

機械化による効率的・低コストな林業の一環としての

# 列状間伐の手引き

平成19年2月



鹿児島県林務水産部林業振興課

# 目 次

I	はじめに .....	1
II	間伐の種類と特徴 .....	1
	1 間伐の目的	
	2 間伐の種類と特徴	
	3 間伐方法の選択に当たって	
III	列状間伐について .....	2
	1 列状間伐とは	
	2 列状間伐の種類	
	(1) 列状伐採	
	(2) 放射状伐採	
	(3) 魚骨状伐採	
	3 伐採方法と間伐率	
	4 列状間伐の長所と短所	
	(1) 長所と短所	
	(2) 短所の改善	
	5 列状間伐のコスト削減等の効果	
IV	列状間伐の実施に当たって .....	8
	1 施業の団地化と路網の整備	
	(1) 施業の団地化	
	(2) 林内路網の整備	
	(3) その他の条件整備	
V	列状間伐の進め方 .....	10
	1 現地の林分調査	
	2 立地条件及び林況による判断	
	3 作業システムの検討	
	4 伐採列、残存列の設定	
	(1) 伐採列の設定のしかた	
	(2) 伐採列設定の留意点	
	5 残存木の損害防止	
	6 列状間伐実施のフロー	
VI	おわり .....	15

## I はじめに

本県では、戦後植栽されたスギやヒノキが、木材利用上安定した性質を備える林齢に到達するようになりました。

一方、木材価格はひと頃に比べて下落しており、しかも、今後大幅に上昇することは期待しにくい状況におかれています。

このような中で、林業の振興と健全な森林の維持・造成を図っていくためには、植栽から保育・間伐、主伐の各段階を通じた低コスト化に取り組む必要があります。

特に、喫緊の課題であり手間とコストのかかる間伐について、採算性の確保のための作業効率の向上、生産コストの削減等の努力が求められます。

また、林業就業者の減少が進んでおり、若年者の新規参入を図る上でも機械化等による労働環境の改善が必要です。

ここでは、間伐を効率的に進めるための有力な手法である「列状間伐」について、その考え方、進め方等について述べます。

## II 間伐の種類と特徴

### 1 間伐の目的

間伐の目的は、過大な競争状態にある樹木を間引きして樹木間に空間を与え、樹冠を発達させて成長を促すとともに、上層木と下層植生、森林土壌との良好な連鎖の形成を通じて、森林の地力の維持、公益的機能の増進を図ろうとするものです。

### 2 間伐の種類と特徴

間伐には、森林の育成についての考え方の違いなどにより、いくつかのやり方があり、それぞれの違いを理解した上で、適切な間伐を行うことが重要です。

大別して、どのような林木を伐るべきかを優先する「定性間伐」と、伐る量（残すべき量）を先に決め、それに合うように間伐を行う「定量間伐」とがあります。

なお、定量間伐の場合でも、選木は定性間伐の選木基準を参考にして行われるのが一般的です。間伐のタイプは、選木の仕方により次のように区分されています。

方法	間伐対象木	間伐実施後の状況	収益性	特徴
下層間伐 (定性間伐)	劣勢木 被圧木	優勢木が残る。 均等な配置となる。	×	・間伐後の形質が揃う。間伐後の林分の形状比は小さくなる。
上層間伐 (定性間伐)	優勢木 暴れ木	劣勢木が残る。 残存木の配置は不均一	◎	・（用途に応じて）利用可能な優良な木から間伐を行う。
列状間伐 (定量間伐)	伐採線上の 全ての木	形質等に関係なく直線的 に残る。	○	・不良木が残る可能性がある。 ・伐採列に面しない部分に間伐効果が及びにくい。

### 3 間伐方法の選択に当たって

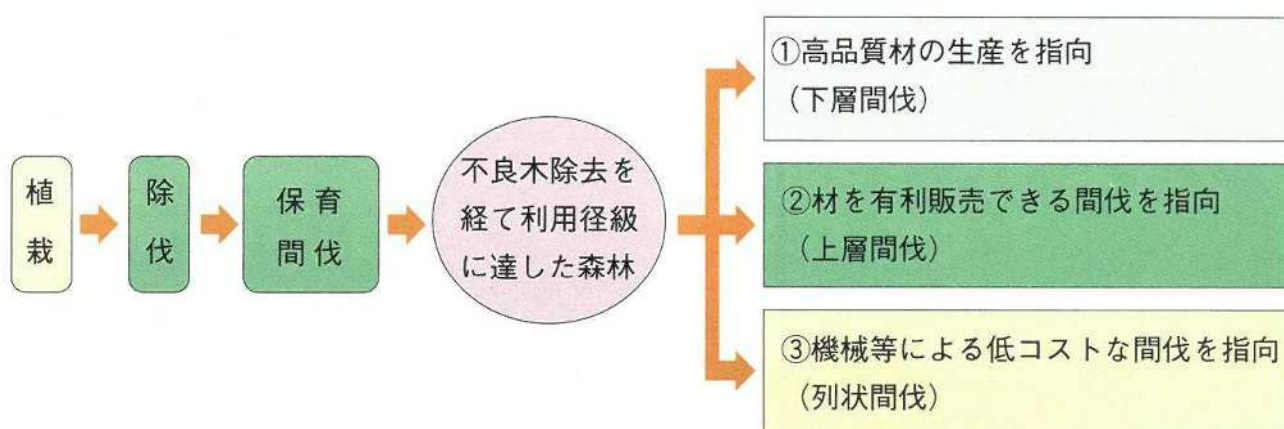
どの間伐方法を選択するかは、経営方針、地理的条件、森林の現況等を十分踏まえて判断する必要があります。

形質の優れた林分を育成しようとする場合は、劣勢木や形質の劣る木、暴れ木などを中心に伐採する下層間伐をこまめに繰り返す方式が適していると考えられます。

間伐による収益を高めるため、利用径級に達した優勢木を中心に伐採していくのが上層間伐の考え方です。この場合でも、劣勢木や曲がり木などをきちんと除去しておく必要があります。

列状間伐は、間伐作業を単純化し、機械力の活用などによって低コスト化を図るのに適した方法です。

間伐方法の選択については、「密植・多間伐による良質材生産」などの特別な方針で経営される場合を除き、次のように整理することができます。



なお一部に、列状間伐を「間伐手遅れ（未実施）林を手っ取り早く間伐する手法」と理解しているフシがありますが、これは誤った理解であり、間伐未実施林あるいは手遅れ林の対策は基本的には別の方法が採られるべきものです。

## III 列状間伐について

森林・林業が置かれている厳しい環境の下で、間伐を効率的かつ低コストで進めていくためには、高性能林業機械等を活用した列状間伐を、積極的に取り入れていく必要があると思われます。

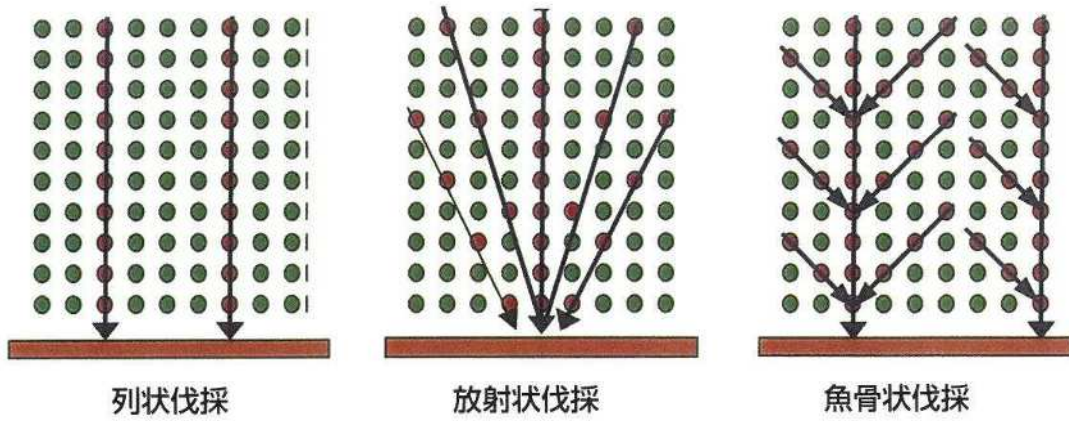
### 1 列状間伐とは

列状間伐は、「機械的間伐法の一つで、間伐作業の低コスト化を図るため伐採や搬出に都合のよい列状に間伐を行う方法」であり、「間伐作業が画一的になり作業の標準化が可能で、間伐木の伐採や集材作業の機械化により間伐経費を抑制できる」ものです。

しかし、機械的に行われるものであるだけに短所もありますので、長所、短所を良く理解しておく必要があります。

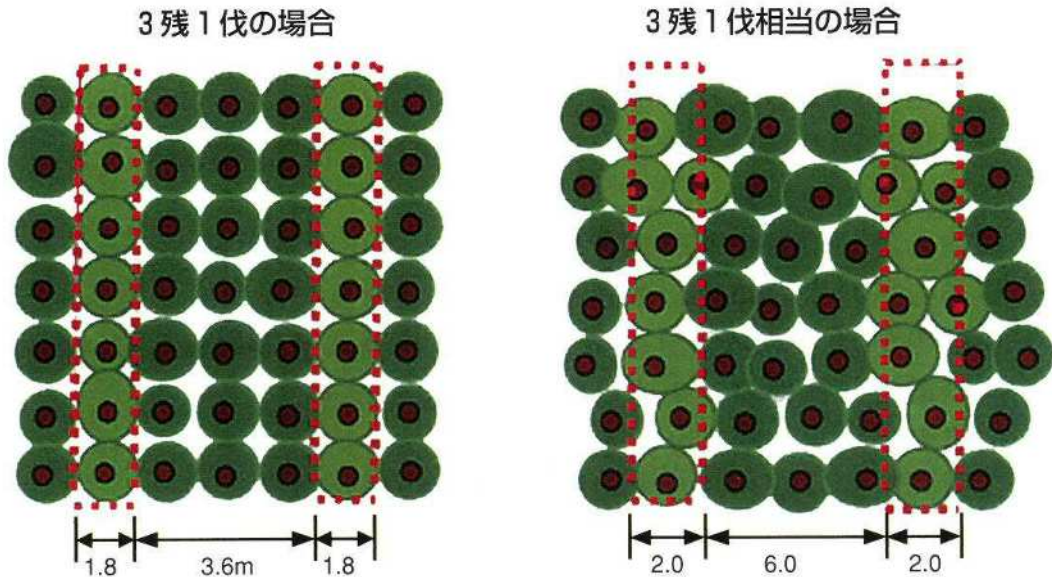
### 2 列状間伐の種類

列状間伐にはその形状から次のような方法があります。



### (1) 列状伐採

植栽列を基準に○列伐って△列残す（△残○伐）というやり方、○m伐って△m残す、といったやり方などがあります。



### (2) 放射状伐採

列状伐採のような法則性はありません。作業ポイントに近いところと遠いところで伐採率が異なるという欠点があります。谷奥部や尾根先端部では放射状伐採にならざるを得ません。

スイングヤーダなど非主索式の機械を使う場合は、列状伐採あるいは放射状伐採が有利です。また、地形が複雑な現場では、列状伐採と放射状伐採の複合型となるのが一般的です。

### (3) 魚骨状伐採

横取りができることが前提で、主索式の中・大型タワーヤーダでの作業に適します。

## 3 伐採方法と間伐率

列状間伐（列状伐採）の伐採の仕方には、次表のようなものを始めさまざまな考え方があります。

伐採の仕方	2残1伐	3残1伐	5残1伐	7残1伐
間伐率	33%	25%	16%	12%

この表からも分かりますとおり、伐採列1に対して残す列数が多くなるにつれて間伐率は低くなりますので、間伐効果を考慮して、適切な伐採方法を選択する必要があります。一般論としては、不良木の除去及びある程度の本数調整をやった後に、3残1伐から始めるのが適当ではないかと思われまます。

#### 4 列状間伐の長所と短所

##### (1) 長所と短所

列状間伐について、一般的に言われている主な長所、短所には次のようなものがあります。

(下層間伐と比較した場合)

長所	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 選木が機械的で容易である。</li> <li>② 伐倒の際にかかり木になりにくい。</li> <li>③ 集材の際の残存木への損傷が少ない。</li> <li>④ 全木集材が容易で、枝払いや造材の機械化が可能となる。</li> <li>⑤ 作業の安全性が高い。</li> <li>⑥ 価値の高い優勢木も間伐されるため、間伐時の収益性が高まる。</li> </ul>
短所	<ul style="list-style-type: none"> <li>① 事前の不良木の除去が不完全な場合、間伐後に不良木が残る。</li> <li>② 事前の不良木の除去が不完全な場合、不良木まで搬出しなければならないため、作業ロスや収益性の低下をきたす。</li> <li>③ 樹冠の偏倚(かたより)を生じる。</li> <li>④ 伐採列に面しない残存木には間伐効果が及ばない。</li> </ul>

##### (2) 短所の改善

短所として挙げられているものでも、工夫によって改善は可能です。

- ① 「間伐後に不良木が残る」
  - ② 「不良木まで搬出しなければならない」
- ) について

列状間伐を実施するまでに、除伐や保育間伐を行って不良木を除去しておくことで、①、②ともに解消できます。これによって列状間伐の効率性も収益性も向上するはずでです。

- ③ 「樹冠の偏倚(かたより)を生じる」について (次ページ図参照)

間伐後、伐採列に面した木の枝が空間のある方に張り出していきますが、樹幹の肥大成長差はほとんどなく、林業的利用における影響はないとの調査報告がなされています。(本県林業試験場等の研究から)

また、次回以降の間伐で隣の列が伐採されれば、樹冠の偏りも是正されていくものと考えられます。

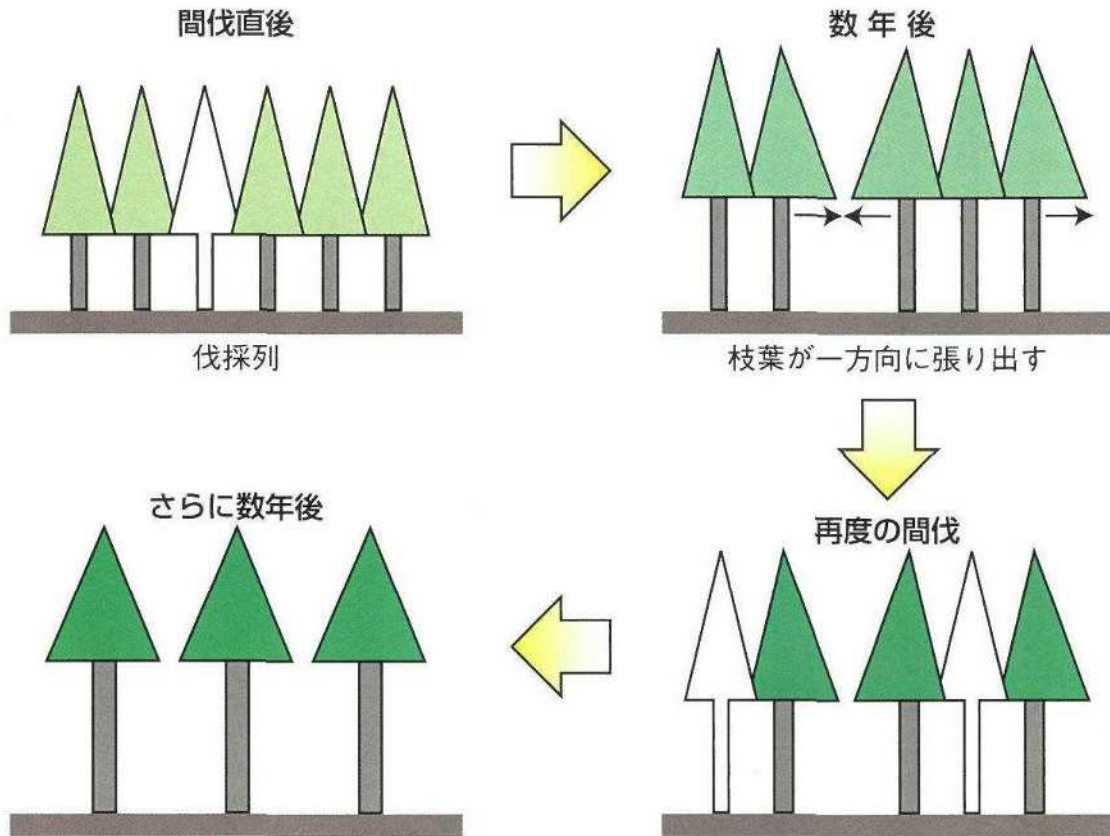
- ④ 「残存木には間伐効果が及ばない」について (次ページ図参照)

「個々の林木に空間を与えてその成長を促進するとともに、林床に光が射し込むようにして下層植生の繁茂を促す」という間伐の効果が、伐採列に面した部分でしか発現されない、とい

うものです。

これは列状間伐のやむを得ない部分ですが、次回以降の間伐（列状）を適切に実施することにより、将来的には解消されるものです。

### 列状間伐後の樹冠の発達（概念図）



「間伐効果が残存木に及ばない」という理由で、あるいは補助採択との関連から、列状間伐と併せて、残存列に対して5~10%程度の弱度の定性間伐を実施する事例が見受けられます。

しかし、定性間伐の伐採率が低ければ間伐効果は現れにくい上に、掛かり木の発生等コストアップ要因も考えられます。また、定性間伐の部分は搬出が難しくなります。

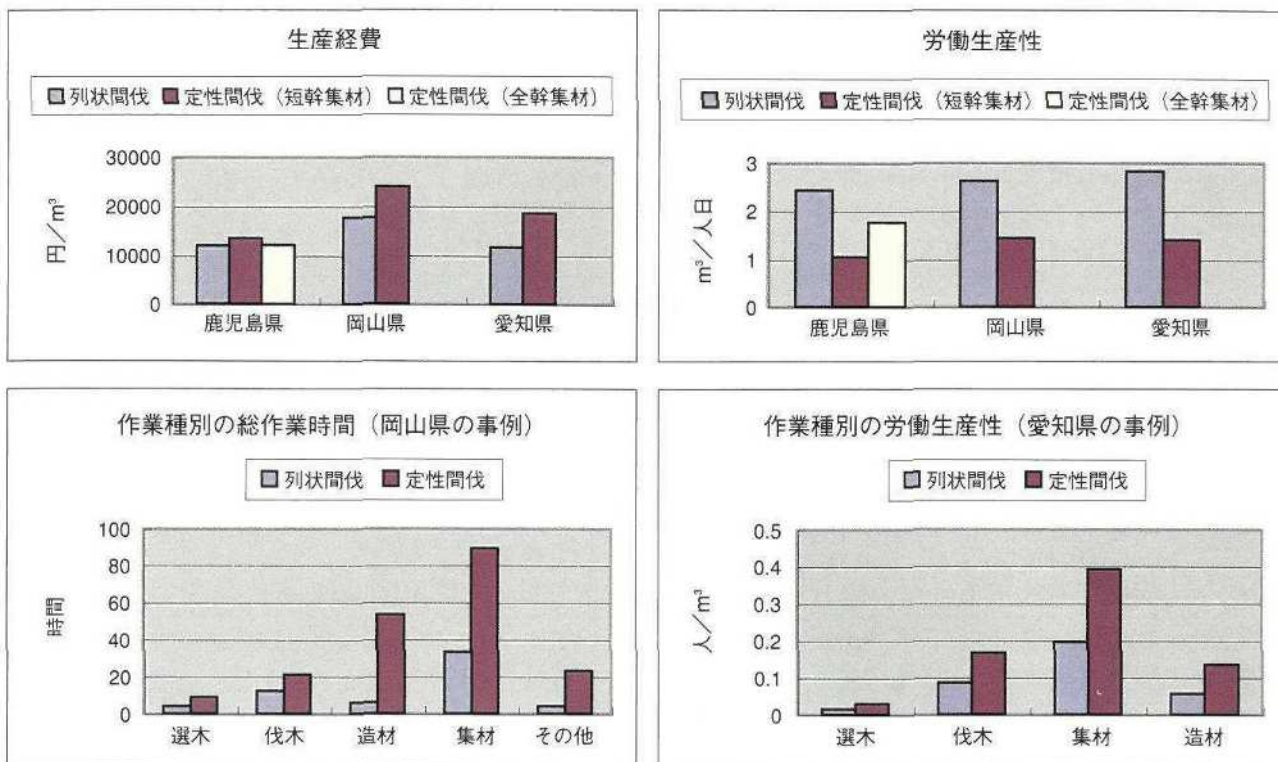
列状間伐の「効率性を高める」という目的に照らせば、列状間伐と定性間伐を併用するやり方は、必ずしも合理的な方法とは言えないと思われます。

## 5 列状間伐のコスト縮減等の効果

列状間伐の生産性等については、本県林業試験場始め多くの県で調査・研究が行われており、高性能林業機械を使った列状間伐は、下層間伐や上層間伐などの単木状の間伐に比べて作業時間が短縮され、作業員1人当たりの生産性が向上している、という報告がなされています。

ただし、高性能林業機械を使った列状間伐の場合、林況（手入れの程度を含む）、地形、機械の能力や組み合わせ、集材距離、オペレータの習熟度合い等々条件のちょっとした違いが生産性に影響することから、これらの調査結果が全ての現場に当てはまるというものではありません。

列状間伐と定性間伐との生産性等の比較（本県及び他県の調査事例から）



上記の基となったシステムの事例

【事例1 鹿児島県林業試験場の調査事例】

項目	列状間伐		定性間伐	
	全幹集材		全幹集材	短幹集材
林況	ヒノキ38年生 平均樹高15m 平均胸高直径21cm 立木本数1,175本/ha		スギ43年生 平均樹高15m 平均胸高直径26cm 立木本数1,475本/ha	ヒノキ, スギ30年生 平均樹高15m 平均胸高直径18cm 立木本数950本/ha
作業条件	平均傾斜7° 集材距離33m 間伐面積0.4ha 間伐率26% (5残1伐)		平均傾斜17° 集材距離20m 間伐面積0.7ha 間伐率37%	平均傾斜5° 集材距離30m 間伐面積0.4ha 間伐率40%
作業システム	選木 (1名) 伐木 (チェーンソー2名) 集材 (ウィンチ付バックホー3名) 造材 (チェーンソー2名) 搬出 (フォワーダ1名)		選木 (1名) 伐木 (チェーンソー2名) 集材 (ウィンチ付バックホー3名) 造材 (チェーンソー2名) 搬出 (林内作業車2名)	選木 (1名) 伐木 (チェーンソー2名) 集材 (林内作業車2名) 造材 (チェーンソー2名)
生産量	立木材積 34m³ 素木材積 19m³		素木材積 32m³	立木材積 29m³ 素木材積 14m³
生産性	<ul style="list-style-type: none"> <li>集材作業の生産性 34.55m³/日</li> <li>集材作業の労働生産性 11.52m³/人日</li> <li>総労働生産性 2.43m³/人日</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>集材作業の生産性 26.18m³/日</li> <li>集材作業の労働生産性 8.73m³/人日</li> <li>総労働生産性 1.76m³/人日</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>集材作業の生産性 6.76m³/日</li> <li>集材作業の労働生産性 3.38m³/人日</li> <li>総労働生産性 1.04m³/人日</li> </ul>
収支状況	収入 22,219円/m³ 総経費 11,925円/m³		収入 5,961円/m³ 総経費 12,135円/m³	収入 10,634円/m³ 総経費 13,517円/m³

(資料：鹿児島県林業試験場)



**【事例2 岡山県林業試験場の調査事例】**

項目	列 状 間 伐	定 性 間 伐
林況	ヒノキ39～42年生（一部スギ） 平均胸高直径20.8cm 平均樹高15.5m 立木本数1,640本/ha 平均傾斜20°	
作業条件	集材距離44.9m 間伐面積0.52ha 間伐率29%（集材線を7.5mおきに設け、両側1.25mを伐採）	集材距離50m 間伐面積0.60ha 間伐率32%
作業システム	選木（2名） 伐木（チェーンソー4名） 集材（タワーヤーダ3名） 造材（プロセッサ1名）	選木（3名） 伐木（チェーンソー4名） 造材（チェーンソー4名） 集材（小型運材車2台、4名）
生産量	立木材積53.9m <sup>3</sup> 素材材積25.9m <sup>3</sup>	立木材積73.4m <sup>3</sup> 素材材積44.5m <sup>3</sup>
生産性等	労働生産性 2.62m <sup>3</sup> /人日 人件費費率33% 機械経費比率54%	労働生産性1.44m <sup>3</sup> /人日 人件費費率62% 機械経費比率21%
収支状況	収入 24,578円/m <sup>3</sup> 総経費 17,651円/m <sup>3</sup>	収入 22,656円/m <sup>3</sup> 総経費 23,933円/m <sup>3</sup>

（資料：「機械化のマネジメント」（社）全国林業改良普及協会より）

**【事例3 愛知県の調査事例】**

項目	列 状 間 伐	定 性 間 伐
林況	ヒノキ38年生 平均胸高直径18～20cm 平均樹高14m 立木本数1,600本/ha 平均傾斜10°	
作業条件	集材距離80～100m 間伐面積1.03ha 間伐率34%（1残1伐～3残1伐）	集材距離80～100m 間伐面積0.42ha 間伐率38%
作業システム	選木（1名） 伐木（チェーンソー2名） 集材（タワーヤーダ3名） 造材（プロセッサ1名）	選木（1名） 伐木（チェーンソー2名） 造材（チェーンソー2名） 集材（タワーヤーダ3名）
生産量	立木材積12.7m <sup>3</sup> 素材材積 8.4m <sup>3</sup>	立木材積4.9m <sup>3</sup> 素材材積3.1m <sup>3</sup>
生産性等	労働生産性 2.82m <sup>3</sup> /人日	労働生産性1.40m <sup>3</sup> /人日
収支状況	収入 14,786円/m <sup>3</sup> 総経費 11,618円/m <sup>3</sup>	収入 12,263円/m <sup>3</sup> 総経費 18,459円/m <sup>3</sup>

（資料：愛知県）

## Ⅳ 列状間伐の実施に当たって

列状間伐を導入する大きな目的は「間伐をいかに効率的に、低コストで行うか」です。従って、列状間伐の実施に当たっては、その効果を最大限に引き出せるような条件を整えた上で取りかかることが重要です。

以下、その条件整備の考え方を整理してみます。

### 1 施業の団地化と路網の整備

#### (1) 施業の団地化

高性能林業機械による施業で採算性を確保するには、その作業システムが無駄なくフルに働くだけの事業規模が必要です。また、作業路等を開設する場合でも、より効率の良い線形とするためには、事業区域の面積が広いほうが融通性が高いことは言うまでもありません。

このようなことから、施業の団地化により事業規模を確保する必要があります。

所有規模の零細な本県では、これまでも「団地化」に取り組んできましたが、今後は一層密度の濃いものにしていかなければなりません。

**【団地の規模等】** 団地の規模は、経験的には50m<sup>3</sup>程度以上の生産量が確保できることが望ましく、また、施業箇所は必ずしも連続している必要はないものの、高性能林業機械等が自走して短時間で移動できる範囲での集約が必要とされています。

参考までに、独自の手法で施業集約化に取り組んでいる森林組合の事例を紹介しておきます。本県でも、このような取り組みを進める必要があります。

日吉町森林組合（京都府）では、間伐を進めるに際し、施業や作業道開設の内容、事業にかかる経費、補助金の額、間伐木を販売したときの見積等を定型的に記した「森林プラン」を作成し、森林所有者に提示することによって、組合から働きかけをした森林所有者のほぼ100%の間伐の委託を受けている。

この森林プランの作成に当たっては、プランナーという日吉町森林組合の職員が現場を調査し、作業道の開設箇所の設定や間伐本数、径級、材積、難易度等を細かく調査し、パソコン入力により完成させている。

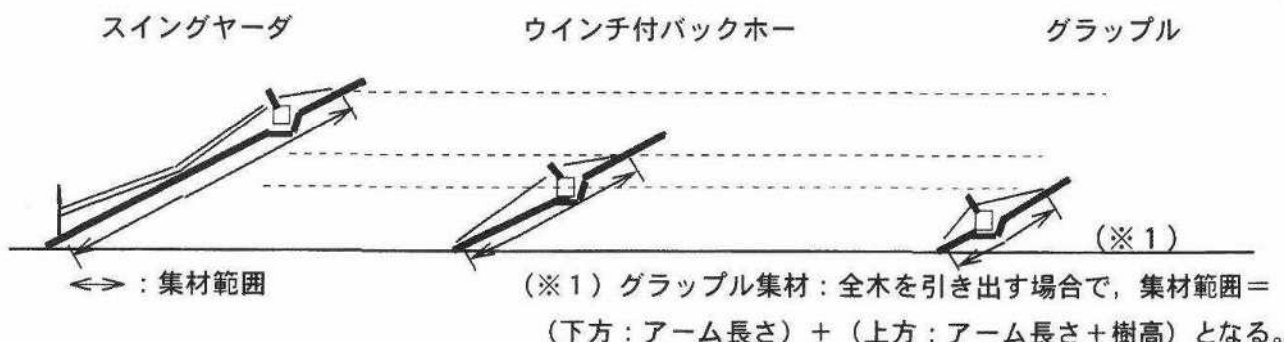
森林所有者に負担が生じないよう、複数の森林所有者の森林をとりまとめ、効率的な作業道の開設や事業実施を行っていること、基本的に実際の売り上げが見積額を下回ることはないようにしていることから、森林所有者との信頼関係も確立し、不在村林家等とも、スムーズな契約ができています。（「平成16年度森林・林業白書」から（原文のまま））

#### (2) 林内路網の整備

作業路等の整備に当たっては、各々の機械を効率的に稼働させるために、機械の特徴等を十分理解した上で設計し開設する必要があります。

**【路網密度】** 集材に使用する機械によって異なります。スイングヤーダでは100m程度まで、ウインチ付グラップルでは40m程度までが適応範囲の大まかな目安となります。路網密度は、これらの数値によって規定されることになります。

【作設の位置】 集材にどのような機械を使うかによって作設位置が異なってきます。スイングヤーダやウインチ付グラップルの場合、基本的には上げ荷となるので、道路は集材可能区域の斜面上部に設置することになります。グラップルで道路両側の木を引き出す場合は、集材可能区域の中心よりやや下側という位置になります。



【規格（幅員等）】 幅員は、集材用機械やプロセッサ等のベースマシンの大きさによって異なります。0.45m<sup>3</sup>のベースマシンの車幅は2.50m、0.2m<sup>3</sup>の同車幅は1.90mですので、これに旋回のしやすさなどを考慮して道路の幅員を決定します。

ただし、現在は小型の機械で対応できたとしても、木が生長すると大きい機械が必要になります。そういう条件の変化も考慮しておく必要があります。

また、集材作業の容易さを考えると、切り取り法高はできるだけ低い方が望ましいのは言うまでもありません。

【構造】 重機や木材を満載した車両が頻繁に通行するものであり、また、長期間にわたって使用するものですので、路盤のしっかりしたものでなければなりません。道路の崩壊の多くが「水」に関係していますので、水を集中させないように分散して処理するなど、災害を誘発しないような構造にすることが重要です。

### (3) その他の条件整備

#### ① 森林所有者の十分な理解を得る

列状間伐は、一般の森林所有者にはなじみが薄く、また前述のように長所も短所も持った方法です。

列状間伐を採用しようとする場合には、森林所有者に対して、その特性や、今後の間伐についての考え方（例えば、3残1伐を実施する場合、次回にはその間を伐採すること、最終的には通常の間伐と大差のない間伐効果が得られること、路網の整備が必要なこと…など）をきちんと説明し、理解を得ておく必要があります。

#### ② 不良木は事前に除去する

列状間伐では、前述のように、不良木が混在している場合、間伐の採算性を低下させることとなります。

採算性を向上させるためには、列状間伐を実施するまでの間に、保育（切り捨て）間伐によって曲がり木など不良木は除去しておくことが重要です。

### ③間伐実施時期を検討する

間伐の収益性を高めるためには、間伐実施の時期も重要な要因です。林齢や前回の間伐後の経過年数だけでなく、「利用目的の径級に達しているか」という視点を持つことが重要です。

特に、列状間伐では一律に選木を行うことから、その林分の径級ごとの割合に応じた素材が生産されることとなります。ですから、利用目的と林分の状況を良く照らし合わせて間伐を行うべきでしょう。

例えば、利用目的を10.5cm角の柱材とした場合、利用可能と見込まれるのは胸高直径が概ね18.5cm以上の木になります。しかし、平均胸高直径18cmの林分では、一般論としては利用目的の径に達しない18cm未満の木が1/2程度含まれることとなります。

適材の割合を高めるためには、平均胸高直径がもう少し大きい段階で間伐する必要があります。(但し、小規模な森林を集約化して効率的に間伐しようとする場合などには、このような考え方は適用できないこともあります。)

#### (参考)列状間伐の実施時期の考え方の例

- ① 除伐や保育間伐により不良木をしっかりと除去する。
- ② 5 齢級後半（胸高直径18cm程度）に定性間伐 …………… 10.5cm角用材、小丸太生産
- ③ 7 齢級半ばに3残1伐の列状間伐 …………… 10.5、12.0cm角用丸太生産
- ④ 9～10 齢級の間3残列の真ん中の列を列状間伐 …… 梁等割り角用材生産以降、林況に応じて適宜択伐を行う。

#### 利用径級の目安（3m柱用1玉分、直材）

製品寸法	丸太の末口径	胸高直径の目安	備考
10.5cm角	16cm以上	18.5cm以上	
12.0cm角	18cm以上	21.0cm以上	

## V 列状間伐の進め方

### 1 現地の林分調査

標準地調査等により、面積、樹種・林齢、成立本数、胸高直径、樹高、不良木や被害木の混入割合など、林分の現状を把握します。

さらにこの調査に基づいて、収量比数、形状比などを求めるとともに、想定した間伐率で伐採した場合の素材生産量も推定しておきます。

### 2 立地条件及び林況による判断

その林分が列状間伐を実施するに適した条件下にあるかを、次の事項等を材料として検討します。

### ①林木の形状

形状比（※）が大きい林分では強風の害を受けやすい。このような林分では、定性間伐を実施して形状比を低くしてから列状間伐を実施するほうがよいです。

### ②林分状況

不良木の混入割合が高かったり、目的とする径級の材の割合が低かったりすると、採算性が低下します。

不良木等が多く混入しているところでは、定性間伐を実施して不良木等を除去しておき、次回の間伐で列状間伐を実施するのが望ましい。

また、目的とする径級の材の割合が低い場合は、1回定性間伐により被圧木や成長遅れの木を除去するか、しばらく間伐を見合わせるなどの判断が必要であります。

### ③土壌条件

土地が痩せていて成長の悪い林分では、伐採率に注意しながら定性間伐を行った方が林分の健全性を確保できます。

（※）形状比（けいじょうひ）：木の高さに対する胸高直径の比率（樹高／胸高直径）で、林木の健全性を量る指標として用いられる。形状比が低いほど台風等の被害を受けにくい。

形状比70程度が被害を大きくするか小さくするかの境とされている。

## 3 作業システムの検討

列状間伐では、高性能林業機械等の効果的な活用が重要なポイントになってきます。傾斜や平均集材距離（路網密度等）に応じた効率的な作業システムを検討します。

### ○集材距離と作業システム

平均集材距離	作業システム				
25m以下 (路網密度175m/ha～)	(伐木) チェーンソー	(木寄せ) グラップル	(造材) プロセッサ	(集材) フォワーダ	(運材) トラック
～100m (路網密度44m/ha～)	(伐木) チェーンソー	(集材) スイングヤーダ	(造材) プロセッサ	(運材) トラック	
～200m (路網密度22m/ha～)	(伐木) チェーンソー	(集材) タワーヤーダ	(造材) プロセッサ	(運材) トラック	
200m～ (路網密度～22m/ha)	(伐木) チェーンソー	(集材) 集材機	(造材) プロセッサ	(運材) トラック	

【集材工程】集材用機械には、タワーヤーダ、スイングヤーダ、ウインチ付バックホー、グラップル及びスキッドなどがあります。

□タワーヤーダ：引き能力が高く、長距離（100m以上）の集材に適します。主索式のものには横取りも比較的楽に行え、魚骨状伐採等にも適応できます。しかし、架設・撤去に時間を要します。

□スイングヤーダ：油圧ショベルにウィンチ（2個のドラム）を装備し、ベースマシンのブーム、アームを架線の元柱に利用している機械。

タワーヤーダに比べ架線の架設・撤去が迅速に行え、横取りを少なくして架線を張り替えながら集材する作業に適しています。

大型（0.45m<sup>3</sup>）タイプでは、引き能力も高く、150m程度の集材が可能ですが、安全な作業のためにはオペレータが材の動きを目視できなければならないので、100～80m以内が適当とされています。

小型（0.2m<sup>3</sup>）タイプでは、引き能力があまり高くないため小径木の集材に適しています。また、集材距離は70m以内が適当とされていることから、それに見合った路網整備が必要となります。



□ウィンチ付グラップル：油圧ショベルに単胴ウィンチを搭載し、グラップルも装備しており、集材作業のほかに材の整理や積み込み等もできる多機能機械。

集材方法は、ワイヤーロープに直接荷掛けして地曳きする方式で、引き能力は比較的高く、小型（0.2m<sup>3</sup>）タイプでも全幹材（枝払いのみを行った長材）を2～3本ずつ集材できます。架設・撤去の手間も不要で簡単に集材作業ができます。しかし、荷掛け用のワイヤーロープを人力で伐採木のところまで引いていかなければならないため、長距離集材や急傾斜の下げ荷集材では作業能力は低下します。

集材距離は一般的には40～15m以内が適当とされており、集材路等の高密度の路網整備が必要です。



□グラップル：路上から両側の伐採木を直接グラップルで引き出す方式で、集材方法としては最も簡便。

集材距離は全幹（全木）集材か短幹集材かによって、また全幹（全木）集材の場合は伐採木の樹高によって変動します。全木集材の場合の集材距離は、谷側はアームの長さ、山側はアームの長さ+伐倒木の長さとなります。スイングヤーダ、ウィンチ付グラップルより集材距離が短くなることから、より高密度の路網整備が不可欠となります。



【造材工程】 造材用機械には、ハーベスタとプロセッサがありますが、ハーベスタを造材に用いる場合はプロセッサと機能は同じです。

□プロセッサ：枝払い、採材、集積などを1台で行える高い作業能力を持っています。

造材作業コストの中で「枝払い」は極めて大きなウェイトを占めていますので、システムの中にプロセッサを組み入れるようにすると全体の効率化につながります。



間伐材生産の効率向上や労働環境の改善のためには、これらの機械をいかに効率的な組み合わせとするか、十分検討する必要があります。

なお、集材距離、傾斜の程度、材の径級や重量などにより機械の適合度が異なるので、林分の状況にあった機械の選択、作業路の整備などの条件整備が重要です。

#### 4 伐採列、残存列の設定

列状間伐では、まず「何列伐採して何列残すか」を決めます。

植栽列がきちんと通っている場合は列を基準にしますが、植栽列がきちんと通っていない場合は、○m伐って△m残すというやり方をします。

伐採列数を連続して多くすると、作業効率は良くなりますが、林冠の閉鎖が大きく破られるので、閉鎖回復が著しく遅れ、林分の健全性に悪影響を及ぼすことも考えられます。林冠の再開鎖を確実にするには、伐採列数を2列以内が適当とされています。

反対に残す列数を多くする（伐採列数を少なくする）と、間伐効果が現れない上に、間伐の効率が悪くなりコスト縮減効果も減殺されることとなります。

集材作業にウインチ、架線系機械を使用する場合は、伐採列数1列以上（集材幅が概ね2m以上）が必要とされています。

##### (1) 伐採列の設定のしかた

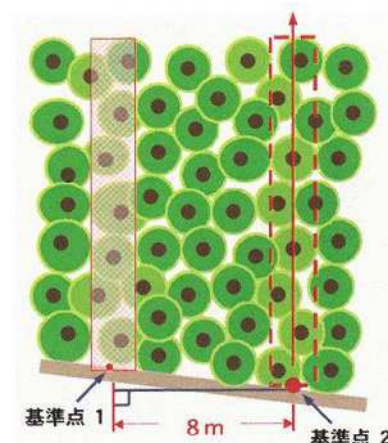
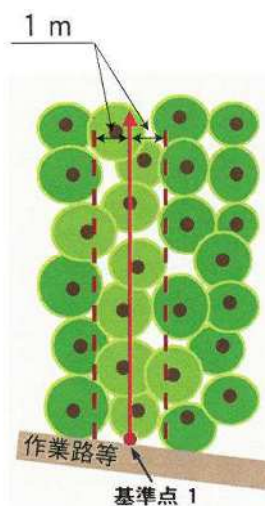
植栽列がきちんと通っている場合は、列に沿って伐採列を設定します。

植栽列が通っていない場合（3残1伐相当の間伐率）は、

①作業路側等に基準点1を設ける。

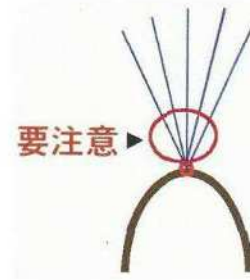
②基準点1から傾斜方向（等高線と直角）に基準線を引く。このとき方位角を確認しておくこと。

③基準線の両側1mの範囲内の木、及び、この範囲内にはないが集材の支障となる木を伐採対象として選木する。



- ④基準点1から8m測り基準点2を設ける。
- ⑤基準点2から②の方位角に沿って基準線を引く。
- ⑥③と同じ要領で選木する。以下この作業を繰り返す。

なお、尾根の先端部、谷部の奥の箇所では、このような基準線に平行な伐採列の設定は難しく、放射状にならざるを得ない。この場合、基準点（作業ポイント）付近の伐採率が極端に高くないように適宜調整する必要がある。



## (2) 伐採列設定の留意点

集材時の残存木の損傷を少なくするために、伐採列を林地の傾斜と同じ方向に、かつ集材線が直線になるように設定します。

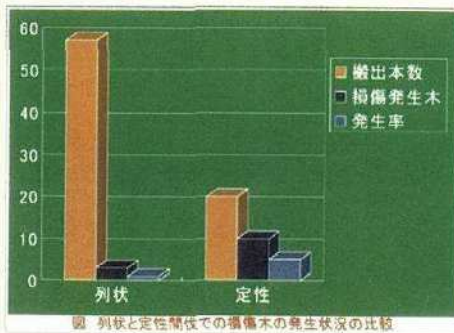
こうすることにより、集材作業が容易になり、また残存木の損傷を少なくすることができます。

## 5 残存木の損害防止

列状間伐では、通常の間伐に比べて集材の際の残存木の損傷は少ないとされていますが、それでも皆無というわけではありません。

損傷が予測される場合には、損傷のおそれがある木に防護具を取り付けるなどにより被害を予防（ないしは軽減）します。

残存木への損傷の程度の比較



(岐阜県資料から)

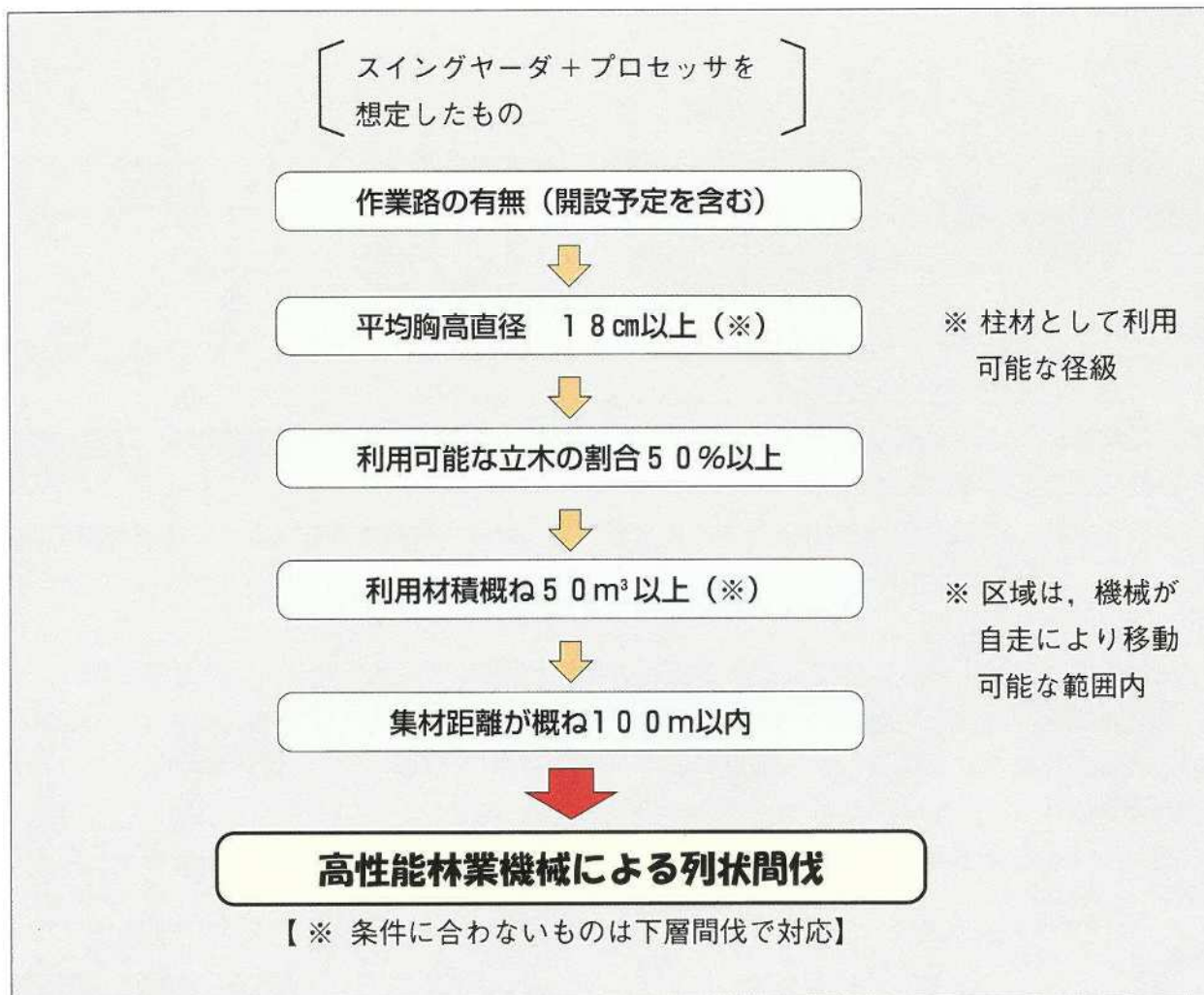
残存木の損傷（左）と損傷防護具の例



防護具の材質は土木用ポリ配水管  
 (「機械化のマネジメント」から)



## 6 列状間伐実施のフロー



## VI おわりに

高性能林業機械を活用した列状間伐導入の効果として、①作業の効率化、低コスト化②労働強度の軽減、労働災害の抑止、さらにはこれらによる相乗的效果として③若年者等新規参入の促進などが期待されています。

しかし、縷々記したように、列状間伐には、多様な要素が複雑に関係合っていますので、それらを良く理解した上で取りかかる必要があります。

また、忘れてならないのが「最終的には健全な森林を造り上げる」という理念であり、森林所有者との相互理解に立脚した施業実施が求められます。

これまでの「植えて育てる時代」を経て「利用する時代」を迎えるに当たって、機械化とそれに連動する列状間伐については、避けて通れない課題となってきます。関係者の十分な理解と積極的な取り組みを期待するところです。