

低コストな造林・保育のための育苗から下刈りまでの一貫作業体系の開発

試験研究計画名：優良苗の安定供給と下刈り省力化による一貫作業システム体系の開発
 地域戦略名：優良苗の安定供給と下刈り省力化による一貫作業システム体系の開発
 研究代表機関名：（研）森林研究・整備機構 森林総合研究所
 地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

国産材の供給力強化と循環的利用には、主伐後の造林・保育の省力化と林業用種苗の生産拡大が必須です。コンテナ苗は、種苗生産の機械化及び省力化に適しており、その効率的な育苗技術が開発されれば、地域での苗木供給能力は飛躍的に拡大します。また一貫作業システムを利用しながら地拵（じごしらえ）の機械化を推進し、さらに年間を通じて植栽が可能であるコンテナ苗や、下草との競合に有利な大苗等を活用すれば、高コストで労働負担の大きい下刈り作業の省力化が可能です。立木価格に見合うコストで造林・保育作業が確実に実施されることにより地域の雇用が拡大し、林業の持続可能な成長産業への転換に貢献することができます。そのために、発芽率の悪い林業用種子から効率的に充実種子を選別する装置の開発、充実種子を用いた一粒播種によるコンテナ苗生産技術と一貫作業システムを応用した下刈り省力化技術を開発します。

技術体系の紹介：

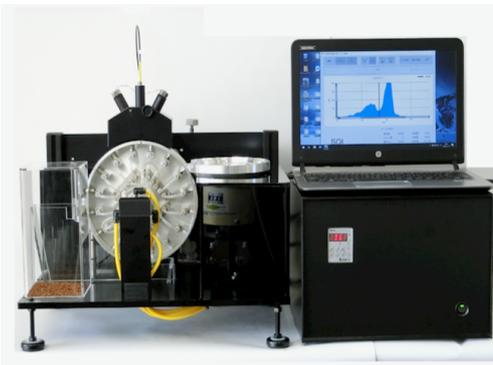


写真1 全自動充実種子選別システム

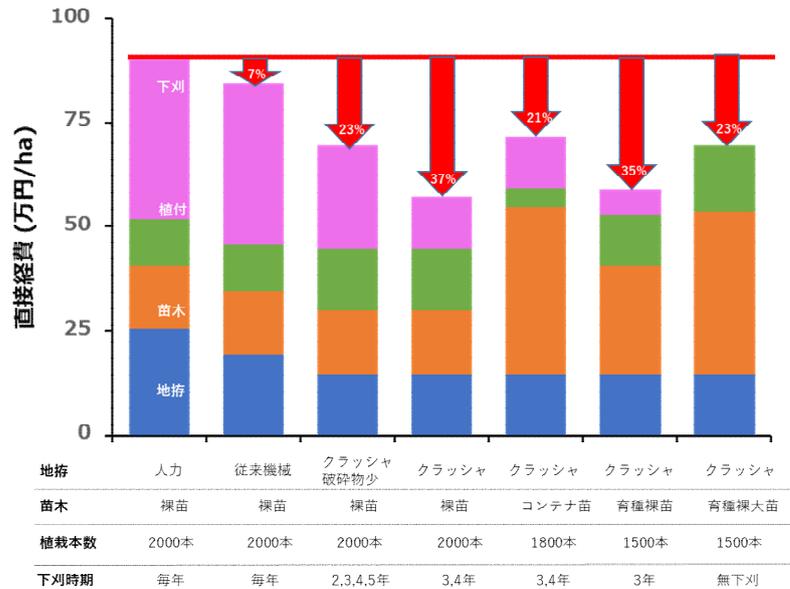


図1 北海道における造林・保育経費削減（6年間）

1. 充実種子選別装置の開発

近赤外光は目に見えない波長ですが、種子の中の脂質などに反応します。そこで、スギ、ヒノキ、カラマツの各樹種について、それぞれ 950~1400nm の間の三つの波長を組み合わせる指標 (SQI 値) を開発し、その範囲を分析できる分光器を選別装置に組み込みました。また、種子の投入から判別、回収までの工程を完全自動化し、発芽率 90% 以上の種子を選別できる高効率な充実種子選別装置を開発しました（写真1）。本装置は 2019 年度中に販売開始となります。この機械により選別された種子を用い、マルチキャビティーコンテナや小型プラグに一粒播種をする育苗技術を提案し、生産規模や育苗スケジュールに基づく作業工程管理表を作成しました（表1）。これにより各地の生産者における省力化率および育苗・生産コストの算出が可能となりました。例えば年間 100 万本の苗木生産の場合、選別種子の導入以前は、一年生幼苗移植、毛苗移植では一本当たり 10 秒-36 秒の移植作業

時間が発生しましたが(表 1)、これを充実種子選別装置で効率化し一粒直接播種とした場合(表 1)、年間約 10,400-13,600 時間(1,300-1,700 人日)の余剰時間を得ることができます。

表 1 様々な苗に対する作業工程管理表の一例

種別	1年目												2年目												3年目						労務時間(人日) 100万本規模
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6		
裸苗(二年生)	●土壌消毒等準備			播種	育苗管理 ●根切り								選苗・床替え			育苗管理 ●根切り						出荷			4950						
一年生幼苗移植	●土壌消毒等準備			播種	育苗管理				選苗・移植				育苗管理(※)				出荷						4550								
毛苗移植 【育苗箱播種】	●土壌消毒等準備			播種	移植				育苗管理				出荷						4950												
一粒直接播種	●土壌消毒等準備			播種	育苗管理								出荷						3250												
毛苗移植 【セルトレイ播種】	●土壌消毒等準備			播種	移植				育苗管理				出荷						4550												
毛苗移植 【小型プラグ苗購入】	●土壌消毒等準備			移植	育苗管理								出荷						4500												

注) 裸苗は苗畑で1年以上育苗された苗で、そのまま出荷される。毛苗は苗畑や育苗箱で数か月~1年間育てた数センチ程度の小さな苗で、コンテナ等に移植される。

2. 一貫作業システムを応用した造林技術

一貫作業システムとは、木材の伐採や搬出に用いた機械を利用し、地拵の機械化や苗木の運搬を行い、植栽可能期間の長いコンテナ苗を活用することで効率的な施業を行うことです。また地拵を人力から機械化することで50%以上の地拵コストの削減が可能であり、地拵直後に植栽を行うために、初回の下刈を省略することも可能です(写真2)。丁寧に機械地拵を行うことで雑草の繁茂を抑制でき(図2)、2年目以降の下刈の省略も可能となってきます。



写真2 エクスカベータをベースとした効率的な地拵の機械化

エクスカベータにクラッシャと呼ばれる回転刃を装着し地拵をする様子(左)、既存のバケットを利用した地拵の様子(右)

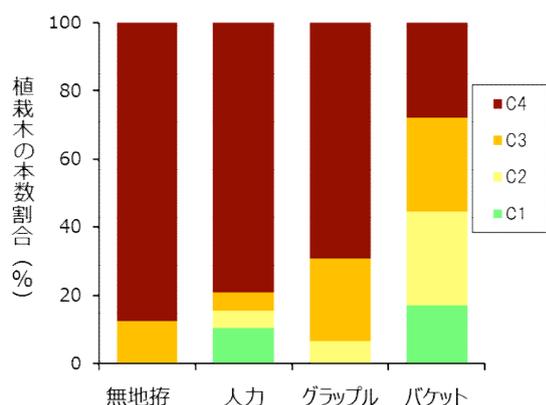
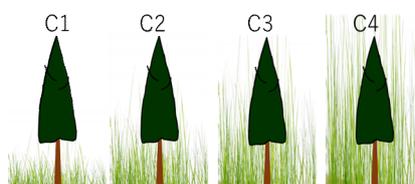


図2 機械地拵による雑草の繁茂の抑制

C1は植栽苗木が雑草より十分に頭が出ている状態、C4は雑草に覆われている状態を表す。無地拵えや人力地拵は雑草が繁茂して苗木が80%以上覆われるが、機械バケット地拵では苗木の75%が雑草より背が高い。



技術体系の経済性は：

経営改善効果

北海道や長野県では、クラッシャやバケットと呼ばれる機械で丁寧に地拵を行い、その後の雑草の回復を数年遅らせる事で、30%以上の下刈作業のコストの削減が可能となりました（図1、3）。秋田県では一貫作業システムに加え、植栽後2年目、3年目、5年目に下刈を行いました。その結果誤伐を減らしながら植栽木の成長も維持する事ができ、機械地拵+コンテナ苗を用いた場合は26%、コンテナ苗の代わりに裸苗を用いた場合は35%の造林-保育経費の削減が可能となりました（図4）。

コンテナ苗の価格は、挿し木か実生か、また樹種や地域によって様々ですが、裸苗と同程度の値段に下げられれば、バケット地拵と裸苗利用で68%削減されるなど造林-保育経費は最大で50%以上削減できる事例が示されました（図3）。一方、本研究で開発した育苗技術は苗の価格を下げるだけではなく、労務軽減などの労働環境条件の改善ももたらし、良質な種苗生産と造林-保育作業の低コスト化の両方に貢献することが明らかになりました。

最終的に長野県や東北以北では地拵経費を半分以下（約10万円/ha削減）、下刈回数を半減（36万円/ha削減）できることが示され、46万円/ha以上の削減となることがわかりました。以上の結果から、造林-保育経費（現状150万円/ha）の30%減（約105万円/ha）を実現できることが可能であり、その結果、平均的な人工林の主伐（材積400m³/ha）で得られる林業経営者の収入（120万円/ha）を造林-保育経費が下回り、経営意欲の向上とともに主伐-再造林施業地の拡大につながると考えられます。

経済的な波及効果

現在（H27年）のコンテナ苗生産本数は約469万本で、全種苗生産本数6,100万本の7.7%です。本研究による充実種子の供給とコンテナ苗に関する効率的な作業工程表の活用、さらに今後の一粒播種機の普及や小型プラグ苗生産が進めば、現状の約3倍にあたる約1500万本のコンテナ苗生産が可能となると想定されます。これは、今後見込まれる年間2万5千haの再造林地に2000本/haの密度で植栽する場合、必要な苗木本数（5,000万本）の約30%を供給するもので、造林の促進に大いに貢献します。



図3 長野県における造林-保育経費削減の事例（5年間）

バケット地拵を用い雑草木の抑制効果が得られた場合、下刈回数が1回になり、最大70%近い造林-保育経費削減効果が得られる。「下刈」は横軸のラベルに下刈実施年を示した。直接費合計の現状は118万円/haである。

こんな経営、こんな地域におすすめ：

コンテナ苗は労働強度が小さく効率的に育苗できるため、九州から北海道に至るまで活用が可能であり、国内主要造林樹種であるスギ、ヒノキ、カラマツにも適用できます。本技術のうち一粒播種は、コ

コンテナ苗の育苗に対して高い効率性をもたらすことができます。今後は各地方の種苗組合等に導入して頂き、発芽率の高い種子を育苗業者に配布することが可能となります。一貫作業システムや地拵の機械化は、エクスカベータ等の林業機械が作業できる緩中傾斜地で効率的であり、緩傾斜地が多い東北から北海道で特に有効になります。こうした地域は寒い気候なので苗木の初期成長が温暖な地方に比べて遅くなりますが、機械による地拵で雑草の繁茂を遅らせることが可能であり、下刈回数を削減することが期待できます。

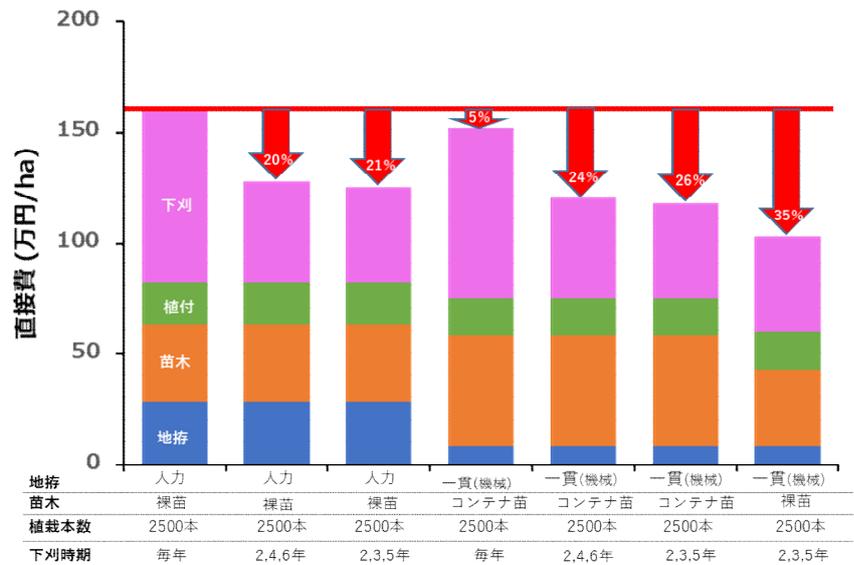


図4 秋田県における造林-保育経費削減の事例（6年間）

一貫作業システムを用い、2年目、3年目、5年目の下刈により最大30%以上の削減(最右)効果が得られる。「下刈」は横軸のラベルに下刈実施年を示した。直接費合計の現状は160万円/haである。

技術導入にあたっての留意点：

農山村の働き手が減る中で、労働環境条件の改善が重要です。ここで示した充実種子の選別やコンテナ苗を利用した育苗技術は設備投資が必要となりますが、導入することによって労働環境条件は著しく改善されます。設備投資は苗木の価格に反映されますが、無理に価格を下げて苗質を落としては本末転倒になってしまいます。良い苗木を使って造林-保育作業の効率化を考える事が重要です。また計画的な伐採が進まなければ苗木を安定的に作る事ができません。地域における伐採の計画をしっかりと立てて苗木の需給調整を行い、残苗を出さないようにすることが、新しい技術による育苗のコストダウンと苗木の増産に繋がると言えるでしょう。一貫作業システムは機械が導入できる場所において効力を発揮します。だからこそ地拵を機械によって丁寧に行い、健全に成長する苗を植栽し、機械作業が困難な造林作業や下刈作業を効率化するという、苗木生産から下刈までの一連のシステムによる低コスト化を目指す必要があります。

研究担当機関名：（研）森林研究・整備機構 森林総合研究所

お問い合わせは：（研）森林総合研究所 林業生産技術研究担当ディレクター 宇都木玄
電話 029-829-8213 E-mail utsugi@ffpri.affrc.go.jp

執筆分担（（研）森林研究・整備機構 森林総合研究所宇都木玄、飛田博順、八木橋勉）