

令和5年度「新しい林業」に向けた林業経営育成対策
のうち経営モデル実証事業

最新式集材機とICTハーベスタ等を核とした
主伐・再造林システム実証・普及事業
事業成果報告書

令和6年3月

実証主体

白鳥林工協業組合（代表林業経営体）

中江産業株式会社（林業経営体）

岐阜県立森林文化アカデミー（代表支援機関）

岐阜県郡上農林事務所（支援機関）

目 次

I	実証事業の概要	3
1	事業の名称	3
2	取組の背景	3
3	実証のテーマ	4
4	実証団体の構成	4
5	林業経営体、支援機関、実証事業関係者連関図	5
6	実証事業の内容	5
7	実証事業の目標	12
II	実証事業の実行結果及び課題	13
1	令和4年度の実施結果	13
2	令和5年度の実施結果	16
①	協議会、現地検討会の開催経過	16
②	令和5年度の実行結果及び取組の評価と課題	17
3	実証事業の総括	32
III	今後の事業の展開方向	33

I 実証事業の概要

1 事業の名称

最新式集材機と I C T ハーベスタ等を核とした主伐・再造林システム実証・普及事業

2 取組の背景

<岐阜県全体の課題>

森林の高齢級化に伴い、森林による二酸化炭素吸収量は減少傾向にある。その減少を抑え、2050 年のカーボンニュートラルに貢献するためには、適切な伐採と再造林による森林の若返りを進めなければならない。

岐阜県では既存工場の製造ラインの増強や、新たな木質バイオマス発電所の稼働が計画されており、木材需要の更なる増加が見込まれるが、間伐だけで需要に応えることは難しく、間伐から皆伐へのシフトを進める必要がある。皆伐を進めるには集材機による架線技術の普及と、架線技術者の育成が急務である。

また、森林技術者数が伸び悩む中、素材生産、販売、再造林・保育をトータルで、効率化・省力化・安全性向上が期待できる最新式林業機械の普及・定着が必要である。

<地域の課題>

中江産業株式会社の社有林（岐阜県郡上市内）が伐期を迎えており、計画的に主伐（皆伐）を行っている。現場作業は白鳥林工協業組合が受託し、これまで車両系システムによる集材を実施してきた。しかしながら、急傾斜地等、路網開設

の困難なエリアもあり、車両系システム以外の集材方法を模索している。

そこで白鳥林工協業組合は、架線系システムの実践を開始し、令和2年度から岐阜県立森林文化アカデミーの所有するタワーヤードや林業機械メーカーのデモ用タワーヤードを用いて架線系システムを実践してきた。手ごたえを感じる一方、「荷掛け作業の安全性と効率の向上」が大きな課題となっている。

3 実証のテーマ

岐阜県に導入例の無い最新式林業機械を導入し、「新しい林業」の実現に向けて、素材生産から販売、再造林・保育までの実証試験並びに普及活動を行う。

4 実証団体の構成

- 白鳥林工協業組合 代表林業経営体

油圧集材機・架線式グラップル作業システムによる主伐の実証試験を行う。

また、事業全体の経理、その他の事務を行う。

- 中江産業株式会社 林業経営体

運搬用ドローンを用いてリードロープ運搬等の試験を行う。なお当該事業地は全域が中江産業株式会社の社有林である。

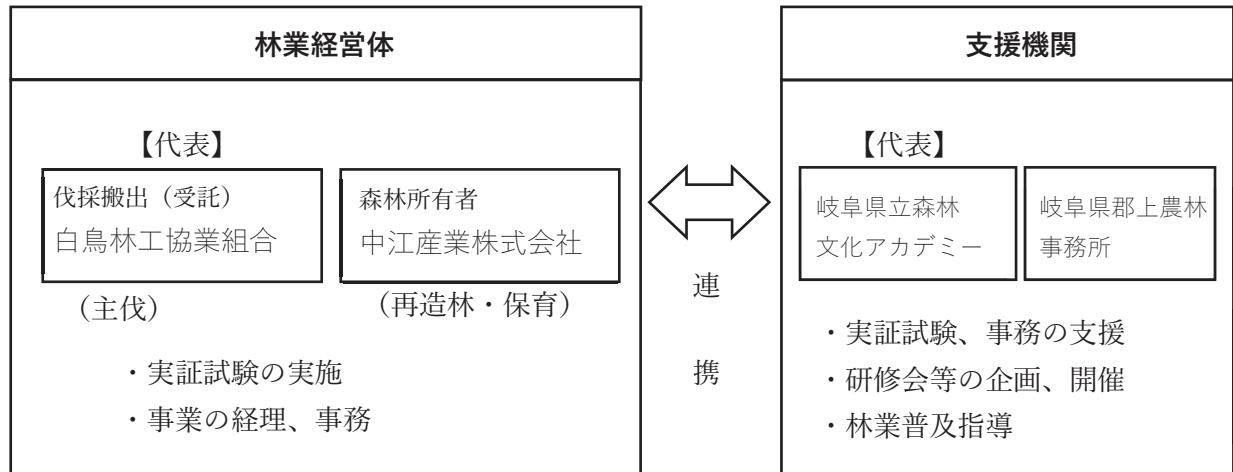
- 岐阜県立森林文化アカデミー 代表支援機関

事業に係る事務及び各実証試験の支援を行うとともに、普及に向けた研修会等を企画、開催する。

- 岐阜県郡上農林事務所 支援機関

事業全体の支援を行う。

5 林業経営体、支援機関、実証事業関係者連関図



6 実証事業の内容

(1) ICT（自動採材機能付き）ハーベスタ【主伐／令和4年度】

日立建機日本株式会社（ワラタ）のICTハーベスタは、需要と供給をマッチングする最適採材プラン、カラーマーキングによる仕分け作業の効率化を備える最新式の高性能林業機械である。

流通対策として、ICT（自動採材機能付き）ハーベスタを導入し、マーケットニーズ（需要）に合った生産、高く売れる採材プランの実証試験を行う。

また研修会等による普及活動を行う

[実証のポイント]

- ・森林所有者に喜ばれる最適採材が行えるか。
- ・造材作業の効率が上がるか。

(2) 山もっとモット【再造林／令和4年度】

岐阜県では令和2～3年度に林業用無人化技術（造林・育林作業の機械化・無人化）に取り組み、最新式の造林機械として山もっとモットを選定した。購入またはレンタル可能な機種である山もっとモットから普及を図りたい。

そこで、再造林・保育の機械化に向けて、山もっとモットを導入して作業効率、省力化等の実証試験を行う。岐阜県内の林業事業体に普及するとともに、林業の3Kイメージの払拭を目標とする。

(3) 油圧集材機・架線式グラップルシステム【主伐／令和5年度】

イワフジ工業株式会社の油圧集材機・架線式グラップルシステムは、無線・遠隔操作が可能で安全装置を備える最新式の架線集材システムで、他に類似品のない唯一の製品である。架線式グラップルは、主索から吊り下げたグラップルが材を掴んで集材することができ、荷掛け手が材に触れる必要がなく、安全性の飛躍的向上と作業効率向上が期待できる。

そこで、岐阜県内では使用実績のない油圧集材機・架線式グラップルシステムによる集材作業の実証を行う。また研修会等による普及活動を行う。

[実証のポイント]

- ・ 無線による遠隔操作により安全性は向上しているか。
- ・ 集材機操作に不慣れな作業員が操作しても滞りなく作業できるか。
- ・ 荷掛け手の移動時間の省略により効率が上がるか。

(4) 実施場所

岐阜県郡上市八幡町河鹿地内の中江産業株式会社の社有林



図1 郡上市八幡町位置図

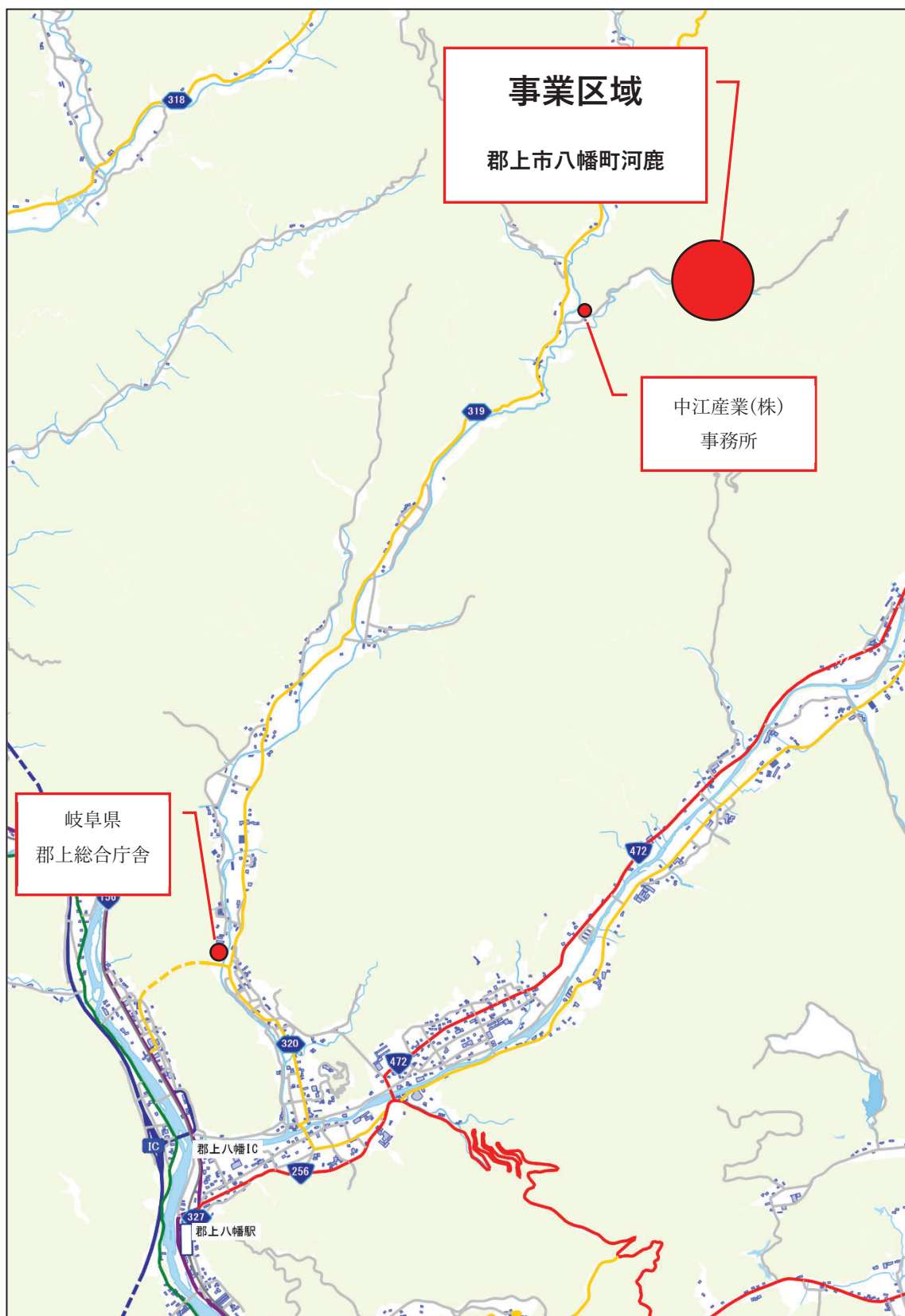


図2 事業区域位置図

(ICTハーベスタ、山もっとモット)

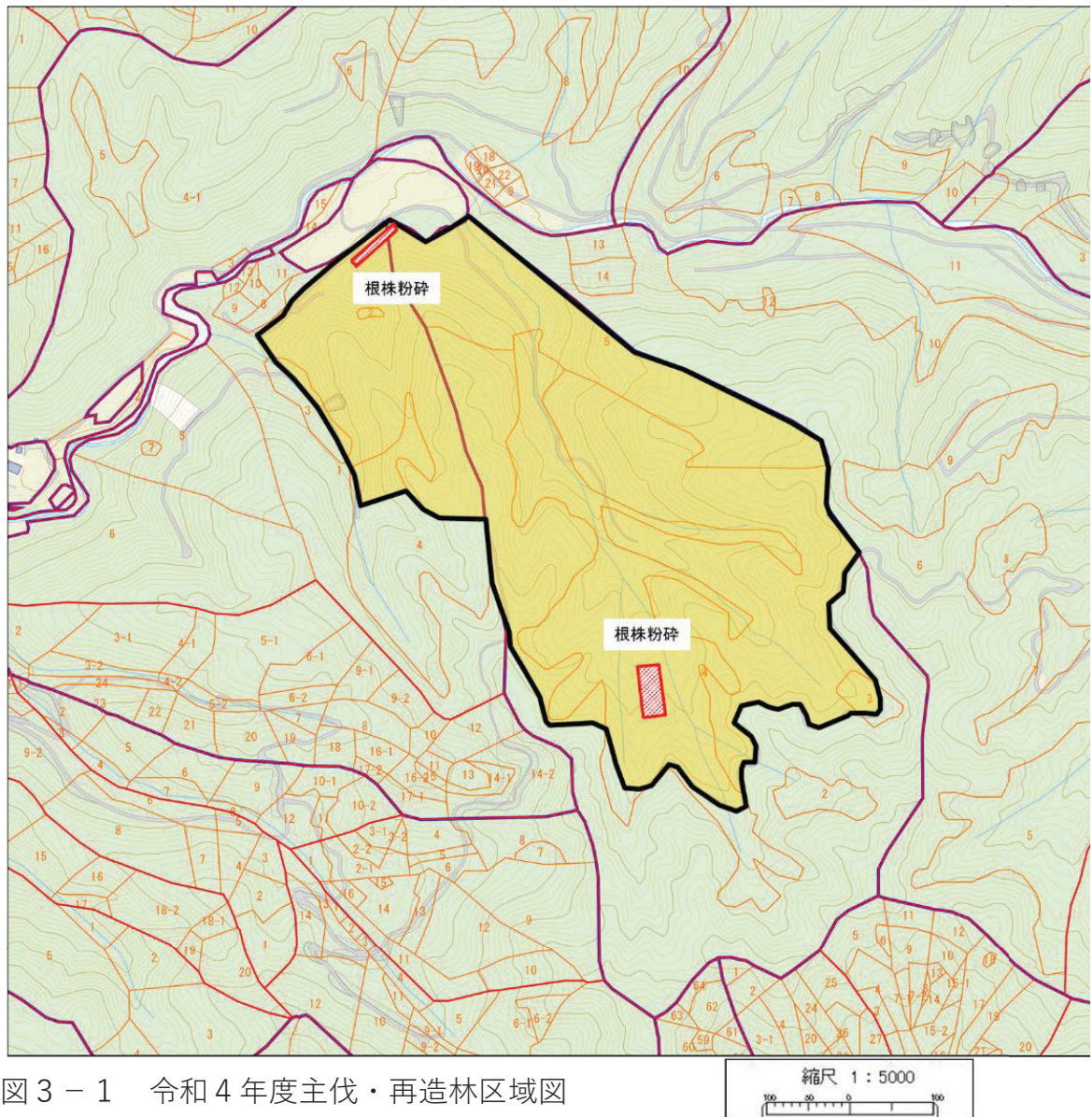


図3-1 令和4年度主伐・再造林区域図

(油圧集材機・架線式グラップル)

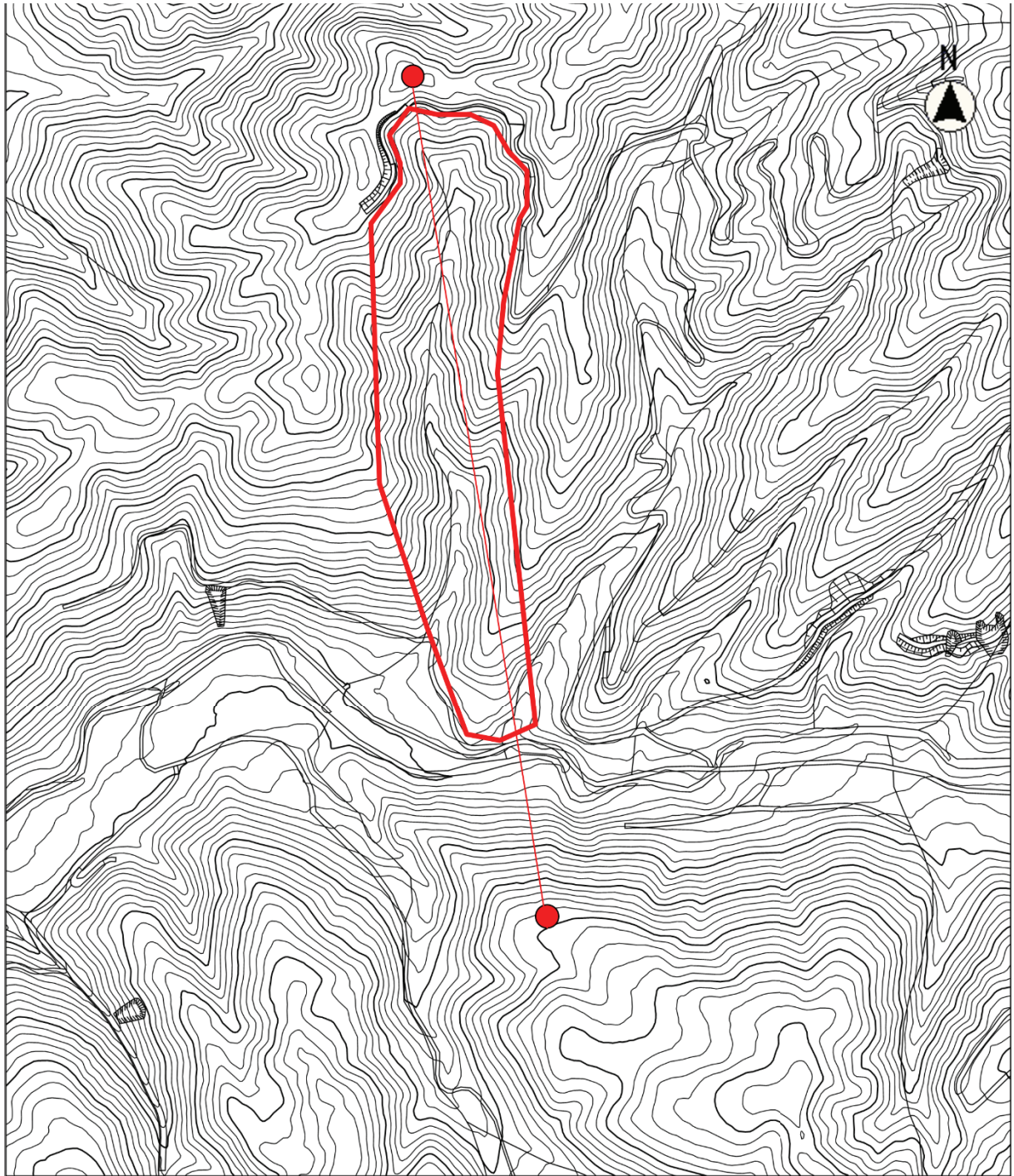


図 3 - 2 令和 5 年度主伐区域図

(5) 工程表 (実績) (表 1)

年月	実証試験		協議会、現地検討会等
令和４年			7/26 交付決定
８月	山もっとモット 実証	I C T ハーベスタ 実証	8/3 協議会、8/22 協議会
９月			9/1 協議会、9/12 協議会
１０月			10/5 見学会、10/13 現地
１１月			11/30 協議会
１２月	実証データの取りまとめ 事業成果報告書 実績報告書作成		12/1 事業推進調整会議
令和５年			1/30 協議会
２月			2/13 協議会
３月			3/8 実績報告
４月			
５月	油圧集材機・架線式グラップル実証		5/12 交付決定前着手
６月			6/27 協議会
７月			7/26～27 見学会
８月			8/22 現地検討会
９月			
１０月			
１１月			12/27 協議会
１２月	実証データの取りまとめ 事業成果報告書、実績報告書作成		12/4～5 事業調整会議
令和６年			
２月			成果検討会議
３月			実績報告

7 実証事業の目標

最新式林業機械を試験的に使用し、林業経営上のメリットやデメリット、導入にあたっての諸条件を明らかにする。

II 実証事業の実行結果及び課題

1 令和4年度の実施結果及び課題

<再造林>

株式会社筑水キャニコムの乗用草刈機「山もっとモット」を使用したところ、根株処理等の能力はある程度確認できたものの、能力を活かすためにはいくつかの条件が現場に求められる。

- ・25度程度の傾斜でも走行するのは厳しいことがあるので、緩傾斜地が多いこと。
- ・刃に石が当たると刃こぼれする。草の陰に転石があると使えない。
- ・地形の凹凸は少ないほうがいい。オペレータの足場が干渉し、走行しづらいことがある。
- ・全木集材であること。枝の上を走行するとクローラが滑ったり、機体の下に入り込んでファンベルト等を傷つけたりする。

岐阜県内にはもともと傾斜が30度を超えるような造林地が非常に多く、現状では山もっとモットを導入して再造林の現場で活用できるような地区は限定的である。そのためメーカーに対して結果を報告するとともに意見交換を行い、改良の要望を伝えた。



図4 山もっとモット

<主伐>

日立建機日本株式会社が提供する I C Tハーベスタ（ハーベスタアタッチメントは Waratah 製）を用いて造材を行った。

バリューバックキング機能（自動採材機能）を備えており、木材価格を入力しておく
と最も高く売れる採材プランを提案してくれる。

- ・直径計測の精度を検証したところ、人の手で測定した場合と径級（2cm 括約）はほぼ一致し、不一致は約 15% でいずれも隣接の径級だった。
- ・バリューバックキング機能はハーベスタやプロセッサに不慣れな作業員でも採材の判断が素早くできる補助ツールとして有効であったが、今回の現場では材の仕分けが約 15 種類と多いため、現行のバリューバックキング機能だけでは充分に対応できず、オペレータの判断による採材となることも多かった。
- ・曲がり等の欠点はオペレータの目視で確認しなければならない。

カラーマーキング機能は、玉切りと同時に木口にスプレーで色付けする機能で、4

種類の仕分けが可能。

- ・オペレータがキャビンから降りてチョークで印をつける手間が省ける。仮にチョークで印をつけるのに 15 秒必要で 1 日 60 回とすると、1 日あたり 15 分の短縮になる。

材積データ集積機能は、生産した丸太の樹種、材種（需要先）、材長、直径、材積が記録される。もし通信環境とソフトウェアが整っていれば、サーバに造材データをリアルタイムで送信し、事務所や森林所有者、運搬業者、需要先との情報共有が可能になるはずだが、今回は USB メモリに記録して毎日事務所に持ち帰った。



図5 ICT ハーベスタ

2 令和5年度の実施結果

① 協議会、現地検討会の開催経過（表2）

月日	名称	主な内容等
5/15	第1回協議会	事業工程の共有、現地確認
5/25	交付決定	助成金交付決定通知
6/27	第2回協議会	進捗確認、見学会打合せ
7/5	第3回協議会	見学会打合せ
7/26～27	現地見学会	県内の関係者ら93名が参加
8/22	現地検討会	有識者委員による現地検討会
9/26	第4回協議会	進捗確認
11/28	インタビュー	協会によるリモートインタビューへの対応
12/4～5	事業推進調整会議	他の実施団体との意見交換
12/27	第5回協議会	実績報告書、成果報告書の打合せ
2/26～27	事業成果検討会議	有識者委員を交えての事業成果の検討



図6 現地見学会

② 令和 5 年度の実行結果及び取組の評価と課題

A 作業の概要

油圧集材機・架線式グラップルシステムを用いた架線集材を実施し、実証を行った。工程概要、作業システム、集材時の作業員配置、集材架線概要はそれぞれ表 3、表 4、表 5、表 6 のとおり。

表 3 工程概要

令和 5 年 5/15	架設開始
5/20～	従来型のフック＋スリングで集材
5/23～	架線式グラップルで集材 以降、従来型と架線式グラップルを何度か交換
9/12～	これ以降はすべて架線式グラップルで集材
11/18	集材終了
11/30	撤収、片付け完了

表 4 作業システム

作業	使用機械
伐倒	チェーンソー
集材	油圧集材機（YR-302E）・架線式グラップル（BLG-16R） イワフジ工業株式会社製
造材	ハーベスタ、一部チェーンソー グラップル（荷降ろし場から土場までの運搬）

表5 集材時の作業員の配置

配置	作業内容
作業員 A	荷掛け（先山オペレータ）、伐倒
作業員 B	造材、荷外し（土場オペレータ）、伐倒

※「造材」には荷降ろし場から土場までの運搬（グラップル）を含む。

※作業に不慣れな5～7月は土場と集材機本体を2～3人で担当し、乱巻き防止のための集材機監視なども時々行っていた。

※伐倒、ホールバックライン引き回し、トラブル対応時は作業員を追加した。

表6 集材架線概要

方式	エンドレスタイラー式（架線式グラップル使用）、下げ荷
集材面積	4.46 ha（皆伐）
支間距離	斜距離 753 m
中央垂下比	0.030
集材距離	最大約 550 m
最大使用荷重	12.94 kN（1,320 kgf）※LB 100 kgf 程度で算出
揚程	約 70 m（荷降ろし場）

B 労働生産性の実績

作業工数と労働生産性の実績は表7、表8のとおりであった。なお、本報告書においては、「1日＝8時間」として作業工数を算定している。

表 7 作業工数と労働生産性

	人工数 人日	出来高 m3	労働生産性 m3/人日	備考
伐倒	32.1	1,604	50.0	
集材	97.6		16.4	荷降ろし、集材機監視を一部含む
造材	90.4		17.7	荷降ろし、荷外し、造材場所へ運ぶ工程を含む
架設撤去等	317.2			断線の補修等、トラブル対応を含む
計	537.3	1,604	2.99	
集材+造材	188.0	1,604	8.53	

表 8 集材+造材工程の人工数と労働生産性（月別）

	人工数 人日	出来高 m3	労働生産性 m3/人日	備考
5 月	17.4	27	1.55	5/22 本格集材開始
6 月	43.2	256	5.93	大半が従来型
7 月	46.0	227	4.94	大半が架線式グラップル
8 月	18.4	150	8.16	ほぼすべて従来型 8 月以降、造材と荷下ろしが兼務
9 月	26.2	297	11.3	9/12 以降すべて架線式グラップル
10 月	17.6	295	16.7	すべて架線式グラップル
11 月	19.1	352	18.4	ほぼすべて架線式グラップル
計	187.9	1,604	8.54	

労働生産性 2.99 m³/人日は良い結果とは言えないが、架線集材の経験が充分でないチームが初めて挑んだ本格的な架線集材であることを踏まえれば、この数字を単独で評価することはできない。とりわけ架設撤去等に大きな手間がかかっているが、架線集材を行っている別の事業体の技術者を招いて指導を受けながら研修を兼ねて架設撤去作業を行ったこと、トラブル（ホールバックラインの乱巻き、ストランドの断線、架線式グラップルの破損等）が多くその対応が必要となったことが主な要因である。今回の経験を活かし、次の現場では架設撤去等の人工数を半分以下に縮減できると考えている。

また労働生産性の月別で比較すると、生産性が毎月向上している。その要因として、集材作業（特に荷掛け）に慣れたこと、10～11月は集材区域の立木サイズが大きく、さらに集材距離も短くなっていたこと、が挙げられる。最も効率よく作業ができた日は集材～造材工程が 26.3m³/人日となった。

なお、従来の一般的な機械式集材機による架線集材は、専属オペレータ 1 人が必要になるため、集材～造材工程で 3 人配置しなければならない。そのため、リモコン操作が可能な油圧集材機を使用することで労働生産性が 1 人分向上している。

C 架線式グラップルによる効率改善の検証

C-1 荷掛け・荷外しのスピードアップ

従来型のフックとスリングを用いた架線集材の場合、先山での荷掛け作業は表の流れで行われる。しかしながら、架線式グラップルを活用すれば、荷掛け手の移動の必

要がないため 2 と 4 の工程を省略することができる（表 9）。また荷外しについても同様であり、架線式グラップルによって作業効率を改善できる可能性がある。

表 9 従来型の荷掛け作業と荷外し作業の工程

荷掛け（先山）	荷外し（土場）
0 搬器到着	0 搬器到着
1 フック降下・横引き	1 フック降下
<u>2 荷掛け手がフックのところへ移動</u>	<u>2 荷掛け手がフックのところへ移動</u>
3 荷掛け（スリング使用）	3 荷外し
<u>4 荷掛け手が退避場所へ移動</u>	<u>4 荷掛け手が退避場所へ移動</u>
5 フック上昇	5 フック上昇
6 搬器発車	6 搬器発車

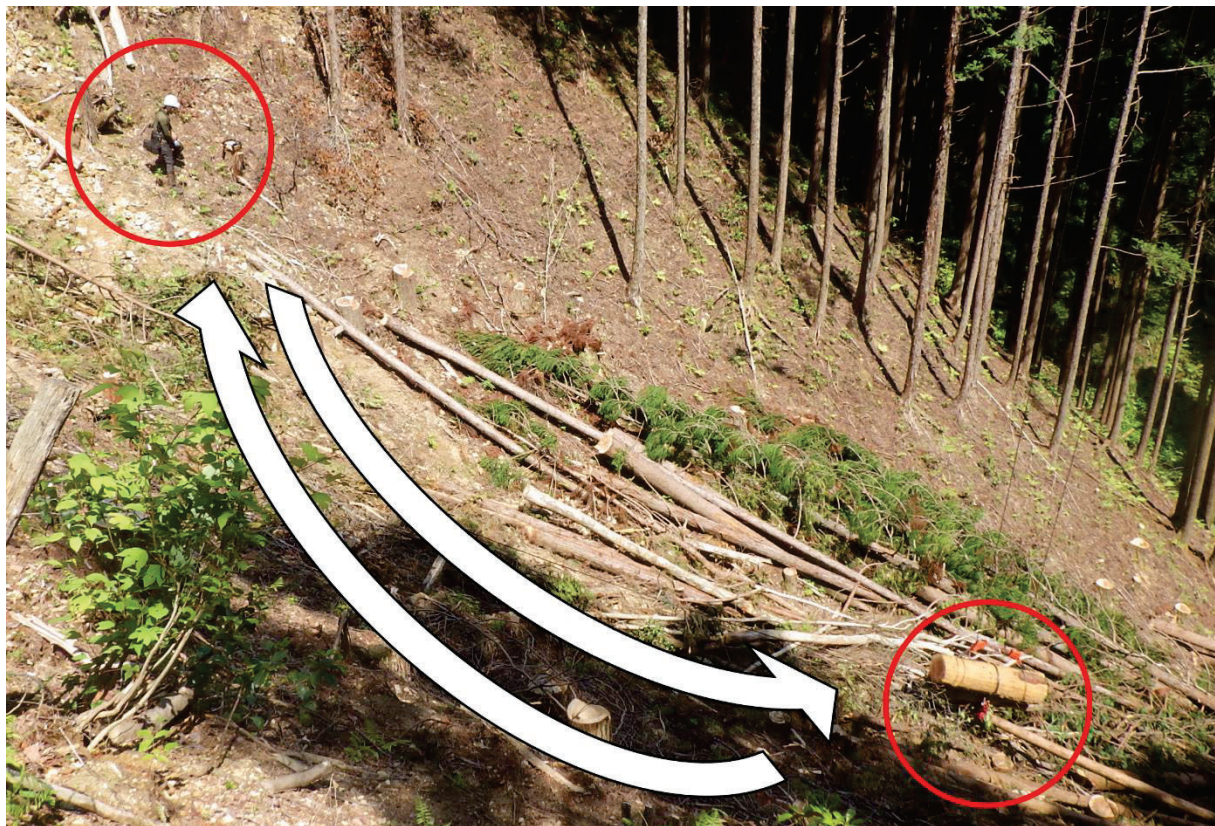


図 7 荷掛け手の移動

そこで、架線式グラップルを使う場合と使わない従来型の場合の荷掛け、荷外し作業にかかった時間を計測した（表 10、表 11）。

表 10 荷掛け作業時間の比較

	荷掛け本数	従来型 フック降下・横引き～移動～ 荷掛け～移動	架線式グラップル グラップル降下・横引き～荷 つかみ
時間 (秒)	1 本	253 ～ 767 [n=7] 平均 400.6、標準偏差 156.2	147 ～ 1,513 [n=19] 平均 473.2、標準偏差 321.1
	2 本以上	331 ～ 1,122 [n=4] 平均 611.8、標準偏差 302.3	192 ～ 691 [n=9] 平均 387.8、標準偏差 174.4

表 11 荷外し作業時間の比較

	荷掛け本数	従来型 移動～荷外し～移動	架線式グラップル 荷外し（グラップル開き）
時間 (秒)	1 本	29 ～ 163 [n=5] 平均 75.6、標準偏差 47.1	1 ～ 5 [n=11] 平均 2.4、標準偏差 1.7
	2 本	152 ～ 201 [n=2] 平均 176.5、標準偏差 24.5	1 ～ 2 [n=2] 平均 1.5、標準偏差 0.5

- ・荷掛け作業（フック降下開始から荷掛け・退避完了まで）の最短時間を比較すると、架線式グラップルの方が従来型よりも早く、1 本掛けで 106 秒、2 本掛けで 139 秒の差がついた。架線式グラップルでは荷掛け手の移動やスリング巻き付けに要する時間が省略できるためと考えられる。
- ・一方、特に架線式グラップル 1 本掛けの場合、荷掛け作業時間のばらつきが大きく、極めて早い時があれば目立って遅い時もあった。架線式グラップルで狙った材をス

ムーズに掴めた場合は早く、何度も失敗した場合はその分遅くなった。

- ・ばらつきが大きくなった原因として、材を掴む難易度は1本ずつ異なること、オペレータの熟練度が低いことなどが考えられる。
- ・荷外し作業（降下完了後から荷外し・退避完了まで）は、架線式グラップルを用いた場合、グラップルを開くだけなので1～5秒でこなすことができ、圧倒的に早かった。平均値で比較すると、架線式グラップルは従来型に比べて1本掛けで73秒、2本掛けで175秒の短縮になった。
- ・この調査は、1現場のみのものであり、またサンプル数も少ないことから、この結果を労働生産性のモデルとして結果を採用するのは避けた方がよいと思われる。

C-2 架線式グラップルの効率性の検討

前述のとおり、架線式グラップルを使用することで作業効率が向上する可能性があるものの、条件が整わない場合はかえって効率は悪化すると考えられる。架線式グラップルのメリットとデメリットを表に整理する。

表12 架線式グラップルのメリットとデメリット

【メリット】

- ①荷掛けの手間（移動、スリング巻き付け）を省略できる（表10）
- ②荷外しの手間（移動、スリング取り外し）を省略できる。1回あたり73秒省略とし（表11）、1回あたりの集材材積を0.8 m³、作業人数を2人と仮定した場合、100 m³あたり0.63人日の省略が見込める
- ③荷掛け、荷外し作業の安全性の向上

【デメリット】

- ①荷掛け時、グラップルで材を掴むのが難しい。長めのスリングを使えば届くところでもグラップルでは届かないこともある。訓練によりある程度は克服可能だが、掴める材と掴めない材を見分けられるようになる必要がある。なお主索に近い高さの材の横取りは不可（グラップルユニットが横倒しになる）
- ②架線式グラップルの質量が 500 kg あるため、その分、最大使用荷重が小さくなる。従来型と比較した場合、そのロージングブロック等の質量が 100 ～ 200 kg だとすると、架線式グラップルが 300 ～ 400 kg 分不利
- ③複数本を同時に掴むのが苦手なので、特に材の重量が小さい場合、1 回あたりの積載重量を大きく保てない
- ④連続でグラップルの開閉や旋回動作を繰り返すとバッテリー切れとなる。集材距離の近いところでは回生が追い付かないため要注意
- ⑤導入や維持管理のコスト。架線式グラップルの破損リスクもある

これを踏まえ、架線式グラップルに生産性の向上を求めるのであれば、最大使用荷重の範囲内で積載重量を大きくすることが重要である。立木のサイズが小さい区域では架線式グラップルを使うか否かをよく検討するべきで、とりわけ集材距離が遠いところ（一往復に要する時間が大きいところ）では、よりシビアに考えなければ生産性が大きく低下するかもしれない。

表 13 では、各種条件（集材木（全木）の重量、最大使用荷重、サイクルタイム、1 サイクル当たりの集材本数、従来型（ロージングブロック＋重錘等）と架線式グラップルとの荷掛け・荷外し作業時間の差）が集材 1000tf あたりの作業時間に与える影響を整理し、架線式グラップルが従来型よりも生産性において有利になる条件を明らかにした。さらに、試しに表 10、表 11 の最短時間を採用して表 13 の条件に代入したものを表 14 として整理した。

表 13 架線式グラップルと従来型の生産性の比較（条件別）

集材木荷重 tf	平均 tf	1 サイクル当たり本数		1000tf 当たり作業時間 hr		G<F を満たす条件
		従来型	架線式グラップル	従来型 (F)	架線式グラップル (G)	
P 最大使用荷重 (従来型)						
Pg 最大使用荷重 (架線式グラップル)	(P+Pg)/2	1 本	0 本	$5T/(9(P+Pg))$	∞	なし
	(P+2Pg)/4	1 本	1 本	$10T/(9P+18Pg)$	$10(T+Gs)/(9P+18Pg)$	$Gs<0$
P/2						
Pg/2	(P+Pg)/4	2 本	1 本	$5(T+Fw)/(9(P+Pg))$	$10(T+Gs)/(9(P+Pg))$	$T<Fw-2Gs$
	(2P+3Pg)/12	2 本	2 本 1 本	$5(T+Fw)/(6P+9Pg)$	$5(T+Gw)/(6P+9Pg)$ $10(T+Gs)/(6P+9Pg)$	$Gw<Fw$ $T<Fw-2Gs$
P/3						

※略号は表 15 を参照

表 14 架線式グラップルと従来型の生産性の比較（条件別）

集材木荷重 tf	平均 tf	1 サイクル当たり本数		1000tf 当たり作業時間 hr		G<F を満たす条件
		従来型	架線式グラップル	従来型 (F)	架線式グラップル (G)	
1.300						
	1.125	1 本	0 本	0.2469T	∞	なし
0.950						
	0.800	1 本	1 本	0.3472T	3472T-46.53	全ての T
0.650						
	0.5625	2 本	1 本	0.2469T+49.63	0.4938T-66.17	T<469.0
0.475						
	0.454	2 本	2 本	0.3058T+61.47	0.3058T-27.22	全ての T
			1 本		0.6166T-81.96	T<469.0
0.433						

※略号は表 15 を参照。P=1.300、Pg=0.950、また表 10、表 11 より Fw=(331+152)-(253+29)=201、Gs=(147+1)-(253+29)=-134、

Gw=(192+1)-(253+29)=-89 を代入した。

表 15 表 13、表 14 の略号

略号	説明
P	最大使用荷重（従来型）（tf）
Pg	最大使用荷重（架線式グラップル）（tf）
Fw	従来型（2 本掛け）と従来型（1 本掛け）の荷掛け・荷外し時間の差（秒）
Gs	架線式グラップル（1 本掛け）と従来型（1 本掛け）の荷掛け・荷外し時間の差（秒）
Gw	架線式グラップル（2 本掛け）と従来型（1 本掛け）の荷掛け・荷外し時間の差（秒）
T	従来型 1 本掛けで 1 サイクルに要する時間（秒）

やはり、架線式グラップルを効率よく使うには、全木重量が $[P/2]$ 以上 $[Pg]$ 以下のゾーンに収まっていることが重要である。全木重量がより軽くなって $[Pg/2]$ 以上 $[P/2]$ 以下になると、サイクルタイムが十分に小さく（＝集材距離が十分に短い）、架線式グラップルを使うことによる時間短縮が大きい場合（例えば悪条件地形で従来型では荷掛け作業員の移動に著しく時間がかかる場合）は架線式グラップルでもよいが、例えば表 14 においては $T < 469$ （7 分 49 秒）と算出されており、これを満たす区域は極めて限定的であることが明らかになっている。

表 14 ではパラメータに表 10、表 11 の結果を採用しており、この数値を他の現場にも採用することはできないが、例えば集材作業が始まってから、その初期のデータをもとに表 13 を参考にして、その後の架線式グラップルの使いどころを絞り込んでいくこともできる。なお、架線式グラップルと従来型との切り替え作業は慣れれば 30 分ほどでできるので、それも併せて切り替えるかどうかの判断材料にするとよい。

また、架線式グラップルは複数本を同時に掴むのは難しいが、伐倒時に複数本を揃えるなどの工夫をし、同時に掴めるようにするのもよい。

C-3 油圧集材機・架線式グラップルのコスト試算

従来の集材機による集材と、油圧集材機・架線式グラップルシステムによる集材のコスト比較を行う。今回の素材生産では、架線集材に不慣れな作業員が、少しずつやり方を習得しながら行ってきたことを踏まえ、同じメンバーで再度油圧集材機・架線式グラップルシステムで作業を行った場合、次のような生産性を想定する。

表 16 次回の油圧集材機・架線式グラップルシステム想定生産性

	人工数 人日	生産量 m3	生産性 m3/人日	備考
伐倒	32.1	1,607	50.1	表 7
集材・造材	91.2		17.6	表 8 10～11 月の合計 36.7 人日/647*1607
架設撤去等	126.9			表 7 317.2 人日*40%
合計	250.2	1,607	6.42	

この作業を従来型の集材機で行う場合、2人でこなしていた集材・造材に3人を配置すると仮定すると、生産性は表 17 のようになる。

表 17 従来型集材機による想定生産性

	人工数 人日	生産量 m3	生産性 m3/人日	備考
伐倒	32.1	1,607	50.1	表 7
集材・造材	136.8		11.7	表 16 91.2 人日*3 人/2 人
架設撤去等	126.9			表 7 317.2 人日*40%
合計	295.8	1,607	5.43	

このシステムで年間 3,000m³ の集材を行い、また、従来型集材機と油圧集材機・架線式グラップルシステムによる素材生産コストの違いは人件費と集材機減価償却費、維持管理費に顕れると仮定して、表 18 で比較する。

表 18 従来型集材機と油圧集材機・架線式グラップルの年間コスト比較（3,000m³ を想定）

	従来型集材機 千円	油圧集材機・架線式グラップル 千円	備考
人件費	14,688	12,424	表 16 250.2/1607*3000*26600（特作） 表 17 295.8/1607*3000*26600
集材機減価償却費	0	8,000	40000 千円/5 年
集材機維持管理費	50	2,000	40000*0.05
計	14,738	22,424	

油圧集材機・架線式グラップルの人件費のコストメリットは年間 2,264 千円発生するが、購入費（減価償却費）はほとんど吸収できず、導入のハードルは高い。また、架線式グラップルはなしで油圧集材機のみを導入するのであれば、コストは多少縮減できる。

D 安全性と労働強度の評価

今回の実績から架線式グラップルの安全性を定量的に評価することは難しいが、

従来型の架線集材と比べると、まず荷掛け手の安全性は大きく向上している。従来型の場合、斜面上の不安定な伐倒木を跨いだりしながら移動して荷掛けを行う必要があるが、架線式グラップルは安全な場所で荷掛け操作できる。また従来型では、仕事を急ぐあまり、荷掛け手の退避がつい不充分になってしまうことも時にはあるかもしれないが、架線式グラップルを使う限りはその心配は不要である。

荷外し作業においても、複数本の材とスリングが絡んだ状態で接地することが時々あり、人の手で安全外すには注意が必要だが、架線式グラップルであればやはり心配不要である。



図8 日陰で操作する荷掛けオペレーター

また安全性だけでなく、特に荷掛け手は斜面の移動が大幅に減るので、労働強度が大きく低下する。今回の現場では夏場にも作業を行っていたが、条件が許せば日

陰で操作することができ、熱中症対策にもなった（図8）。

E 作業従事者の感想

- ・ 機械式集材機と違って初心者でも操作が簡単。ただ、ワイヤロープの動きや張りをよく見ながら操作したほうがいい。
- ・ 機械式集材機の場合は、オペレータがワイヤロープの動きや機械の状態を常に監視し、トラブルになりうる小さな異常を捉えて回避することもできた。油圧集材機では、モニターや警報で異常を知らせてくれるが、小さな異常までは把握できない。特に集材機本体が土場から見えない位置にあったので、例えば乱巻きになってもしばらく気が付かない。ドラム監視カメラがあれば多少はよかったのかもしれないが、乱巻きを察知するセンサが欲しい。
- ・ ドラムをフリーにできる機能が欲しい。
- ・ 操縦がリモコンなので、オペレータが操縦席から動けない機械式集材機に比べて安全。
- ・ 機械式集材機より音が静かでよい。
- ・ 架線式グラップルのホールバックライン接続金具は、横だけでなく後ろ（先柱側）にもほしい。
- ・ グラップルの開閉、旋回動作がもう少し速くなるとよい。
- ・ リモコンをもっとコンパクトにしてほしい。

3 実証事業の総括

<再造林>

山もっとモットの活用について、まとめると次のようになる。

- ・緩傾斜で転石が少ないなどの好条件下でなければ山もっとモットの能力を発揮することはできない。岐阜県内の人工林には急傾斜地も多く、再造林、保育作業の機械化については、今後もさらなる改良、研究開発が求められる。

<主伐>

ICT ハーベスタの活用について、まとめると次のようになる。

- ・バリューバック機能は最適採材をサポートするが、熟練したオペレータを超えるものではない。カラーマーキング機能は便利で、1日15分程度の時間短縮になる。
- ・造材データを関係者間で共有し、流通全体での効率を上げるには、関係者間の合意形成、情報共有環境整備、林内の通信環境構築が必要で、課題が多い。

油圧集材機・架線式グラップルシステムによる木材生産について、まとめると次のようになる。

- ・従来の機械式集材機の場合は専属オペレータが必要だが、油圧式集材機では2人での作業が可能で、集材の労働生産性は1.5倍となる。
- ・架線式グラップルを用いることで、荷掛けで106秒（1本掛け）、荷外しで73秒

の短縮（１本掛け）になった。ただし、荷掛けはうまく掴めないことも多く、その場合はフック＋スリングの方が早い。

- ・ 架線式グラップルを使用することで、最大使用荷重は 300～400 kgf の減となる。

また、複数本を同時に掴むのは時間的ロスが大きい。生産性を向上させるには 1 回ごとの集材が高い積載率となるかどうか重要で、「集材木重量＝最大使用荷重」が理想。集材木重量が小さい区域では従来型のフック＋スリングに換装し、複数本を掛けるのが良いが、集材木重量のほか、サイクルタイムや従来型と架線式グラップルとの荷掛け・荷外し作業時間差を判断材料にする。

- ・ 荷掛け、荷外しの安全性は向上し、労働強度は低減している。

Ⅲ 今後の事業の展開方向

再造林、保育作業の機械化や、流通全体での省力化については、今後もメーカー等の最新の情報を得ながら、地域の関係者（森林所有者、林業事業体、需要先、行政）で検討を進めていく。

油圧集材機・架線式グラップルシステムは、主に行政において、新たに架線集材を始めたい事業体や既存の架線集材業者に情報を届け、普及を図っていく必要がある。また、安全性や労働強度上のメリットを適切に評価し、事業体の経営者に訴求していくことも考えなくてはならない。

国内の人口が減っていくなか、少ない人数で林業の現場をまわしていくためには、

作業の効率化、省力化、少人数化が欠かせない。また、仕事として林業を選んでもらえるように、危険作業や過酷作業は排除していかなければならない。短期的な収支だけでなく、そうした視点での技術開発や創意工夫が進むよう、業界としての継続的な取り組みが必要である。