

育林用高性能機械の開発と利用の現状

木 幡 靖 夫

高性能機械による伐出作業の機械化が全道各地で進められている。人工林の間伐ではハーベスタとフォワーダによる作業システムやプロセッサによる枝払い（玉切り）、また天然林の択伐では大型のフェラーバンチャとグラップルスキッドを組み合わせた生産性の高い作業が普及し始めた。

このような機械化への積極的な取組みが行われている背景の一つには、林業労働者の高齢化や減少という切実な労働力問題が存在する。この問題は伐出作業においてばかりでなく、実用的な機械の開発が遅れ、いまだに人力に頼らざるをえない植付けや下刈りなどの育林作業においては、さらに深刻である。ここでは育林作業の早急な機械化を念頭において、育林用機械の種類を整理するとともに海外や日本での開発と利用に関する状況をまとめてみた。

育林用機械の種類

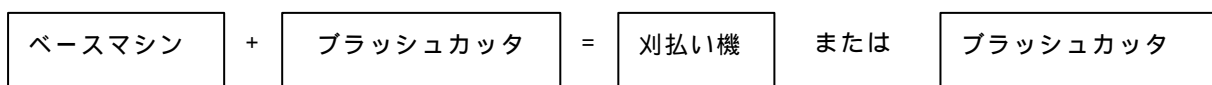
地拵えに始まり、植付け、下刈り、除伐、枝打ちという一連の育林作業は、これまで簡単な道具や可搬式の刈払い機やチェーンソーなどを用いて人力で行われてきた。このような作業形態を自走式機械（ベースマシン）と各種の作業機（アタッチメント）に置き換えていこうとするのが、ここで述べる育林作業の機械化である。

表 - 1 に主な育林用機械を示した。育林作業に用いられるベースマシンは、クローラタイプ、

表 - 1 育林用機械の主な種類

名称	使用する作業機	主な機能	
地拵え機	かき起こし機	スカリファイ装置	かき起こし
		リッパ	同上
	刈払い機	レーキ	枝条整理，小径伐根の引き抜き
		スタンプチップ	伐根の切断・粉碎
		シュレッダ	灌木，ササ，伐根の切断・粉碎
		ブラッシュカッタ	同上
植穴掘り機	ロータリーカッタ	灌木，ササ，雑草の刈払い	
	フレイルモータ	同上	
植付け機	アースオーガ	植穴の掘削	
下刈り機	ツリープランタ	掘削，植付け，土寄せ・てん圧	
薬剤散布機	クリーニングヘッド	造林地での下刈り	
	ダスタ	造林地での病虫害防除	

- ・スカリファイ装置は掘削刃のついた駆動式のディスクやコーンをもつ。
- ・ベースマシンに作業機を装着したものを刈払い機や植付け機というが、スカリファイアやブラッシュカッタなどのように作業機そのものの名前で呼び表す場合も多い。



- ・なお、ブラッシュカッタは従来の肩掛け式刈払い機とは異なる。

ホイールタイプのいずれでもよいが、作業機を装着するための三点支持装置と、作業機を駆動するための動力取出し装置（PTO）を装備していなければならない。また、最近では急斜地で作業可能な半歩行式の機械もベースマシンとして注目されている（図 - 1 参照）。作業機には、リッパやレーキ、シュレッダ、フレイルモア、アースオーガ、ツリープランタ、ダスタ等があり（図 - 2 参照）、作業機を装着した機械全体をスカリファイア（かき起こし機）やプランティングマシン（植付け機）などと呼んでいる。ここでは、植え穴掘りや薬剤散布作業を除いた地拵え、植付けおよび下刈りの機械化を中心に話を進めたい。

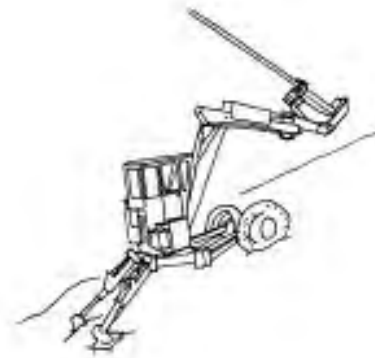


図 - 1 半歩行式機械の一例

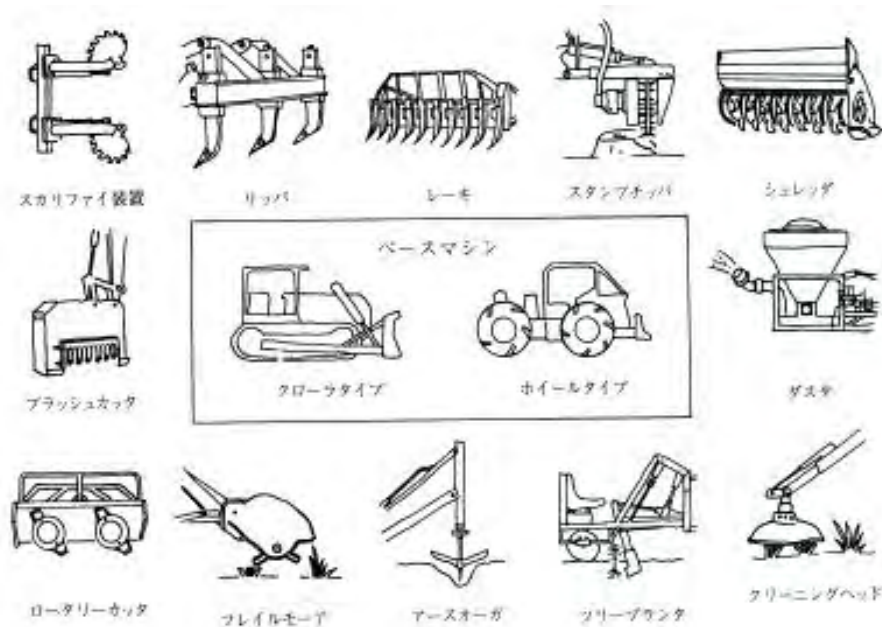


図 - 2 ベースマシンとアタッチメント

海外での開発と利用状況

伐出部門の機械化が進んだ北欧や北米では、地拵え、植付け、下刈りという育林部門での機械化が積極的に進められている。

1 スカリファイア（かき起こし機）

地拵え作業に使われるスカリファイアは、一般に掘削刃のついた駆動式のディスクやコーン

をもち、機種によっては溝、パッチ状などの作業モードをコンピュータで選択することが可能である。1987年現在、スウェーデンではこのような地拵え機械が地拵え面積全体の85%で使われ、残りはプラウをつけたトラクタやエクスカベータ（バックホウ）によっている。地形や使用する機械・機種にもよるが、作業工程は1時間当たり0.5～1.0haである。本道では、かき起こしや地拵えにレーキやリッパを装着したクローラタイプのトラクタが用いられているが、これらも広い意味でのスカリファイアと呼ぶことができる。

一方、地拵え機には土壌を攪乱することなく、植付けの障害となる植生や伐根等を取り除く方法がある。このような地拵え機としてブラッシュカッタ^{*1}があり、道内にはフランス製とドイツ製のブラッシュカッタが導入されている。これらの機械については次節で紹介する。

2 プランティングマシン（植付け機）

植付けは、ペーパーポット等で育てられた実生苗を、筒状の植付け道具を地面に突き刺して人間が植えるのが一般的で、この方法だと1時間に150～300本の苗木を植えることができる。北欧では、機械による植付けも試みられているが、林地に転石が多くて難しいようである。

プランティングマシンについてはカナダ森林工学研究所（FERIC）が北欧6機種と北米8機種を主とする16機種を対象に詳細な研究を行い、1985年に報告書を出している（表-2参照）。

表 - 2 プランティングマシン（植付け機）の一例

生産国	機械名	植え列数	作業員数	苗木の供給
フィンランド	SERLACHIUS Automatic Tree Planter	2	1	自動
スウェーデン	SILVA NOVA Tree Planter	2	2	半自動
アメリカ合衆国	BRAT Tree Planting Machine	1	2	"
カナダ	ONE SHOT Container Tree Planter	2	3	手動
"	SILVAPLANTER PB Injection Planting Machine	2	1	自動
オーストリア	QUICKWOOD Mechanical Tree Planter	1	2	手動
ニュージーランド	FRI Intermittent Planter	1	2	"

カナダ森林工学研究所（FERIC）のスペシャルレポート（1985）より抜粋して作成。
作業員数の中にはベースマシンのオペレーターも含む。

これによると、植付け方法にはスポット式と溝切り式の2通りがみられ、ほとんどの機種はかき起こし（スカリファイ）作業と植付け作業を同時に実行する。植え列数は1, 2, 3列の3種類あるが、3列のものは少ない。用いる苗木はポットで育成されたものが多く、根がむき出したままの苗木はあまり使われないようである。ポット方式の一例を示すと、フィンランド製のプランティングマシンは、ひとつのプラスチック製パレット（苗木箱、100×120 cm）に384本（16×24列）のポット苗をもち、このようなパレット7箱が供給装置に置かれている。1回の供給苗木本数は約2,700本であり、作業を途中で中断することなく1haの植付けが行える。

プランティングマシンのベースマシンとして使われている車両は、北欧の場合は出力160～180

^{*1} 従来から下刈り作業に使われている肩掛け式の刈払い機もブラッシュカッタと呼ばれるが、ここではベースマシンに装着して地拵え作業に使われる作業機をいう。この作業機をつけたベースマシン全体をブラッシュカッタと呼ぶことが多い。

PS クラスの大型フォワーダかスキッド，北米では 50PS 程度の農用トラクタ，70PS クラスのホイールスキッドやクローラトラクタ，200PS クラスのクローラトラクタなどさまざまである。

ベースマシンのオペレーターを含めて必要な作業員数は 1～3 人で，苗木の供給方式が自動化されている場合は 1 人でできる。作業工程は，機械自体の性能に加えてオペレーターの技術，作業地の立地条件（地形，傾斜，土壌等），使用する苗木等によって異なるため，1 時間当たり 800～1,600 本とさまざまである。これらの機械は，平坦な地形ではいくらか使われているようであるが，この場合でも林地に点在する石が大きな障害となるようである。傾斜地での利用にはさらに問題が多いようであり，北欧においても普及度は低い。

3 クリーニングマシン（下刈り機）

スウェーデンでは除草剤散布による化学的な枯殺や下刈りが禁止され，1985 年からはクリーニングマシンによる下刈りが進められてきた。1988 年には下刈り面積全体の約 1% がクリーニングマシンで処理され，5 年以内には 10% まで増加することが目標とされている。スウェーデン製クリーニングマシンの 1 機種の下刈り幅は 80 cm であり，作業工程は 1 時間当たり 0.2～0.3ha である。

日本での開発と利用状況

昭和 51 年度から始められた国の林業機械開発改良事業で，これまでに造林用総合作業機（伐根の切断・粉碎），林内走行車育林用作業機（地拵え・植栽），林内用根株小径木処理機（地拵え），簡易トラクタ型刈払機（刈払い），造林用トラクタ（刈払い・植え穴掘り），急斜地用育林機械（刈払い・植え穴掘り）等が試作されている。しかし，開発された機械が商品化され，現場で利用されているものはまだない。現場では，上記機種の中から簡易トラクタ型刈払機を借り受け，現場段階での実用化試験を行っているので次節で紹介しよう。

北海道では，帯広営林支局管内のパイロットフォレスト造成時にいろいろな育林用機械が試験的に導入された。それらはレーキドーザ，トラクタ用刈払い機，ツリープランタ等である。レーキドーザは今でも地拵え作業によく使われており，通常 10～15 トンクラスのクローラタイプトラクタの前部にフォーク状のアタッチメントをつけ，伐採跡地の枝条整理やかき起こしを行っている。トラクタ用刈払い機は PTO から動力をとって作業機のロータリーカッターやフレイルモアを回転させ，灌木，ササ，草本類を切断する機械である。昭和 34 年にパイロットフォレストに導入されたツリープランタはスモールフォード社製の作業機で，トラクタにけん引されたツリープランタに乗った人間が苗木を移植板に供給する方式をとっている。この時の植付け工程は苗間 1.7m の 2,500 本/ha 植えで 3,500～4,000 本/日（5 時間）であったという。これらの機械が現在も使われているかは不明である。

地拵え機については，最近道内に導入された作業機として次の 2 種が注目されている。1 台はヴィリバルド社製（ドイツ）のブラッシュカッターで，直径 20cm 程度の立木まで切りきざむことができ，主としてゴルフ場の造成等の現場で稼働している。このブラッシュカッターはウ

ニモグ（ドイツ製多目的トラクタ）用の作業機として使われることが多いが，導入者は出力 125PS の外国製農用トラクタをベースマシンに用いている。もう 1 台は，ごく最近になって導入されたフランス製のブラッシュカッタで，国産のパワーショベルに装着して使われている（写真 - 1）。この機械も前機種と同様に直径 20cm 程度の伐根まで切断・粉碎できるので，地拵え作業の大幅な省力化が期待されている。



写真 - 1 本道に導入されたフランス製ブラッシュカッタ
ベースマシンには国産のパワーショベルを利用。

簡易トラクタ型刈払機の作業能率

簡易トラクタ型刈払機は，総重量 2,395kg，出力 23PS のクローラタイプトラクタで，無線操縦により機械から離れて操作することができる（表 - 3，写真 - 2）。この機械の特長の一つは，横傾斜走行に備えて平行四辺形リンク機構²を含む横傾斜対応装置をもつことである。刈払装置は，トラクタ本体の前方に装着されており，PTO 軸から伝達される動力を利用して Y 型ハンマーナイフ³を高速で回転させ雑草等を切断する。

表 - 3 簡易トラクタ型刈払機の主要仕様

寸法	全長 3,650mm，全幅 1,700mm，全高 1,275mm
総重量	2,395 kg
出力	23PS
足廻り	クローラタイプ
走行速度	2.81 km / h
作業速度	1.5 km / h
刈幅	1,460mm



写真 - 2 簡易トラクタ型刈払機による刈払い作業
ラジコン操作で作業中，操縦者は機械に搭乗しないですむ。

簡易トラクタ型刈払機と従来方式（人間 + 肩掛け式刈払い機）による作業能率比較試験の結果を表 - 4 に示した。試験地 A の植生はオーチャードグラス（平均草丈 60cm），セイヨウタンポポ（40cm）他で，ここでは下りの条件で，20m の長

さを刈払った。簡易トラクタ型刈払機による作業能率は 4.3 秒 / m² で，これより 1 ha の刈払い（刈払い率 90%）に要する時間は約 1 1 時間と推定された。従来方式の作業能率は 2.8 秒 / m² で機械をはるかに上回った。この理由は，簡易トラクタ型刈払機の刈り幅が約 1.5m であるのに対し，肩掛け式刈払い機を持った人間は一振りの動作で幅 2m を刈払うためである。試験地 B の植生はコウゾリナ（55cm），アザミ（60cm），マツヨイグサ（40cm）他で，植生量は試験地 A の約 2 倍であった。50m の長さの刈払い作業の作業能率は，下り 4.4 秒 / m²，上

² 斜面を横走行する時，左右のクローラを傾かせ，車体を水平に保つ機構。

³ Y 字型のなた刃。このナイフを高速で回転させ，草を叩くようにして切るのをハンマーナイフという。

り 6.0 秒 / m²であり，1 ha の刈払いに要する時間は約 11 ~ 15 時間と推定された。一方，従来方式での作業能率は 2.5 ~ 2.8 秒 / m²で，試験地 A と比べて大きな差は認められなかった。

表 - 4 簡易トラクタ型刈払機による試験結果

試験地	簡易トラクタ型刈払機		従来方式	
	作業能率 (秒 / m ²)	1ha の処理に 要する時間 (時間)	作業能率 (秒 / m ²)	1ha の処理に 要する時間 (時間)
A (下り)	4.3	10.8	2.8	7.0
B (上り)	6.0	15.0	2.8	7.0
B (下り)	4.4	11.0	2.5	6.3

試験地 A，B とも平均傾斜 7 度。

従来型は排気量 20cc クラスの肩掛け式刈払い機による入力作業。

1ha の刈払い率は 90%。

以上の結果から，簡易トラクタ型刈払機は従来方式と比べて作業能率はやや低い。しかし，人間が肩掛け式刈払い機を使って作業する場合には，労働基準局の通達により 1 回の連続操作時間 30 分以内，1 日の操作時間合計 2 時間以内という時間規制がある。また，従来方式と比べて簡易トラクタ型刈払機は時間の経過に伴う作業能率の低下が小さく，さらに足廻りがクローラのため傾斜の緩急に影響されることも少ない。刈払い速度が遅い，刈り高の調整が簡単に行えない，ササをきれいに切断できない等に今後の改善点はあるものの，労働強度の点からみて自走式刈払い機としての先駆的意義は大きいと考える。

下刈り作業の機械化を目指して

これまでに述べてきたことから，育林作業のうち地拵えについては十分実用に供しうる機械が商品化され，本道にも導入されており，作業成果の報告を待つ段階にあるといえる。一方，植付け機械は北欧においてさえ傾斜のある林分での使用は困難視されており，本道で実用的に利用されるには，まだかなりの改良が必要と考える。下刈り機はスウェーデン等に実用的な機械があるようだが，苗木の周りを慎重に刈り進む等，オペレーターの心理的負担は大きいように思える。いうまでもなく，下刈り作業は植付け後の数年間から 10 年近くにわたり，真夏の炎天下というつらい条件下で実施しなければならない過酷な作業であり，早急に改善すべきと考える。

当场では，下刈り作業の労働強度の軽減を目指し，乗用型のベースマシンに装着して使える下刈り機の開発を構想中である。同時に，植付け，下刈り，除伐，間伐という育林作業全体の機械化も進めていきたいと考えている。

(機械作業科)