

針広混交林への誘導に向けて

～間伐と林分密度管理について～



令和4年3月

公益社団法人おかやまの森整備公社

表紙写真 林分密度600本/ha未満の造林地
(美作市立石地内)

裏表紙写真 上空から撮影した公社造林地
(美咲町北地内)

発行にあたって

森林経営管理法が平成31年4月1日に施行され、森林経営管理制度がスタートしてから3年が経過します。この制度では、森林管理が行われず、機能が低下した森林のうち、林業経営に適さない森林を管理コストの低い針広混交林等へ誘導することによって、森林の有する公益的機能の維持増進につながることを期待されています。しかし、その技術的手法はこれまであまり研究されていないため、指標となるデータや参考とする文献等の資料は不足しています。

本書は、林分密度管理図を用いて、林業経営に適さない森林を針広混交林に誘導するために間伐等の計画の立て方を取りまとめたものです。

今後、市町村の皆さんが森林経営管理制度を推進する際の参考にしていただくとともに、針広混交林に対する関係者の理解が深まり、多様で健全な森林の整備が推進されることを願っています。

令和4年3月

公益社団法人おかやまの森整備公社
森林管理支援班

目次

I はじめに

1 間伐とは	1
2 過密林分の特徴	1
3 間伐の効果	2

II 林分密度管理図を用いた間伐判断

1 林分密度管理図とは	3
2 林分密度管理図の見方	4
3 間伐判断の目安	6

III 過密林分の密度管理

1 林分の診断と間伐計画の立て方（鏡野町富西谷地内）	7
2 間伐計画のポイント	9
3 まとめ	10





1 間伐とは

岡山県内のスギやヒノキの林分の多くは、柱材に適した材を収穫することを目的に植栽した人工林です。これらの立木を放置したままにすると、成長とともに込み合い、互いに成長を阻害します。そこで一部の木を伐採することで、残存木が健全に成長できるようにします。この作業を間伐といい、人工林を管理するうえで欠かせない施業となります。

2 過密林分の特徴



写真 1、2 備前市吉永町多麻地内

■下層植生の消失

スギやヒノキの樹冠がうっ閉すると下層に光が届かなくなり、広葉樹や草本類、ササ類等の下層植生が消失し、表土が露出します。このため、露出した表土に降水が直接落下すると、表土が流出しやすくなり、土砂災害の原因となったり、下層植生の回復が困難になったりします。

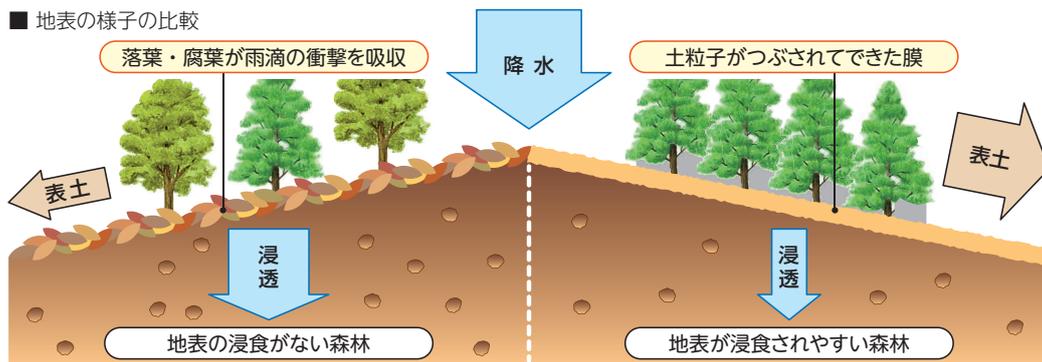


図 1 森林の表面浸食防止機能

■土壌保持力の低下

間伐が適切に行われていない森林では、樹冠や根茎の成長が抑制されるため、立木の径が不揃いになったり、形質不良木や枯死木が多く発生します。また、根茎が小さい立木は土壌保持力が弱くなります。このため、降雨による山腹崩壊、強風や雪による倒木被害が発生しやすくなります。

3 間伐の効果

■気象害に強い立木の育成

間伐を実施することで形状比*¹が低く、病虫害や強風、雪害による幹折等に強い木にすることができます。

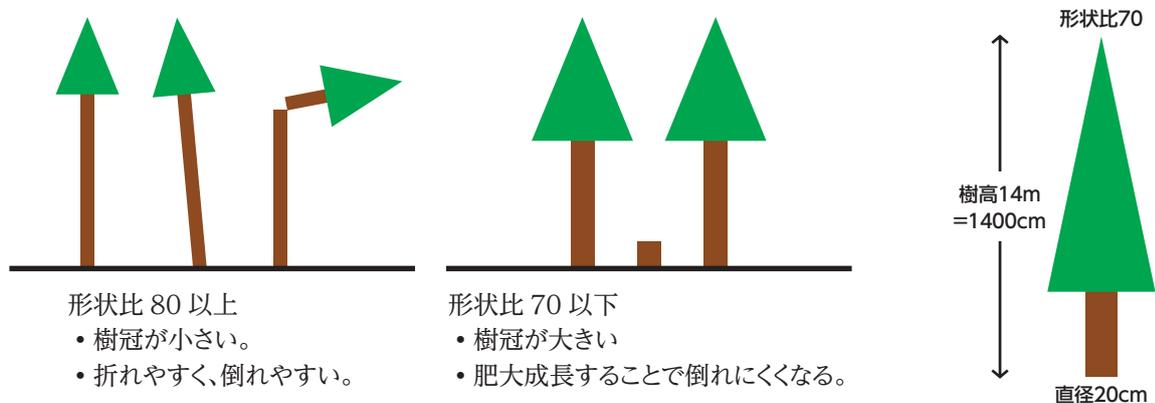


図2 形状比による林木の特徴

■下層植生が定着しやすくなる

間伐を実施することで林内に太陽光が入るようになると下層植生が定着しやすくなります。高木性樹種（10 m以上に成長する）の広葉樹が定着することが理想ですが、その他の広葉樹や草本類、ササ類、シダ類も表土を覆うため、土壌保全機能が保たれます。また、岡山県に多いヒノキ人工林はリター層*²が形成されにくく、間伐が遅れた森林では表土が露出しやすいため、間伐を実施し、下層植生が定着する環境を整える必要があります。



写真3 真庭市蒜山下見地内



写真4 備前市閑谷地内

* 1 形状比＝樹高(cm)／胸高直径(cm)で求められます。70 以下が望ましく、80 を超えると気象害に弱くなります。
* 2 枝葉等が地表面に落ちたまま、土壌生物によってほとんど分解されず堆積している層。



林分密度管理図を用いた間伐判断

1 林分密度管理図とは

間伐の時期や間伐率を計画するときには、林分密度管理図を使用するとわかりやすくなります。

林分密度管理図とは、林分の生育段階に応じた密度や材積などの関係を表し、地域、樹種ごとに作成されたもので、岡山県には、「北近畿・中国地方 ヒノキ林分密度管理図」*¹または「北近畿・中国地方 スギ林分密度管理図」が適用されます。

林分密度管理図では、立木密度、平均樹高、平均直径、幹材積の収量予測の関係を読み取ることができます。

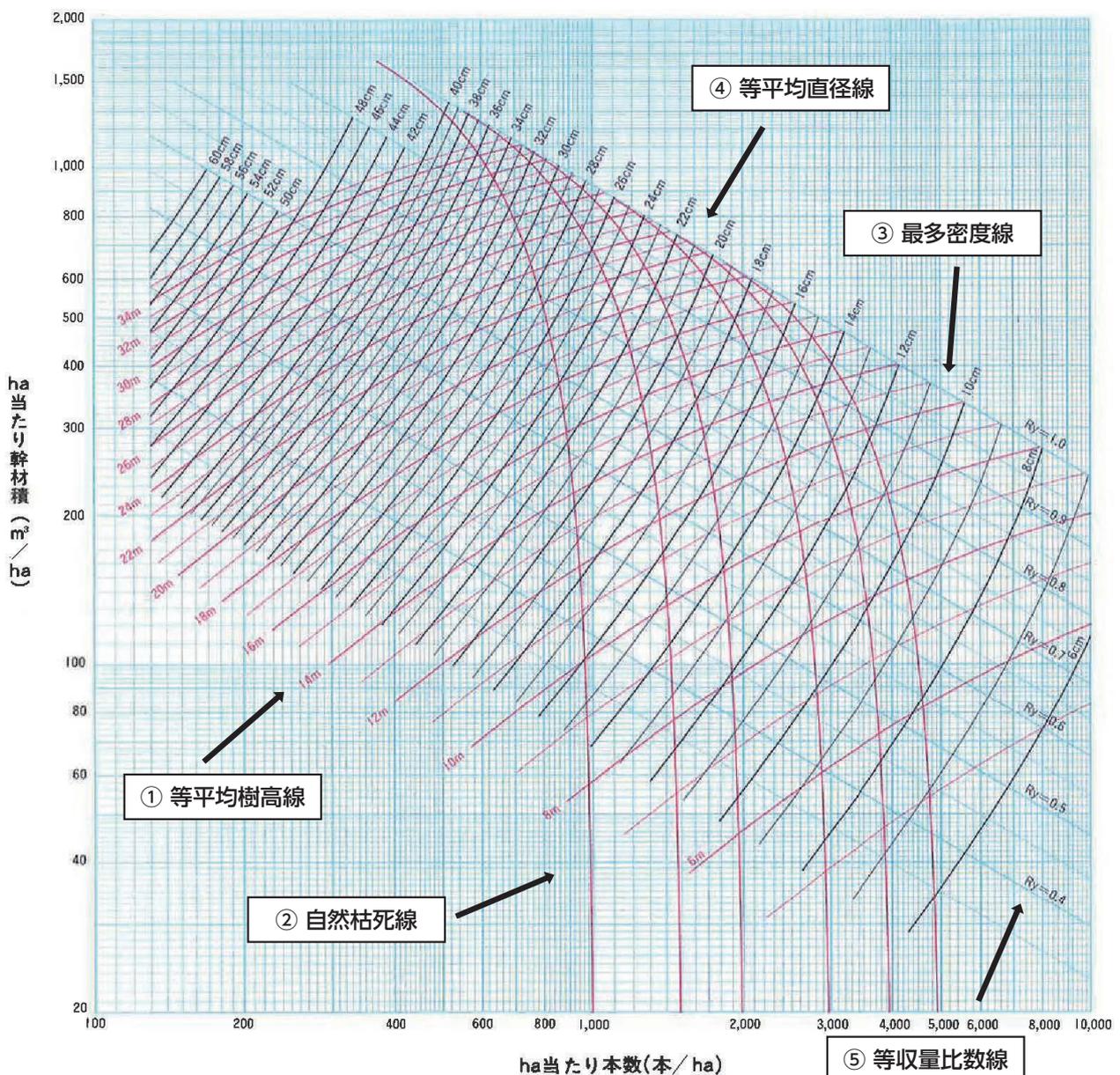


図3 北近畿・中国地方 ヒノキ林分密度管理図

* 1 出典「人工林林分密度管理図—復刻—」(1999) 林野庁監修 日本林業技術協会

2 林分密度管理図の見方

①等平均樹高線（等樹高線）

- ある上層樹高(被圧木や枯死木を除いた平均樹高)のときの ha 当たり本数と幹材積の関係を示しています。
- 間伐を実施したときは、等平均樹高線に沿って、本数と材積が減少します。

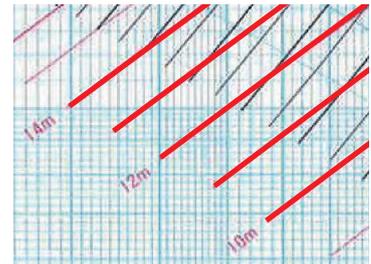


図4 等平均樹高線

②自然枯死線

- 植栽密度ごとに競争によって自然に枯れて本数が減少する経過を示しています。
- 間伐を実施したときは、自然枯死線に沿って、本数が減少します。

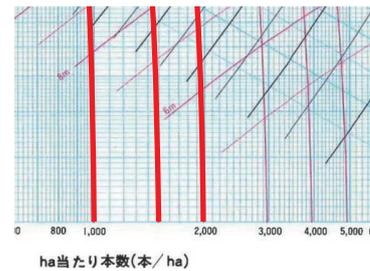


図5 自然枯死線

③最多密度線

- 自然枯死線は、植栽密度が違ってても生育が十分進むとやがて一つの直線に収束し、その線上をたどっていくようになります。これを最多密度線といいます。
- それぞれの等平均樹高線ごとに、これ以上密度が高くなれないという限界の密度を示しています。
例：上層樹高が 20 m の場合の最多密度は 2,000 本/ha

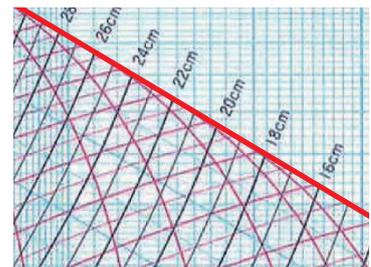


図6 最多密度線

④等平均直径線

- ある平均樹高と密度のときの平均胸高直径を示しています。生産目標の目安にします。
- 等樹高線との交点はその樹高における胸高直径です。

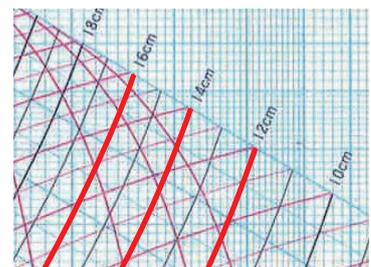


図7 自然枯死線

⑤等収量比数線

- 最多密度線 ($R_y=1.0$) に平行な線を等収量比数線といいます。収量比数 (R_y) は、上層樹高が同じ林分で最多密度の林分幹材積を 1 とした場合に、密度の低い林分の幹材積の比で表します。
- 最多密度線 ($R_y=1.0$) に近いほど、林分が込み合っていることを示します。

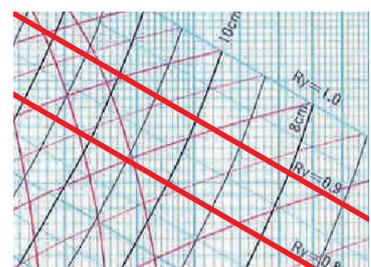


図8 等収量比数線

■林分密度管理図読み取りの事例

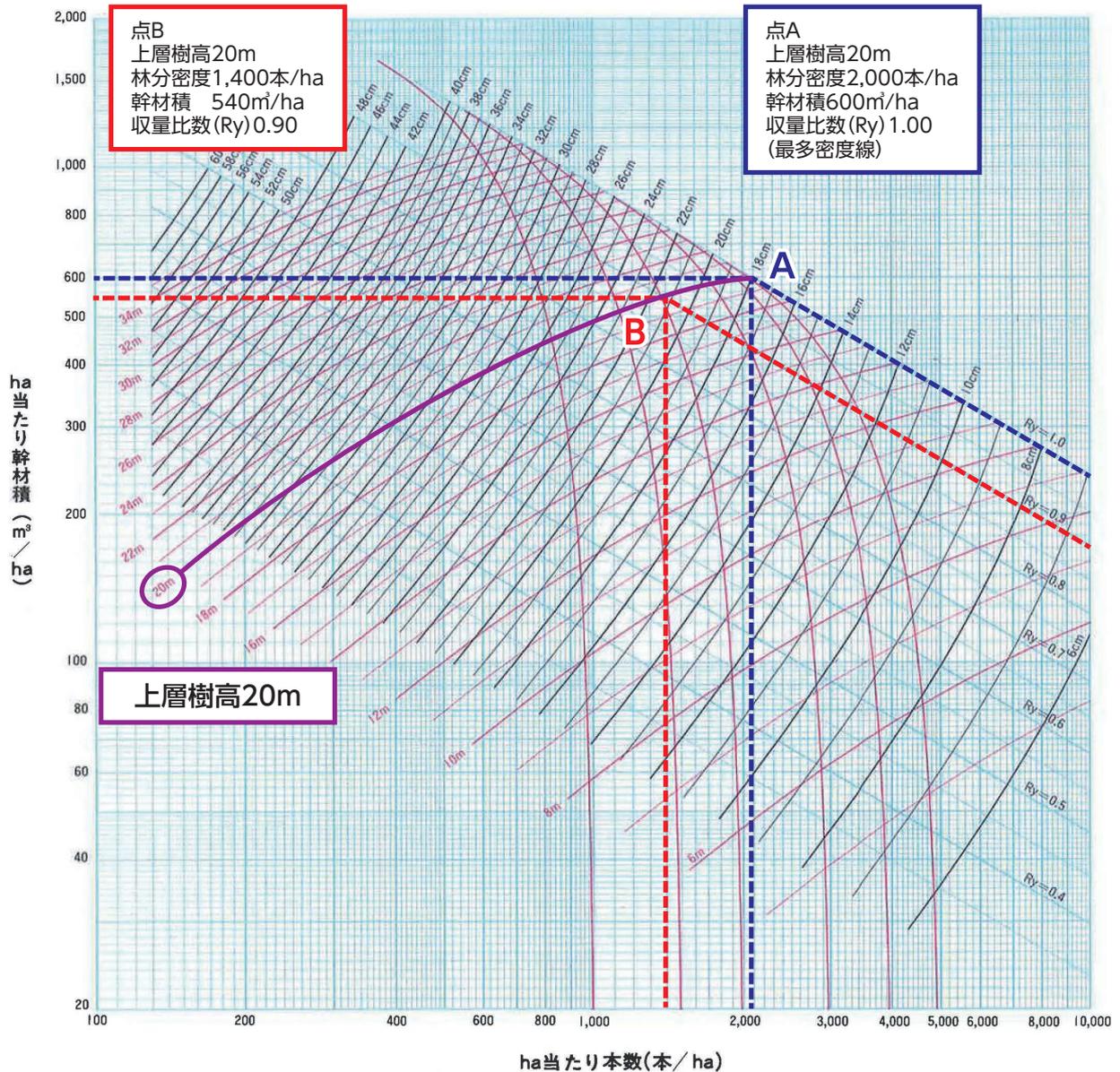


図9 林分密度管理図読み取りの事例

【点A】

上層樹高 20m の林分では等平均樹高線と最多密度線 ($Ry=1.00$) が交わる点Aが最も本数が多い $2,000$ 本/ha であり、その時の幹材積は $600\text{m}^3/\text{ha}$ であることが分かります。

【点B】

同じ樹高 20m でも、密度が $1,400$ 本/ha の場合、幹材積は $540\text{m}^3/\text{ha}$ まで下がり、収量比数 (Ry) が 0.90 であることがわかります。収量比数 (Ry) は図から読み取れるほか、点B幹材積 ($540\text{m}^3/\text{ha}$) / 点A幹材積 ($600\text{m}^3/\text{ha}$) で算出することもできます。

- このように、林分密度管理図上に上層樹高と ha 当たりの本数を落とすことで、林分がどれくらい込み合っているかを収量比数の大きさに判断することができます。

3 間伐判断の目安

針広混交林化に誘導するためには、以下の点を目安にしてください。

■間伐判断の目安

表1 間伐判断の目安

項目	間伐	択伐 (標準伐期齢以上)	備考
目的とする 収量比数 (Ry)	Ry=0.60以下 *1		Ry=0.85以上は 早期に間伐が必要。
目的とする ha 当たり本数	600本/ha以下 *2		
形状比	70以下が望ましい		80以上は 間伐が必要。
伐採率(材積率) *3	35%以内	初回は30%以内 2回目以降は初回 択伐時からの成長量 以内又は30%以内	収量比数を 確認しながら行う。
一度の間伐で動かす 収量比数 (Ry)	Ry=0.15以内 *4		
間伐の間隔の目安 *5	5~10年	5~15年	下層植生の定着を 図るため、できるだけ 早期に行う。

* 1 「針広混交林への誘導に向けて～針広混交林誘導事例集」(2020,2021)に記載の試験区の収量比数。

* 2 「ヒノキ人工林の管理指針－列状間伐後の下層植生を考慮した森林管理－」(2016)
岡山県農林水産総合センター森林研究所

* 3 出典 林野庁HP https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/sinrin_keikaku/con_6.html

* 4 出典「人工林林分密度管理図－復刻－」(1999) 林野庁監修 日本林業技術協会

* 5 岡山県内における多くの市町村森林整備計画で適用されている間伐間隔を参考。



過密林分の密度管理

1 林分の診断と間伐計画の立て方（鏡野町富西谷地内）

当会社では、針広混交林施業の誘導展示林として、令和元年から実証試験を行っています。当該展示林のスギ 0.12ha、ヒノキ 0.25ha のうち、ヒノキの間伐事例を密度管理図により判断すると次のとおりです。

■ヒノキ展示林 0.25ha（R元施業前）

- 林齢：54 年生
- 林分密度：2,270 本／ha
- 平均胸高直径：16.5cm
- 平均樹高：16.0m
- 広葉樹（樹高 1.2m 以上）：3,190 本／ha
- 斜面方位：西向き
- 地山傾斜角：33 度
- その他：大型のササ類はなく、広葉樹が生育しない部分は表土が露出しています。



写真5 鏡野町富西谷地内

■間伐前の林分の診断

- 林分密度と平均樹高から収量比数（Ry）を読み取ると 0.91 となり、過密林分であり、早期の間伐が必要です。
- 形状比は 97（1,600cm／16.5cm）で、雪害等に弱く、間伐により、肥大成長の促進が必要です。

■間伐計画

針広混交林への誘導に向けて、収量比数（Ry）を 0.60 以下、林分密度を 600 本／ha にするため、間伐を繰り返し実施します。間伐間隔を最も短い 5 年とし、下層植生の定着を図ります。

次回の間伐を計画する場合、5 年間の平均樹高（上層樹高）の成長量を林分収穫予想表*¹を使用して予測します。この間伐計画では、林分収穫予想表*²の同林齢で樹高が最も近い「地位級 5 密度階級 5」の値を使用しています。

表2 鏡野町富西谷地内間伐計画

間伐回数	林齢 (年生)	平均樹高 (m)	間伐前 ha当たり本数 (本/ha)	間伐後 ha当たり本数 (本/ha)	間伐率 (%)	間伐前 収量比数 (Ry)	間伐後 収量比数 (Ry)
1 回目	54	16.0	2,270	1,550	32%	0.92	0.81
2 回目	59	17.0	1,500	1,000	33%	0.83	0.70
3 回目	64	17.9	990	660	33%	0.73	0.60
4 回目	69	18.7	660	490	26%	0.63	0.53

※当該地は、市町村森林整備計画において「複層林施業を推進すべき森林」に位置づけられており、高齢級でも間伐率は 30% を超えています。

* 1 成長条件が似ている地域における同林齢林分の上層樹高、平均胸高直径、ha 当たりの本数、収量比数などの収穫に関わる因子を、5 年ごとに地位級（木材材積の生産能力を 5 段階に分けたもの）別に示した表。

* 2 出典「長伐期林の収穫予想システムの開発」（2005）岡山県農林水産総合センター 森林研究所

■間伐計画（林分密度管理図）

間伐計画を林分密度管理図上に記入すると、図 10 のとおりとなり、2,200 本／ha を 超える過密林分では、目標とする 600 本／ha 以下にするためには 5 年毎に 4 回の間伐が必要となります。

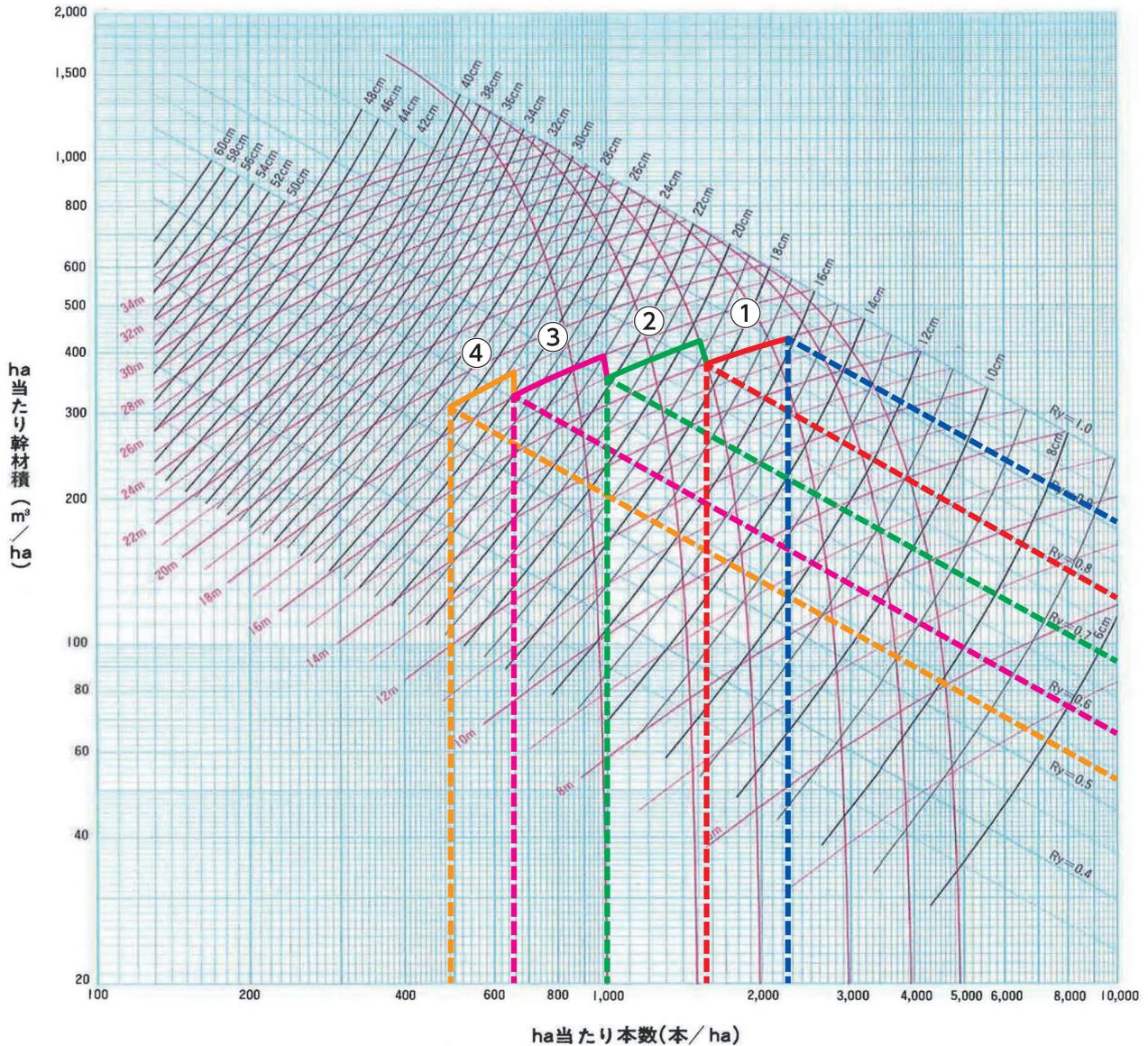


図 10 間伐計画（林分密度管理図）

- ① 1 回目間伐（54 年生）
収量比数 (Ry) 0.92 → 0.81 林分密度 2,270 → 1,550 本／ha（間伐率 32%）
- ② 2 回目間伐（59 年生）
収量比数 (Ry) 0.83 → 0.70 林分密度 1,500 → 1,000 本／ha（間伐率 33%）
- ③ 3 回目間伐（64 年生）
収量比数 (Ry) 0.73 → 0.60 林分密度 990 → 660 本／ha（間伐率 33%）
- ④ 4 回目間伐
収量比数 (Ry) 0.63 → 0.53 林分密度 660 → 490 本／ha（間伐率 26%）

2 間伐計画のポイント

森林経営管理制度において、針広混交林へ誘導するための施業は、林業経営を目的とするものではないため、気象害の影響を受けない範囲で早期に間伐を繰り返し、目標とする林分密度にする施業を優先します。

■ 1 回目間伐

収量比数 (Ry) による密度管理について、一度に下げる収量比数 (Ry) は 0.15 以内にできますが、この林分は形状比 97 で、冠雪害や風倒害に非常に弱い林分であるため、1 回目の間伐は、収量比数の下げ幅を 0.11 としました。間伐率は 32% で、間伐方法は形状比の高い木や被圧木を主に伐採する定性間伐を行います。

■ 2、3 回目間伐の計画

2 回目以降の間伐は、事前の森林調査の結果、林分の形状比が 80 未満の場合、4 残 2 伐、間伐率 33% の列状間伐を行います。2 残 1 伐の列状間伐は、2 伐以上の列状間伐と比べ、下層植生の植被率が低くなります*1。列状間伐を実施した後の 3 回目の間伐は、定性間伐を行います。

2 回目間伐前の林分の形状比が 80 以上の場合は、もう一度定性間伐を行い、形状比の高い木や被圧木を伐採してから、3 回目の間伐で列状間伐を行います。

■ 4 回目間伐の計画

3 回目の間伐で収量比数 (Ry) を 0.60 まで下げますが、下層植生の定着を図るため 4 回目の間伐を行い、林分密度を 600 本/ha 以下にします。

表 3 定性間伐と列状間伐の特徴

	定性間伐	列状間伐
長所	<ul style="list-style-type: none"> 劣勢木を選木することが可能で、気象害の影響を受けにくい森林への誘導に適している。 	<ul style="list-style-type: none"> 低い間伐率で林冠を広く開けることが可能で、下層植生の定着を促進することに適している。ただし、地山勾配が 35 度以上の場合は下層植生の植被率が下がる*2 ため、効果が薄くなる。
短所	<ul style="list-style-type: none"> 林冠を大きく開けるためには間伐率を高くする必要がある。 間伐率が高すぎると気象害への耐性が低くなる。*3 	<ul style="list-style-type: none"> 気象害への耐性が一時的に低くなる。*4 劣勢木が残りやすい。
実施の目安	<ul style="list-style-type: none"> 形状比が 80 以上で劣勢木が多い。 列状間伐実施後に行う間伐。 	<ul style="list-style-type: none"> 形状比が 80 未満。 2 伐以上の伐採が望ましい。

* 1、2 「ヒノキ人工林の管理指針－列状間伐後の下層植生を考慮した森林管理－」(2016)

岡山県農林水産総合センター 森林研究所

* 3 「間伐遅れの過密林分のための強度間伐施業のポイント」(2010) 独立行政法人 森林総合研究所

* 4 「列状間伐を考える－研究成果と行政の取り組みに関する事例集－」(2010) 関東・中部林業試験研究機関連絡協議会

3 まとめ

森林経営管理制度を進めるにあたり、森林の現況調査により、成立本数、樹高、胸高直径等から、現況の収量比数を求めることができます。また、林分密度管理図を使用して、その森林の収量比数から間伐の計画を立てる場合、一度の間伐で目標の収量比数、成立本数に誘導することは、関係法令はもとより、林分の健全な育成を考慮すると、長期的な視点に立って、数回に分けて間伐を行うことが必要となります。

[引用・参考文献]

人工林林分密度管理図－復刻－（1999） 林野庁監修 日本林業技術協会

21世紀おかやまの新しい森育成指針
－針葉樹の人工林を針広混交林や広葉樹林に適正に誘導する方法－（2004）
岡山県農林水産部林政課

長伐期林の収穫予想システムの開発（2005）
岡山県農林水産総合センター 森林研究所

ヒノキ人工林の管理指針－列状間伐後の下層植生を考慮した森林管理－（2016）
岡山県農林水産総合センター 森林研究所

間伐遅れの過密林分のための強度間伐施業のポイント（2010）
独立行政法人 森林総合研究所

列状間伐を考える－研究成果と行政の取り組みに関する事例集－（2010）
関東・中部林業試験研究機関連絡協議会

針広混交林の誘導に向けて～針広混交林誘導事例集～（2020）
おかやまの森整備公社

針広混交林の誘導に向けて～針広混交林誘導事例集②～（2021）
おかやまの森整備公社

林野庁HP https://www.rinya.maff.go.jp/j/keikaku/sinrin_keikaku/con_6.html

針広混交林への誘導に向けて

～間伐の必要性と林分密度管理について～

令和4年3月発行

◆発行 公益社団法人おかやまの森整備公社
〒708-0013
岡山県津山市二宮1849番地2
☎(0868)28-9075

