

カラマツの間伐作業について : 第1報 研究の目的と 予備試験

森田, 紘一
九州大学農学部

<https://doi.org/10.15017/15912>

出版情報 : 演習林集報. 26, pp.91-117, 1976-01-30. Kyushu University Forests
バージョン :
権利関係 :

カラマツの間伐作業について

第1報 研究の目的と予備試験

森 田 紘 一

Kōichi MORITA

On Thinning Operations in Japanese Larch Forests

Part 1 Purpose of Investigation and Preliminary Examination

目 次

I はじめに	2. 試験地の概況
II 北海道のカラマツ	3. 方法
1. 導入の推移と現状	4. 結果と考察
2. 間伐	B 大型ホイール・トラクタによる搬出
III 伐木・造材の工期調査	1. 目的
1. 目的	2. 試験地の概況
2. 調査地の概況	3. 方法
3. 結果と考察	4. 結果と考察
IV 搬出作業の工期調査	V おわりに
A 小型ジープによる短材搬出	Résumé
1. 目的	

I はじめに

間伐の停滞が林業上大きな問題となっているが、北海道のカラマツ林においても例外ではない。特に道内カラマツ林は戦後急速に拡大造林が進み、現在大面積の幼令林をかかえているだけに、より一層深刻な問題である。

この遅れている間伐を円滑に推進するためには、①カラマツ間伐材の利用面での材質問題の解決、②販路の確立、③作業能率の向上をはかると同時に間伐本来の目的に沿った作業方法の確立等が必要であると考えられる。

そこで、ここでは今後の間伐作業法の確立をはかることを目的として、その指針を得るために、今回次の試験、調査を試みた。

- ①現在採用されている2つの間伐方法(単木および列条)における伐木・造材作業の工期調査
- ②搬出作業において調達困難となってきた畜力の代替物として、小型ジープの導入試験
- ③大型の集材専用ホイール・トラクタによる全幹間伐材の搬出試験

以上の試験および調査の結果を報告する。

なお本研究に際し御指導を受けた柿原道喜、中尾博美両助教授並びに試験、調査に御協力を願った北海道演習林職員各位に深く謝意を表する。

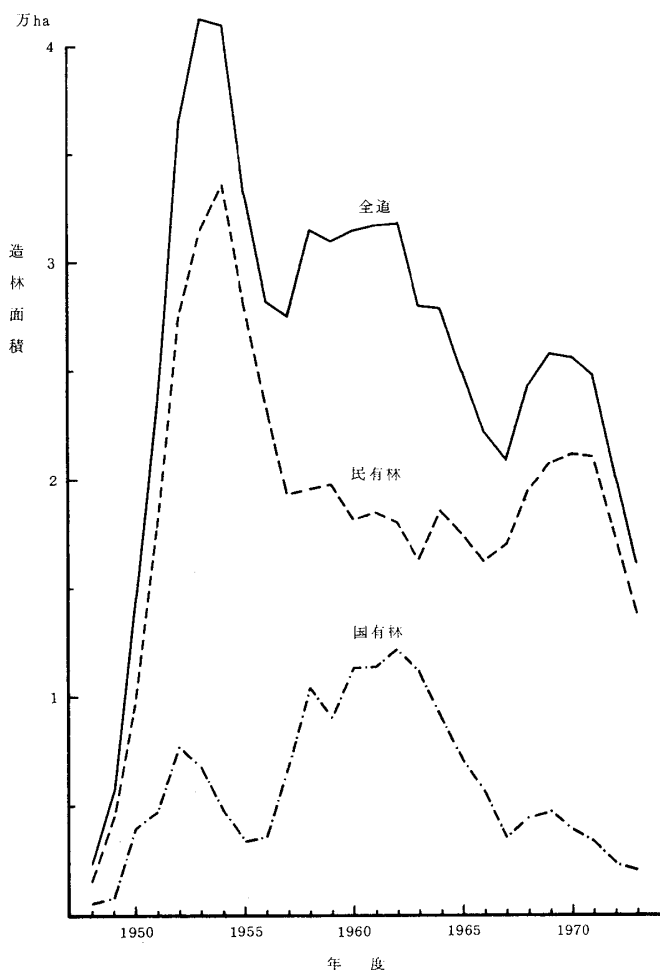
Ⅱ 北海道のカラマツ

1. 導入の推移と現状

カラマツが北海道に最初に移入されたのは明治中頃であった。そして伐採跡地造林や林種転換のための拡大造林の対象樹種の主体として、本格的な導入を見たのは戦後のことである。

北海道の造林樹種にカラマツが用いられた理由としては、①北海道の気象条件がカラマツの自生地、かつ代表的な生産地である信州地方に類似している。②カラマツは土壌に対する要求度が低い。③育苗技術が比較的容易である。④長野県からの苗木の供給が安定している。⑤北海道の造林樹種の中では、初期生長が早く、早期に収穫が期待される樹種であり、そのため資金の回収が早いということで民有林に歓迎されたこと等が挙げられる。

北海道におけるカラマツ導入の推移をその造林面積で見ると図一1のとおりである。民有林を



図一1 カラマツ造林面積の推移

注) 北海道林業統計より作成

中心にカラマツの造林面積は戦後急速に拡大し、最盛時の1953~54年には年間4万haをこえ、新植面積のうちカラマツが80%以上を占める勢いであった。しかし、その造林方法は大面积皆伐による一斉造林が主流であったため、病虫害、風雪害、野兎鼠害等による不成績造林地あるいは不適地に植栽された生長不良林分が次第に目立つようになった。特に1960年代の後半から道央、道南地方を中心に大発生した先枯病はカラマツ造林に大打撃を与えた。そのため造林面積は減少の方向をたどりはじめ、最近では年間2万haを下まわっている。

これを国有林について見ると、15号台風によって天然林に風倒木が大発生した1954年から2~8年間は一時減少したが、1958年からは林力増強計画の開始と共に年間1万ha前後の大面积の造林が実行されてきた。しかし、1965年以降、カラマツの不成績造林に対する反省および伐採対象地の奥地針葉樹天然林地帯への移行に伴うカラマツ造林適地の

減少と共に、造林樹種の主力は郷土樹種のエゾマツ、トドマツに移行している。

一方民有林では、道内でカラマツの生育適地と認められている十勝内陸、北見、上川地方で造

林の主体樹種となっているため、2万ha前後のカラマツ造林が続けられてきた。しかし最近では減少の兆候が現われてきており、そのため全道的にもカラマツの造林面積は減少しつつある。

(なお、造林面積中カラマツが占める割合は1973年には30%を割った。)

このように、カラマツは戦後急激に造林面積を増したため、その令級構造を見ると表-1に示すように、20年生以下の幼令林が87%を占め、間伐の対象となる林分が非常に多く存在していることが認められる。

また蓄積について見ると、他樹種が減少傾向にあるのに対し、カラマツは著しい増加傾向を示し(図-2)、1974年4月1日現在では1965年当時の3倍もの蓄積に増大しており、幼令林が多いことから今後さらに飛躍的に増加することが予想される。

2. 間 伐

林木は炭酸同化作用により生存と生長を続けている。この炭酸同化作用に不可欠の光のエネルギーはある一定の面積では一定の量しか得ることはできない。その決った量を多くの林木で分配することは個々の林木の生長を悪くすることになる。そこで林木の一部特に生長不良木、形質不良木、他の木の生長を著しく阻害している木を伐採して、林冠のうっ閉をやぶり、これらの不良木が消費していた光のエネルギーを良質の残存木にふりむけることにより、残った林木の生長を促進させることが間伐の目的である。

特にカラマツ林の場合、①極端な陽樹である。②生長が早い。③浅根性のため風害を受けやすく、材質がもろいため湿雪による雪折れ等の気象災害を受けやすい。特に過密林分においてその傾向が著しい。④種間および種内での競争を示さない協同の関係にある樹種といわれ、全林木が一様に生長して良く整った一斉林型を呈しやすい。そのため葉の量が増えず個々の林木の生長が悪くなる等の特徴がある。

カラマツ林が有するこのような特徴から、気象災害を回避して、生長を促進させ、優良木を収

表-1 令級別造林地面積

令級	面積 (ha)	%
I	108,851	21.8
II	116,315	23.3
III	118,954	23.9
IV	89,484	18.0
V	43,167	8.7
VI	9,624	1.9
VII	8,054	1.6
VIII	1,812	0.4
IX	2,087	0.4

注) 昭和48年度北海道林業統計より作成
数値は1974年3月31日現在

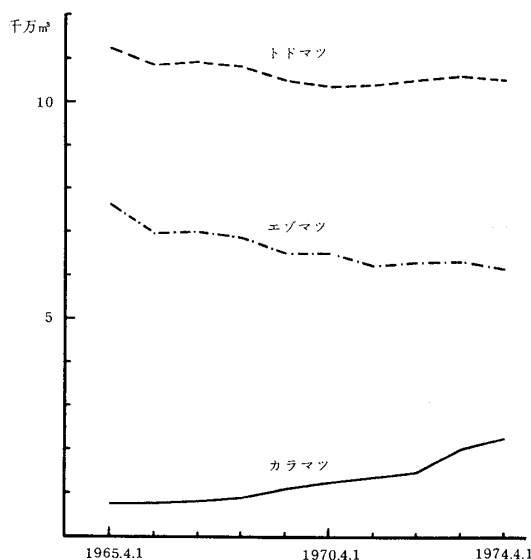


図-2 樹種別蓄積の推移

注) 北海道林業統計より作成

穫するためには、早期に本数密度を人為的にコントロールする間伐作業が必要となってくる。

またカラマツ林では、資金の回収が早い短伐期施業がとられてきたが、これは坑木、足場丸太杭丸太等素材として利用を目指したものであった。しかし最近では、利用技術の開発と需要開拓の促進と相俟って建築材、梱抱材、土木用仮設材、ダンネージ、パレット、ドラム材等用途の拡大がはかられてきた。そこで、これらの需要に対応できるよう、伐期を延長して大径材生産を指向した施業が必要となってきた。そして目標とされる収穫時の成立本数をha当り500~600本に導くためには、計画的に数回にわたって繰返し間伐を実行する必要がある。

健全なカラマツ林を造成するためには間伐が不可欠なことは上記のとおりである。しかし、現状では間伐の実行が進展しておらず、一部には既に間伐適期を過ぎてしまった手遅れの林分も存在し、事態は深刻になってきている。カラマツの間伐が停滞している原因として、先ず労働力の入手が困難であることがあげられる。大都市への人口流出が林業労働力の不足を招き、人手を多く必要とする木材の生産工程に支障を来たしていることは十分考えられる。さらにその労賃を見ると(図-3)、過去10年間で3倍にもはねあがり、1974年には伐木造材夫(チェンソー

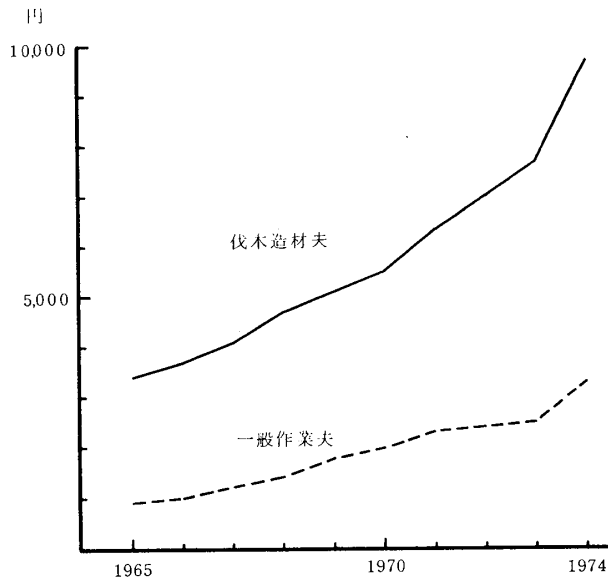


図-3 賃金の推移

持込み)で日当9,700円、一般作業夫で3,300円にも高騰してきている。これに対して、カラマツの材価は図-4に示すとおり、生産材が小径木であることもあって、エゾマツ、トドマツにくらべ低位にあり、木材価格が急騰した1973年からは、その価格差がさらに拡大してきている。

しかも、労賃がここ10年間で3倍もの伸びを示したのに対し、材価は2倍程度の伸びにとどまっている。これらの悪条件が重なり、間伐を実行

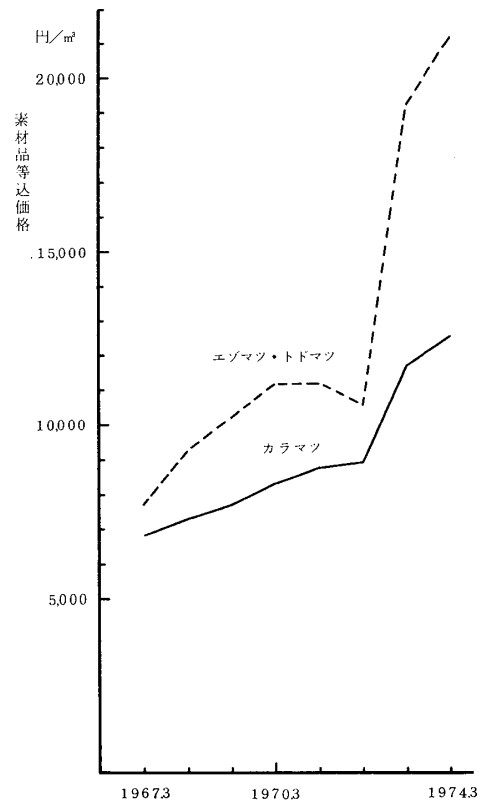


図-4 木材価格の推移(北見市場)

- 注1) 北海道林業統計より作成
- 2) 発駅土場渡価格
- 3) 規格 カラマツ: 8cm上×3.65m
エゾマツ・トドマツ: 20~28cm×3.65m

しても事業収支があわず、採算がとれないことが間伐の実行を困難なものにしている大きな原因であると考えることができる。

そこで、この停滞しているカラマツの間伐を推進するためには、伐倒から搬出までの製品生産工程で作業能率を向上させることが肝要であると考えられる。そのための1つの方法として列条間伐法が採用され、また実行に移されている。これはある伐採列を指定して間伐を行なう方法であるので、従来の単木間伐にくらべ、伐木、集材作業の工期を向上させる面から見れば有効な手段であると考えられてきた。しかし、間伐後の立木配置が均等でないこと、形質および生長の不良な林木が残されること等間伐本来の目的から見ると欠点があるため、林分の形質生長の立場から見た場合推奨できる方法とはいえない。

そこで、今後カラマツの間伐を推進するに当たって、作業工期の向上をはかりながら、しかも間伐本来の目的にあう間伐技術の確立を目的として、その指針を得るために、次のような調査および試験を行なった。以下その結果を記す。

Ⅲ 伐木・造材の工期調査

1. 目的

作業の能率向上の面からは、単木的な作業を行なう定性間伐にくらべ列条間伐の方が有利とされている。しかし、この列条間伐には間伐本来の姿から見ると、かなり不都合なものを内包しており、これらの点を考慮してもなおかつ列条間伐が有利な方法であるか否かについて検討を加えるために、両間伐方法の伐木・造材工程についてその工期調査を行なった。

2. 調査地の概況

間伐対象林分の林況を表-2に示す。なお間伐作業は1974年9~10月にかけて、請負作業で

表-2 間伐対象林分の林況

林小班	面積 (ha)	方位	傾斜	立木度	疎密度	平均直径 (cm)	平均樹高 (m)	ha当り 材積(m ³)	植栽年度
8 ろ	1.04	東	中	8	中	12	12	119	1954
は	2.80	南西	急	8	密	16	14	140	1950
に	4.20	南西	急	8	密	16	14	140	1950
9 い	7.19	北東	中	7	中	14	13	104	1954
は	6.88	北東	中	7	中	15	13	115	1952

注) 森林調査簿より作成 1972年現在

実行された。

対象林地の最下方には1本の既設の林道があったが、この間伐作業のために、先行して新たに中段に1本の作業道が開設された。

地形は中段作業道より上方で30度以上、林道と中段作業道との間で15~25度の傾斜を有し、起伏は比較的少ない。

この林分は野鼠害あるいは雪害木の除去等により本数が減少したのと、第1回目の間伐林分としては林令が高いために大径木がかなり含まれていた。その反面、造林不適地の尾根筋付近にまで植栽されたものの中には、上方から広葉樹に侵入され生長不良木となっているものも少なかった。

間伐方法は中段作業道より下方の緩・中傾斜地で定性間伐、上方の急傾斜地で1列伐採3列保残の列条間伐が採用された。

調査方法は、伐倒、枝払、玉切の3作業について作業従事者の行動を5秒単位で観察し、その間に行なった代表的な要素作業をとらえることにより、その作業工程を分析することにした。

3. 結果と考察

伐倒、枝払、玉切の3作業について、作業員の行動を分類してみると表-3に示す要素作業のようになる。

表-3 作業員の行動

纏り作業	要素作業
伐倒	①移動 ②障害除去 ③足場作り ④伐倒(受口切, 追口切, 木口切直しを含む) ⑤懸木落し ⑥その他(手待ち, 給油, 休憩等)
枝払	①移動 ②懸木落し ③障害除去 ④枝切 ⑤その他(手待ち, 休憩等)
玉切	①移動 ②障害除去 ③足場作り ④測尺(移動と一体となる) ⑤玉切 ⑥その他(懸木落し, 枝切, 手待ち, 給油, 休憩等)

次に、各作業別に工程調査の分析結果を示す。

1) 伐倒

伐倒作業は作業員1名がチェーンソー(使用機種: マッカー MAC-10-10 オートマチック)で行なった。

要素作業を大別して、移動、伐倒(木口の切直しを含む)、懸木落し、その他附帯作業(障害木切、足場作り等)、手待ちとした。

1本のカラマツ間伐木を伐倒するのに生じ

る各要素作業の発生頻度を間伐方法および傾斜別に見ると表-4に示すとおりである。この表から次のような事が認められる。

①移動の発生頻度は、傾斜が急な程大、列条より定性間伐の方が大という結果を得た。また、定性にくらべ傾斜が急なのに列条間伐の方に移動が少ないのは、列条間伐の場合には斜面上方から下方へあるいはその逆といった系統立った移動を行なうためと考えられる。

②伐倒については、同じ間伐方法の間では傾斜の影響があらわれているが、この場合は、むしろ間伐木の径級の影響の方が強くあらわれ、生長の良い林木が比較的密集している場所程伐倒の頻度が大きくなっている。

表-4 伐倒作業における要素作業の発生頻度(1本当たり)

間伐方法	傾斜(度)	移動	伐倒	懸木落し	その他	計
定性	20	1.99	1.95	0.85	0.65	5.44
	25	2.46	2.32	0.72	0.32	5.82
列条	30	1.51	1.85	0.37	0.62	4.35
	35	2.65	1.99	0.38	0.67	5.69

③懸木落しは定性間伐に多く発生している。

④移動を開始してから、1本の間伐木の伐倒を終えるまで、平均して20~30秒を要する。

2) 枝 払

枝払作業は伐倒作業に続いて、作業員3名がナタを用いて行なった。

要素作業を大別して、移動、枝切、その他附帯作業(懸木落し、障害除去、足場作り等)、手待ちとした。

1本の伐倒木の枝払を行なう場合に生じる要素作業の発生頻度を間伐方法別、傾斜別に示すと表-5のとおりである。この表から次の事が考えられる。

表-5 枝払作業における要素作業の発生頻度(1本当たり)

間伐方法	傾斜(度)	移動	枝切	その他	計
定性	20	2.87	11.36	2.21	16.44
	25	2.83	12.87	1.77	17.47
列条	30	2.66	8.78	1.22	12.66
	35	2.70	9.41	3.84	15.95

①移動の発生頻度は間伐方法および傾斜に関係なくほぼ一定の値を示し、また伐倒作業の場合の移動に比しかなり高い値を示している。これは伐倒木およびその枝条が歩行の障害物となっているためと考えられる。

②枝切の発生頻度は列条間伐の方がかなり小さくなっているが、列条間伐の場合伐倒木が重なり合い、そのために枝切が粗雑になったことが多分に影響している。

③作業を円滑に遂行するためには、伐倒作業1に対し、枝払作業3~4の作業員配置が適当であると考えられる。

3) 玉 切

玉切作業は、伐倒、枝払作業に後続して、伐倒木を規定の長さに測尺後、鋸断して製品生産を行なう作業で、作業員1名がチェーンソーで行なった。

玉切の要素作業を大別して、移動、測尺(この要素作業に要する移動はここに含めた)、玉切、その他附帯作業(枝切、障害木切、足場作り等)、手待ちとした。

1本の伐倒木を処理する場合および1玉の短材を生産する場合の要素作業の発生頻度を間伐方法別、傾斜別に求め、表-6に示す。

この表から

①1玉の短材を生産する場合の測尺および玉切の発生頻度は、間伐方法、傾斜に関係なくほぼ一定である。

②移動および枝切(枝払作業において残された分)、足場作り、障害木切等玉切にはいるまで

表-6 玉切作業における要素作業の発生頻度

間伐方法	傾斜(度)	材 1 本 当 り				計	1 玉 当 り	
		移動	測尺	玉切	その他		測尺	玉切
定 性	20	0.95	4.49	4.28	1.56	11.28	1.06	1.01
	25	1.88	6.17	4.79	2.21	15.05	1.38	1.07
列 条	30	1.18	6.74	4.78	1.28	13.98	1.45	1.03
	35	2.81	5.62	4.12	1.83	14.38	1.46	1.07

の準備作業は、傾斜の影響を受け、傾斜が急になる程発生頻度も大きい。

等の点が認められる。

以上、伐木・造材の作業工程について、作業種別に要素作業の発生頻度を用いて検討を加えてきたが、結果として次の事がいえる。

- ①間伐木1本当りの伐倒、枝切および1玉当りの玉切の各主体作業の発生頻度は、間伐方法、傾斜に関係なくほぼ一定である。
- ②移動は傾斜の影響を受けるが、障害物が多い場合は、傾斜よりも障害物の影響の方が大きい。
- ③伐倒作業において、列に沿って斜面上方から下方へあるいはその逆といった系統立った移動ができることおよび懸木の発生が比較的少なく、作業の安全を期す上では列条間伐が有利である。
- ④しかし、列条の伐採を行なった場合、伐倒木が重なる機会が多く、伐倒作業に続く枝払、玉切作業では、作業に支障を来したり、作業内容が粗雑になるといった不都合な面が多い。
- ⑤以上の点およびこの工程ではチェーンソーを使用するためその稼動時間に制限があることをあわせ考えると、定性あるいは列条といった間伐方法の違いが、その作業工程におよぼす影響はほとんどないと考えられる。
- ⑥伐木・造材作業においては、それが熟練した作業員によって行なわれた場合には、ある程度以上の作業能率の向上を求めるのは、現状から見て困難であると考えられる。

IV 搬出作業の工程調査

A 小型ジープによる短材搬出

1. 目 的

当地で従来から行なわれているカラマツ間伐材の搬出の方法は、搬出距離が短い場合はほとんどが人力によるもので、急傾斜地における小径の短材（伐倒、枝払を行なった後に測尺、玉切したもの）の搬出にはかなり有効な手段であるが、遠距離の搬出には不向である。そのような場合には畜力（主に馬）によって搬出が行なわれてきた。これは散在する短材を人力で林内の適当な場所に集積し、それを馬そりで土場まで引き出す方法であるが、時期的に地面が凍結し、積雪がある冬山作業が主体であった。こうした畜力も最近では調達が困難となり、間伐の停滞に拍車をかけると共に機械的な列条間伐の採用を予儀なくしている。

そこで、畜力に代るものとして、中・緩傾斜地において林内走行も可能であると考えられる小型ジープを採用し、単木間伐林分において間伐材の搬出試験を行ない、その導入の可能性

を検討した。

2. 試験地の概況

搬出試験を行なったのは、北海道演習林2林班の1952、53年度に植栽されたカラマツ林で、一部は1968年度に間伐が実行され、その搬出と、その後1970年2月に発生した湿雪による被害木の搬出作業は人力で行なわれている。

林地は小河川をはさんで南・北両斜面にまたがり、傾斜は斜面上方の尾根付近で30度をこえる所もあるが、斜面下方の小河川付近では20度以下で、概ね中・緩傾斜地で占められている。また、起伏もゆるやかで、林内に沢というよりはむしろ凹地形といった方がよい程度の沢が数条あり、この沢沿いに車両の林内走行は容易であると考えられた。

3. 方法

小型ジープによるカラマツ間伐材の搬出は、あらかじめ林内の処々に点在して集積されている短材を木そりに積載し、それを小型ジープでけん引して、林道脇の土場まで搬出する方法を取った。

作業の手順は原則的には次のとおりである。

- ①土場で方向転換
- ②土場から林内の積込現場へ、空荷で前進走行
- ③現場付近で方向転換した後、前進あるいは後進で現場到着
- ④木そりを小型ジープの荷台より卸す
- ⑤短材の積込作業を行ない、終了後荷くずれ防止のため積荷にワイヤーをかける
- ⑥前進で土場までけん引走行
- ⑦ワイヤーをはずし、荷卸作業
- ⑧木そりを小型ジープの荷台に積込む

この場合、小型ジープは走行が比較的容易な林内の沢筋を主として走行し、走行の際障害となる支障木の伐倒および伐根の切直し、さらに車両通過線の横断面の改良程度の搬出路の整備を行ない、作業道の開設作業は特別に行なわなかった。

この小型ジープ（スズキジムニーLJ10型）の主な仕様は次のとおりである。

全整備重量	960 Kg
最小旋回半径	4.4 m
登坂能力	27.5°
最低地上高	235 mm
エンジン 排気量	359 CC
最大出力	25ps/6,000 rpm
最大トルク	3.4 kgm/5,000 rpm

この小型ジープを採用した主な理由としては、①自重が軽量でしかも大径タイヤを有してい

るため、比較的軟弱な沢筋における走行に有利である。②全輪駆動ができるため、登坂に有利である。③最小旋回半径が小さいため、林内での方向転換が比較的容易に行なえる。④下り勾配における木そりのけん引には十分対応できる能力を有している等、搬出作業に適した機能を有していると判断されたからである。さらに、スリップによるけん引力の低下を防止するために、後輪にチェーンを巻いた。

なお、作業人員は運転者1、補助者1の計2名で、林内現場での積込から土場での荷卸作業までこの2名で行なった。

この搬出作業において、全作業工程を連続して測定すると共に、各サイクル毎の出材量（材積および本数）、集材距離、平均勾配の測定を行なった。

4. 結果と考察

間伐材の林内集積地、林内作業道、土場の位置を図-5に、また作業工程の測定結果を表-7に示す。

1) 走行関係

車両の走行は、原則として

- ① 土場での方向転換
 - ② 土場から現場へ空荷で自走する空走
 - ③ 現場またはその付近での方向転換
 - ④ 材を積載した木そりをけん引して走行する実走
- とに区分できる。

土場で方向転換を行なったのは、134 サイクル中85サイクルで、その所要時間は10～120（平均36）秒、また現場では75 サイクルに方向転換が行なわれ、10～150（平均40）秒を要し、平均所要時間には大差がなかった。しかし、所要時間別発生回数の分布を見ると、図-6に示すとおりで、土場での所要時間は20～40秒に集中し、困難さよりは方向転換地点までの距離に左右されている。一方、林内現場では、困難さのために所要時間が多くかかる場合が土場に比べ多く発生している。今回の試験では、現場における方向転換を行なう場所の選定、方向転換中の障害物の除去等に要した時間を手待ちあるいはロスタイムとして取り扱ったため、この傾向は顕著には現れなかったが、この点を考慮すると、方向転換に要する時間は、土場と現場とでは大きな差があると推測できる。その上、傾斜地では危険を伴うこともあり、あらかじめ安全に方向転換が行なえる場所を林内の処々に設置しておく必要がある。

次に、空走時に迂回を行わず、しかも走行中にロスタイムがなかった61サイクルについて、車両の走行時間と走行距離、平均勾配との間の関係を求めると、次の回帰方程式が成立する。すなわち、

空走においては

$$T=0.53D+0.45G+1.08 \quad (r=0.94) \quad (1)$$

実走においては

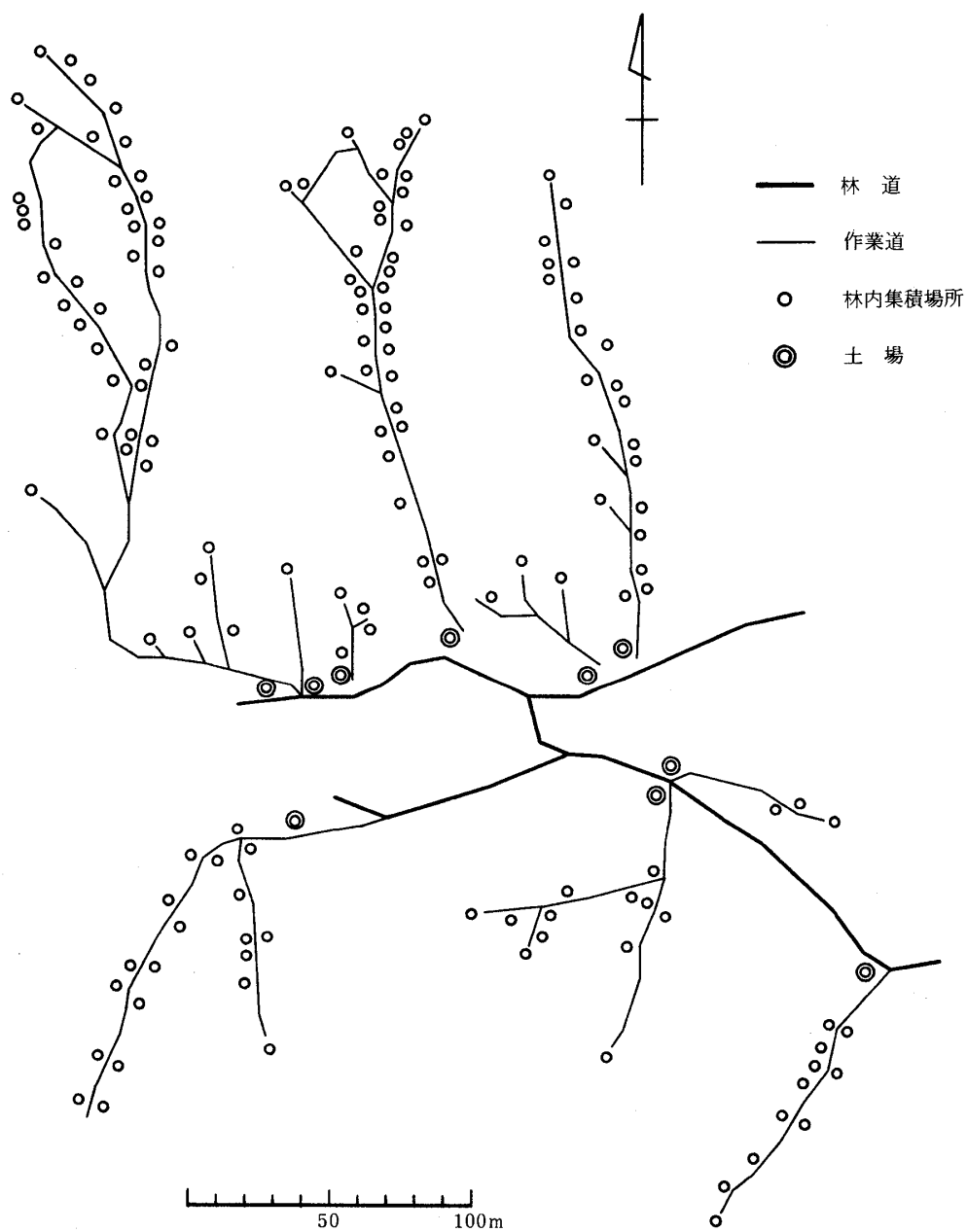


図-5 小型ジープによる搬出系統図

表-7 小型ジープによる搬出作業の工期調査集計表

サイクル 番号	ジープ走行時間					積卸時間		手待 その他 附帯 作業	ロスタイム	搬出量		集材距離
	土場 方転換	空走	現場 方転換	方向転換 後空走	実走	積込	荷卸			本数	材積	
1	40	130	20		140	430	250	200	2010	70	1.178	243
2	40	170	30		100	370	(310)	180	290	45	0.921	229
3	40	120	50		110	(650)	(330)	150		39	0.879	229
4	20	140	40		140	(510)	240	90	10	45	0.706	243
5	20	140	50		140	350	250	230	360	39	1.071	243
6	30	120	20		130	410	180	130		47	0.799	256
7	60	250	20	(10)	130	460	210	210	790	46	0.806	256
8	40	130	60	(20)	100	420	(270)	180	160	36	0.848	256
9	60	120	30	(10)	130	350	(330)	150	60	36	0.944	268
10	40	120	30	(20)	120	390	200	200	90	39	1.011	276
11	40	120	20	(20)	170	450	240	170	490	64	1.007	288
12	30	130	40	(20)	160	370	310	290	190	59	0.962	288
13	50	120	20	(40)	150	410	(310)	280	90	51	0.907	288
14	50	100	20		120	(540)	(390)	220	160	52	1.055	226
15	30	130	20		150	410	200	150	10	55	1.070	281
16	30	130	40		160	400	(400)	190	260	52	1.106	281
17	30	130	50		120	360	(480)	170	20	66	1.076	269
18	30	110	20		100	(470)	(350)	250		60	0.985	217
19	40	120	40	20	90	(460)	(280)	200		28	0.822	217
20	40	120	20	20	90	(550)	(370)	220		35	0.981	209
21	40	130	20	30	90	370	(390)	200	20	46	0.932	202
22	30	120	20	10	120	(690)	290	260		42	0.907	252
23	40	120	20		110	250	(200)	190		42	0.669	(289)
24	40	160			100	300	190	150	20	39	0.882	(223)
25	40	180			140	390	(180)	390	440	31	0.499	(309)
26	30	130			110	(450)	(260)	230		55	0.874	(223)
27	40	150			140	320	150	220	540	42	0.787	(301)
28	30	170			100	390	150	190		30	0.749	(233)
29	40	180			130	300	(340)	190	440	35	0.923	(313)
30	40	170			110	320	200	210		55	0.897	(214)
31	40	180			90	410	190	130		41	0.899	(325)
32	30	180			100	290	190	140		57	0.889	(206)
33	30	210			100	340	(280)	250	10	34	0.807	(325)
34	30	70	30	(20)	50	(330)	(310)	300		36	0.722	(206)
35	40	70	10	(50)	70	(520)	(310)	200		43	0.826	(338)
36	40	70	20	(30)	70	310	160	130		33	0.824	(202)
37	40	70	20	(20)	60	230	130	110		43	0.753	(338)
38	30	80	20	(40)	80	360	190	120	10	33	0.898	(189)
39		(20)			20	(410)	(270)	190		31	0.836	(356)
40		(50)			40	(410)	(350)	200		47	1.069	171
41		(30)			30	(360)	140	140		20	0.773	153
42		(20)			20	(260)	80	120		25	0.471	167
43		(20)			20	(190)	80	140		21	0.384	157
44	20	(70)			30	430	220	250	140	54	1.387	132
45		(30)			30	290	110	160		14	0.930	117

サイクル 番号	ジープ走行時間				積卸時間			手待 その他附 帯作業	ロスタイム	搬出量		集材距離
	土場方 向転換	空走	現場方 向転換	方向転換 後空走	実走	積込	荷卸			本数	材積	
46	30	60			10	120	80	200		28	0.459	10
47		(40)			20	(370)	180	100		47	1.150	28
48		(20)			10	210	100	160		31	0.849	23
49	50	90	80	(20)	60	(500)	(280)	280	260	54	1.057	93
50		(60)			50	400	(240)	270		80	1.307	102
51		(60)			50	(720)	(240)	160		45	1.169	102
52		(70)			70	380	330	240	570	77	1.266	120
53		(80)			50	370	360	240	100	56	0.848	124
54		(70)			50	(440)	(130)	190		30	0.836	124
55		(70)			60	(580)	(280)	350	1,040	44	0.912	131
56		(90)			60	460	(310)	210	70	46	0.892	138
57	20	100	150		60	290	220	250	60	42	0.870	151
58	30	90	150		90	560	240	170	190	84	1.317	185
59	20	100	120		90	410	200	170		57	1.170	185
60	40	110	90		80	660	200	220	1,420	52	1.391	176
61	40	80	50	(10)	60	390	(300)	230		59	1.047	161
62	20	80	120	(10)	110	320	160	180	160	66	1.081	183
63	30	90	90	(10)	100	350	110	200		33	1.044	183
64	20	80	30		70	370	160	160		43	1.118	153
65	40	170			100	470	300	200	1,020	78	1.566	(217) 170
66		(50)			30	(310)	(210)	210		33	0.669	81
67		(80)			50	280	230	190	310	64	1.201	102
68		(70)			60	190	170	180	60	30	0.749	102
69		(50)			30	(420)	240	140		53	1.320	72
70		(30)			30	310	140	130	600	42	1.264	43
71		80	40		70	170	110	160		22	0.558	124
72		(20)			10	330	200	110		44	1.108	27
73		(10)			10	560	220	160		78	1.556	27
74		(10)			20	150	60	80		13	0.694	21
75	30	30			60	(230)	(140)	290	60	32	0.570	50
76		(50)			40	(480)	130	190	40	44	1.118	45
77		(50)			30	(210)	(110)	150		20	0.449	33
78		70	60		30	(270)	(170)	210	30	15	0.578	40
79	60	30	30	(20)	50	340	150	160		42	1.212	74
80	40	110	80		110	370	240	220		63	1.242	163
81	30	70	20	(20)	140	350	270	160	40	90	1.550	171
82	30	100	30	(10)	100	610	270	210	10	83	1.527	171
83	30	100	40	(10)	90	420	190	180		37	1.087	171
84	30	90	20	10	150	350	240	290	760	93	1.628	141
85	30	90	20	10	100	370	170	130	60	74	0.963	149
86	20	100	20	10	80	380	140	130		69	0.878	141
87	40	80	20	10	70	430	330	220		35	1.297	149
88	30	80	20	20	130	470	190	130	310	100	1.250	127
89	30	90	30	20	70	460	230	150		50	1.179	137
90	20	70	20	10	80	420	200	310		83	1.193	118

サイクル 番 号	ジープ 走行 時間					積 卸 時間		手 待 その他附 帯作業	ロスタイム	搬 出 量		集材距離
	土場方 向転換	空 走	現場方 向転換	方向転換 後空走	実 走	積 込	荷 卸			本 数	材 積	
91	30	60	40		80	500	200	250		77	1.190	105
92	30	60	30	10	50	380	210	170		29	0.920	95
93		(70)			50	240	190	160	60	21	0.493	90
94	20	40	50		40	260	120	140		34	0.710	75
95		(50)			30	230	120	130		37	0.677	58
96		(50)			40	260	250	190		34	0.694	51
97		(20)			20	210	190	130		27	0.819	28
98		(20)			10	220	160	90		31	0.608	19
99		40	30	20	30	160	60	180		16	0.489	42
100		(30)			30	140	50	130		14	0.350	49
101		(40)			30	170	60	110		23	0.437	59
102		(30)			30	190	90	160		21	0.443	59
103		(30)			30	190	70	100		15	0.366	59
104	20	50	60	(20)	40	340	160	150		58	0.941	98
105	30	50	50	(20)	50	510	250	240	120	52	1.028	108
106	30	50	10	10	30	390	260	190	150	66	1.058	63
107		(30)			30	270	120	150		47	0.765	51
108		(20)			20	270	140	100		58	0.959	42
109		(20)			20	400	160	180		40	0.785	42
110		(20)			10	250	130	110		54	0.771	25
111	20	70	40		40	270	120	160	540	35	0.594	72
112	40	50	40	(20)	40	220	130	110	10	48	0.643	95
113	40	50	40	(10)	60	370	170	140		51	0.792	81
114	30	50	30	(20)	60	370	170	240		51	0.802	85
115	30	50	40	(20)	70	490	200	140	160	59	0.889	90
116	30	40	30	(30)	60	370	210	130	70	47	0.820	90
117	30	40	30	(10)	60	(450)	180	230	30	58	0.936	72
118	30	20	30	(10)	20	(490)	(300)	240		49	0.784	42
119	30	60	40	(10)	50	(470)	130	170	580	60	0.736	96
120	20	50	20	10	40	520	180	200		57	0.912	58
121		(30)			20	200	90	130		28	0.457	42
122		50	20	(10)	50	(420)	(150)	170	470	56	0.730	40
123	120	90	70		110	300	(240)	240	10	44	0.801	138
124	70	90	20		100	(450)	(260)	190	70	49	0.795	138
125	70	80	20	20	70	300	140	170		42	0.718	114
126	70	70	60	10	60	350	150	160		43	0.566	103
127	70	60	30	10	50	340	190	180	70	48	0.724	92
128		(60)			50	300	(150)	190		27	0.667	82
129		(50)			40	250	(150)	210	430	27	0.510	62
130		(70)			60	290	(280)	200	60	45	0.774	75
131	10	(30) 30	60	(10)	80	320	180	310		44	0.798	96
132		(70)			50	260	140	190	20	33	0.579	65
133		(20)			20	140	(80)	110		14	0.222	33
134		(20)			20	(250)	(120)	160	60	33	0.515	21

- 注 1) 走行時間欄の () 内は後進走行時
 2) 積卸時間欄の () 内は作業員 1 名の場合
 3) 集材距離欄の () 内は空走

$$T = 0.44D + 0.74G - 9.66 \quad (r = 0.94) \quad (2)$$

但し、

T : 走行時間 (秒)

D : 走行距離 (m)

G : 平均勾配 (%)

この回帰式算出に用いた各データの範囲は $1.0 \leq T \leq 14.0$

$1.9 \leq D \leq 25.6$ 、 $1.1.0 \leq G \leq$

33.3 である。

この2式より、次の点が認められる。

① 走行時間におよぼす走行距離の影響は空走時に、また平均勾配の影響は実走時に、より強く現われている。

② 走行時間は実走よりも空走に多く要する。

また、小型ジープが空荷で登坂できた最大勾配は23度(42.4%)、降雨直後では19度(34.4%)であったが、この勾配では登坂中にスリップ、エンストが続出し、下方から惰性をつけて数回登坂を試みなければならなかった。しかし、前輪にもチェーンを巻いてスリップを防止できれば、この勾配でも登坂は十分可能であると考えられる。そして勾配がこれ以上になると、迂回路の設置が必要となってくる。

この他に、走行時間に影響をおよぼす要因に伐根、枝条等地表障害物の有無、路面の軟弱度、実走の際の緩傾斜地の有無等が考えられるが、今回は勾配だけにとどめた。

2) 材の積卸

短材の積卸時間に影響をおよぼすと考えられる材積および玉数と積卸時間との関係を求めると、次の回帰方程式が成立する。

$$T_L = 2.80V + 0.03N + 1.91 \quad (r = 0.73) \quad (3)$$

$$T_U = 1.96V + 0.01N + 0.62 \quad (r = 0.72) \quad (4)$$

ただし、 T_L : 積込時間 (分)

T_U : 荷卸時間 (分)

V : 材積 (m³)

N : 玉数 (玉)

間伐材なかでも短材の場合、材積をかせぐにはかなりの玉数となり、同じ材積にするには材が小さい程玉数を多く必要とする。これが積卸時間にも大きく影響し、材が小さい程積卸

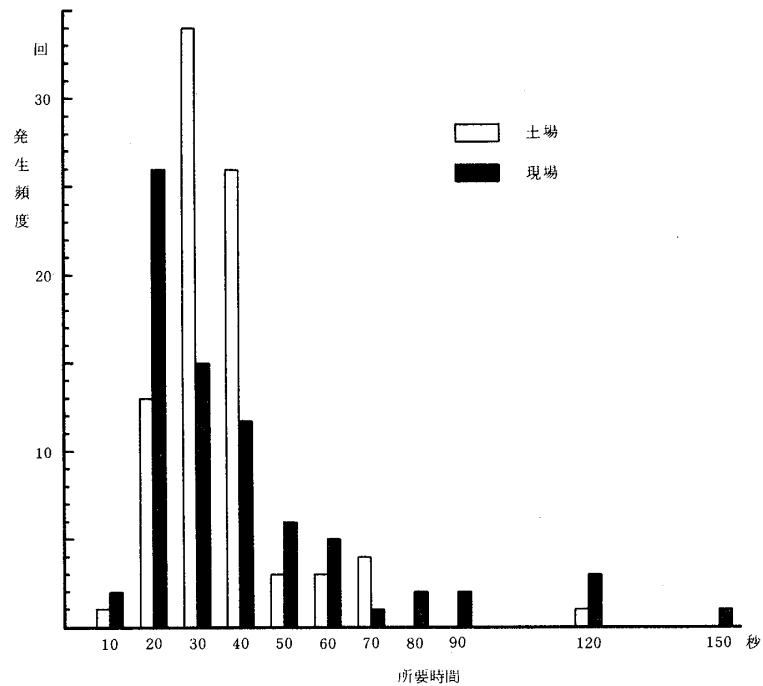


図-6 方向転換の所要時間別発生頻度

作業に時間が多くかかることを示している。

また、積込には荷卸の約2倍の時間を要する。

3) その他附帯作業および手待ち

その他の附帯作業は、小型ジープの荷台からの木そりの積卸、エンジンの始動等の作業で、これらに要する時間は各サイクルとも大きな差はないものと考えられる。

手待ちは方向転換や材の積卸の段取に要する時間でサイクル間にかかなりの差が認められる。

4) ロスタイム

ロスタイムをその内容別に区分して、所要時間の累計と発生件数を表-8に示す。

表-8 ロスタイム集計表

	内 容	発生件数	比率(%)	消費時間	比率(%)	1件当り 消費時間
				秒		秒
走行関係	運転ミス	2	2.3	680	4.1	340
	エンスト	9	10.3	130	0.8	14
	スリップ	21	24.1	3,670	22.0	175
	軟弱地通過	7	8.1	3,160	18.9	451
	障害物	14	16.1	5,010	30.0	358
作業道関係	障害物除去	18	20.7	2,430	14.5	135
	作業道修理	7	8.1	1,050	6.3	150
積荷関係		9	10.3	570	3.4	63
計		87	100.0	16,700	100.0	192

ロスタイムは全体で87件発生し、約4時間38分も労費している。主として走行時および作業道関係に集中し、なかでも障害物による走行の支障およびその除去、軟弱地の通過、急勾配の登坂に多大の労力と時間を費い

やしているのが目につく。

運転のミスは別として、①枝条が木そりにつまりけん引走行が不可能となる。②空走時に急勾配のため登坂できない。③材を積み過ぎた場合、下り勾配でも緩斜地のけん引走行ができない。④沢筋に作業道があるため、軟弱地も存在し、空荷でも上り勾配になるとスリップして通過が困難である等、作業道の整備が不十分であることがロスタイムの主な原因となっている。

そこで、搬出作業を行なう以前に、作業道となる場所の地表障害物の除去、縦断勾配および軟弱地の改修あるいは方向転換を行なう場所の設置を行なえば、ロスタイムの大半はなくなるものと考えられる。

5) 作業量

全作業時間と集材材積、集材玉数、集材距離(往復)との間には次の回帰方程式が成立する。

$$T=5.41V+0.03N+0.02D+5.16 \quad (r=0.83) \quad (5)$$

但し、T:全作業時間(分)

V:集材材積(m³)

N:集材玉数(玉)

D:集材距離(m)

また、搬出作業の1日当りの実行結果を集計すると表-9のとおりである。この表の1サイクル当り作業量および集材距離の平均値を用い、作業員2名による1日の作業量を算出してみる。まず1サイクル当りの所要時間は、(5)式より16.4分となる。1日の実働時間を6時間とすると、1日に21サイクルは可能で、950玉、19m³の短材搬出が見込める。

さらに、今回の試験において次の点が明確となった。

- ① 広い土場の確保が必要である。
- ② 林内に短材を集積する場合に、場所および量を搬出作業を考慮して決めると有利である。
- ③ 木そりの台数を2~3台に増加し、積込作業に2名、荷卸作業に1名程度の人員配置ができれば、作業の能率向上が期待できる。
- ④ 集材距離が短く、見通しがきき、運転に支障のない地形では、方向転換が省ける後進空走→前進実走という作業形態が有利である。
- ⑤ 畜力集材に比較して、**a**走行時間が短縮できる。**b**維持が楽である。**c**車両には休憩が

表-9 作業量集計表(1日当り)

サイクル数	所要時間			作業量		集材距離
	作業時間	ロスタイム	計	本数	材積	
	分	分	分	本	m ³	m
7	143:10	57:40	200:50	331	6.360	1,699
15	325:20	25:50	351:10	721	14.713	3,818
16	278:20	24:20	302:40	649	12.898	3,059
18	268:30	36:20	304:50	750	16.595	1,267
14	234:30	63:40	298:10	736	15.807	1,947
14	204:40	15:40	220:20	676	14.877	1,258
19	240:10	7:10	247:20	790	14.956	1,610
16	229:10	27:40	256:50	833	13.303	1,152
15	208:10	19:50	228:00	590	9.768	1,159
134	2,132:00	278:10	2,410:10	6,076	119.277	16,969
1サイクル当り	15:55	2:05	18:00	45	0.890	126

不要である。**d**持続力がある等の利点がある。

以上の結果から、早期のカラマツ間伐林分において、大量の出材量の見込みがあり、地形条件の良い林地については、間伐材(短材)の搬出に小型ジープ導入の可能性は十分あり、有効な搬出手段であると考えられる。さらに、この小型ジープにウィンチが搭載できれば、利用範囲も拡大し、手軽な作業機として今後十分活用できるものと考えられる。

B 大型ホイール・トラクタによる搬出

1. 目的

カラマツ間伐材の搬出を行なう場合、早期の間伐における小径材の搬出には、前述の小型ジープの導入も有効な手段であると考えられる。しかし、2回目以降の間伐において、間伐材が大径化してきた場合、材の集積あるいは積卸に多大の人力を必要とする点でこの方法は

不利になってくる。

そこで、大径化した間伐材を搬出するために、集材専用の大型ホイール・トラクタを導入した。最近、この種の機械を用いて間伐材の搬出作業を行なう場合には、間伐の方法としては主として列条間伐が採用されている。しかしこの間伐方法は先にも述べたように、①間伐後の立木配置が不均等である。②形質および生長不良木が残される等の欠点を有するため、間伐本来の目的からすると推奨できる方法とはいえない。

そのため、今後間伐を推進するに当たって、林分の生長促進および林木の形質向上という間伐本来の目的を満足し、かつ作業工程の向上をはかることができる間伐方法を確立することを目的として、その指針を得るために、カラマツ間伐材を全幹材で、しかも木寄から集材までを一連の機械作業によって搬出する試験を行なった。

2. 試験地の概況

北海道演習林6林班の1953年度植栽のカラマツ林分に面積2.07 haの試験地を設定した。

この林分は過去に間伐は実行されていないが、野鼠害あるいは保育不十分といったことから、間伐前の成立本数は1,931本(ha当り933本)とかなり疎林状態となっている。また、随所に広葉樹の侵入が見られ、場所によってはカラマツの成林が困難と思われる個所も存在している。

地形は一部を除いて、起伏のゆるやかな緩・中傾斜地で占められ、林内への車両の乗入れは可能であると考えられた。

幹線林道から分岐して、製炭材の搬出に使用した古い馬そり用の道が試験地の下方に隣接して開設されており、これを作業道として利用し、さらに林内に2路線、支障木を伐倒しただけの林内作業道を開設した。また、土場は幹線林道と作業道との分岐点に設け、玉切作業はこことで行なった。

3. 方法

間伐木の選定は一般に行なわれている定性間伐の方法に基づいて行なった。すなわち、生長不良木、被害木、弯曲木などのほか、立木密度の高い個所では、優勢木で樹冠形の不良なものを中心に間伐候補木とした。

次に、間伐木の伐倒に先立ち、地形と間伐候補木の位置を考慮しながら、林内作業道の通過位置を選定し、支障木を伐倒しただけの林内作業道を開設した。

なお、間伐前の林況および間伐選定木、林内作業道支障木の本数を径級別に示すと表-10のとおりである。

間伐作業としては、まず林内作業道の支障木を伐倒して伐開線を開設した後、間伐選定木の伐倒および枝払作業を実行したが、伐倒方向は搬出作業を考慮したものではなく、作業員に一任し、伐倒作業がしやすい任意の方向とした。

続いて搬出作業にはいったが、使用機種(岩手富士産業KK製 T-50 ロギングトラクタ)

の主な仕様を示すと次のとおりである。

全整備重量	5,900Kg
走行速度(最高)	27.0Km/h
最小旋回半径	4,725mm
登坂能力	35度
最低地上高	490mm
エンジン 排気量	4,313CC
最大出力	75ps/2,370rpm
最大トルク	22.5Kgm/1,800rpm

この機種を採用した理由は、

- ① 林内走行が可能で、しかもホイール型のため林地保全上有利である。
- ② 最低地上高が高く、構造上伐根等地表障害物に対する適応性が高いため、林内に特別に作業道を開設せずにすむ。
- ③ ウィンチを登載しているため、木寄から集材まで人力をあまり必要としない。
- ④ けん引力が強い。
- ⑤ 最小旋回半径が小さいため、小廻りがきき、林内での作業に適している。

表-10 試験地の林況

D,B,H.	間伐前	間伐後	間伐木	切捨木	作業道 支障木
5 cm	1	1			
6	5	5			
7	24	7		17	
8	62	11	12	38	1
9	74	22	27	24	1
10	102	44	46	9	3
11	106	49	47	6	4
12	135	77	51	3	4
13	154	100	48	4	2
14	165	123	38		4
15	218	164	48	1	5
16	202	164	30	1	7
17	168	143	24		1
18	134	116	11		7
19	96	80	13		3
20	100	92	3		5
21	75	64	8		3
22	47	44	1		2
23	29	27	1		1
24	17	17			
25	7	6			1
26	7	7			
27	2	1	1		
28	1	1			
計	1,931	1,365	409	103	54

- ⑥ 登坂力がある。
- ⑦ 走行速度が高いため、長距離の集材に適している。

等、間伐材を全幹で搬出するのに、有効な性能を有していると考えられたからである。

また、作業員の配置は、運転者1、荷掛夫3～4、土場作業員（玉切作業を含む）2～3の計6～8名で、全員この種の作業には未経験であった。

搬出作業の工程は次のとおりである。

- ① 土場から林内の現場へ自走（空走）
- ② 現場到着後、ウィンチによる木寄作業
- ③ 間伐材をけん引して土場まで走行（実走）
- ④ 土場で荷卸

この搬出試験で、

- ① 搬出作業の要素作業別工期
- ② 各サイクル毎の作業量
- ③ 搬出作業による損傷木の被害状況
- ④ 残存木の径級

等の資料を求め、これを分析して、カラマツ間伐林において一般的に行なわれている定性間伐を実行して、その間伐材の搬出に大型ホイール・トラクタを導入する場合の作業方法の検討を試みた。

4. 結果と考察

試験地の概況および木寄作業を行なうためにトラクタが停車した位置を図-7に、また各サ

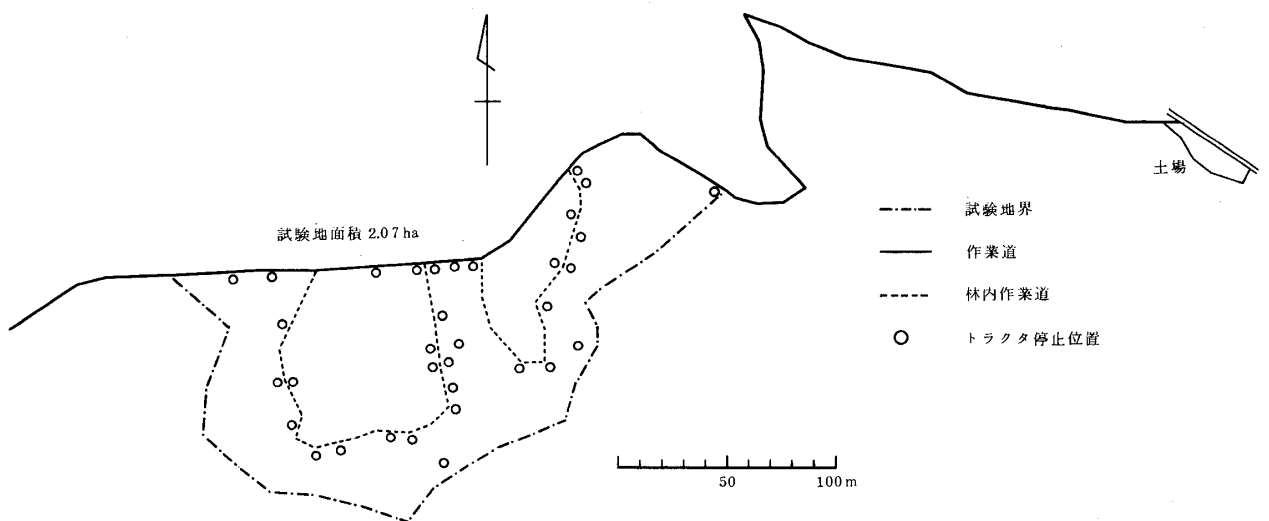


図-7 トラクタによる搬出試験概略図

表-11 トラクタによる搬出作業の工期調査集計表

サイクル 番	トラクタ 走行時間				ウインチ作動時間		荷掛時間	荷卸時間	手待時間	ロスタイム	作業時間 合計	作業量		集材距離	
	土場方向 転	空 走	現場方向 転	実 走	伸 張	巻 込						本 数	材 積	空 走	実 走
	分	分	分	分	分	分									
1	0:39	5:56	0:10	9:15	2:03	5:38	13:53	1:18	10:31		49:13	21	1349	560	557
2	0:34	5:45	0:10	5:53	2:01	3:24	4:35	1:06	4:52		28:20	20	1136	564	564
3	0:36	5:37	0:18	4:30	1:49	1:11	2:28	2:21	2:10		21:00	12	0880	554	554
4	0:33	7:06	0:40	5:44	1:55	1:28	6:09	0:44	1:18		25:37	22	1548	618	618
5	0:45	7:41	0:33	6:07	0:24	0:32	0:40	1:50	12:11		30:43	10	0681	660	660
6	0:29	7:12	0:20	6:45	1:48	1:43	2:33	0:45	6:09		27:44	16	1242	660	660
7	0:27	7:39	0:44	7:34	2:56	4:05	2:23	1:04	8:22		35:14	22	1957	683	683
8	0:53	6:44	0:30	5:42	1:12	1:44	1:25	1:16	5:38		25:04	17	1387	594	594
9	0:20	7:18		7:44	2:46	3:11	6:13	1:40	3:21		32:33	17	2186	675	668
10	0:25	7:38		9:04	3:56	3:12	6:33	2:23	3:26		36:37	27	2819	675	668
11	0:28	5:53	1:50	4:47	2:01	1:26	1:48	0:54	3:43		22:50	18	1339	620	620
12	0:24	6:59	0:44	6:06	4:19	2:54	5:50	1:15	3:27		31:58	23	2202	636	636
13	0:36	6:33	0:17	5:44	2:45	2:07	1:20	1:39	7:48	1:08	29:57	22	1774	636	636
14	0:37	7:16	0:34	7:12	4:18	2:50	4:46	1:35	3:00	0:40	32:48	17	1779	630	630
15	0:35	5:53	0:18	6:46	4:29	2:07	9:41	1:54	2:47	0:14	34:44	41	2581	572	572
16	0:24	8:03	0:10	5:12	3:08	1:15	5:13	1:25	3:40		28:30	14	1348	605	548
17	0:27	5:22	0:35	5:18	2:23	1:18	5:38	0:56	2:28		24:25	22	1326	508	508
18	0:31	4:00	0:15	3:41	2:31	1:27	6:26	2:29	0:23		21:43	23	1250	361	361
計	9:43	118:35	7:58	113:04	46:44	41:32	87:34	26:34	85:14	2:02	539:00	364	28784	10811	10737
平均	0:32	6:35	0:27	6:17	2:36	2:18	4:52	1:29	4:44	0:07	29:57	20	1599	600.6	596.5

イクル毎の工期調査結果、作業量および集材距離を表-11に示す。

1) 走行関係

走行時のギアの位置は、土場から現場への作業道の走行には高-2速、林内走行には低-2速、間伐材をけん引して作業道を下る場合には高-3速と一定に保った。

表-11からは走行時間と走行距離の間には比例的な関係は認められない。これは表-12に示すとおり、積込現場の確認のためあるいは木寄作業を行なうために、トラクタが停車した回数が大きく影響しているためと考えられる。そこで、トラクタ停車回数および走行距離と走行時間との関係を求めると、次の回帰方程式が成立する。

空走については

表-12 トラクタの停車回数

	空 走			実 走		
	停車回数	走行距離	所要時間	停車回数	走行距離	所要時間
1	560m	5.9分	10	557m	9.3分	
1	564	5.8	1	564	5.9	
1	554	5.6	1	554	4.5	
2	618	7.1	1	618	5.7	
0	660	7.7	1	660	6.1	
1	660	7.2	1	660	6.8	
1	683	7.7	3	683	7.6	
0	594	6.7	2	594	5.7	
0	675	7.3	3	668	7.7	
0	675	7.6	7	668	9.1	
1	620	5.9	1	620	4.8	
1	636	7.0	3	636	6.1	
2	636	6.6	2	636	5.7	
2	630	7.3	6	630	7.2	
2	572	5.9	11	572	6.8	
4	605	8.1	4	548	5.2	
1	508	5.4	7	508	5.3	
1	361	4.0	0	361	3.7	

$$T=1.22D+0.21S-1.02 \quad (r=0.90) \quad (6)$$

実走については

$$T=1.09D+0.27S-1.17 \quad (r=0.83) \quad (7)$$

但し、T：走行時間（分）

D：走行距離（100m）

S：トラクタ停車回数（回）

(6)(7)式から、次の点が明らかとなった。

- ① 空荷で坂路発進する場合よりも、下り勾配でも材をけん引して発進する場合に、より時間を費いやしている。
- ② 前述の小型ジープの場合と同様、距離の影響は空走の方が大きい。
- ③ 実走時間を短縮するためには、荷掛夫がトラクタの停車回数をできる限り少なくして木寄作業を効率的に行なえる位置に、トラクタを誘導することが必要である。

また、現場における方向転換には10~150（平均32）秒の時間を必要としたが、トラクタの林内障害物に対する適応性が高いため、比較的容易に行なうことができた。しかし、トラクタを斜面の等高線に平行の状態にすると転倒事故を招く恐れがあり、運転者および誘導者はこの点に十分注意を要する。

2) 木寄作業

これはトラクタの運転者がウインチを操作し、荷掛夫がウインチ・ラインを引張って搬出する材まで歩行し、スリングを用いてウインチ・ライン先端のフックに間伐材を固定した後、

表-13 荷掛作業の工期調査集計表

サイクル数	材整理 分	荷掛 分	移動 分	手待 分	休憩 分	計 分
1		26:48	6:12			33:00
2	6:30	13:15	1:05		5:10	26:00
3	10:00	5:50	2:55		4:20	23:05
4	14:05	9:20	3:45			27:10
5	10:15	2:35		10:40	2:35	26:05
6	1:05	7:30	2:10	0:35		11:20
7	13:10	12:14	3:26		3:50	32:40
8	10:50	4:20	3:20		10:20	28:50
9	11:15	12:10	3:45		5:00	32:10
10	7:00	11:30	6:15		10:00	34:45
11	11:20	7:55	1:40			20:55
12	13:10	14:05	3:10			30:25
13	5:00	7:55	5:45		11:20	30:00
14	12:55	12:50	7:05			32:50
15	6:55	16:50	3:35		6:40	34:00
16	15:15	9:55	2:40	8:35		36:25
17	12:00	9:45	4:10			25:55
18	8:35	11:40				20:15
計	169:20	196:27	60:58	19:50	59:15	505:50
平均	9:24	10:55	3:23	1:06	3:18	28:06

ウインチ・ラインを巻込んで

材を寄せ集める作業である。

表-13に示すとおり、荷掛夫がトラクタと共に行動するのは、トラクタが現場に到着してから、木寄作業を行ない、材を吊上げてけん引走行に移るまでであるが、その間の所要時間は平均して約11分程度であった。この工期は当然のことながら、ウインチ・ラインを伸ばす時の荷掛夫の歩行距離が長い程、また伸ばす回数が多い程落ちる。この作業において工期をあげるには、ウインチ・ラインを伸ばす距離の短縮または回数の減

少をはかる以外にないと考えられる。ウィンチ・ラインを伸ばす回数を減少させるためには、荷掛夫がある程度搬出する材をそろえておく必要がある。しかし、実際に荷掛作業を追ってみると(表一13)、材を整理してトラクタによる木寄作業を行ないやすいように段取する時間が、そのために必要な移動および手待ち時間を含めて、作業時間の半分の14分を占めており、荷掛夫にかなりの肉体労働を強いる結果となっている。しかも材が大径・長大化する程、この傾向は著しいものと推測できる。そこで、この人力作業をできる限り省略するためには、ウィンチ・ラインを伸ばす回数を減らすよりはむしろ、トラクタをなるべく搬出する材に近づけて、ウィンチ・ラインを伸ばす距離を短縮する方が、有利な方法ではないかと考える。

なお今回の試験では伐倒方向を定めなかったため、1本のスリングを用いて同時に末口、元口両方向の材を固定した場合、末口方向の材はウィンチ・ライン巻込中にはずれることが多く、材の先端をそろえると共に伐倒方向も統一した方が能率的である。この場合、元口にスリングを掛けた方がはずれにくい点では有利であるが、1度に大量の材をけん引する場合には、むしろ末口にスリングを掛けた方が有利で、状況に応じてそのいずれかを採用すべきである。

3) 土場作業

今回の試験では、トラクタがけん引してきた全幹材は、荷卸後直ちに玉切し、人力で巻立作業を行なったため、土場においてトラクタによる材の整理は行なわなかった。しかし、全幹材をそのまま処分するような場合、2~3縦列に搬出材を置けるような広い土場の確保ができれば、トラクタの排土板を利用して人力によらない材の整理も可能である。

4) 作業量

全体(18サイクル)の出材量は、364本、28.784 m³で、また、延集材距離(往復)は21,548 m、総実働時間は539分であった。これを1サイクル当りの平均値でみると、20本で1.6m³の全幹間伐材を、林内のあちこちから木寄した後、600mをけん引走行して、30分で搬出してきたことになる。

また、作業時間に影響をおよぼすと考えられる集材材積、集材本数、集材距離の3要因と1サイクル当り全作業時間との関係を求めると、次の回帰式が得られる。

$$T = 6.47V + 0.01N + 0.01D + 6.56 \quad (r = 0.90) \quad (8)$$

但し、T : 全作業時間(分)

V : 集材材積(m³)

N : 集材本数(本)

D : 集材距離(m)

(8)式に上記の1サイクル当りの平均値を代入すると、1サイクル当り全作業時間は約30分となる。1日の実働時間を6時間とすると、1日の作業量は、12サイクルで120本、19m³となる。作業員全員がこの種の作業にはじめて従事したことを考慮すると、今後経験をつめば、これ以上の成果は大いに期待できる。

表-14 損傷木調査表

番号	被害状況 長さ×幅 (cm)	根元から被害位置 までの高さ(cm)	備考
1	100×14	0	○
2	2×20	20	○ワイヤー・ロープ
3	60×9	5	○
4	8×8	45	○
5	2×11	65	ワイヤー・ロープ
6	82×9	8	○
7	40×13	53	○
8	20×7	30	○
9	11×9	13	○
10	10×7	13	○
11	10×13	28	○
12	23×7	30	○
13	2×9	8	○ワイヤー・ロープ
14	2×10	47	○ワイヤー・ロープ
15	20×12	17	○
16	43×16	0	○
17	11×8	46	○
18	40×10	90	○
19	44×10	25	○
20	20×10	36	○
21	30×10	50	○
22	24×10	17	○
23	50×8	30	○
24	13×7	45	○
25	24×14	50	○
26	2×30	20	ワイヤー・ロープ
27	24×5	46	○
28	15×6	25	○
29	60×13	0	○
30	10×5	123	○
31	18×6	46	○
32	10×5	12	○
33	43×5	28	○
34	12×14	13	○
35	12×11	18	○
36	6×8	20	○
37	2×13	17	ワイヤー・ロープ
38	34×10	30	○
39	30×10	90	○
40	44×11	27	○
41	40×10	0	○
42	14×5	35	○

注) ○印は林内作業道沿いに発生した損傷木で、他は林内のもの

なお、作業員の配置としては、土場で製品生産を行わない場合、運転者1、荷掛夫3、土場作業員1の計5名のセット人員が適当であると考えられる。

5) 損傷木

木寄あるいは搬出作業中に、ウインチ・ラインのワイヤー・ロープあるいはけん引きされている全幹間伐材によって、樹皮をはがされた損傷木の被害状況を表-14に、発生個所を図-8に示す。

被害本数は42本で、残存木の3.1%にすぎなかった。発生個所は作業道沿いに多く、特にカーブ地点においては損傷状態もひどくなっている。ウインチ・ラインのワイヤー・ロープによる損傷は6件で、全てワイヤー・ロープの直径分のはく皮にとどまっていた。

この損傷木の処理については、今後追跡調査を行なうことにより明らかにしていく予定であるが、間伐を樹液の流動が停止している時期に行なえば、はく皮することが少ないので、損傷木をそのまま放置しておいても、その後の生長に支障を来すまでには至らないと考えられる。

以上、大型ホイール・トラクタを導入して、カラマツ間伐材を定性間伐林分より全幹で搬出する試験を行なったが、この作業方法について次のことがいえる。

①空走→木寄作業→実走→土場作業というパターンはくずせないが、

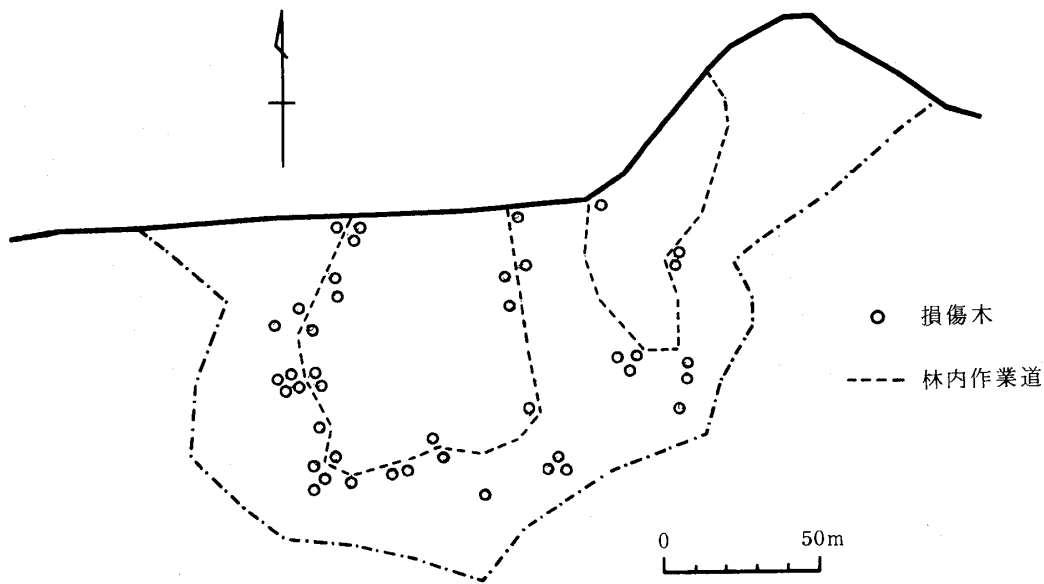


図-8 損傷木位置図

- 各要素作業とも、トラクタの動力を利用できる点で、大径・長大化したカラマツ間伐材を、全幹材で搬出することを指向した作業には、この方法は有利であると考えられる。
- ② 林内にトラクタを導入するためには、作業道の開設が必要であるが、カラマツの場合、強度の間伐が必要とされており、作業道の幅員程度の造林木の伐開は、その後のうっ閉には大して問題にならないと考えられる。その上、この作業道は支障となる造林木の伐開のみにとどめるので、林地の保全上も好都合である。また、伐開線は一種の列条間伐と見做すことができるが、これ以外について定性間伐を実行すれば、間伐本来の目的は十分果せると考えられる。
 - ③ 木寄作業においては、トラクタはできる限り搬出する材に接近することが、作業工程の向上につながる。この場合、トラクタの適切な停車位置の選定およびそこへの誘導が荷掛夫の重要な要素作業となる。
 - ④ 林内での方向転換は、トラクタが転倒する危険性のない、できるだけ傾斜のゆるやかな場所を選んで行なわなければならない。
 - ⑤ 土場は、全幹の搬出材を2～3縦列に並べることができ、しかもトラクタによる材の整理作業が可能な程度の広さを確保できれば能率的である。
 - ⑥ 作業員は、運転者1、荷掛夫3、土場作業員1の計5名の配置が適当と考えられる。
 - ⑦ なお、機械作業を行なうため、運転者と他の作業員との間の連絡を十分行ない、事故防止に努める必要がある。

V おわりに

近年、カラマツ林の間伐を促進するために、その作業工程を向上させることを目的とした1方法

として、列条間伐法が採用され、実行に移されてきている。筆者は、この間伐方法が、作業功程を向上させる上で、果して有利な方法であるか否かを、間伐作業の伐木・造材工程について、功程調査を行ない、時間分析をして、定性間伐法との比較検討を試みた。しかし、この工程に関しては、両間伐作業法の間には、大した差は認められなかった。しかも、列条間伐法は間伐本来の姿から見ると、種々の欠点を有するため、今後間伐を推進するに当って、推奨できる方法とはいえない結果を得た。

そこで、列条間伐法によらず、間伐本来の目的を満足する一般的な定性間伐法を採用して、間伐を実行し、その間伐材の搬出に、従来から用いられてきた畜力に代るものとして、小型ジープの導入を試み、その成果を検討した。その結果、①走行時間が短縮できる。②持続力がある。③作業量が多い等畜力に比べ有利な点が認められた。その上、このジープにウィンチを登載できれば、その用途は拡大し、今後小径材の搬出に大いに活用できる見通しがついた。

さらに、間伐を2回、3回と繰返すうちに、材が大径・長大化し、人力作業では搬出が困難になった場合を想定して、集材専用の大型ホイール・トラクタを林内に導入した。これは、間伐材を全幹のまま林内より搬出すること、また人力作業をできるかぎり省くことを目的としたもので、今回は、その作業方法について検討を加えた。その結果、①林内に、支障となる造林木を伐開しただけの作業道を開設すれば、トラクタは林内を走行でき、定性間伐法による間伐木の搬出が可能である。②木寄作業—搬出作業—土場作業と、一貫して機械力によって作業が実行できる。③走行速度が大きいためサイクル数の増加が期待でき、しかも、大型機械であるため1度に大量の集材量が見込める等、多くの利点が認められた。このため、今後カラマツ林の間伐を推進していく上で、大型ホイール・トラクタの導入は十分可能性があり、有効な手段であると考えられる。

しかし、大型であるために、幼令間伐林あるいは地形条件の悪い林地では適用でき兼ねる面もあり、前述の小型ジープとの併用あるいはこれらの車両を走行させる林内作業道の開設とあわせて、今後のカラマツ林における間伐材の搬出方法の確立をはかりたい。

Résumé

Recently the row thinning method has been adopted as one of the ways to promote the thinning Japanese larch forests, as this method can be easily carried out by making use of some machines, but it has been found out that this method has many defects from the point of the original purpose of thinning.

As far as I have experimented, the felling and the bucking operations by this row thinning method, there seems practically no improvement in its working efficiency, so I introduced two machines expecting to keep natural state of thinning and to promote the working efficiency.

They are a small-sized jeep and a large-sized wheel type tractor.

I used these machines and tested for skidding the thinned logs from forest to landing by work-sampling method.

The followings are the results.

1. By using the small-sized jeep

1) Time saving

2) Energy saving

3) More productive

2. To carry larger thinned logs, I used a large-sized wheel type tractor and tested skidding with the following results.

1) Using spur roads, this tractor could carry out thinned logs successfully.

2) We can use this tractor for pre-yarding and skidding consistently.

3) When this tractor is used for skidding, we can carry out large amounts of thinned logs from distance very rapidly.