

# 機械化作業に適した間伐方法

宮城県林業試験場 主任研究員 金澤孝之

## 1 はじめに

本県のスギを中心とした人工林資源は成熟しつつあるが、木材価格の低迷をはじめとする経営環境の悪化により、林業の生産活動は停滞し、間伐は遅れがちとなっている。

このような中で、近年、高性能林業機械の能力を効率よく発揮することが可能で、コストの低い間伐方法として列状間伐が注目され、本県の私有林内でも実施されるようになってきている。そこで、生産性の向上に結びつく機械化作業システムの開発と列状間伐に焦点を置いた調査・研究を行ったものである。

## 2 調査・研究の内容

- (1) 間伐の実施箇所57箇所を対象に間伐方法、作業システム、生産性及び生産コスト等の実態について聞き取り調査した。
- (2) 本県内で稼働しているタワーヤーダ、プロセッサ、フォワーダ等の高性能林業機械を対象に、機械稼働状況及び故障修理費の実態を調査した。
- (3) 登米町において、平成4年にスギ、35年生を列状間伐(1伐3残+劣勢木) 0.30ha と普通間伐0.24ha の実施林分の生長量を確認するため、平成9年と平成12年に毎木調査した。また、同様に本吉町において、平成9年に2伐5残の列状間伐の実施林分を4年経過後の平成13年に残存木の直径生長量を調査した。

## 3 結果及び考察

### (1) 間伐事業地の実態調査

#### ア 間伐方法別の素材生産性

調査した間伐方法別の素材生産性(作業トータル)は、表1.1のとおり、普通間伐を100とすると列状間伐が114、併用間伐が147となった。

併用間伐の生産性が高い結果となったが、この要因としては林齢が高く間伐木の1本当たりの材積が大きかったことが作業能率の差に大きく影響を与えたものと認められる。

一方、列状間伐は、間伐木の単木材積が普通間伐よりも小さかったにもかかわらず伐木・造材・集材作業全てにおいて、普通間伐よりも生産性が高い結果となった。

表1.1 間伐方法別の素材生産性

間伐方法 区分	実態調査箇所の内容				間伐方法別の素材生産性		
	箇所数 (箇所)	調査地 面積 (ha)	生産材積 (m <sup>3</sup> )	間伐木の単 木材積(m <sup>3</sup> )	伐木・造材 (m <sup>3</sup> /人・日)	集材 ( /人・日)	作業トータル ( /人・日)
列状間伐	16	110.54	4,227	0.232	5.38	6.50	2.94
普通間伐	34	178.15	8,950	0.275	4.60	5.78	2.57
併用間伐	7	35.90	2,246	0.393	6.20	9.62	3.77

## イ 間伐方法別の素材生産費

間伐方法別の素材生産費は、表1.2のとおりで、普通間伐を100とすると列状間伐が90、併用間伐が91となった。

素材生産費においては、間伐方法別の素材生産性の差ほど大きな差となって現れなかった。この原因としては、列状、併用間伐の機械利用に係る機械運搬費や機械損料が大きいためであると考えられる。また、素材生産費に占める間接経費を比較すると列状、併用間伐は普通間伐より割合が低く、これは普通間伐よりも列状、併用間伐ではプロセッサなどの機械を使用した作業が多く、作業人数の占める割合が低く労災保険料等の経費がコスト低減に繋がっているものと考えられる。

表12 間伐方法別の素材生産費

区 分	間 伐 方 法 別 の 素 材 生 産 費			
	伐木・造材 (円/㎡)	集 材 (円/㎡)	間 接 経 費 (円/㎡)	作業トータル (円/ )
列状間伐	3,171 (36)	3,376 (38)	2,333 (26)	8,879 (100)
普通間伐	2,988 (30)	4,267 (43)	2,603 (26)	9,858 (100)
併用間伐	4,064 (45)	2,403 (27)	2,471 (28)	8,938 (100)

## ウ 作業システム、間伐方法別の素材生産性及び素材生産費

調査した間伐における57箇所の作業システムは、9つのタイプに大別された。

作業システムとして最も多く採用されているものは、チェーンソーで伐木・造材しフォワーダで集材・極積するシステムが21箇所で全体の約4割を占めている。

次に多いのが、チェーンソーで伐採し、ウインチ付きバックホーで全木集材し、プロセッサで造材する作業システムが14箇所で、この2つの作業システムが約7割を占めている。

作業システムと素材生産性、生産費の関係では、ウインチ付きバックホーで全木集材を行ったものはフォワーダによる短幹集材の生産性より約5倍も高く、このことがコストに大きく反映されているものと認められる。

ウインチ付きバックホーを活用して全木集材する作業システムは、本県では一般的な方法として定着しているものと認められるが、ウインチ付きバックホーを用いた全木集材は荷掛手への労働強度が高いことや残存木への傷付けなどが課題である。

ウインチ付きバックホーは、作業路等の開設など汎用性が高く森林組合等の事業体が一般的な機械として保有しており、新たにタワーヤードなどの集材のみに使用する高価な機械装備を必要としないメリットがあるので、ウインチ付きバックホーを用いた集材時の課題である残存木への傷付け防止対策や荷掛手への労働強度の軽減策の検討が必要である。

## エ 事業地面積と素材生産性及び素材生産費

調査した57箇所の事業地面積と1㎡当たりの素材生産性及び素材生産費の調査

結果を図1.1～1.2に示した。

事業地面積の大きい箇所は、素材生産性が高くコスト面で有利性を発揮できるという結果を予測していたものであったが、今回の調査結果からは事業地面積が大きくても明確には生産性の高さと、コスト低減効果は特に発現されているとは認められなかった。

間伐の生産性やコスト面に与える要因は、事業地の大きさよりも間伐木の大きさや作業システム等が大きな影響を与えているものと考えられる。

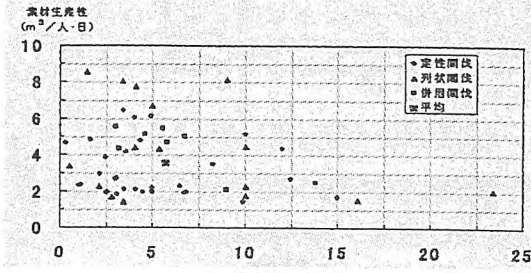


図1.1 事業地面積と素材生産性

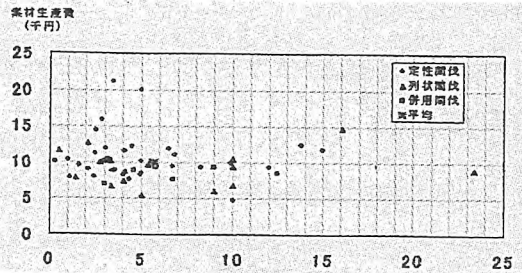


図1.2 事業地面積と素材生産費

#### オ 事業地の素材生産量と素材生産性

1事業地当たりの素材生産量と素材生産性については、図1-3のとおり250㎡以上の事業地で生産性の高いものが認められるが、一方では事業地の生産量が少なくても生産性の高い事業地が認められる。また、間伐方法別に比較しても生産性の高い事業地と低い事業地が見られるなど、生産性の差は事業地の大きさ以外の要因が大きく影響を及ぼしていると認められる。

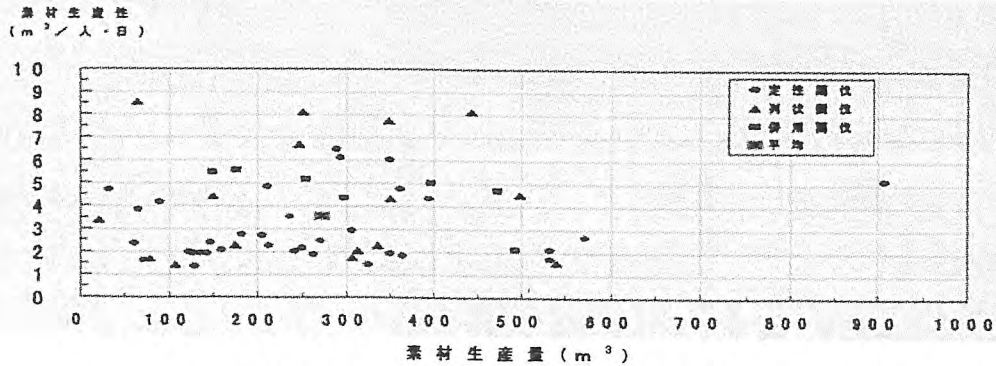


図1.3 事業地の素材生産量と素材生産性

#### カ 間伐木の単木材積と素材生産費

図1-4のとおり、間伐木の単木材積が素材生産費に大きく影響を及ぼしていると認められる。特に、列状間伐では単木材積が大きいほど素材生産費が低い傾向が現れており、間伐木の単木材積が0.25㎡以上の林分で列状間伐を実施した方が効率的であると認められる。

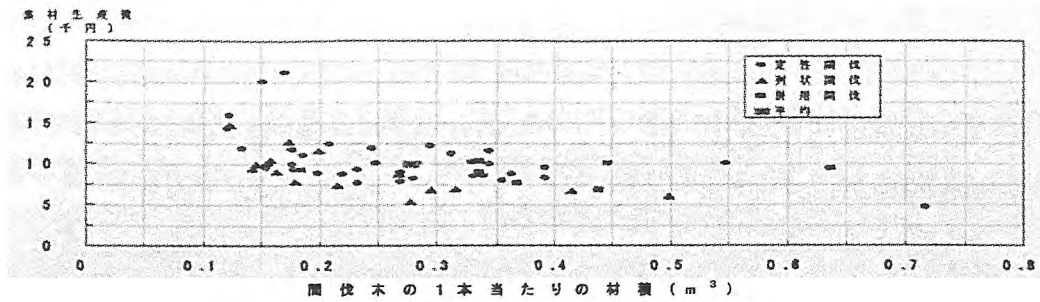


図 1.4 間伐木の単木材積と素材生産費

(2) 機械の稼働状況と故障修理費の検討

ア タワーヤーダ (リョウシンRME-300T)

調査したタワーヤーダの稼働開始は、平成6年11月20日から平成13年12月末までのアワメーター表示は3,994時間で調査した4ヶ年の平均稼働日数は90日であった。

タワーヤーダの平成11年の稼働日数が153日から平成12年は53日、平成13年が23日と大幅に減少している。これは、機械の使い勝手の問題ではなく、木材価格が落ち込んでいる現状から生産コストに見合う現場が少なくなったために稼働日数が落ち込んでいる。

故障修理費は、平成10年～13年次までの平均で8万3千円と少額であった。

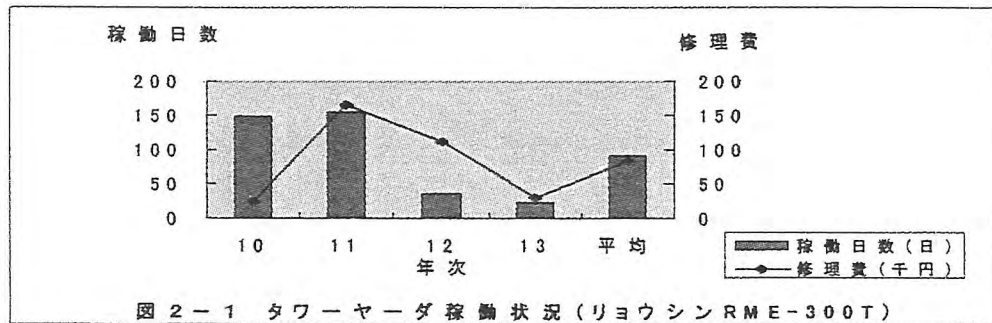
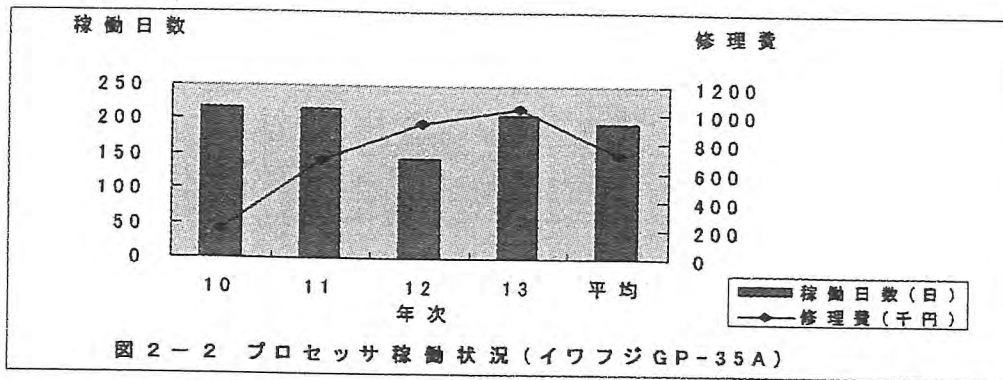


図 2-1 タワーヤーダ稼働状況 (リョウシンRME-300T)

イ プロセッサ (イワフジGP-30A)

プロセッサの稼働開始は、平成5年9月から平成13年12月末のアワメーター表示は、8,271時間で調査した4ヶ年の平均稼働日数は195日であった。

機械の故障に伴う修理費は、図2-2のとおり使用年数の経過とともに年々上昇している。しかし、故障修理の内容はベースマシンそのものの故障は少なくプロセッサヘッドに係る故障修理費が多くなることから、機械の耐用年数5年経過時点でプロセッサヘッドの更新の検討を要すべきと考えられる。

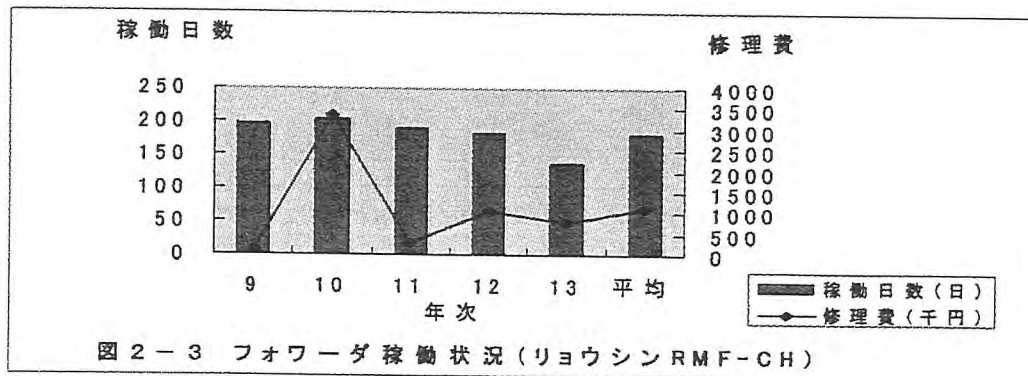


### ウ フォワーダ (リョウシンRME-CH)

フォワーダの稼働開始は、平成8年8月から平成13年12末のアワメータ表示は、5,542時間で調査した5ヶ年の平均稼働日数は181日であった。

調査した5ヶ年の故障修理に要した経費は5,564千円で、フォワーダの購入価格1,184万円の約半分を占めている。図2-3のとおり、特に平成10年次の修理費が突出しているが、動力部のポンプ、モーター等交換に要した経費が300万円を要したためである。

これ以外では足回り部分とグラップルに関連する油圧ホースの交換や修理の頻度が高い傾向が見られた。



### (3) 間伐後の残存木成長の検討

#### ア 列状間伐(1伐3残+列勢木)と普通間伐後の間伐効果

登米町の列状間伐及び普通間伐区の間伐直後の残存木1本当たりの平均胸高直径、平均樹高及び平均材積は、表2-1のとおりであるが、間伐実施から5年を経過した平成9年の材積成長率を比較すると普通間伐区は9.8%で、これに対し列状間伐区では23.5%の成長率となっている。また、同様に間伐実施後8年を経過後の調査結果も普通間伐区より列状間伐区の残存木の材積成長率が12.2ポイントも高い結果となった。

これだけの材積生長量の差が生じた要因のひとつとしては、列状間伐区の方が普通間伐区より間伐時の間伐本数率、材積率が高かったため、間伐後の生長量の差として発現したものと考えられる。

表 2.1 列状間伐（1伐3残+劣勢木）と普通間伐後の間伐効果

○登米町の材積生長量調査結果（スギ人工林）

年次	平成4年 間伐前		平成4年 間伐直後		平成9年 間伐5年後		平成12年 間伐8年後	
林齢	35年生		35年生		40年生		43年生	
間伐区分	普通 間伐区	列状 間伐区	普通 間伐区	列状 間伐区	普通 間伐区	列状 間伐区	普通 間伐区	列状 間伐区
本数/ha	973	906	667	542	656	522	656	522
材積/ha	355	318	232	189	252	223	332	288
平均胸高直径(cm)	25	25	25	25	25	27	28	29
平均樹高(m)	14	14	14	14	16	15	17	17
平均材積(㎡/本)	0.365	0.351	0.348	0.349	0.382	0.431	0.507	0.551
材積成長率(%)	間伐直後と比較				9.8	23.5	45.7	57.9

### イ 2伐5残の列状間伐後の間伐効果

間伐後の残存木の列位置の成長率は、図3.1のとおり残した5列のうち真ん中の3列目の成長が悪く間伐効果は少なかった。このため、3列目が生じない2伐4残の列状間伐や次回の間伐の実施の際は3列目を列状に間伐するなどの方法が有効な解決策になるものと考えられる。

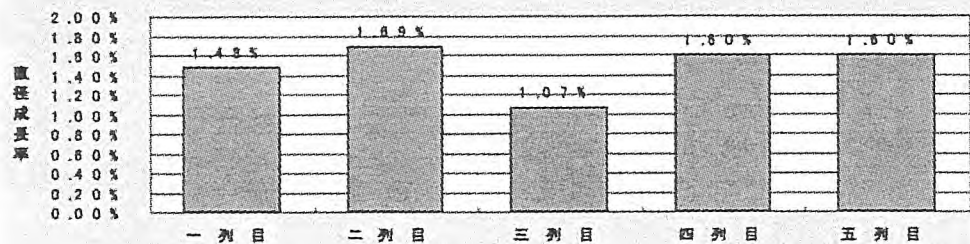


図 3.1 2伐5残の列位置の生長率

## 4 まとめ

・列状間伐は従来の間伐方法に比べ低コスト、高能率であった。しかし、機械の選択と作業システムによっては機械経費が大きくなり、コストダウンに繋がらない場合がある。

また、間伐木の単木材積が素材生産費に大きく影響を及ぼしており、間伐木の単木材積が0.25㎡以上の林分で列状間伐を実施した方が効率的であると認められた。

・1伐3残の列状間伐では、除伐や保育間伐が実施されていない林分では、立木密度が高いため、間伐木1本当たりの材積が少なく、伐採や集材作業能率の大幅な向上には繋がっていない。また、間伐後の材積生長量の増加効果を期待する上でも除伐や保育間伐が実行された林分で列状間伐の実施が望ましいと考えられる。

・間伐後8年を経過した林分で、1伐3残の列状間伐区の材積生長量は普通間伐区を上回る成長量であった。また、2伐5残の列状間伐地の4年経過林分では残した5列の真ん中の3列目の成長が少なく間伐効果が薄いことから、3列目の生じない2伐4残が有効な間伐方法であると考えられる。

- ・列状間伐の長所を最大限に発揮するとともに、次回の間伐方法、作業システム等を考慮すると2伐4残する列状間伐が最も有効な間伐方法であると考えられるが、今後林分や地形条件、機械作業システム別に2伐4残する列状間伐の実証を重ねる必要がある。
- ・プロセッサは稼働年数の経過とともに修理費が年々上昇する傾向が見られる。故障修理の内容では、ベースマシン本体の故障は少なくプロセッサヘッドの故障修理の頻度が高い。
- ・今後も機械化の推進、木材生産の低コスト化は避けて通れない問題であり、本県では列状間伐とプロセッサの普及・定着に合わせた作業システムとして、タワーヤーダとフォワーダ及びトラクタ等を組み合わせ、作業道脇に全木で集材する作業システムの普及が必要である。