

兵庫県における低コスト木材搬出システム構築に向けて

- 調査報告書 -



平成20年3月

兵庫県立農林水産技術総合センター

森林林業技術センター

はじめに

本県の人工林の蓄積は、平成 19 年 3 月末現在、68,433 千 m^3 であり、年間 1,540 千 m^3 が増加しています。しかしながら、伐採量は平成 18 年度 157 千 m^3 と年間成長量の 1/10 とごくわずかです。一方、伐採・搬出用の高性能林業機械は、平成 16 年の風倒木処理で一機に大きく増加しました。このことから、高性能林業機械を引き続き稼働させることと、併せて成熟する人工林を低コストで伐採・搬出することが今後の持続的な林業経営と森林管理を行う上で重要であることから「兵庫県における低コスト木材搬出システム構築」のための調査を行いました。

本調査は、平成 19 年度の林業普及指導員の重点課題として林業専門技術員・森林林業専門員で構成する「全県プロジェクト（森林整備チーム）」を編成して県下 8 事業者で調査を行いました。

具体的には、皆伐・間伐現場で「立木の現存本数」、「搬出システム」、「搬出コスト」等について、ビデオカメラ撮影・工期調査、搬出材積調査、また、作業にあたった森林組合、素材生産業者への聞き取り調査を行いました。

これら集めたデータは京都大学大学院農学研究科 森林科学専攻森林利用学分野 修士課程 杉本和也さんに分析・取りまとめていただきました。また、同分野 長谷川尚史助教には調査内容・取りまとめに対して適切な指導・助言をいただき、お陰様をもちまして本書を刊行することが出来ましたことに、心よりお礼を申し上げます。

また、森林組合、素材生産業者等の皆様には「素材生産にかかる実態調査」への記入、あるいは現場での工期調査にご協力をいただきました。

ここに、厚くお礼を申し上げます。

なお、本報告書が、県内の素材生産の増加、ひいては、森林所有者への利益還元に少しでもお役に立てれば幸いです。

平成 20 年 3 月

兵庫県立農林水産技術総合センター
森林林業技術センター所長
三尾 公男

目次

はじめに.....	2
I. 現状と課題.....	4
1. 森林の概要.....	4
2. 木材価格.....	4
3. 素材生産量.....	5
4. 素材需要量.....	5
5. 高性能林業機械.....	5
6. 素材生産事業体.....	6
II. 低コスト木材搬出システム調査概要.....	9
1. 調査目的.....	9
2. 調査項目.....	9
3. コストの算出方法.....	9
4. 調査結果.....	11
III. 兵庫県での低コスト木材搬出システムの方向性.....	32
1. 林地傾斜と搬出システム.....	32
2. コストの変動に与える影響.....	33
3. 並列作業か直列作業か.....	35
4. 年間事業量.....	36
5. 長期的視点での収支予測.....	37
6. 材の売上.....	37
7. 川下の流通まで含めた低コスト化.....	37
IV. 今後の課題.....	38
1. 原価管理と作業の改善.....	38
2. リース制度.....	38
3. 林道・作業道整備.....	38
V. 参考文献.....	40
VI. コスト算出に用いた評価値.....	41

全県プロジェクト(森林整備チーム)構成員

、現状と課題

1. 森林の概要

県内の森林面積は562千haであり、その内、民有林面積は532千haと県森林面積の95%を占めており、全国第8位の広さであるが、国有林は31千haで5%と少ない。

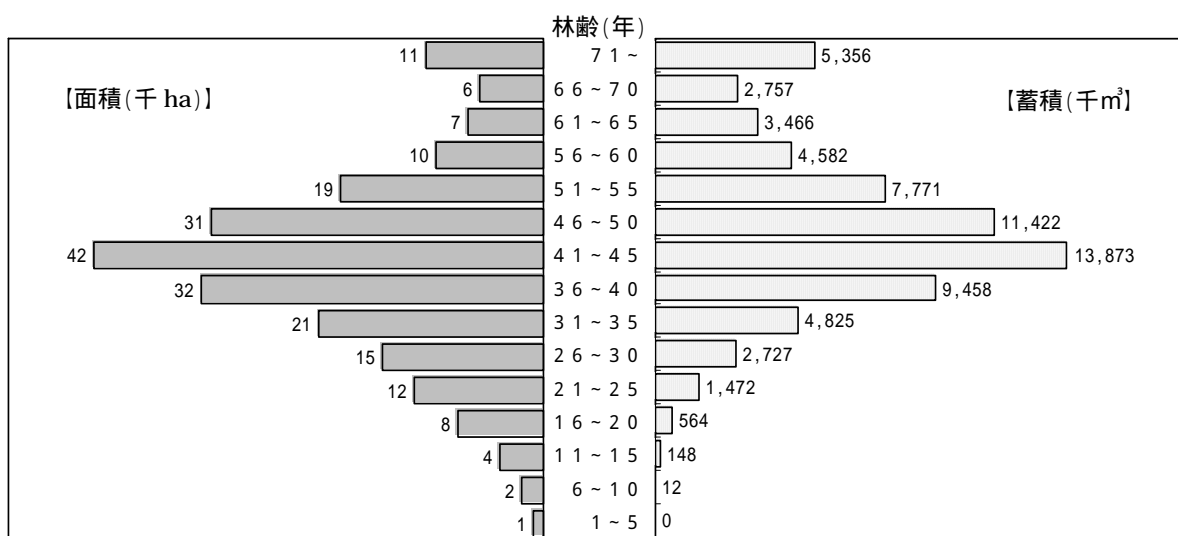
民有林の内訳では、個人有林が全体の約半分の228千haあるのに次いで慣行共有林が89千haで17%と多い。

民有林の人工林は、221千ha、人工林率は42%で全国の46%に比べて幾分低い状況にある。

このうち、間伐や枝打等の保育が必要な45年生までの森林は69%となっている。

また、人工林の蓄積(=1林木の材積)は、平成19年3月末で68,433千m³あって、1年間におよそ1,540千m³が増加しており、森林資源の充実が進んでいる。このことから、県産木材の一層の利用促進が望まれる。

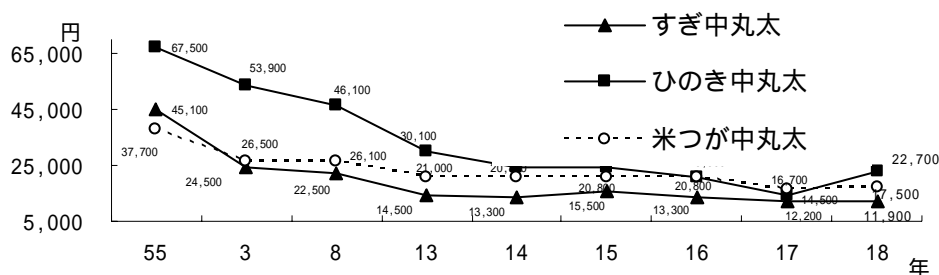
◆県内の人工林の林齢別の面積及び蓄積



2. 木材価格

昭和55年をピークに下降に転じた木材価格は、昭和62年から平成にかけては新設住宅着工の増加に伴って一時的に上昇したものの、その後再び下降に転じ、平成18年のスギ・ヒノキの価格はピーク時のそれぞれ26%、34%の水準となっている。今後、価格の高騰が期待されないことから、作業道の開設並びに高性能林業機械等による搬出コストの低減が急がれる。

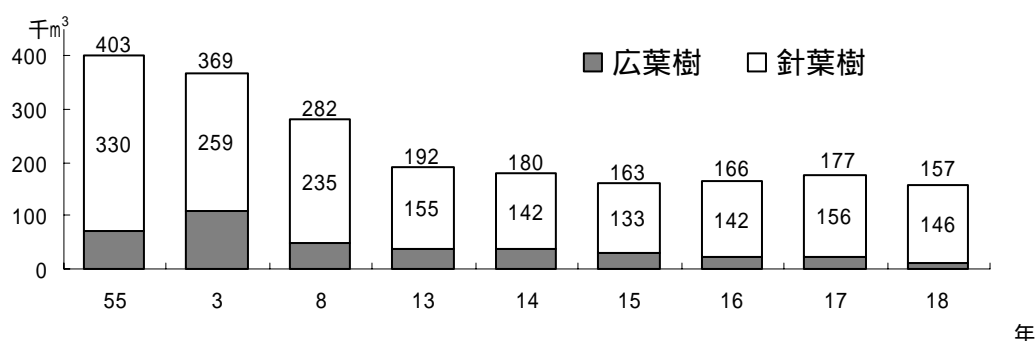
県内素材価格の推移(1m³あたりの価格) 中丸太:直径14~22cm



3. 素材生産量

本県の素材生産量は、昭和 55 年は 403 千 m^3 であったが、製品輸入の増加等により、その後、減少を続け、平成 18 年には 157 千 m^3 （昭和 55 年比 39%）となっている。しかしながら、平成 22 年度には、民間事業体によって、原木の集積から製材加工までが一体となり外材等に対して競争力を備えた「県産木材供給センター」の稼働が決定しており、現在のおおよそ倍の量の生産量が必要となる。

県内素材生産量の推移

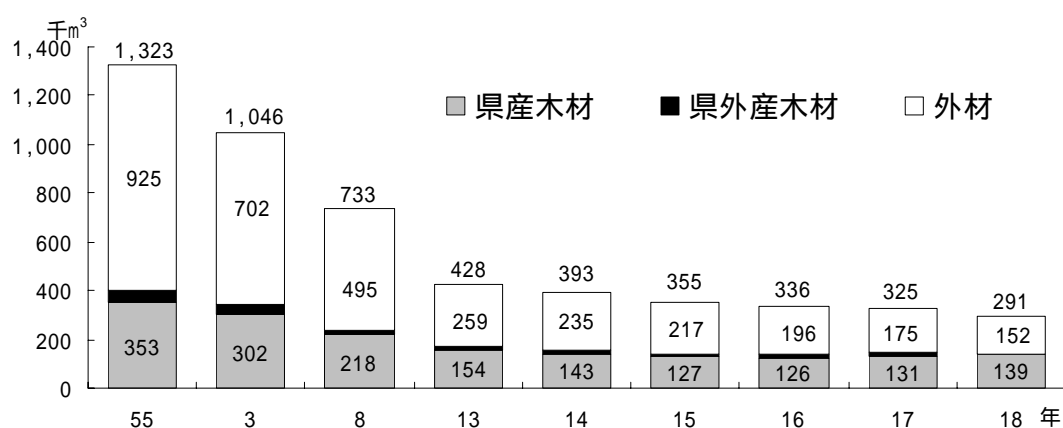


4. 素材需要量

素材（丸太）需要量は、昭和 55 年は 1,323 千 m^3 であったが、製品輸入の増加等により、その後減少を続け、平成 18 年には 291 千 m^3 （昭和 55 年比 22%）となっている。上記にも記載したように平成 22 年春には「県産木材供給センター」が稼働することから、今後需要量が大幅に増加する見込みである。

注：素材需要量：県内の製材工場等へ入荷された丸太の量

県内素材需要量の推移



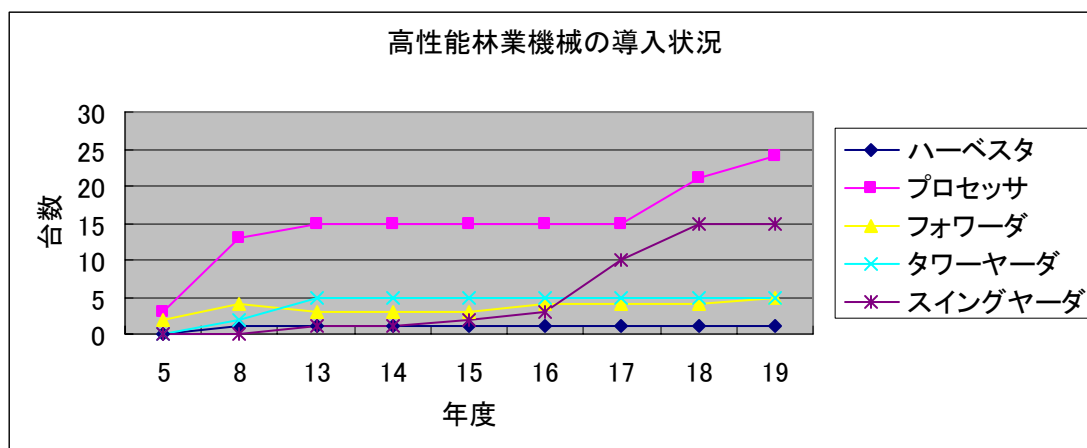
5. 高性能林業機械

高性能林業機械（スイングヤーダ、プロセッサ、フォワーダ等）の導入状況は平成 5 年度から播磨地域等を中心に導入が始まり、平成 11 年度以降横ばいで推移していたが、平成 17 年度には甚大な風倒木処理作業でスイングヤーダ等 11 台が導入され、平成 19 年末では合計 54 台となっている。今後、これら高性能林業機械の十分な稼働が望まれる。

高性能林業機械の保有状況

(単位:台)

機械名	プロセッサ	ハーバスタ	スイングヤーダ	フォワーダ	タワーヤーダ	グラップルソー	合計
森林組合	8	1	9	2	5	1	26
素材生産事業体	16	0	6	3	0	3	28
合計	24	1	15	5	5	4	54



6. 素材生産事業体

兵庫県木材業者登録条例に基づき調査された平成10年3月末現在(同条例制度の最終年度)の素材生産者数は290事業体が登録されていた。今年度、年間素材生産量が概ね500^m以上の事業体を調査したところ56事業体が確認された。素材生産量の規模の大小はあるものの平成8年当時から大幅に減少していることは明らかであると思われる。また、今回の調査では、最近の3カ年の素材生産量の平均が5,001^m以上の事業体は、わずか4事業体であった。このことから、素材生産業者の育成・確保を行っていく上からも継続して伐採現地を確保していくことが望まれる。その他調査で把握できた内容は次のとおりである。

県内の素材生産事業体の実態調査のとりまとめ結果

県内の規模別素材生産者数

区分	~500	501~1,000	1,001~3,000	3,001~5,000	5,001~10,000	10,001~	合計
事業体数	13	16	21	2	3	1	56

(注)生産量は平成16年~平成18年の3カ年の平均

地域別事業体数

県民局別	北播磨	中播磨	西播磨	但馬	丹波	合計
事業体数	6	5	23	12	10	56

事業体別

区 分	会社	森林組合	生産森林組合	個人	合計
件 数	9	11	2	34	56

従業員数

区 分 (人)	1～2	3～5	6～10	11～	合 計
事業体数	15	22	9	10	56

素材生産実績

(単位: m³)

年 度	平成16年度	平成17年度	平成18年度
素材生産量	88,800	110,000	117,300

作業種別

区 分	皆伐主体	間伐主体	皆伐・間伐	広葉樹主体	合 計
事業体数	24	20	11	1	56

搬出方法

区 分	架 線	作業道と 林内車	作業道と高性 能林業機械	合 計
事業体数	37	5	14	56

今後の伐採予定

区分	契約地あり	今後確保	未定	廃業	合計
事業体数	15	29	8	4	56

原木の搬出費用(山土場まで)

区 分	皆 伐 (円)	間 伐 (円)
スギ	6,000～10,000	6,500～13,000 (但し、ヒノキは高め)
ヒノキ		

行政への要望

- 1) 高齢林の皆伐の奨励策を講じてほしい
- 2) 所有者負担なしで森林整備をしてほしい
- 3) 山土場から木材市場までの運賃を補助制度化してほしい
- 4) 行政が中心になって積極的に施業の団地化を進めてほしい
- 5) 作業道補助金のように、架線にも補助してほしい
- 6) シカ対策をお願いしたい
- 7) 低コスト経営団地の作業道開設目標を 100m/ha にあげてほしい
- 8) 若手作業員に対する助成をお願いしたい
- 9) 素材生産業者に対する何らかの施策をお願いしたい
- 10) m³当たりの補助金体制にしてほしい
- 11) 壊れない作業道を開設できる人材を育成してほしい
- 12) 素材業者に対して林業機械の購入に対して補助金を支出してほしい
- 13) 基幹作業道に対して全額補助を支出してほしい
- 14) 12 齢級以上の山にも作業道補助金があたるようにお願いしたい
- 15) 索道技術を若手に継承していけるような制度を設置願いたい

11. 低コスト木材搬出システム調査概要

1. 調査目的

国産材資源の充実や外材価格の高騰により国産材に対する期待が高まっているが、前項で挙げた通り木材価格が大きく上昇することは期待されず、原木の低コスト搬出作業システムを確立することが急務である。また全国的に再造林放棄や、間伐等の手入れが不十分な林の増加が問題となる中、低コストでの原木搬出を行うことで森林所有者への利益還元を増やし、持続的な森林経営を目指す必要がある。

原木の搬出作業は、傾斜などの林分条件を考慮して適切な方法で行う必要がある。一般的に傾斜の大小で作業道の密度が決まり、作業道密度が低いところでは架線系の作業システム。密度が高いところでは車両系の作業システムでの搬出が行われる。今回は架線系、車両系を含め8種類の作業システムにおいて工期調査(生産性調査)を行い、その結果についての分析を行い現段階での作業の改善点および今後の作業システムの方向性についての検討を行うことを目的とする。

2. 調査項目

各作業システムについて、以下の調査を行い、搬出コスト、労働生産性を算出した。

(1) 林分調査

調査プロットを設置し、プロット内の雑木を除くすべての立木に対して、胸高直径を測定した。また数サンプルの樹高を測定し、胸高直径と樹高の関係式を作成し、プロット内の全木に対して樹高、材積の推定を行った。

(2) 時間観測調査

ビデオカメラとストップウォッチを用いて、各工程における作業時間を測定した。

(3) 搬出材積調査

各搬出システムにおける仕事量を求めるため、搬出材積を調査した。

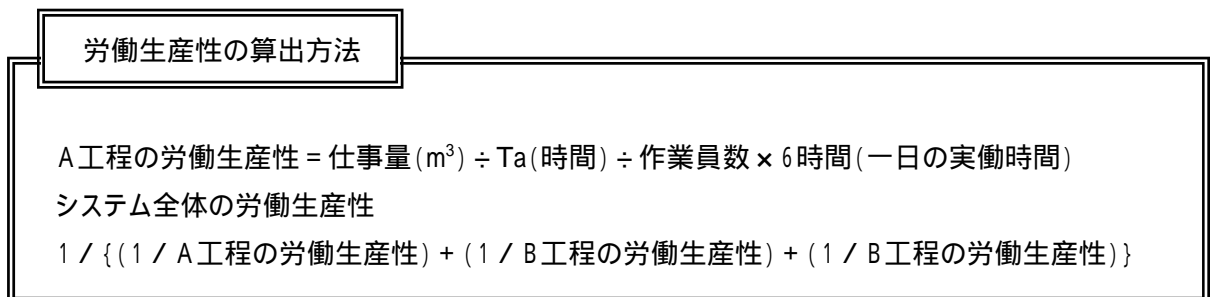
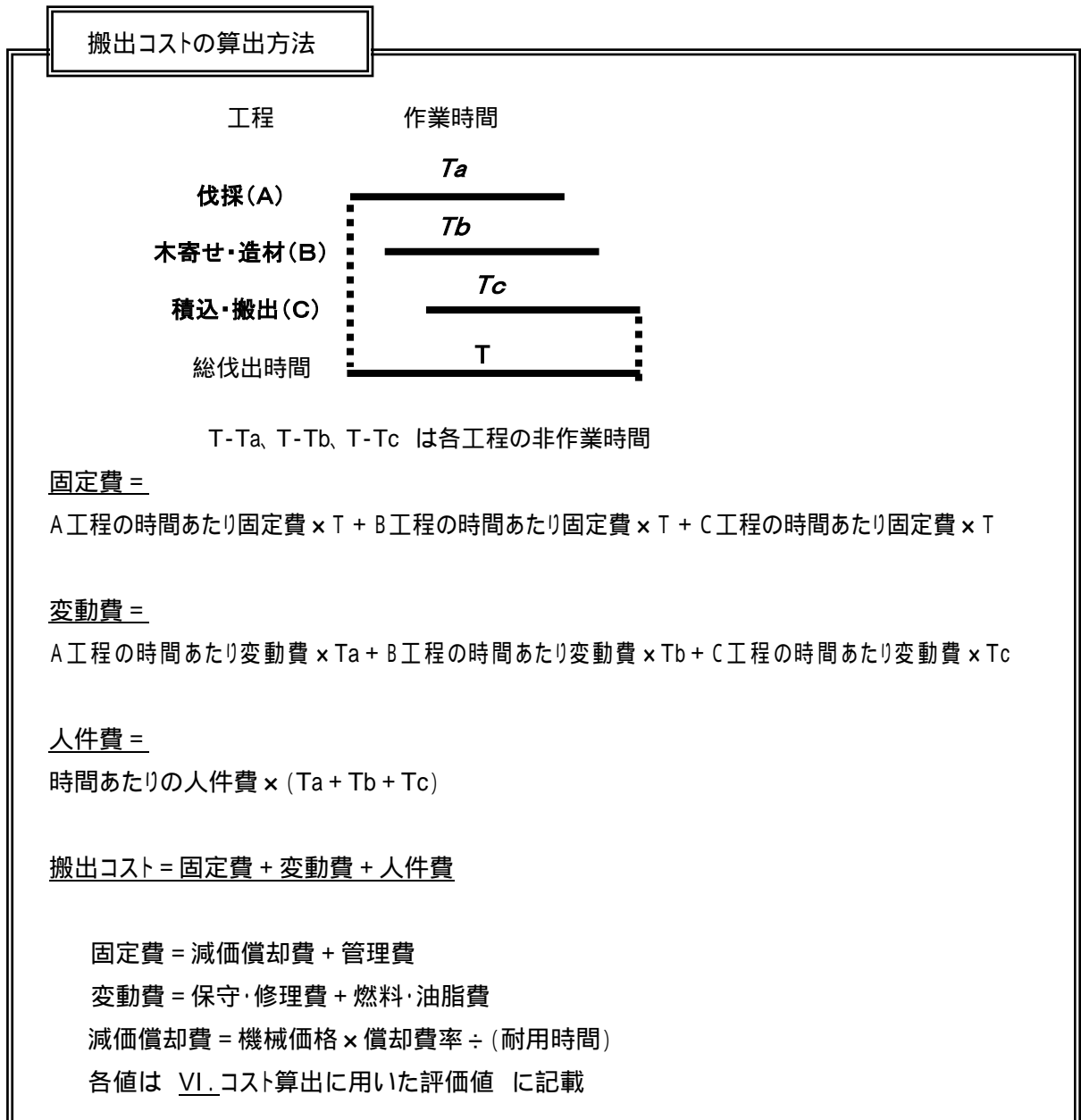
(4) 日報調査

一部の搬出システムについては作業日報による調査を行った。

3. コストの算出方法

コストの算出は「機械化のマネジメント」(全国林業改良普及協会)を参考にした。固定費については、減価償却費、管理費を、変動費については、保守・修理費、燃料・油脂費を考慮した。減価償却費については、耐用時間から時間あたりの単価を算出した。機械価格はヒアリングによる値を用いた。事業体ベースで減価償却費を考える場合には、機械を何年で償却するか決め、年間事業量より単位材積あたりの費用を求めるが、今回の調査では、搬出システムに着目するため、機械毎の減価償却費は一定とした。コストの算出方法を表 1に示す。人件費はすべて 15,000 円/日、実働時間は6時間とした。ここでの実働時間とは実際に搬出作業を行った時間で、休憩、現場までの移動、打合せ時間を除いた時間を指す。

表 1 搬出コストおよび労働生産性の算出方法



実際の経費については、今回調査した搬出作業にかかった費用のほか、作業道の開設経費、重機の回送費、事務所経費、トラックでの運搬費用、市場経費などがかかる。

4. 調査結果

(1) 従来型架線による集材作業

作業道の開設が困難な急傾斜地や林道からの作業道の延長距離が長くなる場合においては、従来型架線による搬出システムが用いられる。

事業地概要

調査箇所	伐採方法	樹種	傾斜	林齢 (年生)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	架線平均集材距離 (m)
多可町加美区山寄神	皆伐	スギ・ヒノキ	急	100	30.1	21.4	300

使用機械および搬出システム

機械種	台数	ベースマシン		作業機	
		メーカー	型式	メーカー	型式
プロセッサ	1	コマツ	PC130	イワフジ	GP-30
集材機(10PS以上)	4				
運材車(1t)	1				

工程	伐倒・枝払 チェンソー (先行伐倒)	集材 集材機	造材・極積 プロセッサ (0.45)
作業員数	2～3人	2～4人	1人

(機械の下の数字はバケット容量 単位:m³)

作業の特徴

- ダブルエンドレスタイラー方式での集材を行った
- 径級が大きくプロセッサでの処理が困難であったため、一部の木については先山でチェンソーによる枝払いを行い、全幹で集材する
- 径が小さい場合には、全木集材を行いプロセッサで枝払・造材する



写真 1 集材機(左) 先山での集材(右)

調査結果

表 2 各工程の人工数と作業時間(日)

工程	使用機械	人工数	作業時間(日)
架設		21	8
伐倒	チェンソー	9	4
準備		5	1
集材	集材機	37.5	17
造材・極積	チェンソー・プロセッサ	17	17
撤去		10	4
総人工数		99.5	
総作業時間		34日	
搬出材積		259.899m ³	

集材と造材は同時作業であり、総作業時間は各工程の作業時間の合計とは異なる

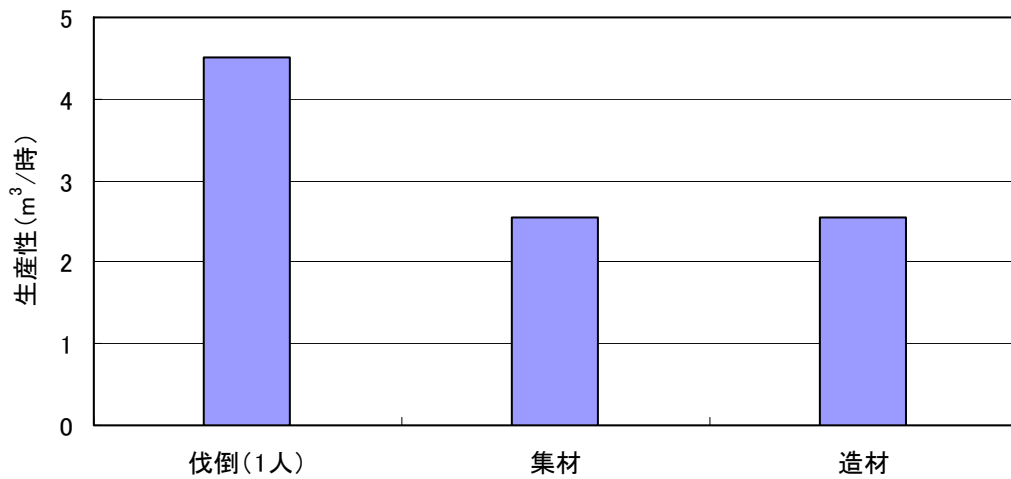


図 1 各工程の時間あたりの生産性

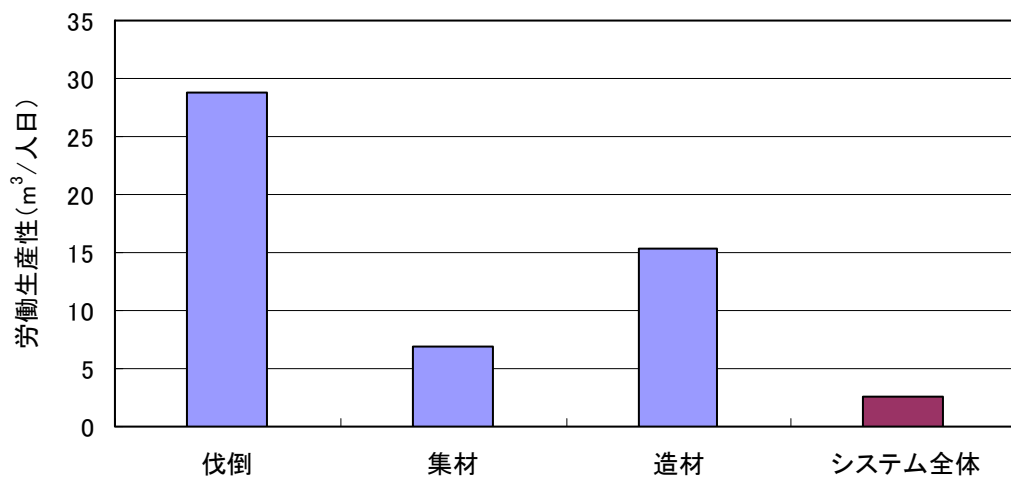
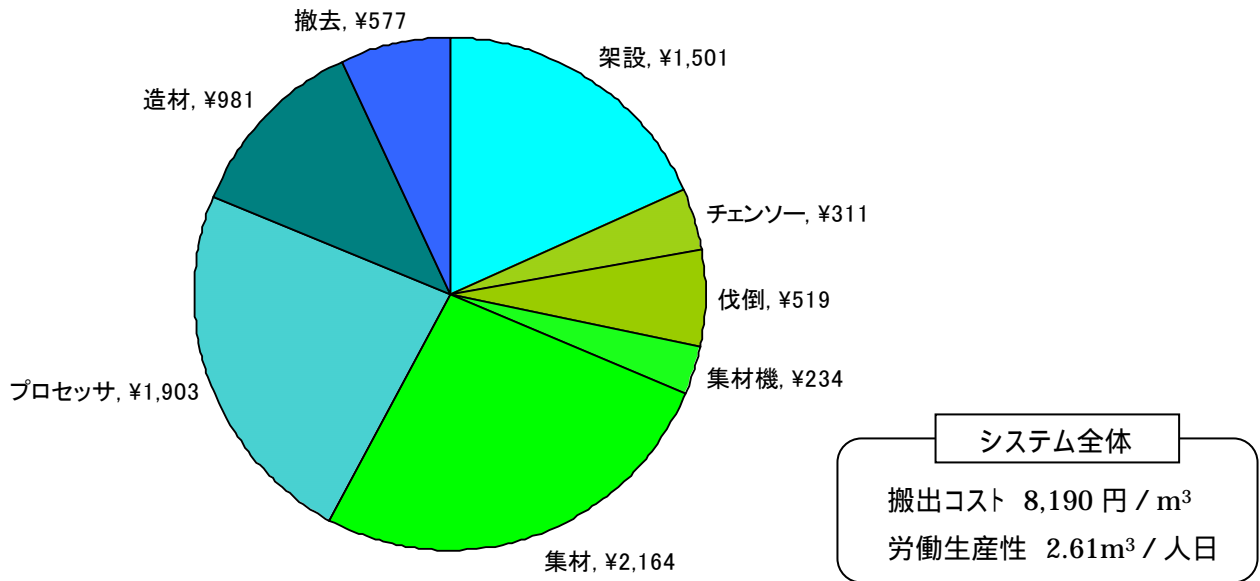


図 2 各工程の労働生産性



グラフ中の値は小数点以下を四捨五入しているため、合計値とは異なる場合がある

図 3 各工程の m³ あたりの搬出コスト (機械名が機械の固定費・変動費の合計 作業名が人件費)

架設・撤去を含めた搬出コストは 8,190 円 / m³ となった。これに仮の値として運搬費 2,000 円 / m³、市場手数料 2,000 円 / m³ を加えると、約 12,000 円 / m³ となり、現在の木材価格を考えると利益を出すのは厳しいと考えられる。ただ今回の集材面積は 0.5ha であったが、さらに集材面積が増えると m³ あたりの副作業費 (架設・撤去にかかる費用) が低くなり、搬出コストも下がる可能性がある。今回の副作業費は 2,078 円 / m³ であり、もし集材面積が 2 倍の 1ha で架設撤去の手間が今回と同じと仮定すると副作業費は半分の 1,039 円 / m³ となる。

今回使用した集材機に関しては、2t のものを用いたが、所有する集材機の中でも小さいものであり、引き出す力が比較的弱く、また架線の高さが十分確保できないなど、集材の条件は悪いと言える。

従来型架線の問題点

(ア) 架設撤去に手間がかかる

架設作業に 21 人日、撤去作業にその半分の手間を要しており、副作業費は 2,078 円 / m³ となった。集材面積にもよるが、今回の場合だとコストの 2 割以上を占めており、集材作業のコストが高い原因となっている。

(イ) プロセッサの生産性に比べて集材作業の生産性が低い

集材作業の生産性は 2.5m³/時であり、一日 6 時間稼働とすると 15m³/日である。後述のグループによる集材と組み合わせた場合のプロセッサの生産性は 50m³/日以上であるため、この搬出システムではプロセッサに待ち時間が発生してしまう。

(ウ) トラブルが多い

2日間集材作業のサイクルタイムを計測したところ、最小で11分、最大で48分であった。ばらつきが大きくなる原因として、先山での集材時に木が重なり、木が引き出せないこと、集材機の運転手からの見通しが悪いこと、土場での架線が高く材を降ろしにくいことなどが挙げられた。集材作業の生産性を高くするためには、これらのトラブルを少なくする必要がある。材の引き出しにくさなど集材機のパワーを上げることで、ある程度対応できるものもあるが、線の高さや集材機の設置場所などは地形上対応が困難な場合もあり、これらは従来型架線のデメリットと言える。またワイヤロープのトラブルにより、半日作業が中断してしまうというトラブルもあった。主索が切断されたなどのトラブルが発生した場合には、さらに長期間作業が中断する可能性がある。このような長期間のトラブルは集材コストが高くなるだけでなく、事業地全体の出材計画にも影響を及ぼす可能性があり、川下との連携を考える上では大きなデメリットといえる。

今後の発展性

今後の発展性を上記の問題点を改善していく方向で考えると、架設撤去の手間が少ない架線集材の開発が望まれる。現在の架線系の機械として、タワーヤーダや後述するスイングヤーダがあるが、前者は集材機と比較するとパワーが少なく横取りも不得意であり、スイングヤーダは集材距離100m未満と短い。

また現搬出システムで集材作業の生産性を高くするためには、トラブルを少なくするほか、集材速度を速めることや、二方向に架線を張り同時に集材するなどの方法が考えられる。

集材コストが高いことから架線集材は少なくなりつつあるが、傾斜や土質を考えると作業道の開設が困難で架線での集材が求められる場所も存在する。また作業道の延長距離が長くなると、車両系による集材よりも架線集材のほうが低コストになる場合も考えられる。最近の傾向として、架線による集材は減少傾向にあるが、風倒木処理では、作業道の開設を行わないため林地へのダメージを軽減でき、効率的な搬出も行われたということもあり、今後の架線技術を継承していくことが望まれる。

(2) スイングヤーダによる集材作業

傾斜地での搬出システムとしてスイングヤーダが用いられている。スイングヤーダとは建設用ベースマシンに集材用のウィンチを搭載したもので、アームを集材タワーとして用いる。主索を張る必要がないため、簡易に架設・撤去を行うことができる。以下二つの事例について調査を行った。

- (a) スイングヤーダ(0.45m³)による高齢林択伐
- (b) スイングヤーダ(0.25m³)による列状間伐

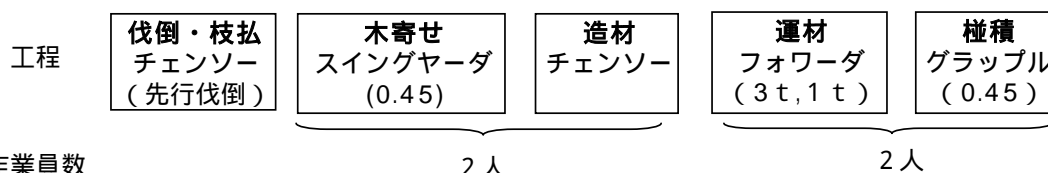
(a) スイングヤーダ(0.45m³)による高齢林択伐

事業地概要

調査箇所	伐採方法	樹種	傾斜	林齢 (年生)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	土場までの距離 (m)
香美町村岡区板仕野	高齢林択伐	スギ	緩	78	32.0	21.0	2,100

使用機械および搬出システム

機械種	台数	ベースマシン		作業機	
		メーカー	型式	メーカー	型式
スイングヤーダ	1	コマツ	PC120	コマツ	HC-30
スイングヤーダ	1	コマツ	PC120	コマツ	HC-20
フォワーダ(3t)	1	イワフジ	U-4AFW	イワフジ	C560
運材車(1t)	1				



作業の特徴

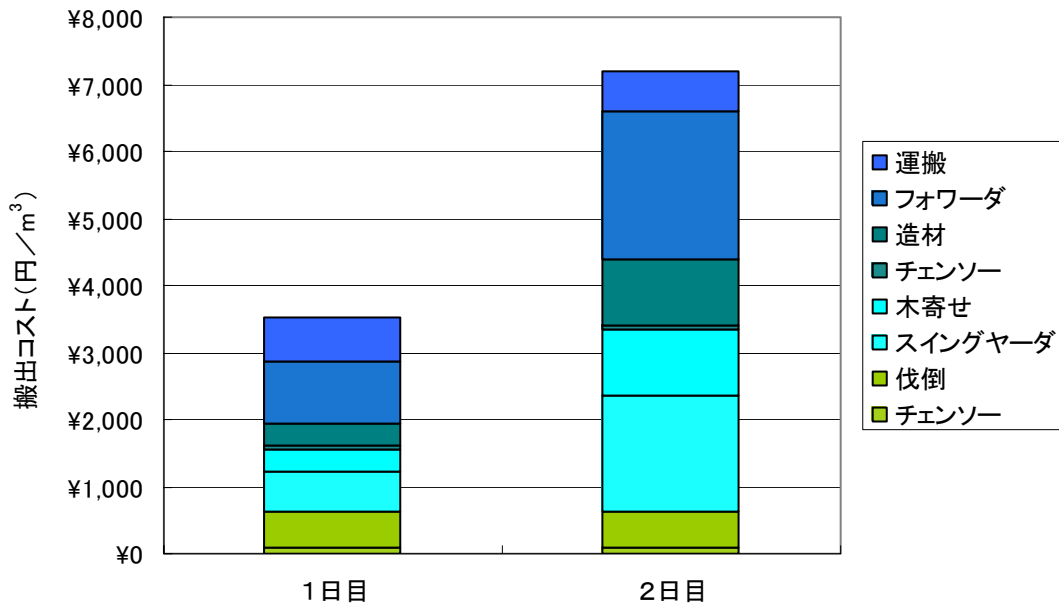
- 先行伐倒を行う
- スイングヤーダはグラップル兼用
- グラップルで木寄せできないところをスイングヤーダで木寄せする
- スイングヤーダは線を張らず、地引きで木寄せする
- フォワーダのうち1台はグラップルがないので、スイングヤーダで積込する



写真 2 スイングヤーダのウィンチで地引き集材(左) フォワーダ(右)

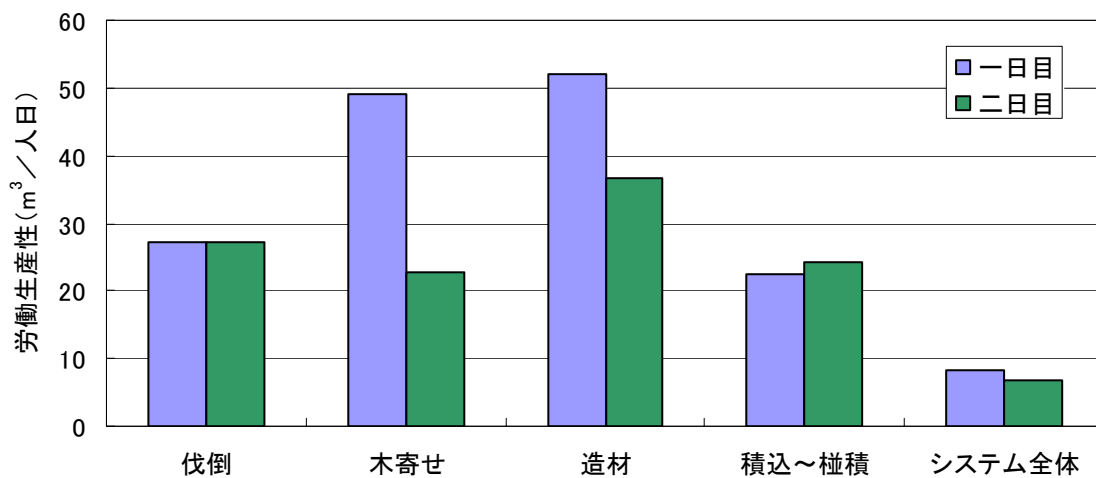
調査結果(作業日報による調査)

作業日報ではフォワーダの一日の出材量の把握のみで、各工程の生産性は把握できなかったが、各工程の一日の仕事量はフォワーダの一日の出材量と同じとして、搬出コストなどの算出を行った。また先行伐倒のため、伐倒工程の生産性の把握ができず、伐倒工程の生産性は同じ高齢級林の伐採を行った従来型架線での搬出現場の値(4.51m³/時)と同じと仮定した。作業日報は二日分を記録した。



システム全体	
一日目	二日目
搬出コスト 3,527 円 / m ³	搬出コスト 7,189 円 / m ³
労働生産性 8.24 m ³ / 人日	労働生産性 6.70m ³ / 人日
搬出材積 27m ³	搬出材積 17m ³

図 4 各工程の搬出コスト



各工程の労働生産性はフォワーダの出材量からの推定

伐倒工程の労働生産性は図 2と同じと仮定

図 5 各工程の労働生産性

作業二日目の搬出コストは一日目の倍近い値となったが、二日目は路面状況が悪化し、半日しかフォワーダが運行できず搬出材積が少なかったことが原因と考えられる。スイングヤーダの労働生産性について、推定値であり正確な値は不明であるが、一日目はグラップルでの集材であったのに対し、二日目はウィンチ作業が多く、このような差が生じた可能性が考えられた。

(b) スイングヤーダ(0.25m³)による列状間伐

事業地概要

調査箇所	伐採方法	樹種	傾斜	林齢 (年生)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	土場までの距離 (m)
宍粟市山崎町塩田	列状間伐	スギ・ヒノキ	急	38	23.9	19.1	650

使用機械および搬出システム

機械種	台数	ベースマシン		作業機	
		メーカー	型式	メーカー	型式
プロセッサ	1	イワフジ	CT500	イワフジ	GP532
スイングヤーダ	1	プロセッサと同一		イワフジ	TW202L
フォワーダ	1	及川自動車	RMF-CH	クラナブ	G20
グラップル	1	コマツ	PC60		

工程	伐倒 チェンソー	木寄せ スイングヤーダ (0.25)	造材 プロセッサ (0.25)	運材 フォワーダ (4t)
作業員数	1人	2人	1人	1人

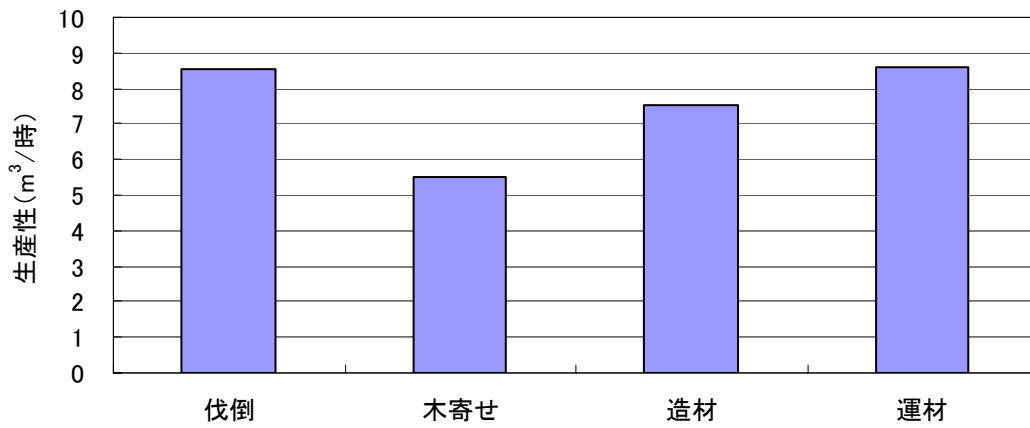
作業の特徴

- 作業員は3人
- 2残1伐の列状間伐
- スイングヤーダとプロセッサは同一のベースマシン
- したがってスイングヤーダでの木寄せが終了した後、造材を開始する
- プロセッサとグラップルで届く範囲を木寄せ、造材する
- 今回の調査ではすべて下げ荷
- グラップルでスイングヤーダの木寄せの補助を行う



写真3 スイングヤーダ兼プロセッサ(左)フォワーダ(右)

調査結果



木寄せの生産性はグラブプルによる木寄せを含む

図 6 各工程の時間あたりの生産性

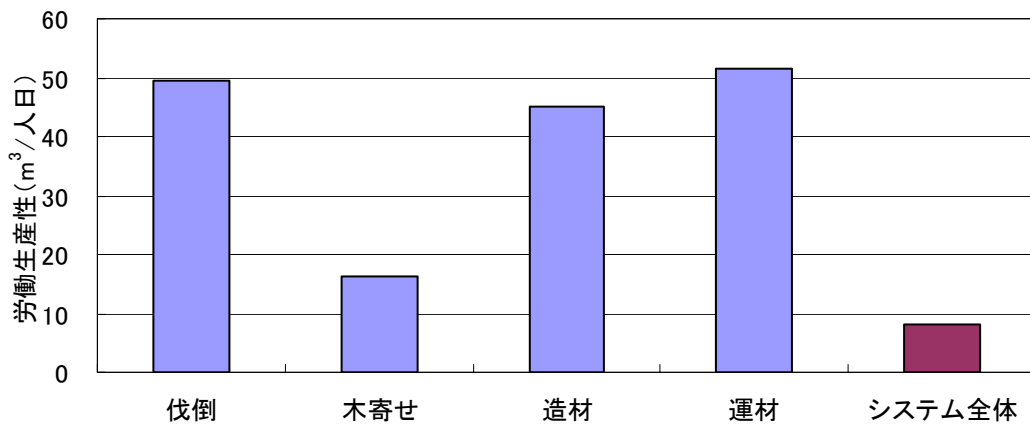


図 7 各工程の労働生産性

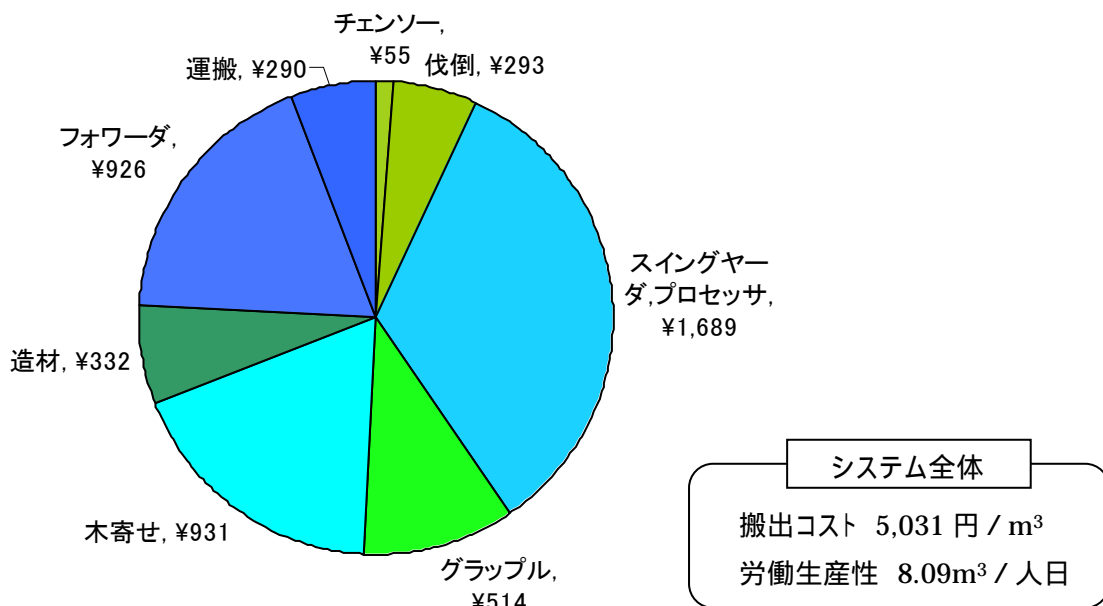


図 8 各工程の m³ あたりの搬出コスト (機械名が機械の固定費・変動費の合計 作業名が人件費)

スイングヤーダを用いた搬出システムの問題点

スイングヤーダを用いた搬出システムでは、従来型架線と比較すると搬出コストは低い結果となった。ただしスイングヤーダによる集材生産性は、プロセッサの造材生産性と比較すると低く、両機械を連携させて作業を行う場合には、プロセッサの稼働率が低下することに注意する必要がある。プロセッサの稼働率低下を防ぐ方法として、スイングヤーダを2台使用し、集材生産性を上げるという方法が考えられる。またグラップルで木寄せを行い、プロセッサの仕事量を作ってから、スイングヤーダを用いる方法も考えられる。以上のように作業の工夫次第でプロセッサの稼働率を上げ、さらにコストを下げることができると考えられる。

またスイングヤーダの場合は、集材距離が短く、地形による影響も受けるので林地を面的に集材することができないことや、間伐方法が主として列状間伐に限られることも問題点の一つである。この問題に関しては、スイングヤーダよりさらに集材距離が長く、集材能力も高いタワーヤーダの開発などが望まれる。

(3) グラップルによる集材作業

傾斜が緩い林地では、立木を道側に倒すとウィンチを使わずグラップルのアームのみで集材が可能な程度まで作業道密度を高めて集材作業を行う。今回は、以下の4作業について調査を行った。

- (a) グラップルによる集材作業(皆伐)
- (b) ロングリーチグラップルによる集材作業(間伐)
- (c) ハーベスタによる集造材作業(間伐)
- (d) グラップルと2tダンプによる集材作業(択伐作業)

(a) グラップルによる集材作業(皆伐)

事業地概要

調査箇所	伐採方法	樹種	傾斜	林齢 (年生)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	土場までの距離 (m)
宍粟市一宮町東河内	皆伐	ヒノキ	緩	47	22.6	15.9	170

使用機械および搬出システム

機械種	台数	ベースマシン		作業機	
		メーカー	型式	メーカー	型式
プロセッサ	2	コマツ	PC130	イワフジ	GP-40A
フォワーダ	2				
グラップル	4				

工程	伐倒 チェンソー	木寄せ グラップル (0.45)	造材 プロセッサ (0.45)	積込 グラップル (0.45)	運材 フォワーダ (4t)	積積 グラップル (0.25)
作業員数	2人	1人	1人	1人		

(機械の下の数字はバケット容量 単位:m³ フォワーダは積載量)

作業の特徴

- 木寄せのグラップルと積込のグラップルは同一
- グラップルで木寄せを行い作業道端に集積する
- プロセッサで集積された木を造材する



写真4 プロセッサ(左)フォワーダ(右)

調査結果

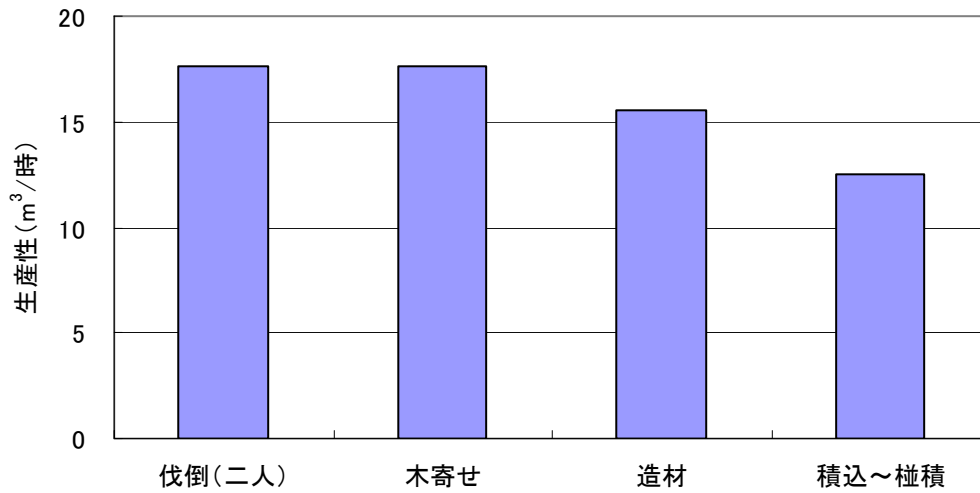


図 9 各工程の時間あたりの生産性

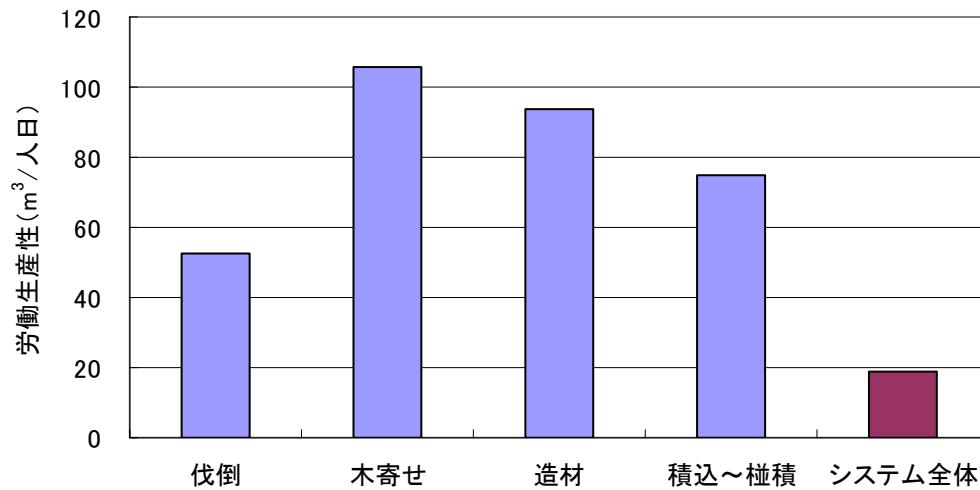


図 10 各工程の労働生産性

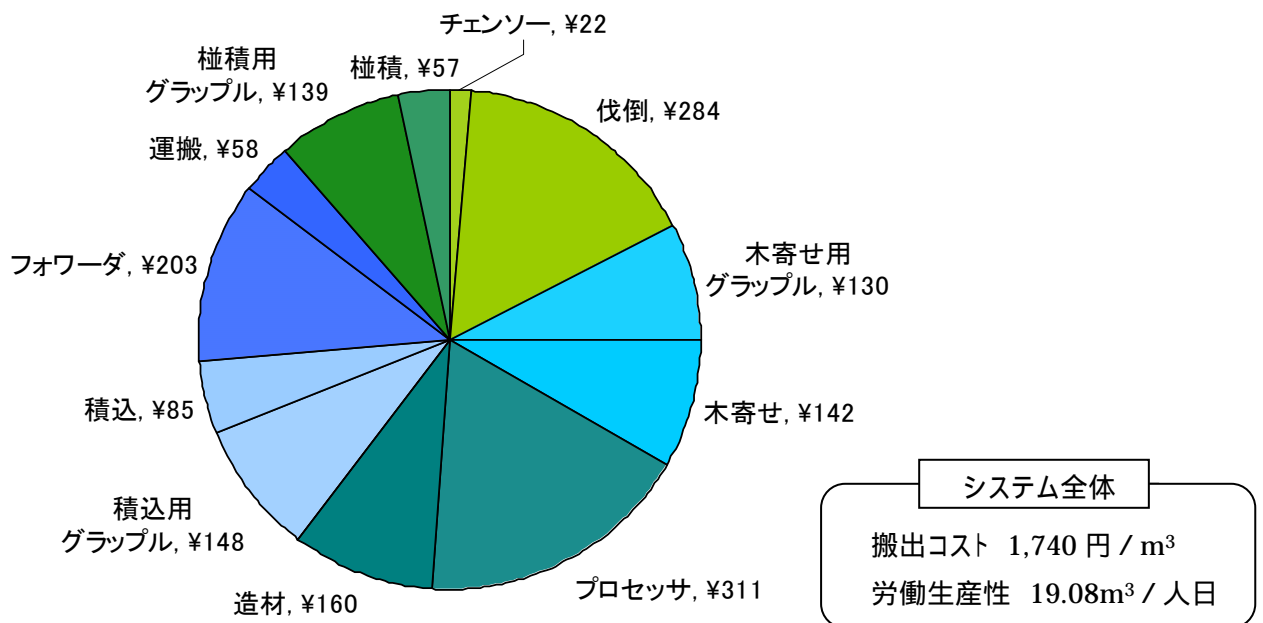


図 11 各工程の m³ あたりの搬出コスト (機械名が機械の固定費・変動費の合計 作業名が人件費)

搬出コストは 2,000 円/m³以下となり、かなり低い結果となった。伐倒(二人)、木寄せ、造材の生産性に大きな差はなく、バランスよく作業ができていたといえる。木寄せ作業の労働生産性がかなり高くなっているが、皆伐作業であり残存木に配慮する必要がなかったこと、すべてグラブルのアームが届く範囲での木寄せであり、ウィンチやワイヤーを用いた作業がなかったことが理由として挙げられる。また積込～極積に関して、今回の調査現場は土場付近での作業であったため、作業場から土場までの運搬時間が2～3分と短時間であったが、土場から遠くなった場合は今回よりも生産性は落ち、搬出コストも上がると考えられる。ヒアリングによると事業地全体の労働生産性は半分以下になるとのことであった。労働生産性が落ちる原因としては、土場からの距離が長くなるとフォワーダの生産性が落ちるため材の運搬が間に合わず、プロセッサの動きを妨げるということが挙げられた。またプロセッサなど重機の故障や、機械能力の低下なども原因として挙げられた。

(b) ロングリーチグラブによる集材作業(間伐)

事業地概要

調査箇所	伐採方法	樹種	傾斜	林齢 (年生)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	土場までの距離 (m)
宍粟市波賀町マンガ谷	列状間伐	スギ	急	47	28.2	18.5	未計測

使用機械および搬出システム

機械種	台数	ベースマシン		作業機	
		メーカー	型式	メーカー	型式
プロセッサ	1	コマツ	PC120	イワフジ	GPI-40A
スイングヤーダ	1	コマツ	PC120	イワフジ	TW252
フォワーダ	2	コマツ	U6B		
フォワーダ	1	コマツ	U4		
ロングリーチグラブ	1	コマツ	PC120	イワフジ	LG05A
グラブ	3	コマツ	PC120	イワフジ	CR400

工程	伐倒 チェーンソー	木寄せ ロングリーチ グラブ (0.45)	集材 グラブ (0.45)	造材 プロセッサ (0.45)	積込 グラブ (0.45)	運材 フォワーダ (6 t)	極積 グラブ (0.45)
作業員数	2人	1人	1人	1人	1人～2人		

(機械の下の数字はバケット容量 単位:m³ フォワーダは積載量)



写真 5 ロングリーチグラップル（左）と集材用グラップル（右）



写真 6 プロセッサ（左）と積込用グラップルおよびフォワーダ（右）

作業の特徴

- 作業道開設は集材作業と同時に行う
- グラップルで集材できない箇所は、スイングヤードでの集材を行う（調査では使用せず）
- ロングリーチグラップルでは車体中心から片側 12m の範囲の集材が可能
- 作業は並列連携作業であり、伐倒から造材までが、バケツリレー方式で作業している
- 生産性が高いプロセッサを最大限活用するため、プロセッサを固定しグラップルおよびロングリーチグラップルを用いてプロセッサまで集材する
- 今回の調査では、作業員の一人が見習い期間中ということで二人一組での伐倒作業
- 2 残 1 伐の列状間伐
- 伐倒時に作業道をはさんで反対側の立木に傷がつかないためと、木寄せ時の効率化を図るため伐倒列は作業道に垂直ではなく、斜めに設定している

調査結果

土場からの距離およびフォワーダの運搬時間は計測しておらず、フォワーダの運搬時間を往復 30 分として各値を算出した。

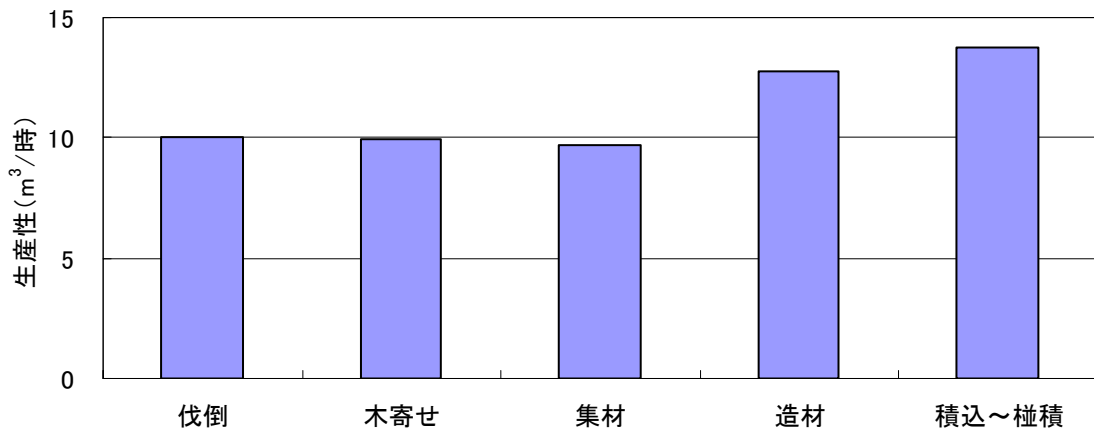


図 12 各工程の時間あたりの生産性

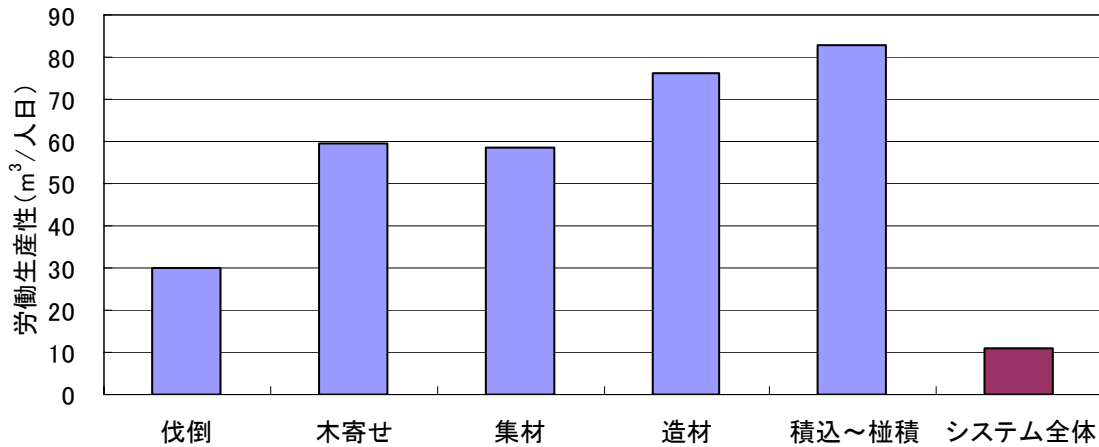


図 13 各工程の労働生産性

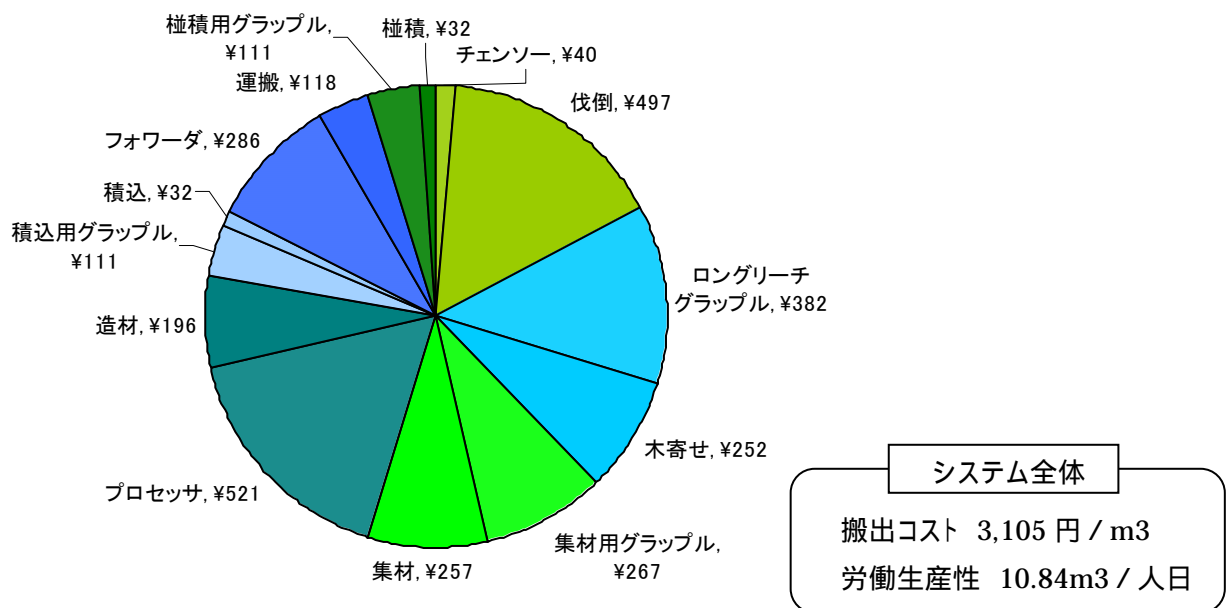


図 14 各工程の m³ あたりの搬出コスト (機械名が機械の固定費・変動費の合計 作業名が人件費)

(c) ハーベスタによる集造材作業

事業地概要

調査箇所	伐採方法	樹種	傾斜	林齢 (年生)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	土場までの距離 (m)
養父市鷓縄	列状間伐	スギ	緩	40~45	26.0	21.0	200

使用機械および搬出システム

機械種	台数	ベースマシン		作業機	
		メーカー	型式	メーカー	型式
ハーベスタ	1	コマツ	PC120	イワフジ	GPI-40T
スイングヤーダ	1	コマツ	PC78		
スイングヤーダ	1	コマツ	PC138	イワフジ	TW-302
運材車(2t)	1				

工程	伐倒 チェンソー	伐倒・造材・積込 ハーベスタ (0.45)	運材 運材車 (2t)	極積・仕分け グラップル (0.25)
作業員数	1人	1人	1人	1人

(機械の下の数字はバケット容量 単位:m³ フォワーダは積載量)

作業の特徴

- 2残1伐の列状間伐
- ハーベスタが届かないところをチェンソーで伐倒する
- フォワーダは土砂運搬用
- 造材後、ハーベスタで積込を行う
- ハーベスタで木寄せできないところでは、スイングヤーダを使用する(調査では使用せず)
- 土場でのグラップルはスイングヤーダ兼用



写真 7 ハーベスタ(左)ハーベスタを用いて運材車に積込(右)

調査結果

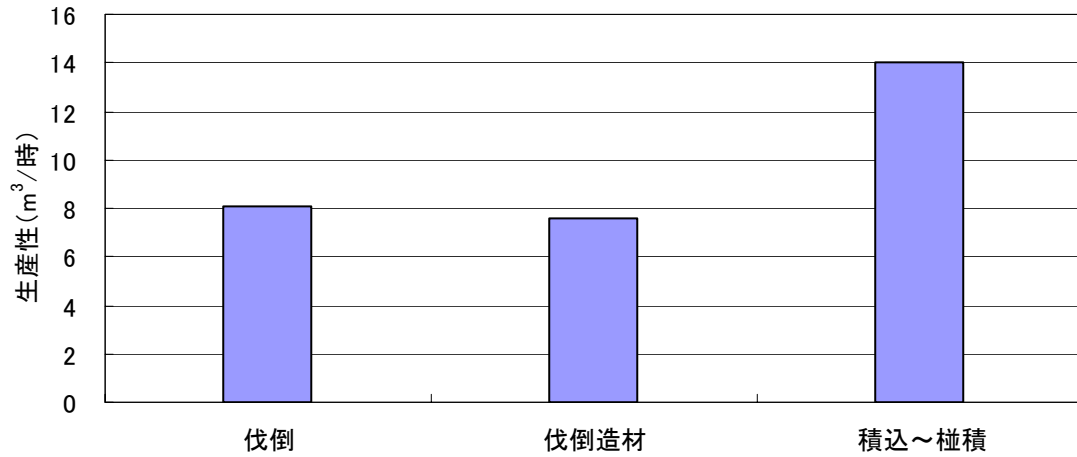


図 15 各工程の時間あたりの生産性

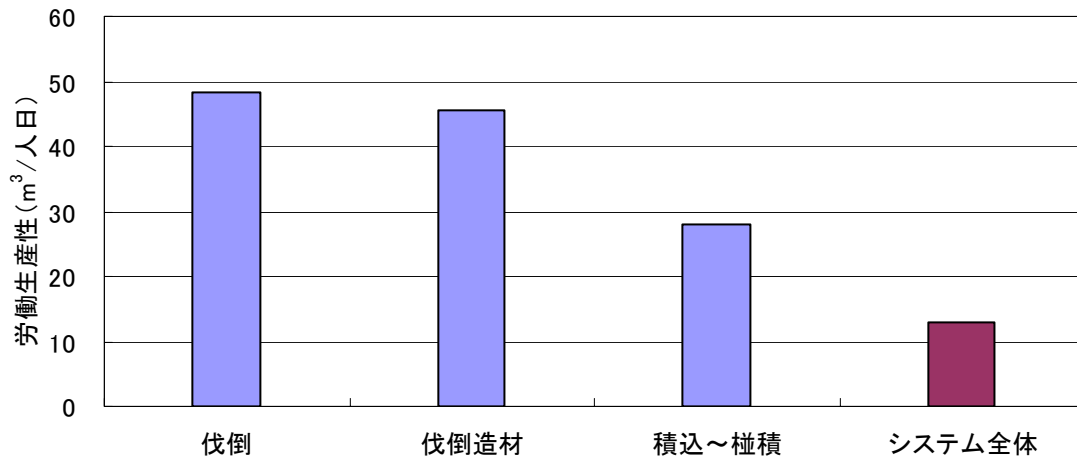


図 16 各工程の労働生産性

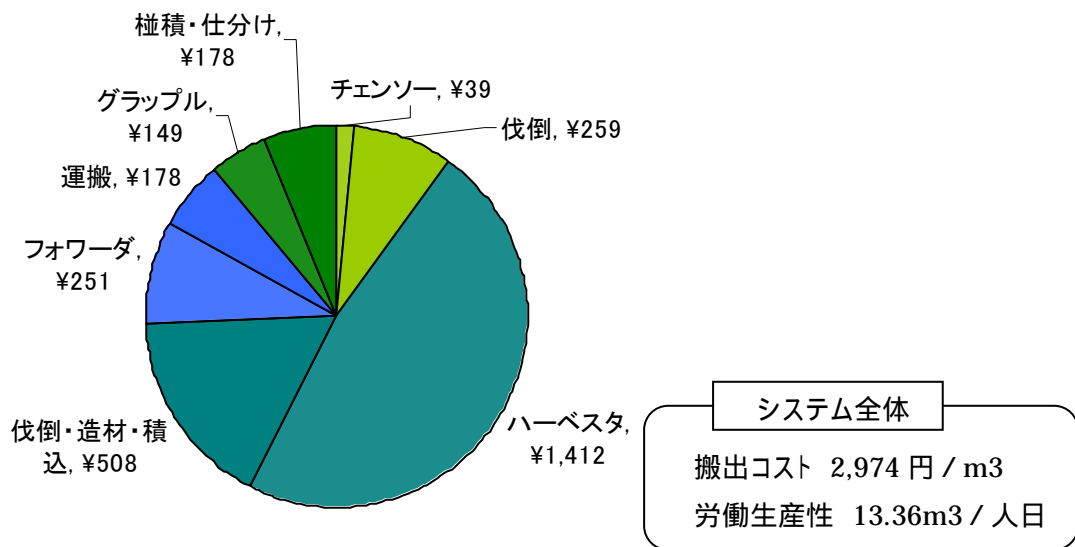


図 17 各工程の m³ あたりの搬出コスト (機械名が機械の固定費・変動費の合計 作業名が人件費)

(d) グラップルと2tダンプによる集材作業(択伐)

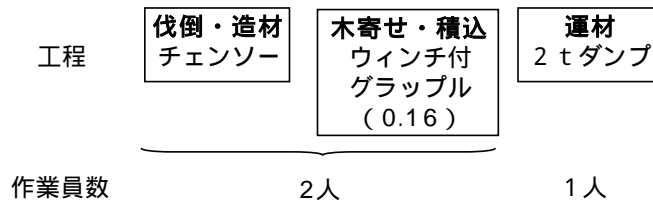
事業地概要

調査箇所	伐採方法	樹種	傾斜	林齢 (年生)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	土場までの距離 (m)
神河郡神河町作畑	高齢林択伐	スギ	急	70	33.8	20.7	2,500

作業現場から作業道入口までの距離は 1,400m

使用機械および搬出システム

機械種	台数	ベースマシン		作業機	
		メーカー	型式	メーカー	型式
グラップル	1	コマツ	PC50uu		
2tダンプ	1				



作業の特徴

- 丸太組や敷砂利で路面処理を施し 2 t ダンプの通行が可能な作業道を開設
- 作業員は 2 人
- バケット容量 0.16m³ (5 t クラス) の小型後方小旋回グラップルを使用
- グラップルに付けたウィンチで木を引っ張りながら、チェーンソーで伐倒する
- グラップルやウィンチで木寄せし、2 t ダンプへの積込を行う



写真 8 小型グラップルでの木寄せ(左) 2 t ダンプでの搬出(右)

調査結果

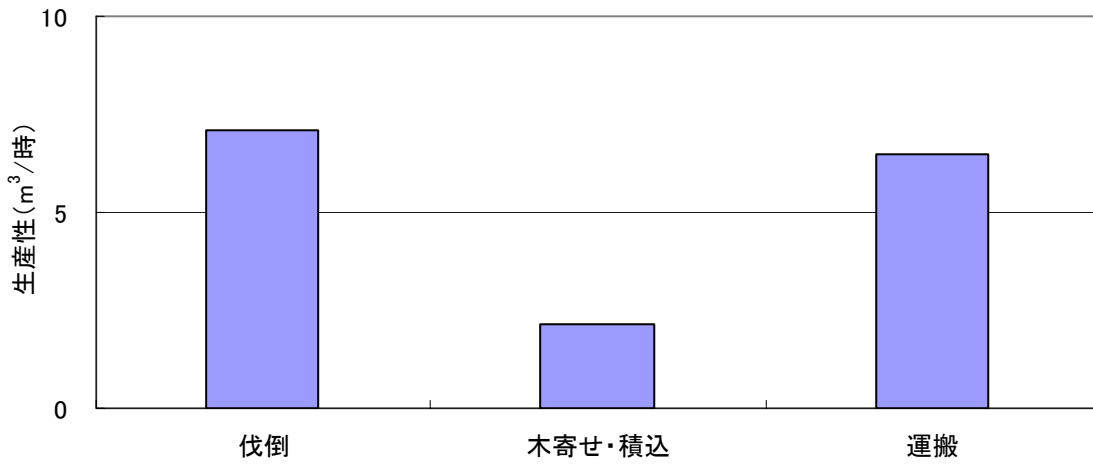


図 18 各工程の時間あたりの生産性

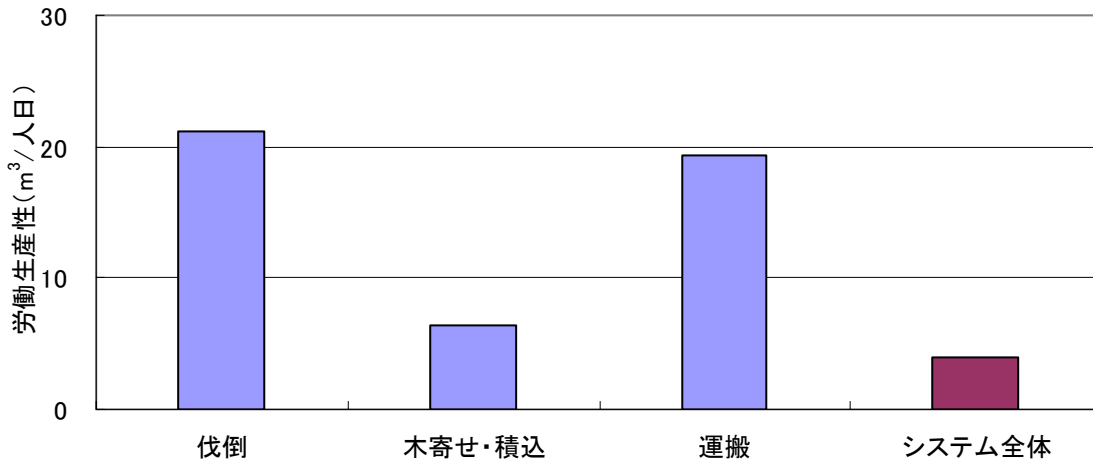


図 19 各工程の労働生産性

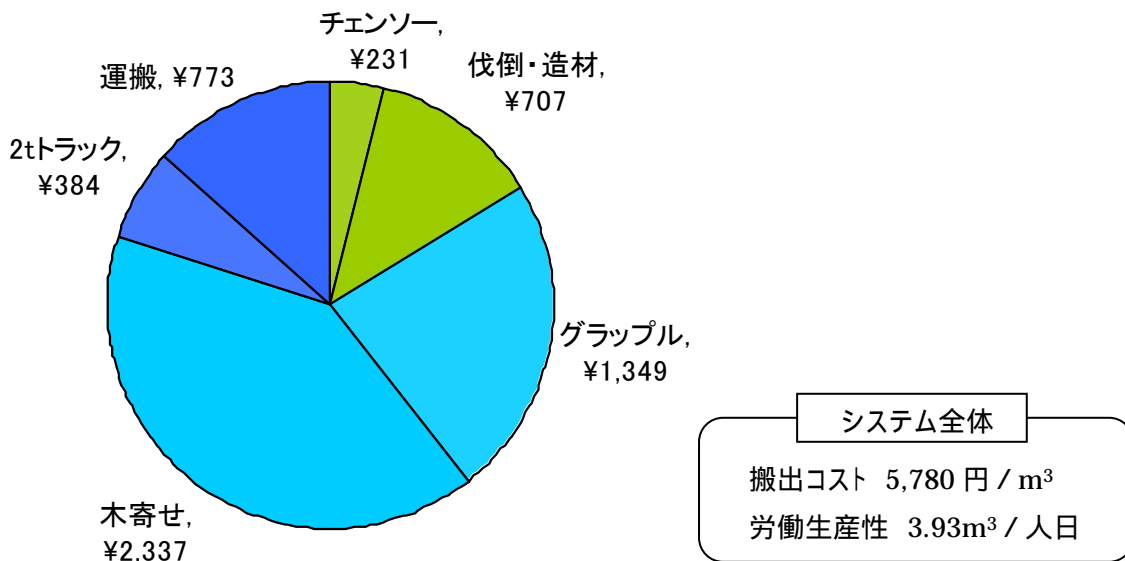


図 20 各工程の m³あたりの搬出コスト（機械名が機械の固定費・変動費の合計 作業名が人件費）

グラップルを用いた搬出システムのまとめ

グラップルによる集材作業行った4作業のいずれにおいても、低コストでの搬出が出来ていたといえる。皆伐現場とハーベスタによる間伐を行った現場では、土場から近いこともあり搬出コストは2,000円未満となった。また調査自体が数時間と短く、一日中同様の作業を行っていた場合の搬出コストであり、実際の作業では、道の枝条処理や、工程間の生産性のずれによる人員配置や機械配置の変更があり、搬出コストはもう少し高くなると考えられる。

グラップルを用いた搬出システムの問題点

(ア) 工程管理が必要

列状間伐を行った現場では、同時に複数の機械が並列作業を行う搬出システムであり、遅れている工程(ボトルネックとなる工程)を把握することが容易であるが、各工程が離れて作業する搬出システムでも、各工程での生産性を把握し、全体でバランスが取れているかどうか検討する必要がある。今回は1日未満の短時間での調査であったが、もし各工程間のバランスが取れているならば、事業地全体の搬出コストにおいても、この調査結果と同じ搬出コストになると考えられる。

(イ) 作業道の開設技術の向上

今回は作業道の開設工程についての調査は行っていないが、当然作業道の開設コストも搬出コストに含まれる。作業道は、傾斜や土質に合わせて構造物を入れるなど適切な処置をしないと崩壊する危険性がある。丸太組などの構造物を入れるとコストが高くなるが、道が崩壊してしまうと林地環境へのダメージが大きく、復旧も困難である。最終的に作業道の補修に多額の費用がかかるということにもなりかねないので、開設にあたっては崩れないようにすることを第一に考えるべきである。そのため開設技術の向上が望まれる。

(4) 林内作業車による集材作業

事業地概要

調査箇所	伐採方法	樹種	傾斜	林齢 (年生)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	土場までの距離 (m)
丹波市山南町玉巻	択伐	スギ・ヒノキ	緩	50	25.2	18.6	300

使用機械および搬出システム

機械種	台数	ベースマシン		作業機	
		メーカー	型式	メーカー	型式
プロセッサ	1	イワフジ	CT500	イワフジ	GP532
林内車	1				
運材車	1				
グラップル	1				

工程	伐倒 チェーンソー	木寄せ 林内作業車	造材・積込 プロセッサ (0.25)	運材 運材車・林内作業車 (1t)	極積 グラップル
----	--------------	--------------	--------------------------	-------------------------	-------------

作業員数 2人 2人 1人 2人

作業の特徴

- 伐倒はチルホールを用いて二人一組で行う
- 切り捨て間伐も同時に行う
- 林内作業車は木寄せが終了すると、運材を行う
- プロセッサが届く範囲の伐倒木は、林内作業車を用いずプロセッサにより木寄せを行う

調査結果

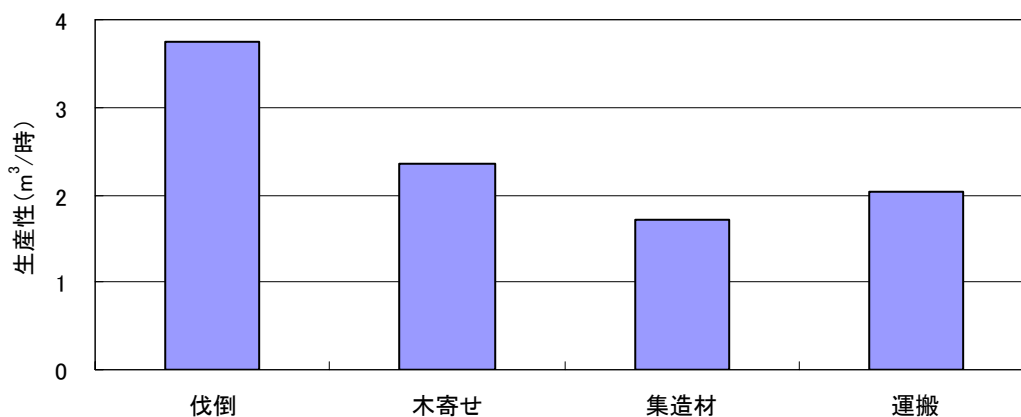


図 21 各工程の時間あたりの生産性

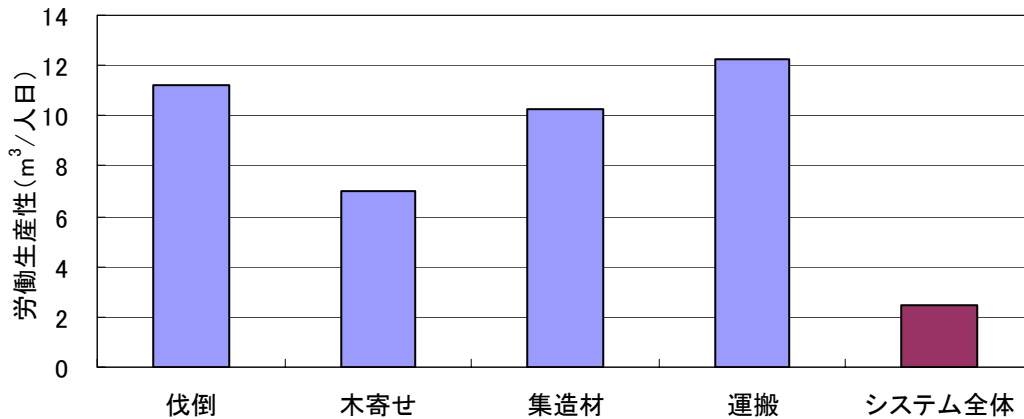


図 22 各工程の労働生産性

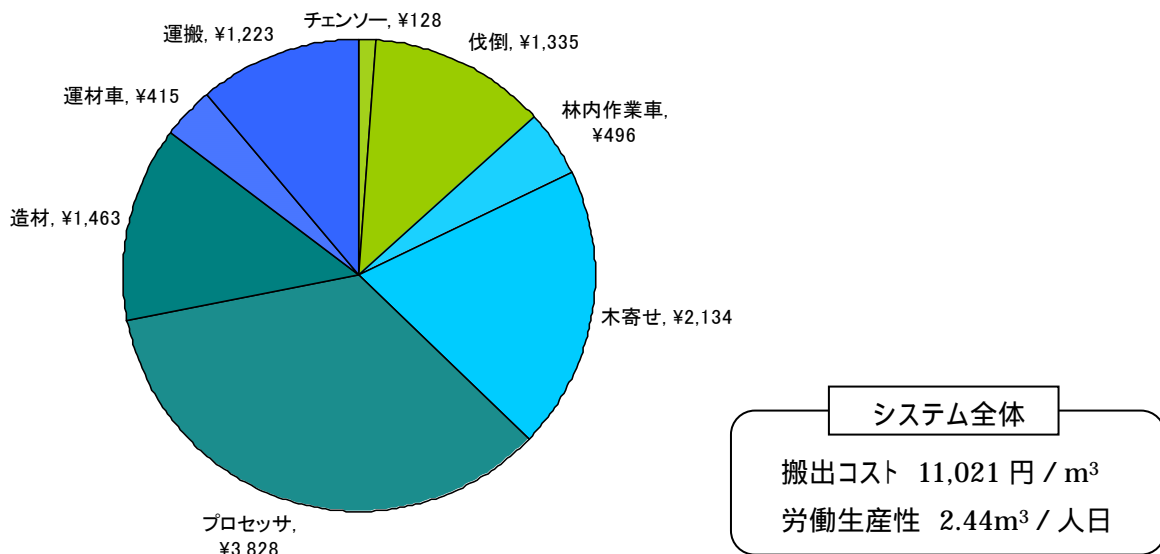


図 23 各工程の m³ あたりの搬出コスト (機械名が機械の固定費・変動費の合計 作業名が人件費)

グラップル集材(図 10,図 13)などと比較すると、どの工程も労働生産性が低い。まず伐倒については、ヒノキが多くチルホールを用いて二人一組での作業であったこと、伐り捨て間伐も行ったことにより、低くなったと考えられる。木寄せについては、林内作業車の集材能力が低いことが考えられる。また伐倒・木寄せの時間あたりの生産性が低いことにより、材がプロセッサに集まらず、造材の生産性も低くなった。プロセッサの償却費は高いので、その稼働率が低下することにより、m³ あたりのプロセッサの機械費が高くなった。今後、プロセッサ中心の搬出システムに転換するなどプロセッサの稼働率を高めるための作業の改善が必要である。

林内作業車を用いた搬出システムのまとめ

集材能力の低い林内作業車とプロセッサを組み合わせため、搬出コストが高くなった。林内作業車のメリットは、少人数での作業が可能なこと、現場への回送が簡易なこと、と考えられる。林内作業車とチェンソーのみによる搬出システムだと、プロセッサの償却費がかからず、より低コストでの作業が可能になると考えられる。

III. 兵庫県での低コスト木材搬出システムの方向性

1. 林地傾斜と搬出システム

今回の調査を元に、傾斜別に適切な搬出システムを考察する。

緩傾斜地(25度以下)

林内走行が可能であるため、ハーベスタが直接林内に進入し、伐木～造材を行い、フォワーダで材を集積していくという搬出システムが考えられる。北欧では、この搬出システムで1,000円台/m³という伐出コストが実現されているが、生産性が高くハーベスタで15,000～80,000m³の事業量を確保する必要がある(尾張 2007)。県内では、これだけの事業量を林内走行が可能な林地で確保するのは難しく、以下路網を組み合わせた搬出システムが中心になると考えられる。

傾斜地(25度～35度)

35度以下の傾斜地では、高密度に作業道を開設し、複数の重機による搬出システムが考えられる。今回は4種類の搬出システムについて調査したが、作業道の種類により、クローラタイプの重機による搬出システム3種類と、2tダンプによる搬出システム1種類に大別される。

まずクローラタイプの重機による搬出システムでは、グラップル、プロセッサ、フォワーダなど複数の重機の組み合わせによる作業となる。木を倒すと道から掴める程度まで作業道密度を高めるためウィンチ作業が不要となり集材作業の生産性は高くなる。しかし生産性の異なる機械を複数組み合わせで使用する場合は、ボトルネックとなる工程(一番生産性の低い工程)の生産性に全体の生産性が引きずられるので、どの工程がボトルネックになっているのかを把握し、作業の改善に向けて工程の管理を行う必要がある。

2tダンプによる搬出システムでは、集材作業に先立ち、ホイール系の車両が通行可能な作業道を開設する。高密度に作業道を開設することで集材コストが低下するほか、2tダンプによる通行が可能のためフォワーダからトラックへの積み替え作業が不要となるため、作業時間の短縮が可能である。今回調査したシステムでは、2人作業でチェンソーとグラップルで伐木～積込までを行っており、クローラタイプの重機による搬出システムのように一日30～40m³の材を搬出することはできないが、運搬費用まで含めて5,000円/m³程度(積み降ろし地点までの距離2.5km)で出材することが可能であった。また、使用する重機もグラップル1台と少なく重機の回送費や償却費が比較的小さいため、短期集中的に施業を行うのではなく、ICタグなどによる単木管理と組み合わせ、注文を受けてから伐木～搬出を行うことも可能と考えられる。もちろんその場合には、長期的に見て大雨などの災害に耐えうる作業道を開設することで必要である。

また作業道開設における注意点として、200m/ha程度の高密度路網を開設し、伐開幅を5m程度とすると、林地の1割が皆伐と同じ状態になるため、2残1伐の列状間伐を行うと4割近い間伐率となる。作業道を開設する場合は、その点にも留意する必要がある。

急傾斜地

高密度の作業道開設が困難な場所では、スイングヤーダでの集材が考えられる。スイングヤーダでの集材を行う場合、プロセッサと組み合わせると、スイングヤーダの生産性が低いのでプロセッサの稼働率が低下し、搬出コストが上がるため、作業の改善が必要である。また集材距離が短く面的に集

材できない、間伐方法が列状間伐に限られるというデメリットもあり、今後の機械開発が望まれる。

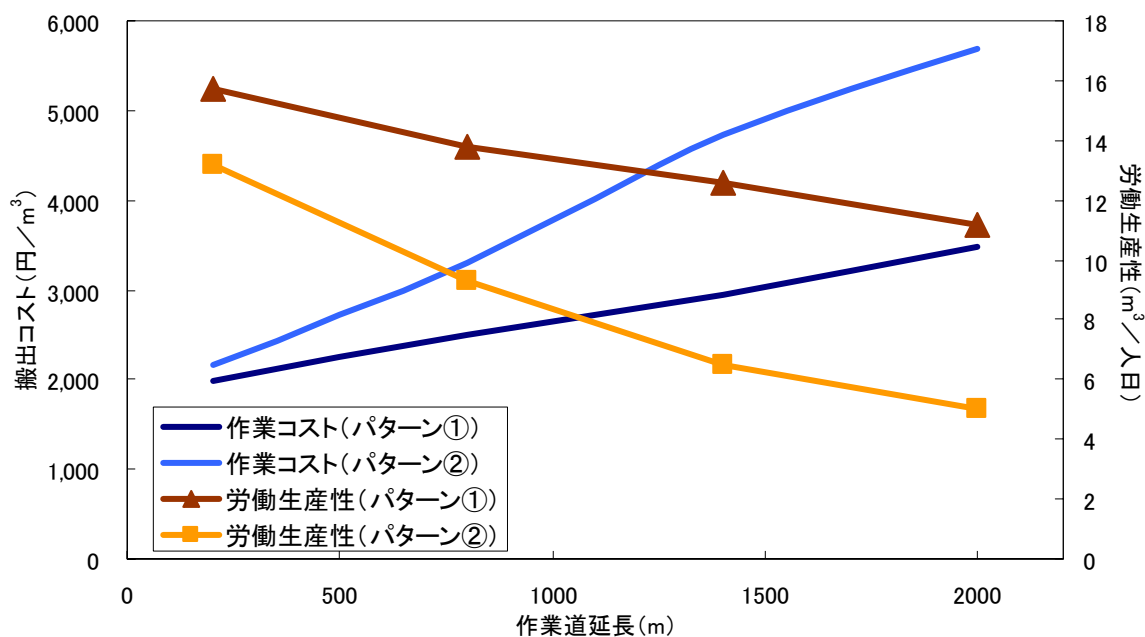
路網の作設が困難な場所では、従来型架線による集材が考えられる。今回の調査では事業地の面積が0.5haと小さくコストに占める架設撤去の費用が大きくなったため、8,190円/m³と高くなったが、事業地面積を大きくすることで、さらに低くすることは可能である。

2. コストの変動に与える影響

それぞれの搬出システムでのコストを功程調査により求めたが、一日未満の短時間での調査であり、実際の現場では様々な条件により搬出コストは変動する。

作業道の延長距離

作業道の延長距離が長くなると、フォワーダの生産性が低くなる。フォワーダの生産性が、他の工程の生産性より低くなると、材が作業道上に溜まるが、傾斜が大きく作業道端への集積が困難な場合にはフォワーダの集積を他の機械が待たなければならない。ロングリーチグラブを用いた搬出システムにおいて、作業道端へ材が集積できるため造材までの機械が先行し、あとからフォワーダで運搬していく場合(パターン①)、作業道端への材の集積が困難でフォワーダで運搬しながら伐倒～造材を行う場合(パターン②)、の2パターンで、作業道の延長距離と搬出コストの関係をシミュレーションしたものを図24に示す。



パターン① 作業道端へ材を集積し、あとからフォワーダで運搬

パターン② 作業道端への材の集積が困難でフォワーダで運搬しながら伐倒～造材を行う

ロングリーチグラブを用いた搬出システムについてシミュレーションを行った

枝条整理などの付帯時間は含まれていないので、実際の調査結果より搬出コストは低い

フォワーダの運搬速度は時速3km

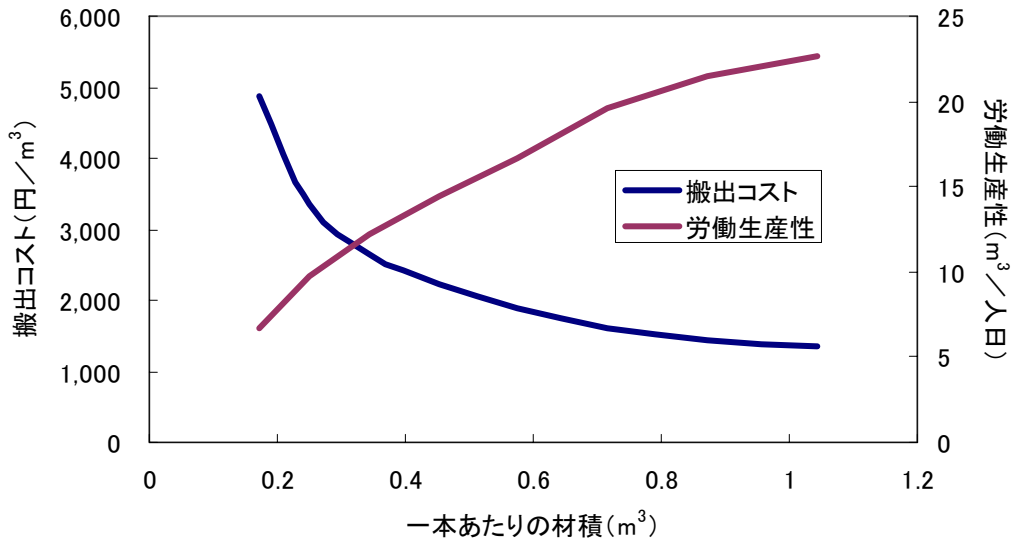
図24 作業道延長距離と搬出コスト

作業道端への材の集積が困難な場合には、作業道延長が長くなると搬出コストが大きく上がる。こ

これはフォワーダの生産性が低く、他の機械に待ちが発生するためである。作業道延長が長くなる場合には、フォワーダを2台にするなど生産性を上げる方法を考える必要がある。

材積

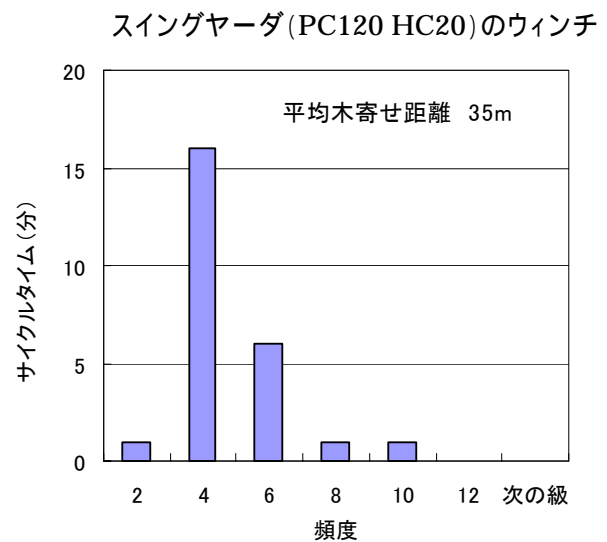
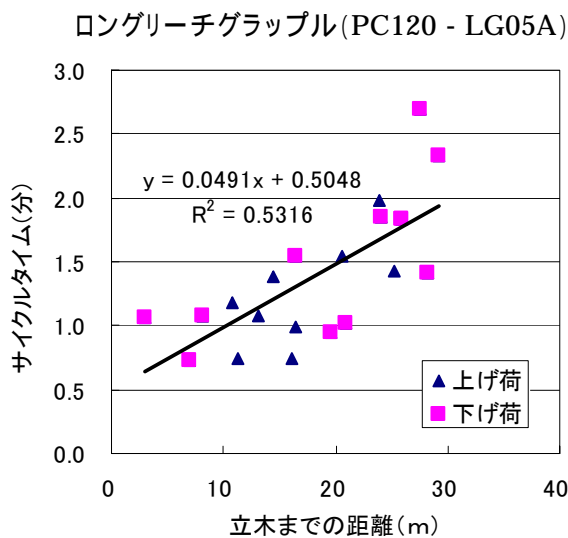
一本あたりの材積が大きいと、搬出コストは下がる。ロングリーチグラブを用いた搬出システムにおいて、材積と搬出コストの関係をシミュレーションしたものを図 25に示す。



ロングリーチグラブを用いた搬出システムについてシミュレーションを行った
 枝条整理などの付帯時間は含まれていないので、実際の調査結果より搬出コストは低い

図 25 材積と搬出コスト

木寄せ距離



左にロングリーチグラブで木寄せした場合の、立木までの距離(根株から作業道までの距離)とサイクルタイム(木寄せ開始から次の木寄せを開始するまで)の関係を、右にスイングヤーダのウィンチで木寄せした際(平均木寄せ距離 35m)のサイクルタイムの頻度分布を示す。ロングリーチグラブで木寄せした際のサイクルタイムは距離が長くなるほど増加し、30m 付近では2分程度かかっている。

またスイングヤーダのウィンチを使用した場合の頻度分布を見てみると4分のところにピークがあり、長いものでは 10 分近くかかったものもある。このことから、木寄せにかかる時間は木寄せ距離と相関があり、ウィンチを使うと時間は大幅に増加することが分かる。したがって、木寄せ距離が長い立木が多いほど、搬出コストは上がる。ウィンチ作業が多いと作業時間が増えるだけでなく、作業員も二人となることから、搬出コストは大きく上昇することが予想される。また木寄せ作業と並行してプロセッサでの造材を行う場合は、ウィンチ作業が多いとプロセッサが遊ぶため、先にグラップルで木寄せを行いプロセッサが処理する材のストックを貯めた上でウィンチ作業を行うなどの工夫をすることが必要である。

トラブルの発生

機械のトラブルが発生すると、作業が停止するので当然だが搬出コストは上がる。特に複数の機械が同時並列で作業を行っている場合は、一つの機械が止まると他の機械も作業ができなくなるので、ロスが大きくなる。

ボトルネックの発生

コストが変動する要因として、上記の4つの要因を挙げたが、いずれも各工程での生産性が変動することにより、搬出コストが変動している。基本的に搬出作業は複数の工程から成り立っており、搬出コストを下げるためには工程間のバランスを取ること、つまりボトルネックを無くすことが必要である。各工程が同時に作業をするシステムを考えると、搬出システム全体の生産性はボトルネックの工程の生産性と同じになる。したがって、搬出システム全体の生産性を上げるためにはボトルネック作業を解消していくことが必要である。

3. 並列作業か直列作業か

ロングリーチグラップルを用いた搬出システムでは、5台の機械が並んで並列作業を行い、材を次の機械へと渡していく形で作業が進められた。並列作業の模式図を図 26に示す。一方、ある森林組合では直列で作業が行われている。チェーンソーによる先行伐倒を行い、その後ハーベスタで木寄せ、造材を行い、後日フォワーダで集材していくという搬出システムである。直列作業の模式図を図 27に示す。

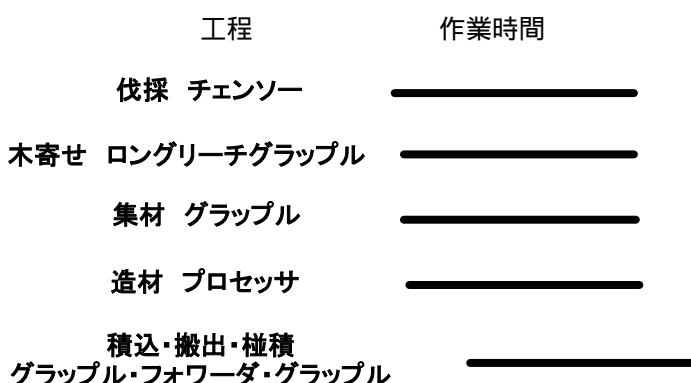


図 26 並列作業での作業時間

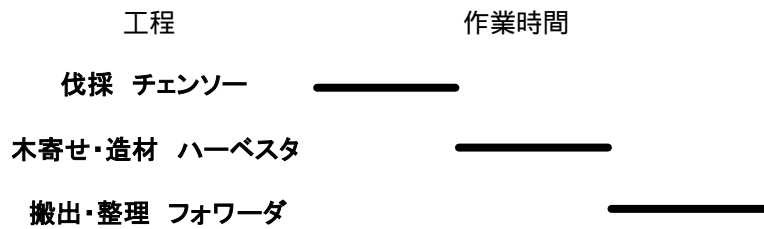


図 27 直列作業での作業時間

並列作業では、短期間での処理が可能であるが高度な連携作業が必要であると考えられる。また前後の工程の処理速度や材の扱いやすさに配慮した作業になるので、全体の生産性も向上しやすいというメリットが考えられる。一方直列作業では、各工程の独立性を高めた作業ができるため、連携作業で生じる待ち時間の発生が無く、固定費を安く抑えられるというメリットが考えられる。しかし、後の工程への配慮が欠けることによる生産性の低下が懸念されるため、作業員が集まって打ち合わせを行う必要があると考えられる。また直列作業の場合は、作業員らが各工程の進捗状況を把握し、工程全体の管理を行う必要があると考えられる。

どちらの作業方式を選択すべきかは、上記のようなメリットやデメリットを考えた上で、事業地の面積や所有機械の生産性などと合わせて検討する必要がある。

4. 年間事業量

今回の調査では、機械毎の耐用時間から搬出コストを算出したが、実際問題としては、1年あたりの償却費が決まっているので稼働率によって搬出コストが変化し、年間稼働日数が多く年間事業量が多くなるほど搬出コストは低下する。図 28にロングリーチグラップルを用いた搬出システムにおける年間稼働日数と搬出コストの関係を示す。

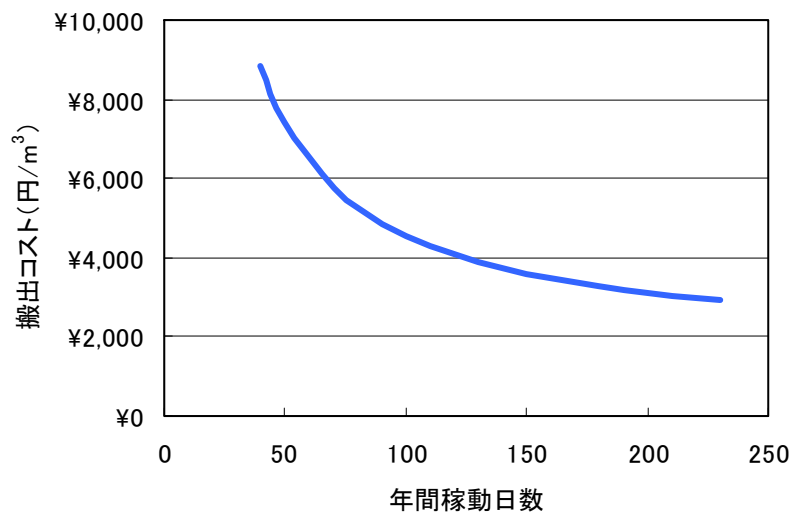


図 28 年間稼働日数と搬出コスト

この図のように、年間稼働日数が増えると搬出コストも低下する。目標とする搬出コストを 3,000 円 /m³とした時、年間稼働日数は 200 日となり、この搬出システムの一日の生産性は 65.04m³/日(労働生産性×作業員数)であるので約 13,000m³の事業量が必要である。高性能林業機械を用いた搬出システムは生産性が高いが、年間稼働日数が少ないとコスト高となるので、事業量を確保することが必要である。

5. 長期的視点での収支予測

グラップル集材では、低コストでの搬出を行う事例が多く、間伐作業で利益を上げることができると考えられる。径級の大きい木を伐ったりすることで収益を増加させることができる。しかし過密林分で強度の間伐を行い風倒木被害が発生したり、間伐後形質の悪い木ばかりが残ったりしては、次回の間伐では利益を上げることができなくなる。一度きりの間伐ではなく、その後の林分成長も考え主伐まで含めたトータルで収益の最大化を図る必要がある。

6. 材の売上

低コスト搬出事例について、搬出コストを調査したが、多くの利益を上げることが重要であり、そのためには材の売上を上げることも重要である。利益は「売上 - 原価」で求められるため、売上を上げることが利益増につながる。原木市場に出材する場合は、造材方法により売上が変わるため、採材長や採材箇所にも留意しながら作業を進める必要がある。また長期的な視点で見た場合には、間伐方法や残存木への損傷の有無が次回の間伐時の材の売上の増減に影響すると考えられるため、その点も考慮する必要がある。

7. 川下の流通まで含めた低コスト化

搬出作業における低コスト化だけでなく、流通コストも削減していく必要がある。例えば山土場あるいは中間土場で仕分け作業を行い出荷先へ直送するという方法が考えられる。

またトラックの運搬費削減のためには、トレーラーなど輸送の大型化を図ることが必要である。ただ山土場にトレーラーなどの大型トラックが進入できるかどうかの問題がある。この点については、大型トラックの進入が可能な林道整備を、その費用対効果を考慮しながら進めていく必要がある。また大型トラックでの輸送に関して、中間土場で積み替えるという方法も考えられる。その場合、山土場から中間土場までの距離が長いと、中間土場までの輸送コストが高くなり、低コスト化が見込まれない場合があるため、適切な中間土場の配置を考える必要がある。

IV. 今後の課題

1. 原価管理と作業の改善

今回は土場までの搬出経費の調査であったが、実際の経費については、搬出経費のほか、作業道の開設経費、重機の回送費、事務所経費、トラックでの運搬費用、市場経費などがあり、これらを正確に掴んだ上で、原価管理を行う必要がある。

より低コストでの作業を進めていくためには、現在の作業の搬出コストについて現状把握を行い、作業の問題点を見つけ出すことが必要である。今回の調査では、一部ビデオカメラやストップウォッチによる時間観測調査を行い、観測された作業時間に単位時間あたりの機械費、人件費を乗じることによって搬出コストおよび各工程の生産性を算出したが、調査にかかる手間が大きく、長期間の把握は困難である。そこで作業日報を作成し、コストの算出や改善点の検討を行う方法が有効である。作業日報の一例を図 29 に示す。作業日報では、いつどこで(作業日、林班、林齢、材積、作業道の延長距離)、誰が(作業員、使用機械)、何を(作業内容)、どれだけ(工程毎の実働時間、休止時間、出材量)行ったかが分かるようにすることが大切である。作業日報をつけることは、改善点の検討や、コスト意識の向上に繋がるだけでなく、日報データを蓄積することで、より正確な請負金額や立木価格を算定し、正確な見積書を作成することが出来るようになる。

2. リース制度

高性能林業機械を用いた搬出システムを導入するためには、事業量の確保が必要である。例えばプロセッサは高額であり、機械価格 1,600 万円とすると 5 年償却で一年当たり 320 万円の償却費がかかる。一日あたりの償却費は年間稼働日数が多いほど低くなり、100 日だとすると 32,000 円、200 日だとすると 16,000 円となる。すなわちプロセッサを導入し低コストで作業をするためには、機械を稼働させるための事業量を確保する必要がある。今回の調査で、新たにプロセッサを導入したいという声が聞かれたが、継続した事業量の確保が難しい林家であると、プロセッサを導入して低コスト化を図るのは難しい。そこでプロセッサなど高性能林業機械に対するリース制度があれば、事業量の確保が難しい林家でも機械を使用することができる。また機械の購入に対して事前に自分の山で作業することができるか試運転を行うことができる。今後、このリース制度の充実が望まれる。

3. 林道・作業道整備

作業道を開設し木寄せの距離を短くすることで、スイングヤードやグラブプルによる集材が可能になり、搬出コストを下げることが出来る。今後、作業道の整備を進める必要があるが、道の幅員に関しては、搬出に用いる重機を考慮した上で決定することが必要である。また作業道の延長距離が延びると搬出コストが増加する(図 24)。したがって、トラックが進入できる林道を整備することも搬出コストを低下させるため必要である。

作業日報

NO. _____

作業班名	平成20年1月9日
	作業場所: ○○山(△△氏所有)
	天候: 晴

市町名:
事業主体名: ○○森林組合

作業工程	作業員名 (機械名)	午前					午後					作業時間	作業内容	
		7	8	9	10	11	12	1	2	3	4			5
伐倒	A氏 (チェンソー)						(昼食)						4.5	全木伐倒
													0.5	休憩
	B氏 (チェンソー)						(昼食)						4.5	全木伐倒
													0.5	休憩
集造材	C氏 (プロセッサ)						(昼食)						4.5	木寄せ・造材
													1.5	枝条整理
													1.0	休憩
運搬	D氏 (フォワーダ)						(昼食)						5.0	搬出
													1.0	土場整理
													1.0	休憩
セット人員 = 4人		平均運搬距離 350m			集材回数 10回			出材量 40 m ³						
機械台数 = 4台														
現場の状況		皆伐・間伐別		間伐		樹種及び林齢		スギ 45年生		区域面積		0.3ha		
間伐方法		定性間伐		間伐率		30%		平均樹高		20m		平均胸高直径 30cm		
<特記事項・作業メモ> ・A氏, B氏午後の作業が終わると, 別の現場へ プロセッサ: ベースマシンコマツPC-120 イワフジ GPI-40A フォワーダ: イワフジ U4SBG														

※ 機械名については機種も記入する

(「機械化のマネジメント」(全国林業改良普及協会)を参考に作成)

図 29 作業日報の一例

この作業日報を例に搬出コストを算出する。各工程の作業時間は伐倒(二人)4.5 時間 集造材(一人)6 時間 運搬(一人)6 時間となっている。この作業時間に、VI. コスト算出に用いた評価値 から求めた時間あたりの固定費、変動費(表 3)を乗じて搬出経費を算出する。

表 3 各工程の機械費

工程	使用機械	機械費	
		固定費 (円/時)	変動費 (円/時)
伐倒	チェンソー	68	315
造材	プロセッサ	3,151	1,698
運搬	フォワーダ	2,130	1,419

各工程に非作業時間がないとすると(非作業時間がある場合は表 1参照)、各工程の機械費は作業時間×(固定費+変動費)で求められるので、機械費の合計は、

$$(68 + 315) \times 4.5 \times 2 + (3,151 + 1,698) \times 6 + (2,130 + 1,419) \times 6 = 53,839 \text{ (円) となる。}$$

同じく各工程の人件費は作業時間×時間あたりの人件費で求められるので、人件費の合計は

$$4.5 \times 2 \times 2,500 + 6 \times 2,500 + 6 \times 2,500 = 52,500 \text{ (円)}$$

合計すると

$$\text{作業経費} = \text{機械費} + \text{人件費} = 106,339 \text{ (円) となり、m}^3 \text{ あたりのコストは}$$

$$\text{作業経費} \div \text{出材量} = 106,339 \div 40 = 2,658 \text{ (m}^3 \text{ / 円) となる。}$$

V. 参考文献

全国林業改良普及協会(2001) 機械化のマネジメント 地域の経営力アップのために高性能林業機械をどう活かすか. 239pp, 社団法人 林業改良普及協会. 東京.

尾張敏章(2006) 北欧諸国の伐出作業の現状と我が国の林業. 森林利用学会誌 22 (2) :79-80.

VI. コスト算出に用いた評価値

機械種		重量 (t)	機械価格	耐用 時間 (時)	経済 寿命	年間稼動 日数 (日)	年間稼働 時間 (時)	一日実 働時間 (時)	償却費 率	保守・修 理費率	管理費率	燃料・油脂 費 (円/時)
ハーベスタ	中	12.7	19,400,000	4968	4.6	180	1080	6	0.9	0.46	0.043	865.5
プロセッサ	中	11.9	16,000,000	5832	5.4	180	1080	6	0.9	0.39	0.046	628.2
プロセッサ※	小	6.8	19,800,000	5292	4.9	180	1080	6	0.9	0.43	0.046	332.1
フォワーダ	中	9.0	10,700,000	4836	6.2	130	780	6	0.9	0.33	0.048	832.5
フォワーダ	小	4.9	8,600,000	3900	5.0	130	780	6	0.9	0.42	0.046	458.5
スイングヤーダ	中	約13	16,000,000	6300	7.0	150	900	6	0.9	0.27	0.050	571.1
ロングリーチグ ラップル	大	約14	16,000,000	9480	7.9	200	1200	6	0.9	0.26	0.051	694.2
グラップル	大	12.8	9,900,000	9480	7.9	200	1200	6	0.9	0.26	0.051	694.2
グラップル	中	6.4	8,500,000	7920	6.6	200	1200	6	0.9	0.31	0.046	376.1
林内作業車※			1,300,000	3900	5.0	130	780	6	0.9	0.42	0.046	458.5
2tダンプ			3,200,000	6000	5.0	200	1200	6	0.9	0.40	0.048	76.9
チェンソー			200,000	3330	3.7	150	900	6	0.9	0.85	0.065	264.0

※「機械化のマネジメント」(全国林業改良普及協会)とヒアリングによる値を参考に作成

※プロセッサ(小)はスイングヤーダ付属のハイブリッド

※2tダンプは車検代と保険代として117円/時を考慮

時間あたりの償却費(円/時) = 機械価格 × 償却費率 ÷ 耐用時間

時間あたりの管理費(円/時) = 機械価格 × 管理費率 ÷ 年間稼働時間

時間あたりの保守・修理費(円/時) = 機械価格 × 保守・修理費率 ÷ 年間稼働時間

全県プロジェクト（森林整備チーム）構成員

平成19年度

役 割	所 属	職 名	氏 名
調査	社農林振興事務所	森林林業課長	小 川 文 明
	姫路農林水産振興事務所	森林林業専門員	坪 田 豊
	上郡農林水産振興事務所	森林林業専門員	平 野 孝 幸
	龍野農林振興事務所	森林林業専門員	永 井 英 司
	豊岡農林振興事務所	森林林業専門員	瀬 尾 裕 久
	和田山農林振興事務所	森林林業専門員	小野山 直 樹
	柏原農林振興事務所	森林林業専門員	皆 木 三 郎
	林 務 課	林業専門技術員	竹 谷 泉 治
	"	課長補佐兼 構造改善係長	築 山 佳 永
	兵庫森林管理署	流域管理調整官	為 本 晴 人
	"	販売係長	山 本 尊 士
	森林林業技術センター	普及部長	赤 座 健
	"	林業専門技術員	川 西 孝 行
	"	林業専門技術員	春 名 貞 夫
	"	林業専門技術員	井 脇 健
"	主 任	平 野 修 之	
ヒアリング・ 分析・とりまと め	京都大学大学院農学研究科 森林科学専攻森林利用学分 野	助 教 博士(農学)	長谷川 尚 史
	京都大学大学院農学研究科 森林科学専攻森林利用学研究 室	博士課程1年	大 塚 和 美
	"	修士課程	杉 本 和 也
	"	学部4回生	別 府 慎 介

【事務局】県立農林水産技術総合センター

森林林業技術センター 普及部

〒671 - 2515 兵庫県宍粟市山崎町五十波字尾崎430

TEL 0790 - 62 - 2118

FAX 0790 - 62 - 9390

番号 19農工1-006A4