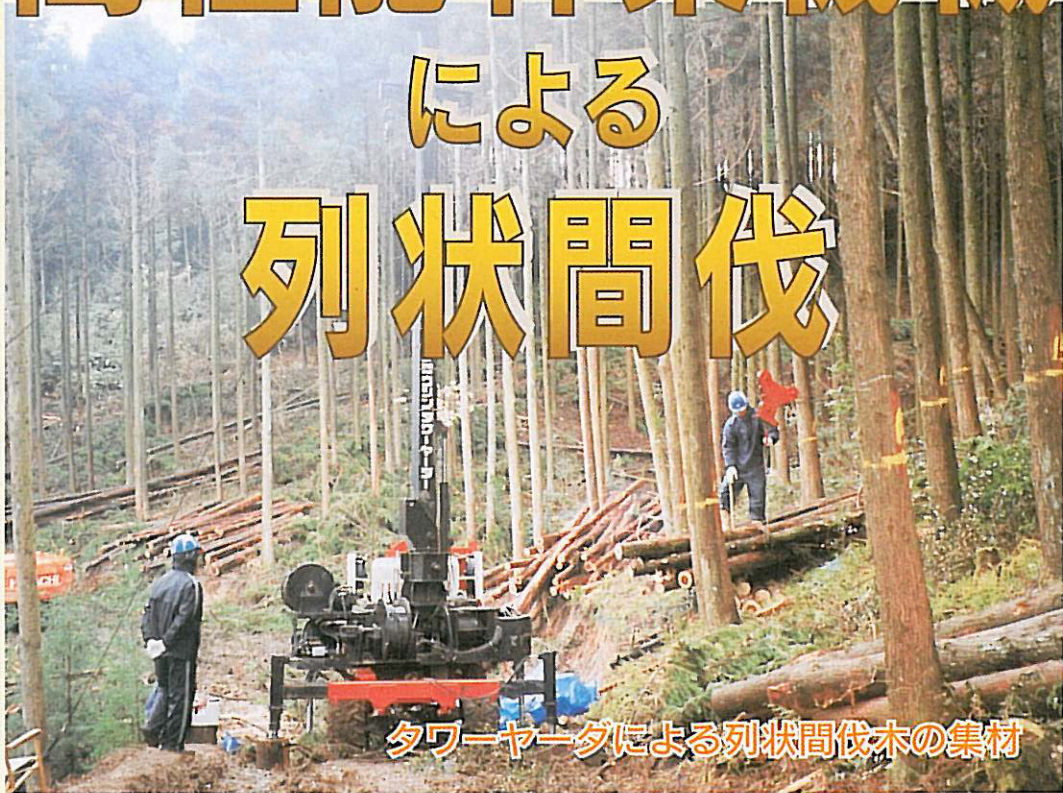


# 高性能林業機械

による

# 列状間伐



タワーヤードによる列状間伐木の集材



列状間伐後1年経過した林分



# 目 次

## I はじめに

## II 高性能林業機械を使った利用間伐の考え方

- 1 これまでの間伐 ..... 1
- 2 これからの間伐 〈効率的な間伐〉 ..... 2
- 3 列状間伐とは ..... 2
- 4 従来の間伐か列状間伐か ..... 3
- 5 列状間伐の長所と短所 ..... 4

## III 高性能林業機械による列状間伐の方法

- 1 使用する機械と作業システム ..... 7
- 2 列状間伐の実施方法 ..... 8

## I はじめに

スギ、ヒノキの人工林は、3,000～3,500本/haの植栽が一般的に行われていますが、これは植栽後の下刈り、除伐、間伐を適切に実行することを前提としたものです。ところが、近年、木材価格の低迷や林業労働力の減少などの理由で間伐を実施しないで放置された林分が増えてきています。間伐を実施しないと、過密によりモヤシ状の木になってしまい、気象災害を受けやすくなります。また、暗い林内では地表がむき出しになり、土が流れ出したり地力が落ちてしまいます。

間伐の推進のため、福岡県では補助制度の拡充などの施策が進められていますが、その活用に加え、近年全国各地で注目され実施されている、生産コストの安い「高性能林業機械による列状間伐」を検討してみたいかがでしょうか。

## II 高性能林業機械を使った利用間伐の考え方

### 1 これまでの間伐

間伐のタイプは、林分内のどのような大きさの個体を中心に間伐するかにより、下層間伐、上層間伐、機械的間伐等に区分されます。

それぞれの特徴は、次の表のとおりです。

タイプ	間伐対象木	残存木の状況	間伐時の収益性	特徴
下層間伐 (普通間伐)	①病木②被圧木 ③曲がり木④あ ばれ木 の順	優勢木を中心に 残る。	×	間伐後の形状比が低 くなり気象害に対す る抵抗力が高くなる。
上層間伐 (なすび伐りなど)	販売に有利な優 勢木を中心に間 伐。	優勢木でない個 体が多く残る。	○	形状比は下層間伐よ り高くなるが、無間 伐より低くなる。
機械的間伐 (列状間伐など)	伐採や搬出に都 合のいい列状な ど。	形質に関わりな く残る。	△	形状比は無間伐林分 に比べ低くなる。

注 ○：優れている △：中間 ×：劣っている

これまで本県で通常行われている間伐は、劣性木を中心に選木し、林分密度管理図等から求めた残存本数になるまで間伐する定量的間伐法です。

間伐のタイプからいえば、上の表の下層間伐に該当します。

## 2 これからの間伐 〈効率的な間伐〉

### (1) 団地化

一定区域の森林所有者が、共同で事業を実施することにより、路網の効率的な整備、機械による作業が実施しやすくなります。

### (2) 高性能林業機械を活用した利用間伐

プロセッサ、タワーヤード、スイングヤード、ハーベスタ、フォワーダといった高性能林業機械を活用した間伐を実施することにより生産性をあげ、安全に作業することができます。

### (3) 間伐方法の工夫

間伐材の生産コストを低減することにより、間伐を収益につなげる工夫をする必要があります。

たとえば、一定間隔で列状に間伐する方法（列状間伐）では、作業の標準化が可能で、機械による低コストの間伐ができます。

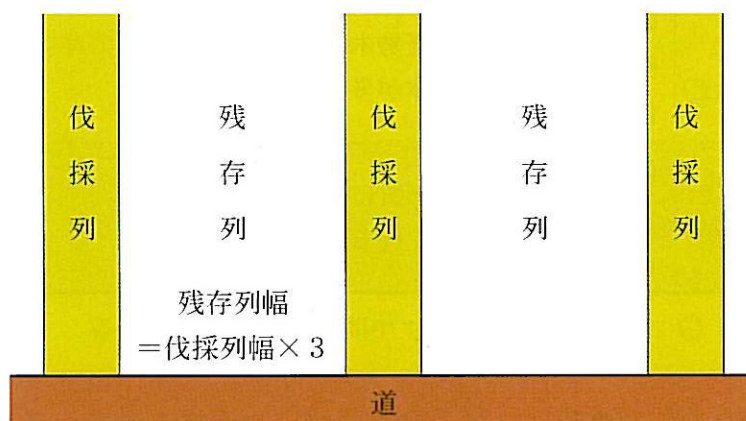
## 3 列状間伐とは

- 一定の間隔で伐採する列を決め、各列内の立木はすべて伐倒します。
- 伐採する間隔は、植栽列または距離ごとに設定します。

### 【伐採列の設定例】

伐採列の幅に対して残存列の幅を決める「残伐法」が一般的です。  
林分条件を考慮して伐採間隔を決定します。

(例) 3残1伐法 〈平行型〉





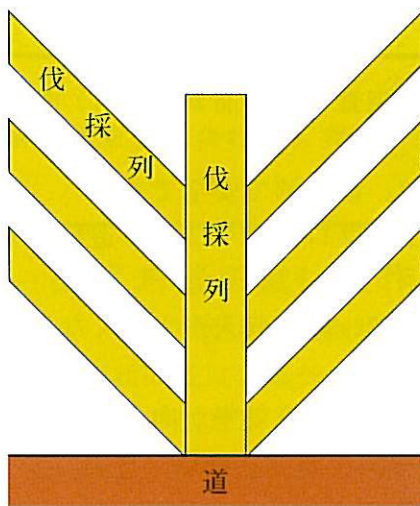
## 列状間伐とは

個々の林木の形質にかかわらず列状に伐採するもので、選木が容易となり、伐採・搬出のしやすさ、低コスト化をねらった間伐方法です。これは、間伐木を搬出する利用間伐に適しています。

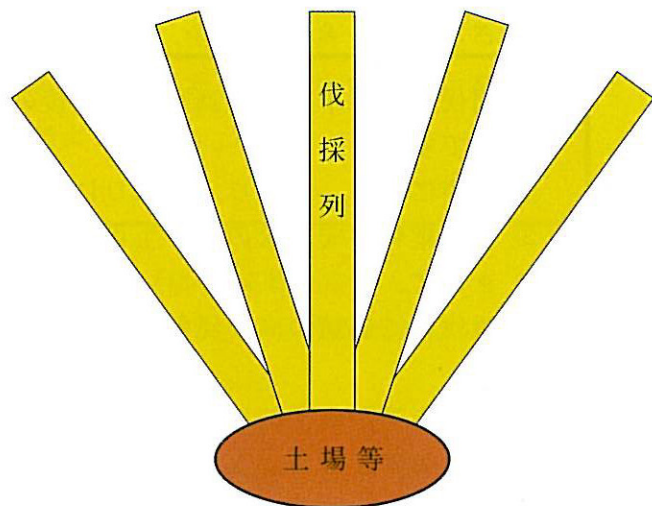
列状間伐を行なうためには、数回下層間伐を実施して、不良木等を除去しておき、形質に差のない林分の状態にしてから行なった方が有利です。

列状間伐には、平行型、魚骨型、放射型があり、地形に応じた型を採用します。

《魚骨型》



《放射型》



## 4 従来の間伐か列状間伐か

きめ細かい保育作業を行って、高品質の優良材生産を目指すには、列状間伐より従来の間伐方法が適しています。しかし、高性能林業機械が活用でき安全作業、高能率、低コストである点は列状間伐が優れています。

列状間伐は、あくまでも長伐期を指向した並材生産を目的とした林分に適用するのがよいでしょう。



具体的に列状間伐を適用するのは、次のような場合が考えられます。

- まとまった間伐対象林分があるが、保育にあまり投資はできないので、間伐収入で作業経費を補いたい。
- 公有林などで財政事情が厳しいが、環境保全のため低コストの間伐を実施したい。
- 作業費の負担があまりなければ間伐を森林組合などに任せてもよい。
- 伐期に達したが、皆伐しても新植、下刈りの人手がないので、本数を思い切って減らし、林床に植生を導入して林地を保全しながら長伐期化を図りたい。
- 林地を裸地化することなく更新する、長期育成循環施業に転換したい。

## 5 列状間伐の長所と短所

### 長 所

- ① 間伐木の選木、材積調査、間伐後の跡地調査などが簡素化され、能率的です。
- ② 伐倒に際し、かかり木になりにくいので、能率的で安全です。
- ③ 全木集材が安易なので、土場や作業道上でプロセッサによる造材ができます。
- ④ 間伐木に価値の高い優勢木も含まれるので、間伐収入が大きくなります。
- ⑤ 間伐作業が画一的になり、作業が標準化され作業効率が向上します。
- ⑥ 林地への影響を少なくできます。

### 短 所

- ① 間伐後、残存木に不良木が残りやすくなります。
- ② 伐採列に面した残存木は、樹冠の偏り成長があり、雪害等を受けるおそれがあるといわれています。



## 短所を補う方策

- ① 残存列においても不良木を選木、伐倒して林分の健全性を高めます。
- ② 土壌条件の悪い（地位が低い）ところ、積雪の多いところ、強風の当たるところなどでは、弱度の間伐にとどめる（列幅を明けすぎない）べきです。

列状間伐の最大のメリットは、プロセッサ、タワーヤーダやスイングヤーダなどの高性能林業が活用でき、能率の大幅な向上とコストダウンが図られ、作業経費を間伐材の販売で補ったり、収入を得ることもできることです。

ただし、小型機械を使用したり、間伐率が低い場合はあまりコストダウンは期待できません。

一方、列状間伐の最大のデメリットは、劣性木から優勢木まで同じような割合で残存木として残るため、優勢木の残存割合が少なくなり、優良材生産を考えた場合は不利になることです。このため、劣性木が多く残存する林分では、数回下層間伐を実施して、劣性木を取り除いた後に実施するか、列状間伐と下層間伐を組み合わせる実施するのがよいでしょう。

### 間伐方法の違いと作業の能率（研究成果から）

1本当たりの伐倒時間は、列状間伐が25秒、定性間伐では40秒でした。

列状間伐は、機械的に列方向に倒せばいいのに対し、定性間伐は掛かり木に注意しながら伐倒方向を慎重に決めなければならないためと考えられます。

主索式のタワーヤーダで集材する場合の作業効率、下表のとおりで、列状間伐が定性間伐に勝っており、搬出コスト低減に有効な間伐方法と考えられます。

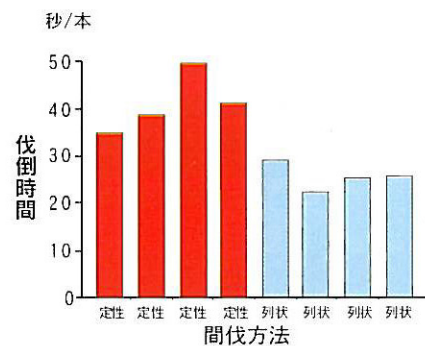


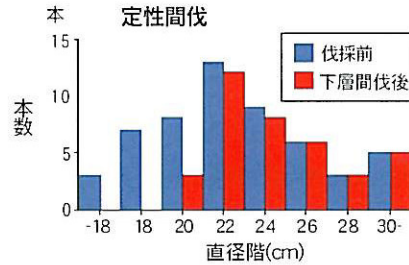
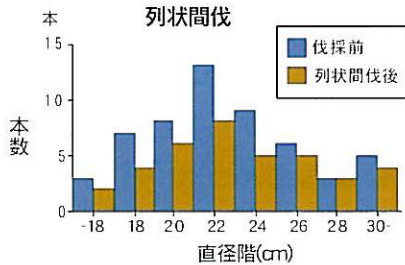
表 作業効率

	横移動 秒	荷掛け 秒	横取 秒	合計 秒	本数 本	材積 m <sup>3</sup>	効率 本/時間	効率 m <sup>3</sup> /時間
定性1	449	142	818	1409	17	4.087	43.4	10.4
定性2	276	294	580	1150	15	4.273	47.0	13.4
列状1	507	59	61	627	17	6.635	97.6	38.1
列状2	326	322	368	1016	18	4.087	63.8	14.5



## 間伐方法の違いと残存木の胸高直径階 (研究成果から)

定性間伐では直径の小さい方の本数が減っているのに対し、列状間伐はいずれの直径階もほぼ均等に減少しています。優良材生産を目指す場合は、数回の下層間伐実施後か、残存列の劣性木も併せて伐採するのがよいと考えられます。



## 気象害等について (研究成果から)

列状間伐は、風雪害を受けやすいのではないかと、また、伐採列に接する木は偏奇成長をするのではないかと危惧されています。

しかし、今までの実行事例によると、風雪害において特に顕著な被害の報告はありません。また、列状間伐を行なった場合、残存木の伐採列側の枝は、光環境が改善されたため伸長率が高くなり大きく成長しますが、樹幹(材)の偏奇成長は認められませんでした。

列状間伐は残存木の保育を考えた場合、成長に対する間伐の効果は定性間伐と同じであり、材の偏奇成長もみられないことから、有効な間伐方法と考えられます。

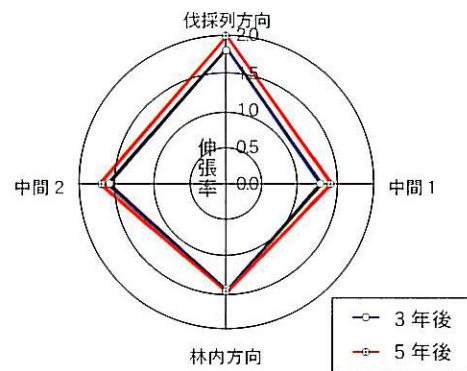
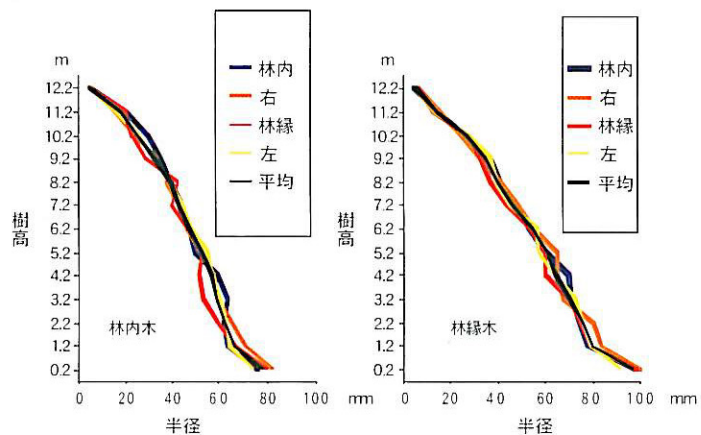


図 枝の伸長率



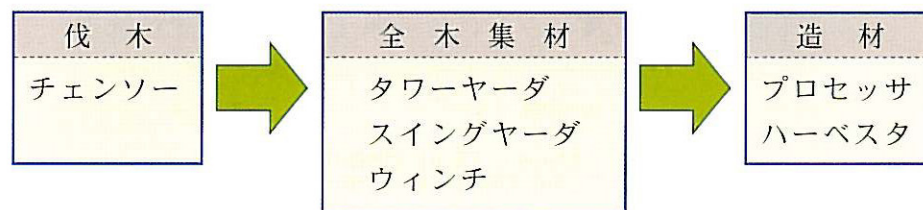
林縁木と林内木の4方向の半径

### Ⅲ 高性能林業機械による列状間伐の方法

#### 1 使用する機械と作業システム

地形や路網の状況や作業の規模などに応じて、最適の作業システム（機械の組合せや作業の方法）を選択することは、生産性の向上やコストの低減のために重要です。

高性能林業機械作業システムには、架線系機械システムと車両系機械システムとがありますが、急傾斜地の多い本県では車両系機械システムは困難であり、下図のような架線系の作業システムが適しています。



また、架線系機械システムでは、下層間伐に比べて列状間伐の方が、かかり木になりにくく、集材効率も高く、残存木の損傷も少ないことから有利です。

集材用機械は、タワーヤードより、控え索が不要で集材木の整理ができるスイングヤードの方が適しています。

集材距離が短いときは、集材用機械を使用せずにプロセッサやハーベスタに装着したトーイングウィンチで木寄せすると、更に作業効率が上がります。



スイングヤード

	有利な集材距離	有利な集材量
ウィンチ	短距離	少
スイングヤード	中・短距離	少・中
タワーヤード	中・短距離	少・中
集材機	長距離	多

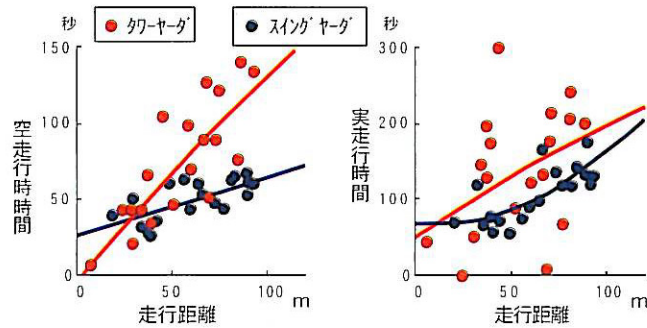


プロセッサに装着したウィンチ



## 機種による作業効率（研究成果から）

タワーヤーダとスイングヤーダの列状間伐における集材距離と集材時間の関係は、下図のとおりで、空走行、実走行ともスイングヤーダの方が短い結果となりました。タワーヤーダの架設撤去時間が40～60分、スイングヤーダの設置時間が30分程度であることと併せると、スイングヤーダの方が効率がよいと考えられます。



タワーヤーダ（及川自動車RMT-200）とスイングヤーダ（HC-30）の空距離と空走行・実走行の関係

## 2 列状間伐の実施方法

### ① 事前調査

#### ア、現況調査

成立本数、平均胸高直径、樹高等により形状比、材積等を把握します。

#### イ、間伐率の決定

間伐指針を標準に、施業の方針を考慮して決定します。

#### ウ、間伐方法の決定

- ・ 列状間伐のみで対応する場合

林齢が比較的高く、立木密度もそれほど過密でない場合は列状間伐のみでも対応可能です。

- ・ 従来の間伐も組み合わせて行う場合

若い林分か、林齢は高くても立木密度が高い場合は、列状間伐のみで対応するのは無理があります。残存列内も不良木、過密な部分を中心に間伐を行います。

## エ、伐採幅、残存幅の決定

伐採幅は、2.5m幅があれば掛かり木もほとんどない作業が行えます。  
林齢が高くなって木が大きくなるほど伐採幅は広くとることができます。  
伐採幅と残存幅の比率（伐採間隔）と間伐率の関係は下表のとおりです。

伐採間隔	間伐率	地位
6残1伐	14%	下 ↑ ↓ 上
5残1伐	17%	
4残1伐	20%	
3残1伐	25%	
2残1伐	33%	

※地位とは、その土地がどれくらいの木材を生産する  
能力があるかを示す指標です。

## ② 選木

### ア、列方向の設定

伐採列の方向は、集材時に残存木の損傷を少なくするためにできるだけ  
最大傾斜方向にとります。

方向は、できればコンパスで決めてください。

### イ、選木

伐採列の中心線を見とおし、中心線から一定距離内の立木を選木してい  
きます。

慣れないうちは、中心線にテープ等を引くといいでしょう。

### ウ、伐採列の形状

伐採列は直線に設定します。曲がっていると、集材時に残存木が損傷し  
やすくなります。

## ③ 伐倒

### ア、伐倒方向

伐倒方向は、集材しやすいように原則として、上げ荷なら下へ、下げ荷  
なら上としてください。



## イ、伐倒順序

元柱側から元柱側に向かって順次伐倒することにより、かかり木の発生を少なくするとともに、伐倒木の一番上の木から集材することができます。

## ④ 集材

### ① トーイングウィンチによる集材作業

#### ア、特徴

プロセッサやハーベスタに装備した木寄せウィンチで集材する方法で、投入する機械台数が少なく済み、少人数での作業が可能です。機械の待ち時間による無駄が最も少なく、効率的です。単胴なので、荷掛け手の負担が大きいますが、短距離集材なら速いことがわかっています。

### ② スイングヤードによる集材作業

#### ア、特徴

スイングヤードは、エクスカベータ（グラブやバックホー）を台車として、作業中に旋回可能なブームを持つ集材機械です。そのブームまたはアームをタワーとして使用し、通常自重で安定するため控え索をとる必要がなく、その分タワーヤードより架設・撤去が容易です。

#### イ 索張り方式

非主索式が用いられます。短距離の場合は、単胴で土引き集材した方が速いといえます。

### ③ タワーヤードによる集材作業

#### ア、特徴

タワーヤードは、元柱になるタワーをトラックや林内作業車に搭載した、移動式の集材機で、架設・撤去が容易です。

インターロッキング機構（2つのドラムの索の巻き取り量と送り出し量を同調させる機能）を有しているので操作が簡単です。

#### イ、集材方向

作業の効率や安全の面から、下げ荷集材より上げ荷集材の方が有利です。このため、路網を計画する場合は、上げ荷集材になるよう尾根部や斜面上部に開設するのが望ましいといえます。

#### ウ、索張り方式

長距離集材で横取りを行う場合は、主索を架設するのがよいが、間伐の場合は、通常架設・撤去がより簡単な非主索式がとられ、機動性を高めています。

※非主索式…簡易索張り方式ともいう。ランニングスカイライン式やハイリード式など、主索を用いず、作業索で搬器荷重を支える方式。半土引き集材となります。



タワーヤードによる集材作業

## ⑤ 造材

### ア、プロセッサによる造材

プロセッサは、枝払い、測尺、玉切り作業を連続して行う多工程処理機械で、危険で重労働の造材作業を安全で快適に行うことができます。

ハーベスタは、プロセッサの機能に伐倒の機能を付加したものですが、本県ではプロセッサと同様の使われ方をする場合が多いようです。

### イ、スイングヤード等とプロセッサの連携

スイングヤードやタワーヤードとプロセッサを組み合わせると列状間伐作業を行う場合は、プロセッサの方が生産性が高いので、集材距離にもよりますがプロセッサに待ち時間が生じることがあります。また、作業道や林道上で作業を行うときは、作業スペースの関係で同時作業が困難な場合がでてきます。

このような場合は、集材作業を先行させたり、作業ポイントを増設したりしてボトルネックをなくすことがコスト低減につながります。

※ボトルネック…ビンの首のように作業能率が悪く、生産性向上・コスト低減を阻害している部分。



本冊子は、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」（平成9年～平成13年）の成果に基づき、普及用として作成したものです。

【参考資料】 「列状間伐マニュアル」

山口県林業指導センター	2002年3月
「高性能林業機械による列状間伐の手引き」	
岡山県林業試験場	2002年3月
「機械化のマネジメント」	
全国林業改良普及協会	2001年3月

## 高性能林業機械による列状間伐

(研究成果普及資料)

平成15年3月発行

発行：福岡県森林技術センター  
(企画管理部企画普及課)

〒839-0827 福岡県久留米市山本町豊田1438-2  
TEL.0942-45-7870 FAX.0942-45-7901

印刷：信光社印刷有限公司

〒838-0065 福岡県甘木市大字一木32-1  
TEL.0946-22-2831 FAX.0946-26-1186

列状間伐の5年後の状況



地上部

樹冠部



福岡県行政資料	
分類番号 P F	所属コード 0803201
登録年度 14	登録番号 0006