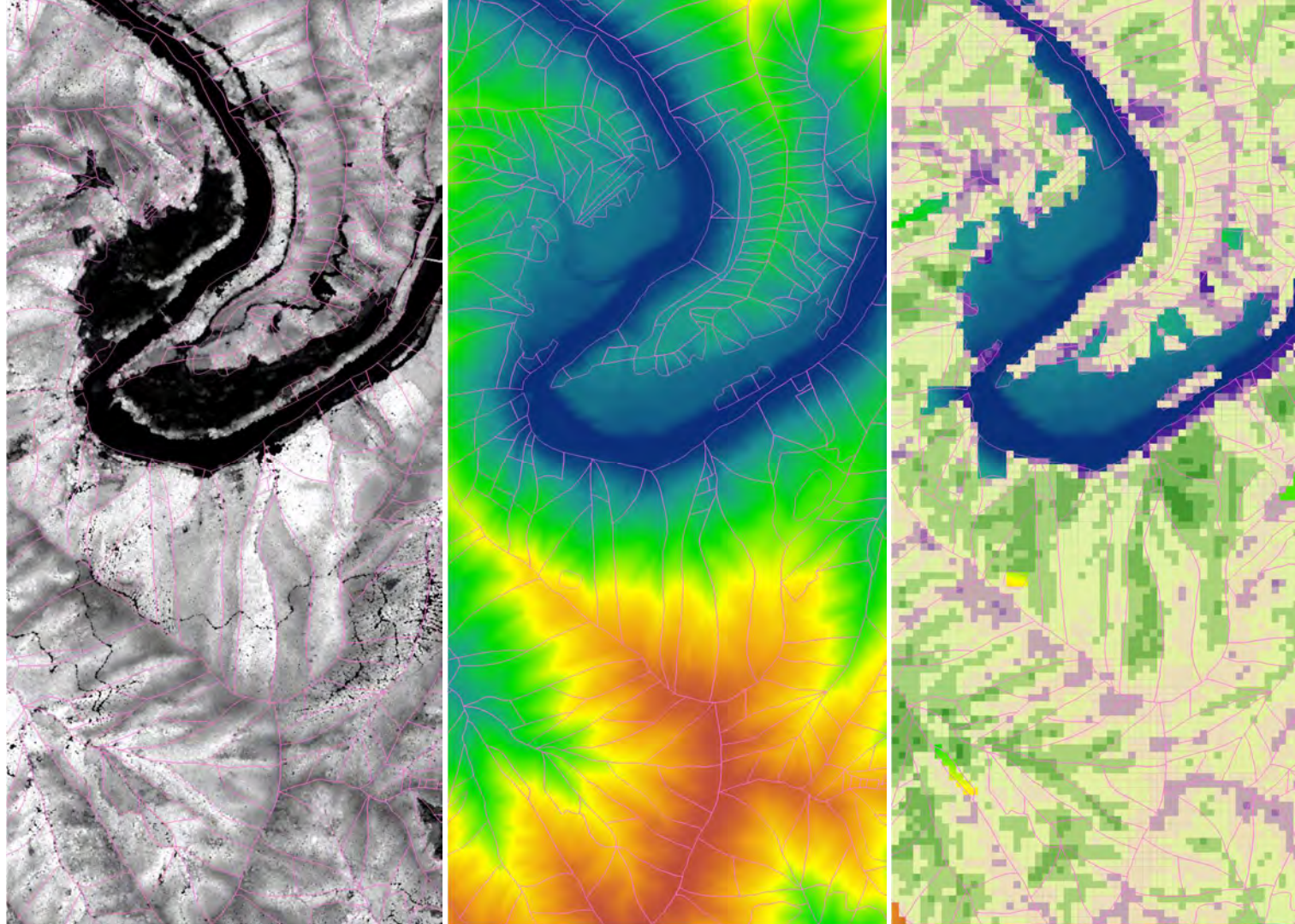




航空機 LiDAR データを使った

地位指数分布図の 作成の手引き

2022 年 3 月
林野庁



目次

1. はじめに.....	1
2. 地位と地位指数について.....	3
地位と地位指数とは？	3
地位指数の計算方法.....	4
3. 航空機 LiDAR による森林計測	6
航空機 LiDAR のしくみ	6
航空機 LiDAR 計測データ活用にあたっての留意点....	8
コラム：照射点密度 1 点/m ² のデータはどの程度 「使える」？	8
全国の航空機 LiDAR 計測データ整備状況と利用方法	10
アーカイブデータの入手先.....	11
航空 LiDAR 計測でよく使われる用語	13
新規計測時に留意すべき事項	14
4. 地位指数分布図作成の前提条件	16
条件	16
作業環境	16
5. 地位指数分布図作成のながれ	17
各分布図の作成のながれ.....	18
（1）格納ポリゴン：20m 四方のメッシュ	18
（2）上層木平均樹高の計算・分布図作成の方法	19
（3）樹種・林齢分布図の作成.....	20
（4）地位指数曲線・分布図の作成	21
6. 準備	22
データの準備	22
7. 作業 1：対象エリアの 20mメッシュの準備 29	
メッシュサイズについて	29



8. 作業 2 : DCHM から 上層木平均樹高を 計算	34
QGIS での作業	34
9. 作業 3 : DTM 画像と DSM 画像から DCHM を作成	40
QGIS での作業	40
10. 作業 4 : TIF 画像に変換	45
QGIS での作業	45
11. 作業 5 : 樹種と林齢の 20m メッシュ化 ..	46
QGIS での作業	46
12. 作業 6 : 地位指数曲線作成のためのサン pling	55
QGIS での作業	55
13. 作業 7 : 樹高成長曲線のあてはめ	57
Microsoft Excel での作業	57
14. 作業 8 : 地位指数分布図の作成	64
QGIS での作業	64
15. 活用 森林簿ポリゴンに情報を付与	70
QGIS での作業	70
16. 留意事項	75
17. 事例紹介	77
徳島県	77
新潟県	78
茨城県	79
18. 引用文献	80



1. はじめに

■ この手引きのねらい

- ✓ この手引きは、近年各都道府県において整備が進んでいる航空機 LiDAR 計測データを用い、高精細かつ高精度な地位指数情報を得ることを目的として作成されたものです。
- ✓ 想定するユーザーは主として都道府県の森林計画担当で、自らデータを加工して地位指数情報を得るための手法、あるいは作業を外注する上での留意事項等をまとめています。

背景

近年、持続可能な社会の実現が強く求められるなか、再生可能な生物資源である人工林を適切に管理していくことの重要性がますます高まっている状況にあります。令和 3 年 6 月に閣議決定された森林・林業基本計画においては、人工林資源の循環利用を推進しつつ、多様で健全な姿へと誘導していくこととしています。

とくに、主伐再造林を進めていくうえで、市町村森林整備計画における「木材生産機能維持増進森林」を適切にゾーニングすることが重要であり、そのためには林地の生産力に関する情報が不可欠となっています。

林地の生産力を示す指標としては、ある林齢における主林木平均樹高など、「樹高」が尺度として用いられています。これは、直径の成長と比較して樹高の成長が本数密度の影響を受けにくいという性質に基づいています。特に、ある基準林齢における樹高として表現される「地位指数」は、上・中・下等の相対的な表現で示される「地位」とは異なり、絶対的な評価基準として利用可能なもので、地位級（伐期平均成長量）等の基準情報ともなります。

現在、都道府県の森林簿で実際に適用されている地位や地位指数の情報は、市町村や流域単位などかなりマクロな空間スケールに対して適用されているものが多く、上記のような木材生産機能維持増進森林などのゾーニングに必要な情報として十分ではないと考えられます。

森林情報の高精度・高精細化に向けた航空機 LiDAR データの活用

都道府県では、航空機等より得られるレーザ計測データ（航空機 LiDAR データ）の整備が近年進んでいます。航空機 LiDAR データから、詳細な地表面の高さデータ（DTM）と森林の表層の高さデータ（DSM）を作成し、両者の差分を取ることで林冠の高さデータ（DCHM）を得ることが可能です。DCHM は、主林木平均樹高や上層樹高を直接示すものではありませんが、両者には強い正の相関



があると考えられることから、簡易な補正により DCHM から主林木平均樹高等を推定することが可能と考えられます。

航空機 LiDAR データから得られる森林の高さデータから、局所的な林地生産力の情報を取得し、これを用いることによって、森林簿情報の精度向上が期待でき、木材生産機能維持増進森林などのゾーニングも適切に実施可能となります。また、施業林分単位での資源量が把握できることから、森林所有者や事業者に向けた材価の見積等に必要な情報等を提供することも可能になると考えられます。

このように航空機 LiDAR データの活用は、森林資源情報の飛躍的な高精度・高精細化をもたらし、将来的に森林政策や森林計画の戦略的な意思決定に寄与するとともに、持続可能な森林管理に大きく貢献することが期待できます。

手引きの使い方

主に都道府県の森林計画を担当される方が利用することを想定して作成されています。GIS ソフトや Excel の使用に慣れている方であれば、入手した航空機 LiDAR データをもとに自ら地位指数マップを作成できます。

各都道府県に納品されている航空機 LiDAR データは様々であると考えられますので、データの状態によってどのような処理が必要か、フローチャートに基づいて判断できるようになっています。自ら作業を行うことが困難な方においては、地位指数マップ作成作業を外部発注する際の仕様書としても活用いただけます。

また、現在利用可能な LiDAR データが無い方においては、どのような仕様により航空機 LiDAR データを取得すべきか、納品成果物としてどのようなデータが必要か検討いただけるようになっています。

手引きの構成

この手引きは以下の構成になっています。

- ・航空機 LiDAR データから森林の高さ情報を取得する仕組み
- ・地位指数マップの作成に必要な要件
- ・地位指数マップ作成のながれ
- ・QGIS による LiDAR データの処理
- ・Excel による成長モデルのあてはめ
- ・QGIS による地位指数マップの作成
- ・事例紹介

本手引きは、林野庁事業の「リモートセンシング技術等を用いた森林の機能別調査の手法に関する調査事業」（令和 3 年度）の成果として作成したものです。

2. 地位と地位指数について

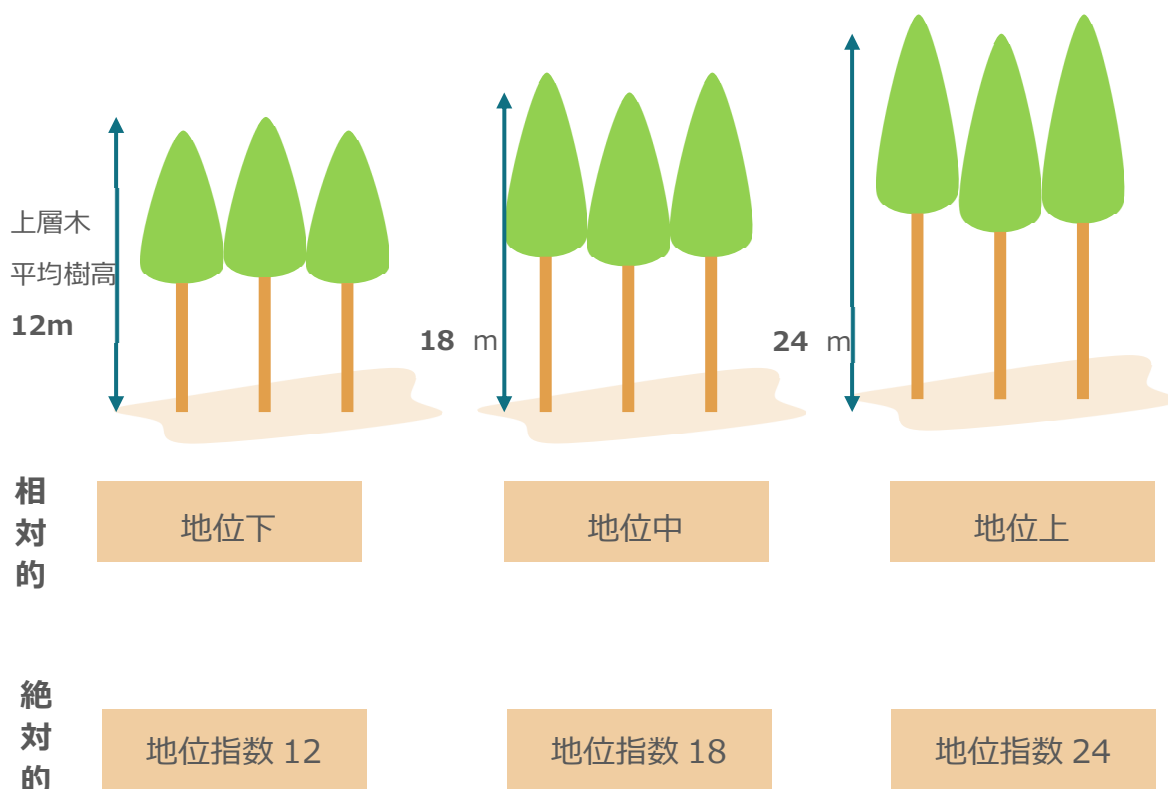
地位と地位指数とは？

地位ないし地位指数とは、土地の生産力を表す指標として用いられます。生産力の尺度としては、本来はその土地から得られる木材の量、すなわち ha 当たりの材積が用いられることが望ましいですが、材積の正確な計測は難しく、林分構造や仕立て方などの森林の管理状況の影響を受けやすいという問題があります。直径や立木密度も同様です。一方、樹高成長は立木密度の影響をほとんど受けないという特徴があり、この性質を用いて地位や地位指数の査定に樹高（とくに上層樹高）が用いられます。

「地位」の場合は、やせた土地から肥沃な土地を例えば地位 1（高い）～ 5（低い）といった区分や、地位上／中／下などの相対的な区分で表されます。一方、「地位指数」の場合は、ある基準となる林齢（スギとヒノキ林であれば林齢 40 年時）の上層木平均樹高を指標（絶対的な評価基準）として表されます。

スギ人工林

すべて林齢 40 年とする



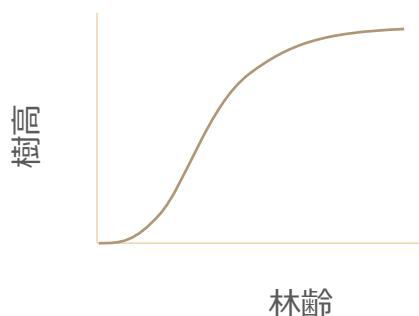
地位指数の計算方法

一般的に、基準となる林齢（スギ・ヒノキでは林齢 40 年）における上層木平均樹高を整数値に丸めたものが地位指数として用いられます。

樹齢が 40 年でない場合は、成長曲線式にあてはめて地位指数を推定します。同じ土地であっても、樹種が異なる場合は地位指数曲線は別個に作成する必要があります。同じ土地でも樹種によって成長の傾向が異なるからです。

式の形

上層木平均樹高の成長曲線（以下、地位指数曲線と呼ぶ）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。それを曲線で表そうとすると下図のように S 字形になります。



主な成長曲線式

地位指数曲線にあてはめる成長曲線式としては以下の 3 つが主に用いられます。

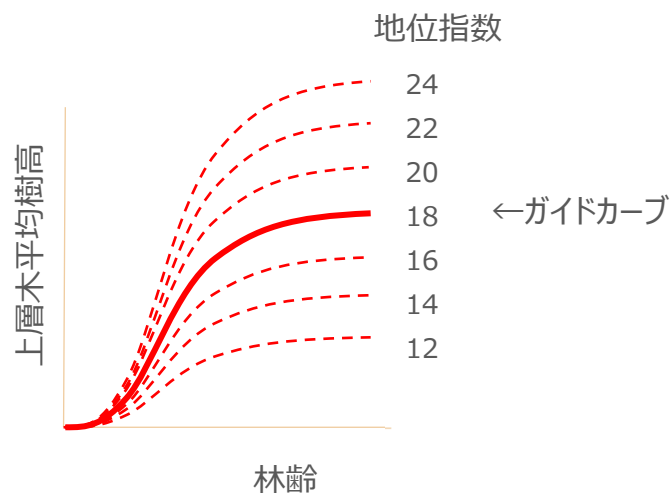
- ゴンペルツ式 : 上層木平均樹高 $= K \times A^{\exp(-B \times \text{林齢})}$
- ミッチャーリッヒ式 : 上層木平均樹高 $= K \times (1 - A \times \exp(-B \times \text{林齢}))$
- リチャーズ式 : 上層木平均樹高 $= K \times (1 - \exp(-A \times \text{林齢}))^B$

K, A, B : 係数

従来は現地調査で林齢と上層木平均樹高のデータを入手し、成長曲線に当てはめます。どの式を使うかは、決定係数や RMSE、AIC 等の精度指標を比較して判断します。

ガイドカーブとそこから作成する地位指数曲線

現地調査で得た林齢と樹高のデータから、まずデータの中心を通る「ガイドカーブ」を作成します。このガイドカーブを用いて、ある場所における林齢と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。



成長曲線の係数のうち、 A と B 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 K の値が変化し、地位指数曲線が上下に変化します。このようにして、各場所における林齢と樹高の関係から地位指数を決定していきます。ただし、このためには地位指数を評価したいすべての場所から林齢と樹高のデータを取得する必要があるため、現地調査においてこれをくまなく把握することは現実的ではありません。

従来は、このような直接的に地位指数を決定する方法ではなく、生産力に影響を与えると思われる気象や地質、地形、土壌などの環境要因から、多変量解析などの統計的な方法を用いて地位指数を算定する方法が採用されてきました。手法としては、数量化Ⅰ類という手法を用いるスコア表法、地形因子（有効起伏量、露出度、斜面形、堆積区分等）から算出する竹下法、などがあります。

近年普及が進んでいる航空機 *LiDAR* 計測データにより、森林の高さデータ（≒樹高）を高精度、高解像度で取得できるようになってきたことから、ガイドカーブ法による地位指数査定に活用できることが期待されています。またそれを地図化することで、林地の潜在的な生産性を視覚化することも可能になり、戦略的な森林計画の策定に寄与することが期待できます。

参考資料： [田中, 2019]