

間伐材の搬出技術

～ 小型運材車の性能と作業事例 ～

木 幡 靖 夫

は じ め に

中小径材の需要の減少と木材価格が低迷する中で、若齢級の間伐作業において今までの作業システムでは採算をとることが難しくなってきた。このため伐出コストの低減に向けて、新しい機械の導入や効率的な作業システムの開発が強く望まれている。

間伐材の搬出についてみると、本州では比較的早くから小型運材車を導入し、伐出コストの低減に取り組んできている。ところが北海道ではトラクタを使った作業が行われており、運材車に対する関心が低い。そこで、ここでは小型運材車の代表的な機種を取り上げてその構造や性能をもとに、小型運材車を使った作業方法、工期について紹介する。

小型運材車の定義と種類

小型運材車とは、幅員 2 m 未満の低規格な作業道や集材路を、林産物を積載して運搬する軽量小型の車両のことで、車幅 1.5 m 以内、重量は 2 t 以下のものをいう。

トラクタと同様、小型運材車はホイールタイプとクロシラタイプに大別される。前者は全輪駆動で揺動懸架構造（注 1 .）を備えていること、後者は接地長（注 2 .）1 m 以上で接地圧（注 3 .） 0.22kg/cm^2 以内にあることが機械仕様の条件であり、不整地でも安定して走れるように配慮されている。

小型運材車には、木寄せのためのウインチが装備され、また長い材を積載するためのトレーラーが装着できるものもある。さらに一部の機種には、積込み、荷卸し作業用のクレーンやリフトを装備できる。

現在、わが国で製造、販売されている小型運材車の主なものを足回り別に示したのが表 - 1 である。今回はこの中からホイールタイプ、クローラタイプをそれぞれ 1 機種ずつ取り上げた。

注 1 . 揺動懸架構造 伐根等に片輪が乗り上げでも、運転席や荷台が水平に保たれるような構造。

注 2 . 接 地 長 履帯（キャタピラー）を装着したときの起動輪と遊動輪の中心間の水平距離であるが、履帯の接地部分の長さと考えてよい。

注 3 . 接 地 圧 小型運材車の地面に伝える平均の圧力のことで、全装備重量を接地面積で除して求める。接地面積は、接地長と履帯幅の積の 2 倍である。

機種 A：ホイールタイプ小型運材車

ここで取り上げた機種は写真 - 1 に示した六輪駆動車で、宮城県内の自動車工場が地元森林組合の要請を受けて開発したものである。

六輪駆動に加え後輪がデフロック（注 4.）状態になるため、登坂力に優れ、下りでのエンジンブレーキの効果も大きい。また、揺動懸架方式を採用しているため、不整地上でも安全に作業することができる。

運転はきわめて簡単で、自動車とほぼ同じ要領で走行させることができる。自動車の運転ができる人であれば、30分程度でこの機械の操作に慣れるであろう。走行速度は最高 15 km/h で、従来の 3 t クラスのトラクタの速度 7 km/h と比べると約 2 倍の速さである。

荷台の広さは、2,750×1,400×750 mm（長さ×幅×床面高）で、サイドステッキを立てて 1～1.5m³ 程度の材を積載することができる。

この機種には油圧駆動のウインチが装備されている。ウインチは直引力 2,000kg で、通常太さ 8 mm、長さ 50m のワイヤロープが巻かれている。またオプションとして、ユニッククレーンやグラップ付きクレーン、積込みリフトなどを取りつけることができる。この機種の標準価格は 2,750 千円（本体のみ）である。



写真 - 1 ホイールタイプ小型運材車

機種 B：クローラタイプ小型運材車

ここでは写真 - 2 に示した機種を取り上げた。この機種は、本州では比較的早く開発されたもので普及台数も多い。小型の割に丈夫で故障も少なく、不整地での走行性に優れている。

履帯は鋼製で、履板（トラックシュー）には横すべり防止のための爪状突起が取り付けられており、不整地や軟弱地、雪上などでも安全に走行できる。接地圧は 0.40 kg/cm²

（1,800 kg 積載時、空車時は 0.19）で、3 t クラスのトラクタの接地圧（空車時で 0.35）と比べて小さい。すなわち同じ作業条件下で



写真 - 2 クローラタイプ小型運材車

注 4. デフロック デイファレンシャルロック又は差動作用停止装置ともいい、片輪が空転しても駆動力を失わないはたらきをする。

は、小型運材車の方がぬかりにくいことを示している。

運転操作は、トラクタと同様に操向クラッチレバー等で行う。走行速度は最高5 km/h と人が歩く程度の速さで、前述のホイールタイプ車や従来のトラクタと比べると遅い。

荷台の広さは1,785 × 1,240 × 581 mm（長さ × 幅 × 床面高）で、延長荷台を付けることもできる。積載量は前述のホイールタイプ車と同様1 ~ 1.5 m³程度である。

ウインチは直引力700 kg で、太さ8 mm、長さ80mのワイヤロープが巻かれている。またオプションでターンテーブルやトレーラーも装着することができる。標準価格は2,350 千円（本体のみ）である。

小型運材車を使った間伐材の搬出作業

以下、これらの小型運材車を使った間伐作業について、これまでに集めた作業データを示しながら話を進めたい。

作業仕組み

集材方法には短幹集材と全幹集材があるが、小型運材車は短幹材の搬出作業に使われることが多い。そこで、ここでも短幹集材の場合について話を進める。

伐倒から土場集積までの作業は、伐り整頓と集材の2工程に大別することができる。

伐り整頓工程 伐倒 枝払い 玉切り 整頓 2 ~ 3 人	集材工程 移動 積込み 集材 荷卸し 1 ~ 2 人
------------------------------------	----------------------------------

伐り整頓作業とは、伐倒後、枝払い・玉切り作業を行い、数本分を1カ所に集積する作業である。集積する量は、その場所の地形や間伐率、間伐木の太さに影響されることが多い。作業員数は、チェーンソー作業の2時間規制があるので、実働6時間の中で交替しながら作業するためには2 ~ 3人構成が標準である。

集材工程は、土場と林内の集積地点とを結ぶ往復作業である。その中身は、土場から林内の集積地点までの空荷走行（移動）、集積地点に着いてからの積込み（積込み）、積込み地点から土場までの積荷走行（集材）、土場に着いてからの仕分け・荷卸し（荷卸し）という4つの要素作業から構成される。作業員数は、オペレーター単独でもよいが、材が大きくなると1人での人力積込みが困難になるので、補助員の配置を考え1 ~ 2人構成が適当であろう。

積載量と積込み、荷卸し作業

1回当たりの積載量は、機種Aで平均1.0 m³（最小0.4 m³ ~ 最大1.6 m³）、機種Bで1.0 m³（0.5 ~ 1.4 m³）で、平均値でみる限り両者の間に差はなかった。この値は、3 tクラスのトラクタの集材量1.1 ~ 1.2 m³と比べても大差はない。なお、機種Aでは1回に約2 m³を搬出した

ケースがあったが、このときは荷台に材を満載したうえ、さらに若干の材を地曳きしてきたもので特殊な例である。積載量は、一般に1カ所当たりの伐り整頓量によって決まることが多い。したがって積載量を平均化するためには、使用する小型運材車の積載能力に合わせて伐り整頓作業を進める必要がある。

積み込みおよび荷卸し作業は、従来のトラクタ集材では行われていなかった工程である。積載量 1m^3 に対する積み込み、荷卸しの時間を求めてみると、作業条件によってばらつきはあるが、両機種とも積み込み時間は11分前後、荷卸しは6～8分であった。積み込み時間は1カ所当たりの集積量や材の太さに影響され、荷卸し時間は本数や太さのほかに採材メニューによっても変化する。採材メニューが多くなれば、それだけ仕分けの手間が増えるためである。

積み込み、荷卸し作業を省力かつ効率的に行うため、人力積み込みはできるだけ避けたい。そのためリフティングフックなどの道具を利用したり、機械に装備されたウインチを積極的に活用する必要がある。また、できれば積み込みリフトやグラップル付きクレーンを装備し、この作業自体の機械化も検討すべきであろう。

作業工程

伐り整頓工程は、森林組合を対象とした調査からは平均で $3.2\text{m}^3/\text{人}\cdot\text{日}$ の値が得られた。全幹集材の場合（調査例では 4.4m^3 ）と比べてやや小さいが、これは玉切りや木寄せ作業を行っているためと考えられる。

集材工程は、地形、地表状態（例えば伐根等の有無や地盤の硬軟）、そして集材距離などの作業条件によって異なる。ここでは、距離条件について両機種の工程を比較してみた。

走行距離と所要時間との関係を調べてみたのが図-1である。両機種とも距離に比例して時間が増加する傾向がみられた。機種Bでは、移動時よりも集材時の所要時間が大となった。これは、空荷状態の移動時には問題とならなかった林地表面の小さな凹凸などが、積荷状態の集材時には走行障害となり、運転操作が慎重になるためと考えられる。なおデータにばらつきが

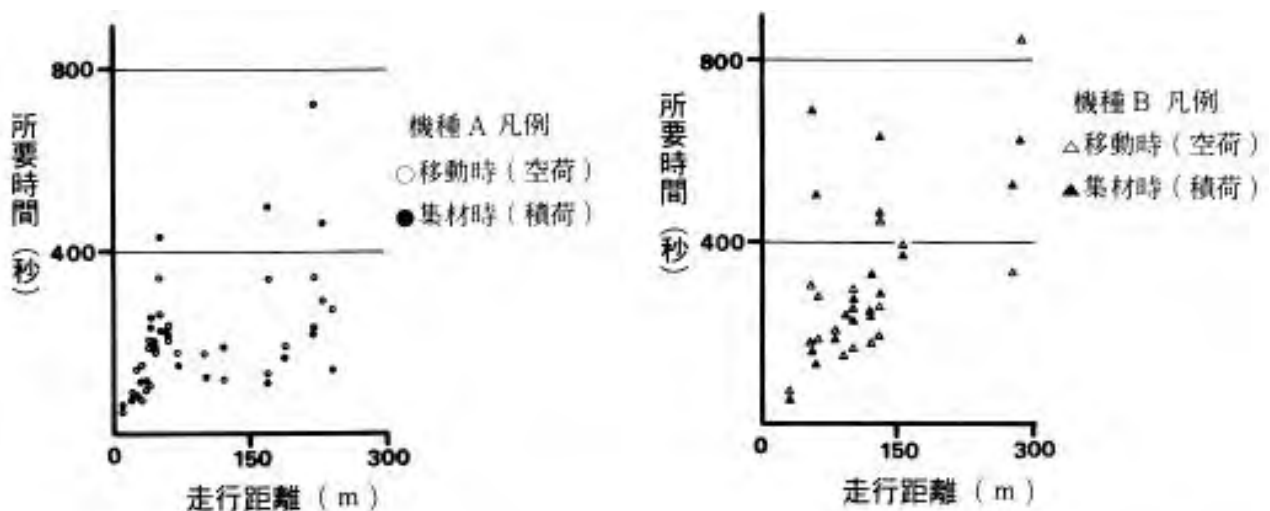


図-1 走行距離と所要時間との関係

みられるのは、機械が導入されたばかりでまだ運転操作等に習熟していないためである。集材時の走行速度は、条件のよい場所で機種Aは0.9m/秒（時速3.2km）、機種Bは0.4m/秒（同1.4km）となり、ホイールタイプ車の方が速いことが確認できた。ただし、これでは人がゆっくり歩く速さ（4km/時=1.1m/秒）よりも遅いので、距離が長くなった場合には、もっと速く走行しなければならない。そのためには、木州でみられる小型運材車道（デルピス道など）のように走行路面をある程度整地することも必要であろう。

次に集材距離と積載量との関係を図-2に示した。機種Aでは距離に比例して積載量が増加した。一般に、距離が短い場合は1回当たりの積載量が少なくても集材回数を増し、逆に距離が長い場合は集材回数が少なくなる分1回当たりの積載量を多くして工期を高める傾向がある。

実測した走行速度や作業時間に基づき、両機種について緩斜地上における集材距離別の工期を求めて示したものが図-3である。集材工期は、距離50mで機種Aは約18m³/台・日、機種Bは約16m³/台・日、同100mでそれぞれ16m³/台・日、14m³/台・日、そして200mでは14m³/台・日、11m³/台・日という値が得られ、ホイールタイプ車がクローラタイプ車の工期を上回った。このように地形傾斜が緩やかな場所では、集材距離の長短にかかわらず走行速度の速いホイールタイプ車の工期が大となる。

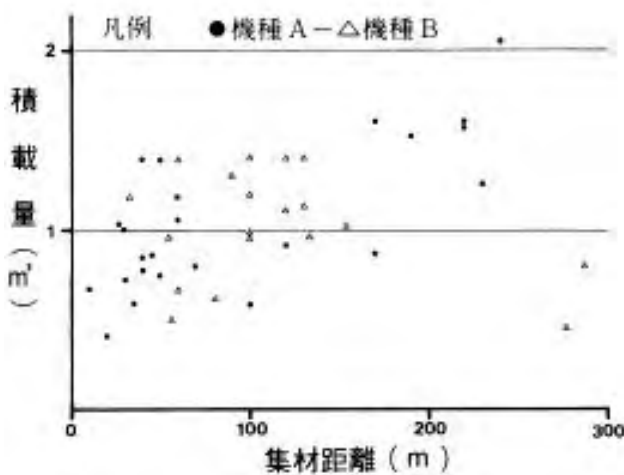


図-2 集材距離と積載量との関係

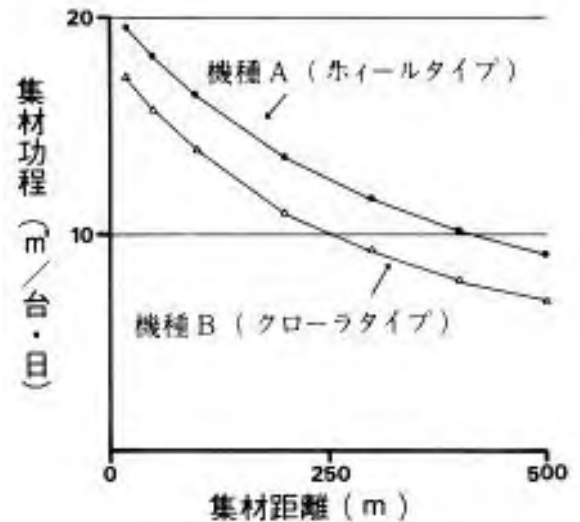


図-3 集材距離と集材工期との関係

これらの工期から伐出費を試算した結果、集材距離が100m程度までであれば、3トンクラスのトラクタを使った場合の作業と比べ、これらの小型運材車を使った作業の伐出費の方が10%程安くなることがわかった。

なおここで示した工期は、機械導入初年度の作業データから得たものである。今後、運転操作が熟練するとともに、作業班員の構成や集材方法（例えば全幹集材の採用）などの作業仕組みの改善が図られれば、この工期はさらに増大し、伐出コストの低減も十分に期待できると考える。

小型運材車への期待

小型運材車の普及台数は、北海道ではまだそれほど多くない。しかし、この機械は間伐材の搬出に焦点をおいて開発されており、トラクタと比べ一般に安価で、小型、軽量なため残存木の根や幹を傷つけることが少なく、操作も簡単なので伐出コストの低減を図る上で大きな戦力になりうると思われる。幸い、本道では 61 年度に間伐機械化促進対策事業が実施され、これを契機として蘭越町、美瑛町、端野町、大樹町、鶴居村の 5 森林組合に小型運材車が導入されそれぞれ所期の成果をあげている。多くの関係者が一度ぜひ小型運材車に接し、トラクタとは異なる特長を検討して活用されることを望みたい。

表 - 1 小型運材車一覧

足回り構造	駆動方式	名称・形式 (製作又は販売会社)	車体寸法 (長さ×幅×高さmm)	最低 地上高 (mm)	重量 (kg)	定格 出力 (PS)
ホイールタイプ	三輪駆動車	ニューデルビスDP-550-B型 (農林機械研究所)	5,620×1,350×1,885	190	1,400	29
	四輪駆動車	島津号KS-型 (島津自動車)	4,200×1,350×1,860	185	1,380	68
		T-10ホイールトラクタ (イワフジ工業)	3,635×1,490×1,980	260	1,600	18
		リョウシン号RM-8TWB型 (及川自動車)	3,850×1,500×1,600	290	1,450	68
	六輪駆動車	リョウシン号RM-8WA-6型 (及川自動車)	4,250×1,400×1,700	240	1,500	68
クローラタイプ	ゴムクローラ	ウッドマンW-4B型 (サンワ工業)	2,732×1,450×1,796	260	900	11
		スネーク井坂 (井坂自動車整備工業)	1,975×1,000×1,295	140	480	5
		筑水やまびこ号GC-577型 (筑水農機)	2,170×1,180×2,195	160	560	6
		ホープマン1,000型 (サンワ工業)	2,780×1,180×1,400	180	875	11
		金鋼号FC707W型 (藤樹運搬機工業)	2,150×950×1,050	90	690	5
		YX-2205型 (山口農機製作所)	2,005×1,270×2,330	147	630	7
		鋼製クローラ	キャトラYCT20W型 (ヤンマーディーゼル)	3,004×1,354×1,848	158	1,540

現在、わが国で製造、販売されているものの中から代表的な機種を示した。この他にもたくさんの機種がある。

表中のデータは、林業機械便覧 1986 年版(林業機械化協会発行)等によった。

参考資料として、通常間伐材の搬出に使われる 3 t クラスのトラクタの主要諸元を示せば、コマツ D20-A-5 型トラクタで車体寸法 3,385×2,170×2,160 mm(長さ×幅×高さ)、最低地上高 310 mm、重量 3,560 kg、定格出力 39 PS となっている。

(経 営 科)