

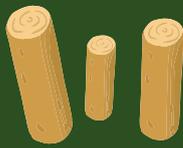


林地残材の利用拡大へ

林地残材利用コスト 算出ガイドブック



一般社団法人
日本木質バイオマスエネルギー協会
Japan Woody Bioenergy Association



概要・コスト試算方法

① 林地残材を活用するには

森林資源の循環利用（伐採・木材利用・植栽・保育）を行う上で、伐採木を適材適所で活用して、林業者の収益を最大化することが重要です。燃料材の需要が高まる中、林地残材（曲がり材等の低質材、枝条、根元等）の有効活用が期待されていますが、活用にあたっては、採算性を十分に検討する必要があります。

② 林地残材の活用にかかるコスト（4パターン）

採算性の検討には、収集・運搬等の作業工程を元にして、チップ生産のコストを試算する必要があります。

本書では4パターンの作業システムでコストを試算しました（林内チップング：7.8千円/t、山土場チップング：7.4千円/t、中間土場チップング：8.5千円/t、チップセンターチップング：9.9千円/t）〔p.4～11〕。

※4パターンは一部の事例であって、全ての作業システムを網羅してはいないことにご留意ください。

③ コスト試算の上手な活用法

チップ生産コスト（試算結果）とチップ販売コストの比較により、採算性の検討が可能です。

本書には、試算に使用した積算・単価・条件等を掲載しています。適宜、単価等を変更して代入することで、地域の現場条件にあったコスト試算が可能です〔p.2～3〕。

表1 林地残材収集システムをシミュレートする際に用いる作業工程パーツ

使用機械	作業名	作業内容	作業1回あたり 作業時間	作業1回あたり 生産量・作業量	実測地
グラップル (0.5m ³)	収集	林地残材の収集	8分14秒	1.0 t	A
	積載-フ	フォワーダへの林地残材の積載	5分58秒	1.0 t	A
	積載-ト	トラックへの林地残材の積載	6分15秒	1.5 t	A
	生産準備	グラップルの調整等	4分26秒	/	B
	積載準備	トラックへ林地残材積載時の準備	1分42秒		B
	原料投入-切	切削チップパー機への原料投入	15分15秒	4.7 t	B
	原料投入-破	破碎チップパー機への原料投入	60分	10.5 t	A
	枝条整理	枝条整理	18分5秒	4.7 t	B
	チップ積載	25tトレーラ(50m ³)へチップ積載	30分	14.6 t	A
ホイールローダー	チップ積載	25tトレーラ(50m ³)へチップ積載	20分	14.6 t	A
フォワーダ	移動	林内⇄山土場	3分50秒	100 m	A
	ダンプアップ	林地残材の降ろし作業	35秒	1.0 t	A
	コンテナ交換	充填コンテナと空コンテナの交換	5分47秒	/	B
トラック	移動-林	山土場⇄チップング箇所	10分		5.0 km
	移動-子	チップング箇所⇄納入地	60分	22.4 km	B
	ダンプアップ	林地残材の降ろし作業	2分15秒	1.5 t	A
	コンテナ交換	充填コンテナと空コンテナの交換	5分47秒	/	B
	積載準備	林地残材積載の準備	1分42秒		B
切削式チップパー	チップング	チップ生産	15分15秒	4.7 t	B
	生産準備	チップ排出方向の調整等	4分26秒	/	B
破碎式チップパー	チップング	チップ生産	60分		10.5 t
手作業	ならし作業-10	10m ³ コンテナのチップならし作業	5分	2.9 t	B
	ならし作業-16	16m ³ コンテナのチップならし作業	10分	4.7 t	B

実測地：A→坂井森林組合（福井県）、B→真名畑林業（福島県）での調査結果による。

※林地残材のチップの体積当たり重量は調査結果より、292kg/m³とする。

※全て生t（湿量基準水分率：50%）想定での重量であり、乾燥等の重量の変化は考慮しないものとする。

表2 機械燃料費および機械損料

使用機械/機器	機械出力 (kW)	燃料消費率 (L/kw)	燃料消費量 (L/h)	1日損料
グラップル(0.5m ³)	72.5	0.144	10.4	7,980
ホイールローダー	73.1	0.144	10.5	12,570
フォワーダ	120.5	0.114	13.7	9,550
フォワーダ(コンテナ脱着式)	92.6	0.114	10.6	33,950
ダンプトラック4t	135.0	0.04	5.4	4,150
ダンプトラック10t	246.0	0.04	9.8	10,040
コンテナ脱着式8t	179.0	0.04	7.2	16,730
切削式チップパー	186.5	0.191	35.6	36,250
破碎式チップパー	254.0	0.191	48.5	28,750
コンテナ	10m ³ (2.9t)			1,140
	16m ³ (4.7t)			1,710

※治山林道必携（森林科学研究所）、森林施業プランナーテキスト（森林施業プランナー協会）、メーカーカタログ等から必要情報を引用。チップパーは標準単価より、運転日数 200 日、維持管理費率 40%、年間管理費 9%、残存率 14% で機械損料を試算。機械購入は補助率 1/2 の補助金を活用したことを前提。ガソリンは 155 円/ℓ、軽油は 144 円/ℓ で試算。作業時間は実際に使用する機械の燃料費、機械損料にあわせて設定ください。

表3 作業員単価

	労務単価	管理費	合計
作業員単価	21,900	3,285	25,185

※国土交通省標準労務単価より、全国平均の標準作業員一日単価を引用。管理費として 15% を考慮。実際の作業地にあわせて設定ください。

表4 トラック運搬費用

トラック25t (委託運搬費)	10km	30km	50km	70km
	26,730	37,890	42,240	46,600

※全国トラック協会より各整備局の標準価格を平均より算出。実際の作業地にあわせて設定ください。

■その他 林地残材量の推定

林地残材の材積 67.5m³/ha (生重量 53.3 t /ha)

※特に明記していなければスギ 60 年生の林分 (450m³/ha) のうち 15% を林地残材に利用する想定。

材積あたり生重量を 0.79t/m³ で算出。

④ コスト試算の手順

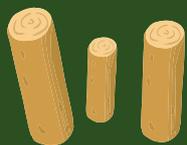
- (1) 作業システム：林地条件・チップ生産箇所を考慮して収集・運搬作業システムを構築 [p.4・6・8・10]
- (2) 作業工程：福島・福井の素材生産者の作業の実測により、機械・人員・作業時間・生産量を設定 [p.2]
- (3) 単価：既存資料を基にして、機械の燃料費・損料、作業員単価、運搬費単価等を設定 [p.3]
- (4) コスト試算：作業システムに、作業工程・単価を代入して、チップ生産コストを算出 [p.5・7・9・11]



林地残材収集で地拵コストを削減

林地残材の収集により、再造林時の地拵コスト削減効果を見込むことも可能です。

(実測値を元にしたモデル試算では、林地残材 1 t 収集により 585 円の再造林コストの削減効果が試算されました。)



林地残材の利用パターン1 ～林内チップング～

①利用状況の条件

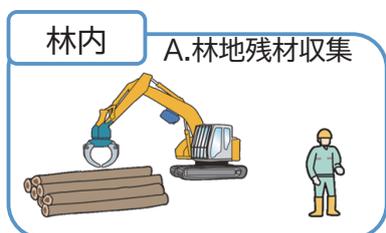
チップ生産場所：林内（林地残材の発生場所）

条件①：林内でのチップ生産場所の確保

条件②：チップパーが1日稼働した際の処理量（40.9 t（53m³））の林地残材が収集半径 40 m以内にある状況
→おおよそ林地残材が 106m³ /ha 存在する場合

②林地残材収集システムの流れ

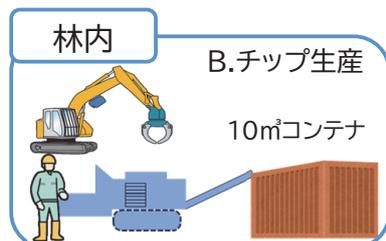
林内でチップ化（チップパー） → 納入地までコンテナ輸送（フォワーダ・8 t車）



A. 林地残材収集
(作業員1名)

作業内容

林内で作業員1名がグラップルで林地残材を先行集積。



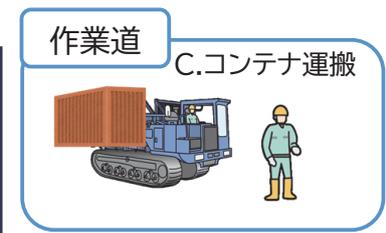
B. チップ生産
(作業員1名)

作業内容

グラップルでチップパー機に投入し、チップは10m³コンテナに直接投入。チップ生産を6時間行い、1時間は次の作業場所への機械の移動。



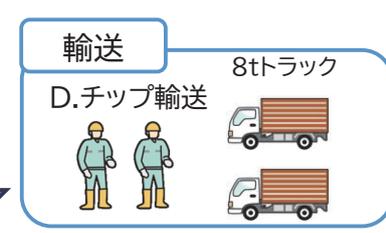
林内でのチップ生産の様子



C. 林内コンテナ運搬
(作業員1名)

作業内容

チップコンテナのならし作業を行い、フォワーダでチップコンテナを山土場へ運搬。その後、先山へ空コンテナ運搬。(往復200m)



D. チップ輸送
(作業員2名)

作業内容

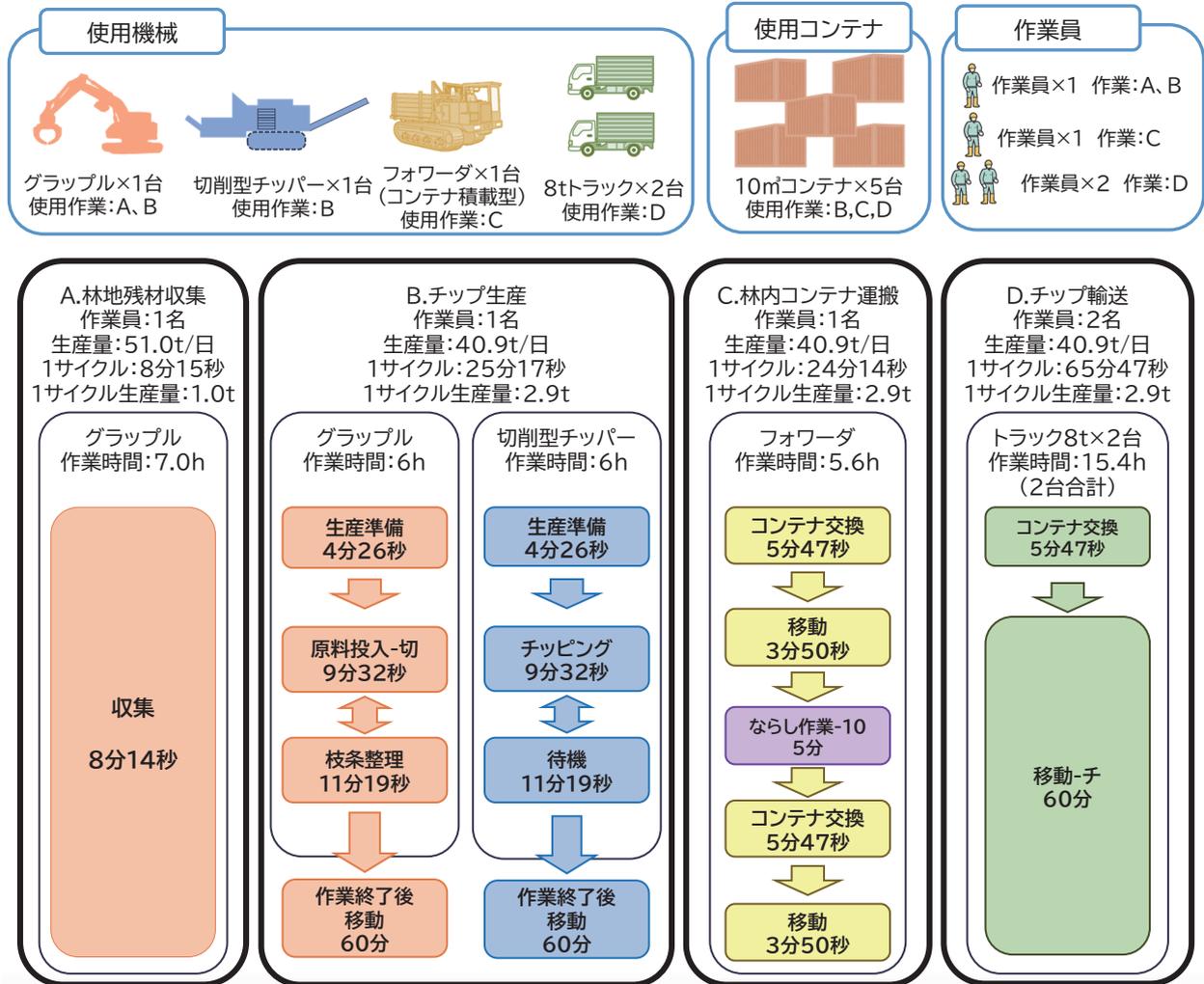
山土場からトラックでチップコンテナを輸送。その後山土場へ空コンテナ輸送。(輸送距離往復22.8km)



フォワーダによるコンテナ運搬



③作業工程パーツの組み合わせと各機械の一日あたり作業時間等

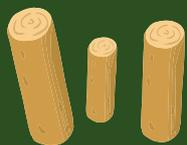


④コストの算出

	作業員		使用機械				合計	生産量 (t/日)	コスト (円/t)
	人数	人件費	使用機械	作動時間 (h)	燃料費 (円/日)	機械損料 (円/日)			
A. 林地残材収集	1	25,185	グラップル	7.0	11,284	7,980	44,449	51.0	872
B. 林地残材チップ生産	1	25,185	切削型チップパー	7.0	38,626	36,250	119,325	40.9	2,917
			グラップル	7.0	11,284	7,980			
C. 林内コンテナ運搬	1	25,185	フォワーダ	5.6	16,666	9,550	51,401	40.9	1,257
D. チップ輸送	2	50,370	トラック	15.4	16,948	33,460	106,478	40.9	2,603
			コンテナ			5,700			

パターン1のチップ生産コスト: **7,649 円/t**

※留意点: 林内のチップ運搬距離が大きくなるとコストアップになります。



林地残材の利用パターン2 ～山土場チッピング～

①利用状況の条件

チップ生産場所：山土場

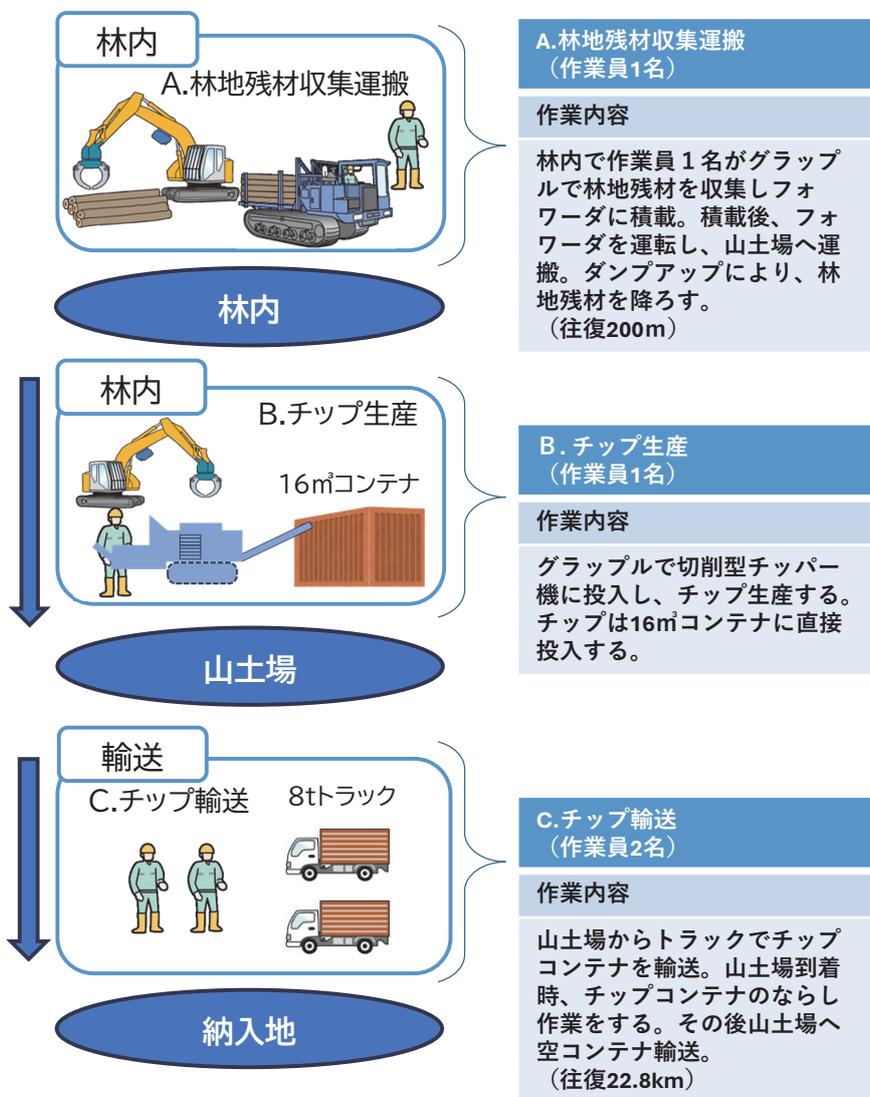
条件①：山土場でのチップ生産場所の確保

条件②：チッパーが同一山土場で最低1週間（平日5日間）稼働する

→施業地が4.8ha以上の場合

②林地残材収集システムの流れ

林内から輸送（フォワーダ）→山土場でチッピング化（チッパー）→納入地までコンテナ輸送（8t車）

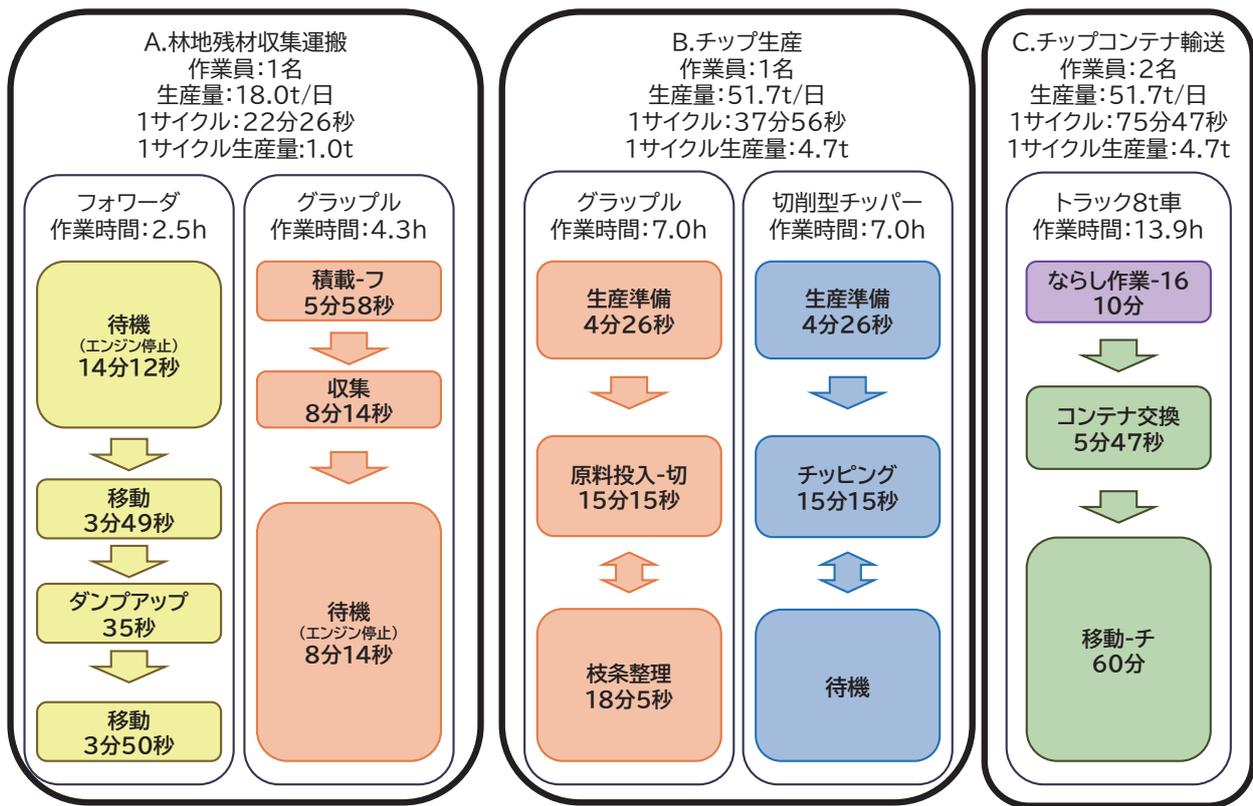
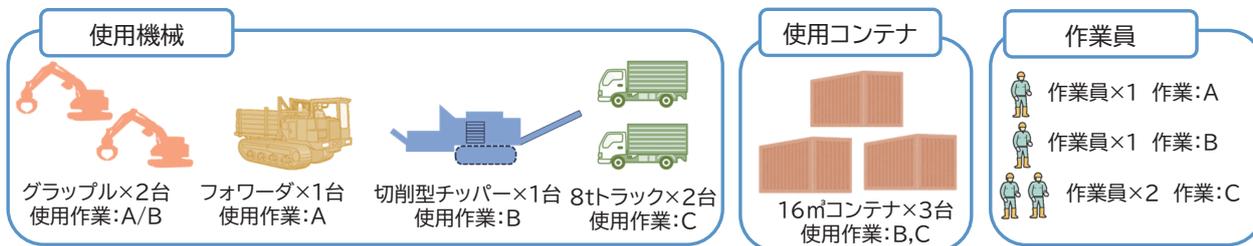


山土場でのチップ生産の様子



コンテナ設置の様子

③作業工程パーツの組み合わせと各機械の一日あたり作業時間等

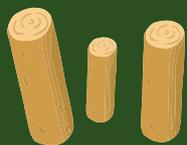


④コストの算出

	作業員		使用機械			合計	生産量(t/日)	コスト(円/t)	
	人数	人件費	使用機械	作動時間(h)	燃料費(円/日)				機械損料(円/日)
A. 林地残材収集運搬	1	25,185	グラブプル	2.5	4,030	7,980	54,767	18.0	3,043
			フォワーダ	4.3	12,797	4,775			
B. チップ生産	1	25,185	切削型チップパー	7.0	38,626	36,250	119,325	51.7	2,308
			グラブプル	7.0	11,284	7,980			
C. チップコンテナ輸送	2	50,370	トラック	13.9	15,297	33,460	106,147	51.7	2,053
			コンテナ			7,020			

パターン2のチップ生産コスト: **7,404円/t**

※留意点: 山土場での林地残材集積場所の確保によるチップパーの待機時間の縮小がコストダウンの鍵です。



林地残材の利用パターン③ ～中間土場チッピング～

①利用状況の条件

チップ生産場所：中間土場 ※中間土場とはチップ生産が可能な施業地近隣の土場

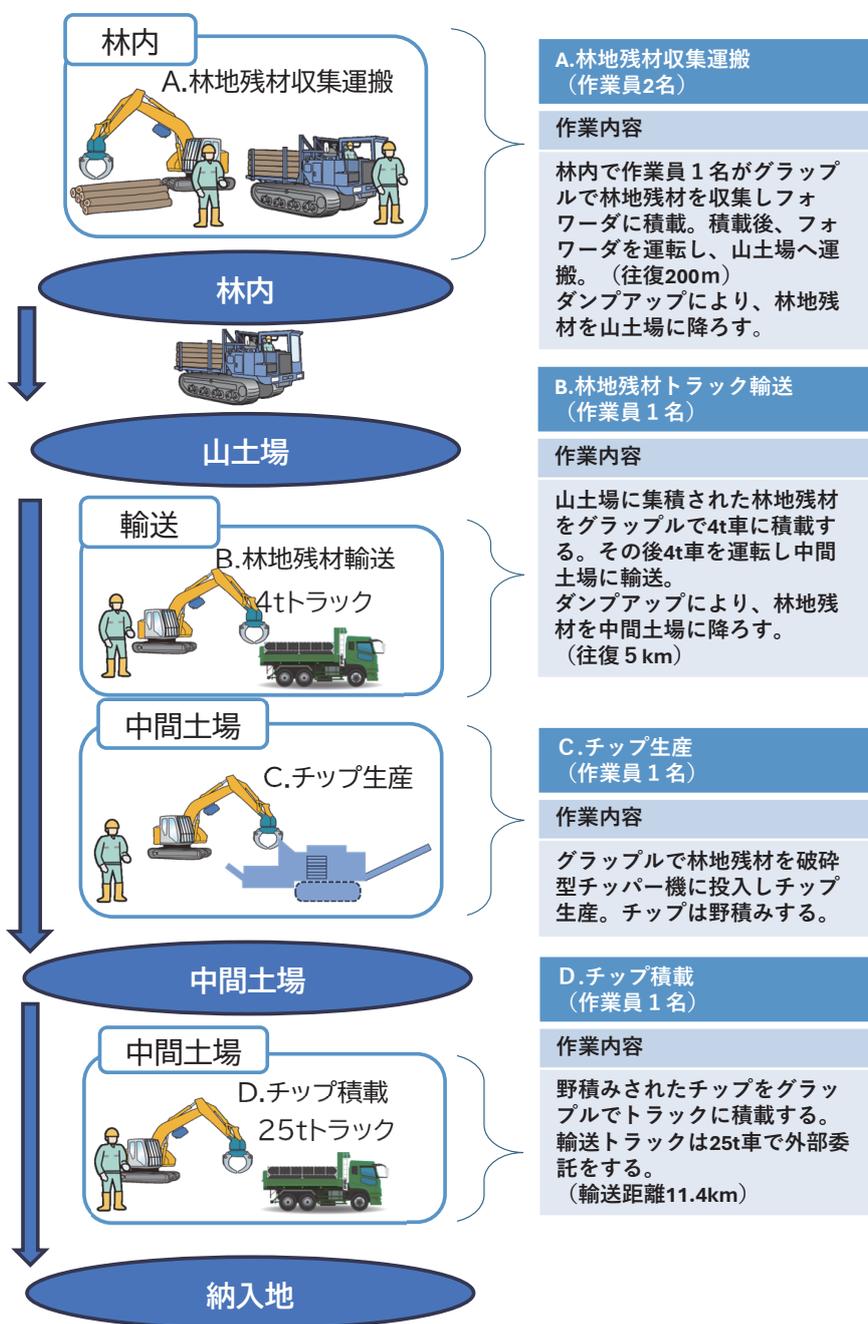
条件①：中間土場でのチップ生産場所の確保

条件②：チッパーが同一中間土場で1週間（平日5日間）稼働する。

→近隣の複数施業地の合計が7ha以上の場合

②林地残材収集システムの流れ

林内から輸送（フォワーダ・4t車）→中間土場でチップ化（チッパー）→納入地まで輸送（25t車）



A. 林地残材収集運搬
(作業員2名)

作業内容

林内で作業員1名がグラブ
ルで林地残材を収集しフォ
ワーダに積載。積載後、フォ
ワーダを運転し、山土場へ運
搬。(往復200m)
ダンプアップにより、林地残
材を山土場に降ろす。

B. 林地残材トラック輸送
(作業員1名)

作業内容

山土場に集積された林地残材
をグラブで4t車に積載す
る。その後4t車を運転し中間
土場に輸送。
ダンプアップにより、林地残
材を中間土場に降ろす。
(往復5km)

C. チップ生産
(作業員1名)

作業内容

グラブで林地残材を破碎
型チッパー機に投入しチップ
生産。チップは野積みする。

D. チップ積載
(作業員1名)

作業内容

野積みされたチップをグラッ
プルでトラックに積載する。
輸送トラックは25t車で外部委
託をする。
(輸送距離11.4km)

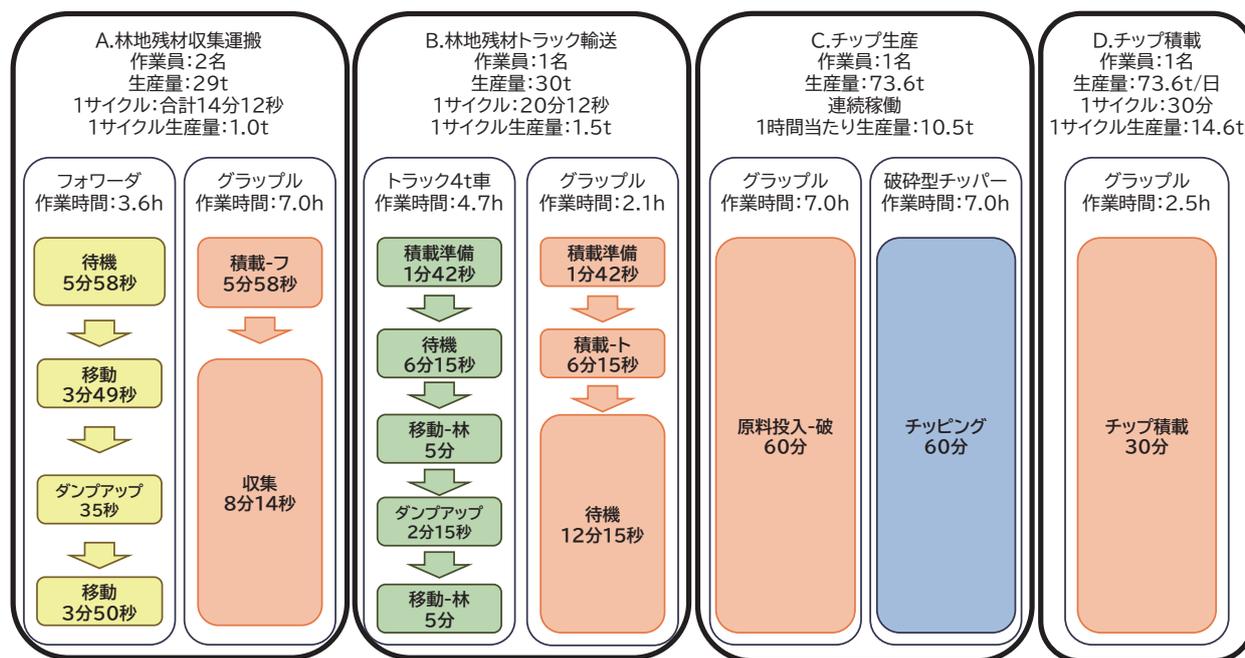
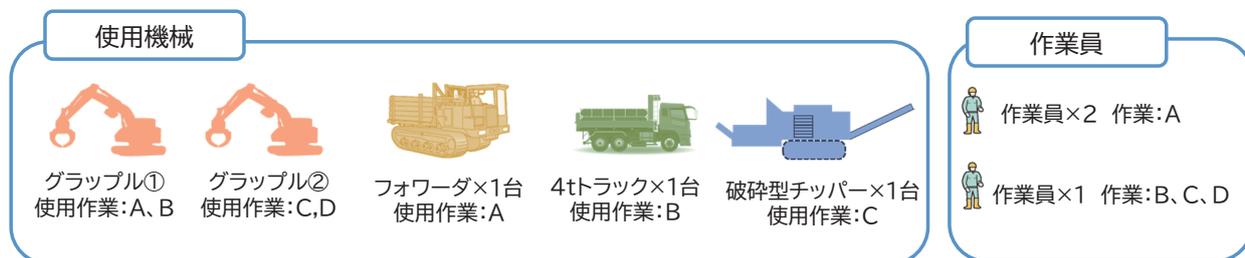


4 tトラックのダンプアップ



中間土場でのチップ生産の様子

③作業工程パーツの組み合わせと各機械の一日あたり作業時間等

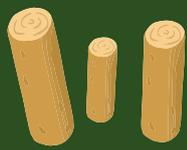


④コストの算出

	作業員		使用機械				合計	生産量 (t/日)	コスト (円/t)
	人数	人件費	使用機械	作動時間 (h)	燃料費 (円/日)	機械損料 (円/日)			
A. 林地残材 収集運搬	2	50,370	グラップル	7.0	11,284	7,980	86,829	29.0	2,994
			フォワーダ	3.6	7,645	9,550			
B. 林地残材 トラック輸送	1	25,185	グラップル	2.1	3,385	3,990	40,353	30.0	1,345
			4tトラック	4.7	3,643	4,150			
C. チップ生産	1	25,185	破碎式チップパー	7.0	52,623	28,750	125,822	73.6	1,710
			グラップル	7.0	11,284	7,980			
D. チップ積載	1	25,185	グラップル	2.5	6,859	3,990	36,034	73.6	490
トラック輸送 ※委託10km							26,730	14.6	1,831

パターン3のチップ生産コスト: **8,370 円 / t**

※留意点: 中間土場の適地の確保と林地残材のトラックによる横持ちコストの圧縮がコストダウンの鍵です。



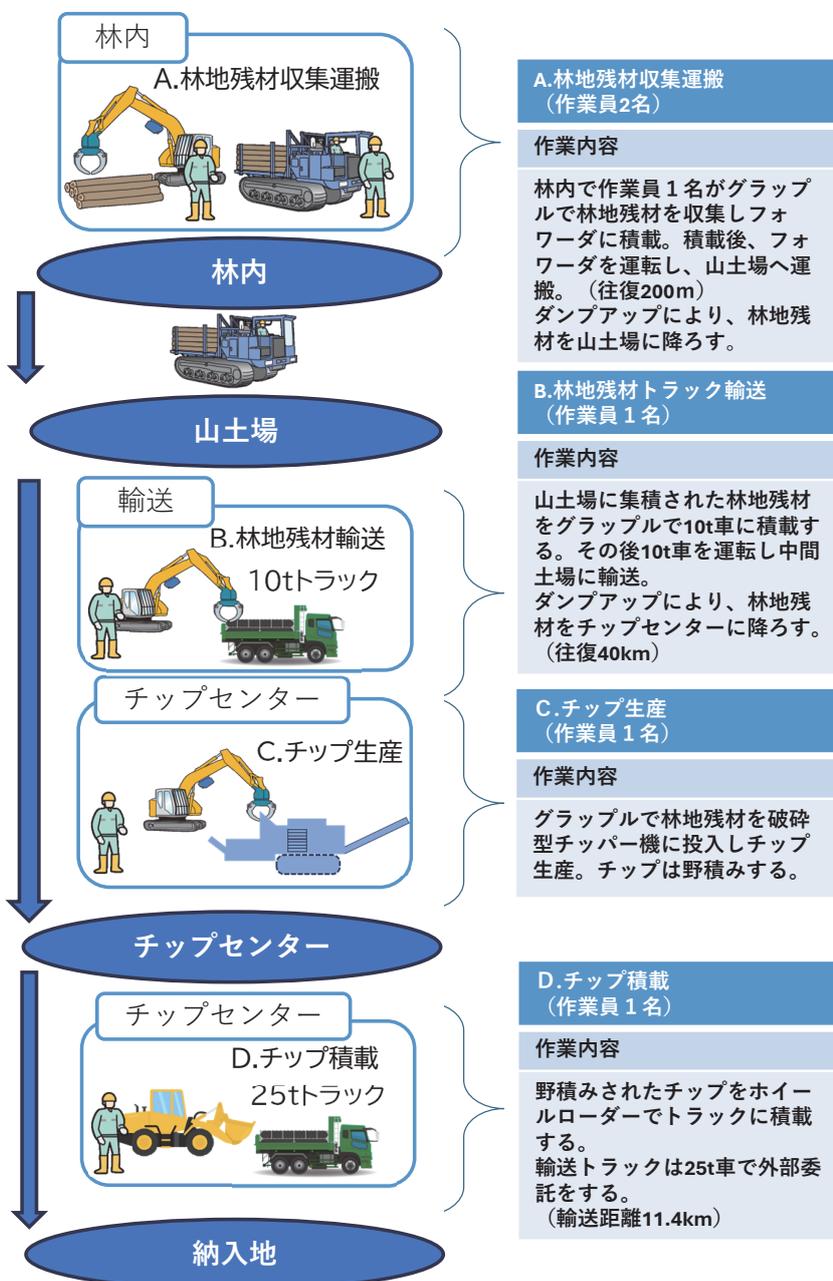
林地残材の利用パターン4 ～チップセンターチップング～

①利用状況の条件

チップ生産場所：チップセンター ※チップセンターとは林地残材を一括で収集しチップ化する作業場
条件：パターン1～4に合致しない場合

②林地残材収集システムの流れ

林内から輸送（フォワーダ・4t車）→チップセンターでチップ化（チップパー）→納入地まで輸送（25t車）



フォワーダのダンプアップ



チップセンターでのチップ生産の様子

③作業工程パーツの組み合わせと各機械の一日あたり作業時間等

使用機械



グラップル×2台
使用作業:A、B/C、D



フォワーダ×1台
使用作業:A



10tトラック×1台
使用作業:B



破砕型チップパー×1台
使用作業:C



ホイールローダー×1台
使用作業:D

作業員



作業員×2 作業:A



作業員×1 作業:B、C、D

A.林地残材収集運搬

作業員:2名
生産量:29t
1サイクル:合計14分12秒
1サイクル生産量:1.0t

フォワーダ
作業時間:3.6h

待機
5分58秒

移動
3分49秒

ダンブアップ
35秒

移動
3分50秒

グラップル
作業時間:7.0h

積載-フ
5分58秒

収集
8分14秒

B.林地残材トラック輸送

作業員:1名
生産量:18t
1サイクル:10分22秒
1サイクル生産量:4.5t

トラック10t車
作業時間:4.7h

積載準備
1分42秒

待機
6分15秒

移動-林
5分

ダンブアップ
2分15秒

移動-林
5分

グラップル
作業時間:1.4h

積載準備
1分42秒

積載-ト
18分45秒

待機
8分15秒

C.チップ生産

作業員:1名
生産量:73.6t
連続稼働
1時間当たり生産量:10.5t

グラップル
作業時間:7.0h

原料投入-破
60分

破砕型チップパー
作業時間:7.0h

チップング
60分

D.チップ積載

作業員:1名
生産量:73.6t/日
1サイクル:20分
1サイクル生産量:14.6t

ホイールローダ
作業時間:1.7h

チップ積載
20分

④コストの算出

	作業員		使用機械				合計	生産量 (t/日)	コスト (円/t)
	人数	人件費	使用機械	作動時間 (h)	燃料費 (円/日)	機械損料 (円/日)			
A.林地残材 収集運搬	2	50,370	グラップル	7.0	11,284	7,980	86,829	29.0	2,994
			フォワーダ	3.6	7,645	9,550			
B.林地残材 トラック輸送	1	25,185	グラップル	1.4	2,257	7,950	53,476	18.0	2,971
			10tトラック	5.7	8,044	10,040			
C.チップ生産	1	25,185	破砕式チップパー	7.0	52,623	28,750	125,822	73.6	1,710
			グラップル	7.0	11,284	7,980			
D.チップ積載	1	25,185	ホイールローダー	1.7	2,767	6,285	34,237	73.6	465
トラック輸送 ※委託10km							26,730	14.6	1,831

パターン4のチップ生産コスト: **9,971円/t**

※留意点: 林地残材のトラックによる横持ちコストの圧縮がコストダウンの鍵です。



このガイドブックは
林地残材の燃料材としての利用拡大を目的に実施した、
林野庁補助事業 令和6年度「林地残材等利用環境整備事業」
の結果を元に作成しました。

ガイドブックに関するお問い合わせ等については
一般社団法人日本木質バイオマスエネルギー協会にご連絡ください

〒110-0016 東京都台東区台東3丁目12番5号 クラシックビル604

TEL : 03-5817-8491

MAIL : mail@jwba.or.jp HP:<https://jwba.or.jp>