

わが国に合った林業機械のあり方とは何か

今富 裕樹（森林総合研究所）

1. 林業機械の変遷

わが国における林業の機械化の始まりは明治中期であり、当時鉱山で実用化されていた運搬技術を応用した鉄線運材が紀州尾鷲地方、富士御用林に導入された。続いて国有林において森林鉄道の開設が進んだ。このように林業の機械化は運材工程から始まった。

本格的に機械化が進展したのは第2次大戦後のことである。特に、昭和30年代において風倒木の処理のために、伐出作業にチェーンソー、トラクタ等が導入されたことを契機に機械化が積極的に進められた。昭和40年代には森林鉄道から林道中心の伐出作業システムへ移行し、チェーンソーによる伐木造材、トラクタや集材機による集材、トラックによる運材という伐出作業システムができあがった。また、地拵え、下刈り等の育林作業には刈払機の普及が見られた。昭和50年頃からは民有林を中心として、林内作業車、モノレール、簡易架線、自走式搬器等の間伐材搬出用機械が導入された。昭和60年代に入り、プロセッサ、ハーベスタ、フォワーダ等の高性能林業機械の本格的導入が始まった。

現状での伐出作業用機械の保有台数をみると、チェーンソー、集材機、トラクタ、運材車（林内作業車）等の在来型林業機械は毎年少しずつ減少しているが保有台数は多く、伐出作業での役割は依然として大きい。高性能林業機械は3,474台保有されており（平成19年度末）、機種別ではプロセッサが最も多く1,086台、続いてフォワーダ（914台）、ハーベスタ（558台）、スイングヤーダ（481台）、となっている。

機械作業システムをみると、最近では集材機系が減少する一方、林内作業車系が増加しており、機械システムが架線系から車両系へシフトしてきている。筆者が2002年に実施した間伐での機械システム調査結果では、車両系システムでは全木・全幹集材と短幹材集材が半々程度の比率で実施されており、機械の組み合わせとして、チェーンソー（伐倒・造材）－林内作業車あるいはフォワーダ（集材）が最も多かった。また、木寄せや小運搬にグラップルが使用されているケースがみられた。近年、グラップルローダ（運材機能なし）の保有台数が増加している。車両系システム、特にフォワーダを活用している間伐現場では集材路網を高密度に開設し、集材路上からの材の引き出し（木寄せ）やフォワーダへの積み込みにグラップルローダを使っているケースを最近よく目にする。一方、架線系システムではその多くが全木・全幹集材であり、機械の組み合わせとして、チェーンソー（伐倒）－集材機（集材）－チェーンソー（造材）、チェーンソー（伐倒）－集材機（集材）－プロセッサ（造材）、チェーンソー（伐倒）－スイングヤーダあるいはタワーヤーダ（集材）－プロセッサ（造材）等が多くみられた。造材工程ではプロセッサが使用されているケースが多くみられた。全木・全幹集材といった長材を集材するケースではプロセッサによる造材処理がかなり定着してきている。

2. 伐出作業用林業機械に関する日本と欧州の比較

林業機械全般の話として、欧州では日本と異なり林産業が重要な産業となっていることから、林業機械の需要も多い。また、大陸続きであることから、ある国で製造された林業機械が他の国

でも購入される状況があり、林業機械としてもマーケットが広いということが言える。エルミア、インターフォレスト、オーストロフォーマ等の大規模な林業機械展示会が定期的開催されていることから、そのことが言える。林業機械メーカーも大手のメーカーも存在する一方、林業機械を構成する各パーツを製造する専門の機械メーカーも多いようである。また、農業にも兼用できるように、農業用トラクタにアタッチメントを付けて林業機械として活用している点がわが国とは異なっている。

伐出作業用林業機械は、架線系集材機械と車両系集材機械に大別されるが、架線系集材機械については、欧州では日本のスイングヤーダやタワーヤーダと比べて中長距離集材対応の機械が多い。したがって、欧州の架線系集材機械はわが国と比べて（日本のスイングヤーダやタワーヤーダによる架線系集材機械と比べて）大型のものである。また、作業の仕方がシンプルであり、自動荷卸し等を装備する等、作業の省力化にも対応・工夫がなされている。なお、中長距離対応の架線系集材を使用する場合には、小伐区面積の場合では架設撤去等に費用がかさむため、ある程度以上の伐区面積が必要である。わが国では数多くの架線索張りを開発しており、架線技術としては世界でも優れた技術を有していると思われるが、シンプルさの追求はあまり考慮されてこなかったように感じられる。なお、わが国の架線集材では、現在、スイングヤーダの普及が進んでいるが、この機械はわが国のオリジナルの機械と言える。

車両系集材機械については、欧州で使用されているハーベスタやフォワーダは、ホイールタイプが多いことが特徴である。フォワーダはホイール式足回りのトレーラ仕様が一般的である。急傾斜地対応型のハーベスタでは履帯式のものも導入されているが、基本的にはホイールタイプが多い。これは北欧等の岩の多い緩傾斜地でのハーベスタやフォワーダ等の林内走行を考慮したものである。また、ホイール式の方が走行速度では有利である点があげられる。わが国では、急傾斜地が多いことや軟弱地の対応のために、履帯式の車両系集材機械が多く使用されている。フォワーダについては、普及当初は2.5tの積載量を持つ総輪駆動ホイール式の機種であったが、近年はホイール式の機種に替わり、ゴムクローラ式の機種がその台数を伸ばしてきている。これは不整地運搬車を元にして林業用に改良したものである。接地圧が低く、軟弱走破力や登坂能力が高く、狭い作業路上でも比較的容易に方向転換できるといったメリットもある一方、ホイール式に比べ走行速度が遅く、ステアリングを切ると地面をかく乱してしまうデメリットもある。

わが国におけるハーベスタやプロセッサ等の伐木造材機械のベースマシンは、ほぼ履帯式の建設用の油圧ショベル（バックホウ）が使用されている。この理由は油圧ショベルの普及台数の多さと、それに伴った価格の低廉化とアフターサービスの充実があげられる。履帯式の油圧ショベルは、性能面からみても、機械走行路を走行する場合に限れば、接地圧の低さや登坂能力の高さ、安定性の高さの点でホイール式に比べて優れた性能を持っていると言える。

伐木造材機械の作業機については、機械メーカーの国籍にかかわらず、純粋に価格と性能での競争になっている。わが国では、ハーベスタでは海外製品の普及が進んでいるが、プロセッサでは国内のものがよく使用されている。この理由として、スウェーデンやフィンランドではハーベスタの需要が高く、機械メーカーの技術革新が進んだことがあげられる。一方、プロセッサでは、架線集材との組み合わせにおける重宝な機械として導入が進み、早い時期から開発を手がけていた国内機械メーカーが改良を繰り返した結果、完成度があがって現場に定着したものと考えられる。傾斜地の架線集材を行っている中欧ではプロセッサの需要はあるが、わが国の製品に対して、

特段のアドバンテージがあるとは思われない。もし、それがあるのであれば、既に導入が進んでいるものと考えられる。なお、海外のハーベスタ作業機を油圧ショベルに架装する場合、以前は油圧のマッチング（圧力・流量の調整）に手間取ったということも聞いたが、現在は油圧ショベルメーカーの林業機械への理解が進んだこともあり、そのような問題もなくなったと考えられる。

3. これまでの林業機械化推進の考え方

これまでの林業機械化は、昭和 50 年代を境として、それ以前は国有林主導で推進されてきた。木材生産のための森林資源を国有林が多く保有し、活発に国有林野事業が展開されていたことが、その背景にある。その頃までの林業機械化の考え方としては、大面積の皆伐施業を対象としたものであった。また、林業労働者の賃金も上昇してはいたが、現在のような高賃金ではなく、木材価格も右肩上がりで上昇しており、木材価格の上昇分で林業労働者賃金の上昇を吸収できた時代でもあった。その結果、林業機械化の推進の考えとしては、効率化、低コスト化といった経済的な要素を重視するというよりも、「重筋労働からの解放」、「安全作業の重視」、つまり労働負担の軽減や労働災害の軽減といった、労働の安全といった視点がより強かったものと考えられる。また、機械化推進の主導が国有林といった公的組織であったことから、その視点が重視されたことは理解されよう。

昭和 50 年代以降の林業機械化の推進は、国有林の経営悪化という状況変化により、国有林主体から民有林主体へ移行していった。また、林業機械化の考え方は、間伐を必要とする森林（人工林）が増えてきたことから、間伐施業に対応したものへと変わっていった。さらに、木材価格が昭和 55 年以降、下落し続け、林業労働者賃金も上昇し続けていった。その結果、林業機械化の推進の考え方は、間伐施業を意識した機械化、高効率・低コスト化を意識した機械化が重視されるようになった。

4. これまでの林業機械の開発

林業機械化の推進も相俟って、林業機械の開発は昭和 50 年代初めまでは国有林を中心として進められてきたが、それ以降は機械開発を一般会計負担により系統的に行われるようになった。林業機械開発に関する国のこれまでの取り組みとして、林業災害防止機械開発改良事業、先端技術導入林業機械開発事業、育林用林業機械開発推進事業等がある。これらの開発事業として、自走式搬器、タワーヤーダ、プロセッサ、ロングアームグラップル、自動枝打機等の林業機械が開発され、現在、現場で活躍している。また、新しい林業機械に繋がる機構等についても開発されてきた。その一方、開発のために投資したにもかかわらず、実用に至らなかった機械も存在することも事実であり、いくつかの疑問点もある。それらについて示せば、次のとおりである。

- ・ 林内走行機械（急傾斜不整地移動機械）の開発に重点を置き過ぎではなかったか。
- ・ アイデアに走りすぎ、難しい機械になり過ぎていなかったか。
- ・ 開発後の機械改良に対する取り組みが不十分ではなかったか。
- ・ 現場のアイデアや意見の取り込みが不十分でなかったか。
- ・ 機械開発に重点を置きすぎ、機械をうまく使っていく作業システムのイメージが不十分ではなかったか。

5. これからの林業機械について

今後の林業機械の開発に関しては、社会情勢やニーズ等を踏まえると、省力・低コスト化に向けたもの、軽労・安全化に向けたもの、機械による環境負荷低減に向けたもの、さらに今後の林業機械の深化・発展につながる基礎・基盤に向けたものが求められることが考えられる。

これから求められる林業機械としての具体例をあげれば、次のようなものが考えられる。わが国の人工林の齢級配置は8～10 齢級がピークとなる分布構造であり、今後、林分の成長により高齢級の林分、つまり大径材を有する林分が増加してくることが予測されることから、大径材の搬出に対応した機械が求められる。また、低コスト育林技術を通じ、再生林を増加させることによる林分構造の是正が必要と考えられることから、低コスト育林を実現させる新たな機械が求められる。さらに、再生可能で環境負荷の少ない資源、つまり末木・枝条、端材等、これまで利用しなかった木質資源の有効活用が必要とされることから、林地残材を効率よく収集・運搬できる機械が求められる。