



林分密度管理図による 収穫予想表作成の手順書

民有林スギ人工林版

2024年3月

林野庁



目次

1. はじめに	1
2. 収穫予想表作成方法の概要	2
収穫予想表とは	2
密度管理図とは	2
樹高成長曲線	4
本数減少曲線	4
3. 収穫予想表作成のながれ	5
収穫予想表をどのような単位で作成するかを決める	5
《コラム》 ガイドカーブによる地位と地位指標の決定方法	6
収穫予想表作成に必要なデータの種類と数は？	7
4. 収穫予想表の作成	10
① 樹高成長曲線の作成	10
《コラム》 Excel ソルバーを使った係数の決め方	11
② 本数減少曲線の作成	13
③ 密度管理図の式と係数	14
④ 地域別スギ人工林樹高成長曲線（事業成果版）	16
⑤ 地域別スギ人工林本数減少曲線（事業成果版）	17
⑥ 地域別スギ人工林収穫予想表（事業成果版）	18
5. 終わりに	26

1. はじめに

■ 手順書のねらい

- ✓ この手順書は、スギ人工林の収穫予想表の更新を希望する都道府県において、担当者自ら既存データを用い更新できる手法を示すことを目的として作成されたものです

収穫予想表は、県でひとつ、または森林計画区ごと、生育環境が異なる立地ごと、特徴的な林業地用など、必要に応じて作成することが可能です。

この手順書では、収穫予想表を見直す手法として、林分密度管理図を活用した方法を紹介します。なお、本手順書はスギが対象ですが、ヒノキ、カラマツ版も順次作成します。

背景と目的

人工林資源が本格的な利用期を迎えたことなどを背景に、近年、主伐が増加しており、森林資源の保続確保が重要な課題となっています。保続の検討には正確な森林蓄積の把握が重要となります。森林簿に記載されている森林蓄積は、高齢級林分が今より少なかった昭和50年代に整備された収穫予想表に基づくものが多いため、新たな知見を反映して、十分な精度を確保していく必要があります。

収穫予想表は、これまで地域の実情に応じて都道府県において作成されてきましたが、近年、人工林の高齢級化に伴い、実態との乖離が生じていると考えられ、見直しが求められています。しかし、収穫予想表を作成するための追加データを収集することは簡単ではなく、また作成においても技術的なハードルが高いと考えられます。

本手順書は、これから収穫予想表更新を希望する都道府県のうち、担当者が自ら更新を行う場合を対象としたものです。収穫予想表の作成方法は密度管理図に基づくもので、既存のデータがある場合はもちろん、データがない場合について過去から現在までに全国から収集された計測データをもとに地域別の係数を提示しています。高齢級林分のデータも追加されていますので、より実態に近いものが作成できると期待できます。また、全国を7つに区分したスギ人工林の収穫予想表も掲載していますので、その表をそのまま使うのもひとつの選択肢です。

本手順書は、令和5年度林野庁事業「森林情報の高度化推進に向けた手法検討に関する調査委託事業」（以下、林野庁森林情報高度化事業）の成果として作成したものです。

2. 収穫予想表作成方法の概要

収穫予想表とは

収穫予想表とは、「ある樹種に対して、施業上同一の扱いを受けた同齢単純林より生産される1ha当たりの本数、材積、成長量などの諸要素の標準的な値を、一定の林齢（普通5年）ごとに表示した図表¹」と定義されています。

収穫予想表の作成方法は様々ですが、大きく以下の3つの方法に区分されています。この手順書では、iiの密度管理図を用いた方法で収穫予想表を作成する方法について述べています。

- i. 樹高、直径、材積などの林分因子の値を林齢との回帰分析をもとに多少の修正を加えて作成する方法
- ii. 林分密度管理図に基づく方法
- iii. 林分因子の相互関係を用いて作成する方法

密度管理図とは

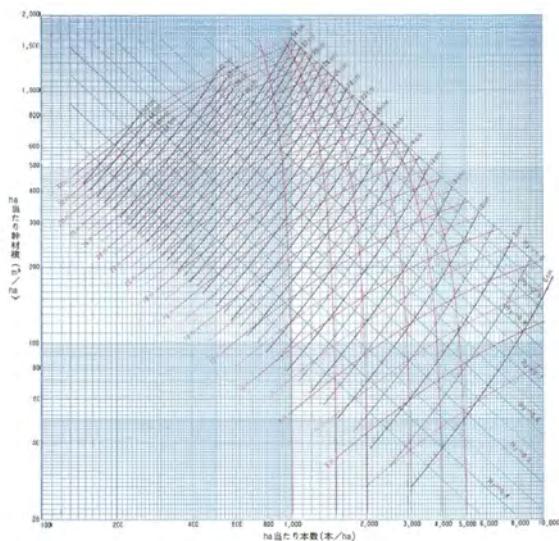
林分密度管理図とは、「同種同齢の植物個体群における密度効果の法則や、自然間引と最多密度の法則などを基礎として、同齢単純林のhaあたり本数、haあたり幹材積、上層樹高、平均胸高直径、収量比数の相互関係を表したグラフ」です。密度管理図には林齢が含まれませんが、林齢と上層木平均樹高の比例関係を示す樹高成長曲線と林齢と本数密度の関係を示す本数減少曲線を設定することで収穫予想表を作成することができます²。なお、これまで収量比数も収穫予想表のひとつとして用いられることありましたが、高齢級林分データの追加によって最多本数密度の見直しも見込まれ、これにより収量比数の数値の意味も変わる可能性があることから、本手順書では収量比数は使用していません。

密度管理図の事例として、林野庁監修 表東北地方スギ林分密度管理図を示しました。左のグラフが密度管理図、右が説明文で、森林蓄積を推定するための式や係数の値も記載されています。

¹ 山田茂夫・村松保男「再訂増補 例解測樹の実務」（1970）

² 細田ら. 南関東・東海地方スギ林分密度管理図の検証と改訂の試み 関東森林研究 75-1 (印刷中)

表東北地方 スギ林分密度管理図



凡 例	
	等平均樹高曲線
	等平均直徑曲線
	等収量比曲線
	自然枯死線

林野庁監修／社団法人 日本林業技術協会 昭和54年3月調製 平成11年7月復刻

説 明

林分密度管理図の説明

1. 適用地域と樹種

岩手、宮城、福島（会津、田島森林計画区および郡山森林計画区のうち阿武隈地区を除く）の各県内の民有林のスギ人工林に適用する。

2. 使用上の注意

1) 等平均樹高曲線は、ある上層樹高におけるha当たり本数と幹材積との関係を示すものであり、等平均直徑曲線は、等平均樹高曲線上で平均胸高直徑を知るために用いるものである。

2) 上層樹高とは、被丘木、枯木を除いた立木の平均樹高であり、ha当たり本数、幹材積、平均胸高直徑は全生立木の値である。

3) この表から、上層樹高とha当たり本数に応じたha当たり材積、平均胸高直徑などを読みとることができる。例えば、上層樹高15mの林分でha当たり本数が1,500本ならば、横軸に示されている1,500本の線と15mの等平均樹高曲線との交点の位置を縦軸に示されている幹材積で読みとると334m³となり、ha当たり334m³であることがわかる。また、その交点の位置は18cmと19cmの等平均直徑曲線の中間にあるので、平均直徑は18.5cmと読みとれる。さらに収量比曲線は等収量比曲線との関係から0.67であることが読みとれる。なお、ha当たり材積、平均胸高直徑などの正確な値は次式で求めることができる。

$$V = 0.057326H^{-1.0039} + 6475.4H^{-1.90029}/N - 1 \quad (1)$$

$$HF = 0.723894 + 0.410411H + 0.15519 \sqrt{N \cdot H / 100} \quad (2)$$

$$G = V / HF \quad (3)$$

$$dg = 200 / G / (\pi \cdot N) \quad (4)$$

$$d = -0.113656 + 0.0950452g - 0.057512 \sqrt{N \cdot H / 100} \quad (5)$$

$$R_r = V / (V \cdot d \cdot b) \quad (6)$$

$$HF = (V / 0.057326H^{-1.0039} + 6475.4H^{-1.90029}/N)^{-1} \quad (7)$$

$$\log N = 5.3388 - 1.51283 \log H \quad (8)$$

V: ha当たり材積
H: 上層樹高
N: ha当たり本数
HF: 林分形狀高
G: ha当たり断面積
dg: 断面積平均直徑
d: 平均胸高直徑
R_r: 収量比
V_m: 最多密度におけるha当たり材積
N_m: 最多密度におけるha当たり本数

4) 3)で求められる材積、直徑は、与えられた上層樹高とha当たり本数についての平均的な値であるから、個々の林分についてばかりの誤差を伴うことがあるが、幹材積については、100林分中80林分は±20%以内の誤差率で推定できる。平均胸高直徑がha当たり断面積が実測されている時は、次式で材積を補正すると誤差率は±1%となる。

$$V_r = V \times (\text{実測直徑} / \text{推定直徑})^2 \quad \text{又は} \quad V_r = V \times (\text{実測断面積} / \text{推定断面積})$$

V_r: 補正した材積
V: 林分密度管理図による推定材積

推定断面積は、(3)式で求めたものである。

5) 下層樹高による開伐量は、開伐前の上層樹高とha当たり本数に対応するha当たり材積と、開伐後のha当たり材積（開伐率や管理基準として定めた収量比曲線などから求めた残存本数と開伐前の上層樹高とに対する材積）の差として求められる。

この場合、林分が過密や過疎にならないようにするため、密度管理は収量比曲数0.9~0.6の範囲でない、1回の開伐で動かす収量比曲数は0.15以下とする。また害虫（特に冠霜虫）や風害などの害があるところでは形状比（平均樹高/平均直徑）が極端に大きくならないように留意する。

6) 調査が集林分の面積が広く、生育状態（上層樹高やha当たり本数）に違いがある場合には、林相区分を行ない、各区分ごとの上層樹高、ha当たり本数を用いて算出した値に区分面積と全面積との比を乗じてha当たりの材積、平均胸高直徑を求める良い結果が得られる。

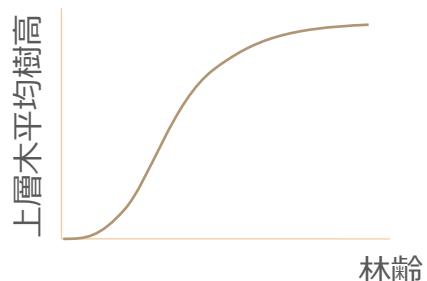
林野庁監修 表東北地方スギ林分密度管理図

樹高成長曲線

樹高成長曲線には、上層木の平均樹高を使います。**上層木は林冠を構成する優勢木の樹高で、被圧木は除きます。**

式の形

上層木平均樹高の成長曲線（以下、地位指數曲線と呼ぶ）には、シグモイド型と呼ばれる曲線をあてはめます。シグモイド型とは、S字型の曲線です。林齢と樹高で考えると、緩やかな初期成長ののちに、急激に増加し、老齢になると上限に近くなり成長は再び緩やかになります。



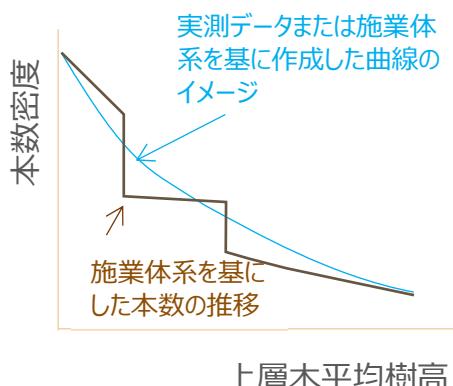
本数減少曲線

上層木平均樹高に対する本数密度の関係は本数減少曲線で示すことができ、施業体系を基にした曲線と樹高と本数密度の実測調査による曲線の二通りがあります。

施業体系をそのまま使い林齢別の本数を設定する方法も考えられますが、間伐による特定年の森林蓄積の急減が生じます。森林簿で将来の森林蓄積を収穫予想表で推定する場合は、滑らかな森林蓄積の推移の方が実務上使いやすいと考えられますので、本数減少曲線を作成することを推奨します。

式の形

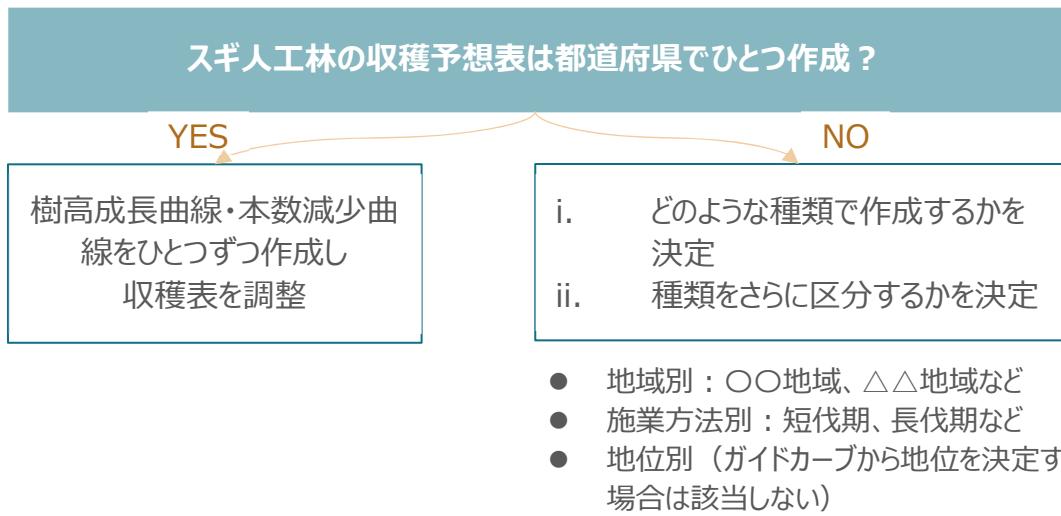
本数減少曲線には累乗近似式を当てはめます。本減少曲線は、樹高成長曲線とは逆の形状を示し、本数密度は、上層木平均高が低いほどで高く、上層木平均樹高が高いほど低くなることが一般的です。



3. 収穫予想表作成のながれ

- 収穫予想表を作成する単位は？
- 樹高・上層木平均樹高のデータの有無は？

収穫予想表をどのような単位で作成するかを決める



収穫予想表作成の第一ステップとして、まず都道府県でひとつの収穫予想表を作成するか、複数作成するかを決定しましょう。複数の場合の考えられる単位としては、地域によって成長が異なるような場合は地域別、地位を分けたい場合は地位別（例えば地位上中下や地位1～5）などです。このステップにより、今後、どれだけの計測データを収集するかが決まります。

なお、地位上・中・下といった地位区分の決定に、林齢と上層木平均樹高の散布図の中心をとおる「ガイドカーブ」を使う場合、統計値によって区分しますので、地位区分ごとにデータセットを追加する必要はありません。

《コラム》 ガイドカーブによる地位と地位指数の決定方法

地位をガイドカーブから作成

現地調査で得た林齢と上層木平均樹高のデータから、まずデータの中心を通る中心曲線「ガイドカーブ」を作成します。地位の上界線と下界線の引き方として、山田・村松(1972)³によれば、ガイドカーブを使った以下を例示しています。これは平均偏差率(δ)*を使った式で、ガイドカーブを作成したデータのうち 95% 以上が上界と下界内に入るように平均偏差率の倍数 m を決定します。 m の値は 2.5 が目安となります。

$$\text{上界値または下界値} \quad y' = (1 \pm m\delta')\hat{y}$$

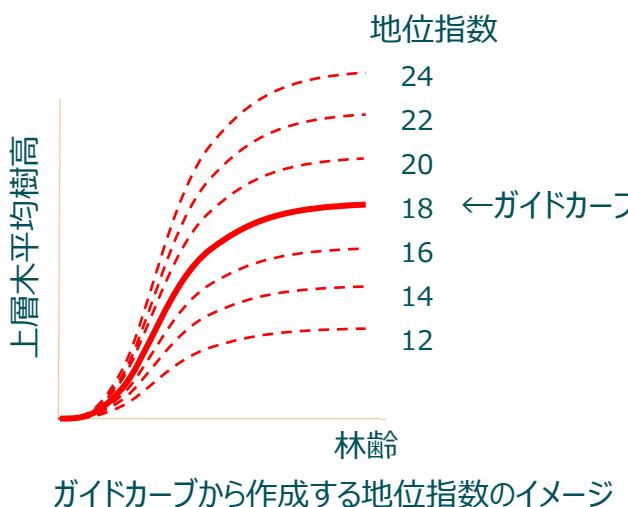
*平均偏差率：各実測値(y)と推定値（ \hat{y} = 対応するガイドカーブ上の値）との差を求めて推定値（ \hat{y} ）で割った値を計算したうえで全データ分を合計し、データ数で割る

地位指數をガイドカーブから作成

ガイドカーブを用い、林齢と上層木平均樹高の情報を基にその場所における地位指数を決定します。成長曲線式（10 ページ 主要な成長曲線参照）の係数のうち、 b と k については地域・樹種ごとに固定してよいと考えられており、その場所における林齢と樹高の値が与えられれば a の値が変化し、地位指数曲線が上下に変化します⁴。このような手順で、林齢と樹高の関係から地位指数を決定していきます。

【例】

- ① 前提：スギ人工林地位の基準林
齢は 40 年
 - ② 林齢 40 年の上層木平均樹高を
成長式を当てはめて決定
 - ③ $H_{40}=18.0 \text{ m}$ であった
 - ④ 成長式の係数 b, k を固定し、林齢
 $t=40$ の時 $\pm x(m)$ に変化させたと
きの a の値を成長式から逆算
 - ⑤ それぞれの地位指標の曲線を得る



³ 山田茂夫・村松保男, 1972, 例解測樹の実務, 精興社, 東京, 12+258pp

⁴ 南雲秀次郎・箕輪光博, 1990, 現代林学講義 10 測樹学, 地球社, 東京, 243pp

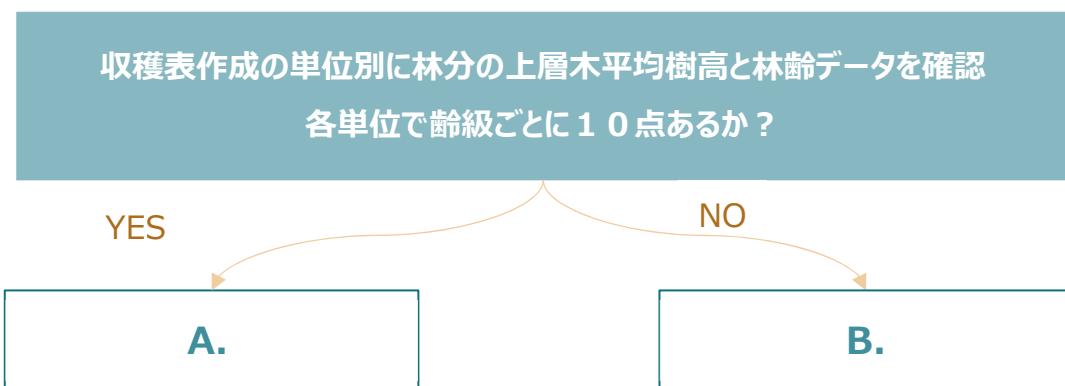
収穫予想表作成に必要なデータの種類と数は？

収穫予想表を作成する単位（地域や地位など）が決まれば、各単位で樹高成長曲線が作成できるデータがあるかを確認しましょう。樹高成長曲線と本数減少曲線を自ら作成するためには、林齢が分かっている林分の上層木平均樹高と本数密度が各単位・齢級ごとに少なくとも 10 点必要です。都道府県で取得している独自のデータのほか、林野庁森林情報高度化事業で収集したデータも活用できます⁵。

データがあれば、次の A.に進んでください。

データがない場合は、B. に進んでください。林野庁森林情報高度化事業の成果による樹高成長曲線と本数減少曲線式の係数が活用できます。この成果は、全国から収集した現地実測データ約 6000 点のデータを分析して得られた値で、高齢級林分のデータも追加されています。

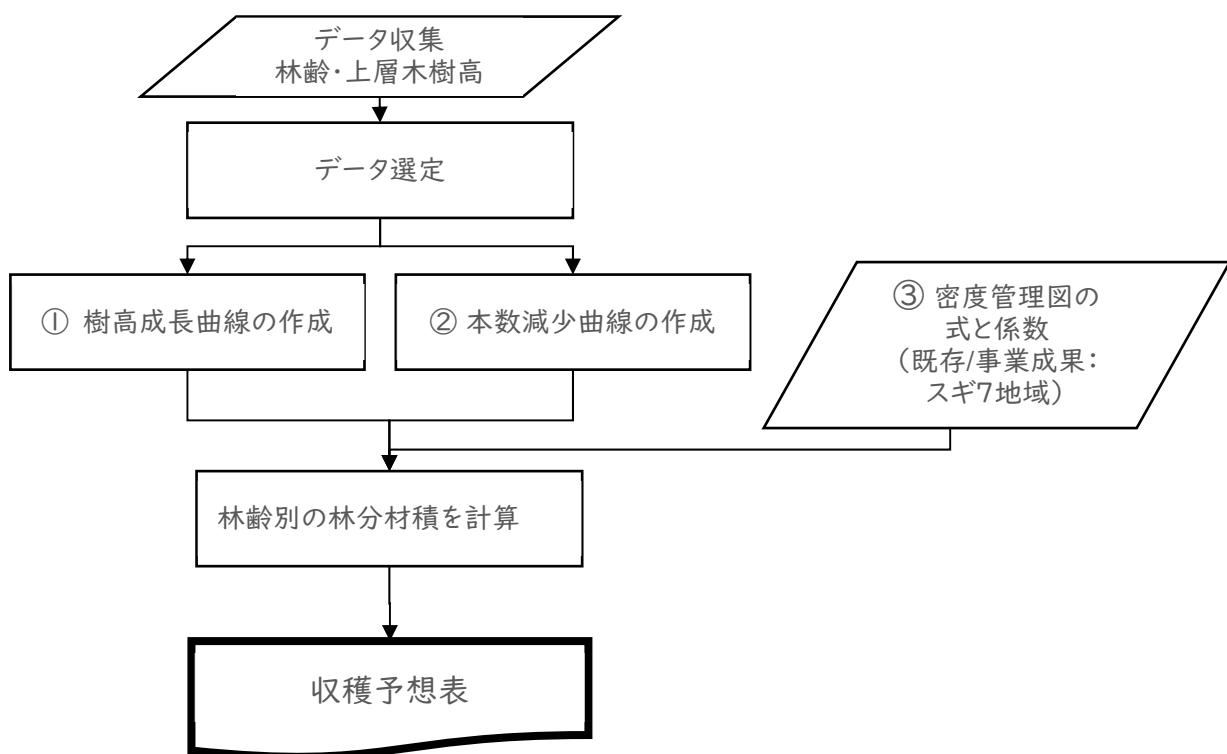
A.と B. 共通で使用する密度管理図の式や係数については後述しています。係数については、既存のものと事業成果の 2 種類があります。高齢級林分の増加による収穫予想表の再調整が求められている場合は、高齢級林分のデータを加えた事業成果の値をぜひご利用ください。



⁵ データに関するお問い合わせは林野庁 森林整備部 計画課 全国森林計画班まで

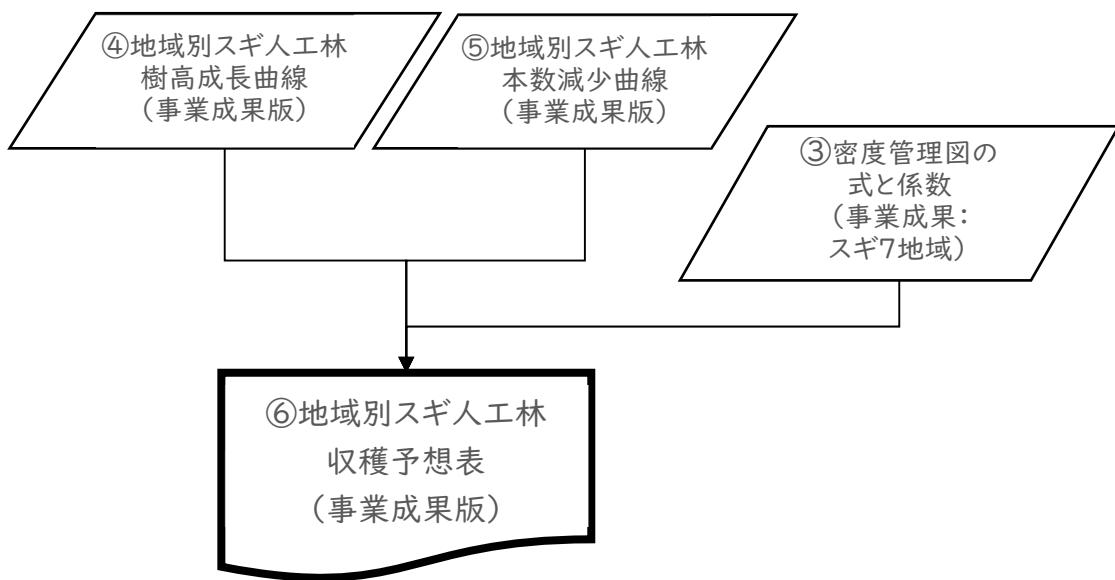
A. 自ら樹高成長曲線を作成したうえで収穫予想表を作成

樹高成長曲線と本数減少曲線の作成に必要なデータを所有している場合、下図のフローに従い収穫予想表が作成できます。なお、密度管理図については、昭和 50 年代に調製されたものと、令和 5 年度に林野庁森林情報高度化事業で調製された 2 パターンがあります。高齢級林分への対応が必要な場合は、後者の利用を推奨します。



B. 既存/事業成果の樹高成長曲線・本数減少曲線から作成された収穫予想表を活用

樹高成長曲線と本数減少曲線作成に必要なデータが不足する場合、林野庁森林情報高度化事業の成果をご利用ください。下図のように地域別の樹高成長曲線と本数減少曲線、密度管理図を新たに作成したうえで、調製されたものです。事業で作成された地域別の収穫予想表を18ページ以降に記載していますので、そのまま使うことができます。



4. 収穫予想表の作成

主要な樹高成長曲線と精度指標を紹介します

① 樹高成長曲線の作成

林齢と上層木平均樹高の関係を示す主要な成長曲線式には、ミッチャーリッヒ式、ゴンペルツ式、ロジスティック式、リチャーズ式、コルフ式の5つがあげられます。どの式を樹高成長曲線式として採用するかは林齢と上層木平均樹高のデータを各式に当てはめた後、各式の精度指標の値を比較して決定します。

地位を区分したい場合、作成された曲線を中心線（ガイドカーブ）とし、地位指数や地位クラスを設定する方法もあります（6ページ《コラム》ガイドカーブによる地位と地位指数の決定方法を参照）。

式へのあてはめは、統計解析ソフト R や Microsoft Excel が利用できます。Excel についてはアドインツールのひとつ、ソルバーを使うことで係数が決定できます。11ページ《コラム》Excel ソルバーを使った係数の決め方にその手順を記載しています。

主要な成長曲線式: a 、 b 、 k は係数で、Excel のソルバーツールで求めることができます。

Mitscherich ミッチャーリッヒ式	$H_t = a \times \left(1 - b \times \exp^{-k \times (\text{林齢})}\right)$
Gompertz ゴンペルツ式	$H_t = a \times \exp^{-b \times \exp^{-k \times (\text{林齢})}}$
Logistic ロジスティック式	$H_t = \frac{a}{1 + b \times \exp^{-k \times (\text{林齢})}}$
Richards リチャーズ式	$H_t = a \times \left(1 - \exp^{-k \times (\text{林齢})}\right)^b$
Korf コルフ式	$H_t = a \times \exp^{-b \times (\text{林齢})}^{-k}$

精度の比較とモデルの決定

「決定係数」「RMSE（二乗平均平方根誤差）」などの精度指標を使い、最もあてはまりの良いモデル式を選択します。参考として各精度指標の式を下に示します。

$$\text{決定係数} : R^2 = 1 - \frac{\text{残差変動の平方和}}{\text{全変動の平方和}}$$

1に近いほどあてはまりが良い

$$\text{二乗平均平方根誤差} : RMSE = \sqrt{\frac{\text{残差平方和}}{\text{データ数}}}$$

値が小さいほどあてはまりが良い

《コラム》 Excel ソルバーを使った係数の決め方

表計算ソフトでは、ソルバーという解析ツールが利用できます。Microsoft Excel を使ったソルバーの使い方についてここで紹介します。Excel ではアドインプログラムの一つにソルバーがあり、アドイン設定で有効にすることで利用できます。

このソルバーを使うことで、樹高成長曲線の係数について、最適な値を検出できます。ソルバーについての説明や有効化については Microsoft Excel のサポートページに記載しておりますので、ご参照ください。

ソルバーを使った樹高曲線の係数を計算する Excel シートを例として示します。ここで示している Excel 画面は Microsoft 365 です。

必要な計算式を入力

a, b, k は既存の樹高成長曲線式等の a, b, k を参考にあらかじめ入力しておく

確度が高い林齢と上層樹高を入力する

データ諸元

サンプル数	=COUNT(A14:A263691)
平均値	=AVERAGE(B14:B263691)
残差平方和	=SUM(D14:D263691)
平均との差の 2乗和	=SUM(E14:E263691)

モデルパラメータ

a	33.3966205218251
b	0.301243000153064
k	0.0199584350649289

データ

林齢	上層樹高	推定値
19	12.7	=\$C\$8*\$C\$9^EXP(-1*\$C\$10*A14)
19	12.2	=\$C\$8*\$C\$9^EXP(-1*\$C\$10*A15)
19	10.4	=\$C\$8*\$C\$9^EXP(-1*\$C\$10*A16)
19	10.4	=\$C\$8*\$C\$9^EXP(-1*\$C\$10*A17)
19	12.9	=\$C\$8*\$C\$9^EXP(-1*\$C\$10*A18)
19	14	=\$C\$8*\$C\$9^EXP(-1*\$C\$10*A19)

ソルバーでこれを最小化する

ソルバーで変化させるセル

ソルバーで変化させるセル

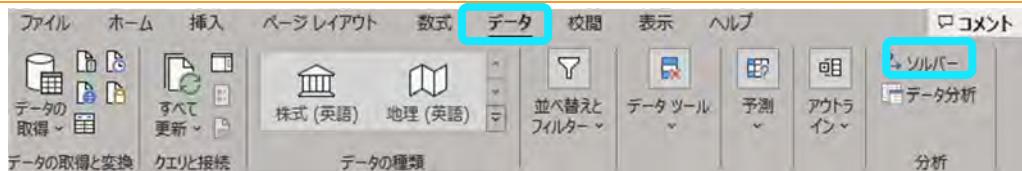
ソルバーで変化させるセル

残差平方 平均との差^2
=(B14-C14)^2 =(B14-\$C\$3)^2
=(B15-C15)^2 =(B15-\$C\$3)^2
=(B16-C16)^2 =(B16-\$C\$3)^2
=(B17-C17)^2 =(B17-\$C\$3)^2
=(B18-C18)^2 =(B18-\$C\$3)^2
=(B19-C19)^2 =(B19-\$C\$3)^2

林齢とモデルパラメータの a, b, k を引数とした成長曲線式を入力しておく

データ諸元の各統計値用の計算式を入力

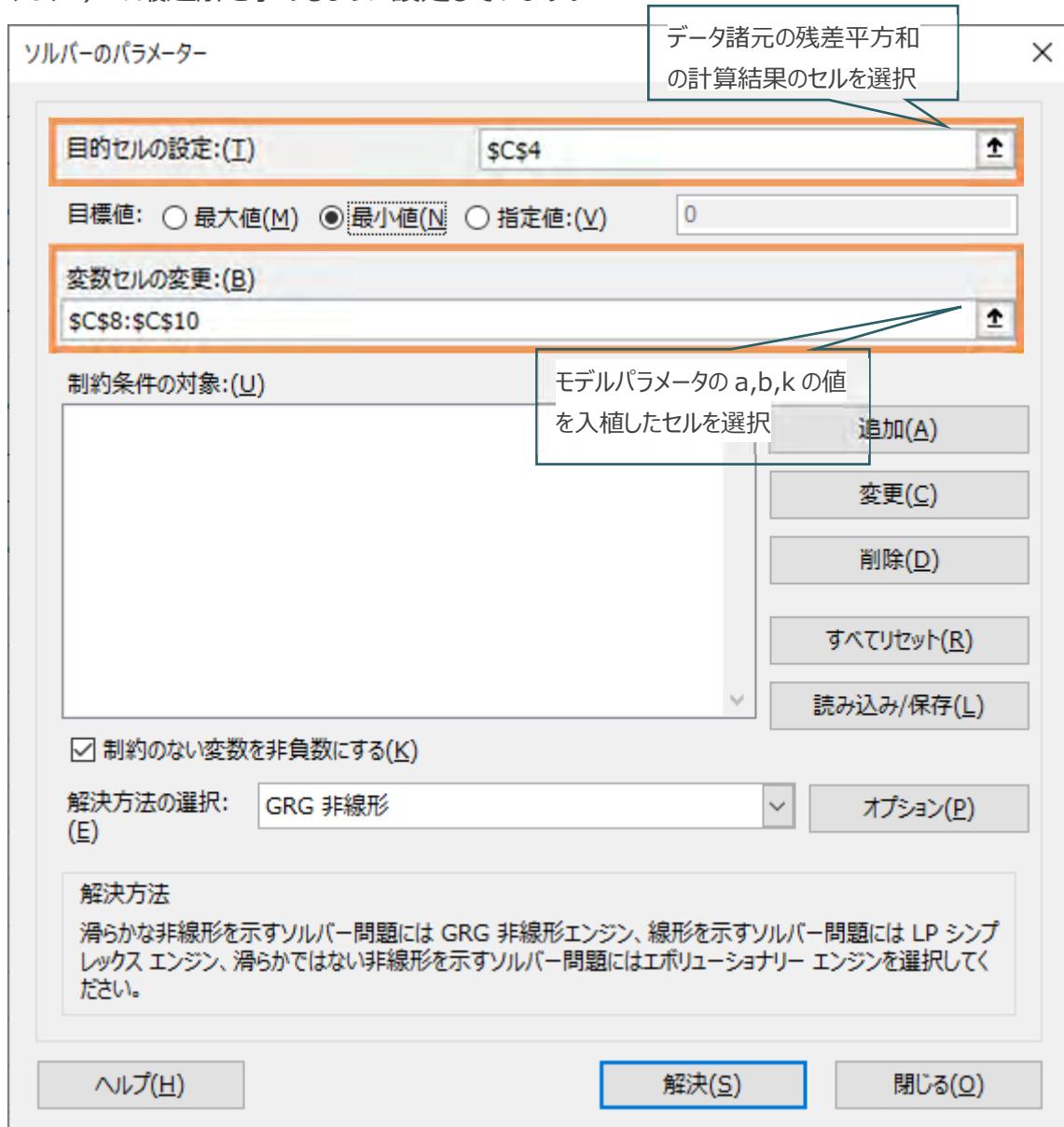
メインメニュー
バーのデータタ
ブにある、ソル
バーをクリック



「ソルバー」が表示されていない場合は有効化)

ソルバーツールの設定の例を示します。

ここでは、モデル式に対するサンプル値の残差平方和（セル C5）を最小とするようなパラメータ（ a, b, k ）の最適解を求めるように設定しています。



「解決」をクリックすると計算結果の表示とともに、設定シートのモデルパラメータの a, b, k が書き換
わります。

② 本数減少曲線の作成



本数減少曲線にはべき乗式をあてはめます

上層木平均樹高と本数から、本数減少曲線を作成します。累乗近似式で作成でき、Excel のソルバーを使い係数を計算することができます。

式は、以下のとおりで、 a と b は係数です。

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

(Levenberg-Marquardt 法によるべき乗式)

本数減少曲線用のデータが不足している場合は標準的なものを⑤地域別スギ人工林本数減少曲線（事業成果版）で記載していますのでご活用ください。なお、計画に基づく本数管理（例えば施業体系図に従う）での本数減少曲線を作成するケースもあります。計測データを用いた本数減少曲線か、計画に基づく本数減少曲線がよいのかについては、各自治体で選択ください。計画に基づく場合、間伐の部分は階段状に急減するため、森林簿に収穫表の数値を反映する際に滑らかな曲線の方が使いやすい場合もあります。

③ 密度管理図の式と係数

- 表計算ソフトで収穫予想表を作成します
- 密度管理図の係数は昭和 50 年代調製のもの、林野庁森林情報高度化事業で調製されたものを記載しています

林齢ごとに上層木平均樹高と本数密度を計算し、材積を推定します。密度管理図で用いられている森林蓄積 V の推定式は以下のとおりです。

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

H はある林齢での上層木平均樹高です。樹高成長曲線式を用いて推定します。

N はある林齢 t での本数密度です。本数減少曲線式を用いて推定します。

b_1 、 b_2 、 b_3 、 b_4 は定数です。次のページに地域別の定数の一覧を示しています。昭和 54-56 年に調整された密度管理図に記載の定数を上段に、林野庁森林情報高度化事業において高齢級データを考慮して見直した定数を下段に記載しています。

なお、収穫予想表に適用する林齢の範囲を検討する際、収集したデータの範囲外は外挿推定になることに留意ください。林野庁森林情報高度化事業で用いたデータ数は、林齢 100 年ではスギ 7 地域別で十分なデータを収集しています。

スギ人工林の密度管理図の定数

○ 昭和 50 年代調整

対象：民有林

地域	b1	b2	b3	b4
表東北*	0.057326	-1.38938	6475.4	-2.90221
裏東北・北陸**	0.060047	-1.35234	3743.3	-2.82483
北関東・東山	0.07156	-1.37386	5062	-2.86979
南関東・東海	0.082249	-1.37292	3681.6	-2.86783
北近畿・中国	0.061977	-1.35177	4725.2	-2.82364
南近畿・四国	0.074343	-1.38848	5065	-2.90033
九州	0.068509	-1.34746	2658.2	-2.81465

○ 令和 5 年度調整（林野庁森林情報高度化事業）

地域	b1	b2	b3	b4
表東北*	0.0130	-1.023793105	7256	-2.93300
裏東北・北陸**	0.0129	-1.020651565	6237	-2.92400
北関東・東山	0.0131	-1.027479179	8237	-2.94356
南関東・東海	0.0271	-1.137586679	15440	-3.25900
北近畿・中国	0.0152	-0.971085039	3707	-2.78200
南近畿・四国	0.0241	-1.081388012	8556	-3.09800
九州	0.0133	-0.976320939	3763	-2.79700

* 福島県は会津・田島森林計画区及び郡山森林計画区の湖南を除外

**福島県は会津・田島及び郡山の湖南を対象

④ 地域別スギ人工林樹高成長曲線（事業成果版）



樹高成長曲線を作成しない自治体に向けて準備した成長モデルと係数を示しています

樹高成長曲線を作成するためのデータが不足する自治体向けに、林野庁森林情報高度化事業で作成したスギ人工林 7 地域別の樹高成長曲線の係数一覧表を下に示します。代表的な成長式のうち、最もあてはまりが良かったコルフ成長曲線を適用しました。

コルフ式樹高成長式は以下のとおりです。この式にある時点の林齢と係数 a 、 b 、 k を入力することで、その林齢での上層木平均樹高が推定できます。

$$H_t = a \times \exp^{-b \times (\text{林齢})^{-k}}$$

地域	係数 a	係数 b	係数 k
表東北*	57.77	6.87048	0.49534
裏東北・北陸**	54.29	8.60398	0.55518
北関東・東山	35.52	11.93715	0.81127
南関東・東海	98.66	5.34372	0.31472
北近畿・中国	41.23	9.92415	0.69891
南近畿・四国	35.77	9.88088	0.76557
九州	32.45	10.99020	0.82275

* 福島県は会津・田島森林計画区及び郡山森林計画区の湖南を除外

**福島県は会津・田島及び郡山の湖南を対象*

⑤ 地域別スギ人工林本数減少曲線（事業成果版）



本数減少曲線を作成しない自治体に向けて準備した累乗近似式の係数を示しています

本数減少曲線を作成するためのデータが不足する自治体向けに、スギ人工林 7 地域別の本数減少曲線の係数一覧表を下に示します。

$$\text{本数}(/ha) = a \times b^{\text{上層木平均樹高}}$$

地域	係数 a	係数 b
表東北*	3034	0.9536
裏東北・北陸**	2421	0.9570
北関東・東山	2924	0.9550
南関東・東海	4349	0.9373
北近畿・中国	2956	0.9602
南近畿・四国	3896	0.9473
九州	3183	0.9541

* 福島県は会津・田島森林計画区及び郡山森林計画区の湖南を除外

**福島県は会津・田島及び郡山の湖南を対象*

⑥ 地域別スギ人工林収穫 予想表（事業成果版）



林野庁森林情報高度化事業の成果を
使って作成した収穫予想表です

林野庁森林情報高度化事業で作成した地域別の収穫予想表を下表に示します。先述のとおり、全国の計測データを過去から最近まで収集して作成したものです。樹高成長曲線、本数減少曲線、密度管理図の係数を7つの地域別に準備し、森林蓄積式にあてはめて収穫予想表を作成しました。収穫予想表を迅速に準備したい、仮で森林蓄積を計算したいなどのご要望があれば、こちらを使うこともひとつの選択肢と考えます。

表東北

林齡	樹高	本数	材積
11	7.1	2164	80.8
12	7.8	2098	99.4
13	8.4	2036	118.9
14	9.0	1978	139.0
15	9.6	1924	159.5
16	10.1	1874	180.2
17	10.7	1827	201.0
18	11.2	1783	221.7
19	11.7	1741	242.3
20	12.2	1702	262.7
21	12.6	1665	282.9
22	13.1	1630	302.8
23	13.5	1597	322.3
24	13.9	1566	341.6
25	14.3	1537	360.4
26	14.7	1508	378.9
27	15.1	1482	397.0
28	15.5	1456	414.8
29	15.8	1432	432.2
30	16.2	1408	449.2
31	16.5	1386	465.8
32	16.8	1365	482.1
33	17.1	1345	498.0
34	17.4	1325	513.6
35	17.7	1306	528.8
36	18.0	1288	543.7
37	18.3	1271	558.2
38	18.6	1254	572.5
39	18.9	1238	586.4
40	19.1	1223	600.1

林齡	樹高	本数	材積
41	19.4	1208	613.5
42	19.6	1193	626.5
43	19.9	1179	639.3
44	20.1	1166	651.9
45	20.4	1153	664.1
46	20.6	1140	676.2
47	20.8	1128	687.9
48	21.0	1116	699.5
49	21.3	1105	710.8
50	21.5	1094	721.9
51	21.7	1083	732.7
52	21.9	1072	743.4
53	22.1	1062	753.9
54	22.3	1052	764.1
55	22.5	1043	774.2
56	22.7	1033	784.1
57	22.9	1024	793.8
58	23.0	1015	803.3
59	23.2	1007	812.6
60	23.4	998	821.8
61	23.6	990	830.8
62	23.7	982	839.7
63	23.9	975	848.4
64	24.1	967	857.0
65	24.2	960	865.4
66	24.4	952	873.7
67	24.5	945	881.8
68	24.7	938	889.8
69	24.9	932	897.6
70	25.0	925	905.4

林齡	樹高	本数	材積
71	25.1	919	913.0
72	25.3	912	920.5
73	25.4	906	927.9
74	25.6	900	935.1
75	25.7	894	942.3
76	25.8	888	949.3
77	26.0	883	956.3
78	26.1	877	963.1
79	26.2	872	969.8
80	26.4	866	976.4
81	26.5	861	983.0
82	26.6	856	989.4
83	26.8	851	995.7
84	26.9	846	1002.0
85	27.0	841	1008.2
86	27.1	837	1014.2
87	27.2	832	1020.2
88	27.3	827	1026.1
89	27.5	823	1032.0
90	27.6	819	1037.7
91	27.7	814	1043.4
92	27.8	810	1049.0
93	27.9	806	1054.5
94	28.0	802	1060.0
95	28.1	798	1065.3
96	28.2	794	1070.6
97	28.3	790	1075.9
98	28.4	786	1081.1
99	28.5	782	1086.2
100	28.6	778	1091.2

樹高:上層木平均樹高(m)

本数 :haあたり本数

材積 :haあたり林分材積(m³/ha)

* 福島県は会津・田島森林計画区及び郡山森林計画区の湖南を除外

裏東北・北陸**

林齡	樹高	本数	材積
11	5.6	1893	42.2
12	6.2	1841	55.2
13	6.8	1792	69.5
14	7.4	1746	84.9
15	8.0	1702	101.2
16	8.6	1661	118.2
17	9.1	1622	135.8
18	9.6	1585	153.8
19	10.1	1550	172.0
20	10.6	1517	190.4
21	11.1	1486	208.9
22	11.6	1457	227.3
23	12.0	1428	245.7
24	12.4	1402	264.0
25	12.9	1376	282.2
26	13.3	1352	300.1
27	13.7	1329	317.9
28	14.0	1307	335.4
29	14.4	1285	352.6
30	14.8	1265	369.6
31	15.1	1246	386.3
32	15.5	1227	402.8
33	15.8	1209	418.9
34	16.1	1192	434.8
35	16.4	1176	450.3
36	16.7	1160	465.6
37	17.0	1145	480.6
38	17.3	1130	495.4
39	17.6	1116	509.8
40	17.9	1103	524.0

林齡	樹高	本数	材積
41	18.2	1089	537.9
42	18.4	1077	551.6
43	18.7	1065	565.0
44	18.9	1053	578.1
45	19.2	1041	591.0
46	19.4	1030	603.6
47	19.7	1019	616.0
48	19.9	1009	628.2
49	20.1	999	640.2
50	20.4	989	651.9
51	20.6	980	663.4
52	20.8	970	674.7
53	21.0	961	685.8
54	21.2	953	696.7
55	21.4	944	707.4
56	21.6	936	718.0
57	21.8	928	728.3
58	22.0	920	738.4
59	22.2	913	748.4
60	22.4	905	758.2
61	22.6	898	767.9
62	22.7	891	777.3
63	22.9	884	786.6
64	23.1	878	795.8
65	23.3	871	804.8
66	23.4	865	813.7
67	23.6	858	822.4
68	23.8	852	831.0
69	23.9	846	839.4
70	24.1	841	847.7

林齡	樹高	本数	材積
71	24.2	835	855.9
72	24.4	829	863.9
73	24.5	824	871.8
74	24.7	819	879.7
75	24.8	813	887.3
76	25.0	808	894.9
77	25.1	803	902.4
78	25.2	798	909.7
79	25.4	794	916.9
80	25.5	789	924.1
81	25.6	784	931.1
82	25.8	780	938.0
83	25.9	776	944.8
84	26.0	771	951.6
85	26.2	767	958.2
86	26.3	763	964.7
87	26.4	759	971.2
88	26.5	755	977.6
89	26.6	751	983.8
90	26.8	747	990.0
91	26.9	743	996.1
92	27.0	739	1002.2
93	27.1	736	1008.1
94	27.2	732	1014.0
95	27.3	729	1019.8
96	27.4	725	1025.5
97	27.5	722	1031.2
98	27.6	718	1036.7
99	27.8	715	1042.2
100	27.9	712	1047.7

樹高:上層木平均樹高(m)

本数 :haあたり本数

材積 :haあたり林分材積(m³/ha)

**福島県は会津・田島及び郡山の湖南を対象

北関東・東山

林齡	樹高	本数	材積
11	6.4	2173	56.7
12	7.2	2095	75.3
13	8.0	2023	95.5
14	8.7	1956	116.8
15	9.4	1895	138.9
16	10.1	1838	161.4
17	10.7	1785	184.0
18	11.3	1737	206.6
19	11.9	1692	228.9
20	12.4	1650	250.9
21	12.9	1611	272.5
22	13.4	1575	293.6
23	13.9	1542	314.2
24	14.4	1510	334.2
25	14.8	1480	353.6
26	15.2	1453	372.5
27	15.6	1426	390.8
28	16.0	1402	408.5
29	16.3	1379	425.6
30	16.7	1357	442.2
31	17.0	1336	458.3
32	17.3	1316	473.8
33	17.6	1298	488.9
34	17.9	1280	503.5
35	18.2	1263	517.6
36	18.5	1247	531.2
37	18.8	1232	544.5
38	19.0	1217	557.3
39	19.3	1204	569.7
40	19.5	1190	581.8

樹高:上層木平均樹高(m)

林齡	樹高	本数	材積
41	19.8	1178	593.4
42	20.0	1165	604.8
43	20.2	1154	615.8
44	20.4	1143	626.4
45	20.6	1132	636.8
46	20.8	1121	646.9
47	21.0	1112	656.6
48	21.2	1102	666.1
49	21.4	1093	675.4
50	21.6	1084	684.4
51	21.7	1075	693.1
52	21.9	1067	701.6
53	22.1	1059	709.9
54	22.2	1051	718.0
55	22.4	1044	725.8
56	22.5	1037	733.5
57	22.7	1030	741.0
58	22.8	1023	748.3
59	22.9	1016	755.4
60	23.1	1010	762.3
61	23.2	1004	769.1
62	23.3	998	775.7
63	23.5	992	782.1
64	23.6	986	788.4
65	23.7	981	794.6
66	23.8	976	800.6
67	24.0	970	806.5
68	24.1	965	812.2
69	24.2	961	817.9
70	24.3	956	823.4

本数 :haあたり本数

林齡	樹高	本数	材積
71	24.4	951	828.7
72	24.5	947	834.0
73	24.6	942	839.2
74	24.7	938	844.2
75	24.8	934	849.2
76	24.9	930	854.0
77	25.0	926	858.8
78	25.1	922	863.5
79	25.2	918	868.0
80	25.3	914	872.5
81	25.3	911	876.9
82	25.4	907	881.2
83	25.5	903	885.4
84	25.6	900	889.6
85	25.7	897	893.6
86	25.7	894	897.6
87	25.8	890	901.6
88	25.9	887	905.4
89	26.0	884	909.2
90	26.0	881	912.9
91	26.1	878	916.6
92	26.2	875	920.1
93	26.3	873	923.7
94	26.3	870	927.1
95	26.4	867	930.5
96	26.5	864	933.9
97	26.5	862	937.2
98	26.6	859	940.4
99	26.7	857	943.6
100	26.7	854	946.7

材積 :haあたり林分材積(m³/ha)

南関東・東海

林齡	樹高	本数	材積
11	8.0	2591	107.0
12	8.6	2498	124.9
13	9.1	2413	142.9
14	9.6	2334	161.0
15	10.1	2261	178.9
16	10.6	2193	196.8
17	11.0	2129	214.4
18	11.5	2069	231.7
19	11.9	2013	248.8
20	12.3	1960	265.6
21	12.7	1911	282.1
22	13.1	1864	298.3
23	13.5	1819	314.2
24	13.8	1777	329.7
25	14.2	1737	345.0
26	14.5	1699	359.9
27	14.8	1663	374.5
28	15.2	1629	388.8
29	15.5	1596	402.9
30	15.8	1564	416.6
31	16.1	1534	430.1
32	16.4	1505	443.3
33	16.7	1478	456.2
34	17.0	1451	468.9
35	17.2	1426	481.3
36	17.5	1401	493.5
37	17.8	1378	505.4
38	18.0	1355	517.2
39	18.3	1333	528.7
40	18.5	1312	539.9

樹高:上層木平均樹高(m)

林齡	樹高	本数	材積
41	18.7	1292	551.0
42	19.0	1272	561.9
43	19.2	1253	572.6
44	19.4	1235	583.0
45	19.7	1217	593.3
46	19.9	1200	603.5
47	20.1	1183	613.4
48	20.3	1167	623.2
49	20.5	1151	632.8
50	20.7	1136	642.2
51	20.9	1121	651.5
52	21.1	1107	660.7
53	21.3	1093	669.7
54	21.5	1080	678.5
55	21.7	1066	687.2
56	21.9	1054	695.8
57	22.1	1041	704.2
58	22.3	1029	712.5
59	22.4	1017	720.7
60	22.6	1006	728.8
61	22.8	994	736.7
62	23.0	983	744.6
63	23.1	973	752.3
64	23.3	962	759.9
65	23.5	952	767.4
66	23.6	942	774.8
67	23.8	932	782.0
68	23.9	923	789.2
69	24.1	914	796.3
70	24.2	905	803.3

本数 :haあたり本数

林齡	樹高	本数	材積
71	24.4	896	810.2
72	24.6	887	817.0
73	24.7	879	823.7
74	24.8	870	830.3
75	25.0	862	836.9
76	25.1	854	843.3
77	25.3	846	849.7
78	25.4	839	856.0
79	25.6	831	862.2
80	25.7	824	868.4
81	25.8	817	874.4
82	26.0	810	880.4
83	26.1	803	886.3
84	26.2	796	892.2
85	26.4	789	897.9
86	26.5	783	903.7
87	26.6	777	909.3
88	26.7	770	914.9
89	26.9	764	920.4
90	27.0	758	925.8
91	27.1	752	931.2
92	27.2	746	936.5
93	27.3	740	941.8
94	27.5	735	947.0
95	27.6	729	952.2
96	27.7	724	957.3
97	27.8	718	962.3
98	27.9	713	967.3
99	28.0	708	972.2
100	28.1	703	977.1

材積 :haあたり林分材積(m³/ha)

北近畿・中国

林齡	樹高	本数	材積
11	6.4	2276	85.8
12	7.2	2208	108.6
13	7.9	2145	132.5
14	8.6	2086	156.9
15	9.2	2031	181.6
16	9.9	1979	206.2
17	10.5	1932	230.5
18	11.1	1887	254.5
19	11.6	1845	277.9
20	12.1	1806	300.8
21	12.6	1769	323.0
22	13.1	1734	344.6
23	13.6	1701	365.6
24	14.0	1671	385.9
25	14.5	1642	405.6
26	14.9	1614	424.6
27	15.3	1588	443.1
28	15.7	1563	460.9
29	16.1	1540	478.1
30	16.4	1518	494.8
31	16.8	1497	511.0
32	17.1	1476	526.6
33	17.4	1457	541.8
34	17.7	1439	556.5
35	18.0	1421	570.7
36	18.3	1404	584.5
37	18.6	1388	597.8
38	18.9	1373	610.8
39	19.2	1358	623.4
40	19.4	1344	635.6

樹高:上層木平均樹高(m)

林齡	樹高	本数	材積
41	19.7	1330	647.5
42	19.9	1317	659.0
43	20.1	1304	670.2
44	20.4	1292	681.1
45	20.6	1280	691.7
46	20.8	1269	702.0
47	21.0	1258	712.1
48	21.2	1248	721.9
49	21.4	1237	731.4
50	21.6	1227	740.7
51	21.8	1218	749.7
52	22.0	1209	758.5
53	22.2	1200	767.1
54	22.4	1191	775.5
55	22.6	1182	783.7
56	22.7	1174	791.7
57	22.9	1166	799.6
58	23.1	1159	807.2
59	23.2	1151	814.7
60	23.4	1144	822.0
61	23.5	1137	829.1
62	23.7	1130	836.1
63	23.8	1123	842.9
64	24.0	1117	849.6
65	24.1	1110	856.1
66	24.2	1104	862.5
67	24.4	1098	868.8
68	24.5	1092	875.0
69	24.6	1086	881.0
70	24.8	1081	886.9

本数 :haあたり本数

林齡	樹高	本数	材積
71	24.9	1075	892.7
72	25.0	1070	898.4
73	25.1	1065	903.9
74	25.3	1060	909.4
75	25.4	1055	914.7
76	25.5	1050	920.0
77	25.6	1045	925.1
78	25.7	1041	930.2
79	25.8	1036	935.2
80	25.9	1032	940.1
81	26.0	1027	944.9
82	26.1	1023	949.6
83	26.2	1019	954.2
84	26.3	1015	958.8
85	26.4	1011	963.2
86	26.5	1007	967.6
87	26.6	1003	972.0
88	26.7	999	976.2
89	26.8	995	980.4
90	26.9	992	984.5
91	27.0	988	988.6
92	27.1	985	992.6
93	27.2	981	996.5
94	27.2	978	1000.4
95	27.3	975	1004.2
96	27.4	971	1007.9
97	27.5	968	1011.6
98	27.6	965	1015.2
99	27.6	962	1018.8
100	27.7	959	1022.3

材積 :haあたり林分材積(m³/ha)

南近畿・四国

林齡	樹高	本数	材積
11	7.4	2610	106.1
12	8.2	2501	132.4
13	8.9	2401	159.2
14	9.6	2311	186.0
15	10.3	2228	212.4
16	11.0	2152	238.2
17	11.6	2083	263.3
18	12.1	2020	287.6
19	12.7	1961	311.1
20	13.2	1907	333.7
21	13.7	1857	355.5
22	14.2	1810	376.3
23	14.6	1767	396.4
24	15.0	1727	415.7
25	15.4	1689	434.2
26	15.8	1654	451.9
27	16.2	1621	469.0
28	16.6	1590	485.4
29	16.9	1561	501.1
30	17.2	1534	516.3
31	17.5	1508	530.9
32	17.8	1483	544.9
33	18.1	1460	558.5
34	18.4	1438	571.5
35	18.7	1417	584.1
36	18.9	1397	596.3
37	19.2	1378	608.0
38	19.4	1360	619.3
39	19.7	1343	630.3
40	19.9	1327	640.9

樹高:上層木平均樹高(m)

林齡	樹高	本数	材積
41	20.1	1311	651.2
42	20.3	1296	661.1
43	20.5	1282	670.7
44	20.7	1268	680.0
45	20.9	1255	689.1
46	21.1	1242	697.9
47	21.3	1230	706.4
48	21.5	1218	714.6
49	21.6	1207	722.7
50	21.8	1196	730.5
51	22.0	1185	738.1
52	22.1	1175	745.5
53	22.3	1165	752.7
54	22.4	1156	759.7
55	22.6	1147	766.5
56	22.7	1138	773.1
57	22.9	1129	779.6
58	23.0	1121	785.9
59	23.1	1113	792.0
60	23.3	1105	798.0
61	23.4	1098	803.9
62	23.5	1091	809.6
63	23.6	1084	815.2
64	23.8	1077	820.7
65	23.9	1070	826.0
66	24.0	1063	831.2
67	24.1	1057	836.3
68	24.2	1051	841.3
69	24.3	1045	846.1
70	24.4	1039	850.9

本数 :haあたり本数

林齡	樹高	本数	材積
71	24.5	1034	855.6
72	24.6	1028	860.1
73	24.7	1023	864.6
74	24.8	1017	869.0
75	24.9	1012	873.3
76	25.0	1007	877.5
77	25.1	1002	881.6
78	25.2	998	885.7
79	25.2	993	889.6
80	25.3	989	893.5
81	25.4	984	897.3
82	25.5	980	901.1
83	25.6	976	904.7
84	25.7	971	908.3
85	25.7	967	911.9
86	25.8	963	915.4
87	25.9	960	918.8
88	26.0	956	922.1
89	26.0	952	925.4
90	26.1	948	928.7
91	26.2	945	931.8
92	26.2	941	935.0
93	26.3	938	938.0
94	26.4	935	941.1
95	26.4	931	944.0
96	26.5	928	947.0
97	26.6	925	949.8
98	26.6	922	952.7
99	26.7	919	955.4
100	26.7	916	958.2

材積 :haあたり林分材積(m³/ha)

九州

林齡	樹高	本数	材積
11	7.0	2287	111.2
12	7.8	2204	138.9
13	8.6	2128	167.1
14	9.3	2059	195.3
15	9.9	1996	223.1
16	10.6	1938	250.4
17	11.2	1885	276.8
18	11.7	1836	302.4
19	12.2	1791	327.1
20	12.7	1749	350.8
21	13.2	1710	373.6
22	13.7	1674	395.4
23	14.1	1640	416.3
24	14.5	1609	436.4
25	14.9	1580	455.6
26	15.3	1552	474.0
27	15.6	1527	491.6
28	16.0	1502	508.5
29	16.3	1480	524.7
30	16.6	1458	540.2
31	16.9	1438	555.2
32	17.2	1419	569.5
33	17.5	1400	583.3
34	17.7	1383	596.5
35	18.0	1367	609.3
36	18.2	1351	621.5
37	18.5	1336	633.4
38	18.7	1322	644.8
39	18.9	1308	655.8
40	19.1	1295	666.4

樹高:上層木平均樹高(m)

林齡	樹高	本数	材積
41	19.3	1283	676.6
42	19.5	1271	686.5
43	19.7	1260	696.1
44	19.9	1249	705.4
45	20.1	1239	714.3
46	20.3	1228	723.0
47	20.4	1219	731.4
48	20.6	1210	739.6
49	20.8	1201	747.5
50	20.9	1192	755.1
51	21.1	1184	762.6
52	21.2	1176	769.8
53	21.3	1168	776.8
54	21.5	1160	783.6
55	21.6	1153	790.3
56	21.7	1146	796.7
57	21.9	1139	803.0
58	22.0	1133	809.1
59	22.1	1126	815.0
60	22.2	1120	820.8
61	22.3	1114	826.5
62	22.5	1108	832.0
63	22.6	1103	837.4
64	22.7	1097	842.6
65	22.8	1092	847.7
66	22.9	1087	852.7
67	23.0	1082	857.5
68	23.1	1077	862.3
69	23.2	1072	866.9
70	23.3	1068	871.5

本数 :ha あたり本数

林齡	樹高	本数	材積
71	23.3	1063	875.9
72	23.4	1059	880.2
73	23.5	1054	884.5
74	23.6	1050	888.6
75	23.7	1046	892.7
76	23.8	1042	896.7
77	23.8	1038	900.6
78	23.9	1034	904.4
79	24.0	1031	908.1
80	24.1	1027	911.8
81	24.1	1024	915.3
82	24.2	1020	918.8
83	24.3	1017	922.3
84	24.4	1014	925.7
85	24.4	1010	929.0
86	24.5	1007	932.2
87	24.6	1004	935.4
88	24.6	1001	938.5
89	24.7	998	941.6
90	24.7	995	944.6
91	24.8	992	947.5
92	24.9	990	950.4
93	24.9	987	953.3
94	25.0	984	956.1
95	25.0	982	958.9
96	25.1	979	961.6
97	25.1	976	964.2
98	25.2	974	966.8
99	25.3	972	969.4
100	25.3	969	971.9

材積 :ha あたり林分材積(m³/ha)

5. 終わりに

本手順書では、密度管理図による森林蓄積の収穫予想表の作成手順について記載しました。昭和50年代時点と現代を比べると、高齢級林分が増えたり、立木本数が変わったりと、時代とともに森林の施業も変化し、収穫表の見直しが求められているところです。同じように、将来も収穫予想表の見直しは必要になると予想されますので、その時々に求められる収穫予想表の単位（地域や地位など）を決定し、見直し作業を進めてください。

本手順書では、高齢級林分のデータも含めた各種係数を記載しています。100年生以上のデータ数は多くはなく、今後も引き続きデータ収集し、収穫予想表の精度を上げていく必要があります。機会があれば、林齢が正確な林分でぜひ調査頂き、データを蓄積していくことを推奨いたします。これにより、森林蓄積の上限を決定しやすく、推定値の信頼性が増していきます。

最後に、本手順書が都道府県の収穫予想表作成の解決の一助になれば幸いです。

林分密度管理図による収穫予想表作成の手順書

スギ人工林

令和 6 年 3 月 発行

林野庁

※ 本書の全部または一部を無断に転載することは、著作権法上の例外を除き、禁じられています。