



# チップ生産の手引き



## 福岡県森林林業技術センター



# 目 次

## ～チップ生産の手引き～

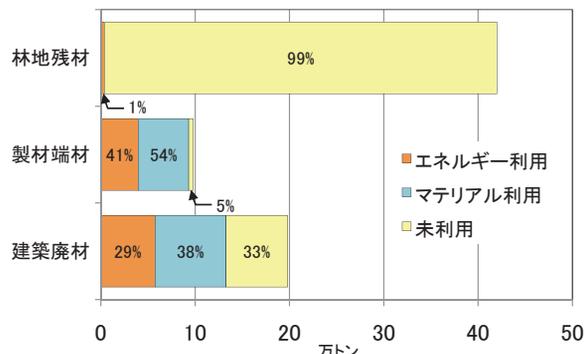
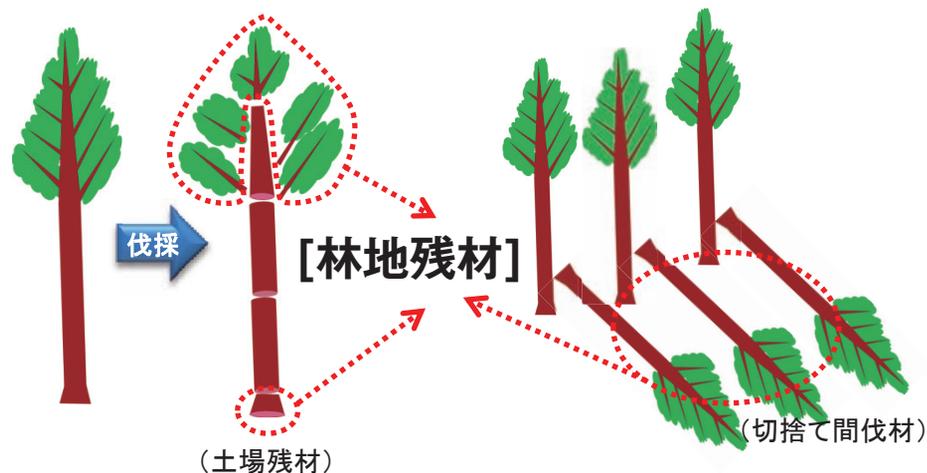
- ・ 本書の目的（はじめに）…………… 1
- ・ 木質バイオマスの利用状況…………… 1
- ・ 林地残材とは…………… 1
- ・ 木材利用の原則…………… 2
- ・ 林地残材の収集・運搬について…………… 3～9
- ・ 広範囲に点在する林地残材を効率的に収集するシステム…………… 10～12
- ・ 竹チップの生産について…………… 13～15
- ・ チップ生産について…………… 16～18
- ・ 運搬コストについて…………… 19
- ・ 天然乾燥について…………… 20～21
- ・ 木質チップ生産にかかるコストの試算例

## 本書の目的（はじめに）

低炭素・循環型社会の実現に向けた様々な取組が、世界各地で行われています。木質バイオマスの利活用もその取組の一つですが、林地残材や竹については収集コストが掛かることから現在はあまり利用されておりません。しかし、これから木質バイオマスの新しい用途が広がるにつれ、その需要は高まると考えられます。本書は、事業者の方々が主に燃料供給を目的に、未利用木質バイオマスの生産を検討される際の参考になればと思い作成しました。本書のデータは実測値を主としていますので、条件によっては変動することもあります。事業計画時の目安となれば幸いです。また、不備・不足等ありましたらご指導下さい。

## 木質バイオマスの利用状況

木質バイオマスは発生源別に、林地残材、建築廃材、製材端材に分けられます。このうち建築廃材と製材端材はボイラーや発電所の熱源としてのエネルギー利用、またボードや製紙原料としてのマテリアル利用が進んでいますが、近年の経済状況から発生量は減少傾向にあります。今後、木質バイオマスの利用を普及していくためには、林地残材の収集・利用の促進が欠かせません。



福岡県内の発生場所別木質バイオマスの利用状況（推計）

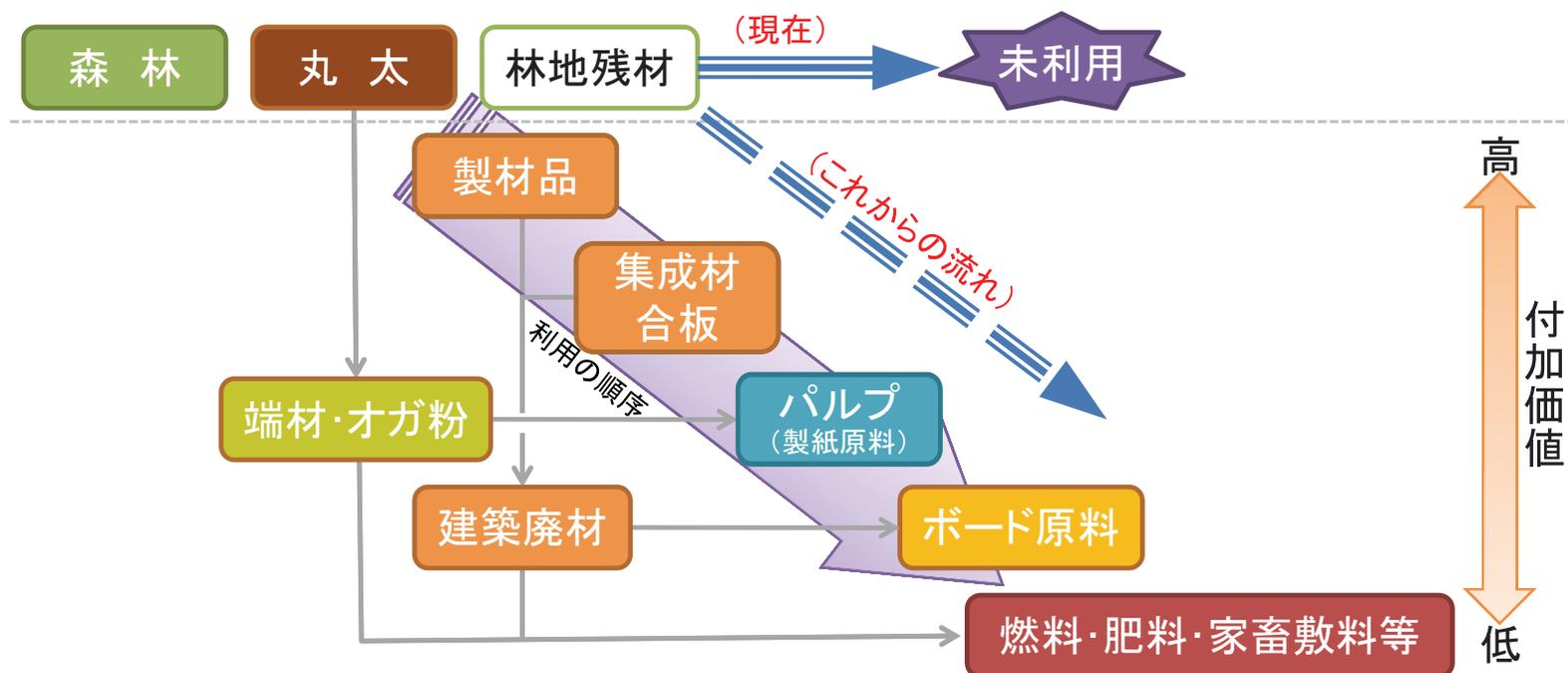
資料：林業振興課調べ

## 林地残材とは

林地残材は伐採後搬出されず森林内に残された木（切捨て間伐材）、また立木から用材用の丸太を採材した残りの部分（枝葉梢端・根元等・土場残材）です。現在はその多くが林地に放置されていますが、大切な資源として、利用が期待されています。

## 木材利用の原則

木材を利用する際は、まず付加価値の高いものに利用し、その残渣や廃棄物を順次利用していく、カスケード（多段階）利用が原則となります。これにより、付加価値の低い利用の際に生産コストを抑え、低価格で供給することが可能となります。



# 林地残材（切捨て間伐材）の収集・運搬について

## （１）作業のポイント

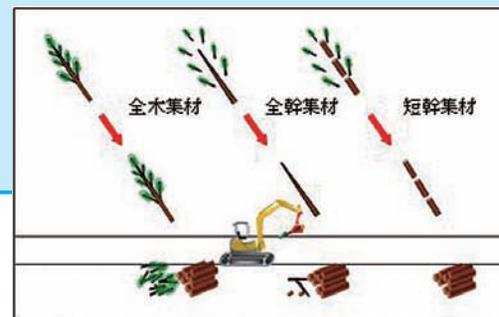
### 伐倒作業のポイント

- 玉切りした材を林地内に不規則に集積したものを回収するのは困難です。収入間伐同様に、集材方向を意識した伐倒を行って下さい。
- かかり木となった場合は、集材機械のグラップルやウインチを用いて処理すると、安全で効率が良くなります。



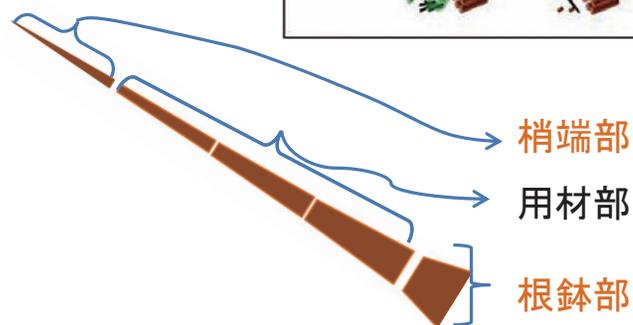
### 集材のポイント

- 高性能林業機械等の中・大型機械で集材する場合は全木集材、林内作業車の場合は短幹集材を行います。
  - 集材距離が30mを超えると集材効率が落ちます。
  - 下荷よりも上荷の方が集材効率が上がります。
- ※作業路の開設にはこのような点を考慮して下さい。



### 造材のポイント

- チップ用は曲がりなどは気にせず、迅速に行うことが作業効率向上につながります。
- 採材は根鉢部を落とさないようにします。根鉢部は最も量を確認できる部分です。
- 通常捨ててしまうような梢端部も、量を確認するため回収します。



## (2) 高性能林業機械による作業システム

高性能林業機械は、林業の低コスト化に欠かせないアイテムです。しかし、高性能林業機械の導入がすぐに低コスト化につながるわけではありません。作業路網の整備、オペレーターの育成・習熟、システムの理解（オペレーター・作業員）が必要です。また高性能林業機械は非常に高価なため、年間通して恒常的に稼働しなければ、逆にコスト割れする恐れもあります。機種を選定・導入の可否については、年間を通した仕事量の見通し、既導入事業体からの聞き取り等十分な検討が必要です。

### 高性能林業機械を使った作業システム例

作業システム	集材距離	傾斜	作業工程				作業人員
			集材	造材	搬出	運搬	
タイプ①	近距離 (20m未満)	緩	ハーベスタ (プロセッサ) ※直接集材 		フォワーダ 	グラップル付 トラック 	3名
タイプ②	短距離 (20～40m)	緩	ハーベスタ (プロセッサ) ※ウインチ併用 		フォワーダ 	グラップル付 トラック 	3名
タイプ③	中距離 (40～60m)	緩	グラップルローダ 	ハーベスタ (プロセッサ) 	フォワーダ 	グラップル付 トラック 	4名
タイプ④	長距離 (60～200m)	急	スイングヤード 	ハーベスタ (プロセッサ) 	フォワーダ 	グラップル付 トラック 	4名

## ハーベスタ\*系作業システム

※以下ハーベスタはプロセッサでも可

### 【タイプ①・②】集材（ハーベスタ）→造材（ハーベスタ）→運搬（フォワーダ）

- 200m/ha以上の高密度路網の間伐現地に適したシステム
- ハーベスタにより作業路上から直接集材、造材ができるため高効率となる
- 最少2名でも作業することができる



ウインチ集材(全木)



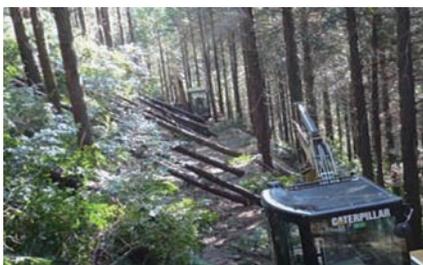
ハーベスタによる造材



フォワーダ積込み・運搬

### 【タイプ③】集材（ウインチ付きグラップル）→造材（ハーベスタ）→運搬（フォワーダ）

- 100m/ha以上の高密度路網の間伐現地に適したシステム
- ウインチ付きグラップルによる先行集材により、ハーベスタ造材の生産性が向上する
- 3台の機械が稼働するため、個々の機械の遊び時間が少なくなるよう作業を行う必要がある
- グラップルに待ち時間が生じている場合、フォワーダへの積込みをグラップルで行うことにより積込みの生産性は向上する



グラップルによる先行集材



グラップルとハーベスタの並行作業



フォワーダ積込み・運搬

## スイングヤーダ系作業システム

【タイプ④】 集材（スイングヤーダ）→造材（ハーベスタ）→運搬（フォワーダ）

- 列状間伐現地に適したシステム
- 集材ポイントは作業路の幅員を広くする
- 3台の機械が稼働するため、個々の機械の遊び時間が少なくなるよう作業を行う必要がある



## (3) その他のシステム

集材（ウインチ付きグラップル）→造材（チェーンソー）→運搬（林内作業車）

造材（チェーンソー）→集材（林内作業車搭載ウインチ）→運搬（林内作業車）

- 幅員が広い作業路を確保できない、集材面積が小さい場合に適用する



ウインチ集材（短幹）



林内作業車への積込み



運 搬

## (4) システム別試行結果一覧表

作業システム	樹種 DBH	集材範囲 傾斜	作業工程			作業人数	生産性(m <sup>3</sup> /人日)	コスト <sup>※2</sup> (円/m <sup>3</sup> )	備考
【タイプ①・②】 ハーベスタ <sup>※1</sup> フォワーダ	スギ 24cm	20m 20°	集材(全木) → ハーベスタ(ウインチ)	→ 造材 → ハーベスタ	→ 運搬 → フォワーダ	2	11.6	2,600	作業路幅員3m
	スギ 24cm	20m 20°	集材(全木) → ハーベスタ(ウインチ)	→ 造材 → ハーベスタ	→ 運搬 → フォワーダ	2	8.7	3,570	作業路幅員2.5m
	スギ 24cm	15m 20°	集材(全木) → ハーベスタ(直接集材)	→ 造材 → ハーベスタ	→ 運搬 → フォワーダ	2	7.6	4,300	作業路幅員2.5m
【タイプ③】 グラップル ハーベスタ <sup>※1</sup> フォワーダ	スギ 19cm	40m 25-40°	集材(全木) → グラップル(ウインチ)	→ 造材 → ハーベスタ	→ 運搬 → フォワーダ	3	3.9	5,500	
	スギ 22cm	50m ~15°	集材(全木) → グラップル(ウインチ)	→ 造材 → ハーベスタ	→ 運搬 → フォワーダ	2	20	2,700	
【タイプ④】 シングヤーダ プロセッサ フォワーダ (列状間伐)	ヒノキ 34cm	— 20°	集材(全木) → シングヤーダ	→ 造材 → プロセッサ	→ 運搬 → フォワーダ	2	7.9 <sup>※3</sup>	5200 <sup>※3</sup>	(社)日本森林技術協会 「路網と高性能林業機械 を組み合わせた低コスト 作業システム導入マニュ アル」参照
	ヒノキ 34cm	— 20°	集材(全木) → シングヤーダ	→ 造材 → プロセッサ	→ 運搬 → フォワーダ	3	6.3 <sup>※3</sup>	7300 <sup>※3</sup>	
グラップル 林内作業車	スギ 18cm	15m 25°	集材(全木) → グラップル(ウインチ)	→ 造材 → チェーンソー	→ 運搬 → 林内作業車	2	6.9	4,700	
林内作業車	スギ 14cm	10m 20°	造材 → チェーンソー	→ 集材(短幹) → 林内作業車	→ 運搬 → 林内作業車	2	7.5	6,400	

※1:プロセッサでもよい

※2:諸経費は含んでいない

※3:伐倒からの生産性、コスト(他は集材から)

集材材積、コストは間伐木の大きさ、地形条件、機械の稼働状況等により大きく異なります。

上記の数値は当センター(一部を除き)が実施した調査の実績値であり、ここに示したコストで実施できるということではありません。

## 集材木の胸高直径および作業路からの距離別集材コスト（ハーベスタ系作業システム）

（福岡県内において多く使用されている作業システム）

作業条件：（樹種）スギ、（立木密度）1,200本/ha、（間伐率）25%、（平均傾斜）20°

使用機械：グラップル、ハーベスタ、フォワーダ

作業内容：ウインチおよびグラップル集材→造材（ハーベスタ）→フォワーダ運搬

1日の作業時間7時間、内機械の稼働時間6.5時間と想定した場合

（単位：円/㎡）

集材範囲	DBH(cm)					
	14	16	18	20	22	24
0～10m	4,400	3,200	2,500	2,000	1,800	1,500
～20m	5,100	3,700	2,800	2,300	2,000	1,700
～30m	5,800	4,200	3,200	2,500	2,200	1,900
～40m	6,700	4,800	3,600	2,800	2,400	2,100
～50m	7,700	5,400	4,000	3,100	2,700	2,300

小

高性能林業機械の使用メリット

大

（伐倒経費を含めたコスト）

集材範囲	DBH(cm)					
	14	16	18	20	22	24
0～10m	6,200	4,500	3,700	3,300	3,400	3,200
～20m	6,900	5,000	4,000	3,600	3,600	3,400
～30m	7,600	5,500	4,400	3,800	3,800	3,600
～40m	8,500	6,100	4,800	4,100	4,000	3,800
～50m	9,500	6,700	5,200	4,400	4,300	4,000

土場での買取価格を5,000円/㎡と設定した場合の採算ライン

- 高性能林業機械による作業は、小径木ほどコスト高となります。

※コストは機械の年間稼働状況、オペレーターの習熟度、地形条件等により大幅に変動します。ここでのコストは目安として参照して下さい。

重量ベース含水率100%時の  
丸太比重0.76※(t/m<sup>3</sup>)で換算  
した場合  
※当センター実測値

(単位:円/kg)

集材範囲	DBH(cm)					
	14	16	18	20	22	24
0~10m	5.8	4.2	3.3	2.6	2.4	2.0
~20m	6.7	4.9	3.7	3.0	2.6	2.2
~30m	7.6	5.5	4.2	3.3	2.9	2.5
~40m	8.8	6.3	4.7	3.7	3.2	2.8
~50m	10.1	7.1	5.3	4.1	3.6	3.0

(伐倒経費を含めたコスト)

集材範囲	DBH(cm)					
	14	16	18	20	22	24
0~10m	8.2	5.9	4.9	4.3	4.5	4.2
~20m	9.1	6.6	5.3	4.7	4.7	4.5
~30m	10.0	7.2	5.8	5.0	5.0	4.7
~40m	11.2	8.0	6.3	5.4	5.3	5.0
~50m	12.5	8.8	6.8	5.8	5.7	5.3

## 高性能林業機械によるシステムの注意点

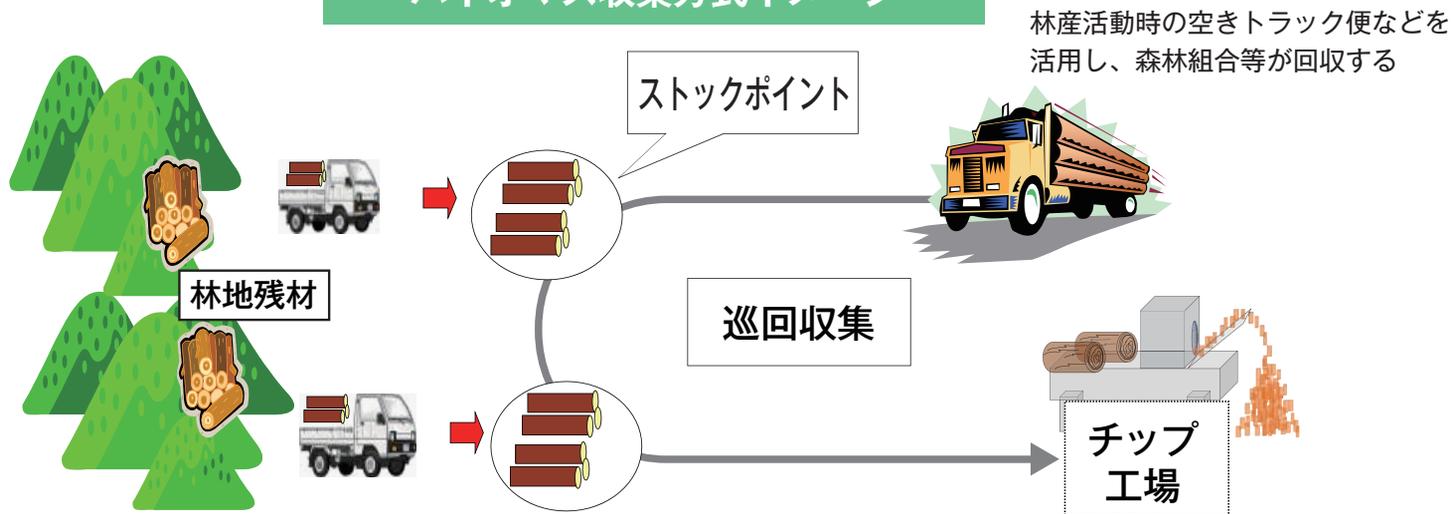
- ◆生産性は高いが高性能林業機械の経費がかさむため、効率的に稼働するよう連携して作業を行わないとコスト高となります。
- ◆高性能林業機械のコストは機械の年間稼働率に大きく影響されます。計画的に使用し年間稼働率を上げることでコスト削減につながります。
- ◆集材面積が小さい現地での高性能林業機械の使用はコスト高（機械の搬送費等）となります。機械の搬送が必要ないまとまった面積の団地※で実施して下さい。  
(※30年生スギ間伐率20%の場合約2ha)
- ◆高性能林業機械を使用するには、路網密度100m/ha以上、幅員2.5m以上の作業路が必要です。

# 広範囲に点在する林地残材（土場残材）を効率的に収集するシステム

## （１）システムの概要

- ・ストックポイント<sup>※1</sup>に持ち込まれた林地残材を定額で買い取る（例 5円/kg）
- ・作業路沿いや土場に集積・放置された短材（土場残材）を有効利用する

### バイオマス収集方式イメージ



- ① 森林組合の作業班等を中心に結成した収集組織が、帰宅時や作業の合間に林地残材（土場残材）を個別収集し、ストックポイントへ搬入。
- ② 森林組合等がストックポイントにある林地残材を巡回収集しチップ工場へ輸送。

※1 スtockポイントとは、大型トラックで収集可能なように量をまとめるための中間土場のこと。  
谷（大字単位）ごとに1カ所程度設置。

# 林地残材（土場残材）収集試験の状況

## 朝倉森林組合管内



作業路脇に放置された根元部



軽トラ搬出状況



ストックポイントからの搬出状況



軽トラ積み込み状況



ストックポイント集積状況

## (2) 収集試験の結果

\* 設定買取価格: 5円/kg

実施箇所	樹種	林齢	収集量 (kg)	従事者 数(人)	所要時 間(分)	時間当り収集額* (円/h)	一人当り収集額* (円/h・人)
朝倉市城字 大仏	ヒノキ	73	5,871	4	193	9,126	2,282
朝倉市江川	スギ	44	294	1	19	4,640	4,640
朝倉市杷木 白木	スギ	66	917	2	38	7,240	3,620
合計			7,082				

上記の数値は、当センターが実施した調査を350kg積載に換算した数値であり、ここに示した数量・金額で実施できるということではありません。

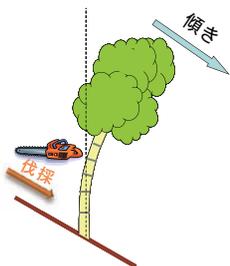
- 作業班員等が保有している軽トラックを活用することにより、土場残材の収集が可能。
- 定額買い取りにより、収集者は副収入を得られる。

## (3) 本システムのポイント

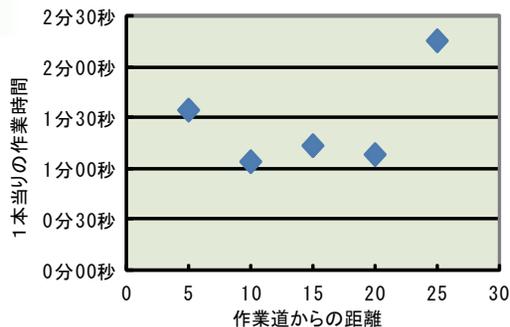
- 全木集材実施箇所は、作業路沿線に根鉢等の短材や用材とならない曲り材や腐れ材が集積するため、軽トラックを活用した収集が有利となります。
- 過積載は、車体が不安定となりブレーキがききにくい等危険なので、最大積載量（350kg）を守ること。
- 急勾配や路面状況の悪い作業路では、荷崩れを起こす恐れがあるので、積載量を減らしたり、走行速度を落とす必要があります。
- 曲がり材等の長材は積込みが困難となるため、造材時にあらかじめ短くしておくことで積込みやすくなります。
- 大型トラックによる収集は、短材が積載できるよう箱形の荷台が必要です。

# 竹チップの生産について

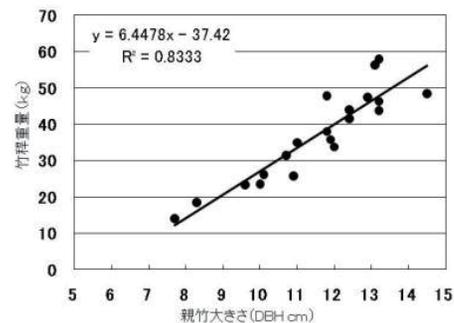
## (1) 作業のポイント



[タケの傾き]



[作業路からの距離と作業時間の関係]



[タケの大きさと重量の関係]

### 伐採作業のポイント

- ・ タケはしなって傾いていることが多いので、伐採時には傾きの反対側からノコを入れるとスムーズに伐倒できます。  
(傾きが強い場合には、途中で割れる危険性がありますので注意して下さい)
- ・ 竹は斜面を滑落するので、作業路上方が効率よく作業できます。(伐倒時は下方に人がいないことを確認して下さい)
- ・ 伐採は二人一組での作業が最もはかどります。
- ・ 緩傾斜地や作業路が作れるところでは、バンブーカッター\*で約3倍の生産性となります。
- ・ 作業路から5m以内の範囲では、伐採竹が道下の立竹に掛かって倒れ難くなります。掛かった竹はグラブプル等で引き倒すようにしましょう。

※バンブーカッター:バックホウに竹伐採専用アタッチメントを装着した機械



[二人一組での作業]



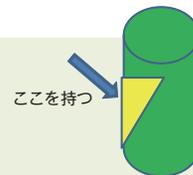
[バンブーカッターによる伐採]



[バンブーカッターヘッド]

## 集材作業のポイント

- ・大きなタケを運ぶ場合は、幹の一部を切って持ち手を作ると運びやすくなります。
- ・作業路上に集材する場合、10～15本集まるごとに玉切りをすると効率的です。
- ・人力で伐採作業を行った場合、作業路から20m以上離れると、竹が自然滑落し難くなって効率が落ちます。作業にグラブを組み合わせると集材範囲が広がり、効率的に作業できる範囲も広がります。



## チップ化作業のポイント

- ・タケは中空のため、現地で破碎すると運搬効率が高くなります。
- ・集材した竹をグラブで破碎機に投入すると省力化できます。
- ・フレコン立て(写真)を使うと、チップが集め易くなります。



## 運搬作業のポイント

- ・タケは中空のため、現地で破碎するか、又は竹割機で割ると、嵩が減って運搬効率が良くなります。
- ・運搬は伐採等と同時に始めると機械の待機時間(遊び)が多くなるので、ある程度材(又はチップ)が集積されてから作業に入った方が効率が良くなります。



竹を割ると、約1.5倍多く積めます。

## (2) 作業パターン別のコスト比較

### [現地破碎の場合]

#### 伐竹・集材

- ①チェーンソー(間伐)\*  
生産量 268.4kg/h・人  
コスト12.0円/kg
- ②チェーンソー(皆伐)  
生産量 510.0kg/h・人  
コスト 7.6円/kg
- ③バンブーカッター(皆伐)  
生産量1730.4kg/h・人  
コスト 3.4円/kg

#### チップ化

- ①移動式チップパー(小型)\*  
生産量500kg/h  
コスト6.3円/kg
- ②移動式チップパーkg/h  
生産量1,440kg/h  
コスト5.6円/kg

#### 小運搬

(土場までの距離約800m)  
フォワーダ(チップ)  
生産量1,367kg/h  
コスト 3.3円/kg

### [工場破碎の場合]

#### 小運搬

(土場までの距離約800m)  
フォワーダ(丸太)  
生産量 1,254kg/h  
コスト 4.1円/kg

#### トラック運搬

(工場までの距離約20km)  
10tグラブ付運搬車  
生産量1,600kg/h  
コスト3.9円/kg

#### チップ化

固定式チップパー(大型)  
生産量3,700kg/h  
コスト3.5円/kg

\* 立花町未利用バイオマス利活用事業調査報告書より(H20.2)  
コストは条件によって変わりますので、目安としてご参照下さい

# チップ生産について

## (1) チップの概要

### ・チップの種類

種類	破砕チップ	切削チップ	オガ粉
形状			
製造方法	ハンマーの打撃で破砕する。	カッターで削り取っていく。	カッターで削り取っていく(約5mm角以下)。
破砕機のメンテナンス	少ない	多い	少ない
一般的な用途	堆肥原料 ボード原料 燃料(大型ボイラ向き) マルチング材 etc	製紙/パルプ用原料 燃料(小型でも可) マルチング材 etc	家畜敷料(堆肥) 燃料 菌床etc

### ・ボイラー別のチップ許容寸法と許容含水率(主要メーカー)

販売メーカー	製造元	品名	許容寸法(WxDxH)		許容含水率(DB)	
			最大(mm)	最小(mm)	最大(%)	最小(%)
(株)巴商会	シュミット	UTSL	20×10×50	ダストチップ <sup>o</sup> (3~6mm)不可	50	0
(株)巴商会	シュミット	UTSL	20×10×60	ダストチップ不可	100	0
(株)巴商会	シュミット	UTSR	20×10×80	ダストチップ不可	120	43
マルマテクニカ(株)	タルポッツ	Bioシリーズ	30×10×50	ダストチップ不可	60	0
オヤマダエンジニアリング	自社	エコモス	50×10×50	5×5×5	130	0
(株)協和エクシオ	ポリテクニク	—	100×50×100	ダストチップ <sup>o</sup> (混入率20%以内)	150	0
(株)タカハシキカン	自社	—	25×25×75	ダストチップ不可	100	0

### ・チップの含水率と熱量

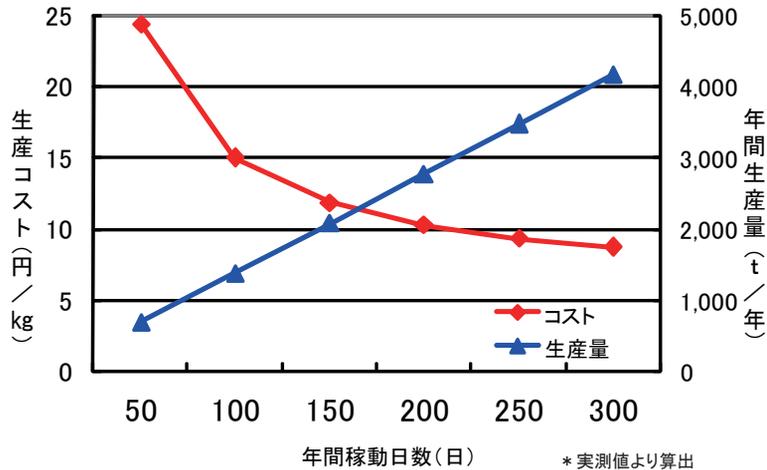
樹種	含水率 (DB、%)	低位発熱量*		灰分 (絶乾、 wt%)	塩素 (絶乾、 wt%)
		(MJ/kg)	(kcal/kg)		
スギチップ (幹)	0	18.3	4,380	0.8	0.01
	30	14.1	3,370		
	50	12.3	2,930		
	70	10.8	2,580		
	100	9.2	2,190		
ヒノキチップ	0	18.6	4,450	0.4	0.01
	30	14.3	3,430		
	50	12.5	2,980		
	70	11.0	2,630		
タケチップ	0	18.5	4,420	1.2	0.27
	30	14.2	3,400		
	50	12.4	2,960		
	70	10.9	2,600		
	100	9.2	2,210		
スギチップ (枝葉)	0	20.0	4,780	3.6	0.08
	30	15.4	3,680		
	50	13.4	3,200		
	70	11.8	2,820		
	100	10.0	2,390		
A重油	0	36.8	8,792	0	0

\* 実測値より算出

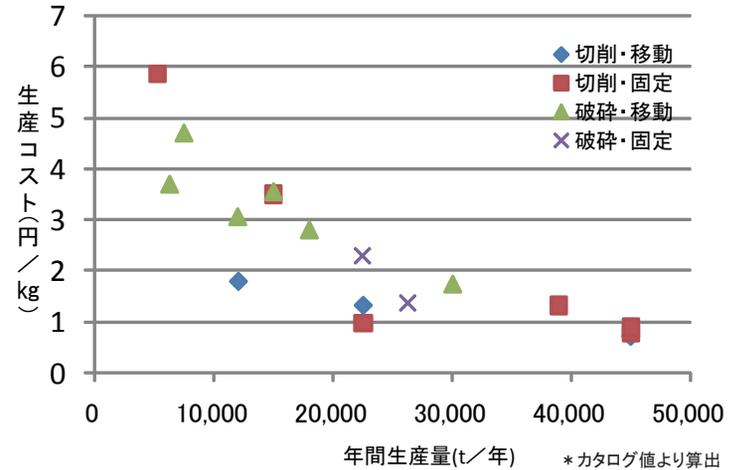
**\* 含水率が下がると、熱量は高くなります。燃料としては、含水率50%以下が良いと考えられます。**

## (2) チッパー（破碎機）について

種 類	移動式		固定式	
	横入れ式	タブ式	破碎式 (シュレッダー)	切削式
形 状				
特 徴	エンジン駆動で屋外で使用でき、現場破碎が可能。切削式は少ない。		モーター駆動で建屋が必要。本体は、処理能力に対して小型(安価)にできる。	
大径木の処理	投入フィーダの最大開口の大きさまでは処理が可能であるが、破碎ロータ上端を超えると効率が低下する。	ホッパーに入れば根株や大径木も処理でき、小石や泥が付着したものでも処理が可能。	前処理(分割)が必要。	投入フィーダの最大開口の大きさまでは処理が可能。
長尺材の処理	4m程度であれば問題ないため、間伐材であれば前処理の必要はない。	ホッパーに入れる前に2m程度に切断する必要がある。前処理が必要となる。	4m程度であれば問題ないため、間伐材であれば前処理の必要はない。	4m程度であれば問題ないため、間伐材であれば前処理の必要はない。
投入間隔	コンベアが常時送り続けるため投入後注視しておく必要がある。	ホッパーを満載にしておけば他の仕事ができる。	コンベアが常時送り続けるため投入後注視しておく必要がある。	コンベアが常時送り続けるため投入後注視しておく必要がある。
飛 散	ほとんどない。	ホッパー内の材料が少なくなると飛散が発生する。	ほとんどない。	ほとんどない。



[チッパーの稼働日数とコストの関係]



[チッパーの処理量とコストの関係]

**稼働日数・生産量が多い程、生産コストは下がります。**

### (3) 破碎コストについて

当センターで行った、コスト調査の事例を紹介します。(機種の種類ではなく、規模の比較としてご参照下さい)

作業システム(移動式)  
 前処理:投入:カッター付グラップル  
 破碎:タブ式チッパー  
 選別:ロータリースクリーン  
 処理条件  
 処理材:スギ乾燥材(DB30%)  
 稼働日数:250日、運転時間:6h/日  
 生産量:1,785t/年  
 生産コスト:10.1円/kg



作業システム(移動式)  
 投入:グラップル  
 破碎:横入れ式チッパー  
 選別:ロータリースクリーン  
 処理条件  
 処理材:スギ乾燥材(DB30%)  
 稼働日数:250日、運転時間:6h/日  
 生産量:3,470t/年  
 生産コスト:9.2円/kg



作業システム(固定式)  
 投入:フォークリフト  
 破碎:破碎チッパー×2  
 (粗破碎機・シュレッダー)  
 選別:スクリーン  
 処理条件  
 処理材:スギ乾燥材(DB30%)  
 稼働日数:250日、運転時間:6h/日  
 生産量:1,800t/年  
 生産コスト:13.0円/kg



作業システム(固定式)  
 投入:フォークリフト  
 破碎:切削チッパー  
 選別:スクリーン  
 処理条件  
 処理材:スギ乾燥材(DB30%)  
 稼働日数:250日、運転時間:6h/日  
 生産量:15,245t/年  
 生産コスト:2.7円/kg



## 運搬コストについて

丸太運搬コストは、伐採現地から加工施設までの距離によって変わり、下記の式により算出できます。ここでは下記の算定因子を用いてグラブ付トラック（10 t）による1 t当りの運搬コストを試算しました。

運搬コスト(円/t) =

$$\left( \frac{\text{運搬距離 (km)} \times 2 (\text{往復})}{\text{平均時速 (km/時間)}} + \text{積込・積降時間} \right) \times \text{運搬経費 (円/h)} \div \text{積載量 (t/台)}$$

※算定因子

項目	数値
運搬平均時速	30km
積込・積降時間	40分
運搬経費	36,987円/日
トラック積載量(丸太)	8t (10m <sup>3</sup> )
トラック積載量(チップ)	6t (20 m <sup>3</sup> )
実働時間	6時間



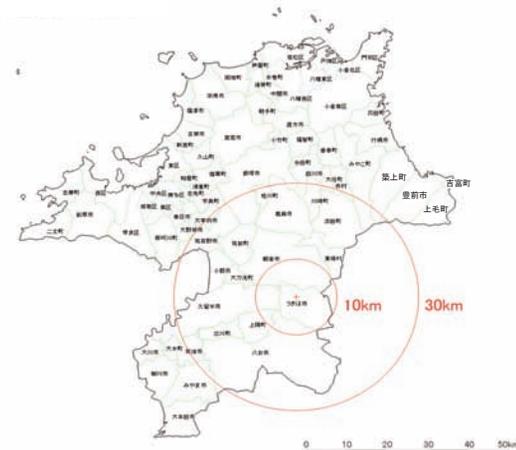
木材運搬車

運搬距離毎の丸太運搬コスト

単位:円/t、( )内は円/m<sup>3</sup>

運搬距離	10km	20km	30km	50km
丸太	1,027(822)	1,541(1,233)	2,055(1,644)	3,082(2,466)
チップ	1,370(415)	2,055(623)	2,740(830)	4,110(1,245)

右記に目安として、うきは市を中心とした半径10km及び30kmの範囲を示しました。1 t当り2,000円以内のコストで運搬が可能な範囲は、丸太で30km以内、チップで20km以内と考えられます。



[うきは市を中心とした丸太収集範囲]

# 天然乾燥について

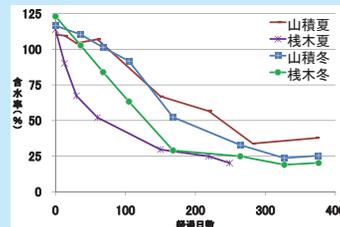
燃料を乾燥させると熱量が上がります、ボイラーの効率が良くなります。

## (1) 乾燥期間の目安 [生材が含水率50% (乾量基準) に落ちるまで]

### スギ丸太

※ [丸太元口径約20cm、長さ4m材での試験値から]

アスファルト舗装の土場: 通年8ヶ月 (内部)  
 アスファルト舗装の土場(栈木積み): 夏2ヶ月、冬4ヶ月  
 林内 : 通年8ヶ月



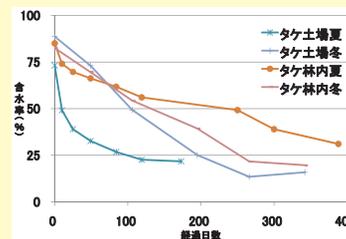
**材を地面から離し、通気性を良くする栈木を入れると乾燥が早まります。**



※ [栈木は4~5段毎に入れると積み易い]

### タケ

アスファルト舗装の土場(丸竹): 夏半月、冬3ヶ月  
 アスファルト舗装の土場(割竹): 夏半月、冬1ヶ月半  
 林内 : 夏8ヶ月、冬4ヶ月



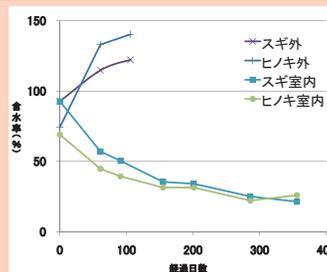
**4~8月に竹林内に材を置くと虫の食害を受けやすい。**



※ [竹は割ると乾燥し易くなる]

### チップ (フレコン)

屋外では、降雨により含水率は高くなる。  
 屋内では約3ヶ月



**保管場所に屋根を設け、攪拌すると乾燥が進みます。**

- ・天然乾燥では、日当たり、通気性が重要です。
- ・樹皮を取ったり、割材にすると早く乾燥します。
- ・緊急の場合は建築廃材等の乾燥チップと混ぜて含水率を調整します。

## (2) 天然乾燥の乾燥コスト削減効果について

年間供給量：約2千トン(1980t)として

4ヶ月天乾(栈積み)

含水率50%に落ちるまでの期間

8ヶ月天乾(山積み)

の場合

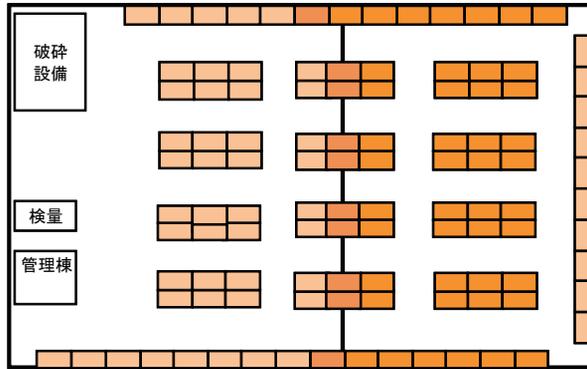
の場合

敷地面積3,000m<sup>2</sup>  
(60m×50m)

55ブロック  
(材長4m×奥行3m)

敷地面積5,400m<sup>2</sup>  
(60m×90m)

110ブロック  
(材長4m×奥行3m)



年間ストック量=1,980t/0.6=3,300m<sup>3</sup>/年(含水率50%DB)

1ブロック当たり20m<sup>3</sup>はえ積みするとして、

乾燥期間4ヶ月の場合=3,300m<sup>3</sup>÷20m<sup>3</sup>÷12/4ヶ月=55ブロック

乾燥期間8ヶ月の場合=3,300m<sup>3</sup>÷20m<sup>3</sup>÷12/8ヶ月=110ブロック

上記配置図(シミュレーション)より

○年間借地料(土地価格1万円1m<sup>2</sup>、借地料6%として)

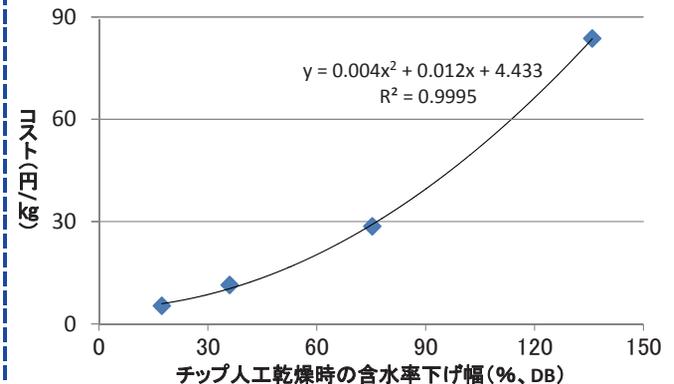
・4ヶ月天乾必要面積:3,000m<sup>2</sup>

土地単価×6%=3,000万円×0.06=180万円/年

・8ヶ月天乾必要面積:5,400m<sup>2</sup>

土地単価×6%=5,400万円×0.06=324万円/年

### 含水率別の人工乾燥コスト(チップ)



\*ロータリーキルン式灯油乾燥機(φ1,000×L6,000)によるチップ乾燥試験結果より試算。  
値は条件(乾燥機種類・チップ形状等)によって変わります。

\*上記の近似式より、人工乾燥コストを試算すると、

含水率下げ幅(%、DB)	30	50	100	150
乾燥コスト(円/kg)	8.6	15.6	47.7	100.8

**天然乾燥を効率的に行うことで、コストを削減できます。**

# 木質チップ生産にかかるコストの試算例

## [条件]

スギ 胸高直径20cm 樹高18m 集材範囲30m  
丸太運搬20km(土場からチップ処理施設まで) 乾燥100%(DB)→50%(DB)

## [工程別コスト]

- (伐倒集材経費) 3,800円/m<sup>3</sup>: 5.0円/kg (P8-9)
- (丸太運搬経費) 1,233円/m<sup>3</sup>: 1.5円/kg (P19)
- (乾燥経費)
  - ・天然乾燥 0円/kg (P21)
  - ・人工乾燥 15.6円/kg (P21)
- (チップ生産経費)
  - ・大型破砕機(生産量:15,245t/年) 2.7円/kg (P18)

## [チップ生産コスト]

- ・天然乾燥: 9.2円/kg
- ・人工乾燥: 24.8円/kg

合計

## チップ生産の手引き

平成23年3月発行

企画・発行 福岡県森林林業技術センター

〒839-0827 福岡県久留米市山本町豊田1438-2

電話番号 0942-45-7870

印刷 大同印刷株式会社

〒849-0902 佐賀県佐賀市久保泉町大字上和泉1848-20

電話番号 0952-71-8520

## 福岡県行政資料

分類記号  
PF

所属コード  
4706205

登録年度  
22

登録番号  
0007