

（２）高性能林業機械を用いた施業事例

1) プロセッサの導入と作業システムの変更によって生産性を向上させた事例

上川地方のある町では、人工林の **79%** がカラマツ林であり、道内でも有数のカラマツ林業地帯となっている。この町のある事業体では、**1990** 年までの伐出作業は、伐倒・枝払い（チェーンソー）→全幹集材（トラクタ）→玉切り（チェーンソー）→巻き立て（グラップルローダ）という作業システムで、1 班 6 名体制で行っていた。しかし、担い手の減少や高齢化から、**1991** 年にプロセッサを導入し生産性の向上を図ることとなった。プロセッサ導入初期の **1991** 年～**1995** 年は、プロセッサでの多様な採材仕様への対応に不慣れであったため、枝払いのみをプロセッサで行うこととし、伐倒（チェーンソー）→全木集材（トラクタ）→枝払い（プロセッサ）→玉切り（チェーンソー）→巻き立て（グラップルローダ）の 6 名体制に変更した。

しかし、間伐時にプロセッサの稼働時間が 1 日 2～4 時間しかなく、待機時間が長いために生産性の向上が見込めないことから、**1995** 年にさらにもう 1 台プロセッサを導入し、1 班 3 名の 2 班体制とした。作業システムは変えなかったが、5 工程を 3 名でこなすため、作業員ひとりひとりが複数の工程を担当し、作業の進行状況に応じて遅れている工程をお互いに応援することで、作業員全員の待ち時間を減らす工夫を行った。

プロセッサのオペレータの採材の技術が向上し、複数の採材仕様への対応が可能となったことから、その後は、プロセッサで玉切りも行うこととし、伐倒（チェーンソー）→全木集材（トラクタ）→枝払い・玉切り（プロセッサ）→巻き立て（グラップルローダ）という 3 名体制の作業システムとした。この結果、プロセッサで枝払いだけを行っていた場合と比較して、生産性が **1.9** 倍となった。

このようにこの事業体では、高性能林業機械を導入して枝払いを機械化し、作業システムを工夫して 1 日の稼働時間を上げ、さらには玉切りも高性能林業機械で行うことで、生産性を順次向上させることができた。



プロセッサによるカラマツの枝払い・玉切り

2) 列状間伐による生産性の向上と損傷木の減少の事例

道東地方の事例では、同じような条件下で列状間伐と定性間伐を行って、間伐方法の違いが生産性や損傷木の発生率に与える影響を調査した。この調査では、**23**年生のカラマツ林の林内でハーベスタによって伐倒・枝払い・集積を行うこととし、5残2伐の列状間伐と、オペレータの選木による定性間伐との比較を行った。列状間伐を行った区画では、2列伐採を行ったため幅6mの機械の走行路を確保でき、機械の移動がスムーズに進み、作業時間全体の**82%**が旋回・掴み、立木の伐倒、枝払い、集積の作業となり、機械の移動やその他の時間は全体のわずか**18%**であった。一方、定性間伐を行った区画では、ハーベスタの走行経路が複雑で、移動・選木・その他の時間が作業全体の**41%**を占める結果となった。また、列状間伐を行った区画では伐採列を利用して伐倒、枝払い、集積ができるため、これらの作業が容易であった。このため、列状間伐を行った区画では、定性間伐を行った区画と比較して1日当りに処理できた立木本数が約**1.8**倍になった。

また集材においても、列状間伐を行った区画では、列状に伐採された跡の直線的なハーベスタの走行路を集材路として使用できたので、効率的に集材を進めることができた。

残存木の損傷率は、列状間伐を行った区画では**1.3%**、定性間伐を行った区画では**6.7%**となった。これは、列状間伐を行った区画では幅6mの機械の走行路が確保されたのに対し、定性間伐を行った区画では走行路の幅が十分ではなく、残存木を傷つける頻度が高くなったためである。

この調査の結果から、列状間伐を行うことで、伐倒・枝払い・集積と集材の生産性が向上し、また残存木の損傷を減らすことができると考えられた。



列状間伐が実施されたカラマツ林分

3) チェーンソーとハーベスタの組み合わせによる機械化作業の事例

道東地方の1事業体においては、列状間伐は行わず、定性間伐を行うこととしている。これは、間伐時に形質不良木など価値成長の見込めない木をできるだけたくさん淘汰し、風害を避け、樹冠配置を考慮して選木することで森林の見栄えのよさを確保し、森林所有者に喜ばれる間伐をするためである。

伐倒はチェーンソーで、枝払いと集積は林内でハーベスタを用いて行っている。集材はトラクタで行い、玉切りは土場においてチェーンソーで行っている。伐倒や玉切りもできるハーベスタを複数台所有しながらこのような作業システムを採用する理由として、人件費だけでなく高性能林業機械にかかる経費も考慮した作業全体の低コスト化と、素材の売り払い単価の向上を目指した採材をあげることができる。

高性能林業機械を用いることで作業の生産性が上がり、人件費を削減することができるものの、機械にかかる減価償却費、保守・修理費、管理費、燃料・油脂費、及び運搬費は大幅に掛かり増しになる。このため、高性能林業機械を用いて経営改善を行うためには、これらの機械にかかる諸費用と、生産性の改善による人件費の削減分を比較し、どの工程を機械化するか考えなくてはならない。

伐倒に関わる移動時間についてはハーベスタよりもチェーンソーを持つての徒歩のほうが速いため、全体の生産性についてはチェーンソーもハーベスタに比べてそれほど見劣りしない。また林地全体の傾斜は緩やかでもところによって傾斜が15°を超える場合には、高性能林業機械が伐倒木の側まで行くことができない場合もある。しかし、ハーベスタによる集積は、林内の集材路上からハーベスタのアームが届く範囲に伐倒木が入っていればよいため、掛かり木にならず安全に伐倒すればよいことになり、伐倒作業は容易である。

枝払いや集積は、高性能林業機械を導入することにより最も生産性が改善される工程である。このためこの2工程について高性能林業機械を使用している。また、林内で枝払いをするため、土場で枝条が発生しない。林内走行路は、初回間伐時に、地形に従って、走行しやすく、損傷木が発生しにくいように、また極力切土をしないようにつけ、2回目以降は同じ走行路を使用して、重機によって締め固められる面積を極力小さくし、林地を保全するように配慮している。

玉切りはチェーンソーで行うが、これはハーベスタやプロセッサの運転席からは材の曲がりや腐朽が正確に観察できない場合もあるためと、測尺が正確にできない場合もあるためである。特にカラマツは、他の針葉樹と比較して曲がりが多い。このため、曲がり部分を的確に追いつけなければ、通直な素材を生産することができない。ハーベスタやプロセッサなどを使用すれば生産性は大幅に改善するが、曲がり・腐朽があったり採材ミスしたものが建築材や一般材に混入することもあり、素材の取引単価が下がってしまう。したがって、チェーンソーで玉切りを行うことにより、高性能林業機械を用いる場合よりも高い利益をあげることができている。チェーンソーで玉切り

を行って利益を拡大させることができるのは、高品質のカラマツ材を高い単価で納入できる取引先があるからである。

このようにこの事業体では、地域の森林所有者の林地に対する考え方や林地の保全に配慮し、高性能林業機械にかかる経費や素材の取引単価も考慮してどの工程を機械化するかを決定し、利益をあげながら間伐を推進している。

(3) 高齢人工林での生物多様性

カラマツ林は、トドマツ林など他の人工林に比べ林内が明るいいため、広葉樹が更新しやすく、広葉樹との二段林を形成する林分が多い。全道の一般民有林から無作為に抽出された林齢 60 年生以上の 176 林分の林分データによると、林内に胸高直径 3cm 以上の広葉樹が存在するカラマツ林の割合は 90% であり、さらに広葉樹の密度が 500 本/ha を越える林分も 28% となっている (図-42)。

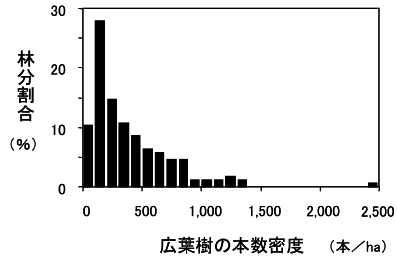


図-42 カラマツ高齢林における侵入広葉樹の本数密度別の林分割合

カラマツ林内で生育している広葉樹は、ミズナラ、イタヤカエデ、ハルニレ、ハリギリ、シナノキなど有用樹種が多い。また、ヤマグワ、エゾヤマザクラ、ナナカマド、ミズキ、キタコブシ、アズキナシなど種子が鳥によって散布される樹種の出現率も高く、人工林内には多様な樹種が自然侵入している。

こうした林内への広葉樹の侵入は、種子の供給源となる広葉樹林との位置が関係しているとされる。図-42 で使用したカラマツ高齢林の林分データによると、広葉樹の密度および種数の上限は林分面積が大きいほど少なくなる傾向がみられている (図-43、44)。

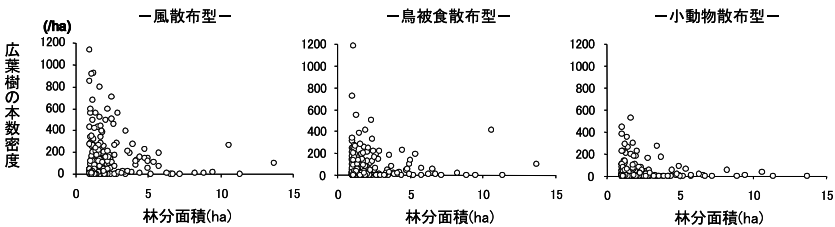


図-43 カラマツ高齢林における散布型別に見た侵入広葉樹の本数密度と林分面積との関係

林分面積が大きくなることにより、林分内部では散布される種子量が少なくなるのが原因と考えられる。この関係を種子の散布型別に見ると、風散布型の種子を持つ樹木ほどその傾向が顕著であり、鳥散布型と小動物散布型の樹種では距離依存の傾向