

再造林コストを削減するために

―伐採・造林一貫作業の生産性とコスト―

大矢 信次郎（長野県林業総合センター）

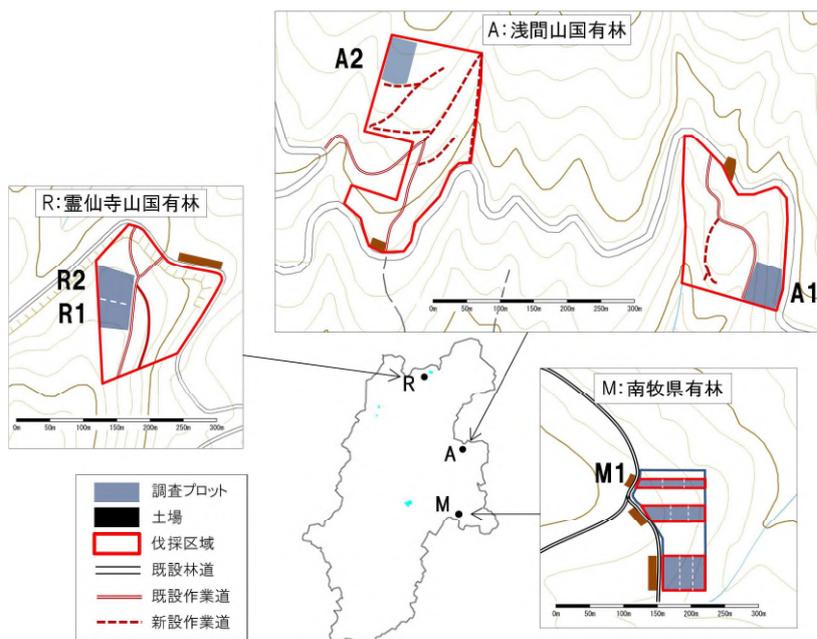
I はじめに

高密度・低コスト路網の整備や高性能林業機械の導入により、日本各地の素材生産現場では間伐作業を中心に伐出効率の向上が図られ、生産性が向上してきている（林野庁 2015）。一方、政府が掲げる「林業の成長産業化」のためには、国産材を安定的に供給する体制が不可欠であり、今後は間伐だけでなく皆伐を計画的に行い、供給量を増やしていく必要がある。皆伐を行う場合、伐採跡地を確実に森林として更新するために再造林を進めなければならないが、森林所有者にとってそのコストは大きな負担となることから、皆伐・再造林作業においてもコスト削減技術の開発と実証が求められている。そこで本研究では、積雪・寒冷地の長野県において再造林コストの低減を図るため、近年取り組みが進みつつある伐採・造林一貫作業（森林総研 2013）により伐出機械の造林作業への適用を図りながら、皆伐から植栽までの各作業工程における生産性調査、コンテナ苗の特性評価等を通じて、低コスト更新作業システム及びコンテナ苗等の利用技術の検討を行った。

II 車両系システムによる皆伐作業の生産性

緩傾斜地における車両系作業システムによる伐採・造林一貫作業における皆伐作業の生産性を把握するために、高密度路網が整備された浅間山国有林（以下、試験地 A1、A2）、霊仙寺山国有林（以下、試験地 R1、R2）及び南牧県有林（以下、試験地 M1）のカラマツ林において、一連の作業工程を調査した（図-1）。試験地 A1、A2、M1、R1 では高性能林業機械による車両系作業システムを採用し、試験地 R2 では先進的林業機械（ホイール式ハーベスタ、ホイール式フォワーダ）による車両系作業システムを採用した（表）。

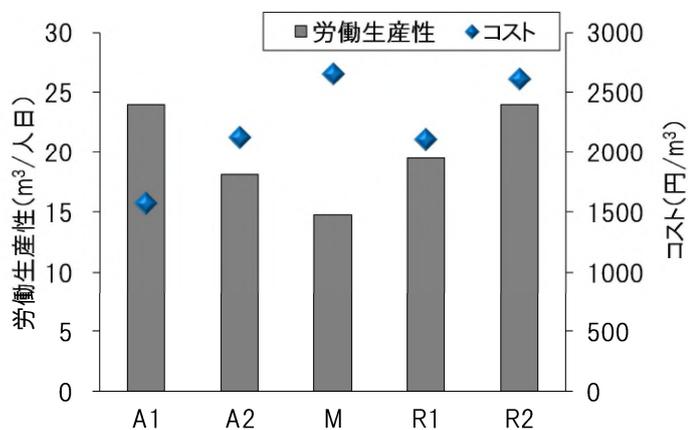
システム全体の労働生産性は $15\sim 24\text{m}^3/\text{人日}$ の範囲にあり、先進林業機械は高性能林業機械の最大値と同等の生産性を示していた（図-2）。このことから、緩傾斜林分における車両系作業システムによる皆伐作業では、概ね $20\text{m}^3/\text{人日}$ の労働生産性がひとつの目標になると考えられる。なお、生産性は単木材積に比例する傾向が認められたが、先進的林業機械では単木材積が小さくても高い生産性を上げていた。一方、伐出コストは約 $1,600\sim 2,700\text{円}/\text{m}^3$ （直接経費のみ、以下同様）となり、高性能林業機械では労働生産性が高いほど低コストであることが認められた（図-2）。先進的林業機械は高い生産性を示していたものの、導入時の価格が高かったことが影響し、固定費及び変動費が他機種に比べて増加しコスト的には割高となったことから、価格の割増分以上の生産性向上が必要と考えられた。



図一 試験地の位置図とプロット等の配置

表. 各試験地の林分概要と伐出作業システム

試験地名	M1	A1	A2	R1	R2
所在地	南牧県有林 (南佐久郡南牧村)	浅間山国有林 (北佐久郡御代田町)		霊仙寺山国有林 (上水内郡信濃町)	
樹種	カラマツ	カラマツ	カラマツ	カラマツ	
林齢	77	69	62	66	
標高(m)	1580	1230	1270	920	
伐採面積(ha)	0.42	2.32	3.95	2.68	
平均傾斜(°)	11	21	14	10	
路網密度(m/ha)	169	156	236	224	
単木材積(m ³ /本)	0.82	1.13	0.75	0.89	
	高性能林業機械				先進的林業機械
伐倒	チェーンソー				
木寄	グラップル トラクタ	グラップル			ホイール式ハーベスタ
造材	プロセッサ				
集材	(林道上での 造材のため不要)	フォワーダ			ホイール式フォワーダ



図二 伐出作業の生産性とコスト

Ⅲ 機械による地拵え及び苗木運搬の生産性とコスト

伐出作業や路網開設などに使用した機械を地拵えに使用することは一貫作業の主要な作業であることから、その生産性を調査しコストを算定した。県内各地で行ったバケット、グラップルによる機械地拵えと人力地拵えの工期調査から得られた労働生産性は、人力では約 100~170m²/人時であったのに対して、バケットで 400~1,150m²/人時、グラップルで 250~1,250m²/人時であり、両機械とも高い生産性であることが認められた(図-3)。機械地拵えの生産性は、処理する枝条や端材の量が増えるほど、また傾斜が増すほど低下する傾向があった。また、地拵え作業のコストを比較すると、人力が約 20~32 万円/ha であったのに対して、バケットは約 4~12 万円/ha、グラップルは約 6~29 万円/ha であった。個々の現場で見ると、機械による地拵えコストは人力で行った場合の 14~90%に低減されており、緩~中傾斜地で機械が走行できる林地であれば、地拵えの機械化は再生林の低コスト化に極めて有効と考えられる。

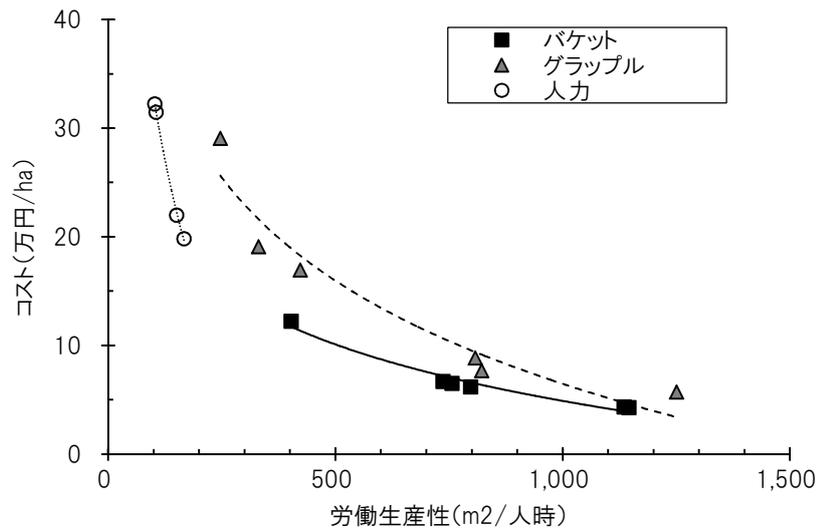


図-3. 地拵えの労働生産性とコスト

次に、一貫作業では、植栽時期の自由度が比較的高いコンテナ苗を使用することが求められることから、その運搬工期を調査した。浅間でカラマツコンテナ苗をフォワーダで伐採地の中心まで運搬する際の作業時間は人力の 1/6 以下で、運搬コストを試算すると、フォワーダで約 9,000 円/ha、人力で約 12,400 円/ha であった。コスト削減効果は機械地拵えほど大きくないものの、労働強度の軽減を考えれば現場にある機械を有効に活用するべきと考えられる。

Ⅳ コンテナ苗植栽の効率とコスト

カラマツコンテナ苗の植栽作業の生産性は裸苗の丁寧植えより高く、時間あたりの植栽本数は裸苗のほぼ 2 倍に相当する約 120 本/人時で、植栽の人件費は裸苗のほぼ 1/2 の約 5 万円/ha になることが期待できた。しかし、植栽コスト全体についてコンテナ苗と裸苗を比較すると、苗木価格に差があるため、コンテナ苗は 44 万円/ha、裸苗は 23 万円/ha と試算された。現状では、コンテナ苗による低コスト化は実現していないが、現在、下刈り回数の削減を目指した初期成長に優れたコンテナ苗の育成技術の開発と、生産コストの低減が進められており、今後の展開が期待される。

Ⅴ 再生林のトータルコスト比較

各試験地における地拵え~植栽の各コストを積算し、一貫作業(機械地拵え・コンテナ苗植栽)と

従来作業（人力地拵え・裸苗植栽）を比較したところ、トータルコストには差が認められなかった（図-4）。一貫作業は機械地拵えで低コスト化が図れる一方、コンテナ苗の価格がコストを高める要因となっている。今後は、機械地拵えによる競合植生の抑制技術を検討するとともに、成長に優れたコンテナ苗を開発・導入することによって下刈り回数を削減し、造林コストをトータルで削減することが必要である。

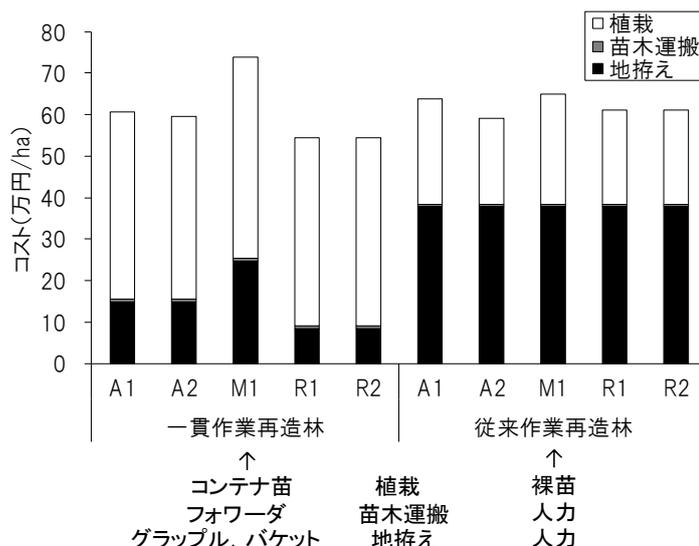


図-4. 一貫作業と従来作業の再造林コスト比較

VI おわりに

機械地拵えやコンテナ苗の育苗技術は、まだ歴史の浅い新しい技術であり、改良の余地が多く残されている。改良を繰り返し、下刈りや除伐も含めたトータルの造林コストを低減していくことが必要である。なお、本報告の詳細は既報（大矢ら 2016；大矢ら 2018）を参照いただきたい。

謝辞

本研究は、攻めの農林水産業の実現に向けた革新的技術緊急展開事業「コンテナ苗を活用した低コスト再造林技術の実証研究（平成 26～27 年度）」、革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）「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（平成 28～30 年度）」、並びに JSPS 科研費 JP26450222「カラマツの天然更新を活用した革新的施業技術の確立（平成 26～30 年度）」の助成を受け実施したものである。

引用文献

- 大矢信次郎・斎藤仁志・城田徹央・大塚大・宮崎隆幸・柳澤信行・小林直樹（2016）：長野県の緩傾斜地における車両系伐出作業システムによる伐採・造林一貫作業の生産性. 日林誌 98:233～240
- 大矢信次郎・中澤昌彦・猪俣雄太・陣川雅樹・宮崎隆幸・高野毅・戸田堅一郎・柳澤賢一・西岡泰久（2018）：緩傾斜地から中傾斜地における機械地拵え作業の生産性とコスト. 森林誌 33:15～24
- 林野庁（2015）：平成 26 年度森林及び林業の動向. 225pp、林野庁、東京
- 森林総合研究所（2013）：低コスト再造林の実用化に向けた研究成果集. 46pp、森林総研九州支所、熊本