

岡山県における林業機械に関するアンケート調査

片桐 智之

Questionnaire of forest machines in the Okayama prefecture

Tomoyuki KATAGIRI

要 旨

片桐 智之：岡山県における林業機械に関するアンケート調査 岡山県農林水産総合センター森林研究所研究報告27：33-46（2011）岡山県内の林業事業者の高性能林業機械所有状況及び利用状況等を明らかにするために、県内認定事業者を対象にアンケート調査を行った。森林組合7事業者、民間企業8事業者、無記名2事業者、計17事業者から回答が得られた。各事業者とも集材、造材、運材を行う機械を1台以上保有していた。森林組合は造材用機械を重視し、民間企業は運材用機械を重視していた。作業システムの各工程で使用される機械は、伐倒工程がチェーンソー、集材工程がグラップルかスイングヤーダ、造材工程がプロセッサかハーベスタ、運材工程がグラップルとフォワーダの組合せかグラップル付フォワーダであった。これら作業システムは、(社)日本森林技術協会発行の「低コスト作業システム導入マニュアル」の作業システムと同システムであった。グラップル系（集材にグラップルを使用）の労働生産性は、導入マニュアルが8～13m³/人日であるのに対して、県内事業者は2.0～11.0m³/人日であった。また、スイングヤーダ系（集材にスイングヤーダを使用）の労働生産性は、導入マニュアルが8m³/人日であるのに対して、県内事業者は2.8～6.0m³/人日であった。このように、県内事業者では、導入マニュアルと同じ作業システムを採用しているにもかかわらず、労働生産性が下回っている現状が明らかとなった。今後は、労働生産性を向上させるために、各工程の改善やオペレーターの技術向上を進めることが必要であると考えられた。

キーワード：高性能林業機械、アンケート、作業システム、労働生産性

I はじめに

日本での高性能林業機械の導入は1980年代半ばに始まり、2008年には約3,800台が所有されている（林野庁編 2010）。岡山県では1991年頃から高性能林業機械の導入が始まり、1993年度末には25台が稼働し（岡山県林業機械化促進検討会 1995）、2009年末には125台が導入されていた（岡山県農林水産部林政課・治山課・組合指導課 2011）。岡山県農林水産総合センター森林研究所（旧岡山県林業試験場）では、1993年にタワーヤーダ、プロセッサ、フォワーダを導入し、1992年から2002年までに高性能林業機械に関する様々な研究を行ってきた（中島・玉木1992、中島・玉木 1993、中島 1994、中島ら 1994、中島ら 1995、中島ら 1996、中島ら 1999、中島ら 2002）。また、急斜面の多い岡山県には、タワーヤーダ（スイングヤーダ）システムが適している（岡山県林業機械化促進検討会 1995）として、その普及にも努めてきた。

2006年度以降、林野庁の「新生産システム事業」や「低

コスト作業システム構築事業」を通じて、全国各地で林業生産活動の基盤として高密度に作業路を整備して間伐を積極的に実施する取組が行われてきている（後藤 2008）。しかし、岡山県では2004年10月に来襲した台風第23号により県北部を中心に人工林が倒木被害（54市町村、被害面積5,483ha、被害額6,482百万円）を受け（21世紀おかやまの新しい森育成指針検討委員会 2005）、2004～2008年度の5年間に、市町村、森林組合等と一体となり4,596haの復旧を行ってきた（岡山県農林水産部林政課・治山課・組合指導課 2010）。そのため、通常の間伐作業が停滞し、高密度路網と高性能林業機械の組合せによる作業システムへの移行が進んでいないと考えられている。高性能林業機械は安全性が高く、処理能力が大きい。そのため、この台風被害の復旧に利用された可能性は高く、台風被害発生前と後では高性能林業機械の所有状況が変化している可能性があると考えられる。また、台風被害発生後の森林研究所の高性能林業機械に関する研究は、労働生産性やコストをシミュレーション

するソフトの開発に重点を置いており（黒瀬 2007, 西山 2010), 各事業体の現状や新システムへの移行については把握できていない。

そこで、県内の高性能林業機械を所有する林業事業体の現状を把握し、今後の普及指導の推進方向を明らかにするために、岡山県内の認定事業体を対象として、林業機械の導入及び利用状況等についてアンケート調査を実施した。なお、本研究は、2010年度の単県試験研究課題「岡山県における低コスト林業の推進に向けた高性能林業機械作業システムの調査研究」として取り組んだものである。

II 調査方法

岡山県内の31の認定事業体（2010年3月末時点、森林組合14事業体、民間企業17事業体）から高性能林業機械を所有している23事業体を抽出し、事前に連絡のとれた19事業体（森林組合9事業体、民間企業10事業体）を対象に、2010年5月に郵送方式でアンケート調査を実施した（一部面接聞き取り）。

調査表（別表）の設問項目は、以下のとおりである。

- 1) 所有する林業機械について
機械名、会社名、型式、購入orリース、購入年月日、ベースマシン（型式、m³）、積載量（ton）
- 2) 作業システムについて
作業区分、機種、型式、人員、作業工程図
- 3) 作業現場の状況について
面積、樹種、林齢、樹高、平均胸高直径、本数密度（本/ha）、間伐方法、路網密度(m/ha)、作業路開設量（m/日）、作業路幅員、平均集材距離、素材生産量（m³）、労働生産性（m³/人日）、生産コスト（円/m³）、作業班編成（人/班）
- 4) 林業機械の使用に関しての考え方について（自由回答）

III 結果と考察

1 アンケート回収結果

アンケートは、17事業体（森林組合7事業体、民間企業8事業体、無記名2事業体）から回答があった（回収率89%）。設問別にみると、所有する林業機械については、17事業体（森林組合7事業体、民間企業8事業体、無記名2事業体）から回答があった（回答率100%）。作業システムについては、16事業体（森林組合6事業体、民間企業8事業体、無記名2事業体）から回答があった（回答率94%）。現場の状況については、13事業体（森林組合6事業体、民間企業7事業体）から29現場（森林組合14現場、企業15現場）について回答があった（回答率76%）。林業機械の使用に関しての考え方については、9事業体（森林組合3事業体、民間企業5事業体、無記名1事業体）から回答があった（回答率53%）

2 林業機械の所有台数

17事業体が所有する林業機械、高性能林業機械を表-1に示す。なお、グラップルソーとグラップル付バケットについては、グラップルとしてカウントした。17事業体が所有する林業機械は、合計125台、平均7.4台であった。森林組合の所有台数は、合計49台、平均7.0台、民間企業の所有台数は、合計63台、平均7.9台であり、両者の平均所有台数に有意な差はなかった（t検定、 $t=-0.426$, $p>0.05$ ）。

林業機械のうち、森林組合、民間企業ともに最も多く所有している機械は、グラップルであり、森林組合、民間企業ともに全ての事業体が所有していた。また、民間企業のグラップル平均所有台数は3.63台と、森林組合の平均2.43台より1台以上多くのグラップルを所有していた。グラップルは、木寄せ、土場での仕分け、フォワーダへの積込み等、素材生産の現場では多くの役割を担っている（(社)林業機械化協会 2006, 岡山県林業機械化促進検討会 1995）。そのため、素材生産を効率的に行うために、全ての事業体で最も多く所有されており、特に民間企業では重視されていると考えられた。

表-1 林業事業体が所有する林業機械

| 回答事業体数 | グラップル | 高性能林業機械 | | | | | 合計 | 1事業体あたり台数 (台/事業体) | 合計 | 1事業体あたり台数 (台/事業体) |
|--------|-------|-----------|----------|-----------|-----------|-------------------|------------|----------------------|-----|----------------------|
| | | スイングヤーダ | ハーベスタ | プロセッサ | フォワーダ | フォワーダ (グラップル付) | | | | |
| 7 | 17 | 6 19% | 3 9% | 11 34% | 5 16% | 7 22% | 32 100% | 4.6 | 49 | 7.0 |
| | (7/7) | (3/7) | (2/7) | (6/7) | (3/7) | (4/7) | | | | |
| 8 | 29 | 5 15% | 4 12% | 7 21% | 16 47% | 2 6% | 34 100% | 4.3 | 63 | 7.9 |
| | (8/8) | (5/8) | (3/8) | (5/8) | (8/8) | (1/8) | | | | |
| 2 | 6 | 3 43% | 0 0% | 2 29% | 2 29% | 0 0% | 7 100% | 3.5 | 13 | 6.5 |
| | (2/2) | (2/2) | (0/2) | (2/2) | (2/2) | (0/2) | | | | |
| 17 | 52 | 14 19% | 7 10% | 20 27% | 23 32% | 9 12% | 73 100% | 4.3 | 125 | 7.4 |
| | | (10/17) | (5/17) | (13/17) | (13/17) | (5/17) | | | | |

※中段は、高性能林業機械合計に占める各機械の割合を表す。
※下段括弧内は、（所有事業体数/全事業体数）を表す。
※グラップルソーとグラップル付バケットは、グラップルとしてカウントした。

次に、グラップルを除いた高性能林業機械は、合計73台、平均4.3台であった。森林組合の所有台数は、合計32台、平均4.6台、民間企業の所有台数は、合計34台、平均4.3台であり、両者の平均所有台数に有意な差はなかった(t検定, $t=0.262$, $p>0.05$)。高性能林業機械は全部で7種類あるが、県内の事業者が所有している機械は、スイングヤーダ、ハーベスタ、プロセッサ、フォワーダの4種類であった。内訳をみると、森林組合ではプロセッサが34%を占め、ハーベスタと合わせると44%となった。フォワーダ、スイングヤーダの占める割合はそれぞれ38%、19%であった。全国の高性能林業機械保有状況は、プロセッサが約3割、プロセッサとハーベスタをあわせると約5割、フォワーダが3割弱、スイングヤーダが1割強(林野庁編 2010)であり、森林組合は全国的な傾向と同じ保有状況であった。民間企業では、プロセッサの占める割合は21%で、ハーベスタと合わせても32%であり、全国的な傾向と比較すると低かった。逆に、フォワーダの占める割合が53%と全国的な傾向と比較すると高かった。

高性能林業機械ごとに所有事業者数をみると、スイングヤーダは、森林組合3事業者、民間企業5事業者がそれぞれ所有しており、森林組合より民間企業で導入されていた。ハーベスタは、森林組合2事業者、民間企業3事業者と現時点では導入している事業者は少なかった。プロセッサは、森林組合6事業者、民間企業5事業者がそれぞれ所有していた。ハーベスタとプロセッサを合わせると森林組合6事業者、民間企業7事業者がそれぞれ所有しており、造材用機械(ハーベスタ、プロセッサ)はほぼ全ての事業者が所有していた。フォワーダは、森林組合6事業者、民間企業8事業者がそれぞれ所有していた。特に民間企業では、1事業者あたりの平均所有台数が2.25台と2台以上のフォワーダを所有していた。また、森林組合では、グラップル付フォワーダを3事業者が、グラップルなしフォワーダを4事業者がそれぞれ所有しているのに対し、民間企業では、ほとんどがグラップルなしフォワーダであった。グラップル付フォワーダは、グラップルに比べ積込み・荷下ろし能力が劣り、グラップルなしフォワーダより荷台スペースが狭く積載量が小さくなる欠点がある。逆に、グラップルなしフォワーダでは、グラップルと組み合わせることによりグラップル付フォワーダの欠点を解消し、生産性を高めてコストを削減できるが、作業の連携がスムーズにいかない場合はコスト高になることがある((社)日本森林技術協会 2010, 興儀・守岡 2010)。このような特徴を踏まえた上、フォワーダは生産規模や作業ロットによりグラップル付かグラップルなしかが選択される(興儀・守岡 2010)。しかし、森林組合の年間素材生産量は、グラップル付フォワーダを所有する森林組合で1,100～

9,000m³、グラップルなしフォワーダを所有する森林組合で、1,800～25,000m³と幅広く(岡山県農林水産部組合指導課 2010)、必ずしも生産規模でグラップルの有無を決定しているわけではないと考えられた。民間企業はグラップルなしフォワーダを選択し、複数台所有していることから、運材の効率化により生産性の向上を図っていると考えられた。

林業機械の所有状況は、森林組合・民間企業ともに各工程をこなす林業機械が1台ずつ配置されており、県内の認定事業者への林業機械の導入は十分に進んでいると考えられた。その中でも、森林組合は造材用機械を多く所有して造材を重視しており、民間企業は、グラップル、フォワーダを多く所有して運材を重視していると考えられた。

3 林業機械の導入時期

森林組合の林業機械年別導入台数を図-1に示す。森林組合が現在所有する林業機械49台のうち、10台が2005年に大量導入されていた。そのうち、高性能林業機械が7割を占め、特に、造材用機械が全体の5割を占めていた。岡山県では2004年に台風第23号により大面積の風倒木被害を受けた。大量の風倒木を短期間に処理するためには高性能林業機械が必要となり、2005年に造材用機械を中心に大量の林業機械が導入されたと考えられた。また、2008年にも8台の大量導入があり、2008～2010年で14台もの林業機械が導入されていた。そのうち、造材用機械が5割を占めていた。2008年は復旧時期と重なっているが、2008年は植栽による復旧時期のため、これらの林業機械は復旧した後の間伐作業に使用するために導入したと考えられた。このように、森林組合では、台風被害の復旧作業のために機械化が進み、その後は間伐のために機械化が進んだと考えられた。

次に、民間企業の林業機械年別導入台数を図-2に示す。ただし、民間企業が所有する林業機械のうち全体の約40%を占める25台(グラップル18台、プロセッサ1台、スイングヤーダ1台、フォワーダ4台)については導入年が不明であった。民間企業では、森林組合と異なり、2004年の台風被害発生後に大量の林業機械を導入するといった状況は見られなかった。逆に、毎年一定台数の林業機械が導入されていた。特に、フォワーダについては2000年以降、2002年、2006年を除いて毎年導入されていた。これは、前述の所有台数と同様にフォワーダを重視している結果と考えられた。このように、民間企業では台風被害の復旧作業とは無関係に、フォワーダを中心に林業機械の導入を進めていたと考えられた。

4 ベースマシン規模

林業機械のベースマシンのバケット容量をミニクラス

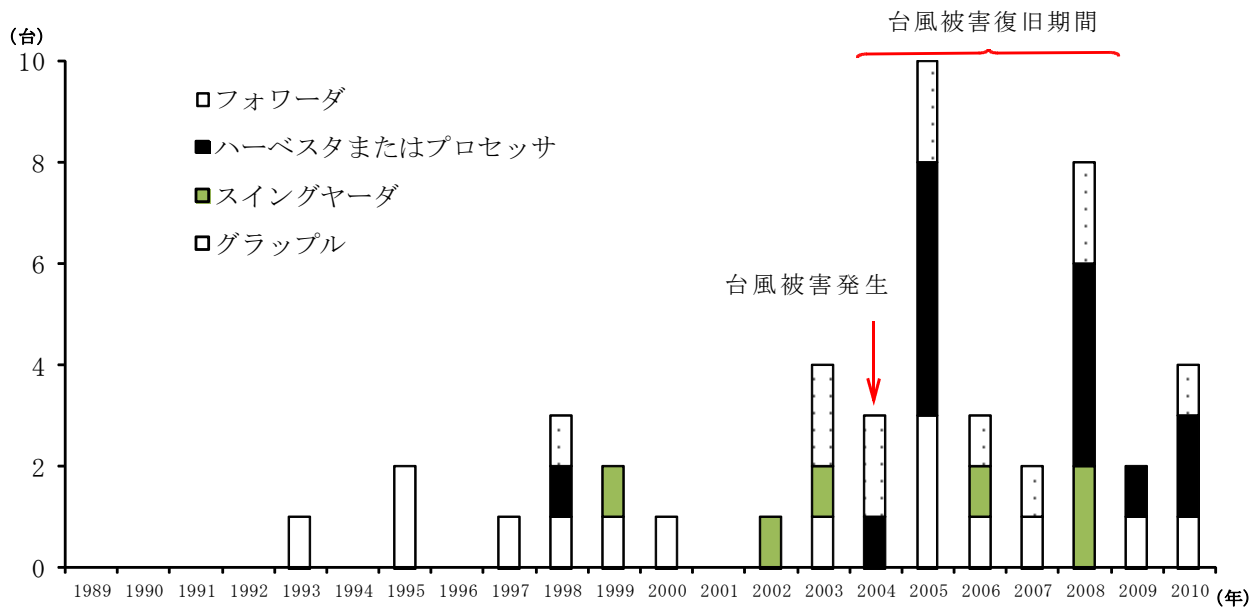


図-1 森林組合の林業機械年別導入台数

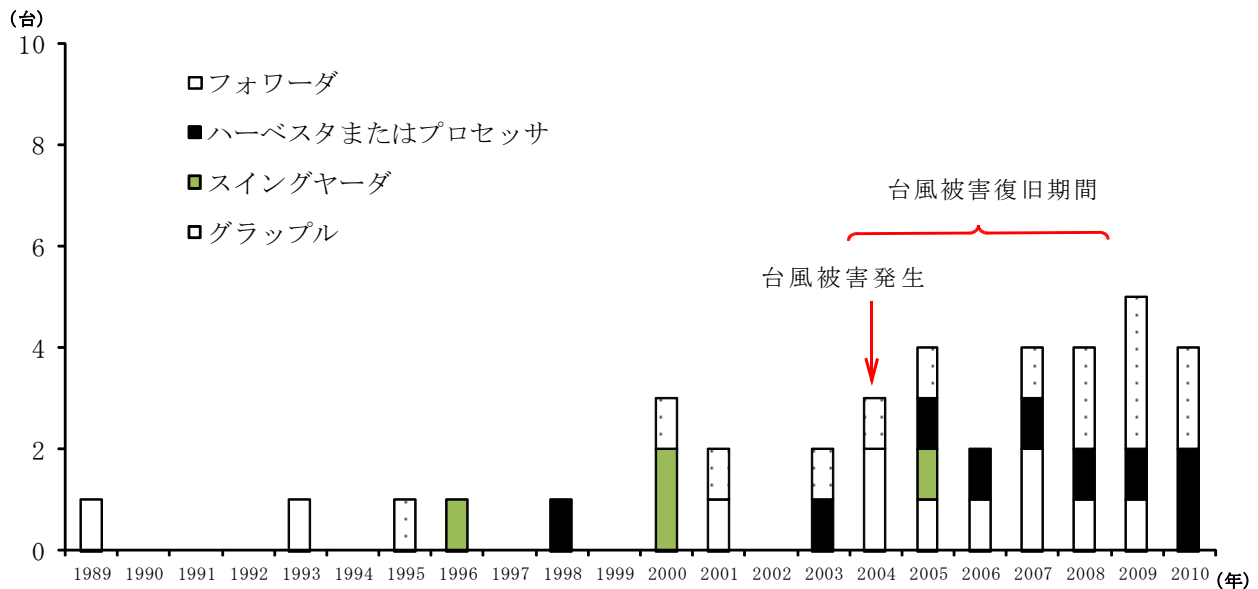


図-2 民間企業の林業機械年別導入台数

表-2 ベースマシンクラス別林業機械所有台数

| | 森林組合 | | | | 計 | 民間企業 | | | | 計 |
|---------|-------|---------|-------|-------|----|-------|---------|-------|-------|----|
| | グラップル | スイングヤーダ | ハーベスタ | プロセッサ | | グラップル | スイングヤーダ | ハーベスタ | プロセッサ | |
| ミニクラス | 2 | 1 | 0 | 0 | 3 | 7 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 0.25クラス | 7 | 2 | 2 | 7 | 18 | 14 | 3 | 0 | 5 | 22 |
| 0.45クラス | 6 | 3 | 1 | 4 | 14 | 7 | 1 | 3 | 2 | 13 |

(0.20^m未満), 0.25クラス (0.20~0.28^m), 0.45クラス (0.40~0.50^m) とすると, 森林組合, 民間企業ともに0.25クラスが最も多かった(表-2)。森林組合では, グラップルとスイングヤーダは, 0.25クラスと0.45クラスは同程度所有されており, 造材用機械は0.25クラスが多かった。また, 民間企業では, グラップルとスイング

ヤーダは0.25クラスが多く, 造材用機械は0.25クラスと0.45クラスは同程度所有されていた。このことから, 森林組合では集材に0.25クラス, 0.45クラスを使用し, 造材に0.25クラスを使用していると考えられた。民間企業では集材に0.25クラスを使用し, 造材に0.25クラス, 0.45クラスを使用していると考えられた。

表-3 フォワーダ積載量別所有台数

| 積載量 | 森林組合 | 民間企業 |
|--------------|------|------|
| 3.0ton未満 | 8 | 3 |
| 3.0～4.0ton未満 | 2 | 7 |
| 4.0～5.0ton未満 | 1 | 4 |
| 5.0ton以上 | 0 | 4 |
| 合計 | 11 | 18 |

次に、森林組合の所有するフォワーダは、積載量3.0ton未満が全体の73%を占め、4.0ton未満になると全体の91%を占めていた。民間企業では、4.0ton以上が全体の44%を占めていた。また、3.0ton～4.0ton未満が38%を占め、3.0ton以上で全体の83%を占めていた（表-3）。このことから、森林組合では4.0ton未満の小型フォワーダを使用し、民間企業では4.0ton以上の中型フォワーダと4.0ton未満の小型フォワーダを使用していると考えられた。

以上のことより、造材用機械とフォワーダの組合せは、森林組合では0.25クラスと4.0ton未満、民間企業では0.25クラスと3.0ton以上、もしくは0.45クラスと3.0ton以上であると考えられた。高性能林業機械を用いた作業システム全体の生産性は、処理能力が最も低い工程の影響を大きく受け、例えば0.45クラスのプロセッサやハーベスタに3.0tonの小型フォワーダを組み合わせると、フォワーダの処理能力がプロセッサやハーベスタの処理能力に比べ低いために、フォワーダに引きずられるように作業システム全体の生産性が決まってしまう（林野庁編

2010）。そのため、それぞれの高性能林業機械の処理能力を考慮に入れて高性能林業機械を組み合わせることが重要である。今回の調査で判明した高性能林業機械の組合せでは、民間企業の0.45クラスと3.0ton以上の組合せで3.0～4.0ton未満のフォワーダを使用している場合にフォワーダの能力に引きずられて生産性が低くなる可能性が考えられる。しかし、民間企業では前述したように2台以上のフォワーダを所有していることが明らかとなっており、3.0～4.0ton未満のフォワーダを使用している場合でも複数台使用することにより生産性の低下を防いでいると考えられる。したがって、今回調査した事業体では、それぞれの高性能林業機械の処理能力を考慮に入れて高性能林業機械を組み合わせていると考えられた。

5 作業路作設

作業路作設のシステムは、チェーンソーとバックホウの組合せもしくはチェーンソーとグラップル付バケット（グラップル機能が付いたバケット）の組合せであり、掘削にバックホウを使用する事業体がやや多かった（表-4）。また、チェーンソーの使用台数は1～3台であ

表-4 作業路作設システム

| チェーンソー 台数 | バックホウ | | | グラップル付バケット | | |
|--------------|-------|----|----|------------|----|----|
| | 1台 | 2台 | 3台 | 1台 | 2台 | 3台 |
| 森林組合 | 3 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 民間企業 | 4 | 0 | 0 | 2 | 0 | 1 |
| 不明 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 合計 | 8 | 1 | 0 | 4 | 1 | 1 |

ったが、80%の事業体でチェーンソーの使用台数は1台であった。このことから、岡山県内の作業路作設は、チェーンソー1台とバックホウの組合せが一般的なシステムであると考えられた。このシステムについては、岡山県では「低コスト作業路の作設マニュアル」（2009）を作成しており、効率的な作業路作設を進める上で、今後も低コスト作業路の作設マニュアルを普及することが重要であると考えられた。また、興儀・守岡（2010）や広島県立総合技術研究所林業技術センター（2007）は、バックホウの開設距離は82.8m/日、グラップル付バケットの開設距離は111.3m/日であり、グラップル付バケットがバックホウより優位であると報告している。岡山県でも今後より効率的な作設を考える場合、初期投資や維持費はかかるがグラップル付バケットを用いる作設方法も検討すべきであると考えられた。

6 作業システムと林業機械

各事業体の作業システムを表-5に示す。この作業システムのうち、集材にスイングヤーダ以外を使用している作業システムをグラップル系システムとし、スイングヤーダを使用している作業システムをスイングヤーダ系システムとした。その結果、森林組合ではグラップル系システムが4事業体、スイングヤーダ系システムが2事業体であった。民間企業ではグラップル系システムが5事業体、スイングヤーダ系システムが3事業体であった。無記名事業体ではグラップル系システムとスイングヤーダ系システムは1事業体ずつであった。このように、森林組合、民間企業ともにグラップル系システムが多く、岡山県内の主要作業システムはグラップル系システムであると考えられた。次に、各工程ごとにみると、伐倒は、全ての事業体でチェーンソーで行われており、ハーベスタを併用する事業体が森林組合に1事業体あった。集材は、グラップル系システムではウインチ付グラップルが70%を占め、スイングヤーダ系システムではグラップル付スイングヤーダが70%近くを占めていた。造材は、チェーンソーによる事業体が1事業体あったが、それ以外の事業体ではプロセッサかハーベスタのどちらかを使用していた。運材は、グラップルとグラップルなしフォワーダの組合せが全体の75%を占め、残りはグラップル付フォワーダを使用していた。つまり、岡山県で現在行われている作業システムは、チェーンソーで伐倒し、グラ

表－5 各事業体の作業システム

| 事業体種類 | 作業システム | 作業内容 | | | | | |
|-------|----------|--------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| | | 伐倒 | 集材 | 造材 | 積込 | 運搬 | 荷下ろし |
| 森林組合 | グラップル系 | チェーンソー | グラップル (ウインチ付) | プロセッサ | グラップル | フォワーダ | グラップル |
| | グラップル系 | チェーンソー or ハーブスタ | グラップル (ウインチ付) | ハーベスタ or プロセッサ | グラップル | フォワーダ | グラップル |
| | グラップル系 | チェーンソー | グラップル or スイングヤーダ | プロセッサ | グラップル | フォワーダ | グラップル |
| | グラップル系 | チェーンソー | グラップル (ウインチ付) | プロセッサ | グラップル | フォワーダ (グラップル付) | 同左 |
| | スイングヤーダ系 | チェーンソー | スイングヤーダ | プロセッサ | グラップル | フォワーダ | グラップル |
| | スイングヤーダ系 | チェーンソー | スイングヤーダ (グラップル付) | ハーベスタ or プロセッサ | フォワーダ (グラップル付) | 同左 | 同左 |
| 民間企業 | グラップル系 | チェーンソー | グラップル 林内作業車 | チェーンソー | グラップル | フォワーダ | グラップル |
| | グラップル系 | チェーンソー | グラップル (ウインチ付) | プロセッサ | グラップル | フォワーダ | グラップル |
| | グラップル系 | チェーンソー | グラップル (ウインチ付) | ハーベスタ | グラップル | フォワーダ | グラップル |
| | グラップル系 | チェーンソー | グラップル (ウインチ付) | プロセッサ | グラップル | フォワーダ | グラップル |
| | グラップル系 | チェーンソー | グラップル (ウインチ付) | プロセッサ | フォワーダ (グラップル付) | 同左 | 同左 |
| | スイングヤーダ系 | チェーンソー | グラップル スイングヤーダ | プロセッサ | グラップル | フォワーダ | 記載なし |
| | スイングヤーダ系 | チェーンソー | スイングヤーダ (グラップル付) | ハーベスタ | グラップル | フォワーダ | グラップル |
| 不明 | スイングヤーダ系 | チェーンソー | スイングヤーダ (グラップル付) | ハーベスタ | グラップル | フォワーダ | グラップル |
| | グラップル系 | チェーンソー | グラップル | プロセッサ | グラップル | フォワーダ | グラップル |

ップルもしくはスイングヤーダで集材し、プロセッサもしくはハーベスタで造材し、フォワーダで搬出するという作業システムであると考えられた。

7 作業システムと現場状況

各事業体が最近作業を行った現場状況を表－6に示す。グラップル系システムの間伐は、75%の現場で定性間伐が行われており、残り25%の現場は列状間伐で行われていた。特に、森林組合では定性間伐が80%弱の現場で行われており、民間企業（70%強）より多くの現場で行われていた。路網密度は、森林組合が平均235.0m/ha、

民間企業が平均229.3m/haと両者に有意な差はみられなかった（t検定， $t=0.123$ ， $p>0.05$ ）。平均集材距離は、森林組合が平均17.9m、民間企業が平均17.6mと両者に有意な差はみられなかった（t検定， $t=0.114$ ， $p>0.05$ ）。労働生産性は、森林組合が平均 $5.08\text{m}^3/\text{人日}$ 、民間企業が $3.80\text{m}^3/\text{人日}$ と両者に有意な差はみられなかった（t検定， $t=0.979$ ， $p>0.05$ ）。（社）日本森林技術協会（2010）が発行した「路網と高性能林業機械を組み合わせた低コスト作業システム導入マニュアル（以下、導入マニュアル）」では、8つの低コスト作業システムについてまとめられている。その中でグラップル（ウインチ付）系作

表－6 各事業体の作業現場状況

| 作業システム | 事業体種類 | 間伐方法 | 面積 (ha) | 路網密度 (m/ha) | 作業路幅員 (m) | 平均集材距離 (m) | 素材搬出量 (m ³ /ha) | 労働生産性 (m ³ /人日) |
|----------|-------|--------|------------|----------------|--------------|---------------|-------------------------------|-------------------------------|
| グラップル系 | 森林組合 | 定性 | 1.6 | 375 | 2.0-2.5 | 25 | 111 | 2.0 |
| | | 定性 | 0.9 | 260 | 3.0 | 15 | 90 | 3.0 |
| | | 定性 | 1.0 | 300 | 3.0 | 15 | 171 | 4.0 |
| | | 定性 | 4.5 | 220 | 3.0 | 20 | 262 | 11.0 |
| | | 定性 | 10.0 | 150 | 3.5 | — | 40 | 6.7 |
| | | 定性 | 30.0 | 130 | 3.5 | — | 33 | 6.7 |
| | | 定性 | 1.2 | 56 | 3.0 | 15 | 70 | 4.9 |
| | | 列状4残2伐 | 5.2 | 292 | 3.0 | 15 | 85 | 4.9 |
| | | 列状4残2伐 | 8.1 | 332 | 3.0 | 20 | 62 | 2.6 |
| | | 民間企業 | 民間企業 | 定性 | — | 300 | 3.5 | — |
| 定性 | 2.0 | | | 200 | — | 15 | 75 | 5.0 |
| 定性 | 5.0 | | | 200 | 3.0 | 15 | 70 | 4.0 |
| 定性 | 5.0 | | | 200 | 3.0 | 15 | 80 | 4.0 |
| 定性 | 3.5 | | | 285 | 3.5 | 23 | 108 | — |
| 列状4残2伐 | 3.8 | | | 191 | 2.5 | 20 | 76 | — |
| 列状2残1伐 | 4.9 | | | — | 2.0 | — | 41 | 4.0 |
| 列状2残2伐 | 3.0 | | | — | 3.5 | 30 | 50 | — |
| 列状2残2伐 | 7.0 | | | — | 3.5 | 20 | 50 | — |
| 列状4残2伐 | 1.0 | | | 180 | 3.5 | 20 | 55 | 6.0 |
| スイングヤーダ系 | 民間企業 | 列状4残2伐 | 2.0 | 250 | 3.5 | 23 | 70 | 5.0 |
| | | 列状4残2伐 | 2.5 | 140 | 3.5 | 25 | 48 | 6.0 |
| | | 列状4残2伐 | 17.0 | 100 | — | — | — | — |
| | | 列状4残2伐 | 57.0 | 100 | — | — | — | — |
| | | 列状4残2伐 | 115.0 | 100 | — | — | — | — |
| | | 列状2残1伐 | 3.0 | 150 | 4.0 | 10 | 100 | 5.0 |
| | | 列状2残1伐 | 3.0 | 100 | 4.0 | 10 | 100 | 5.0 |
| | | 列状2残1伐 | 7.0 | 143 | 4.0 | 20 | 86 | 4.0 |
| | | 列状2残1伐 | 14.3 | 83 | 3.0 | 50 | 45 | 2.8 |

業システムは、中～急傾斜地で路網密度を150～250m/haとして、作業路上においてグラップル作業とウインチ作業を併用し、列状間伐により労働生産性8～13m³/人日を目標とするシステムで、木寄せ集材の労働生産性を高めることにより全体の労働生産性を高めるシステムであるといわれている。岡山県のグラップル系システムは、使用する機械や路網密度から導入マニュアルのグラップル（ウインチ付）系作業システムと同システムであると考えられたが、間伐方法が定性間伐主体であることや労働生産性が低いことが明らかとなった。

スイングヤーダ系システムの間伐は、森林組合、民間企業ともに全ての現場で列状間伐が行われていた。路網密度は、森林組合が平均190.0m/ha、民間企業が平均110.9m/haと森林組合の方が高かった（t検定、t=3.245、p<0.05）。平均集材距離は、森林組合が平均23.6m、民間企業が平均22.5mと両者に有意な差はみられなかった（t検定、t=0.128、p>0.05）。労働生産性は、森林組合が5.67m³/人日、民間企業が4.21m³/人日と両者に有意な差はみられなかった（t検定、t=2.177、p>0.05）。導入マニュアルでは、スイングヤーダ系作業システムは、路網密度は200m/ha未満の箇所、集材距離は30～150m、伐採方法は列状間伐で行うことを推奨し、労働生産性目標は4.5～6.0m³/人日もしくは8.0m³/人日（単線地曳き）としている。岡山県のスイングヤーダ系システムは間伐方法、路網密度、集材距離から導入マニュアルの単線地

曳きシステムと同システムと考えられたが、導入マニュアルの単線地曳きシステムに比べると労働生産性が低かった。

以上のことから、岡山県のグラップル系システム、スイングヤーダ系システムは導入マニュアルが推奨する作業システムが整っていると考えられる。しかし、労働生産性は導入マニュアルの目標よりも低く、現有システムの問題点を明らかにし改善を行うとともに、各作業工程のオペレーター技術の向上を図り、労働生産性を向上させることが必要であると考えられた。

8 各作業ごとの問題点等

各事業体の林業機械の使用についての考え方について、表－7に示す。作業路作設に関しては、オペレーターの養成や作設後の水処理に苦慮していることが挙げられた。伐倒工程では、定性間伐がコスト高になることや列状間伐の是非が挙げられた。集材工程では、ワイヤーロープを用いる集材方法の非効率性が挙げられた。造材工程では、ハーベスタやプロセッサによる枝払い能力の向上が挙げられた。運材工程では、コスト高になりやすいフォワーダによる搬出が疑問視された。その他として、高性能林業機械はどの工程で使うにせよ、高価で積極的に導入できないことが挙げられた。これらの問題については、研究により改善するのみでなく、普及や行政と一体となって取り組むべき問題も含まれている。今後は、

表-7 林業機械の使用に関する考え方について

- 作業路作設
 - ・作業路作設オペレーターの技術研修が必要
 - ・水処理が課題
 - ・高密度路網でよいのか
- 伐倒工程
 - ・列状間伐を普及してもらいたい
 - ・列状間伐後の木の成長や斜面崩壊が心配
 - ・定性間伐と列状間伐を条件により使い分けている
 - ・零細では機械は使えない
 - ・個人林は定性間伐、これはコストがかかる
- 集材工程
 - ・スイングヤードやウインチ集材はワイヤーロープを持った移動の労働負荷が高く、効率が悪い
 - ・ロングリーチグラップルに期待
- 造材工程
 - ・ヒノキの枝打ちが困難
- 運材工程
 - ・フォワーダはコスト高になりやすい
 - ・直接トラックに積むとよいのでは
- その他
 - ・機械が高く、購入できない

研究、普及および行政がより一体となって機械化が進むように努力する必要があると考えられた。特に、研究では、ワイヤーロープを用いない効率的な集材工程やフォワーダを用いずに直接トラックに積み込む運材工程が課題になると考えられた。

IV まとめ

今回調査した林業事業者では、所有する機械の台数、機械の種類からみて高性能林業機械を用いた作業システムによる素材生産を行う体制は十分に整っていることが判明した。また、最も普及している作業システムは、チェーンソーで伐倒し、グラップルもしくはスイングヤードで集材し、プロセッサもしくはハーベスタで造材し、フォワーダで搬出する標準的な作業システムであった。このシステムは導入マニュアルでも推奨されているが、導入マニュアルと比較すると、岡山県の作業システムは労働生産性が劣っていることも判明した。今後は、労働生産性を高めるために、現有システムの問題点を明らかにし、オペレーターの技術向上や各工程の改善を行うことが必要であると考えられた。

V 引用文献

後藤純一（2008）傾斜地における高密度作業路網を活用した間伐材搬出システムの選択。機械化林業658：1-6。
 広島県立総合技術研究所林業技術センター（2007）低コ

スト作業システムの構築。最近の研究成果2007。広島県、広島。

黒瀬勝雄（2007）伐採収入及び生産コスト予測システムの開発。岡山県林業試験場研究報告23：1-20。
 中島嘉彦・玉木正夫（1992）地域に適合した林業機械作業システム研究。岡山県林業試験場業務年報33：22-23。
 中島嘉彦・玉木正夫（1993）地域に適合した林業機械作業システム研究（Ⅱ）。岡山県林業試験場業務年報34：11-12。
 中島嘉彦（1994）高性能林業機械に関する森林組合アンケート調査結果。岡山県林業試験場研究報告11：53-67。
 中島嘉彦・玉木正夫・芦田素廣（1994）地域に適合した林業機械作業システム研究。岡山県林業試験場業務年報35：8-9。
 中島嘉彦・玉木正夫・芦田素廣（1995）地域に適合した林業機械作業システム研究。岡山県林業試験場業務年報36：10-11。
 中島嘉彦・玉木正夫・芦田素廣（1996）地域に適合した林業機械作業システム研究。岡山県林業試験場業務年報37：8-9。
 中島嘉彦・芦田素廣・且良則・山岡嘉助（1999）高性能林業機械を用いた列状間伐と定性間伐の比較試験。岡山県林業試験場研究報告15：1-6。
 中島嘉彦・且良則・黒瀬勝雄（2002）機械化作業に適合した森林作業法の開発－放射状及び魚骨状列状間伐の作業性と大面積列状間伐作業に関する調査結果－。岡山県林業試験場研究報告18：15-24。
 （社）日本森林技術協会（2010）路網と高性能林業機械を組み合わせた低コスト作業システム導入マニュアル（詳細版）、246pp.（社）日本森林技術協会、東京。
 西山嘉寛（2010）機械作業システムにおける労働生産性の予測。岡山県農林水産総合センター森林研究所研究報告26：1-18。
 21世紀おかやまの新しい森育成指針検討委員会（2005）21世紀おかやまの新しい森育成指針検討委員会報告書～災害に強い森林づくり～。72pp.岡山県、岡山。
 岡山県農林水産部林政課・岡山県林業試験場（2009）高密度路網による施業－低コスト作業路の作設マニュアル。42pp.岡山県、岡山。
 岡山県農林水産部林政課・治山課・組合指導課（2010）岡山県の森林・林業。103pp.岡山県、岡山。
 岡山県農林水産部林政課・治山課・組合指導課（2011）岡山県森林・林業統計。110pp.岡山県、岡山。
 岡山県農林水産部組合指導課（2010）平成21年度森林組合統計。97pp.岡山県、岡山。
 岡山県林業機械化促進検討会（1995）岡山県林業機械化

促進検討会報告書「おかやまの林業の機械化をめざして」. 76pp. (財)岡山県林業振興基金事務局, 岡山.

(社)林業機械化協会 (2006) 機械化林業入門－伐出用林業機械と作業システムの基礎知識－. 115pp. (社)林業機械化協会, 東京.

林野庁編 (2010) 平成22年度版森林・林業白書. 145pp. (社)全国林業改良普及協会, 東京.

與儀兼三・守岡伸樹 (2010) 高密度路網とグラップル系作業システム－広島モデル林におけるグラップル集材システム－. 機械化林業678 : 15-18.

(別 表)

1. 現在所有されている高性能林業機械についてうかがいます。

現在、所有されている高性能林業機械について、記入例を参考にして以下の欄に記入してください。同じ機械を複数台お持ちの場合は、1台ごとに記入してください。用紙が足りない場合は、コピーして記入してください。

| | | |
|-----------------|---|---|
| 機械名 | フェラバンチャ, ハーベスタ プロセッサ, グラップルソー タワーヤーダ, スイングヤーダ フォワーダ (グラップル付) フォワーダ, スキッダ その他 () | フェラバンチャ, ハーベスタ プロセッサ, グラップルソー タワーヤーダ, スイングヤーダ フォワーダ (グラップル付) フォワーダ, スキッダ その他 () |
| 会社名 型式 | ケスラー 20SH | イワフジ U-4B |
| 購入 or リース | 購 入・リース | 購 入・リース |
| 購入年月日 | | 2007年10月 |
| リース 開始日 | 2010年1月 | |
| リース期間 | 5年 | |
| ベースマシン 型式 | SX75X-3B | |
| m3 | 0.25 | |
| フォワーダ 積載量(t) | | 2.5 |

2. 現在、現場で使用されている高性能林業機械等についてうかがいます。

作業路作設から山土場までの運搬について、各工程ごとに使用されている機械（種類・型式）および作業人員を記入例を参考にして記入してください。

| 作業区分 | 機種 | 型式 | 人員 |
|-------|--------------------|---------------------------|----|
| 作業路作設 | 先行伐倒 チェーンソー | — | 1 |
| | ザウルスロボ装着 油圧ショベル | MSE-25ZR PC-60 KOMATSU | 1 |
| 伐倒 | チェーンソー | — | 1 |
| | または ハーベスタ | ケスラーSH20 | 1 |
| 集材 | グラップルソー | イワフジ GS-50LTV | 1 |
| 造材 | プロセッサ | イワフジ GPI-40A | 1 |
| 運搬・集積 | グラップルソー | イワフジ GS-50LTV | 1 |
| | フォワーダ | イワフジ U-4B | 1 |
| 作業工程図 | | | |

3. 作業を行う現場の状況についておうかがいします。

最近、作業を行った現場の状況について記入例を参考にして最高3箇所記入してください。不明な項目については不明と記入してください。

| 項目 | 現場1 | 現場2 | 現場3 |
|-------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| 面積 (ha) | 10 | 30 | |
| 樹種 | スギ 8割 ヒノキ 2割 | スギ 5割 ヒノキ 5割 | スギ 割 ヒノキ 割 |
| 林齢 (年生) | 50 | 65 | |
| 樹高 (m) | 20 | 25 | |
| 平均胸高直径 (cm) | 40 | 50 | |
| 本数密度 (本/ha) | 2000 | 1500 | |
| 間伐方法 | 定性 列状 (2残 1伐) | 定性 列状 (残 伐) | 定性 列状 (残 伐) |
| 路網密度 (m/ha) | 200 | | |
| 路網総延長 (m) | | 4000 | |
| 作業路開設量 (m/日) | 70 | 50 | |
| 作業路開設コスト (円/m) | 1000 | 1500 | |
| 作業路幅員 (m) | 4.5 | 3.5 | |
| 平均集材距離 (m) (道から材までの平均距離) | 20 | 15 | |
| 最大集材距離 (m) (道から最も遠い材までの距離) | 25 | 20 | |
| 山土場までの平均距離 (m) | 300 | 400 | |
| 素材搬出量 (m3) | 1200 | 500 | |
| 労働生産性 (m3/人日) (山土場まで) | 8.0 | 6.0 | |
| 生産コスト (円/m3) (山土場まで) | 8500 | 10000 | |
| 作業班編成 (人/班) | 3 | 4 | |

(付 表)

●林業機械の使用に関する考え方について

1) 作業路作設

- ・管内の地形は急峻な場所が多く、無理な切り盛りによる作業道を開設することはコストが高くなるだけでなく、林地崩壊に繋がる為成熟した林分がありながら搬出困難な箇所がある。施行地も小面積であり、搬出ポイントや作業道開設地権者の同意が得られない場合もある。本組合の直営フォレスターは平均年齢が若く経験も浅い為、高度な技術を要する場所（急峻な地形での開設や岩盤を掘削するアイオンを使用するなど）では労災事故の発生が心配なため、外注により実施している。
- ・作業路開設でザウルスロボを検討したいと考えます。
- ・最近、特に集中豪雨が多発しており、安易な路線設定をすると、後で重大な災害をおこす可能性が高まっている。近年、高性能林業機械により作業路を作設し効率の良い林産事業が確立しつつあるが、職員及びオペレーターがいまいち作設時の注意事項等わかっていない面がある。効率も大事だが今後は、長く使っていける路線設定及び技術力が必要になると感じる。特に研究所において研究してもらいたい。
- ・低コスト作業路作設技術者の養成
- ・土質、傾斜によっては作業路を開設するのが困難であったり、土砂崩壊を招くことになりかねない。作業路を高密度で開設すべきなのか、高規格の林道の総距離を延長すべきなのか、もう一度しっかり研究すべきではないかと思えます。
- ・作業路は、地形、土質に応じて山主さんと協議して作成している。基本的に間伐作業主体なので、恒久的な作業路を目指しているが、降雨時の水処理に問題を抱えている。
- ・コストの低い作業路作設の工法を研究してもらいたい。
- ・0.45での開設は早いですが、山が山でなくなる。いくら広い作業路を作ってもあとあと使えないと意味がなく、水抜きをしないと崩れる。大きな水抜きをすると段ができ車は通れない。早くて簡単な水抜き方法は？0.45の規制をすべきでは。

2) 伐倒工程

- ・管内ではチェーンソー以外による伐採は困難で、事業面積が零細であり皆伐とかでないとも地形的にも高性能林業機械は使用できないと考えている。
- ・林産事業においてネックとなるのが夏場の仕事のやりかたである。後の作業工程においても支障となるが、あたり木が夏場は非常に多くなり、せっかく間伐をして若干の収入を得ても残存木がその様な状態だと致命傷となる。現在、列状間伐が公的機関において盛んに行われているが私有林の場合、未だに認められていない。残存木の事を考えた列状間伐はどのような方法がベストなのか研究をお願いしたい。
- ・上げ集材の現場は、定性間伐。下げ集材の現場は列状伐倒が多い。地形、植栽列に応じて伐倒している。
- ・列状間伐施業を普及してもらいたい。
- ・列状間伐は作業しやすいが、本当に山に対していいのか？

3) 集材工程

- ・利用間伐を受注し外注施行した際、請負者がロングリーチのグラップルを使用していた状況を見た現場があり、そこそこの面積を短期間で終えた。集材の際、ウインチなどを使うこともなく1人の機械操作で、難なく木寄せが安全に行えていた。しかしながら、久米郡組合の経営規模と現状の事業量では費用対効果があまり期待できないと考えられる。近い将来の組合合併と事業箇所の集約化を一層図らなければならない。
- ・ロングリーチグラップルの性能を評価しています。購入するための資金は現状ではありませんが、集材工程の時間削減は必ず出来ると考えます（ウインチによる集材工程は改善すべき所です）。
- ・現在、ウインチ集材が大半だが、材価の低迷により道縁のみのグラップル集材も取り入れている。集材においては作業路路線と深く関係してくるので合わせて考える必要があるのではないかと。地形に合わせた効率の良い路線が重要であるので様々なパターンの研究が必要。
- ・スイングヤーダやウインチで集材する場合、たとえ50mでもワイヤーロープを引っ張って足場の悪い傾斜を上ることは困難であり、労働負荷が高い。
- ・残存木への損傷に配慮しているが難しい。作業路周辺が広く空くことが多い。道の乾きもよくなると山主さんに納得

していただいている。50m以内の集材対応のスイングヤーダ（0.25m³機）を安価で購入したい。

- ・作業道を高密度にして集材したい。
- ・ワイヤー1本1本通すのではなく、木をくわえる頑丈な物を作ってもらいたい。簡単なグラップル（機械式）。

4) 造材工程

- ・現在所有しているプロセッサは本体能力が大きく、ある程度の事業規模があれば性能を発揮できるが、現状の木材価格では林家も伐採を控えるため、また組合もコスト的にも利用できる現場が限られている。フォレスターによる機械操作は年齢が若い分、飲み込みは早いが実践経験を積むことが出来ない。
- ・様々なメーカーの機械があるが、岡山県においてはイワフジが代理店等の関係により大半だと思うが、各種メーカーの利点、欠点、能力等を研究してもらいたい。また最初はどこメーカーも故障は少ないと思うが何年か経過した機械の状況（修理費等）を知りたい。
- ・当社から南の地域で作業する場合、ヒノキの枝が太く、枝払いがGP25では困難である。ケスラータイプのプロセッサも良いと考える。液晶カウンターの文字が見にくいので目が疲れる。操作ボタンが幼稚である。
- ・ハーベスタ（特に枝打ち）の性能アップを期待する。
- ・ソーのチェンで、石や泥にあたってもよく切れる物を作ってもらいたい。部品が高いので、メーカーに安くしてもらいたい。

5) 運材工程

- ・本組合には、まだ自己所有のフォワーダがなく古い1トン積みの林内作業車が2台あるのみである。必要な際は、重機メーカーからリースにより使用している。現在、導入を検討しており、管内2町からの助成も要望している。高性能林業機械は導入できれば安全で作業ははかどるが、機械導入経費が賄えるほどの事業費ではなく、森林管理署や公社の事業の単価はこれらが生み出せないものであり、人件費等で消えてしまう。
- ・全て積み卸しの関係でグラップル付フォワーダで運搬しているが全国的な作業方法、大きさ、メーカー等、コストパフォーマンスも含めた研究をしてもらいたい。
- ・日本の材は径級が細いので、フォワーダで山土場まで運ぶとコスト高になる。プロセッサで造材したらすぐにトラックに積み込めるような高性能林業機械と路網を組み合わせた作業システムを再検討した方がいいのではないかと思います。
- ・林地に点在している材を集める作業が辛い。グラップル付フォワーダの安価な価格を求める。作業台があるグラップル付フォワーダについては運転席に戻らなくても走行できる機種を求める。

6) その他

- ・木材の価格に比べ高性能林業機械が高すぎる為導入は難しい。個人有林は列状間伐より定性間伐が多くコストがかかりすぎる。木材の価格が安い為、木を切ろうとしない。