

# カラマツ間伐材の搬出作業(2)

## 大型ホイール・トラクタによる短材搬出

九州大学農学部 森田 紘一

### 1 はじめに

集材用大型ホイール・トラクタ(岩手富士産業KK製T-50ロギングトラクタ)によるカラマツ間伐材(短材)の搬出作業について、その作業工程調査から、時間分析を行い、この種の作業方法の特徴について考察を行ったので報告する。

### 2 集材作業の概略と調査方法

今回調査した集材作業の手順は次のとおりである。

- ①回送: トラクタが土場から沢筋を利用して林内の木寄せ地点まで走行する。
- ②方向変換: 前進回送の場合にのみ、土場と林内現場で2回行う。
- ③荷掛け: 荷掛手がウインチ・ラインを人力で引き出しながら目的の材まで歩行し、材をスリングで結束し、ウインチ・ライン先端のフックに固定する。
- ④木寄せ: ウインチ・ラインをトラクタ後部に搭載されたドラムに巻き込んで、材を引き寄せる。
- ⑤運行: 材を地曳けん引して土場まで走行する。
- ⑥荷おろし: 土場で、スリングを材からはずして回収し、ゆるんだウインチ・ラインを巻き上げる。

この一連の作業を単位作業に分割して、各単位作業の所要時間を測定するとともに、位置関係の測量、集材材積の計測を行い、分析の資料とした。

### 3 分析結果と考察

測定した100サイクルについて、各単位作業別に分析して考察を行った。

#### 1) 走行時間

図-1に示すとおり、回送(前進、後進)、運行とともに、所要時間は走行距離の直線回帰式で表わせる。前進の回送は後進の回送に比し、回帰係数は $\frac{1}{2}$ 以下の小さな値を示しているが、前者には、ウインチを後部に搭載するというトラクタの機能上の問題から方向変換を行う必要が起こる。この所要時間は平均して1サイクル当りに60秒(土場34秒、林内26秒)を要する。この点を考慮すると、前進で回送するにはある程度の距離(今回の場合、直線回帰式の回帰係数を利用

すると107m以上となる)がないと不利になる。一方、後進の回送は、運転手の疲労や危険を伴いやすく、これも勧められる方法とはいえない。理想としては、方向変換を必要としない常に同一方向の走行が可能なことであるが、少なくとも、トラクタが容易にかつ安全に方向変換できるスペースが必要と考えられる。

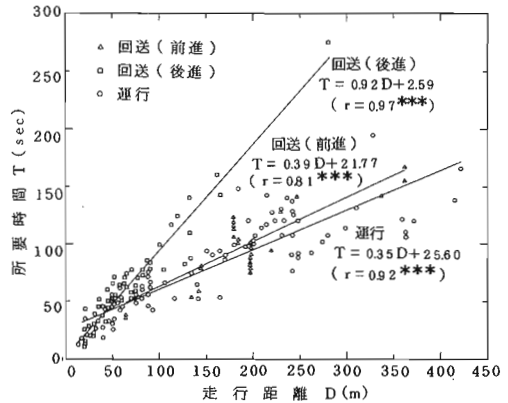


図-1 走行距離と所要時間の関係

#### 2) 木寄せ作業時間

図-2に示すとおり、荷掛手が歩行して行うウインチ・ラインの引出、動力を用いたウインチの巻込ともに、その距離と所要時間との間には直線関係が認められる。人力でウインチ・ラインを引き出す場合、距離が長くなったり、傾斜が急になると作業工程が落ちると予測した。しかし、距離については、長くなると、

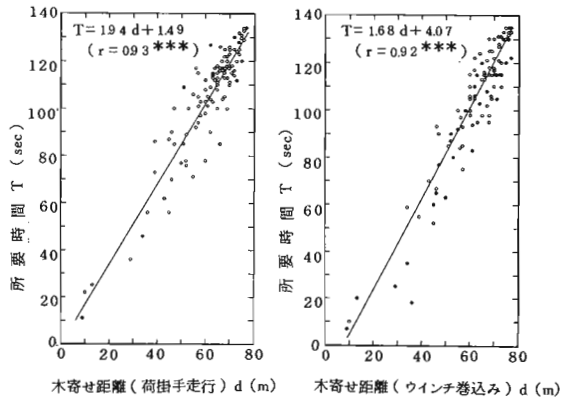


図-2 木寄せ距離と所要時間の関係

引出に2~3人の作業員に係ることにより、作業が円滑に進行し、その結果、工期が落ちなかったと考えられる。また、傾斜に関しては、-36~+26度とかなり幅があったにもかかわらず、所要時間に対して大きな影響は示していない。木寄せ作業時の歩行に関しては、傾斜よりはむしろ造材のために切り落した梢端部や枝条等地表障害物の影響の方が大きいことが確認された。

荷掛けに要する時間は、当然のことながら、事前の稜(はい)の準備の有無、作業の場となる林内の地形の良否、地表障害物の有無等で大きな差が生じている。今回の場合でも3~250秒、平均4.4秒、材の集積作業まで行ったサイクルまで含めると3~798秒、平均80秒と広範囲の所要時間の分布を示している。ここではトラクタの巡回と連れいした作業が望まれる。

3) 荷おろし作業時間

スリングをはずして回収するための平均所要時間は40秒で、枝条がスリングに絡まったり、スリングがドラムにくい込んだ場合を除き、全体の8割は60秒以内に終了している。また、ウインチ・ラインの巻上時間は各サイクルとも大差なく、平均1.2秒程度であった。

4) 手待ち時間

手待ち時間の内訳を表-1に示す。1サイクル当り平均所要時間でもっとも目につくのは、回送から荷掛け作業に移る際であるが、これには、スリングの用意とかウインチ・ラインを引き出す方向を見定めるといった準備のための時間の影響が大きい。また、木寄せ作業時の手待ち時間には、危険防止のために作業員がウインチ・ラインの側から退避する時間が含まれる。1回当り平均所要時間では、荷掛けから巻込への移行時がもっとも大きい。この大部分は運転手が荷掛け作業に従事した場合のトラクタまでもどるための時間で、荷掛手の配置により省略できる。全体で1サイクル当り平均所要時間は11.9秒となっているが、作業の状況を適格に判断した行動(誘導)や作業員の適切な配置で9.0秒程度には減少できると考えられる。

5) ロスタイム

内訳を表-2に示す。100サイクル中に7.4回も発生し、1サイクル当り平均所要時間も9.0秒と大きな値を示す。1日に1.5サイクル行うとすれば、ロスタイムの占める時間は1サイクル分にも相当し、大きな問題である。今回の作業では、林内作業道は特別に設けていないので、トラクタ運転中に発生するロスタイムについて

は、ある程度見込む必要を認めるが、予め林内作業道となる地点の伐根の処理(地際から切る)、枝条の整理等を行えば減少できるものも少なくない。とくに、運転中に生じた土場での巻上作業の遅滞による待機時間は、広い土場を確保すれば解消が可能であると考えられる。

6) 全作業時間の想定式

1サイクル当りの全作業時間T(秒)と、これに影響をおよぼすと考えられる集材距離(往復)D(m)、木寄せ距離(往復)d(m)、集材材積V(m<sup>3</sup>)の3要因との間には、次の重回帰式が成立する。

$$T = 0.60D + 2.74d + 31.48V + 186.87 \quad (R=0.78^{***})$$

これを標準化したデータによる重回帰式で表わすと、

$$T' = 0.68D' + 0.36d' + 0.06V'$$

となる。この作業方法では、VはあまりTに影響を与える要因とはいえない。そこで、Vを除いて、TをDとdの関数として求めると、

$$T = 0.62D + 2.77d + 209.05 \quad (R=0.78^{***})$$

なる重回帰式が成立し、各係数は0.1%で有意である。

4 おわりに

この作業方法の特徴は、1サイクル当り全作業時間が、集材および木寄せの距離に規定されることにあり、さらに、作業間の連けいの不備やロスタイム等が作業の流れを防げる原因となり、作業時間に大きく影響していることが明らかとなった。

表-2 ロスタイムの内訳 (単位:秒)

	回送中	運行中	方向変換中	木寄せ作業中	合計
所要時間合計	3760	2175	276	2784	8995
発生回数(回)	23	22	5	24	74
1回当り平均所要時間	163.5	98.9	55.2	116.0	121.6
1サイクル当り平均所要時間	37.6	21.8	2.8	27.8	9.0
主な原因	スリップ 障害物除去 作業道整備	土場あき符 機 材はずれ	場所の選定 不良	立木かかり 材はずれ 材の方向が え	

表-1 手待ち時間の内訳 (単位:秒)

	作 業 時					作 業 移 行 時				計
	回送	運 行	方向変換	木寄せ	荷おろし	回送~ 荷掛け	荷掛け ~巻込	巻込 ~運行	運行~ 荷おろし	
所要時間合計	291	160	369	2494	410	4425	1922	884	971	11926
発生回数(回)	18	7	29	132	41	122	47	103	95	594
1回当り 平均所要時間	16.2	22.9	12.7	18.9	10.0	36.3	40.9	8.6	10.2	20.1
1サイクル当り 平均所要時間	2.9	1.6	3.7	24.9	4.1	44.3	19.2	8.8	9.7	119.3