

列状間伐の手引き

～民有林における列状間伐の普及に向けて～



静岡県内の列状間伐箇所（1伐3残、実施後2年）

林野庁整備課

平成31年3月

目次

はじめに	1
I 間伐について	
1. 間伐の必要性	2
2. 間伐の方法と特徴	3
II 列状間伐について	
1. 列状間伐の種類	5
2. 伐採列の間隔	6
3. 伐採列の方向	7
4. 列状間伐の特徴（優れた点・留意する点）	8
5. 列状間伐による低コスト化	9
6. 列状間伐に関するよくある疑問	10
7. 列状間伐を適用する具体例	13
III 民有林における列状間伐について	
1. 列状間伐の実施状況	14
2. 列状間伐の普及に向けた取組	15
IV 作業システムについて	
1. 高性能林業機械による作業システムの種類	23
2. 傾斜と路網配置との関係	23
<参考> 高性能林業機械の保有台数の推移	24

はじめに

森林は、国土の保全、水源の涵養、地球温暖化の防止、木材をはじめとする林産物の供給等の多面的機能を有しており、国民生活及び国民経済に大きく貢献しています。このような機能を持続的に発揮していくためには、森林の適正な整備・保全を推進する必要があります。

我が国には、面積にして約1千万haの人工林があり、それは全森林面積の約4割を占めています。人工林面積の44%がスギ、25%がヒノキ、その他の針葉樹（カラムツ・トドマツなど）を含めて97%が針葉樹です。その多くは戦後に植栽されたもので、平成29年度現在、スギは11 齢級（51～55年生）、ヒノキは10 齢級（46～50年生）にピークがある1山型の齢級構成になっています（平成29年3月31日現在「森林資源の現況」）。森林所有者にとっては収穫の機会がやっと訪れ、木材業界に対しては国産材を供給する基盤がようやく整ったといえます。こうした中、我が国の木材需要は近年では回復傾向にあるとともに、合板等への国産材利用が進んだことなどから、国産材供給量は増加傾向にあります。木材自給率も7年連続で上昇しており、平成29年には36.1%となりました。

一方で、我が国の林業は、販売収入に対して造林及び保育の育林経費が高くなっている状況であり、造林から保育、伐採までの長期にわたる林業経営を行うためには、育林経費の低コスト化、木材販売収入の拡大とともに、生産性の更なる向上等が重要な課題となっています。

このような状況の中、必要な間伐を確実に実施していくためには、間伐作業の生産性を向上することが重要であり、路網と高性能林業機械を適切に組み合わせた作業システムの普及・定着を図る必要があります。

本パンフレットでは、路網や高性能林業機械との組み合わせにより間伐を効率的に進める有効な手法である「列状間伐」について、その考え方、進め方等について取りまとめました。今後、森林所有者や林業事業体の皆さんが列状間伐を進める際に、本パンフレットが一助となり、各地域において列状間伐が普及していくことを期待しています。

I 間伐について

1. 間伐の必要性

間伐とは、成長の過程で過密となった立木の一部を抜き伐りし、立木の密度を調整する作業です。

＜森林の持つ多面的機能の発揮に大きく貢献＞

- ① 樹木の成長の促進により風雪害や病虫害に強い健全な森林を作る
- ② 林内の下層植生の繁茂により地表の侵食や土砂流出を抑制する
- ③ 多様な動植物の生育・生息が可能となり、生物多様性の保全に寄与するなど

＜林業の観点からの意義＞

残存立木の成長促進や間伐木の販売による収入の確保など

＜間伐の定義＞

保安林制度や森林経営計画制度に基づく間伐は、樹冠疎密度^(※)が10分の8以上の箇所について、定められた間伐率（材積間伐率35%）以下で、かつ、5年以内に樹冠疎密度が10分の8以上に回復することが確実であると見込まれる森林で実施することができます。

（※）樹冠疎密度：林分の混み具合を示す指標の一つ。おおむね20メートル平方の森林の区域に係る樹冠投影面積を当該区域の面積で除して算出する。

樹冠疎密度が10分の8以上の森林で材積伐採率35%以内の伐採を行った場合、樹高成長が年30cm以上であれば、おおむね5年後に樹冠疎密度が10分の8以上に回復することが既往の研究データ等で分かっている。

〔間伐を実施しなかった森林〕



成長に伴い風を受ける樹冠が上方に移動し、それを支える幹が太くならず、もやし状の森林となったため、風害を受けた。



林床に陽光が差し込まず、下層植生が失われたため、降水による土壌流出が生じ、根が浮き出ている。

〔間伐を実施した森林〕



幹や根が太く発達するとともに、下層植生が繁茂し、風害や山地災害等にも強くなった。

＜間伐を実施しなかった森林と実施した森林＞
【平成25年度森林・林業白書掲載】（一部改変）

2. 間伐の方法と特徴

<間伐の方法>

- 間伐には、さまざまな方法があり、適切な間伐方法を選択するためには、それぞれの優れた点と留意する点をよく理解していることが必要です。
- 間伐方法を選木の際に重視するもので大きく分けると、定性間伐と定量間伐の2つがあります。
- 定性間伐は、立木の形質・形状や隣接木との関係を現地で確認しながら伐採木を単木的に選定する間伐方法です。
- 定量間伐は選木を重視しない、あるいは間伐率に基づき機械的に伐採木を決める間伐方法です。

<主な間伐方法と特徴>

方法	方法の例	間伐対象木	間伐実施後の状況	特徴
定性間伐	下層間伐	劣勢木 被圧木	<ul style="list-style-type: none"> • 優勢木が残る • 均等な配置となる 	<ul style="list-style-type: none"> • 下層木（劣勢木）を中心に間伐するため、間伐時の収益は低い • 間伐後の形質が揃う • 間伐後の形状比が小さくなる • 上層の暴れ木（暴領木）も取り除くため、林木の個体サイズを一定の範囲に収めることが可能 • 短伐期で皆伐する場合に、生産目標（銘木生産、並材生産等）に応じた素材の生産が可能
	上層間伐	優勢木 暴れ木	<ul style="list-style-type: none"> • 劣勢木が残る • 残存木の配置は不均一 	<ul style="list-style-type: none"> • 上層木（優勢木）を中心に間伐するため、間伐時の収益は高い • 優勢木間伐やなすび伐りと呼ばれる • 間伐木は大きく育った個体、あるいは、そのときに材価の高い個体を選ぶ • 林型が整えられていない林分では、間伐後の森林が経済的価値の低下、健全性が損なわれるおそれがある • 過去にしっかりと間伐が実施されてきた林分であることが必要
定量間伐	列状間伐	伐採列のすべての木	<ul style="list-style-type: none"> • 形質等に関係なく直線的に残る 	<ul style="list-style-type: none"> • 代表的な定量間伐 • 選木に要する時間を短縮できる • 列状に伐採するため、かかり木の発生が少ない • 経済的合理性（低コスト化）や労働安全性の観点から採用される場合もある • 機械的に選木するため、優勢木と劣勢木の比率は間伐前後で変わらない • 伐採列は、次回以降の間伐時の搬出にも活用可能

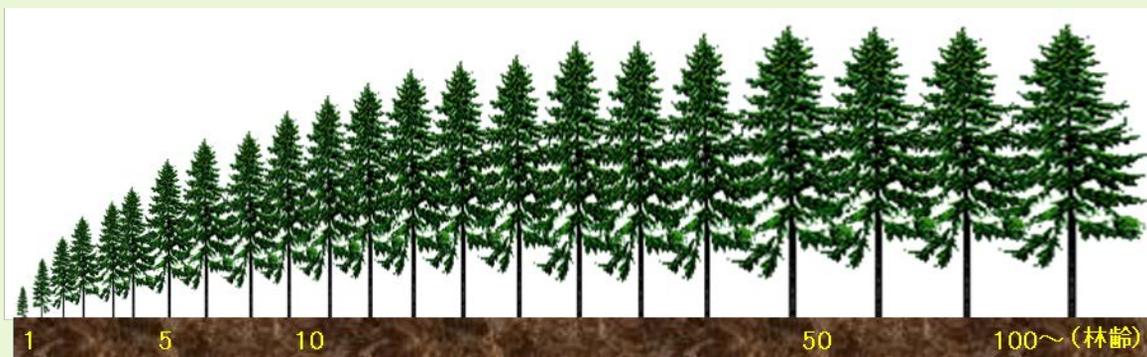
<間伐方法を選択する際の留意事項>

- 間伐の基本目的は、将来の目標林型に向けて立木の密度を調整し、同時に森林の多面的機能の発揮を図ることにあるため、対象林分の状態に対して不適切な間伐方法を選択すると、間伐本来の目的から外れたものになりかねないことに留意が必要です。
- 間伐から皆伐までの収益を総合的に勘案することも重要です。

<列状間伐と定性間伐の選択>

- 間伐は、一般的には主伐までの間に少なくとも3回程度、長伐期施業であれば10回程度行う場合もあり、何回も繰り返して行われるものです。
- 1回の間伐だけで列状間伐や定性間伐の得失を評価することは好ましくなく、また、どれか1つの間伐方法を選んで、その方法をかたくなに継続する必要もありません。
- 例えば、
 - ① 低コスト化や労働安全性の観点から初回間伐を列状間伐で実施して、2回目の間伐を定性間伐で実施
 - ② 樹木の形質をある程度そろえるために保育のための初回間伐を定性間伐で実施して、2回目の間伐を列状間伐で実施
 - ③ 初回間伐を列状間伐で実施して、その際に残存列の劣勢木を淘汰するために定性間伐を加えるなど、列状間伐と定性間伐を組み合わせ、それぞれの間伐方法の特徴を生かすことも可能です。

<参考> 森林整備のサイクル（育成単層林の場合）の例



3回程度

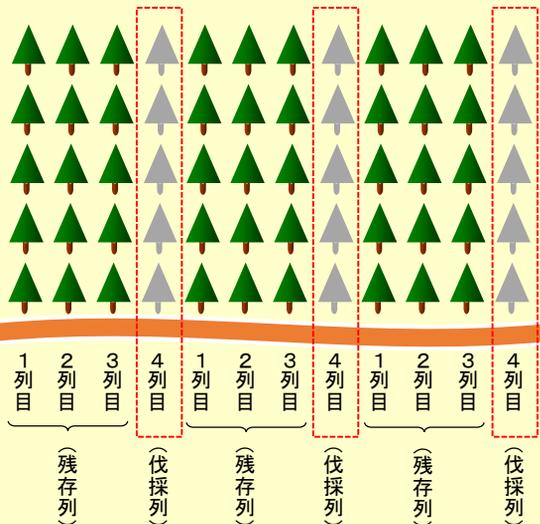
 <p>植栽</p>	 <p>下刈り</p>	 <p>除伐</p>	 <p>間伐</p>	 <p>主伐</p>
苗木を植え付ける。植え付けた木を植栽木という。	植栽木に日光が当たるよう、雑草木や灌木を刈り払う。	植栽木の成長を妨げる雑木や形質の悪い植栽木を取り除く。	樹木の成長に応じて、一部の植栽木を伐採し、立木密度を調整する。	伐採し、木材として利用する。

Ⅱ 列状間伐について

1. 列状間伐の種類

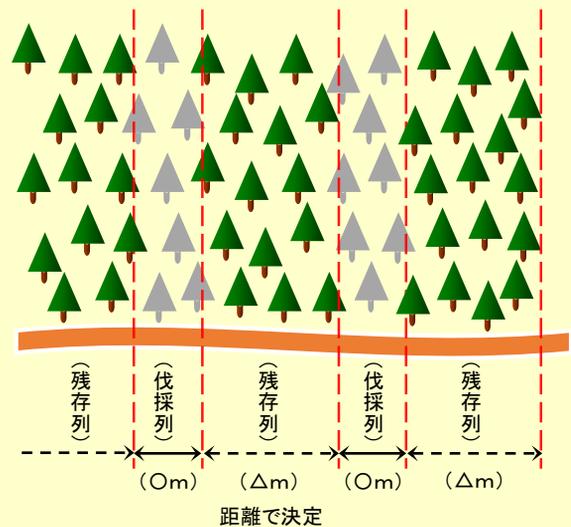
列状間伐は、植栽列や斜面方向等に沿って直線的に伐採する間伐方法で、個々の林木の形質に関係なく一定間隔ごとの列を機械的に伐採し、伐採された列と残された列が交互に配置されます。

残存法（植栽列ごとに伐採）



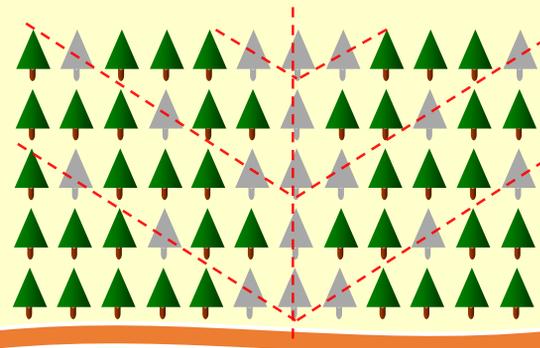
- 植栽列ごとに伐採する間隔（列）を決定する方法
- 1列を伐採して3列を残す方法を1伐3残方式（本数間伐率25%）
- 1列を伐採して2列を残す方法を1伐2残方式（本数間伐率33%）

一定間隔法（一定の間隔ごとに伐採）



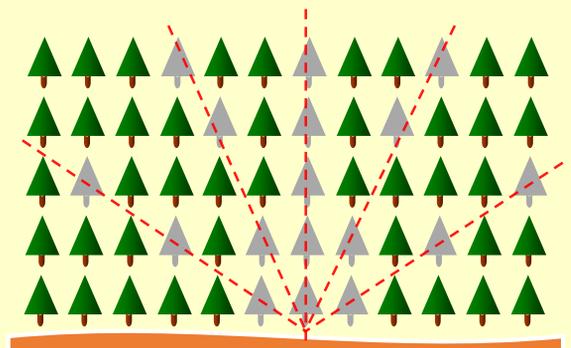
- 一定の距離ごとに伐採する間隔を決定する方法
- 等高線植などで植栽列が不明瞭な場合に採用

魚骨型



- 魚の骨のように中央の背骨に当たる伐採列（幹線）と、そこから斜めに平行に出る何本かの伐採列（支線）で構成する方法
- 谷や尾根を挟む箇所でも、等高線に直角に列を設定することができ、残存木の損傷を軽減することが可能

放射状



- 起点から放射状に伐採列を延ばす方法
- 起点から離れるほど列間が広くなり、残存立木への間伐効果が薄れることに留意が必要
- 扇形の林地での実施、タワーヤード等の設置場所が限定される場合に適する方法

2. 伐採列の間隔

列の間隔や幅は、林木の生育状況や密度、目標とする間伐率や路網の配置状況、林地の形状や地形・地質を考慮して決定することが必要です。

<伐採列の幅を広くした場合>

- 作業効率が高く、低コスト化が可能です。ただし、樹冠の再閉鎖に時間を要するため、下層植生の少ない林分では降雨による地表の侵食のおそれがあるなど、林分の健全性に支障を及ぼす可能性があります。

<残存列の幅を広くした場合>

- 間伐効果が十分に受けられない立木が残る上に、作業効率が悪くなり、低コスト化の効果も低くなる場合があります。
(間伐効果を高めるためには、1伐に対し2～3残が望ましい。)

<伐採間隔の設定例（残存法）>

伐採間隔	間伐率	伐採列の幅	残存列の幅	伐採列と残存列の合計幅
1伐4残	20%	1.8m	7.2m	9.0m
1伐3残	25%	1.8m	5.4m	7.2m
1伐2残	33%	1.8m	3.6m	5.4m
2伐4残	33%	3.6m	7.2m	10.8m

(※) それぞれの距離は、3,000本/ha植栽で1列が1.8mの場合

[列状間伐の実施状況]



1伐3残（実施直後）



3m伐7m残（実施直後）



1伐3残（実施直後）



1伐2残（実施後1年）

3. 伐採列の方向

<伐採列の方向>

- 伐採列の方向は、路網や地形など現地の状況により判断する必要があるため、路網の線形計画があるなど、ある程度路網配置がわかった後に決定することが望ましいです。
- 伐採列の方向を最大傾斜方向に設定することで、集材作業が容易になるとともに、残存木の損傷を軽減することが可能です。
- 最大傾斜方向とした場合、図1のように隣接する伐採列同士が先の方で交差することがあるため伐採列の長さを調整するとともに、降雨による地表の侵食、土壌の流出等が発生するおそれがあることに留意が必要です。



図1 <最大傾斜方向に列を設定する場合>

伐倒・集材は楽で残存木損傷が少ないが、間伐にむらが出る。



図2 <一定方向に列を設定する場合>

間伐は均等に出来るが、傾斜地では、列の設定方向に留意する必要がある。

【「高性能林業機械に適した間伐方法」岩手県林業技術センター】

<伐倒の方向>

- 伐倒方向は、斜め下方又は横方向が望ましいですが、列状間伐では、かかり木や集材作業を考慮し、安全を確保した上で下方伐倒（谷側）として、上荷集材を行うのが効率的です。
 - ※1 「チェーンソーによる伐木等作業の安全に関するガイドライン」（平成27年12月7日厚生労働省労働基準局長通知）では、「伐倒方向は斜面の下方方向に対し、45度から105度までの方向を原則とし、このうち45度から75度までの間の斜め方向が望ましい」とされています。
 - ※2 「リスクアセスメントを始めましょう（間伐作業編）」（林業・木材製造業労働災害防止協会）では、「列状間伐の場合は、かかり木と集材方向を考慮して、下側伐倒を基本とします。」とされています。
- この場合、斜面の下部から上部に順番に伐倒を行いますが、急傾斜地では滑落や衝撃による折損等があることを考慮する必要があります。

<参考：かかり木処理について>

- 列状間伐は定性間伐に比べてかかり木の発生が少ないですが、列ごとの伐倒作業開始時には、かかり木が発生することが考えられます。
- 適切な伐倒方法により伐倒方向を確実にするとともに、かかり木が発生した場合は、安全な作業方法を決定し、適切な機械器具等を使用することが重要です。
- 特に、かかり木処理作業における禁止事項として、①かかっている木の伐倒、②他の立木の投げ倒し（浴びせ倒し）、③かかっている木の元玉切り、④かかっている木の肩担ぎ、⑤かかり木の枝切りは絶対に行ってはいけません。

（かかり木処理に関する関係通達）

- 「かかり木の処理の作業における労働災害防止のためのガイドラインについて」（平成14年3月28日厚生労働省安全課長通達）
 - ※これまでガイドラインに記載されていた内容の一部は労働安全衛生規則（昭和47年労働省令第32号）に追加され罰則が適用されます。（第478条、第481条）

4. 列状間伐の特徴（優れた点・留意する点）

- 列状間伐は、選木に要する時間を短縮でき、伐採・集材が容易になるとともに、高性能林業機械を用いた作業システムの導入により、生産性を高めることが可能です。
- 一方、列状間伐では、形質等に関係なく立木が一定の割合で伐採されるとともに、残存列の幅が適切でないと間伐効果が受けられない立木が残る場合があります。
- これらの列状間伐の主な優れた点・留意する点を整理すると次のとおりです。

優れた点

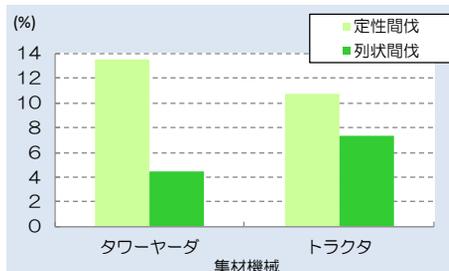
- ① 選木は機械的に行うため、容易である。
- ② かかり木になりにくく、伐倒の作業効率や安全性が高い。
- ③ 伐採列に沿って集材できるため、集材が容易である。
- ④ 全木集材が容易なため、林地残材がなくなり、資源の有効利用が図られる。
- ⑤ 価値の高い優勢木も間伐されるとともに、施業コストが低減されるため、間伐時の収益も期待できる。
- ⑥ 残存木の損傷を軽減できる。

○間伐方法の違いによるかかり木発生率



【資料】事例1：「平成21年度業務報告第42号」（香川県森林センター）
事例2：機械化マネジメント（全国林業改良普及協会）

○間伐方法の違いによる残存木の損傷率



【資料】「列状間伐の生産性と残存木の損傷」（長野県林業総合センター）

留意する点

- ① 優勢木と劣勢木の割合は、間伐前後で変わらないため、間伐後に形質不良木も残る。
- ② 残存列が広い場合、伐採列に面しない残存木に間伐効果が及びにくい。
- ③ 伐採列が広い場合、樹冠の再閉鎖や下層植生の状況により、地表の侵食が起こるおそれがある。
- ④ 間伐方法に関わらず、伐採列等に面した残存木は、樹冠の偏りが生じ、風害や冠雪害を受けるおそれがある。（周囲が開放されている森林などでも注意が必要）

5. 列状間伐による低コスト化

<列状間伐と間伐の比較>

- 平成29年度の各都道府県における標準単価については、車両系・架線系ともに列状間伐の方が1割程度低い状況です。
- 労働生産性については、平成27年次素材生産費等調査報告書によると列状間伐の方が2割程度高い状況です。

① 平成29年度の各都道府県における標準単価

(単位：千円/ha)

	集材方法	定性間伐	列状間伐
標準単価	車両系	419	373
	架線系	502	439

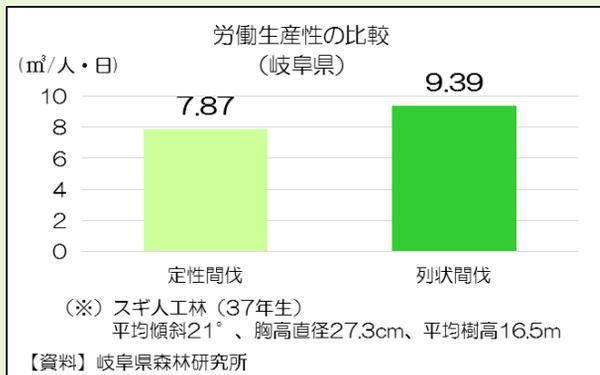
※ プロセッサ造材、搬出量50~60m³/haの全国平均

② 平成27年次素材生産費等調査報告書における労働生産性

	定性間伐	列状間伐
労働生産性	3.85 m ³ /人日	4.55 m ³ /人日

※ 事業体から収集したデータを整理した結果

(参考) 各地域における労働生産性等の調査結果



間伐～主伐の収支シミュレーションの例 (北海道)

- カラマツ人工林 (2,500本/ha植栽)、30年生の森林でこれまで3回 (12・18・24年生時) の間伐を実施済み
- 間伐2回 (30年生時、40年生時)、主伐50年生時

(単位：千円/ha (円/m²))

	支出						収入				収益	
	事業費 (間接費込み)					森林 保険	合計	販売収入				合計
	間伐			皆伐	計			間伐	主伐	補助金		
	30年生	40年生	小計									
定性間伐 ①	280 (11,687)	435 (9,257)	715	1,430 (4,321)	2,145	11	2,156	417	2,614	416	3,447	1,291
列状間伐 ②	285 (5,941)	429 (5,111)	714	1,053 (4,128)	1,767	11	1,778	903	1,936	561	3,400	1,622
差 ②-①	5 (-5,746)	-6 (-4,146)	-1	-377 (-193)	-378	0	-378	486	-678	145	-47	331

・作業システム

定性間伐 チェーンソー (伐倒) - トラクタ (集材) - プロセッサ (枝払い・玉切り) - グラップル (巻立)
列状間伐及び主伐 ハーベスタ (伐倒・枝払い) - グラップル (全木集材) - プロセッサ (玉切り) - グラップル (巻立)

【資料】「低コスト施業の手引き」(北海道水産林務部)

26%の
収益増

6. 列状間伐に関するよくある疑問

- 列状間伐は、上述のとおり高度な選木技術を要しないことや高性能林業機械による搬出が容易であり、低コスト化・効率化、安全性の向上等に適した方法です。
- 一方、定性間伐とは間伐直後の森林の状態が大きく違うため、それぞれの山づくりへの思いから、森林所有者には列状間伐に対する抵抗感も少なからずあるようです。
- このため、森林所有者が抱くと思われる疑問について整理しました。

< 疑問その1 >

優勢木が伐られ劣勢木が残るため将来の品質低下が心配

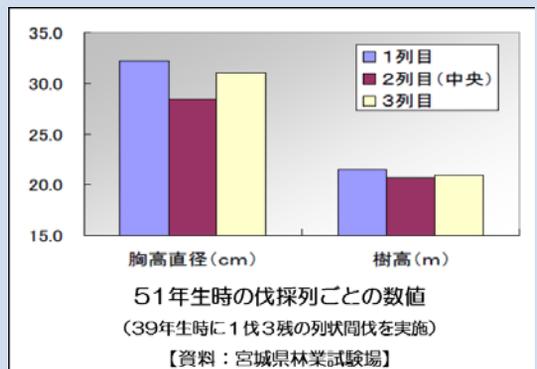
機械的に列状で伐採するため、優勢木と劣勢木の割合は間伐実施前と同じです。劣勢木を重点的に淘汰する必要がある場合は、列状間伐を実施するまでに、除伐や保育間伐により劣勢木等を除去したり、次回に定性間伐を行う方法もあります。

< 疑問その2 >

残存列が広い場合、伐採列に面しない残存木には、間伐効果がなく、成長差が生じるのではないかと

枝は光を求めて成長するので、列状間伐の伐採列に面する樹木はその方向に枝を伸ばし葉量を増やします。そのため、伐採列に面した樹木は間伐効果があり、残存列の中央に行くほど間伐効果が薄れます（右図参照）。

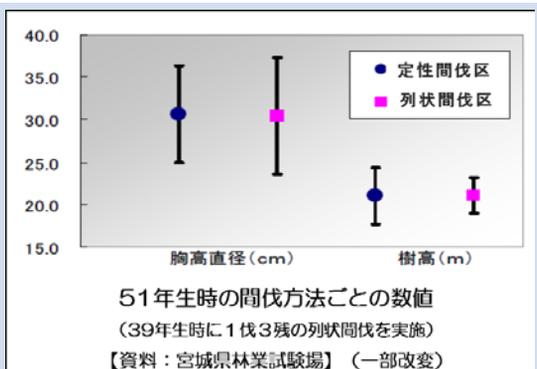
間伐効果を高めるには、1伐に対し2残、3残程度の列状間伐が望ましいと考えられます。なお、3残以上の場合であっても、残存列に定性間伐を加えることにより、残存列内の立木の光環境が改善され、間伐の効果を高めることができます。ただし、コストがかかり増しになることに留意が必要です。



< 疑問その3 >

立木の形質を確認しない列状間伐では、林分成長量が低くなるのではないかと

列状間伐と定性間伐の残存林分の成長比較に関する調査事例でも、列状間伐は定性間伐と同等であることが示唆されています。



<疑問その4>

伐採列に面する残存木は、樹冠の偏りにより幹にも偏りが生じるのではないか

これまでの研究成果では、以下のとおり幹の偏りは列状間伐による樹冠の偏りと因果関係はなく、その原因は風衝や地形等の別の要因であることが示唆されています。

また、こうした幹の偏りについても、その差は小さく、材質面への影響はほとんどないことが示唆されています。

- 幹偏心は樹冠偏倚方向とは一致せず、その原因は風衝によるものと推定される。
(桑原康成(2003)「2回目の列状間伐実施時期の検討」、九州森林研究56)
- 幹偏心は樹冠偏倚との関係は認められず、原因は地形等の別の要因と思われる。
(近藤道治ら(2003)「機械化作業システムに適した森林施業法の開発」、長野県林業総合センター研報17号)
- 一部の伐開方向の年輪幅が他の3方向より大きな数値を示したが、その差は小さく、材質面への影響はほとんどないと推察された。
(西山嘉寛(2012)「強度間伐林分の成長特性—列状間伐の場合—」、岡山県森林研究所研報28)

<疑問その5>

列状間伐は、風害や冠雪害などの気象害を受けやすいのではないか

列状間伐の実施林分における風害や冠雪害については、調査事例が少ないものの、現在のところ、列状間伐との因果関係は認められていない状況です。風害や冠雪害は、林分密度や形状比^(※)、あるいは地形の変化などにより大きく異なるため、過去に気象害を受けた場所に位置する森林や周囲が開放されている森林など、気象害を受けやすい森林では間伐方法に関わらず注意が必要です。

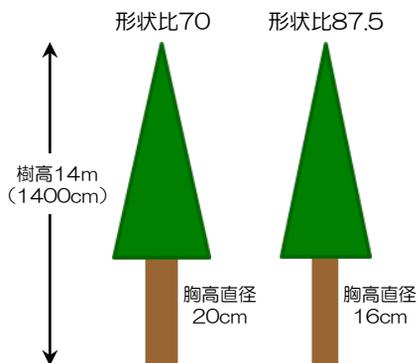
また、これらの被害は、形状比の高い林木が被害を受けやすいため、形状比が高くなりすぎないように管理することで、これらの発生リスクを軽減させられます。

<調査事例>

- 風害 被害木は被圧を受けた劣勢木であったといえ、被害は列状間伐に起因するものではなく、施業の遅れ等に原因があったものと考えられる。
(姫野光雄(2001)「列状間伐の偏倚成長及び風害について」、日林九支研論文集No.54)
- 冠雪害 列状間伐の実施林分では、冠雪害のほとんどが伐採列に面した立木で発生しているものの、間伐方法の違い(列状間伐と定性間伐)による冠雪害の発生率の差は認められなかった。
(山形県森林研究研修センター、普及情報「Green Forests」No.4列状間伐と冠雪害)

(※) 形状比

樹高(cm)を胸高直径(cm)で除した値。
気象害に対して十分な抵抗性を示す形状比は70以下あるいは60以下とされており、80以上だと気象害に弱いとされている。



7. 列状間伐を適用する具体例

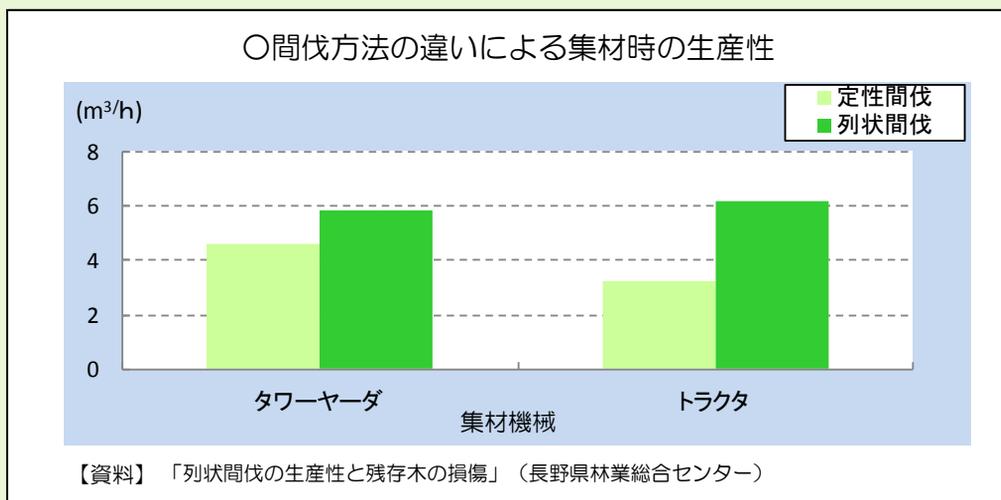
- 列状間伐の導入には、生産目標、地況、林況を考慮して適否を検討する必要があります。
- これまで述べてきた列状間伐の優れた点と留意する点を踏まえると、列状間伐は次のような林分に適していると考えられます。

① 生産目標	<ul style="list-style-type: none"> • 優良材生産より一般材生産を目標とした林分
② 地況	<ul style="list-style-type: none"> • 地表の侵食、土壌の流出等が発生するおそれの少ない林分 • 風害や雪害等の気象害が起こるおそれの少ない林分
③ 林況	<ul style="list-style-type: none"> • 除伐や保育間伐が実施されている林分 • 団地化により間伐面積が比較的まとまっている林分

よく、以下のような理由で、間伐の実施を迷うと聞きます。

- 定性間伐によって利用間伐を行おうとすると、労働生産性が上がらずにコスト増しになりがち。
- 伐採や集材の際に残存木の幹に傷が付きやすく、それを避けるためにさらに労働生産性が低下する。
- 伐捨間伐だと、間伐木による収益が期待できず、間伐費用の負担が大きい。

このような経済的な理由で間伐が実施できない場合、列状間伐を検討する価値があります。



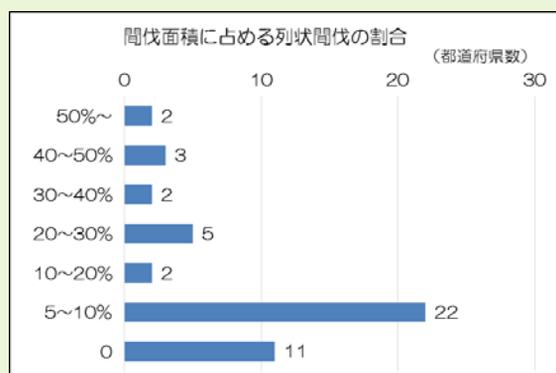
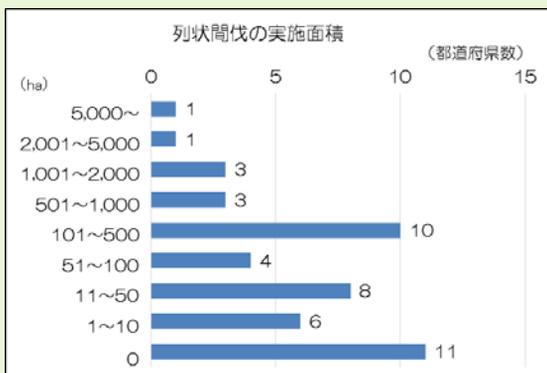
Ⅲ 民有林における列状間伐について

1. 列状間伐の実施状況

- 列状間伐は国有林において先行して実施されています。民有林においても導入する地域や実施面積は徐々に増加しており、平成28年度には36道県で2.1万haを実施しています。
- しかし、導入している36道県においても取組状況には濃淡があり、10haに満たない試行段階の県もある状況です。
- 間伐面積に占める列状間伐の割合は、5道県（北海道、埼玉県、岐阜県、徳島県、長崎県）が4割を超えています。
- 一方、1割以下が33都府県（未実施の11都府県を含む）と半数以上となっており、間伐の低コスト化を進める観点からは、列状間伐の更なる普及が必要です。

＜列状間伐の地方別の実施状況＞

	北海道	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州	合計
実施都道府県数	1	4	5	9	4	4	3	6	36
実施面積 (ha)	8,701	94	136	4,099	966	1,987	2,533	2,108	20,643



- 列状間伐の伐採列の間隔は、1伐2残と1伐3残を31道県で標準的なものとして採用しており、多くの列状間伐はこの2種類の伐採方法で実施されています。
- 列状間伐を実施している道府県のうち、13府県においては列状間伐と合わせて定性間伐を実施しています。



注) 上記のデータの取扱いは以下のとおり

- 1 林野庁整備課調べ（都道府県からの回答）。
- 2 民有林のうち、国立研究開発法人森林研究・整備機構分は含まない。
- 3 保育間伐は含まない。

2. 民有林における列状間伐の普及に向けた取組

(1) 林業公社等の列状間伐箇所を活用した普及活動 について (秋田県林業木材産業課)

<取組のきっかけ、目的>

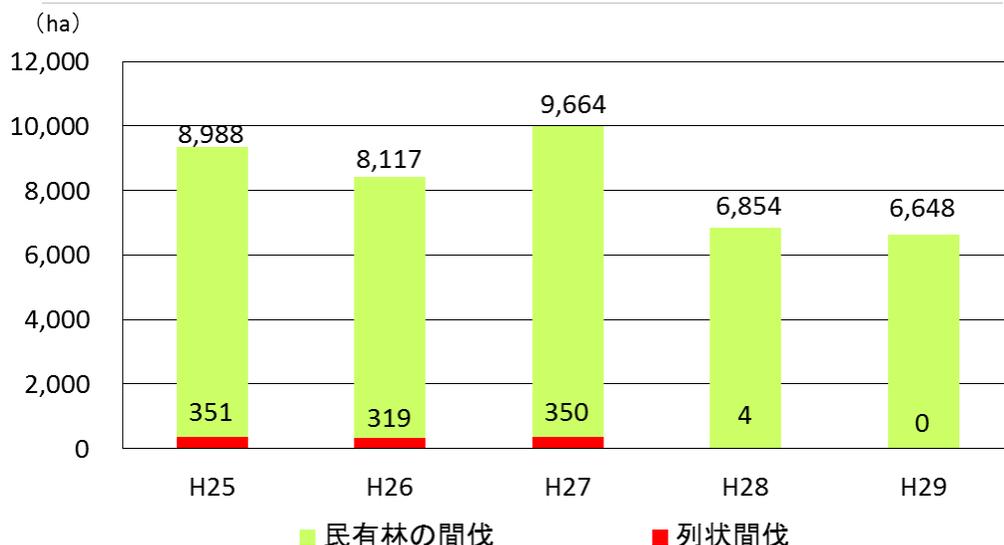
- 木材価格が長期低迷し、林業の採算性が悪化している中、低コスト化を図り間伐を推進するためには、「列状間伐」が有効な手段のひとつです。
- しかし、当県では、平成17～27年度に公益財団法人秋田県林業公社（以下「公社」という。）が、列状間伐を実施しているだけで（表－1）、公社林以外の民有林では、ほとんど実績がありませんでした（図－1）。
- そのような中、列状間伐を実施した公社林に近接する民有林で、平成28年度に森林組合が、農林中金森林再生基金事業の一環として、列状間伐を実施しました。
- そのため、県内民有林における列状間伐の普及に向け、これら列状間伐の現場を活用し、県職員を対象とした研修会を開催しました。

(表－1) 公社林の列状間伐の実績

(ha)

	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	H27	計
実施面積	11	11	19	32	83	164	256	518	351	319	350	2,114

(図－1) 民有林の間伐実績に占める列状間伐の実績



<取組内容>

- 平成30年8月上旬に研修会を開催し、県の各出先事務所から約30名の造林担当者が参加しました。
- 講師として、平成28年度に列状間伐を実施した森林組合の職員を招き、室内研修と現地研修を行いました。



平成30年8月に開催した研修会の様子

①：室内研修 ②：現地研修

<取組の成果、効果>

- 研修会では、列状間伐の優れた点や留意する点を学ぶことができ、事務所の担当者がより一層理解を深めることができました。
- その結果、平成30年度には、研修を受けた出先事務所の働きかけにより、約28haの列状間伐の実施が見込まれています。
- 今後は、現場状況を考慮した様々な施業パターンを検証しながら、さらなる列状間伐の普及に取り組んでいきます。



民有林での列状間伐の実施事例
(平成30年度実施、1伐3残)

(2) 信州式搬出法の紹介と実施状況について

(長野県林務部森林づくり推進課)

<取組のきっかけ、目的>

- 材価が低迷する中、施業の団地化や機械化による生産コストの削減は間伐の推進のため不可欠となっている。
- 急傾斜地など車両系作業システムの採用が不可能なところでも搬出が行える、優れた作業システムが必要とされている。
- 長野県では、車両系の搬出システムの導入の困難な急傾斜地において生産性と森林所有者への利益還元を図り間伐を進めるため、信州式搬出法による列状間伐を推進している。

<信州式搬出法の内容>

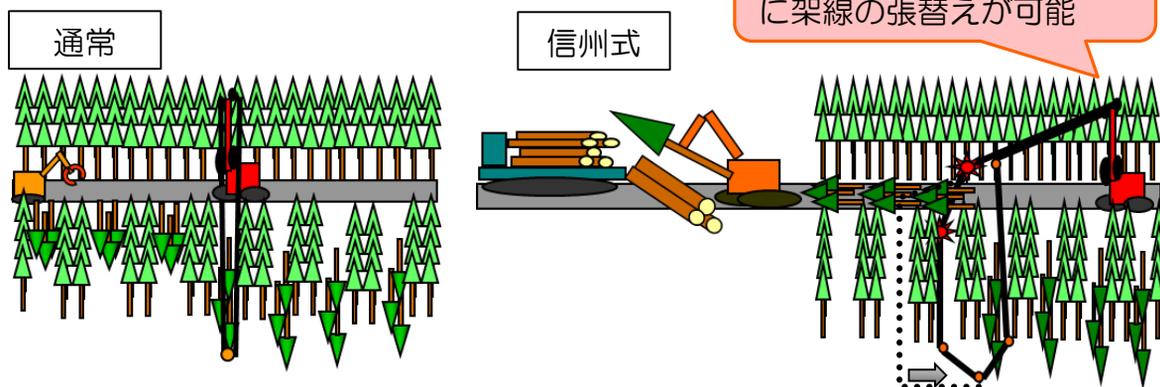
- 信州式搬出法は、タワーヤーダ（スイングヤーダ）を利用したハイリード式搬出法
- 沢や尾根が入り混じる複雑な地形や集材機の移動に制限がある状況に対応し、ジグザグ滑車を使用することで、林内で木寄集材木の方向転換のみでなく、現場に応じて木寄集材路上まで木寄集材木を引き出すことが可能
- 木寄集材距離は最大で400mまで



(ジグザグ滑車)

<信州式搬出法の効果>

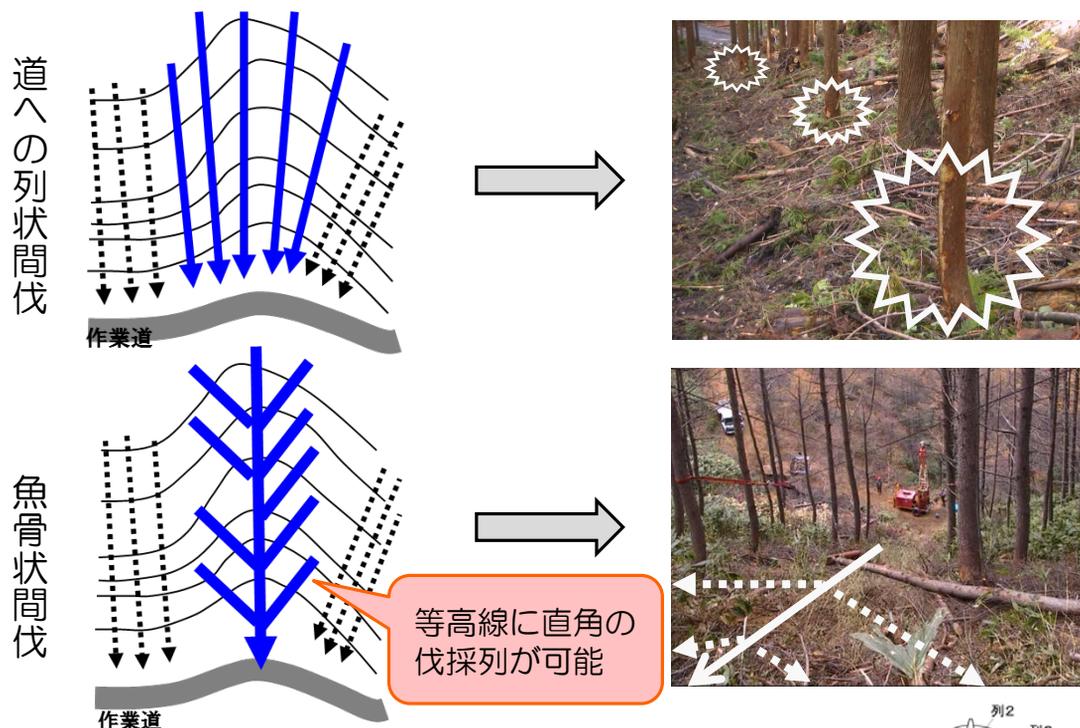
○効率的な作業



1. タワーヤーダの移動が少なく効率よく搬出できる。
2. ジグザグ滑車を使うことで、搬出材が道まで出て、すぐに次の作業に移ることができる。
3. 道まで間伐材を出すことにより急斜面でも安全に間伐材を搬出することができる。

<信州式搬出法の効果>

○残存木の保全に有効



1. 信州式搬出方法は複雑な地形に対応でき、等高線に直角方向に列を入れることにより、残存木の損傷の発生を少なくすることができる。

	残存木の損傷率
定性間伐（タワーヤーダによる下げ荷集材）	12.5～14.5% ※1
信州式搬出法	2.3～6.7% ※2、3

※1 今井信・近藤道治・宮崎隆幸（2007）長期育成循環施業等に応じた高性能林業機械化等作業システムの開発—列状間伐での伐出作業の実態調査（伐区調査）—長野県林総セ研報22P.1—10

※2 林業技士会（2008）低コスト作業システム構築事業報告書.249P.日本林業技士会,東京.

※3 近藤道治・白石立・橋爪丈夫・宮崎隆幸（2010）ジグザグ滑車を使用したハイリード方式（信州型搬出法）による間伐事例.森林学誌25(1).

<列状間伐の実績>

長野県民有林における伐採方法別の搬出間伐面積の推移

(ha)

	H26	H27	H28	H29	合計
定性間伐	1,834	2,011	1,467	699	6,011
列状間伐	387	390	701	392	1,870
合計	2,221	2,401	2,168	1,091	7,881

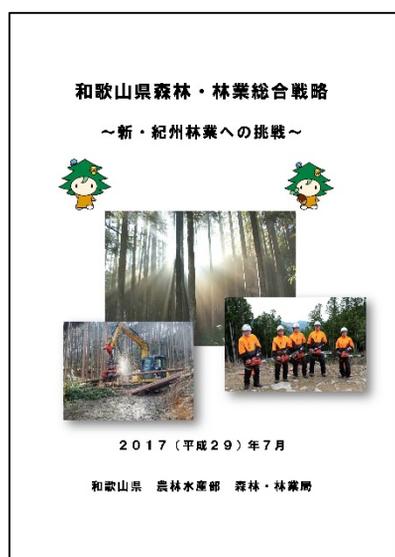
※搬出間伐面積とは10m³/ha以上の木材の搬出を行った面積

当該面積は国庫補助事業（森林環境保全直接支援事業及び森林整備加速化・林業再生事業）によるもの。

(3) 和歌山県における列状間伐の取組について (和歌山県森林整備課)

<取組のきっかけ、目的>

- 和歌山県では森林・林業総合戦略を策定し、平成29年度から平成33年度の5カ年を対象期間として素材生産量の増産に取り組んでおり、川下への安定的な材供給を行うために伐採から植栽までの一貫作業や列状間伐に取り組んでいる。
- 和歌山県内で取り組んでいる主なプロジェクトとして、田辺市本宮町で「本宮プロジェクト」、日高川町で「紀中地域林業躍進プロジェクト」があり、林業の低コスト化に向けてプロジェクトを進めているところである。



施業地全景(田辺市本宮地内)



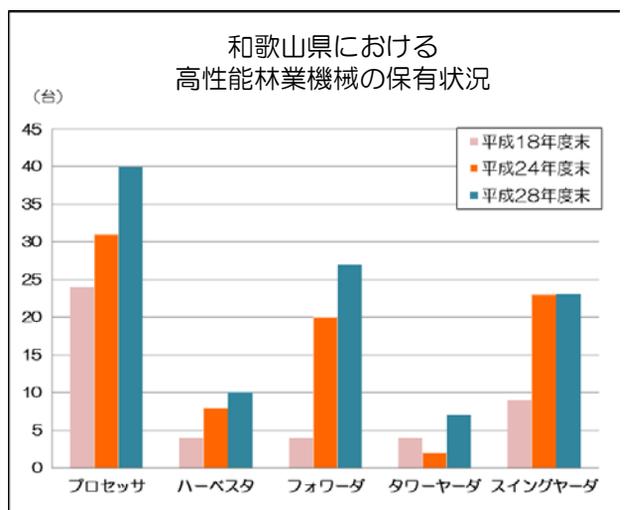
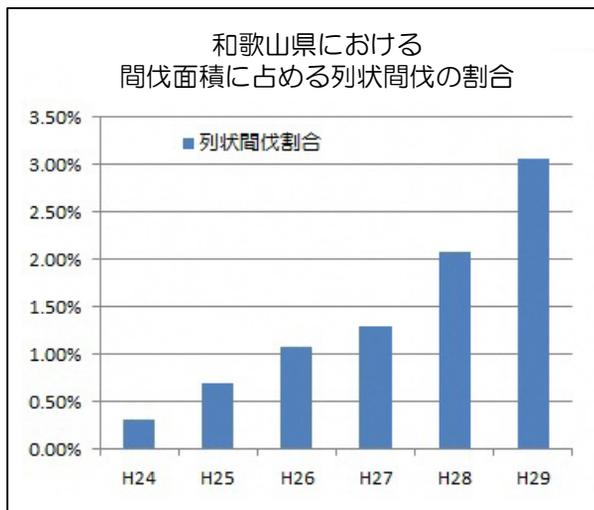
<取組内容（スキームや推進体制等を含む）>

- 共同施業団地を作成し複数の事業者が共同し施業(主伐・間伐)を行うことによりコストダウンを図る。
- 高性能林業機械の効率的な活用を図るため、主伐を実施する箇所周囲で一体的に列状間伐を実施する。

<取組の成果、効果>

- 主伐を実施する箇所周囲で一体的に間伐を実施したことにより、林業機械の搬入経費等の削減・伐採木搬出費用の削減・生産性の向上・伐採木搬出量の増加を図ることができた。

<列状間伐、高性能林業機械の状況>



ウインチ付グラブによる集材作業



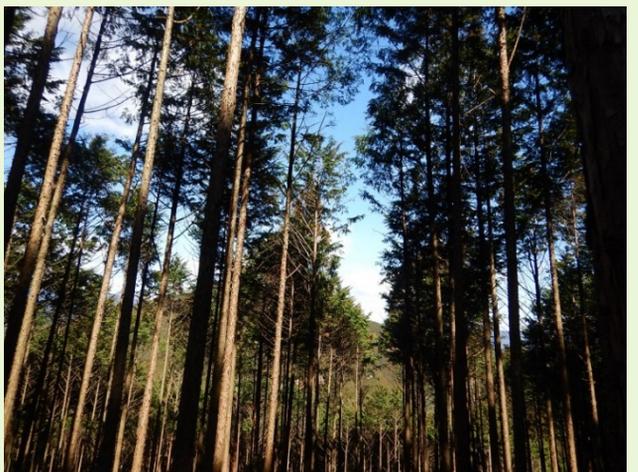
列状間伐施業状況(1伐2残)



列状間伐施業状況(1伐2残)



列状間伐施業後(1伐2残)



(4) 徳島県での列状間伐定着への取組 (徳島県林業戦略課)

<背景・目的>

- 徳島県では、充実してきた森林資源を背景に、全国に先駆けて平成17年度から「林業プロジェクト」を開始し、高性能林業機械の導入を推進することで、木材生産が大幅に向上し、若者を中心に林業従事者が増加するなど、県産材の生産体制の強化を図ってきた。

◆林業再生P (H17~H18) (H19~H21: 充実期間)

目標 間伐材等年間：5万m³の増産
(16万m³/年 ⇒ 21万m³/年)

- ◆新間伐システムの構築・導入
- ◆合板用原木の流通・加工体制整備 (B材)

徳島県の
林業プロジェクトの展開

◆林業飛躍P (H19~H22)

目標 間伐材生産量：10万m³
(H18:6.1万m³/年 ⇒ H22:10万m³/年)

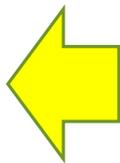
- ◆建設業からの林業への参入支援
- ◆MDF原料への供給支援 (C材)

◆次世代林業P (H23~H26)

目標 生産量：H32 40万m³ (10年後)
(H21:20万m³/年 ⇒ H26:30万m³/年)

- ◆主伐にも対応した新林業生産システムの導入
- ◆大型製材工場の誘致・本格稼働 (A材)

成長産業化
の実現へ



◆新次元林業P (H27~H30)

目標 生産量：H36 60万m³ (10年後)
(H26:28万m³/年 ⇒ H30:42万m³/年)

- ◆とくしま林業アカデミー開講 (H28)
- ◆木質バイオマス発電本格稼働 (D材)

- ・林業プロジェクトのはじめに・・・

森林整備が進む一方で、林業生産活動が停滞しつつあったことから、「伐捨間伐」から機械化した「搬出間伐」への移行が急務となっており、

森林作業道と高性能林業機械（スイングヤーダ・プロセッサ・フォワーダ：通称3点セット）による「新間伐システム」を推進させる必要があった。

<取組内容（スキームや推進体制等を含む）>

- 普及の重点課題として「新間伐システム」の推進のため、県下一円で座学や現場での研修を実施
- 「新間伐システム」のマニュアル作成や「プロジェクト通信（毎月発行）」による普及の推進
- 低質間伐材の合板利用やMDF原料への供給など「根元から梢まで」利用する加工体制の整備による森林所有者の所得向上



列状間伐の研修



県産材を使った合板

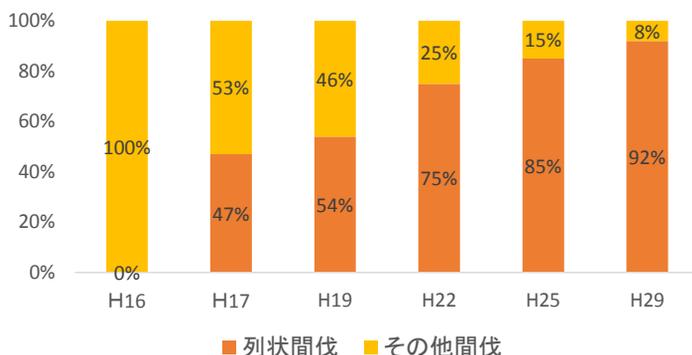


<取組の成果、効果>

- 当初、所有者や組合からは抵抗もあったが、技術の向上とB,C材の旺盛な需要により、数年で問題はなくなった。
- 事業サイドでは、森づくり交付金⇒プロジェクト支援交付金 ⇒加速化基金事業⇒森林林業再生基盤交付金等を利用し、3点セットの導入を支援。
平成18年度 15セット ⇒ 平成29年度 63セット
- 数次のプロジェクトにより、間伐材生産量は、平成28年度12万m³まで増加。（10年で3.5倍）



搬出間伐における列状の割合



搬出間伐を実施する事業体では「列状間伐」が通常形態となり県下一円に普及した

Ⅳ 作業システムについて

1. 高性能林業機械による作業システムの種類

- 列状間伐で労働生産性の向上や作業コストの低減を図るためには、高性能林業機械の活用が必要不可欠です。
- 高性能林業機械を活用した作業システムは、伐倒木を森林作業道や林業専用道まで引き寄せる方法（木寄せ）により、次のとおり大別されます。
 - ① ウインチの直曳きやグラップル等による車両系作業システム
 - ② タワーヤーダ等を使用する架線系作業システム

■ 高性能林業機械を使用した作業システムの例



2. 林地傾斜、路網配置との関係

- 車両系作業システムは比較的高い路網密度が必要です。
- 架線系作業システムは以下のような条件で採用されています。
 - ① 急傾斜地などの高密度な路網作設が難しい作業地
 - ② 架線の架設・撤去の手間を考慮しても車両系よりも高い効率を得られるような条件の作業地
- 車両系作業システムでは、使用する機械と人の組み合わせにより、多様な作業方法が考えられます。
- 林地傾斜、路網配置、作業システムは互いに密接に関連しています。
- これらの関係を大まかに整理すると、次の表のとおりです。

区分	作業システム	最大到達距離 (m)		作業システムの例			
		基幹路網から	細部路網から	伐採	木寄せ・集材	枝払い・玉切り	運搬
緩傾斜地 (0 ~ 15°)	車両系	150 ~ 200	30 ~ 75	ハーベスタ	グラブブルウインチ	(ハーベスタ) プロセッサ	フォワーダトラック
中傾斜地 (15 ~ 30°)	車両系	200 ~ 300	40 ~ 100	ハーベスタ チェーンソー	グラブブルウインチ	(ハーベスタ) プロセッサ	フォワーダトラック
	架線系		100 ~ 300	チェーンソー	スイングヤーダ タワーヤーダ	プロセッサ	トラック
急傾斜地 (30 ~ 35°)	車両系	300 ~ 500	50 ~ 125	チェーンソー	グラブブルウインチ	プロセッサ	フォワーダトラック
	架線系		150 ~ 500	チェーンソー	スイングヤーダ タワーヤーダ	プロセッサ	トラック
急峻地 (35° ~)	架線系	500 ~ 1500	500 ~ 1500	チェーンソー	タワーヤーダ	プロセッサ	トラック

(森林総合監理士 (フォレスター) 基本テキストから一部改変して引用)

高性能林業機械を効率的に活用するためには、こうした林地傾斜や路網配置のほか、伐採方法、作業のまとまり、事業量などのそれぞれの作業条件に応じた的確な作業システムを選択する必要があります。

<参考> 高性能林業機械の保有台数の推移

全国における高性能林業機械の保有台数は、平成28年度に8,202台と平成20年度の2倍に増加。

<保有台数の内訳>

- ・ ハーベスタは1,572台、ハーベスタと同様に造材作業に使用されることが多いプロセッサが1,851台、両者を合わせて4割
- ・ スイングヤーダ、タワーヤーダ両者を合わせて1,163台で1割
- ・ フォワーダが2,328台で3割

