

森林利用研究の現状と今後の取り組み課題

酒井秀夫（東京大学）

日本の森林資源が成熟化し、木を育てる時代から利用の時代に入ってきた。人工林の齢級のピークも10年後には10齢級を越える。しかし、資源は眠っている状態にある。一方、森林所有者の世代交代、それともなう境界不確定化がおきており、人口少子化も労働力、土地利用、生活様式などに影響を及ぼしていくことが想像に難くない。京都議定書で定められた温室効果ガスの削減目標を日本が達成するには、現在35万haの間伐を07年度から55haにする必要があるとされている。では、具体的に誰が、また、どういう条件、方向性の下で行うのか。持続的森林経営の枠組みの中で、森林利用も科学的、客観的な基準、指標に基づいて社会に認められる形で実践されなければならない。

現在、提案型集約施業などの取り組みにより、全国で林業機械化や路網整備に対する取り組みが行われている。機械の適正サイズ、作業システム、事業量の拡大が課題になってきている。一方で新生産システム事業等の事業が各地で展開を始め、木材および製品双方の安定供給を図るべく、流通加工、あるいは川上の更新までも視野に入れて、広い展望と長期的視点が求められている。

日本の作業現場に適した機械化、作業システム、路網体系の進むべき方向に対して、今の森林利用学の学問的成果はどこまで到達し、どこを目指そうとしているのか。伐木造材、架線系集材システム、車両系集材システム、ロジスティックス、作業システム、路網開設、森林施業との連携、環境との調和、総合的な情報技術等について課題を整理し、作業の多様化、様々な現場の要求と学会の役割・関係、イノベーションの発現、さらには技術の普及と情報の共有による森林所有者・林業関係者の意識改革、個人技術から組織技術、経営改善、地域技術について考究する。森林所有者に利益を還元し、林業従事者に相応の収入と社会保障をもたらす、山から木材が出てきて社会を潤すには、戦略的に学会および森林利用学分野の果たすべき使命について問題提起を行う。

林業機械化と路網

後藤純一（高知大学）

林業の機械化は路網の整備の進捗に伴って新たな段階を迎えようとしている。高密度路網の整備は従来の林道や作業路の道路構造とは異なり、幅員に制約が加わり、狭隘な作業環境を余議なくされている。そもそも、伐出の機械化は生産性向上を意図して図られものであり、5つの原則がそれを可能にしている。すなわち、①集材距離がより短いほど、②単木材積がより大きいほど、③作業空間がより広いほど、④機械の能力がより高いほど、⑤伐採率がより高いほど、伐出作業の生産性は高まることとなる。しかし、事業地の条件次第で、なんらかの制約があって、ほどほどのところで作業システムが組まれている。

路網との関わりでは、高密度路網は①を実現するものであり、将来的には②につながるものである。一方、幅員が狭いことは③や④には不利であり、間伐重視の基盤整備にとって⑤は相反するものである。一方、従来の大規模作業地や主伐の事業地では、③、④、⑤を前提とした作業システムが生まれ、それに適応した機械化が進められてきた。ここに両者の相違が存在する。

そもそも、森林利用学的地形分類を援用して日本の森林地帯において適した伐出作業システムを分類すると、下図の面積割合になる。地域別にこの分類をあてはめると、架線系が中心であった地域でも路網活用の車両系の作業システムを導入可能な森林が広く存在する。このような地域にいきなり高密度路網を整備しようとする事例も存在するが、トラック道としての幹線が未整備のままの地域では、フォワーダ作業がボトルネックとなっている。反面、緩傾斜地であっても、土質が悪くトラック道の整備が困難な地域も存在し、トラック運材を補う作業路上でのフォワーダ作業の高速化・大型化が求められる。



図. 地形指数に基づく作業システムのあてはめ

一方、架線系の作業システムに頼らざるを得ない森林も割合は少ないものの存在しており、これらの地域では高密度路網の整備は極めて困難であり、機械化の考え方も従来システムの延長上にある。架線系のシステムの生産性を向上するには搬器速度を高める、架設撤去の副作業時間を短縮することが解決策である。受け渡し式搬器などの開発があるものの、飛躍的な技術革新は見られない。木質バイオマスの利用の観点からも、材が一か所に集中する架線系システムは不可欠なシステムであり、今後、更なる機械化が望まれる。

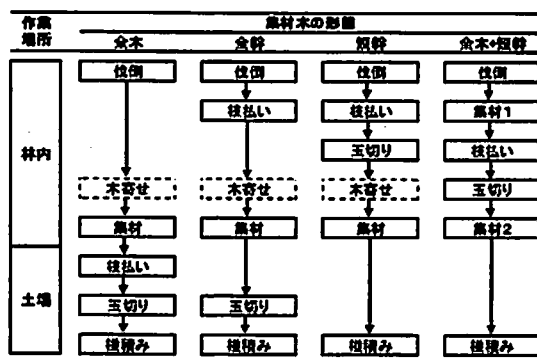
作業システム

岡 勝 (森林総合研究所)

わが国で高性能林業機械の導入が本格化してはや 15 年以上が過ぎた。この間、高性能林業機械の生産性やコスト分析、作業システムの改善に関する様々な工夫、機械開発が進められてきた。また、林業のバイオニアによる優れた啓蒙・普及書の出版、低コスト化に向けた取り組みなど種々の実践的な工夫がみられるが、現在に至るも条件に応じた合理的な作業システムの構築にまでは及んでいないように思える。その要因として、機械、路網、人、作業方法など現場条件の多様性だけでなく、作業路の広幅員高規格化、高機能な林業機械の開発・改良、ユーザーの意識変革などが考えられる。

作業システムを集材方式からみた場合、大きく4つのタイプが考えられる(図-1)。全木+短幹集材システムによる2段階の集材方式は、作業路網の整備による作業地へのアクセス性の向上と密接な関係が予想される。フォワーダ、スイングヤードの増加傾向からも推察される(図-2、1)。プロセッサは依然として導入割合が最も多く、ハーベスタはプロセッサとして使用されるケースも多い。プロセッサは従来、林道など一定の作業スペースのある箇所でも適用されてきたが、小旋回型のベースマシンの適用により3m程度の広幅員化された作業路上での林内作業の適用が可能となった。フェラーバンチャ、スキッド、タワーヤードの減少傾向は、大規模な作業量を確保できる箇所の減少、少機能で適用性の良くない機械への敬遠といったものが要因のひとつと考えられ、筆者らが行った林業事業体への聞き取り調査で、小型・多機能機械への要望が多かったことから推察される(2)。

今後、広幅員で高規格化した作業路の整備、長伐期化、小規模・分散的ながらも作業箇所の団地化が進むと仮定すれば、移動、架設・撤去が容易で小回りの効く機動性の高いシステム、短～中・長距離集材に適用できるシステム、輸送能力の高いシステムなど、多様な条件に適用できる融通性の高いシステムづくり、そのためのシステムの実証・評価及びシステムの各作業工程の連携強化が急務の課題と考える。また、少数のセット人員でもシステムとして稼働させるには、複数種の機械操作ができるオペレータ、作業の流れを予測できるオペレータの育成確保が重要な課題となる。



注1) 本等仕(点検時)は独立した工程として行われる場合もある
 注2) 全木+短幹の場合、林内においてスイングヤード等で全木集材を行い、集材路上でプロセッサ集材を行い、フォワーダにより土場まで搬出するケースである

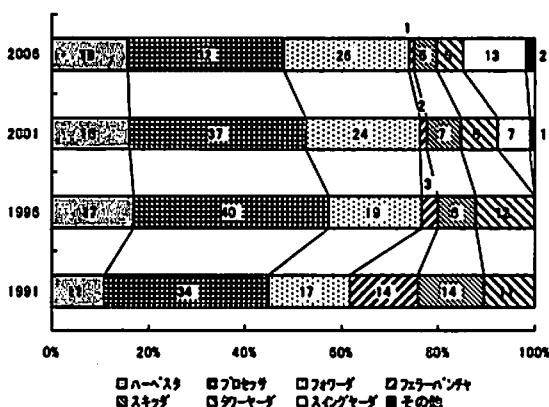


図-1 作業システムの典型的なタイプ

図-2 高性能林業機械作業の導入状況

引用文献

- 1) 林野庁 (2008) 平成 18 年度林業機械保有状況調査結果の概要について
http://www.rinya.maff.go.jp/j/press/kaihatu/080215_1.html. 2008.05 online.
- 2) 林野庁 (2003) 平成 14 年度高性能林業機械作業の導入促進に関する調査. 85pp.

列状間伐と低コスト作業システム

木幡 靖夫 (北海道立林業試験場道南支場)

伐出コストの低減を図る上で作業の機械化は避けて通れない。その際、高性能林業機械の導入は最も有効な手段の一つとして知られている。しかし、高性能林業機械は導入したものの、作業の組み立てや人員構成、森林施業法などが従来のまま据え置かれているケースが多くみられる。このため高性能林業機械の持つ高い処理能力を十分に発揮できず、伐出作業システムの生産性が改善されない、コスト低減が図られない、あるいは残存木の損傷被害が懸念されるという声が聞かれる場合がある。こうした状況を打開するためには、機械化作業に適合した森林施業法を適用することが極めて重要と考える。とりわけ、機械が林内をスムーズに移動し、また効率的に作業するための空間確保につながる列状間伐はその代表的なものとしてあげられる。そこで、フェラーバンチャやハーベスタによるいくつかの間伐作業事例を示し、列状間伐が機械作業の生産性や残存木の損傷防止に果たす役割について今一度考えてみたい。

事例1：トドマツ 25年生林分においてフェラーバンチャ TM-50 を用いて間伐作業を行った場所では、2 伐の列状間伐により幅約 5m の作業空間を確保することで $5.0\text{m}^3/\text{時}$ の生産性（伐倒・集積）が得られた。この状況は、後続のグラブススキッドによる集材作業においても同様であった。また、残存木の損傷被害発生率は 1~2% 台に抑えることができた。

事例2：カラマツ 23年生林分においてハーベスタ TM-60S を用いて間伐作業を行った場所では、2 伐の列状間伐により幅約 6m の作業空間が確保され、 $3.9\text{m}^3/\text{時}$ の生産性（伐倒・枝払い・集積）が得られた。これは列状間伐を実施しない場合の 2.6 倍の値であった。損傷被害発生率も列状 1.3%、非列状 6.7% となり、列状間伐により約 1/5 の発生率にとどめることができた。

事例3：カラマツ 39年生林分においてテレスコピック仕様ハーベスタ KET0150 を用いて間伐作業を行った場所では、幅約 5m となるような列状間伐の実施により $10.3\text{m}^3/\text{時}$ の生産性（伐倒・枝払い・玉切り）が達成された。ここではフォワードタイプの集材作業と組み合わせることにより、システム全体の生産性は $4.8\text{m}^3/\text{時}$ 、生産コストは $3,100\text{円}/\text{m}^3$ と試算された。

以上より、列状間伐は機械作業の生産性や生産コストを改善し、損傷被害を防止する上で有効であることが確認される。ただし、列状間伐はあくまでも機械作業に必要な空間確保を目的として行うべきであり、その適用は立木密度の高い初回間伐林分などが主な対象となろう。また、列状間伐の繰り返し間隔、すなわち残存列数は、当該機械の作業範囲によるところが大きい。近年、長さが 10m を超えるロングリーチを備えたハーベスタも使えるようになってきており、低コスト作業に配慮した中で残存列数を増やし、定性間伐を行うエリアを広げることも十分可能と考える。

林業機械化と情報化

仁多見俊夫（東京大学大学院）

森林作業の機械化、事業量と支援システム

素材生産作業の能率化を機械化によって目指すと、機械経費が増大し、効率的な機械利用が不可欠となる。高性能林業機械を揃えた作業班の機械投資は、10年の減価償却期間においても、年間事業量が1万 m^3 程度でないと現実的な経費水準にならない。年間の作業時間を確保することが重要で、事業量の確保が課題である。大規模林業において、事業として採算をとる枠組みを支援するための、支援情報システムについて考える。また、小規模農家・林家事業への支援システムについても考える。

事業量のとりまとめと情報

機械の作業時間を確保するために、年間の事業量を確保するが、GISに基づいた林況情報を森林所有者へ提供し、事業契約をまとめやすくすることが有効である。欧州では、地方森林組合や会社化した森林業会社が事業取りまとめの中心的役割を担う。GISへの航測情報の統合、林況の読み取り、データベース化はそれら事業体が行う。国機関はこれらのデータを購入して、統計利用する。GISはインターネットを通して閲覧可能であり、森林所有者は所有者コードで自己森林の情報を地図情報含めて閲覧、事業計画の検討ができる。補助金の額を想定しながら数量、経費シミュレーションができ、有用である。生産素材は現地でナンバリングされてトレーサビリティを確保する。森林事業体の機能について考えたい。また、森林業会社として、素材生産事業の他に、エコツーリズムなどの事業を多角的に展開し、利益機会を創出することができる。環境対応や積極的な利用事業に関して事業化、広報活動を内製化することは広報効率化、政策への働きかけの強化において有効である。

新林業と地域協業

低質材や製材廃材を木質バイオマスとしてエネルギー利用への展開を促進することは、国民経済的に有用であり、地域経済での収益機会を創出する。森林所有者が地域公共施設への熱供給事業へ参入する例も見られる。小規模森林所有者の林業事業を効率化する制度として、機械利用共同事業 Machinenring がある。機械所有者自身が機械オペレータとなって地域の個人的な素材生産作業などを請け負う、もしくは所有者と共同して作業する。請負単価は年度ごとに定められ、公表される標準単価を基に、地域、時期で変動した単価が2週間毎に新聞に掲載される。GISを用いて地域行政の森林施業計画と森林組合による事業取りまとめによって事業が推進される。新林業としての枠組みの例とも言えよう。技術（機械）、システム（作業）と組織（社会）のバランスが重要である。

木材の流通加工消費から考える

野田英志（森林総合研究所）

機械化、作業システム、路網などの本題から少し離れて、木材の流通加工消費など川下の視点から本日のテーマについて考えてみます。その際、川下のニーズに応じ、かつ持続可能な森林利用（育林・伐出）システムをつくるのが基本と考えています。

1. 川下が求めている木材（量・質）は何か。

1) 木材需要の変化（1990年代以降）

ハウスメーカーによる木造住宅建築及び部材需給システム（プレカット加工システム）が形成され、都市部を中心に木造住宅供給の中心に（＝木材需要のボリュームゾーン）。

2) ハウスメーカーの木材利用

高品質（規格精度、含水率、強度等）部材の大ロット需要。→ 構造材への集成材やKD製材品、面材への針葉樹構造用合板の利用拡大。一方で、大壁工法化・洋風化により、役物製品・和風造作材（旧来の日本林業が目指した）需要の減少。

2. 需要変化への加工の対応

合板工場や一部の国産材製材の大規模化による国産材利用増。大規模国産材製材では、年間5万、10万 m^3 単位の素材消費規模に。高品質住宅部材の大ロット供給体制をつくり上記の需要変化に対応。

3. 素材流通システムの変化

上記の新しい加工には、従来の原木市売市場経由での国産材集出荷システムは馴染み難い。→新しい素材流通システムの形成（e.g. 山元から工場への直送方式、木材商社の参入）。

課題：素材価格の決定方式。供給サイド（素材業者・林家等）の販売交渉力の弱さ。

4. 森林利用（育林・伐出）システムの対応と課題

課題1) 高品質住宅部材一式（構造材・羽柄材）の加工に必要な素材の量・質（径級など）、とくに大径材利用の位置づけとその価格の見通しを持つ必要。→ 育林での施業方式、目標林型や伐期選択、作業システム設定に重要。→ 消費（建築分野）・加工（林産分野）そして造林分野との連携研究の必要。

課題2) 持続可能性を担保するため、林家の伐採－育林意欲を引き出すための条件を数値的に明らかにし、その条件を目標とする、育林－伐出をリンクした利用システムを。

課題3) 森林利用（川上）から木材利用（川下）に至るトータルシステムでの最大のボトルネックは、小規模分散的な森林所有 → 省力・効率・低コスト化を阻害。→ 所有と経営を分離し、面的な経営推進のための制度設計が必要。