

列状間伐のマニュアル



財団法人東京都農林水産振興財団

東京都農林総合研究センター 緑化森林科

目 次

I	はじめに	1
II	間伐	1
	1. 間伐の目的	
	2. 間伐の必要な森林	
	3. 間伐の効果	
	4. 間伐の種類	
	5. 間伐の方法	
	6. 間伐木選定の判断	
	7. 間伐の開始時期	
	8. 間伐の作業季節	
III	列状間伐	3
	1. 列状間伐の方法	
	2. 伐採作業	
IV	列状間伐と高性能林業機械による集材作業調査結果	7
	1. 調査方法	
	2. 調査結果	
	3. 列状間伐の長所と短所	
	4. 短所の留意点	

I はじめに

森林は年々熟成し、間伐材を利用する時代を迎えている。近年、効率的な間伐材の搬出方法として高性能林業機械と列状間伐を組み合わせた作業が実施されるようになった。このマニュアルは、急峻な多摩地域で列状間伐を実施し、その調査結果に基づいて作成したが、列状間伐というまだ実行例の少ない作業法のため、他県の事例に基づく記述もあることをご了承願います。

II 間伐

1. 間伐の目的

間伐の目的は、大きくは二つに分けられる。

- (1) 一つは、込みすぎた林を適度な密度にして各個体が適度な成長を行えるようにするとともに、森林の健全性を維持すること。
- (2) 二つは、木材の生産において、徐々に収穫をあげていくことにある。
若い段階では、前者の要素が強いが、林齢が増すに従って後者の要素が強くなる。

2. 間伐の必要な森林

- (1) 森林が混みすぎると各個体の樹冠と根系の発達が悪くなり、成長速度は低下する。
- (2) 樹冠の発達が悪いと幹は細長く(形状比が高い)、風害や冠雪害を受けやすくなる。
- (3) 森林が混みすぎていると、病害虫が発生しやすい。
- (4) 林内が暗くなると下層植生が減少し、肥沃な表層土壌が流出する。



図1 無間伐で下層植生がなく、表層土壌が流出している状況

形状比 = 樹高(H) / 胸高直径(D) (単位:m)

- 70 が標準 (7.0m / 0.1m)
- 90 以上がもやし木



図2 間伐展示林

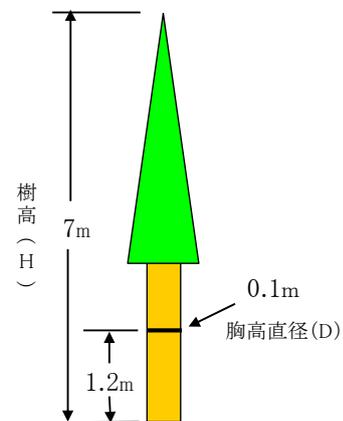


図3 形状比

3. 間伐の効果

間伐を実施することで、健全な森林に導くことができる。

- (1) 形質や形状の悪い木等を除き、良質な木材が生産できる。
- (2) 病虫害、風雪害等に対して抵抗力の高い森林になる。
- (3) 下層植生を回復させ、土壌の流出を防ぎ豊かな土壌が形成される。
- (4) 水源涵養機能を向上させ、良質な水を生み出す。
- (5) 豊富な下層植生のもとで生息する動物の多様性が図れる。

4. 間伐の種類

間伐には**保育間伐**と**収穫間伐**がある。

- **保育間伐**— 保育のみを目的とする間伐で、**切り捨て間伐**ともいう
- **収穫間伐**— 収穫を主眼とする間伐

5. 間伐の方法

選木の仕方を中心にして、**下層間伐**、**上層間伐**、**機械的間伐(列状間伐)**などに分けられる。また、選木を重視するものを**定性間伐**といい伐採量を決めて行うものを**定量間伐**という。

- (1) **定性間伐** : 木々の形質に重点を置いてあらかじめ伐る木を決めて行う間伐である。基本的には、不良木から順に伐り、優良木を残す。選定の基準として、寺崎式樹型級区分(表1)が利用された。
- (2) **定量間伐** : 立木の密度を重点に置いて、残す量をあらかじめ決めて行う方法である。普通は定性間伐のように選木基準を定め、不良木から伐採する。

6. 間伐木選定の判断

個体の成長の良否と幹曲がりや傷、樹冠の均整などの優劣を考慮した間伐木選定の基準として、寺崎式樹形級区分が利用された(表1)。

表1 寺崎式樹型級区分

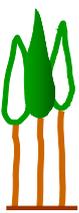
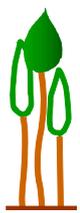
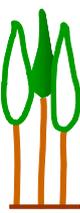
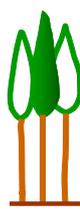
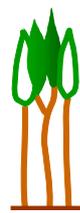
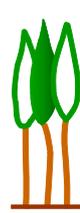
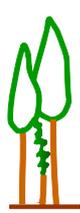
樹型級	林冠	優勢木(上層林冠)					劣勢木(下層林冠)			
	区分	1級	2級					3級	4級	5級
	図例		a 	b 	c 	d 	e 			
摘要		欠点のない木	あばれ木	い木 枝葉が貧弱で細長	偏奇木	二又、曲がり木	被害木	立ち後れ木	被圧木	瀕死枯損木

表2 間伐方法ごとの特徴

方法	間伐対象	間伐後の林分状況	雪害等の耐性	収益性	特徴
下層間伐 (普通間伐)	被圧木 形質・形状の悪い木	優勢木が残る 均等な配置	○	×	形状比が低くなる
上層間伐 (なすび伐り)	優勢木 あばれ木	残存木は不均一	×	○	優良木から間伐
機械的間伐	列状間伐	直線的に伐倒 残存木は不均一	△	△	不良木が残る

備考 ○:優れている ×:劣っている △:中間

7. 間伐の開始時期

- (1) 除伐後に樹冠が混み合ってきて、植栽木間の競争が激しく相互の成長に有害となったとき、あるいは樹冠の閉鎖で林床の雑草木が少なくなったときが開始時期となる。
- (2) 間伐開始林齢は、植栽密度、生産目標、樹種の特性、成長の良否などで異なる。
- (3) 主要樹種の経験的な間伐開始林齢を表3に示す。

表3 間伐開始林齢

樹種	植栽密度	間伐開始林齢
スギ	3,500 (本/ha)	15～20年
ヒノキ	4,000	20～25
広葉樹林	—	30～40

8. 間伐の作業季節

- (1) 残存木の成長促進のためには、間伐直後に成長する晩冬から初春が適期である。
- (2) 秋伐りは、剥皮が容易で、カビの発生が少なく、比較的色つやが良い。
- (3) 葉枯らしを行う場合、林内で梅雨を越すと穿孔性害虫によって材質が低下する。

III 列状間伐

列状間伐は、列状に伐採することで、選木、伐採、搬出が容易になり、低コスト化の可能性が高い施業方法である。

1. 列状間伐の方法

- (1) 列状間伐の適地
 - ① 道に接しており、旋回等が容易な場所がある。
 - ② 1～2 回程度定性間伐を実施し、既に均一な林分になっている。

- ③ 胸高直径18cm以上が多い(通直なら3m×12cm角が1本とれる)。
- ④ 団地化されている(3ha以上)。

(2) 伐採列の間隔

列状間伐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採する。伐採する間隔は、距離ごとあるいは植栽列ごとに設定する。

一定距離ごとに伐採する「一定間隔法」と一定の植栽列を残す「残列法」とがある。

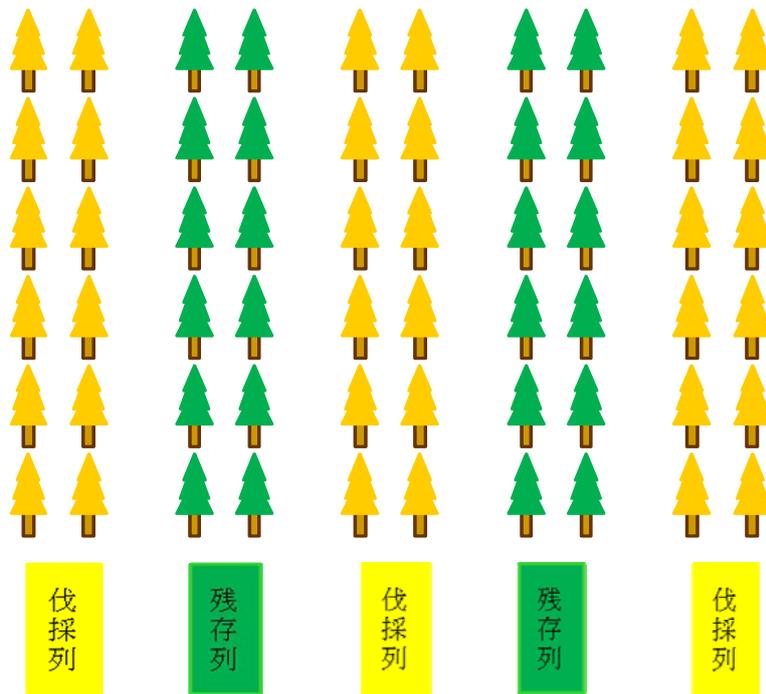


図4 残存列法

林分の環境条件によって変わる残存伐の割合の名称と距離関係等の目安は下表の通りである。

表4 残存列数による伐採列の間隔

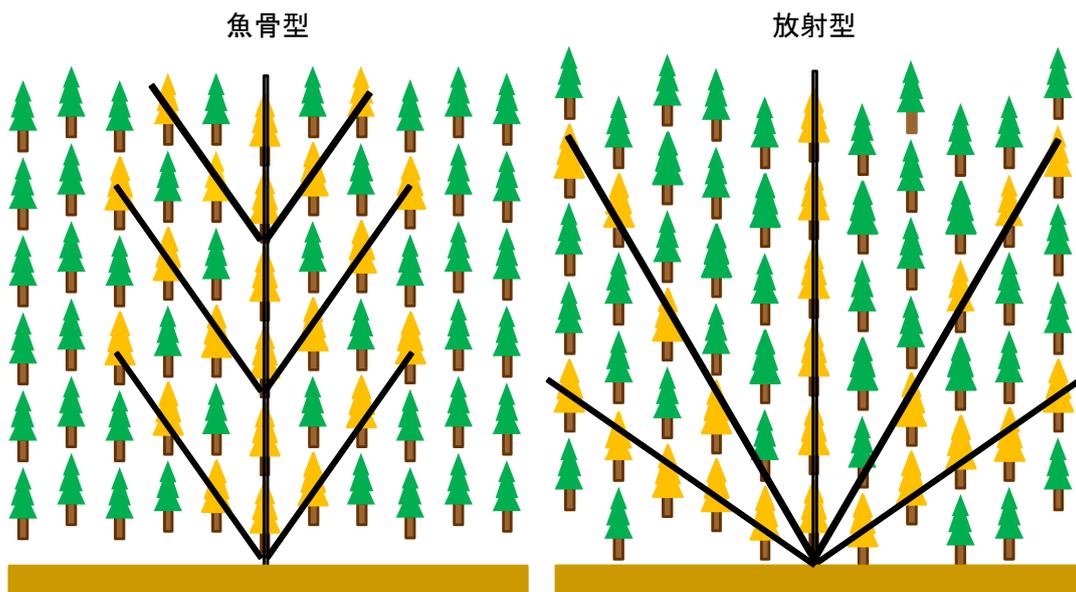
伐採間隔	間伐率	列間の距離	地位
1伐6残	14.3%	12.6m間隔	下
1伐5残	16.7%	10.8m間隔	
1伐4残	20.0%	9.0m間隔	
1伐3残	25.0%	7.2m間隔	
1伐2残	33.3%	5.4m間隔	
1伐1残			

- ① 間伐率が高ければ間伐が効率的で収益が上がるが、風害等の気象災害の懸念がある。
- ② 4残や5残の場合、間伐後の残存木に形質不良木が残るため、残存列内も間伐する必要がある。
- ③ 効率性から考えると2伐が1伐より優れているが、1伐の方が2伐よりも残存木が均一に配置される。

(3) 伐採列の形状

伐採列は可能な限り直線に設定する。曲がっていると集材時にワイヤロープや集材木の支障となる。

列状間伐には、平行型(図4)、魚骨型・放射型(図5)があり、平行型を基本として道路の線形や現地の地形に応じて型を組み合わせる。



魚骨型列状間伐の実例



放射型列状間伐の実例

図5 平行型以外の伐採列

2. 伐採作業

(1) 伐採方法

- ① 受口の下切りの深さは、伐根直径の1/4以上とする。ただし、大径の木では、伐根の直径の1/3以上とする。受口の下切りは、水平に切り込む。受口の斜め切りは、下切りに対し30～45°の角度にする。
- ② 追口は、受口の高さの下から2/3程度の位置を水平に切り込む。追い切りの深さは、一般的には、つるの幅が伐根直径の1/10程度を目安とし、切り込みすぎないようにする。

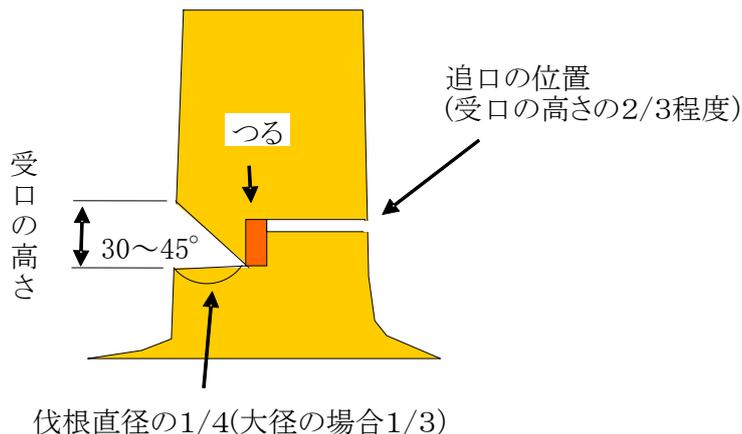


図6 伐採方法

(2) 伐倒方向

スイングヤードで集材する場合は、元口がスイングヤードに向かうように伐倒するのが原則である。しかし、上げ荷集材か下げ荷集材かによって伐採作業の難易度は大きく異なる。

- ① 上げ荷集材：斜面下方の重心方向に伐倒するので容易である。しかし、伐倒木の着床時の加速度が大きいいため樹幹上部の損傷が多くあるので、幾分つるを多めに残して伐倒速度を弱めてやる必要がある。
- ② 下げ荷集材：重心方向と逆の斜面上方へ伐倒するので、けん引器具などが必要となる。急傾斜地では、伐採木が滑落する危険性もある。

表5 伐倒方向と集材方向の特徴

伐倒・集材の組み合わせ	伐倒	全木集材	プロセッサ造材	総合評価
<p>上げ荷集材 道路 下方伐倒</p>	容易 ○	容易 ○	容易 ○	○
<p>上方伐倒 下げ荷集材 道路</p>	やや困難 ▲	やや容易 △	容易 ○	△



図7 下方伐倒



図8 上方伐倒(チルホールで上方に引く)

(3) 伐倒順序

先柱から元柱へ向かって、順次伐倒する。このことにより懸かり木の発生が少なくなり、スイングヤードに近い伐倒木の一番上にあるものから集材できる。

IV 列状間伐と高性能林業機械による集材作業調査結果

1. 調査方法

この調査は、3ヵ年(平成17～19年度)かけて実施し、調査箇所及び列状間伐の概要は表6のとおりである。対象区として列状間伐区の横に定性間伐区を設定した。作業工程は図9のとおりである。

列状間伐は、チェーンソーで伐採し、スイングヤードで全木集材を行い、その後プロセッサで枝払い・玉切を行い運材した。定性間伐は、チェーンソーで伐採・枝払い・玉切り後にスイングヤード(檜原村では簡易タワーヤード)により間伐材を搬出し、グラップルでトラックに積み運材した。

間伐材の搬出はそれぞれ4人の作業員で実施し、スイングヤードの荷かけ・実搬器走行・荷はずし・空搬器走行等の所要時間及びプロセッサの作業時間を測定した。

表6 列状間伐調査地

年度	市町村 樹種・林齢	No.	間伐列数	伐採幅(m)	長さ(m)	傾斜(度)	本数(本)	平均		材積(m ³)
								樹高(m)	胸高直径(cm)	
17	檜原村	1	2	5~5.4	117	35	42	18.7	22.9	17.75
		2	2	5~5.4	195	35	53	19.3	24.0	24.53
	スギ・ヒノキ 50年生	3	2	5~5.4	149	35	72	18.6	22.6	28.58
		4	2	5~5.4	125	35	64	19.0	23.6	29.46
	計						231			100.32
18	奥多摩町	1	2	5	63	25~34	52	22.8	19.2	22.4
		2	1	3	120	33~38	66	20.2	17.8	20.8
	スギ・ヒノキ 50年生	3	2	5	120	33~38	106	19.7	17.9	32.2
		4	1	3	120	34~44	67	18.2	17.4	16.6
	計						291			92.0
19	あきる野市	1	1	3	65	25	17	14.8	17.2	3.6
		2	1	3	60	27	18	14.9	18.9	4.5
		3	1	3	48	27	10	16.3	20.2	3.1
		4	1	3	40	25	9	13.3	14.8	1.3
	スギ・ヒノキ 35年生	5	1	3	40	28	11	14.4	18.7	2.5
		6	1	3	40	29	8	16.3	20.3	2.4
		7	1	3	40	27	13	15.5	19.5	3.7
計						86			21.1	

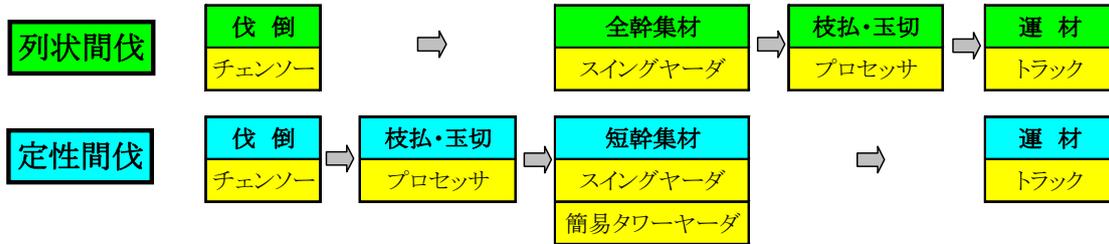


図9 間伐・搬出の作業工程

2. 調査結果

(1) 1 サイクルの時間と搬出距離の関係

列状間伐は、走行距離と1サイクル(空搬器走行→荷かけ→実搬器走行→荷はずし)の時間に相関があり、集材距離が長いほど1サイクルの時間がかかった。しかし、定性間伐では集材距離と作業時間の間にほとんど関係がなく、集材距離より残存木の損傷回避作業に時間が費やされていた(図10)。

集材距離は、列状間伐ではスイングヤーダのドラムにワイヤロープが捲ける150mまで可能であるが、定性間伐では架線が長いと残存木が障害となるため、作業現場では間伐率が50%の場合でも60m以内で集材していた。

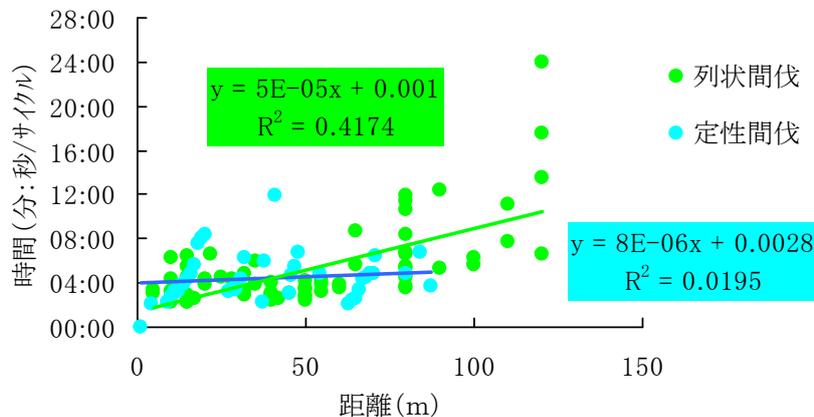


図10 集材距離と作業時間の関係(奥多摩)

(2) 単位サイクル(往復)の搬出材積

1回あたりの搬出材積は、檜原村とあきる野市が定性間伐に比べ列状間伐が約2倍多く搬出していた。列状間伐は伐採幅があるので残存木を傷つけずに全木集材ができるが、定性間伐では残存木を傷つけないように3~4mに玉切っているため、運材量に限度があった。

奥多摩町では、定性間伐が5割伐採で全幹(枝払い材)集材が可能であったため、列状間伐は定性間伐の約1.4倍の搬出にとどまった(図11)。

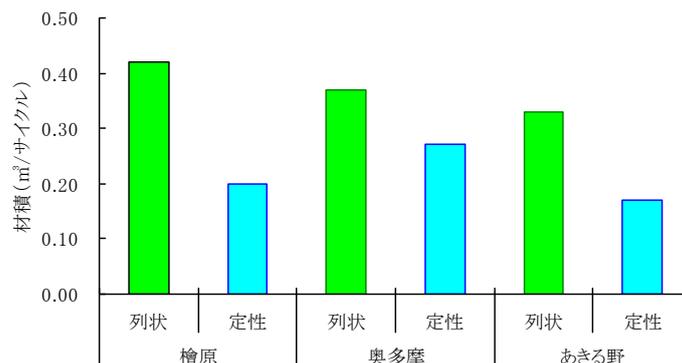


図11 1サイクル当たりの搬出材積

(3) 間伐材搬出の作業工程

作業工程は、それぞれの場所で集材距離・傾斜や機種が違うので、市町村ごとの比較をした。

檜原村では、定性間伐が簡易のタワーヤード、列状間伐がスイングヤードと機種が違ったため、定性間伐と比べ列状間伐の方が30%の時間短縮ができた。奥多摩町・あきる野市では、列状間伐及び定性間伐ともスイングヤードでやり、列状間伐が25%の時間短縮ができた。これは、定性間伐の搬出は架線の下に間伐材が少なく、荷かけ(横取りを含む)作業に列状間伐の1.5倍の時間を要したことが大きく影響していた(図12)。

また、列状間伐は1サイクルの間にプロセッサで玉切・積込作業も同時にすることができ、間伐材を搬出する前にチェーンソーで玉切りする定性間伐比べて、時間の短縮化を図ることができた(図9)。

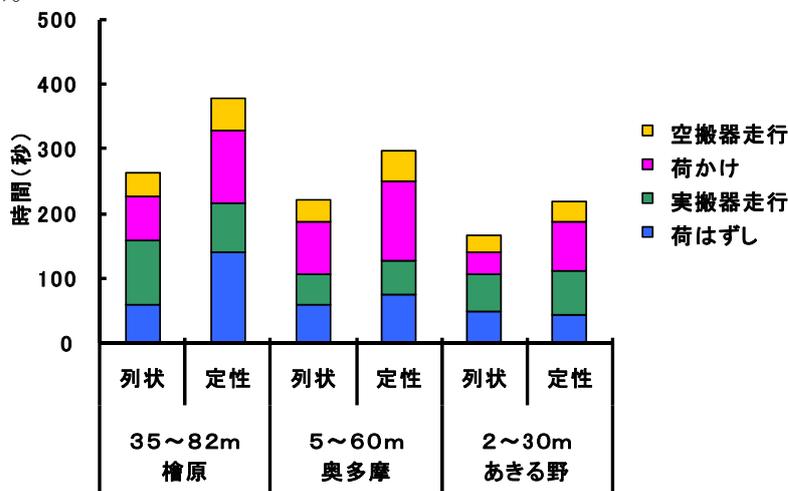


図12 1サイクル当たりの作業工程

(4) 張り替え時間

図13、表7はあきる野市の事例である。スイングヤーダの張り替え時間は、作業索のスパン長と相関があり、平均スパン長 48mでは 31 分 50 秒を要した。特に、上方向の作業索引回し作業は、張り替え時間に占める割合が最も多くなった。これは、距離に比例して作業索が重くなり、距離が長くなるにつれて多くの時間を要したためであった。

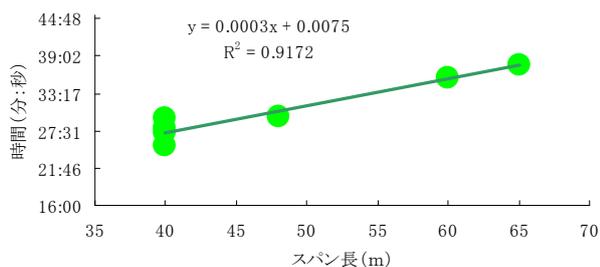


図13 スイングヤーダの張り替え時間

表7 スイングヤーダの張り替え時間

スパン長48m(平均)		
要素作業	秒	割合(%)
作業索巻き取り	347	18
スイングヤーダ移動	248	13
作業索引回し(上方向)	374	20
ガイド取付	235	12
作業索引回し(下方向)	205	11
搬器索取り付け	172	9
スイングヤーダ位置調整	329	17
計	1,910	100

(5) 間伐材搬出の生産性

間伐材搬出の生産性は、列状間伐が定性間伐と比較して、檜原村では3倍、奥多摩町が 2.4 倍、あきる野市が 2.5 倍と効率的であった(図14)。列状間伐は、1 サイクル当たりの時間が短く、搬出材積も多いことが要因であった。

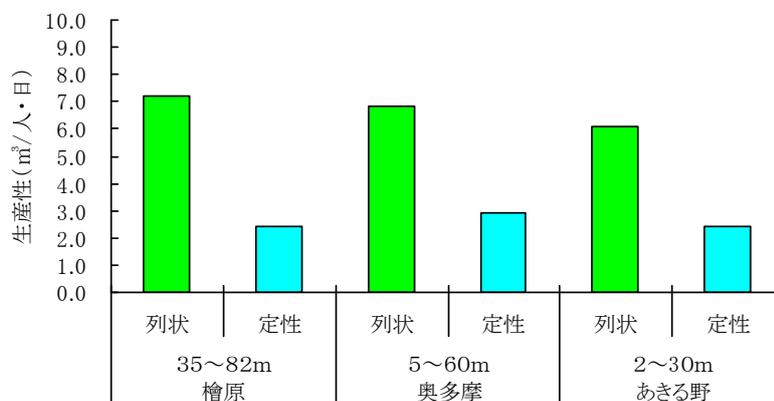


図14 間伐材搬出の生産性

(6) 間伐材搬出の経費

一部は既存のデータを使って伐木から集材までの1haあたりの経費を比較した。経費の平均は、列状間伐が 8,600 円/m³、定性間伐が 17,700 円/m³で、列状間伐が定性間伐の約 1/2 であった(図15)。

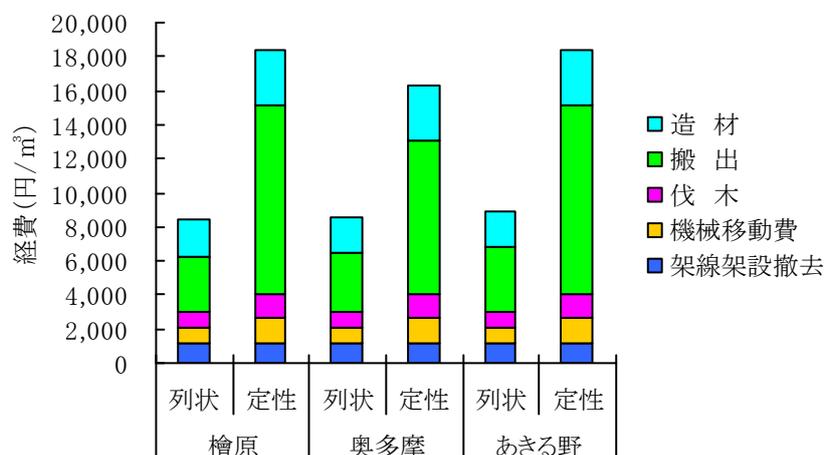


図15 間伐材搬出の経費

3. 列状間伐の長所と短所

(1) 長所

- ① 間伐する列を機械的に決めるので、選木が容易になる。
- ② 列状に伐採するため、伐倒時に懸かり木が少なく、安全に作業ができる。
- ③ 伐採列が広いので、全木集材ができ、搬出コストが安くなる。
- ④ 全木集材後、プロセッサで玉切りができる。
- ⑤ 価値の高い優良木が含まれるので、収益面で有利になる。

(2) 短所

- ① 残存列に不良木が残る。

4. 短所の留意点

- (1) 列状伐採を行うとき、残存列内の不良木を選木して同時に伐採する。
- (2) 冠雪害の抵抗性は4～5齢級では低いが、30年生以上になれば、さほど心配しなくても良いといわれている。

高性能林業機械による搬出



図16 スイングヤードとプロセッサの組み合わせ



図17 スイングヤードによる搬出



図18 プロセッサによる枝払・玉切



図19 プロセッサによる積み込み

簡易タワーヤードによる搬出



図20 荷かけ



図21 簡易タワーヤードとグラップルの組み合わせ



図22 簡易タワーヤードによる搬出



図23 グラップルによる積み込み

お問い合わせは

財団法人 東京都農林水産振興財団
東京都農林総合研究センター 緑化森林科

〒190-0013 東京都立川市富士見町三丁目8番1号
TEL : 042-528-0505 (代) 042-528-0538 (直通)
FAX : 042-523-4285
URL : <http://www.tokyo-aff.or.jp/center/>