

新しい機械化システムによる森林資源と林業の再生

三重大学生物資源学部教授 飛岡次郎

1. わが国における森林資源と林業の再生への課題

わが国は、国土の67%にあたる2,521万haの森林面積と31億3,700万m³に及ぶ森林蓄積を有しており、森林資源面からみると世界有数の森林国といえる。しかしながら、森林資源の構成内容、特に人工林資源については若齢に偏った林齢構成となっており、人為による適正な保育・管理を必要とする森林が大半を占めている。

一方、最近における木材価格の低迷、林業労働力の減少と高齢化、作業コストの上昇など林業をとりまく諸条件はますます深刻の度を加えている。

このような困難な状況を克服し、林業の活性化による森林資源の適正な管理と持続的利用に基づく山村社会の振興を図るとともに、近年特に認識の深まってきた地球的規模での環境の維持・形成にはたす森林の役割や多様な国民的要請に応えうる森林施業を推進するためには、新たな視点にたった林業機械化作業システムの構築と展開が、わが国の林業における最大の生産技術的課題となっている。

2. 欧米諸国における林業機械化の現状

高性能林業機械を中心とした欧米諸国における機械化作業システム、労働生産性、作業コスト等の現状をスライドを用いて解説する。

3. わが国における林業機械化推進の必要性

わが国の森林は、急傾斜地が多く、林業機械化作業システムを構築するうえで地形が制約条件となる場合が多い。そこで、このような急傾斜地の多い森林を対象とした林業機械化の一つケース・スタディとして、わが国の森林・林業の縮図のような地元三重県の場合に焦点をしぼり、森林資源の有効活用、労働生産性の向上と作業コストの低減、林業労働環境の改善等の視点から機械化推進の必要性について考察するとともに、どのようにしたら現在の林業を若者にも魅力ある林業に変革し、国民的要請に応えうる多様な森林施業を展開できるかについて検討する。(表-1

参照)

(1) 森林資源の有効活用

三重県の森林資源は、人工林の主伐、再造林を可能とする資源構成へ到達する時期が全国水準より早く到来し、県産材の年間伐採量は21世紀初頭に約1,000千㎡に増加するものと予測されている。山村地域を活性化させるために、このような人工林資源を有効に活用し、県産材の供給体制を充実していく必要があるが、林業労働力は著しく減少し、高齢化する傾向にあり、現行の作業体系によって将来への対応を図ることは困難であると考えられる。

(2) 労働生産性の向上と作業コストの低減

木材価格が長期低迷状態にある中で、労賃や資材の値上がり等による林業生産コストの上昇傾向や、人手不足などが森林所有者等の林業生産活動を停滞させている。このような状況の中で、林業の振興と森林の整備を図っていくためには、高性能林業機械を主軸とした機械化作業体系を定着させることにより、労働生産性の向上と作業コストの低減を図り、外材や他産地材との競争に十分耐えうる林業生産活動を展開していくことが必要となっている。

(3) 林業労働環境の改善

現在の林業労働は、他産業の労働と比較して労働強度、労働災害発生率が高い水準にある。また、賃金も比較的低位であるうえ、就業形態も不安定となっている。このような労働環境が、後継者である若い林業労働者の参入を著しく困難にしている。このため、高性能林業機械を中心とした作業システムを導入することにより、労働安全衛生面からの林業労働そのものの改善と賃金等の労働条件を改善し、林業を魅力ある職場にすることが必要となっている。

(4) 多様な森林施業の展開

森林に対する国民の多様な要請に応じて、安全で緑豊かな国土の造成、森林の総合利用のための間伐や複層林施業、さらには人工林長伐期施業、伐採単位の小面積化、風致・景観施業などを推進することが、最近の林業経営において重要となっている。路網の整備と高性能林業機械の導入により、作業コストの低減と効率的な事業実行を通じて、これらの要請に応えることができる多様な森林施業の展開と森林整備の推進が期待されている。

4. 林業機械化作業システムの基本的な考え方と目標

(1) 林業機械化作業システムの基本的な考え方

林業機械化作業システムは、三重県の森林・林業が抱える前述のような諸問題を解決し、林業の活性化を実現するためのシステムであり、これを構築する上での基本的な考え方は次のとおりである。

- ① 植付け、下刈り、除伐、枝打ちなどの育林作業の機械化は遅れており、作業能率の向上による低作業コスト化の促進、傾斜地における重筋労働からの解放など、育林作業の機械化は林業経営上、重要な課題である。しかしながら、前述のような本県の森林資源構成、林業現場における生産コストの上昇、労働力の減少・高齢化、労働災害、労働環境の改善など、素材生産分野には緊急に解決されなければならない諸問題が山積している。したがって、最も優先して林業機械化作業システムの構築を必要とする分野として、素材生産分野を検討対象とすることとした。
- ② 新しい作業システムでは、林内路網が高性能林業機械の作業場としても機能することが必要となるので、急傾斜の林地が多く、雨量の多い本県では、路網の作設コストや自然災害の防止上からも林内路網に十分な検討を加える必要がある。このため、新しい林業機械化作業システムを構築する場合、高性能林業機械の導入と路網体系づくりを並行して進めることが重要である。
- ③ 新しい林業機械化作業システムは、本県の森林・林業のおかれた諸条件に適合させながら構築していくことが必要であるが、本県の森林・林業は、地形、林分の配置状況、事業者の規模、木材の利用方法などにおいて、欧米のこれら諸条件とはかなり異なっている。そこで、最終的には欧米並みの高能率で安全な作業システムを大幅に変更し、操作性能の優れた高能率で安全な高性能林業機械による作業の実現を旨とすることとする。(表-2 参照)

(2) 林業機械化作業システムの目標

本県内の森林は、急傾斜地が多く、人工林では25度以上の林地が全体の70%を占めている。このことから、林内走行車両を使用した作業システムの普及を図ることは地形上の制約から限界があり、林道、作業道等の路網と架線集材を組み合わせた作業システムを中心に考えることが必要である。また、現行の作業システムにおける作業所要時間を分析すると、伐木造材工程では、伐木20~30%、枝払い・玉切り70~80%の割合となっている。伐木作業は、地形上チェーンソーによらなければならないが、作業所要時間の多い枝払い・玉切り工程についてはプロセッサを使用した機械化が可能である。集材工程では、集材線の架設・撤去に要する時間が生産性を低下させている現状から、架設・撤去が簡便で、機動性のあるタワーヤードと、本県内で発達している優秀な架線技術を組み合わせた機械化を進めることが効果的である。(表-3 参照)

このような考え方から、本県のような急傾斜地の多い林地での作業システムの目標としては、チェーンソーによる伐倒、タワーヤードによる集材、グラップルクレーンによる小集積(移動・整理)、プロセッサにより林道端等での造林を組み合わせたタイプが最も効果的と考えられる。

この作業システムを有効に活用するには、路網の整備が不可欠であり、タワーヤードの主索巻込容量に応じて最大集積材距離を300m~400mに想定した路網を整備することが必要である。

(表－４参照)

この作業システムを導入した場合の労働生産性と生産コストを年間生産量5,000m³の規模で試算すると、1人1日当たりの労働生産性は7.7m³となり、現行タイプ2.2m³の3.5倍に向上し、1m³当たりの生産コストは6,700円となるので、現行タイプの13,500円に比べ50%低減されることになる。

林地傾斜が25度未満の緩傾斜地については、ハーベスタによる伐倒・枝払い・玉切り、フォワーダによる集材など、林内走行車両を使用した作業システムや小型で性能のよい機械を導入した作業システムを構築することが必要である。(表－５参照)

5. 林業機械化作業システム確立のための方策

(1) 新しい林業機械化作業システムの開発と普及

現在、国においては産官学の連携のもとに社団法人林業機械化協会を開発母体として、高性能林業機械の開発が進められている。三重県としては県内のユーザー、研究機関、各種関係団体、行政機関等の関係者で構成する委員会などにより、県内の作業条件に適合した作業システムの開発と実証試験を進めるとともに、新しい作業システムのマニュアルや作業基準の作成と普及を図り、事業現場への安全で能率的な作業の定着化し、国における高性能林業機械の開発がいつそう促進されるよう支援することが必要と考えられる。

(2) 林業機械化作業システム導入のための条件整備

三重県の作業条件に適合した新しい作業システムを県下各地に普及、定着させるためには、ソフト面を含めた各種の条件整備を進めることが必要であり、次の事項について関係地域が一体となって取り組んでいくことが重要である。(表－６参照)

- ① 林業機械化の基本的事項の明確化と計画的推進
- ② 新しい作業システムを展開する事業体と事業量の確保
- ③ 林業経営に関する幅広い知識をもった優秀なオペレータの配置とオペレータ養成のための技術研修体制の整備
- ④ 運材機能だけではなく、多くの作業機能をもつ林道、作業道の規格、構造、適正配置、作業ポイントの設置など路網の整備
- ⑤ 新しい作業システムの普及啓蒙と林業機械化モデル事業の実施等

6. むすび

林業機械化の新しい作業システムを確立するためには、システムの開発と導入するための条件整備を進めることにより、現場に定着することができる。

さらに、昨年春制定された林野三法等の適切な運用を図ることにより、21世紀に向けた森林資源の適正な管理と持続的利用によって、山村社会の振興及び国産材時代への展望が開けると考えている。また、そのことによって地球環境の保全に貢献すると同時に、人類の生存にも貢献する林業として、新しい役割を担う森林施業システムによる森林経営が可能であると考えたい。

まさに、本日の講演タイトルにあるように、森林資源と林業の再生を心から念願する次第である。

表-1 三重県で一般的に使用されている林業機械

伐 出 作 業		育 林 作 業	
伐 木	チェーンソー	地 拵 え	(人力) 刈払機
枝 払 い			チェーンソー
玉 切 り		植 付 け	(人力)
集 材	集材機 自走式搬器 林内作業車 クレーン車 ヘリコプタ モノケーブル	下 刈 り	(人力) 刈払機
		つる切り	(人力)
		除 伐 枝 打 ち 間 伐	チェーンソー 自動枝打機

三重県林政課資料

表-2 高性能林業機械の機能

名 称	定 義	機 能
フェラーバンチャ	立木を伐倒・集積する自走式機械 (集材機能もある)	<ul style="list-style-type: none"> ・林内を走行して伐倒、集積作業を行う ・一般的にスキッダ、プロセッサとセットで用い、全木集材の大規模作業地に適する
フェラースキッダ	立木を伐倒し、集材・集積する自走式機械	<ul style="list-style-type: none"> ・林内を走行して伐倒し、それを集材する
スキッダ	木材をけん引する方式の集材専用トラクタ	<ul style="list-style-type: none"> ・主に全幹 (全木) 材をウインチ、グラップル等を用いてけん引して集材する
プロセッサ	枝払い、玉切りを行う自走式機械	<ul style="list-style-type: none"> ・主に全木集材された木材の枝払いと玉切りを行う ・ストレートブーム式のデリマもこの一種であり北米に多い
デリマ	枝払い、玉切りを行う自走式機械	<ul style="list-style-type: none"> ・主に北米で用いられているプロセッサをデリマと呼んでいる ・北米では一般的に作業規模が大きくこの機械により枝払い、玉切り (梢端落とし) を行う ・デリマプロセッサともいう
グラップルソー	玉切りを行う自走式機械	<ul style="list-style-type: none"> ・土場に集材され、枝払いされた全幹材を玉切り、集積する
ハーベスタ	伐倒、枝払い、玉切りを行う自走式機械	<ul style="list-style-type: none"> ・林内を走行し、伐木、造材作業を行う ・フォワーダが集材車として組み合わせられ短幹材作業に用いられる
フォワーダ	木材を荷台に積載して集材する方式の集材専用トラクタ	<ul style="list-style-type: none"> ・主に短幹材を荷台に積載して運ぶ ・ブーム式油圧グラップルを装備している
タワーヤーダ	タワー (人工支柱) を装備した移動可能な架線式集材機 (車)	<ul style="list-style-type: none"> ・移動や架設が容易なようにタワーと集材機が一体となっており、自走式とトレーラ式がある
3輪式荷役集材機	仕分け、極積み、積込み、荷卸し、集材を行う自走式機械	<ul style="list-style-type: none"> ・狭い場所での全幹材、短幹材の荷役、集材作業を機動的に行う ・3つの車輪と油圧式グラップル・テレブームを装備している

表-3 三重県における人工林傾斜別面積

傾斜区分		25度未満	25度以上	計
人工林面積積ha	北勢	13,786	7,628	21,414
	中勢北部	18,057	19,820	37,877
	中勢南部	13,294	33,352	46,646
	南勢志摩	12,482	27,545	40,027
	伊賀	7,446	15,351	22,797
	東紀州	1,414	51,889	53,303
	計	66,479	155,585	222,064
構成比%	北勢	64.4	35.6	100.0
	中勢北部	47.7	52.3	100.0
	中勢南部	28.5	71.5	100.0
	南勢志摩	31.2	68.8	100.0
	伊賀	32.7	67.3	100.0
	東紀州	2.7	97.3	100.0
	計	29.9	70.1	100.0

三重県林政課資料

表-4 タワーヤーダタイプ作業システムに適合する林内路網整備の目標

項 目	内 容
路 網 配 置	谷筋よりも稜線部又は山腹部への配置が、集材作業の容易性と路網の維持管理上から好ましい。
配置基準距離	350m
路 網 密 度	20m/ha
全 幅 員	3 m以上とする。ただし、急峻地形、岩盤部分等の建設費が増大する箇所は減ずる。
平 面 線 形	地形に順応させることとし、等高線になるべく平行とする。
縦 断 勾 配	緩勾配の路線形が好ましい。ただし、稜線部又は山腹部へのアクセス部分は路面侵食防止措置等を施工して20%程度以内とする。
作業ポイント	集積、造材及び積込作業のための作業ポイントは、次の基準により施工する。 延長：5～10m、幅員：5 m程度 間隔：50m程度

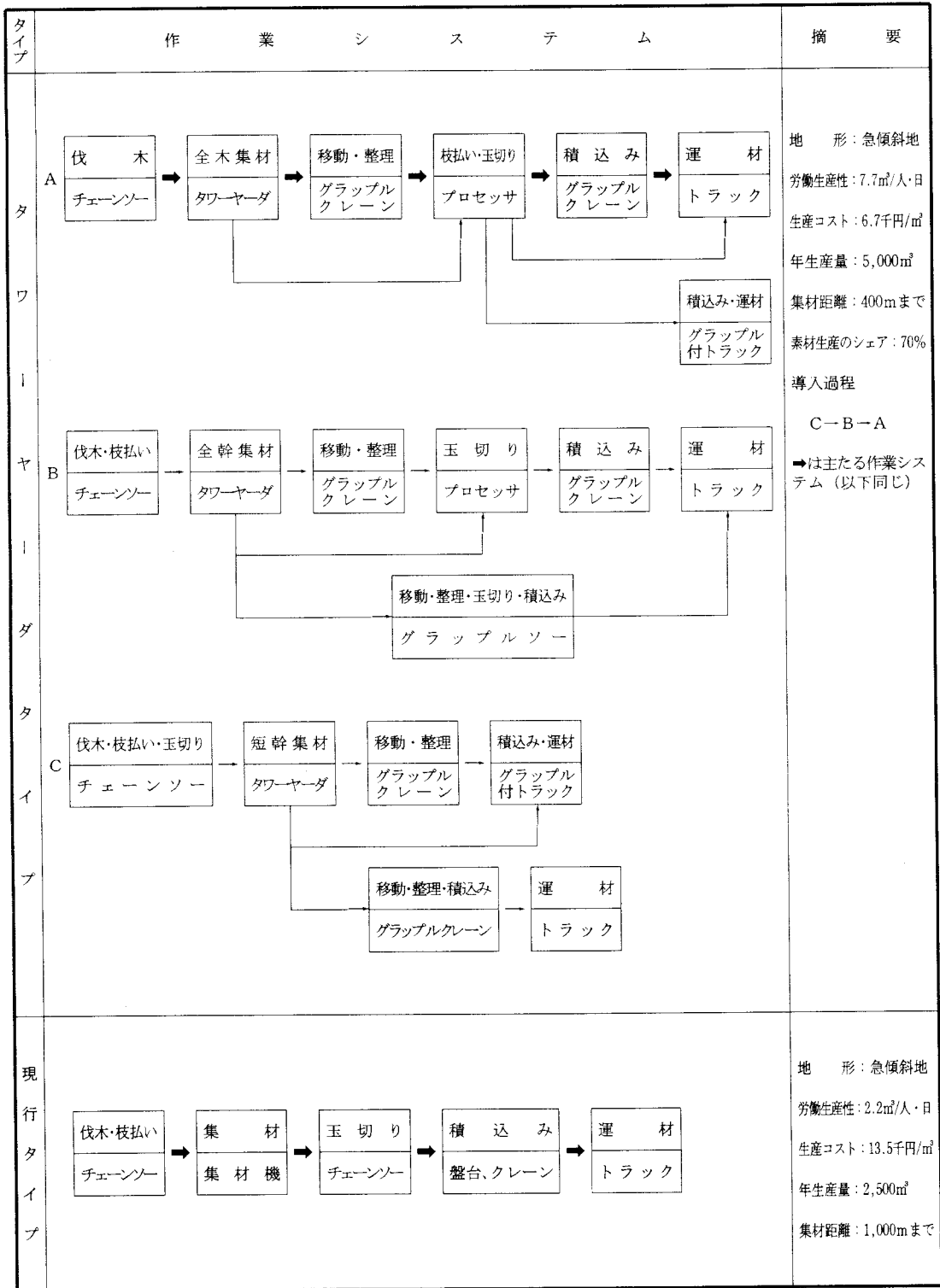
表-5 林業機械化作業システムによる素材生産の将来像

区 分	現 在	将 来 像	摘 要
労働生産性 (1人・1日当たり)	2. 2 m ³	7. 7 m ³	3.5倍上昇
生産コスト (1 m ³ 当たり)	13, 500円	6, 700円	50%低減
労働者数	昭和60年 3,547人 50歳未満 1,100人 (造林等の作業を含む)	1, 070人 新システム 850千m ² ×1/7.7m ³ /人・日×1/180日=613人 613人×0.7=430人 旧システム 850千m ² ×1/2.2m ³ /人・日×1/180日=2,146人 2,146人×0.3=640人	
立木価格 (1 m ³ 当たり)	スギ 23,300円 30年生~90年生平均50年生 平成元年度調査 (12件)	29, 100円 ((13,500円-6,700円)×0.85+23,300円)	25%上昇
労働災害度数率	11. 68	7. 77 新システムで建設業 (1.96) 並みの災害にとどめると、 430人×1.96+640人×11.68 1,070人	3.91ポイント減少
伐採単位、 伐採方法等	小面積伐採、 間伐、択伐等は事業的に 不利	小面積伐採、間伐、択伐等が事業的に可能 となり、風致・景観施業等多様な森林づくり ができる。	

表-6 林業機械化作業システムを展開する事業体（想定）

タイプ	利用の形態	事業量の確保	対策
①森林組合系統図	<ul style="list-style-type: none"> ・森林組合連合会が機械を保有 <ul style="list-style-type: none"> ・森林組合等へ貸付 ・森林組合へオペレーター付きで貸付 	<ul style="list-style-type: none"> ・事業エリアは県全体を対象 	<ul style="list-style-type: none"> ・素材生産部門を創設 ・森林組合と連合会の連携 ・森林組合の広域化 ・オペレーターの養成 ・機械使用区域の広域化
	<ul style="list-style-type: none"> ・森林組合が機械を保有 <ul style="list-style-type: none"> ・受託、買い取り方式による素材生産 ・組合員等へ貸付 	<ul style="list-style-type: none"> ・素材生産事業を拡大 ・製材、素材業者等から機械作業を受託 	<ul style="list-style-type: none"> ・広域合併化 ・資本力の強化 ・地域の関係者と連帯 ・オペレーターの養成、作業班強化
②素材生産業者の協同組合	<ul style="list-style-type: none"> ・素材生産業者等が協同組合を設立 ・立木の共同購入、機械のレンタル、共同利用 	<ul style="list-style-type: none"> ・事業の協業化 ・機械作業を受託 	<ul style="list-style-type: none"> ・協同組合原理の実現 ・責任分担の明確化 ・リーダーが必要 ・オペレーターの養成
③機械利用協同組合理型	<ul style="list-style-type: none"> ・機械の共同利用を目的に設立 ・協同組合が機械を保有 <ul style="list-style-type: none"> ・組合員へ貸付 ・組合員へオペレーター付で貸付 	<ul style="list-style-type: none"> ・組合員等へ機械を貸付 ・組合員から機械作業を受託 	<ul style="list-style-type: none"> ・機械利用の組合員調整 ・機械の修理 ・オペレーターの養成 ・責任体制の明確化
④単独企業型	<ul style="list-style-type: none"> ・森林所有者、素材生産業者が機械を保有、使用 ・新たな企業等が機械を保有 <ul style="list-style-type: none"> ・レンタル形態 	<ul style="list-style-type: none"> ・事業規模を拡大 ・事業エリアを拡大 ・事業体へ貸付 	<ul style="list-style-type: none"> ・資本力等経営規模を拡大 ・事業体の再編成 ・多種類の機械装備

図-1 三重県における新しい林業機械化作業システムの目標



タイプ	作業システム	摘要
フェラーバンチャタイプ		<p>地形：緩傾斜地</p> <p>年間事業規模が8千㎡程度必要となり、導入範囲は少ない。</p>
ハーベスタタイプ		<p>地形：緩傾斜地</p> <p>年間事業規模が1万㎡程度必要となり、導入範囲は少ない。なお、林道、作業道開設における伐開時に導入が可能となる。</p>
自走式搬器タイプ	<p>A</p> <p>B</p> <p>C</p>	<p>地形：急傾斜地</p> <p>労働生産性：4.4㎡/人・日</p> <p>生産コスト：9.5千円/㎡</p> <p>生産量：小</p> <p>集材距離：200m</p> <p>素材生産のシェア：5%</p> <p>間伐作業用、林家等の小規模事業者が対象となる。</p>
林内作業車タイプ		<p>地形：緩傾斜地</p> <p>労働生産性：2.5㎡/人・日</p> <p>生産コスト：12.6千円/㎡</p> <p>生産量：小</p> <p>集材距離：500m</p> <p>素材生産のシェア：5%</p> <p>間伐作業用、林家等の小規模事業者が対象となる。</p>

図-2 林業機械導入の工程別シェアの概念図

