

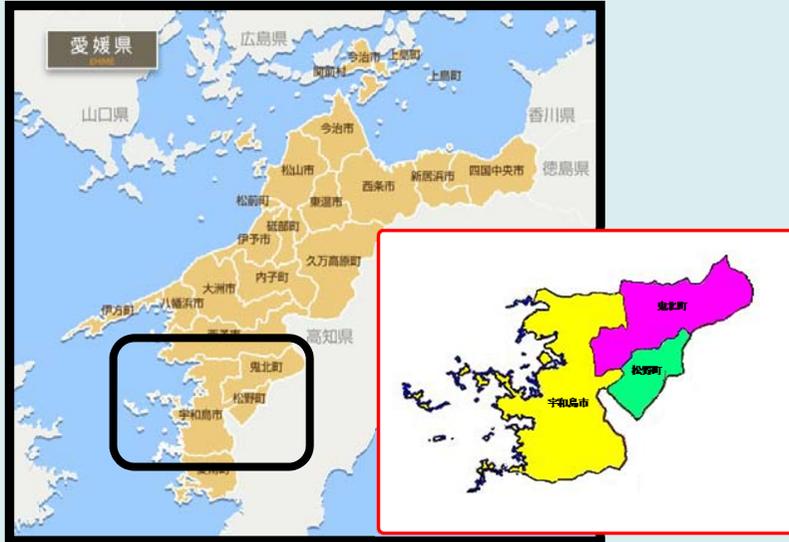
# ホイール式フォワーダの導入による 搬出作業の効率化



愛媛県 南予森林組合

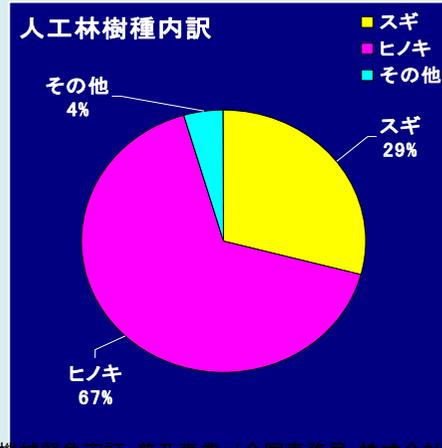
# 1 事業の背景・課題

## 南予森林組合管内(3市町)について

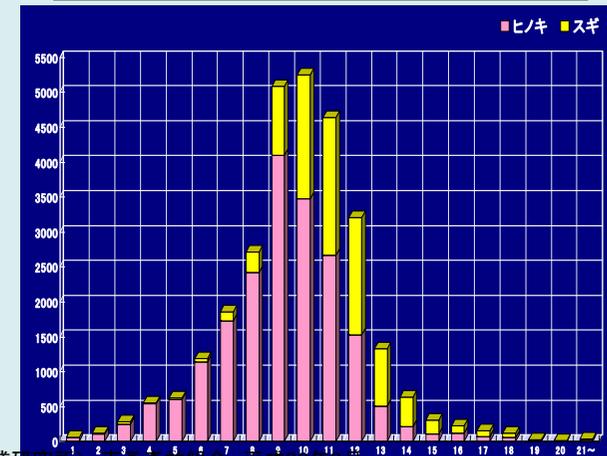


○人口	99,274 人
○世帯数	44,336 世帯
○総面積	80,995 ha
○森林面積	62,341 ha
○民有林	53,020 ha
○国有林	9,254 ha

## 管内(3市町)民有林 林種・樹種内訳



## 人工林 齢級構成



- 愛媛県は、東西方向に中央構造線が走行
- 東・中・南予で地質構造や森林・林業を取り巻く条件異なる
- 各地区事業体の作業システムの状況や課題が異なる

要因	東予地区	中予地区	南予地区
地形	急峻	中庸	緩やか
表層地質構造	<u>領家帯</u> ・中央構造線の北側で花崗岩、変成岩 ・領家帯の南部は砂岩・頁岩で構成される和泉層郡 (固い、崩れやすい)	<u>三波川帯</u> ・中央構造線の南側で形質片岩、泥質片岩、砂質片岩 ・久万層郡の礫岩、砂岩、泥岩 (中間)	<u>秩父帯(北帯)</u> ・変成岩 <u>四万十帯(北帯)</u> ・玄武岩質火山岩質、砂岩 ・砂岩泥岩交互層 (柔らかい、ぬかるみ)
特色	架線系集材が中心から、作業道開設による集約施策に取組など、車両系集材への過渡期	フォワーダ集材の作業システムの更なる効率化を模索している	地形が比較的緩やかであるが、機械化・作業システム化が遅れており労働生産性も低い状況
作業システムの現状と課題	架線系集材 スイングヤーダ集材 + フォワーダ運材 (課題) 集材時間の短縮	ハーベスタ集材 + フォワーダ運材 (課題) 集材時間の短縮	林内運搬車集材 + 小型トラック運材 (課題) 集材時間の短縮

## 2 導入・改良した機械の詳細

### コンセプト

「ホイールタイプフォワーダによる地形・地質等が異なる全域をカバー出来る(全国で応用可能な)作業システムの開発 ～愛媛から全国へ発信～」

○木材搬出には、主に履带式(クローラ式)の林業用フォワーダが活用

○しかし走行速度が遅く、作業効率悪化の原因

○このボトルネックを解消するため、地元で開発された

「ホイールタイプフォワーダ」を導入

◎搬出の速度、作業環境や作業システムの検討と牽引力と被牽引車の各機能を確認し、改良点をフィード・バックしフォワーダの熟成

◎先進的林業機械を中心とした「新たな作業システム」の構築が重要な課題の為、愛媛大学、愛媛県林業研究センター等の参画を得て、

労働生産性の向上と搬出コスト削減の実現



## 導入した機械(剛力G-5000)の特長

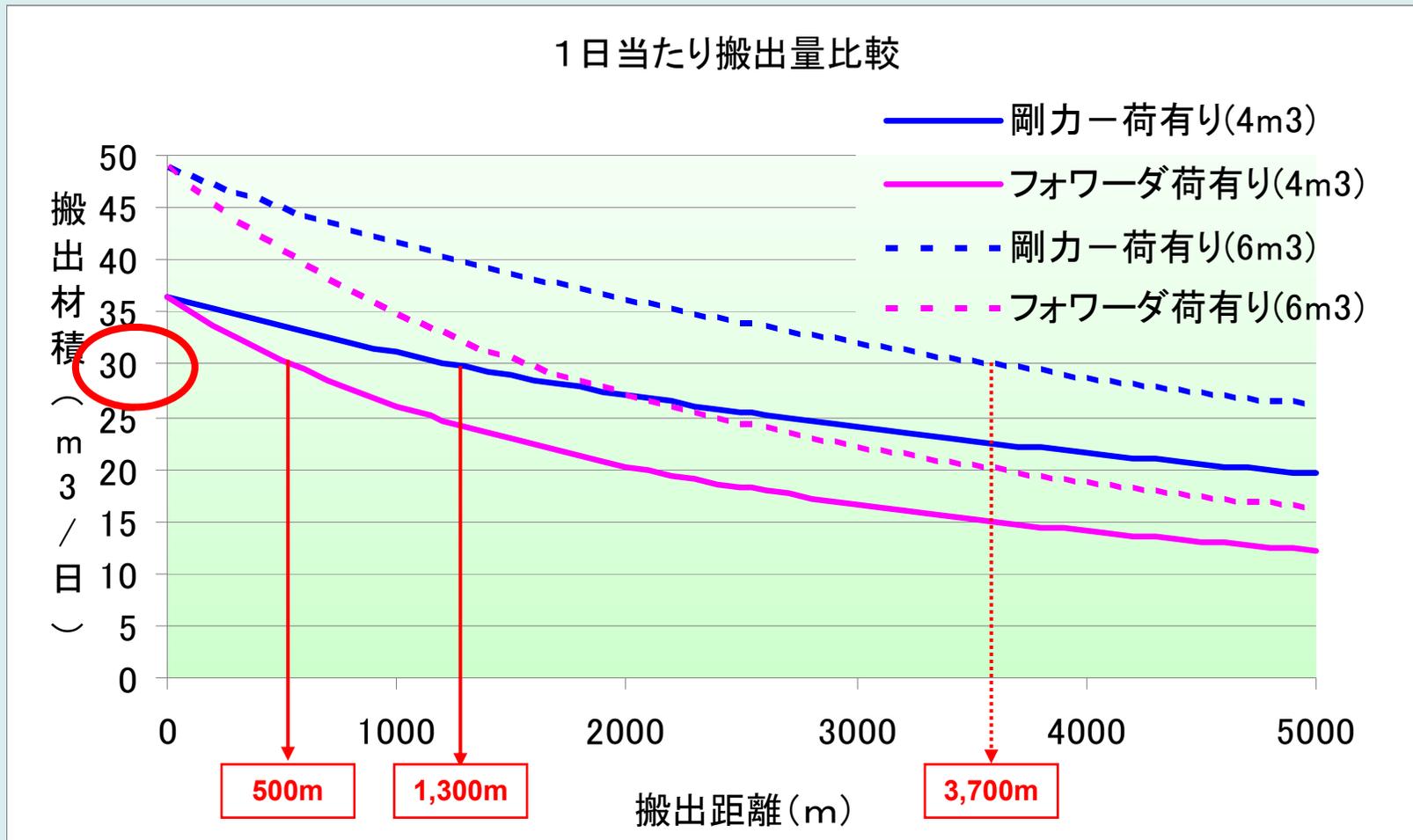
- 空荷では、クローラタイプ・フォワーダに比べ、2倍の16km/時の速度
- 荷有りでは、下りで威力を発揮  
(既存フォワーダは、上り・下りで差小)
- 重心補正装置作動により安定
- 4WSの作動によりR=4.0の小旋回

# 従来の作業システムからの改善点



# 現行のシステムの問題点・課題

目標30 (m<sup>3</sup>/日) 搬出のためには、1,300m以内



### 3 新しい作業システムの評価結果

#### 評価の具体的な計画

##### ○検証地の特徴

- ・表層地質 : 砂岩・泥岩互層
- ・森林土壌 : 褐色森林土壌(黄褐系)
- ・地形 : 中起伏山地(310~380m)
- ・樹種 : ヒノキ(70年生)、平均胸高直径32cm、平均樹高22m

##### ○検証の実施内容、方法

- ・データ収集・分析、作業システム検証方法を委託により実施

#### 評価の実施体制

- 南予森林組合本所……………総括
- 南予森林組合支所長……………調査現場の確保
- 南予森林組合作業班長……………導入機械の操作
- 住友林業(株)……………行程調査
- 林業研究センター……………工程管理・調査支援

## 目安となる生産性(新・旧システム)

区分	サイクル タイム	平均運搬量	生産性 (フル稼働時)	搬出コスト (3,000m <sup>3</sup> /年時)	ダンプ機能
剛力号	55~67分	3.9m <sup>3</sup>	30.0m <sup>3</sup> /日	1,192円/m <sup>3</sup>	11.5分
FW + トラック	50~57分	2.5m <sup>3</sup>	17.2m <sup>3</sup> /日	1,621円/m <sup>3</sup>	47秒
評価	ほぼ同じ	<u>1.5倍</u>	<u>1.7倍</u>	<b>26%低減</b> (年間1,287,000円)	トラック速い

※稼働率の向上により搬出コストの更なる削減の可能性あり  
(剛力号の改良+前工程の改善)

※ダンプ機能は改善の必要あり  
○グラップル時間7.5分  
○ダンプ時間11.5分

## 4 新しい作業システムに向けた考察

### 稼働に適した作業環境・稼働時の制約条件

#### ① 森林作業道の開設方法や配置方法の検討

- 前進には強いが、後進に弱い
- 方向転換場所の必要性
- 縦断勾配15～16度や土質で、登坂不可能箇所 の出現
- 縦断勾配への対応のためカウンターウエイト等導入が必要

#### ② 既設のスイッチバックを多用した森林作業道から、旋回半径5m以内で旋回可能な開設・改良

- 既存のスイッチバック方式の森林作業道は走行できない
- 改築・開設の必要

#### ③ 「剛力」を活用し、林業専用道や林道を走行して 中間土場まで直送するシステムの検討

- 4WS機能の追従性の反応悪さの出現（右左回転で有意差<sup>10</sup>）

## 評価で明らかになった事項

### ①縦断勾配

- 登坂できない勾配  
(森林作業道作設指針に基づく開設)
- カウンターウエイト(必要最小限)

### ②回転半径

- 回転できない半径  
(合成勾配を考慮しR=5m以上)
- 路網処理の方法(十分な転圧)

### ③方向転換 など

- 土場と路網のレイアウト(回転場)
- 回転場の拡幅(直線距離で10m)
- はい積のレイアウト(路肩に棚積)



## 5 オペレーターの訓練、技術的サポート体制の構築

### オペレーター訓練の開催

- 1 集合訓練 : 座学と現地(テストコース・林内)で3日間実施
  - ①訓練開催日:平成25年12月9日(月)~11日(水)(2泊3日)
  - ②訓練実施場所 : (座学)越智機械工業株式会社 会議室  
(現地) // テストコース、林内(森林作業道)
  - ③訓練受講対象者 : 南予森林組職員3名
  - ④訓練受入事業者 : 越智機械工業株式会社
- 2 OJT訓練 : 南予森組合に越智機械工業株式会社が出向き、事業地での訓練を随時実施
- 3 オペレータの所感 : 牽引免許は必須である。前方への操作は容易だが、後方は難しい。4WS機能により剛力号の大きさを感じさせず走行できる。



## 技術的サポート体制の構築

### 1 体制構築に向けて関係者の合意形成を得るための「検討委員会」を3回開催（検討事項確認、中間とりまとめ、最終合意）

- ・第1回検討委員会（6/20(木)開催）・・・各メーカーの参加・協力の確認
- ・第2回検討委員会（11/8(金)開催）・・・マニュアルの構成内容
- ・第3回検討委員会（11/29(金)開催）・・・最終合意

### 2 関係者の所感

- ・事業終了後も、剛力号の熟成に向け各メーカーで協力し合おう。
- ・故障・修理による機械稼働率の低下への対応のため、代車の導入も必要。
- ・地元での技術的サポート体制は構築できたが、全国展開への体制が必要。



第1回検討委員会



第2回検討委員会



第3回検討委員会

# 5 今後の取り組み課題

## 機械の改良点と更なる改良のポイント

作業システムとの関係	改良項目	機械の改良点	改良により見込まれる効果
①急勾配森林作業道への対応	重心補正装置の機能向上	現状の角度補正7°を11°に広げる	路面状況対応範囲の拡大により、走行時の安定性の向上
②狭あい・長距離作業道への対応	1 車幅の調整 2 タイヤタイプ等の適切化	1 トラクターの車幅を調整 2 ラジアル又はバイアスタイヤの選択、チェーンの装着	1 車幅の縮小やタイヤ選択により、2.5mの作業道での走行の容易さ 2 タイヤガードの採用によるパンクへの対応
③荷下し作業の効率化への対応	ダンプ方式	被牽引車の荷台にダンプ機能の付加	ダンプ方式の荷下ろしにより、作業の効率化
④集材作業の効率化への対応 集運材用機器の削減	ウインチの装着	被牽引車にウインチを装着	ウインチにより、集材の効率化（補助機能）



①重心補正角度7→11°

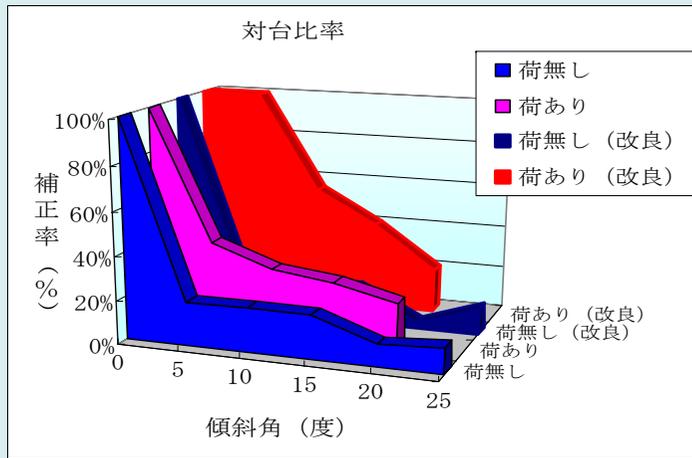
②車幅の縮小とタイヤガードの装着

③ダンプ機能の付加

④ウインチの装着

# 機械の改良点と効果

## ①重心補正角度7→11° の効果



・横断勾配5度まで100%補正

## ②車幅の調整(狭めた)の効果

単位: mm

区分	内輪半径	車幅1/2	最小半径
改良前	4,790	1,100	5,890
改良後	2,833	1,100	<b>3,933</b>

・車幅調整との4WSの作動により  
R=4.0の小旋回

## ③ダンブ機能の付加

- ・現段階では効果なし
- ・改善の必要あり

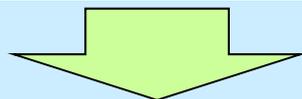
## ④被牽引車にウィンチを装着

- ・集材の効率化を確認
- ・無線操作が可能となった
- ・有効利用の検討

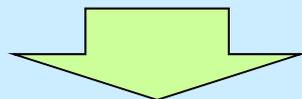
15

## 機械を十分に活用するための取組み

- ①作業システムを容易かつ効率的に機能させるため、
- 森林作業道の開設方法や配置方法の確立
  - 既設のスイッチバックを多用した森林作業道から、旋回半径5m以内で旋回可能の開設・改良
  - 機械の熟成、前工程（伐倒・集材・造材）の改善



- ②クローラ式フォワーダでは、積替えが必要なため、
- 「剛力」を活用し、林業専用道や林道を走行して中間土場まで直送するシステムの確立



- ③提案型集約化施業の推進