

森林管理のあい方をゾーニングから考える

木材生産と生態系保全を両立させる
経済林と環境林の区分の考え方

2025年6月7日

田中 和博（京都府立大学名誉教授）

森林管理のあい方をゾーニングから考える

木材生産と生態系保全を両立させる
経済林と環境林の区分の考え方

時間が限られていますので、
考え方だけを示すことにします。

基本的な問いは、
人工林とは、何だったのか、です。

1. 日本の人工林の現状

■ 国土の3分の2は森林

国土面積のうち
人工林や天然林が占める
割合を示す
円グラフ

参考資料：

https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/genjo_kadai/attach/pdf/index-238.pdf

日本は、

国土の3分の2の、2,505万haが、森林

そのうちの40%の、1,020万haが、人工林

日本には人工林が1020万haもあり、国土の約27%を占めている。

1. 日本の人工林の現状

日本の森林率の図

出典：森林・林業学習館

https://www.shinrin-ringyou.com/forest_japan/

森林の種類 【成立の仕方による分類】

人工林：播種、植林して成立させた森林

天然林：自然の力により成立した森林

原生林：ほとんど人手が加わっていない森林

天然生林：部分的に破壊されたことがある森林

二次林：火事や伐採等によって、
全面的に破壊された跡に、
再生した自然の森林

- 2021年6月に発表された「森林・林業基本計画」では、人工林の約3分の1を、**針広混交の育成複層林**へ誘導するという方針が示された。
- 針広混交林化への取り組みは、**市町村が主体となって取組を進める**とされている。

1. 日本の人工林の現状

人工林の大半は、第二次世界大戦後に植林されたもの

- 戦時中の大量伐採等によって荒れた国土の復旧
- 資源小国の日本において自給可能な木材の確保

燃料革命後

- 燃材を生産する薪炭林 ⇒ 用材を生産する人工林へ転換

戦後の高度経済成長期の増大する木材需要を賄うため

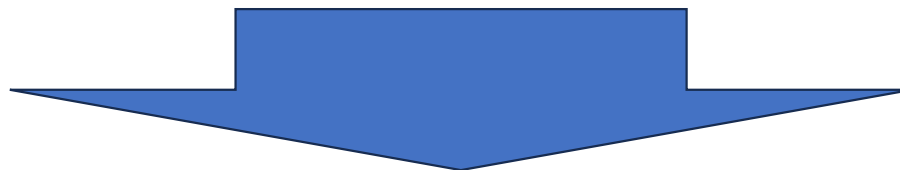
- 天然広葉樹林を針葉樹用材林に転換する
拡大造林と呼ばれる人工林化が進められた。

1. 日本の人工林の現状

しかし、

木材輸入の自由化による林業の衰退

少子高齢化、中山間地域の過疎化などの影響による担い手不足



人工林の多くが管理不足の状態に陥っており、

下層植生が少なく、共倒れ型のリスクが高い森林になっていることが多い。

管理不足の森林・竹林が増加

- ・ 災害に弱い森林の増加
- ・ 森林の公益的機能の低下

間伐が手遅れのヒノキ林
(下層植生が無く、表土も流出)



撮影: 田中和博

放置竹林の拡大



撮影: 田中和博

間伐が遅れると様々な問題が生じる

間伐が
遅れている森林

写真

表土が流亡し、
根が浮き出ている
状態の人工林

- ① 表土の流亡
- ② 水土保持機能の低下
- ③ 生物多様性の減少

適切に
間伐されている森林

写真

下層植生が
生い茂っている
状態の人工林

2. 航空レーザ計測データ等を活用した森林管理のDX化

森林モニタリングデータに基づいて森林を順応的に管理することは多大の時間と労力を要するので実務的には大変難しいことであった。



航空レーザによる高密度な計測データが活用できる時代になった。

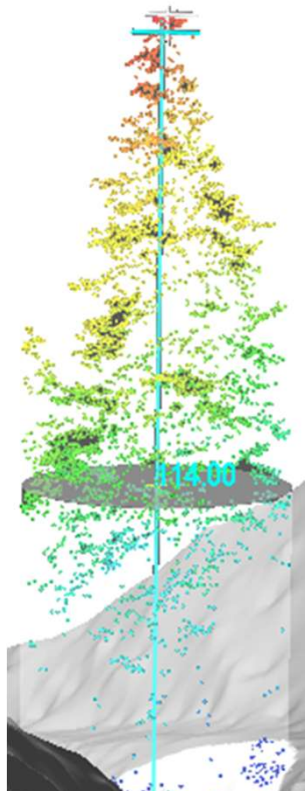
レーザプロファイラ
の概念図

DSM

$DSM - DEM = DCHM$
の概念図

DEM

DCHM



南禅寺
大杉大神
樹高 43m
塩田廣美

2. 航空レーザ計測データ等を活用した森林管理のDX化

DEM ⇒

福知山市 室・市寺地区の傾斜区分データ

林業の適地は
傾斜角
35度以下
(緑色の部分)

DEMから作成した
10mメッシュの
傾斜区分図

5度単位で
色分け図を作成した

2. 航空レーザ計測データ等を活用した森林管理のDX化

人工林の毎木の立木位置と樹高

福知山市
室・市寺地区

オルソフォトの上に、
ヒノキの立木位置図を
重ねた図

水色のポイントデータは
1本1本の立木の位置を示している

2. 航空レーザ計測データ等を活用した森林管理のDX化

人工林の毎木の立木位置と樹高

福知山市
室・市寺地区

オルソフォトの上に、
ヒノキの立木位置図を
重ねた図の
拡大図

水色のポイントデータは
1本1本の立木の位置を
示している

抽出した
1本の木の
属性データを
示している表

樹高、樹冠長率、
樹冠面積の他、
胸高直径や材積の
推定値も含まれている。
樹種、小班ID、林齢等も

人工林で
あれば

**毎木の樹高の
実測値**

が得られる

2. 航空レーザ計測データ等を活用した森林管理のDX化

福知山市 室・市寺地区

立木密度データ

10mメッシュの
タイルポリゴン単位で
立木密度を示した
分布図

10mメッシュ

メッシュの色

茶系：スギ

緑系：ヒノキ

2. 航空レーザ計測データ等を活用した森林管理のDX化

福知山市 室・市寺地区 115林班 1小班の立木密度データ

10mメッシュの
タイルポリゴン単位で
立木密度を示した
分布図の拡大図

10mメッシュ

メッシュの色

茶系：スギ

緑系：ヒノキ

2. 航空レーザ計測データ等を活用した森林管理のDX化

福知山市 室・市寺地区 ha当たりの材積データ

10mメッシュの
タイルポリゴン単位で
ha当たりの材積を
示した分布図

10mメッシュ

メッシュの色

茶系：スギ

緑系：ヒノキ

2. 航空レーザ計測データ等を活用した森林管理のDX化

人工林の毎木の立木位置と樹高

10mメッシュ

10mメッシュのタイルポリゴン単位で人工林の立木の位置を示した分布図

同様の図は、一般財団法人日本森林林業振興会のホームページ、
「令和4年度森林林業振興助成事業」の成果概要の公表の中の、
『利用可能森林資源量の把握と可視化による市町村支援手法の確立』
＜合同会社LSAF技術士事務所＞に、掲載されています。

https://www.center-green.or.jp/jff/jyosei/2022/report2022_2.pdf

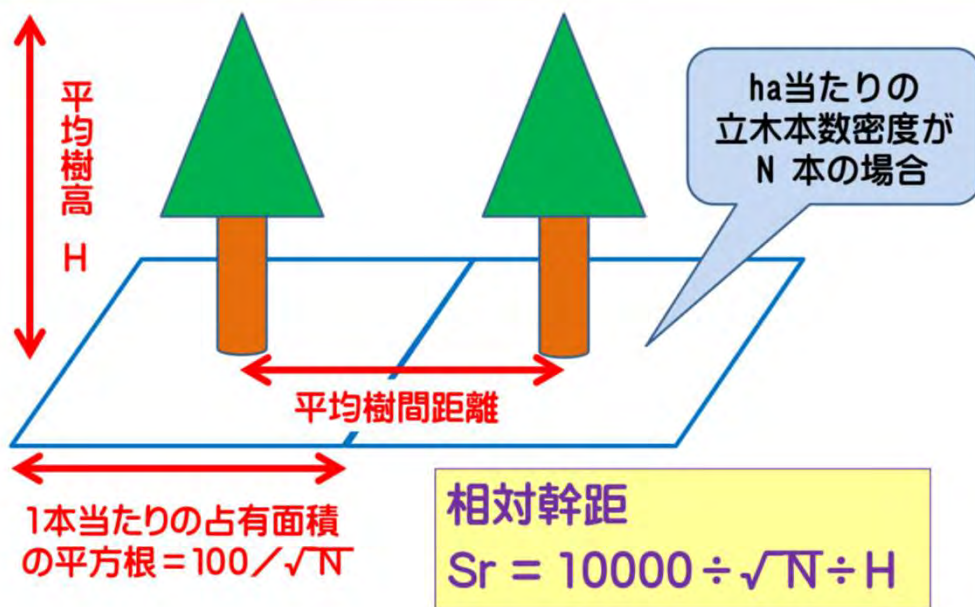
- スギ
- ヒノキ

人工林の成木であれば、1本1本の樹高や樹冠形状等が計測できるので
要間伐林か否かの判定ができる。

2. 航空レーザ計測データ等を活用した森林管理のDX化

相対幹距に基づく要間伐林分の抽出

$$\text{相対幹距 (Sr)} = \text{平均樹間距離} \div \text{平均樹高} \times 100$$



相対幹距 (Sr) は、

値が小さいほど立木本数が密であり、
間伐が必要なことを示しています。

通常、**相対幹距を20前後**に保つように
間伐をします。

17を下回ると要間伐、
14以下の場合には相当な過密です。

2. 航空レーザ計測データ等を活用した森林管理のDX化

相対幹距に基づく要間伐林分の抽出

10mメッシュのタイルポリゴン単位で表示した
要間伐林分の分布図

この図は、一般財団法人日本森林林業振興会のホームページ、
「令和4年度森林林業振興助成事業」の成果概要の公表の中の、
『利用可能森林資源量の把握と可視化による
市町村支援手法の確立』
＜合同会社LSAF技術士事務所＞に、掲載されています。

[https://www.center-
green.or.jp/jff/jyosei/2022/report2022_2.pdf](https://www.center-green.or.jp/jff/jyosei/2022/report2022_2.pdf)

10mメッシュ

0	20以上～	間伐不要
1	17以上～20未満	当面不要
2	14以上～17未満	要間伐
3	11以上～14未満	過密
4	～11未満	超過密

2. 航空レーザ計測データ等を活用した森林管理のDX化

経済林の適地は、**地形や傾斜等の立地条件**と
林道からの距離等によって判定する。

DEM ⇒ 集水域積算、SPI、微地形図

ある流域に
おける
集水域積算
の図

集水域積算

ある流域に
おける
SPI
の図

SPI

$SPI = \text{集水域積算} \times \tan(\text{斜面傾斜角})$

ある区域に
おける
CS立体図

微地形図(CS立体図)

2. 航空レーザ計測データ等を活用した森林管理のDX化

経済林の適地は、**地形や傾斜等の立地条件と**
林道からの距離等によって判定する。

ルート1

ルート2

ルート3

作業道沿線の森林資源量を見える化した図

関連する図は、一般財団法人日本森林林業振興会のホームページ、
「令和5年度森林林業振興助成事業」の成果概要の公表の中の、
『利用可能森林資源量の把握と可視化による市町村支援手法の確立』
＜合同会社LSAF技術士事務所＞に、掲載されています。

https://www.center-green.or.jp/jff/jyosei/2023/report2023_4.pdf

※ 森林利用学会誌：40巻 1号 特集「林業における新技術とデジタルデータの活用」
田中和博・上萩寛・塩田廣美・三嶋陽治（2025）
LiDARデータの解析結果のみを活用した森林作業道開設優先順位付け
～ 京都府福知山市へ提案した手法 ～

集材方法
ハーベスター

集材距離
25m

集材方法が
異なると
集材距離も
異なる

3. 森林ゾーニング

日本学術会議答申（2001）

「地球環境・人間生活にかかわる農業及び**森林の多面的な機能**の評価について」

森林の 8 機能

- ① **生物多様性**保全機能
- ② 地球環境保全機能
- ③ 土砂災害防止機能／土壤保全機能
- ④ **水源涵養**機能
- ⑤ 快適環境形成機能
- ⑥ 保健・レクリエーション機能
- ⑦ 文化機能
- ⑧ **物質生産**機能

3. 森林ゾーニング

森林ゾーニングの必要性

- ① 森林を生態系として管理するため
 - ・ 持続可能な森林経営（SFM）
 - ・ モントリオールプロセス（MP）
- ② 森林を理解しやすくし、森林情報を共有するため
 - ・ 森林は様々な公益的機能を有する公共財
- ③ 地域としての方針や政策を示すため
 - ・ 各森林について重視する機能を明示
- ④ 森林を開発等から守り、次世代に引き継いでいくため
 - ・ 科学的な根拠に基づく森林ゾーニングが必要

3. 森林ゾーニング

◆ ゾーニングとは、
地域内の土地を
利用目的に応じて区分すること

森林ゾーニングの必要性

- ① 森林を生態系として管理するため
- ② 森林を理解し易くし、
森林情報を共有するため
- ③ 地域としての方針や政策を示すため
- ④ 森林を開発等から守り、
次世代に引き継いでいくため

◆ 森林ゾーニングにおいて、
特に考慮すべきことは、

- ① 森林を生態系として理解し、保全すること
- ② 土地にはそれぞれ個性があるとともに、
複数の機能を同時に担っていること
- ③ 自然からの恩恵である生態系サービスには、
経済的な評価が難しいものがあること
- ④ 森林も含む自然環境は、
人間が直接的には制御できないということ、
などです。

3. 森林ゾーニング

【ゾーニングの優先順位】

【再現が難しいもの】

- ① 希少性 → 生物多様性など
- ② 継承性 → 伝承、文化（名所・旧跡）

【人為では制御が難しいもの】

- ③ 防災性 → 土砂災害、洪水・浸水、風雪害

【利害関係が多岐にわたるもの】

- ④ 公共性 → 景観、利便性、ライフライン

【合理的に判断すべきもの】

- ⑤ 経済性 → 生産性、採算性、収益性

最終的には
各々の機能が
果たす役割を
総合的に
勘案して

微調整
していく。

もりぞん

「もりぞん」 操作マニュアル の表紙の画像

2024
林野庁

収益性

山地災害リスクと
林業収益性
の
4 象限図

災害リスク

林野庁の委託事業で開発された森林ゾーニング支援ツール「もりぞん」では、
山地災害リスクを横軸に、林業の収益性を縦軸に取った平面上で、
ゾーニングの閾値を設定し直す、**グラフ分割法を用いて微調整**している。

3. 森林ゾーニング

人工林のゾーニング

2019年度よりスタートした「森林経営管理制度」では、**林業経営に適さない人工林を、育成複層林へ誘導すること**が求められている。

誘導目標別の森林面積の表

育成単相林 ⇒

天然生林 ⇒

皆伐・再造林型の
林業経営を
続けていく区域

森林が有する
公益的な機能の発揮を
主目的として
間伐によって
針広混交複層林へ
誘導していく区域

3. 森林ゾーニング

間伐によって針広混交複層林へ

『育成複層林に誘導』の図

針広混交林化等

- ⇒ 単木的な複層林を造成
- ⇒ 面的な複層林を造成

どの場所に、
どういう種の
広葉樹を
植栽するのが
よいのか？

4. 同齢単純林に関する林学の歴史

産業革命後の変化を振り返る

燃材林から用材林へ

人工林（同齢単純林、育成単層林）が抱える宿命とは

4. 同齢単純林に関する林学の歴史

昔の人々にとって、薪炭は、照明、暖房、調理など、毎日の生活にとって一日も欠かすことができないものであった。

それ故、薪炭の持続的かつ安定的な供給体制の確立は必須であった。

薪炭時代に確立された持続可能な森林経営システムは、毎年の伐採面積を、森林面積を森林が成立するまでの年数で割った値にする「区画輪伐法」

「区画輪伐法」の長所

その年の伐採対象林の場所が明確

広葉樹の萌芽更新を利用していたことから、森林の再生がほぼ確実

4. 同齢単純林に関する林学の歴史

「区画輪伐法」では、毎年の収穫量がほぼ一定になるように計画されているので、人口増加による薪炭の需要増加には対応できなかった。

そのため、人類はやがて、不足するエネルギーを調達するために、石炭を始めとする化石燃料を使用するようになり、産業革命へと繋がっていった。

人類のエネルギー源は、薪炭から、石油、天然ガス、原子力エネルギー等へ多様化

化石燃料の大量使用が、二酸化炭素の排出につながり、今日の地球温暖化や気候変動を招いている。

4. 同齢単純林に関する林学の歴史

産業革命の頃から、産業界が使用するエネルギー源は、石炭へと大きく転換

産業革命による経済発展に伴い、**建築用材**や**電柱用材**の需要も高まっていった。

用材に適するのは、**通直**な材であることから、

それを効率的に生産するために **針葉樹の一斉造林**が始まり、

いわゆる **「同齢単純林」**が造成された。

4. 同齢単純林に関する林学の歴史

しかし、農業のような発想で始まり、合理的と考えられていた「同齢単純林」の人工林施業には、いくつかの短所があった。

一番の誤算は、「同齢単純林」が大量に造成されたことによる**病虫害の大発生**

当時は、**生態学の知識**が乏しかったことから、単純化された森林が大面積にわたって存在することが**生物多様性の低下**を招くとともに、**特定の生物の増殖**につながり、**生態系の不安定化に**繋がっていくことについては、まだ良く知られていなかった。

4. 同齢単純林に関する林学の歴史

用材林を対象とする森林計画学については、

今日では、生態学の知見や品種改良等の成果も取り入れられているとともに、高性能な林業機械の使用を前提とした伐採・搬出の体系が構築されている。

また、航空レーザ計測や地上レーザ計測を活用した森林モニタリング技術、森林GISを利用した環境解析や評価、森林ゾーニングなどの手法も用いられている。

しかし、そうした先端技術を応用した森林経営ができるのは、特定の条件を満たした立地環境や作業環境、

そして、適切な森林管理を継続的に実施できる体制が整っている場合のみである。あえて極端な言い方をすれば、

人工的に整備された環境が整っている場合だけである。

5. 自然との接し方：共創と共生

自然とどの様に向き合い、
自然をどのように利用していくかについては、
文明の発達によって人類が自然界に及ぼす影響の度合いが
大きくなって行く過程の中で様々に議論されてきた。

20世紀初頭には、保存か保全かの大論争

野生動物の管理も含めて自然を守る土地倫理

生命を関係論的な世界観の中で考えるディープ・エコロジー

地域に根付くことが重要と考えるバイオリージョン

5. 自然との接し方：共創と共生

当面の課題

エコロジカル・フットプリントの値を低下させ、
持続可能な循環型社会を構築する

人工林をゾーニングする場合も、
文明と文化の違いを意識して、
共創と共生を使い分けることが重要

5. 自然との接し方：共創と共生

分かり易い例が、実生苗と挿し木苗の違い

実生苗の
人工林

成長に伴い林木に優劣が生じる

挿し木苗の
人工林

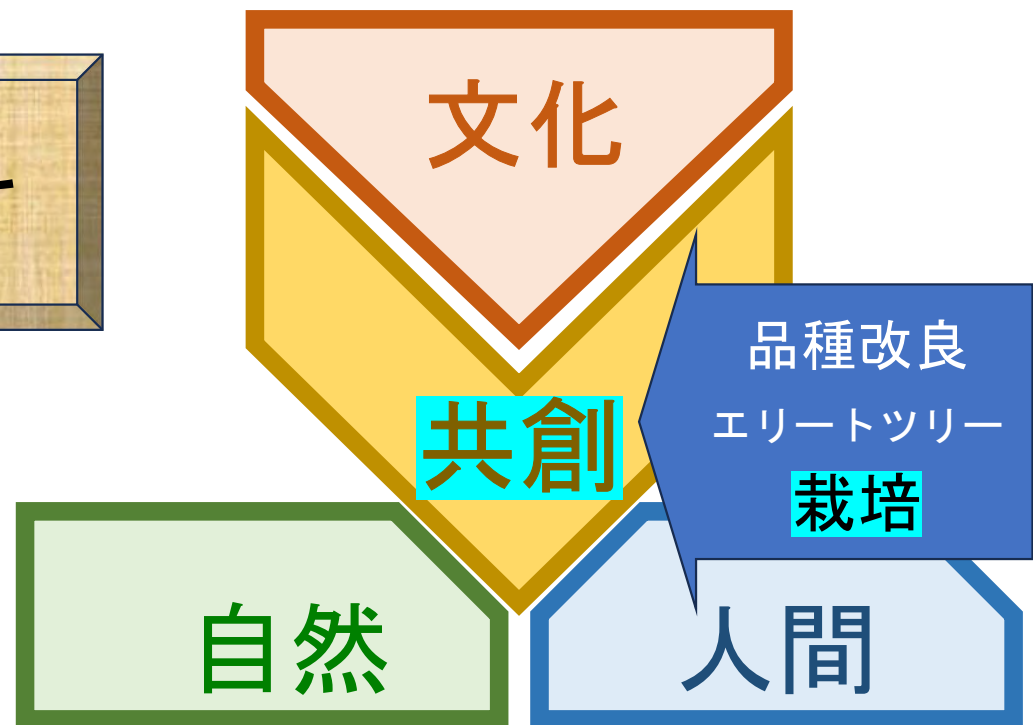
遺伝的な形質が同一なので
成長に優劣がつきにくく
最終的には共倒れ型の森林になってしまう
⇒ 間伐が必要になる。

5. 自然との接し方：共創と共生

共生と共創の使い分け



【共生】異種の生物が
行動的・生理的な結びつきをもち、
一所に生活している状態



【共創】異種の生物と
新しい結びつきを創造し、
一所に生活を始める状態

5. 自然との接し方：共創と共生

共生と、共創の違いを理解して
森林ゾーニングをする必要がある

共生的な
林業

自然の力を利用して自然に委ねる

共創的な
林業

エリートツリー等を導入して
除間伐等の手入れを、し続ける

6. 今後の課題

1020万haもある日本の人工林を
今後どの様に取り扱っていくかは、
文明のあり方を見直すことにもつながる問題でもある。

2009年には、**森林・林業再生プラン**が導入され、
森林組合等が取り組む**提案型集約化施業**によって
人工林問題を解決しようとしたが、
林業界の中だけの取組には限界があった。

6. 今後の課題

2019年度から、**森林経営管理制度**が導入され、
市町村が中心になって**森林所有者への意向調査**を実施し、
受託した森林については、
市町村が**集積計画**等を作成した上で再委託し、
再委託できない森林は市町村が自ら管理することになった。

したがって、**森林ゾーニング**は、
市町村が中心となって取り組むことになる。

6. 今後の課題

経済林と環境林の区分に必要な事前準備

路網計画の作成

経済林か否かは、
林道等の路網からの距離や地形条件で決まるので、
航空レーザ計測データを用いて、
市町村全域の路網計画を作成し、
市町村森林整備計画で公開する。

目標林型の作成

管理不足の人工林は、
針広混交複層林へ誘導していく方針だが、
どの様に間伐して、どういう種類の広葉樹を導入するかは、
場所毎に、立地環境毎に異なるので、
目標林型マップを作成し、ゾーニングの基礎資料にする。

6. 今後の課題

自然との**共創**を目指して
文明の成果である**人工物**を持ち込んだゾーンでは、
人が責任を持って、対応し続けなければならない。

一方、自然との**共生**を目指すゾーンでは、
自然との対話を通して、
場所毎に、**状況**に応じて、
自然の道理に従った適切な対応していかなければならない。

6. 今後の課題

自然との**共創**と**共生**を適切に使い分ける**森林ゾーニング**を
地域の土地利用計画の中に位置付け、
地域の**再生可能な資源を持続的に利用する**体制を
構築していくことが重要と考える。

森の国の日本から
新しい森林文化が発信されていくことを
心から願っている。

ご清聴、有難うございました。

【問い合わせ先】 田中和博 tanakazu-forest@outlook.jp