

タワーヤーダによるトドマツの全木集材

木幡靖夫・由田茂一

はじめに

タワーヤーダは、本誌 102 号で紹介したように、架線を使用する集材専用の高性能林業機械である。林業試験場では、この機械の合理的な利用方法を開発するため、様々な作業条件下での生産性を調査し、その向上に取り組んでいる。ここでは、トドマツ人工林で実施した間伐木の全木集材について紹介しよう。

対象林分と間伐の方法

間伐作業を行った林分は、昭和 38 年に植栽されたトドマツ人工林である。林内の平均傾斜は 18 度で、間伐前の立木本数は 1,613 本/ha、材積は 154 m³/ha、平均胸高直径は 14 cm、平均樹高は 11m であった。間伐方法は列状と定性の組み合わせで、本数間伐率は 36% となった。列状間伐を行った理由は、タワーヤーダの架橋を張り間伐材を引き出すための通路を確保しなければならなかったからである。(写真-1)。間伐木はチェーンソーを用いて伐倒した。伐倒方向は通路に対して斜め下方とし、横取り作業がスムーズに進むよう配慮した。なお、ここでは斜面上方にある林道までの上げ荷集材を行った。



写真-1 列状間伐によって作られた“通路”
この通路に沿って架線が張られ、集材作業が行われる。

架設、撤去に要した時間

タワーヤーダ本体を林道上に固定し、索張りを終えるまでが架設作業である。索張り方式は、架設時の索張りや集材時の横取りが比較的容易とされるランニングスカイライン方式とした。この作業に要した時間は、タワーヤーダ側の元柱から林内の先柱までの距離、すなわちスパン長が 53m の場合で約 30 分（1回目の架設）、同じく 56m で約 20 分（2回目の架設）となった。(図-1)。距離の長い後者の方が短い時間で終了できた理由は、作業員が架設作業に習熟したためであろう。

架設とは逆に、索や搬器を回収し、タワーヤーダが次の集材地点へ移動できる状態にするまでが撤去作業である。この作業に要した時間は約 12 分となり、短時間で完了できることが確認された。

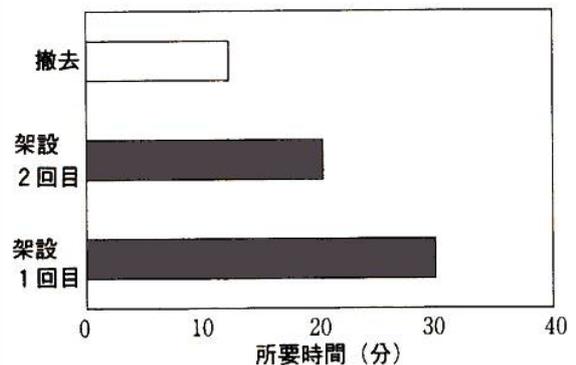


図-1 架設・撤去に要した時間
架設作業に慣れた2回目は約 20 分で作業が終了した。また撤去作業は約 12 分で終了した。

集材作業と生産性

搬器を林内に送り込み、全木材を林道沿いに引き出すまでの流れを、タワーヤードによる集材作業の1サイクルという。この流れは列状間伐部と定性間伐部で異なり、前者は空搬器移動、荷掛け、実搬器移動、荷おろしの4つの要素作業で構成されるが、後者ではさらに横取りが加わる。

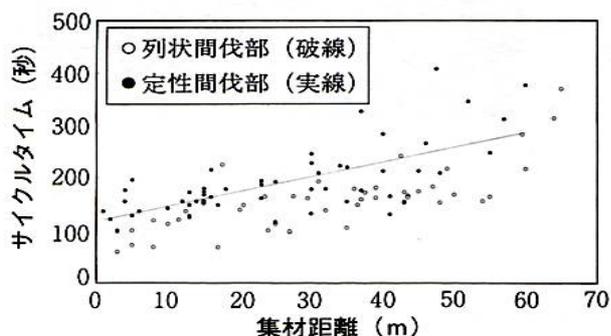


図-2 集材距離とサイクルタイム
横取りを伴った定性間伐部のサイクルタイムは列状間伐部よりも長かった。

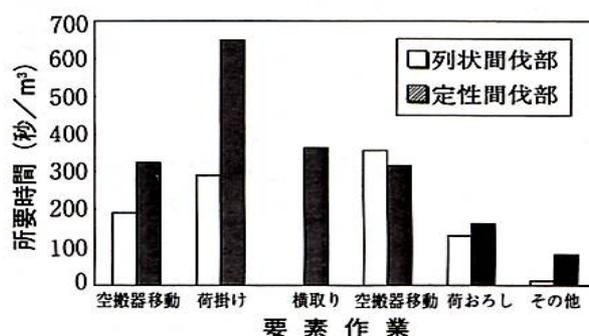


図-3 要素作業別の所要時間

定性間伐部では伐倒木を引き出す方向を慎重に検討しながら作業を進めたため、荷掛けに最も多くの時間を費やした。所要時間は集材材積 1 m³ 当りに換算してある。

列状間伐部では 46 サイクルを要して、全木材 93 本 (材積 7.35 m³) を集材した。サイクルタイムは集材距離に比例して増大し、最も短い場合で 59 秒 (集材距離 3m)、逆に最も長い場合で 370 秒 (同 65m)、平均では 157 秒 (同 31m) となった。(図-2)。また 1 サイクル当たりの平均集材本数は 2 本 (材積 0.16 m³)、最も多い場合は 4 本 (0.30 m³) であった。作業内容の中では実搬器移動に最も多くの時間を費やし、集材材積 1 m³ 当りの換算値で 357 秒 (図-3)、これは作業時間全体の 36% に相当した。

定性間伐部では 54 サイクルを要して、全木材 95 本 (材積 5.42 m³) を集材した。サイクルタイムは列状間伐部と同様に集材距離に比例して増大した。ただし、同じ集材距離でも定性間伐部では横取り作業が発生した分だけサイクルタイムが長くなった。(図-2 参照)。作業内容では、荷掛けに要した時間が 649 秒/m³ (全体の 34%) で最も多く、横取りは 365 秒/m³ と少なかった (図-3 参照)。これは、荷掛けの時に伐倒木を引き出す方向を慎重に検討しながら作業を進めたためであろう。

この現場では、平均 13.5m の間隔で通路を設けた。このため、計算上の横取り距離は最大 6.8m となるが、計測された平均横取り距離は 9.7m、最大横取り距離は 22m であった。このように横取り距離が長くなった原因は、間伐後の立木密度が約 1,000 本/ha と比較的高く、残存立木をかわしながら全木材を引き出すので、横取り角度が必然的に小さくなったためと考えられる (図-4)。

調査結果に基づいて算出した生産性は、列状間伐部で 1.30 m³/

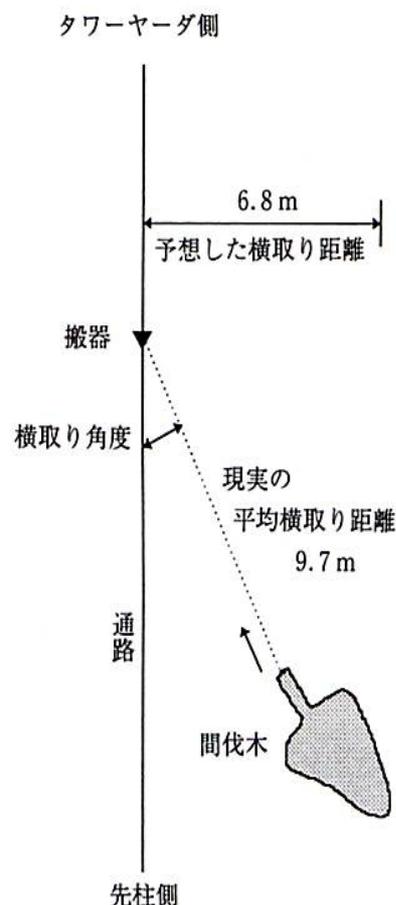


図-4 横取り作業の状況

残存立木をかわしながら全木材を引き出すため、横取り角度は小さくなり、その結果横取り距離が長くなった。

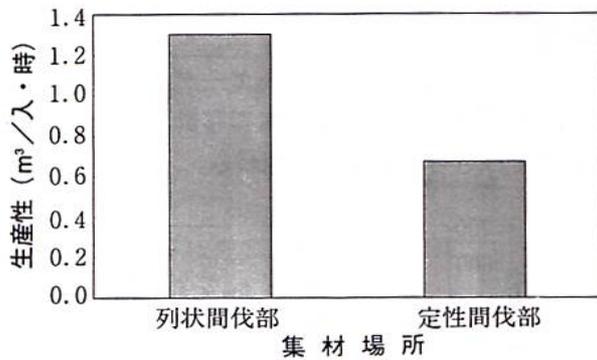


図-5 集材作業の生産性
横取りを伴った定性間伐部の生産性は列状間伐部の約半分となった。



写真-2 林道沿いに集材された全木材とタワーヤード
荷おろし場所が満杯になると集材作業に支障が出る

人・時（この時の平均集材距離は31.4m、平均集材量は0.16 m³/回）、これに対して横取りの伴った定性間伐部では0.67 m³/人・時（平均集材距離25.9m、平均横取り距離は9.7m、平均集材量は0.10 m³/回）で、前者の約半分の値となった。（図-5）。

なお、集材された全木材が荷おろし場所をふさぎ、集材作業に支障が生じる場合もあった。（写真-2）。このような事態を避けるため、作業前にタワーヤードの設置場所を工夫し、広い荷おろし場所を確保する必要がある。

残存立木の損傷被害

集材作業中になんらかの損傷被害を受けた残存立木の本数は24本であった。（表-1）。すべての損傷木は、架線を張った通路沿いに位置していたことが特徴的であった。損傷の発生原因としては、ワイヤロープによる擦れが9件（全体の38%）、集材木との接触による樹皮むけが8件（同33%）と多かった。また、ワイヤロープや搬器に起因する損傷は、損傷部中心までの高さが1.5m以上に達していることに注目された。ただし、残存立木に対する損傷木の本数割合として求めた損傷率は3.9%であり、この値はクロータイプとトラクタを使った報告事例と比べて低いものであった。さらに、損傷の程度はほとんどが軽微なものであり、今後の成長に重大な影響はないと判断された。

表-1 損傷被害の発生状況

原因	損傷本数 (本)	平均高 (cm)	被害程度別の損傷数		
			A	B	C
ワイヤロープ	9	168.9	8	1	0
集材木	8	71.6	8	0	0
搬器	4	154.0	4	0	0
その他	3	170.3	2	1	0
計	24		22	2	0
損傷率(%)	3.9				

被害程度 A：今後の成長に影響がないと考えられる軽微な傷。
B：AとCの中間な傷。
C：成長や材質に重大な影響を及ぼすと考えられる傷。
損傷率は残存立木に対する損傷木の本数の割合で示した。

まとめ

以上述べてきたように、定性間伐でも、列状間伐と組み合わせることにより、タワーヤードによる全木集材を実施することができる。ただし、定性間伐部では横取りが発生するため、生産性は低下する。特に、材長が10mを超えるような全木材の横取りは、4m未満の短幹材と比べて一般に不利と考えられる。そこで、立木密度が高く、間伐木が大きいなどの作業条件の場所では、材の取扱いが比較的容易な短幹集材が有利になる。

なお、タワーヤードを使った集材作業では、架設や撤去などの付帯作業に要する時間が短い。これは、

作業前に集材路の作設を必要とするトラクタ集材と比べ、時間や経費の削減を図る上で大きなメリットをもたらすといえよう。加えて、集材作業のために機械が林内に入る必要がないことも大きな魅力である。このことは、機械作業による周辺環境への影響、例えば林地の強度な攪乱や水質の汚濁などが懸念される場所において、タワーヤーダを積極的に活用できることを示唆している。平成9年度には、道南地方の急傾斜地において周辺環境にも配慮した集材試験を実施する予定である。できるだけ早い機会にその成果をお知らせしたい。

(機械科)