362	34	24.9
36	777	27972	20107	36	25.9
38	631	23978	16482	38	26.1
40	523	20920	14166	40	27.1
42	233	9786	6681	42	28.7
44	180	7920	5220	44	29.0
46	131	6026	3867	46	29.5
48	61	2928	1769	48	29.0
50	28	1400	840	50	30.0
52	1	52	32	52	32.0
56	2	112	68	56	34.0
総計	11653	333556	252847	28.62405	21.7

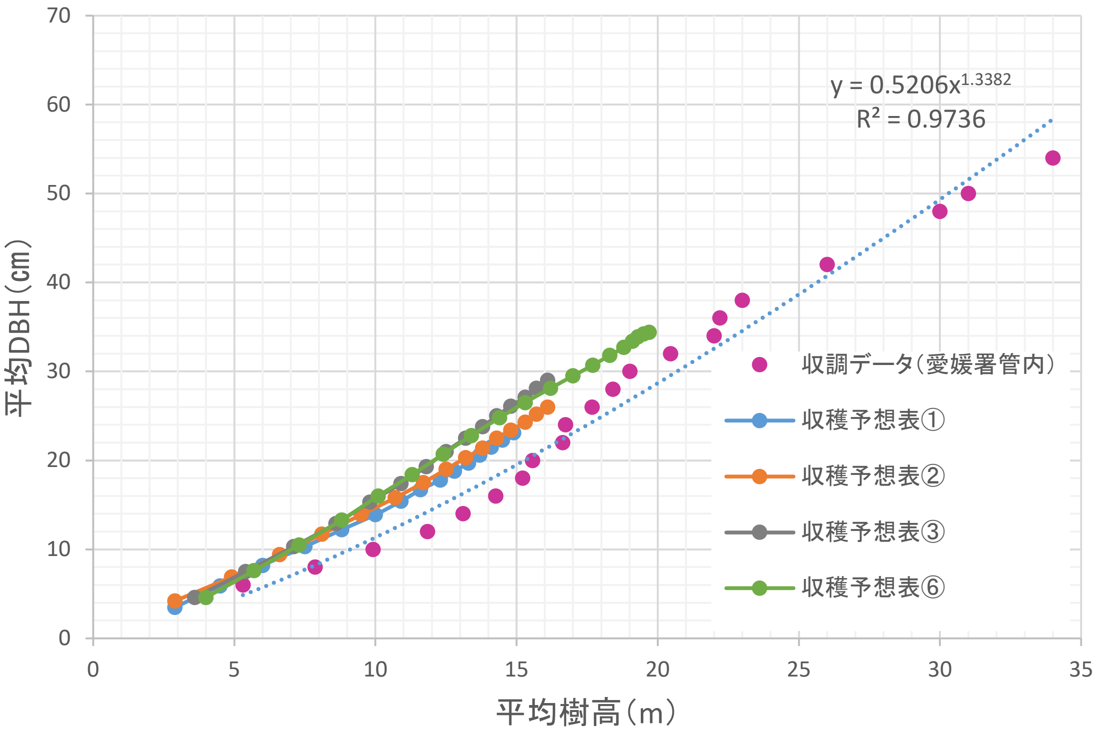


図 2-8 収調データと収穫予想表比較(平均樹高-平均 DBH 分布図)
(ヒノキ:愛媛森林管理署全体-全収穫予想表)

表 2-13 DBH 階別平均樹高(ヒノキ:愛媛森林管理署全体)

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
6	13	78	69	6	5.3
8	72	576	566	8	7.9
10	275	2750	2729	10	9.9
12	788	9456	9328	12	11.8
14	1932	27048	25320	14	13.1
16	3702	59232	52774	16	14.3
18	5185	93330	78903	18	15.2
20	6020	120400	93721	20	15.6
22	5827	128194	96915	22	16.6
24	5096	122304	85314	24	16.7
26	4078	106028	72108	26	17.7
28	2641	73948	48608	28	18.4
30	1547	46410	29411	30	19.0
32	375	12000	7672	32	20.5
34	69	2346	1518	34	22.0
36	30	1080	666	36	22.2
38	13	494	299	38	23.0
42	2	84	52	42	26.0
48	41	1968	1230	48	30.0
50	26	1300	806	50	31.0
54	2	108	68	54	34.0
総計	37734	809134	608077	21.4431	16.1

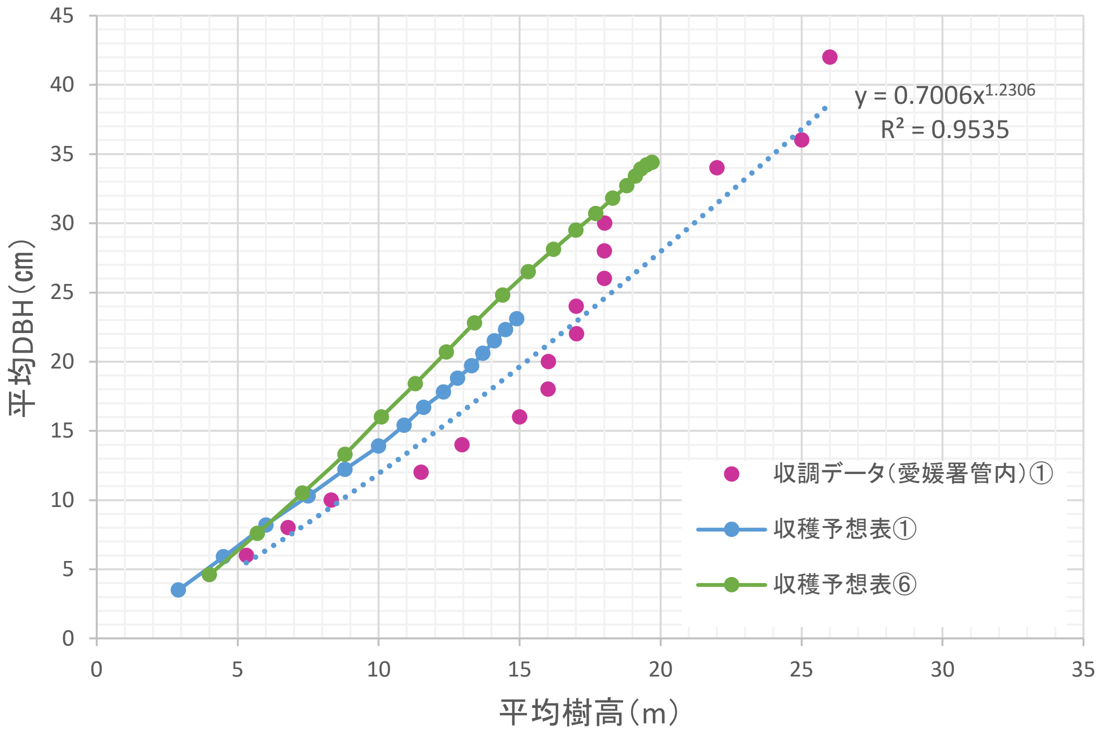


図 2-9 収調データと収穫予想表比較(平均樹高-平均 DBH 分布図)
(ヒノキ:愛媛森林管理署のうち東予、今治松山(北部))-対応収穫予想表)

表 2-14 DBH 階別平均樹高(ヒノキ:愛媛森林管理署のうち東予、今治松山(北部))

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
6	13	78	69	6	5.3
8	19	152	129	8	6.8
10	22	220	183	10	8.3
12	39	468	449	12	11.5
14	145	2030	1879	14	13.0
16	291	4656	4365	16	15.0
18	428	7704	6852	18	16.0
20	490	9800	7851	20	16.0
22	487	10714	8287	22	17.0
24	428	10272	7282	24	17.0
26	413	10738	7435	26	18.0
28	329	9212	5926	28	18.0
30	235	7050	4235	30	18.0
34	2	68	44	34	22.0
36	2	72	50	36	25.0
42	1	42	26	42	26.0
総計	3344	73276	55062	21.91268	16.5

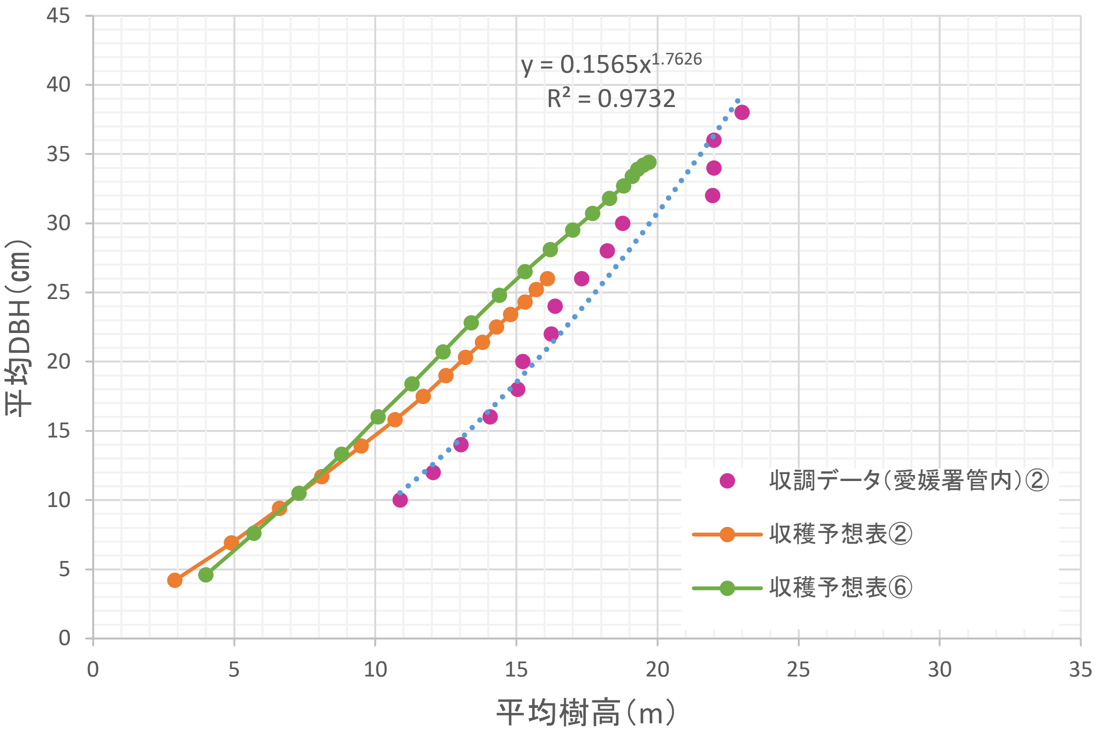


図 2-10 収調データと収穫予想表比較（平均樹高-平均 DBH 分布図)
（ヒノキ：愛媛森林管理署のうち南予-対応収穫予想表）

表 2-15 DBH 階別平均樹高（ヒノキ：愛媛森林管理署のうち南予）

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
10	32	320	348	10	10.9
12	200	2400	2409	12	12.1
14	827	11578	10782	14	13.0
16	1965	31440	27648	16	14.1
18	3014	54252	45357	18	15.1
20	3661	73220	55755	20	15.2
22	3424	75328	55599	22	16.2
24	3040	72960	49776	24	16.4
26	2296	59696	39749	26	17.3
28	1568	43904	28572	28	18.2
30	824	24720	15462	30	18.8
32	88	2816	1932	32	22.0
34	67	2278	1474	34	22.0
36	28	1008	616	36	22.0
38	13	494	299	38	23.0
総計	21047	456414	335778	21.68547	16.0

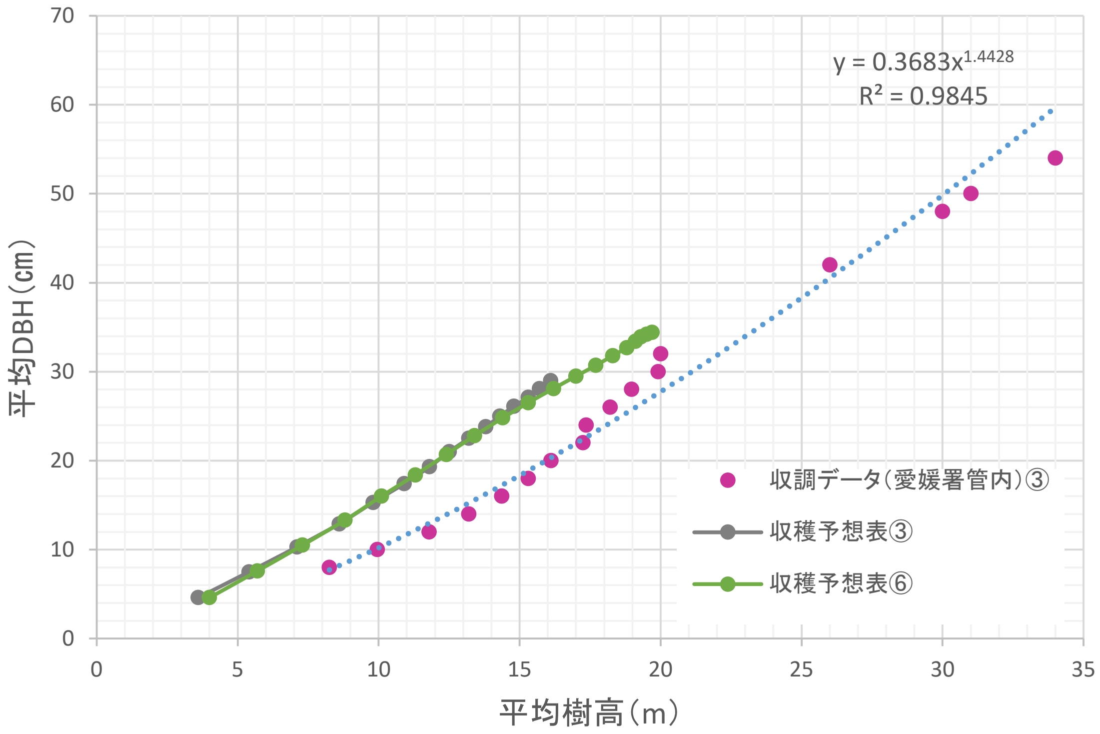


図 2-11 収調データと収穫予想表比較(平均樹高-平均 DBH 分布図)
(ヒノキ:愛媛森林管理署のうち今治松山(南部)、中予、肱川-対応収穫予想表)

表 2-16 DBH 階別平均樹高(ヒノキ:愛媛森林管理署のうち今治松山(南部)、中予、肱川)

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
8	53	424	437	8	8.3
10	221	2210	2198	10	10.0
12	549	6588	6470	12	11.8
14	960	13440	12659	14	13.2
16	1446	23136	20761	16	14.4
18	1743	31374	26694	18	15.3
20	1869	37380	30115	20	16.1
22	1916	42152	33029	22	17.2
24	1628	39072	28256	24	17.4
26	1369	35594	24924	26	18.2
28	744	20832	14110	28	19.0
30	488	14640	9714	30	19.9
32	287	9184	5740	32	20.0
42	1	42	26	42	26.0
48	41	1968	1230	48	30.0
50	26	1300	806	50	31.0
54	2	108	68	54	34.0
総計	13343	279444	217237	20.94312	16.3

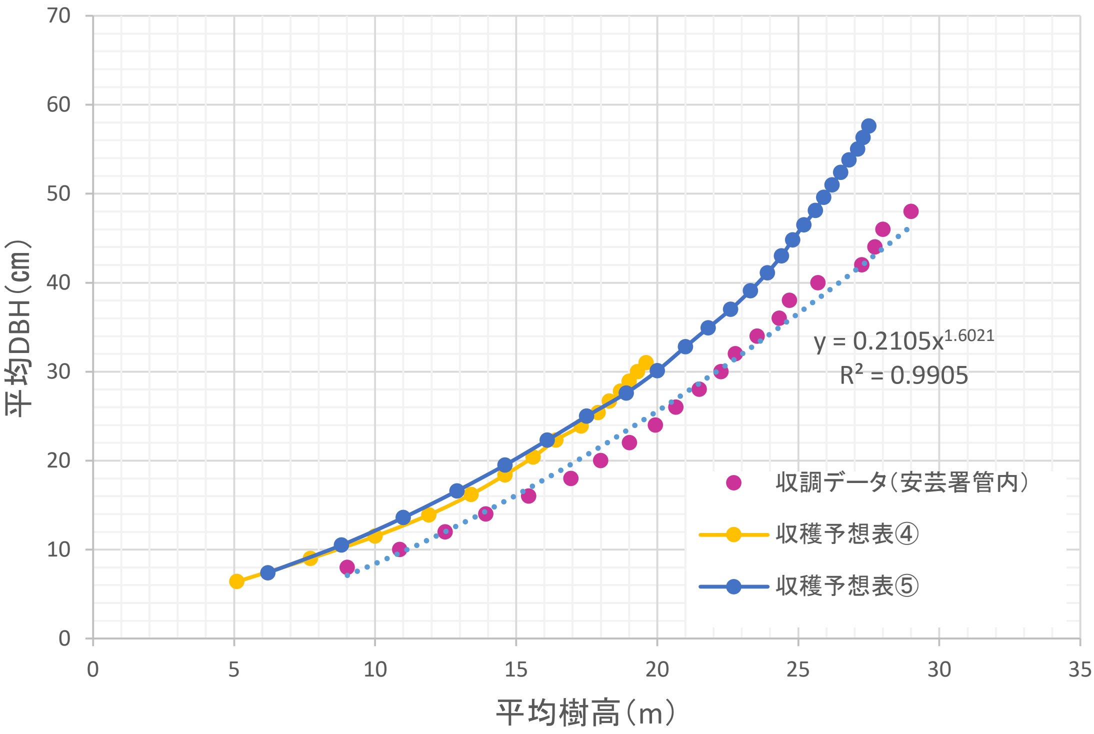


図 2-12 収調データと収穫予想表比較（平均樹高-平均 DBH 分布図）
（スギ：安芸森林管理署-対応収穫予想表）

表 2-17 DBH 階別平均樹高（スギ：安芸森林管理署）

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
8	755	6040	6806	8	9.0
10	1640	16400	17826	10	10.9
12	2617	31404	32657	12	12.5
14	4043	56602	56286	14	13.9
16	5862	93792	90534	16	15.4
18	7271	130878	123174	18	16.9
20	8317	166340	149642	20	18.0
22	8674	190828	164914	22	19.0
24	8853	212472	176403	24	19.9
26	8512	221312	175889	26	20.7
28	7459	208852	160309	28	21.5
30	6501	195030	144709	30	22.3
32	5558	177856	126571	32	22.8
34	4582	155788	107843	34	23.5
36	3566	128376	86709	36	24.3
38	2847	108186	70280	38	24.7
40	1784	71360	45843	40	25.7
42	831	34902	22641	42	27.3
44	623	27412	17264	44	27.7
46	340	15640	9520	46	28.0
48	254	12192	7366	48	29.0
総計	90889	2261662	1793186	24.88378	19.7

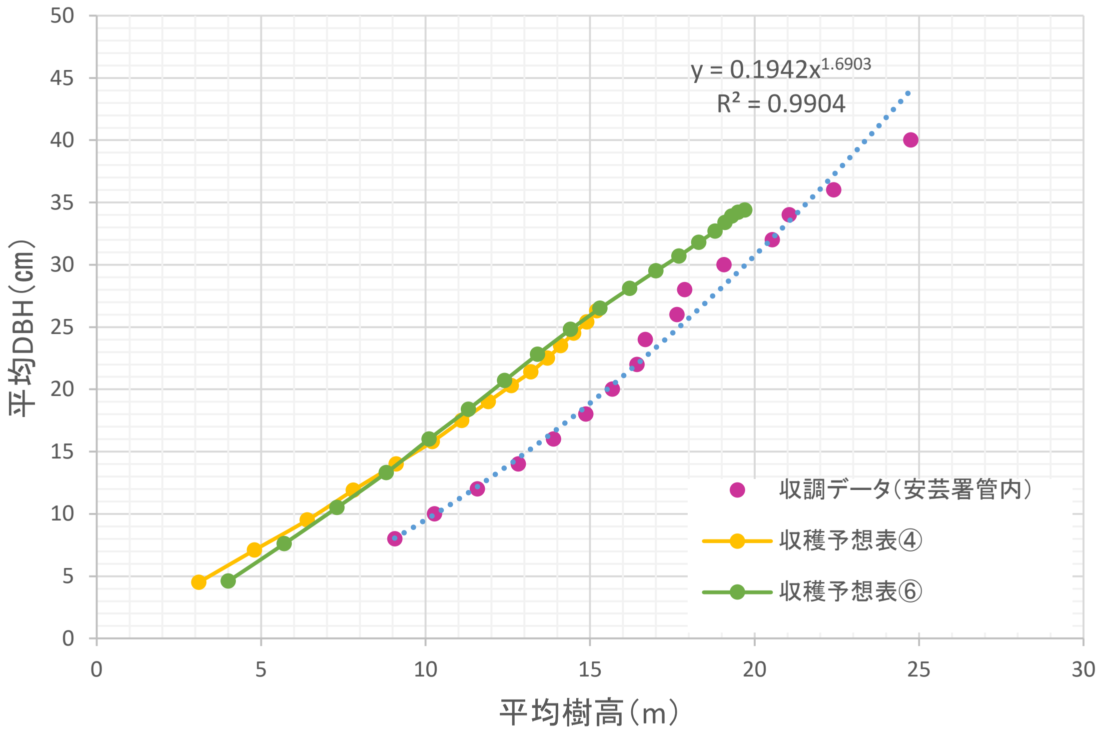


図 2-13 収調データと収穫予想表比較（平均樹高-平均 DBH 分布図）
（ヒノキ：安芸森林管理署-対応収穫予想表）

表 2-18 DBH 階別平均樹高（ヒノキ：安芸森林管理署）

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
8	145	1160	1314	8	9.1
10	370	3700	3801	10	10.3
12	588	7056	6805	12	11.6
14	960	13440	12306	14	12.8
16	1632	26112	22661	16	13.9
18	2168	39024	32240	18	14.9
20	2833	56660	44420	20	15.7
22	3305	72710	54258	22	16.4
24	3648	87552	60865	24	16.7
26	3569	92794	62965	26	17.6
28	3028	84784	54105	28	17.9
30	1770	53100	33762	30	19.1
32	410	13120	8421	32	20.5
34	192	6528	4042	34	21.1
36	10	360	224	36	22.4
40	4	160	99	40	24.8
総計	24632	558260	402288	22.66401	16.3

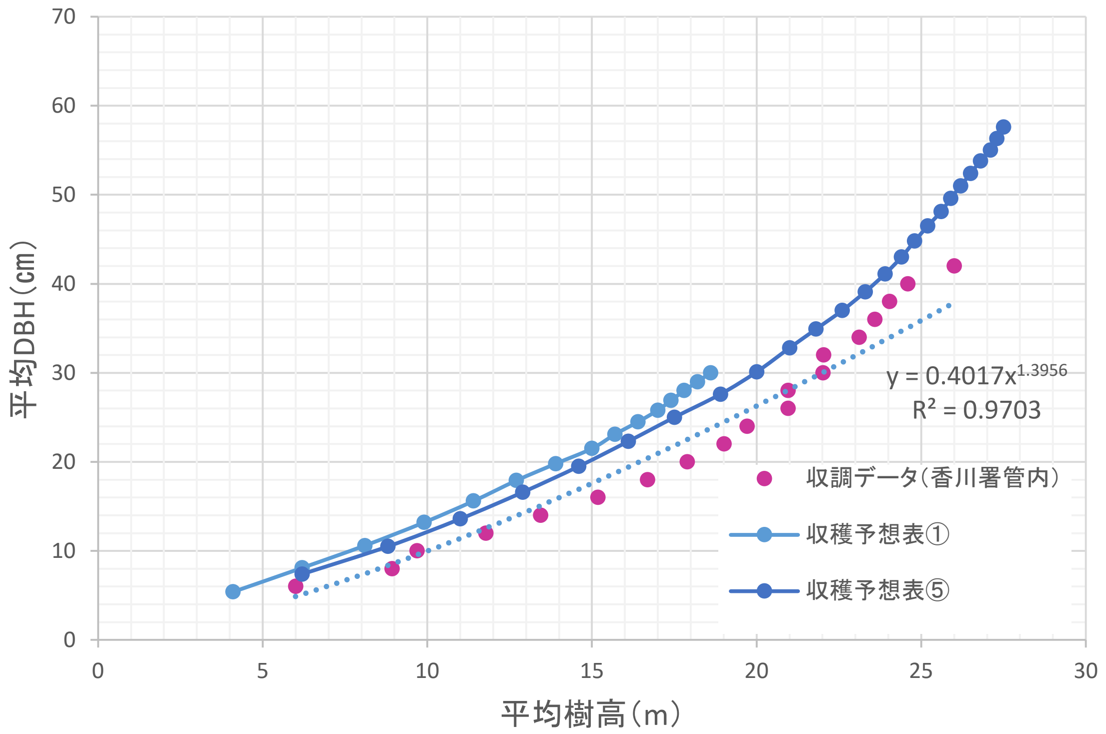


図 2-14 収調データと収穫予想表比較（平均樹高-平均 DBH 分布図）
（スギ：香川森林管理署-対応収穫予想表）

表 2-19 DBH 階別平均樹高（スギ：香川森林管理署）

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
6	1	6	6	6	6.0
8	15	120	134	8	8.9
10	26	260	252	10	9.7
12	23	276	271	12	11.8
14	68	952	914	14	13.4
16	119	1904	1807	16	15.2
18	166	2988	2770	18	16.7
20	238	4760	4259	20	17.9
22	295	6490	5608	22	19.0
24	308	7392	6070	24	19.7
26	319	8294	6685	26	21.0
28	292	8176	6120	28	21.0
30	260	7800	5724	30	22.0
32	196	6272	4320	32	22.0
34	147	4998	3397	34	23.1
36	100	3600	2359	36	23.6
38	78	2964	1875	38	24.0
40	51	2040	1254	40	24.6
42	20	840	520	42	26.0
総計	2722	70132	54345	25.76488	20.0

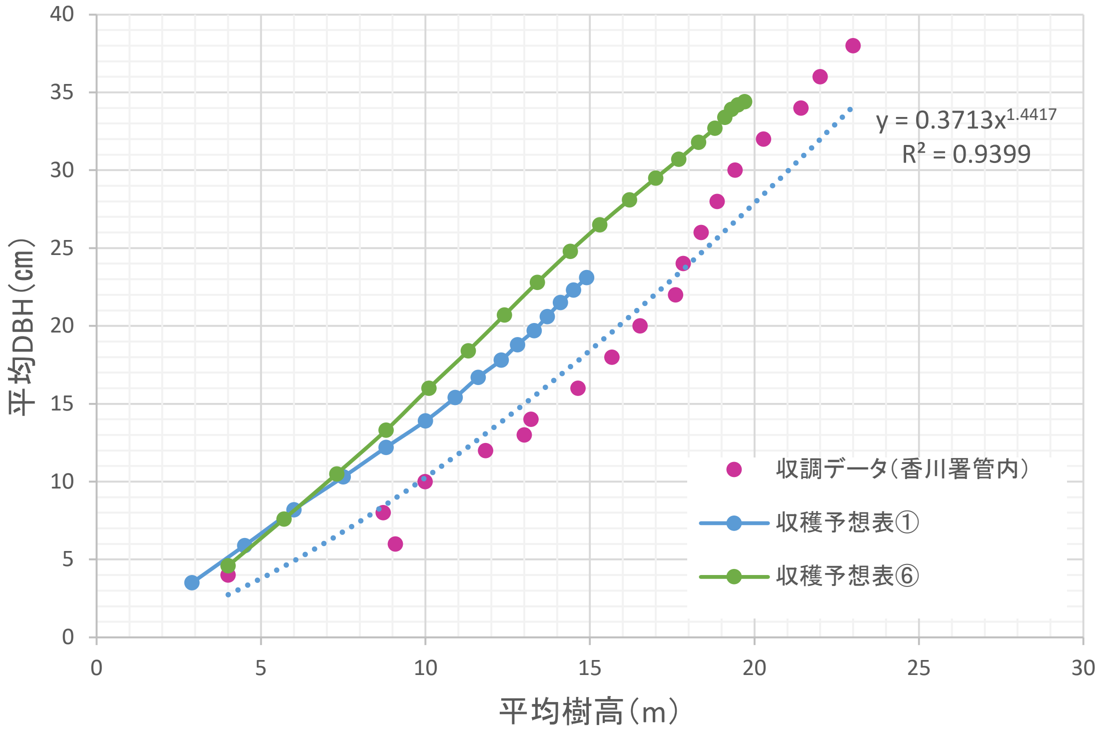


図 2-15 収調データと収穫予想表比較(平均樹高-平均 DBH 分布図)
(ヒノキ:香川森林管理署-対応収穫表)

表 2-20 DBH 階別平均樹高(ヒノキ:香川森林管理署)

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
4	1	4	4	4	4.0
6	13	78	118	6	9.1
8	151	1208	1315	8	8.7
10	450	4500	4494	10	10.0
12	907	10884	10729	12	11.8
13	2	26	26	13	13.0
14	1628	22792	21506	14	13.2
16	2825	45200	41347	16	14.6
18	3936	70848	61691	18	15.7
20	4896	97920	80897	20	16.5
22	5213	114686	91768	22	17.6
24	4984	119616	88881	24	17.8
26	4370	113620	80332	26	18.4
28	3445	96460	65018	28	18.9
30	2410	72300	46779	30	19.4
32	869	27808	17626	32	20.3
34	404	13736	8648	34	21.4
36	103	3708	2266	36	22.0
38	40	1520	920	38	23.0
総計	36647	816914	624365	22.29143	17.0

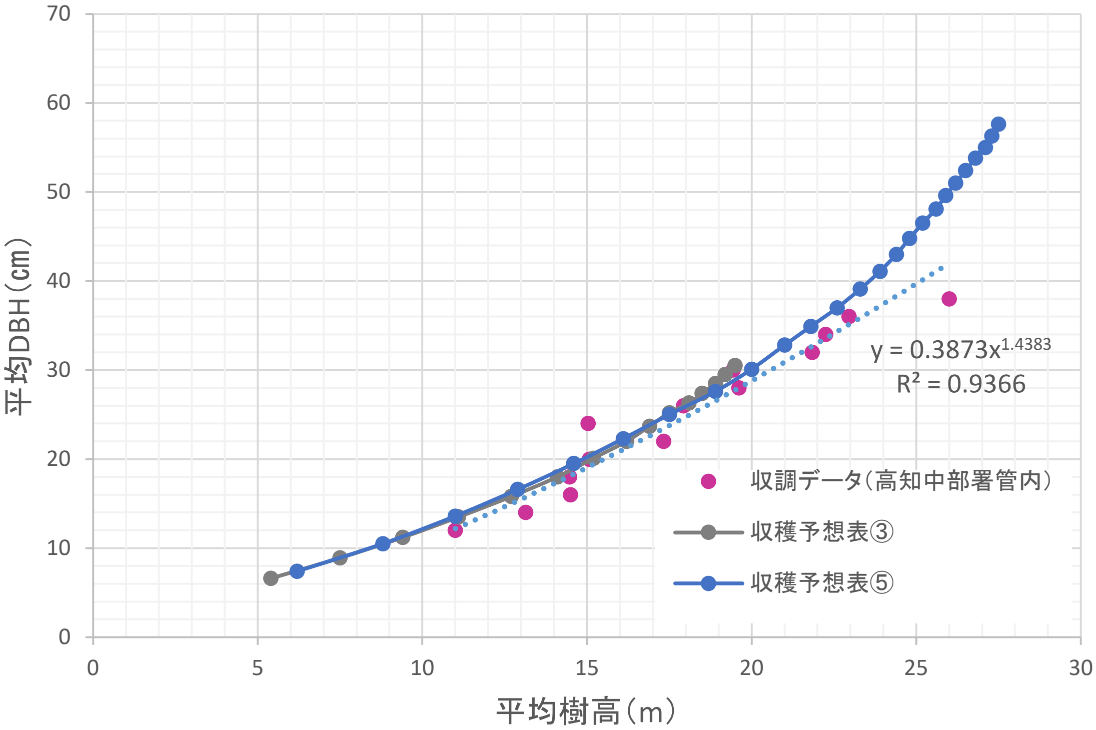


図 2-16 収調データと収穫予想表比較（平均樹高-平均 DBH 分布図）
（スギ：高知中部森林管理署-対応収穫予想表）

表 2-21 DBH 階別平均樹高（スギ：高知中部森林管理署）

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
12	2	24	22	12	11.0
14	7	98	92	14	13.1
16	4	64	58	16	14.5
18	72	1296	1042	18	14.5
20	89	1780	1341	20	15.1
22	387	8514	6707	22	17.3
24	9368	224832	140819	24	15.0
26	8875	230750	159144	26	17.9
28	349	9772	6845	28	19.6
30	147	4410	2857	30	19.4
32	75	2400	1638	32	21.8
34	107	3638	2381	34	22.3
36	84	3024	1929	36	23.0
38	31	1178	806	38	26.0
総計	19597	491780	325681	25.09466	16.6

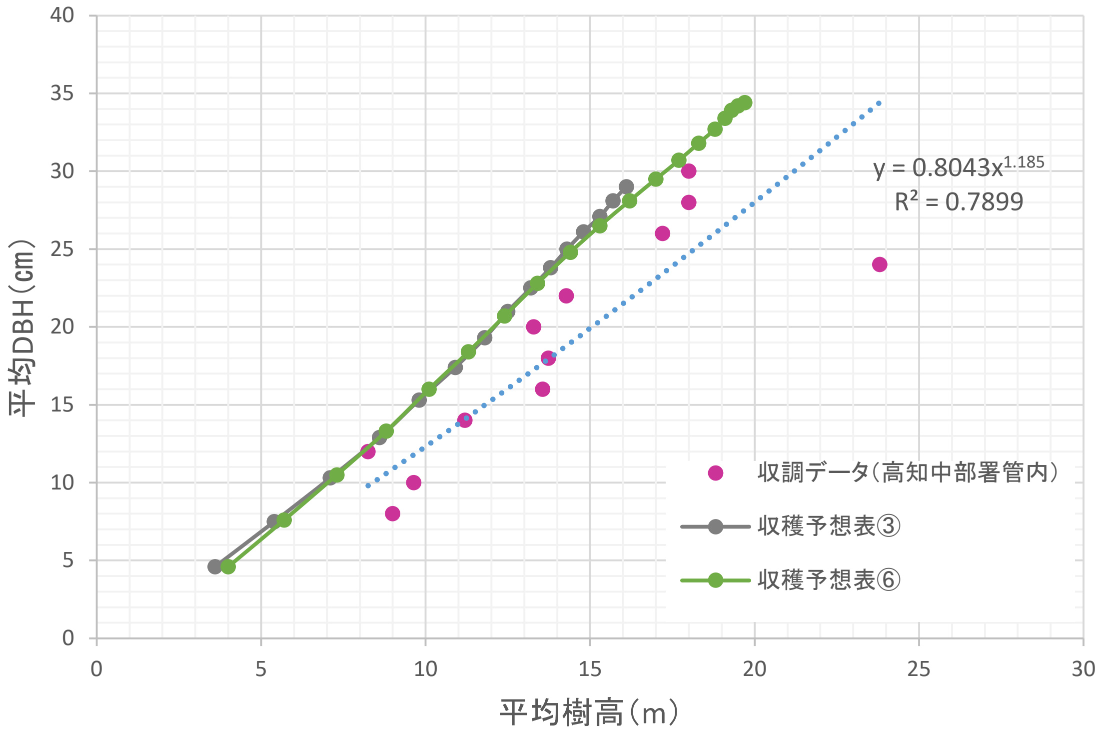


図 2-17 収調データと収穫予想表比較(平均樹高-平均 DBH 分布図)
(ヒノキ:高知中部森林管理署-対応収穫予想表)

表 2-22 DBH 階別平均樹高(ヒノキ:高知中部森林管理署)

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
8	1	8	9	8	9.0
10	11	110	106	10	9.6
12	12	144	99	12	8.3
14	32	448	358	14	11.2
16	161	2576	2183	16	13.6
18	437	7866	6001	18	13.7
20	818	16360	10863	20	13.3
22	358	7876	5113	22	14.3
24	3517	84408	83700	24	23.8
26	5	130	86	26	17.2
28	32	896	576	28	18.0
30	5	150	90	30	18.0
総計	5389	120972	109184	22.44795	20.3

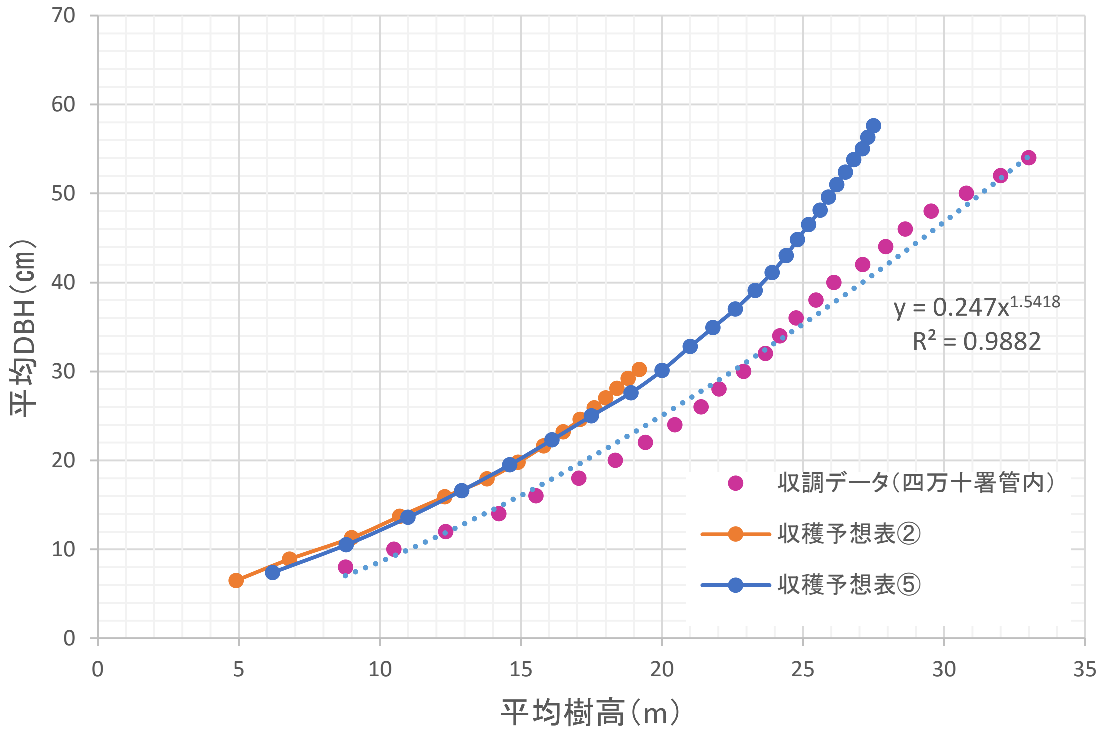


図 2-18 収調データと収穫予想表比較（平均樹高-平均 DBH 分布図)
（スギ：四万十森林管理署-対応収穫予想表）

表 2-23 DBH 階別平均樹高（スギ：四万十森林管理署）

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
8	261	2088	2292	8	8.8
10	641	6410	6726	10	10.5
12	1297	15564	15996	12	12.3
14	2228	31192	31688	14	14.2
16	3275	52400	50866	16	15.5
18	4084	73512	69645	18	17.1
20	4910	98200	90096	20	18.4
22	5113	112486	99240	22	19.4
24	4781	114744	97788	24	20.5
26	5483	142558	117299	26	21.4
28	5213	145964	114769	28	22.0
30	4477	134310	102500	30	22.9
32	4272	136704	101105	32	23.7
34	3831	130254	92630	34	24.2
36	3121	112356	77278	36	24.8
38	2732	103816	69547	38	25.5
40	2161	86440	56384	40	26.1
42	1365	57330	37006	42	27.1
44	941	41404	26280	44	27.9
46	584	26864	16715	46	28.6
48	361	17328	10664	48	29.5
50	172	8600	5296	50	30.8
52	2	104	64	52	32.0
54	2	108	66	54	33.0
総計	61307	1650736	1291940	26.92573	21.1

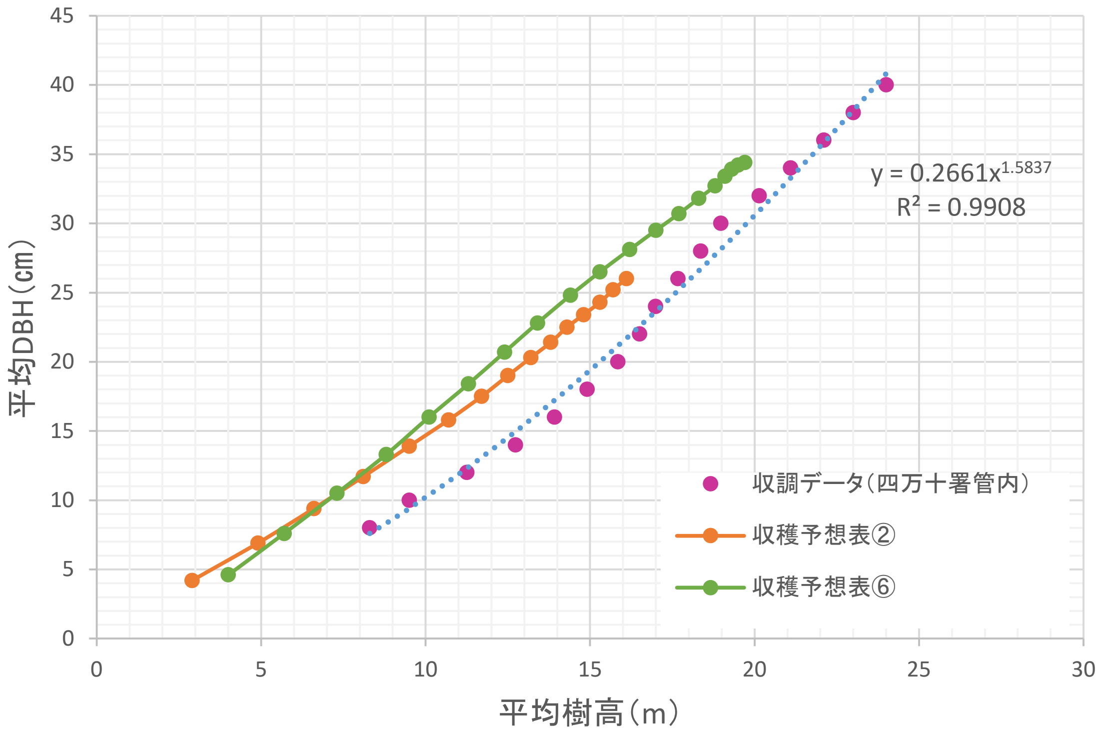


図 2-19 収調データと収穫予想表比較(平均樹高-平均 DBH 分布図)
(ヒノキ:四万十森林管理署-対応収穫予想表)

表 2-24 DBH 階別平均樹高(ヒノキ:四万十森林管理署)

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
8	519	4152	4306	8	8.3
10	1525	15250	14486	10	9.5
12	3824	45888	43031	12	11.3
14	8311	116354	105759	14	12.7
16	14096	225536	196278	16	13.9
18	18905	340290	281888	18	14.9
20	22423	448460	355092	20	15.8
22	24722	543884	407985	22	16.5
24	24195	580680	410998	24	17.0
26	20934	544284	369968	26	17.7
28	17519	490532	321717	28	18.4
30	12474	374220	236657	30	19.0
32	3738	119616	75276	32	20.1
34	493	16762	10398	34	21.1
36	115	4140	2542	36	22.1
38	1	38	23	38	23.0
40	2	80	48	40	24.0
総計	173796	3870166	2836452	22.26844	16.3

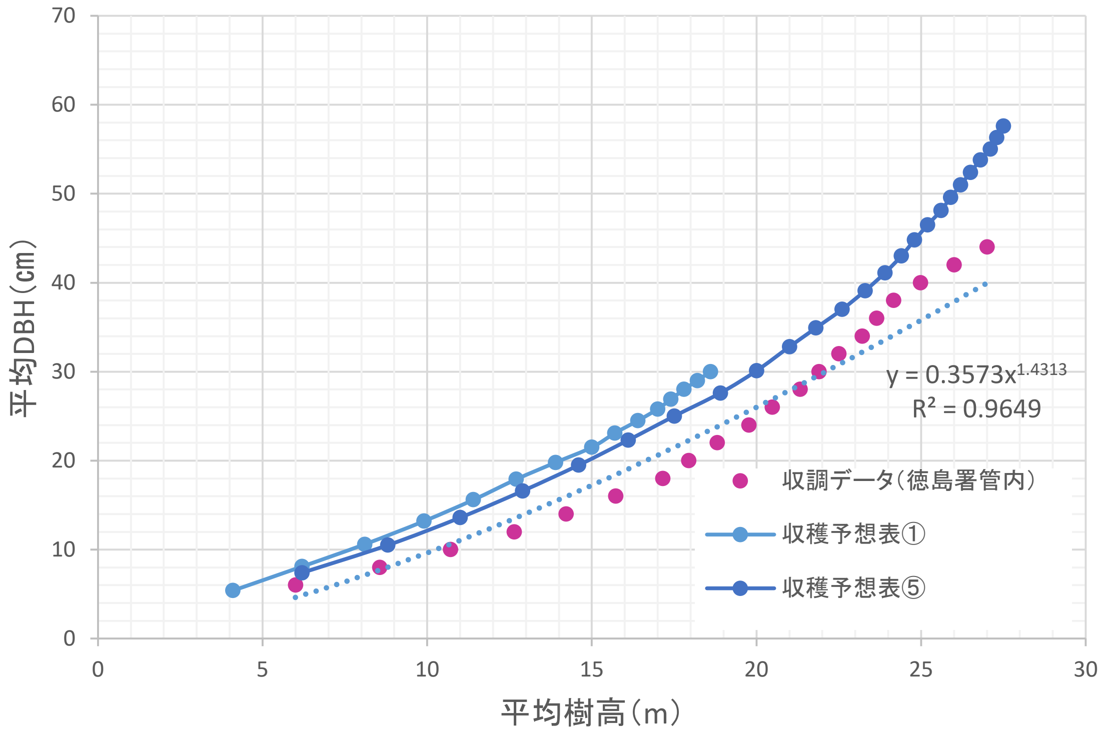


図 2-20 収調データと収穫予想表比較(平均樹高-平均 DBH 分布図)
(スギ:徳島森林管理署-対応収穫予想表)

表 2-25 DBH 階別平均樹高(スギ:徳島森林管理署)

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
6	1	6	6	6	6.0
8	41	328	351	8	8.6
10	133	1330	1424	10	10.7
12	251	3012	3173	12	12.6
14	516	7224	7336	14	14.2
16	879	14064	13814	16	15.7
18	1160	20880	19893	18	17.2
20	1551	31020	27818	20	17.9
22	1792	39424	33705	22	18.8
24	2052	49248	40562	24	19.8
26	2183	56758	44715	26	20.5
28	2287	64036	48791	28	21.3
30	2161	64830	47321	30	21.9
32	1957	62624	44023	32	22.5
34	1534	52156	35602	34	23.2
36	1324	47664	31311	36	23.7
38	1059	40242	25587	38	24.2
40	602	24080	15037	40	25.0
42	310	13020	8060	42	26.0
44	67	2948	1809	44	27.0
総計	21860	594894	450338	27.21382	20.6

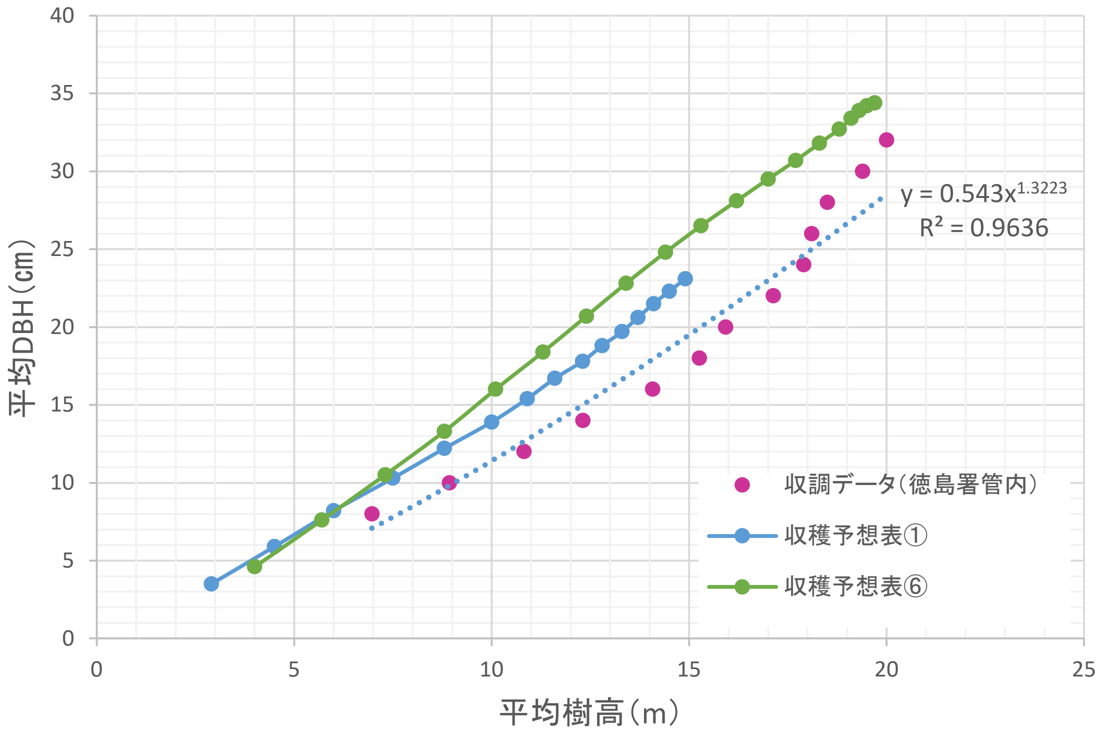


図 2-21 収調データと収穫予想表比較（平均樹高-平均 DBH 分布図）
（ヒノキ：徳島森林管理署-対応収穫予想表）

表 2-26 DBH 階別平均樹高（ヒノキ：徳島森林管理署）

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
8	30	240	209	8	7.0
10	94	940	839	10	8.9
12	131	1572	1417	12	10.8
14	250	3500	3077	14	12.3
16	363	5808	5111	16	14.1
18	408	7344	6228	18	15.3
20	453	9060	7211	20	15.9
22	460	10120	7879	22	17.1
24	463	11112	8290	24	17.9
26	442	11492	7998	26	18.1
28	350	9800	6476	28	18.5
30	239	7170	4634	30	19.4
32	115	3680	2300	32	20.0
総計	3798	81838	61669	21.54766	16.2

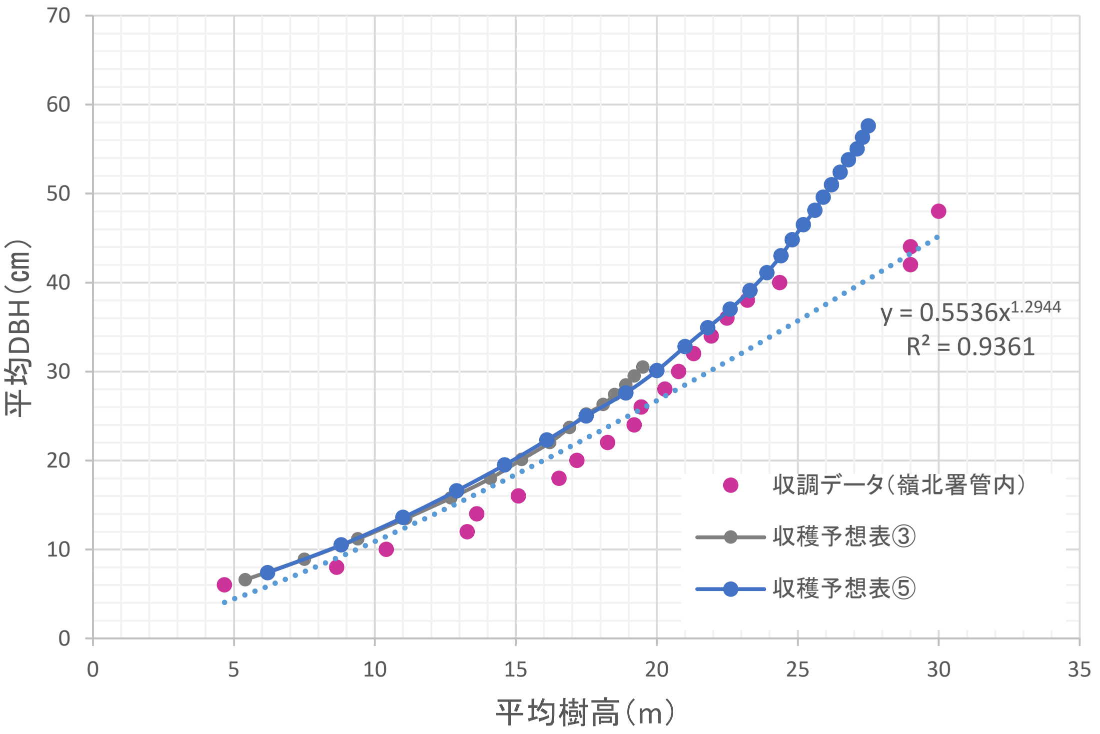


図 2-22 収調データと収穫予想表比較（平均樹高-平均 DBH 分布図)
（スギ：嶺北森林管理署-対応収穫予想表）

表 2-27 DBH 階別平均樹高（スギ：嶺北森林管理署）

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
6	3	18	14	6	4.7
8	97	776	839	8	8.7
10	283	2830	2945	10	10.4
12	458	5496	6082	12	13.3
14	488	6832	6646	14	13.6
16	630	10080	9507	16	15.1
18	987	17766	16312	18	16.5
20	1281	25620	21991	20	17.2
22	1574	34628	28727	22	18.3
24	1822	43728	34990	24	19.2
26	2285	59410	44436	26	19.5
28	2359	66052	47836	28	20.3
30	2322	69660	48239	30	20.8
32	1810	57920	38567	32	21.3
34	1751	59534	38391	34	21.9
36	1139	41004	25619	36	22.5
38	823	31274	19105	38	23.2
40	343	13720	8355	40	24.4
42	3	126	87	42	29.0
44	2	88	58	44	29.0
48	1	48	30	48	30.0
総計	20461	546610	398776	26.71473	19.5

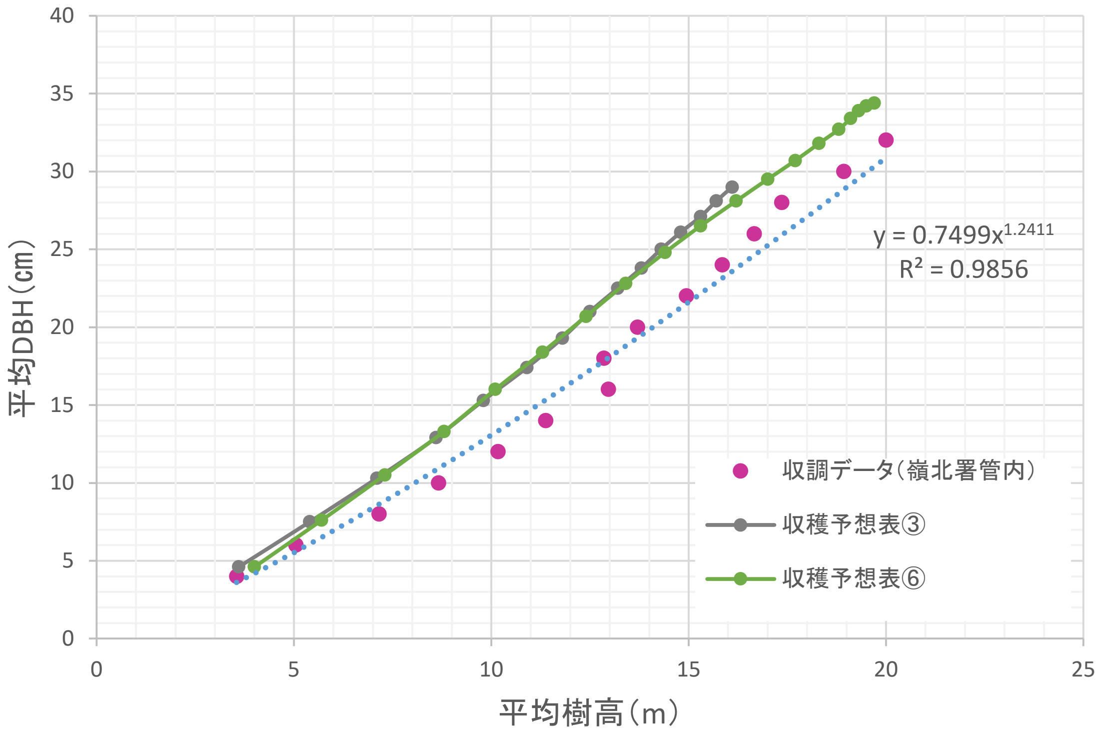


図 2-23 収調データと収穫予想表比較（平均樹高-平均 DBH 分布図）
（ヒノキ：嶺北森林管理署-対応収穫予想表）

表 2-28 DBH 階別平均樹高（ヒノキ：嶺北森林管理署）

DBH	本数	度数DBH	度数樹高	平均DBH	平均樹高
4	73	292	259	4	3.6
6	43	258	217	6	5.1
8	134	1072	959	8	7.2
10	320	3200	2772	10	8.7
12	550	6600	5591	12	10.2
14	1097	15358	12481	14	11.4
16	1436	22976	18631	16	13.0
18	2531	45558	32512	18	12.9
20	2920	58400	39997	20	13.7
22	1910	42020	28537	22	14.9
24	1560	37440	24723	24	15.9
26	945	24570	15739	26	16.7
28	610	17080	10588	28	17.4
30	137	4110	2593	30	18.9
32	87	2784	1740	32	20.0
総計	14353	281718	197339	19.62781	13.8

2.4 現行収穫予想表との整合性

収穫予想表と収穫調査の比較を行った場合、全ての森林管理署・森林管理事務所単位の樹高-DBH 散布図にて、同一平均樹高に対する平均 DBH は低いという結果になった。

この解釈について、本年度委員会時に報告を行ったところ、DBH の密度管理による影響を解析するべきとのご指摘を頂き、追加にて解析を行った。

収穫調査の全データについて、林齢に対する ha 当たり本数が推定できるデータを抽出し、散布図を作成した。収穫調査表に対する各森林管理署別の林齢-本数散布図を図 2-26~図 2-39 に示す。

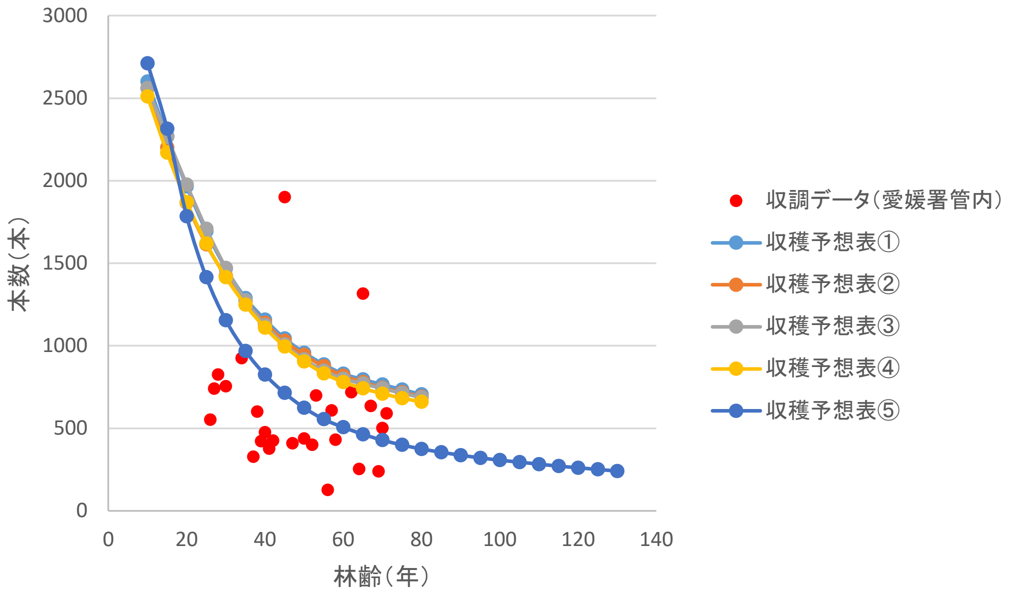


図 2-24 収穫予想表(林齢-本数)に対する収穫調査結果(スギ:愛媛森林管理署)

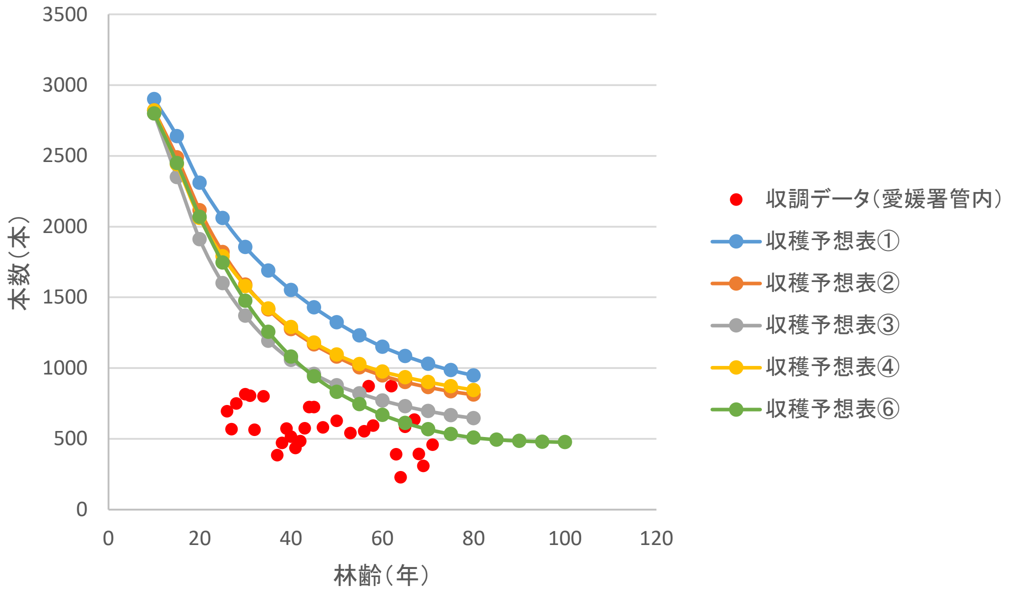


図 2-25 収穫予想表(林齢-本数)に対する収穫調査結果(ヒノキ:愛媛森林管理署)

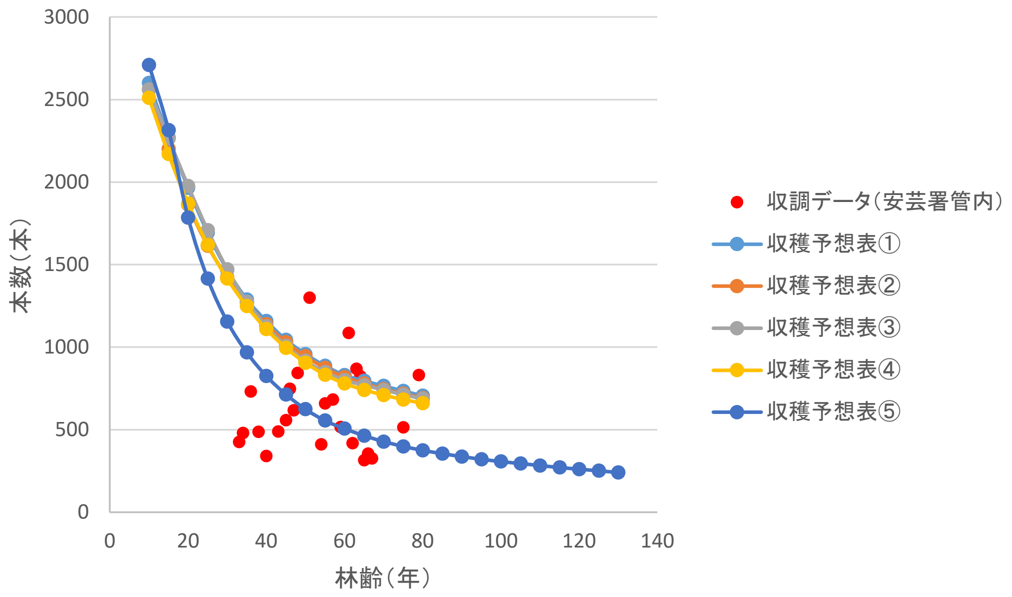


図 2-26 収穫予想表(林齢-本数)に対する収穫調査結果(スギ:安芸森林管理署)

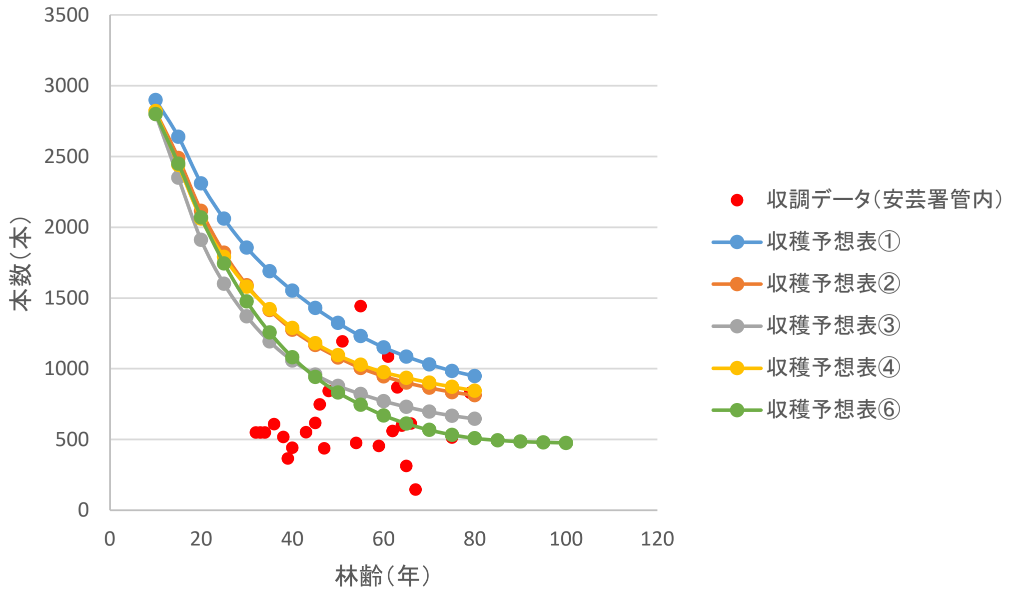


図 2-27 収穫予想表(林齢-本数)に対する収穫調査結果(ヒノキ:安芸森林管理署)

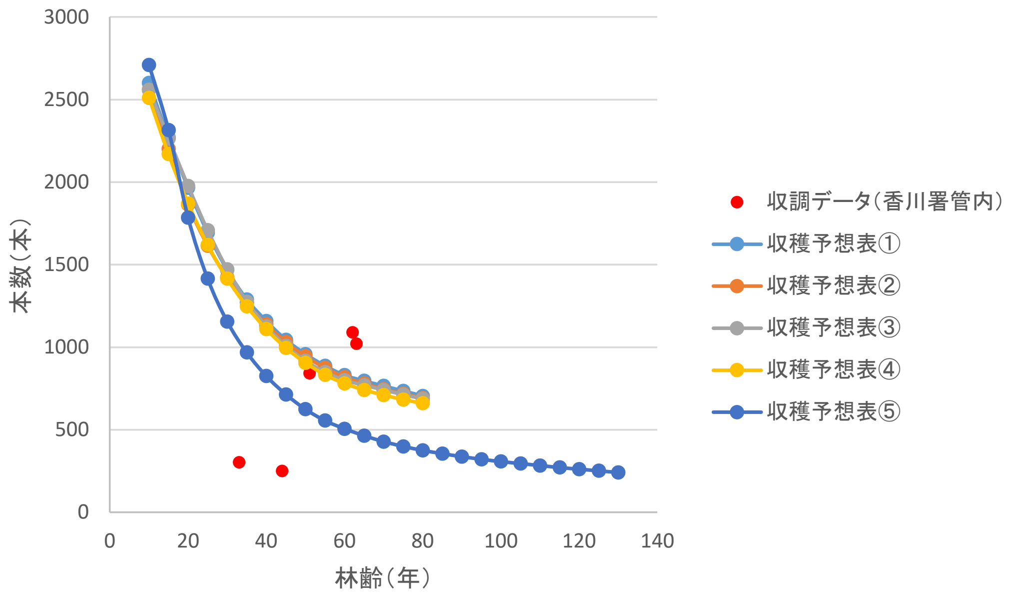


図 2-28 収穫予想表(林齢-本数)に対する収穫調査結果(スギ:香川森林管理署)

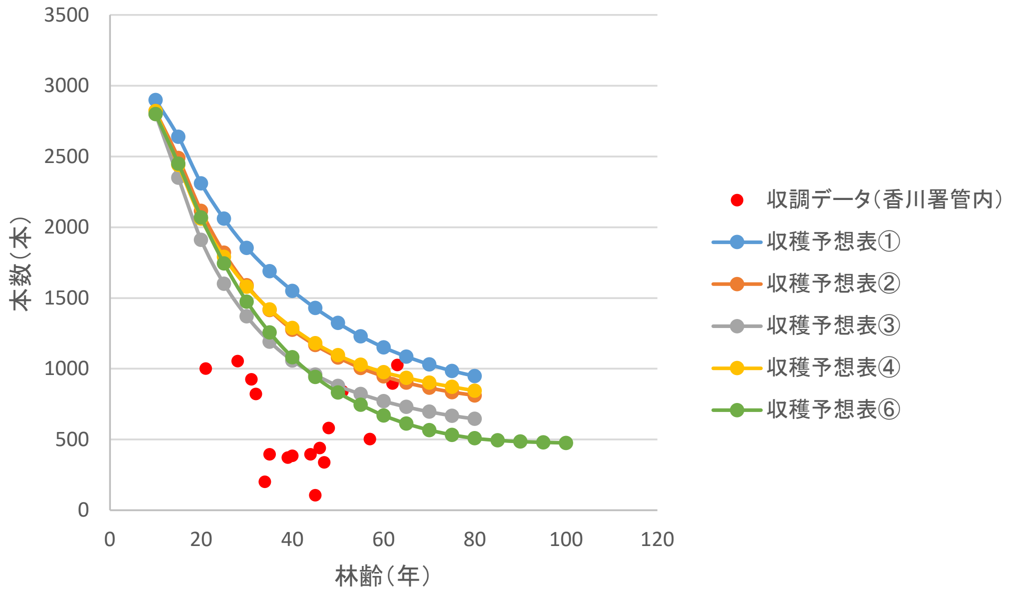


図 2-29 収穫予想表(林齢-本数)に対する収穫調査結果(ヒノキ:香川森林管理署)

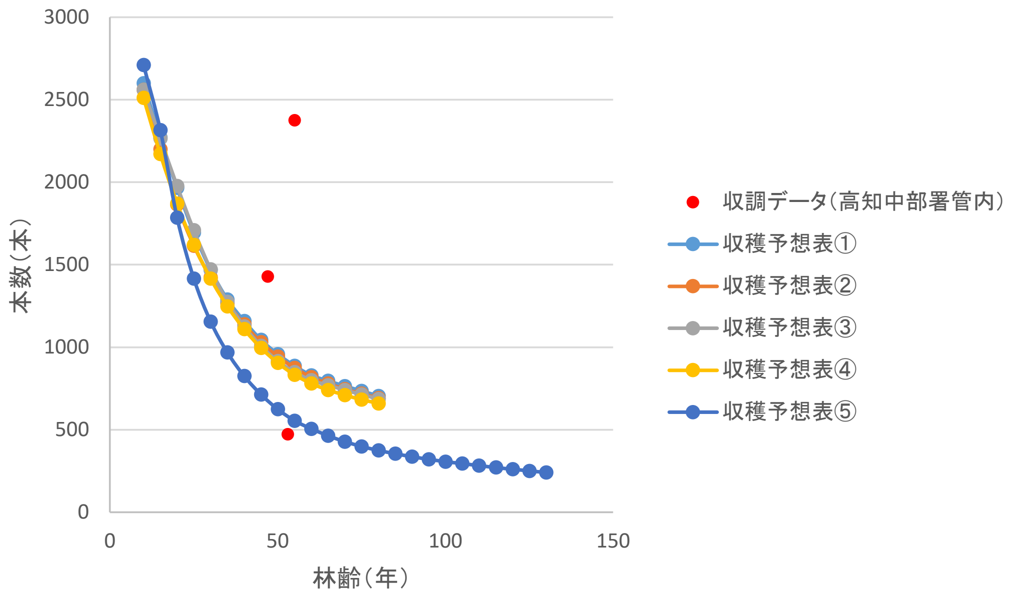


図 2-30　収穫予想表（林齢-本数）に対する収穫調査結果（スギ：高知中部森林管理署）

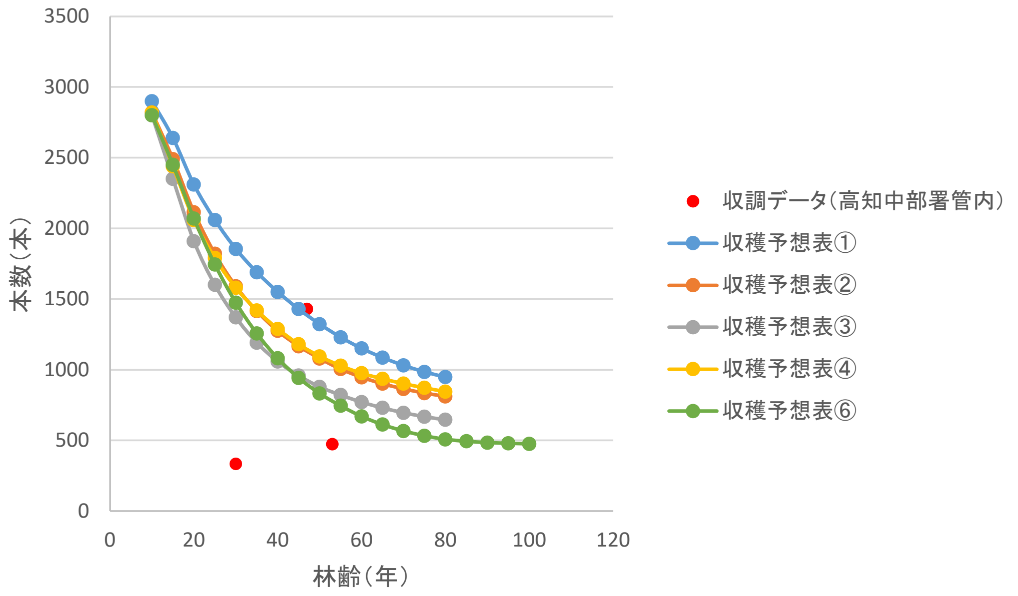


図 2-31　収穫予想表（林齢-本数）に対する収穫調査結果（ヒノキ：高知中部森林管理署）

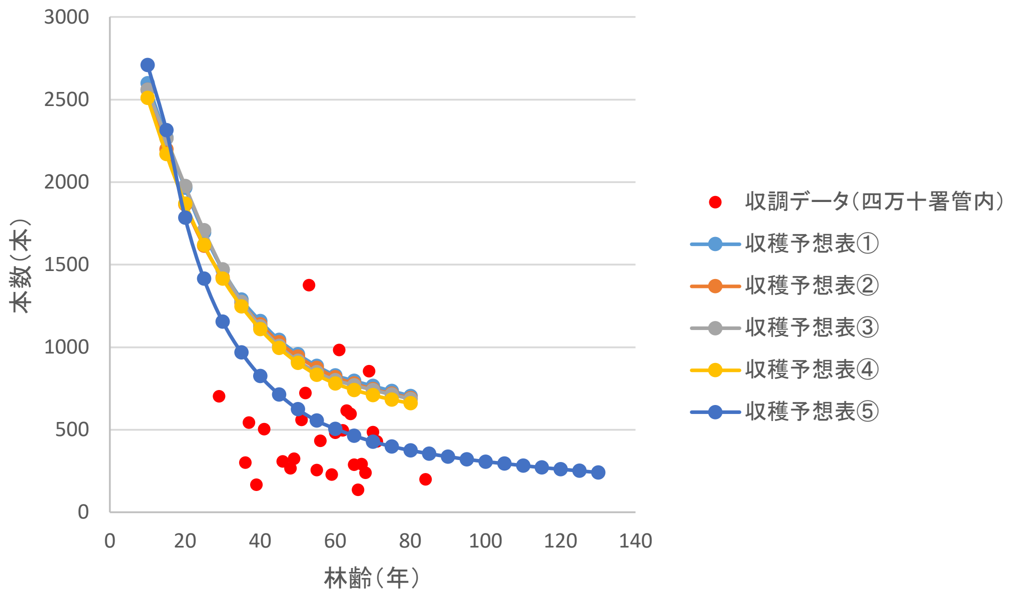


図 2-32　収穫予想表（林齢-本数）に対する収穫調査結果（スギ：四万十森林管理署）

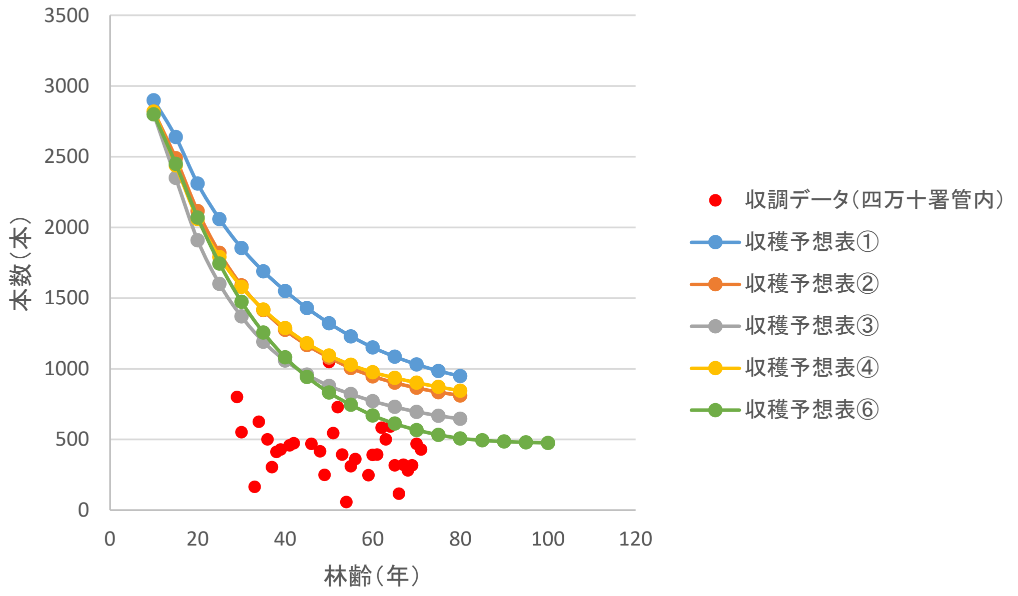


図 2-33　収穫予想表（林齢-本数）に対する収穫調査結果（ヒノキ：四万十森林管理署）

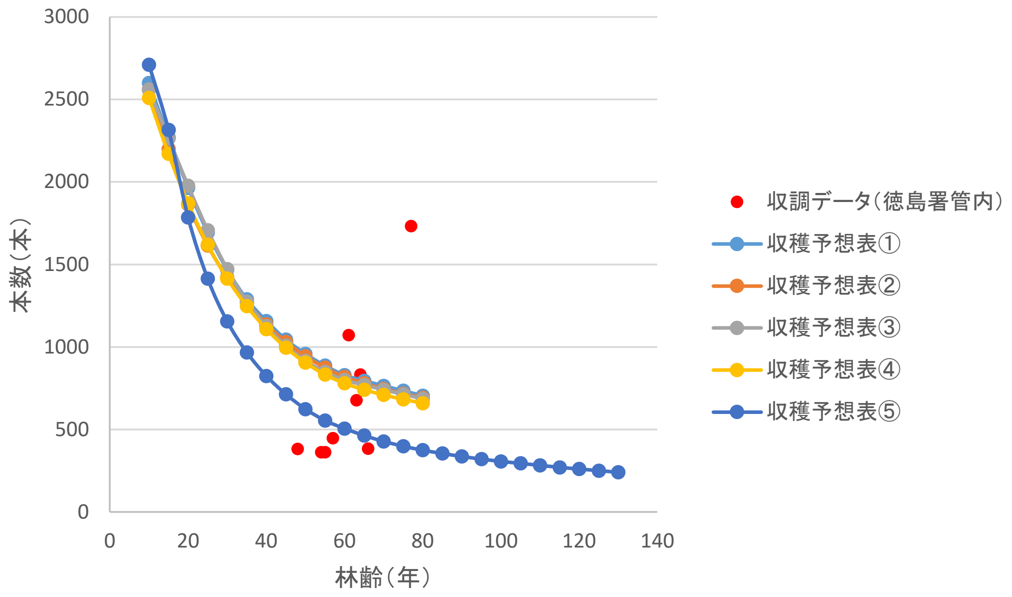


図 2-34　収穫予想表（林齢-本数）に対する収穫調査結果（スギ：徳島森林管理署）

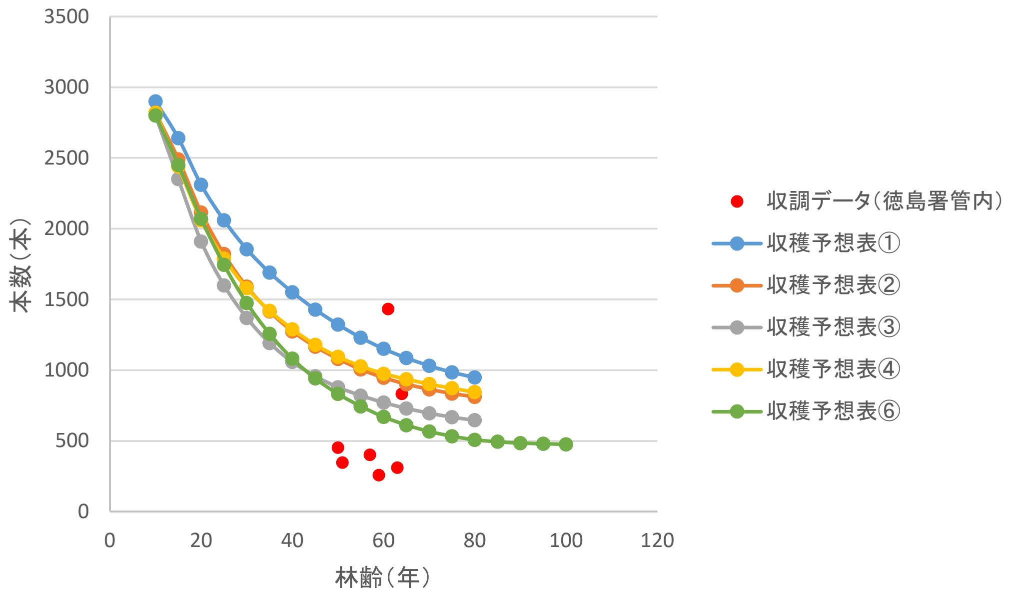


図 2-35　収穫予想表（林齢-本数）に対する収穫調査結果（ヒノキ：徳島森林管理署）

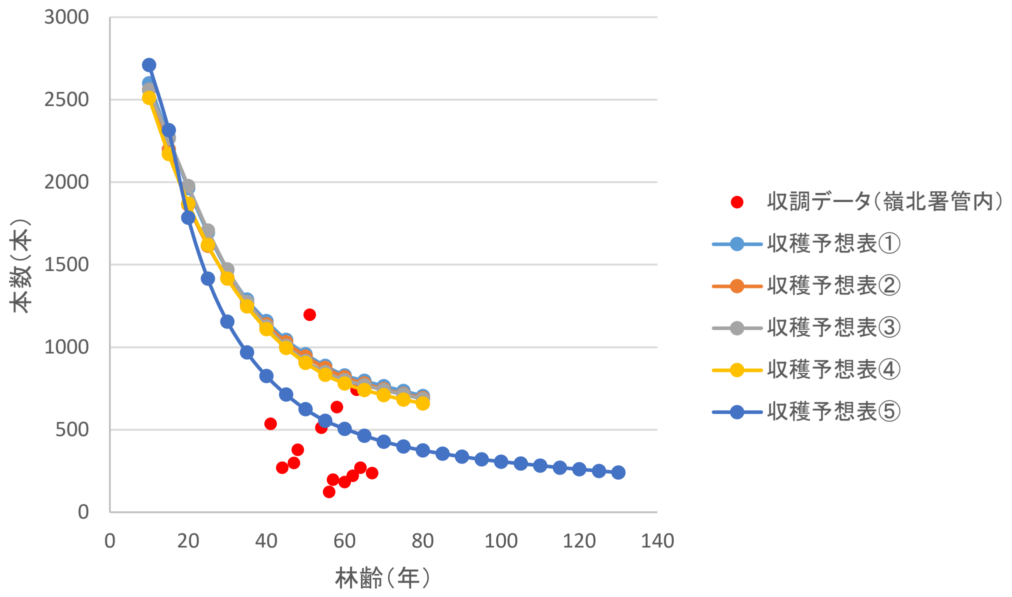


図 2-36　収穫予想表（林齢-本数）に対する収穫調査結果（スギ：嶺北森林管理署）

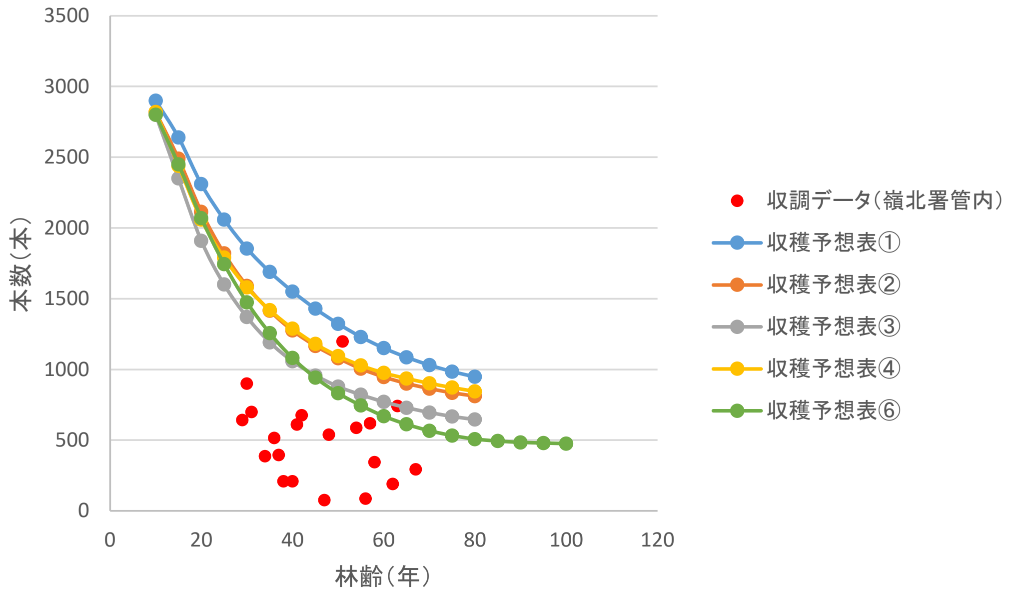


図 2-37　収穫予想表（林齢-本数）に対する収穫調査結果（スギ：嶺北森林管理署）

このとき、多くの森林管理署・森林管理事務所では同一林齢において本数は収穫予想表の想定よりも下回っている場合が多く、同一林齢では本数密度が少ない傾向があった。ただし、香川森林管理事務所や高知中部森林管理署などは、収調データから林齢-本数を推定できた箇所が数か所にとどまっており、林齢-本数の推定を把握できているとは言い難いことに留意が必要である。

一般的には同一林齢では立木密度と単木材積はトレードオフの関係にあり、間伐による密度管理によって、本数を減少させた場合、肥大成長が促進されることにより 1 本あたりの材積は大きくなる。

これより、現実林分（ここでは収穫調査を想定）は、収穫表と比較し、同一林齢時に同一樹高であれば、DBH は大きい傾向となると推定できる。

しかし、今回の解析結果は、同一平均樹高の DBH は収穫予想表が現実林分を上回り、林齢に対する ha 当たり本数も収穫予想表の値が現実林分を上回る傾向にあった。この解釈として考えられる点としては、同一林齢時に既に樹高成長に差があり、この樹高の差が DBH の差となって表れているのではないかと推定できる。

ただし、留意すべき点として、上記に述べた通り、林齢が推定できるデータ数が少ないことや、後述するレーザ資源解析と比較して ha 当たりの本数に差がみられること、本年度委員会にて指摘を受けた点として、収穫調査の樹高は事業対象の樹木であって、収穫予想表にて示される樹高（上層平均樹高）と比較して低いところまでしか対象とならない可能性が高く、そもそも樹高データの比較が適正であるかという点があった。

比較検討として現実林分が収穫予想表よりも成長が良いことは推定できたが、その程度を正確に把握することは困難であった。これらの点については今後更にデータの収集方法や精度の確認も含めた検討が必要と考えられる。

3 森林資源解析

3.1　解析地点の選定

本業務では仕様書にて、成長予測モデルおよび地位スコア作成のための解析を 3 森林管理署、森林管理事務所別に 10km2 実施することとしている。この仕様に従い、箇所を選定し解析を実施した。解析は航空レーザ計測より得られたデータを基に実施した。計測データは平成 30 年度に林野庁により高知県および愛媛県を計測したものを利用した。調査箇所の選定は以下の基準を設けた。

- 範囲内に多くのスギ・ヒノキ林分を含むこと

国有林は奥山に位置するものが多く、人工林の分布は偏っている傾向があったことから、範囲内になるべくスギ・ヒノキの両人工林を含むものとした。

- 林齢情報が幅広にあること。

モデル作成のためには様々の林齢（樹木サイズ）が必要であることから、レーザの形状から様々なサイズがあることを確認した。

- 地形が多くの尾根・谷を含み、かつ斜面方位が満遍なく分布していると判断されること。

斜面方位が大きく偏った範囲で解析を実施すると、傾き側の樹木の成長が良いと判断される場合があるため、特に斜面方位の分布に留意した。

以上の点に留意し、以下の 3 地域を選定した、各地域の概要を表 3-1　図 3-1 に示す。

① 四万十森林管理署　3016 林班ほか（以下：四万十地域）
② 愛媛森林管理署　52 林班ほか（以下：愛媛地域）
③ 高知中部森林管理署　57 林班ほか（以下：高知中部地域）

表 3-1　各解析地域の概要

地区名	四万十	愛媛	高知中部
所属市町村	梼原町	久万高原町	香美市・大豊町
解析面積(ha)	1676	1132	1645
最小標高(m)	342	614	463
最大標高(m)	952	1561	1411
平均傾斜(°)	38	32	36
斜面方位0～90°	21%	16%	17%
斜面方位90～180°	27%	30%	33%
斜面方位180～270°	30%	31%	31%
斜面方位270～360°	21%	23%	19%
スギ面積(ha)	345.11	194.35	448.6
ヒノキ面積(ha)	575.18	141.85	197.51

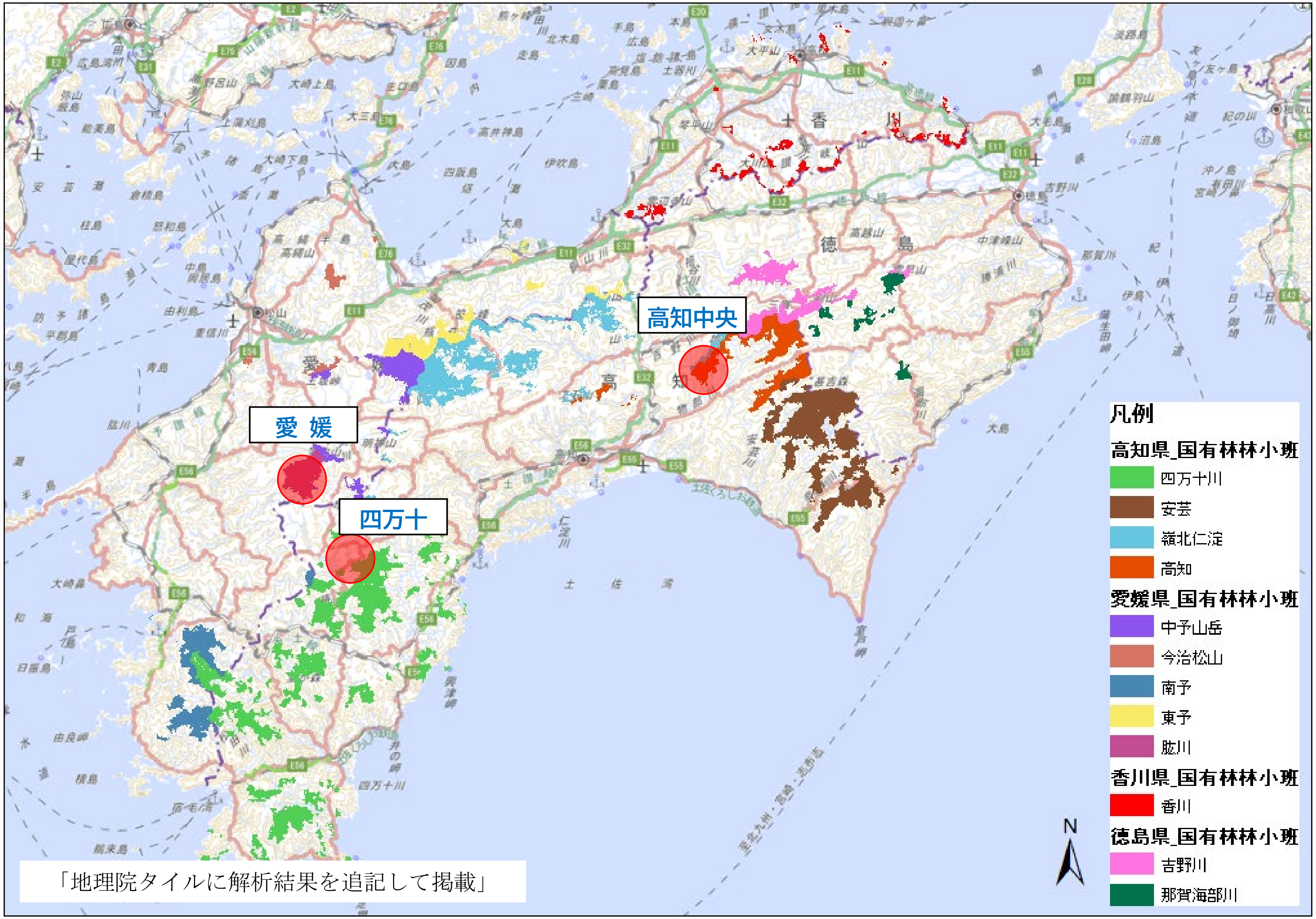

高知中央
愛 媛
四万十
凡例
高知県_国有林林小班
四万十川
安芸
嶺北仁淀
高知
愛媛県_国有林林小班
中予山岳
今治松山
南予
東予
肱川
香川県_国有林林小班
香川
徳島県_国有林林小班
吉野川
那賀海部川
N
「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

図 3-1 各解析地位置図

3.2 林相判読

3.2.1 林相識別の手法

取得した森林データと森林簿を比較した場合、小班内にスギ・ヒノキが混在しており、森林簿のみでは資源配置を詳細に検討できないことから、解析範囲内にて詳細な林相判読を行った。

林相判読は航空写真のほか航空レーザ計測データから林相識別図としてレーザ林相図（特許第5592855号）を作成した。レーザ林相図はオルソ写真等と比較すると、判読作業において以下のような利点がある。

- 撮影時の日射条件（天候や太陽方位・高度等）による画像の色合いに違いが生じず、撮影範囲を一様に判別できる。
- 植生域を緑色だけでなく、赤色、黄色、青色など多様な色で表現でき、樹種を識別するための情報量が多い。
- 地形の影響による影が生じず、谷部でも明瞭に表現される。
- 樹木や建物などの倒れ込みが生じず、より正確に境界線を判読できる。

このような利点があるレーザ林相図を併用して判読することで、より精度の高い林相区分図を作成することができる。

3.2.2 レーザ林相図の作成

レーザ林相図は、以下の3つの構成要素の画像を合成して作成する。

- 樹冠高モデル（DCHM: Digital Canopy Height Model）

DCSM（Digital Canopy Surface Model：数値表層高モデル）とDEM（Digital Elevation Model：数値標高モデル）の差分解析により作成される樹冠高を表すモデルである。

- 樹冠形状モデル

樹冠高モデルから作成される樹冠の形状、凹凸、樹木配列等を表すモデルである。

- レーザの反射強度モデル（DIM: Digital Intensity Model）

航空機から照射されたレーザが地表面で反射して再びセンサに検知される際の強度を表すモデルである。照射されるレーザの波長は1,064nmの近赤外波長であることから、反射したときに取得される反射強度は植生の違いを識別する指標として有効である。

３つの構成要素を画像にした例を図 3-2 に示す。この樹冠高、樹冠形状、反射強度の３種類の画像を合成することで、レーザ林相図を作成した。また、各樹種の代表的なキーを表 3-2 にしめす。レーザ林相図はオルソ写真と比べて、色調、テクスチャの違いが明確で、樹種や生育状況が異なる林分の分布境界の識別が容易である。

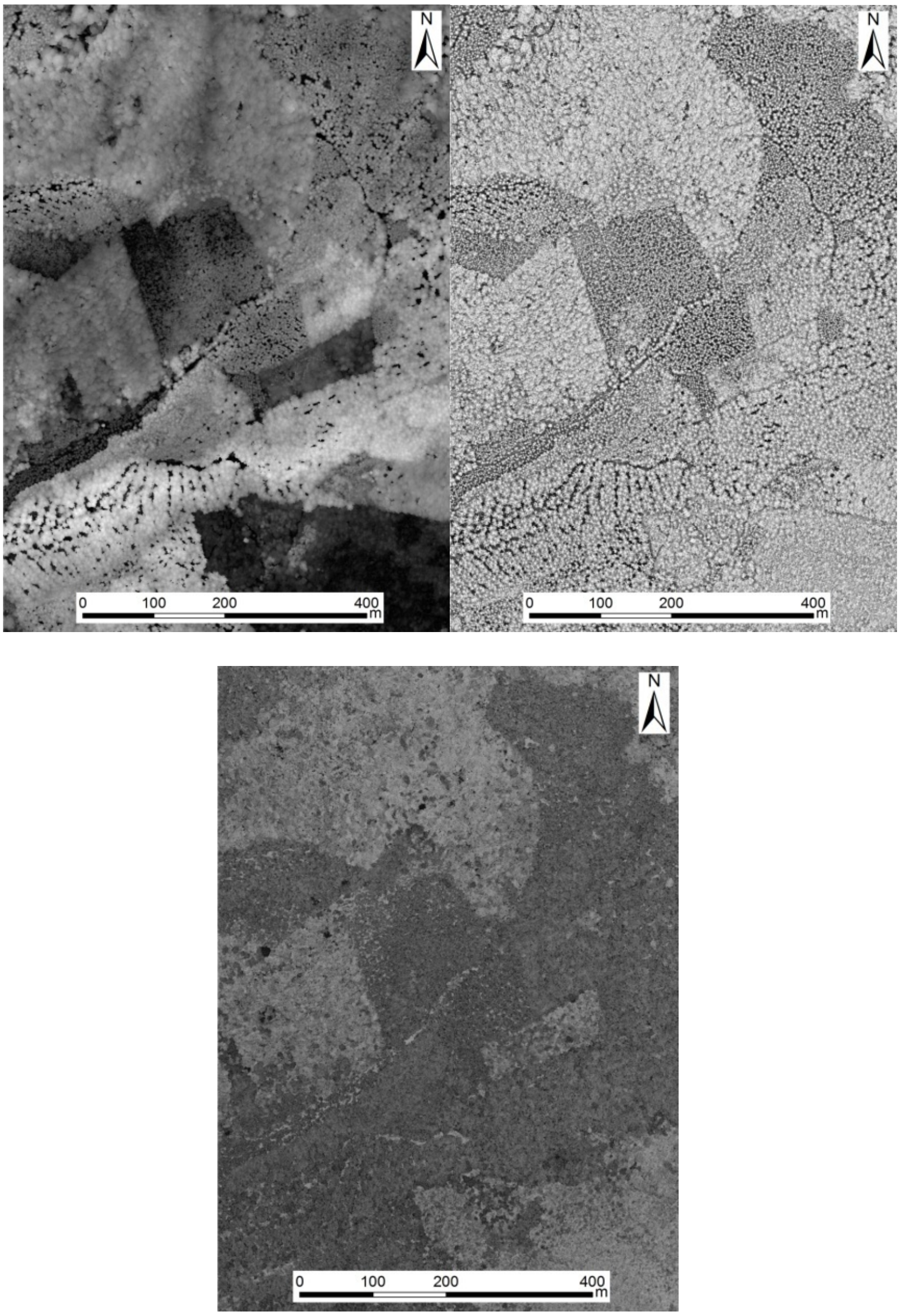
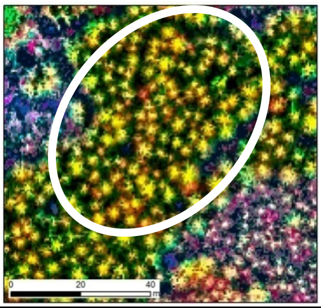
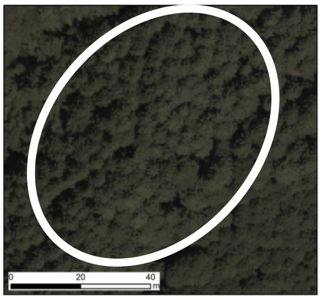
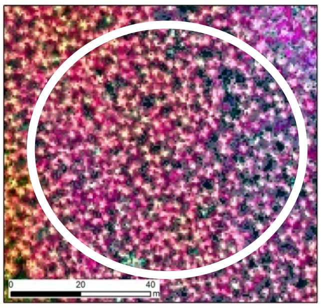
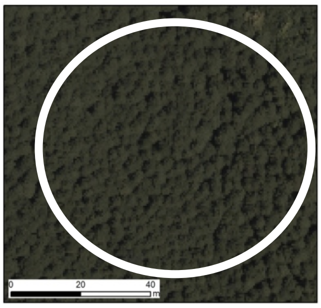
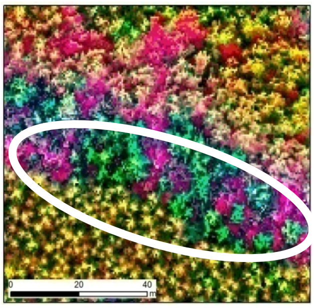


図 3-2 レーザ林相図の構成要素の画像
(左上:樹冠高　右上:樹冠形状、下:反射強度)

表 3-2 レーザ林相図とオルソ写真から読み取れる判読キーの特徴

林相名	レーザ林相図	オルソ写真
スギ		
	スギは、個々の樹冠が明瞭であり、青みがかった黄色～緑がかった黄色を呈する。樹冠の密度が疎な林分では林床を示す青色が混じることもある。	赤味を帯びた深緑色に見える。樹冠は円錐形で、明瞭であり、ヒノキに比べてきめが粗い。
ヒノキ		
	ヒノキは、スギと比べて、個々の樹冠がやや不明瞭である。若齢林は桃色～濃い桃色を呈し、壮齢～老齢林は赤みを帯びた橙色～赤色を呈する。	樹冠は鈍い円錐形であり、スギに比べてきめが細かい、若齢林は薄い黄緑色、壮齢～老齢林は深い黄緑色に見える。
その他 針葉樹		
	マツは、青味を帯びた緑色を呈する。樹冠が疎である箇所では広葉樹が混じることもある。	スギやヒノキに比べて色が薄く見える。樹冠は不整形で、羽毛状に見える。

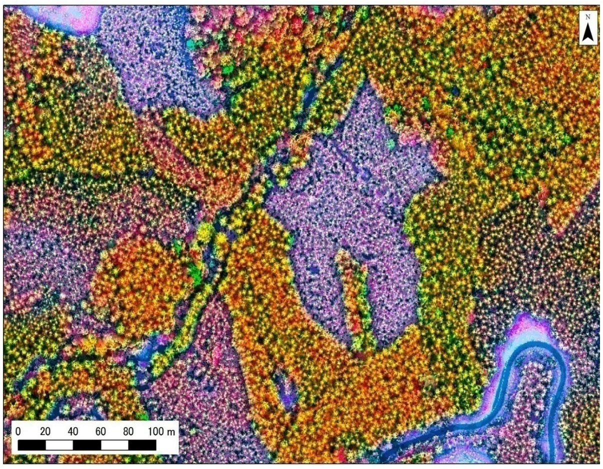


図 3-3 レーザ林相図とオルソ写真の同一箇所の比較

3.2.3 林相判読

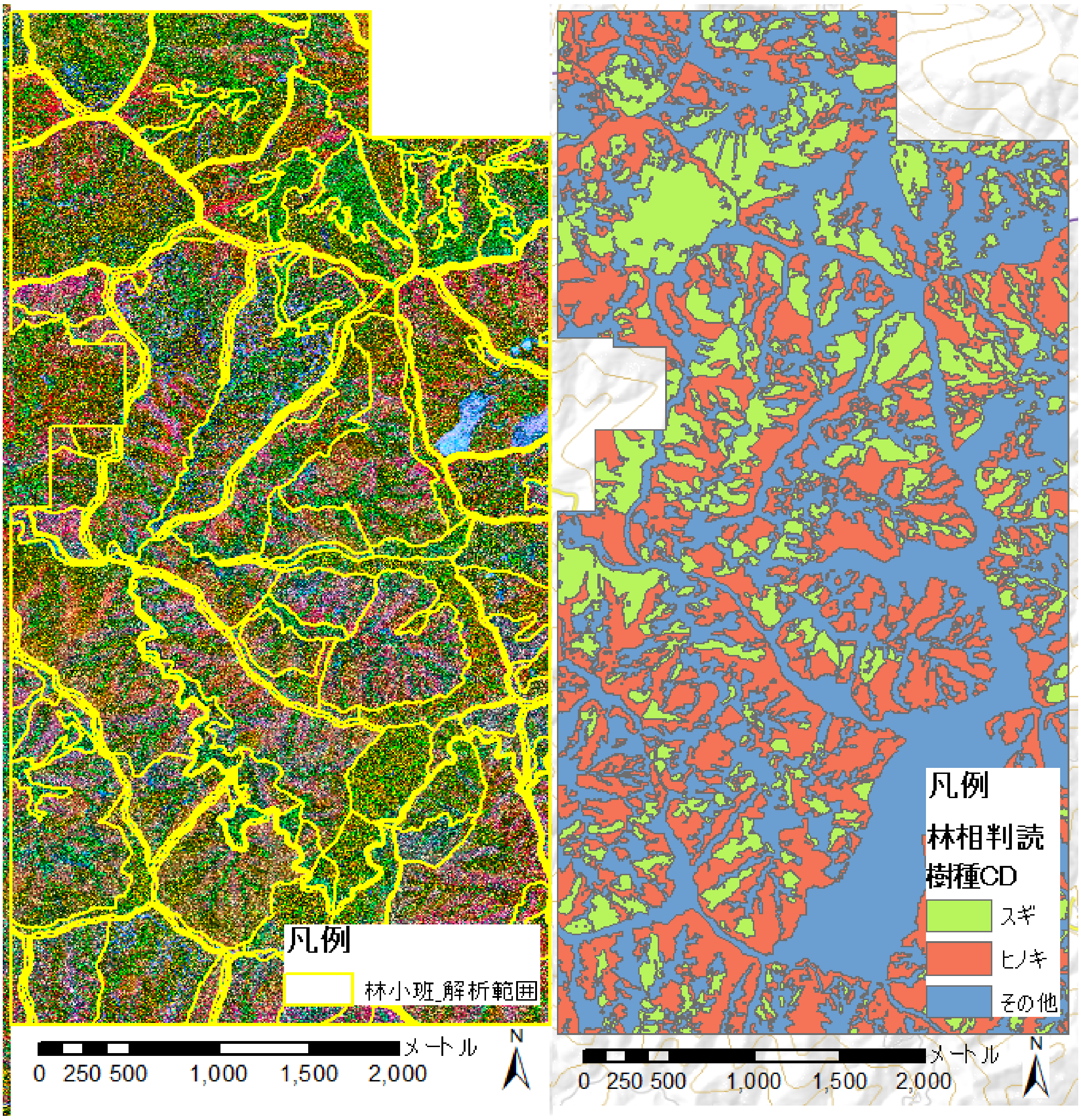
林相判読にあたり、レーザ林相図及びオルソ写真の色調を、樹種分布と照合し、判読キー（各凡例の判読指標）を作成した（サンプル例　表 3-2 で示す）。この判読キーの特徴をもとに、レーザ林相図、オルソ写真から目視判読により林相区分図を作成した。なお、最小判読単位は縮尺 1/5,000 の図上で 1cm×1cm（実尺 50m×50m）とした。

林相区分図の凡例を表 3-3 に示す。

表 3-3 林相区分図の凡例

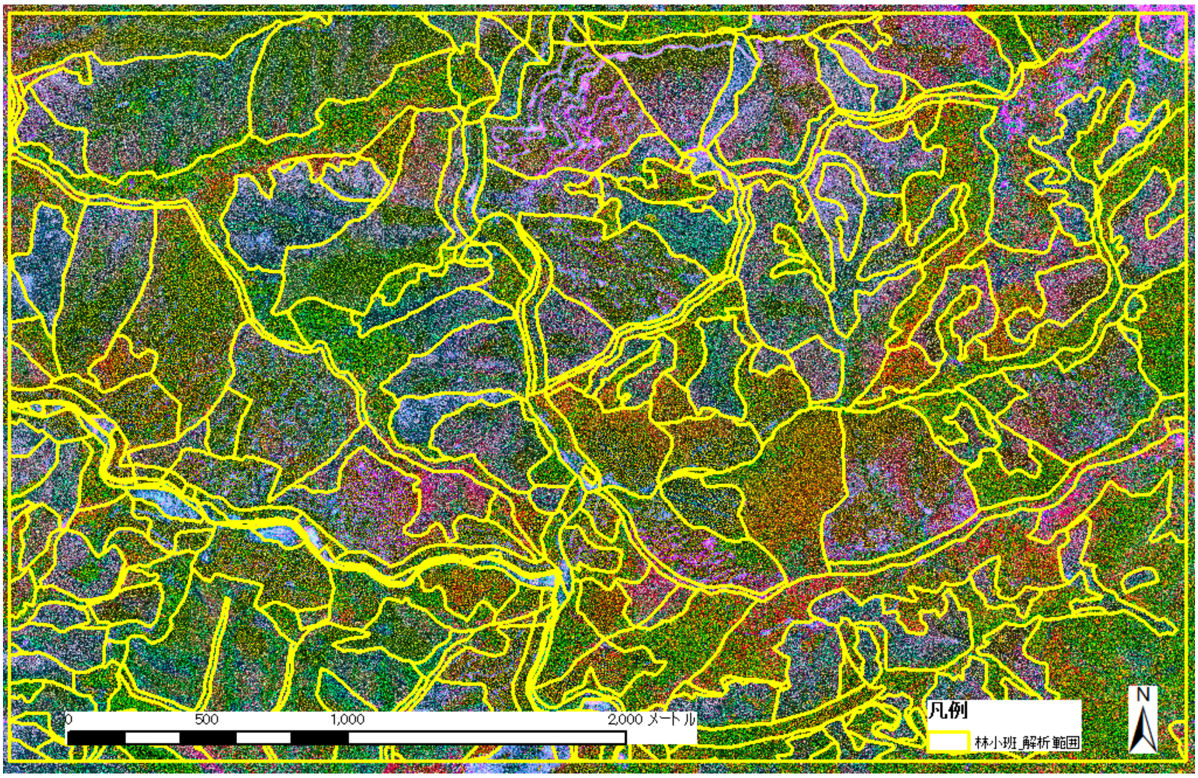
林相 ID	林相名
1	スギ
2	ヒノキ
3	その他樹種

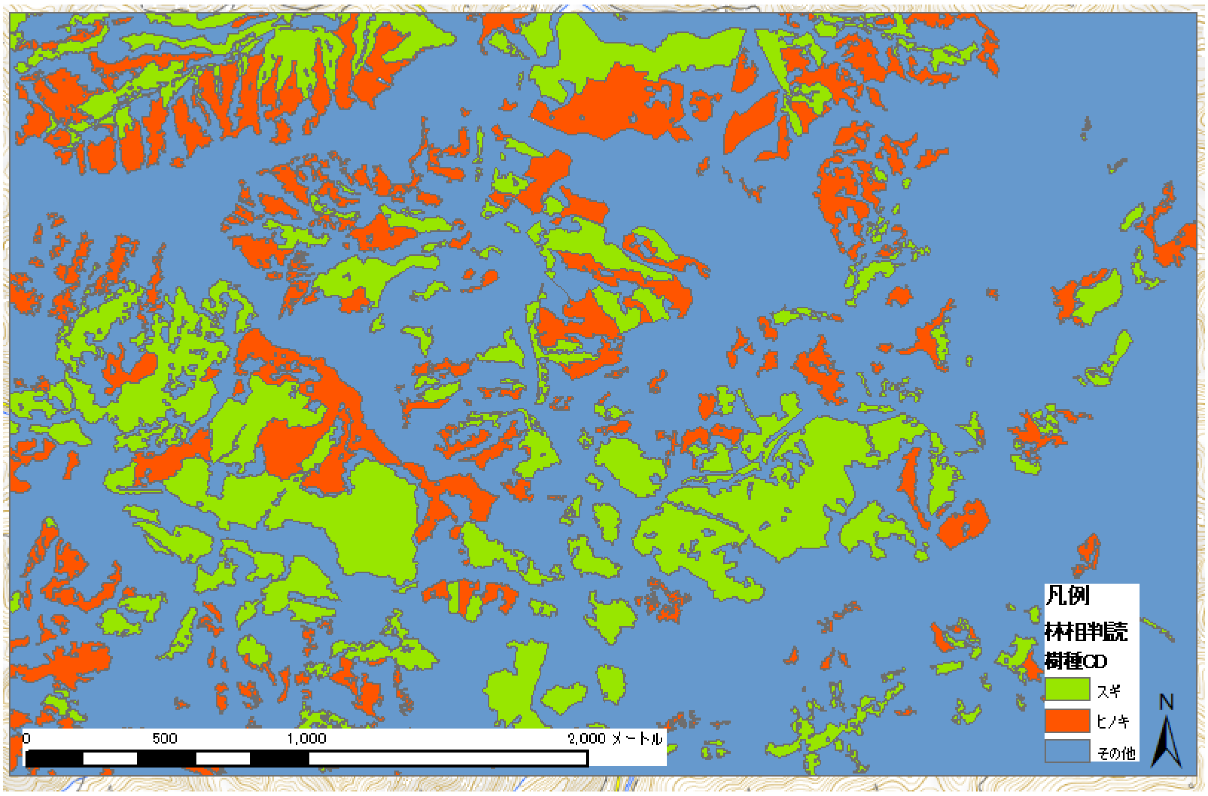
以上に基づき、各地域の林相判読を行った。各地域の林相判読の結果について図 3-4～図 3-6 に示す。



「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

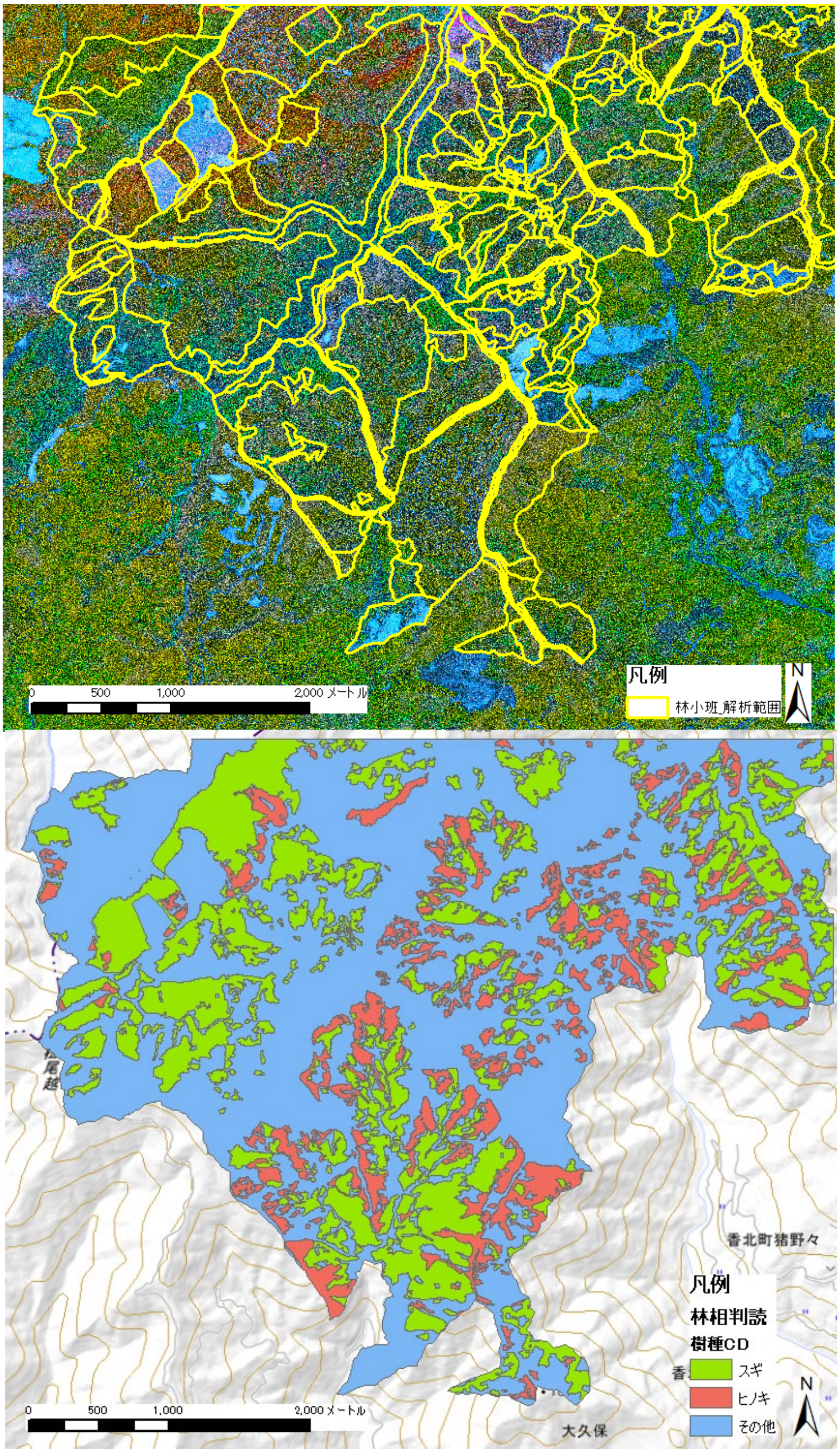
図 3-4 レーザ林相図(左)と林相判読結果(右) (四万十)





「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

図 3-5 レーザ林相図（上）と林相判読結果（下）（愛媛）



「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

図 3-6　レーザ林相図（上）と林相判読結果（下）（高知中部）

3.3 樹頂点の抽出

樹頂点抽出及び樹高計測方法

本業務では、東京電力株式会社と当社で共同開発した樹頂点抽出技術（特許第 4279894 号）を用いてスギ、ヒノキの解析を行った。手順は以下の①~③およびのとおりである。

① DCHM から樹冠形状指数を計算する。樹冠形状指数とは、樹冠表層面の凹凸を表角度情報で表す指数で、凸部ほど高い値になり凹部ほど低い値をとる。梢端では凸状であり、樹冠縁は凹状となり、必ず単木ごとに高い値と低い値が含まれる。そのため画像上で単木を識別しやすくなる。

② 冠形状指数を用いて、樹冠部を抽出する。動的に決められる閾値以上のまとまりが樹冠部として抽出される。

③ 最後に樹冠部の中の DCHM を調べ、最も DCHM が高いメッシュの位置を樹頂点として抽出する。一つの樹冠に複数の凸部がある場合の過剰抽出を避けるために樹頂点間の距離に制限値を設定し、制限値以内の距離にある複数の樹頂点のうち、最も DCHM が高い樹頂点のみを抽出する。

抽出した樹頂点の位置の DCHM を樹頂点に紐付け、樹高として情報を整備した。

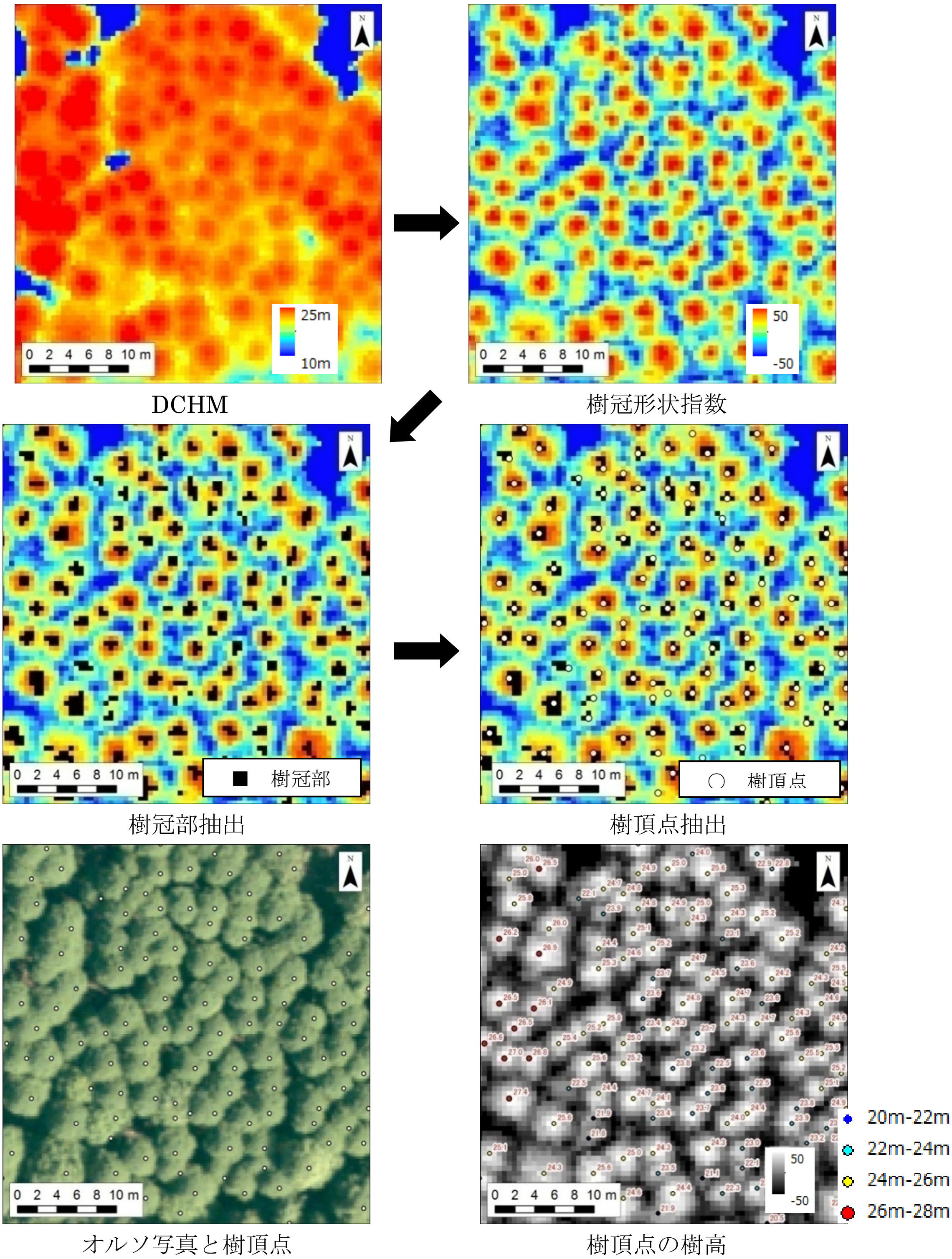


図 3-7　樹頂点の抽出過程

3.4　胸高直径の推定

航空計測データは上空からの形状計測となるため、DBH のような側面からの計測が必要なものは、現地調査により計測樹の DBH を計測し、レーザによる樹冠形状と計測 DBH の相関を検討することにより値を推定する。

今回は仕様書にてレーザ計測データの精度が十分に信頼できるものである場合は、現地調査実施を行うことなくデータを収集することも可能となっていたことに加え、実際、コロナウィルス感染症拡大による緊急事態宣言により、県をまたぐ移動が長期にわたり自粛となり現地調査が実施不能であり、近接地の森林資源調査結果からパラメータを使用することとした。

使用したパラメータは平成 30 年度に高知県高岡郡梼原町で実施された令和元年度梼原町航空レーザ計測データ解析業務を発注者の許可を頂いて利用した。回帰式は以下の通りである。

・スギの回帰式

$$d = 1.468 \times Ca^{0.239} \times h^{0.739}$$（Ca：樹冠投影面積h：樹高）

・ヒノキの回帰式

$$d = 2.055 \times A^{0.223} \times h^{0.616}$$（A：樹冠表面積 h：樹高）

3.5　精度の確認

令和元年度梼原町航空レーザ計測データ解析業務では 1 箇所 0.04ha の検証プロットをスギ 36 箇所、ヒノキ 37 箇所で設定し、本数、樹高、DBH の検証を実施し、その指標を RMSE として示している。

RMSE は二乗平均平方根誤差（Root Mean Squared Error）であり、解析結果が現地調査結果からどの程度かい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している。

Ha当たり本数ではスギの平均誤差率は上層木では5.4%、全木では11.8%であった。上層木のRMSEは3.60本、全木のRMSEは7.97本であった。0.04haのプロットで3.60本の誤差は1ha当たりでは90本程度の誤差である。ヒノキの平均誤差率は上層木で7.9%、全木では10.1%であった。上層木のRMSEは4.44本、全木のRMSEは5.40本であった。0.04haのプロットで4.44本の誤差は1ha当たりでは111本程度の誤差である。

樹高の精度はスギの平均樹高の誤差率の平均は 6.6%であり、現地の平均樹高 25.2m に対し RMSE は 2.07m であった。ヒノキの平均樹高の誤差率の平均は 6.0%であり、RMSE は現地の平均樹高 18.5m に対し 1.43m であった。

DBH では RMSE はスギが平均胸高直径 31.1cm に対して 2.23cm、ヒノキが平均胸高直径 24.5cm に対して 1.99cm という結果であった。

3.6　各地域の森林資源データの集計

各地域の森林資源解析結果を表 3-4 に示す。このデータを基に成長予測モデルの検討および地位スコアの検討を行った。

表 3-4 各地域の森林資源解析結果

項目	樹種	単位	四万十	愛媛	高知中央
本数	スギ	本	235,816	140,192	357,566
平均樹高		m	22.75	20.7	18.91
平均 DBH		cm	27.0	24.6	22.64
本数	ヒノキ	本	592,965	183,287	191,153
平均樹高		m	15.84	12.20	13.1
平均 DBH		cm	21.0	18.2	19.8

3.7　解析の概念図

可能な限り詳細な検討を行うため、以下のように成長予測モデル・地位スコア表の解析を行った。解析の概念図を図 3-8 に示す。

スギ･ヒノキの面積は林相判読によるものとし､この中に各樹種の樹頂点が含まれている。各樹頂点にはレーザ計測による解析結果として、点毎に樹高・DBH・材積などの樹木情報が含まれている。

また、エリア全体を 20mメッシュにて区分し、このメッシュを基本として、標高、傾斜などの地形情報、樹高・DBH などの森林資源情報を平均値として集計した。この各数値を基に解析を実施した。

林齢など森林簿によらなければ不明な情報については､各メッシュと森林簿の図郭を重ねて、情報を抽出して対応した。ただし、図 3-8 のとおり、メッシュによっては複数の情報が混在する箇所もあり、このような箇所は解析には利用しないこととした。

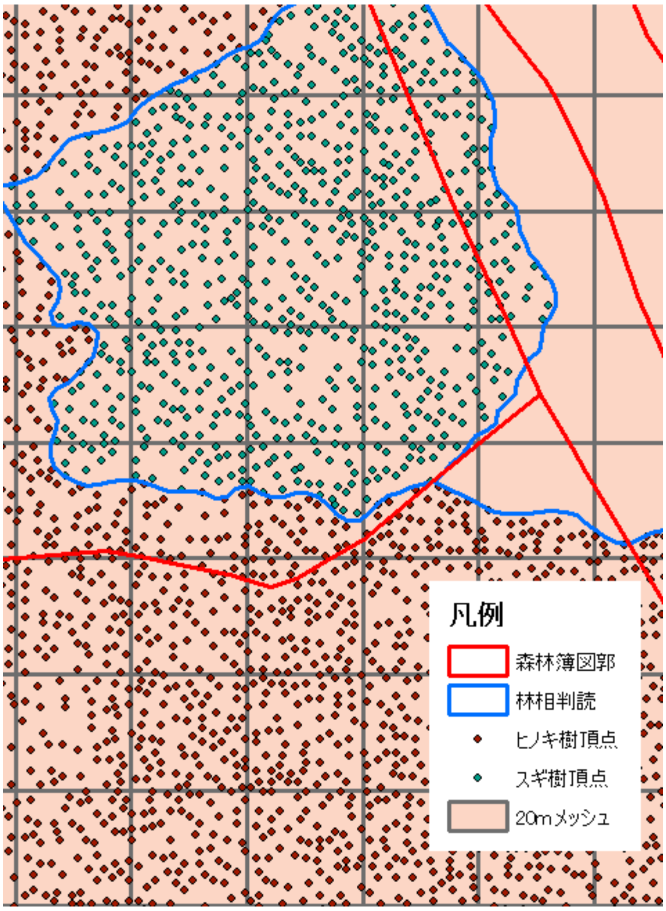


図 3-8 解析にかかる概念図

3.8 地位指数曲線の設定

成長予測モデルおよび地位スコア表の検討は、その指標として地位指数を算出する必要がある。このことついて各地域で以下のとおり算出を行った。

- 四万十地域

当地域では隣接する梼原町民有林にて森林資源解析業務が実施され、町の保管する造林台帳にて林齢が把握できることから、このデータを基に地位指数曲線を算出した。

造林台帳より林齢が特定された箇所（160 箇所）にて、当てはまりのよい成長式を検討した。四国内民有林にて最も多く用いられるミッチャーリッヒ式（以下 M 式）およびリチャーズ式（以下 R 式）のパラメータを算出し、残差平方和により適合性を検討した。各式のパラメータは以下の式となった。

M 式：Ht=0.3＋29.2886(1－0.75278・EXP(－0.02135・t))

R 式：Ht=0.3＋27.96353(1－EXP(－0.06035・t))＾1.54736

t は林齢，H_t は林齢 t における上層高である。このとき残差平方和は、M 式が最も低か

った。A パラメータ（中央線の理論上最大値）は L 式が 29.28m、R 式が 27.96m となる。このとき、ヒアリングでもスギの樹高成長が良好であること、また AIC においても値が低いことから、M 式を採用することとした。

これをガイドカーブとして、上限線と下限線を決定した。各線の決定は和口ら（2013）の検討に基づき平均偏差率を算出した。平均偏差率は以下の式により求められる。

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

このとき、Nはサンプル数、Yは上層木の計測樹高から当初の苗長を差し引いた値、$Y^{\prime}$は算出したガイドカーブにより求めた樹高である。こ求めた平均偏差は 0.082 であった。

これを基に基準となる上限線と下限線を決定する。この値を以下の式に代入しガイドカーブの上限・下限線を求めた。

$$Ht = 0.3 + A(1 + n\delta)(1 - B \cdot EXP(-C \cdot t))$$

ｎは平均偏差率の倍数であるが、ｎが±2.5 の時に分布の 95.5%が含まれる。このときの曲線を上限・下限線として設定した。ただし、本業務では基準線の 40 年生時樹高は 24.49ｍとなるが、これを各樹頂点にあてはめた場合、平均偏差の幅では値を下回る地位が多くみられた。この原因については、民有林森林簿の林齢情報の精度により、この林齢からデータのスクリーニングを行ったとしても、実際はやや低いことが考えられた。このため、中央値となる 40 年生の樹高値を当初より低くとることとし、これよりカバーできる樹高幅を検討したところ中央値が 20 であるときに最も広くカバーできたため、20 を中央値として設定し、各表を調整した。

同様にヒノキでは基礎調査からの抽出とサイズ検討により、対象となったデータは箇所である。また、M 式および R 式のパラメータを算出し、AIC により適合性を検討した。各式のパラメータは以下の式となった。

M 式：　Ht=0.3＋20.37668(1－1.076689・EXP(－0.041033・t))
R 式：　Ht=0.3＋19.65366 (1－EXP(－0.03754・t))＾0.64697

このとき AIC は M 式が 595.4142、R 式は 596.0084 となり、R 式が最も低かった。また、最大樹高パラメータについても M 式が最も大きい値となったため、M 式を採用することとした。このとき求めた平均偏差は 0.099207 である。作成した地位指数の表について表 3-6 に示す。

表 3-5 四万十地区スギ地位指数一覧表

	地位指数						
林齢	18	19	20	21	22	23	24
20	13.55	14.30	15.05	15.80	16.56	17.31	18.06
21	13.82	14.58	15.35	16.12	16.89	17.65	18.42
22	14.08	14.86	15.65	16.43	17.21	17.99	18.78
23	14.34	15.14	15.93	16.73	17.53	18.32	19.12
24	14.59	15.41	16.22	17.03	17.84	18.65	19.46
25	14.84	15.67	16.49	17.32	18.14	18.97	19.79
26	15.09	15.92	16.76	17.60	18.44	19.28	20.12
27	15.32	16.18	17.03	17.88	18.73	19.58	20.43
28	15.56	16.42	17.29	18.15	19.02	19.88	20.74
29	15.79	16.66	17.54	18.42	19.29	20.17	21.05
30	16.01	16.90	17.79	18.68	19.57	20.46	21.35
31	16.23	17.13	18.03	18.93	19.83	20.74	21.64
32	16.44	17.36	18.27	19.18	20.10	21.01	21.92
33	16.65	17.58	18.50	19.43	20.35	21.28	22.20
34	16.86	17.79	18.73	19.67	20.60	21.54	22.48
35	17.06	18.01	18.95	19.90	20.85	21.80	22.74
36	17.25	18.21	19.17	20.13	21.09	22.05	23.01
37	17.45	18.42	19.39	20.35	21.32	22.29	23.26
38	17.64	18.61	19.59	20.57	21.55	22.53	23.51
39	17.82	18.81	19.80	20.79	21.78	22.77	23.76
40	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00
41	18.18	19.19	20.20	21.21	22.22	23.23	24.24
42	18.35	19.37	20.39	21.41	22.43	23.45	24.47
43	18.52	19.55	20.58	21.61	22.63	23.66	24.69
44	18.68	19.72	20.76	21.80	22.84	23.87	24.91
45	18.85	19.89	20.94	21.99	23.03	24.08	25.13
46	19.01	20.06	21.12	22.17	23.23	24.28	25.34
47	19.16	20.23	21.29	22.35	23.42	24.48	25.55
48	19.31	20.39	21.46	22.53	23.60	24.68	25.75
49	19.46	20.54	21.62	22.71	23.79	24.87	25.95
50	19.61	20.70	21.79	22.88	23.96	25.05	26.14
51	19.75	20.85	21.94	23.04	24.14	25.24	26.33
52	19.89	20.99	22.10	23.20	24.31	25.41	26.52
53	20.03	21.14	22.25	23.36	24.48	25.59	26.70
54	20.16	21.28	22.40	23.52	24.64	25.76	26.88
55	20.29	21.42	22.55	23.67	24.80	25.93	27.06
56	20.42	21.55	22.69	23.82	24.96	26.09	27.23
57	20.55	21.69	22.83	23.97	25.11	26.25	27.39
58	20.67	21.82	22.96	24.11	25.26	26.41	27.56
59	20.79	21.94	23.10	24.25	25.41	26.56	27.72
60	20.91	22.07	23.23	24.39	25.55	26.71	27.87
61	21.02	22.19	23.36	24.52	25.69	26.86	28.03
62	21.13	22.31	23.48	24.66	25.83	27.00	28.18
63	21.24	22.42	23.60	24.79	25.97	27.15	28.33
64	21.35	22.54	23.73	24.91	26.10	27.28	28.47
65	21.46	22.65	23.84	25.03	26.23	27.42	28.61
66	21.56	22.76	23.96	25.16	26.35	27.55	28.75
67	21.66	22.87	24.07	25.27	26.48	27.68	28.88
68	21.76	22.97	24.18	25.39	26.60	27.81	29.02
69	21.86	23.07	24.29	25.50	26.72	27.93	29.15
70	21.95	23.17	24.39	25.61	26.83	28.05	29.27
71	22.05	23.27	24.50	25.72	26.95	28.17	29.40
72	22.14	23.37	24.60	25.83	27.06	28.29	29.52
73	22.23	23.46	24.70	25.93	27.17	28.40	29.64
74	22.32	23.56	24.79	26.03	27.27	28.51	29.75
75	22.40	23.65	24.89	26.13	27.38	28.62	29.87
76	22.48	23.73	24.98	26.23	27.48	28.73	29.98
77	22.57	23.82	25.07	26.33	27.58	28.83	30.09
78	22.65	23.90	25.16	26.42	27.68	28.94	30.20
79	22.73	23.99	25.25	26.51	27.78	29.04	30.30
80	22.80	24.07	25.34	26.60	27.87	29.14	30.40

表 3-6 四万十地区ヒノキ地位指数一覧表

	地位指数						
林齢	14	15	16	17	18	19	20
20	9.39	10.06	10.73	11.40	12.07	12.75	13.42
21	9.72	10.42	11.11	11.81	12.50	13.19	13.89
22	10.04	10.76	11.47	12.19	12.91	13.63	14.34
23	10.34	11.08	11.82	12.56	13.30	14.04	14.78
24	10.64	11.40	12.16	12.92	13.68	14.44	15.20
25	10.92	11.70	12.48	13.26	14.04	14.82	15.60
26	11.19	11.99	12.79	13.59	14.38	15.18	15.98
27	11.45	12.26	13.08	13.90	14.72	15.53	16.35
28	11.69	12.53	13.37	14.20	15.04	15.87	16.71
29	11.93	12.79	13.64	14.49	15.34	16.19	17.05
30	12.16	13.03	13.90	14.77	15.64	16.51	17.37
31	12.38	13.27	14.15	15.03	15.92	16.80	17.69
32	12.59	13.49	14.39	15.29	16.19	17.09	17.99
33	12.79	13.71	14.62	15.54	16.45	17.36	18.28
34	12.99	13.92	14.84	15.77	16.70	17.63	18.56
35	13.17	14.12	15.06	16.00	16.94	17.88	18.82
36	13.35	14.31	15.26	16.22	17.17	18.12	19.08
37	13.53	14.49	15.46	16.42	17.39	18.36	19.32
38	13.69	14.67	15.65	16.62	17.60	18.58	19.56
39	13.85	14.84	15.83	16.82	17.80	18.79	19.78
40	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
41	14.15	15.16	16.17	17.18	18.19	19.20	20.21
42	14.29	15.31	16.33	17.35	18.37	19.39	20.41
43	14.42	15.45	16.48	17.51	18.54	19.57	20.60
44	14.55	15.59	16.63	17.67	18.71	19.74	20.78
45	14.67	15.72	16.77	17.82	18.86	19.91	20.96
46	14.79	15.85	16.90	17.96	19.02	20.07	21.13
47	14.90	15.97	17.03	18.10	19.16	20.23	21.29
48	15.01	16.09	17.16	18.23	19.30	20.38	21.45
49	15.12	16.20	17.28	18.36	19.44	20.52	21.60
50	15.22	16.31	17.39	18.48	19.57	20.65	21.74
51	15.32	16.41	17.50	18.60	19.69	20.79	21.88
52	15.41	16.51	17.61	18.71	19.81	20.91	22.01
53	15.50	16.60	17.71	18.82	19.93	21.03	22.14
54	15.58	16.70	17.81	18.92	20.04	21.15	22.26
55	15.67	16.78	17.90	19.02	20.14	21.26	22.38
56	15.74	16.87	17.99	19.12	20.24	21.37	22.49
57	15.82	16.95	18.08	19.21	20.34	21.47	22.60
58	15.89	17.03	18.16	19.30	20.43	21.57	22.70
59	15.96	17.10	18.24	19.38	20.52	21.66	22.80
60	16.03	17.17	18.32	19.46	20.61	21.75	22.90
61	16.09	17.24	18.39	19.54	20.69	21.84	22.99
62	16.15	17.31	18.46	19.62	20.77	21.92	23.08
63	16.21	17.37	18.53	19.69	20.85	22.00	23.16
64	16.27	17.43	18.59	19.76	20.92	22.08	23.24
65	16.32	17.49	18.66	19.82	20.99	22.15	23.32
66	16.38	17.55	18.72	19.89	21.06	22.23	23.39
67	16.43	17.60	18.77	19.95	21.12	22.29	23.47
68	16.47	17.65	18.83	20.01	21.18	22.36	23.54
69	16.52	17.70	18.88	20.06	21.24	22.42	23.60
70	16.57	17.75	18.93	20.11	21.30	22.48	23.66
71	16.61	17.79	18.98	20.17	21.35	22.54	23.73
72	16.65	17.84	19.03	20.22	21.41	22.59	23.78
73	16.69	17.88	19.07	20.26	21.46	22.65	23.84
74	16.73	17.92	19.11	20.31	21.50	22.70	23.89
75	16.76	17.96	19.16	20.35	21.55	22.75	23.94
76	16.80	18.00	19.20	20.40	21.59	22.79	23.99
77	16.83	18.03	19.23	20.44	21.64	22.84	24.04
78	16.86	18.07	19.27	20.47	21.68	22.88	24.09
79	16.89	18.10	19.31	20.51	21.72	22.92	24.13
80	16.92	18.13	19.34	20.55	21.76	22.96	24.17

➢ 愛媛地区

本地区では林齢情報が森林簿のみであり、この情報を基として地位指数曲線を算出した。各メッシュ内平均樹高と林齢で散布図をとり、これより当てはまりの良い曲線を検討した。比較として愛媛県がミッチャーリッヒ式を採用していることや、R 式と比較しても M 式が当てはまりが良く、これを採用した。

樹種別の式は以下のとおりである。

スギ

M 式：Ht=0.3＋24.73883(1－0.84159・EXP(－0.0444356・t))

ヒノキ

M 式：Ht=0.3＋19.49226(1－1.175697・EXP(－0.037112・t))

以上の式を用いて、スギ・ヒノキの 40 年生時の上層平均樹高はスギ 21.51m、ヒノキは 14.40m である。これより整理した愛媛地区地位指数一覧を表 3-7～表 3-8 に示す。

➢ 高知中部地区

本地区でも愛媛地区と同様林齢情報が森林簿のみであり、この情報を基として地位指数曲線を算出した。各メッシュ内平均樹高と林齢で散布図をとり、これより当てはまりの良い曲線を検討した。比較として高知県がミッチャーリッヒ式を採用していることや、R 式と比較しても M 式が当てはまりが良く、これを採用した。

樹種別の式は以下のとおりである。

スギ

M 式：Ht=0.3＋22.29091(1－1.359016・EXP(－0.049901・t))

ヒノキ

M 式：Ht=0.3＋32.43883(1－0.9504505・EXP(－0.01119・t))

以上の式を用いて、スギ・ヒノキの 40 年生時の上層平均樹高はスギ 18.47m、ヒノキは 13.03m である。これより整理した高知中部地区地位指数一覧を表 3-9～表 3-10 に示す。

これより求めた地位指数曲線を全ての樹頂点に適用し、算出した地位指数を 20m 毎に集計することにより、メッシュ毎の地位指数平均値を求めた。

表 3-7　愛媛地区スギ地位指数一覧

	地位指数						
林齢	18	20	21	22	24	26	28
20	12.86	14.29	15.01	15.72	17.15	18.58	20.01
21	13.26	14.73	15.47	16.20	17.67	19.15	20.62
22	13.63	15.14	15.90	16.66	18.17	19.69	21.20
23	13.98	15.54	16.31	17.09	18.65	20.20	21.75
24	14.32	15.91	16.71	17.51	19.10	20.69	22.28
25	14.65	16.27	17.09	17.90	19.53	21.15	22.78
26	14.95	16.61	17.44	18.28	19.94	21.60	23.26
27	15.25	16.94	17.79	18.63	20.33	22.02	23.71
28	15.52	17.25	18.11	18.97	20.70	22.42	24.15
29	15.79	17.54	18.42	19.30	21.05	22.81	24.56
30	16.04	17.83	18.72	19.61	21.39	23.17	24.96
31	16.28	18.09	19.00	19.90	21.71	23.52	25.33
32	16.51	18.35	19.27	20.18	22.02	23.85	25.69
33	16.73	18.59	19.52	20.45	22.31	24.17	26.03
34	16.94	18.82	19.76	20.71	22.59	24.47	26.35
35	17.14	19.04	20.00	20.95	22.85	24.76	26.66
36	17.33	19.25	20.22	21.18	23.10	25.03	26.96
37	17.51	19.45	20.43	21.40	23.35	25.29	27.24
38	17.68	19.64	20.63	21.61	23.57	25.54	27.50
39	17.84	19.83	20.82	21.81	23.79	25.77	27.76
40	18.00	20.00	21.00	22.00	24.00	26.00	28.00
41	18.15	20.17	21.17	22.18	24.20	26.21	28.23
42	18.29	20.32	21.34	22.35	24.39	26.42	28.45
43	18.42	20.47	21.50	22.52	24.57	26.61	28.66
44	18.55	20.61	21.65	22.68	24.74	26.80	28.86
45	18.68	20.75	21.79	22.83	24.90	26.98	29.05
46	18.79	20.88	21.92	22.97	25.06	27.14	29.23
47	18.90	21.00	22.05	23.10	25.20	27.30	29.40
48	19.01	21.12	22.18	23.23	25.35	27.46	29.57
49	19.11	21.23	22.29	23.36	25.48	27.60	29.73
50	19.21	21.34	22.41	23.47	25.61	27.74	29.88
51	19.30	21.44	22.51	23.59	25.73	27.87	30.02
52	19.38	21.54	22.62	23.69	25.85	28.00	30.15
53	19.47	21.63	22.71	23.79	25.96	28.12	30.28
54	19.55	21.72	22.80	23.89	26.06	28.23	30.41
55	19.62	21.80	22.89	23.98	26.16	28.34	30.52
56	19.69	21.88	22.98	24.07	26.26	28.45	30.63
57	19.76	21.96	23.06	24.15	26.35	28.55	30.74
58	19.83	22.03	23.13	24.23	26.44	28.64	30.84
59	19.89	22.10	23.20	24.31	26.52	28.73	30.94
60	19.95	22.16	23.27	24.38	26.60	28.81	31.03
61	20.00	22.23	23.34	24.45	26.67	28.90	31.12
62	20.06	22.29	23.40	24.52	26.74	28.97	31.20
63	20.11	22.34	23.46	24.58	26.81	29.05	31.28
64	20.16	22.40	23.52	24.64	26.88	29.12	31.36
65	20.20	22.45	23.57	24.69	26.94	29.18	31.43
66	20.25	22.50	23.62	24.75	27.00	29.25	31.50
67	20.29	22.55	23.67	24.80	27.05	29.31	31.56
68	20.33	22.59	23.72	24.85	27.11	29.37	31.63
69	20.37	22.63	23.76	24.90	27.16	29.42	31.69
70	20.41	22.67	23.81	24.94	27.21	29.48	31.74
71	20.44	22.71	23.85	24.98	27.25	29.53	31.80
72	20.47	22.75	23.89	25.02	27.30	29.57	31.85
73	20.51	22.78	23.92	25.06	27.34	29.62	31.90
74	20.54	22.82	23.96	25.10	27.38	29.66	31.94
75	20.56	22.85	23.99	25.13	27.42	29.70	31.99
76	20.59	22.88	24.02	25.17	27.45	29.74	32.03
77	20.62	22.91	24.05	25.20	27.49	29.78	32.07
78	20.64	22.94	24.08	25.23	27.52	29.82	32.11
79	20.67	22.96	24.11	25.26	27.55	29.85	32.15
80	20.69	22.99	24.14	25.28	27.58	29.88	32.18

表 3-8　愛媛地区ヒノキ地位指数一覧

	地位指数							
林齢	12	13	14	15	16	17	18	19
20	7.31	7.92	8.53	9.14	9.74	10.35	10.96	11.57
21	7.61	8.25	8.88	9.52	10.15	10.79	11.42	12.06
22	7.91	8.57	9.23	9.89	10.55	11.21	11.87	12.53
23	8.20	8.88	9.57	10.25	10.93	11.62	12.30	12.98
24	8.48	9.19	9.89	10.60	11.31	12.01	12.72	13.43
25	8.75	9.48	10.21	10.94	11.67	12.40	13.13	13.86
26	9.02	9.77	10.52	11.27	12.02	12.77	13.53	14.28
27	9.27	10.05	10.82	11.59	12.36	13.14	13.91	14.68
28	9.52	10.32	11.11	11.90	12.70	13.49	14.28	15.08
29	9.76	10.58	11.39	12.20	13.02	13.83	14.65	15.46
30	10.00	10.83	11.67	12.50	13.33	14.16	15.00	15.83
31	10.23	11.08	11.93	12.78	13.64	14.49	15.34	16.19
32	10.45	11.32	12.19	13.06	13.93	14.80	15.67	16.54
33	10.66	11.55	12.44	13.33	14.22	15.10	15.99	16.88
34	10.87	11.78	12.68	13.59	14.49	15.40	16.31	17.21
35	11.07	12.00	12.92	13.84	14.76	15.69	16.61	17.53
36	11.27	12.21	13.15	14.09	15.03	15.97	16.90	17.84
37	11.46	12.42	13.37	14.33	15.28	16.24	17.19	18.15
38	11.65	12.62	13.59	14.56	15.53	16.50	17.47	18.44
39	11.83	12.81	13.80	14.78	15.77	16.75	17.74	18.72
40	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00
41	12.17	13.18	14.20	15.21	16.23	17.24	18.25	19.27
42	12.33	13.36	14.39	15.42	16.45	17.47	18.50	19.53
43	12.49	13.53	14.58	15.62	16.66	17.70	18.74	19.78
44	12.65	13.70	14.76	15.81	16.87	17.92	18.97	20.03
45	12.80	13.87	14.93	16.00	17.07	18.13	19.20	20.27
46	12.95	14.02	15.10	16.18	17.26	18.34	19.42	20.50
47	13.09	14.18	15.27	16.36	17.45	18.54	19.63	20.72
48	13.23	14.33	15.43	16.53	17.63	18.74	19.84	20.94
49	13.36	14.47	15.59	16.70	17.81	18.93	20.04	21.15
50	13.49	14.61	15.74	16.86	17.99	19.11	20.23	21.36
51	13.62	14.75	15.88	17.02	18.15	19.29	20.42	21.56
52	13.74	14.88	16.03	17.17	18.32	19.46	20.61	21.75
53	13.86	15.01	16.17	17.32	18.48	19.63	20.78	21.94
54	13.97	15.14	16.30	17.46	18.63	19.79	20.96	22.12
55	14.08	15.26	16.43	17.60	18.78	19.95	21.13	22.30
56	14.19	15.38	16.56	17.74	18.92	20.11	21.29	22.47
57	14.30	15.49	16.68	17.87	19.06	20.26	21.45	22.64
58	14.40	15.60	16.80	18.00	19.20	20.40	21.60	22.80
59	14.50	15.71	16.92	18.13	19.33	20.54	21.75	22.96
60	14.60	15.81	17.03	18.25	19.46	20.68	21.90	23.11
61	14.69	15.91	17.14	18.36	19.59	20.81	22.04	23.26
62	14.78	16.01	17.25	18.48	19.71	20.94	22.17	23.40
63	14.87	16.11	17.35	18.59	19.83	21.07	22.31	23.54
64	14.96	16.20	17.45	18.69	19.94	21.19	22.43	23.68
65	15.04	16.29	17.55	18.80	20.05	21.31	22.56	23.81
66	15.12	16.38	17.64	18.90	20.16	21.42	22.68	23.94
67	15.20	16.47	17.73	19.00	20.27	21.53	22.80	24.06
68	15.28	16.55	17.82	19.09	20.37	21.64	22.91	24.19
69	15.35	16.63	17.91	19.19	20.47	21.74	23.02	24.30
70	15.42	16.71	17.99	19.28	20.56	21.85	23.13	24.42
71	15.49	16.78	18.07	19.36	20.65	21.95	23.24	24.53
72	15.56	16.86	18.15	19.45	20.74	22.04	23.34	24.63
73	15.62	16.93	18.23	19.53	20.83	22.13	23.44	24.74
74	15.69	17.00	18.30	19.61	20.92	22.22	23.53	24.84
75	15.75	17.06	18.38	19.69	21.00	22.31	23.63	24.94
76	15.81	17.13	18.45	19.76	21.08	22.40	23.72	25.03
77	15.87	17.19	18.51	19.84	21.16	22.48	23.80	25.13
78	15.93	17.25	18.58	19.91	21.23	22.56	23.89	25.22
79	15.98	17.31	18.64	19.98	21.31	22.64	23.97	25.30
80	16.03	17.37	18.71	20.04	21.38	22.72	24.05	25.39

表 3-9　高知中部地区スギ地位指数一覧

	地位指数						
林齢	16	18	20	22	24	26	28
20	9.89	11.13	12.37	13.60	14.84	16.08	17.31
21	10.36	11.66	12.96	14.25	15.55	16.84	18.14
22	10.81	12.16	13.52	14.87	16.22	17.57	18.92
23	11.24	12.64	14.05	15.45	16.86	18.26	19.67
24	11.64	13.10	14.55	16.01	17.47	18.92	20.38
25	12.03	13.53	15.04	16.54	18.04	19.55	21.05
26	12.40	13.95	15.50	17.04	18.59	20.14	21.69
27	12.75	14.34	15.93	17.52	19.12	20.71	22.30
28	13.08	14.71	16.35	17.98	19.62	21.25	22.89
29	13.39	15.07	16.74	18.42	20.09	21.76	23.44
30	13.69	15.41	17.12	18.83	20.54	22.25	23.96
31	13.98	15.73	17.47	19.22	20.97	22.72	24.46
32	14.25	16.03	17.81	19.60	21.38	23.16	24.94
33	14.51	16.32	18.14	19.95	21.76	23.58	25.39
34	14.76	16.60	18.44	20.29	22.13	23.98	25.82
35	14.99	16.86	18.74	20.61	22.48	24.36	26.23
36	15.21	17.11	19.02	20.92	22.82	24.72	26.62
37	15.42	17.35	19.28	21.21	23.14	25.06	26.99
38	15.63	17.58	19.53	21.49	23.44	25.39	27.35
39	15.82	17.79	19.77	21.75	23.73	25.70	27.68
40	16.00	18.00	20.00	22.00	24.00	26.00	28.00
41	16.17	18.20	20.22	22.24	24.26	26.28	28.30
42	16.34	18.38	20.42	22.47	24.51	26.55	28.59
43	16.50	18.56	20.62	22.68	24.74	26.81	28.87
44	16.65	18.73	20.81	22.89	24.97	27.05	29.13
45	16.79	18.89	20.98	23.08	25.18	27.28	29.38
46	16.92	19.04	21.15	23.27	25.38	27.50	29.61
47	17.05	19.18	21.31	23.45	25.58	27.71	29.84
48	17.17	19.32	21.47	23.61	25.76	27.91	30.05
49	17.29	19.45	21.61	23.77	25.93	28.10	30.26
50	17.40	19.58	21.75	23.93	26.10	28.28	30.45
51	17.51	19.69	21.88	24.07	26.26	28.45	30.64
52	17.61	19.81	22.01	24.21	26.41	28.61	30.81
53	17.70	19.91	22.13	24.34	26.55	28.76	30.98
54	17.79	20.02	22.24	24.46	26.69	28.91	31.14
55	17.88	20.11	22.35	24.58	26.82	29.05	31.29
56	17.96	20.21	22.45	24.70	26.94	29.19	31.43
57	18.04	20.29	22.55	24.80	27.06	29.31	31.57
58	18.11	20.38	22.64	24.91	27.17	29.43	31.70
59	18.18	20.46	22.73	25.00	27.28	29.55	31.82
60	18.25	20.53	22.81	25.09	27.38	29.66	31.94
61	18.31	20.60	22.89	25.18	27.47	29.76	32.05
62	18.38	20.67	22.97	25.27	27.56	29.86	32.16
63	18.43	20.74	23.04	25.35	27.65	29.95	32.26
64	18.49	20.80	23.11	25.42	27.73	30.04	32.35
65	18.54	20.86	23.18	25.49	27.81	30.13	32.45
66	18.59	20.91	23.24	25.56	27.89	30.21	32.53
67	18.64	20.97	23.30	25.63	27.96	30.29	32.62
68	18.68	21.02	23.35	25.69	28.02	30.36	32.70
69	18.73	21.07	23.41	25.75	28.09	30.43	32.77
70	18.77	21.11	23.46	25.80	28.15	30.50	32.84
71	18.81	21.16	23.51	25.86	28.21	30.56	32.91
72	18.84	21.20	23.55	25.91	28.26	30.62	32.97
73	18.88	21.24	23.60	25.96	28.32	30.68	33.04
74	18.91	21.28	23.64	26.00	28.37	30.73	33.09
75	18.94	21.31	23.68	26.05	28.41	30.78	33.15
76	18.97	21.34	23.72	26.09	28.46	30.83	33.20
77	19.00	21.38	23.75	26.13	28.50	30.88	33.25
78	19.03	21.41	23.79	26.17	28.54	30.92	33.30
79	19.06	21.44	23.82	26.20	28.58	30.97	33.35
80	19.08	21.47	23.85	26.24	28.62	31.01	33.39

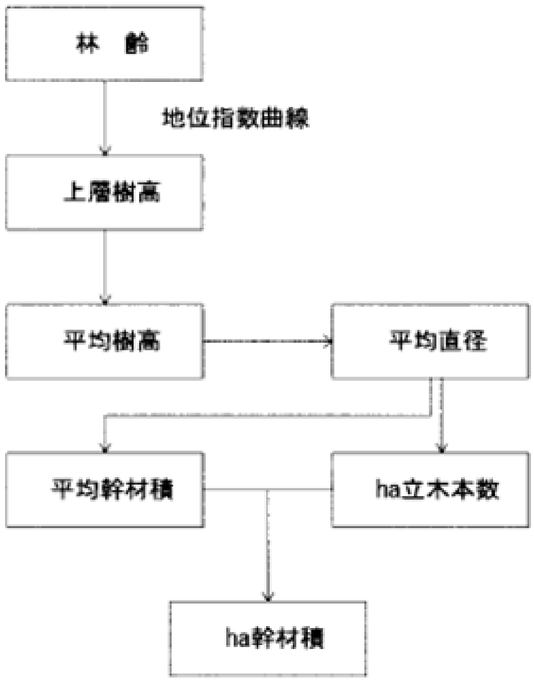
表 3-10　高知中部地区ヒノキ地位指数一覧

	地位指数							
林齢	12	13	14	15	16	17	18	19
20	7.45	8.07	8.69	9.31	9.93	10.55	11.17	11.79
21	7.70	8.34	8.99	9.63	10.27	10.91	11.55	12.19
22	7.95	8.61	9.28	9.94	10.60	11.26	11.93	12.59
23	8.20	8.88	9.56	10.25	10.93	11.61	12.30	12.98
24	8.44	9.15	9.85	10.55	11.26	11.96	12.66	13.37
25	8.68	9.41	10.13	10.85	11.58	12.30	13.03	13.75
26	8.92	9.67	10.41	11.15	11.90	12.64	13.38	14.13
27	9.16	9.92	10.69	11.45	12.21	12.98	13.74	14.50
28	9.39	10.18	10.96	11.74	12.52	13.31	14.09	14.87
29	9.62	10.43	11.23	12.03	12.83	13.63	14.43	15.24
30	9.85	10.67	11.49	12.31	13.14	13.96	14.78	15.60
31	10.08	10.92	11.76	12.60	13.44	14.28	15.12	15.96
32	10.30	11.16	12.02	12.88	13.73	14.59	15.45	16.31
33	10.52	11.40	12.28	13.15	14.03	14.91	15.78	16.66
34	10.74	11.63	12.53	13.42	14.32	15.21	16.11	17.00
35	10.96	11.87	12.78	13.69	14.61	15.52	16.43	17.35
36	11.17	12.10	13.03	13.96	14.89	15.82	16.75	17.68
37	11.38	12.33	13.28	14.23	15.17	16.12	17.07	18.02
38	11.59	12.56	13.52	14.49	15.45	16.42	17.38	18.35
39	11.80	12.78	13.76	14.74	15.73	16.71	17.69	18.68
40	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00
41	12.20	13.22	14.24	15.25	16.27	17.29	18.30	19.32
42	12.40	13.44	14.47	15.50	16.54	17.57	18.60	19.64
43	12.60	13.65	14.70	15.75	16.80	17.85	18.90	19.95
44	12.79	13.86	14.93	15.99	17.06	18.13	19.19	20.26
45	12.99	14.07	15.15	16.23	17.32	18.40	19.48	20.56
46	13.18	14.28	15.37	16.47	17.57	18.67	19.77	20.87
47	13.37	14.48	15.59	16.71	17.82	18.94	20.05	21.16
48	13.55	14.68	15.81	16.94	18.07	19.20	20.33	21.46
49	13.74	14.88	16.03	17.17	18.32	19.46	20.61	21.75
50	13.92	15.08	16.24	17.40	18.56	19.72	20.88	22.04
51	14.10	15.28	16.45	17.63	18.80	19.98	21.15	22.33
52	14.28	15.47	16.66	17.85	19.04	20.23	21.42	22.61
53	14.46	15.66	16.87	18.07	19.28	20.48	21.68	22.89
54	14.63	15.85	17.07	18.29	19.51	20.73	21.95	23.17
55	14.80	16.04	17.27	18.50	19.74	20.97	22.21	23.44
56	14.97	16.22	17.47	18.72	19.97	21.21	22.46	23.71
57	15.14	16.41	17.67	18.93	20.19	21.45	22.71	23.98
58	15.31	16.59	17.86	19.14	20.41	21.69	22.97	24.24
59	15.48	16.76	18.05	19.34	20.63	21.92	23.21	24.50
60	15.64	16.94	18.24	19.55	20.85	22.15	23.46	24.76
61	15.80	17.12	18.43	19.75	21.07	22.38	23.70	25.02
62	15.96	17.29	18.62	19.95	21.28	22.61	23.94	25.27
63	16.12	17.46	18.80	20.15	21.49	22.83	24.18	25.52
64	16.27	17.63	18.99	20.34	21.70	23.05	24.41	25.77
65	16.43	17.80	19.17	20.53	21.90	23.27	24.64	26.01
66	16.58	17.96	19.34	20.73	22.11	23.49	24.87	26.25
67	16.73	18.13	19.52	20.91	22.31	23.70	25.10	26.49
68	16.88	18.29	19.69	21.10	22.51	23.91	25.32	26.73
69	17.03	18.45	19.87	21.29	22.70	24.12	25.54	26.96
70	17.17	18.61	20.04	21.47	22.90	24.33	25.76	27.19
71	17.32	18.76	20.20	21.65	23.09	24.53	25.98	27.42
72	17.46	18.92	20.37	21.83	23.28	24.74	26.19	27.65
73	17.60	19.07	20.54	22.00	23.47	24.94	26.40	27.87
74	17.74	19.22	20.70	22.18	23.66	25.13	26.61	28.09
75	17.88	19.37	20.86	22.35	23.84	25.33	26.82	28.31
76	18.02	19.52	21.02	22.52	24.02	25.52	27.02	28.53
77	18.15	19.66	21.18	22.69	24.20	25.71	27.23	28.74
78	18.28	19.81	21.33	22.86	24.38	25.90	27.43	28.95
79	18.42	19.95	21.49	23.02	24.56	26.09	27.62	29.16
80	18.55	20.09	21.64	23.18	24.73	26.28	27.82	29.37

4　新たな成長予測モデルの作成

4.1　新たな成長予測モデルの作成過程

森林資源解析結果および地位指数曲線を基に新たな成長予測モデル（成長予測モデル）の検討を行った。成長予測モデルの作成方法は過年度業務にて実施した手法と同一とし、白石ら（1995）が作成した収穫予想表の作成手法に従い実施した。作成フローを図 4-1 に示す。



出典：森林総合研究所北海道支所
https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/documents/1st-chukiseika-9.pdf

図 4-1 収穫予想表作成フロー

本作成手法は、上層平均樹高、平均 DBH、単木材積などの各解析値について、それぞれの相関をとりつつ、各地位指数曲線別の値を推定する手法である。本手法の利点として既に、北海道、三重県、愛媛県などで同様の手法を用いて収穫予想表が作成されており実績があること、また、作成にかかる計算が簡易であり、データの検証のほか現地技術者による計算・修正・検証が可能なこと、林齢など各数値に修正があったとしても、相関式の変化により、柔軟に対応できる利点がある。そのため、今回解析を行う 3 地域についても同様の解析にて収穫予想表を作成した。樹頂点毎に算出した樹高・DBH・単木材積の解析結果を各 20m メッ

シュ単位に集計して平均値を算出し、作成フローに当てはめて算出を行った。各地域別のメッシュ数を表 4-1 に示す。

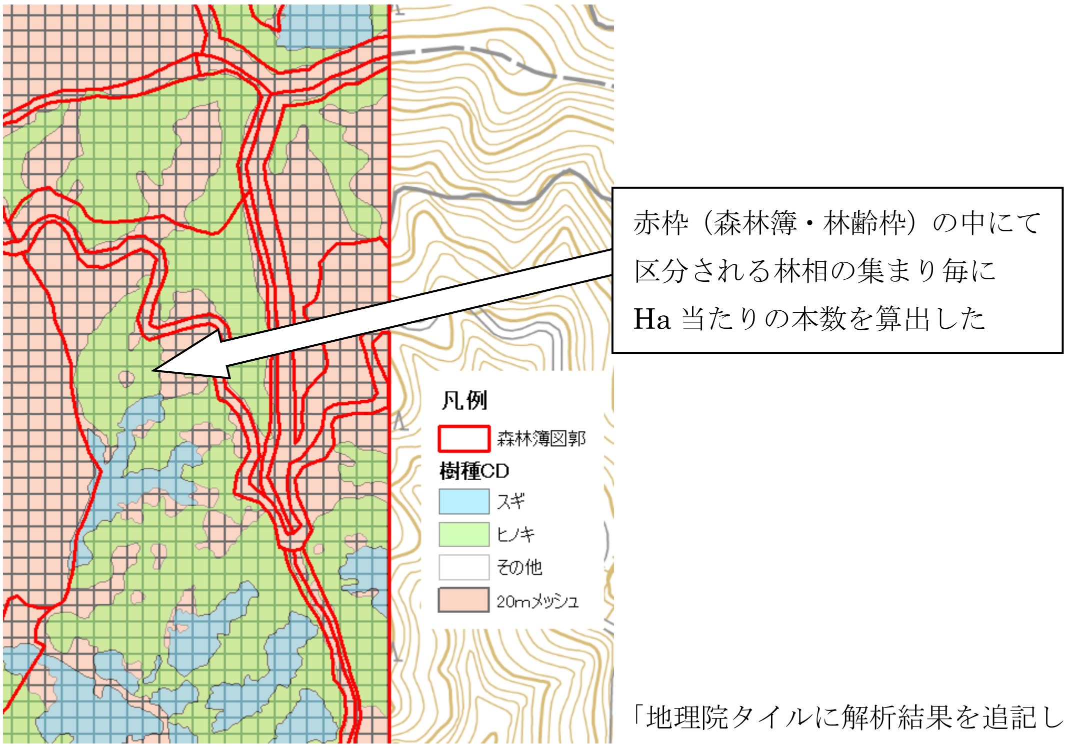
表 4-1　成長予測モデル利用メッシュ数

	スギメッシュ数	ヒノキメッシュ数
四万十	8,303	16,792
愛媛	5,241	5,242
高知中央	13,358	6,680
合計	26,902	28,714

新たな成長予測モデル作成にあたりポイントとしたところは以下のとおりである。

ポイント１:メッシュ内で樹種および林齢が混合する箇所については平均値が偏る恐れがあることから、メッシュ内全てが同一林齢および同一樹種となるよう集計した。また、メッシュ内の本数は 10 本以上とした。

ポイント２：メッシュ内の本数は 20m×20mサイズで ha 当たりの本数を算出すると、周辺部の立木密度効果を反映することができず､林齢と本数の関係を把握できない恐れがあった、そのため、ha 当たり本数については、小班内の林相区分を単位として ha 当たり本数を抽出することにより、密度効果を含めた本数単位を示した（図 4-2）。



「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

図 4-2　ha 当たり本数算出の考え方

以上の点を含め、フローに基づき、成長予測モデルを算出した。各地域別の成長予測モデル数値を表 4-2 から表 4-4 に示す。

表 4-2　地位指数別成長予測モデル（四万十地区スギ・ヒノキ）

スギ

	上層平均樹高(m)				平均直径(cm)				平均単木材積(m3)				ha当たり本数(本/ha)				ha当たり材積(m3/ha)			
林齢	18	20	22	24	18	20	22	24	18	20	22	24	18	20	22	24	18	20	22	24
20	13.55	15.05	16.56	18.06	16.01	17.78	19.55	21.32	0.12	0.16	0.20	0.25	1575	1330	1141	993	190	210	230	250
25	14.84	16.49	18.14	19.79	17.54	19.48	21.42	23.36	0.15	0.20	0.25	0.32	1360	1148	986	857	208	229	251	272
30	16.01	17.79	19.57	21.35	18.91	21.00	23.09	25.18	0.19	0.24	0.31	0.39	1204	1017	873	759	223	246	269	292
35	17.06	18.95	20.85	22.74	20.14	22.37	24.60	26.82	0.22	0.28	0.36	0.45	1088	919	789	686	237	261	286	311
40	18.00	20.00	22.00	24.00	21.25	23.60	25.95	28.30	0.25	0.33	0.42	0.52	998	843	724	629	249	275	301	327
45	18.85	20.94	23.03	25.13	22.25	24.71	27.16	29.62	0.28	0.37	0.47	0.58	927	783	672	585	260	287	314	341
50	19.61	21.79	23.96	26.14	23.14	25.70	28.26	30.81	0.31	0.41	0.52	0.65	870	735	631	549	270	298	326	354
55	20.29	22.55	24.80	27.06	23.94	26.59	29.24	31.88	0.34	0.44	0.56	0.70	824	696	597	519	279	308	337	366
60	20.91	23.23	25.55	27.87	24.66	27.39	30.12	32.84	0.37	0.48	0.61	0.76	785	663	569	495	287	317	347	376
65	21.46	23.84	26.23	28.61	25.31	28.11	30.91	33.71	0.39	0.51	0.65	0.81	753	636	546	475	294	325	355	386
70	21.95	24.39	26.83	29.27	25.90	28.76	31.62	34.48	0.41	0.54	0.69	0.86	726	613	526	458	300	332	363	394
75	22.40	24.89	27.38	29.87	26.42	29.34	32.26	35.18	0.44	0.57	0.73	0.91	703	594	509	443	306	338	370	401
80	22.80	25.34	27.87	30.40	26.89	29.86	32.84	35.81	0.46	0.60	0.76	0.95	683	577	495	431	311	344	376	409

ヒノキ

	上層平均樹高(m)				平均直径(cm)				平均単木材積(m3)				ha当たり本数(本/ha)				ha当たり材積(m3/ha)			
林齢	14	16	18	20	14	16	18	20	14	16	18	20	14	16	18	20	14	16	18	20
20	9.39	10.73	12.07	13.42	14.05	15.63	17.17	18.67	0.10	0.13	0.17	0.21	1579	1411	1278	1170	158	187	216	246
25	10.92	12.48	14.04	15.60	15.84	17.62	19.36	21.05	0.14	0.18	0.23	0.29	1391	1243	1126	1030	191	225	260	297
30	12.16	13.90	15.64	17.37	17.27	19.21	21.10	22.95	0.17	0.23	0.29	0.36	1270	1135	1028	941	218	257	298	340
35	13.17	15.06	16.94	18.82	18.40	20.47	22.49	24.46	0.20	0.27	0.34	0.43	1188	1061	961	880	241	284	329	375
40	14.00	16.00	18.00	20.00	19.32	21.49	23.60	25.67	0.23	0.30	0.39	0.48	1129	1009	913	836	260	307	355	404
45	14.67	16.77	18.86	20.96	20.05	22.30	24.50	26.65	0.25	0.34	0.43	0.53	1085	970	878	804	275	325	376	429
50	15.22	17.39	19.57	21.74	20.65	22.97	25.23	27.44	0.27	0.36	0.46	0.58	1052	940	851	779	288	340	393	449
55	15.67	17.90	20.14	22.38	21.13	23.50	25.81	28.08	0.29	0.38	0.49	0.61	1027	918	831	760	299	353	408	465
60	16.03	18.32	20.61	22.90	21.52	23.93	26.29	28.59	0.30	0.40	0.51	0.64	1007	900	815	746	307	363	420	479
65	16.32	18.66	20.99	23.32	21.83	24.29	26.68	29.01	0.32	0.42	0.53	0.67	992	886	803	735	314	371	430	490
70	16.57	18.93	21.30	23.66	22.09	24.57	26.99	29.36	0.33	0.43	0.55	0.69	980	875	793	726	320	378	437	499
75	16.76	19.16	21.55	23.94	22.30	24.80	27.24	29.63	0.33	0.44	0.57	0.70	970	867	785	718	325	383	444	506
80	16.92	19.34	21.76	24.17	22.47	24.99	27.45	29.86	0.34	0.45	0.58	0.72	962	860	779	713	328	388	449	512

表 4-3　地位指数別成長予測モデル（愛媛地区スギ・ヒノキ）

スギ

	上層平均樹高(m)				平均直径(cm)				平均単木材積(m3)				ha当たり本数(本/ha)				ha当たり材積(m3/ha)			
林齢	18	20	22	24	18	20	22	24	18	20	22	24	18	20	22	24	18	20	22	24
20	12.86	14.29	15.72	17.15	14.84	16.64	18.46	20.29	0.09	0.12	0.16	0.20	1535	1363	1209	1072	139	165	190	214
25	14.65	16.27	17.90	19.53	17.08	19.16	21.25	23.35	0.13	0.17	0.22	0.29	1324	1155	1006	875	172	200	226	250
30	16.04	17.83	19.61	21.39	18.86	21.15	23.46	25.78	0.17	0.22	0.29	0.37	1177	1012	869	745	196	225	251	273
35	17.14	19.04	20.95	22.85	20.27	22.73	25.21	27.71	0.20	0.27	0.35	0.44	1073	912	774	656	214	243	268	288
40	18.00	20.00	22.00	24.00	21.38	23.97	26.58	29.22	0.23	0.30	0.40	0.50	997	840	707	594	228	256	280	299
45	18.68	20.75	22.83	24.90	22.25	24.95	27.67	30.41	0.25	0.34	0.44	0.56	941	788	658	549	238	266	288	305
50	19.21	21.34	23.47	25.61	22.94	25.72	28.53	31.35	0.27	0.36	0.47	0.60	899	749	622	516	245	273	294	310
55	19.62	21.80	23.98	26.16	23.48	26.32	29.20	32.09	0.29	0.39	0.50	0.64	868	719	595	491	251	278	299	313
60	19.95	22.16	24.38	26.60	23.90	26.80	29.73	32.67	0.30	0.40	0.52	0.67	844	697	574	473	255	282	301	315
65	20.20	22.45	24.69	26.94	24.24	27.18	30.14	33.13	0.31	0.42	0.54	0.69	826	680	559	459	259	285	304	317
70	20.41	22.67	24.94	27.21	24.50	27.47	30.47	33.49	0.32	0.43	0.56	0.71	811	667	547	448	261	287	306	318
75	20.56	22.85	25.13	27.42	24.70	27.70	30.72	33.77	0.33	0.44	0.57	0.72	800	657	538	440	263	289	307	319
80	20.69	22.99	25.28	27.58	24.87	27.88	30.92	33.99	0.33	0.45	0.58	0.74	792	649	531	433	265	290	308	319

ヒノキ

	上層平均樹高(m)				平均直径(cm)				平均単木材積(m3)				ha当たり本数(本/ha)				ha当たり材積(m3/ha)			
林齢	12	14	16	18	12	14	16	18	12	14	16	18	12	14	16	18	12	14	16	18
20	7.31	8.53	9.74	10.96	12.50	14.07	15.60	17.08	0.05	0.07	0.09	0.12	1858	1709	1576	1457	89	116	144	174
25	8.75	10.21	11.67	13.13	14.36	16.17	17.92	19.63	0.07	0.10	0.14	0.18	1683	1529	1394	1273	121	156	192	228
30	10.00	11.67	13.33	15.00	15.91	17.92	19.86	21.75	0.10	0.14	0.19	0.24	1551	1394	1258	1138	150	191	233	275
35	11.07	12.92	14.76	16.61	17.21	19.38	21.49	23.53	0.12	0.17	0.23	0.30	1447	1290	1154	1035	177	223	269	315
40	12.00	14.00	16.00	18.00	18.31	20.62	22.86	25.03	0.15	0.21	0.28	0.36	1365	1208	1073	956	200	250	300	348
45	12.80	14.93	17.07	19.20	19.25	21.67	24.02	26.31	0.17	0.24	0.32	0.42	1299	1142	1009	894	220	273	326	377
50	13.49	15.74	17.99	20.23	20.04	22.57	25.02	27.39	0.19	0.27	0.36	0.47	1246	1089	957	844	237	293	348	400
55	14.08	16.43	18.78	21.13	20.72	23.33	25.86	28.32	0.21	0.30	0.40	0.52	1202	1046	915	803	252	310	367	420
60	14.60	17.03	19.46	21.90	21.30	23.98	26.58	29.11	0.23	0.32	0.43	0.57	1165	1011	880	770	265	325	382	436
65	15.04	17.55	20.05	22.56	21.79	24.54	27.20	29.79	0.24	0.34	0.46	0.61	1135	981	852	743	276	337	396	450
70	15.42	17.99	20.56	23.13	22.22	25.02	27.73	30.37	0.26	0.36	0.49	0.64	1110	957	828	720	286	348	407	461
75	15.75	18.38	21.00	23.63	22.58	25.43	28.19	30.87	0.27	0.38	0.52	0.67	1089	936	809	702	294	357	417	472
80	16.03	18.71	21.38	24.05	22.90	25.79	28.58	31.30	0.28	0.40	0.54	0.70	1071	919	792	686	301	365	425	480

表 4-4　地位指数別成長予測モデル（高知中央地区スギ・ヒノキ）

スギ

	上層平均樹高(m)				平均直径(cm)				平均単木材積(m3)				ha当たり本数(本/ha)				ha当たり材積(m3/ha)			
林齢	16	18	20	22	16	18	20	22	16	18	20	22	16	18	20	22	16	18	20	22
20	9.89	11.13	12.37	13.60	12.47	13.88	15.29	16.68	0.07	0.10	0.13	0.16	1378	1282	1193	1112	101	125	151	178
25	12.03	13.53	15.04	16.54	14.90	16.60	18.27	19.93	0.12	0.16	0.21	0.26	1217	1116	1025	942	144	176	210	244
30	13.69	15.41	17.12	18.83	16.78	18.68	20.57	22.44	0.16	0.22	0.28	0.36	1106	1004	912	829	180	218	257	296
35	14.99	16.86	18.74	20.61	18.22	20.29	22.34	24.37	0.20	0.27	0.35	0.45	1028	925	833	751	209	252	294	335
40	16.00	18.00	20.00	22.00	19.34	21.53	23.71	25.86	0.24	0.32	0.41	0.52	971	868	777	696	232	277	322	365
45	16.79	18.89	20.98	23.08	20.20	22.50	24.77	27.02	0.27	0.36	0.47	0.59	929	826	736	656	250	297	343	387
50	17.40	19.58	21.75	23.93	20.88	23.25	25.59	27.92	0.29	0.39	0.51	0.64	897	795	705	626	264	312	359	404
55	17.88	20.11	22.35	24.58	21.40	23.83	26.24	28.62	0.31	0.42	0.54	0.69	874	772	683	604	275	324	372	416
60	18.25	20.53	22.81	25.09	21.81	24.28	26.73	29.16	0.33	0.44	0.57	0.73	856	754	665	588	283	333	381	426
65	18.54	20.86	23.18	25.49	22.12	24.63	27.12	29.59	0.34	0.46	0.60	0.75	842	741	652	575	289	341	389	433
70	18.77	21.11	23.46	25.80	22.37	24.91	27.42	29.92	0.35	0.47	0.61	0.78	831	730	642	566	294	346	394	440
75	18.94	21.31	23.68	26.05	22.56	25.12	27.66	30.17	0.36	0.48	0.63	0.79	823	723	635	558	298	350	399	444
80	19.08	21.47	23.85	26.24	22.71	25.29	27.84	30.37	0.37	0.49	0.64	0.81	817	716	629	553	301	353	402	447

ヒノキ

	上層平均樹高(m)				平均直径(cm)				平均単木材積(m3)				ha当たり本数(本/ha)				ha当たり材積(m3/ha)			
林齢	12	14	16	18	12	14	16	18	12	14	16	18	12	14	16	18	12	14	16	18
20	7.45	8.69	9.93	11.17	12.68	14.28	15.83	17.33	0.05	0.07	0.10	0.12	1840	1691	1557	1438	92	120	149	179
25	8.68	10.13	11.58	13.03	14.27	16.07	17.82	19.51	0.07	0.10	0.13	0.18	1691	1537	1402	1281	119	154	189	225
30	9.85	11.49	13.14	14.78	15.73	17.71	19.63	21.50	0.09	0.13	0.18	0.23	1566	1409	1273	1153	147	187	228	269
35	10.96	12.78	14.61	16.43	17.07	19.23	21.31	23.34	0.12	0.17	0.23	0.30	1458	1301	1165	1046	174	219	265	311
40	12.00	14.00	16.00	18.00	18.31	20.62	22.86	25.03	0.15	0.21	0.28	0.36	1365	1208	1073	956	200	250	300	348
45	12.99	15.15	17.32	19.48	19.46	21.92	24.30	26.60	0.17	0.25	0.33	0.44	1284	1128	994	880	224	279	332	383
50	13.92	16.24	18.56	20.88	20.53	23.12	25.63	28.07	0.20	0.29	0.39	0.51	1214	1058	926	814	248	306	362	414
55	14.80	17.27	19.74	22.21	21.53	24.25	26.87	29.43	0.23	0.33	0.45	0.58	1151	997	867	757	270	331	389	442
60	15.64	18.24	20.85	23.46	22.46	25.29	28.03	30.70	0.27	0.38	0.51	0.66	1096	943	815	708	291	354	413	468
65	16.43	19.17	21.90	24.64	23.33	26.27	29.12	31.89	0.30	0.42	0.57	0.74	1046	895	770	665	310	376	436	491
70	17.17	20.04	22.90	25.76	24.14	27.19	30.13	33.00	0.33	0.46	0.63	0.82	1002	853	729	627	328	396	457	512
75	17.88	20.86	23.84	26.82	24.90	28.04	31.08	34.04	0.36	0.51	0.69	0.89	963	815	694	593	346	414	476	530
80	18.55	21.64	24.73	27.82	25.62	28.85	31.97	35.01	0.39	0.55	0.74	0.97	927	781	662	563	361	431	493	547
80	18.55	21.64	24.73	27.82	25.62	28.85	31.97	35.01	0.39	0.55	0.74	0.97	927	781	662	563	361	431	493	547
85	19.18	22.37	25.57	28.77	26.28	29.60	32.81	35.93	0.42	0.59	0.80	1.05	895	750	633	536	376	446	508	561

4.2　成長予測モデルの比較・検討および課題の整理

作成した成長予測モデルの比較・検討をおこなう。3 地域のガイドカーブに基づく各樹種別の平均上層樹高・平均 DBH・単木材積・ha あたり本数、ha あたり材積の比較について、該当地域の収穫予想表と比較を行った。なお、各成長モデルにかかるグラフはガイドカーブをモデル中央線とし、これを中心として上層樹高曲線の±4.0mを上位、下位として表した。なお、収穫予想との各比較は中央線との比較を主として記載した。

4.2.1 四万十地域における成長モデルの比較検討

作成した成長モデルと、収穫予想表の比較を樹種別に樹高・DBH・ha 当たり本数・材積別と比較したものを図 4-3 から図 4-10 まで示す。樹高成長ではモデル中央線のスギ・ヒノキ樹高成長は収穫予想表よりも高く、両樹種とも一般材・大径材生産想定の収穫予想表より全ての林齢を通じて高い結果となった。

DBH は、スギは若齢林ではモデル中央線が一般材より成長は良いが、老齢期では成長は頭打ちとなり、80 年生時の平均胸高直径は一般材とほぼ同じとなる。これはヒノキでも同様の結果となった。

Ha 当たり本数ではスギ一般材は本数の減少が最も緩やかであり、80 年生まで継続する。スギ・ヒノキとも最も本数が少ない仕立てとなっているものが大径材であり、ついで、モデル中央線、一般材の順となっている。

材積はスギとヒノキで異なる結果となり、80 年生時のモデル中央線はスギでは最も低く、ヒノキでは最も高い結果となった。成長モデルに用いた材積の算出方法は、林野庁の立木幹材積表（西日本編：昭和 45 年）に基づく回帰式を用いており、この式の当てはまりの差が材積の差として現れている。今後、現地検証を行う中で、補正の必要性については、今後更にデータ検証が必要である。

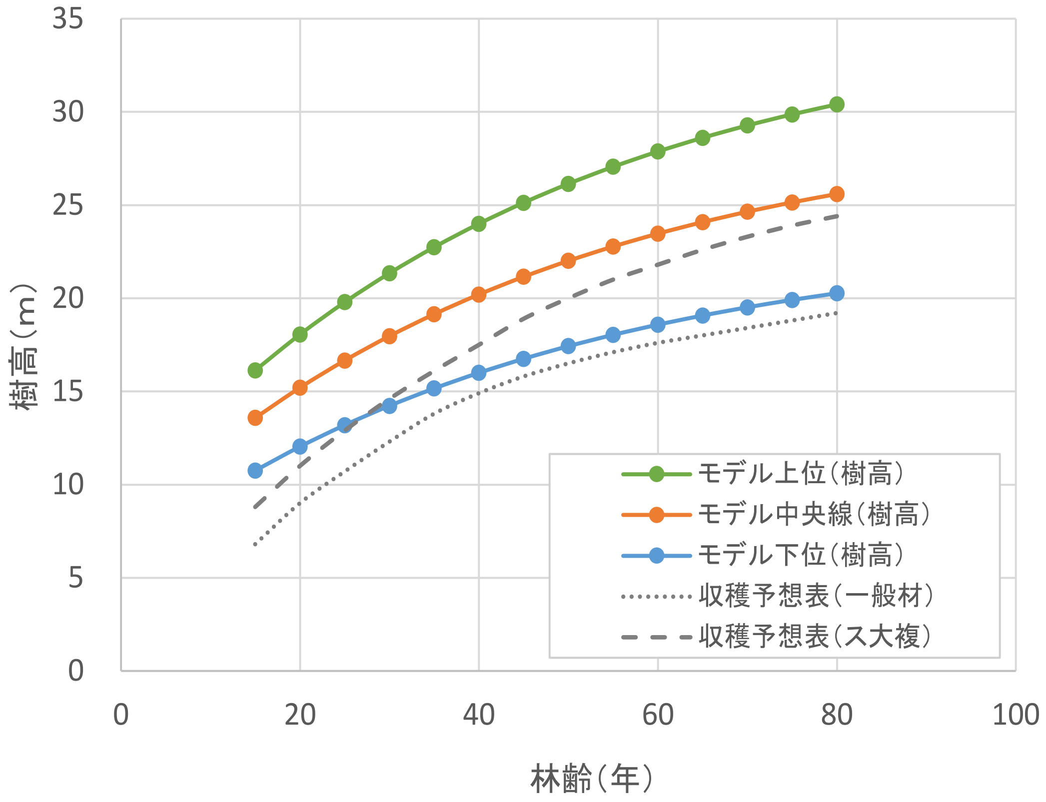


図 4-3 成長モデルと収穫予想表との比較（四万十：スギ（樹高））

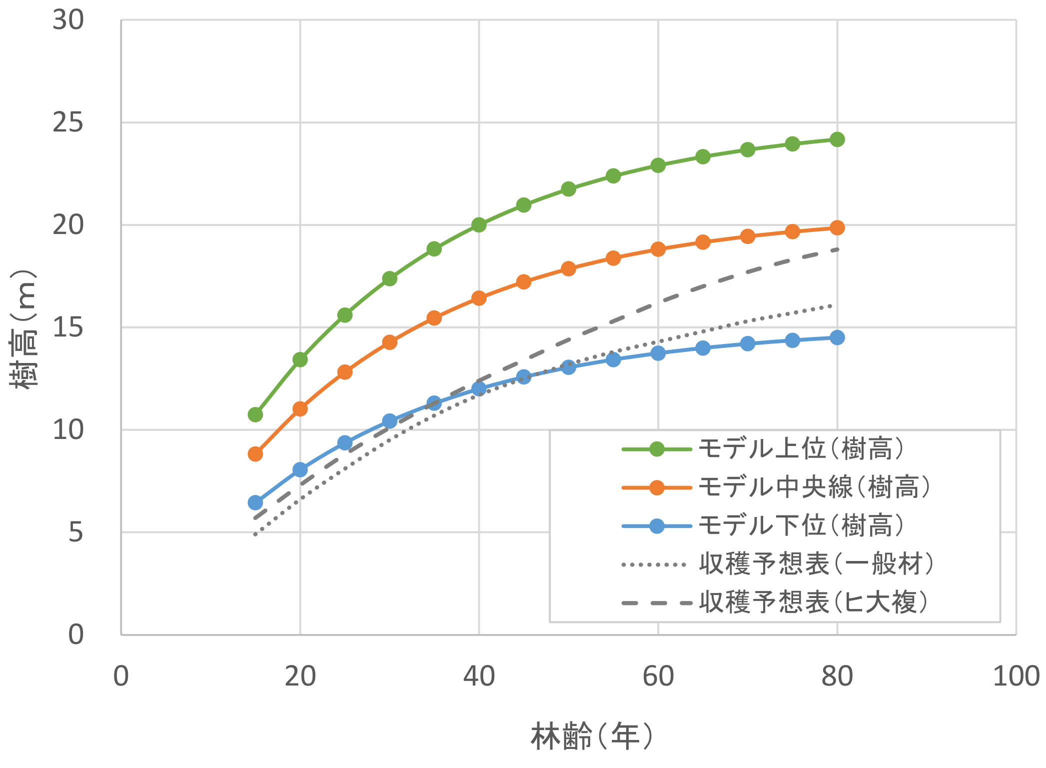


図 4-4 成長モデルと収穫予想表との比較（四万十：ヒノキ（樹高））

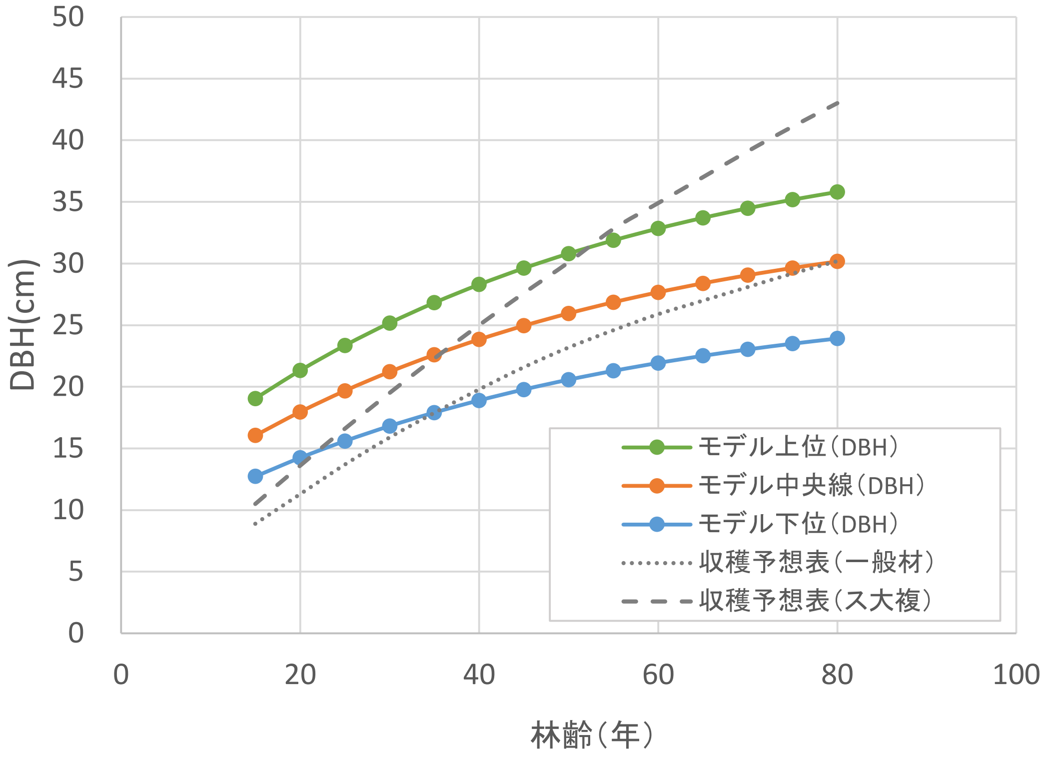


図 4-5 成長モデルと収穫予想表との比較（四万十：スギ（DBH））

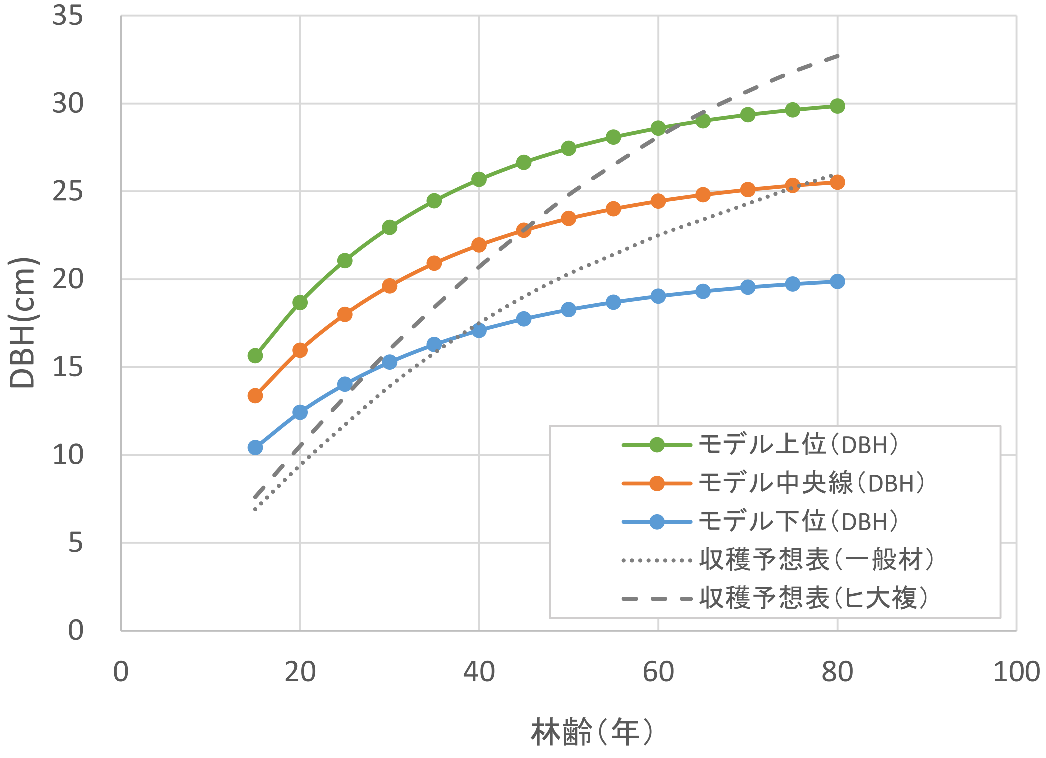


図 4-6 成長モデルと収穫予想表との比較（四万十：ヒノキ（DBH））

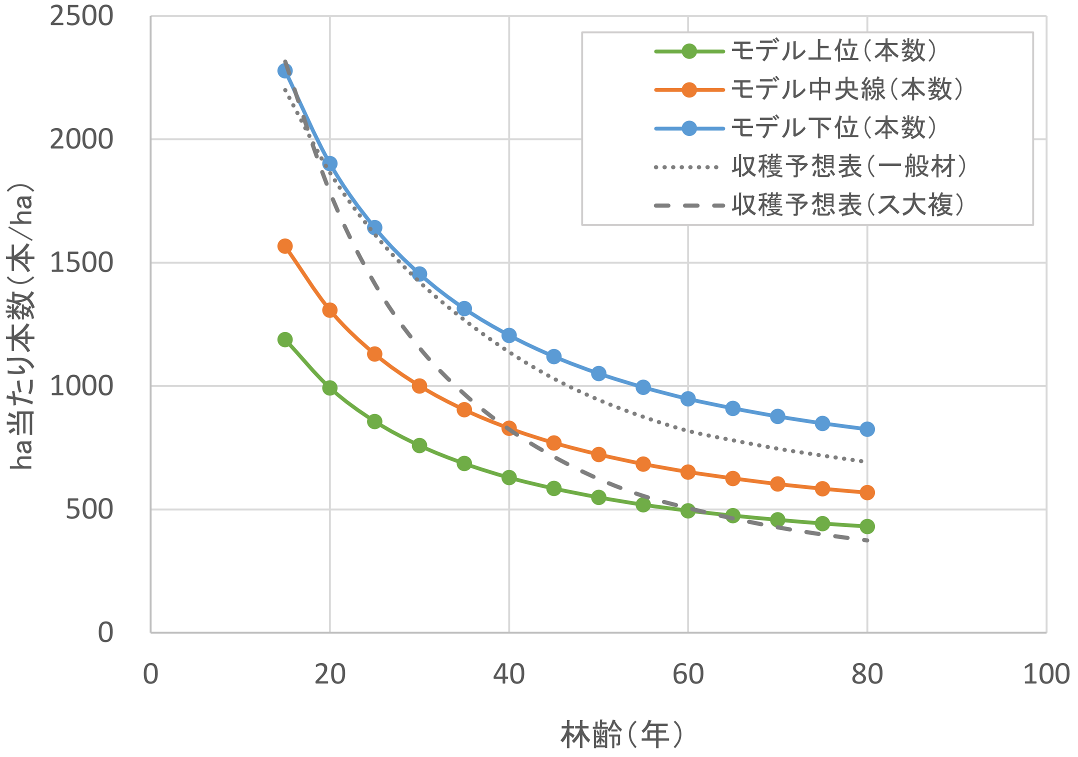


図 4-7 成長モデルと収穫予想表との比較(四万十:スギ(本数))

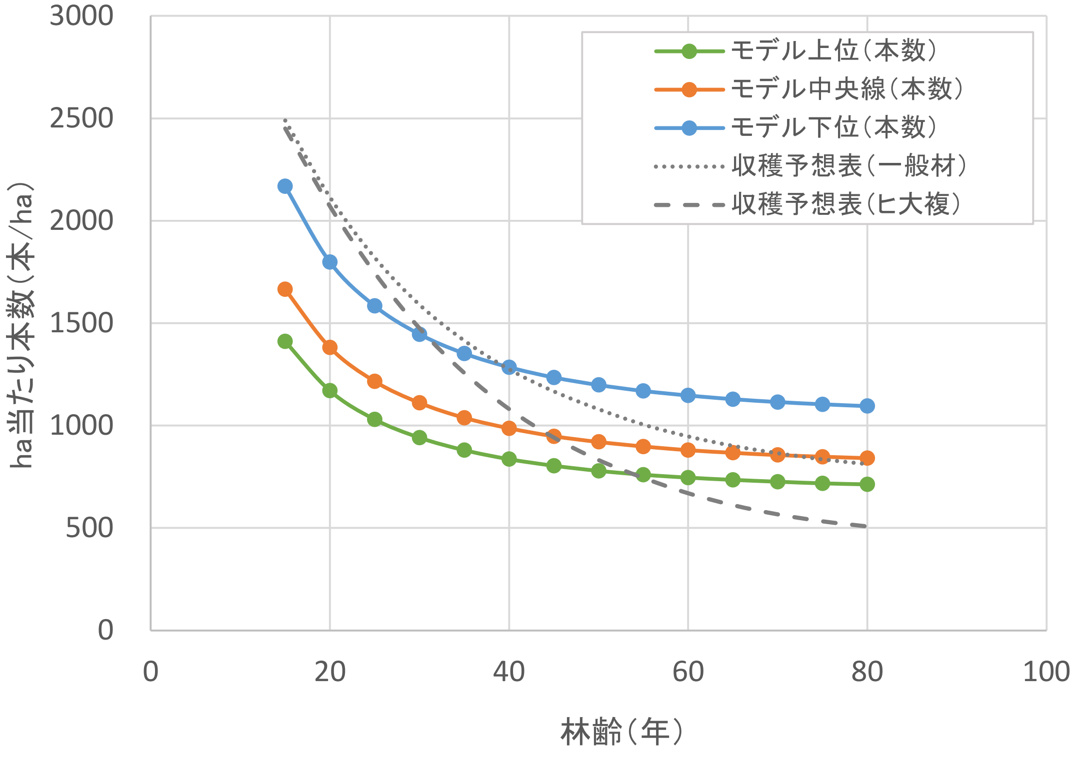


図 4-8 成長モデルと収穫予想表との比較(四万十:ヒノキ(本数))

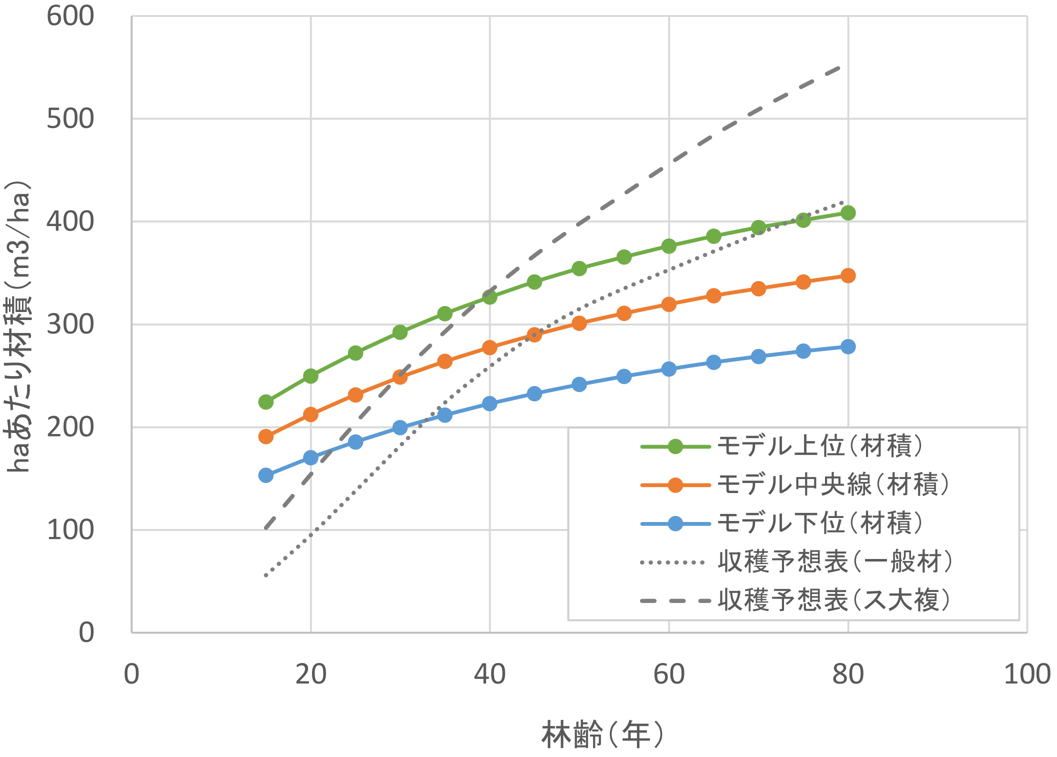


図 4-9 成長モデルと収穫予想表との比較(四万十:ヒノキ(材積))

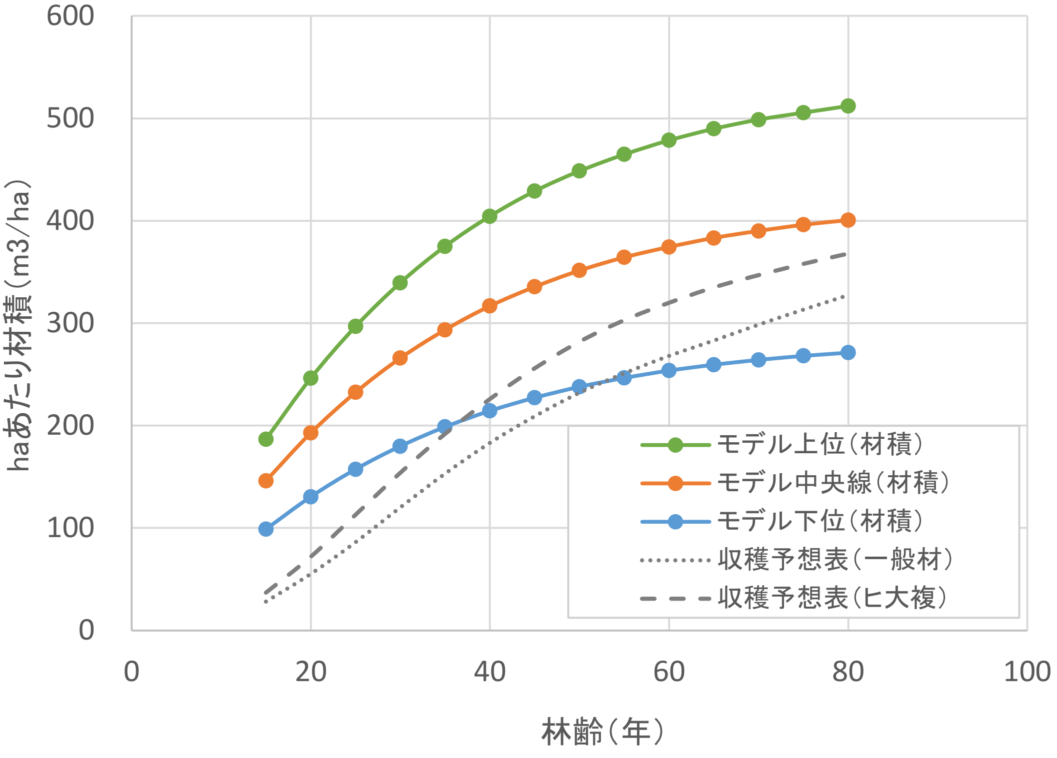


図 4-10 成長モデルと収穫予想表との比較(四万十:ヒノキ(材積))

4.2.2 愛媛地域における成長モデルの比較検討

作成した成長モデルと、収穫予想表の比較を樹種別に樹高・DBH・ha 当たり本数・材積別と比較したものを図 4-11 から図 4-18 からまで示す。樹高成長ではモデル中央線のスギ・ヒノキ樹高成長は収穫予想表よりも高く、両樹種とも一般材・大径材生産想定の収穫予想表より良い結果となった。

DBH は、スギのモデル中央線は若齢林では一般材より成長は良いが、老齢期では成長は頭打ちとなり、80 年生時の平均胸高直径は一般材とほぼ同じとなっている。これはヒノキでも同様の結果となった。

本数の推移はスギ・ヒノキでは異なり、スギは 40 年生時まではモデル中央線の本数推移が最も少ないが、50 年生から大径材が最も低くなる。ヒノキでは 40 年生時からモデル中央線が最も多く推移する。

材積はスギとヒノキで大きく異なる結果となり、スギではモデル中央線が最も低く、特に 40 年生時では頭打ちの傾向を示し、反対にヒノキではモデル中央線が大径材と同等の成長となった。四万十地域同様、これらのデータや回帰式の適用には現地検証も含めた検討が必要である。

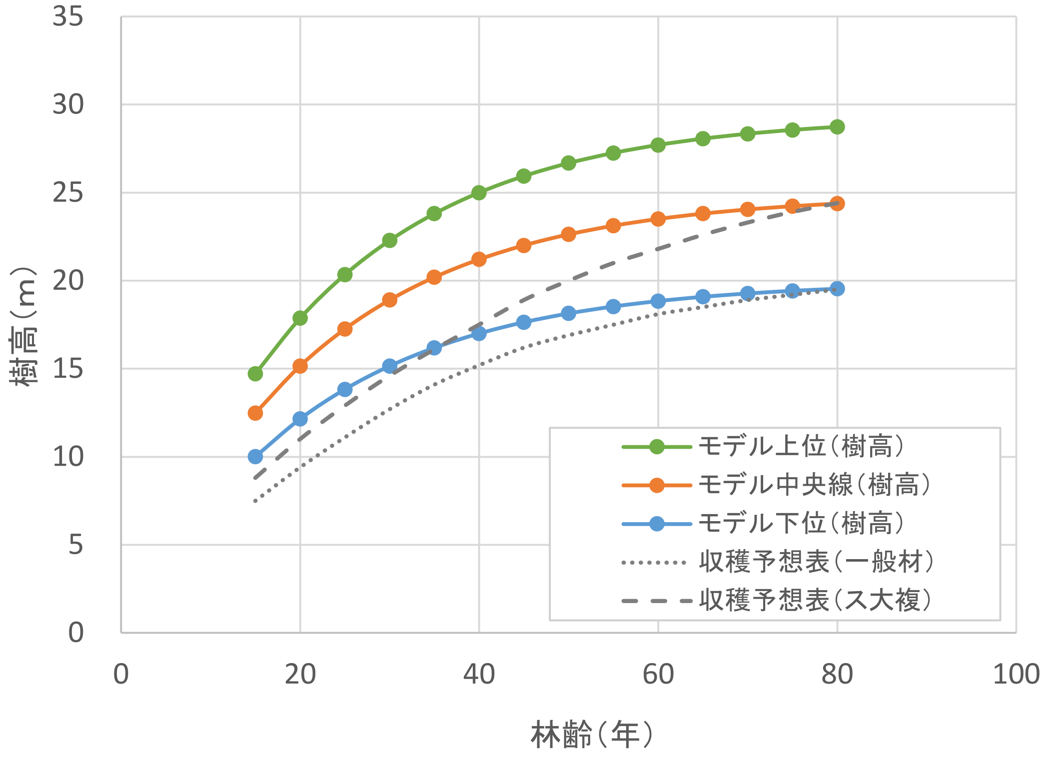


図 4-11 成長モデルと収穫予想表との比較（愛媛：スギ（樹高））

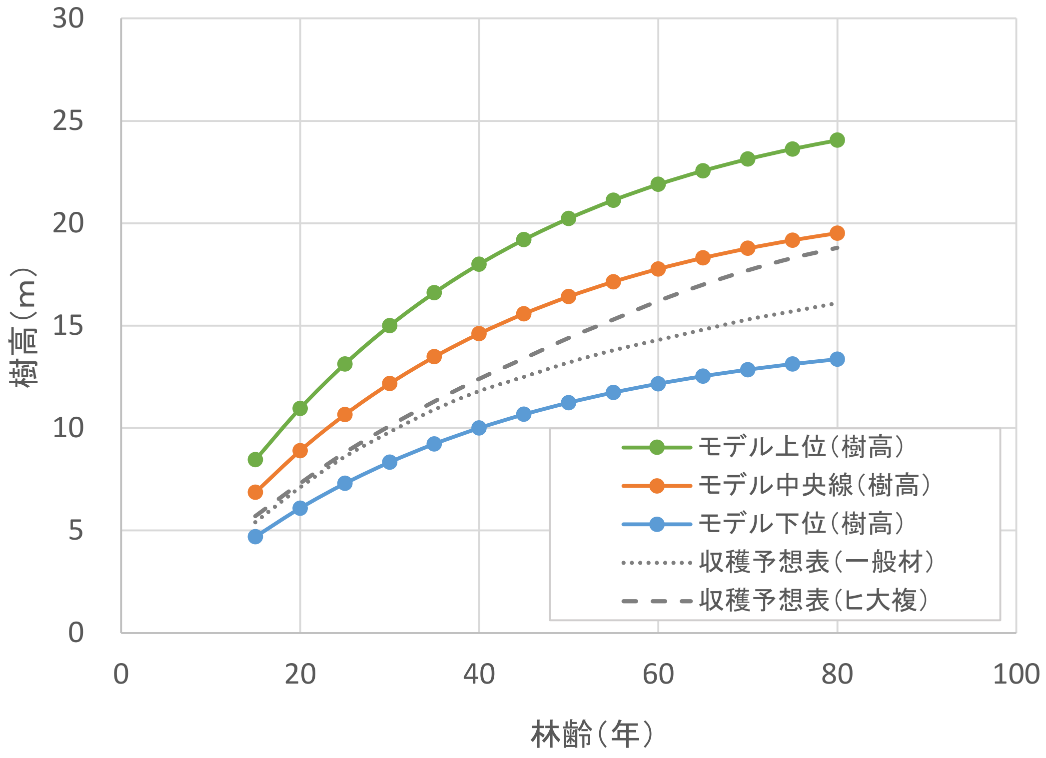


図 4-12　成長モデルと収穫予想表との比較（愛媛：ヒノキ（樹高））

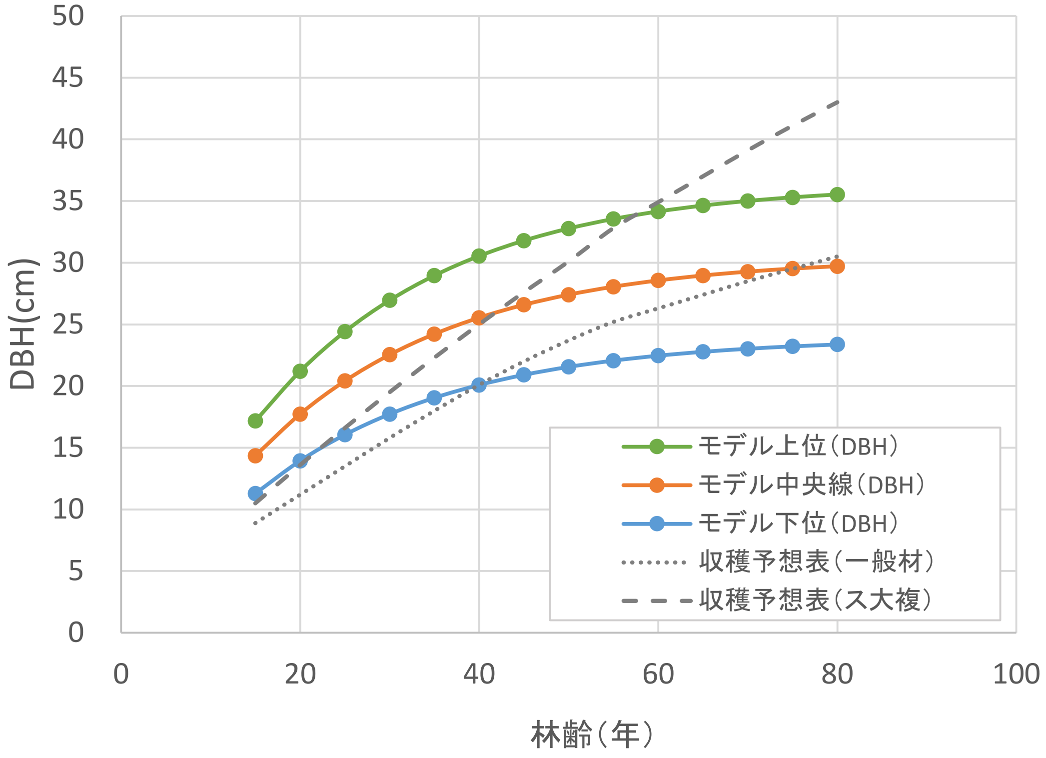


図 4-13　成長モデルと収穫予想表との比較（愛媛：スギ（DBH））

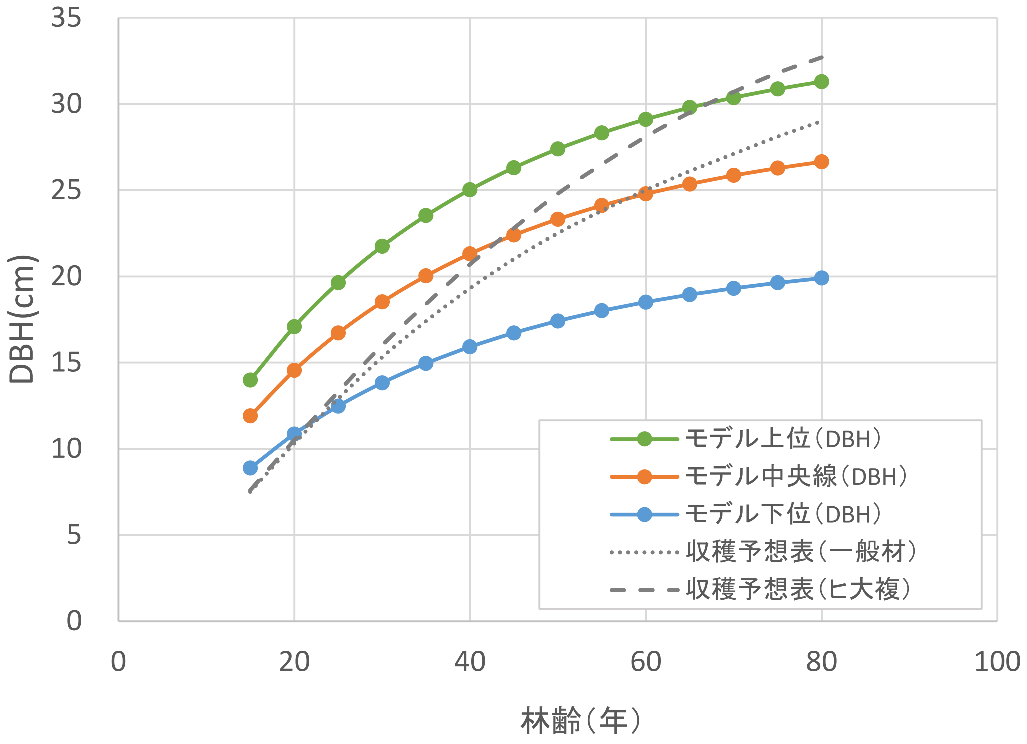


図 4-14　成長モデルと収穫予想表との比較（愛媛：ヒノキ（DBH））

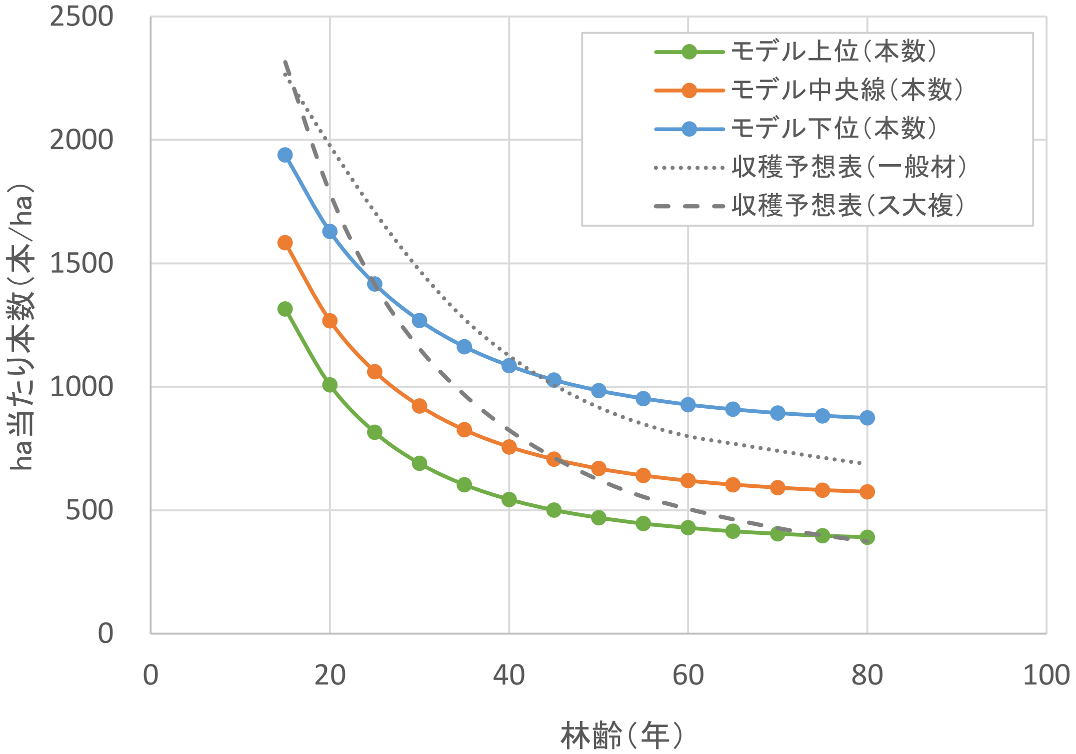


図 4-15 成長モデルと収穫予想表との比較（愛媛：スギ（本数））

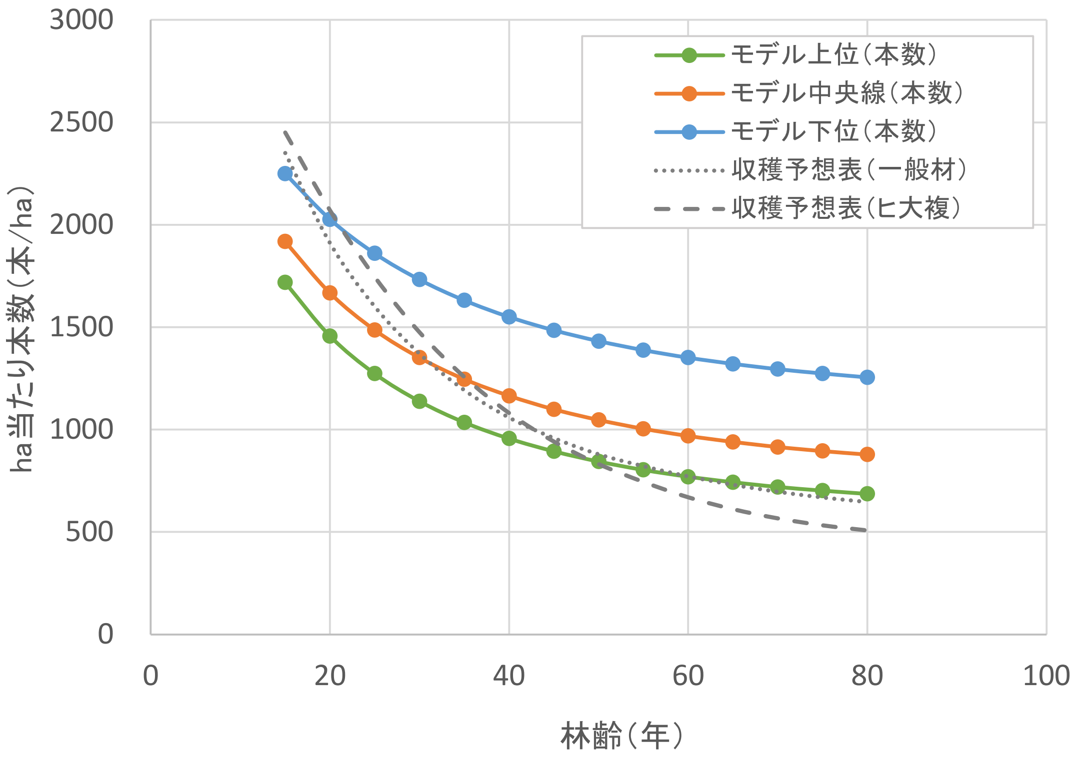


図 4-16 成長モデルと収穫予想表との比較（愛媛：ヒノキ（本数））

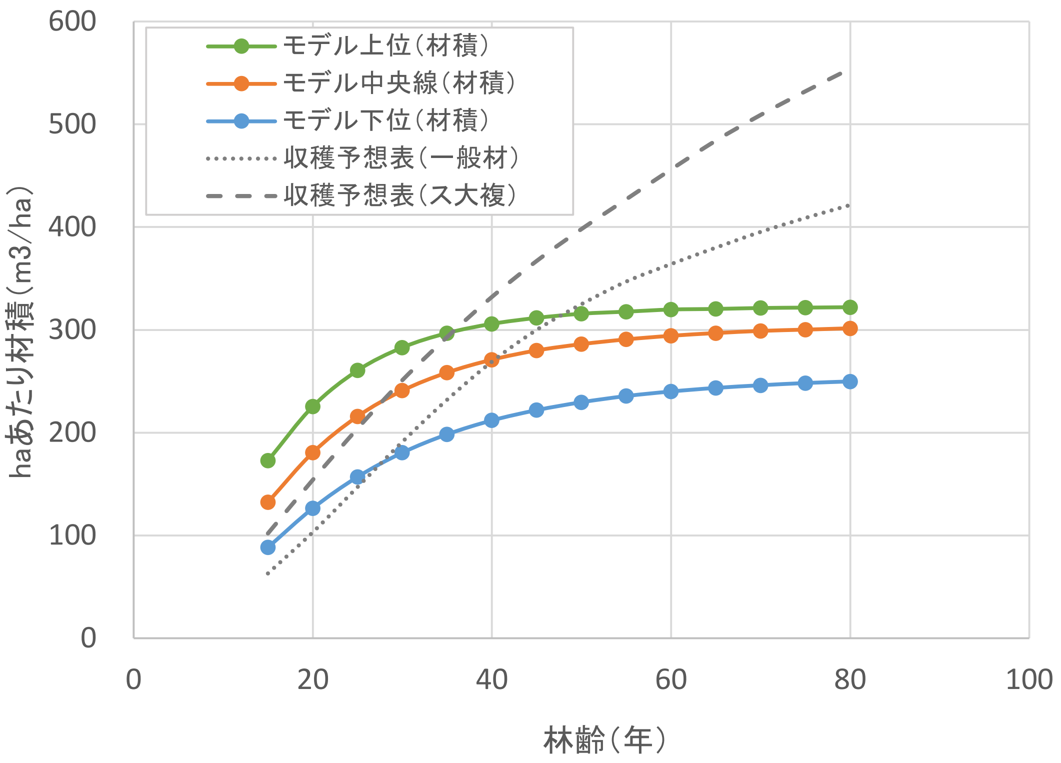


図 4-17　成長モデルと収穫予想表との比較（愛媛：スギ（材積））

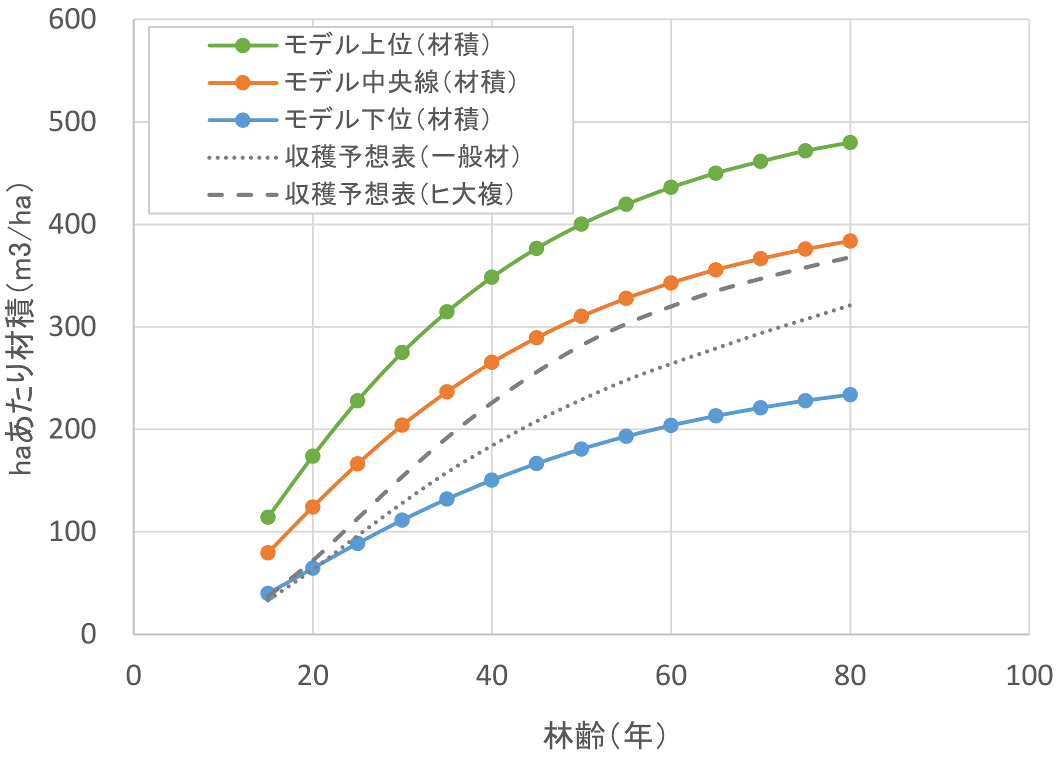


図 4-18　成長モデルと収穫予想表との比較（愛媛：ヒノキ（材積））

4.2.3 高知中央地域における成長モデルの比較検討

作成した成長モデルと、収穫予想表の比較を樹種別に樹高・DBH・ha 当たり本数・材積別と比較したものを図 4-11 から図 4-18 まで示す。樹高成長ではスギ・ヒノキ樹高成長は樹種別に違いがあり、若齢～壮齢林ではモデル中央線が最も良い結果となったが、スギでは50 年生以降では大径材の成長が良い結果となった。

DBH は、スギのモデル中央線は若齢林では一般材より成長は良いが、老齢期では成長は頭打ちとなり、80 年生時の平均胸高直径は一般材とほぼ同じとなっている。これはヒノキでも同様の結果となった。

本数ではスギ・ヒノキでは異なり、スギは 40 年生時まではモデル中央線の本数推移が最も少ないものとなっていたが 50 年生から大径材が最も低くなる。ヒノキでは 40 年生時から成長モデルが最も多い推移となる。

材積はスギと材積で大きく異なる結果となり、スギではモデル中央線が 50 年生時まで一般材と比較してやや成長が多いものとなっているが、その後、一般材が多い推移となった。ヒノキではモデル中央線が若齢から壮齢まで収穫予想表と比較して、一貫して良い成長を示すものとなった。

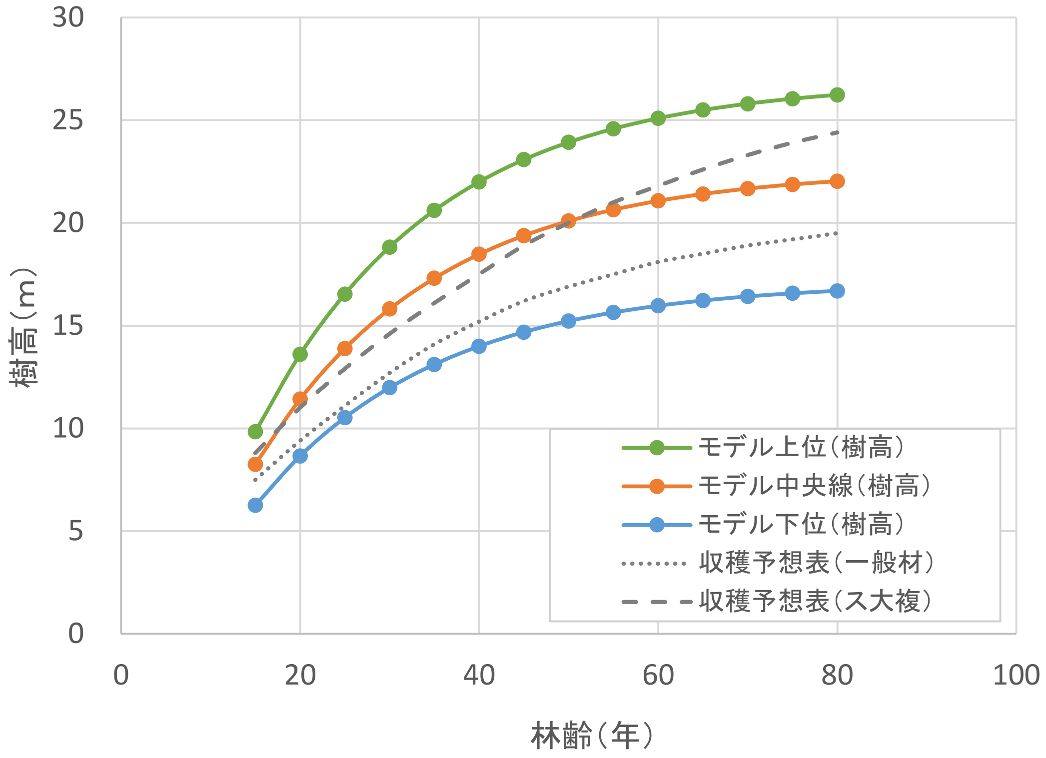


図 4-19 成長モデルと収穫予想表との比較(高知中央:スギ(樹高))

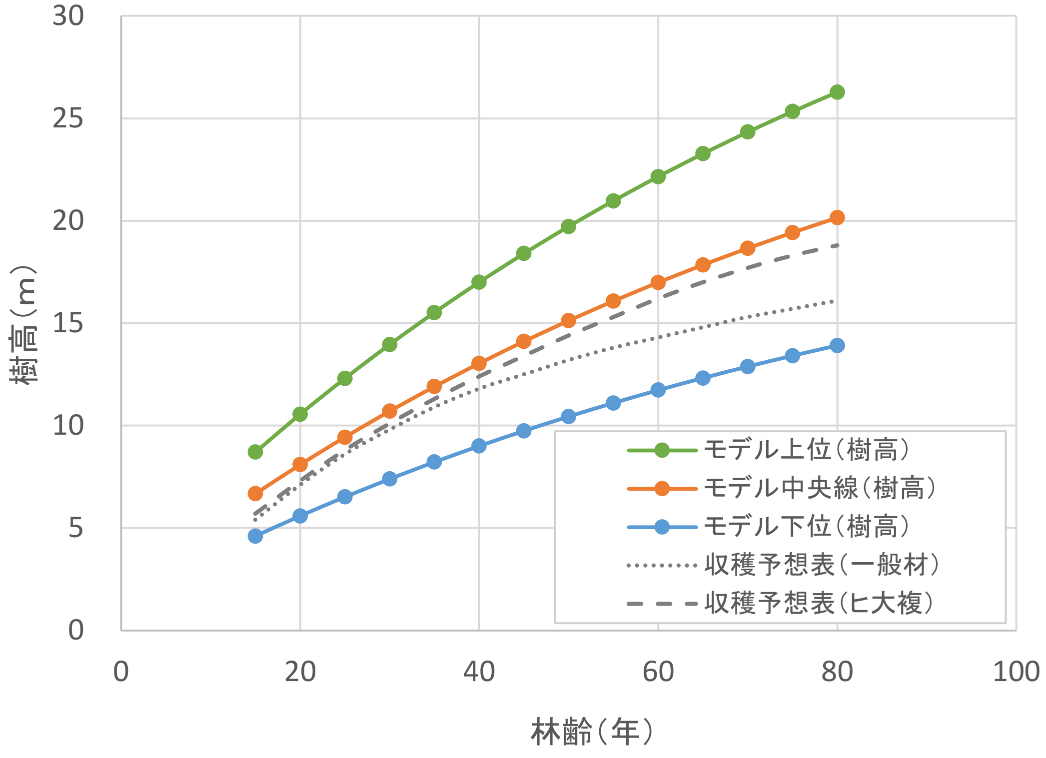


図 4-20 成長モデルと収穫予想表との比較(高知中央:ヒノキ(樹高))

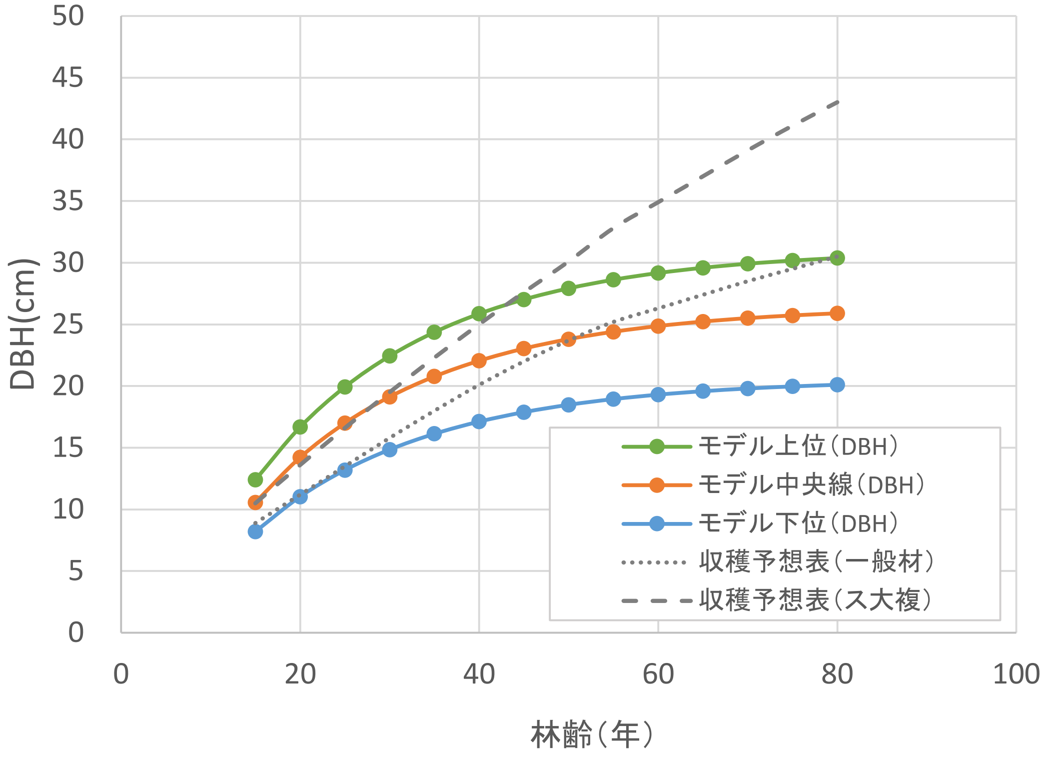


図 4-21 成長モデルと収穫予想表との比較（高知中央:スギ（DBH））

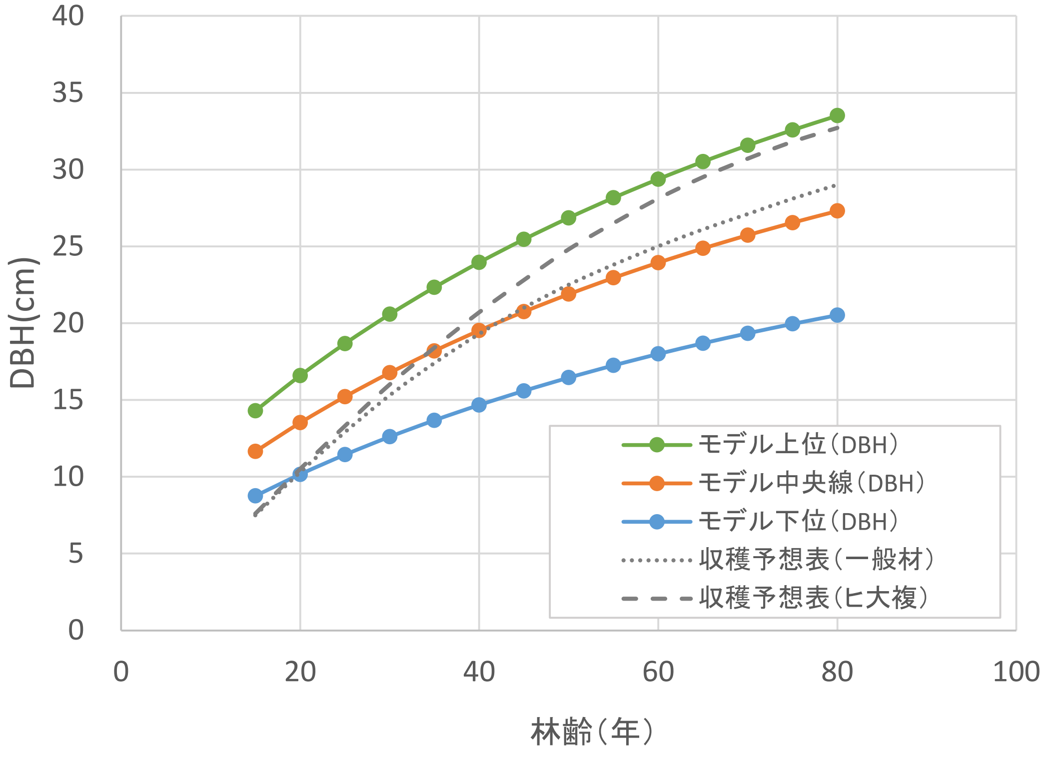


図 4-22 成長モデルと収穫予想表との比較（高知中央:ヒノキ（DBH））

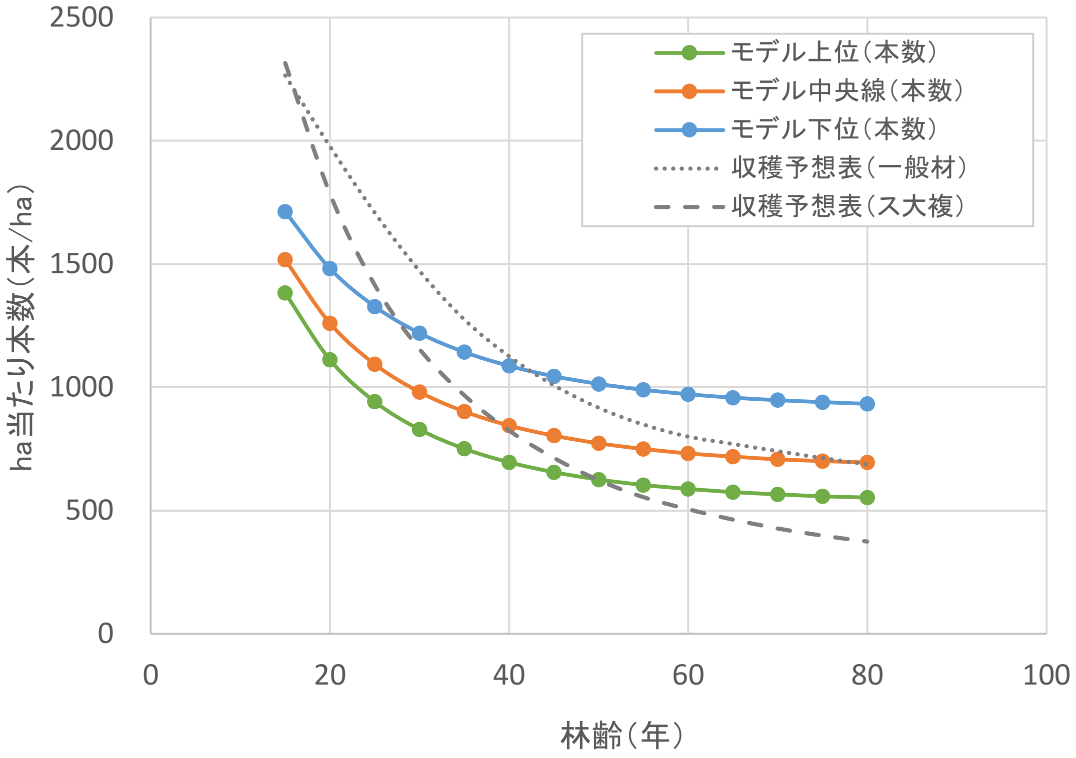


図 4-23 成長モデルと収穫予想表との比較(高知中央:スギ(本数))

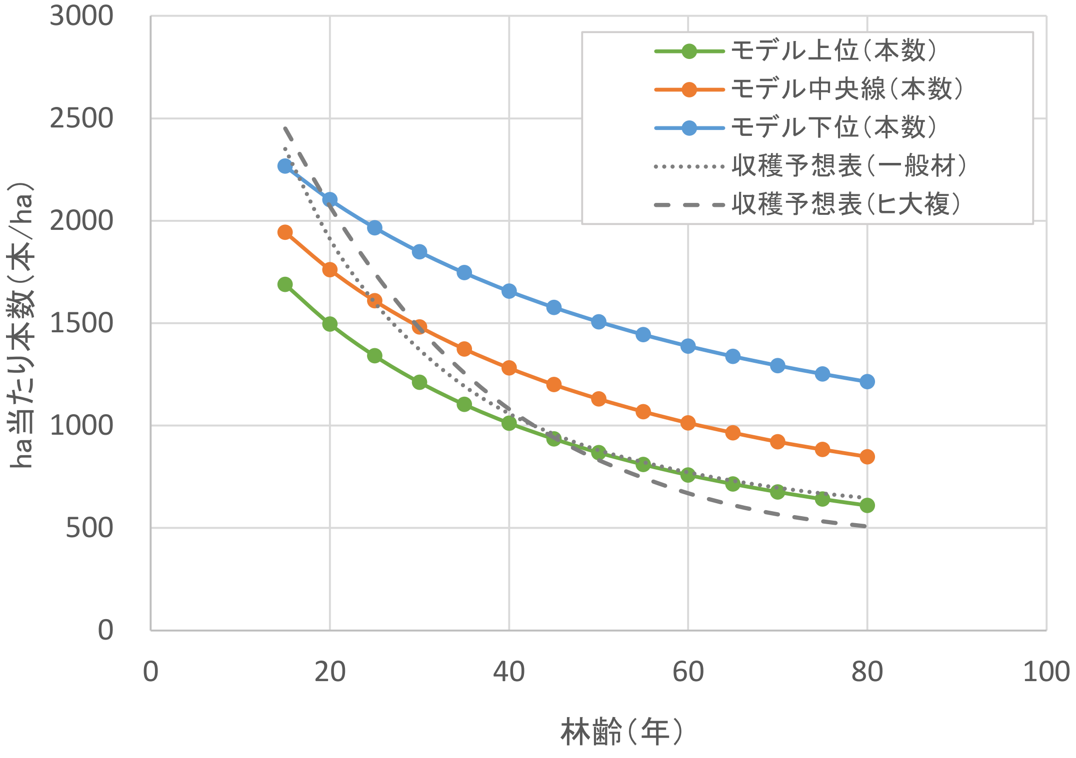


図 4-24 成長モデルと収穫予想表との比較(高知中央:ヒノキ(本数))

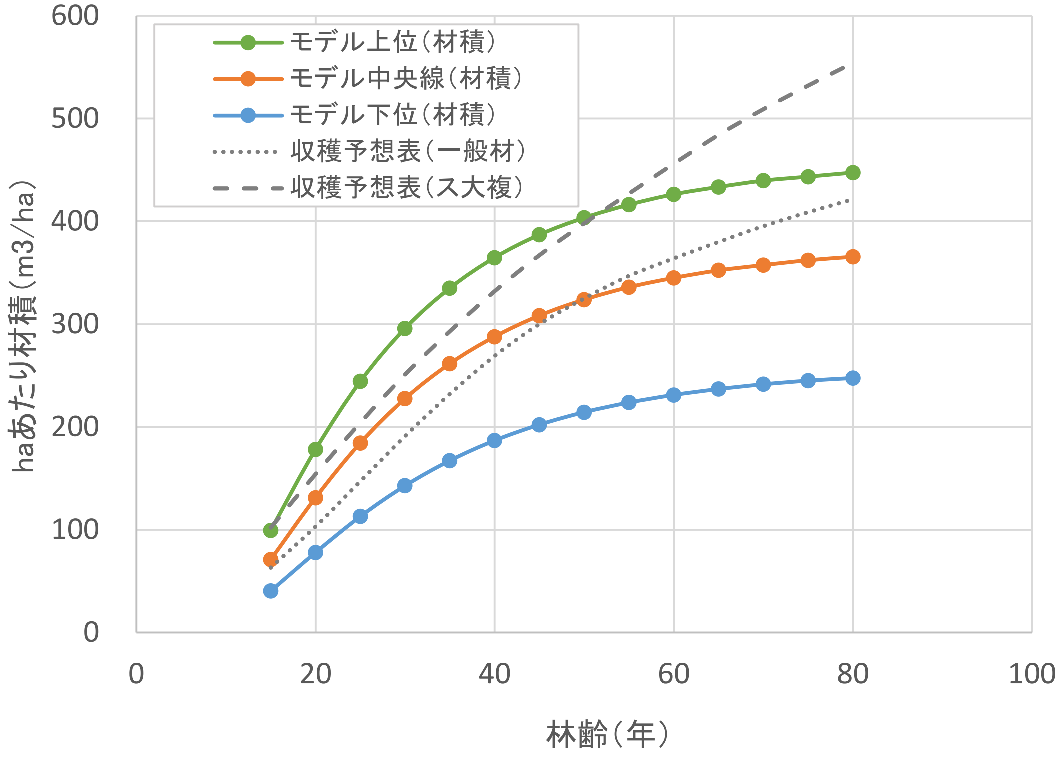


図 4-25 成長モデルと収穫予想表との比較（高知中央：スギ（材積））

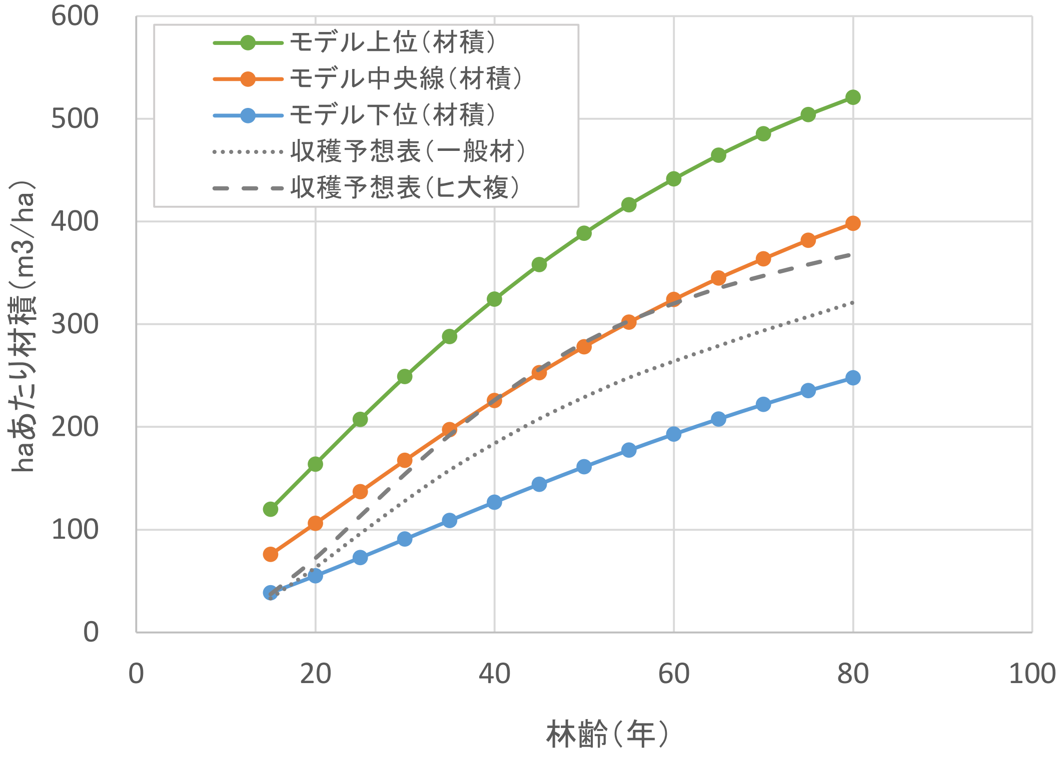


図 4-26 成長モデルと収穫予想表との比較（高知中央：スギ（材積））

4.2.4　収穫予想表と成長モデルの差に関する考察

3 地域で示した通り、各地域内での収穫予想表と成長モデルには差があり、また、その差の傾向はほぼ同じであった。成長モデルの中央線にて比較した場合、樹高成長では成長モデルが収穫予想表を上回り、DBH ではスギは成長モデルが最も低く、ヒノキは最も高い。これに応じて材積にも差がある結果となった。特にスギでは DBH や材積にて 40 年生から 50 年生においてモデル中央線の成長が頭打ちになる傾向が顕著であり、ヒノキは若齢から壮齢まで一貫して高い成長を示す場合が多い。

これらの差があった原因として、今回の成長モデルの特徴は、作成時にモデル林や施業標準地を基に作成されたものではなく、一定面積内のスギ・ヒノキ林を全て対象として資源解析結果を集計し、モデルを作成している。

そのため、森林整備遅れの林分などもそのままデータを利用する形となるため、林分データはばらつきが大きくなり、高齢級になると、DBH や材積は成長が頭打ちのようなカーブを描くものと考えられる。

また、今回の作成範囲では昨年度業務にて明らかになった課題と同様に、その林齢の精度が改めて大きな課題となった。レーザによる樹木サイズから推察するに、特にヒノキは林齢の精度が課題であり、今回の国有林管内の森林簿ベースではスギ・ヒノキの混在する小班では全てスギ・ヒノキの林齢が同じであるため、これらのモデルは全て同じ林齢に基づく成長として計算を行った。この条件が今回のモデル作成に影響を与えた面は否定できない。

今回、コロナウィルス感染症の影響により現地の確認が不能であったため、林齢-サイズの検証は今後となるが、上記の件成長モデル作成に影響を与えているかは今後継続して検証する必要がある。

以上のように成長予測モデルは一度の解析・調査では完成はできない。例えば、今回各地域で算出した成長予測モデルは、例えば 20 年生以下や 80 年生以上などサンプル数の薄いレンジでは当然モデルの当てはまりが悪化する。これらのサンプルの収集は必須であり、昨年度も指摘した通り、林齢の精度を高めつつ、現在国有林が実施する業務の中で、成長予測モデル作成に必要なデータを継続して蓄積することが成長予測モデルの精度向上には必須であり、今後、国有林の業務の中でこれらを組み込むことを検討する必要がある。

5 地位指数スコア表の作成

5.1　現行地位指数スコア表の整理および範囲の検討

本業務では現地調査に頼ることのない、林地生産力の把握を求められているところであり、その手法として地位指数スコア表（以下スコア表）の作成・検討を行った。

スコア表作成にかかる重要な検討事項として、その表の範疇となる地域の範囲を決定する必要がある。スコア表は地域の潜在的な土地生産力について、地位指数を指標として推定するものであり、その地域区分については以下のように示されている（渡辺 1966）。

① 地域のとり方は地位指数調査要領のように原則として収穫予想表の適用地域とするが、気候区分、地質区分によって細分化した方が精度は向上する。
② 樹種別に地域を変えてよい。特にヒノキのように地域差のないものは広く、スギのように多くの品種の別れ、地域差があるものは狭くとることが必要
③ ①および②を踏まえて地域の決定は、調査能力（経済的、技術的）、応用範囲をどの程度までするか、精度目標を考えて利用しやすいこととする。

また、③に示される精度目標については現行の地位指数調査要領に示される、地位指数判定基準を用いた推定精度として、重相関係数 0.8 以上、標準誤差 15%以内が相当とされており、本業務で作成する各スコア表についてもこれを目安として作成を行った。

なお四国森林管理局内では、現行スコア表を 4 地域で示しており、以下の地域が含まれている（表 5-1）。

表 5-1　地位指数別成長予測モデル（高知中央地区スギ・ヒノキ）

地域区分名（地位指数スコア別）	対応森林管理署
四国内海地方	香川森林管理事務所、愛媛森林管理署の一部
四国中部地方	徳島森林管理署、愛媛森林管理署の一部、 嶺北森林管理署、高知中部森林管理署の一部
土佐中部地方	四万十森林管理署、愛媛森林管理署の一部
土佐東部地方	安芸森林管理署、高知中部森林管理署の一部

上記のように、現行の地位スコア表は、複数の管理署単位を含めた面積を想定して検討されているものであり、本業務で想定される面積（10km2/箇所）程度ではスコア表策定にかかる因子が異なることが想定される。

5.2 過年度作成されたスコア表の因子の確認

過去作成されたスコア表を比較し、その内容を確認するほか、妥当性を検討することが必要である。そのため、過年度資料から、作成に使用した因子と、作成手法について確認および検討を行った。

国有林野では地位指数の想定とスコア表作成の手法について「地位指数調査要領（以下地位調査要領）」が定められており、国有林野経営管理規定第 22 条、23 条について林木の成長に関係があるものとして、気温、湿度、降水量、霜、風、標高、傾斜、方位、基岩、土性、深度、緊密度、土壌型、下層植生等を定めている。これらは、現地調査により判別できるものと、本委託業務で実施可能な既存データおよび航空レーザ・UAV 等のセンシングデータの解析による取得できるものに大別される。

スコア表の林木の成長に関係がある因子のまとまり（以下カテゴリ）の区分は、調査対象地域に応じて細分および統合して差し支えないとされ、作成に向けては、まず対象区分内で得られるデータ内容を精査し、かつなるべく多くのカテゴリを設定することが求められる。以上を踏まえ、本業務で策定するカテゴリを検討する。

例えば中部四国地方地位指数判定基準作成説明書（昭和 43 年 4 月：高知営林局編：以下判定基準書）では、スギ・ヒノキのスコア表作成について検討を行っている。地位調査要領、判定基準書に記載されるカテゴリ、および森林簿に記載される項目についてとりまとめたほか、各項目の精度向上策を併せて検討し、表 5-2 に示した。

表 5-2　地位スコア表作成に必要な因子とデータ補正の検討

	要領	判定基準書	森林簿	現在時点で可能なデータ補正・精緻化
標高	○	○	○	標高図作成による精度向上
温量指数	－	○	○	標高図および最新気象統計による精度向上
降雨量	○	－	○	最新気象統計データ利用による精度向上
土壌型	○	○	○	堆積表現図の作成による精度向上（堆積）
方位	○	○	○	斜面方位図の作成による精度向上
傾斜	○	○	○	傾斜分布図の作成による精度向上
表層地質	－	○	○（地質）	森林簿情報と（独）産業技術総合研究所資料公開の地質図との検証
堆積型	○	○	○	曲率と斜面傾斜の相互解析により精度を向上
有効深度	○	○	○	
局所地形	－	○	○	地形判読による精度向上
土性	○	○	○	
風障害	○	○	○	露出度図の作成による精度向上
湿度	○	－	－	
霜	○	－	○（霜・雪害）	
基岩	○	－	○（地質）	
緊密度	○	－	－	
下層植生	○	－	○	

地位調査要領で示されるカテゴリのうち、湿度・霜・基岩・緊密度・下層植生は、判定基準書では地域差が少ないもの（湿度・霜）、適切な推定方法がないもの（緊密度・下層植生）として除外され、現行の森林簿にも記載がない、もしくは同一記号となっていて違いがないなどの理由により本業務の推定でも除外することとした。

なお、除外は降雨量や表層地質などカテゴリとして、地位指数を判定する因子となるものの、その対象範囲が広く今回の解析範囲では要因として利用できない因子も含まれる。

5.3 航空レーザ計測データを活用した精度向上

上記認識を踏まえ、標高や斜面傾斜、斜面方位、堆積型などは、航空レーザなどのデータを用い、より詳細、かつ大規模な解析が可能である一方、土質や有効深度、風障被害の有無などは現地調査が必要であり、これを全ての地点で実施し、必要な調査を行うことは不可能である。これらの事情を勘案し、現時点でより詳細に解析可能なデータと、代替案として現時点で入手可能で、解析しうるデータを検討し、スコア表の精度を高めることを検討した。

DEM データ（数値地形）を用いて複数の地形因子データを作成し、解析に利用した。以下のその種類について述べる。

- 5mメッシュ数値地形標高データ（微地形表現図）

標高を示すものとして 5m メッシュ DEM データより数値地形標高データを作成した。ただし、実際の解析上は 5m メッシュでは樹木データの集計の際にデータが適切に格納できない不具合があったため、20m メッシュを基準として実施した。これを基に地形を詳細に把握できる微地形表現図（赤色立体地図）を作成した。

- 傾斜角

上記 DEM を用いて、斜面傾斜角を 5m メッシュ単位で算出した。この傾斜角は対象セルとその近隣セルを比較し、それらの値の最大変化率を計算したものである。

- 方位角

各地点（20mメッシュ）の方位角を 0 度(真北)～360 度(真北)で時計回りに示したものである。

➢ 湿潤度（TWI）

$TWI = \ln\left(\frac{\alpha}{\tan\beta}\right)$任意の地点からの集水面積と傾斜角度の関係により、水分の移動において土壌がどの程度水分を貯留できるかを示す相対指標である。値が大きいほど水分が貯留しやすい事を示す。TWI は以下に式で計算される。

$$TWI = \ln\left(\frac{\alpha}{\tan\beta}\right)$$

α ＝集水面積（m2）、β ＝傾斜角度（度）

出典：Beven & Kirkby (1979) A physically based variable contributing area model of basin hydrology. Hydrol. Sci. Bull., 24, p. 43–69

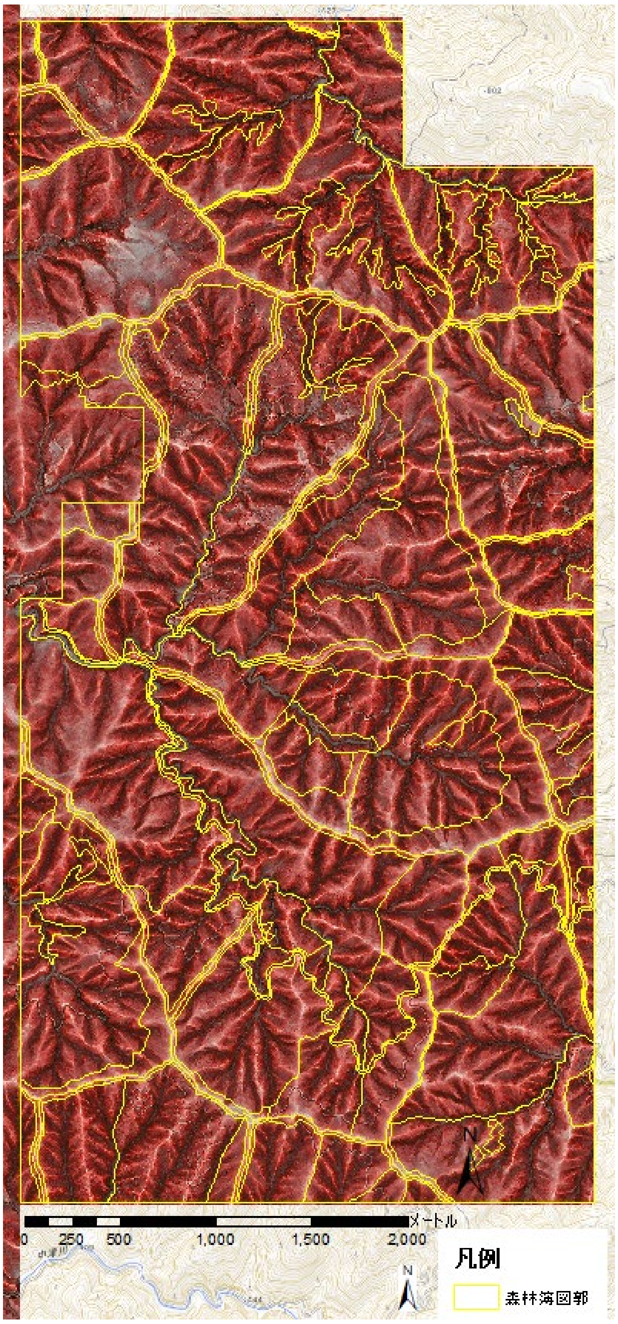
➢ 斜面位置

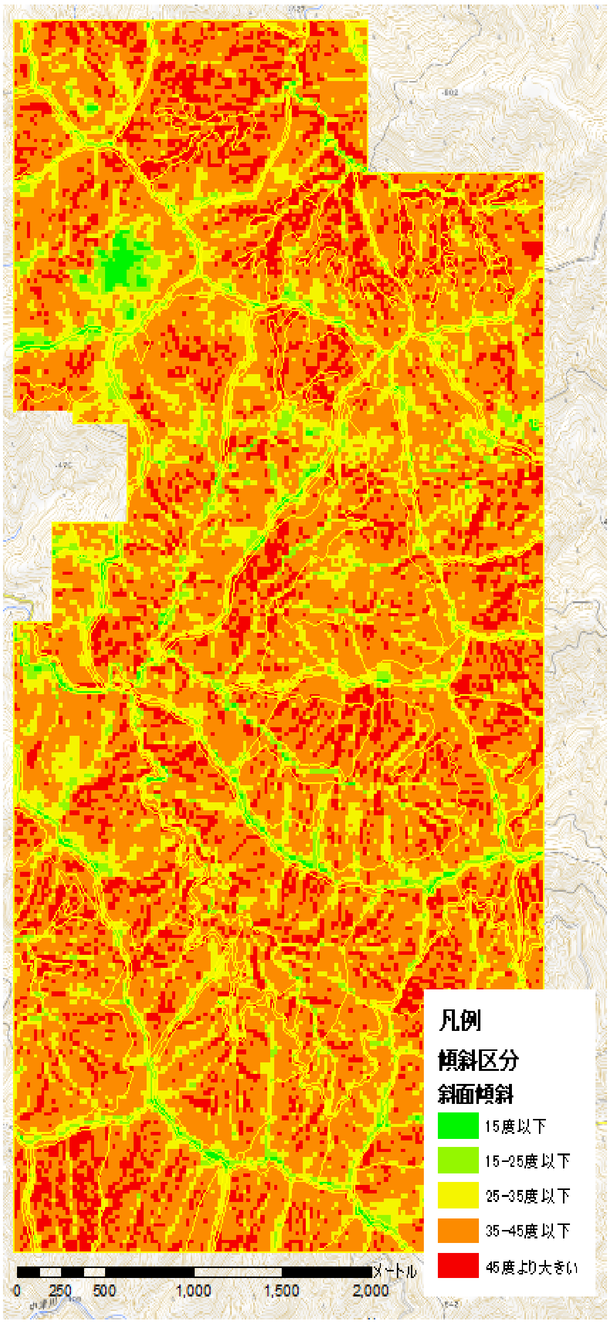
斜面のどの位置にあるかを表す指標である。正の値は尾根、負の値は谷を示し、その地形状態を数値として把握できる。

➢ 露出度

風あたりの度合いを表する指標であり、目標から指定した範囲（1 ㎞）を、一定の仰角（1°）で見回した場合、遮られなかった視準線の角度を積算して算出する。値が 0 の場合は、周囲 360 度に遮るものがある谷沿い、値が 360 の場合は周囲に遮るものが全くない尾根や山頂となる。

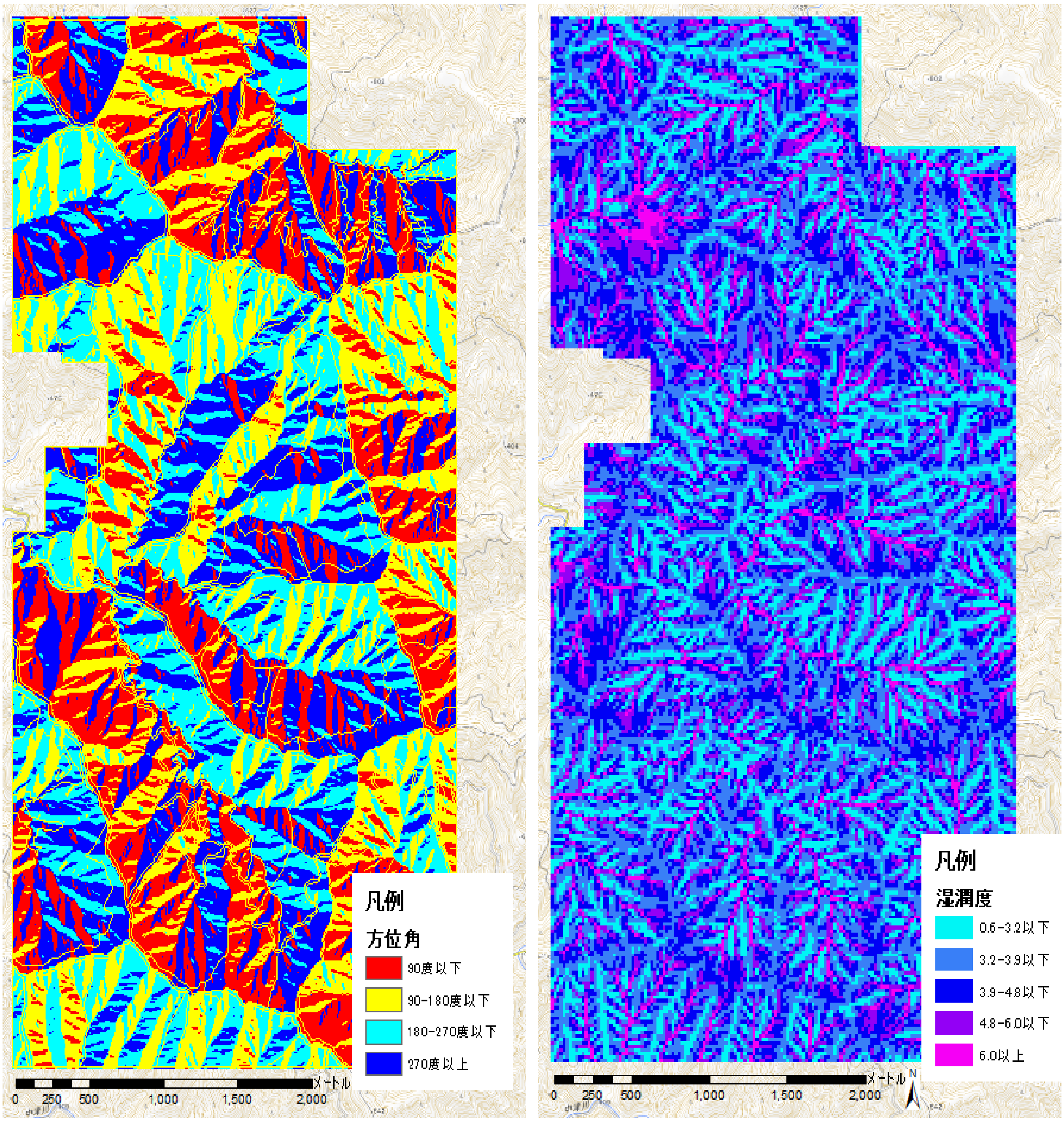
森林資源解析結果を示すものとして各地形解析結果を示したものを図 5-1 から図 5-9 に示す。





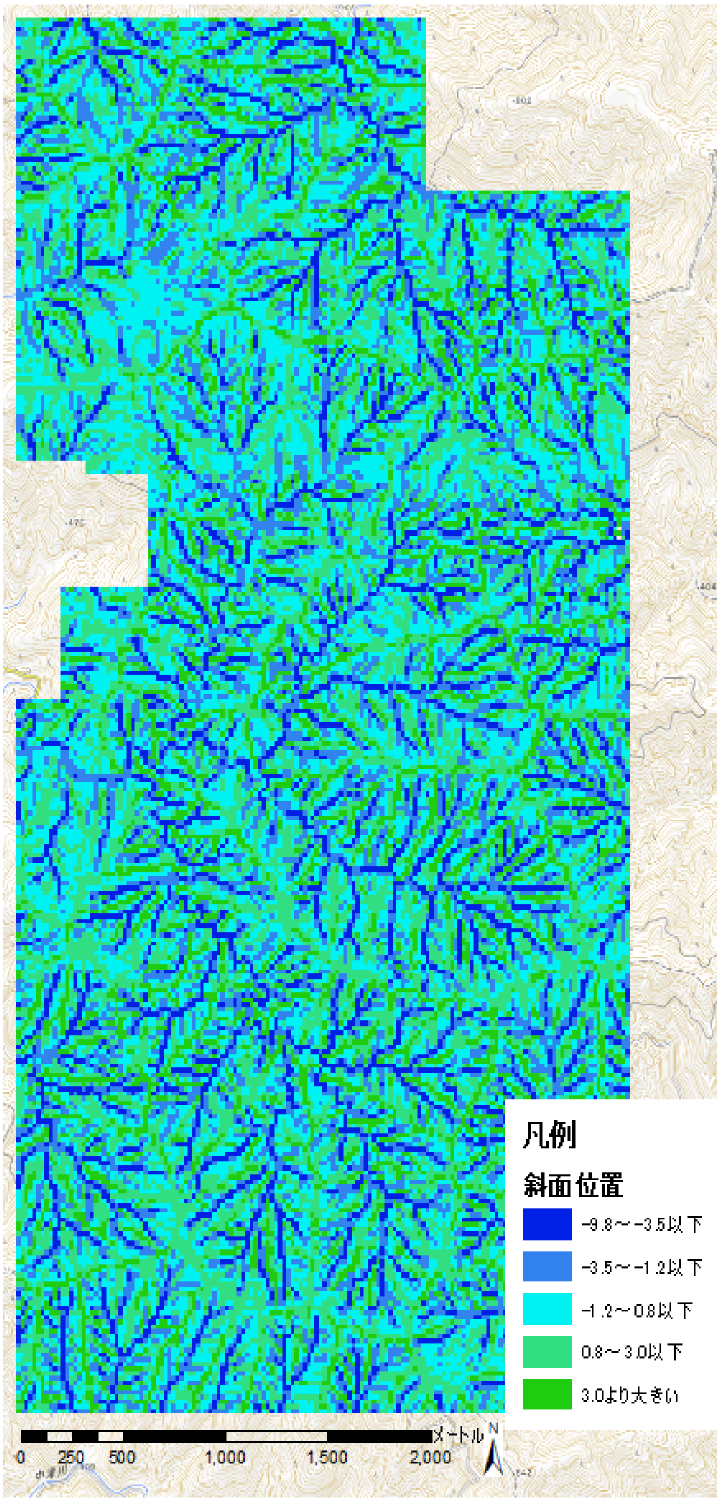
「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

図 5-1　地形解析結果（四万十地区：左_微地形表現図、右_傾斜区分図）



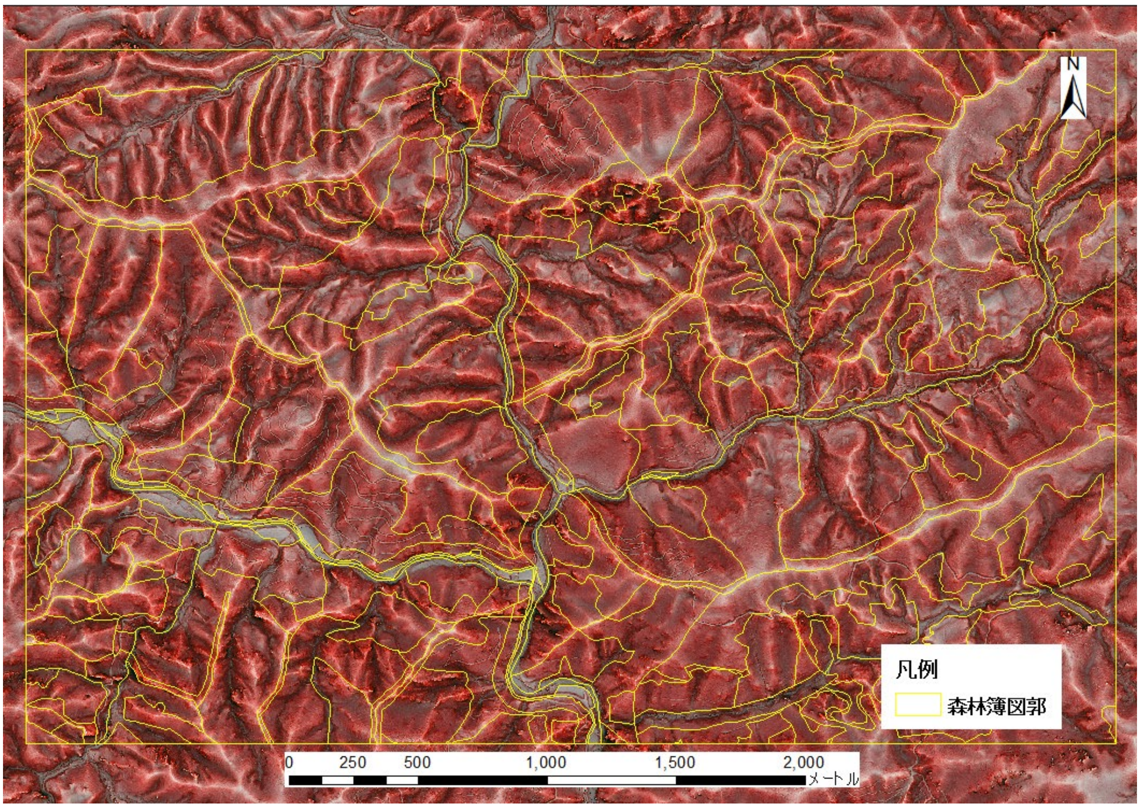
「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

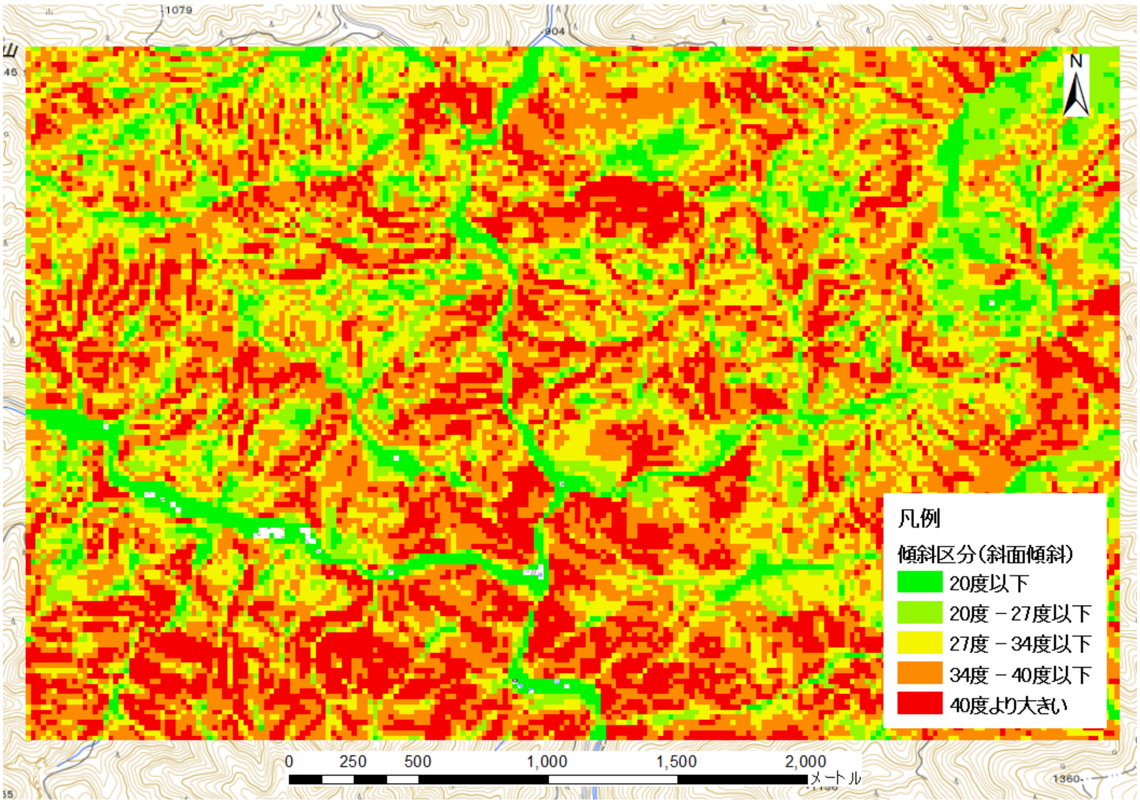
図 5-2 地形解析結果(四万十地区:左_方位角図、右_湿潤度図)



「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

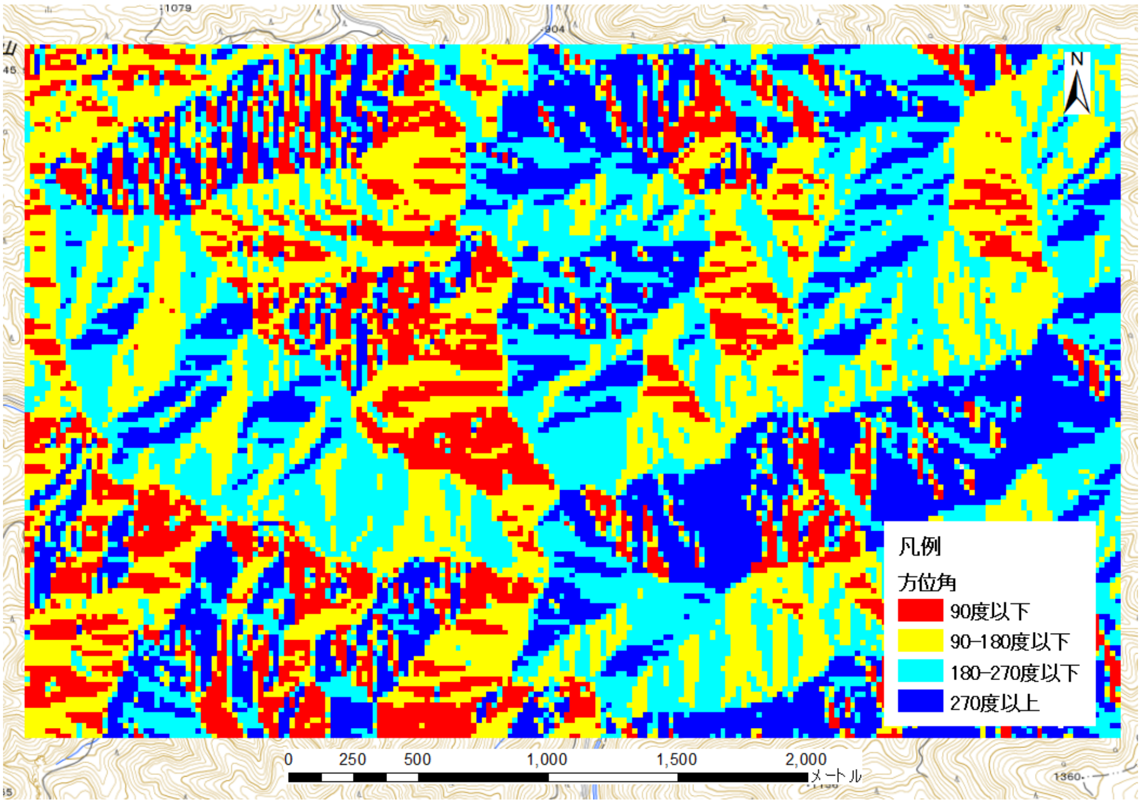
図 5-3 地形解析結果(四万十地区:斜面位置図)

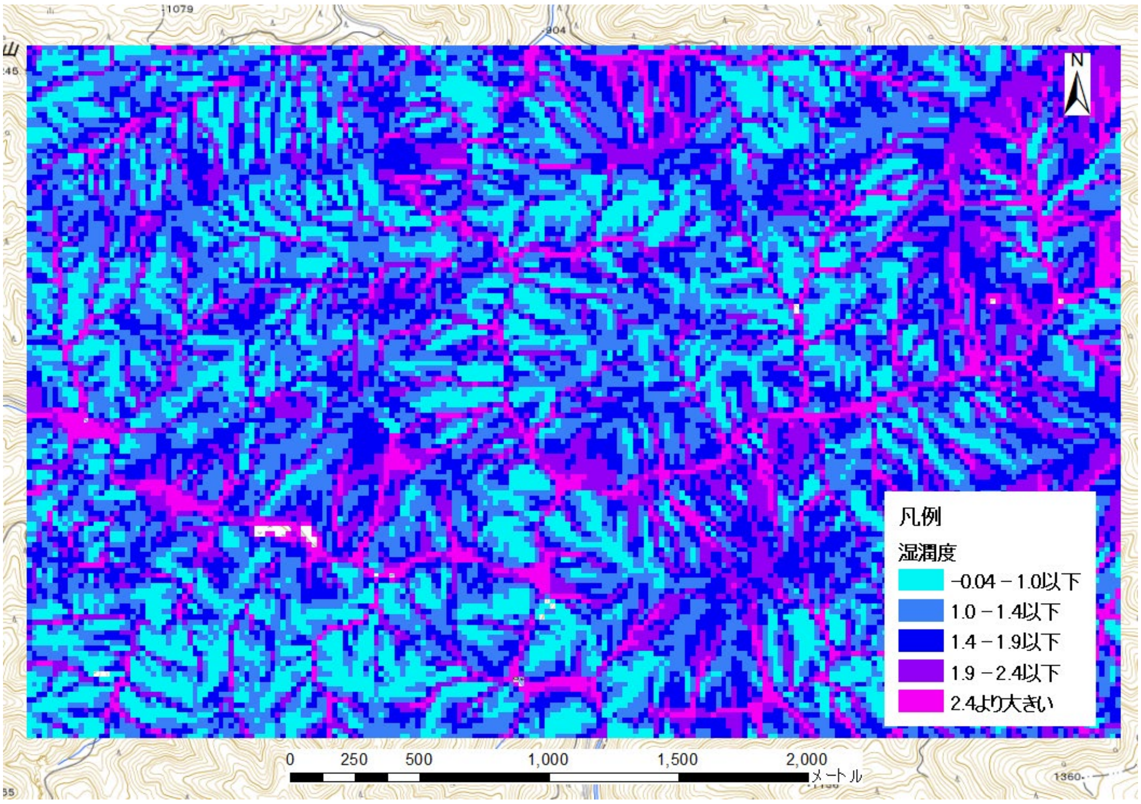




「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

図 5-4　地形解析結果(愛媛地区:上_微地形表現図、下_傾斜区分図)





「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

図 5-5 地形解析結果(愛媛地区:上_方位角、下_湿潤度図)

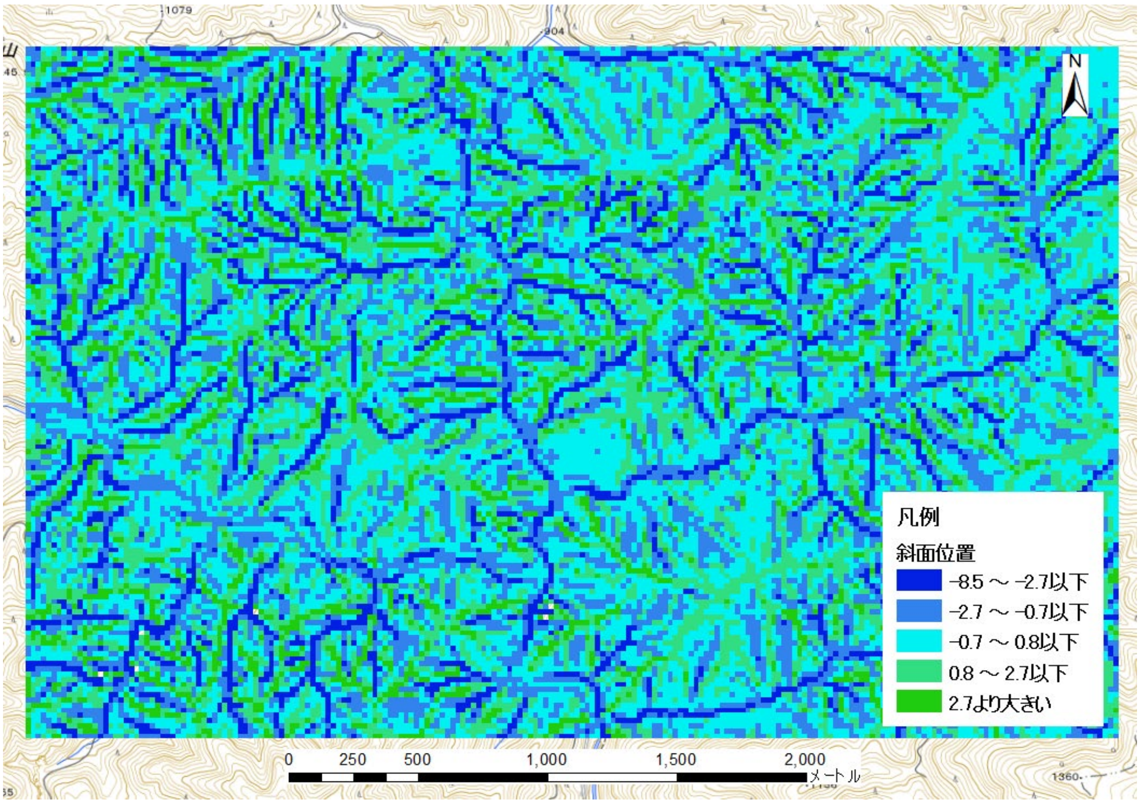
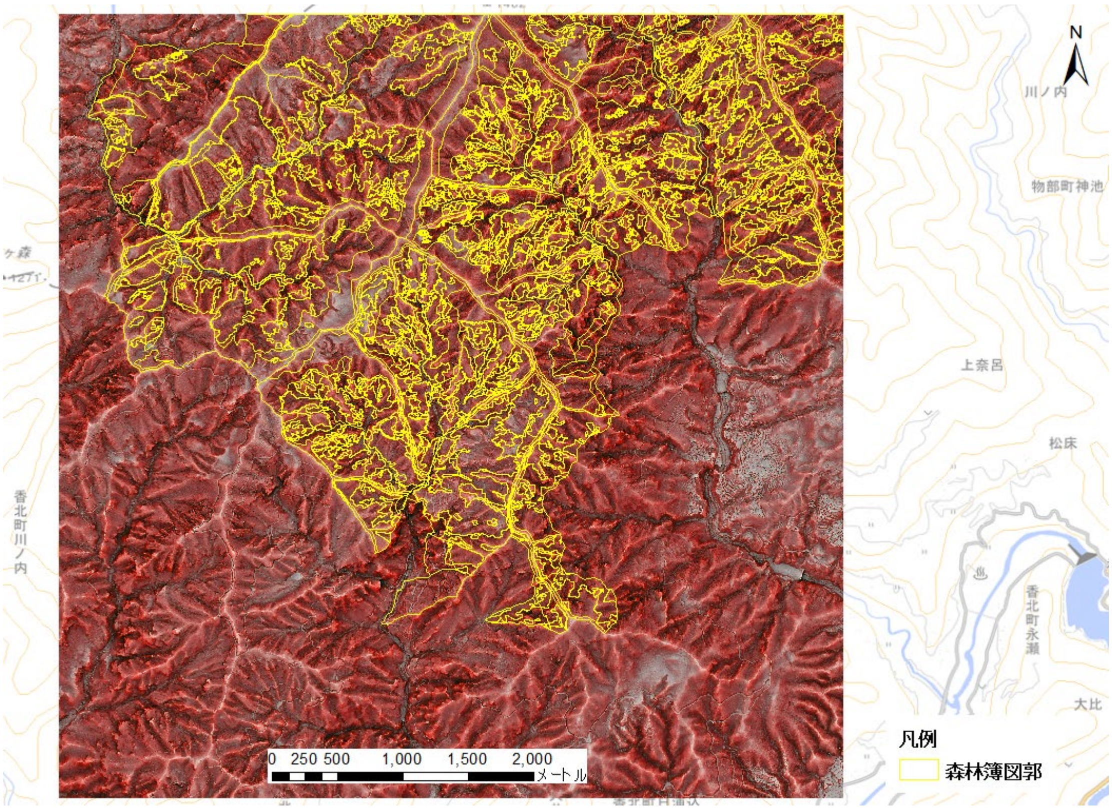
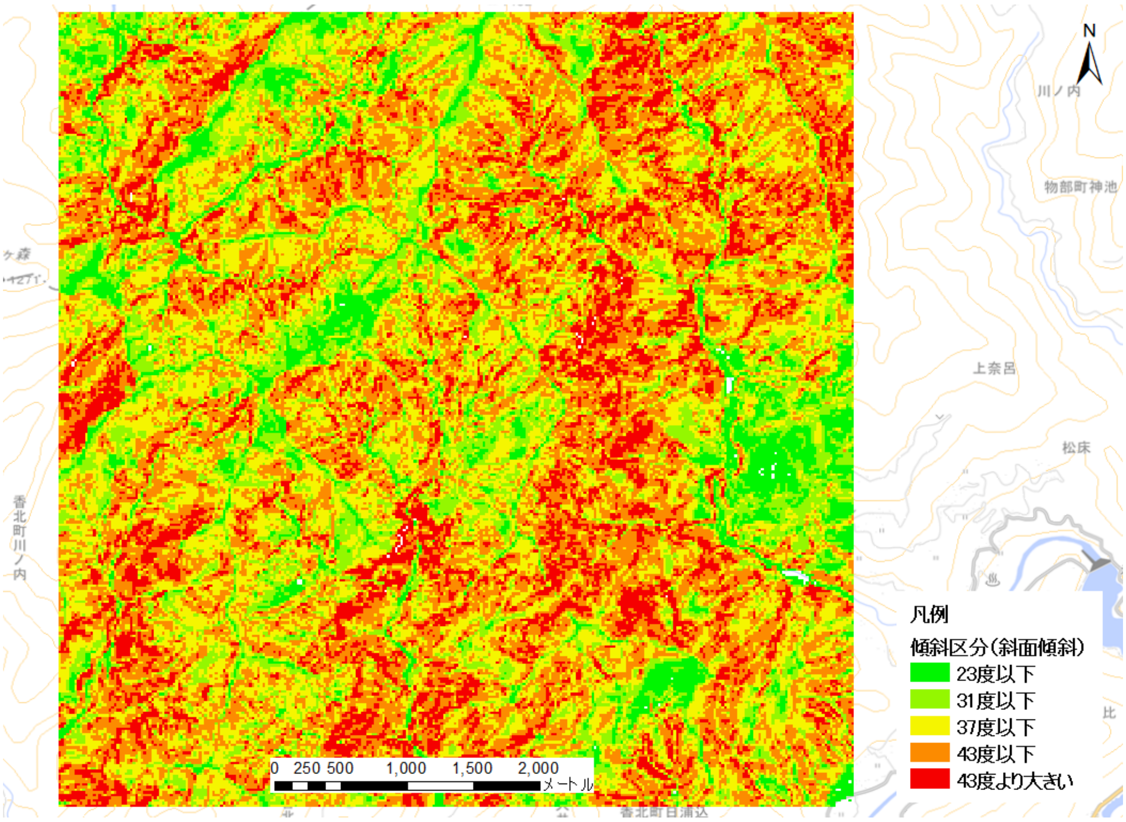


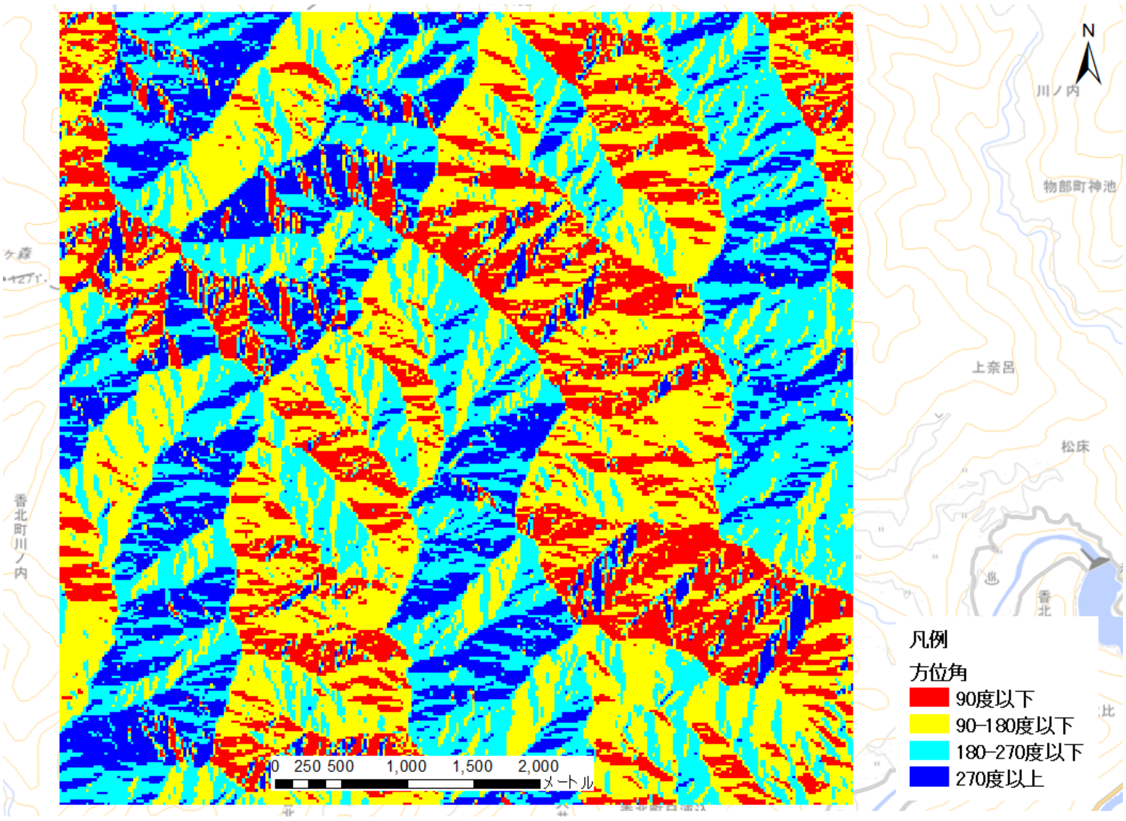
図 5-6 地形解析結果(愛媛地区:斜面位置図)



「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

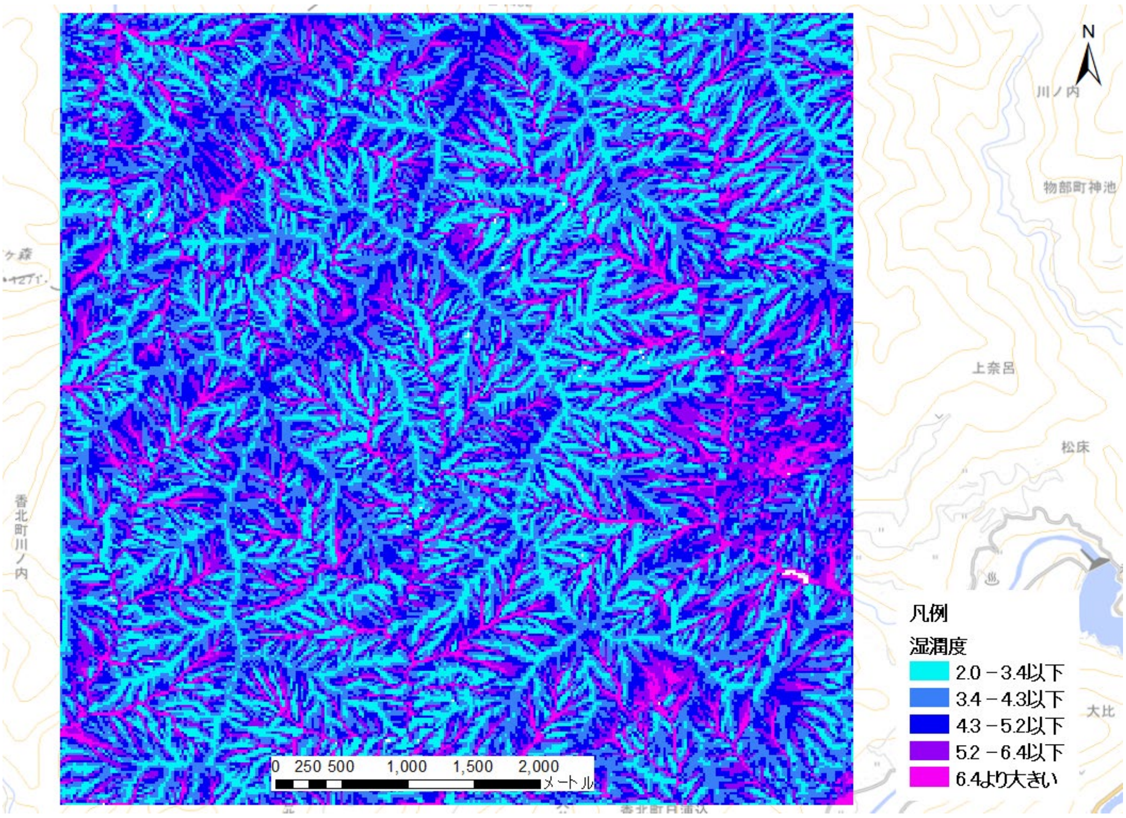
図 5-7 地形解析結果(高知中央:微地形表現図)

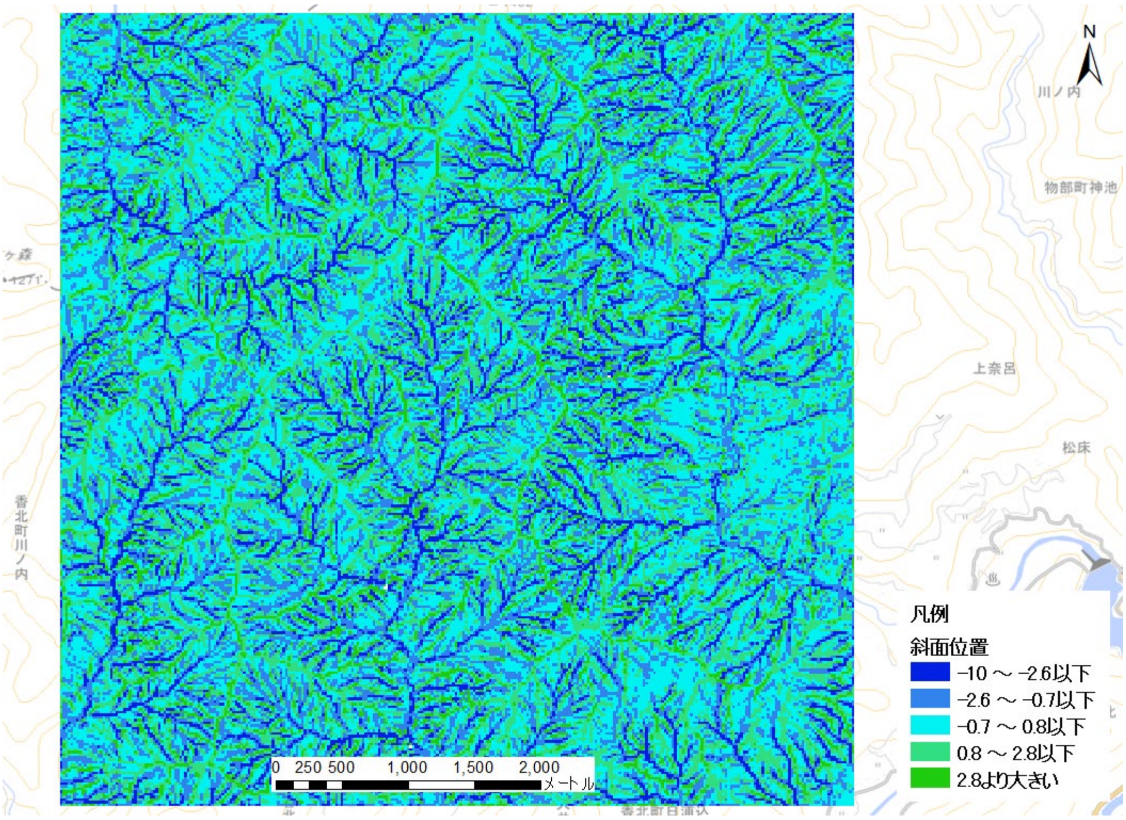




「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

図 5-8 地形解析結果(高知中央:上_斜面傾斜・下_方位角)





「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

図 5-9 地形解析結果(高知中央:上_湿潤度・下_斜面位置)

5.4 スコア表の算出にかかる解析手法検討

従来の国有林におけるスコア表解析手法は、標準地内の各因子をカテゴリ区分し、目的変数を地位指数、説明変数を各カテゴリとして最もあてはまりの良い数値を検討する。このとき、各因子は質的変数と量的変数に区分される。

従来の手法ではカテゴリに区分することにより、量的変数も質的変数に変換する手法であったが、今回は詳細な数値データが整ったことにより、量的変数のみの解析も検討を行った。解析手法は過年度国有林解析資料および文献（例えば寺岡ほか（1991））を参考として、重回帰分析および数量化 I 類解析を用いた解析とした。

次に表 5-2 に示した因子の採用を個々に検討したものを表 5-3 に示す。

表 5-3　各因子の出典および採用状況

因子	出典		採用	除外理由
	航空レーザ	森林簿		
標高	○	○	航空レーザ	
温量指数	×	○	×	解析の空間スケールが小さいため
降雨量	×	○	×	解析の空間スケールが小さいため
土壌型	×	○	×	森林簿がほぼ同じ値
方位	○	○	航空レーザ	
傾斜	○	○	航空レーザ	
表層地質	×	○	×	森林簿がほぼ同じ値
堆積型	○	○	航空レーザ	内部相関の高さによる
有効深度	×	○	×	内部相関の高さによる
局所地形	○	○	航空レーザ	森林簿は内部相関が高い
土性	×	○	×	内部相関の高さによる
風障害	△	○	航空レーザ	
霜	×	○	×	森林簿がほぼ同じ値
基岩	×	○	×	森林簿がほぼ同じ値

出典：○=データが解析可能もしくは記載されているもの

出典：×＝データ取得が不可能なもの

採用：採用した出典データを記載し、データの取得ができないものを×としてその理由を記載

採用にあたり因子の妥当性を検討した。まず、各因子の出典をまとめ、今回求められる 10km2/箇所の単位では温量指数、降雨量の 2 因子は単位となる空間スケールが大きいことから、今回の解析範囲では数値の変化がほぼみられないものとして除外した。

次に土壌型、表層地質、霜、基岩については森林簿の情報によるが、対象範囲の森林簿の情報がほぼ同一であるため、差がないものとして除外した。

次に各データについて、内部相関を算出した。レーザによる地形データおよび森林簿情報（堆積型、有効深度、土性、局所地形（森林簿によるもの））の各内部相関係数を表 5-4 に示す。

表 5-4　各因子の内部相関係数一覧

	地形データ				森林簿			
説明変数	傾斜区分	方位角区分	露出度区分	斜面位置区分	有効深度	局所地形区分	土性	堆積型
標高区分	0.161	0.061	0.258	0.059	0.231	0.114	0.141	0.117
傾斜区分		0.059	0.209	0.122	0.213	0.128	0.163	0.155
方位角区分			0.071	0.117	0.105	0.074	0.097	0.079
露出度区分				0.227	0.189	0.138	0.175	0.167
地形区分					0.198	0.110	0.143	0.135
有効深度						0.712	0.708	0.709
局所地形区分							0.710	0.958
土性								0.708

このとき、森林簿同士のデータの相関は高いものとなり、各数値の値は 0.7 以上（内部相関が高い）結果となった。これは森林簿の各数値が連動しており、数値が独立していないことを示している。このため、解析から除外した。

結果として、上記理由から森林簿のデータは除外されることとなり、地位スコア作成に用いることができる因子は、全て航空レーザに基づく地形データであった。このため、説明変数は全て数量データとなり、カテゴリ分けを行う必要がないことから重回帰分析のみを行うこととした。成長予測モデル作成時同様、各変数は地域毎に設定した 20m メッシュ毎に数値を集計し解析を行った。

5.5　地位スコアの解析

各地域の解析結果について　算出結果を表 5-5、各地区の地位スコア因子を表 5-6 に示す。

表 5-5　各地区の樹種別相関一覧表

	四万十スギ	四万十ヒノキ	愛媛スギ	愛媛ヒノキ	高知中部スギ	高知中部ヒノキ
重相関 R	0.515	0.504	0.460	0.513	0.583	0.550
重決定 R2	0.266	0.254	0.212	0.263	0.340	0.303
観測数	8,303	16,792	6,239	5,402	13,358	6,680

表 5-6　各地区の地位スコア因子別諸数値一覧

		因子	係数	標準誤差	t 値	P値
		切片	18.598			
		標高	0.003	0.000	14.354	P<0.001
		傾斜角	0.056	0.009	6.592	P<0.001
四万十	スギ	方位角	0.000	0.000	-2.104	0.035
		斜面位置	-0.416	0.019	-21.341	P<0.001
		露出度	-0.010	0.001	-15.951	P<0.001
		湿潤度	0.291	0.041	7.142	P<0.001
		凹凸	-0.504	0.049	-10.222	P<0.001

		因子	係数	標準誤差	t 値	P値
		切片	14.987			
		標高	0.000	0.000	-0.557	0.577
		傾斜角	0.039	0.005	7.517	P<0.001
四万十	ヒノキ	方位角	0.000	0.000	0.827	0.408
		斜面位置	-0.203	0.012	-17.304	P<0.001
		露出度	-0.007	0.000	-18.456	P<0.001
		湿潤度	0.583	0.028	20.562	P<0.001
		凹凸度	-0.381	0.028	-13.668	P<0.001

		因子	係数	標準誤差	t 値	P値
		切片	7.889			
		標高	0.010	0.000	23.234	P<0.001
		傾斜角	0.056	0.012	4.701	P<0.001
愛媛	スギ	方位角	0.003	0.000	9.978	P<0.001
		斜面位置	-0.359	0.028	-12.788	P<0.001
		露出度	-0.015	0.001	-18.233	P<0.001
		湿潤度	0.373	0.084	4.419	P<0.001
		凹凸度	-0.225	0.075	-2.995	0.003

		因子	係数	標準誤差	t 値	P値
		切片	25.135			
		標高	-0.009	0.000	-24.411	P<0.001
		傾斜角	-0.017	0.011	-1.637	0.102
愛媛	ヒノキ	方位角	0.002	0.000	8.420	P<0.001
		斜面位置	-0.343	0.023	-14.964	P<0.001
		露出度	-0.005	0.001	-8.566	P<0.001
		湿潤度	0.161	0.095	1.692	0.091
		凹凸度	-0.122	0.063	-1.941	0.052

		因子	係数	標準誤差	t 値	P値
		切片	26.177			
		標高	-0.007	0.000	-59.661	P<0.001
		傾斜角	0.002	0.007	0.328	0.743
高知中央	スギ	方位角	0.000	0.000	-1.775	0.076
		斜面位置	-0.370	0.016	-22.664	P<0.001
		露出度	-0.003	0.000	-8.713	P<0.001
		湿潤度	0.036	0.028	1.282	P<0.001
		凹凸度	-0.117	0.037	-3.135	0.002

		因子	係数	標準誤差	t 値	P値
		切片	18.920			
		標高	-0.005	0.000	-35.172	P<0.001
		傾斜角	0.054	0.009	6.226	P<0.001
高知中央	ヒノキ	方位角	-0.001	0.000	-2.313	0.021
		斜面位置	-0.286	0.019	-14.903	P<0.001
		凹凸度	-0.366	0.047	-7.842	P<0.001
		露出度	-0.010	0.001	-19.789	P<0.001
		湿潤度	0.089	0.041	2.152	0.031

まず、重相関は最も高いもので高知中央スギの 0.34、低いもので愛媛スギの 0.21 となった。推定精度も重相関に準じる形となるため（地位指数調査要領に示される、地位指数判定基準を用いた推定精度として、重相関係数 0.8 以上が必要）、数値上ではこの基準を満たしてはおらず、サンプルデータのスクリーニングが必要と考えられるが、今回は、全体的のデータの傾向を探るため、メッシュ内が全て同一樹種で、本数が 5 本以上のものを全て観測数として解析に加えて実施した。

各地区のスコア因子の一覧をみると、想定地位の算出に影響がある因子が樹種・地域で多少異なっていることがわかる。

影響が大きい因子としては斜面位置および露出度が挙げられる。斜面位置は地形の尾根・谷の配置を表す地形であることから、人工林樹種の植栽適地を示す（谷スギ、腹ヒノキ）を示すものであり、露出度は任意地点からの見通しをモデル化したもので、これを基に風の影響を示すことを想定している。

反対に影響が少ないものとして、方位角、傾斜度が挙げられる。四国管内の山林地形は一般的に急峻であり、傾斜の区分のみでは有意な差を示すことが困難であることが推測できる。

各地域および樹種別の推定地位から地位の差分をヒストグラムで表したものを図 5-10~図 5-15、各推定地位を 20mメッシュで表し、微地形データと重複させたものを図 5-16~図 5-21 に示した。

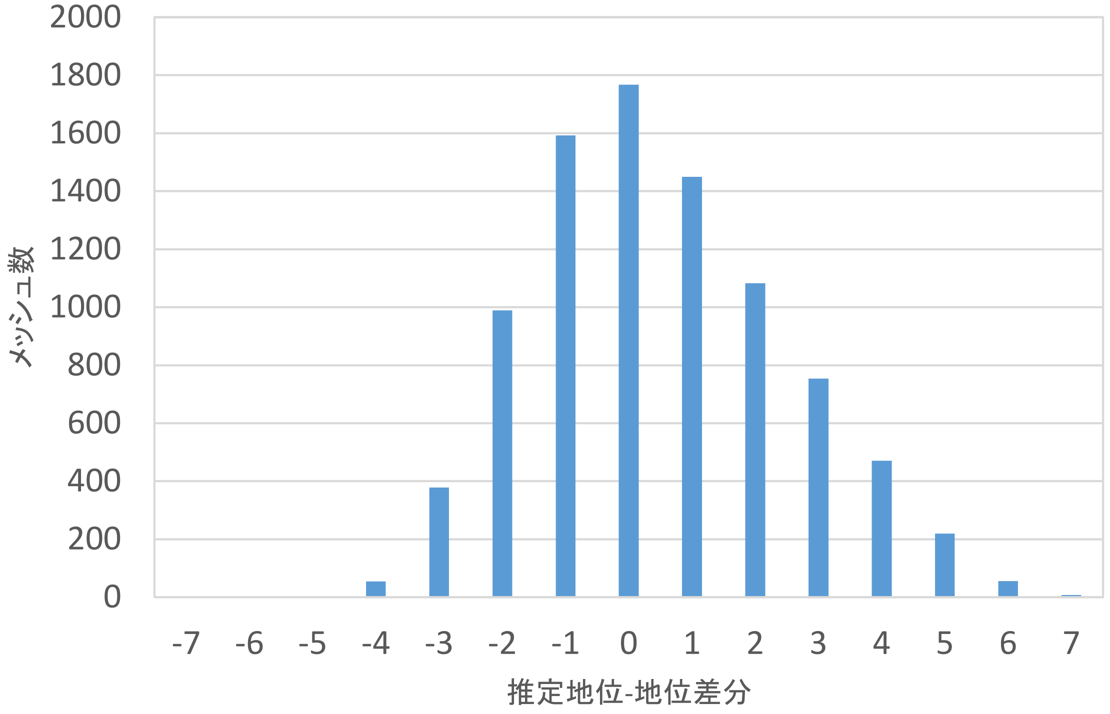


図 5-10 推定地位－地位差分ヒストグラム（四万十スギ）

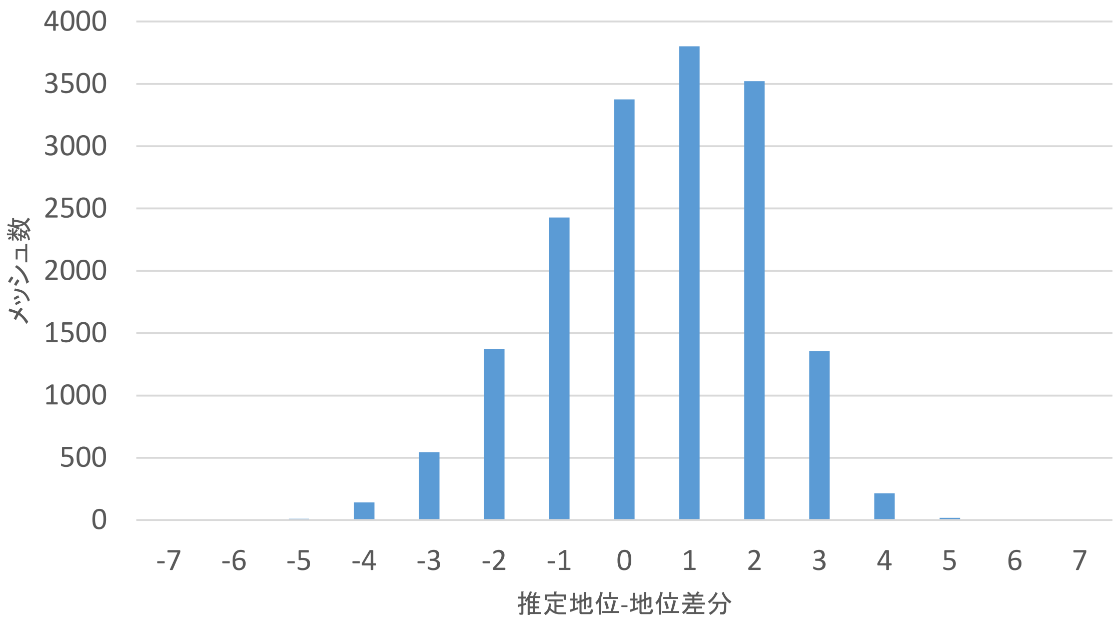


図 5-11 推定地位－地位差分ヒストグラム（四万十ヒノキ）

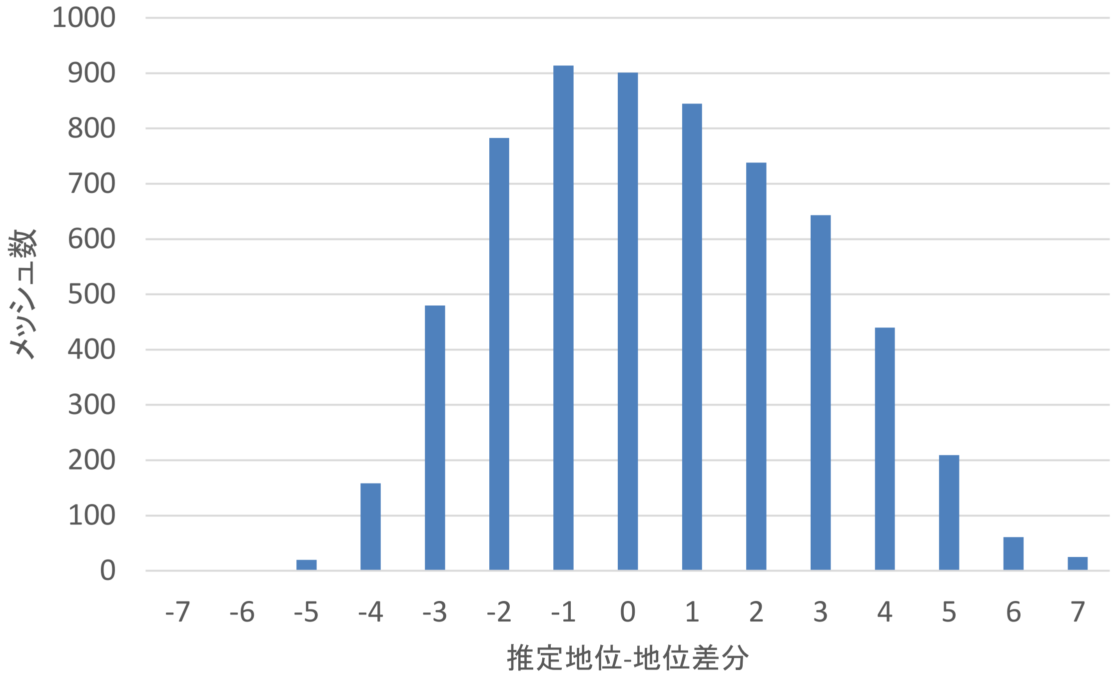


図 5-12 推定地位－地位差分ヒストグラム(愛媛スギ)

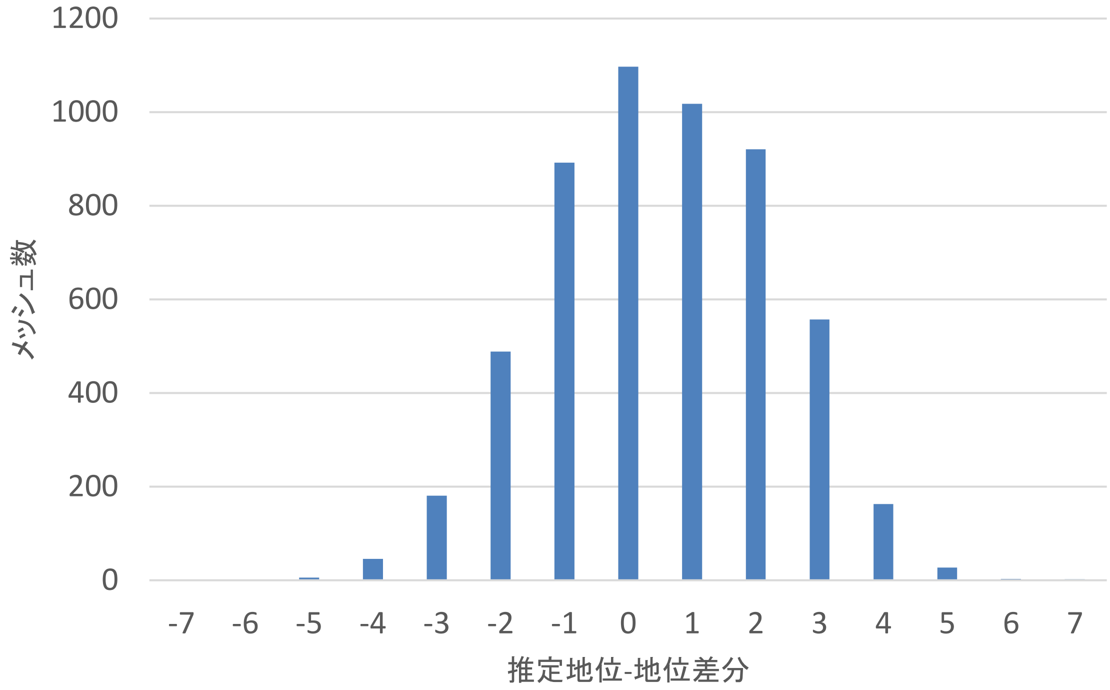


図 5-13 推定地位－地位差分ヒストグラム(愛媛ヒノキ)

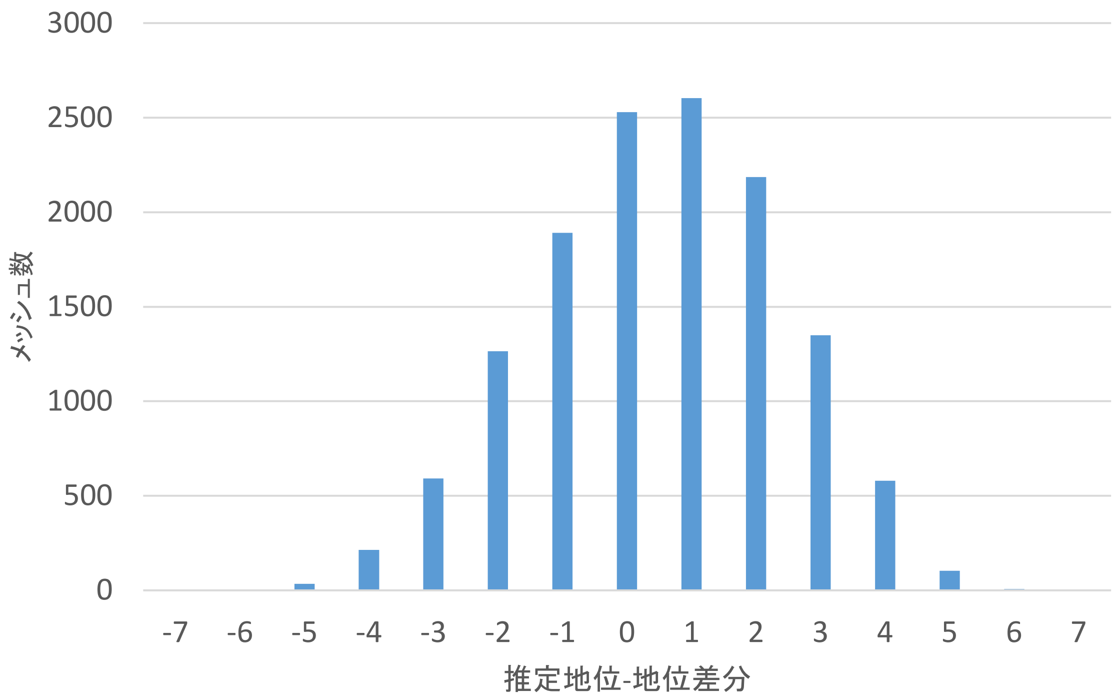


図 5-14 推定地位－地位差分ヒストグラム（高知中央:スギ）

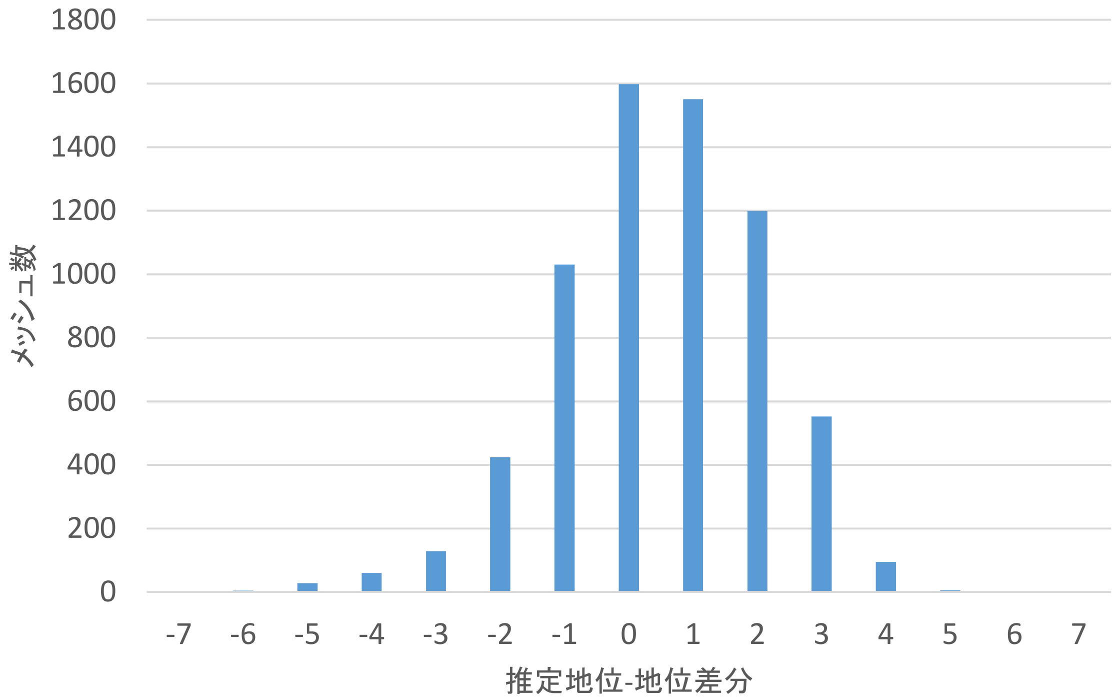
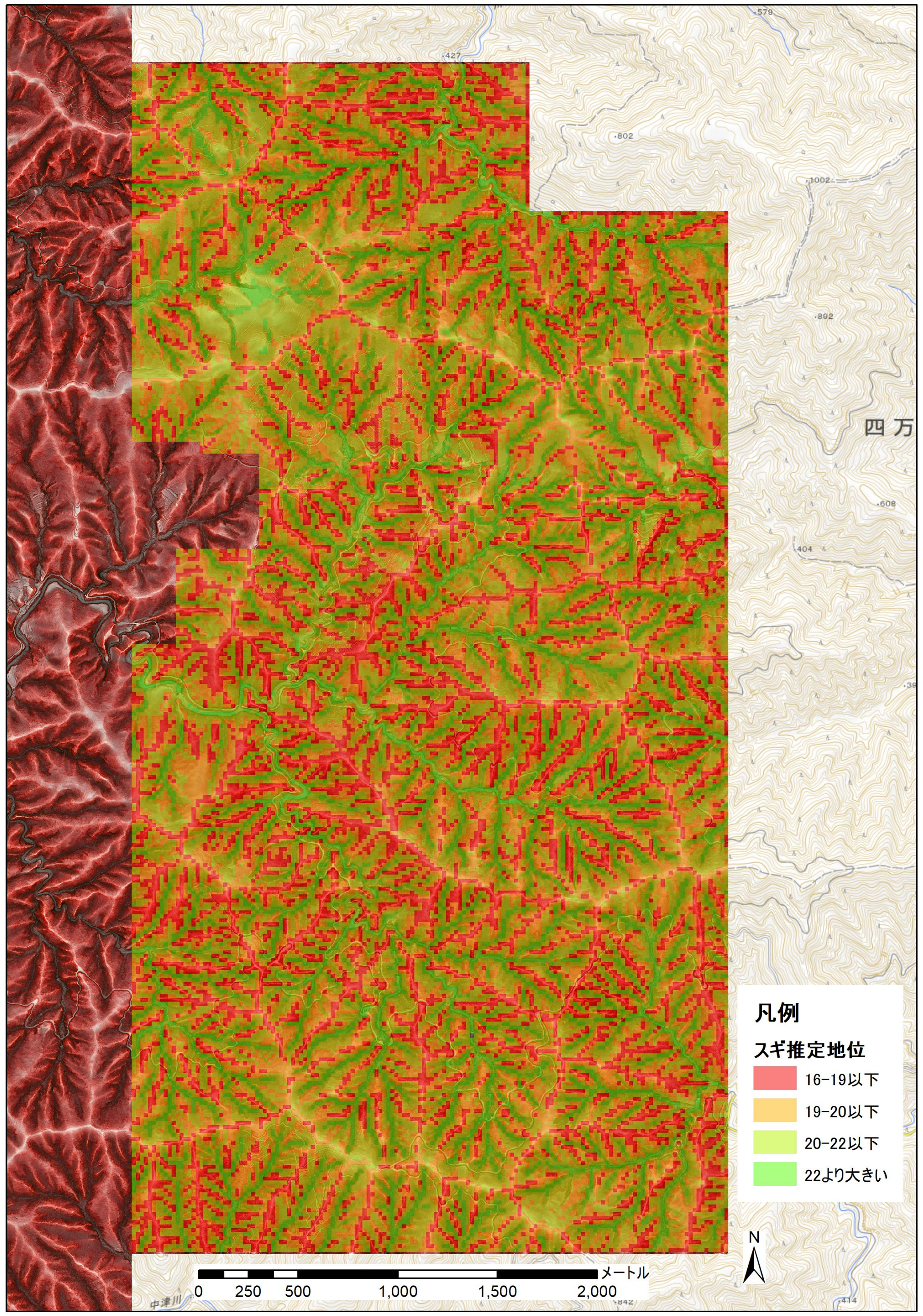
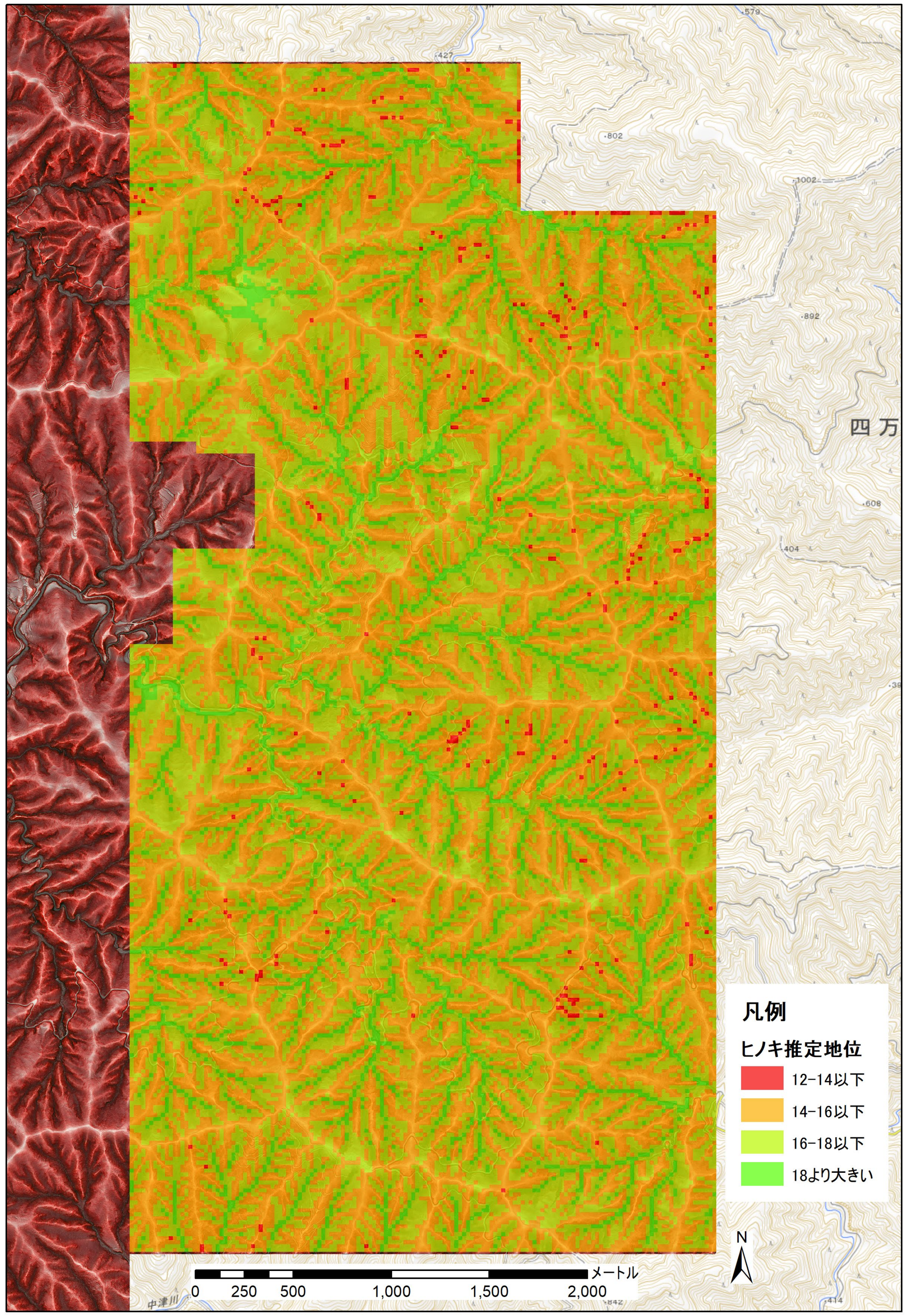


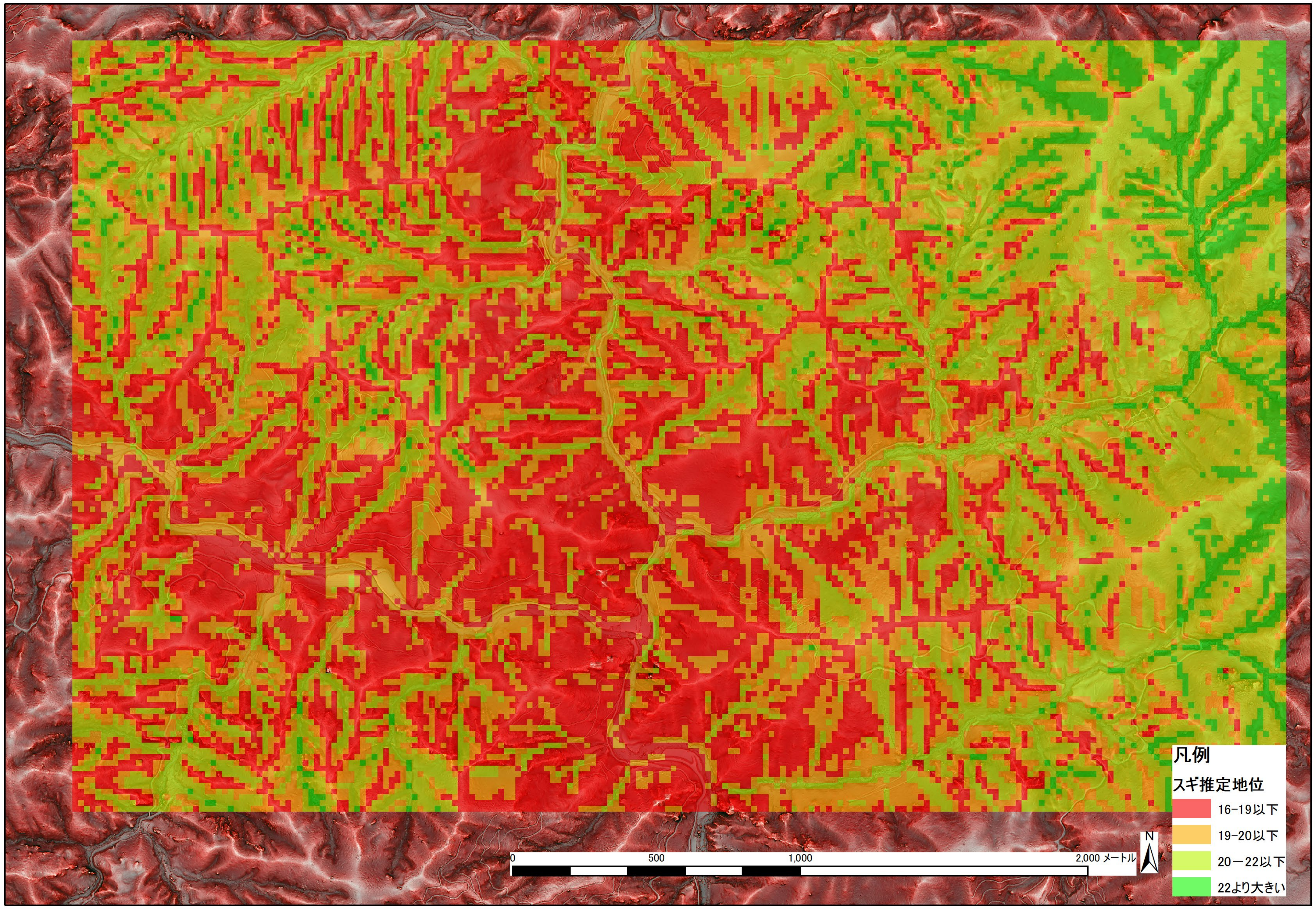
図 5-15 推定地位－地位差分ヒストグラム（高知中央:ヒノキ）





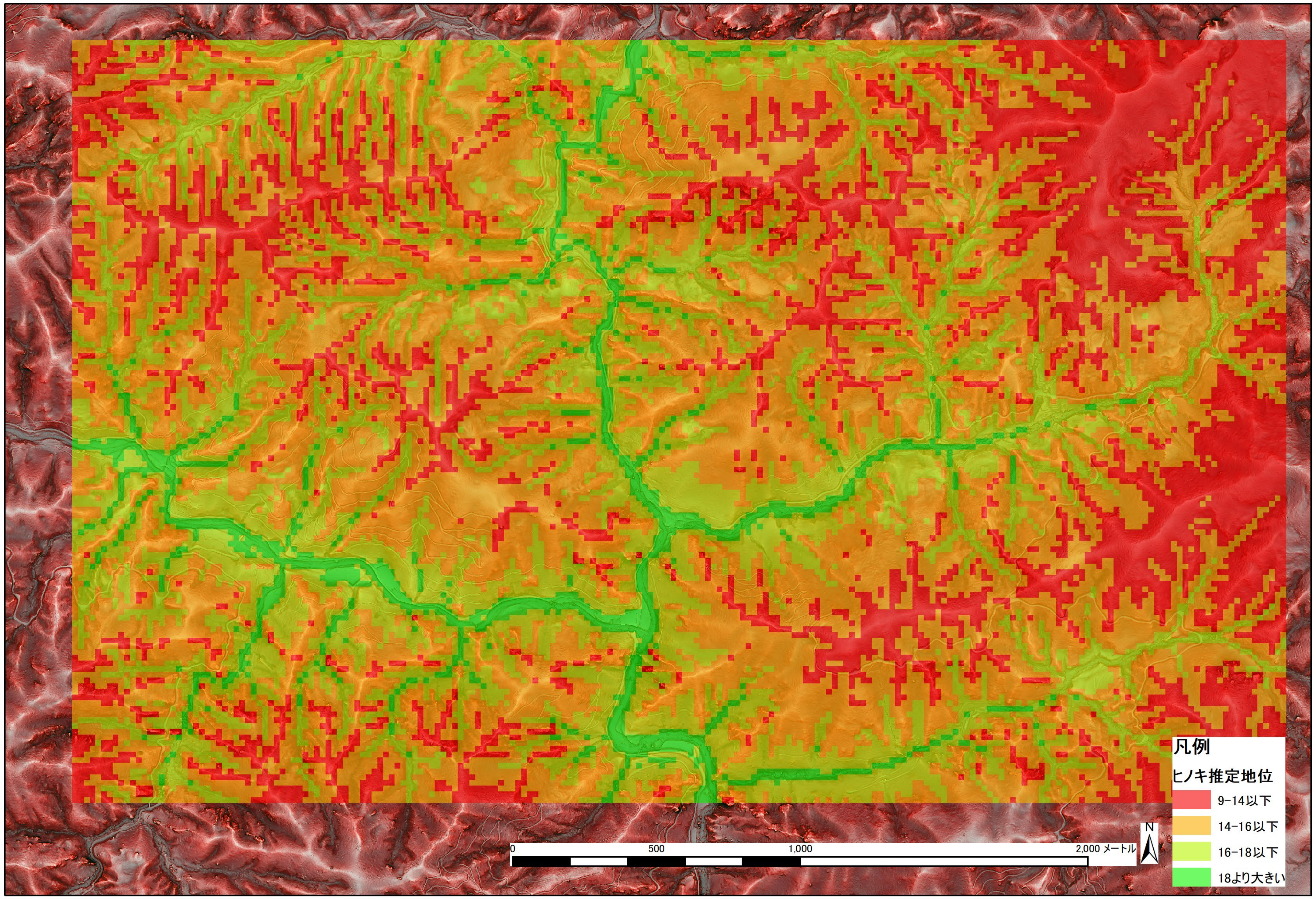
「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

図 5-16 スギ・ヒノキ地域別スコア（四万十地域）



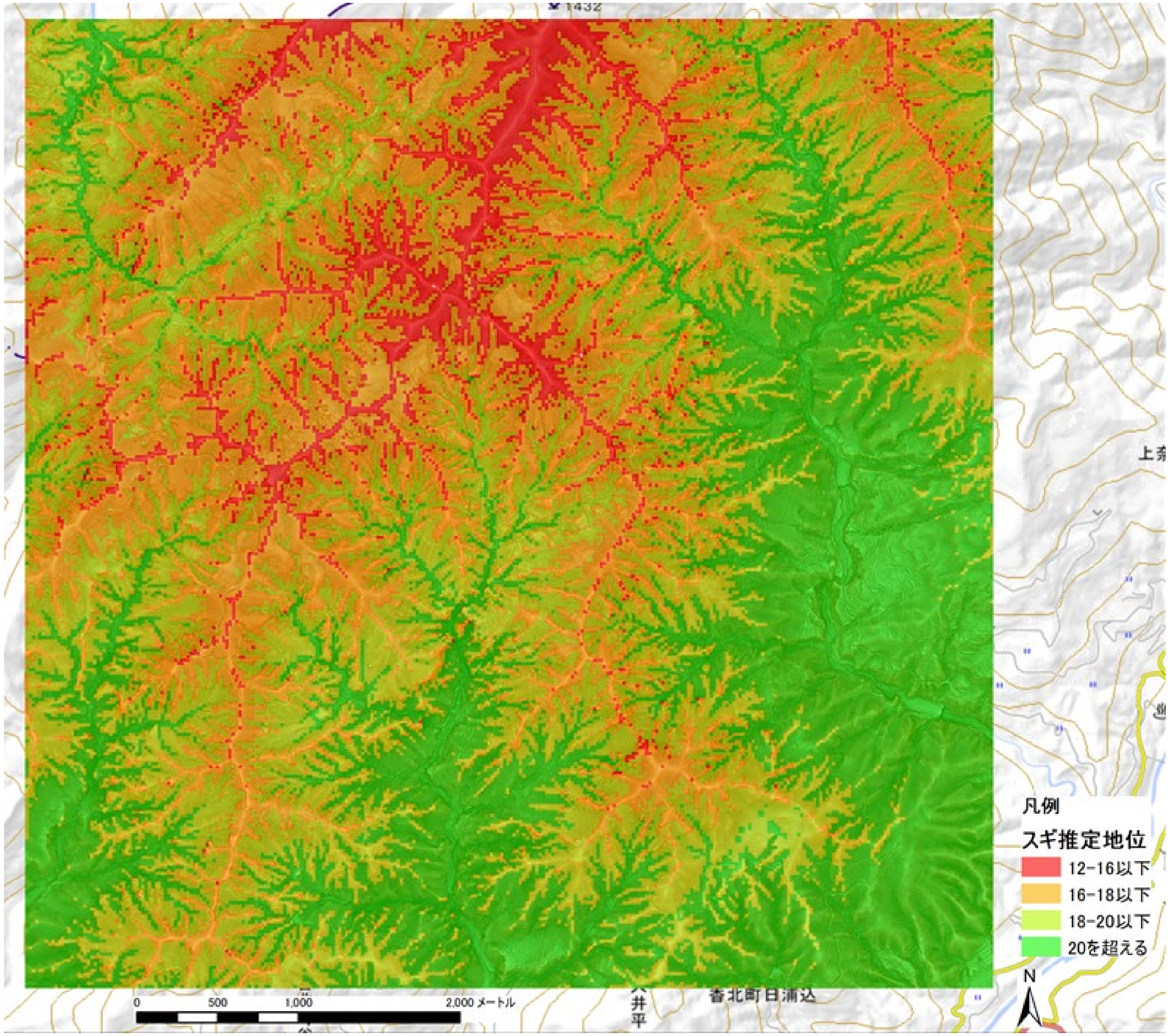
「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

図 5-17 スギ・ヒノキ地域別スコア（愛媛地域：スギ）



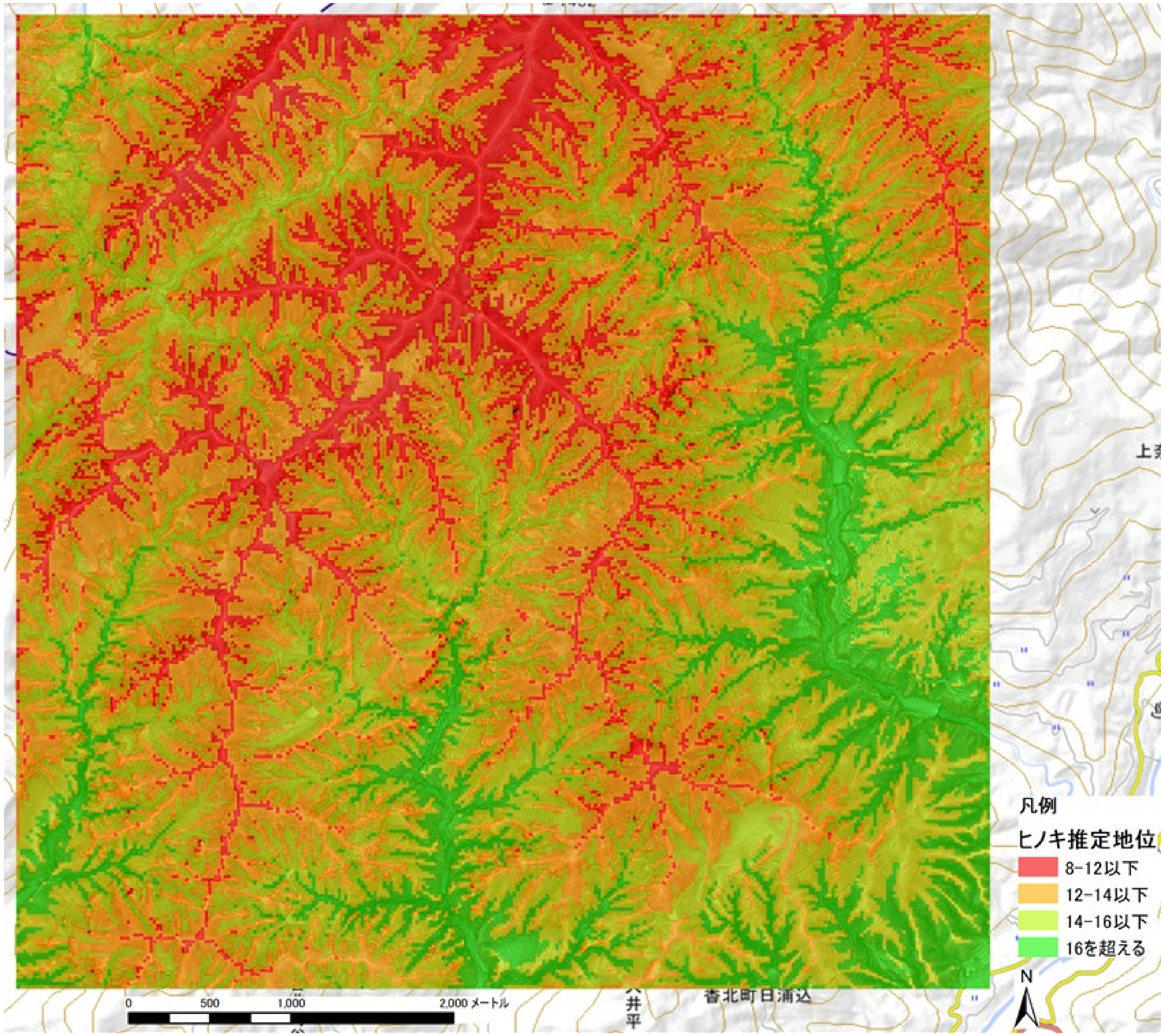
「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

図 5-18 スギ・ヒノキ地域別スコア(愛媛地域:ヒノキ)



「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

図 5-19 スギ・ヒノキ地域別スコア(高知中部地域:スギ)



「地理院タイルに解析結果を追記して掲載」

図 5-20 スギ・ヒノキ地域別スコア（高知中部地域:ヒノキ）

5.6 地位スコア表の改善にかかる検討

地位指数調査要領が規定する重相関係数 0.8 以上を達成するためにはすべてのメッシュの推定地位から地位を引いた推定値が－1~1 のレンジに収まることが必要となる。

実際の結果では同レンジに全ての計算メッシュの 60%以上が収まったものの、分散は求められる範囲よりも大きいものとなり、同要領が求める精度は達成できなかった。この原因と改善方法を検討する。

- ➢ データスクリーニングの検討

過年度の地位スコア算出にかかる調査では、標準地調査によるデータ蓄積と解析であり、極端な成長を示す林分を除外するなど、必ずデータスクリーニングを実施している。

今回の解析では、対象メッシュ林相が全て対象樹種であり、かつ 5 本以上を抽出するという抽出のみを実施した。これは、恣意的な判断とならないようにすることと、本解析手法でスクリーニングを実施した事例がなく、具体的な手法検討まで至らなかったことによる。

ただし、過去文献では、データのスクリーニングが重要視されており、例えば、渡辺（1965）は対象林分で間伐方法の違いがある場合は選択しないことや、原則 30 年生以上の林分を対象にすることなど、いくつかのノウハウが示されている。条件を定めて解析対象メッシュを絞り込むことにより、精度の向上を図ることができる。

ただし、統計上の相関係数を高めたとしても、現実林分に適応出来ているのかを確認するため、現地調査等による検証が必要である。

また、今回はレーザ計測データを用いて算出を行っており、解析方法を改善して樹頂点抽出の精度をより高めるなどを検討も併せて必要である。

- ➢ 林齢情報の精度向上

今回の調査範囲は同一林小班内で全て、スギ・ヒノキの林齢が同一であり、これにより地位指数を算出しており、林齢情報の精度には疑問がある。地位スコアの算出において基盤データの精度、特に林齢情報は極めて重要であり、例えばプロット調査した林分は必ず年輪解析が必要であるなど林齢の確認の重要性が指摘されている（渡辺 1965）。新たな成長予測モデルも地位スコアも林齢に対する上層平均樹高を基盤として解析を実施するものであるため、この精度向上は、常に検討する必要がある。

これらは、前年度業務でも指摘された部分であり、今回も各解析の精度向上に欠かせない部分であると改めて確認された。林齢情報の精度確認は極めて大きな労力となることから、日常の業務の中において、情報収集を行い蓄積することがポイントになるものと考える。

➢ 地位スコア表の適用範囲と適用因子の検討

後述の委員会にて指摘があった件として、地位スコア表の適用範囲と、その因子の組み合わせについて更に検討を加えるべきとの指摘があった。

現在、使用されている地位スコア表は四国地域を 4 区分したものであり、その範囲は広く、そのため、スコアに組み入れる因子として降水量や温量指数、地質などの因子が加えられている。

今回のスコア作成は約 10km2 程度の範囲をサンプルとし、降水量や地質などの変化はほぼないものと考えられる。そのため、過去文献確認も踏まえ、微地形から解析できる因子の組み合わせを行ったが、地盤情報の曲率や水分量の推定など微地形情報に起因するものを利用し、地区の比較で実施した。

この推定される樹高成長曲線は 3 つとなるが、4.2 で検討したとおり各地域で若齢林のデータ不足があるなど精度向上に向けたデータの補完が必要である。

加えて、委員の指摘にあったとおり、そのスケールの違いにより、必要となる因子は当然異なることが予想され、今後、地位スコア表を国有林の計画立案業務でどのように活用するのか、使用目的をより明確化する中で、その範囲と因子の組み合わせについて検討を重ねる必要がある。このとき、範囲内の各成長式は 1 つになり、この式と各因子の検討について検討する必要がある。利用目的に応じた地位スコアの設定、およびそれに伴うスケールと式の最適な組み合わせは今後の課題となる。

最後に解析そのもの課題として、今回の因子では、過去文献から推測した結果と異なり、今回利用した因子のみでは推定地位の計算には課題があることも明らかになった。表 5-6 では、地位指数のレンジが大きい場合の変化量の計算が乏しく、因子に補正を加えるか、もしくは新しい因子を加えることが必要であることも示唆されている。今後、各スケールにおいて樹木の成長に影響を与える因子を改めて整理し、地位スコア作成に用いることができるか検討する必要がある。

６収穫予想表・地位スコア運用実態の調査

昨年度業務にて実施した検討委員会にて、委員より収穫予想表の利用について、各森林管理局、各森林管理署など国有林の現場部門にてどのように利用されているか把握すべきとのご意見を頂き、本年度では四国森林管理局計画課を対象として、収穫予想表および本年度から解析対象となった地位スコア表の運用状況について書面にてアンケート調査を行った。併せて四国森林管理局では収穫予想表について中心線のみの運用としていることから、この理由についても伺った。以下、これにかかる質問と回答について記載する。

質問１

四国森林管理局内の収穫予想表を確認しますと、１つの地域について収穫予想にかかる成長曲線が１本（大径材を含めるならば２本）となっております。
他地域の森林管理局や民有林では成長を同一地域で 3 段階～6 段階に分けて、地位指数別に管理するパターンが多いのですが、四国地域でも同一地域で地位に応じた複数の成長曲線が必要なのではないかと考えられますが、その点について、どのようにお考えでしょうか。地位に応じた調整について、現場の管理の中で適切に行われているということであれば、その実施状況について、具体的な方法をお教えください。（地位に応じた複数の予想を作らず、標準的なもの（一つ）に対し、地位等の現地状況に応じて、標準を適宜調整して適用するという案もある中、どのようなやり方が最も効率的・効果的かを検討したいと思いますので、成長曲線１本の四国局のやり方を参考にさせていただきたいと思います。）

（回答）

平成元年度作成の収穫予想表は、同一地域を３段階の地位に分けて収穫予想表を作成。平成５年度に同一地域１種類の収穫予想表に改訂。そのように改訂した理由は、３段階の収穫予想表があると、システムに入力する上で複雑となるため、業務の省力化を図る観点から、３段階の収穫予想表を当時使用していた地位２（中位？）の収穫予想表に統一した。

質問２

現行の収穫予想表の乖離が現実より大きいと言われる原因として、過年度の業務検討結果では樹高の差よりも間伐手法が弱度間伐（下層間伐）から利用間伐を主体とした上層間伐に代わり、本数や材積が大きく異なるためで、これは現行の収穫予想表を作成した昭和40年代に想定した施業体系と異なってきているためではないかと想定しますが、四国森林管理局内でも同じような状況があり、収穫予想表と実態の乖離があるのか、それは事業実行上の課題がないのか等をご教示頂ければと思います。

（回答）

ご質問のとおり、間伐の手法が、利用間伐（搬出間伐）にシフトしたことにより、調査簿の ha 当たり蓄積（収穫予想表に基づき計算）と現況とが合わないことが多い。また、間伐実施後は、間伐実施前と比べて成長量が大きくなると考えられるが、間伐前と同じ成長量で計算していることも調査簿と現況とが合わない原因。他方、調査簿データが現地の現況を正確に反映していなくても、主伐・間伐の事業実施時には、必ず現地調査を行い、正確な ha 当たり蓄積を把握している。

質問３

収穫予想表や地位指数スコア表を四国森林管理局内で特に利用する業務（どのような場面で利用しているか）と、それに対して課題があればご教示ください（例えば仮に、実態との乖離が出てきたので、局にて予想表や地位指数スコア表の見直し作業を行っているなどあれば、その内容についてもお教え下さい。）。

（回答）

＜収穫予想表を特に利用する業務＞

調査簿の ha 当たり蓄積の計算に利用。

＜地位指数スコア表を特に利用する業務＞

過去に算出した地位等級（地位指数スコア表を利用し、地位指数（40 年生の樹高）を算出し、地位判定基本図（林野庁作成の収穫表ベースのもの）に当てはめて算出）を現在でも利用。林小班毎の地位等級（地位級）は土地の生産力を判断する指標の１つとして活用しており、修正する必要はない。

なお、地位指数スコア表を使って求めた地位指数（40 年生時点の樹高）は、林野庁作成の収穫表ベースの地位判定基本図に当てはめて地位等級（地位級）を求めており、地

位指数スコア表と収穫予想表は連動していない。

質問４

今後、収穫予想表を集約化または細分化するにあたり、現場からの情報などを鑑みて、四国森林管理局内の地域として細分化もしくは集約化を希望する地域もしくは区分（1 等～3 等など）はあるか。（地域として特に明示できるものがあればご教示頂ければと思います。）

（回答）

平成元年度に作成した収穫予想表（高知営林局）では次の順序で成長量が高いとして、四国を５つの計画区に区分。

安芸＞高知＞四国西南＞松山＞高徳

５つの計画区の地域（当時の営林署）は、次のとおり。

① 安芸：安芸、魚梁瀬、奈半利

② 高知：大正、窪川、須崎、高知、本山、大栃

③ 四国西南：宇和島、宿毛、清水、中村、川崎

④ 松山：西条、松山

⑤ 高徳：徳島、高松

7委員会の実施

仕様書に基づき、主として成長予測モデルおよび地位スコアを検討するものとして以下の委員会を開催した、以下その議事録について記載する。

１．開催日時　2021 年　1 月 26 日（火）　10:00～12:00
２．開催場所　Web による開催

検討委員会出席者名簿

（敬称略）

■委員（五十音順）

植木　達人	信州大学農学部　農学生命科学科　森林・環境共生学コース教授
西園　朋広	国立研究開発法人　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）
松英　恵吾	宇都宮大学　農学部　森林科学科　森林社会学分野 森林計画学准教授

■林野庁

山之内　留美子	国有林野部 経営企画課 経営計画班
柳瀬　隆史	国有林野部 経営企画課 経営計画班
出野　伸明	国有林野部 経営企画課 経営計画班

■アジア航測

塚原　正之	国土保全コンサルタント事業部	ICT 林業課
矢部　三雄	国土保全コンサルタント事業部	総括技師長
野中　翔平	国土保全コンサルタント事業部	ICT 林業課
平田　彩花	国土保全コンサルタント事業部	ICT 林業課
笹尾　悠也	国土保全コンサルタント事業部	ICT 林業課

検討委員会概要
（スライドに基づき、収穫予測の比較検討および成長予測モデルを説明）

<u>※現行の収穫予想表の比較検討および新たな成長予測モデルに関する質疑</u>

【松英委員】　国有林収穫予想表と収調データを平均樹高と平均直径で比較している

グラフの解釈について、同樹高では収穫予想表に比べると直径が細い。つまり形状比が高く、収穫予想表と、現実林分の密度管理に差があるのではないか。
例えば樹高を同一林齢時で同じ樹高でみると、直径が収穫予想表のほうが太く、現実のほうが細い。つまり、密度が高いという解釈に整合性があるのではないか。

【アジア航測（塚原）】　委員のご指摘のとおり仕立て本数も違うので、そこの部分が直径とかそういった形で表れているのではと検討した。
一番の根拠とした部分が、４０年生時の収穫予想表と収穫調査および民有林の航空レーザ計測の調査（造林台帳より推計）を比較検討した際に、収穫予想表と比較し、DBH-樹高の散布図では40年時の平均樹高が右側にあり、収穫調査より樹高成長が良いため、同一樹高ではDBHが低く見える。つまり、林齢の同林齢では（収穫予想表と比較して）樹高成長が多いためと推定する。ただ今後もこの推定の妥当性について検討を進めたいと考えている。

【西園委員】　今のところで、私も松英委員と同じ意見を持っている、今の説明で、要因を 2 つ挙げていたかと思うが、この要因が混ざっている可能性もある。次に収穫予想表同士について本数の比較は行っているのか。

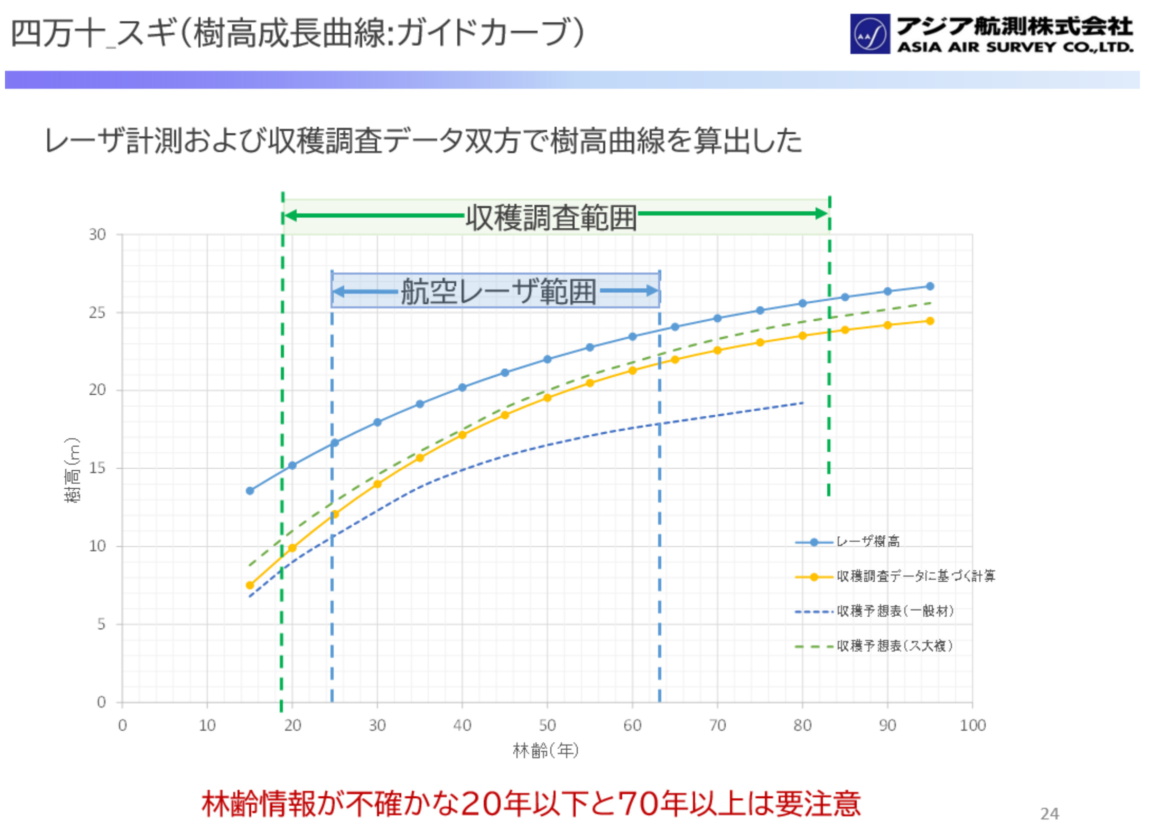
【アジア航測（塚原）】実施しているが、今回は時間の関係で示していない。報告書ではまとめることとする。

【西園委員】　本数密度の関係について。上層木にレーザを照射することにより把握されているとのことだが、レーザの照射密度によっては、本数密度の実験ができないなど、制約がある中、今回、解析に使用しているレーザ計測データは、概ねその抽出が可能と理解してよいか。

【アジア航測（塚原）】　本業務で使用したデータはm2あたり4点を照射しており、弊社の実績では上層木の形状把握は現状として問題ないと考える。ただ、ヒノキは、大体ヘクタール当たり1500本を超えるようになると、誤差が大きくなる傾向がある。ヒノキは密になると、横（水平方向）から見た場合、樹冠が平たんに見え、抽出に難しい部分はある。
なお、レーザは上空から計測しており、中折れとか、下層木の場合、上層まで行かない樹木は計測できない。ただ、今回は上層木を対象としたものであり、この照射密度で問題ないと考えている。

【西園委員】　もう一点。スライド24ページのグラフについて、ここで収調データに基づく林齢-樹高の計算があるが、最初の説明にて、収穫調査のデータは林齢が取れなかっ

たとの説明があったが、この部分の説明を再度お願いしたい。



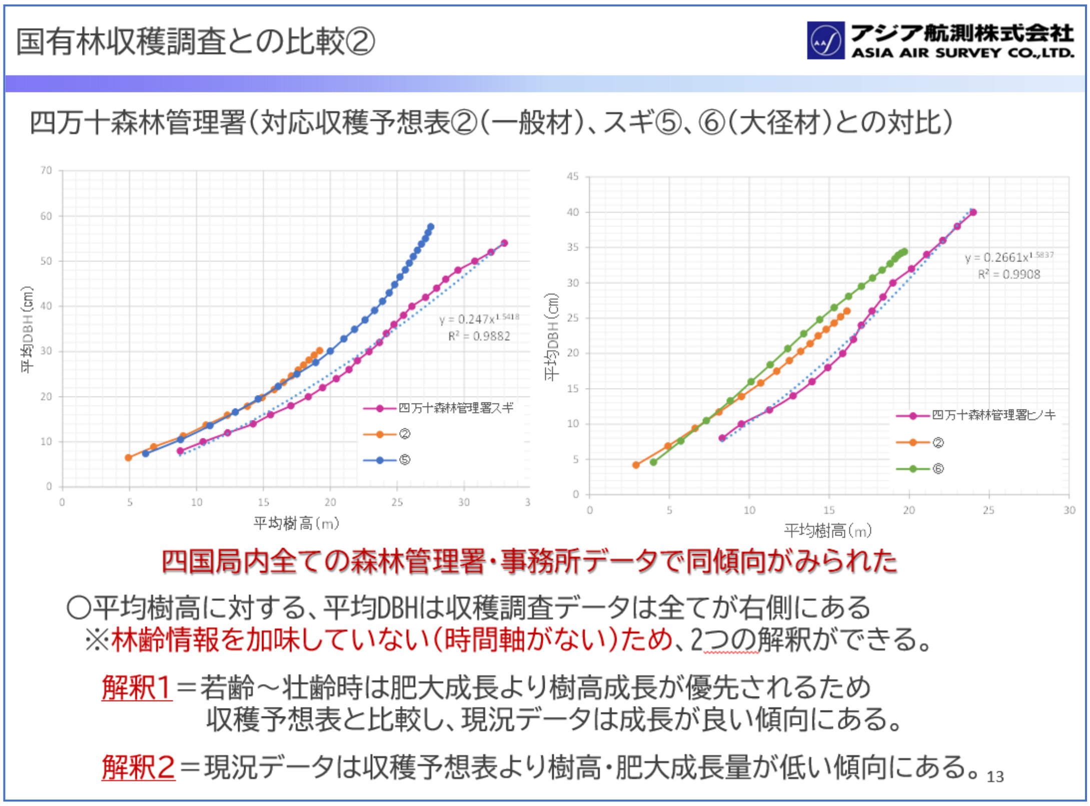
林齢については四国局の場合、小班単位面積が大きく、その中に様々な樹高のスギ・ヒノキがあり、林齢が正確か確たる証拠が持てなかったが、収調データに林齢情報は入っているので、参考として確認するためにこのようなグラフをつくることはできる。一方、収穫調査のデータにある面積情報は、小班面積なのか、調査対象林木の範囲なのかが不明であることから、正確な ha あたり本数を出すことは、今のデータだけでは困難。

【西園委員】　同様にグラフに示された樹高の定義について、収調データは全て個体の平均値で、レーザの方は上層木の平均値を示しているのか。

【アジア航測（塚原）】そのとおりです。

【西園】　　収穫調査で必要とする樹高と、レーザの樹頂点からの樹高では、同じ樹高でも異なってくるので、その部分は明記すべき。

【アジア航測（塚原）】　承知しました。報告書に明記します。
【植木委員】　先ほどから議論になっている 13 ページのグラフの解釈について、



松英委員および西園委員の指摘（密度管理の違いによる成長差）については、私も同意見である、基本的に間伐により、胸高直径の肥大化という部分が差となって表れたと考えている。それから、訂正のあった部分（四万十地区・愛媛地区・高知中央地区の樹高曲線の比較について、高知中央が最も林齢に対して成長が低いという結果について）スギの高知中央は、他地区と比較して樹高ガイドカーブが低い傾向にあるというところが、訂正された結果と思うが、これの根拠が何なのか。当然高知中央のほうが、愛媛に比べるならば、例えば雨量だとか標高の点で高いわけでは。

【アジア航測】　この部分は理由を更に精査してお示ししたいと考えている。

【植木委員】　樹頂点について。これは航空レーザ等で調べた結果であるとの説明であったが、実際、その精度について説明を頂きたい。

【アジア航測（塚原）】　精度につきましては、計測時に精度検証にかかる報告書が作成されている。基準としてスギ・ヒノキの本数精度については、20m×20mのプロットを設定した際に、±2 本の精度を標準としている。

【植木委員】　かなり精度は高いという理解でよろしいか。

【アジア航測（塚原）】　　そうですね。ただ、先ほど説明させて頂いたように、計測に特性があり、ヒノキは（スギと比較して）精度が悪くなるとか、そのような傾向はあり、今後、明らかにしていきたい。

【植木委員】　了解した。

【アジア航測（塚原）】　　精度の検証について、業務計画では２月中に四万十、高知中央、愛媛のどこか１地区にて精度検証を行う予定であったが、緊急事態宣言の発令の対応関係もあり、発注者と協議して中止としたため、今後、何らかの機会を見つけて、検証していきたい。

※地位指数スコア表作成にかかる質疑応答
※今後の収穫予想・地位スコアの利用にかかる検討

【松英委員】　地位スコアについて、空間スケールによって使う因子の意味合いが変わる。従来の地位指数スコアは、かなり広域を対象に評価するための説明変量が用意されている。それに対し今回検討は、航空レーザのデータと併せるミクロな部分を検討している。

例えば土壌のデータは、そのエリアは１色となり、標高もほぼ同じで類似となる。それを対象エリアが変化すると説明変量の寄与率が変わるというのが考えられるので、（エリア設定時に）選択因子をどうしないといけないかという検討が必要。

従来のスコア表では、広域な話となると、地形のデータに併せて、例えば日射量・気温・降水量だとか、気象データを併せて検討する。

四国地域では国有林の調整データに加え、森林総研の小谷さんがレーザのデータと併せるスコア表を学会で発表していたと思うので、それも参考にされたほうがよい。これは、四国の国有林を対象として、レーザ計測にて試験林付近の図面を作成し、様々な因子を用いてスコア表を改訂している。

小谷さんの実施された検討も広域を対象にしており、空間スケールによって因子の有効性は絶対に変わる。

先の成長予測モデルの議論にもあるが、例えば（樹高曲線など）中心線の設定についても、小班単位なのか、メッシュ単位なのかというのは空間スケールが異なり、航空レーザの取得データは上層木のデータであるなど、昨年の委員会でも意見として述べたが、ツールに合わせて、それを従来の収穫表とかスコア表に当てはめるというよりは、新しい技術でできる新しい収穫表とか、新しいスコア表みたいな形を示す必要があり、この概念から整理しなければならないと個人的には感じている。

【アジア航測（塚原）】　文献では、四国を６つの地域で区分しスコアを作成しているが、今回の設定された業務範囲の中で地位スコアを作るという形になると、因子はある程度絞られるのかなというのが、把握できてきたというところであり、今後、検討をしていきたい。

空間スケールについては、林野庁とも話は進めており、やはり小班単位に持っていきたいという希望がある。現行の森林計画上は小班単位で管理されていることと、データが細かく揃ってきたとしても、その利用は小班単位となるのではないかと。

ただ、小班で見た場合にでも、どうしてもミクロな話となるが、その図郭の中で、様々樹高があって、スギ・ヒノキが混じった状態であり、林齢も同一という形では、スケールの設定は更に検討が必要と考える。

【松英委員】　今の点について、最後のまとめが小班単位でも、小班単位の内訳の根拠が、小班レベルで小班の平均値を計算するのと、メッシュのデータを根拠に小班単位にまとめるというのはデータとして同質性はないので、その辺りが向上するという意味での成果というところも見える。ただ単に最後のアウトプットが一緒でも、その根拠や数値レンジが違うと、当然、情報の向上にはなると思うので、そういう解釈もできるのでは。

もう一点、最後の総合的なところ。ヒアリングに関し、四国では収穫予想表の運用を中央線のみで行っているということだが、要は目的が何かということで、現場の方とどのようにすり合わせるのか。省力化なのか、精度向上なのか。

結果、森林簿とか収穫表というのは、本来、それを調整することが目的ではなく、それぞれミッション、目的があって作るものなので、それを整理して整備しないと、ただ単に形上、帳簿がそろっていて収穫表があるということだけで目的化してしまうと、迷走してしまう。

ヒアリングにあったが、「最後は現地調査して合わせるから良い」というのがトータルで見たときの省力化かに繋がるのか、よく見る必要がある。

【西園委員】　空間スケールの件について。自分の経験では、本検討では 20 メートルのメッシュ単位で評価しているが、メッシュ 4 つ分のスケールとかで見ると、相関係数が上がるとか。誤差が相殺されているので。解析単位面積も検討してみるといいのかなと。

次に林齢によらない樹木の計測データを検討するという部分。これは難しいのでは。

【アジア航測（塚原）】　各林分の評価を考えたときに、高齢級の評価は地形の影響に加えて樹木側にも原因があるのでは考えており、この見解についてお伺いしたい。

【西園委員】　対象樹種で樹高と林齢が分かれば、その範囲は、評価はできるので地位スコアで評価する必要もないのではないか。

【アジア航測（塚原）】　本業務は継続業務であり、北海道や東北地区でも林齢が不明な部

分は多い。林齢を推定する上で、地形データと併せて樹高や樹形など樹木情報を説明変数とし、林齢を説明変数として検討するようなことは可能か。

【西園委員】　　伺った話のみでは難しいと思う。

【植木委員】　　空間スケールをどう設定するかという問題は、ある程度定義した上でやらないと、結果が全く異なるだろうと考える。一応、林野庁は小班単位の程度の規模で求めていることだろうと。

私も現場で検討を行う場合、小班単位の検討は、必要になるだろうと思っている。ただ、できるだけ小規模な範囲とした場合、そのスケールの定義と、それに関わる要因は何が必要なのかというようなところも再検討が必要では。

特に私が実感として感じるのは、（樹木成長の要因として）雨量だとか、地形、傾斜、いろいろある中、先ほどのスコア表の中に風障というのがあったが、風の問題というのはかなり大きいと感じている。

風に対するデータの取り方だとか､影響の確認方法が難しいところがあるだろう思っているが、この要因をどのように組み込むかということは、私自身は結構重要な問題であろうと考える｡特に風の強さ､それから常風なのかどうかという問題､季節によってどう違うのか、特に成長期間である春から夏にかけての風の影響というのは結構大きいものと思っており、侮れない要因かと考えている。

次に林齢によらない林地の評価指標の検討､このデータでうまくいくのか､私もちょっと検討してみなければ、これは怪しいかなという気がする。

【アジア航測（塚原）】　　私自身が現場を見る中で、林地評価の要因が地形データのみによらない｡樹木側からみた要因として､評価の因子に加えることが可能なのかという部分をご検討頂けないかと。

【植木委員】　　要するに､現地に行かずにできるだけ既存データで何とかしましょうかという場合に、きっと林齢（の推定）が難しいということになるわけだが、やはり、林齢は極めて重要なポイントです。

このことについては､これまで記録というものをあまり重視していなかったという問題があると思う｡我々が施業をやる場合に何が大事なのか｡山は成長していくので、記録というものの重要性をもっと認識していかなければ､いつまでたっても環境要因だけでは判別が難しいところがあるだろうと思う。林齢を知るということは履歴も分かるということなので、ある程度、正確な履歴というものを、国有林では重要な要素としてしっかり押さえておくべきものとして位置づけていく必要があるのではないか。

林齢によらない樹木の計測データからみた評価は更に検討が必要だと考える。

【アジア航測（塚原）】　　風障について。地形解析で露出度を解析しており、こちらがある程度、風障を表していると考えている。これは、任意の地点に立った際に、その地点からどれぐらい範囲が見通せるかというところで、風が当たりやすい、当たりにくいというところを表していると考えている。ただ、御指摘のとおり、四国は独特な風の吹き方がありますので、大きくマクロで見た場合に、当然、空間スケールの中で成長差があるかという点は今後検討していきたい。記録については、私よりも林野庁様からお返しいただいた良いかと思うが如何でしょうか。

【林野庁（山之内）】
まず、松英委員からご指摘のあった収穫予想表等の作成目的があいまいとなって、現場で十分に活かされていないとの御指摘を頂き、そのとおりの問題もあろうところ。

国有林の場合、数多くの小班の数があり、四国は小班の 1 つの箇所が大きいので、小班の数としてはまだ少ない方だが、国有林全体では小班の数は 100 万近くある。それを全部、例えば計画樹立毎として、5 年ごとに森林簿を調整できているかというと難しい。システムで自動的に計算している部分もあるが、人為的に調整が必要な箇所も多く、現場でも次第に森林簿の数値を絶対的として頼らなくなっている実態がある。

とは言え、この膨大なデータを基に、将来設計をするという現実があるので、今の現実的な、実際に実測したデータを解析することで、将来予測ができるということはないかと狙って本業務を進めていたもの。

なお、西園委員、植木委員より林齢によらない林地評価方法は厳しいという話を頂いたが、林齢情報は植木委員からも御指摘があったように、記録がしっかりとできていない、特に高齢林部になると不確実な部分が増えているところ。結局、我々が作ろうとしているのは、今後、どれぐらい森林が太っていくのか、将来的なところを知るためのツール。今は、対象とするのは、主に人工林の一斉林の成長なので、林齢情報もある程度は追えるが、例えば天然林、広葉樹林、高齢の人工林の部分が今後どのように成長するかを知りたい場合、そういうところほど記録が不確実なものが増えていくので、こうした林齢情報が不確かなものもどうにか推計できないか？という部分を検討してみたかった。

この業務では、国有林では必ずしもデータが完全に整備されていないこともあり、高知県梼原町など過去のデータやレーザ計測成果などがしっかりしている民有林のものを参考にしながら解析を行っている状況。残りの数局分の収穫予測を見直していくに当たり、いかに科学的に、必ずしも林齢だけによらず評価できる指標はないか、検討を進めたいとの思いがあった。

【植木委員】　　先ほど風の問題で、露出度の話があったが、この指標のみで判断すること

は難しい。もう少しここは検討が必要だと思います。

【アジア航測（塚原）】承知しました。この点については、継続して議論させて頂ければと思います。

【アジア航測（塚原）】　今回この委員会で様々なご意見を頂きありがとうございました。特にご意見を頂いた地位スコアにかかる空間スケールについては､見直して実施してみたい。また､その他のご意見についても順番に検討を進めたいと考えている。改めてご説明に伺うべきところであるが、コロナ禍の状況でもあり、時期については再度検討させて頂きます。

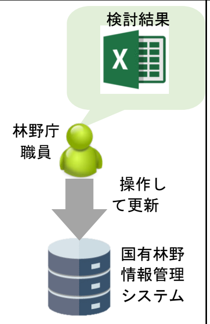
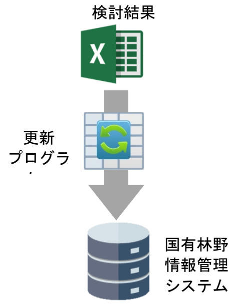
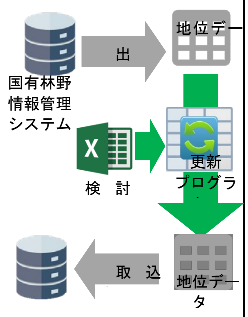
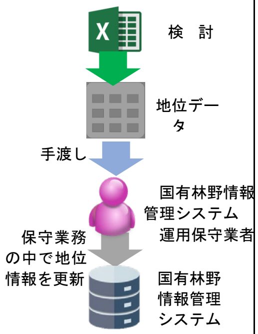
8 国有林野情報管理システムにおける地位情報の変換手法の検討

前章までに検討した GIS データからの想定地位算出にて行う、対象図郭毎の「地位（地域級）」のデータを用い、現在林野庁で運用中の「国有林野情報管理システム」の「森林情報管理理サブシステム」内の「森林調査簿」（テーブル）に記載されている地位（現在等級、将来等級）のデータを効率的に更新するための手法（情報技術の適用による迅速かつ的確な更新方法）の検討を行った。

8.1 地位情報変換手法についての考え方

国有林情報管理システム内に登録されている地位情報を更新する手法としては、表 8-1 に示す４種類の方法が考えられる。

表 8-1 地位情報更新方法の案

	案１	案２	案３	案４
説明	国有林野情報管理システムを直接操作し、同システム内の地位情報が格納されているテーブルを直接編集する。	国有林野情報管理システムに外部からアクセスするプログラムにより更新データを転送する。	国有林情報管理システム側から地位情報だけを汎用的な形式で出力してもらい、このファイルをこちらで作成したプログラムを用いて更新した後、国有林情報管理システムに取込んでもらう。	こちらで汎用的な形式で更新ファイルを作成して国有林情報管理システムの運用保守担当者に渡し、システム内のデータ更新作業は運用保守担当者に依頼する。
イメージ図				
長所	特段の対応作業（ツール開発など）を必要としない。	人手及び中間ファイルを必要としないため最も効率的である。	人手を介することがないため効率的である。	更新作業を国有林情報管理システムの保守作業に組込めるため運用を簡素化できる。
短所	国有林情報管理システムの構造が複雑であり、操作に習熟する必要がある。	国有林情報管理システム側で、DB にアクセスするための口（API）を用意してもらう必要がある。	国有林情報管理システム側で、地位データ出力、取込みについての機能追加をしてもらう必要がある。	国有林情報管理システム運用保守業者の負担が増える。

上記 4 案のうち、本業務では「案４」を最適案とした。理由は以下に列記する通りである。

案１については、国有林野情報管理システムのデータベース構造が極めて複雑であり、現状で同システムのメンテナンスは専門の運用保守業者が担っている状況となっているため、林野庁職員が直接システムを操作して地位情報を編集することは現実的ではないと思われる。

案２については、更新プログラムの実装のために国有林情報管理システム側において、外部プログラムがアクセスするための API [注)] を構築、公開することが必要となる。そこで国有林情報管理システムの運用保守担当に対し、API の有無、無い場合は構築の可能性についてヒアリングを行ったが、いずれも対応困難との返答であった。

注）API （Application Programming Interface）
ソフトウェアやアプリケーションなどの一部（外部のソフトウエアとの接続の窓口）を公開し、第三者が開発したソフトウェアと機能を共有できるようにしてくれるもの。

案３については、国有林野情報管理システム側で地位データ出力（エクスポート）、取込み（インポート）のための機能改修が必要となる。これについても国有林情報管理システムの運用保守担当に対して対応の可否をヒアリングしたが、対応困難との返答であった。

上記により案１（直接編集）、案２（プログラムによる編集）、案３（中間ファイルの自動編集）いずれも現時点で対応は困難であると判断し、案４（更新データ（Excel ファイル）を、国有林管理システムの運用保守業者に渡し、国有林管理システムの運用保守業務の中でデータを取込んでもらう方式）を採用することとした。

8.2 更新データの仕様

１）国有林情報管理システム運用保守業者への確認事項

8.1 節で説明したように、地位級データ更新作業は国有林情報管理システムの運用保守業者に更新データを手渡し、システムのデータ更新を依頼する方法で行うこととした。

更新データの仕様を検討するため、国有林情報管理システムの運用保守業者に対しこちらで想定する更新データ仕様を提示し、対応可能かどうかについて聞き取り調査を実施した。調査は電子メールを用い、林野庁の担当部署（事務管理班）を通して行った。結果を表 8-2 に示す。

表 8-2 更新データ仕様に関する確認事項及び運用保守担当業者の回答

<table>
<tr><th></th><th>質問内容</th><th>国有林情報管理システムの
運用保守業者回答</th></tr>
<tr><td>1</td><td>国有林野情報管理システムにおいて、国有林の各林分の「地位級」が登録されている場所は、「樹立時調査簿地位情報テーブル」で問題ないか。</td><td>「樹立時調査簿地位情報テーブル」で問題ない。ただし、同テーブルは『最新（無表記）』『樹立作業用』『樹立時』『年度別』の 4 種類があり、全てを修正する必要がある。</td></tr>
<tr><td>2</td><td>地位級は、同一林分について現在地位（等級）、将来地位（等級）の 2 種類があり、またそれぞれ 3 樹種分が登録されていると考えてよいか（下表）。
<table>
<tr><th>データ項目名</th><th>データ型</th><th>データ項目の説明</th></tr>
<tr><td>現等級1</td><td rowspan="6">整数型</td><td rowspan="3">現在の地位の等級</td></tr>
<tr><td>現等級2</td></tr>
<tr><td>現等級3</td></tr>
<tr><td>将等級1</td><td rowspan="3">将来、予想される地位の等級</td></tr>
<tr><td>将等級2</td></tr>
<tr><td>将等級3</td></tr>
</table>
</td><td>提示の 6 種類を登録できるが、必ず 3 樹種すべて登録されているわけではない。</td></tr>
<tr><td>3</td><td>国有林野情報管理システムの運用保守作業の中で地位級情報の更新をしていただくにあたり、制約等はあるか？</td><td>修正するデータボリュームにより修正に要する期間が変わるため、データ量や修正頻度等を示した上で、早めに相談してほしい。</td></tr>
<tr><td>4</td><td>更新データは汎用的な形式（Excel 等）で作成したものでよいか？</td><td>汎用的な形式で問題ないが、データ修正のために必要な項目[注)] を必ず登録すること。</td></tr>
</table>

注）データ修正に必要な項目

項目名	備考
森林管理局コード	※組織マスタの名称を参照
森林管理署コード	※組織マスタの名称を利用
官行造林地コード	※業務用語マスタ［種別：官行造林地］の名称を利用
林班主番	
林班枝番	
小班主番コード	※業務用語マスタ［種別：小班］の名称を利用
小班枝番	
現在樹種コード	※業務用語マスタ［種別：樹種］の名称を利用

現在等級	
将来樹種コード	※業務用語マスタ［種別：樹種］の名称を利用
将来等級	

２）更新データ仕様の検討

更新データの項目は、林野庁より樹立時調査簿の csv データを貸与いただき、そこから樹立時調査簿地位情報に関する項目（図 8-1 の着色項目）を抜き出して設定した。

	BM	BN	BO	BP	BQ	BR	BS	BT	BU	BV	BW	BX	BY	BZ	CA	CB	CC
1	現在個数	現樹種1	現等級1	現樹種2	現等級2	現樹種3	現等級3	将来個数	将樹種1	将等級1	将歩合1	将樹種2	将等級2	将歩合2	将樹種3	将等級3	将歩合3
2	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
3	2	1210	8	2920	2	0	0	2	1210	8	50	2920	2	50	0	0	0
4	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
5	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	1110	14	1210	10	0	0	2	1110	14	72	1210	10	28	0	0	0
8	2	1110	11	1210	8	0	0	2	1110	11	95	1210	8	5	0	0	0
9	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
10	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	2	1110	11	1210	9	0	0	2	1110	11	83	1210	9	17	0	0	0
13	2	1110	13	1210	9	0	0	2	1110	13	82	1210	9	18	0	0	0
14	2	1110	12	1210	9	0	0	2	1110	12	72	1210	9	28	0	0	0
15	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
16	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
17	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
18	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	2	1110	12	1210	9	0	0	2	1110	12	80	1210	9	20	0	0	0
22	2	1110	16	1210	10	0	0	2	1110	16	66	1210	10	34	0	0	0
23	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
24	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
25	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
26	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
27	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	3	1110	12	1210	9	2920	2	3	1110	12	79	1210	9	19	2920	2	2
30	2	1110	16	1210	10	0	0	2	1110	16	93	1210	10	7	0	0	0
31	2	1110	16	1210	10	0	0	2	1110	16	92	1210	10	8	0	0	0
32	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
33	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
34	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
35	1	2920	2	0	0	0	0	1	2920	2	100	0	0	0	0	0	0
36	2	1110	15	1210	10	0	0	2	1110	15	93	1210	10	7	0	0	0
37	2	1110	16	1210	11	0	0	2	1110	16	76	1210	11	24	0	0	0
38	2	1110	15	1210	10	0	0	2	1110	15	90	1210	10	10	0	0	0

旧形式__調査簿

図 8-1 樹立時調査簿地位情報（CSV 形式）

図 8-1 では、1 行目に項目名が記載されているが、全角 4 文字の略称となっている（システムの制約によるものと思われる。）。これらについて、表 8-2 の注）に示した「データ修正に必要な項目」との関連を整理すると、表 8-3 の通りである。

表 8-3 項目名の対照表

CSV ファイルの項目名	データ修正に必要な項目
現樹種１、現樹種２、現樹種３	現在樹種コード
現等級１、現等級２、現等級３	現在等級
将樹種１、将樹種２、将樹種３	将来樹種コード
将等級１、将等級２、将等級３	将来等級

また図 8-1 の場合、樹種の表記は現在樹種、将来樹種ともコード番号となっているが、表 8-2 の注）に示した「データ修正に必要な項目」においては、これらの項目は「※業務用語マスタ［種別：樹種］の名称を利用」となっており、実際の樹種名で登録することとなっている。　本業務では、更新データが前段の検討作業の結果に基づいて作成されることから、データの中身はコード番号ではなく具体的な名称としておくことが望ましいと考える。

さらに図 8-1 では、将来等級と合わせて「歩合」が登録されているが、歩合は地位級更新作業には不必要な項目であるため、更新データには含まないものとする。

なお上記についても国有林情報管理システムの運用保守業者に確認した結果、表 8-4 の通り問題ないとの回答を得た。

表 8-4　更新データ仕様に関する確認事項及び運用保守担当業者の回答

	質問内容	国有林情報管理システムの運用保守業者回答
1	「樹種」について「※業務用語マスタ［種別：樹種］の名称を利用」となっているが、 樹立時調査簿地位情報 CSV では樹種のコード番号が登録されている。 更新データについては「樹種」は、いただいた回答沿って「文字」としておいてよいか。	名称で記載されてもコードに変換してデータ更新する。作業のし易さで決定して問題ない。
2	樹立時調査簿地位情報 CSV には「将来歩合」が含まれているが、等級の更新には不要と思われる。この場合更新データにおいて、セルを開けておく（歩合が入るべき部分に空欄の列を設ける）必要があるか。	更新に関係のない項目は列自体不要で問題ない。

以上から、更新データの仕様（テーブル定義）を表 8-5 の通りとした。

表 8-5 更新データの仕様

No	フィールド名称	データ型注)	必須	備考	備考
1	**森林管理局コード**	int	●	※組織マスタの名称を参照	
2	**森林管理署コード**	int	●	※組織マスタの名称を利用	
3	**官行造林地コード**	int	●	※業務用語マスタ［種別：官行造林地］の名称を利用	
4	**林班主番**	int	●		
5	**林班枝番**	int	●		
6	**小班主番コード**	char	●	※業務用語マスタ［種別：小班］の名称を利用	ひらがな
7	**小班枝番**	int	●		
8	**現在個数**	int	●	1～3 のいずれか・・・記録される樹種・等級のパターン数	
9	**現在樹種コード 1**	char	●	※業務用語マスタ［種別：樹種］の名称を利用	現マスタ：557 レコード
10	**現在等級 1**	int	●		
11	**現在樹種コード 2**	char		※業務用語マスタ［種別：樹種］の名称を利用	
12	**現在等級 2**	int			
13	**現在樹種コード 3**	char		※業務用語マスタ［種別：樹種］の名称を利用	
14	**現在等級 3**	int			
15	**将来個数**	int	●	1～3 のいずれか・・・記録される樹種・等級のパターン数	
16	**将来樹種コード 1**	char	●	※業務用語マスタ［種別：樹種］の名称を利用	
17	**将来等級 1**	int	●		
18	**将来樹種コード 2**	char		※業務用語マスタ［種別：樹種］の名称を利用	
19	**将来等級 2**	int			
20	**将来樹種コード 3**	char		※業務用語マスタ［種別：樹種］の名称を利用	
21	**将来等級 3**	int			

注）データ型・・・int：整数型（数値）、char：文字

３）その他の確認事項

表 8-2 において、国有林情報管理システムの運用保守業者回答に「樹立時調査簿地位情報テーブルは『最新（無表記）』『樹立作業用』『樹立時』『年度別』の 4 種類があり、全てを修正する必要がある。」とあるが、この 4 種類のテーブルにおける地位級に関する項目はすべて同一であるとのことであったため、更新データは 1 ファイルのみを渡せばよいことを確認した（表 8-6）。

表 8-6 更新データのファイル数に関する確認事項及び運用保守担当業者の回答

	質問内容	国有林情報管理システムの運用保守業者回答
1	4 テーブル（『最新（無表記）』『樹立作業用』『樹立時』『年度別』）があり、すべてを更新する必要があるとのことだが、項目はすべて同一とのことなので、更新データは 1 ファイルのみ渡せば 4 テーブルを修正可能と考えてよいか。	問題ない。１つの Excel ファイルで 4 テーブルを修正可能である。