

よくわかる  
石川の森林・林業技術 No.16

# 低コスト再造林の 進め方



石川県農林総合研究センター林業試験場

## はじめに

石川県の人工林は成熟し、造林保育段階から本格的利用期を迎えており、森林資源を循環利用していくことが大きな課題となっています。このため、施業地の集約化や路網整備等を進めるとともに、主伐作業の効率化に加え、主伐後の再造林や育林経費の大半を占める造林初期におけるコストを抑える必要があります。そうした中、低コスト化の切り札として、国立研究開発法人森林総合研究所でコンテナ苗を活用した伐採と造林の一貫作業システムが開発され、ここ数年、全国でも試験研究が行われるようになりました。

当センターでも、国との共同研究に参加して技術開発を行ってきたほか、本県独自にコンテナ苗植栽のための苗木植栽機を民間企業と共同で開発するなど、その効率的な使用方法についても検討してきました。また、苗木の植栽本数、下刈り回数や雪起こしなどの省力化について検討し、その実証結果を取りまとめました。

この冊子を通じて今後、主伐・再造林を行う上での参考となれば幸いです。

1. 伐採・更新方法の判別	1
2. 高性能林業機械を活用した 一貫作業システムの構築	3
3. 造林用コンテナ苗	5
4. 苗木の植栽方法	7
5. 下刈りの省力化	9
6. 雪起こしの省力化	11
7. トータルコストの比較	12

## 1. 伐採・更新方法の判別

伐採・更新を行う場合、皆伐・再生林に適しているかを判断する必要があります。再生林の適地でない場合は、どのように森林を誘導すべきかについても考えておく必要があります。ここでは、伐期に達した人工林を今後どのような森林に誘導していくことが最良なのか、その方向性を検討するための留意点をいくつかの観点から判断できるようにまとめました。

### <立地条件・採算性を検討>

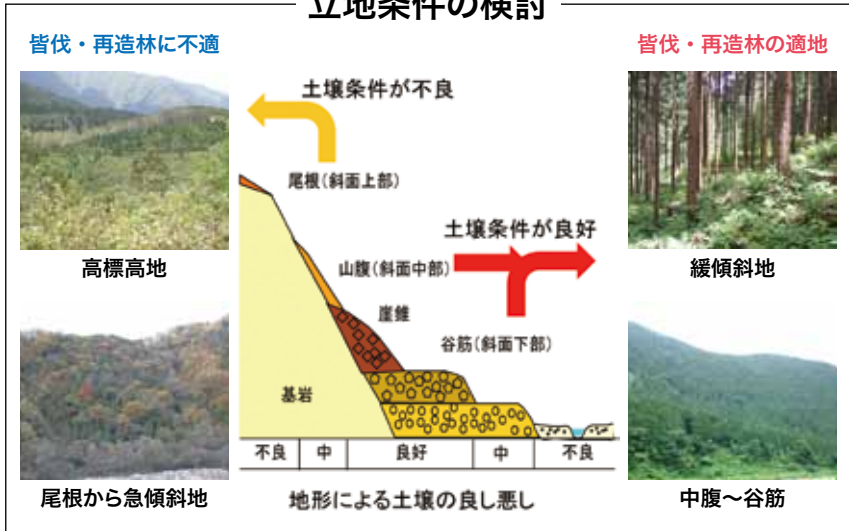
再生林の適地は、土壌等の立地条件を考慮し、経営・経済面の採算性を吟味する必要があります。

具体的には、

- ・ 植栽した樹木の成長が期待できる目安としての地位級<sup>※1</sup>は中以上であること。
- ・ 保育や木材搬出の作業性を考慮し、利便性が高い林道等の路網からの距離が500 m以内であること。
- ・ 周辺にササ等が面的に繁茂していないことや傾斜30°以内で作業が容易なことのほか、積雪深が2.5 m以内などで保育に係る経費を見込んでも採算が採れることなどに対する検討が必要となります。

※1 地位級は林齢と樹高の関係を数値化した区分

## 立地条件の検討



## 採算性の検討



## 2. 高性能林業機械を活用した 一貫作業システムの構築

### ＜伐採から搬出までの作業システム＞

伐採・搬出の直後または同時並行で地拵えと植栽を行う一連の作業を一貫作業システムと言います。収益を上げ再造林の経費を賄うためには、まず伐採・搬出時に可能な限り素材生産の生産性を高めることが重要です。伐倒、木寄せ・集材、造材、搬出の作業能率を高めるために、地形や作業規模などに応じた作業システムの組み合わせを考えます。

#### 緩傾斜地での伐採・搬出

傾斜が緩やかで森林作業道が整備可能な現場では、ハーベスタやチェーンソーによる伐倒・造材、グラブplerなどによる木寄せ、フォワーダによる搬出が、効率的な車両系システムです。



#### 急傾斜地での伐採・搬出

傾斜の急な現場では、チェーンソーによる伐倒の後、架線による集材(全木)、プロセッサによる造材、トラックによる運搬が、効率的な架線系システムです。



## ＜地拵えと苗木運搬＞

一貫作業では、植穴の小さなコンテナ苗を植栽するため、機械地拵えは以前の様にきれいに片付ける必要がなく、グラップルなどの機械を使用することで効率的な作業が可能となります。枝条は、林地に適度に残置するか、森林作業道に敷設することで浸食防止等が図られます。急傾斜地では、架線系の機械によりできるだけ全木集材し、土場の周辺で枝条の有効利用や集積方法を考えます。また、苗木の運搬にフォワーダや架線を活用することで、土場から植栽現場近くまで短時間で苗木を運ぶことができます。

### グラップルによる地拵え

伐採・搬出作業が終わった後に、直ちにグラップルによる地拵えを開始すれば、人力に比べて約5倍の労働生産性で作業が可能となります。ただし、作業は20°以下の緩傾斜地か、急傾斜地では土場等の周辺のみに限定されます。



コンテナ苗



### フォワーダによる苗木運搬

コンテナ苗(写真)は根鉢がついているため、裸苗に比べて重くかさばり、人力での運搬には裸苗よりも作業能率が悪くなります。そこで、木材搬出に使用したフォワーダを苗木運搬に活用し、1,500本の苗木であれば、土場から植栽現場まで1時間以内に運搬可能となります。

### 3. 造林用コンテナ苗

#### <造林用コンテナ苗の特徴>

一貫作業システムでは、伐栽・地拵え・植栽を連携して同時に行いますので、植栽時期を問わない活着の良い苗が求められます。造林用のコンテナ苗は空中に浮いた状態で育てることで底面に達した根はそれ以上伸長しない、空気根切り苗とも言います。出荷時に根切りをしないので細根の量が多く、いつ植えても枯損の恐れが少ないことが特徴です。

スギは500cc容量のMスターコンテナ※2で育てます。コンテナ苗を容器が多数連結したトレーで育てた場合、形状比※3の高い脆弱な苗になり易く、このような苗は、寒害を受けたり成長が悪く、下刈り回数が増えてしまいます。使用する苗は形状比60以下、の苗高35cm、根元径6mm以上が優良苗です。



スギのコンテナ苗



Mスターコンテナとトレー



スギ裸苗

※2 Mスターコンテナは、育苗中に育成密度が変えられるので形状比60以下の苗を育成できる

※3 形状比: 苗高(cm) ÷ 根元径(cm) の値で根元の太い苗が成長に有利



## <コンテナ苗の生産技術>

コンテナ苗の生産には、Mスターコンテナなどの容器と培養土（エイジドココなど）が必要です。エイジドココは、椰子の実の殻を10年以上堆積し、粉碎したもので、苗木育成中に腐ったりしないうえ、形状もほとんど変わりません。土に比べて軽く、そのままに植えられます。肥料は、コーティング肥料という樹脂で被覆され、肥料分が少しずつ溶け出すものを使います。スギの場合、100日間効果が持続するタイプの肥料で培養土1ℓ当たり5gが標準です。

スギの種子は、大きめのコンテナや育苗箱などにまいて幼苗を作ります。翌年の2月頃に形質の良い苗だけをMスターコンテナに移植します。苗木が伸び始める前の寒い時期に移植を行なうと成長が良く、秋には、植栽可能な大きさになります。

### スギ・コンテナ苗づくりの工程

#### (1年目)

項目	場所	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	備考
播種	作業場	—												4・5月
育苗管理	苗畑	—											除草、散水	
培養土詰め・移植	作業場												—	

#### (2年目)

項目	場所	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	備考
培養土詰め・移植	作業場	—												4月
育苗管理	苗畑	—											除草、散水	
出荷・植栽	作業場							—					翌年7月まで	

※一貫作業の見込み量に合わせたコンテナ苗の生産が必要になります

## 4. 苗木の植栽方法

枯損の恐れが少ないというコンテナ苗の特長を生かし、新たに共同開発した苗木植栽機で作業を行います。植栽方法は従来のクワに比べて簡単で、植栽機で掘った植穴に、苗木を投入して周りの土を適度に踏みつければ終了です。スギのコンテナ苗の場合、これまでの植栽試験では乾燥害による枯損は起きていません。

従来の裸苗の植栽には、活着率や作業効率の面から、熟練した作業員が有利でしたが、コンテナ苗は経験の少ない作業員でも植栽作業ができます。

植栽可能な時期については、積雪期以外は、ほぼ1年中植えることができます。ただし、真夏日が続く8月は苗木が弱りその後の成長もよくありませんので、真夏だけは避け、9月頃になってから植栽するほうが良いです。



苗木植栽機(重さ8kg)

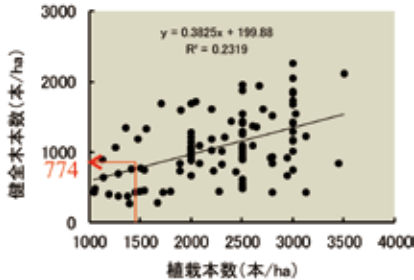


植栽作業

植穴が10cm程度と小さく、根のすき間などでも容易に穴を掘ることができる

## ＜植栽本数＞

植栽本数を減らせば、植栽経費を大幅に削減できます。そこで、従来よりも本数を減らした場合の成林の可能性を調査しました。その結果、植栽本数が1,500本/haでも収穫時に必要な健全木本数を十分確保可能で、建築用材としての成長にも問題ないと考えられます。



### 植栽本数と健全木本数の関係

(4～6 齢級)

健全木：A級木(通直な優勢木)および  
B級木(多少曲りのある優勢木)



### 低密度植栽の県内事例

29年生のスギ人工林  
平均胸高直径30.4cm、平均樹高19.5m、  
林分材積504.8m³/ha

## 植栽本数と目標収穫本数(本/ha)

植栽本数	4～6 齢級(実績)			60年生	80年生
	立木本数	健全木本数(%)		目標本数	目標本数
2,500	1,688	1,156	68	644	533
2,000	1,377	965	70	700	518
1,500	1,067	774	73	(720)	(511)

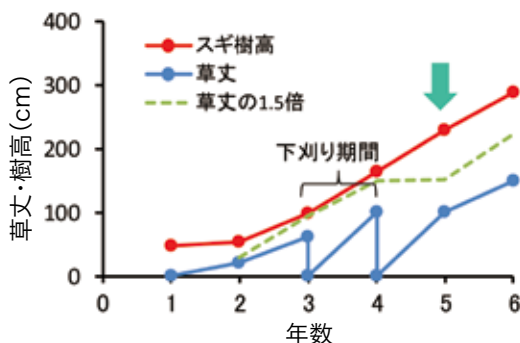
健全木本数の(%)は、立木本数に対する割合。目標本数は収穫予想表の数値。  
1,500本/ha植栽の目標本数は、見込本数。

## 5. 下刈りの省力化

下刈りの省力化もコスト削減に大きく寄与します。下刈り終了の目安は、植栽木の樹高が下草よりも1.5倍以上になるか、下草よりも60～80cm抜き出る頃です。下刈り期間の違いによる下草との競合や成長を実証した結果、一貫作業であれば最低限必要な下刈りは3・4年生時の2回であることが判りました。



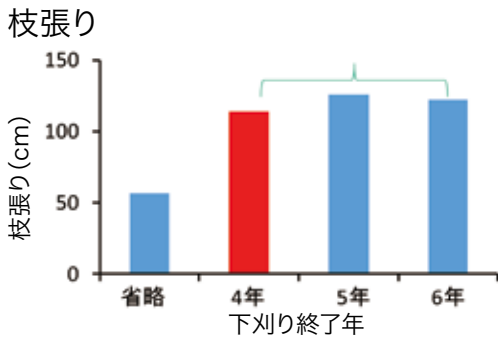
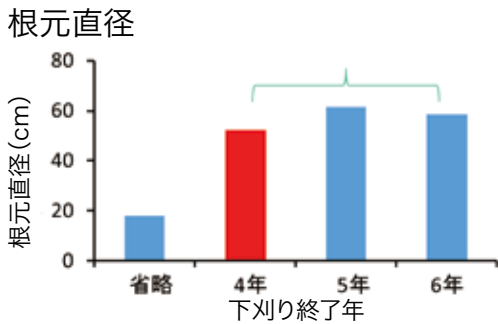
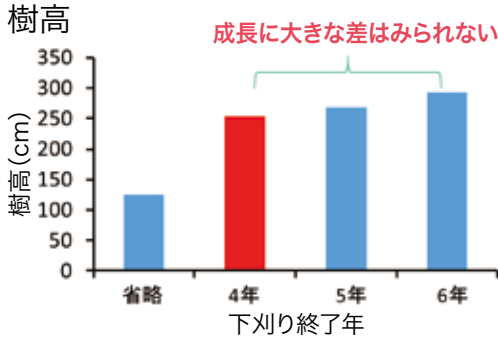
再造林地の下刈り(左)とスギ苗(右)



**下刈りによるスギ樹高と草丈の推移(秋植えの場合)**  
5年生時(矢印)では下刈り終了の基準をクリア  
※一貫作業による再造林地では、伐採前の林内に雑草木が少ないため、2年目の下刈りは省略可能となります。春植えの場合は、当年を省略し、2年目は状況に応じて判断します。

## 下刈りの差による成長状況

樹高・根元直径・枝張りとも  
4年生までの下刈りで十分



下刈り終了年別のスギ6年生時の成長比較  
つるの繁茂が危惧される場所は、状況を見て対応

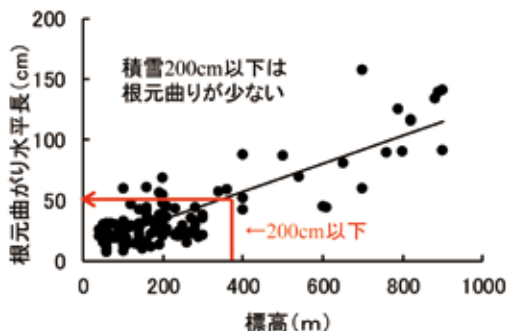
スギの生育状況

## 6. 雪起こしの省力化

雪国では、雪起こしに多大な経費がかかります。雪起こしは、根元曲りを小さくするためのもので、樹高が積雪深の2～2.5倍になれば省略することができます。実際に作業が必要な時期は、積雪200cm以下の地域では、樹高2～5m（5～7年生）の期間が目安となります。



雪起こし作業(左)と根元曲り水平長(右)



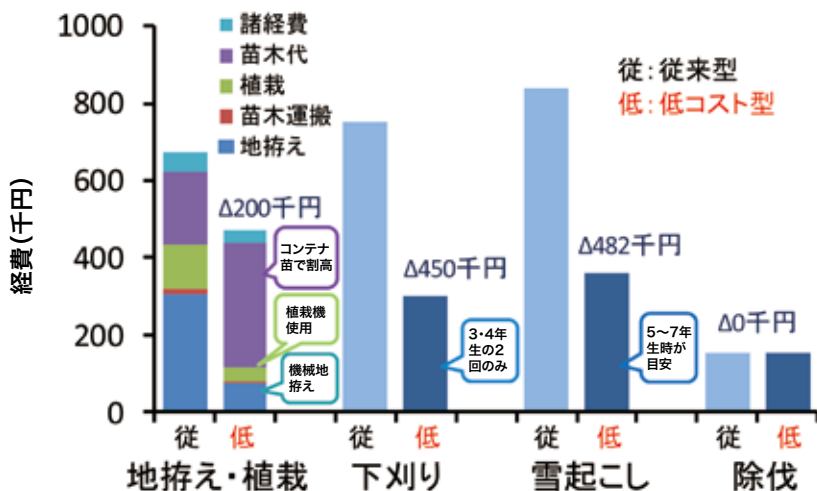
### 標高と根元曲り水平長の関係(雪起こし林分)

積雪量が多い高標高ほど、根元曲りが大きく、雪起こしの効果は小さいです。積雪量の少ない低標高ではその効果が大きく、最小限の労力で成林が見込めます。秋植えの場合は、翌春の根踏みが必要となります。



## 7. トータルコストの比較

作業方法の改善による作業種ごとの経費と、それらのトータルの経費を従来型と比較してみました。ここでは、従来型も1,500本/ha植栽を行った場合を想定しました。地拵え・植栽では苗木代が約2倍になりますが、全体で3割減となります。下刈りと雪起こしは、条件が良ければ半分以下に抑えられます。これらの結果、初期の10年間で110万円程度の削減が見込まれます。



作業種ごとの経費比較(1ha当たり)

【低コスト型の条件】 車両系機械による地拵えが可能な傾斜度20°以下、最深積雪深200cm以下、地位級中以上、で一貫作業による再生林を行う。

トータルコスト：従来型(2,415千円)－低コスト型(1,284千円)＝削減額(Δ1,131千円)



この普及資料に関する問い合わせは、最寄りの県農林総合事務所  
森林部または農林総合研究センター林業試験場にお尋ねください。

よくわかる  
石川の森林・林業技術 No.16  
低コスト再造林の進め方

平成 29 年 3 月初版発行  
(表紙写真は、小松市の西俣県有林での再造林地)  
石川県農林総合研究センター林業試験場

【問合せ先】

〒 920-2114 白山市三宮町ホ1

Tel. 076-272-0673

Fax. 076-272-0812

<http://www.pref.ishikawa.lg.jp/ringyo/>

E-mail. [fes@pref.ishikawa.lg.jp](mailto:fes@pref.ishikawa.lg.jp)



古紙パルプ配合率70%再生紙を使用