

III-2-3 トラクタ集材技術

サンパウロ州におけるトラクタ集材といえば農耕用のホイールタイプトラクタの後部にウインチを取付けて牽引する方法や、前部に短材用の荷積棚を装備したトラクタを使用して搬出するのを見掛ける程度である。このほかは馬で丸太の地びきをしているのを見掛けた。協力期間の第2年目に供与した大形ホイールタイプトラクタは重量が5.9トン、最大出力73PS、ウインチ引張力6.5トン、最低地上高490mmのものである。

まず1981年にこのトラクタを使ってトラクタ集材の技術指導を行った。トラクタ集材はウインチ集材が主となるため、ウインチロープの取扱い方から始めた。まず、ウインチロープ先端のアイ加工を行ったが、アイ加工にあたっては、ウインチロープ先端のアイ部には集材時に数本のスリングをとおして、最後に紡錘状の止め木をはさむ必要があるため、一般の台付ロープの加工と異なり、アイの大きさを台付ロープの2倍程度の40～50cmに作るように指導した。

次に荷掛け用のスリングを準備したが、サンパウロでは間伐材であることやスリングの長さ、アイ加工の難易を考慮して10mmを主として使用するようにした。チョーカフック付いたスリングも使用したが、重いこともあって作業員は喜んで使用しなかった。10mmのチョーカフック用スリングにつき次年度の供与を考えたが実現しなかったため、現場近くの鉄工所でチョーカフック付スリングを短くし(1.2m, 1.5m, 1.8mに切断)、鉄パイプを圧縮してロック加工して使ったが、ロックした部分が抜けてしまい長い間使用することはできなかった。しかし、チョーカフック式のスリングは荷掛け、荷はずしが容易で能率的であった。なおチョーカフックは林内で紛失するおそれがあるため、針金で巻いた部分を時々点検するように注意した。スリングは一般に長さ1.2m, 1.8m程度のものを長短合せて10本を一組として、二組を用意すれば能率的集材ができるが、当集材現場ではやむを得ず10mmのワイヤロープをアイ加工して長短のスリングを作り作業を進めた。スリングはアルミ管でロックしたものとアイスブライスしたものと両方使ったが、アイスブライスしたスリングの方が荷掛け、荷はずしが容易であった。スリングは集材作業に不可欠の消耗品であるため、現地では雨降りの日などを利用して、スリング作りを実行した。

トラクタ集材法は最初平坦な間伐林地内で、材長4mの丸太集材で訓練を開始した。まずトラクタ全体およびウインチの構造、性能について説明し、スリングをどのように丸太に掛けたらよいか、荷掛けしたスリングはウインチロープにどのようにとおすのか、ウインチロープを巻き取る際フリートアングルに注意し、ウインチ集材が終ったとき、荷掛けされた丸太は地上高何米のところまで停止させたらよいかなどについて説明し、集材作業を始めた。トラクタの運転、荷掛け、ウインチ集材、荷はずしのすべてについて習得は予想以上に早かった。この平坦地におけるトラクタ集材訓練は3日ほどで終了した。



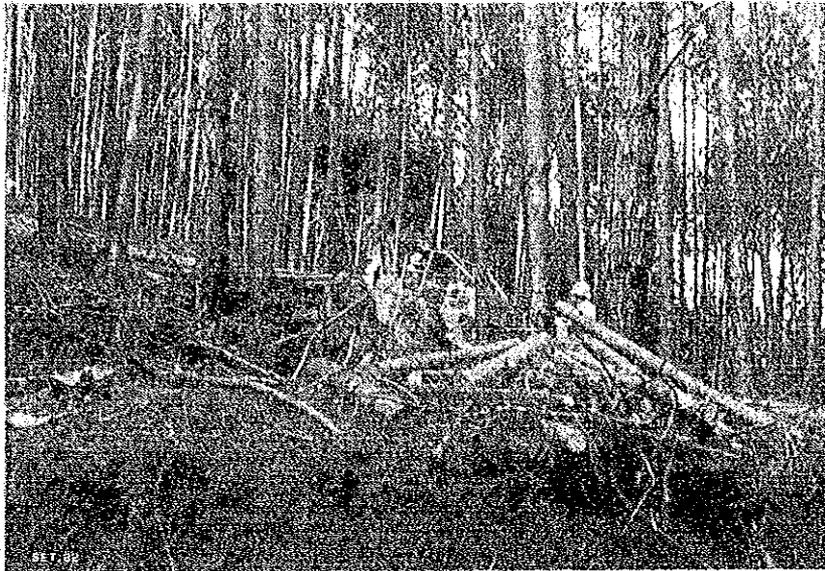
写真III-11 トラクタT-50による全幹集材(上げ木)

次にモノケーブル集材の第1現場と隣接した箇所で、全幹トラクタ集材を開始した。集材区域内は林地傾斜が20度ほどであったため、尾根沿いの荷卸し土場でトラクタの方向を変換して、後進で荷掛け地点あるいは、ウインチ集材地点まで降りて行っては集材する、いわゆる上げ木集材を実行した。トラクタ集材道は林地傾斜20度程度までとし、それ以上の傾斜地に散在する間伐材はウインチにより集材した。ウインチ集材の距離は実測の結果最長70m程度であった。間伐林地内のウインチ集材も70mに達すると、残存木が障害となるため、一旦1本あるいは2本をウインチ集材路に引き出し10本程度をまとめてウインチ集材する方法を指導した。必要に応じてガイドブロックまたはオートスナッチブロックを使用し、ウインチ集材路の進路を変更しつつウインチ集材する方法も実行した。

運転手、荷掛手ともにトラクタ作業に慣れて来た段階で間伐材のトラクタ集材で問題視される残存木の損傷と林地保全について検討することにした。まず、伐倒方向と集材方向を一致させるように伐倒し、伐倒方向と同一方向に集材するようにして、伐倒方向→ウインチ集材方向→トラクタ集材路の方向→荷卸土場の方向等を十分考慮して作業を進めるよう指導した。現実には伐倒方向を規制することが難しく、また集材路も残存木があることから、幹線道から分岐した短い支線道を設け集材した。また集材方向とまったく向きが異った全幹材については、1本あるいは2本をガイドブロックを使ってウインチ集材路まで引き出し、一旦荷はずしをして他の全幹材と一緒に集材し、残存木の損傷を防止した。一般に残存木を損傷させないように

集材するためには、ウインチロープで引き集める際の荷掛け順序がポイントとなるので全幹材の長さ、太さ、重量、伐倒木の位置及び向き、全幹材の重なり具合等を見て、荷掛けの順序を決めるよう指導した。

このほか降雨日、降雨後はトラクタ集材を休止するようにした。またトラクタ集材の1回当り集材量(本数、材積、重量)が多いと、当然ながら林地が傷むため、トラクタがスリップしない程度の集材量にするように注意した。以上で第1現場の作業が終り、第2現場のヒベロン地区に移動した。



写真Ⅲ-12. トラクタT-50による全幹集材(下げ木)

第2現場では、林地傾斜20度ほどのところで、下げ木集材を実行したが、残存木に集材木が衝突し、荷掛けした集材木で残存木を挟むような事態も発生し、ウインチロープを一旦スリングから引き抜いてとおし直すようなトラブルも出た。このため10日間ほどで下げ木集材を中止した。大形ホイールタイプトラクタは第2現場で約6箇月使用したところ(1981年10月15日)放火により焼失してしまい、1983年12月下旬同じ仕様のトラクタを再供与する結果となった。

間伐材の集材は、残存木があるため、平坦地といえども集材は楽観できないが、平坦地も傾斜地も集材方向に合わせて伐倒し、上げ木集材を実行するならばトラクタによる間伐材の集材は成果を上げるものとする。

伐倒方向を定めるものは当面クサビを除いてないと思われるので、一日も早くクサビによる

伐倒技能を修得することを希望している。

III-2-4 その他の集材技術

(1) モノレール運搬装置

モノレール運搬装置による集材法については、1982年6月より架設と集材を実地に進めながら、架設方法および集材方法の技術伝達と指導を開始した。集材の対象林は、他の集材法を実施している所と同じマツ人工林の間伐材搬出である。

モノレール運搬装置を人工林間伐材の搬出に適応する場合の現地の条件としてつぎの諸点を挙げることができる。すなわち、林地土壌に岩石が皆無であり支柱の打ち込みが容易で、かつ支持力も充分であること。間伐率が立木本数で60%と高く、残存木の間隔が大きくレール架設にもなう支障木が生じることが少く、面積当りの搬出材は多いこと。10~20°の傾斜地が多く、木寄せや材の積込みも比較的容易なことなどである。



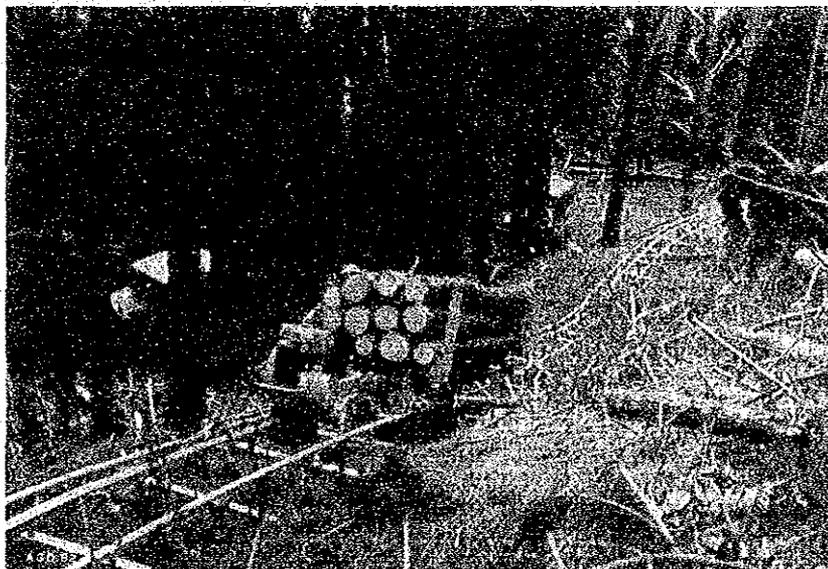
写真III-13 モノレール運搬装置の架設作業

林地傾斜15~20°の比較的一様な斜面を選んで、林道端の荷卸場から斜面をななめに登るルートで延長230mのレール架設を計画し、着手した。

架設は路線の選定から始めた。荷卸土場は、できるだけ土場整理に人手を省くことのできるような場所とすること、集材距離をできるだけ短くし、木寄せ作業を容易にするため沢

通りに架設すること、急勾配、急カーブはできるだけ避けること、Sカーブ、上下カーブをやむをえず作らなければならない時は中間に必ず直線コースがとれるところ等を考慮して現場を踏査し、予定線をコンパス測量し傾斜、曲り等に無理がないことを確認し、荷卸土場より順次架設していった。着手に先立って、主レール、補助レール、レール支持金具、レール継手、支柱、補助レール支持金具、支持台、振動固定板、打込ギャップ、補助レール支持金具支柱、レール曲げ機、レール捻り機等の取扱方法、取付方法、使用箇所を詳細に説明し、さらに作業を進めながら、レールを曲げる角度と曲げ機の移動回数、捻り機による捻り角度・移動の幅、レールの横揺れ防止のための支柱とパイプバンドの使用方法等を指導した。また、支持台上面が水平になること、支柱は必ず垂直に持ち込むこと、支柱は支持台上面3～5 cm位出ている状態にすることなど注意して架設した。架設が約3.0 mに達した時点で、動力車及び荷台車をレール上にセットし、運転操作を指導し、完全に運転操作をマスターしたことを確認したのち、空車を移動させながら補助レールとガイドローラが完全に接触するように補助レールの修正を行った。

その後、架設されたモノレールを利用して延長用のレール、支持台等の資材運搬をしながら順次延長作業を進めた。



写真Ⅲ-14 モノレールによる集材作業

モノレールの架設技術指導は、作業員とともに作業を進めながら説明することで比較的容易に理解された。3～4日後からは独自に作業を進めることができるようになった。今後地

形の小さな凹凸をうまく処理しながらレール全体をなめらかな曲線につくこと、あるいはレールの林内における配置の問題などについては、さらに経験と研究的な取り組みなど実績の積み重ねが必要である。

モノレールによる集材作業の訓練については、まず、モノレールの上側すなわち山側にある丸太は人力で積込み、70～80mの搬出を行った。モノレールの下方は12mmのワイヤロープをモノレールに対し、直角になるように張り、リモコンウインチを用いて散在する丸太を試験的に木寄せし積込んだ。



写真III-15 リモコンウインチによる集材作業

人力による積込みは若干時間がかかり、改善すべき問題点として指摘した。

モノレール集材については、作業に慣れて来た1984年1月に3日間連続して時間観測を行った。観測にあたっては、積込みおよび荷卸しは同一積込手が歩行移動して行き土場整理は別の作業員が実行する方法をとった。レールのために生じる支障木は、伐倒造材して片づける必要があり、新鮮材を搬出するためには、伐区全域の伐倒はモノレール架設後に行う必要がある。モノレール運搬車は急斜地搬出が可能であり、途中の機械操作のための人手が省ける等よい点を持っている。架設、撤収作業に慣れ、木寄せにポータブルウインチ等を利用し、積込みをモノレールで移動できるクレーン等を使用するならば、今後間伐材の搬出にも使用可能と考える。

(2) 林内作業車

林内作業車デルピスについては、土場整理や車体後部に取付けたウインチにより木寄せを実行したが、間伐材の径級が大きく車体が軽いためタイヤがスリップして木寄せができない場合が多く、木寄せに使用することは無理であった。また、林内に入って丸太を積み込み運



写真III-16 林内作業車デルピスによる集材作業

することも試みたが、中形及び大形ホイールタイプトラクタに比べると、搬出能力が小さく、日本におけるような利用方法は効率的でなかった。しかし本機は小形で手軽に使用できる面を持っているため、架空線集材した丸太を小径木、中径木などに仕分け後、はい積みする箇所まで小運搬する小径木の土場整理に主として利用した。

今後、本機を使用するとすれば比較的緩傾斜の林地内における小規模集材とか、架空線集材箇所の小径木整理等に有効であると考えられる。

(3) シュート

シュート集材の技術指導は先ず敷設から実施した。集材予定区域をハンドレベルを持って踏査し、傾斜、間伐材の散乱状況、作業及び通行人等に支障にならず、その後の作業、例えばトラックへの積み込み等に便利な土場があること等を考慮して路線を決定した。傾斜は終点の土場附近で 10° 前後、中間で $15^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 、材を入れる附近で $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ で、全体の傾斜を 25° 程度となるよう指導した。

組み立ては路線に沿って灌木、雑草等を刈払い、単位シュートを路線に配置し、土場側か

ら組み立てて行く。シュートは直接地面に置くことも可能であるが凹凸の大きい箇所、あるいは小沢等を横断する場合は必要に応じて、杭等を使用する方法を指導した。また連結され



写真III-17 シュートの敷設作業

たシュートは附近の立木あるいは杭にロープで固定し、シュートの揺れ、移動防止するように指導した。終点部には付属のストップ及び「半樋」を使用、丸太の飛び出し防止をした。特にこの事業所の採材は4 m材が主であるため、曲線部を作らないことに注意した。

シュート集材は、最初試験的に実施することとし、延長50 m、傾斜25°程度の直線シュートで実行した。エリオッティマツの皮付丸太の場合、シュートを設置した勾配が25°あれば、シュートに少し水を流すことによって、皮付丸太でも滑走することを確認し、さらに延長4.8 m、傾斜25°程度の所に設置集材した結果、シュートに少し水を流すことによって乾燥した皮付丸太でも滑走した。ただ、シュート集材で留意すべき点は終点での搬出材の制御である。滑走して来た丸太が道路等に飛び出さないように、丸太飛び出し防止を適切に配置し、次工程のトラック積込みが容易であるように作設する必要がある。

III-2-5 安全管理と生産管理技術

人力による作業から一転して大形の各種機械による作業環境の変化は、ただでさえ作業環境の劣悪な山林作業において危険性が大きい。機械操作をあやまったり、守らなければならない約束を守らない結果生ずる災害は、人力作業のそれとは比較にならないほど重大である。

便利さのかけにかくれたこの大きな災害を未然に防ぎ機械の性能を十分に発揮するためには、正しい使用方法と永年の経験と繰り返し実施された試験の結果生み出された規則を守って作業を進めるしか方法はない。勿論、技術移転を進めるなかで、安全作業の指導も十分なされ、その結果大きな災害の発生をみるに至らなかったが、むしろ無災害であったがゆえに、機械作業の危険性を忘れることが恐ろしいことである。2カ年延長計画期間においてはこれまでに培われた技術を基に、生産性の向上、経済性の追求、労働強度の軽減等を追求しつつ、安全作業の確立をめざして指導した。

すでに事業化されるまでに至った機械化伐出の技術であるから、生産活動を続けるなかで、個々の作業、個々の機械の取扱い、安全のための作業改善等をサ州側でも容易に実行できることを中心に指導した。

実行にあたって、供与された間伐材搬出機器のすべてが活用でき、かつ、早期に間伐を実行しなければならない地域、4280 ha の伐区を選定した。

① 身仕度

安全作業を進めるうえで、軽視できないことは身仕度である。身仕度がしっかりしていれば必然的に、心もひきしまり、安全に対する認識もたかまるものである。

身仕度については、保護帽、ゴム長靴が支給され災害防止に大きく貢献している。服装は作業衣の支給にまで至っていない現時点では、各人様々である。ワイヤローブを取扱う作業に必要不可欠の手袋も支給されるようになり効果をあげている。保護帽は、カウンターパートが卒先して着用しなければならないと指導し、作業員には根気よく繰返し繰返し着用を呼びかけ、古い物、傷ついた物は速やかに更新するよう指導した。

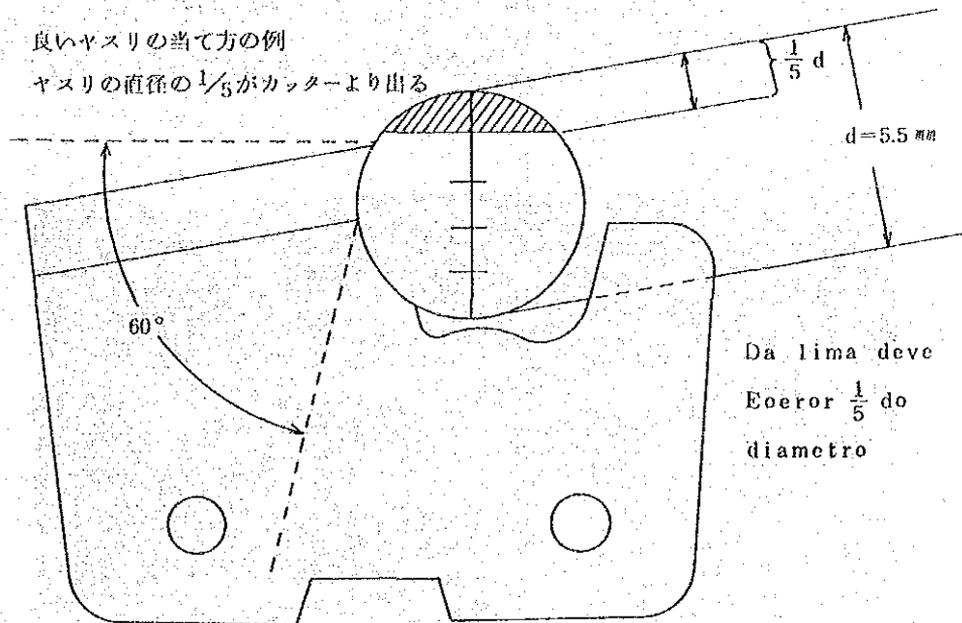
安全思想の徹底はその国の習慣、国民性、国情等により、長時間を要するものと思われるが、今後もカウンターパートを中心に一步一步前進して行くものと思われる。

② 伐木造材

カンボスドジョルダン州有林におけるチェーンソーの使用について、技術的には何ら問題はないのであるが、始業点検、終業点検が徹底していなかった。附属工具も不備のため、実行できなかったこともあるが、1984年チェーンソーの更新を機会に、チェーンソーおよび附属工具の管理をチェーンソーマン各自に任せた結果、工具の紛失もなく点検も励行されるようになった。

チェーンソーの目立については正しい目立がいかに能率的、経済的であるか、また労働強

度の軽減につながるかを説明し、重要な点を図解した技術指導用カードを作成し、目立の際には常にこれを見て実行し正しい目立を身につけるよう指導した。指導用カードはチェーンソー作業関係で23枚作成した。図III-5にその一例を示す。目立についてはチェーンソー



図III-5 チェーンソー作業の技術の技術指導用カードの一例

ーを固定するUバイスの使用方法を指導、次いでソーチェーンの動きを防止するため、バーとソーチェーンの間に木片等を挿入し固定する方法を指導、目立の時の具体的な姿勢、ヤスリの動かし方、力の方向、する回数を各々の刃について一定にすること、ヤスリに上下、左右の運動をさせないで、直線運動にすること、デブスケージのすり方、ソーチェーンの規格に合ったヤスリの選択、カッターの長さ合ったヤスリの使用等について機会あるごとに指導した。また新しいソーチェーンを使用する際の注意事項、ソーチェーンの切断と継ぎ方、ソーチェーンの適切な張り方等について指導した。

次に伐倒作業について伐倒方向の安定のため、受け口と追い口に段差をつける方法、くさびの使い方について指導した。しかし、ha当りの植栽本数が4,440本で、そのうえ成育良好のため、樹冠は完全に隣接木と接触し、理想的な方向への伐倒は困難であった。従って、かかり木が多数発生した。かかり木処理にミニナルホールを使用した。樹高の高い大径材の引き倒しは不可能であった。かかり木の処理方法は当地で従来から行っている方法、すなわち他の伐倒木の衝撃荷重で倒して行く以外に効果的な方法はないと思われる。

造材寸法については、トラクタ集材を除いて総て単純に根元から4mに採材していたが、

建築材等の良材については通直材の採材を心掛けるよう指導した。トラクタ集材の場合全幹集材が主体であったが、能率の点、残存木の保護の点から間伐木の大小、搬出路の状況に応じて8m～12mに採材するよう指導した。

サルカの切り落しは全然せず、枝払いも完ぺきとはいえない状態であった。これらの点については買受人にその必要性について質問したところ、サルカについては延寸があれば問題なし、枝払いについてはトラック積みに多少支障があるが別段問題にすることも無いとの回



写真Ⅲ-18 製材工場のトラックに一般材を積む作業

答があり、低廉な木材価格では必要ないものと思われた。表Ⅲ-4に1985年8月現在の間伐材価格を示す。

気候のためか、材質によるものか、材の変色が非常に早いので、伐倒は搬出の能力に合わせてあまり先行しないようにし、買受人に喜ばれる新鮮な材を生産するよう指導した。

表III-4 マツ、ユーカリの間伐材価格 1985.8.9現在
(極積の層積計測によるエステーリ(1m³)当り)

単位 クルセイロCr \$ = 40円

仕	様	極積丸太	立 木
a	皮付丸太		
	直 径 6 ~ 13 cm	8,000	2,000
	直 径 6 ~ 18 cm	11,000	3,000
	直 径 6 ~ 25 cm	14,000	7,000
	直 径 1.5 ~ 2.5 cm	18,000	12,000
b	皮剥丸太		
	直 径 5 ~ 10 cm	8,000	2,500
	直 径 5 ~ 15 cm	11,000	3,800
	直 径 5 ~ 22 cm	15,000	9,000
	直 径 12 ~ 22 cm	20,000	14,000

③ 架空線集材

架空線集材技術は、モノケーブル方式、ランニングスカイライン方式、スラックライン方式、タイラー式について技術指導をすでに実施済みであった。

タイラー式を除いて、カウンターパートおよび一部の作業員はわずかな助言だけで架設できるまでの技術を習得している。しかし安全に関する認識が不十分で、例えばガイラインの角度、必要最少限のクリップの数、クリップあるいはシャックルの使用方法等について省略したり完全に習得されていない点が見られた。

カンボスドジョルダン州有林の地況及び林況は、最大傾斜32°、平均傾斜16°、林令22~25年、最大直径44cm、最高樹高34mに達しているものもあり、間伐材といえども4mで末口径40cmの丸太もあることから、間伐材の搬出は、ランニングスカイライン方式とスラックライン方式が最も適合している。サ州側もこの2方式について特に期待するところが大きかったため、事業実行を進める中で架設、撤去を繰り返し、今まで忘れがちだった架線集材の作業規準の細部について指導した。

指導にあたっては言葉の通じない点を補うため、前述の集材機作業に関する指導用カードを各作業員に作業中携行させ、指導の能率化を図った。カードは作業中気の付いた事項をその都度メモして作成した。集材機作業関係はワイヤロープの取扱いを含め24枚のカードを作成した。その一例を図III-6に示す。また集材機の据付け場所、荷卸し土場、元柱、先柱、向往、コントロールラインの位置選定にあたっては、支障木の伐倒を最少限にとどめるよう入念に調査することを指導した。

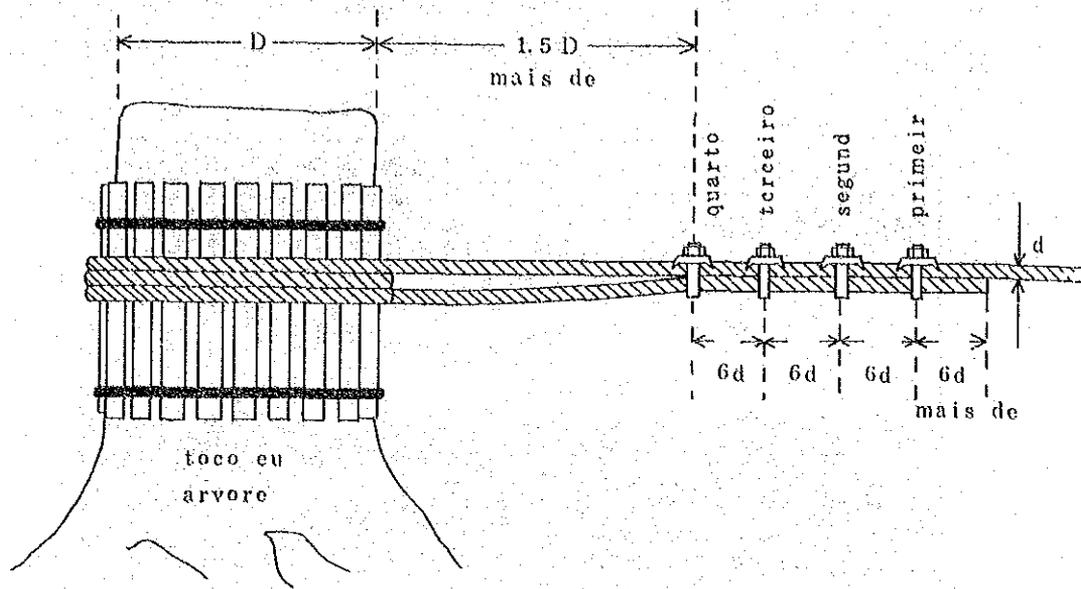
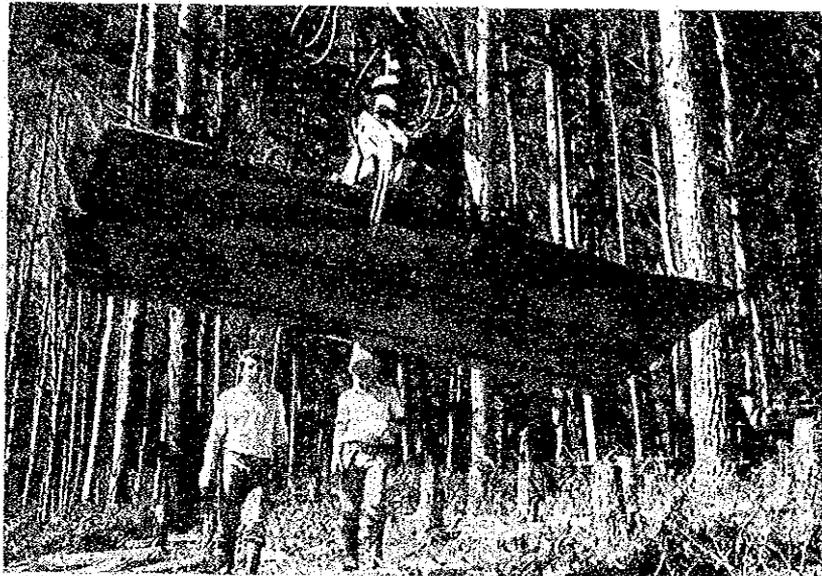
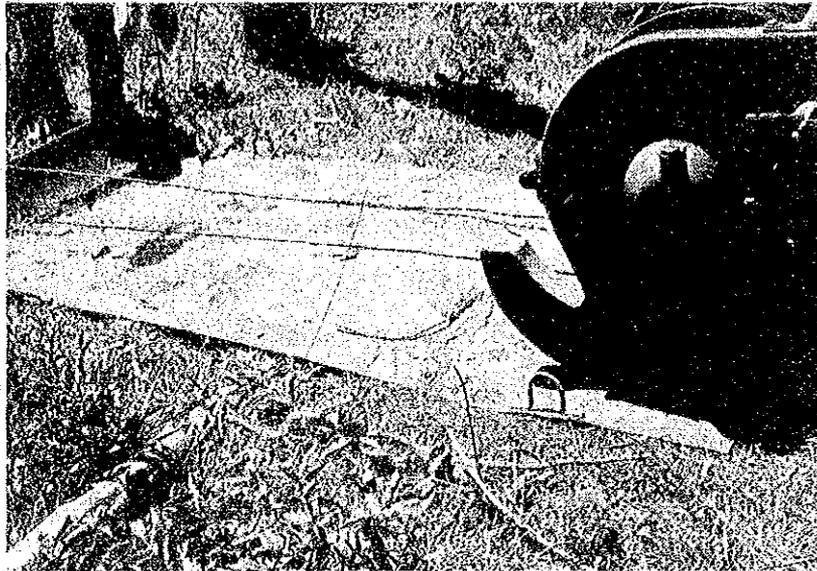


図 III - 6 集材機作業の技術指導用カードの一例

集材機の林内移動は伐根、転石等が支障となってワイヤロープが過負荷の状態になり、非常に危険であり、かつ非能率であったため、縦3000mm×横1220mm厚さ3.05mmの鉄板で運搬用の櫓（写真III-19、20）をつくり試験をした結果、安全かつ能率的に移動するこ



写真III-19 集材機林内自力移動用に試作した鉄ぞり



写真III-20 鉄ぞりの上に集材機を乗せる作業

とができた。

荷掛手、荷卸手、運転手は相互に良く連絡をとりあうとともに、合図の徹底および、搬器、ワイヤロープ、ブロック、集材機等の状況を常に把握し、異状の早期発見に努めるよう指導した。また作業班長は各現場を良く巡視し、作業員に適切な指示を与え、災害を未然に防ぐと共に、搬出機器、搬出設備等の損傷を最少限に食い止めるよう指導した。

ランニングスカイラインの横取り幅は搬器移動の難易および残存木損傷、スカイラインに与える衝撃の大きさを考慮して、斜面の下側を広めに上側は無理のない範囲にするよう指導した。

荷掛けの順序はカウンターパートの要望を尊重し、荷卸し土場の整理の能率と新鮮な一般材を早期に生産するために、荷掛手の歩行に支障とならない限り、一般材を優先させた。一般材については搬出後直ちに製材工場が引取って行くので、新材との仕分け整理の省力にもつながるのでこの方法を採用した。荷掛手の安全な待避場所の選び方、荷卸手の運搬中における線下作業の禁止、とびの正しい使い方等についても巡視中常に指導した。

現地では集材機KK-1BNS 130Lを3回移動、主索を15回張り替え、集材機KK-2BC 240を1回移動、主索を5回張り替え共にランニングスカイライン方式で、集材機Y-252Eを1回移動、主索を1回張り替え、スラックライン方式で実行した。スラックライン方式については地形の状況に応じてスカイラインを移動させる方法と、リモコンウ

ンチとの組作業について指導した。

ワイヤロープの取扱いについては、作業基準に基づいて損傷の場合による交換の外、使用時間および搬出量による交換の必要性も説明、ワイヤロープの履歴を把握しておくよう、また給油、適切な保管方法についても指導した。ワイヤスプライスについてはショートスプライス、アイ加工の巻差し、割差し、圧縮加工等いづれもマスターしていたが、よりこらし、より入れについて省略する作業員が多いので特にこの点について指導した。

その他、安全作業の目安として、吊り荷の重さを知るために、日本のアカマツ生材、1m³当たり950kgを参考にして1回当りの重量測定を実施した。なお木材の重さの概略を測定したいとの要望が出されていたのでテーダーマツおよびユーカーリの測定を実施した。

生産管理の初歩としてKK-1 BNS 130Cによるランニングスカイライン集材で集材機の移動、据付け、支障木の伐採、架設、搬出作業の総人工数、消費油脂量、総搬出量、機械稼働時間数、主索張り替え総人工数、撤収作業の総人工数の測定を実施した。しかし生産管理そのものの必要性を認めない傾向が見られたので、将来、必要になった時点で参考になる範囲の指導にとどめた。

架空線集材のうちモノケーブル方式は当事業所の特殊な事情、すなわち間伐材といえども主伐材と同等の大径材が多く、かつ4m材の需要が多いことから、線下への木寄せおよび荷掛け作業が非常に困難であるために、現状では活用の範囲が限られている。今後、成長のよい中腹以下の間伐手遅れ林分の伐出が完了し、尾根筋の小径材が多い林分に移った際にはモノケーブルの特徴が生かされ、現時点までに移転した技術は十分に発揮されるものと思われる。これに対しランニングスカイライン方式は急傾斜が多く、林道密度の高い当事業所の上木集材に最も適した搬出方法であり、架設、撤去、運転操作いづれも簡単である。

安全作業を常に心掛け、作業基準の一つ一つを遵守して作業を進めて行くなれば、より一層の効果が期待できる。架空線集材全般についていえることであるが、伐採にあたっては向柱、元柱、先柱、集材機据付け用スタンプ等主要な立木を保存しておくよう注意する必要がある。

スラックライン方式はランニングスカイライン方式やトラクタ集材でカバーできない区域にリモコンウインチを併用した作業方法をとれば効果的である。スカイラインに16～18mm程度の太めのロープを、またホールバックラインに8mm程度のロープを使用すれば安全かつ経済的である。

④ トラクタ集材

トラクタ集材はT-20A形ロギングトラクタ27PSで最大斜度15°までの全幹材集材を実行、安全作業と能率向上を主として指導した。

機械操作の技術は前任者の努力と運転に対するブラジル人の優秀性から改めて指導する必

要は認められなかったが、熟練するに従って機械に対して能力以上の仕事をさせたり、安全を無視した機械操作をする傾向が多く見られた。幸い事故の発生を見ることはなかったが、それが原因と思われる故障が時々発生している。この傾向を改めるために木材の重量を認識させ（日本のアカマツ1m³当り生材、約950kgを参考にして）、1回当りの集材量の制限、残存木その他障害物の抵抗を緩和させるためのオートスナッチブロックの使用、集材道路の整備、抵抗の少ない材の優先集材、ウインチ集材の多用、インテグラルアーチローラーは下段または、中段を使用すること等について指導した。

機械運転操作、集材技術については大形ホイールタイプトラクタT-50で習得済であったためかえってそれが災いして、無理な作業をするようになったものと思われる。

能率向上のため12mmのスリングロープを10mmに替え、材が抜ける率を低くした。しかし、スリングロープの消耗が激しいため、能率を上げるべきか、高価な資材の消耗を少なくすべきかで二者択一を迫られる結果となった。結論としては、ワイヤロープの価格、加工の手間に対し現時点の木材販売価格を比較した場合は安全上問題がなければ多少の能率低下はやむをえないということになった。また成長が速いため材がもろく、20m以上の大径木になると集材中残存木等の障害物で胴折れが多発するので、良質材の生産、能率の向上、残存木の損傷防止等の見地からこのような大径、長材は8mないし12mに造材した。その結果、トラクタの過負荷も減少し、集材回数が大幅に増加し、能率アップにつながった。

ホイールタイプトラクタによる間伐材の搬出は、林床の荒廃を最少限におさえるという施業方針から、適用範囲を林内でトラクタが自走する最大斜度を10°前後とし、作業道の新設は極力おさえ、既設の林道を最大限に活用する作業方法としなければならない。やむをえず作設する場合は等高線方向とし、雨水による林床の侵食を極力防止する必要がある。ウインチロープの引き出し距離が長くなった場合は、リモコンウインチによる引き出し作業も組合せ、能率の向上と労働強度の軽減を計る必要もある。

ホイールタイプトラクタは機動性に富んでおり、ブラジルにおいても主伐、間伐を問わず集材機械の主力となるものであるが、林地荒廃の誘引となる作業方法は許されない。したがってタイヤがスリップするような急勾配の登り坂、無理なけん引、無制限な搬出路の作設等を避けた作業方法を採用すべきである。

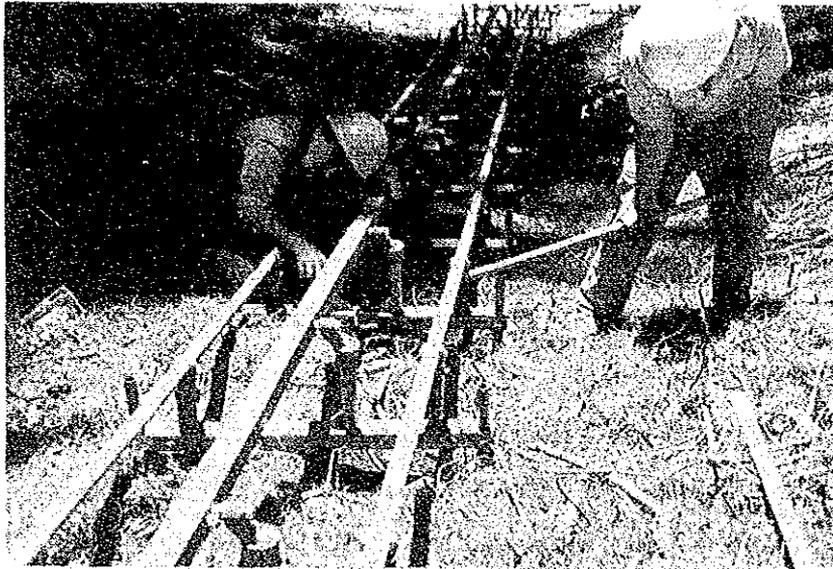
⑤ モノレール集材

モノレール集材については、1982年に架設された延長230mの撤去から指導した。モノレールの撤去は、架設と逆の山元から開始し、撤去した資材を順次、運搬台車に積み、荷卸し土場へ運搬した。

撤去作業は、架設作業と異りあまり高度の技術は要求されないが、レールを分解した際ボルトやナットを紛失しないように、また細かい部品の回収もれがないように注意した。撤去

作業で困難な作業は主レールおよび補助レールのジョイント部分の切り離しと支持台の撤去、支柱の引き抜きである。特に支柱の引き抜きはヒペイロン地区の土質が粘着力が強いため困難であった。引き抜き作業は大きなバールを振動固定板に掛けて引き抜いた。補助レールのジョイント部分の切り離しはパイプレンチを使用した結果、能率よく軽く引き離すことができた。主レールのジョイント部分の切り離しは、レール支持金具取り付け穴に鉄の棒を差し込み、一人がレールの先端を左右に振り、一人が差し込んだ鉄の棒を軽くたたく方法で比較的容易に切り離すことができる。支持台の取りはずしは左右を同時に水平に持ち上げることと大切である。

架設の際、左右の支柱が垂直に建てられていないと撤去作業が非常に困難になるので、撤去作業中に次の架設に備えて特にこの点について指導した。架設箇所は伐倒を先行し、リモ



写真Ⅲ-21 モノレール架設作業

コンウインチで予定線上の丸太を荷積みが容易なようにできるだけ山側に木寄せしておく。前述の支柱を垂直にすること、急なカーブと急勾配はできるだけ避ける、Sカーブ、上下カーブは中間に直線コースを入れる。レールを曲げる場合の角度と回数、例えば方向を 45° 変える場合、1ヶ所で2度曲げて6 mの間で曲げ機を2~3回移動させることや、1ヶ所 15° 以上捻ってはならないというレール捻り機の使用法等を指導した。架設中に風倒木がレールを曲げるという事故が発生したが、曲がったレールと前後いずれかのレールのレール支持ボルトを全部取りはずし、バールを用いて継手の部分を持ちあげて切り離し、曲ったレールの

交換をした。

モノレール集材も長さ4 m, 末口径14~15 cm以上の丸木になると荷積みが非常に困難で危険を伴う。大径材の積み込みにリモコンウインチのワイヤーを丸木に1回巻き, 端末を反対側の立木に固定して巻き上げる方法を試み結果は良好であった。

架設, 撤去, 集材, 運転操作総ての技術を完全に習得しているが, やはり大径材の比較的多い当現場においては荷積み作業の労働強度が非常に大きいので, アタッチメントの積み込み用ウインチが必要である。小径材の多い尾根筋の林分で使用すれば, 林地保全上, 理想的な搬出機器であり, 架設撤去を繰り返す間に少い人工での敷設も可能となり, 今後の活躍が期待できる。

⑥ リモコンウインチ集材

リモコンウインチは無線を使用せず, 荷掛手兼荷卸手と機械操作手の2人組作業形態でモノレール集材およびスラックライン集材の木寄せ作業を実施している。モノレール集材の大径材積み込み作業を試験的に実施した結果は前述のとおり良好であった。

本機による作業は簡単なため, 一部の作業員を除いて機械の固定, 向柱の選定, オートスナッチブロックの使用, ガイドブロックの使用, 荷掛け, 荷はずし, 機械操作, 安全に対する心がまえ等, 全てにわたって完全に技術の習得がなされている。特に本機の操作は簡単であるから高令者であっても十分に使いこなせる。高令者の多い(作業員21名中47才以上11



写真III-22 リモコンウインチとモノレールの組作業

名, 表III-5参照)カンボスドジョルダン州有林にあっては他の搬出手段との組作業を中心に非常に期待できるものと思われる。地曳作業のため林床を損傷したり伐根, 立木, 転石等の障害物により作業能率の低下を招く場合があるが, 木寄せキャップを使用すればこれらの問題も解決され, 安全の点からも良いものと思われる。木寄せキャップは供用されていないが, 現地で容易に製作できるので早急に作るよう要請しておいた。また作業能率向上のためナイロンスリングの開発が望まれる。

表III-5 カンボスドジョルダン州有林機械化伐出班作業員

氏名	年齢 (年)	職務	身長 (cm)	体重 (kg)
アデミール ロベス S. カンボス	33	班長	173	76
アウトイル ピント ダ シルバ	23	運転手	164	72
アントニオ ダ シルバ ホーザ	57		154	52
ローケ リペイロ ダ シルバ	47	運転手	166	53
アルフレド ムニツ タバレス	43		168	59
ゼラルド P. ダ シルバ	43	伐採手	162	52
マノエル R. ダ コスタ	55		167	55
フランシスト P. ダ シルバ	38		170	58
ジョゼ イノセンシオ ダ コスタ	35		170	62
バンドレイ デ T. コスタ	21	運転手	168	56
クラウジオ アルベス デ リマ	37	運転手	169	62
ジョルジ ダ シルバ	40	伐採手	166	64
ジョゼ イノセンシオ	60		166	64
マリオ R. ダ コスタ	50		170	69
ベネジト G. M. デ パウラ	50		170	60
ジュベナール G. ダ シルバ	48		164	63
ジョゼ ベネジト ダ シルバ	47		172	64
ベネジト コスタ	50	伐採手	171	64
エルネスト カンジド ダ シルバ	48	運転手	165	73
アントニオ ドス レイス	43		168	65
エドガール ピント デ モラエス	57	伐採手	155	56

現在ブロック類の取付けに際し立木にあて木を取付けているが、この作業量が非常に大きいので、やむを得ずブロックの移動を省略して無理な角度の集材をしがちであるので、ブロックの移動を頻繁に行うよう指導した。本機の作業には特に強度300~500kg程度の軽便なナイロンスリングが必要である。また本機の活用範囲を広げるために、トラクタ集材のウインチロープ引出しに使用する方法を指導した。

⑦ 林内作業車集材

林内作業車は主として小径材の小運搬用として土場整理に使用している。当現場がT-20あるいは架空線集材が有利な地況および林況であったため、このような結果となっている。林内における運転技術も勿論習得している。ブラジル人特有の機械の能力以上の酷使は本機についても例外ではない。そこで機械管理、安全管理を重点的に次のような点について指導した。最高速度14.2km/hを厳守する。荷をけん引して急傾斜または急曲線の道路を下るときの速度は5.5km/h以下とする。最大積載1.5m³、1200kgを超過しない。積荷は本体に60%、トレーラーに40%の重量比とする。運転台(背あて)と積み荷の間隔を30cm以上とする等である。

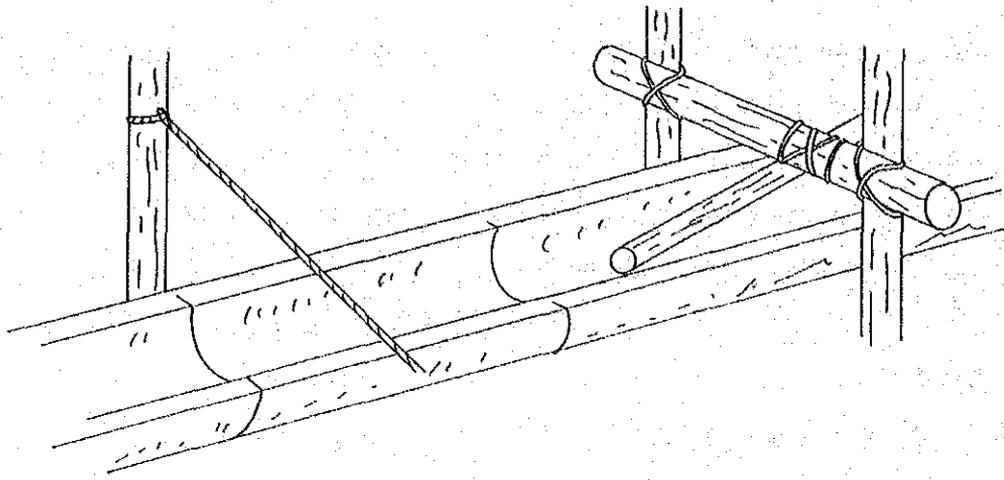
エアクリーナの清掃、燃料系統の清掃、操縦レバー、ペダル類の調整、必要箇所への給油脂、変速機、ブレーキなどの油量点検、Vベルトのゆるみの点検等についても指導した。本機は主として小径木の集材に使用し、最大斜度10°前後の林地の使用にとどめるべきである。搬出路は伐根を低く切り、転石等を除去する程度で充分であるから機動性を十二分に発揮できる。

林道網が張りめぐらされた現地といえども、2,681haの間伐対象林の中には林内作業車による搬出が有利な区域も多くあるから、移転された技術は必ず生かされるであろう。

⑧ シュート

シュートは本プロジェクトに供与された間伐材搬出機器の中で最も簡単なものであり、すでに架設撤去は経験しているため、シュートの使用技術はマスターしている。

従ってシュート集材についても安全作業を重点に指導した。まず土場付近へ関係者以外を立入らせないこと。材を投入する作業員と土場整理をする作業員の合図を徹底し、材がシュートの中にある間は土場の作業者は安全な場所に退避すること。投入された材のスピートが出すぎる場合は枝や葉をシュートの中に入れるか、伐倒木の梢端部をシュートの上におおいかぶせるか、または図III-7のような方法をとる。2本同時に投入しないこと、材の滑走中シュートの下側やカーブの外側に立入らないこと、作業中異状が発生した場合は直ちに作業を中止し点検整備すること、毎日の作業開始時にボルトのゆるみ、杭の状況、ロープの状況等を点検し、敷設が完了したら必ず小径材を数本ながして試運転を行い、滑走状況、カーブ、



図Ⅲ-7 シュートのストッパー

ストッパー等の状態をチェックすること、さらに集材作業は土場近くから始め順次上へ向って行い、足場の整備をし、材はできるだけ元口を下にして入れること、重い材は安全とシュートの破損を防ぐため2～3人で投入すること、必要に応じてストッパーを設けること等を指導した。

シュート集材も長さ4 mの大径材を投入することは困難であり、かつシュートを破損し易いので、短尺、小径材を中心に使用することが望ましい。ブラジルではコーカリのパルプ材、薪炭材の生産が非常に多く、しばらくこの傾向が続くことは確実であり、省エネルギーの面で当事業以外へも広く普及するものと思われる。

おわりに

今後、当事業所をはじめブラジル国において機械による間伐材の搬出技術を定着、発展させるとともに、安全かつ能率的に作業を進めるために次の事項を提言する。

- 1) 安全作業を第一と考え、作業基準等に定められた約束に従って作業を進めること。
- 2) 機械類に能力以上の仕事をさせないこと。
- 3) 機械器具、工具、部品等の管理を適切にし、故障を未然に防ぐとともに、故障の発生した場合は速やかに対処できるようにしておくこと。
- 4) 各々の機械の特長を十分に発揮させるために、地況、林況をよくみきわめ最も適した機械、搬出方法を選ぶとともに、搬出方法に適合した伐木造材の方法を考えること。例えば荷積み作業の困難な機械については小径材の多い区域にする等である。
- 5) 林道の維持管理を徹底し、雨期における作業能率の低下、販売量の低下を防ぐこと。
- 6) フォークロード等の利用により土場整理の能率化と、径級別稚積による有利販売、木材の有効利用をはかる。

- 7) 現在、薪炭材と利用している小径材についてより有効な利用を開発するとともに、積極的な販路拡充を進める。
- 8) 成長が極めて速い当現場のような林分については、需要の最も多い径級を中心に間伐し、投資効果の向上をはかる。
- 9) ブラジル独自の林業機械の開発を図る。なぜならば現在供与されている機械類が故障した場合、修理物品の調達が極めて困難であるからである。

以上、7年間にわたって習得された機械化伐出技術の基に更に研さんされ、ブラジル国独自の技術をも加え新しい技術を開発し、サンパウロ州はもとよりブラジル国の機械化林業が増々発展することを期待する。

III-3 研究協力の概要

III-3-1 林業機械性能試験法

(1) 研究のねらい

森林作業を機械化する主たる目的は、その作業の能率向上と生産性の向上、作業強度の軽減と安全の確保などにある。ある作業システムにおいて新しい機械を採用したり、別の作業システムに切り換える際には、その機械の性能を十分に活用し能率を上げるとともに事故や災害の発生は極力避けるよう対処しなければならない。そのためには事前に使用目的や作業条件に適合した機械を選ぶとともに、選定した機械類の諸性能を正しく把握し、それを越えるような使い方はしないよう留意する必要がある。機械性能を大別すると機械本体の性能と作業機の性能及びこれらに共通するものとなる。以下、各項目別の試験方法と試験成果の事例を紹介する。

(2) 試験方法と成果

機械の種類及び使用目的によって試験項目は異なるが、共通的なものとして本体寸法、総重量、エンジン性能等主要諸元に関する諸計測があげられ、作業機の性能に関するものとしては、車両系の場合は走行性能、旋回性能、登坂性能、制動性能等の試験があげられる。それ以外に重要なものとして、ウインチ性能及びけん引性能、さらに機械から発せられる騒音、振動の測定試験もあげることができる。以下に供与機材の主なものを対象に、項目毎の試験方法及び結果について述べる。

① エンジン回転数の測定

エンジン付機械の性能を比較する時の基礎になるのがエンジン回転数の測定である。大形車両系機械にはエンジン回転数指示計がついている。チェーンソー、集材機、モノレー等の場合はエンジン回転計を用いる。

② 燃料消費量の測定

エンジンの燃料消費量の測定は一定の仕事を行った後の燃料タンク内の残量から消費量を求めるいわゆる満タン法が簡便法として知られているが、性能試験のための正しい測定を行うには燃料消費量計を用いる。本器はガソリン、軽油のいずれも測定できる。

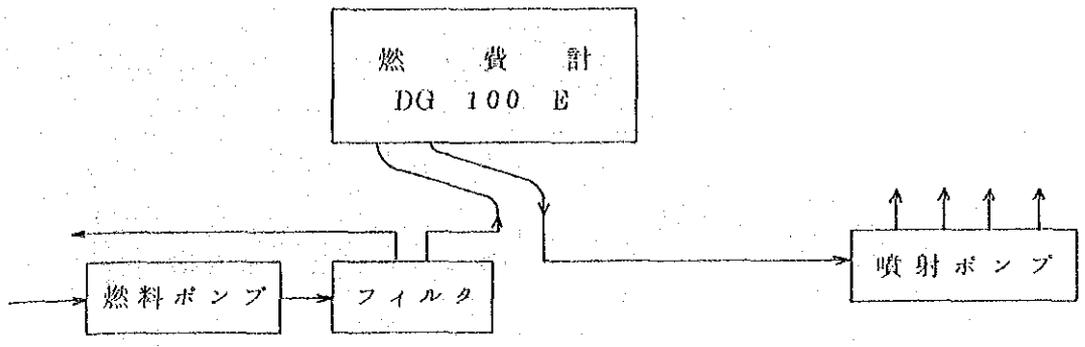


図 III - 8 ジーゼルエンジンの燃費測定図

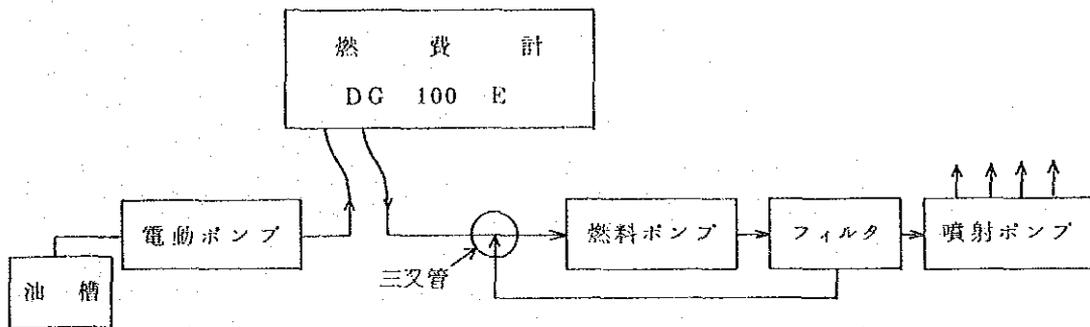


図 III - 9 ジーゼルエンジンの燃費測定図

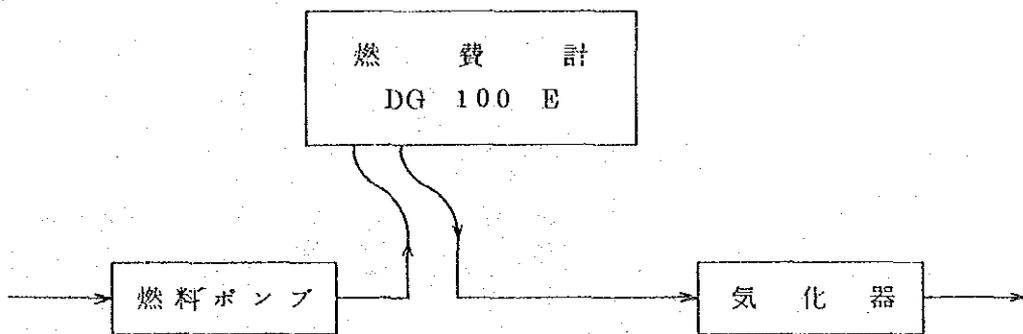


図 III - 10 ガソリンエンジン (燃圧 0.1 気圧以上) の燃費測定図

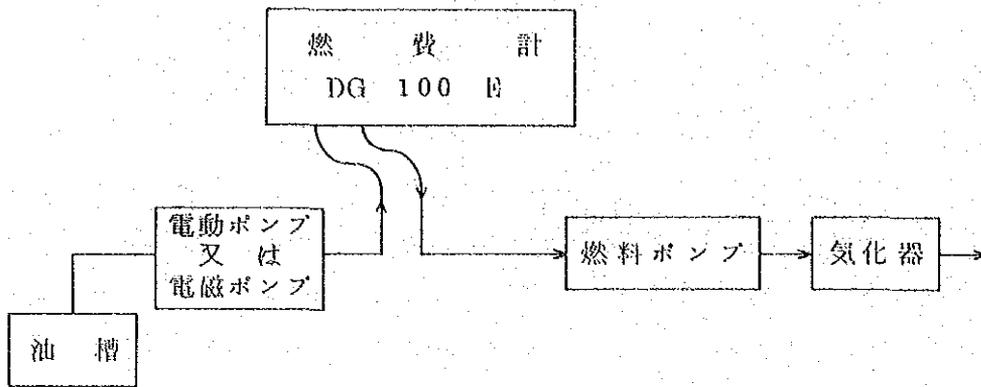


図 11 ガソリンエンジン（燃圧 0.1 気圧以下）の燃費測定値

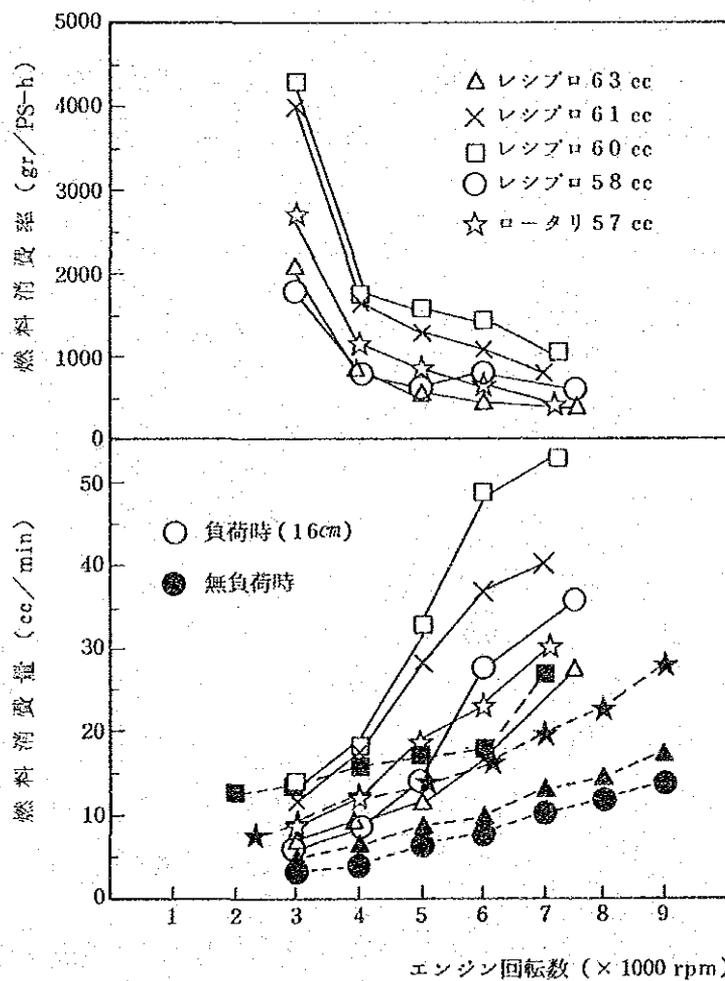


図 12 チェーンゾーの燃料消費量と燃料消費率

表III-6 DP-100の走行速度測定結果

(1) 舗装平坦路50m, トレーラ搭載時

減速	1回目	2回目	3回目	4回目	平均	時速換算
	秒	秒	秒	秒	秒	km/h
前進 1速	19.6	18.9	18.9	18.1	18.88	9.5
2速	12.8	11.9	11.7	11.0	11.85	15.2
3速	8.0	8.0	7.9	7.4	7.83	23.0
後退	24.0	23.9	24.2	24.0	24.03	7.5

(2) 舗装平坦路1km, 玉切材積載時

測定番号	測定値	時速換算	積載重量	備考
	分 秒	km/h	kg	
1	4 50	12.41	1,889	三輪駆動
2	4 20	13.85	1,880	(前進3速)
3	5 00	12.00	1,779	
4	5 00	12.00	1,863	
5	4 30	13.33	1,813	
平均		12.72	1,845	
1	4 50	12.41	1,575	二輪駆動
2	4 20	13.85	1,651	(前進3速)
3	5 00	12.00	1,601	
4	5 00	12.00	1,613	
5	4 30	13.33	1,660	
平均		12.72	1,620	

③ 走行速度・最小旋回半径・登坂性能の測定

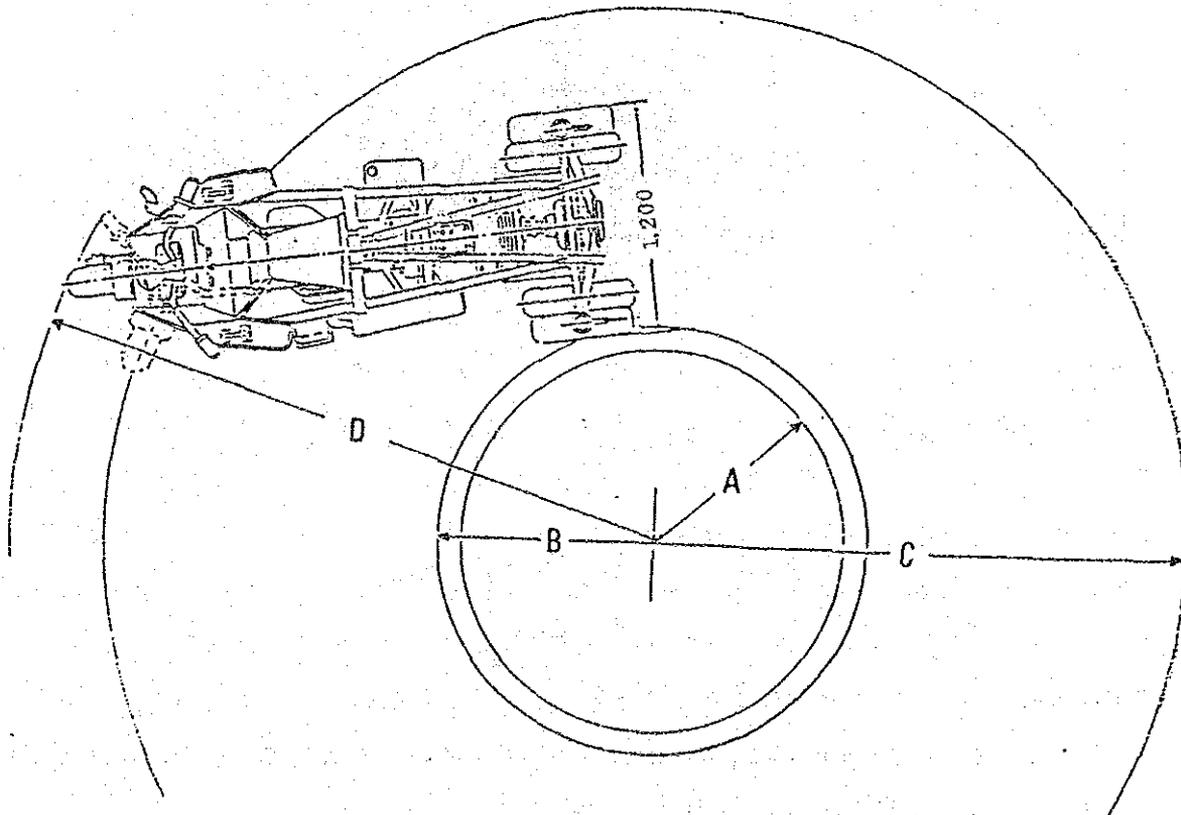
いずれも簡易な計測器具, 例えば測量用コンパス, メートル縄, ストップウォッチ等を用いて計測が可能であるが, 初期設定や読み取りを正確に行うことが重要である。走行速度はホイールタイプの場合は平坦な舗装路面で, またクローラタイプは草を刈り取った跡の平坦な路面で距離50m以上の直線を試験コースとして選定する。車両の試験区間走行中はアクセル開度は一定とし, ギャチェンジ, クラッチ, ブレーキ等の操作は行わない。測定は運転者以外の者の合図により, ストップウォッチを用いて同一条件で3回以上行い平均値を求める。表III-6に林内作業車DP-100を用いた試験結果を示す。本試験はカンボスドジョルダン州有林内で行ったものである。

最小旋回半径を求める時も原則としてホイールタイプの場合は平坦な舗装路面で、またクローラタイプは草を刈り取った跡の平坦な路面で、供試車両が十分に旋回できるだけの面積をとる。供試車両は付加重量をつけないときの状態とする。試験速度は約2 km/hとする。最小旋回半径はホイールタイプは外側前輪タイヤ中心の軌跡で測定し、クローラタイプは外側履帯接地面軌跡の外側で測定する。表用-7にDP-100の試験結果を示す。

表用-7 DP-100の最小旋回半径

	1回目	2回目	3回目	平均
A	0.90	0.94	0.95	0.93
B	1.10	1.15	1.16	1.14
C	2.85	2.85	2.85	2.85
D	3.36	3.36	3.36	3.36

表においてAはトレーラ左車輪の中心、Bは本体後車輪左側タイヤの中心、Cは前車輪の中心、Dはハンドル右端の軌跡までの、旋回半径を表す(図III-13参照)。B-Aが本



図III-13 DP-100の旋回性能試験

体とトレーラとの内輪差であるが、その値は小さく、トレーラの車輪が本体後車輪の跡に重なることがわかる。車両の登坂性能はエンジン出力よりも走行路面の状態に大きく影響されるので、いくつかの路面について、その状態を正しく把握したうえで試験を行う必要がある。登坂性能の簡便な測定法は一定勾配で30m以上の直線試験区間を選定し、車両の負荷および無負荷の状態について試験する。各速度段についてできるだけ車輪をスリップさせずに走行させる。必要に応じてアクセルは全開とする。同じコースで3回以上行い、路面が変化したらやめる。表III-8にDP-100による測定例を示す。同じ路面でも水分含有率によって走行性能は変化するので注意する。

表III-8 DP-100の登坂性能測定結果

ア	コンクリート舗装路面	傾斜19度	測定区間50m	トレーラ搭載
	1速	可	能	
	2速	可	能	
	3速	50%可能(2回成功, 2回途中ストップ)		
イ	砂利道	傾斜18度	測定区間40m	トレーラ搭載
	1速	可	能	
	2速	可	能	
	3速	不可能(4回とも途中ストップ)		
ウ	赤土道の軟弱路面	傾斜20度	測定区間40m	トレーラ搭載
	1速	可	能	
	2速	可	能	
	3速	不可能(4回とも途中ストップ)		
エ	砂利道			
	傾斜11度	1速	積載重量800kg迄登坂可能	
	傾斜16度	1速	" 600kg迄 "	
オ	砂利道	傾斜25度	測定区間40m	トレーラ搭載
	1速	可	能	
	2速	50%可能(2回成功, 2回途中ストップ)		
	3速	不可能		

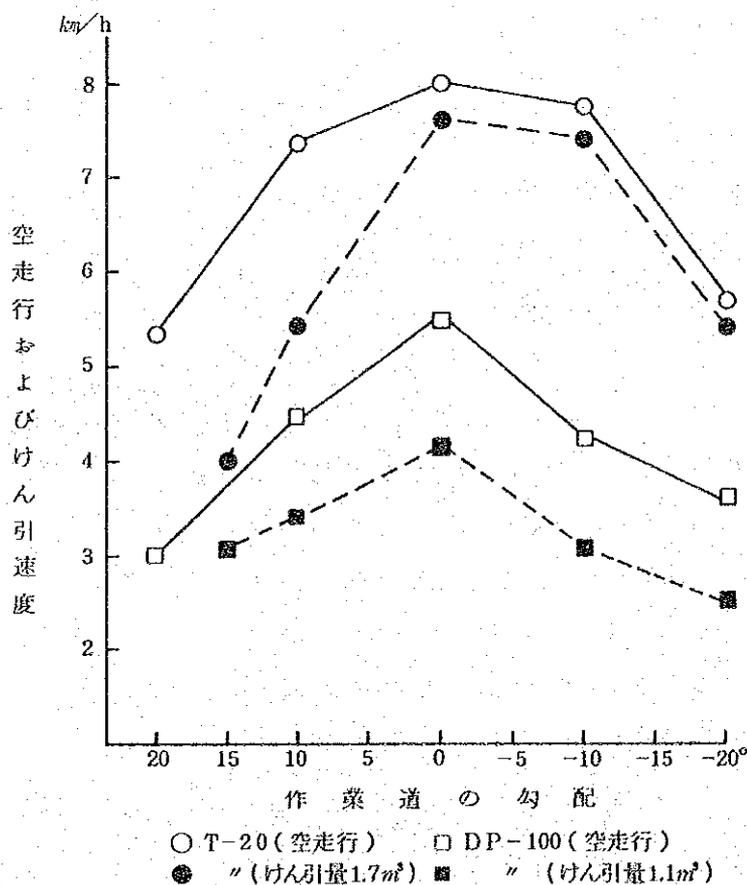
④ ウィンチ性能の計測

集材作業において最も重要な役割りを果たすものに、ケーブルおよびこれを巻き取るウィンチがある。これは集材機、トラクタ、リモコンウィンチ、林内作業車等に共通して言え

る。ウィンチ性能試験はケーブルの張力測定と巻込み速度の測定等からなる。張力の測定を行う時には、ロードセル、動歪測定器、および光電式記録計等を用いるが、それらの使用法についてはⅢ-3-4 作業安全研究のところでも詳しく述べてある。ケーブルの巻込み速度の測定はエンジン回転数、ギヤ減速比、ドラム径およびドラムに巻きつけたロープの層の数から計算することができるが、それぞれを実測し、負荷の状態との関連、とくにエンドレスドラムについてはスリップ率等を求めることは基礎的試験研究の1つの項目となる。

⑤ けん引性能の計測

トラクタのけん引力の正確な測定は一般に専用の制動車を用いて行う。ここではスキッドおよび小形林内作業車の地曳性能の簡便な測定法について述べる。実用的見地から試験路は林内トラクタ道に設定し、あらかじめ勾配と区間距離を測量しておく。つぎにこれらの車両を全幹材をつけて地曳走行させる。この時の速度は運転者が危険あるいは不安を感じない範囲内とする。走行中に各区間毎の所要時間を計測し、勾配と速度の関係を求める。けん引性能は③の走行性能と同様に作業道、林地を問わず走行路面の状態により影響をうけ、最大けん引量やけん引速度は大きく変化する。図Ⅲ-14にT-20およびDP-100

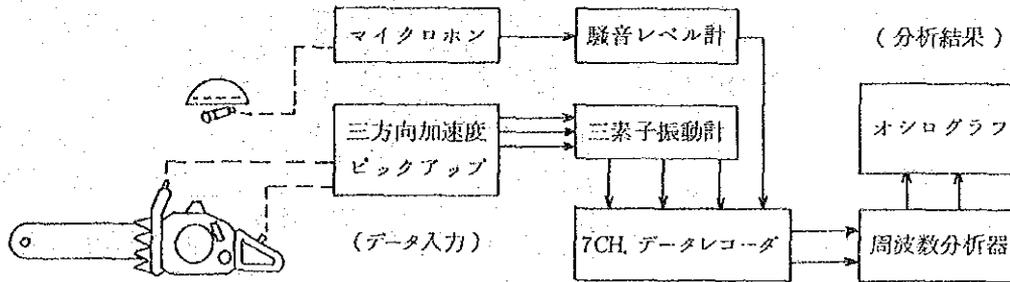


図Ⅲ-14 T-20およびDP-100のけん引性能試験結果

を用いて作業道の勾配とけん引性能との関係を示す。けん引試験ではパトゥラマツの全幹材を地曳走行した。測定区間距離は10～30m、路面は乾燥土道、天候は晴れであった。

④ チェーンソーの振動、騒音の測定

チェーンソーの振動加速度および騒音レベルを測定し、分析を行うには図III-15に示すようなシステムを用いると効率的に処理できる。振動加速度の測定はまず三軸ピックアップ



図III-15 振動・騒音の測定および分析系統図

ップ(PV-93)を前・後ハンドルの把持部にスチール製バンドによって固定する。つぎに振動計(VM-23)の感度を指示計がオーバースケールしない範囲に設定する。現場では指示計を直読することもできるが、後で周波数分析を行うためにデータレコーダに接続し、エンジン回転計の出力や騒音レベル計の出力と同時に記録しておく。騒音レベルの測定はセンサーであるマイクロホン(VC-26)をオペレータの右耳元に位置するようにヘルメットに固定して行う。周波数分析を行うにはデータレコーダからそれぞれの信号を取り出し、周波数分析器に接続し、同時に記録したエンジン回転数をチェックし、回転数が安定している時のデータを採用する。なお測定前後に振動較正器やピストホンを用いて測定器の検定を行うこと、および測定時は図III-16に示すような一定の姿勢を採用することが得られるデータの信頼性、再現性を増し、供試機の正しい評価につながるようになる。

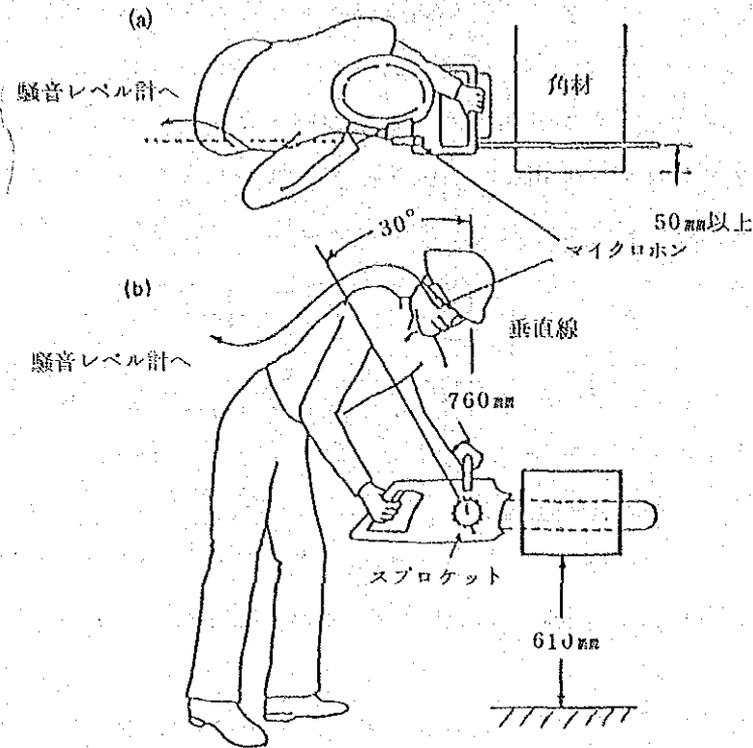


図 III - 1 6 鋸断時騒音測定 of 姿勢

III - 3 - 2 作業能率調査と作業仕組改善に関する研究

(1) 研究のねらい

作業研究は方法研究と作業測定とから成る。方法研究は作業方法を最適化するための方法論であり、作業測定はある作業を行うために必要な時間と資源（原材料・生産手段・労働力・エネルギー）を測定もしくは推定するための測定論と言える。また安全で疲労の少ない作業方法を見出すという問題意識において、労働科学及び人間工学と作業研究の領域が重なっている。

作業研究の直接的な目的には仕事や作業仕組、作業方法の改善と設計、作業方法の標準化、作業員に対する作業方法の訓練、作業管理、計画・管理部門への資料提供、生産性の測定などが挙げられる。作業研究の対象となる仕事の問題をきちんと把握するためには、仕事の目的や機能を追求するとともに、問題を生じさせている現実の状態を調査・分析することが重要である。このために作業能率を調べる手法は有力な手がかりを提供する。とくに現状の中にある問題点を知ることよりも、その問題点を生じさせている要因や条件を明らかにすることが可能となる。そして現状のままに放置しておくとも将来どのような問題が発生するかを把握することが作業仕組の改善に効果的である。

機械化伐出技術の技術移転は山岳林の間伐材搬出技術として適した方法を選択し定着させるという方針で1981年以來の5年間にわたって行われた。そこで技術移転の成果を林業の生産技術という観点から量的に把握し比較検討することにより、間伐材搬出作業における作業技術としての定着度を作業能率の面から評価する必要がある。作業能率の比較を行うことにより作業計画あるいは生産計画のための基礎となる生産性に関する資料を得られる。さらに作業方法の改善のために時間観測が有効であることを示す。したがって本項でとりあげる研究の範囲は、作業測定分野である。なお念のために言えば、方法研究と作業測定という区分は目的によって分けられたものであり、実際に適用される手法には共通点が多い。

(2) 調査方法

① 作業条件の調査

機械化伐出作業において生産性に影響する要因の調査を行う。まず作業計画あるいは作業実行の段階で決定しなければならない作業方法に関する要因をとりあげる。使用機械・作業員編成・作業方法・前後工程との連繋などが相当する。社会的条件や環境条件は主として作業時間に影響するため把握しておく必要がある。例えば雇用形態、労働条件、交通事情、気候などである。

作業対象である森林と搬出材に関する要因としては作業種(皆伐、択伐、間伐など)の他に次のようなものがある。樹種、林令、森林蓄積(m^3/ha)、立木密度(本/ha)、立木の大きさ(DBH:cm, 樹高:m)、搬出材の大きさ(径級:cm, 採材寸法:m)、搬出材積(m^3)などである。

作業が行なわれる場に係わる要因としては林道・作業道と伐区の関係や伐区の大きさ、形状をはじめ、地形、林地の地表条件(傾斜、凹凸、土壌、植生など)、集材方向、集材距離などが考えられる。

② 時間観測

調査を行うにあたり観測対象となる作業員を選定する。この場合の作業員は平均的な熟練度の者が望ましい。また観測されていても通常の仕事ぶりを再現してくれる人を選ぶようにする。

観測対象となる作業員にとっては、自分の仕事ぶりを観察され測定されていることは決して快いものではない。そこで事前に目的や方法について説明するとともに、調査の際にも特別に観測者を意識しないでいつもの調子で作業をしてもらうように話しておくことが必要である。

時間観測に用いる器具はストップウォッチ、観測板、筆記具のほか作業条件を測定するための計測器が必要である。作業条件の記録のためには、測量器具(コンパス、巻尺、ボール)、輪尺、測高器、物指を準備する。また、観測後のとりまとめのために電子卓上

計算機を用意しておく。

作業をどの程度の大きさに分割するかということは作業の特性によって変るし、また調査の目的によっても異なる。計画の立案に使うためであれば細部を必要としないが、作業方法の改善が目的であれば作業時間の構成内容を主作業部分とそれに付帯する部分に区分し、余裕時間なども明確にする必要がある。作業を要素作業に分割するための一般的な方法を述べる。①要素作業の区切りを見分け易いように分割する。②機械作業時間と身体を使っている作業時間を区別する。③作業の方法や時間値がほぼ一定の作業と、時間値が材料の大きさ、重量などによって変化する作業を区別する。④発生頻度が小さく発生もサイクリックではない作業を区別する。⑤要素作業に分割する際には、観測者の技量の範囲でできるだけ作業時間の短い要素作業にする方がよい。

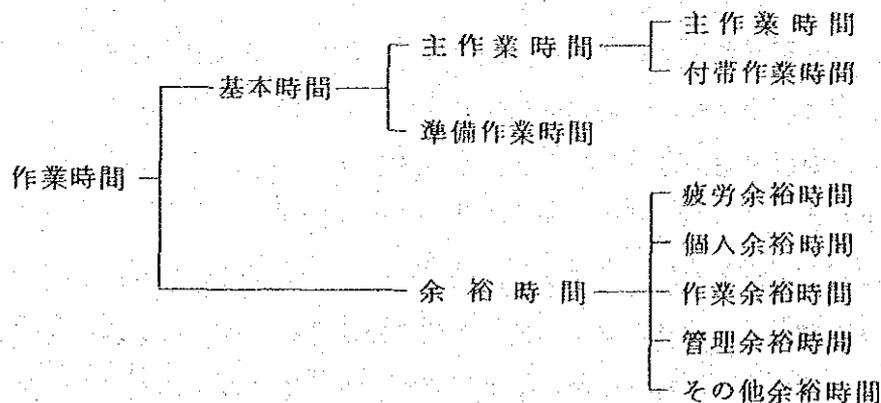
③ 時間観測の手順

時間観測を実際に行う際の手順を示す。

- ① 目的と調査対象の決定、実施計画の立案
 - ② 調査対象となる作業者の選定
 - ③ 現場責任者と作業者への説明
 - ④ 作業条件の調査
 - ⑤ 調査対象作業の工程を調査
 - ⑥ 要素作業に分割
 - ⑦ 観測者に要素作業を提示し、必要ならば観測者の訓練を実施
 - ⑧ 時間観測
 - ⑨ 生産物の調査
 - ⑩ 観測結果のとりまとめ
- ④ 時間観測データのまとめ方

時間観測のデータをとりまとめる場合には主作業時間、準備作業時間、余裕時間とに分けて扱う。

表III-9 作業時間の構成



主作業時間とは作業目的のために直接必要な作業で、繰り返し作業の場合にはサイクルごとには必ず発生するものと何サイクルかに一度発生するものがある。ただし発生頻度が小さく、かつ作業時間も短い場合には余裕時間に扱う。準備作業は主作業を滞りなく行うためのもので発生頻度も大きい。余裕時間は疲労余裕、個人余裕、作業余裕、管理余裕からなる。疲労余裕は作業を継続するために必要な疲労回復のための休息时间である。個人余裕は作業者各々の要求によって作業の中断を余儀なくされるもので、用達しや水飲み、汗ふきなどが含まれる。作業余裕は作業の性格では主作業または付帯作業に区分すべきであるが、発生が不規則で頻度も小さく短時間の作業を一括する。管理余裕は作業を行う際に避けられない不測の出来事による中断を指す。たとえば機械の故障などをいう。

(3) 作業能率調査

① 生産性把握のための調査

(a) 調査対象作業

技術移転後、作業者集団が技術を習得するために十分な時間が経過している間伐材の搬出作業を調査対象とした。具体的には、架線集材作業ではモノケーブル式集材とスラックライン式集材をとりあげた。またタイラー式集材は学会の展示のために一度架設したもので、間伐材の搬出技術としては必ずしも適当とはいえないが、作業の習熟期間をおいた後に調査した。トラクタ集材作業はT-20ホイールトラクタによる作業をとりあげた。

表III-10 機械化集材方法の概要

集材方法	作業者数	作業者構成				スパン (m)	支間傾斜 (度)	使用集材機		ドラム 巻上 容量	主索
		荷掛	荷卸	土場	運転			機種	出力		
モノケーブル	5	2	1	1	1	* 5.2~22.8 13.7 m	5.0~25.00 12.40	Y-252E	67ps 3200 rpm	3000 kg	12 mm
スラックライン	4	1	2		1	125 m	15°	KK-1	12ps 2200 rpm	1000 kg	12 mm
タイラー	4	1	1	1	1	340 m	12.5°	Y-252E	67ps 3200 rpm	3000 kg	14 mm
トラクタ	2	1			1	200~300		T-20			

* 循環索総延長 30区間, 420m

機械化伐出技術が本格的に導入される以前に行われていた人力集材作業の資料を得るため、従前のような方法で作業を行い比較資料を得た。

(b) 調査地

カンボジアジョルダン州有林内のヘチーロ地区にある38林班で人力集材作業とモノケーブル式集材作業の調査を行った。ヒベイロン地区の72林班でスラックライン式集材作業の調査を、73林班でタイラー式集材作業の調査を行った。トラクタ集材作業の調査は72林班に隣接する68林班で調査した。

植栽樹種は、38林班、68林班、72林班がテーダマツで、72林班はエリオットイマツであった。いずれも1962～1963年に植栽されたもので樹令21～22年である。立木密度は1638～2600本/haで、平均胸高直径17～19cm、平均樹高は17.5～19.5m、林分蓄積は491～629m³/haである。作業種はすべて間伐作業である。間伐率は立木本数に対して58～64%、材積では37～45%であった。

林地の勾配は13～33°で25°程度の斜面が最も多い。トラクタ集材をした林地の平均斜面傾斜は15°であった。林床には、マツの落葉が10～15cmの厚さに堆積しているが、腐食層は薄い。林床植生はわずかな草本と低木があるほかはほとんど見られない。

土壌は赤黄色ラトゾルで表層には岩や礫をほとんど含まない。このため林道は作りやすくha当たり40m程の密度に達している。ただ路面に敷く砂利の入手が難しいので降雨が多い季節には泥濘化しやすく、また大型車両の通行によってもいたみやすいという問題を抱えた林道である。

(c) 作業の概要

間伐木の選定作業は本数率で60%を目標として、特定の作業者がすべての間伐林分で行っている。選木基準はわが国の寺崎式間伐と同様のものである。

間伐木の伐倒にはチェーンソーを使用して二人一組で行っている。伐倒木の枝払いには日本の除伐鎌とよく似た道具を使用し、チェーンソーを使うことは少なかった。玉切作業はトラクタ全幹集材の場合に林外の集積場所(土場)で造材したが、そのほかは林内で行った。玉切作業は二人一組でチェーンソーを使用して行い、測尺と玉切を分担している。人力集材の際に曳き出せない大径材を2m材に玉切りする場合を除いて4m材に造材した。

人力集材作業は30cm程の木の柄を一端に結びつけた長さ約2mの針金もしくはナイロンロープを使用して曳き集材する方法で行った(写真III-2参照)。集材距離は最遠地点で80mであった。一人で曳きすることが困難な大径材の場合には、二人または三人が協力して集材した。

架線集材を行う場合には、可搬式単胴ウィンチを使用して架線下まで平均20mの木寄せを行った。この木寄せ作業は作業員二人が組になり、ウィンチ操作と荷掛作業を分担して行い適宜に交代している。

モノケーブル式集材作業の集材方法は二点吊り・連送式である。荷掛、荷卸作業を行う際にはその度に循環索を停止させたが、循環索をゆるめたり張り上げたりという操作は行なっていない。始業時に循環索を緊張すると終業時まで張力を変える操作をしなかった。

スラックライン式集材作業はスパン長が125mと短いので、運転者から荷掛場所と荷卸土場を視認できるように架設した。主索は15°の勾配をもち、索を張り上げると自重で吊荷が滑降する。

タイラー式集材作業では横取作業の際の運転操作と搬器の誘導が難しく作業員がなじまなかった。そのため横取りを行わず、架線下に木寄せした材を荷掛した。スパン長は340m、支間傾斜は12.5°であった。

トラクタ集材作業では全幹集材を行い、集材距離は250~300mであった。荷掛手は荷掛終了後は林内で次回集材作業のための荷掛作業の段取りにとりかかる。全幹材を林外に搬出後に土場で玉切りした。

(d) 調査結果と考察

能率調査の結果を表III-11にまとめる。人力集材作業では一回に地曳集材した材積は平均0.045m³と少いが、集材回数を多くこなすことにより他の方法と比較しても作業員5人の実績は平均2.848m³/人日と中程度である。林地に適当な勾配があって、集材距離が短く、小径材の場合には有効な方法といえる。モノケーブル式集材は間伐材の径級・集材距離による作業工程の変化が小さい(図III-17, 図III-18参照)。これは吊荷を連送したことの効果と考えられる。しかし人力に頼らざるを得ない荷掛作業と循環索の運転速度(0.6m/sec)に制約を受けるため、作業工程は平均1.796m³/人日と低位であるが安定している。スラックライン式集材はスパン長が125mと短いため、集材距離、集材回数の変化が少く、工期も3.147~3.521m³/人日と差が小さい。吊荷の丸太が地表と接触しないように架設することができ、自重降下に十分な支間傾斜をつけることが可能ならばスラックライン式集材は安定した生産を期待できる。タイラー式集材は一回あたり集材材積が0.492m³という大きな実績を示したが、荷掛作業の能率により集材回数が変わるため工期にバラツキが生じた。タイラー式集材には大きな集材能力があるが、架設・撤収などに高い技術力を要求されるため現時点では相応しい集材方法とはいえない。トラクタ集材作業では支障木の処理に時間を多く費した日でも4.34m³/人日の工期がある。順調に作業ができた日には10.33m³/人日という大きな作

表III-11 作業能率調査の結果

作業方法	作業時間	集材回数	集材本数	集材量 m ³		集材功程 m ³ /人・日		集材距離 m	備考
				平均直径法	末口二乘法	平均直径法	末口二乘法		
人力集材	6時間10分	365	493	17.382	15.805	3.476	3.161	～ 50	午後、雨により中断 午前のみ
	6 " 23 "	280	390	12.464	11.818	2.493	2.364	～ 65	
	5 " 32 "	218	318	10.458	9.279	2.092	1.856	～ 75	
	6 " 20 "	339	536	19.283	16.996	3.857	3.399	～ 70	
	3 " 10 "	225	399	12.370	10.173	(2.474)	(2.035)	～ 73	
モノケーブル	6 " 54 "	101	194	11.103	10.738	2.221	2.148	65～ 81	午後、雨により中断
	6 " 58 "	99	188	9.309	8.917	1.862	1.783	68～ 100	
	7 " 00 "	105	172	9.219	8.993	1.844	1.799	93～ 122	
	5 " 51 "	85	127	7.787	7.528	1.557	1.506	113～ 133	
	6 " 58 "	97	141	9.705	9.370	1.941	1.874	160～ 188	
	6 " 59 "	87	122	8.294	7.998	1.659	1.600	187～ 197	
	6 " 33 "	96	120	9.805	9.324	1.961	1.865	194～ 240	
スラックライン	6 " 26 "	83	269	12.486	12.586	3.121	3.147	65～ 84	
	6 " 17 "	88	290	13.315	13.067	3.329	3.267	80～ 110	
	6 " 38 "	83	227	14.718	14.082	3.680	3.521	37～ 95	
タイラー	6 " 16 "	39	136	17.101	17.982	4.275	4.500	140～ 151	午前のみ
	6 " 32 "	50	198	24.917	27.063	6.229	6.766	55～ 150	
	6 " 06 "	37	252	21.459	22.071	5.365	5.518	129～ 150	
	6 " 11 "	43	202	19.088	20.092	4.772	5.023	85～ 151	
	2 " 57 "	25	77	7.839	8.189	(1.960)	(2.047)	～ 85	
トラクタ	4 " 33 "	12	48	/	8.68	/	4.34	250	支障木処理が多い
	5 " 28 "	17	110	/	20.66	/	10.33	270	
	5 " 29 "	16	108	/	16.64	/	8.32	300	

業能率を示した。

従来からの人力集材の功程(平均2.848m³/人日)を基にして功程を比較すると、スラックライン式集材では平均3.312m³/人日とほぼ同等であるのに対し、モノケーブル式集材の場合はそれより少く、1.796m³/人日である。スラックライン式集材とモノケーブル式集材では、集材回数、集材丸太の大きさでは大差がないが、荷の丸太を集材機の動力によって吊り上げるスラックライン式集材の一回あたり集材材積(平均0.156

m³)の方がモノケーブル式集材(平均0.094m³)よりも大きい。このことが両方法の作業工程に差をもたらしている。モノケーブル式集材の作業工程は他の方法と比べると、低いながらも丸太を完全に吊り上げて搬出するこの方法の特徴は「林地を荒廃させない機械化伐出技術」という視点から評価できる。トラクタ集材作業の工程は平均7.663m³/人日であって、架線集材作業で最も作業能率が良いタイラー式集材の平均工程5.300m³/人日よりも大きい。そのうえ架線集材作業のように架設・撤去などの副作業を必要としないので、トラクタ集材作業の総合的な生産性はさらに高くなる。しかしながらトラクタ集材作業では残存立木に傷を負わせたり、林地を車輪で攪乱するなどの問題が生ずることがある。

本プロジェクトで移転した伐出技術による作業能率をわが国の同種の作業の能率を指標として比較することにより、サンパウロ州森林院における技術の定着度合を評価する。トラクタ集材の工程には走行障害物としての残存木の生立状態の影響が大きい。このことは支障木処理が多く発生した日の工程が順調に作業が進んだ日の半分に満たないことを以って明らかである。ところでわが国の資料には本数率で60%の強度間伐を行いトラクタにより全幹材を搬出している事例が見られなかったため比較することはできない。したがってここでは架線による間伐材搬出作業の工程を比較する。

比較のために、カンボドジョルダン州有林の作業条件と類似した条件のわが国の事例を抽出して比較する。その条件として針葉樹人工林の間伐材搬出作業で、林地の傾斜が中程度(15~30°)の林地において、林木の平均胸高直径が25cm以下の林分から、普通材を集材し、平均集材距離は250m以下という範囲を設けた。資料は国立林試機械化部が民有林を対象として実施した調査と林野庁の林業試験報告書から得た。これら資料の中にスラックライン式集材を間伐材搬出作業に適用した例はなく、タイラー式集材では条件に合致した事例がなかった。他方ではわが国の間伐材搬出作業にエンドレスタイラー式集材を用いる例が少くないことから参考のために記す(図III-17, 図III-18)。わが国の民有林における間伐材搬出作業の工程と比較すると、図から、カンボドジョルダン州有林の作業能率はわが国の作業能率における中程度の水準に到達している。一方、トラクタ集材の作業技術は次の②で詳しく論ずるが、この調査の時点では必ずしも十分な技術水準に到達している訳ではない。それにもかかわらず、作業能率を比較すると最も高い値を示している。これより車両になじみがあるブラジルの作業者にとっては、トラクタ集材技術を容易に習得できると考えられる。

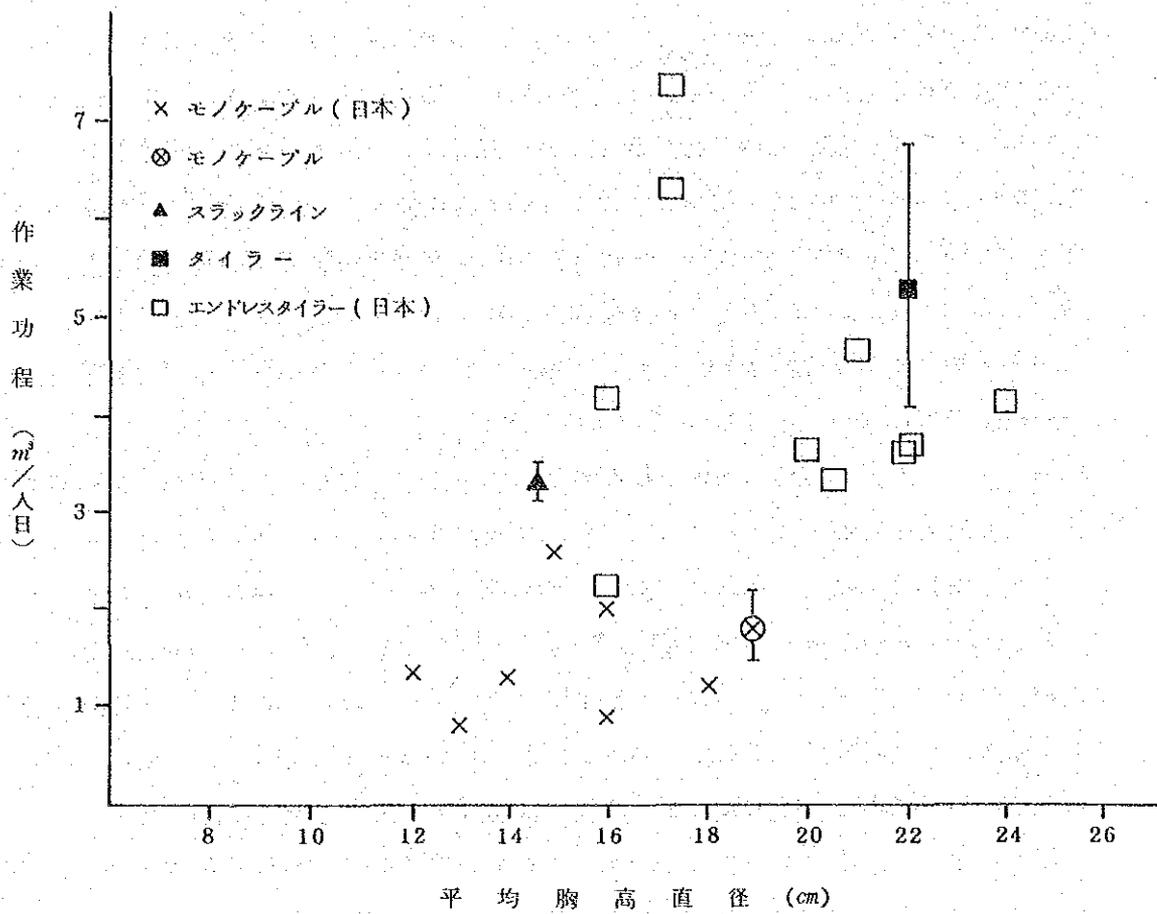


図 Ⅱ - 17 平均胸高直径と作業功程の関係

これらの事実を総合的に考察すると、本プロジェクトで実施した技術移転により導入された機械化伐出技術はサンパロ州森林院の作業技術として定着していることが明らかである。

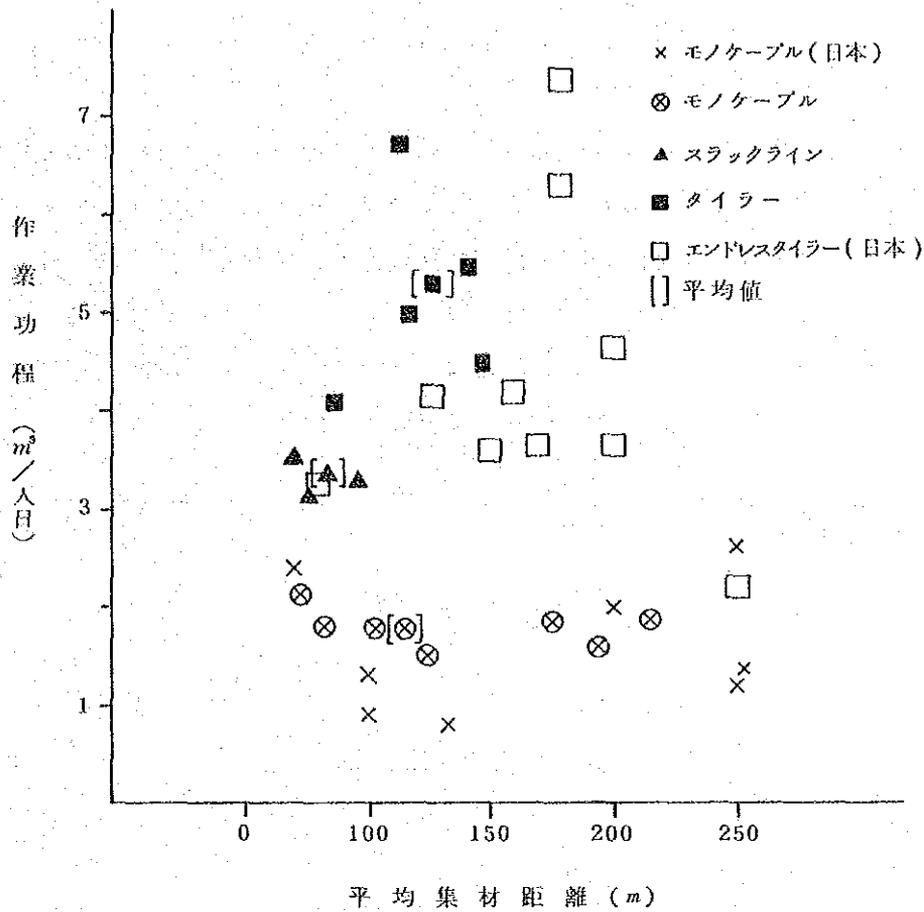


図 18 平均集材距離と作業功程の関係

② 作業方法改善のための時間調査

(a) 調査のねらい

大陸国であるブラジルの交通、運輸手段としては陸路を走る車両が中心的位置を占めている。作業も車両系機械になじみがあるため、トラクタ集材作業は最も歓迎された技術であり、ブラジル人の国民性ともよく適っているものと思われる。またブラジルにおいては林業機械の国産化が仲々伸展しない中であって、近年林業用トラクタが開発されている。このことや農業用トラクタの転用などの例があることを考えあわせると、現状では将来にわたる技術の継承について最も信頼のおける技術はトラクタ集材技術と考えられる。

このような状況から、山岳林の伐出技術としてのトラクタ集材技術の定着を図るため導入段階での功程を把握するとともに作業方法の改善のための方針を提供する。この方針に従って作業方法を改善した後その効果知るための再調査を実施し、改善方針の妥当

性を立証することが目的である。

(b) 調査結果と作業改善の方針

新技術導入後の技術の定着度を検討し作業方法の改善点を見出すためには、さらに詳細な作業時間調査を行う必要がある。ここでは当該作業を構成する要素作業をもれなく拾い出し、より厳密な時間調査を行って作業のムダな部分や繰り返し部分などを見付け出し記録しなければならない。カンボスドジョルダン州有林68林班において1984年11月に集材用トラクタT-20を利用したテータマツ人工林間伐材集材作業を対象としてこの詳細な作業時間調査(全日時間調査)を実施した。

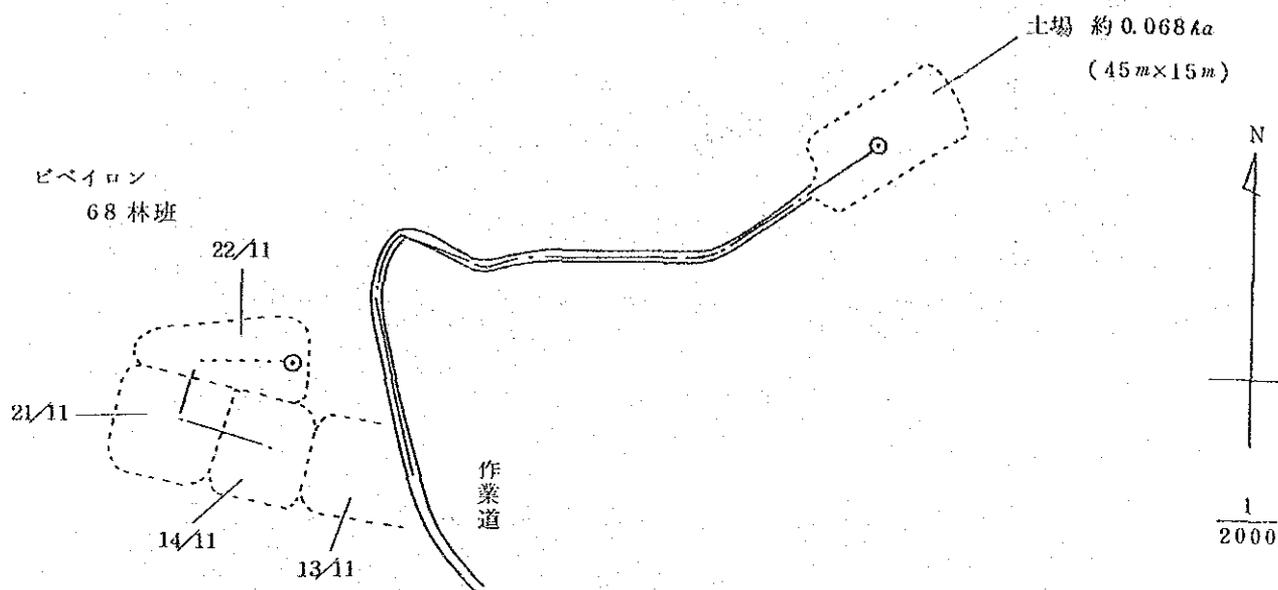


図 III - 19 T-20 トラクタ間伐材集材区域および搬出系路

(1984年11月23日調査)

対象林地の概況は表 III - 12 に示すとおりである。表において対象林分の立木本数及び間伐率は林内に 20m x 20m の標準地 2 箇所をとり調査したものである。調査を行った 3 日分の全調査結果を整理し表 III - 13 ~ 表 III - 19 に示した。作業は運転手 1 名の荷掛手 1 名の 2 人組作業で行われており、表 III - 14 から表 III - 16 は運転手の各日ごとの、また表 III - 17 ~ 表 III - 19 は荷掛手の各日ごとの時間分析結果である。このうち表 III - 14 のデータは①の比較的ラフな調査法で得られたものであり、これに対し表 III - 15 ~ 表 III - 19 は要素作業を極力厳密にとらえ詳細な時間調査を行った結果である。この様な

表III-12 T-20トラクタ間伐材集材対象林

林地名	カンボストジョルダン州有林 68林班
樹種	テーダマツ(人工林)
林令	22年生
立木本数	1,575本/ha
蓄積	(材積表未調整のため不明)
間伐率	本数 57.9% 材積 38.8%
傾斜度	約15°(5°~25°)

(1984年11月9日調査)

表III-13 T-20による間伐材集材作業内容(1984)

作業場所	カンボストジョルダン州有林 68林班			備考
林況	テーダマツ人工林21~22年生 本数 1,575本/ha 蓄積 材積表未調整のため正確な蓄積不明 間伐率:(材積)38.8%,(本数)57.9%			
地形	傾斜度 約15°(5°~25°)			
調査日	14/11/84	21/11/84	22/11/84	
集材距離	250m { 作業道200m 林内50m	270m { 作業道200m 林内70m	300m { 作業道200m 林内100m	図III-19参照
組人員	2名 { 運転手 1名 荷掛手 1名	2名 同 左	2名 同 左	
材種	全 幹 材	全 幹 材	全 幹 材	
集材量	8.68m³(48本)	20.66m³(110本)	16.64m³(108本)	
集材回数	12回	17回	16回	
1荷当平均数量	0.723m³(4本)	1.215m³(6.5本)	1.040m³(6.8本)	
作業時間	運転手 16,087秒 荷掛手 16,358秒	運転手 19,702秒 荷掛手 18,660秒	運転手 19,346秒 荷掛手 18,787秒	準備後仕末及び除外時間を除いたもの
作業の特徴	荷掛手は山で次サイクルの準備	同 左	同 左	

表Ⅲ-17 T-20 間伐材集材荷掛手作業時間分析表(1) 14/11/84

観測時間：7：50：00～15：03：00

単位：秒

区分 要素 集材回数	作業時間																			余裕時間				実働	準備後仕末			除外時間				合計					
	チま と カ め	次 選 材 定	チ 運 カ ビ	支 障 木 除 去	木 寄 せ	歩 行	チ 掛 カ け	引 延 シ ン	取 付 通 し	誘 導 認	安 全 導 認	退 避	チ 修 カ 正	身 袋 直 度	チ 斧 選 ソ ノ ビ	支 障 木 切 断	ト シ ク タ 去	株 と り	伐 根 切 断	ト ラ ク タ 道	小 計	打 合 せ	仕 事 待	用 途	休 息	小 計	時 間 計	準 後 仕 備 末	移 動	計	中 昼 休 食 み		雑 談	心 拍 け は ず し モ リ	そ の 他	計	
準備																												33	91	124	-	8	4,908			4,936	5,060
1	-	63	102 (39)	-	-	107 (47)	135 (76)	121 (60)	-	-	139 (71)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	667 (293)	204 (26)	143 (15)	-	12	359 (41)	1,026 (334)				-	9	-	-	9	1,035	
2	-	-	48	-	-	288 (37)	91 (21)	42	24	97 (97)	80 (44)	29	-	-	-	-	-	-	-	-	699 (199)	88 (69)	63	-	21	172 (69)	871 (268)				-	164	-	-	164	1,035	
3	-	10	103	-	-	207 (93)	134	68	29	58	12	12	-	-	81 (81)	47 (47)	-	-	-	-	761 (221)	62	-	-	55	117	878 (221)									878	
4	-	16	70	5	-	254 (76)	60	137	41	31	72	-	7	82 (82)	124 (124)	-	-	-	-	660 (660)	-	58	135	-	18	211 (21)	1,770 (963)									1,770	
5	-	18	198	25	-	250 (34)	225	225 (40)	17 (10)	10	137 (95)	45 (45)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,150 (224)	41 (4)	124	-	4	169 (4)	1,319 (228)				-	9	-	-	9	1,328	
6	-	34	121	-	-	249 (24)	61	221	48 (26)	123	56 (36)	6	-	-	43 (43)	-	-	-	-	-	962 (129)	61 (4)	39	-	37	137 (4)	1,099 (133)				-	4	-	-	4	1,103	
昼休																												-	164	164	3,504	11	-	63	3,578	3,742	
7	-	-	122 (17)	-	-	258 (106)	147 (31)	121 (18)	59	146	204 (141)	104 (44)	15 (15)	19 (19)	83 (83)	5	-	-	-	-	1,283 (474)	24	79 (36)	-	29	132 (36)	1,415 (510)									1,415	
8	-	18	19	34	-	76 (10)	130	41	-	12	60	10	-	39 (39)	168 (168)	-	-	-	-	-	607 (217)	41	-	-	-	41	48 (217)									648	
9	-	26	180	35	-	187 (110)	165 (75)	163	-	102 (42)	49 (31)	83 (83)	-	68 (68)	376 (376)	-	-	-	-	-	1,434 (785)	23	22 (18)	-	-	45 (18)	1,479 (803)				-	-	222	-	222	1,701	
10	-	52	145	-	-	428 (294)	178	158	34	-	82	-	-	15 (15)	249 (249)	-	-	-	-	-	1,341 (558)	278 (149)	117	-	269	664 (149)	2,005 (707)									2,005	
11	-	-	78	55	-	164 (102)	315 (231)	144 (44)	-	32	212 (152)	-	-	18 (18)	594 (594)	-	-	-	-	-	1,612 (1,141)	143 (45)	128	-	680	951 (45)	2,563 (1,186)				-	-	107	-	107	2,670	
12	-	28	42	-	-	210	129	97	34	124	240	51	-	-	-	-	125	-	-	-	1,080	51	92	33	29	205	1,285				-	120	-	-	120	1,405	
後仕末																												83	102	185							185
計	-	265	1,228	154	-	2,678	1,770	1,538	286	735	1,343	340	22	322	1,684	5	125	660	-	13,155	1,074	942	33	1,154	3,203	16,358	116	357	473	3,504	325	5,237	83	9,149	25,980		
生産的時間	-	265	1,172	154	-	1,745	1,336	1,376	250	596	773	168	7	0	0	5	125	0	-	7,972	756	873	33	1,154	2,816	10,788											
非生産的時間	-	0	56	0	-	933	434	162	36	139	570	172	15	322	1,684	0	0	660	-	5,183	318	69	0	0	387	5,570											

表III-18 T-20間伐材集材作業荷掛手時間分析表(2) 21/11/84

観測時間：7:57:00~15:00:00

単位：秒

区分 要素 集材回数	作業時間																	余裕時間				実働			準備後仕末			除外時間				合計			
	手ま よと かめ	次回 搬出 材定	手運 よ かび	支障 木除 去	木 寄せ	歩 行	手掛 よ かけ	引 延 ン ン	取 付 通 シ	誘 安 全 確 認	退 避	テ 修 カ 正	身 手 袋 直 度	テ 斧 運 ソ ン ソ ン	支障 木切 断	ト 支 障 木 除 去	株 と り	伐 根 切 断	ト ラ ク タ 道	小 計	打 合 せ	仕 事 待	用 途	休 息	小 計	時 間 計	準 後 仕 備 末	移 道	計	中 昼 休 食 み	雑 談		心 拍 け は ず し し	そ の 他	計
準備																										386	637	1,023	-	130	652	-	782	1,805	
1	-	35	78	-	89	286	175	23	-	22	12	-	-	-	-	-	-	-	-	720	-	286	-	-	286	1,006			-	-	40	-	40	1,046	
2	-	-	20	-	26	103 (26)	167 (135)	114 (20)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	430 (181)	-	199 (23)	-	-	199 (23)	629 (204)			-	-	13	-	13	642	
3	-	9	62	20	63	92	134	88	-	31	18	-	-	-	-	-	-	-	-	517	13	137	-	-	150	667							667		
4	-	-	12	-	44	156	137	106	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	466	-	84	-	-	84	550							550		
5	-	20	70	28	81	129	146	55	-	22	28	-	-	-	-	-	-	-	-	579	-	193	-	-	193	772			-	-	18	-	18	790	
6	-	54	64	-	250	116 (18)	513 (370)	77	-	23	67 (27)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,164 (419)	83	349 (11)	-	-	432 (11)	1,596 (430)			-	-	127	-	127	1,723	
7	-	61	85	-	81	91	197	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	565	-	39	-	-	39	604			-	-	293	-	293	897	
8	-	32	30	15	52	263 (27)	200 (43)	47	-	-	15	75	-	-	-	-	-	-	-	729 (70)	279	381 (71)	-	-	660 (71)	1,389 (141)			-	-				1,389	
9	-	-	83	36	129 (120)	254 (46)	282	48	-	45	-	12 (12)	-	-	88 (88)	-	-	-	-	977 (266)	22	415 (66)	-	-	437 (66)	1,414 (332)			-	-	67	-	67	1,481	
昼休																										-	268	268	3,452	-	80	-	3,532	3,800	
10	-	-	24	-	84	85	117	92	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	425	-	45	-	-	45	470							470		
11	-	29	39	59	148	233	177	32	-	81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	798	93	228	-	-	321	1,119							1,119		
12	-	-	-	26	144	302	142	92	-	96	9	-	-	-	-	-	-	-	-	811	55	194	-	-	249	1,060			-	-	50	-	50	1,110	
13	-	58	95	-	45	148	283	92	-	-	19	-	-	-	-	20	-	-	-	760	38	349	-	-	387	1,147			-	-	4	-	4	1,151	
14	-	-	127 (48)	388 (81)	18	435 (118)	256 (114)	103 (65)	-	61	35 (16)	63	-	-	-	-	-	-	-	1,486 (442)	116 (15)	339 (50)	-	-	455 (65)	1,941 (507)			-	-	15	-	15	1,956	
15	-	-	51	184	-	443 (49)	175 (15)	173 (73)	-	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,048 (137)	47 (17)	664 (434)	-	-	711 (451)	1,759 (588)			-	-	5	-	5	1,764	
16	-	-	-	245	36	284	239	71	-	-	20	24	-	-	-	-	-	-	-	919	64	259	-	-	323	1,242			-	-	10	-	10	1,252	
17	-	-	52	287	12	277 (46)	212 (37)	135 (75)	-	14	12	23	-	-	-	-	-	-	-	1,024 (158)	-	271 (110)	-	-	271 (110)	1,295 (268)			-	-	3	-	3	1,298	
後仕末																										43	407	450	-	-	20	-	20	470	
計	-	298	892	1,288	1,302	3,697	3,552	1,398	-	417	246	220	-	-	88	-	20	-	-	13,418	810	4,432	-	-	5,242	18,660	429	1,312	1,741	3,452	130	1,397	-	4,979	25,380
生産的時間	-	298	844	1,207	1,182	3,367	2,834	1,165	-	417	203	208	-	-	-	20	-	-	-	11,745	778	3,667	-	-	4,445	16,190									
非生産的時間	-	-	48	81	120	330	718	233	-	-	43	12	-	-	88	-	-	-	-	1,673	32	765	-	-	797	2,470									

表III-19 T-20間伐材集材作業荷掛手作業時間分析表(3) 22/11/84

観測時間：7:55:00～15:00:00

単位：秒

区分 要素 集材回数	作業時間																				余裕時間				実働			準備後仕末			除外時間				合計
	チま ヨと カめ	次選 回搬 出材	チ運 カビ	支障 木除去	木 寄せ	歩 行	チ掛 カケ	引 延 シ	取 付 通 シ	誘 安 全 確 認	退 避	チ修 カ 正	身 袋 直 度	チ斧 運 ソ ビ	支障 木切 断	支障 木除 去	株 と り	伐 根 切 断	トラ ク タ 道	小 計	打 合 せ	仕 事 待 待	用 達	休 息	小 計	時 間 計	準 後 仕 備 末	移 動	計	中 昼 休 食 み	雑 談	心 拍 け メ モ リ し	そ の 他	計	
準備																							43			163	339	502	-	-	1,007	-	1,007	1,509	
1	-	70	92	-	56	101	117	71	40	12	7	9	-	-	-	-	-	-	-	575	29	33	-	-	62	637								637	
2	13	17	46	43	-	129	79	28	33	71	19	-	9	-	-	-	-	-	239 (239)	30	44	-	43	117	843 (239)				-	22	107	-	129	972	
3	13	62	87	30	49	134	164	57	54	99	15	-	25	-	-	-	-	-	15 (15)	804 (15)	14	51	-	13	78	882 (15)								882	
4	33	36	75	58	82	227 (28)	155	253 (132)	6	53 (26)	119 (94)	96 (96)	-	-	-	-	-	-	-	1,193 (376)	55	130 (52)	-	-	185 (52)	1,378 (428)				-	27	-	-	27	1,405
5	13	62	100 (11)	29 (5)	-	93 (31)	156	159 (58)	71	23	169 (110)	45 (19)	17	-	-	276 (276)	94 (65)	-	-	1,307 (575)	44 (21)	207 (49)	-	-	251 (70)	1,558 (645)								1,558	
6	9	23	71	40	53	63	169	26	40	16	110	-	-	-	-	238 (238)	-	-	-	858 (238)	20	155	-	44	219	1,077 (238)								1,077	
7	23	84	54	27	23	105	287	103	40	68	147	-	89	-	-	-	33	-	100	1,183	81	151	-	-	232	1,415				-	15	-	-	15	1,430
8	12	96	105	18	-	64	108	83	26	21	6	-	30	-	-	240 (240)	-	-	-	809 (240)	4	219	-	-	223	1,032 (240)								27	1,059
昼休																										90	712	802	3,660	9	240	-	3,909	4,711	
9	44	52	31	77	72	172	122	90	32	8	39	-	13	-	-	59 (59)	-	-	-	811 (59)	54	140	-	-	194	1,005 (59)								1,005	
10	4	66	24	6	102	154 (13)	88	51	30	35 (12)	49 (42)	47 (47)	-	-	-	-	-	-	-	656 (114)	20	162	-	87	269	925 (114)								925	
11	7	71	16	78	-	162	141	97	52	43	52	9	-	-	-	-	-	-	-	728	-	120	-	139	259	987								987	
12	23	50	81	-	90	159 (69)	254 (19)	324 (211)	51	162 (109)	234 (179)	406 (220)	41	-	-	22 (22)	89 (54)	-	-	1,986 (883)	74 (24)	127 (78)	-	14	215 (102)	2,201 (985)				34	-	-	34	2,235	
13	32	94	122 (19)	-	80	124 (17)	200 (70)	160 (29)	38	91 (9)	85 (42)	180 (96)	-	-	-	-	-	-	-	1,206 (282)	-	-	-	-	-	1,206 (282)								1,206	
14	16	73	4	40	63	236	80	58	19	104	57	21	26	-	-	12 (12)	41	-	-	850 (12)	79	59	-	166	304	1,154 (12)								1,154	
15	9	35	126	16	78	44 (23)	152	60	29	133 (58)	62 (32)	34 (9)	-	-	-	20 (20)	-	-	-	798 (142)	-	150	-	66	216	1,014 (142)								1,014	
16	10	53	58	40	11	85 (20)	186	119	38	118	55 (55)	164 (158)	11 (11)	-	-	36 (36)	-	-	-	984 (280)	33 (15)	383 (94)	-	73	489 (109)	1,473 (389)								1,473	
後仕末																										48	173	221	-	-	40	-	40	261	
計	261	944	1,092	502	759	2,052	2,458	1,739	599	1,057	1,225	1,011	261	-	-	1,157	257	-	100	15,474	537	2,131	-	645	3,313	18,787	301	1,224	1,525	3,660	134	1,394	-	5,188	25,500
生産的時間	261	944	1,062	497	759	1,851	2,369	1,309	599	843	671	366	250	-	-	0	138	-	100	12,019	477	1,858	-	645	2,980	14,999									
非生産的時間	0	0	30	5	0	201	89	430	0	214	554	645	11	-	-	1,157	119	-	0	3,455	60	273	-	0	333	3,788									

詳細な時間調査は後節で述べる心拍数変動や呼気ガス調査を行う場合に、その基礎データとして不可欠のものである。

今回の時間調査では毎回始業時の準備作業の段階から終業時の後仕末段階までの終日調査を行い、その結果から各集材サイクルごとの要素作業別所要時間(秒)を算出し集計した。特に作業中の失敗による繰返し部分や不適切な作業手順にもとづく作業の停滞時間等を取りあげ、これを非生産的な時間として正常な生産的時間と区分して集計することを試みた。各分析表の中では()書きの数字が当該要素作業の非生産的時間を示しており、各表の最下段に生産的時間と非生産的時間を集計している。

なお、分析表中の実働時間とは作業時間と余裕時間との合計をいい、余裕時間には打合せ、仕事待ちに要した時間及び疲労余裕、個人余裕を含んでいる。本来実働時間に算入すべき準備後仕末の時間は時間観測の開始終了時間が調査日ごとに不均一であったため、今回の集計では除外時間と同様に別枠として計算した。

時間分析に先立ち作業方法について特記すべき事項としては、まず第一に伐倒方向の問題がある。間伐木の伐倒の際に集材方向との関連を考慮しないため、伐倒方向がバラバラとなって次工程であるトラクタ集材の作業能率にマイナスの影響を及ぼしていることである。第2は集材作業に当って大径良質材を優先的に集材する傾向があるため残された小径材が以後の集材作業の障害物となり、作業能率に同じくマイナスの影響を及ぼしていることである。さらに第3は集材支障木除去の際、採材寸法に関係なく簡単に任意の箇所を切断してしまうため、切断作業に時間を浪費するとともに材の利用価値を著しく低減させていることである。

このような作業の進め方を背景にトラクタ集材の時間分析を行った結果は以下のとおりである(表III-14~表III-19参照)。

- 1) 平均集材距離は第1日が約250m、第2日が約270m、第3日が約300mと、日時の経過と共に延長されている。
- 2) 実働時間は運転手と荷掛手で多少差はあるが、第3日が最も長く、第2日がほぼ同じ程度で続き、第1日が最も短い。第1日が短い理由は心拍メモリー装置の取付け並びに調整に時間を要したためである。
- 3) 集材回数は第2日が17回、第3日が16回、第1日が12回、集材量は第2日の20.66m³、第3日の16.64m³、第1日の8.68m³の順となっている。
- 4) 1回当たり集材量は第2日が1.215m³/回、第3日が1.040m³/回、第1日が0.723m³/回、実働1時間当り集材量(運転手の実働時間による)も同じ順位で、3.775m³/時間、3.034m³/時間、1.942m³/時間となり、第2日がいずれも最も効率が高く、第1日が最も劣る。
- 5) 荷掛手のチェーンソーあるいは斧の運搬時間と支障木の切断時間の合計は第1日が

2006秒(322秒+1684秒)で実働時間の12.3%にも達しているのに比べ、第2日は88秒の0.5%、第3日は0である。第1日目は支障木切断関係の作業に多くの時間がかけられたことを示している。

6) 支障木切断関係の時間を含め荷掛手の非生産的時間を集計すると、第1日は5570秒で実働時間の34.1%、第2日は2470秒で13.2%、第3日は3788秒で20.2%となっている。第1日の非生産的部分が著しく多く、第2日が一番少ないことがわかる。

7) 運転手の非生産的時間は第1日が2926秒で実働時間の18.2%、第2日が2351秒の11.9%、第3日が2487秒の12.6%となっており、荷掛手と同様の傾向を示している。

8) 荷掛手の仕事待時間は第1日が942秒で実働時間の5.8%、第2日は4432秒の23.8%、第3日は2131秒で11.3%となっている。第1日は短く、第2日は著しく長い。このことからトラクタ集材作業が順調に進行している場合は荷掛手の仕事待ちはむしろ多く、逆に不調の場合は支障木切断や荷掛のやり直し等に追われて仕事待ちが少なくなることがわかる。

9) 一方、運転手の山元での待ち時間は第3日の11.1%(2182秒)、第2日の12.1%(2879秒)、第1日の16.4%(2634秒)の順となり、荷掛手とは反対に、仕事が順調に進んでいる方が待ち時間が少ない傾向がわかる。

10) 運転手と荷掛手の打合せ回数及び所要時間計は荷掛手の時間分析作業から第1日が39回で735秒、第2日が28回で810秒、第3日が55回で539秒となっており、3日間を通じ回数、時間共に多い。これは両者が仕事の進め方を十分習得していないために起るもので、技術の定着度が低いことを示している。集材回数1回当りに換算すると第1日が3.3回、第2日が1.6回、第3日が3.4回となり、作業が円滑に行われた第2日が一番少ないことがわかる。

11) これに対し休息時間は運転手の場合、第1日が82秒、第2日が570秒、第3日が0秒、荷掛手の場合は1219秒、0秒、645秒となっており、荷掛手の第1日を除いて極めて少ない。荷掛手の第1日は斧等による支障木切断に体力を消耗した結果、やむを得ず休みをとったものである。

以上の時間分析結果から、カンボストジョルダン州有林におけるT20トラクタ間伐材集材作業の作業方法について、その改善点を要約すると以下のとおりとなる。

1) 間伐材の伐倒に際しては次工程である集材作業との関連を考慮して伐倒方向を規正する必要がある。すなわち、全幹材がスムーズに曳出せるように伐採手に対し事前に伐倒方向を指示し、正確な伐倒作業を徹底する。

2) 集材中荷が抜け落ちるケースが多いので荷掛作業を確実に行うよう指導する。その一方法として、直径の少し小さいチョーカを用いるとか、1回当りの荷掛量を減少

させる等の対策をとる。

3) 良材優先集材方式を、大径材でも小径材でも手近なものから順次片付けて行く逐次集材方式に改める。

4) 運転手荷掛手間で作業手順を十分打合せておき、荷掛手は段取りのよい荷掛作業を行うよう指導する。

5) 作業中は休息時間を適度にとり、体力の回復をはかるよう注意する。

(c) 作業方法改善の効果と新たな問題

時間調査のデータを分析して、作業方法を改善するための五項目の方針を提示した。この方針にしたがって、技術移転分野では作業方法を改善するための技術指導を行ない、作業者が習熟するための訓練期間をおいた後に再び同じ方法で時間調査を行った。

再調査はヒペイロン地区66林班において実施した。66林班には20～21年生のエリオッティマツが成林している。地形条件などは前回調査地の68林班と大差がない。トラクタ集材作業においては、残存立木がトラクタ走行および木寄作業の障害物となり作業能率にも影響するので、各々の林班の間伐率と立木密度など作業条件を比較する(表III-20)。これより66林班の林地傾斜が大きく、作業の障害物となる残存立木の密度も高いことから、再調査地の作業条件は前回調査地よりも劣っていることが分る。

表III-20 作業条件の比較

調査順		1	2
林	班	68	66
樹	種	テーダマツ	エリオッティマツ
林	令	22年生	21年生
立	木	1575本/ha	1638本/ha
残	存	663本/ha	801本/ha
間	本	57.9%	51.1%
伐	材	38.8%	37.0%
率	積		
林	地	15°(5~25°)	17.5°(10~25°)
傾	斜		

作業方法の改善方針にしたがって技術指導を行った結果が、実際の作業にどのように反映しているか時間調査の資料を基に述べる。改善方針の中で最も重要な指摘は集材方向を考慮して適切な伐倒方向を決めることである。再調査の際の荷掛手の支障木、枝条除去の作業時間は397秒、440秒、231秒で前回に見られた1684秒のような時間

表III-21 T-20による間伐集材作業内容(1985)

作業場所	カンボムストジョルダン州有林 66林班				備考	
林況	エリオッティマツ人工林 20~21年生 本数: 1638本/ha 蓄積: 629.4m ³ /ha 間伐率: (材積) 37%, (本数) 51.1%					
地形	傾斜 約17.5°(10°~25°)					
調査日	17/09/85	18/09/85	19/09/85	20/09/85	25/09/85	26/09/85
集材距離	100.5m { 林道 100.5m 林内 0m }	67.1m { 林道 67.1m 林内 0m }	148m { 林道 148m 林内 0m }	133m { 林道 112m 林内 21m }	184m { 林道 116m 林内 68m }	254m { 林道 120m 林内 134m }
組人員	4名 { 運転手 1名 荷掛手 1名 }					
材種	全 碎 材					
集材量	347.2m ³ (116本)	224.4m ³ (96本)	186.4m ³ (77本)	9.23m ³ (48本)	312.6m ³ (141本)	249.3m ³ (137本)
功 程	17.36m ² /人日	11.22m ² /人日	9.32m ² /人日	4.67m ² /人日	15.63m ² /人日	124.7m ² /人日
集材回数	34回	30回	17回	11回	22回	19回
1荷当平均数量	10.21m ³ (3.4本)	0.748m ³ (3.2本)	1.096m ³ (4.5本)	0.839m ³ (4.4本)	1.421m ³ (6.4本)	1.312m ³ (7.2本)
作業時間	運転手 20,480秒 荷掛手 20,165秒	運転手 19,512秒 荷掛手 19,346秒	運転手 19,575秒 荷掛手 19,766秒	運転手 10,182秒 荷掛手 10,911秒	運転手 20,413秒 荷掛手 20,281秒	運転手 20,530秒 荷掛手 20,582秒
作業の特徴	荷掛手は先山にて荷掛けに關する作業のみ行う。運転手は、荷掛けに關する作業は一切手伝わす、運転に關する作業のみを行う。 林道沿いの材を集材。非常に良い集材条件であった。					
	荷掛け手、運転手に關する作業は前日と同様。 木寄せ距離の長い、木がかなりあった。木寄せの際材が残立木にかかったり、材の先端が折れたりするトラブルが見られた。					
	荷掛手、運転手に關する作業は前日と同様。 調査は半日。					
	荷掛手、運転手に關する作業は前日と同様。 集材木の材長が長く、立木密度が高いために荷掛け材の選定が難しく、掛け直し等の問題がおきたので、先端部を削除し、8mないし12mに造材した形で集材を行なった。					
	半碎材とは枝梢部を切除し、8mないし12mに造材した材。					

表III-22 T-20トラクタによる間伐材集材作業時間分析：運転手

	17/09/85			19/09/85			25/09/85		
	sec		%	sec		%	sec		%
ウインチゆるめ	1,177	19'37"	5.8	1,565	26'05"	8.0	1,234	20'34"	6.0
ウインチ巻込み	1,532	1°25'32"	7.5	1,317	21'57"	6.7	1,370	22'50"	6.7
実車運転	4,224	1°10'24"	20.6	2,955	49'15"	15.1	3,793	1°03'13"	18.6
空車運転	1,743	29'03"	8.5	1,321	22'01"	6.7	1,997	33'17"	9.8
土場内運転	2,514	41'54"	12.3	2,056	34'16"	10.5	1,944	32'24"	9.5
林内運転	354	5'54"	1.7	751	12'31"	3.8	1,177	19'37"	5.8
停止	250	4'10"	1.2	153	2'33"	0.8	139	2'19"	0.7
小計	11,794	3°16'34"	57.6	10,118	3°05'18"	51.7	11,654	3°14'14"	57.1
巻立て	890	14'50"	4.3	941	15'41"	4.8	991	16'31"	4.9
乗車・降車	37	37"	0.2	48	48"	0.2	15	15"	0.1
エンジン始動準備				75	1'15"	0.4	25	25"	0.1
点検	37	37"	0.2	19	19"	0.1	79	1'19"	0.4
荷掛け補助	40	40"	0.2	235	3'55"	1.2			
障害物除去	206	3'26"	1.0	104	1'44"	0.5			
ストップ棒運び、渡し				56	56"	0.3	3	3"	0.0
	153	2'33"	0.7	91	1'31"	0.5	91	1'31"	0.4
				79	1'19"	0.4	40	40"	0.2
小計	1,363	22'43"	6.6	1,648	27'28"	8.4	1,244	20'44"	6.1
打合せ	263	4'23"	1.3	269	4'29"	1.4	135	2'15"	0.7
作業待ち	6,221	1°43'41"	30.4	6,692	1°51'32"	34.2	6,652	1°50'52"	32.6
小計	6,484	1°48'04"	31.7	6,961	1°56'01"	35.6	6,787	1°53'07"	33.3
疲れ・個人余裕	814	13'34"	4.0	748	12'28"	3.8	703	11'43"	3.4
小計	814	13'34"	4.0	748	12'28"	3.8	703	11'43"	3.4
準備後仕末	25	25"	0.1	100	1'40"	0.5	25	25"	0.1
小計	25	25"	0.1	100	1'40"	0.5	25	25"	0.1
除外時間	6,020	1°40'20"	—	7,155	1°59'15"	—	5,441	1°30'41"	—
小計	6,020	1°40'20"	—	7,155	1°59'15"	—	5,441	1°30'41"	—
	26,500	7°21'40"	100.0	26,730	7°25'30"	100.0	25,854	7°10'54"	100.0

表III-23 T-20トラクタによる間伐材集材作業時間分析：荷掛手

	17/09/85			19/09/85			25/09/85		
	sec		%	sec		%	sec		%
スリング掛け	2,466	41' 06"	12.2	2,304	38' 24"	11.7	3,334	55' 34"	16.4
ウィンチロープ 引き延し	1,606	26' 46"	8.0	2,064	34' 24"	10.4	1,589	26' 29"	7.8
ロープ通し	1,107	18' 27"	5.5	872	14' 32"	4.4	1,238	20' 38"	6.1
小計	5,179	1° 26' 19"	25.7	5,240	1° 27' 20"	26.5	6,161	1° 42' 41"	30.3
スリング選び	1,451	24' 11"	7.2	1,641	27' 21"	8.3	1,797	29' 57"	8.9
搬出材選定	581	9' 41"	2.9	1,228	20' 28"	6.2	594	9' 54"	2.9
支障木除去	397	6' 37"	2.0	440	7' 20"	2.2	231	3' 51"	1.1
木寄せ	121	2' 01"	0.6	118	1' 58"	0.6	51	51"	0.3
トラクタ誘導 及び合図	353	5' 53"	1.7	83	1' 23"	0.4	352	5' 52"	1.7
退避	1,618	26' 58"	8.0	1,613	26' 53"	8.2	2,260	37' 40"	11.1
スリング・ウィンチ ロープで打直し	701	11' 41"	3.5	683	11' 23"	3.5	88	1' 28"	0.4
身仕度(手袋)	108	1' 48"	0.5	41	41"	0.2	29	29"	0.1
ガイドブロック				97	1' 37"	0.5	144	2' 24"	0.7
歩行	3,368	56' 08"	16.7	2,532	42' 12"	12.8	2,116	35' 16"	10.4
スリングとりはずし	569	9' 29"	2.8	375	6' 15"	1.9	562	9' 22"	2.8
その他	639	10' 39"	3.2	1,060	17' 40"	5.4	571	9' 31"	2.8
小計	9,906	2° 45' 06"	49.1	9,911	2° 45' 11"	50.2	8,795	2° 26' 35"	43.5
作業待ち (打合せも含む)	912	15' 12"	4.5	1,487	24' 47"	7.5	261	4' 21"	1.3
小計	912	15' 12"	4.5	1,487	24' 47"	7.5	261	4' 21"	1.3
疲れ・個人余裕	4,186	1° 09' 46"	20.7	3,128	52' 08"	15.8	4,708	1° 18' 28"	23.2
小計	4,186	1° 09' 46"	20.7	3,128	52' 08"	15.8	4,708	1° 18' 28"	23.2
準備・後仕末	—		0.0	—		0.0	356	5' 56"	1.7
小計							356	5' 56"	1.7
除外時間	6,339	1° 45' 39"	—	6,903	1° 55' 13"	—	5,819	1° 36' 59"	—
小計	6,339	1° 45' 39"	—	6,903	1° 55' 03"	—	5,819	1° 36' 59"	—
	26,522	7° 22' 02"	100.0	26,669	7° 24' 29"	100.0	26,100	7° 15' 00"	100.0

値がないことから伐倒方向は改善されている。しかし、全幹材の下げ木集材において梢端部にチョーカを結んで木寄せする場合に全幹材がチョーカから抜けたり、梢端部が折損するなどの例も見られたことから、伐倒方向について作業者の理解を深める指導が今後も重要である。集材作業に全幹材が抜け落ちることを防ぐために荷掛（荷しぼり）作業を確実に行う必要がある。再調査第3日目に行った全幹材を8～12mに切断して集材する方法も作業工期を高める効果があった。荷掛作業のチョーカ掛けについて時間値をみると第1日と第2日が2466秒（12.2%）、2304秒（11.7%）であるのに対し、第3日は3334秒（16.4%）となり、一回あたりの集材材積を確保するためには荷掛作業者の負担を大きくすることが分る。また伐倒作業の仕事を増すことにもなる。しかし、この方法で作業を行った第3日は集材距離が184mと長いにもかかわらず15.63m³/人日の工期をあげ生産性を高める効果が現れた。このことから伐倒方向が適切ではない場合にはその対策として全幹材を8～12mに切断して集材する方法を試みてもよいだろう。

作業方法を改善したことの効果を測るには作業能率の指標である工期を比較すると解りやすい。作業条件の面では林内走行、木寄せ作業について前回調査地が有利であるが、集材距離の点では再調査地の方が有利であった。作業工期は前回が4.34m³/人日、10.33m³/人日、8.32m³/人日であるのに対し、再調査では17.36m³/人日、9.32m³/人日、15.63m³/人日となり改善の効果が現われた。また集材回数でも前回の12回・17回・16回に対し、34回・17回・22回と増えている。

荷掛作業において木寄せ距離が大きくなると人力作業であるウィンチ引出作業の時間値に影響が現われる。再調査を例にとれば、1606秒（8.0%）、2064秒（10.4%）、1589秒（7.8%）で、第2日の工期が9.32m³/人日と低くなった原因となっている。また木寄せ距離が大きくなったことにより集材する全幹材を選択するための時間も1228秒（6.2%）と増している。トラクタ走行経路や木寄せ方向、集材する全幹材の選択などが作業能率に大きく影響するので、トラクタ運転者と荷掛作業者には連繋のよい作業実行が望まれる。作業中に発生する待ち時間をみると、運転作業では6221秒（30.4%）、6692秒（34.2%）、6652秒（32.6%）となり各れも30%を越える。この待ち時間の多くは荷掛作業の際に発生するものであるから、待ち時間の間に運転者が荷掛作業者を補助することによって更に作業能率を良くすることが可能となる。

時間調査により作業方法を改善するための方針がもたらされた。この方針にしたがって作業方法を改めたことにより作業能率が向上したことを再調査によって明らかにした。これにより作業方法の改善に時間観測法が有効であることを例証した。ところで、再調査の資料を分析することにより問題点のあるものは改められ、あるものはその途上にあることが確められたが、更に別の問題点をも浮び上がらせる結果をもたらした。このこ