

北の森だより

Vol.18 平成30年1月

—目 次—

着任のご挨拶 北海道支所長 河原 孝行 2

現地検討会・講演会報告

・「先進造林機械による再造林技術 検討会」開催報告

矢部 恒晶 3

・造林作業の低コスト化

原山 尚徳 5

・造林作業の機械化

山田 健 6

・フィンランド・スウェーデンの林業と最新機械化事情

佐々木 尚三 7

活動報告 8

・平成 29 年度北海道地域一般公開を開催

・第 8 回北海道国有林森林・林業技術協議会 現地検討会を開催



着任のご挨拶

北海道支所長 河原孝行

平成30年(2018年)が幕を開けました。本年も皆様にとって良い年であることをご祈念申し上げます。

本号の発刊がすっかり遅くなり、何とも間が抜けてしまいましたが、昨年4月より、森林に松本光朗北海道支所長が関西支所長に転任したことに伴い、つくばの森林総合研究所(本所)の研究ディレクター(生物機能研究担当)から本職に赴任してまいりました。自身の研究の専門分野は植物分類学、森林遺伝学、保全生物学です。平成9年度から23年度までの15年間北海道支所におりましたので、北海道の森林にはなじみがありますが、それまでの専門的な立場からだけでなく、より幅広い視点から森林・林業・林産業に関する研究を検討できるよう努めてまいりたいと思います。ご指導ご鞭撻よろしくお願いいたします。

法律の改正により、昨年4月から森林総合研究所は森林研究・整備機構となり、従来の研究・育種に加え、森林整備事業、森林保険事業が本則に記載されました。この結果、森林・林業・林産業の試験研究開発を行う森林総合研究所、林木の優良な種苗の育種及び配布を行う森林総合研究所育種センター、バイオ技術を活用した育種を進める森林バイオ研究センター、水源林の造成などを行う森林整備センター、森林災害への保険を担う森林保険センターの組織体制で機構が運営されています。北海道でも地域の内部機関(北海道支所・北海道育種場・北海道水源林整備事務所)がさらに連携を深め、研究・育種・森林整備にあたっていきます。昨年の5月も、それまで北海道支所一般公開として行っていた催しを森林研究・整備機構北海道地域一般公開として合同で行いました。

北海道に再赴任する前、2年ほど四国支所で産学官連携推進調整監をしながら、四国の森林・林業に触れることができました。四国は黒潮や瀬戸内海に囲まれた温暖な地域と思われがちですが、標高2000mに迫る石鎚山や剣山があり、山地では冬はよく雪が降ります。雨量も多いため、川の水量は豊かで、深い渓谷ができます。その結果、森林は急峻な地形に立地することになります。人工林もよくこんな所に植えたなあと驚くほどの急斜面に作られていることもよくあります。地上系の林業機械が動ける場所は限

られ、架線系の施業が行われています。林道も崩れやすく、開削のコストもかかりまじになります。

翻って、北海道は緩傾斜地が多く、地上系林業機械が活躍しやすい環境です。林道のコース選択も四国に比べて容易であり、コスト

も低く抑えられます。また、北海道の森林資源は群を抜いて豊富であり、森林面積は520万haで2位の岩手県の約5倍、森林蓄積は7億7千万立方で岩手県の約3.3倍あります。北海道の林業ポテンシャルを改めて感じます。現在、機械化による低コスト効率化、労働軽減、安全対策が求められる中、北海道はその導入の最も適した地域であることに間違いありません。

豊富な森林資源を有効に活用していくためには、川下の取り組みも重要です。1つには道内需要の拡大、1つには本土や海外への地産外消が必要でしょう。道内需要の拡大には、直交集成材(CLT)など木をふんだんに使う建築物の推進、熱電併給型の地域バイオマスエネルギー利用の促進、土木資材の木材への転換、などがあげられます。地産外消では、樹種が本土と異なり、地理的にも輸送コストがかかって不利な北海道ですが、うまくストーリーをつけてあげれば北海道材の付加価値は必ず付くはずで、最近ミズナラ樽のウィスキーには大変なプレミアがついていますが、かつてのミズナラ材の主産地は北海道でした。森林総研ではエステー株式会社との共同研究でトドマツの葉の抽出成分から空気浄化剤クリアフォレストを開発・全国販売しています。

森林そのものも観光資源として特筆すべき価値があります。北海道でしか見られない果てしない森の景観、北海道でしか見られない動植物、北海道でしか味わえない清らかな水、と、北海道には森林からの恵みにあふれています。これを国内外の人にどう強くアピールすることが重要になると考えます。

北海道支所では、全国展開している当機構の特徴を活かしながら、北海道森林管理局をはじめ、北海道の研究機関、大学、民間団体と協力し、多様な研究開発に取り組んでいきます。



「先進造林機械による再造林技術 検討会」開催報告

産学官民連携推進調整監 矢部恒晶

はじめに

平成 29 年 10 月 18 日に釧路市阿寒町にて、「先進造林機械による造林技術 検討会」（現地検討会および講演会）を、北海道森林管理局、釧路市、釧路森林資源活用円卓会議との共催により行いました。

近年、多くの人工林が収穫期を迎えており、伐採および伐採後に必要な造林について、機械による効率化や低コスト化が課題となっています。中でも造林作業については機械化があまり進んでおらず、担い手不足などからもその必要性が高まっています。そこで森林総合研究所では、造林機械としてクラッシャ地拵機およびコンテナ苗の自動植付機、またそれらを利用した作業システムの開発を行ってきました。

北海道の中で道東地域は、日本における機械化造林の先駆けとなったパイロットフォレストを有しており、地形が比較的緩やかで機械化を先導的に推進する条件が整っている地域の一つとなっています。そこで北海道支所では、道東の当該地区において機械化再造林システムを構築することを目標に、現在実証段階となっているクラッシャ地拵機と、プロトタイプの段階にある自動植付機を連続して使用するカラマツコンテナ苗の植栽試験を行うとともに、地域の林業関係者の皆様との情報交換のため、森林総合研究所（つくば）の連携推進に係る支援も得ながら、検討会を開催することとしました。

検討会当日は、道東のほか道内一円から、現地検討会に 191 名、講演会に 165 名のご参加を頂きました。ご参加頂いた皆様には厚く御礼申し上げます。山田容三愛媛大学教授には基調講演をお引き受け頂き、また共催の各担当者様には準備段階からご尽力頂きました。検討会に先立つ現地試験中に、クラッシャ地拵機にベアリングの摩耗による不調が発生したため、本別町で同型機を保有している有限会社岡崎木材様に急遽代替機を貸し出して頂きました。皆様のご協力に深く感謝致します。また、現地検討会会場と駐車スペースがかなり離れていたことや、臨時トイレを準備できなかったことなど、ご来場の皆様にご不便をおかけしましたことをお詫び致します。

現地検討会

午前には釧路市阿寒町国有林で行った現地検討会では、クラッシャ地拵機および自動植付機について、山田健チーム長（林業機械担当）による概要説明と質疑応答の後、オペレータによる作業実演が行われ、機械停止後に実機の周りに集合して見学や質疑応答を行いました。



写真－１ 山田健チーム長による説明



写真－２ クラッシャ地拵機の実演

オペレータからは、地拵地の中でササの根が密集して残っていた場所では自動植付機に取り付けられている小型バケットで耕耘してから植栽するといった作業の工夫が示されたほか、コンテナ苗の圧送に係るセンサーの調整が難しいため圧送に不具合が発生する場合があるなどの指摘もありました。参加者からは植付機で植栽可

能なコンテナ苗の樹種やサイズ等について質問があり、これまでの試験結果から、150mlと300mlのコンテナであれば同じ機械のユニットでカラマツやトドマツの植栽が可能であることなどが説明されました。



写真-3 コンテナ苗自動植付機の実演



写真-4 自動植付機のバケット（左）とコンテナ苗植栽ユニット先端部（右）

講演会

午後は会場を釧路市阿寒町公民館に移し、講演会を開催しました。まず、山田容三愛媛大学教授に「造林作業の労働負担と労働災害」と題した基調講演をお願いしました。日本の森林資源や育林コストの現状、植栽・下刈り・枝打ち・除伐の作業負担に関する研究、コンテナ苗植栽による作業負担軽減、造林作業の労働災害の現状、作業負担軽減や安全性向上のために期待される機械化などについて、様々な知見をご紹介頂きました。また、北海道支所からは、原山尚徳植物土壌系研究グループ主任研究員、山田健チーム長、佐々木尚三研究専門員がそれぞれ「造

林作業の低コスト化」、「造林作業の機械化」、「フィンランド・スウェーデンの林業と最新機械化事情」について講演を行いました。これら3つの講演の内容については本号5～7ページをご参照下さい。



写真-5 山田容三愛媛大学教授による基調講演

講演会でも多くの質疑応答や意見交換が行われ、機械の不調もあったが新しく開発した機械の不調や故障はあり得ることで、その経験の積み重ねが機械の改善に役立つとのコメントも頂きました。また検討会に参加した事業体から、後日クラッシャの導入に関する問い合わせも頂きました。

おわりに

予想を上回る多くの皆様のご参加とご協力により、大変有意義な検討会となりました。改めて御礼申し上げます。今年度はこの検討会のほか、研究担当者が研究プロジェクト等の一環として、クラッシャ地拵機の現地検討会を稚内市、占冠村トマム地区、興部町の国有林や事業体所有林でも行いました。いずれの会場でも造林機械に対する地域の関心や期待は高いものがあり、現在の開発状況を周知し、林業事業体等からのご要望やご意見を頂くことは、実用化に向けた開発推進にとって重要であると考えられました。このような検討会等の機会が、地域や現場の林業関係者の皆様と連携しながらの機械化再造林システムの構築や普及につながれば幸いです。今後ともよろしくお願い致します。

造林作業の低コスト化

植物土壌系研究グループ 原山尚徳

低コスト化の必要性

拡大造林時代に植栽された林木が現在大きく成長し、伐採・利用の時代を迎えつつあります。林地保全や持続的な林業経営のためには、伐採後速やかに再造林を行うことが理想ですが、木材価格の長期的な低迷の結果、伐採収入が十分に得られず、再造林が放棄されるケースが増大しており、造林作業の低コスト化が大きな課題となっています。北海道の造林費用は、地形が緩やかなため面積あたりでみると本州以南の5～6割と安価ですが、冷温な気候により林分材積が本州のスギの4～5割と少なく、単位材積あたりの木材生産コストは全国的にみて高くなっています。そのため、すでに造林作業の低コスト化が進んでいる北海道でも、さらなる低コスト化が必要となります。伐採後の造林作業として、地拵えと植付けの作業があり、その後下草を刈り取る下刈り作業が4～10年ほど続きます。造林作業の低コスト化には、これら造林作業について「機械化」、「無駄の省略」、「波及効果」の3つを考えることが重要となります。

機械化

北海道は傾斜が緩やかな林地が多く、機械化を進めるには最適な地域です。再造林作業の中で、機械化を行いやすいのは地拵えですが、その割合は全体の25%にとどまっています⁽¹⁾。大型な機械ほど作業効率があがりますが、価格は高額となるため、林地の集約化を図り十分な事業面積を確保することが重要となります。新たな機械によるイノベーションは、従来のコストを一気に低下させる可能性があることから、画期的な造林機械の開発が期待されます。

無駄の省略

製造業において「カイゼン」により生産現場での無駄を排除しコスト削減を図っているように、林業現場においても無駄を省く努力を行うことは重要です。例えば、現在北海道では2,000本/haの苗木を植栽するのが一般的ですが、収穫までの間には、間伐作業を数回繰り返す、最終的には500本/ha前後まで減らしていくことになります。そのため、間引いた1,500本はある意味では無駄なコストと考えることができます。近年、どの程度の植栽密度ならば成林し木材品質

が保たれるのか、低密度植栽の実証試験が行われています。また、カラマツの場合、1,500本/haや1,000本/haの低密度植栽のほうが従来の植栽密度よりも林業経営の収支が高まるとの試算結果も出ています⁽²⁾。従来の苗よりも生存率の高い育種苗やコンテナ苗は、低密度植栽に適した苗と言えるでしょう。

地拵えや下刈りについても無駄がないかももう一度見直す必要があります。下刈り作業では、年に何回行うか、どの程度植栽苗が雑草木を上回るまで続けるかなど、それぞれの林地や樹種特性に応じたきめ細かい設計が、コスト削減につながります。

波及効果

林業現場では、伐採、地拵え、植栽、下刈りの各作業が異なる時期に異なる作業者で行われることが多く、各作業単独での低コスト化に注視されがちですが、今の作業が次の作業に及ぼす波及効果を考えることも、再造林全体の低コスト化につながります。例えば、私達が導入試験を行っているクラッシュャによる機械地拵えは、作業効率の向上に有用な機械ですが、地拵え時に生じる末木枝条の破砕物が雑草木の発生を抑制し、下刈りコストを削減する効果も持っています。また、伐採と造林を連続的に行う伐採-造林一貫作業システムでは、伐採や搬出に用いる林業機械を地拵えにも使用したり、地拵えや植栽に配慮した伐採作業を行ったりすることで、全体のコストを削減することができます。

おわりに

造林作業の低コスト化には、これまで単一的に行われてきた作業を、それぞれの林地に適した作業体系に転換していくことが重要となります。特に「無駄の省略」は安全率の低下を伴います。造林作業の低コスト化と確実な木材生産の両立のためには、より詳細な知識が必要となってきます。

引用文献

- (1) 渡辺一郎 (2017) 北海道における育林作業機械化の現状と展望. 森林科学 80 : 6-9.
- (2) 森林総合研究所 (2011) カラマツ資源の循環利用をめざして. 20p.

造林作業の機械化

林業機械担当チーム長 山田健

はじめに

現在日本では、昭和30～40年代に植えられた人工林が伐採すべき齢級に達しつつあり、今後伐採面積が増えることが予測されます。林業を持続的に行うためには、伐採後に造林を行うことが不可欠ですが、主に高コストと労働力不足により再造林率は低い水準にとどまっています。

造林を進めるためには、低コスト化を進め、労働力を呼び込むことが必要で、そのために有効な手段の一つとして造林作業の機械化を挙げることができます。伐採搬出作業は機械化により安全に、楽に、高能率になっていますが、造林作業は機械化が進んでおらず、早急な技術開発が求められています。近年になって、コンテナ苗や一貫作業の普及など造林機械化の基盤が整ってきました。

造林作業の機械化

植林してから成林するまでの間、特に地拵え、植付け、下刈りの初期育林作業にコストと労力がかかり、これを削減することが大きな課題となっています。解決策としてまず考えられるのは、個々の作業の機械化です。しかし、造林作業は伐出作業と異なり、重厚長大物を扱うわけではないので機械化により飛躍的に作業能率が向上するものではなく、また複雑繊細な作業が多いので人力作業をそのまま機械で模倣するのは困難で、新たな技術開発が必要です。

北欧など海外林業先進国では、地拵え、植付けについては機械化が進展しており、ディスクトレンチャ、マウンダなどの地拵機や自動植付

機が広く普及しています。北欧と日本では気候・土壌や造林樹種が大きく異なるため、これらの造林機械はそのままでは国内に適用することは難しいと思われますが、高温乾燥地向けの改良を施したものもあるので、それらを導入することはできるかもしれません。

日本国内では、造林作業の機械化はほとんどなされていません。その中であって北海道では、本州以南と比較して地形の制約が少ないこともあって地拵え作業については機械化が進展しており、油圧ショベルのバケット、グラップル、レーキなどが使用されています。

以前より森林総合研究所では造林作業の機械化に取り組んできており、油圧ショベルアタッチメント型の自動植付機（図－1）、自動下刈機などの開発、地拵え用クラッシャ（図－2）の導入などを行ってきました。それとともに、ドローン、GNSS（衛星測位）、RFID（ICタグによる情報通信）などの先進技術を活用した精密造林技術開発にも端緒を付けてきました。

これら開発機を含めたこれまでの試験研究により、造林作業は伐出作業と比較して、個別作業の機械化による省力・高能率化の効果は限定的で、各作業間の連携・波及効果について初期育林のシステム全体で考えるべきであることがわかってきました。すなわち、伐出と造林の連携による地拵え・植付けの機械化、地拵え・植付け時の地表処理による下刈りの軽減など、次の作業を見据えた造林機械化技術の体系作りが重要です。



図－1 自動植付機



図－2 地拵え用クラッシャ

フィンランド・スウェーデンの林業と最新機械化事情

北方林管理研究グループ 佐々木尚三

はじめに

フィンランド・スウェーデンは、国土のおよそ 7 割が森林で覆われています。森林の伐採利用が日本では年間成長量の 2 割に満たないのに対して、両国は共に 7 割以上と森林を資源として盛んに利用しています。主要林業樹種は欧州アカマツ、ドイツトウヒ、欧州シラカンバなどです。

両国では緩やかな地形条件の下、機械をフル活用した低コスト林業が営まれています。伐採作業は高度化された機械化システムによって安全で効率的に行われます。また主伐後には、条件に応じて人工植栽、天然更新、人工播種などの森林更新技術が適切に選択されています。これらの伐採・更新技術を日本にそのまま導入することは簡単ではありませんが、比較的地形が緩やかで樹種や管理方法に類似点が多く見られる北海道では、大いに参考になると思われます。

伐採作業

循環利用される森林は、一般に除伐 1 回、間伐 2 回の後、平均 3ha 程度の主伐が実施されます。間伐の平均材積は 0.1 m³以下であり、主伐でも 0.3 m³程度と小中径材の生産が主流です。95%以上の木材が高機能のハーベスタとフォワーダ各 1 台で完結する短幹集材システム（CTL システム）で収穫されています。その結果、作業者は重労働から解放され、常に安全・快適なキャビン内で、多くのセンサーや川下との通信機能などを組み合わせた ICT 機能のアシストを得て、適正な伐倒木の選定（森林経営）、玉切り長の決定（付加価値）などに専念することができるようになっています。

CTL システムはこれまで緩傾斜地で使われる作業システムでしたが、近年ではその効率・安全性などの優位性から、傾斜地でも使われるようになってきています。とくに最近改良が進んできたケーブルアシストシステムの併用によって、これまで林内作業が困難であった 30° 以上の林地でもハーベスタやフォワーダの作業を安全に行えるようになってきており、北欧以外にも広く使われるようになっていきます。

森林更新

両国ともに人工植栽をはじめ、地がきによる天然更新、人工播種によって毎年 10~20 万 ha の森

林が更新されています。

人工植栽は南部地域の森林に多く、使用する苗は 9 割以上がコンテナ苗です。マウンドなどの機械地拵え(写真)で作られたマウンド上に、プランティンチューブで人力植栽する方法が最も一般的です。

コンテナ苗は植栽可能時期が長く、作業者のスキルが不要な点に加え、苗木生産の機械化・大規模化が進んでいることにより苗木価格も低くなっています。裸苗植栽は地形条件により機械地拵えできない場所のみで限定的に行われていますが、今後さらに減少が予想されています。

植栽機械も実用化されており、その割合は徐々に増加しています。スウェーデンでは全土で稼働している機械がまだ 25 台たらずですが、フィンランドでは 20%程度が機械植栽になっているとも言われています。植栽効率は現在のところ人力とあまり変わりなく、省力が最大のメリットのようです。なお、植栽位置は日本のように厳密に管理されておらず、人力も含めて目分量で作業されています。

天然更新は、うまくいけば非常に低コストで環境に優しい施業方法です。両国ではササなど阻害植生が少ないため天然更新が容易な場所が多く、カンバや欧州アカマツ林を中心に 20~25%がこの方法で更新されています。主伐時には 100-300 本/ha の針葉樹を残すこと、伐採後できるだけすみやかに機械地拵えを行うこと、一定期間経過後に良好な更新が認められないときには植栽を行うことなど、条件に沿ったルールが決められていて効果をあげています。

人工播種は北部で比較的多く行われています。欧州アカマツの場合 300g/ha 程度を機械地拵えと同時に散布しています。発芽率は研究開発の成果もあり 98% と非常に高くなっています。



写真 フォワーダベースのマウンドによる地拵え
(スウェーデン南部ヨンショーピン市近郊にて)

活 動 報 告

◆平成 29 年度北海道地域一般公開を開催◆

平成 29 年 5 月 13 日（土）に当支所構内において、森林総合研究所北海道支所、森林総合研究所林木育種センター北海道育種場、森林整備センター札幌水源林整備事務所の共催による一般公開を行いました。今年度から各組織が森林研究・整備機構の中に位置づけられたことから、名称を北海道地域一般公開としました。気温が低めの天気にもかかわらず 155 名の方々にお越し頂き、研究者の解説付きで実験林を歩く「実験林ツアー」や、樹木園ガイド、森林講座の 2 つの講演「空から森林を観る」、「サクラにまつわる耳寄りな話」、さし木体験、樹木の相談室（協力：日本樹木医会北海道支部）などのイベントにご参加頂きました。



森林講座の様子

◆第 8 回北海道国有林森林・林業技術協議会 現地検討会を開催◆

平成 29 年 11 月 21 日（火）に恵庭国有林において、第 8 回北海道国有林森林・林業技術協議会現地検討会を、北海道森林管理局、石狩森林管理署、森林研究・整備機構森林総合研究所林木育種センター北海道育種場、森林研究・整備機構森林整備センター札幌水源林整備事務所との共催で実施しました。恵庭地区の国有林では、一貫作業（伐採と造林を連続して行い、一部の林業機械を両方の作業で利用して効率化を図る作業システム）に加え、枝払いや玉切りにより発生する末木枝条（梢の部分や枝）を燃料用チップとして活用するため、伐採や運材に使う機械を末木枝条の集積や運搬にも利用することや、帯状伐採地の中央に集材路を配置することなどによる作業の効率化が行われています。一貫作業で地拵えの効率化を意識した造材作業を行うことにより、地拵えのコストが大幅に削減できたとのことでした。その他効率化・低コスト化を図る様々な工夫について現地見学と意見交換を行いました。



一貫作業システムと植栽地の説明



グラップルとフォワーダによる丸太の運搬と巻き立て

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所 研究情報誌
『北の森だより』 Vol.18

編集・発行 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所北海道支所（担当：地域連携推進室）
〒062-8516 北海道札幌市豊平区羊ヶ丘 7 番地
TEL(011)851-4131 FAX(011)851-4167
URL <http://www.ffpri.affrc.go.jp/hkd/>
印刷 刷 ひまわり株式会社
〒053-0815 北海道苫小牧市永福町 2 丁目 1 - 4
TEL(0144)74-4500 FAX(0144)74-1151

2018 年 2 月 28 日発行

本誌から転載・複写する場合は、森林総合研究所北海道支所の許可を受けて下さい。
この印刷物は、印刷用の紙へリサイクルできます。

