

伐出作業の実態に関するアンケート調査を用いた作業システムの類型化による分析 —関東・中部地域を対象として—

吉田智佳史・陣川雅樹・中澤昌彦・田中良明・岡 勝（森林総研）

要旨：作業条件に応じた効率的な伐出作業方法の解明に資する基礎データを得ることを目的に伐出作業の実態に関するアンケート調査を行った。調査は平成17～19年度に関東・中部林業試験研究機関連絡協議会に設置された機械化森林施業研究会の会員が各県の素材生産業者を対象に行った。収集された309件の調査事例をデータベースにまとめるとともに、作業システムと生産性および生産費との関係を分析した。使用された機械別に比較した結果、集材機械別では、間伐作業のシステム労働生産性は車両系機械が最も高く3.33m³/人日、木寄系機械が最も低く2.06m³/人日であり、素材生産費は木寄系機械が最も高く17,901円/m³、架線系機械が最も低く11,259円/m³であった。造材機械別では、チェーンソーに比べプロセッサの方がシステム労働生産性は高く4.04m³/人日であり、素材生産費は低く11,132円/m³であった。素材生産量および労働生産性と素材生産費との関係を作業システム別に分析した結果、生産量の増加に伴い生産費は減少し、また、生産性の増加に伴い生産費は減少する傾向が示された。事業量の確保と作業条件に適した高性能林業機械等の生産性が高い機械の導入が、素材生産費の減少に繋がることが示唆された。

キーワード：伐出作業、生産性、生産費、データベース

I はじめに

森林の公益的機能の高度発揮に関する要望が高まる中、森林の多面的機能を持続的に発揮できる森林の育成が望まれている。また、高性能林業機械の導入は全国的に進められ大きな成果を上げているが、高性能林業機械に適した森林施業法はまだ模索の段階である。伐出作業の生産性や生産費等に関する調査研究は、これまでに多数報告してきた（1～3）。しかしながら、作業条件等の記載が統一されていないことから十分な比較検討が困難であること、報告された事例が様々な媒体に分散していることから希望とする事例を探し出すことが容易ではないこと等の理由により、十分に利活用されているとは言い難い状況にある。そこで、関東・中部地域の素材生産業者を対象に「伐出作業の実態に関するアンケート調査」を実施し、収集した調査事例をもとにデータベースを作成した。本報では、このデータベースを用いて伐出作業の作業条件、作業方法、作業結果等に関する分析を行った。

II 調査方法

アンケート調査は、関東・中部林業試験研究機関連絡協議会内に平成17年度から19年度にかけて設置された

機械化森林施業研究会で行われた。参加機関は、岐阜県森林研究所、新潟県森林研究所、栃木県林業センター、山梨県森林総合研究所、長野県林業総合センター、静岡県森林・林業研究センター、愛知県森林林業技術センター、独立行政法人森林総合研究所の8試験研究機関であった。

アンケート票の収集は、本研究会に所属した8機関の会員が担当し、各県の森林組合や素材生産事業体などの素材生産業者を対象に行った。調査項目は林分条件、作業システム、作業方法、作業結果の4つに大きく区分される。林分条件とは、林齢、伐区面積、地形傾斜、樹高、胸高直径など伐出対象となる林分の基礎的な諸条件である。作業システムとは、伐出作業に使用した機械の機種や台数等である。作業方法とは、伐採方法、伐採率、集材距離、集材方向、横取距離、木寄距離等である。作業結果とは、作業量、作業日数、投入人工数など作業の生産性が把握できる項目や、作業の実施に要した経費である機械費、人件費、燃料油脂費等の直接費と機材運搬費、人員輸送費、素材運搬費、諸経費などの間接費に関する項目等である。また、生産した材の売り払い収入、作業請負費、補助金などの収入に関する調査も行うことにより当該作業の収益性も把握できるようした。

Chikashi YOSHIDA, Masaki JINKAWA, Masahiko NAKAZAWA, Yoshiaki TANAKA and Masaru OKA (For. and Forest Prod. Res. Inst., Ibaraki 305-8687)

Aggregate analysis of questionnaire survey of logging operation systems in Kanto and Chubu area

以上のアンケートにより収集された調査データを他の事例も参照できるようパソコン上で動作するデータベースファイルの形に集約し調査事例データの共有化を行った。なお、本データベースは、Microsoft Windows を OS に用いるパソコン上のソフトウェア Microsoft Excel で動作するように作成した。

III 結果と考察

1. 調査事例数 収集された事例数は合計 309 件であった。記載された作業システムは、機種、台数、組み合わせなどにより様々であったが、集材工程および造材工程に用いられた機械により調査件数を大別すると図-1 のとおりであった。なお、伐木工程は全てチェーンソーが用いられていた。集材工程の機械を架線系、車両系、複合系、木寄系の 4 つに大別すると、それぞれの調査件数は、57 件 (18%)、177 件 (58%)、13 件 (4%)、62 件 (20%) であり、車両系が過半数を占めた。なお、複合系とは架線系機械と車両系機械を同じ作業システム内で用いる作業方法であり、木寄系とはグラップルローダやウインチ等の木寄機械を集材工程に用いる作業方法である。造材工程の機械は、チェーンソー 171 件 (55%)、プロセッサ 138 件 (45%) の 2 機種であり、若干チェーンソーの占める割合が高かった。造材工程にチェーンソーまたはプロセッサを用いるどちらの場合においても、車両系の割合が最も高くそれぞれ 29% であった。また、造材にチェーンソーを用いる場合の集材機械は、木寄系機械の割合が高いのに対し、プロセッサを用いる場合は、架線系機

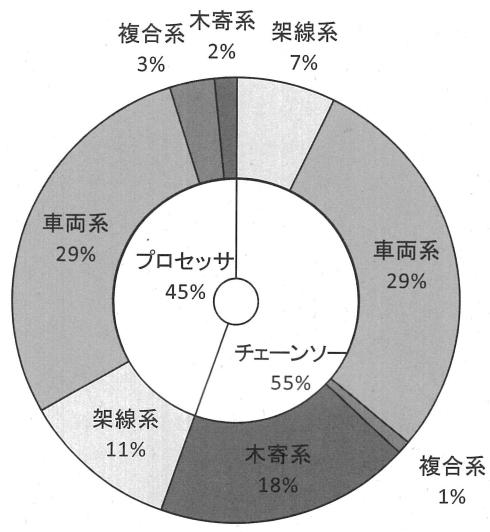


図-1. 集材および造材機械別の調査事例割合

械の割合が高いなど、組み合わせの割合に若干の違いが見られた。

伐採方法の違いによる事例数は、間伐作業が 257 件 (83%)、皆伐作業が 52 件 (17%) であった。集材機械別による皆伐作業の事例数は、架線系 21 件 (37%)、車両系 24 件 (14%)、木寄系 7 件 (11%) であり、複合系は 0 件であった。

2. 作業条件 伐出作業を実施した林分の主な林分条件の平均値を集材機械別に算出し比較を行った。平均林齢は、全調査事例の平均が 44 年 (皆伐 54 年、間伐 42 年) であるのに対し、架線系は 53 年 (皆伐 61 年、間伐 49) と若干高齢であった。平均立木密度は、集材機械の違いによる差はあまりみられず、全調査事例の平均は 1,291 本/ha (皆伐 831 本/ha、間伐 1,390 本/ha) であった。平均樹高は、全調査事例の平均が 19.4m (皆伐 20.6m、間伐 19.0m) であり、集材機械別による集計では、最短の車両系が 19.0m (皆伐 19.7m、間伐 18.9m)、最長の架線系が 20.4m (皆伐 21.9m、間伐 19.2m) と大きな差は見られなかった。平均胸高直径は、全調査事例の平均が 22.1cm (皆伐 24.3cm、間伐 21.4cm) であり、集材機械別による集計では、最小の車両系が 21.6cm (皆伐 23.5cm、間伐 21.2cm)、最大の複合系が 23.9cm であり、大きな差は見られなかった。

以上のように、伐区の林分条件を集材機械別に比較した結果、林齢には若干の差が見られるものの、立木の本数や樹高、胸高直径などに大きな差は見られないことがわかった。つまり、集材機械の選択には、伐出作業の対象である立木の諸条件の影響はあまり大きくなく、それとは異なる要因により集材機械が選択されていたと考えられる。

伐出作業を実施した林分の主な作業条件の平均値を集材機械別に算出し比較を行った。伐区の平均傾斜は、架線系が最も急峻で 29 度、複合系が 27 度であるのに対し、車両系が 20 度、木寄系が 19 度と緩急の大きく 2 つに分類された。架線系機械を 1 台以上用いる伐区は急峻な地形が比較的多く、逆に車両系機械のみで作業が行われる伐区は比較的緩やかな地形が多いといえる。なお、全調査事例の平均傾斜は 21 度であった。1 伐区あたりの面積は、全調査事例の平均が 3.5ha であった。集材機械別では、複合系が最も大きく 5.1ha であり、次いで架線系が 4.1ha、車両系が 3.9ha であり、木寄系が最も小さく 1.7ha であった。複合系の伐区は、架線系機械で作業路等へ集材された後に、さらに車両系機械で土場まで集材を行う作業方法であると考えられることから、面積が比較的広い伐区に適用される作業システムであるといえる。逆に、グラップルやウインチなど木寄系機械を用いるシステム

は、集材距離が短いことから面積も比較的狭い伐区に適用される作業システムであるといえる。間伐作業における平均伐採率は、集材機械別による差は見られず架線系31%、車両系31%、複合系32%、木寄系30%であった。集材機械別による平均集材距離は、架線系が最も長く187mであり、次いで車両系が116m、複合系が77mであり、木寄系が最も短く55mであった。最大集材距離は機械性能に影響を受けるため、グラップルやクレーンなど最大集材距離が短い木寄系機械を用いた伐区では集材距離が短くなり、架線系では、タワーヤーダやスイングヤーダ等の高性能林業機械の集材距離は比較的短いが、従来型の集材機等を用いた場合、その集材距離は数千mに及ぶ場合もあることから平均集材距離が長くなつたと推察される。全調査事例の平均集材距離は116mであった。

3. 生産性と生産費 間伐作業を対象として集材機械別によるシステム全体の平均労働生産性と平均素材生産費を図-2に示す。労働生産性は車両系システムが最も高く $3.33\text{m}^3/\text{人日}$ であり、逆に木寄系システムが最も低く $2.06\text{m}^3/\text{人日}$ であった。これに対し、素材生産費は、木寄系システムが最も高く $17,901\text{円}/\text{m}^3$ であり、架線系システムが最も低く $11,259\text{円}/\text{m}^3$ であった。間伐作業の全調査事例の平均は、労働生産性が $3.00\text{m}^3/\text{人日}$ (皆伐 $4.93\text{m}^3/\text{人日}$)、素材生産費が $14,405\text{円}/\text{m}^3$ (皆伐 $7,073\text{円}/\text{m}^3$)であった。造材機械別による平均労働生産性と平均素材生産費を図-3に示す。労働生産性は、チェーンソーに比べプロセッサの方が高く $4.04\text{m}^3/\text{人日}$ あり、素材生産費はプロセッサの方が低く $11,132\text{円}/\text{m}^3$ であった。チェーンソーに比べプロセッサの方が生産性は高く、また生産費も低くなることから、集材工程の違いに関わらず造材工程にプロセッサを用いる方が生産性および生産費の両

面で効果的な作業方法であることが示唆された。

集材工程と造材工程の機械の組み合わせにより各調査事例の作業システムを分類した。その結果、表-1に示す19パターン、275事例の作業システムが抽出された。なお、事例数が3事例未満の作業システムは除外した。各作業システムで使用された機械を高性能林業機械と従来型機械の違いにより区分すると、集材機械および造材機械の両方に高性能林業機械が使用された事例は、9パターン94事例(34%)であり、集材機械または造材機械のどちらか一方に高性能林業機械が使用された事例は5パターン60事例(22%)、高性能林業機械が使用されなかった事例は6パターン121事例(44%)であった。作業システム全体としてみれば、高性能林業機械が1台以上使用されている事例が56%であり、高性能林業機械の普及が進んでいると考えられる。特に、プロセッサを導入した事例が130事例であることから、プロセッサの普及率の高さが伺えた。

1伐区あたりの素材生産量と 1m^3 あたりの素材生産費との関係を図-4に、間伐作業における労働生産性と素材生産費の関係を図-5示す。なお、各値は表-1に示す作業システム別による平均値を用いた。図のように素材生産量の増加に伴い生産費は減少し、また、生産性の増加に伴い生産費は減少する傾向が示された。作業条件や作業方法の違い、さらには機械選択の違いに関わらず、1伐区あたりの素材生産量が多いほど生産費は低く、また、機械経費の大小等に関わらず生産性が高いほど生産費は低くなる傾向が示された。事業量の確保と作業条件に適した高性能林業機械等の生産性の高い機械の導入が、素材生産費の減少および収益性の向上に繋がることが示唆された。

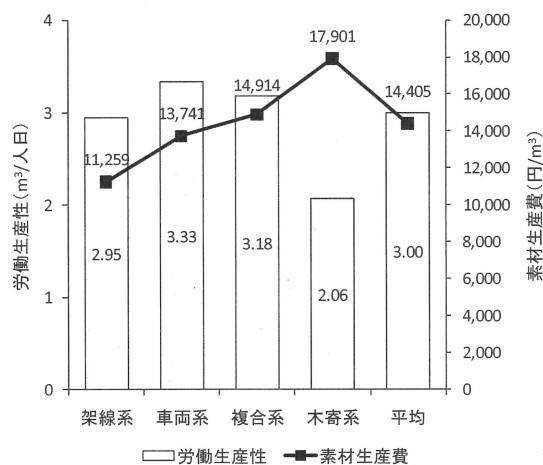


図-2. 集材系機械別による伐出システムの生産性と生産費(間伐作業)

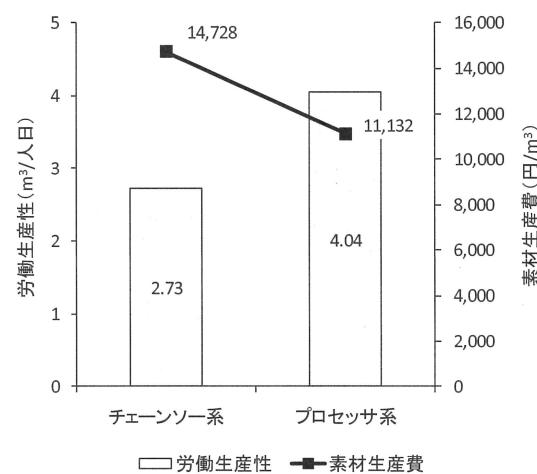


図-3. 造材機械別による伐出システムの生産性と生産費

表-1. 主な作業システムとその事例数

作業システム(集材工程+造材工程)	事例数	
架線系	スイング+プロセッサ	15
	タワー+プロセッサ	7
	ラジキャリ+チェーンソー	5
	集材機+チェーンソー	10
	集材機+プロセッサ	10
車両系	ワインチ+フォワーダ+チェーンソー	9
	ワインチ+フォワーダ+プロセッサ	3
	グラップル+フォワーダ+チェーンソー	5
	グラップル+フォワーダ+プロセッサ	8
	スキッダ+チェーンソー	10
	スキッダ+プロセッサ	7
	トラクタ+チェーンソー	19
	トラクタ+フォワーダ+プロセッサ	24
	トラクタ+プロセッサ	26
	フォワーダ+プロセッサ	20
林内車+チェーンソー	38	
	計	275

伐木工程は全てチェーンソーが使用された。

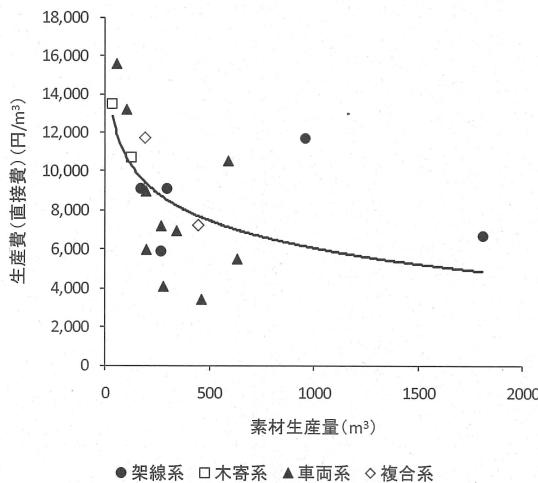


図-4. 素材生産量と素材生産費の関係

IV おわりに

以上のように、関東・中部地域の素材生産業者を対象に伐出作業の生産性および生産費等に関する調査事例を分析した。本報では、作業システム別による主な作業条件と作業結果についてのみ分析を行ったが、収集されたその他の諸条件についても今後さらに詳細な分析を加え

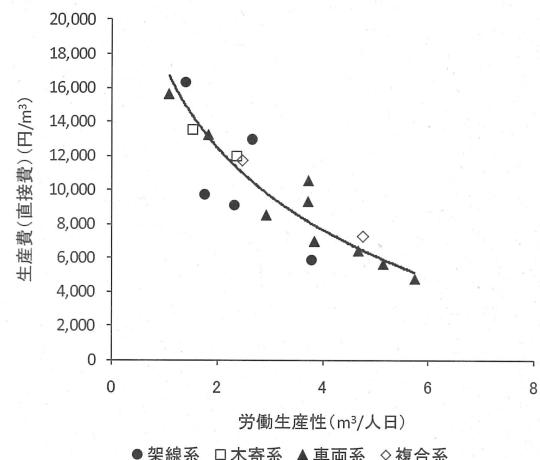


図-5. 間伐作業における労働生産性と素材生産費の関係

る予定である。

また、今回収集した調査事例のみからデータベースを作成したが、既存の調査事例や今後新たに集められる調査事例を追加するなどにより、さらに精度の高い情報を構築する必要がある。

最後に、本研究を行うにあたり、機械化森林施業研究会に所属した8研究機関の会員の皆様には、データ収集等において多大なご協力を頂いた。ここに深く感謝申し上げる。

引用文献

- (1) 林野庁 (2005) 平成16年度立木評価に係る伐出作業標準係数調査事業報告書. 118pp., 林野庁, 東京.
- (2) 林野庁企画課 (2009) 平成19年度素材生産費等調査報告書. 172pp., 林野庁, 東京.
- (3) 吉田智佳史・岡勝・井上源基 (1999) タワーヤード集材作業におけるタイプ別の適応条件と生産性. 日林関東支論 49 : 111~112.