

農用トラクタによる間伐作業

対馬 俊之

森林作業と農用トラクタ

北海道の一般民有林の森林所有者は大多数が農家林家である。農家にとって身近な機械である農用トラクタを用いた間伐や間伐材の農業利用の方法が確立されれば、民有林の間伐をさらに促進できると考えられる。これらの作業方法や利用技術をマニュアル化するため、当场では昭和 63 年度から 3 カ年計画で道立中央農業試験場と共同研究を進めている。

すでに私たちは農用トラクタを用いた森林作業が北海道で広く行われていることを明らかにした。しかし、その作業方法や作業能率についてはおおよそしか把握できなかった。今回は 63 年度の試験結果から、主に農用トラクタの林内走行性能と緩傾斜地における間伐木の全幹集材作業について報告する。

試験地の概要と使用したトラクタ

昭和 63 年 8 月に、道有林苫小牧経営区 146 林班 64 小班（追分町春日）の林齢 28 年生カラマツ人工林において走行試験、間伐試験を行った。林床の植生は主にクマイザサで、ササ丈 90 ~ 140 cm ， 密度 117 本 / m²であった。

使用した農用トラクタはクボタ M7950DT である（写真 - 1）。エンジン出力は 79.5 馬力、重量は 3,391 kg の四輪駆動タイプであり、農用トラクタとしては大型と中型の中間に位置するものである。



写真 - 1 使用した農用トラクタ（クボタ M7950DT）

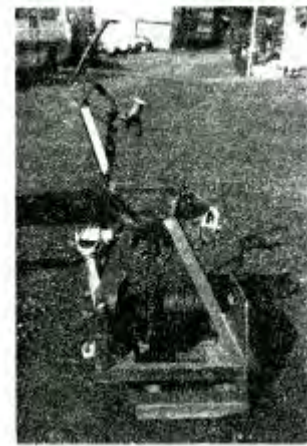


写真 - 2 ウインチの概観

間伐木の集材には穂別町森林組合が考案した簡易ウインチを使用した（写真 - 2）。このウインチは L 型鋼や廃車となった自動車のブレーキを用いて作られたもので、農用トラクタの P T O（動力取出し軸）で駆動する。長さ 615 mm ， 幅 755 mm ， 高さ 1,450 mm ， 重量約 80 kg で、ワイヤロープは 9mm を使用している。

林内での走行性能

農用トラクタを林内作業に用いるには、どの程度の傾斜まで安全に走行できるのかを知らなければならない。そこで、農用トラクタが空荷の状態とけん引状態とに分けて、傾斜度、二輪駆動（以下、二駆）、四輪駆動（以下、四駆）別に走行速度やスリップ率を測定した。スリップ率とは、無負荷時の車輪が1回転した時の走行距離に対する、負荷時の走行距離の変化量を百分率で表したものである。空荷、けん引、いずれの場合にも林内での安全走行を考慮し、最大傾斜方向にまっすぐ走行した。

トラクタの走行性を左右する土壌の状態について調べたところ、表層から深さ約10~15cmに火山灰土（荒い粒子の砂）があらわれた。火山灰土は、水はけは良いが粘着力がなくスリップしやすいため、トラクタの走行にとってはあまり良くない土壌といえる。

空荷走行時の傾斜とスリップ率の関係を図-1に示す。登坂、降坂とも傾斜が急になるとスリップ率が大きくなるのがわかる。また、二駆の方が四駆よりもスリップしやすかった。

降坂の二駆、傾斜15.0~16.5度では自重による機体の押し出しが働き、平均値で-22.2%、最大-29.9%のスリップ現象がみられた。30%近いスリップが発生すると走行中のトラクタを制御できなくなるので、二駆による林内走行は15度前後が限界と思われる。四駆では登坂、降坂とも、絶対値で約12~13%と安定しており、走行上の問題はみられなかった。

次に、全幹材けん引時の走行状態を調べた。ここでは、林内から経営道までを「林内」、経営道から土場までを「経営道」と区分した。傾斜は林内、経営道とも3.0~4.5度と緩傾斜であった。

林内でのスリップ率は、けん引本数が3本（材積量0.38m³）では4.5~4.8%、5本（0.67m³）では6.1~7.6%と、材積が多いとスリップ率もやや大きかった。一方、経営道でのスリップ率は約2%と林内に比べて小さい（図-2）。一般に農用トラクタの場合、スリップ率が16%をこえるとけん引力がそれ以上増大しにくいとされている。今回の試験では林内、経営道とも全幹材が5本程度であれば二駆でも支障なく作業を行うことができた。また、スリップ率に余裕があることから、けん引能力にまだ余裕があることがわかった。

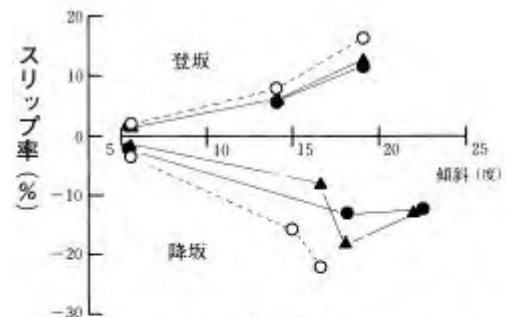


図-1 空荷走行時の傾斜とスリップ率の関係

○ L2:二駆 ● L2:四駆 ▲ L3:四駆
L2, L3は走行ギヤの位置

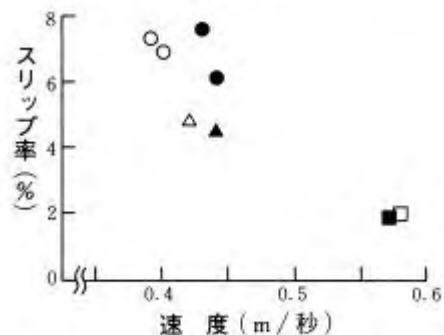


図-2 けん引走行時の速度とスリップ率の関係

二駆 四駆
○ 0.67m³, 林内 ● 0.67m³, 経営道
△ 0.38m³, 林内 ▲ 0.38m³, 経営道

ホイールトラクタの利点は、クローラトラクタよりも機動性
 が大きいことである。経営道での走行速度は、図 - 3 のとおり
 空荷時で平均 2.68m/秒(9.7km/時)、全幹材けん引時(4
 ~ 8 本)で平均 2.03m/秒(7.3km/時)と、間伐で一般に
 用いられるクローラトラクタ(約 4 km/時)に比べて 2 ~ 3 倍
 高速であった。また、トラクタにけん引材の負荷がかかること
 により、走行速度がいくぶんおちることがわかる。

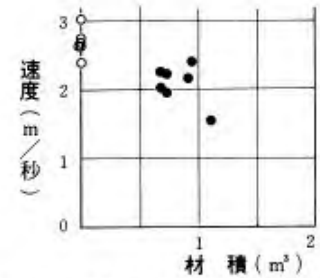


図-3 経営道走行時のけん引材積と速度の関係
 ○：空荷走行 ●：けん引走行

集材作業と工期

林内での走行能力がわかったので、実際に間伐木の集材を行った。経営道沿いにある緩傾斜地(平均傾斜 7.5 度)に面積 0.1ha(33×33m)の試験地を設けた。間伐前の林況は、平均直径 18 cm、平均樹高 18m、本数 1,100 本/ha、材積 243.1 m³/ha であった。間伐は定性で行い、間伐本数は 35 本(約 30%)、材積は 5.0 m³(約 20%)であった。

間伐作業は、間伐木をチェーンソーで伐倒、枝払いして全幹材とし、それらを試験地の斜面下部に接する経営道までウインチを装着した農用トラクタで引き下げ、経営道上を土場までけん引集材する方式とした。林内から土場までの距離は約 380 m であった。

集材作業の 1 サイクルを土場から林内までの「空荷走行」、林内での「木寄せ」、林内から土場までの「けん引走行」、土場での「荷おろし」、その他「遅れ」の要素作業に区分し、6 サイクルについて調査した。「遅れ」の内容は、作業打合せ、トラクタとウインチの調整などである。

各サイクルの集材作業の調査結果を表 - 1 に示す。1 サイクル当たりの平均所要時間は約 16 分 46 秒、集材量は 0.88 m³ であった。走行速度については、先の走行性能のところでも述べたが、林業用クローラトラクタに比べ 2 ~ 3 倍速かった。

表 - 1 集材作業の調査結果

サイ クル	空荷 走行 (秒)	木寄 せ (秒)	けん引 走行 (秒)	荷お ろし (秒)	遅れ (秒)	計 (秒)	集材量		走行速度	
							本数 (本)	材積 (m³)	空荷時 (m/秒)	けん引時 (m/秒)
1		607	167	105	275	1,136	5	0.67		2.27
2	144	577	183	101	185	1,190	4	0.73	2.63	2.23
3	144	481	174	110	15	924	6	0.91	2.63	2.18
4	140	494	192	77	0	903	6	0.72	2.70	1.97
5	158	514	248	68	75	1,063	7	1.09	2.40	1.53
6	125	517	158	148	0	948	8	0.93	3.03	2.40
平均	142.2	516.6	191.0	100.8	55.0	1,005.6	6.2	0.88	2.68	2.03

平均値は第 1 サイクルを除く

要素作業別の時間構成は図 - 4 のとおりであり，木寄せの割合が高いこと（51.4%）が大きな特徴である。木寄せに時間がかかった理由については次のようなことが考えられる。農用トラクタは重心が比較的高く，横方向から無理な力が加わると転倒の恐れがあるため，林内では真後ろ方向からワイヤロープが引けるようにトラクタの位置を頻繁に変えたことである。このようなことから，木寄せを効率的に行うためには，あとから木寄せがしやすいように伐倒方向を定めるなど，伐倒段階から次の集材作業を考慮する必要がある。また，滑車などでけん引材の方向を変えることも工夫の一つである。



図 - 4 要素作業別の時間構成

1日当たりの集材功程は，1日の実働時間を6時間とするとおよそ18.9 m²となる。この功程は傾斜や間伐方法などの作業条件によって変わってくるが，4トンクラスの林業用クローラトラクタの功程（10～20 m²/日程度）と比較しても大きな差はない。

農用トラクタは活用可能

今回の試験によって，走行性能については斜面を最大傾斜方向に走行する場合，二駆では15度前後まで，四駆では22度前後まで支障なく走行することがわかった。また，緩傾斜地で全幹集材を行ったところ，1日当たりの集材功程は18.9 m²となった。

もちろん走行性能や集材性能は林分条件によって著しく違ってくるのが予想される。しかし，一般的に農家が所有している山林は緩傾斜地が多いことや，今回の試験地はトラクタの走行しにくい火山灰土であったにもかかわらず集材功程が低いものではないことから，農用トラクタは十分に間伐作業に活用できると考える。

ただし，農用トラクタは林業用トラクタと比べて重心がやや高いため，転倒する危険性がある。林内作業上の注意点としては，最大傾斜方向にまっすぐ走行すること，木寄せ時はトラクタの進行方向とウインチラインが一直線になるように木寄せすることがあげられる。また，安全フレームを装着した農用トラクタを使用することが安全確保上大切である。

今回は緩傾斜地での全幹集材を行ったが，傾斜や集材方法などの違いにより作業能率も変わると考えられる。たとえば，緩傾斜地と中傾斜地，短幹集材と全幹集材，無積雪期と積雪期といった条件の違いで変わってこよう。今後は様々な条件のもとで最適な作業方法を明らかにしていく予定である。

（機械作業科）