

# 低コスト施業の手引き

～施業方法を見直してみませんか～

平成26年3月  
北海道水産林務部

# 目次

なぜ今低コスト化が必要なのでしょうか？	3
低コスト化につながる知見や取組事例を紹介します	4
育林コストを下げるヒント	5
地拵え	5
【ヒックス】ブラッシュカッターの有効活用（美瑛町森林組合）	
植栽	7
【ヒックス】道有林での取り組み ～グイマツ雑種F1低密度植栽試験	
カラマツでの低密度植栽の取り組み（住友林業(株)）	
国有林での取り組み ～伐採からコンテナ苗植付けまでの一貫作業～	
間伐	11
【ヒックス】道有林での取り組み ～網走西部管理区における列状間伐の実施事例～	
林況を踏まえた列状間伐の導入（遠軽地区森林組合）	
生産コストを下げるヒント	15
生産性が上がれば生産コストが下がるとは限りません	15
集約化	17
【ヒックス】森林施業の集約化に向けて（市町村森林整備計画実行管理推進チーム）	
技術向上	18
【ヒックス】オペレーターの技術向上を目指して（佐藤木材工業(株)）	
連携作業	19
【ヒックス】林道	シラルトロ線（標茶町）
林業専用道	板谷広場1号橋線（中川町）
森林作業道	幌第1線（石狩市浜益）
林業機械のリースによる低コスト作業システムの導入（岸本産業(株)）	
スーパーロングリーチグラブプを活用した間伐作業（北村林業(株)）	
効率的な路網開設による新作業システムの導入（羊蹄林産協同組合）	
土そり（鉄そり）の使用事例（十勝広域森林組合）	
スイングヤーダの使用事例（(有)佐藤造材）	
林業機械のレンタル事情	

低コスト化の効果はどのくらい？	25
シミュレーション1	26
シミュレーション2	27
低コスト化のキーマン達（『森林施業プランナー』の紹介）	29
皆様のお考えを伺いました（低コスト施業に関するアンケート調査）	31
【シミュレーションにおける設定条件】	35
【参考文献】	36

# なぜ今低コスト化が必要なのでしょう？

## 【現況】

平成25年4月現在で、北海道の人工林資源は、面積 149万6千ヘクタール、蓄積 2億5千万立方メートルで、森林全体のそれぞれ27パーセント、33パーセントを占め、伐採量に占める人工林材の割合は89パーセントに達しています。

人工林を構成する樹種は、トドマツが52パーセント、カラマツ類が30パーセント、エゾマツが11パーセントで、この3樹種で全体の93パーセントとなっています。

このうち、トドマツとカラマツはともに9齢級(林齢41～45年)が齢級別面積のピークとなっており、カラマツに加えトドマツも主伐時期に到達しようとしています。

このように、本道の人工林資源は確実に充実してきており、その循環利用を通じて持続的な森林経営を確立することが、今日の喫緊の課題となっています。

## 【木材の安定供給】

カラマツ資源が利用期を迎えていた平成10年代以降、それまで輸送用資材としての利用が中心であったカラマツ製材を合板用や住宅構造材として付加価値を高める取組が進められてきました。

公共施設の木造化・木質化をはじめ、最近、トドマツのツーバイフォー部材を使用したコンビニエンスストアが注目されるなど、道産の人工林材を積極的に使う機運が高まってきています。

また、CLT(直交集成板)の日本農林規格が制定され、高層木造建築の可能性が広がるとともに、複数の地区で大規模木質バイオマス発電施設の稼働が予定されるなど、木材需要の拡大がますます期待されています。

このような中、除伐や間伐・主伐により、年間111万立方メートルも発生していると推計されている林地未利用材の有効活用も含め、適切な森林整備に伴い産出される道産木材の安定的な供給体制の構築が強く求められています。

## 【森林施業の低コスト化】

経済の国際分業が進むなかで、木材も国際商品として鉄や石油と同様に世界的な規模で流通しており、木材の価格形成においても海外との競合から免れることはできない状況です。

このようななかにあっても、林業の収益性を確保し、「儲かる」産業として再生を図っていくためには、地拵え・植栽・間伐など森林育成のステージと路網整備・的確な生産システムの選択など木材生産のステージの両面で、低コスト化の取組が必要となっています。

これまで、植栽・間伐など個別の作業だけを考えた取組のために、その効果に限界があったり、高価な機械の購入によって、かえって収益が減ってしまうという例もあるなど、十分な情報がないことから、新たな取組に対して二の足を踏んでいる場合も見受けられました。

このようなことから、これまで明らかにされてきた低コスト化に関する知見をわかりやすく紹介するとともに、“植えて”から“伐る”までの一連のトータルコストをタイプ別に示すなど、“儲かる林業経営”の一助になればという思いを込めて『手引き』を作成いたしました。

# 低コスト化につながる知見や 取組事例を紹介します

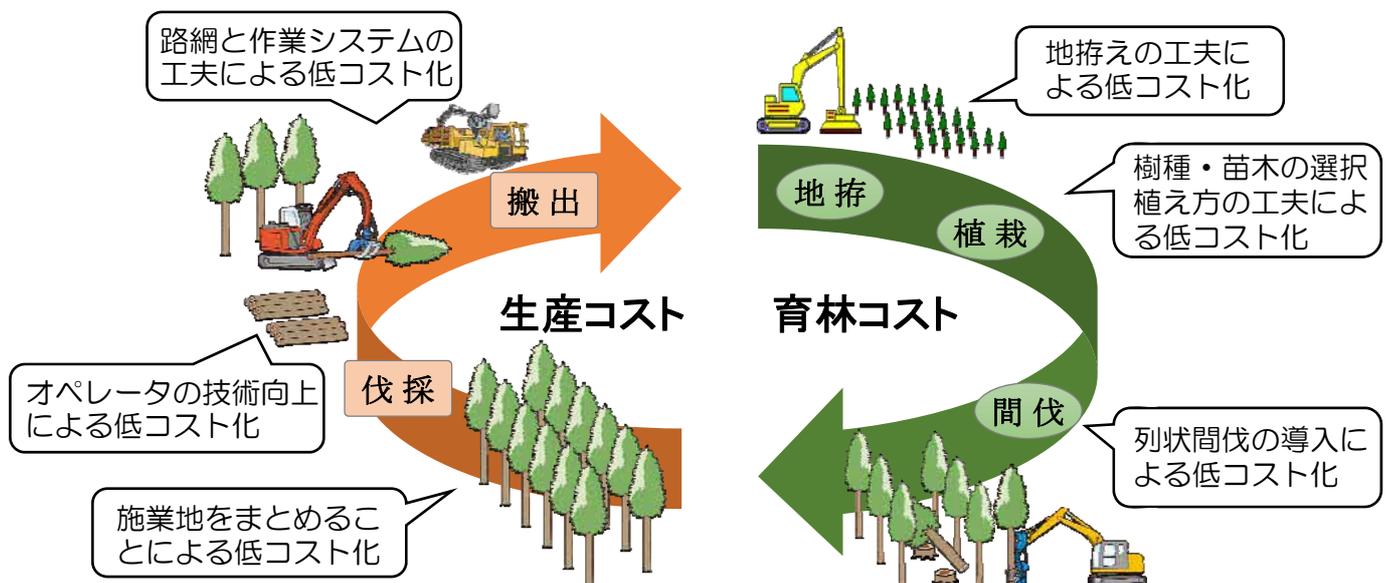
「森林づくりの低コスト化」と一言でいっても、具体的に何をどう取り組めば良いのか、戸惑いを感じていらっしゃいませんか？

森林をつくるということは、苗木を植え、下刈や除伐・枝打ちを行い、数回にわたる間伐を経て、主伐により収穫し、また苗木を植える という、多様な作業が連なる循環的な営みです。

それぞれの作業のなかで、低コスト化の「ツボ」がどこにあるのか、的確に把握することは、その作業が多様であるだけに容易なことではありません。

幸いなことに、道では林業試験場などによる「森林づくりの低コスト化」につながる豊富な研究成果が蓄積されているほか、様々な事業者が、独自の工夫で森林づくりの低コスト化に取り組んでいる多くの事例もあります。

この手引きは、これらの知見や取組事例をわかりやすく紹介し、これからの「森林づくりの低コスト化」のヒントを示すものです。



# 育林コストを下げるヒント

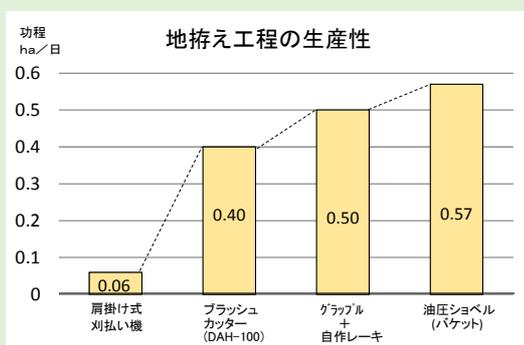
## 地拵え

### 【キーワード】

- 大型地拵え機械
- 伐採・地拵え一体作業

## 地拵え専用の機械は大幅に作業効率が上がります

○ 様々な機械を使って生産性を調べてみました。



ブラッシュカッターは美瑛町、登別市で実施した事例  
 自作レーキは京極町で実施した事例  
 油圧ショベルは美瑛町で実施した事例

肩掛け式刈り払い機



ブラッシュカッター



グラップル + 自作レーキ



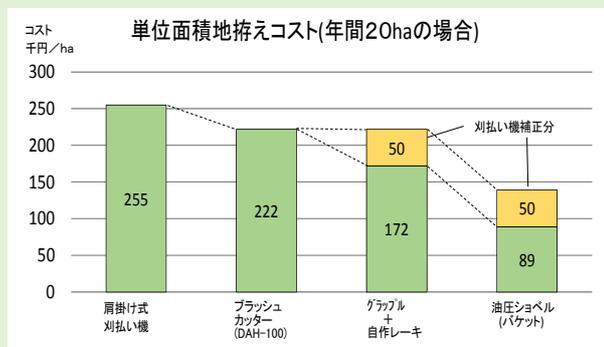
機械作業後、刈払い機による補正刈りが必要です

油圧ショベル(バケット)



機械作業後、刈払い機による補正刈りが必要です

○ 専用機械は年間作業面積20ha以上(目安)確保することが必要です。



大型機械は原価償却費など固定費が高いため、一定面積以上の事業量を確保しないと割高となります。  
 年間事業量20haの場合のコストシミュレーションでは、ブラッシュカッター、グラップル+自作レーキでの作業が、肩掛け式刈払い機よりも低コストで作業できる可能性が示されています。

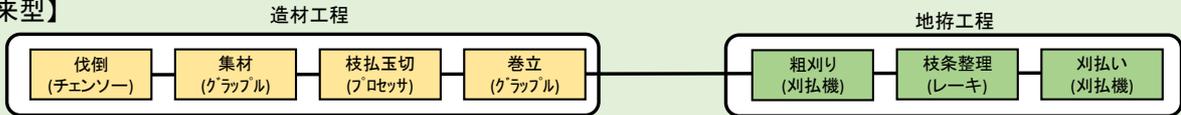
ここに注意!!

- ◆ ブラッシュカッターによる地拵えは、苗木の植付時において「ぼさ除け」(地表に薄く堆積した刈払い物を除く作業)に多くの時間を要する傾向が認められます。
- ◆ また、伐根や岩れきの存在が作業の支障になる場合があります。
- ◆ 油圧ショベルのバケットによる地拵えは、土壌が締まり、「植穴堀り」に時間を多く要する場合があります。

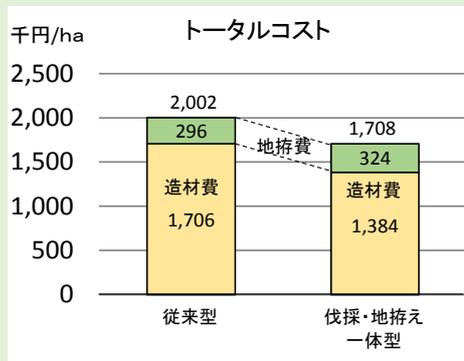
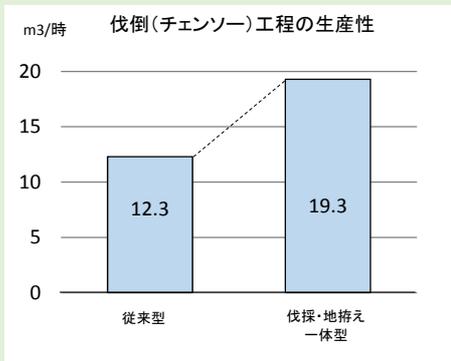
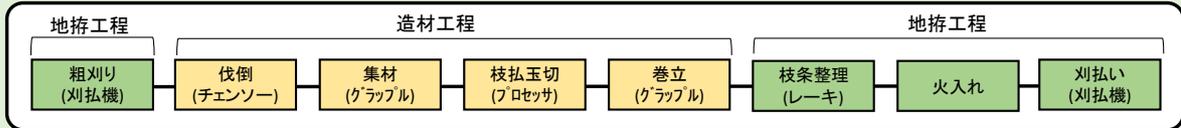
# 伐採(主伐)と地拵えを一体的に行うと、 トータルコストが下がる可能性があります

## ○伐採前に地拵えの一部(粗刈り)を行いました。

【従来型】



【伐採・地拵え一体型】



大空町東藻琴で実施した事例

造材に先行し、地拵え作業の「粗刈り」を行ったことにより、伐倒(チェンソー)の際の足場の確保や移動が効率的になったことから、造材費低減に効果がみられ、地拵えを含めたトータルコスト比較においても低コスト化が図られる可能性が示されました。

### トピックス

## ブラッシュカッターの有効活用 美瑛町森林組合 [美瑛町]

美瑛町森林組合では、平成8年からブラッシュカッターを導入し、地拵え作業の省力化に取り組んでいます。

これまでの取組の中で、様々な工夫を加え、効果的な活用に努めています。



【森林整備係 北村さんのコメント】

- 当時、ブル地拵えが主流であった時代に、表土のはぎ過ぎを防ぐため、草やササなどの地表物を砕く機械があることを聞き及び、導入しました。
- 購入後、10年間は地拵えにはもっぱらブラッシュカッターを使用し、平成17年には約80haの造林地を処理しました。
- ササが濃いところは、ボサも多く発生するので、その後の植付作業をスムーズに行うため、バケットやレーキとの併用が効果的です。現在は、枝条が少なく、ササの薄い場所に選択的に使用するなど、より効果的な使用に心がけています。

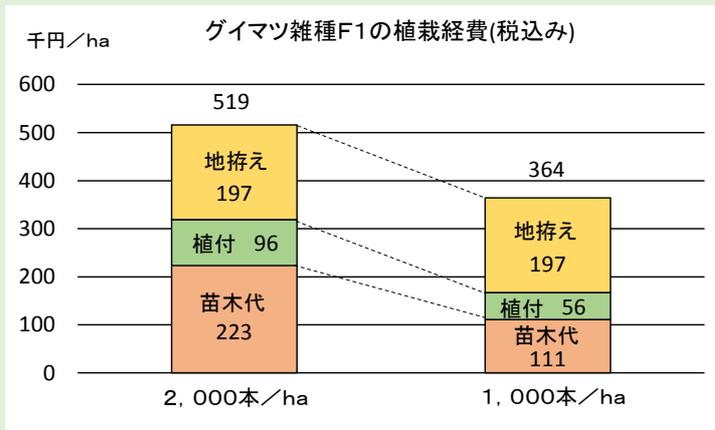
# 植栽

【キーワード】

- ギイマツ雑種F1
- 低密度植栽
- コンテナ苗

## ギイマツ雑種F1は植栽コストを節約できます

○ギイマツ雑種F1はギイマツ精英樹(母親)とカラマツ精英樹(父親)の交雑種です。成長が早く、通直で耐鼠性が高いことから、植栽本数を減らすことが可能です。



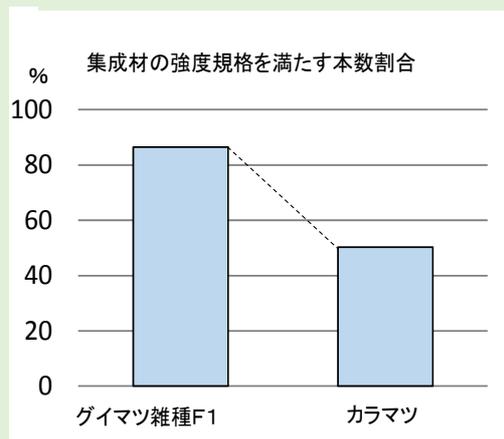
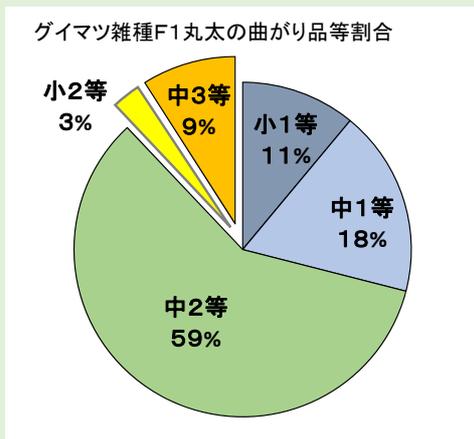
植栽経費の試算です。  
(H25森林整備事業標準単価を適用)

[共通条件]  
平地・草ササ1m以下  
苗木 : 1号苗  
地拵え : 機械全刈り 手刈り補正

注: 森林整備事業では、ギイマツ雑種F1に限り、1,000本/ha植えを認めています。  
(その他は1,500本/haが下限です)

一般的な2,000本/ha植えと低密度の1,000本/ha植えの比較では、植栽経費を約**3割削減**できます。

○ギイマツ雑種F1は低密度植栽による材質低下の心配がありません。



林業試験場での試験結果です。

林齢5年で1,200本/haであった検定林の28年生時における間伐木事例

主にパルプ用材として利用される**小2等**、**中3等**の割合は**1割**程度に留まりました。

集成材の最も強度の高いランク(E120-F330)を満たす割合は**極めて高い**結果となりました。

ここに注意!!

- ◆低密度植栽では、枝が太くなり、大節による材質低下や幹の細りが予想されます。10年生(樹高7~8m)を目安に4mまでの枝打ちを行うことをお勧めします。
- ◆ギイマツ雑種F1は、植栽後5年間程度はナラタケの被害に注意が必要です。
- ◆現在、ギイマツ雑種F1の苗木供給量は需要量を満たしていません。道では、関係団体と連携し、苗木の増産に努めています。

トピックス

## 道有林での取り組み ～グイマツ雑種F1低密度植栽試験～

道有林では、グイマツ雑種F1を活用した低密度植栽による低コスト、省力化した用材生産（造林）技術を体系化するため、4森林室(オホーツク東部森林室・上川北部森林室・胆振森林室・十勝森林室)に5箇所の実証林を造成し、道総研林業試験場と連携して調査等を行っています。

## ◇試験設計

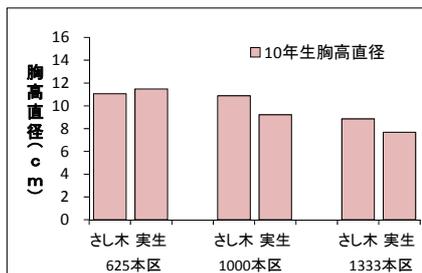
植栽苗木：グイマツ雑種F1（さし木苗と実生苗の2種類）

植栽密度：625本/ha、1,000本/ha、1,333本/haの3段階

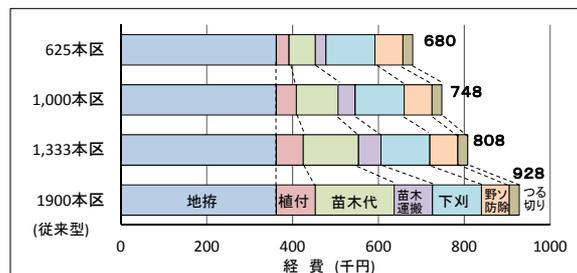
【直径成長】

【経費】

◇由仁町（胆振管理区）での調査結果（平成16年植栽 10年生）



1,333本区以下の低密度植栽でも、10年生時点で密度効果が現れ、本数が多いほど成長が低下する傾向が見え始めました。



従来型(1,900本植栽)を100%とした場合、625本区で73%、1,000本区で81%、1,333本区では87%となっています。

トピックス

## カラマツでの低密度植栽の取り組み 住友林業(株)

住友林業(株)では、平成21年から紋別市に所有する社有林において、カラマツの低密度植栽に取り組んでおり、平成25年までの5年間でその面積は、100haを超えています。

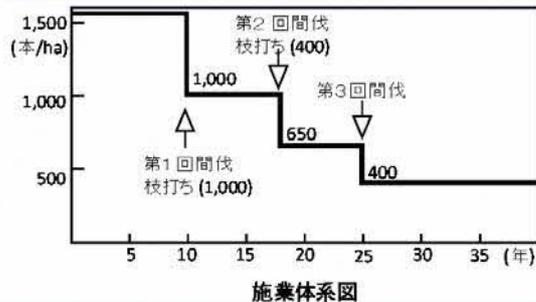
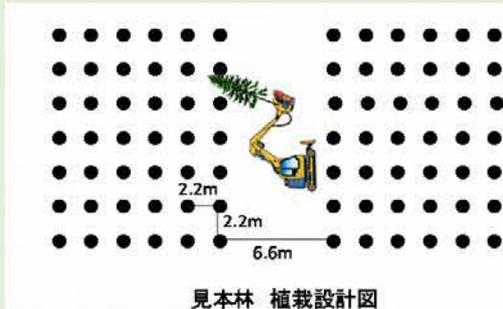


## 【紋別山林事業所のコメント】

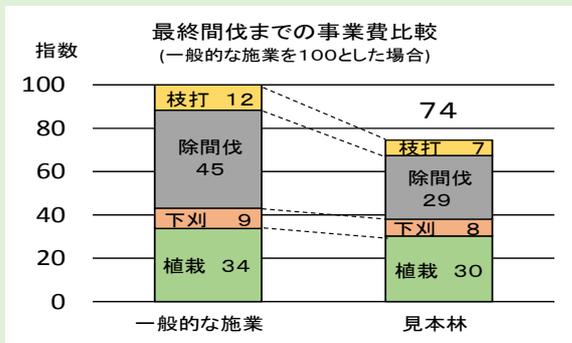
- 昨今の材価低迷から、これまでのコスト・手間をかけた造林体系では、採算がとれないことは明白で、劇的な改革が必要となっていました。
- 1,500本/haであれば、最終仕立本数200～300本/ha、合板用材の生産が達成可能と判断し、取り組みを始めることとしました。
- 植付費、苗木代は確実に下がっており、効果ははっきり出ています。ただし、地拵費の低減は今後の課題です。植栽後の苗木の成長は現在のところ特に問題はありません。
- 低密度であるが故に、侵入木を淘汰するための早期の除伐の必要性や獣害・病害などのリスクの増は否定できません。特に、野鼠被害回避のため、全刈地拵え、防鼠溝の設置が必要です。
- 今後は、地形等の制約で筋地拵えを行った箇所での保護チューブ設置や若干本数を増やす(例えば1,800本/ha)植栽も検討するなど、様々なバリエーションを交えながら、カラマツの低密度植栽の可能性を追求していきたいと考えています。

## 植え方を工夫することで植栽のコスト削減と機械作業の効率化を図れます

○カラマツの列間・苗間 2.2m×2.2mの6条植えの各エリア (エリア内での植栽密度 2,060本/ha) の間に、幅6.6mの未植栽エリア(機械走行路)を設置 (区域全体での植栽密度 1,550本/ha) しました。



美幌町有林で見本林を設置した事例



最終間伐までの事業費の試算が示されています。(H21森林整備事業標準単価を適用)

	一般的な施業	見本林
植栽	2,060本/ha	1,550本/ha
カラマツ2号	カラマツ2号	カラマツ2号
全刈地拵え	全刈地拵え	全刈地拵え
下刈	全刈1回(3年間)	筋刈1回(2年間) 全刈1回(1年間)
除間伐	4回	3回
枝打	1,300本/ha (2m) 900本/ha (4m)	1,000本/ha (2m) 400本/ha (4m)

一般的な施業と見本林の比較では、最終間伐までの事業費で約**3割**の低減効果が期待できます。また、機械走行路を設置していることで、ハーベスタなどによる機械作業が円滑に実施できます。

## コンテナ苗の活用に植栽コスト低減への期待が高まっています

○これがコンテナ苗です。

- 根鉢(培地)付きの苗木です。
- 細長い栽培容器(コンテナ)で育成し、取り出した後も伸長した根系によって培地を維持しています。

形態や容量など様々なコンテナがありますが、リブ(筋状の出っ張り)やスリット(細長い切れ目)などを付け、根系の変形防止や空気根切りのための工夫がなされています。

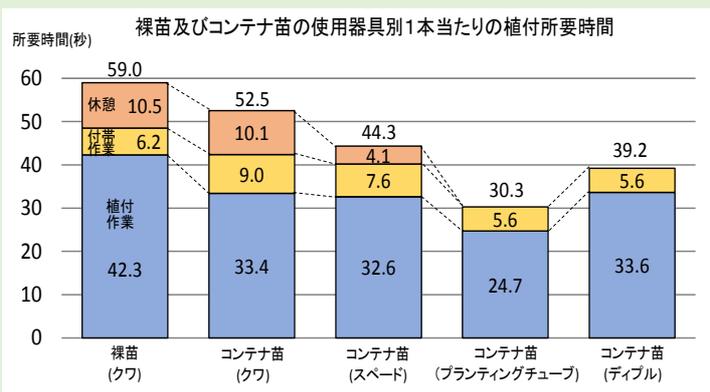


○このような特徴があるといわれています。

- 一般的に小型・軽量、形状が均一で植栽が容易
- 根系の変形がなく、根の密度が高い根鉢を形成
- 乾燥にさらされにくく、活着率に優れ、植栽可能時期が長い



○様々な植栽器具を使用して植栽工期が調査されました。



コンテナ苗の根鉢は裸苗の根系より小さいので、根を広げるためにある程度の大きさの植穴を必要とする裸苗に比べ作業が容易で、特にプランティングチューブによる植え付けが最も早い結果となりました。

北海道森林管理局  
森林技術・支援センター(士別市)での  
調査事例



スペード



プランティングチューブ



ディンプル

ここに注意!!

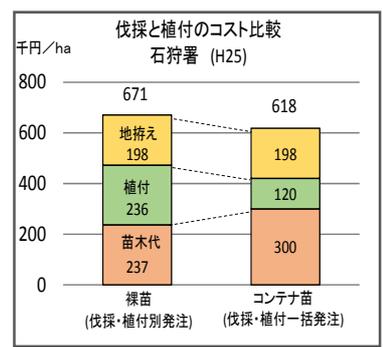
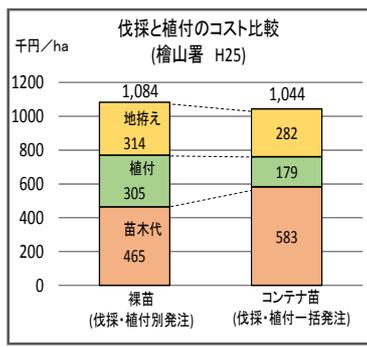
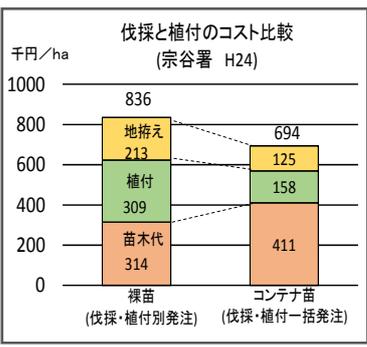
- ◆北海道でのコンテナ苗の植栽がスタートしたのは平成23年度からで、まだ事例も少ないことから、土質や下層植生に応じた植栽器具の選択・改良をはじめ、成長状況や下刈などの一連の作業も含めたコスト低減効果などの知見の集積が重要です。
- ◆コンテナ苗の生産量が少ないこともあり、苗木価格は裸苗と比べると割高となっております。育苗技術の向上や生産ロットの拡大が望まれています。

トピックス

国有林での取り組み

～伐採からコンテナ苗植付けまでの一貫作業～

国有林では、低コスト造林を推進させるため、伐採からコンテナ苗植付までの一貫作業を拡大するとともに、コスト分析を実施しています。



※いずれも一貫作業の契約額による試算

## 間伐

【キーワード】

○列状間伐

## 列状間伐を見直そう!! (上手に取り入れることがコツです)

○いろいろな列状間伐があります。

仕様	間伐率	摘要
1伐2残	33	若齢時や過密な森林に有効です。
1伐3残	25	過密な森林に有効です。
1伐4残	20	ある程度疎開された森林に有効です。
2伐4残	33	2伐(4~5m)は機械走行路として利用するのに適しています。
2伐5残	28	5残は間伐列から遠い列(内側の列)の間伐効果が低くなります。

※間伐前の林分構造やどのような森林づくりを目指すかによって伐採の仕様を決めることが重要です。

○列状間伐に対する現場からの声です。



!! 残存列に不良木が残り、伐採列の優良木が伐採される、不合理な方法では？

列状間伐を躊躇する一番の理由かもしれません。優劣が明確でない若齢林での実施、定性間伐との併用、次回での定性間伐の選択などの対応が考えられます。

!! 残存列の中央に位置する林木の間伐効果が小さいのでは？

2伐5残を行った森林で、中央列の林木の肥大成長が他列より小さいことが報告されています。残存列を4列以下に減らす、定性間伐と組み合わせるなどが有効です。

!! 森林内に風道を造ることによって、風倒被害などを受けやすくなるのでは？

風の強い地方では伐採列を常風方向としないことが望ましいでしょう。風倒に強い形状比を維持するよう、適期の間伐が重要です。

!! 列状間伐の実施森林は、のちの収穫量が減るなどの影響があるのでは？

間伐後10年経過した森林における総材積を比較したところ、間伐率で20~35%であれば、定性間伐と列状間伐で大きな違いがないことが確かめられています。

# 列状間伐には多くの利点があります

## 利点1 選木の手間がかかりません

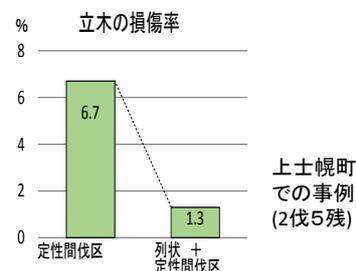


- 定性間伐では、1本ずつ木の形質を見ながら間伐木を選定します。
- 一方、列状間伐は伐採率に応じて伐採列を決めることから、選木作業を省くことができます。

## 利点2 木をあまり傷めません

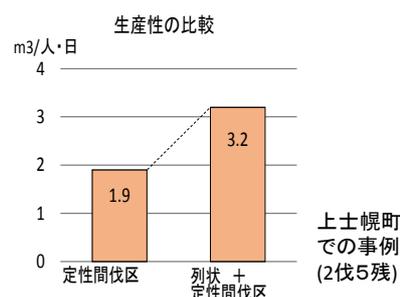
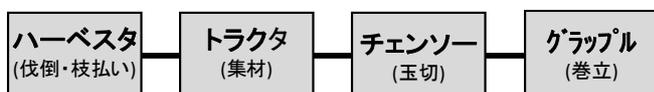


- 伐採列方向に伐倒・集材するので、立木の損傷や「かかり木」の発生が少なくなります。  
(1伐より2伐がさらに損傷率が低いという報告もあります)



## 利点3 定性間伐に比べて生産性が高くなります

- 同じ作業システムで定性間伐と比較した例では、全体で**1.7倍**の生産性を示しました。



## 利点4 高性能林業機械の利用に適しています

- 列状間伐は伐採列を走行路とすることができるため、ハーベスタやフェラーバンチャなど高性能林業機械の林内作業が容易となることが最大の特徴です。
- 一度走行路を敷設すると、次回に定性間伐を行う場合であっても、高性能林業機械を使用した効率的な作業に役立ちます。

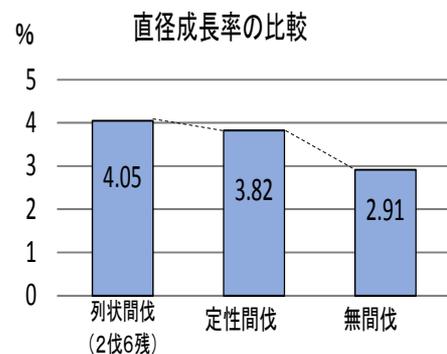


ここに注意!!

- ◆ 走行路は、高性能林業機械が伐倒や集積のための旋回作業を効率的に行うためや残存木に傷をつけないために一定の幅を確保することが望ましいでしょう。
- ◆ 本道で多く用いられている0.45m<sup>3</sup>クラスのベースマシンでは5mを目安にすると良いでしょう。

## 利点5 定性間伐と同じくらい間伐効果が期待できます

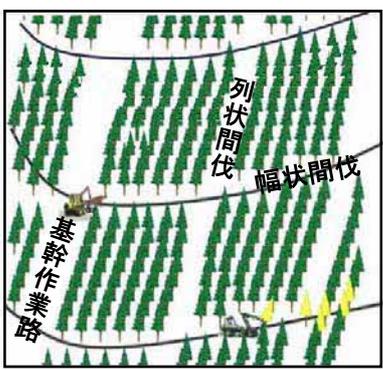
- 多くの調査事例から、1伐でも2伐でも、定性間伐と同等か、それ以上の間伐効果が期待できることが分かっています。



トピックス

## 道有林での取り組み ～網走西部管理区における列状間伐の実施事例～

網走西部管理区では、団地規模が大きく緩傾斜地の人工林において、傾斜に沿った列状間伐に加え、等高線状にも一定の幅をおいて間伐を行う「幅状間伐」を実施しています。



幅状間伐はハーベスタとフォワーダを用いた短幹集材システムに最適な施業方法として考案されたもので、主に初回間伐及び間伐遅れの人工林で適用しています。

幅状間伐の伐採跡地は次の間伐や主伐時の作業路として恒久的に利用するため、高密路網による施業が可能となります。

間伐方法	
幅状間伐	伐採幅 7m 残存幅 30m (伐採率 19%)
列状間伐	1伐6残 (伐採率 14%)
	(合計 33%)



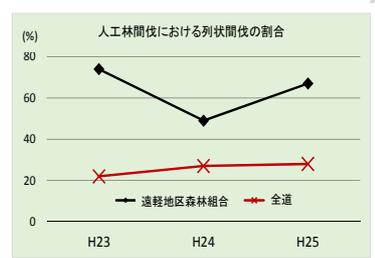
トピックス

## 林況を踏まえた列状間伐の導入 遠軽地区森林組合 [遠軽町]

遠軽地区森林組合では、カラマツやトドマツ人工林の間伐を実施するに当たり、木の混み具合や林齢などを判断基準として、森林所有者に列状間伐の導入を積極的に働きかけています。

【三瓶参事のコメント】

- 列状間伐を検討する判断基準の1番のポイントは林齢です。トドマツでは7齢級以下、カラマツでは6齢級以下での間伐は、列状間伐の対象となると考えています。
- 列状間伐の実施方法は、「1伐3残+定性」を原則としていますが、伐採後は将来、林業機械の走行路として活用できるかどうかで伐採列数を決めています。
- 列状間伐は残存木の損傷等が少ないことが、大きなメリットです。加えて、森林所有者に対しては、
  - ・1度列を入れておくと今後の間伐に役に立つこと
  - ・間伐遅れの林分では、今後の成長と利用間伐収入が期待できることをアピールしています。



# 生産コストを下げるヒント

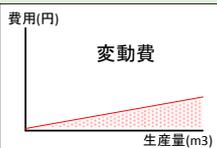
## 生産性が上がれば生産コストが下がるとは限りません

### 費用

#### 変動費

生産量に比例する費用

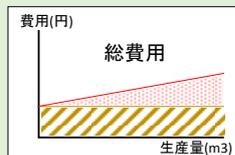
賃金(労務費) 運材費 等



#### 固定費

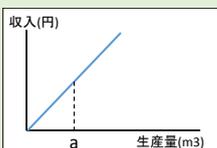
生産量に関わらない費用

機械の減価償却費  
一般管理費 等

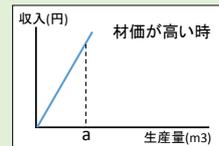
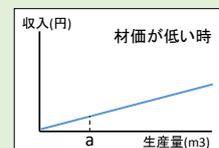


### 収入

生産された原木は同じ値段で  
全て売れると仮定すると…  
生産量と収入は比例します。



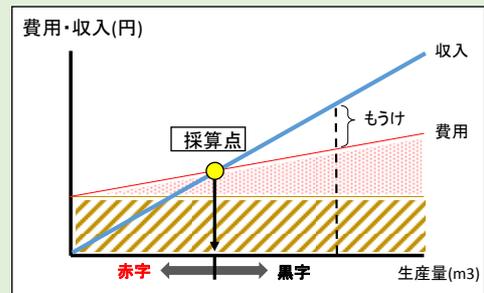
同じ生産量でも材価が低いと  
収入は減り、材価が高いと  
収入は増えます。



### 採算点

費用のグラフと収入のグラフ  
をかさねて…

交わるポイントが採算点です。



採算点での生産量より多く  
生産しないと赤字です。

## 新たに林業機械を購入した場合の

費用の変化を考えてみましょう。

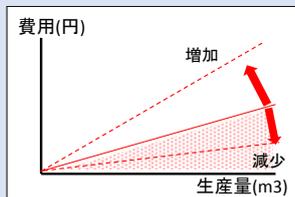


### 変動費

変動費の変化は事業体によって様々です。

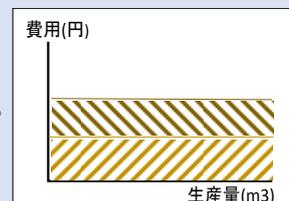
例えば…

- ・ 造材時間が短縮し、労務費が減少する  
場合もあります。
- ・ 一方、オペレータ  
賃金が増えて労務  
費が増加する場合  
も考えられます。



### 固定費

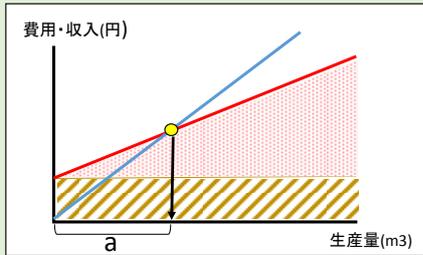
購入した林業機械の減価償却費分が  
必ず増加します。



# 林業機械を購入した場合の採算点はどうなるでしょう。

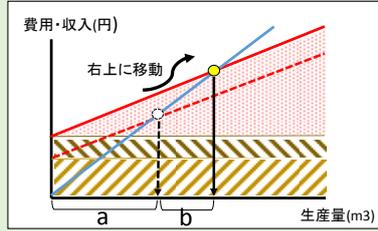
## 採算点

2つの事例で採算点を  
をみてみます。



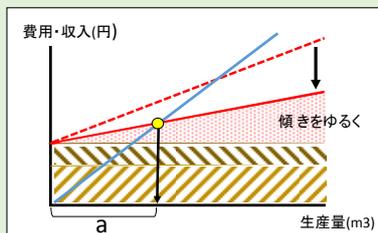
購入前

もしも変動費が変わらなかつたら・・・



採算点が右上に移動することから、赤字にならないためには生産量を増やすことが必要。

もしも生産量が変わらなかつたら・・・



採算点を維持するためには、変動費を減らすことが必要。

購入後

(高性能)林業機械を導入すると、効率(生産性)は上がります。  
ただし

- ・ 生産量(事業量)の増加を確保できる
- ・ 長い目で見て変動費(特に労務費)の削減につながる

といった見通しがないと、かえって逆効果になりかねません。

生産コストの削減は

「まとめよう・うまくなろう・つなげよう」  
(集約化) (技術向上) (連携作業)

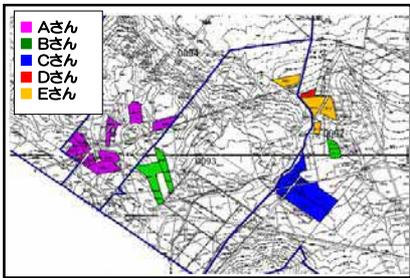
のコンビネーションがたいせつです

# 集約化

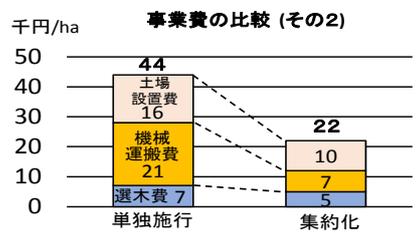
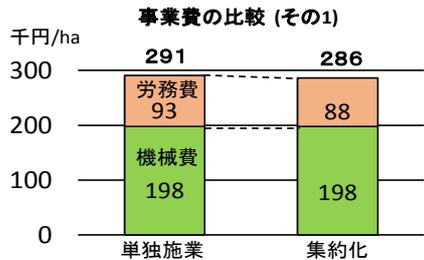
【キーワード】  
 ○ スケールメリット  
 ○ 固定費の縮減

## モデル団地で単独施業と集約施業のコストを比較しました

5名の森林所有者からなる20haの森林をモデル団地として設定し、5名がそれぞれ間伐を実施する場合と、一括して実施する場合のコスト分析を行いました。



労務費、機械費には大きな差がありませんでしたが、機械運搬費、土場作設費を大幅に節約できました。トータルでは約**1割**のコスト削減につながりました。



喜茂別町での事例

### トピックス

## 森林施業の集約化に向けて 市町村森林整備計画 実行管理推進チームの取り組み

平成23年度に地域の森林づくりのマスタープランとして、全道179市町村で「市町村森林整備計画」の樹立又は変更が行われました。



道の林業普及指導職員(准フォレスタ)がコーディネイト役となり、市町村・森林組合・指導林家・施業プランナーなど幅広い林業関係者が作成チームを立ち上げ、計画の策定に携わると共に、平成24年度からは、「実行管理推進チーム」へと移行し、計画の実行管理にあたっています。

(H26.2月現在 175チーム)

さらに、チームの内部に「森林経営計画作成推進班」を設置し、施業団地の再編をはじめ、適切な間伐や必要な路網の配置など、具体的な計画づくりをとおして、森林施業の集約化に取り組んでいます。(H26.2月現在73班)

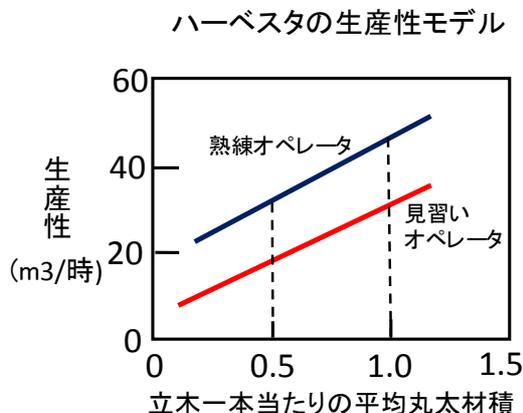
【キーワード】

- オペレータ
- 人材育成

## オペレーターの習熟度で生産性が大きく変わります

ハーベスタによる生産性の調査では、熟練オペレータは、見習いオペレータと比較して高い生産性を示しました。

立木一本当たりの平均丸太材積が  
 0.5m<sup>3</sup>の場合 約**1.8倍**  
 1.0m<sup>3</sup>の場合 約**1.5倍**



ある林業事業体が、自社所有のフェラーバンチャの工期調査を行ったところ、経験期間1ヶ月のオペレーターの処理本数が **35本/時間** だったものが、1年後には **48本/時間** に増加し、生産性が約**1.4倍**に向上したという事例も報告されています。

## トピックス

## オペレーターの技術向上を目指して 佐藤木材工業(株) [紋別市]

佐藤木材工業(株)では、北海道森林整備担い手支援センターが主催する高性能林業機械の操作等に関する専門研修に毎年のように参加するなど、オペレーターの育成に積極的に取り組んでいます。



### 【佐藤山林部長のコメント】

- 担い手支援センターの研修のほかに、導入した機械の製造会社による研修を受講させるため、オペレータ4名をフィンランドに派遣もしています。
- ヨーロッパの進んだ作業システムを習得することも重要ですが、日本の作業システムに活かしていくためには、継続的な研修が必要です。
- 素材生産の基本はチェーンソーであり、その理解・実践があつて初めて、機械オペレーターとしての育成のステップに入るべきだと考えています。
- 今後も若い人材の確保が必要です。研修の機会があれば積極的に参加していきたい。チェーンソーをはじめ、高性能林業機械の操作や路網整備など、現場実務を重視した林業専門教育の場が必要ではないでしょうか。

## 連携作業

【キーワード】

- 路網
- 作業システム

## 伐木・造材・搬出を効率的につなぐためには、路網の役割が重要です

○路網を構成する道は3種類に区分されています。

## 【林道】



セミトレーラー等による木材の搬出を主目的に効率的な森林整備と一般車両が安全に走行するための安全施設を備える林内の幹線的役割を果たす恒久的な施設です。

## 【林業専用道】



間伐材の搬出や森林管理などに10t積トラックが走行する必要最小限の規格・構造を有した林道を補完する施設です。

## 【森林作業道】



間伐をはじめとする森林整備のため継続的に用いられる道で、主として林業機械や2t積程度の小型トラック等が走行するもので、繰り返し使用に耐えるよう丈夫で簡易な構造を有する施設です。

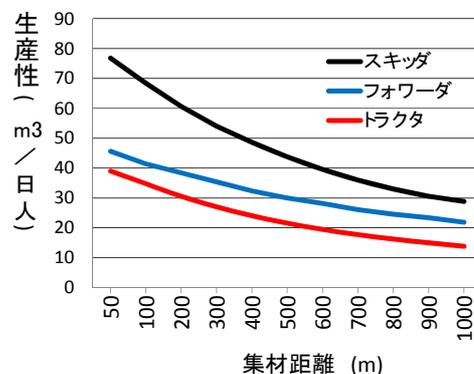
○集材距離で生産性は大きく変わります。

代表的な集材機械3種類について、集材距離と生産性の関係を示します。

フォワーダの例では、集材距離が300mから200mに短縮された場合、生産性は約1割高まります。

北海道の森林の大部分を占める中傾斜地では、作業ポイント(土場)からの集材距離が200mとなるよう路網を整備することを目標としています。

機械別の集材距離と生産性



○北海道の地形を活かした路網配置のイメージです。



北海道は、全国に比べ緩やかな地形が多いことから、等高線を活かした路網配置が容易で、高密度な路網を計画できます。

等高線状に基幹となる林道、林業専用道(基幹路網)を配置し、作業システムに応じ、基幹路網を補完する形で森林作業道を配置

## トピックス

## 林道 シラルト口線(標茶町)

- ◆ 開設年度 : H13~24
- ◆ 幅員、延長 : 4.0m 7,472m
- ◆ 路網密度 : 9.3m/ha
- ◆ 開設単価 : 64,932円/m

## ポイント

森林施業の低コストのほか、適正な森林整備による周辺自然環境の確保を目的に事業を実施。

また国道の緊急迂回路としても期待でき、林業のみならず地域住民の生活や地域産業に密着した多目的林道である。



## トピックス

## 林業専用道 板谷広場1号橋線(中川町)

- ◆ 開設年度 : H25
- ◆ 幅員、延長 : 3.5m 800m
- ◆ 路網密度 : 37.5m/ha
- ◆ 開設単価 : 26,875円/m

## ポイント

林業専用道を開設することで、平均集材距離が250mから94mに短縮され、車両系の高性能林業機械の組み合わせによるCTL(短幹集材方式)作業システムを導入することにより、森林作業の機械化や間伐施業の効率化を図った。



## トピックス

## 森林作業道 幌第1線(石狩市浜益)

- ◆ 開設年度 : H24
- ◆ 幅員、延長 : 3.5m 900m
- ◆ 路網密度 : 20.4m/ha
- ◆ 開設単価 : 1,809円/m

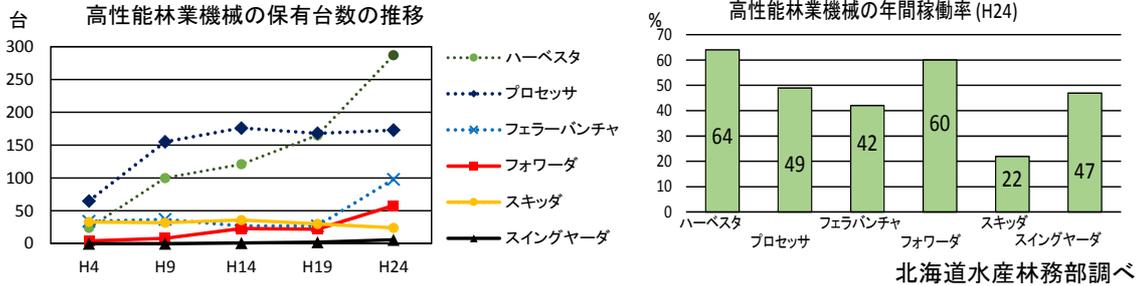
## ポイント

林道沿線の作業と森林作業道を利用した作業で高性能林業機械の組み合わせによるCTL(短幹集材方式)作業システムを確立し、全作業工程の機械化を図った。



# 作業システム “作業と機械と人” の組み合わせを考えよう

○本道の高性能林業機械の保有台数等の状況です。



造材機械であるハーベスタ、プロセッサに対して、集材機械であるフォワーダ、スキッダ、スイングヤダの台数が少ないことがわかります。年間稼働率はハーベスタ、フォワーダが6割、プロセッサ、スイングヤダが5割程度となっていますが、スキッダは2割にとどまっています。

○各作業の生産性のバランスが重要です。

作業システム全体の生産性と、システムを構成している各作業ごとの生産性の関係は次の式で表されます。

$$E = \frac{1}{1/e_1 + 1/e_2 + 1/e_3 + \dots}$$

E : システム全体の生産性 (m<sup>3</sup>/人日)  
e1、e2、e3 … : 各作業の生産性 (m<sup>3</sup>/人日)

E は e1、e2、e3 … の値よりも必ず小さくなります。

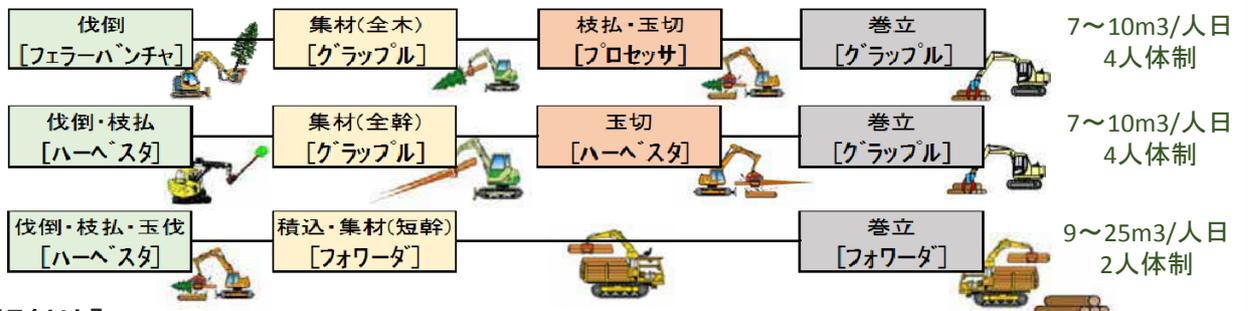
単位: m<sup>3</sup>/人日

伐木造材	集材	システム全体	摘要
15.0	10.0	6.0	システムの生産性を 1.5 倍にするためには…
15.0	22.5	9.0	集材作業では 2.25 倍だけれど
90.0	10.0	9.0	伐木造材作業では 6 倍にする必要 !!

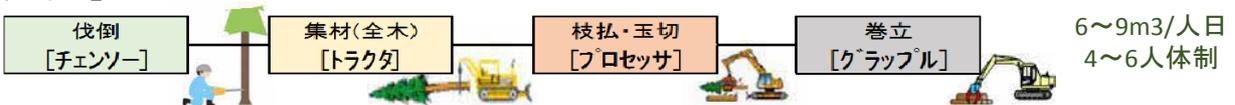
システム全体の生産性を効率的に向上させるためには、生産性の特に低い作業について優先的に改善を図ることがポイントです。

○北海道に適した作業システムのモデルです。

## 【緩傾斜地】



## 【中傾斜地】



北海道高性能林業機械化基本方針 (平成21年5月改定)

道では、林業事業体の素材生産性を、平成23年度の7.4m<sup>3</sup>/人日から平成34年度までに12.1m<sup>3</sup>/人日 (1.6倍) とする目標を立てています。

トピックス

## 林業機械のリースによる低コスト作業システムの導入 岸本産業(株) (石狩市)

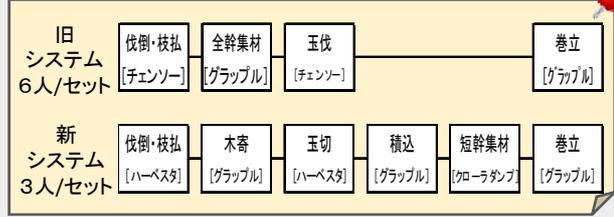
平成21年度に土木建設業から森林整備事業に参加。平成23年度にリースによりハーベスタ、グラップルを導入し、その後もクローラダンプを短期リースするなど、林業機械は全てリースで調達。

- 目的**
- ◆ 通年の雇用確保
  - ◆ 労働強度の軽減・安全性の確保

生産性が約**3.4倍**、生産コストが**16%削減**

**ポイント**

- さらなる事業量の確保
- オペレータの増員・養成
- システムに対応した路網の整備



トピックス

## スーパーロングリーチグラップルを活用した間伐作業 北村林業(株) (浦幌町)

平成22年3月に道内で初めて、スーパーロングリーチグラップルを導入。

- 目的**
- ◆ 木寄せ作業のコスト低減
  - ◆ かかり木処理の安全性向上
  - ◆ 残存木の損傷防止

木寄せ、かかり木処理作業の生産性が**1.5倍**  
(木寄せ距離20mの場合)

**ポイント**

- オペレータの知識・技術の向上



トピックス

## 効率的な路網開設による新作業システムの導入 羊蹄林産協同組合 (蘭越町)

平成21年にハーベスタとフォワーダを導入し、これまでのチェンソー・トラクタ + ハーベスタ(土場)の「準高性能システム」から、ハーベスタ・フォワーダシステムに移行。

**目的** ◆ 作業の効率生・生産性の向上  
生産性が約**1.3倍**、生産コストが**15%削減**

**ポイント**

- システムに対応した路網の整備
- 提案型集約化施業の推進



## 集材などの効率化のためには、これもポイントです!!

### 土そり集材

全道の各地で土そり(鉄そり)が活躍しています。

- 短幹・全幹どちらにも対応
- グラップルとのセットであり、積みおろしが効率的
- フォワーダと比較して遜色のない生産性 (36~60m3/人日程度)
- 固定費が極めて小さい

など多くの利点を有しています。

土壌の締め固めなど、林地への影響を懸念する声もありますが、走行回数などを最小限に抑えることができれば影響は少ないと報告されています。また、土そりから派生して、クローラ付きのカートが開発されるなど、現在も様々な改良が進められています。



### 架線集材

現在、スイングヤーダの導入は、全道で6台に留まっていますが、年間稼働率が高く、有効に活用されています。

- 従前の集材機に比べ架設撤去を繰り返す列状間伐に効果的
- 控索を使わないため、作業する場所を選ばない
- 架線を緩めればグラップルとしての作業が可能

など多くの利点を有しています。



### リース・レンタル

リース・レンタルを活用した場合、多額の自己負担がなくてもハーベスタやフォワーダなど、高性能林業機械を導入することが可能となります。

- 機械導入時の初期投資費用を抑えることができる
- 事務管理を軽減できる(減価償却、固定資産税納付等の事務処理を要しない)
- 支払いが一定額でコストの把握が容易
- 機械の処分にかかる手間が不要

など多くの利点を有しています。

ここに  
注意!!

- ◆ 物件の所有権はリース会社、レンタル会社にあります。
- ◆ リースの場合、中途解約時に解約損害金の支払い等が生じることがあります。
- ◆ 機械の使用状況(稼働率・使用期間等)によっては、購入の方が有利な場合もあります。

## トピックス

## 土そり(鉄そり)の使用事例

十勝広域森林組合 [芽室町]

十勝広域森林組合では、平成15年から土そりを効果的に活用しています。

特に、運材車が近くまで入れない現場や耕地防風林等での集材に威力を発揮しています。

## 【山川参事のコメント】

- 間伐等の現場で、年間60ha程度は土そりを利用しています。
- 土そりの利用により、集材の作業効率が約2倍になりました。
- なによりも維持管理費がほとんどかからないことが、最大の利点です。
- ただし、急傾斜の現場では土そりが滑りやすいので十分留意が必要です。



## トピックス

## スイングヤーダの使用事例

(有)佐藤造材 [釧路市音別町]

(有)佐藤造材では、平成19年にスイングヤーダを導入し、主に間伐作業で林齢に関わりなく幅広く利用(1,600時間/年)しています。

## 【富成社長のコメント】

- 傾斜地でブルが入れない現場での搬出のため導入したのがきっかけです。
- 集材時の材の引っかかりをリモコン操作で事前に回避でき、ブル集材と比べて作業効率は約2倍に向上しました。
- ベースマシンにフェラーバンチャやグラップルのヘッドを装着し、伐倒作業や架線以外での集材作業(300m以内)にも使用しています。
- ポイントは事業区全部をスイングヤーダで処理するのではなく、ブルやグラップルの入れないところで使用することだと考えています。(平坦地で300m以上の集材距離ではブルを使用)



## トピックス

## 林業機械のレンタル事情

建設土木業界では、作業機械のレンタルはすっかり定着していますが、林業機械の分野ではまだ日が浅い状況です。林業機械のレンタル事情について、業界大手にお聞きしました。

## 【担当者のコメント】

- 道内での林業専用機の事業展開は、ここ1~2年からで、まだスタートしたばかりです。
- 機械の導入には、購入、リース、レンタルと様々な形態がありますが、林業機械は「使用環境がハード」・「年間での稼働時期が限定される傾向」・「新機種開発が活発」などという特徴があり、レンタルを活用していただけるメリットが十分あると考えています。
- 現在、グラップルとキャリアダンプがレンタルの中心となっていますが、ハーベスタなどの伐倒機械をはじめ、グラップル付きの高性能フォワーダなどの普及にも力を入れていく方針です。
- 林業機械のレンタルは、時間がかかるかもしれませんが、今後、事業の拡大が期待できる有望な分野だと考えています。



# 低コスト化の効果はどのくらい？

## ～林業経営のトータルシミュレーション比較～

50年生で主伐するカラマツ人工林をモデルとして、一般的な施業と低コスト施業での林業経営収支をシミュレートします。

### シミュレーション1

2,500本/haで植栽され、標準的な間伐を行ってきた**現在30年生**の森林を想定したシミュレーションです。

一般タイプと低コストタイプの**2タイプを比較**します。

### シミュレーション2

**新規に植栽する森林**を想定したシミュレーションです。

一般タイプ1つと低コストタイプ2つ、合わせて**3タイプを比較**します。

## ○森林施業の設定(概要)

### シミュレーション1

	植栽		下刈 年数	枝打 林齢	間伐			皆伐		
	樹種	本数/ha			林齢	方法	間伐率	作業システム※	林齢	作業システム※
低コスト (定性)					30	定性	24	チェン・トラ	50	ハー・グラ
					40		28			
低コスト (列状)					30	列状2伐6残	25	ハー・グラ	50	ハー・グラ
					40		列状2伐4残			

### シミュレーション2

	植栽		下刈 年数	枝打 林齢	間伐			皆伐			
	樹種	本数/ha			林齢	方法	間伐率	作業システム※	林齢	作業システム※	
一般タイプ (定性)	カラマツ 1号	2,000	3		14	定性	31	チェン・トラ	50	ハー・グラ	
					20		31				
					30		30				
					40		30				
低コスト (列状)	カラマツ 1号	2,000	3		14	1伐5残+定性	31	ハー・グラ	50	ハー・グラ	
					20		1伐4残+定性				31
					30	定性	30	ハー・フォ			
					40		30				
低コスト (低密度)	カラマツ 1号	1,500	3	14	14	1伐4残+定性	33	ハー・グラ	50	ハー・グラ	
					24		定性				33
					36						33

※ チェン・トラ : チェンソー(伐倒)ートラクタ(全木集材)ープロセッサ(枝払・玉伐)ーグラップル(巻立)  
 ハー・グラ : ハーベスタ(伐倒・枝払)ーグラップル(全幹集材)ープロセッサ(玉伐)ーグラップル(巻立)  
 ハー・フォ : ハーベスタ(伐倒・枝払・玉伐)ーグラップル(木寄・集積)ーフォワーダ(積込・短幹集材・積降)ーグラップル(巻立)

## ○共通事項

間伐の時期や伐採率は、原則として「カラマツ人工林施業の手引き」(以下「施業の手引き」)の**1等地中庸仕立て**における施業体系に準じました。

(シミュレーションにおける設定条件は巻末を参照ください。)

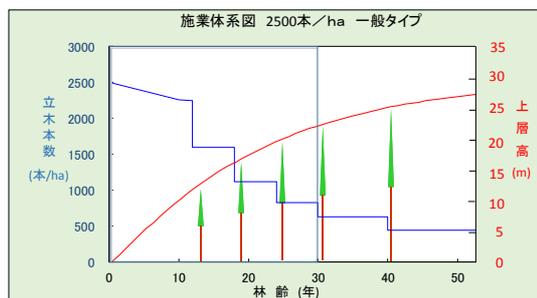
# シミュレーション 1

30年前当時、平均的な植栽本数2,500本/ha植え(列間・苗間2m×2m)で、これまで3回(12年生、18年生、24年生)、間伐されてきた30年生の森林を想定します。

## 【一般(定性)タイプ】

「施業の手引き」に準じ、30年生時と40年生時に間伐を行います。2回とも定性間伐とし、本数間伐率はそれぞれ**24%、28%**です。

最終仕立て本数：450本  
皆伐時立木材積：420m<sup>3</sup>  
間伐総材積：191m<sup>3</sup>



### 作業システム

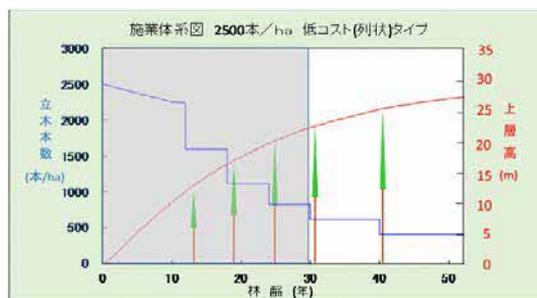
2回の間伐ともチェーンソー伐倒、トラクタで**全木集材**、プロセッサで枝払い、玉切りし、グラップルで巻立てを行います。  
50年生時の皆伐は、ハーベスタで伐倒枝払い、グラップルで**全幹集材**し、プロセッサで玉伐り、グラップルで巻立てを行います。

## 【低コスト(列状)タイプ】

30年生時と40年生時に列状間伐を行います。列間が2mであることから、機械走行路を確保するため2伐とします。

- > 30年生時 2伐6残 (25%)
- > 40年生時 2伐4残 (33%)

最終仕立て本数：410本  
皆伐時立木材積：324m<sup>3</sup>  
間伐総材積：274m<sup>3</sup>



### 作業システム

2回の間伐、50年生時の皆伐とも、ハーベスタで伐倒枝払い、グラップルで**全幹集材**し、プロセッサで玉伐り、グラップルで巻立てを行います。

## 収支比較

単位：千円/ha (円/m<sup>3</sup>)

			一般タイプ (定性) ①	低コストタイプ (列状) ②	差し引き計 ②-①	低コスト化の効果 (一般タイプとの比較)
支 出	事業費 (間接費込)	間伐 30年生時	280 (11,687)	285 (5,941)	5 (-5,746)	間伐のha当り事業費は、30年生時、40年生時ともに一般タイプと大きな違いはありませんが、m <sup>3</sup> 当り事業費は30年生時で49%、40年生時で45%削減されます。  皆伐等を含めたha当り支出総額では、18%の削減となります。
		間伐 40年生時	435 (9,257)	429 (5,111)	-6 (-4,146)	
		小計	715	714	-1	
	皆伐 50年生時	1,430 (4,321)	1,053 (4,128)	-377 (-193)		
	計 a	2,145	1,767	-378		
	森林保険 b	11	11	0		
a+b			2,156	1,778	-378	
収 入	販売収入 (木代金)	間伐	417	903	486	収入は、間伐と補助金が増加する一方で、主伐が減少することから、トータルではほぼ同額となります。
		主伐	2,614	1,936	-678	
	計 c	3,031	2,839	-192		
	補助金 d	416	561	145		
c+d			3,447	3,400	-47	
収 益 (収入)-(支出)			1,291	1,622	331	26%の収益増となります。

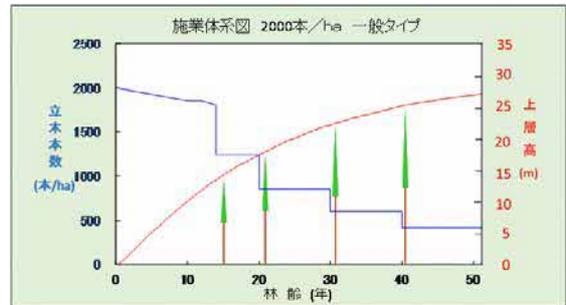
# シミュレーション 2

新たに植栽する森林を想定します。

## 【一般(定性)タイプ】

2,000本/ha(列間・苗間2.3m×2.2m)で植栽し、「施業の手引き」に準じ、14年生時、20年生時、30年生時、40年生時に間伐を行います。  
4回とも定性間伐とし、本数間伐率はそれぞれ**31%、31%、30%、30%**です。

最終仕立て本数：420本  
皆伐時立木材積：414m<sup>3</sup>  
間伐総材積：183m<sup>3</sup>



### 作業システム

4回の間伐ともチェーンソー伐倒、トラクタで**全木集材**、プロセッサで枝払い、玉切りし、グラップルで巻立てを行います。

50年生時の皆伐は、ハーベスタで伐倒枝払い、グラップルで**全幹集材**し、プロセッサで玉伐り、グラップルで巻き立てを行います。

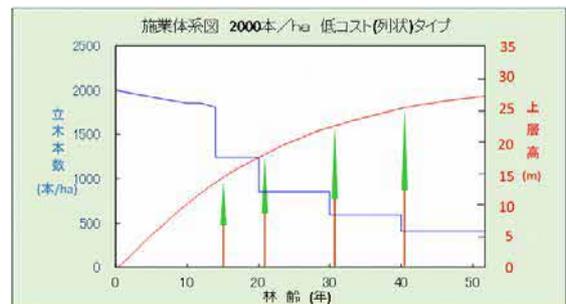
## 【低コスト(列状)タイプ】

2,000本/ha(列間・苗間2.3m×2.2m)で植栽し、14年生時、20年生時、30年生時、40年生時に間伐を行います。14年生時と20年生時は列状と定性の併用間伐を行い、列間が2.3mであることから1伐とします。

➤ 14年生時 1伐5残(17%) + 定性14%

➤ 20年生時 1伐4残(20%) + 定性11%

30年生時と40年生時は定性間伐を行い、間伐率はそれぞれ**30%**です。



最終仕立て本数：410本  
皆伐時立木材積：383m<sup>3</sup>  
間伐総材積：199m<sup>3</sup>

### 作業システム

1回目、2回目の間伐と50年生時の皆伐は、ハーベスタで伐倒枝払い、グラップルで**全幹集材**し、プロセッサで玉伐り、グラップルで巻立てを行います。

3回目、4回目の間伐は、ハーベスタで伐倒・枝払い・玉伐りを行い、グラップルで木寄・集積、フォワーダで積込み、**短幹集材**、積降し、グラップルで巻立てを行います。

## 【低コスト(低密度)タイプ】

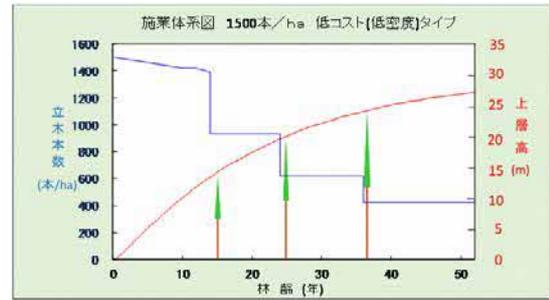
1, 500本/ha(列間・苗間2.6m×2.6m)で植栽し、「施業の手引き」に準じ、14年生時、24年生時、36年生時に間伐を行います。

14年生時は列状と定性の併用間伐を行い、列間が2.6mであることから1伐とします。

➤ **14年生時 1伐4残(20%) + 定性13%**

24年生時と36年生時は定性間伐を行い、間伐率はそれぞれ**33%**です。

また、低密度植栽により下枝が太くなることを考慮し、1回目の間伐時に**枝打ち**も行います。



最終仕立て本数：420本  
皆伐時立木材積：423m<sup>3</sup>  
間伐総材積：146m<sup>3</sup>

### 作業システム

1回目の間伐と50年生時の皆伐は、ハーベスタで伐倒枝払い、グラップルで**全幹集材**し、プロセッサで玉伐り、グラップルで巻立てを行います。

2回目、3回目の間伐は、ハーベスタで伐倒・枝払い・玉伐りを行い、グラップルで木寄せ・集積、フォワーダで積込み、**短幹集材**、積降し、グラップルで巻立てを行います。

### 収支比較

単位：千円/ha (円/m<sup>3</sup>)

			一般タイプ	低コストタイプ	低コストタイプ	差し引き計		低コスト化の効果 (一般タイプとの比較)		
			(定性)①	(列状)②	(低密度)③	②-①	③-①			
支	事業費 (間接費込)	植栽	地拵	227	227	227	0	0	植栽は、低密度タイプでha当り事業費が12%削減されます。	
			植付	99	99	81	0	-18		
			苗木	167	167	126	0	-41		
			小計	493	493	434	0	-59		
		下刈	3年間	164	164	164	0	0		
		間伐	枝打	14年生時	-	-	93	0	93	
			14年生時	129	153	167	24	38	間伐のha当り事業費は、両タイプとも若齢での間伐では一般タイプより掛かり増しとなりますが、間伐時の林齢が高くなるほど低コスト化の効果が大きくなります。間伐トータルでは、列状タイプで18%、低密度タイプで38%の削減となります。	
			20年生時	218	239	-	21	-		
			24年生時	-	-	235	-	17 ※		
			30年生時	343	241	-	-102	-		
			36年生時	-	-	309	-	-34 ※※		
			40年生時	451	304	-	-147	-		
			小計	1,141	937	711	-204	-430		
皆伐	50年生時	1,402	1,239	1,365	-163	-37				
計	a	3,200	2,833	2,767	-367	-433	また、m <sup>3</sup> 当り事業費は、両タイプのいずれの林齢の間伐においても、一般タイプより低コストとなります。			
森林保険	b	66	66	59	0	-7				
a+b		3,266	2,899	2,826	-367	-440				
収	収入	販売	552	581	423	29	-129	列状タイプは間伐収入と補助金が増額しますが、その他が減少するため、収入総額で2%、低密度タイプでは、主伐収入が増額しますが、その他が減少するため、収入総額で4%減少します。		
		収入	2,569	2,373	2,646	-196	77			
		(木代金) 計	c	3,121	2,954	3,069	-167		-52	
		補助金	d	1,225	1,289	1,088	64		-137	
c+d		4,346	4,243	4,157	-103	-189				
収 益 (収入)-(支出)			1,080	1,344	1,331	264	251	列状タイプ24%、低密度タイプ23%の収益増となります。		

※ 一般タイプ20年生時間伐との差し引き

※※ 一般タイプ30年生時間伐との差し引き

# 低コスト化のキーマン達

## 『森林施業プランナー』の紹介

「森林施業プランナー」は小規模森林所有者の森林を取りまとめ、森林施業の方針や施業提案書を作成して森林所有者に提示し、森林施業の集約化を担う中核的な人材で、まさに森林施業の低コスト化を推進するキーマンです。

平成24年度からは、民間団体による認定制度がスタートし、年度末時点で北海道では42名が認定され、各地で活躍されています。

ここでは、この中から11名のプランナーを紹介します。

### 久村 尚史さん



- ① 北空知森林組合
- ② 深川市
- ③ 森林所有者の気持ちを十分考えて、森林整備を実施することとしています。
- ④ 路網の整備を実施し、施業を集約化する事だと思っています。

### 伊藤 悠也さん



- ① 石狩北部森林組合
- ② 当別町
- ③ 森林所有者と一緒に考え、安心、信頼されるプランを提案するよう心がけています。
- ④ 高性能林業機械を有効に活用できるような、路網の整備がポイントです。

### 石見 重徳さん



- ① 南しりべし森林組合
- ② 蘭越町
- ③ 組合員・森林所有者と同じ目線で、わかりやすく施業を進めています。
- ④ 高性能林業機械を用いた森林施業がポイントだと思います。

### 矢野 順一さん



- ① 苫小牧広域森林組合
- ② むかわ町
- ③ 森林所有者の意向や市況などを踏まえ、的確な施業提案に努めています。
- ④ 山林の状況に応じた林業機械等の配置と集材距離の短縮が重要だと思います。

### 鈴木 敏也さん



- ① はこだて広域森林組合
- ② 北斗市
- ③ 森林所有者への接遇機会を積極的に持ち、山に関心を持ってもらえるようにしています。
- ④ 間伐等の現場システムデータの蓄積及び構築が重要だと考えています。



お名前

- ① 所属
- ② 所在地
- ③ 心がけていること
- ④ 低コストのポイント

村山 崇さん



- ① 村金興業株式会社
- ② 枝幸町
- ③ お客様のニーズを確実に捉え、その具現化にベストを尽くしたいと考えています。
- ④ 施業実行体制の要である、現場技能者、機械等を常に維持し稼働することです。

鳴島 隆吉さん



- ① 滝上町森林組合
- ② 滝上町
- ③ 森林所有者に、手紙や電話ではなくできる限り直接お会いして説明することとしています。
- ④ 森林所有者に集約化のメリットを理解してもらうことだと思います。

高沢 博さん



- ① 当麻町森林組合
- ② 当麻町
- ③ 組合員及び森林所有者に喜んでいただける森林施業を実施していきたいと考えています。
- ④ 効率的な作業システムや作業方法を的確に選択することだと思います。

原武 泰寛さん



- ① 標茶町森林組合
- ② 標茶町
- ③ 森林所有者に対し最高な山づくりのお手伝いができるように心がけています。
- ④ 地域の実状に沿った施業を最優先に考え、森林所有者からの信頼に応えることです。

工藤 泰孝さん



- ① 北海道ニッタ株式会社
- ② 幕別町
- ③ コスト分析をしっかりと行い、効率的かつ低コストな施業に心がけています。
- ④ 作業システムを選択する際、各工程での生産量に差を生じさせないことです。

木村 徳美さん



- ① 日高南森林組合 えりも支所
- ② えりも町
- ③ 森林施業に関し、総合的に提案するための技術や知識のスキルアップに努めています。
- ④ 有効的な作業道の整備、高性能林業機械の活用促進だと考えます。

# 皆様のお考えを伺いました

## ～低コスト施業に関するアンケート調査～

市町村、森林組合、林業事業体の皆様に低コスト施業についてアンケート調査を実施しました。

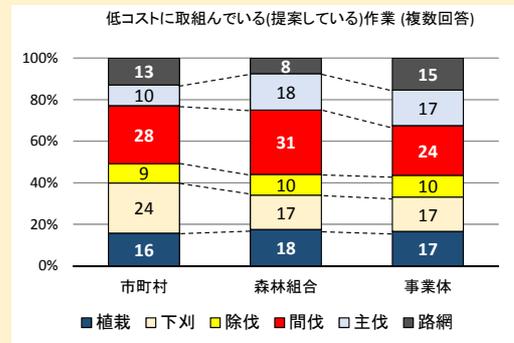
森林所有者の立場から、生産現場に直接携わる立場から、それぞれの取り組みやお考えを紹介します。

[ 回答数／調査数 市町村：143／179 森林組合：70／86 (支所含む) 林業事業体：109／301 ]

### 問1

これまで、森林施業の低コスト化を進めてきた(提案されてきた)作業種は何ですか。

- 3者とも間伐の割合が一番高くなっています。
- 森林組合と事業体では、間伐の次に、下刈と主伐がほぼ同じ割合が続いていますが、市町村では下刈の割合が高くなっています。



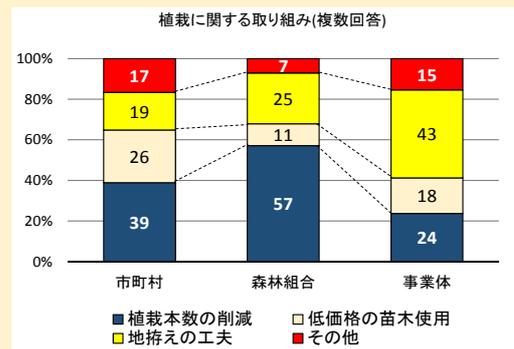
### 問2

問1の作業種での主な取り組み内容は何ですか。

#### 【植栽】

- 市町村と森林組合は、植栽本数の削減が第1位で、特に森林組合では6割を占めています。
- 事業体では、地拵えの工夫が第1位となり、他の2者との違いが特徴的です。

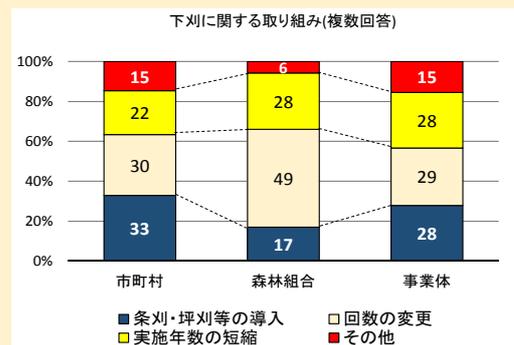
**その他** ・高性能林業機械の導入を見据えた植栽設計(市町村)  
 ・集約化による植栽規模の拡大(森林組合)  
 ・枯損率を減らすため、仮植時に保水剤を使用(事業体)  
 ほか



#### 【下刈】

- 森林組合は、年間の下刈回数や実施年数の削減の割合が他の2者より高い割合を占めています。

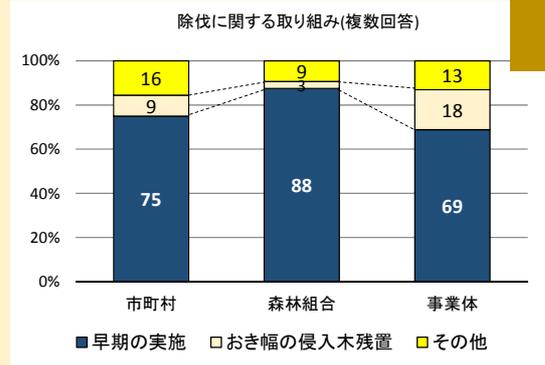
**その他** ・地拵え方法と合わせた全刈、条刈の選択(市町村)  
 ・2回刈で成長を促進し年数を短縮(事業体)  
 ・手間を惜しむ作業ではない(事業体)  
 ほか



## 【除伐】

○ 3者とも侵入木が細いうちに除伐を実施する取組みが高い割合を占めています。

- その他**
- ・広葉樹の優先的残存 (市町村)
  - ・可能な限り事業地を集約化 (市町村)
  - ・枝打ちを行わず除伐のみ実施 (森林組合)
  - ・路網が十分でないため冬期間にスノーモービルを活用 (森林組合)
  - ・堅雪を利用してササの障害を回避 (事業体) ほか

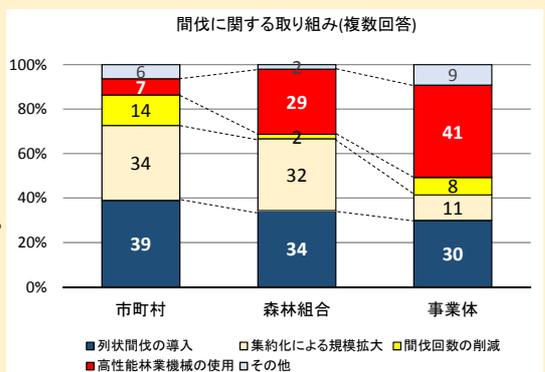


## 【間伐】

○ 市町村と森林組合は、列状間伐と施業の集約化がともにほぼ同じ割合となっており、取組みの1位と2位を占めています。

○ 事業体は高性能林業機械の使用が4割と高い割合を占める一方、集約化の割合が低くなっています。

- その他**
- ・適切な集材路の設定 (事業体)
  - ・運材車が入れる路網の整備 (事業体)
  - ・採材仕様の簡素化 (事業体) ほか

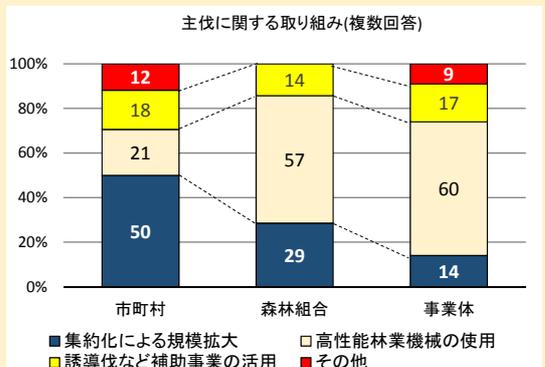


## 【主伐】

○ 市町村は、集約化による規模拡大が5割を占め、他の2者より高い割合となっています。

○ 森林組合と事業体は、高性能林業機械の使用が共に6割で第1位となっています。

- その他**
- ・伐採時期の多様化、長伐期化 (市町村)
  - ・運材車が入れる路網の整備 (事業体)
  - ・採材仕様の簡素化 (事業体) ほか

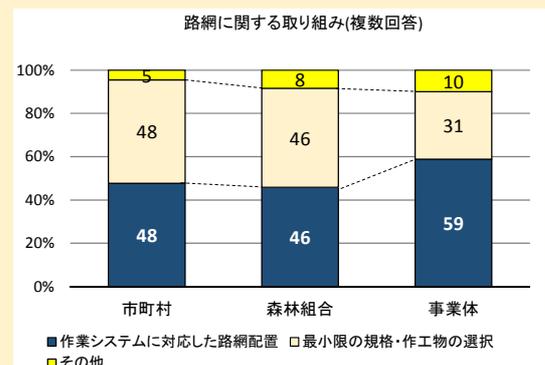


## 【路網】

○ 市町村と森林組合は、システムに対応した路網整備と最小限の規格等の選択がともにほぼ同じ割合となっています。

○ 一方、事業体では、システムに対応した路網整備と最小限の規格等の選択が2対1となっています。

- その他**
- ・路網整備と併せ施業推進地域を設定 (市町村)
  - ・旧集材路の補修・活用 (森林組合)
  - ・冬期間の利用など路体を傷めない工夫 (事業体) ほか



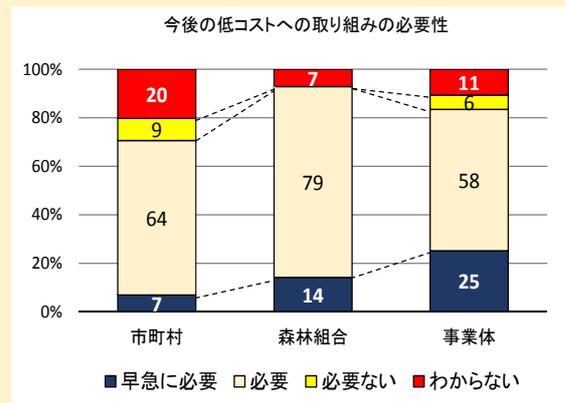
問 3

森林施業の低コスト化に取り組む必要性をどうお考えですか。

- 早急に必要、必要を合わせると、3者ともに7割を超えており、特に森林組合では9割を占めています。
- 早急に必要と答えた割合は事業体が最も高く、次に森林組合、市町村と続きますが、市町村では1割を下まわっています。

わからない

- ・低コストにこだわるあまり、現場の作業員に支障をきたすことを懸念 (市町村)
- ・専用道と作業道の分類が低コストな道路となるのか疑問 (森林組合)
- ・コスト削減の努力が収益に結びつかない (森林組合) ほか



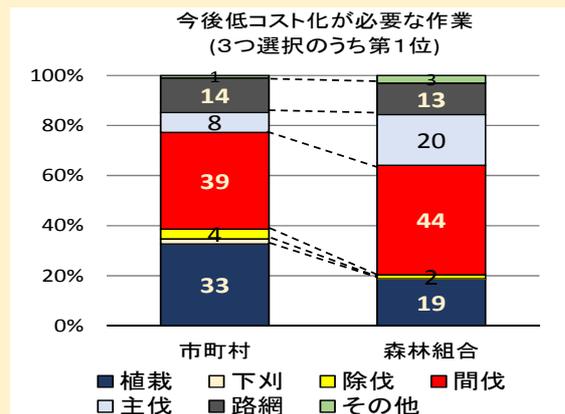
問 4

どの作業での低コスト化が必要だとお考えですか。  
(市町村と森林組合に伺いました。)

- 市町村と森林組合とも、今後も間伐作業の低コスト化が一番に必要だとの回答となっています。
- 市町村は間伐に次いで、植栽の低コスト化が3割、主伐が1割であるのに対し、森林組合では、植栽と主伐がそれぞれ2割ずつ占めています。

その他

- ・枝打ち、準備地拵え (市町村・森林組合)
- ・所管を超えた一体施業 (市町村) ほか



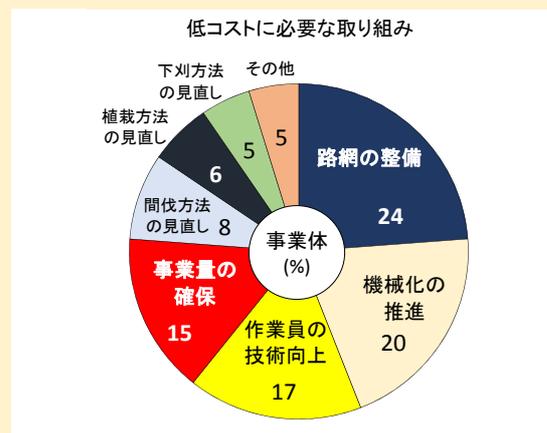
問 5

森林施業の低コスト化を進める上で何が最も重要とお考えですか。  
(林業事業体にお聞きしました。)

- 路網の整備が第1位となり、数ポイントの差で、機械化の推進、作業員の技術向上、事業量の確保が続いています。
- 間伐等の見直しにあっては、機械作業を容易にするための列状間伐・帯状間伐などの提案など、機械化の推進とも関連する内容が多く寄せられています。

その他

- ・植栽、下刈等多用途に使用できる林業機械の開発
- ・現場に適した作業システムの選択 ほか



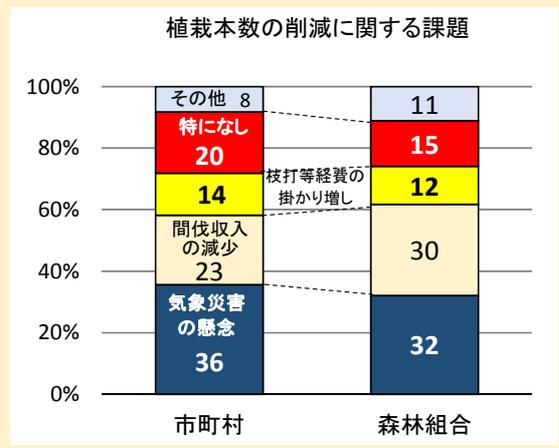
問 6

次の各取り組みで何が課題となるとお考えですか。  
(市町村と森林組合にお聞きしました。)

【植栽本数の削減】

- 市町村、森林組合ともに、気象災害(野ねずみの被害等を含む)を受けた場合の残存木の減少を懸念する声が多く寄せられました。
- また、森林組合では、植栽本数が少ないことによる間伐収入の減少(間伐本数・材積の減少)を課題とする割合も多くを占めています。

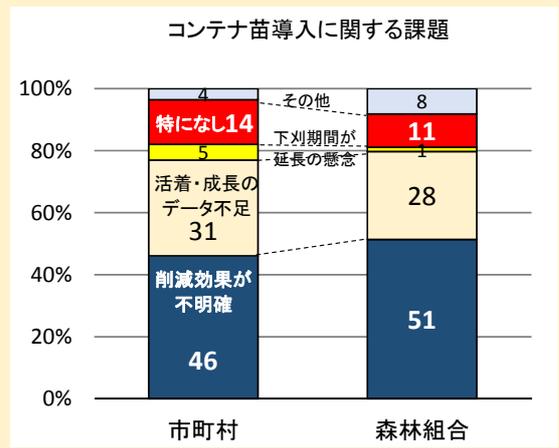
- その他**
- ・「うらごけ」を避けるための枝打ちによるコントロール (市町村)
  - ・生育競争圧力の低下により低質材が多くなるのが心配 (市町村) ほか



【コンテナ苗の導入】

- 市町村、森林組合ともに、コンテナ苗の導入が森林施業の低コスト化にどうつながるのか、まだ明確でないとする割合が高くなっています。
- また、植栽後の活着や成長についてのデータ不足を指摘する声もそれぞれ3割を占めています。

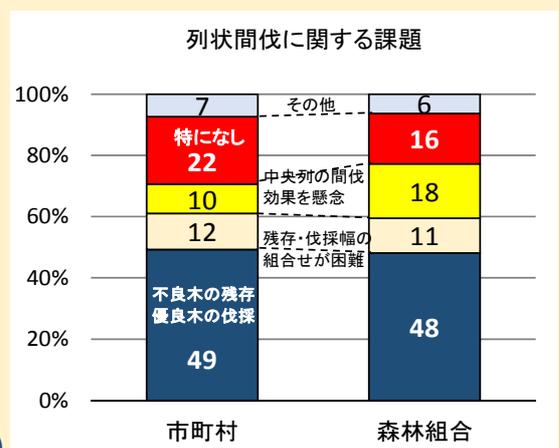
- その他**
- ・苗木が小さすぎる (市町村)
  - ・枝からの採穂であれば、将来、枝の性質が出て品質が心配 (市町村)
  - ・コンテナ苗植栽向けに新たな資材調達等を要する (市町村)
  - ・裸苗に比べ、かさばることが予想 (森林組合)
  - ・苗木代が高い (森林組合) ほか



【列状間伐の導入】

- 市町村、森林組合ともに、残存列に不良木が残り、伐採列の優良木が伐採されることを課題とする指摘が5割を占めています。
- また、森林組合では、中央列での間伐効果に対する懸念も多く寄せられています。

- その他**
- ・急傾斜地で作業効率が落ちる (市町村)
  - ・列状間伐後の次の間伐の選木が困難 (市町村)
  - ・気象災害(特に風雪害)の懸念 (市町村・森林組合)
  - ・定性間伐が当たり前とする森林所有者への理解 (森林組合) ほか



## 【シミュレーションにおける設定条件】

			シミュレーション1		シミュレーション2				
			一般タイプ (定性)	低コストタイプ (列状)	一般タイプ (定性)	低コストタイプ (列状)	低コストタイプ (低密度)		
<b>共通事項</b>	労務単価 (円/人日)	チェンソーマン	16,500						
		オペレータ	18,000						
	機械運搬費 (円/片道台)	20,000							
		機械価格 (万円/台)	チェンソー	20					
			トラクタ	1,300					
			ハーベスタ	2,500					
			プロセッサ	2,300					
			グラブブル	1,800					
フォワーダ	2,400								
間接費率 (%)	現場監督費	16							
	間接雑費	20							
補助金 (国庫補助事業、道単独事業)			平成25年度森林整備事業標準単価から試算						
<b>事業規模</b>	(ha)		2	10	2	10	10		
<b>出材量</b> (m3/ha)	間伐	14年生時			5	10	11		
		20年生時			16	24			
		24年生時					24		
		30年生時	24	48	31	30			
		36年生時					45		
		40年生時	47	84	49	46			
	50年生時	331	255	324	301	332			
<b>生産性</b> (m3/人)日	間伐	14年生時	伐倒 (チェンソー)			8			
			伐倒・枝払 (ハーベスタ)				16	16	
			全木集材 (トラクタ)			15			
			全幹集材 (グラブブル)				18	18	
			枝払・玉伐 (プロセッサ)			32			
			玉伐 (プロセッサ)				38	38	
		20年生時	巻立 (グラブブル)			60	78	78	
			伐倒 (チェンソー)			14			
			伐倒・枝払 (ハーベスタ)					26	
			全木集材 (トラクタ)			18			
			全幹集材 (グラブブル)				32		
			枝払・玉伐 (プロセッサ)			40			
		24年生時	玉伐 (プロセッサ)					44	
			巻立 (グラブブル)			68	86		
			伐倒・枝払・玉伐 (ハーベスタ)					23	
			木寄・集積 (グラブブル)					65	
			短幹集材 (フォワーダ)					34	
			巻立 (グラブブル)					75	
		30年生時	伐倒 (チェンソー)	16		16			
			伐倒・枝払 (ハーベスタ)					68	
			伐倒・枝払・玉伐 (ハーベスタ)					34	
			木寄・集積 (グラブブル)					72	
			全木集材 (トラクタ)	18		18			
			全幹集材 (グラブブル)			54			
			短幹集材 (フォワーダ)					34	
			玉伐 (プロセッサ)			52			
			枝払・玉伐 (プロセッサ)	44		44			
			巻立 (グラブブル)	70	82	70	78		
			36年生時	伐倒・枝払・玉伐 (ハーベスタ)					45
				木寄・集積 (グラブブル)					76
		短幹集材 (フォワーダ)						37	
		巻立 (グラブブル)						80	
		40年生時		伐倒 (チェンソー)	18		18		
				伐倒・枝払 (ハーベスタ)					92
			伐倒・枝払・玉伐 (ハーベスタ)					50	
			木寄・集積 (グラブブル)					75	
			全木集材 (トラクタ)	22		22			
			全幹集材 (グラブブル)			60			
			短幹集材 (フォワーダ)					38	
			玉伐 (プロセッサ)			56			
			枝払・玉伐 (プロセッサ)	48		48			
			巻立 (グラブブル)	72	86	72	80		
主伐 50年生時	伐倒・枝払 (ハーベスタ)		120	120	120	120	120		
	全幹集材 (グラブブル)		64	64	64	64	64		
	玉伐 (プロセッサ)	72	72	72	72	72			
	巻立 (グラブブル)	100	100	100	100	100			

※ 共通事項(補助金を除く)、生産性に関する数値は、聞き取り等による推定値

※ 出材量は、北海道総合研究機構林業試験場調製による「カラマツ収穫予測ソフトver2.04」により算出

### カラマツ原木価格 (山土場渡し)

単位：円/m3

径 ~8cm	長 3.65m 径 9~13cm	長 3.65m 径 14~18cm	長 3.65m 径 20~22cm	長 3.65m 径 24cm~
3,100	4,900	7,000	8,200	8,600

※ 「木材市況調査月報 平成25年12月価格」(水産林務部林業木材課調べ)を参考に設定

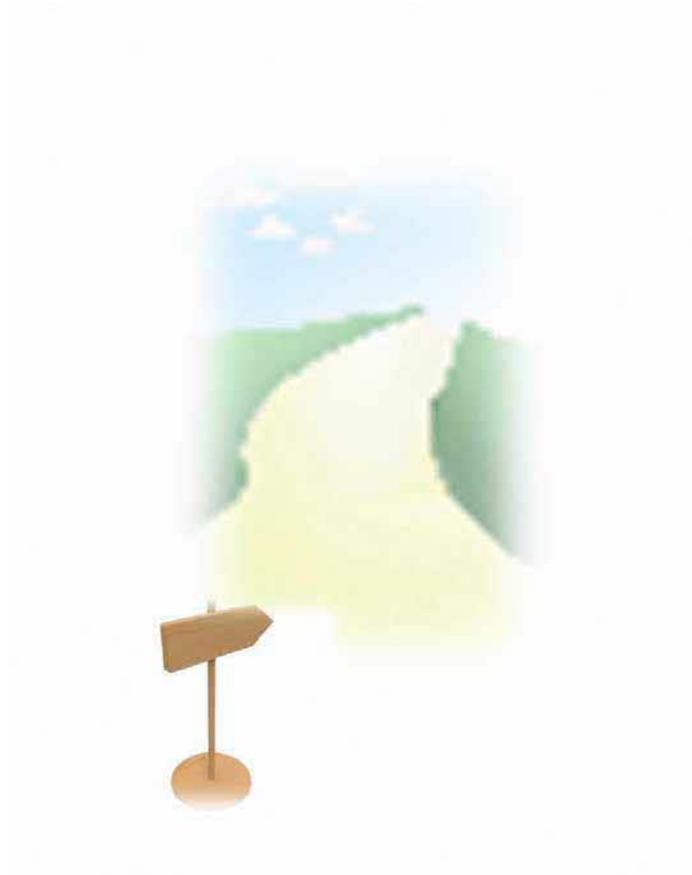
## 【参考文献】

### [育林コストを下げるヒント]

- ・石塚森吉 (2012) 低コスト造林技術の研究開発方向. 現代林業2012.9:14-17
- ・森林総合研究所 (1013) 低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集 (普及用資料)
- ・道総研林業試験場森林資源部経営G (2010) 低コスト育林高度化事業. 年報平成22年度
- ・北海道立林業試験場林業経営部育林科・経営課 (2008) 林業再生モデル事業. 年報平成20年度
- ・北海道水産林務部林業木材課 (2008) 平成19年度低コスト施業システム推進事業について. 北海道林業再生研究会林業経営分科会資料
- ・北海道立林業試験場 (2004) これがグイマツ雑種F<sub>1</sub>だ!. (パンフレット)
- ・北海道立林業試験場 (2006) 植える本数を減らしてみませんか. (パンフレット)
- ・山田健四 (2010) グイマツ雑種F<sub>1</sub>は低密度植栽でも大丈夫!. (2010) 光珠内季報159:8-11
- ・来田和人ほか (2010) さし木苗木と実生苗木を植栽したグイマツ雑種F<sub>1</sub>低密度植栽実証林における幼齢期の成長と造林コスト. 北海道林業試験場研究報告NO47:1-13
- ・低コスト施業見本林の設置と今後の期待される効果について. 林野庁HP  
<http://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/kikai/pdf/02hokkai.pdf>
- ・山田健 (2010) コンテナ苗と植付機械. 機械化林業 681:7-12
- ・横山誠二、佐々木尚三 (2013) コンテナ苗植栽試験について～北海道でのコンテナ苗成長状況～. 北森研61:101-104
- ・森林総合研究所機械技術研究室 コンテナ苗. 森林総合研究所HP  
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/zoki/planting/seedlings-j.html>
- ・北海道森林管理署 (2013) 伐採からコンテナ苗植付までの一貫作業現地検討会資料
- ・北海道立林業試験場 (2003) やってみよう! 列状間伐. (パンフレット)
- ・北海道立林業試験場 (2007) やってみよう! 列状間伐2. (パンフレット)
- ・木幡靖夫 (2001) 高性能林業機械による列状間伐作業の生産性と残存木の成長. 光珠内季報124:10-13
- ・木幡靖夫 (2006) 高性能林業機械による列状間伐の繰り返しについて. 森林学誌21(1):15-20
- ・徳島県立農林水産総合技術センター森林林業研究所 列状間伐の道標. (普及用資料)
- ・宮城県林業試験場 (2007) 列状間伐のここが知りたい!. (パンフレット)
- ・広島県農林水産部農林整備局ほか (2007) 機能増進保育における長伐期施業に対応した列状間伐実施方針. (普及用資料)

### [生産コストを下げるヒント]

- ・北海道立林業試験場林業経営部経営課 (2008) うさぎ編 採算点を知ろう!..林業のコスト計算を学ぶ 第一歩... (研修用資料)
- ・大坂誠 (2012) 後志管内における施業集約化への取組. 平成23年度林業普及指導事業報告会(活動報告)
- ・近藤稔ほか (2007) 森林作業の集約化を目的とした団地化の面積に関する研究. 第14回森林利用学会 学術研究発表大会 (要旨)
- ・道総研林業試験場森林資源部経営G (2011) 緩中傾斜地に適した低コスト生産システムの開発. 年報平成23年度
- ・小林幸平 (2005) 高性能林業機械オペレータの現場からの提言. 森林学誌20(2):97-98
- ・望月春美、山田容三 (2006) 森林組合における人材育成と技術習得の現状. 森林学誌20(4)233-236
- ・北海道水産林務部 (2013) 北海道の路網・作業システム 低コスト森林施業に対応した路網・作業システム ワーキングチーム報告. (報告書)
- ・北海道水産林務部 (2009) 北海道高性能林業機械化基本方針.
- ・只野泰光 (2011) 伐出作業コストと労働生産性について. 林業普及指導員研修会資料
- ・スーパーロングリーチグラブプルを活用した間伐事業について. 林野庁HP  
[http://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/kikai/pdf/24jirei\\_01.pdf](http://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/kikai/pdf/24jirei_01.pdf)
- ・効率的な路網開設による新作業システムの導入 林野庁HP  
[http://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/kikai/pdf/22jirei\\_01.pdf](http://www.rinya.maff.go.jp/j/kaihatu/kikai/pdf/22jirei_01.pdf)
- ・中川昌彦 (2007) 定性間伐と列状間伐におけるハーベスタの生産性の違い. 森林学誌21(4):299-302
- ・秋田県農林水産部秋田スギ振興課 (2008) 高性能林業機械の低コスト生産システム. 秋田県林業普及冊子NO15
- ・小林洋司、久道篤志 (2010) 優良事業体による低コスト搬出システム. 森林学誌25(1):37-42
- ・佐々木尚三ほか (2007) 土そり集材の可能性について. 第14回森林利用学会学術研究発表大会 (要旨)
- ・渡辺一郎 (2009) 土そりとグラブプルによる集材. 光珠内季報155:12-16
- ・鈴木秀典ほか (2004) スイングヤーダ普及の要因と動向. 森林総合研究所研究報告393:327-334
- ・全国木材協同組合連合会 かんばれ! 地域林業サポート事業～リースを活用した高性能林業機械の導入支援. (パンフレット)



## 低コスト施業の手引き

平成26年3月発行

北海道水産林務部林務局森林整備課

〒060-8588 札幌市中央区北3条西6丁目

電話 011-204-5505