

No.8

やってみませんか

『機械化作業に適した間伐方法』

目次

はじめに	2
機械化作業に適した列状間伐	
1 列状間伐の考え方	
2 列状間伐の長所	3
3 列状間伐の短所と対処方法	5
4 列状間伐の設計	7
5 列状間伐の実際	8
小型プロセッサ導入による間伐作業	9
1 小型プロセッサ作業システム	
2 小型プロセッサ作業に適した間伐方法	
3 小型プロセッサ作業システムの生産性計算例	10
4 木寄せ工程から算出した路網密度	
進化する機械化作業システム	11
資料	

はじめに

森林は、木材の生産はもとより、水資源の涵養や国土保全などの多面的機能を有しており、それらの機能を高度に発揮するためには、森林を健全な状態で育成することが大切です。しかしながら、近年の長引く木材価格の低迷により、森林所有者は間伐を行いたいが思うように手入れができてないのが現状です。このような状況を踏まえ、県においては平成13年度を「森林蘇生元年」と位置づけ、間伐等の造林事業や治山事業の推進、放置林対策など着手し、森林整備を積極的に進めているところです。

林業技術センターでは、林野庁の大型プロジェクト研究「機械化作業システムに適合した森林施業法の開発」(H9～H13年度)に参加し、少しでも山に手を入れ山元に所得を還元できるよう、高性能林業機械等を使用し、間伐の生産性を向上させコスト低減を図るための間伐方法(列状間伐や魚骨状間伐)について研究を行ってきました。

今回、試験研究の結果、これらの間伐方法の現地適応化の見通しがたったのでご報告します。この冊子が、県・市町村はもとより、森林組合等林業関係団体や森林所有者などに広く利用され、実効性のある間伐推進に資することを期待します。



機械化作業に適した列状間伐

1. 列状間伐の考え方

間伐を実施したいが、材価の持続的な低迷により、経費を賄えるだけの収入を上げることはたいへん厳しくなっています。結果として、間伐が行われず形質不良木の増大、林床植生の消失による表土流亡や地力の減退、利用されない山が非常に多くなっています。また、労務不足と高齢化による要因もあって、思うように間伐が実行されていない状況です。この現状を打開するため、生産性が高く経費の安い「機械的間伐：列状間伐等」を間伐方法の選択肢の一つとして取り入れることが今後、必要と考えます。

間伐方法と特徴

間伐方法	間伐対象木	集材の難易	収益性	間伐後の林分状況	特徴
定性間伐	形質不良木	×	×	形質が均一し、残存木の配置が均等	伐採搬出に手間が掛かる
定量間伐 (下層間伐)	成長不良木	×	×	優勢木が残存し、残存木の配置が均等	径級が細いため、材価が低く、経費大
定量間伐 (上層間伐)	優勢木 あばれ木	×		優勢木でない個体が残し、配置は不均一	主伐が遅れ、伐採搬出に手間が掛かる
定量間伐 (機械的間伐)	列、魚骨等			形質に関わりなく存在、配置は不均一	伐採列が直線で集材が容易

列状間伐はどのような山に適用すればいいの？

団地化して間伐面積が比較的まとまった林分（概ね3ha以上）
 将来、複層林施業に展開を予定している林分
 1回～2回程度の下層間伐が実施されている林分
 平均胸高直径が概ね20cm以上の林分
 6齢級以上で、利用可能な立木割合が50%以上の林分（利用材積50m³以上）
 風害・雪害等の気象害の起きにくい林分
 集材距離が概ね50mから200mの林分

島根県林業管理課
 「高性能林業機械による利用間伐の手引き」を
 参考にしました。

2. 列状間伐の長所

最大のメリットはコストの低減

選木：機械的で能率がよい（従来間伐の約6～7割で実施可）
 間伐木は価値の高い優勢木も含まれ、間伐収入が期待できる
 伐倒：掛かり木も少なく、作業効率がよい（従来間伐の約5～6割）
 集材：荷掛け移動、残存木損傷が少なく、集材が容易
 （従来間伐の約4～5割）
 造材：全木集材が容易なため、プロセッサを使用し、生産性も高く、軽労働
 で行える（従来間伐の約3～5割）
 全体：選木・伐倒・集材・造材等の作業が並行して行え、作業効率が高まり、
 生産コストの低減につながる
 （トータルで従来間伐の約5～7割）

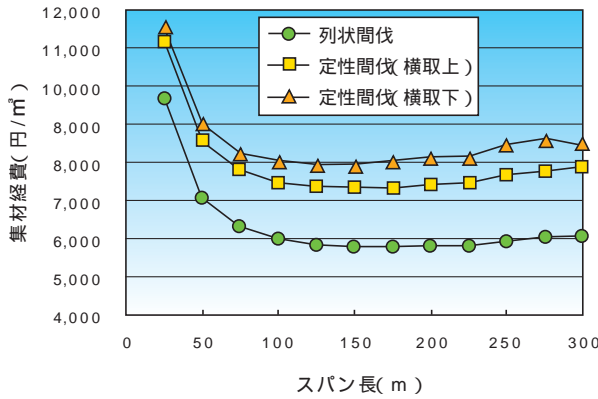
主索式タワーヤードを使用した例

主索式タワーヤードの利点

- 索を高く張れる
- スパンを長くとれる
- 搬器の走行速度が速い

主索式タワーヤードの欠点

- 架設・撤去に時間がかかる
- 広い作業スペースが必要
- 価格が高い



伐採方式別の主索式タワーヤード集材経費 (間伐面積3ha)

(林況：スギ38年生、平均胸高直径20cm、2,400本/ha)

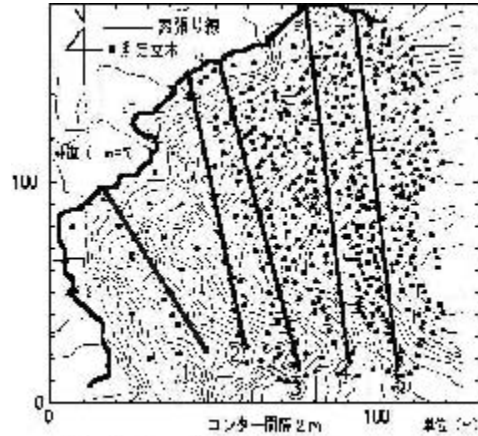


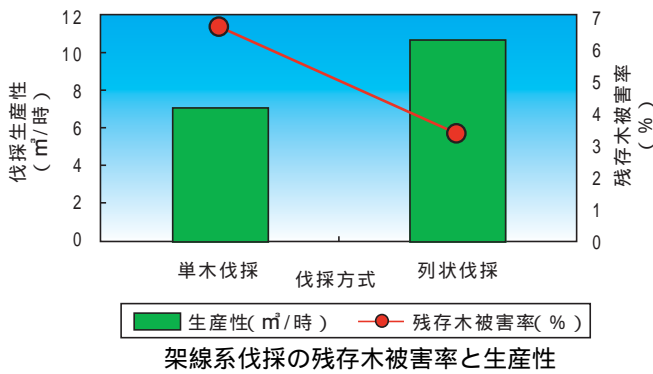
図-1 タワーヤード架設位置図

(説明)

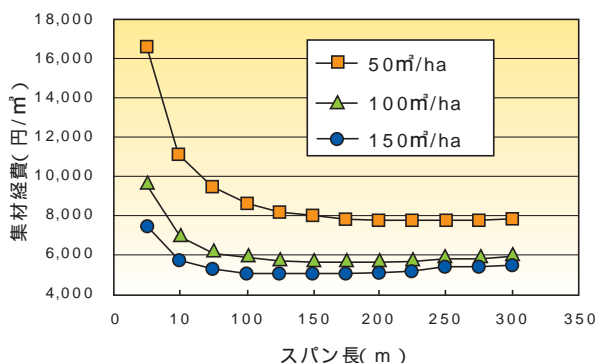
主索式タワーヤードを使用し、列状・定性（横取上荷と下荷）間伐における集材経費を比較しました。中型のタワーヤードではスパン長120～180m位が経費的に安く集材できます。また、列状間伐は定性間伐と比べ、約3割安く集材できます。経費は、集材に係る労務費(16,000円/人・日)、固定費、変動費、架設・撤去費を含みます。

(説明)

主索式タワーヤードの索張り例です。作業道から尾根に向かって索張りをすることにより索を高く張れます。また、横取りも可能となります。伐採列幅約5m、横取上荷・下荷幅約15m



架線系伐採の残存木被害率と生産性



列状間伐による出材積別の集材経費



主索式タワーヤードとプロセッサ作業システム プロセッサが入り込めるスペースが必要



索を高く張り、横取りも可能です 伐採列幅約5m、残存列幅約15m

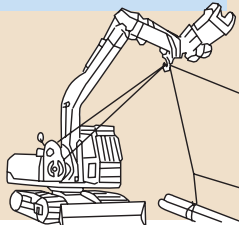
非主索式タワーヤード(スイングヤード)を使用した例

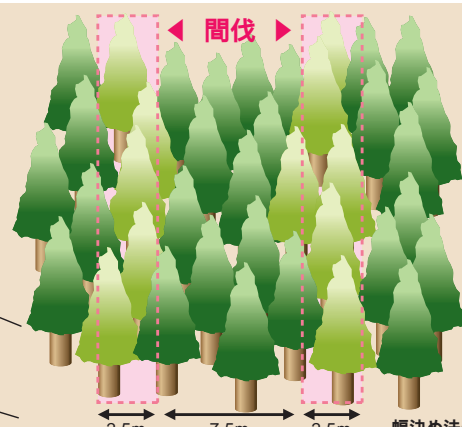
高知県香美森林組合作業例

3残1伐の列状間伐
4列のうち1列を間伐する方法で、効率的な機械作業を実現

スイングヤードによる架線集材
架設・撤去・移動時間の短縮
バックホーグラブとして活躍

安全な作業のため、機械を固定する控索の使用が望ましい。



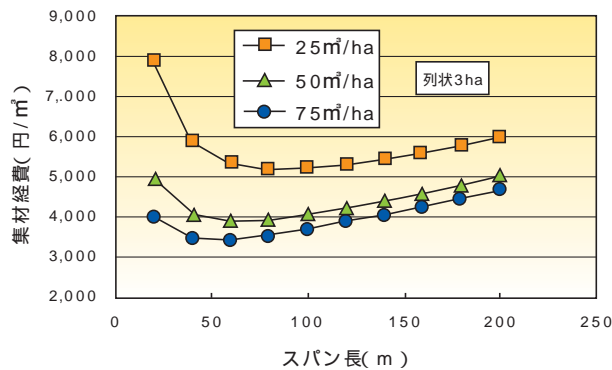


2.5m 7.5m 2.5m 幅決め法の場合

生産・運搬コストの低減
9,150円/m³
(17,670円/m³)

労働生産性の向上
4.04m³/人・日
(2.08m³/人・日)

カッコ内は自走式搬器を用いた定性間伐の数値



スイングヤードの集材材積別経費



スイングヤードとプロセッサの作業システム

3. 列状間伐の短所と対処方法

小規模分散する場所では不向き

団地化と作業ロットを確保する(概ね3ha以上)。

伐採列林縁木に「あて」や偏心成長の恐れがあるのでは

列状間伐5年後の31年生スギ・ヒノキ林を調査した結果、偏心成長は見られなかった。幹が太く、しっかりしていれば心配ないと思われる。

間伐後に形質不良木や劣勢木が間伐されないで残る

列以外の残存列についても除伐や定性間伐を行う。

間伐列の閉鎖回復が遅れ、林地に無駄な空間が生じるのでは

高齢林における樹冠幅は、立木密度が低くなっても極端に平均樹冠幅が変わるものでなく、樹冠幅を限界値として仮定すれば伐採幅は最大5m程度が適当。次回の集材線に使用する。

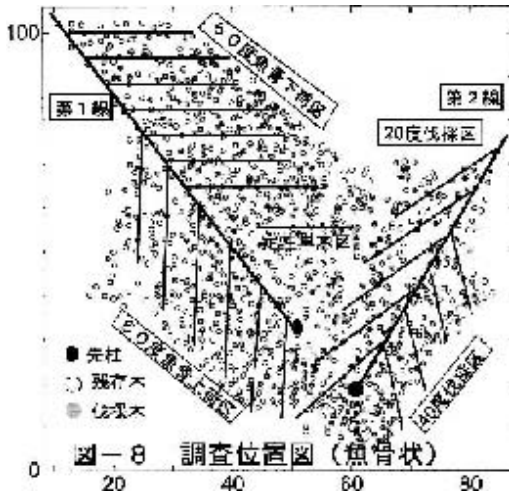
風・雪害に対する抵抗性が低下するのでは

形状比の高い林分や気象害の発生しやすい林分は避ける。

残存列の間伐効果が劣るのでは(林分成長量が小さい)

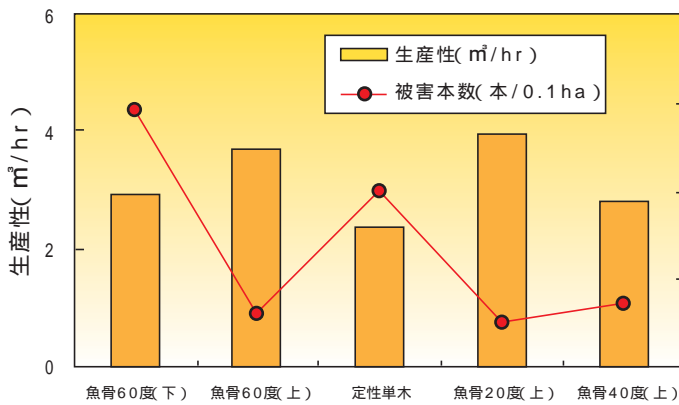
間伐効果を高め生産性向上に配慮する方法として、架線を背骨とみなし魚の骨状に伐採する『**魚骨状間伐**』を検討する。

主索式タワーヤードによる「魚骨状間伐」作業事例



魚骨伐採幅は2m、残存幅4m
スギ38年生、平均胸高直径19cm、2550本/ha

横取り角度別、横取り方向別(上下)に調査



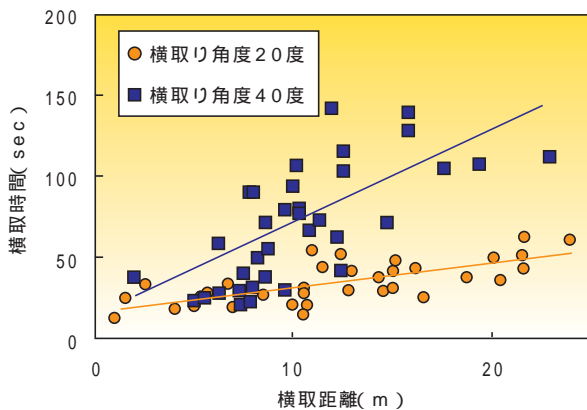
(調査結果から)

魚骨状間伐は、定性間伐と比べて約1.5倍高い生産性となりました。

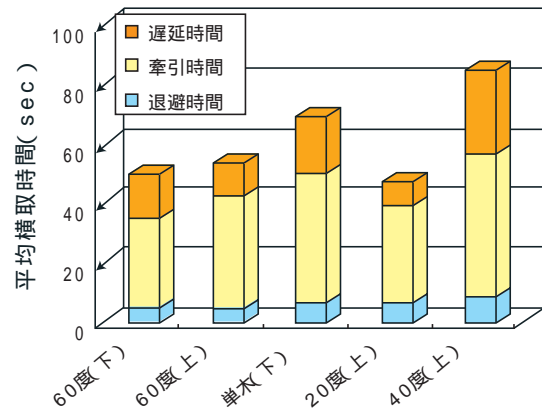
横取り方向別では、下荷で横取りするよりも上荷で横取りの方が、生産性も残存木被害本数も少ない結果となりました。

架線高さが低い場合、鋭角に伐採を行う必要があります。適正横取り角度を下図に示します。

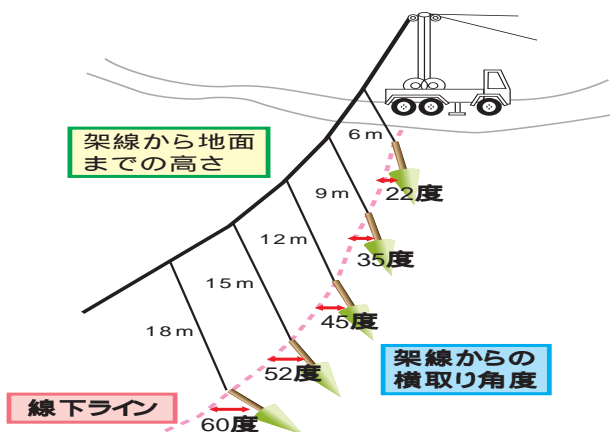
横取り角度、方向別の生産性及び残存木被害率



横取り角度別の横取り時間



横取り作業における遅延時間



架線高さが低い場合、横取り角度が大きくなると荷掛け距離は短くなるものの、架線下での材の方向転換時に荷掛け直しや玉切り等の遅延時間に多くの時間を要する結果となります。

上荷集材での架線高さと適正横取り角度の関係

4. 列状間伐の設計

ここで取り扱う「列状間伐」は、植栽列を基準とした間伐ではなく、ある幅を持った伐採列と残存列が交互に繰り返す方法を「列状間伐」とします。

伐採列幅と残存列幅

伐採列幅は最低2m、最大5mとし、間伐対象林分に応じて設定します。

残存列幅は、間伐率を設定して列間の距離を決めていきます。

(例) 2m伐採列で間伐率30%とすると、列間の距離は約6.5mとなります。

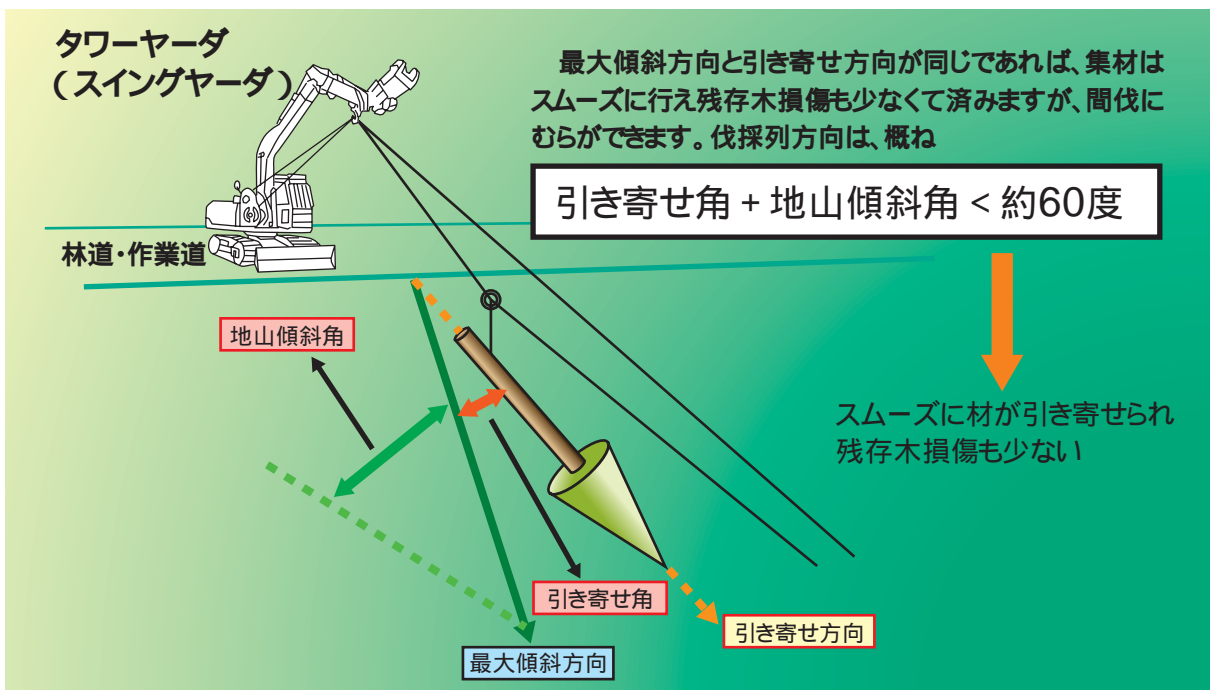
伐採列の方向

最大傾斜方向あるいは少し角度を付けた方向が適します。

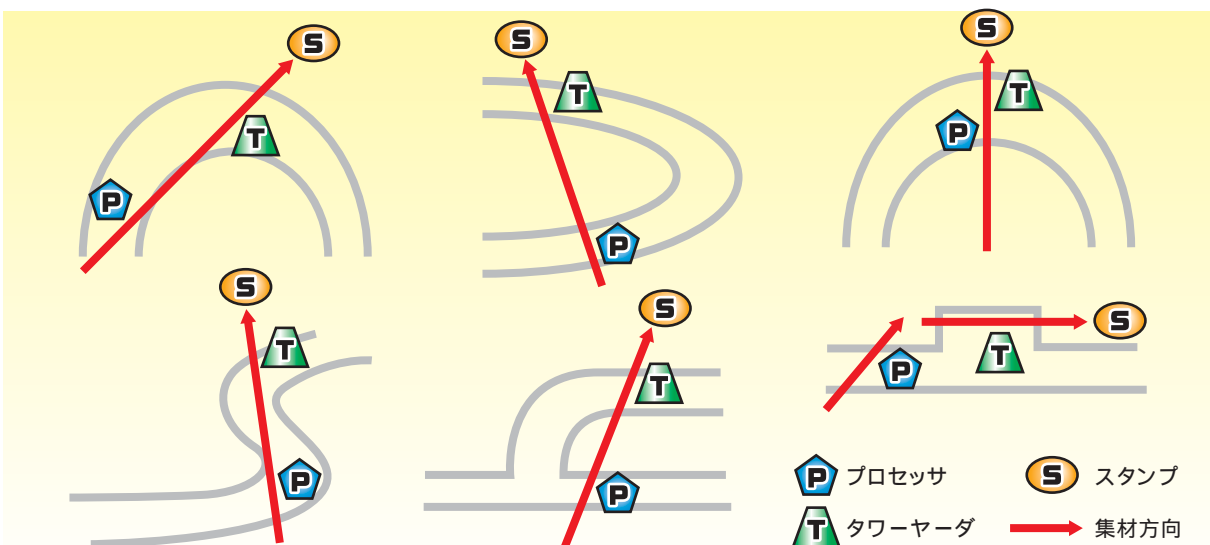
伐採列方向を最大傾斜方向に対し角度を付ける場合、

概ね **60度 - (地山傾斜角)以内** とします。

岩手県林業技術センター
「高性能機械化に適した間伐方法」から
引用掲載させていただきました。



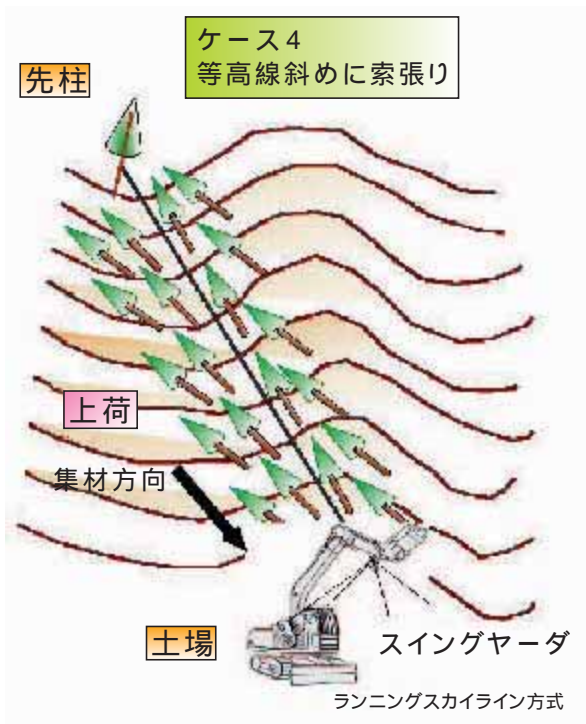
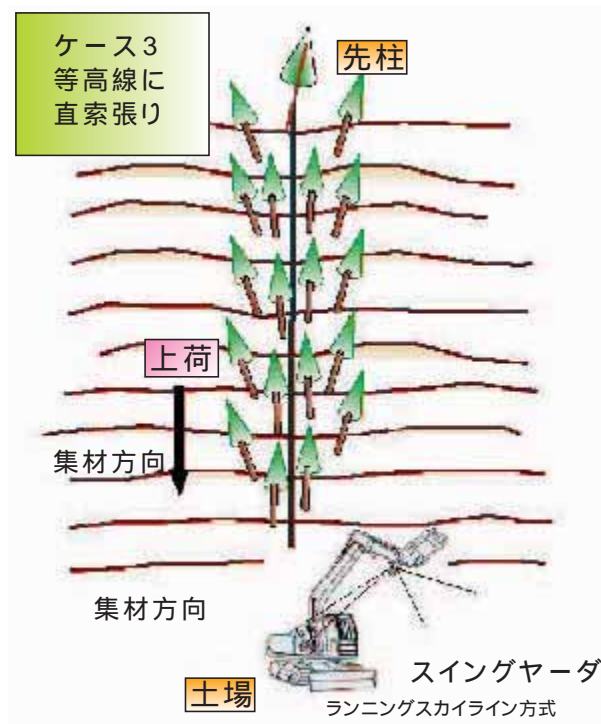
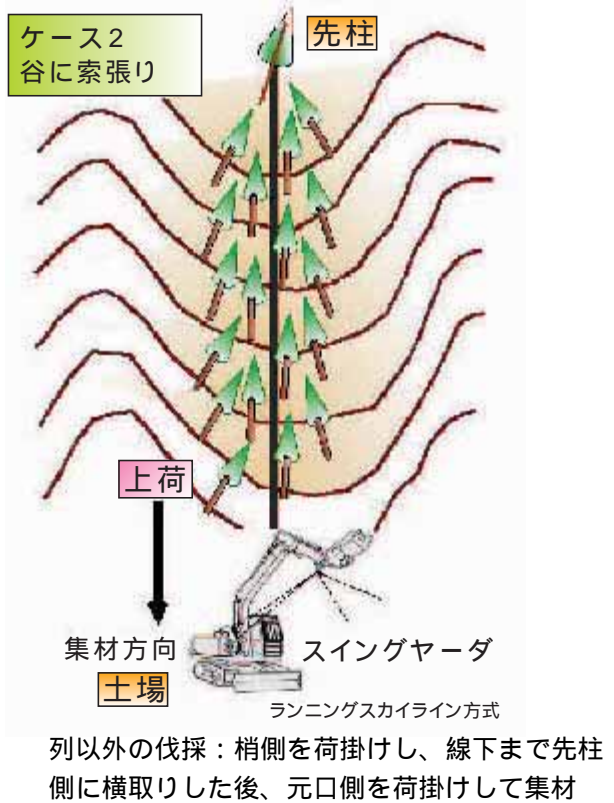
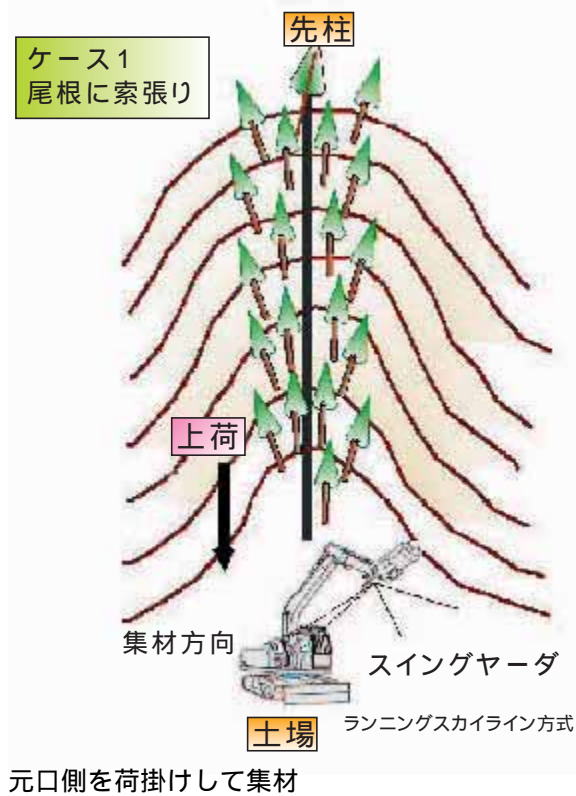
作業スペースのレイアウト例



5. 列状間伐の実際

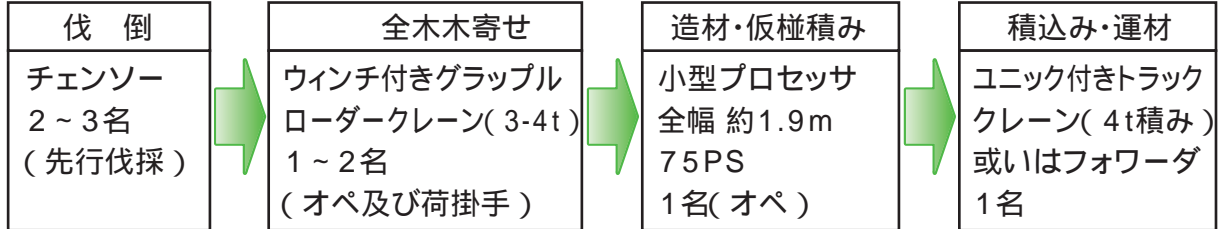
地形に合わせた伐採方法：残存列の伐採方法

架線の高さにもよりますが、残存列の横取り距離は**非主索式で6～8m以内**、**主索式で15～20m以内**に設定し、全木で横取り不可の場合（残存木損傷のおそれがある場合）は、玉切りし単材集材が賢明です。



小型プロセッサ導入による間伐作業

1. 小型プロセッサ作業システム



グラブローダによる木寄せ作業
林内路網密度を高めて木寄せ距離の短縮



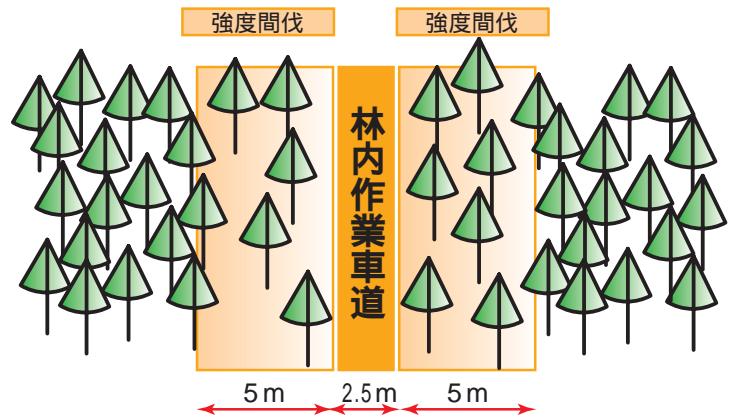
林内作業車道(幅員2～2.5m)にて造材作業
地形急峻な箇所では、山方向(写真)に送材

2. 小型プロセッサ作業に適した間伐方法

右図のように、林内作業車道側(木寄せ側5m)を強度(本数間伐率約50%)に間伐するプロットと通常間伐プロットのプロセッサ造材作業を比較しました。

林内作業車道林縁強度間伐プロットの方が、造材作業で約**1.5倍**生産性が高い結果となりました。

これは、林内作業車道付近にプロセッサの作業スペースが確保され、材のつかみや実旋回、採材、枝条整理等が効率的に行えたことによるものです。



小型プロセッサ造材作業試験結果

間伐方法	面積 (㎡)	間伐前本数 (本/ha)	傾斜 (度)	集材方向	胸高直径 (cm)	出材積 (㎡)	造材生産性 (㎡/hr)
プロット1 通常間伐	406.1	1,872	8	上荷	15.3	1.97	2.70
プロット2 通常間伐	377.4	1,724	28	上荷	15.3	1.54	1.43
プロット3 通常間伐	429.8	1,883	5	下荷	15.1	2.07	2.38
プロット4 通常間伐	454.5	2,048	35	下荷	13.5	2.90	1.92
平均	417.0	1,882	19		14.8	2.12	2.11
プロット5 強度間伐	426.0	1,831	15	上荷	15.3	2.99	3.31
プロット6 強度間伐	383.4	1,906	31	上荷	14.2	1.88	3.33
プロット7 強度間伐	441.3	1,746	11	下荷	15.5	2.47	3.22
プロット8 強度間伐	435.4	2,069	18	下荷	14.8	2.36	2.59
平均	421.5	1,888	19		15.0	2.42	3.11

3 . 小型プロセッサ作業システムの生産性計算例

	生産性(m ³ /時)	作業率(ks)	
チェーンソー	PA 7.5	0.9	独立 (3.0 × 2.5)
グラップルローダ	PB 3.4	0.5	(作業率は、機械の台数や組み合わせ、
プロセッサ	PC 5.5	0.5	作業条件により変化する)

連携作業のシステム生産性 (P[^]) = m · ks · P₀ (m : 工程数 = 3)
 $P_0 = 1 / (1 / 7.5 + 1 / 3.4 + 1 / 5.5) = 1.640$ (m³/時) [直列作業の生産性]
 $ks = (0.9 + 0.5 + 0.5) / 3 = 0.633$
 $P^{\wedge} = 3 \cdot ks \cdot P_0 = 3.11$ (m³/時) [システム全体の生産性]
 1日当たりの生産性 (実働時間 = 6Hとした場合)
 $P = 6 \cdot P^{\wedge} = 18.66$ (m³/日) $P_L = 18.66 / 5 = 3.73$ (m³/人・日)

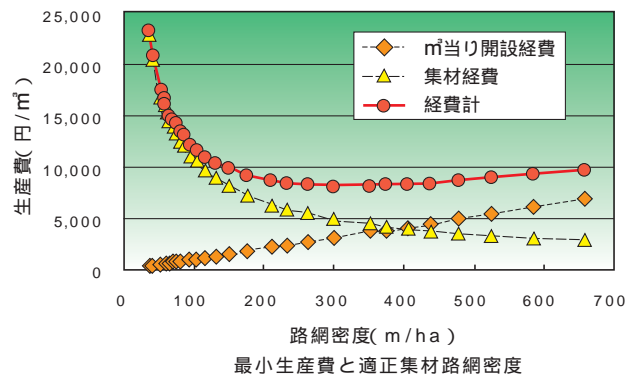
4 . 木寄せ工程から算出した路網密度

(作業条件)

間伐面積5ha、出材積70m³/ha
 林内作業車道
 W=2.5m (736円/m)
 迂回率0.4
 集材経費には、賃金、機械損料、燃料等を含む

(結果)

集材(木寄せ) 経費と開設経費から適正路網密度を算出すると、**300 ~ 350 m/ha**において生産費が少ない結果となりました。



整然と道下に木寄せられた状況
 この後を、小型プロセッサで造材

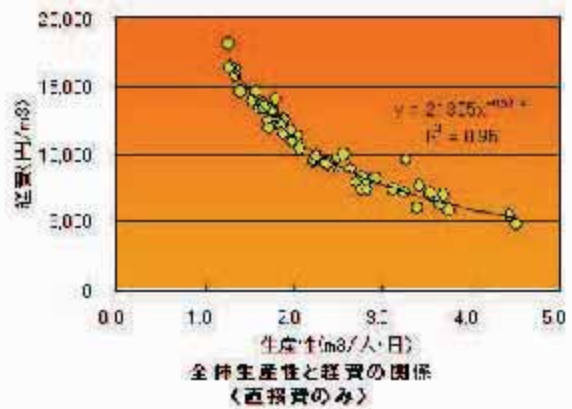


林内作業車道(W=2m)の開設状況
 切取法高を低く開設することが重要

進化する機械化作業システム

3tクラスバックホウをベースとしたグラップルローダクレーン(通称ミニグラップル)と林内作業車(1.3t積み)の作業システムは、県内各地の緩傾斜地の間伐作業に普及定着しました。このシステムの特徴は、高密度林内作業車道(幅員2m)の開設によって木寄せ距離の短縮、労働負荷の軽減、生産性のアップです。右下の図は、先進的に同システムを導入した(株)「いぶき」の間伐の作業日報より抽出したもので、平均の生産性は2.4m³/人・日、平均経費10,560円/m³(山土場までの経費)となっています。

今後、更に地元のニーズに応えつつ、間伐作業のコストダウンに向けた取り組みが期待されます。



資料

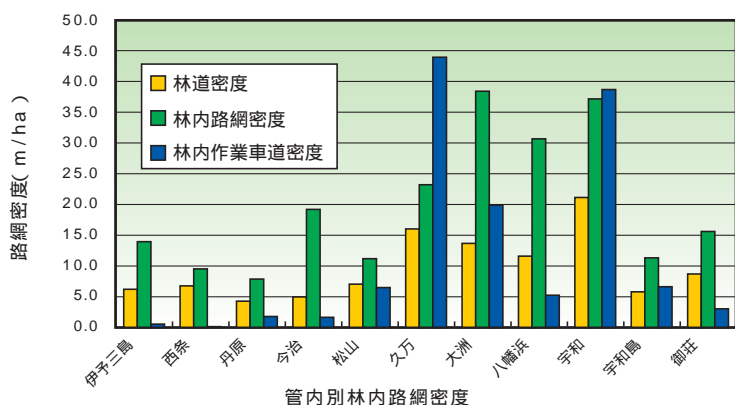
1. 県内の高性能林業機械の導入状況



本県における高性能林業機械は、平成13年度末で60台を数え、このうちプロセッサの導入が40台(約67%)と多く導入されています。最近では、間伐用の小型プロセッサが導入されつつあり、林内作業車道と組み合わせ間伐作業に活用されています。

資料「愛媛の林業」(2002)より

2. 林内路網整備状況



平成13年度末の県内の林道密度(作業林道含む)は9.8m/ha、林内路網密度(公道を含む)20.3m/haで、間伐推進のためにも更に整備が望まれます。林内作業車道(幅員2.0~2.5m)の開設は、久万・南予地方を中心に県下に整備されています。

資料「林業政策課林道整備係」

最後に

今回、ご提案しました間伐方法は、すべての現場条件に適合できるものではないでしょうが、高性能林業機械等を使用し、少しでも安く能率良く、しかも安全に作業できる間伐方法と思われるので、積極的に採用していただき、森林蘇生を図っていくことが重要と考えます。

最後に、調査に当たり、ご協力いただきました各事業者や林業関係者の皆様にお礼申し上げます。

(林業技術センター 林業専門技術員 谷山 徹)

参考文献：

- 愛媛県林業試験場研究報告 1998年
- 高性能機械化に適した間伐方法 岩手県林業技術センター 2001年
- 列状間伐の手引き 岡山県林業試験場 2002年
- 機械化のマネジメント 全国林業改良普及協会 2001年
- 低コスト間伐普及マニュアル 広島県農林水産部 2002年
- 森利学誌「タワーヤダ集材における適正索張り線密度の検討」井上源基 他1998
- 小型林内作業車の実用性に関する調査 林業機械化協会 1992
- 間伐の推進ガイドブック (社)全国林業改良普及協会 2001年
- 高性能林業機械による利用間伐の手引き 島根県林業管理課 1999年

やってみませんか

No.8

平成15年3月発行

愛媛県林業技術センター

〒791-1205 愛媛県上浮穴郡久万町菅生280-38
TEL : 0892-21-2266 FAX : 0892-21-3068
ホームページ <http://www5.ocn.ne.jp/erinshi/>

