

〈資料〉

定性および列状で強度間伐した間伐材の搬出試験

西尾起一・江口 篤

スギ35年生林分において、定性と列状で40%（本数率）の強度間伐を実施し、それぞれの間伐材の伐出における工期とコストについて比較検討した。定性間伐区では自走式搬器で、列状区ではスイングヤードによりそれぞれ短幹で集材した。列状間伐における伐倒・造材工期およびコストは定性間伐の70%程度であり、列状間伐に大きな効果が認められた。一方列状間伐の山土場までの工期は定性間伐の約1.5倍に上昇するが、コストではスイングヤードの機械経費がかさみ、大きなコストダウンにはつながらなかった。

1. はじめに

本県においては、平成18年度から森林環境税を使った森林環境保全緊急間伐事業が実施されている。この事業では、間伐率（本数率）が40%以上のいわゆる強度間伐が行われているが、森林の公益的機能の維持を目的とするため、伐採後の棚積み等の整理は行われるものの、従来型の定性間伐で行われて、間伐材の搬出はほとんど行われていない。しかし、二酸化炭素の固定のためには間伐材の有効利用が不可欠であり、今後低コストで搬出することを想定した間伐方法である列状間伐等を実施することが求められる。

事業に先立って、定性と列状により強度間伐された間伐材の搬出試験を行い、その搬出コストについて比較検討したので、その結果を報告する。なお、この試験は平成17年度に「林業普及情報活動システム化事業」で実施した。

2. 材料と方法

2.1 試験地の概要

試験地は図1に示すように、宇陀市榛原区内牧の林道から谷沿いに作設された作業道（幅員2.0m延長170m）の終点付近のスギ35年生林分である。この林分に定性区、列状区それぞれについて方形（18m×50m 面積0.09ha）の間伐区を設定した。

2.2 間伐木の選木と伐倒・造材

間伐区の立木本数は、定性区140本（1555本/ha）、列状区143本（1589本/ha）で、胸高直径の最小値および平均値は定性区、列状区ともそれぞれ8cm、18cmであった。最大値は列状区で34cmで定性区の32cmより大き

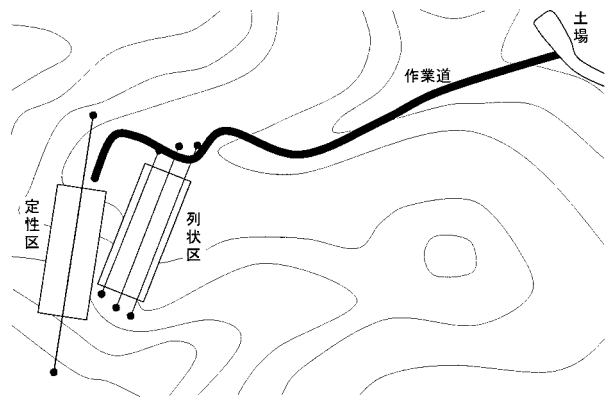


図1 試験地の概要

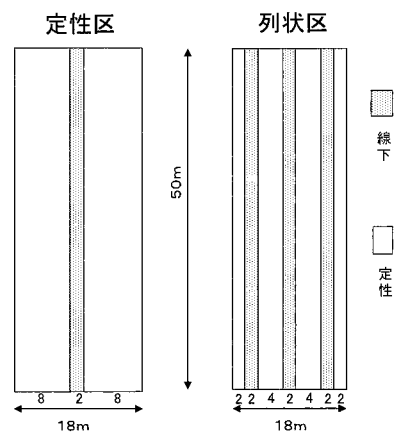


図2 間伐区の概要

かったが、それぞれの間伐区の立木の状況はほぼ同等であった。間伐率を本数率で40%とするため、定性区で56本、列状区で57本を選木した。その内訳は図2に示すように定性区では間伐区の中央に、2m幅（線道として最低限必要な伐開幅）の部分で12本、それ以外で44本を選木した。また列状区では三つの2m幅の列状部で35



図3 伐倒・造材（列状区）



図4 ラジキャリアでの集材作業



図5 ラジキャリアでの集材終了



図6 スウィングヤーダーによる集材



図7 スウィングヤーダーによる集材終了

本（25％）とそれ以外で列状部の直近部22本（15％）を選木した。その後両区とも下げ荷集材のため、チェーンソーで山側に伐倒・枝払い後、3m材と4m材に造材した。（図3）なお伐倒・造材は森林所有者に委託して行った。

2.3 間伐木の集材・運材

定性区では、自走式搬器支援車両¹⁾により主索と作業索を間伐区域中央に架設し、自走式搬器（イワフジ工業 ラジキャリアBCR-10B 1トン吊り 以下「ラジキャリア」

と略す）により集材した。（図4、図5）なお横取りを容易にするため、主索の先柱のサドルブロックは6mの高さに、元柱側は対岸の根株に固定し、搬器の高さを維持した。

列状区では、スイングヤード（コマツHC20、ベースマシン0.25m³）により集材した。（図6、7）なお地形



図8 スイングヤーダでの積み込み作業

が凸状であった1線については、搬器の高さを維持するため、先柱の6mの位置にガイドブロックを設置した。

集材した材は定性区、列状区ともスイングヤーダで林内作業車（チクスイ スーパーやまびこBFY-909 1トン積）に積み込み、林道終点の土場まで170m運材した。（図8）

3. 結果

定性区および列状区の集材量はそれぞれ7.20m³、7.62m³とほぼ同程度であり、両区は材積率でもほぼ40%の間伐が実施されていたと推定された。

3.1 伐倒・造材工程

表1に示すように列状区は定性区と比較して、伐倒工程で78%、造材工程では66%、全体で72%の工程となった。列状では、掛かり木がほとんど発生しないことと、造材での作業員の移動が少ないことによるものと考えられる。両区とも下げ荷集材のため山側に伐倒したので、通常の切り捨て間伐に比べて作業効率（労働生産性）は劣っていた。今回は伐倒木が小さいため、列状区においても作業効率は低く、その伐倒・造材工程は4.67m³/人・日であった。

表1 伐倒・造材工程

	定性区(A)	列状区(B)	B/A×100%
伐倒・造材(m ³)	7.20	7.62	106
伐倒人工数(人)	1.13	0.88	78
造材人工数(人)	1.13	0.75	66
小計(人)	2.26	1.63	72
労働生産性(m ³ /人・日)	3.19	4.67	146

注：労働時間は1日あたり8時間で積算

3.2 集材工程

表2に両区の集材工程を示す。定性区では10m程度の横取り作業を伴うため、固定主索によるラジキャリ集材とした。集材作業全体の所要時間の内、実作業は1/4で、副作業の架設・撤去が3/4を占めている。このため集材の労働生産性は2.76m³/人・日と低い値であった。しかし実作業時間では列状区の60%であり、一線あたりの集材量が多く、副作業の占める割合が小さい場合は労働生産性が高くなると考えられる。

表2 集材工程

	定性区(1線)	列状区(3線)
架設時間(hr)	6:00	2:01
集材(実作業)時間(hr)	2:47	4:36
撤去時間(hr)	1:40	0:10
小計(hr)	10:27	6:47
集材人工数(人)	2.62	1.69
集材量(m ³)	7.20	7.62
集材回数(回)	50	55
1回当たり集材量	0.144	0.139
労働生産性(m ³ /人・日)	2.76	4.48

一方、列状区では、3線の内1線は地形の関係から、先柱の高い位置に架設したため、スイングヤーダの架設・撤去に1時間を要したが、それ以外は30分程度であった。集材回数や集材量は定性区とほぼ同程度であったが、集材時間は多くを要した。これは列状区では、実搬器の走行時に搬器の高さが低く、地曳き集材であるため、少しの地形の変化や根株の影響でインターロックによる自動運転ができず、手動で操作することが多くなったためと考えられる。列状区の集材の労働生産性は4.48m³/人・日で、定性区の約1.6倍になった。通常スイングヤーダでの集材は、搬器の高さをある程度保持できる上げ荷集材が一般的である。しかし本県では作業道（集材路）は谷筋に作設されることが多く、今回のように下げ荷集材を余儀なくされることが多いと予想される。

3.3 運材工程

材をスリングで結束し、スイングヤーダで林内作業車に積み込んで山土場まで運材した。運材回数は14回で、1回あたりの運材量は1.06m³であった。2人作業で8時間余りを要し、運材の労働生産性は7.0m³/人・日であった。しかしミニグラップル（グラップル付きミニバックホウ）が導入されていれば、一人作業が可能でしかも作業時間も短縮され、運材の労働生産性は14.0m³/人・日以上であったと推定される。このため以後の分析にはミニ

表3 山土場までのコスト計算

		定性区	列状区
伐木造材	人件費	$2.26^{\text{人}} \times 15,000^{\text{円}} = 33,900^{\text{円}}$	$1.63^{\text{人}} \times 15,000^{\text{円}} = 24,450^{\text{円}}$
	m ³ 当たりコスト	4,708 ^円	3,209 ^円
集材	人件費	$2.62^{\text{人}} \times 15,000^{\text{円}} = 39,300^{\text{円}}$	$1.69^{\text{人}} \times 15,000^{\text{円}} = 25,350^{\text{円}}$
	機械リース料	ラジキャリ $5,000^{\text{円/日}} \times 1.5^{\text{日}} = 7,500^{\text{円}}$	スイングヤーダ $15,000^{\text{円/日}} \times 1.0^{\text{日}} = 15,000^{\text{円}}$
	燃料費	$110^{\text{円}} \times 5^{\text{L}} = 550^{\text{円}}$	$110^{\text{円}} \times 30^{\text{L}} = 3,300^{\text{円}}$
	小計	47,350 ^円	43,650 ^円
	m ³ 当たりコスト	6,576 ^円	5,728 ^円
運材	人件費	$0.52^{\text{人}} \times 15,000^{\text{円}} = 7,800^{\text{円}}$	$0.55^{\text{人}} \times 15,000^{\text{円}} = 8,250^{\text{円}}$
	機械リース料	ミニグラップル $5,000^{\text{円/日}} \times 0.5^{\text{日}} = 2,500^{\text{円}}$	〃
		林内作業車 $2,000^{\text{円/日}} \times 0.5^{\text{日}} = 1,000^{\text{円}}$	〃
	燃料費	ミニグラップル $110^{\text{円}} \times 10^{\text{L}} = 1,100^{\text{円}}$	〃
		林内作業車 $110^{\text{円}} \times 5^{\text{L}} = 550^{\text{円}}$	〃
	小計	12,900 ^円	13,400 ^円
	m ³ 当たりコスト	1,792 ^円	1,759 ^円
	m ³ 当たりコスト	13,076 ^円	10,696 ^円
	労働生産性	1.34m ³ /人・日	1.97m ³ /人・日

グラップルの推定値を使用する

3.4 労働生産性および生産コスト

表3に山土場までの労働生産性と生産コストを試算した結果を示す。賃金はすべて15,000円/人・日とし、伐木・造材の賃金はチェーンソーの損料等機械経費を含むものとした。また機械の搬入費は連続作業であることを想定して算入していない。定性区の全工程の労働生産性は1.34m³/人・日、生産コストは13,076円/m³であった。一方列状区ではそれぞれ1.97m³/人・日、10,696円/m³で、定性区と比較して労働生産性で1.47倍、生産コストでは82%であった。集材工程にスイングヤーダを導入することにより労働生産性は上昇するが、機械経費が高くなるためそれほどコストダウンにつながらなかった。むしろ伐木・造材工程における列状間伐の効果の方が大きくなった。列状間伐では間伐率が生産コストに影響を与えることは少なく、列の大きさ（一線あたりの集材量）に大きく影響される。さらに木材市場に出荷するばあい、トラック運賃と市場手数料等が加算され最終経費は列状間伐でも14,000円/m³程度になると考えられるが、実際には間伐には補助金が投入されることが多く、相殺されると考えられる。

4. おわりに

今回の間伐材は単位材積が小さいため、コストは高く材価が低いことは予測されていた。実際、今回集材した材の平均市場価格は6,000円/m³であり、この金

額は集材コストとほぼ同額であった。スギの間伐材の市場価格は8,000円/m³程度であり、木材の販売利益が見込めない状況の中、今後、間伐材が大量に搬出されることは期待できない。間伐への補助金、作業道への支援、機械リース料への補助などの施策は今後さらに必要になると考えられるが、まず必要なことは森林所有者が間伐材を作業道や集材路に集積しておけば森林組合等の林業事業者が補償価格（例えば最低6,000円/m³）で買い取り、これらの材をフォワーダやグラップル付きトラックで効率的に集積し、木材市場や木材加工施設に輸送するシステムが構築されることである。当然、搬出奨励金等の行政の支援が必要とされる。このシステムにより森林所有者は、たとえ木材販売による収入が得られなくても、賃金として10,000円/日程度の現金収入が得られることになり、間伐材の搬出拡大につながる事が期待できる。

5. 謝辞

今回試験地の提供と試験に協力していただいた宇陀市の榎信二氏に感謝の意を表します。

6. 引用文献

- 1) 生澤起一、江口篤：小型高能率機械による搬出試験、奈良県森林七研報. 32, 37-40

(2010年3月3日受理)