

2) 道央地区（安平町）

(1) 作業システム

道央地区の作業システムは、図 3-5 に示すとおり、広葉樹はチェーンソー伐木、針葉樹はフェラバンチャ伐木、グラップル集材システムである。本作業システムは道東地区と同様に全道的に普及するシステムである。

実証地にはミズナラやホオノキなどの広葉樹が 227 本あり、これら広葉樹と道道沿いの林縁木はチェーンソー伐木とし、その他カラマツはフェラバンチャによる伐木である。伐木本数割合でチェーンソー25%、フェラバンチャ 75%の割合である。

集材はグラップルの全木送りで道道から分岐して林内に入り込む作業道沿いの土場に、2台のグラップルで自走移送と順送りの様式で集材した。造材は土場で針葉樹はプロセッサにより行い、広葉樹はチェーンソー造材とし、集材を終了したグラップルで樅積を行った。一連の作業は流れ作業形式ではなく、伐木範囲を山割してチェーンソー伐木とグラップル No1 が1セット、フェラバンチャとグラップル No2 が2セット目として、造材土場集材まで一旦行う。集材の終了後にプロセッサとグラップル No1 による樅積、広葉樹のチェーンソー造材とグラップル No2 の造材支援と樅積が2セット目とした、並列作業形態となっている。

地拵えは、胆振地域で最近利用が進んでいるグラップル用大柄レーキをメインに行った。また、広葉樹のチェーンソー伐木では、集材効率を上げるために伐木地点での枝払いを行ったため、林内に沢山の枝条が残った。このため、大柄レーキで枝条を集め、集まった枝条をグラップルでフォワーダに積み込んで、最大 220m、平均 80m 程度移送した。

木くずの生産はクローラ型破砕チップパー機とした。チップパー機にはグラップルが装備されていない機械であったために、グラップルとチップパー機を別工程で回送して、木くず生産・販売を行った。

なお、木くずの生産は、木くず買取業者がグラップルとチップパー機を持ち込み、現地で木くず燃料生産を行い、北海道熱供給公社等の熱利用のボイラ施設に木くず燃料を出荷した。木くず買取業者の林地未利用材買取価格は 500 円/層積 m^3 （原木 1,250 円/ $m^3 \div 900$ 円/t（水分率 35%W.B.））であり、木くず燃料化して、熱利用ボイラサイロの着値で 7,000 円/t（水分率 35%）である。従って、6,200 円/t が破砕加工と運搬（運搬距離 50km 未満）等経費となる。



図 3-5 道央地区（安平町）における作業システム

(2) 生産性を向上させる作業システムポイント

- ① 実証範囲内に広葉樹が多かったためにチェーンソー伐木割合が高かった。このため、チェーンソー伐木の支援にグラップルをセットした並列作業とした。
- ② 伐木を並列作業としたため、造材を全ての集材が終了してからの工程とした。
- ③ 集材は、集材ラインを実証範囲中央に1線のみ事前に設定して、集材ラインのみ伐木の地際カットラインとして、その他は作業効率に配慮して、通常のカットライン（地際切高 30cm）とした。



写真 3-11 左フェラバンチャ・右チェーンソーによる立木の地際カット
 (集材ラインは全てフェラバンチャによる地際カットとした)



写真 3-12 フェラバンチャの伐木状況

- ④ 広葉樹の集材効率を考慮して、伐木後直ぐにチェーンソーで枝払いを行った。
- ⑤ グラップルの集材路を実証地のセンターに1路線決めたことで、集材ラインが明らかになった。このため、グラップル自走による丸太移送のほか、順送り様式の効率良い集材を試みた。
- ⑥ 広葉樹のチェーンソー造材の作業効率に配慮して、グラップルによる玉切り支援（丸太移動など）を行った。



写真 3-13 グラップルによる順送り様式の効率良い集材

- ⑦ 地拵えは、胆振地域で開発された大型レーキによる効率良い地拵えを行った。ただし、広葉樹の枝払いを林内で行ったため、止む無くグラップルとフォワーダを使用した枝条集荷を一部行った。



写真 3-14 グラップル大型レーキによる地拵え



写真 3-15 広葉樹枝条のグラップルとフォワーダを使用した枝条集荷

- ⑧ 木くず生産は、木くず買取業者がグラップルとチップパー機を現地に持ち込み木くず燃料生産を行った。木くず生産機械はクローラ式破碎式チップパー機で、グラップルの装備が無い機械のため、グラップルと破碎機の2台の回送が必要となった。



写真 3-16 クローラ形式チップパー機とグラップルセット

(3) 作業システムと効率、安全性、未利用材集荷などの状況

- ① 作業を実施した宮本木材では、本作業システムを年間 180 日程度稼働させている。現場技術者は1班3名で、主伐と間伐、造林・保育作業も若干実施する事業体である。
- ② 現在の作業システムの課題はイワフジ GP45V プロセッサの長尺が合わず、作業のロス（規定長切れ、木口割れ）がある。
- ③ 広葉樹が多い時の並列作業は作業効率が低下する。
- ④ グラップル集材範囲が広くなれば作業効率が低下するため、フォワーダ集材に切り換える。
- ⑤ フェラバンチャの導入は今年度からで、オペレーティングの熟練にはまだ時間が必要。

- ⑥ グラップルの順送り様式の集材は効率が良いが、春先など樹木の水分が高い時は、樹皮が剥けるので品質確保が心配である。
- ⑦ 地域の地質が悪い地区では、あて材など元玉に曲りがある材がでる。このような地区では通常のA材部分の曲り部を思いきり切り捨てるので、未利用材の発生割合が高い地区がある。また、広葉樹が多い現場は未利用材の発生割合が高い。



写真 3-17 実証で土場に集積できた枝条と根部の追上材量

- ⑧ カラマツは、全木木寄せ集材中に枝条がほぼ落下するので、未利用材としての枝条発生率が低い。



写真 3-18 全木木寄せ集材したカラマツ

(4) 一体作業に取り組んだ事業者と技術者の見解

- ① 事業者：一体（一貫）作業システムは、これまでも実施している。そのために、グラップルで握る大型レーキを複数台所有して、集材作業と並行して地拵えを行っている。胆振地域でこの大型レーキによる地拵えは普及している技術である。岩手県のイワフジ工業(株)が視察調査に来て、製品化したいとの要請もある。
- ② 事業者：未利用材の引取り価格が、もう少し高値であれば意欲的に未利用材の集荷が出来る。
- ③ 技術者：広葉樹が混じると未利用材発生率は高くなる。他方、作業効率は低下する。
- ④ 技術者：集材ラインを決めたことで、地拵えを考慮した伐木集材作業が出来た。通常は30m 間隔で集材ラインが出来上がるが、伐倒者が全員、集材ライン方向に意識的に伐木したため集材効率が高かった。

3) 道南地区（北斗市）

(1) 作業システム

道南地区の作業システムは、図 3-6 に示すとおり、ハーベスタとフォワーダによる CTL システムである。本作業システムは全道的に普及するシステムであり、特に国有林の素材生産事業の標準的な作業システムとなっている。

実証では伐木の 92%をハーベスタで行い、農道沿いや林縁部の 8%をチェーンソー伐木で行った。木寄せはグラップルでハーベスタ造材木を小分けに集め、4t 積フォワーダに木寄せグラップルで荷積み移送し、桧積土場でダンプアップにより荷下ろしした。その後、土場専用グラップルで桧積を行った。チェーンソー伐木は、全木で木寄せグラップルで土間近くに集積したのちチェーンソーで造材して桧積した。

地拵えと木くず化は、枝条や根曲り部などの未利用材をグラップルで林内に小分けに集積して、木くず生産を行うトラクタ牽引式チップパー機と輸送用ファームダンプを林内に入れて木くず化した燃料等を出荷する計画とした。

なお、木くず生産を行うトラクタ牽引式チップパー機は北海道初の取組みで、平成 30 年 2 月 6 日にオーストリアから輸入して実証地に到着した機械であり、後記する現地検討会における実証を行った。しかし、実証地の北斗市は気象観測史上最も多い降雪量で、記録的な積雪深となり、秋季にグラップルで小分けに集積した全ての未利用材の木くず化は実施できない状況となった。このため、現地検討会で実証した少ないデータのみでは分析は難しいため、本システムのモデル事業である「林野庁補助事業 木質バイオマスエネルギーを活用したモデル地域づくり推進事業に伴う木質バイオマスエネルギーを活用したモデル地域づくり推進事業（遠野市）」（平成 26～平成 28 年）の実証事業データを利用して分析等を行った。



図 3-6 道南地区（北斗市）における作業システム

(2) 生産性を向上させる作業システムポイント

- ① 一般にハーベスタの伐木切高は高いが、集材ラインについては、極力地際カットラインとした。
- ② ハーベスタは国内に導入されている機械の中で最も生産性の高い Woody60 であり、使い勝手の良いグラップル機能がある高性能な機械である。
- ③ 集材ラインを先行して設定して、①の地際カットによるフォワーダの搬出効率の向上と、枝条の踏み固めによる地拵えの作業効率の低下を避けた。



写真 3-19 ハーベスタによる通常の切高と集材ライン上の地際切高

- ④ ハーベスタによる伐木後の造材木は、集材・搬出積込しやすいうように、径級別に小分けに集積した。
- ⑤ フォワーダへの荷積みは、多機能バックホウ（ザウルス）として、荷積みのほか、枝条や根部の追上材の小分けの集積も並行して行った。
- ⑥ フォワーダの荷下ろしは、効率性に配慮してダンプにより荷下ろしした。
- ⑦ 極済みは極済積専用のグラップルを配備して、フォワーダ運搬木の極積と、製材工場への出荷のための運材トラックへの荷積みを行った。
- ⑧ 林縁等のチェーンソー伐木は、ハーベスタの移動による作業ロスを避けるために、グラップルで全木を土場まで集材したのち、チェーンソーで造材した。



写真 3-20 ハーベスタによる径級別に小分け集積



写真 3-21 多機能バックホウ（ザウルス）による荷積み

- ⑨ 地拵えは、ハーベスタのヘッドをグラップルに交換するとともに、多機能バックホウ、及び桝積用グラップル3台（実質2台）で、未利用材を集積ライン両側に小分けに集積した。



写真 3-22 未利用材の集積ライン両側への小分け集積



写真 3-23 地拵え後の実証地

- ⑩ 木くず生産は、先に示したとおり、北海道初の取組みとなるトラクタ PTO 動力を使った牽引式チップパー機で木くず化を行うよう計画とした。作業は林内の小分けに集積した未利用材地点までトラクタ牽引で入り込み、その場で木くず化して出荷する。なお、牽引式チップパー機本体には延長8mのクレーングラップルが付いている。このため本機は自走で現場の乗り込み・引き上げが出来る。また、クレーングラップルが付いているため、木くず化に伴う車両輸送に伴う回送費が不要である。



写真 3-24 トラクタ PTO 駆動牽引式チップパー機



写真 3-25 スギ未利用材で生産した木くず燃料

(3) 作業システムと効率、安全性、未利用材集荷などの状況

- ① 作業を実施した山丁林業は、素材生産と造林事業を行う事業体であり、素材生産事業は年間 120 日程度である。本作業システムは、今年度に導入された新たなシステムであり、ハーベスタの現場利用は本現場が最初である。このため機械オペレーティングの経験が少なく、ハーベスタの生産性は高くはない。現場技術者は 1 班 4 名体制であり、現場監督者が 1 名在籍して実質 3 名が機械操作やチェーンソー伐木を行う。
- ② 現在の作業システムの課題は、本来生産性が一番高いハーベスタ生産性が低いことである。今後の経験と実績により生産性の向上は十分期待できる。
- ③ 地域は累層黒ボク土で土壌支持力が弱いため、林内でスキップロードによる伐木・集材は土壌攪乱による泥濘化で集材効率の低下が懸念される。このため、集材ラインを選定したのちに、通行路面に枝条等を敷き詰めて、土壌へのインパクトを最小とした施業を実施した。

- ④ 実証地のスギ 60 年生は、胸高直径 60cm 程度の立木もあり、チェーンソー伐木及び造材は、グラップルの作業支援を行いながら安全に作業を進める必要がある。



写真 3-26 スギ大径木のチェーンソーによる造材



写真 3-27 集材ラインへの枝条敷き詰め状況

- ⑤ 実証地のスギ人工林は管理が良く、素性と成長も良く、樹幹長率が高かったため、未利用材が大量に発生した。
- ⑥ また、未利用材部分のバイオマス発電への供給見通しもあるため、根部の追い上げ材、中抜き材（幹上の欠点部）、末木などを大胆に落とした造材を行ったため、林内に多くの未利用材が散乱した。



写真 3-28 実証で土場に集積できた枝条と根部の追上材量

(4) 一体作業に取り組んだ事業者と技術者の見解

- ① 事業者：自社有林の森林整備が多いため、小規模の一体作業は実施している。しかし、作業システムを平成 29 年度に大きく変えた。これまでは、フェラバンチャとグラブ、フォワーダのセットであったが、生産性が高いハーベスタ（Woody60）を導入したが、操作の熟練度が低く、本来の生産性が達成されていない。
- ② 事業者：道南地区のスギは、ぼぼ伐期を迎えているので、実証地に近い未利用材は発生すると予測される。これらの未利用材がバイオマス材として有効活用されれば、山林の価値は見直されるはずである。課題は、未利用時の価格であり、トン（t）ベースで、製紙用原木（C材）の価格で引き合いがあれば、山林所有者の山に対する意識は変わる。
- ③ 技術者：今までフェラバンチャによる地際伐木が可能であった。しかし、ハーベスタはソーチェーンの損傷があるので伐木ラインが高くなるため、集材フォワーダの運搬効率が下がっている。
- ④ 技術者：全木集材に対して、CTL 施業後の枝条などの未利用材の集荷は、効率・コスト、労力ともに経済的に厳しい。
- ⑤ 技術者：実証では未利用材がバイオマス材として出荷する前提で、思い切って追いつけたが、この集積（小分けに集積）が予想以上に大変（作業量と労力・経費）である。全木で集めてハーベスタで造材することも試す必要がある。