

2 北海道林業への適用の可能性（調査を踏まえた考察）

道内の森林は、比較的傾斜が緩く、高性能林業機械を活用した作業が可能な箇所が多い。また、カラマツやトドマツが建築材や梱包材として、シラカバが合板として利用されている。さらに、道内の原木流通は、森林内で生産された丸太を市場を介さずに直接、製材工場等まで運搬する形態が一般的である。

こうした道内の作業条件、利用樹種、流通形態はフィンランドと似ている部分が多い。

一方で、道外の森林との比較では急傾斜地は少ないものの、道内の森林も基本的には傾斜地に立地し、ササなどの下層植生が繁茂し下刈り等の保育作業が必要なことや、（フィンランドでは）製材工場の規模が大きく、伐採段階から工場が生産に関与していることなどは、フィンランドと環境が大きく異なっており、事業コストや所有者への還元額の違いにもつながっている。

フィンランドで実践されている技術を道内の林業・木材産業に適用していくためには、社会環境や商習慣なども含め、北海道の実情に応じた形で応用していく必要がある。

以下、「伐採・流通」、「資源把握」、「植栽」などの分野別に、道内の林業の実態と照らし合わせながら、今後、新たな技術を適用していく可能性について検討を行った。

（1）木材生産・流通へのデジタルデータ活用

～ICT ハーベスタの各種機能を活用した生産・流通～

これまで協議会では、北欧では一般的に使用されている「ICT ハーベスタ」の複数の機能を活用して、「生産・流通の効率化・コスト削減」や「木材の販売額の上昇」が図られないか実証検討を行ってきた。

特に流通については、ICT ハーベスタが造材時に取得する生産データを活用して、人力検知作業を省略し、効率的な ICT 生産管理が出来ないかという内容を主とした実証を続けてきた（図 2-1-1）。

林業事業者からは、ハーベスタ等の高性能林業機械の価格が上昇する中、まずは具体的にどの過程が効率化され、そのコスト削減効果はどの程度あるのかが知りたいという意見があがってきた。また、川中（製材工場）からは、機械が測定した数値を信用して取引をしてよいのか疑問が残るといった意見や、川上で効率化を図った結果、川中の手間が増えることになっては困る、といった意見が見られたところであり、ICT 生産管理の効果を、「労働生産性」や「コスト削減効果」、「売上額」などの具体的な数値で示し、導入のメリットを可視化するとともに、計測精度の確認により信頼性を確保することも出来るよう、実証に取り組んできた。フィンランド調査結果に加え、これまでの道内での実証結果なども用いながら、デジタルデータ活用にかかる検討を行っていく。



図 2-1-1 「スマート林業 E20 モデル構築協議会」で実証を行っている ICT 生産管理の取組

① 生産・流通の効率化・コスト削減について

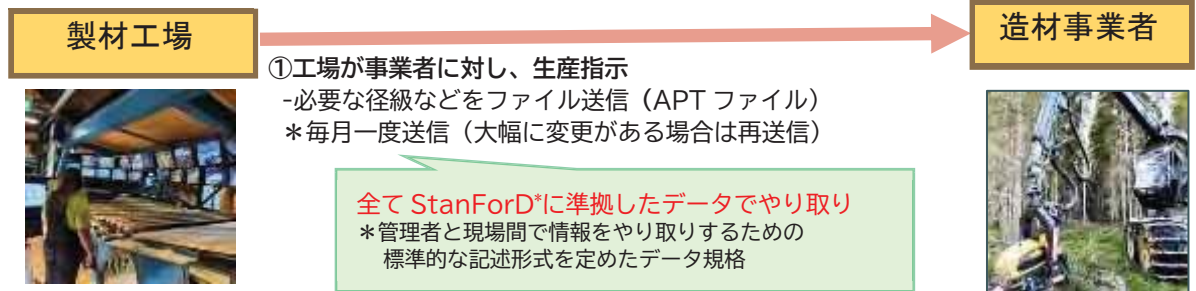
現地での聞き取りによると、フィンランドでは生産・運材経費が抑えられており、所有者への還元比率が高い。道内では、ササが繁茂するなど植栽・保育の経費もかかるため、次期の植栽・保育経費の捻出が課題となる。また、人口減少が全国を上回るスピードで進んでおり、人材の確保も課題である。

こうした課題に対応するためには、ICT等の活用により、生産・運材の効率化を各工程で進め、所有者への利益還元を図ることとあわせ、少ない人員で効率的に施業を行う体制を構築する必要がある。

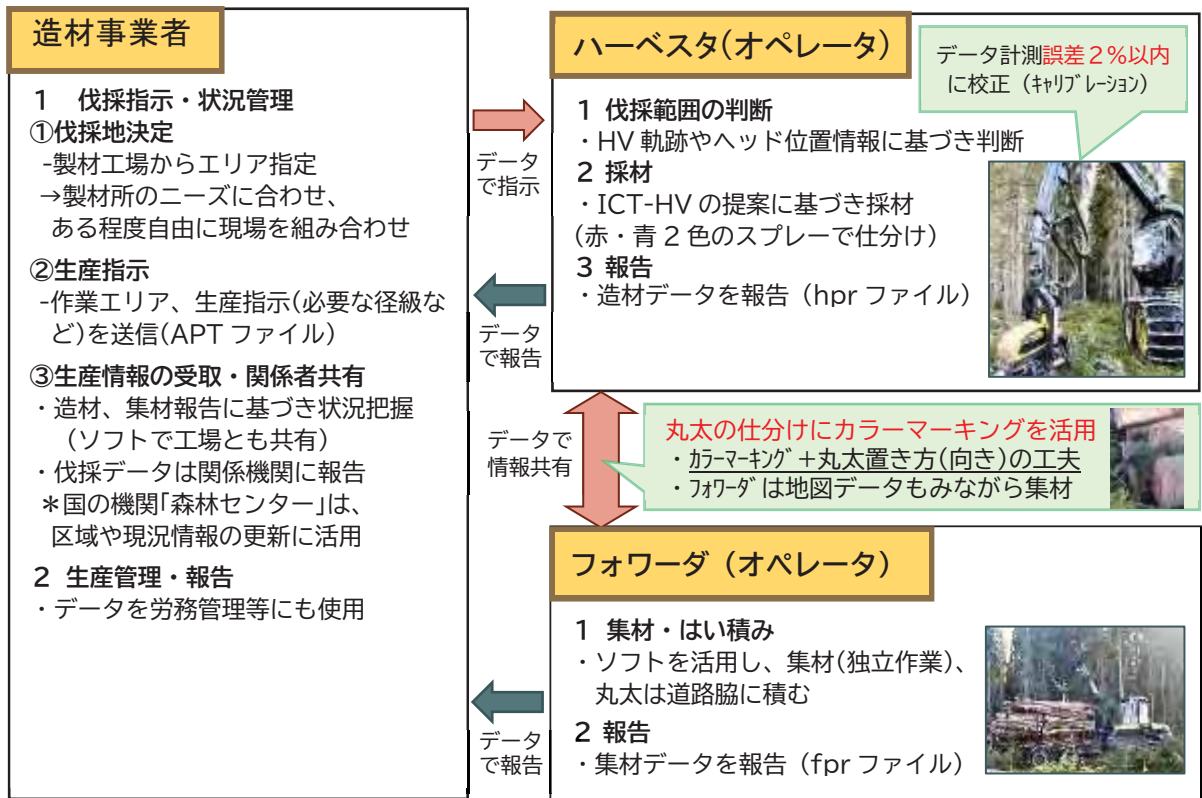
フィンランドで調査してきたICTハーベスタを活用した生産流通の効率化の取組(図2-1-2)について、道内林業への適用の可能性などについて、i データ流通の信頼性確保、ii データ標準化(StanForD)、iii 仕分けの効率化(カラーマーキング)、iv 生産管理(デジタル化)の4点に分けて考察を行う。

図 2-1-2 ICT ハーベスタを活用した木材生産・流通の概要

1 生産指示



2 生産



3 運搬



i データ流通の信頼性の確保 (ICT ハーブスタ計測データの精度)

現地での聞き取りによると、ICT ハーブスタの測定精度は誤差 2%以内が求められているとのことで、機械出荷時に鉄パイプを用いて直径の測定精度チェックが行われていた。また、現場でもハーベスタ稼働時にランダムで測定要求がされるとのことであり、測定要求が出た場合にオペレータは測定道具を使用して直径を人力で測定し、ハーベスタ測定値との誤差が 2%に入るか確認するとのことである（一般材±1cm、パルプ材±5cmであれば許容範囲。範囲内に全てが収まれば精度 100%となることに留意）。

北海道では、ハーベスタでの計測自体が一般的ではなく、許容範囲を定める段階に至っていない。ただ、北海道に導入されている ICT ハーブスタは、フィンランドで使用されている機種と同様のものであり、フィンランドと同じような樹種・径級（林齢）の樹木を扱っていることから、ICT ハーブスタを活用して長さや太さを測定した場合に北海道でも同様の精度が確保できるものと考えられる。

なお、材積計算法は国や地域によって異なり、主にスウェーデン式、スマリアン式、ホーニング式、日本式などが用いられる。ハーベスタの直径データは 10 cm インターバルで記録されるため、現実の丸太により近い計算が可能であるが、北欧ではスマリアン式が主流であり、材の元口と末口の直径 2 点だけを利用してその平均を求め、それを基に材積を計算している。この方法は効率的でありながら十分な精度を持つ計算法とされている。なお、直径は樹皮の外側で測定されるため、樹皮厚データを用いて補正されること[※]が一般的である。また、日本式では末口に近き直径が用いられる点で特徴がある。近年の ICT ハーブスタには、日本式計算方式が組み込まれているものが多い。

2020 年に道内で行った実証でも材長は 100.4%、径級(直径)は 100.9%の精度であることを確認できおり、いずれも許容範囲内である（一定ルールで樹皮厚補正済）。また、現在行われている人力検知は 2 cm 括約で行われており、ICT ハーブスタによる測材精度よりも誤差が大きい結果となっていた（図 2-1-3）。

このため、精度確保には定期的な人力での確認・校正作業（キャリブレーション）が非常に重要になる。北欧でも精度を担保するため、①生産指示ファイル（APT ファイル）をハーベスタに入力する際に測定指示を出し、オペレータ本人が計測（発注毎に実施）、②買い手が抜き打ちで測定を要求し、オペレータが計測、③買い手自身が計測、④第三者の民間会社が精度を保証、といった方法の確認が行われていた。

売り手、買い手ともに校正作業にはコストがかかるため、売り手・買い手のどちらが「コストを払ってでも精度を担保する必要がある」と考えるかによっても、チェック作業の頻度や実施主体が変わる。また、製材工場の選木機、人力での検知、ICT ハーブスタでの計測では径級の計測位置が人手と異なり一致しないことや、これまで 2 cm 括約で行われていた材積は実材積と異なることも加味すると、求められた材積にあわせて、価格設定を見直す可能性もある。ICT ハーブスタ計測データの活用を見据え、将来的な精度保証、取引方法、取引の仕組の構築について検討を進めていくことが必要である（表 2-1-1）。

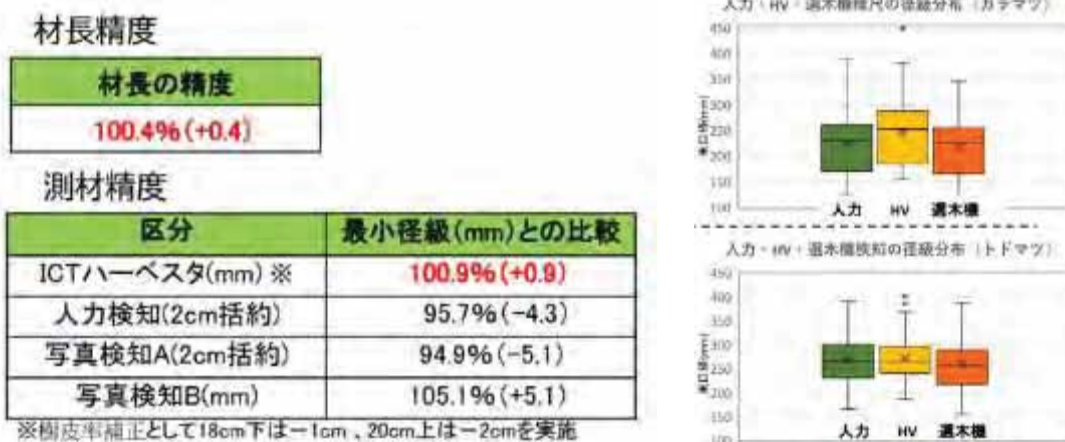


図 2-1-3 ICT ハーブスタによるハーベスタの測定精度検証（2020, 2022）

表 2-1-1 ICT ハーブスタでの効率的な取引に向けた信頼性確保（精度担保）に関する課題・必要な対応

フィンランド調査・道内の現状	課題・対応
<ul style="list-style-type: none"> フィンランドでは、測定精度は ± 2%以内が許容範囲 道内では機械での計測自体が一般的ではない（これまでの北欧の機械を活用した道内の実証において、精度は確認済） 	<p>（当面）・<u>ハーベスタ検知の精度・特徴の理解拡大</u> →特に製材工場を対象とした理解促進</p> <p>（将来）</p> <ul style="list-style-type: none"> 安定的に精度を担保する仕組→事業者による定期的な校正（キャリブレーション）・民間機関等による確認 川上・川中の合意形成（材積計算方法や取引額）

ii デジタルデータの標準化(「StanForD2010」に準拠)

現地での聞き取りによると、使用している ICT ハーベスタでの生産データは全て、国際規格 StanForD2010 に準拠したものである (hpr 形式) とのことで、工場側で複数メーカーの原木をデータで受け入れしても、特に支障がない状況にあった。

日本国内において、林野庁が StanForD2010 を参照する形で「ICT 林業生産管理システム標準仕様書案」を作成・公開しており、道内に ICT ハーベスタを納入している海外メーカーの機種は、StanForD に対応している。

しかしながら、これまで道内で行った実証では、StanForD に対応した機種であっても、メーカー毎に造材指示方法や出力ファイル形式・命名規則などが異なる (出力形式: txt・Excel・hpr 形式、命名規則: ローマ字、日本語、カタカナ表記など) ことが分かってきた (図 2-1-4)。



図 2-1-4 ICT ハーベスタの造材指示ファイル等解析 (2020, 2022)

現在、道内に導入されていて協議会の取組に賛同いただいている企業を対象にそのソースコードを分析し、メーカーが異なっても同様に出力・表示できる簡易システムを開発している (WARATAH 社 H414、KESLA 社 26RH-Ⅲ、KOMATSU 社 C93、PONSSSE 社 H6 で実証)。

しかしながら、StanForD2010 も今後改正が予定されているとのことであり、修正作業のイタチごっこにならないよう、バラバラに出力されたものを統一するのではなく、機械メーカー間で入力・出力ルールを統一 (標準化) していくことが必要と考える。

また、デジタルデータでの工場との取引を見据えると、使用するデータは、現時点では、ハーベスタヘッドにデータ計測機能を装備しておらず、今後取組を始める意向のある国内建機メーカーなどにも適用していく必要がある。また、今後規格の改正が行われるときには、日本の現状や意見も取り入れるような働きかけも必要と考える。

表 2-1-2 ICT ハーベスタでの効率的な取引に向けた円滑な流通 (標準化) に関する課題・必要な対応

フィンランド調査・道内の現状	課題・対応
<ul style="list-style-type: none"> フィンランドでは、全メーカーが StanForD に対応 道内導入のハーベスタには StanForD 対応の海外機種もあるが、未対応のメーカーや機種も多い状況。対応機種でも出力形式・命名規則等がメーカー毎に異なる 	<ul style="list-style-type: none"> (当面) メーカーによらず、利用可能な簡易プラットフォームの使用 (出力後に個別変換し、データを共通化) (将来) 国内メーカーも含めた規格化 (StanForD 対応) StanForD 準拠を前提にした入・出力方法の統一化 (海外・国内メーカー間でも共通のルールづくり) 世界基準改正時に日本の現状の取り入れを働きかけ

iii 仕分けの効率化(カラーマーキング機能の活用)

現地での聞き取りによると、径級や材長の異なる原木に対し、ICTハーベスタで指定した色分け(カラーマーキング機能)を使用し、仕分けを行っていることが分かった。

カラーマーキング機能は、製材所と共有する際に使用せず、フォワーダとハーベスタ間で共有する際に使用されていて、フォワーダがマップを見ながらカラーマーキングで仕分けされた材を持ってくるのが一般的であった。このため、製材工場には積みされた原木は同じ径級に同じ色のマークがつけられていることもあるが、径級によって色を割り振るなど地域で統一的な基準は設定されていなかった。

また、カラーマーキングの種類は、日本と同様で2色までしか利用できないことが分かった。現場で5種類から15種類くらいの木材を扱っており、1つの現場で10種類の木材(同一樹種でも径級別)を扱うこともある。1樹種で4種類ほど仕分けがあるが、その場合でも2色でも対応している。このときは、ハーベスタが置く位置(角度)を変えたり、現場で工夫を行うとのことである。

また、集材の効率化を図るため、フォワーダは混載するのが基本的な考え方であり、見た目が似ていない樹種(ex.トウヒとシラカバ)を混載する、荷台を2つに分けて仕分けを行うなどの工夫を行っていた。

道内でもカラーマーキング機能により、寸面(径級)を記載せずに仕分けを行う実証を行ってきたが、カラーが2色しかないの、「赤」、「青」、「赤・青」、「無色」の最大でも4種類しか分けることが出来ないとの課題が現場の意見として提出されてきた。道内でも、採材の種類が多様であるが、フィンランド同様に現場の工夫により、2色のマーキング機能をうまく活用し、仕分けて集材を行うことは可能であると思われる。マーキング塗料は長期間の保持に向いておらず、工場受け渡しには留意が必要である。

フィンランドでは、ハーベスタによる伐倒後、その場で造材・小集積を行い、フォワーダで集材するシステムが一般的(ほぼ100%)である。集材された材は種類ごとに分けられ、道路脇に積まれた後、トラックが位置情報や材積量などを基に運材する効率的なシステムが確立されている。一方、日本では、ハーベスタによる伐倒がまだ少なく、伐倒位置から全木状態でグラップルローダなどを用いて小集積場所まで移動させ、その後、移動先で造材を行い再度小集積を行うという、フィンランドとは異なるプロセスが取られている。このため、丸太の集積位置情報を利用する際、追跡ステップが多くなり、システムの効率性に差が生じている。

協議会では、こうした課題を解決するため、ICT機能を活用したデータ管理に現場での仕分け方法の工夫を加え、原木の種類や量を適切に管理し、トラックで工場まで運材する際に情報を途切れずに伝達する仕組みの構築に向けた実証を進めているところであるが、今後さらに北海道に適したシステムの開発を推進させる必要がある。



写真 2-1-1 ICTハーベスタによるカラーマーキング材(フィンランド土場、製材工場)

表 2-1-3 ICTハーベスタでの効率的な取引に向けた仕分け(カラーマーキング)に関する課題・必要な対応

フィンランド調査・道内の現状	課題・対応
<ul style="list-style-type: none"> フィンランドでは、ICTハーベスタで径級等の異なる丸太を色分け(カラーマーキング)のみで情報伝達、寸面無 赤・青2色の区分けと丸太の置き方(角度)を工夫し、集材 道内民有林では、山土場で造材、木口に寸面を記載し管理 	<p>(当面)</p> <ul style="list-style-type: none"> 4色(赤・青・赤青・無)によるデジタル材(寸面無)受入 仕分け工夫(置き方等)により、多い採材種にも対応 色落ち対応(山土場で長期保存困難) <p>(将来)</p> <ul style="list-style-type: none"> 原木の種類や量を適切に管理し、トラックで工場まで運材する際に情報を途切れずに伝達する仕組みの構築

iv ICT生産管理(デジタルデータでの流通)

フィンランドで主に使用されている木材は、トウヒ、マツ、シラカバの3種で、その用途は、パルプやバイオマス利用をのぞくと、製材・合板用であり、採材長などもほぼ同様である。

こうした中、北海道の製材生産と流通の現状と課題をいくつか列挙し、北欧のようなICT生産管理システムを取り入れる効果等について検討する。

(道内の木材製品生産・流通の現状)

<生産品目>

フィンランドでは建築構造用の柱材やラミナ生産が主体だが、北海道で生産されている製材はカラマツは「梱包材」などの産業用資材が8割であり、トドマツは「建築材(羽柄材)」が主体である。また、30cmを超える大径材は、主に合板向けに使われている(図2-1-5)。

製材を生産している工場の規模も10万㎡を超えるような大きな工場はほとんどなく、大規模な工場からまとまった生産依頼が少ない状況にあり、生産基盤が不安定である。

<受注方法>

「梱包材」は、商社が工場に納期・サイズ・数量を指定して注文を行っており、指定されたサイズの製品を生産するため、基本的に作り置きする定番商品はない。梱包材は自動車用が米中貿易摩擦などの経済環境に左右され、近年需要が減少している。梱包材用には、指定された製品に見合う長さの製材が必要となり、工場主体で発注されるとしても常に安定生産がされていないことから、所有者に了解を得て生産を行う森林の規模と、工場に必要な量にミスマッチが生まれる場合がある。

住宅等への「建築材(羽柄材)」の提供は、

- ①ハウスメーカーが商社を通じ、プレカット工場等に部材を注文し、
 - ②プレカット工場は主に商社を通じ、合板・製材工場等に関係部材を注文し、
 - ③工場は商社を通じ、部材となる原料を素材生産事業者に依頼する。
- という形を取ることが多い(図2-1-6)。

この際、外材は倉庫に保管されたものをジャストインタイムで提供できるため、商流の中心である。道産材は補完的な使用となり、素材生産事業者は事前に見通しで生産するが、工場が望んでいない品質や必要以上の量の生産がされることがある。

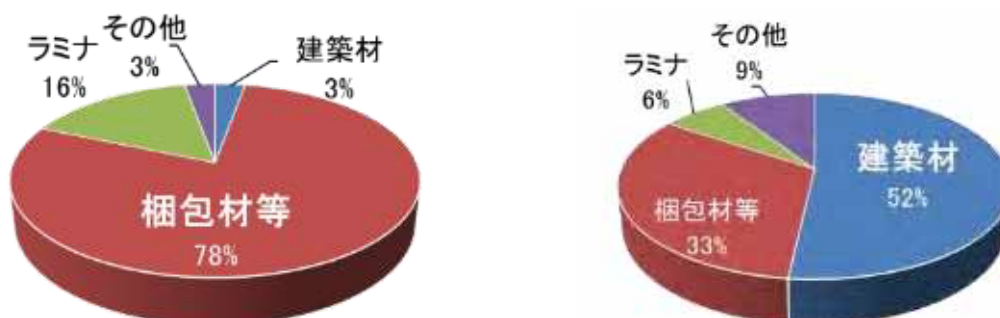


図2-1-5 カラマツ、トドマツ製材の生産種類の割合

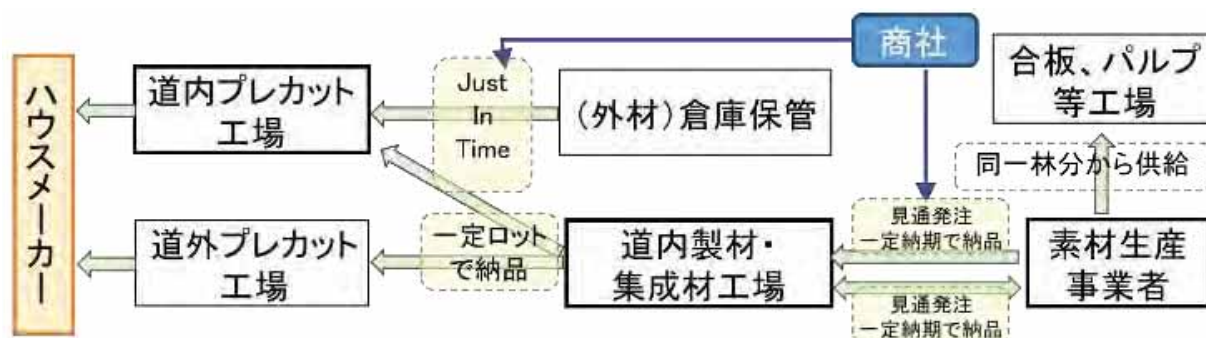
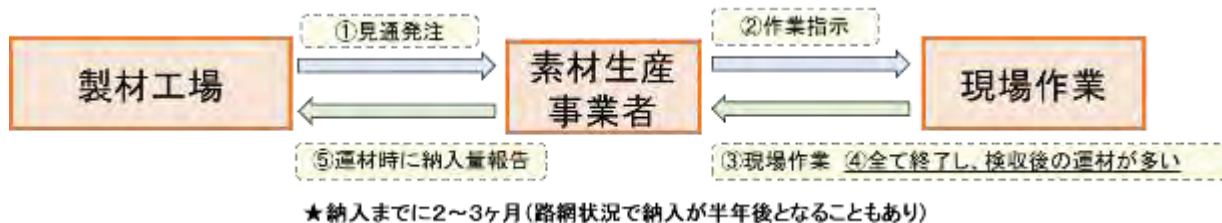


図2-1-6 ハウスメーカーへの道産木材の一般的な流通(イメージ)

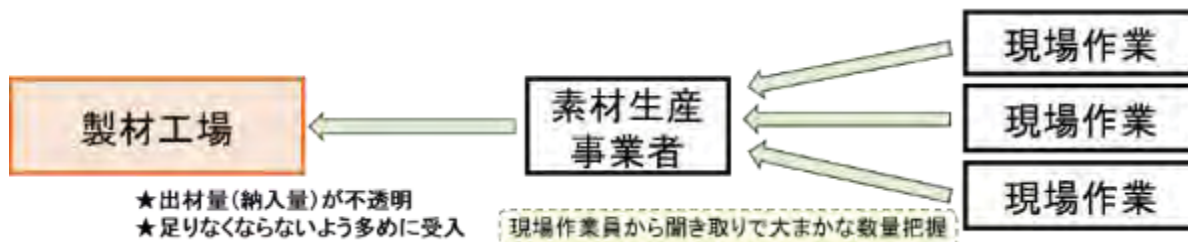
(道内の木材製品生産・流通の課題)

製品生産・発注形態に伴い、道内の流通では、次のような課題も考えられる。

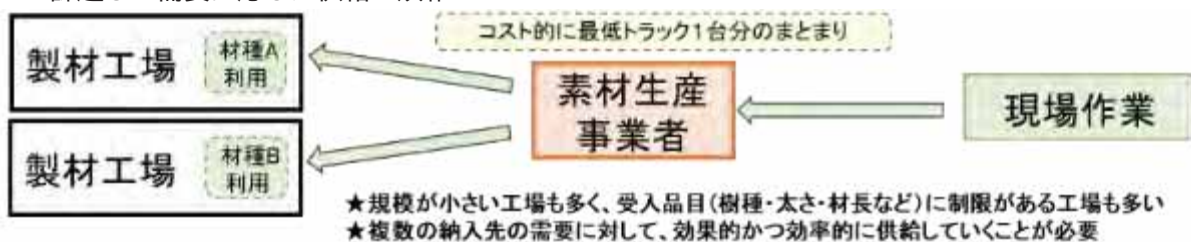
課題1. リードタイムが長い



課題2. 受入・生産管理の見通しが難しい



課題3. 需要に応じた供給が煩雑



(効率的な仕分け場所と運搬)

フィンランドでは、大型工場が全ての材を材種によらず引き取ることが多いが、北海道では生産された材が工場ですべて受入れられないこともあり、無駄が発生してしまう。

これまで、北海道は市場を通さない直送方式であり、一番効率がよい(積み卸し、積み込みが少なくて済む)とされてきたが、運搬できる人材の確保が厳しくなっており、需要に応じた供給(課題3)への対応が不可欠である。

道内での実証では、中間工場での仕分け機能の強化や小さい「はい」の位置管理など、データ連携で効率よく仕分けを行うかを検討していく必要がある。

(運材の効率化)

フィンランドでは広幅の道路網が整備されており、トラックは60t, 74tなど大型の運搬車が一般的に走行していた。「道ばたのはい積みされた原木をデジタルで管理し、トラック運転手が位置を把握して運搬する」といったような運材の効率化も一般的であった。さらに現在よりも地理情報や道路状況情報をより有効に活用することで、木材調達の季節変動も軽減され、現在の人員や機械をより効率的に使用できると考え、木材調達のロジスティック計画、最適化を図る検討もされていた。

道内で運搬に使われるトラックは、10t車(3.65mの材×2連、または2.4m(チップ用材)×3連)、セミトレーラー(3.65m×3連、チップ用材は2.4m×4連)が主であり、一度に運搬できる量はフィンランドとは異なる。

また、道路網の整備が急速に進む状況にはないが、道内においても道路網の情報を地図上に搭載し、地理情報等の活用により、これまで以上に運材の効率化をはかることは可能であると考えられる。

(工場受入のデータ化)

これまで製材工場からは、ハーベスタ検知材では丸太に寸面が入っていないため、「受入において計測精度や納入本数などに心理的不安がある」「挽き立て時の原木消費量や棚卸しなどの管理ができない」といった意見が寄せられてきた。

道内では、自動選木機を設備している工場は13%と少なく、多くの工場は山土場等で木口に人力で記載された径級を目視で読み取り、正の字等を書いてデータ化することで日々の挽き立て量や製材歩留まり、原木の在庫などを把握している状況にある。

今回、調査に訪れたフィンランドの工場は、比較的規模の小さいとされる工場でも選木機、元口・末口の振分機などが導入されており、直接の道内の課題解決には結びつけることが難しかった。

このため、フィンランドでもさらに小規模な工場の状況を関係者から聞き取りするとともに、現在実証を進めているLiDARを活用した製材工場の径級の自動判別・デジタルデータ化の取組など北海道にあった受入方法を検討していく必要がある。

(リアルタイムな情報共有)

フィンランドでは、施業実施時に、ハーベスタとフォワーダ、製材工場等が、伐採・造材・集材量をデジタルデータとして、ソフトウェアで管理し、リアルタイムに共有していた、また、フォワーダの集材報告をもとに、運材車の配車もリアルタイムに実施していた。このようにデジタルデータをもとに、リアルタイムに情報の共有ができると、リードタイムの短縮(課題1)、受入・生産管理の見通しの改善(課題2)、需要に応じた供給の調整(課題3)につながり、それぞれの課題を解決できる可能性が高まる。

このため、現在、協議会で試行的に開発を行っている生産状況を見える化するソフトなどを用いて、情報共有を行い、複数のメーカー、複数の工場が受入を行う場合、リードタイムや生産管理等の課題解決にどの程度寄与するのか、関係者からの意見聴取を行っていく必要がある。

表 2-1-4 ICT ハーベスタでの効率的な取引に向けた円滑な流通(デジタル化)に関する課題・必要な対応

フィンランド調査・道内の現状	課題・対応
<ul style="list-style-type: none"> ・フィンランドでは、大型工場が全ての材を材種によらず引き取ることが多い。受入は全てデジタルデータで行われる。 ・通常、生産情報はリアルタイムに共有される。 ・道内では、検収後に運材が始まり、「リードタイムが長い」。また、現場に聞取りを行って生産数量を把握しており「受入・生産が見通しづらい」、さらに規模が小さく受入品目に制限がある工場も多く「需要に応じた供給が煩雑」 	<p>(当面)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中間土場での仕分け機能の強化や、<u>小さい「はい」の位置管理など、運材中間工程のデータ連携による効率的な仕分け(実証)</u> ・小規模工場での寸面無し受入試行による課題聞取 ・「生産状況見える化ソフト(試行版)」による情報共有 ・原木・路網情報のデータ化(見える化) →工場もデジタルデータを活用した取組の普及 <p>(将来)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・道路情報の地図上への搭載による運材の効率化、<u>工場の生産管理のデジタル化</u> ・生産・運材も含めたデジタル管理ソフトの普及 →北海道版の「WOOD FORCE」,「Timbermatic Maps」活用、工場でのLiDAR等の新技術の活用による生産管理 ・道内で活用できるよう<u>複数工場が受入を行う場合のリードタイムや生産管理等の課題解決の寄与度測定、関係者が共有</u>

② 木材の販売額の上昇について<バリューバッキング機能の活用>

道内の木材利用状況を見ると、トドマツは建築材、カラマツは梱包材での利用が中心であり、多様な径級・長さでの採材（3.65m、3.3m、3.0m、2.74m、2.2m、パルプ材（2.4m）など）が求められている。

これまでの「バリューバッキング機能」の実証では、丸太の採材が根元から頂端部付近に移った時に、残った材の長さ・太さの予測を行うことで用材丸太を1本でも多く取ることが可能となり、パルプ材の本数割合が減少するとともに、オペレータが普段取らない材長の採材提案があるなど、複雑な需要に応じた生産が可能であり、経験が浅いオペレータでも、経験豊富なオペレータと遜色ない効果を生み出せることが分かっていた（図2-1-7）。



図2-1-7 ICTハーベスタによる収益性検証（2020）

フィンランドでの活用は、1現場での採算性の向上より、工場が必要な材種（長さ・太さ）を事前に生産指示ファイル（APT形式:APTファイル）として入力し、ファイルを読み込んだICTハーベスタで提案に基づき、生産し、トータルでの採算性の向上を図るものである。

道内では、工場が必要な材の採材種類と量を完全に指示して生産するわけではなく、ある程度、見込み生産を行い、工場に売ることが一般的であり、フィンランドとは、生産の仕方自体が大きく異なることを改めて再確認できた。その上で、道内でバリューバッキング機能を活用し、さらなる採算性向上を図るためには、例えば、次の点を検討する必要がある。

- 道内で採材長によって極端に高い材が求められる状況にはないが、単価の高い採材を事前に登録し、伐採後、区分けて、効率的な運材単位で生産すること（単価の高い材でも少量の運搬だと、運材コストの下敷きになってしまう）
- 工場が生産指示を行い、生産された材を全て引き取り活用するといった、川上側が損をしない仕組みづくりを行うこと

いずれにしても、採算性向上には、生産指示ファイル（APTファイル）にどのような情報を入れて、ファイルに基づいて生産を行うかがカギとなることから、工場または事業体で、現在の木材の市況や工場からの指示を指示ファイルとして整理・作成できる人材の育成が必要であると考えられる。

表2-1-5 ICTハーベスタでの販売額向上に向けた生産（バリューバッキング）に関する課題・必要な対応

フィンランド調査・道内の現状	課題・対応
<ul style="list-style-type: none"> フィンランドでは、工場が必要な材種（長さ・太さ）を事前に生産指示ファイル（APTファイル）として、ICTハーベスタに入力、機械提案に基づき生産 道内では担当者の判断による見込生産が主 	<p>(当面)</p> <ul style="list-style-type: none"> 単価の高い材(同一採材長)を運材車単位分の量をまとめて流通する仕組み。 生産指示機能の活用（APTファイルに基づく採材） <p>(将来)</p> <ul style="list-style-type: none"> 単価の高い材だけでなく、全量を付加価値つけて引き取る流通の仕組み作り 生産指示できる人材の育成（APTファイルを作成できる人材）

(2) 森林資源のデジタルデータでの把握等

① 森林資源把握・分析技術

フィンランドでは、民有林を含む国土全体の航空レーザ計測（LiDAR）及びその解析を6年ごとに実施し、森林資源を把握している。この調査は、(1)「個人森林所有者の林業経営」や(2)「林業経営のコスト削減」への支援を行うことを目的としたものである。北海道林業への適用の可能性について、以下、森林資源の把握・管理方法、精度（主に材積）、情報の共有の観点から検討を行う。

i 把握方法・管理方法

森林に関するデジタルデータには、航空レーザ計測成果から整備された樹種・樹高・材積等の「森林資源量計測データ」や、起伏や傾斜等の「地形情報データ」がある。

資源量の推計は、「メッシュ単位」や「小班や林相などの単位」での集計が考えられる(図 2-2-1)。

フィンランドでは、国の機関である「森林センター」が、森林データや森林地図データの収集・更新を行っている。森林データ収集は民間会社に委託し、森林地図データの修正はハーベスタ稼働時の位置情報に基づき自動的に行うとのことで合理的だが、GNSS等の正確な情報は用いられていないようであった。

日本国内でも、国（国交省・林野庁）が航空レーザ計測と航空写真による調査を全国で実施し、森林資源情報の把握に取り組んでいる。また、国（国交省）では、国土の基盤となるデータ整備のため、航空レーザ計測が行われている（定期的に調査を行う計画ではない）。さらに、近年、J-クレジット制度において航空レーザ計測データの活用も認める制度改定などを機に、航空レーザ計測により詳細な資源把握を行う取組が道内の民有林においても始まっている。

このほか、市町村が航空レーザ計測を行う事例や、森林組合などの林業事業者がレーザ搭載型 UAV による資源把握を行う事例もあり、新たな技術を活用した資源把握は今後も増加するものと思われるが、現時点では、道内でレーザ計測の精度により、定期的に同一水準で全道域をカバーしているデータはない。

北海道庁では、民有林に関し森林資源に関する情報として、関係機関からの報告や統計情報、衛星画像等を用いて、『図面情報』（位置、区画等の「森林地図データ」）を「森林計画図」として、『属性情報』（樹種、面積、法的制限の有無、所有者名などの「森林データ」）を「森林調査簿」として整備している。

この森林調査簿の蓄積は、道が市町村・流域単位というマクロな観点で森林計画を策定するために把握している情報である。具体的には、市町村ごとに樹種別・地位別（土地の生産力を樹高により指数化）に区分し、林齢ごとの平均的な蓄積を推計して管理しているものであり、個々の場所では現実の森林蓄積とある程度のばらつきが出ることは織込済である。この森林計画図及び森林調査簿については、毎年修正作業（照査）を行うほか、蓄積については算定に用いる表（林分収穫表）が概ね適正な数値となるよう、必要に応じて見直しを行っている。

このように管理主体が国（フィンランド）・都道府県（日本）と大きく異なり、扱う面積も北海道とフィンランドでは異なるなど、データの持ち方が異なっている（表 2-2-1）。

航空レーザ計測は、以前に比べ安価になってきたとはいえ、現時点ではまだまだ高価であり、全国・全道レベルの森林データを誰がどの範囲でこういった頻度で把握し、管理していくのかといった、活用方法・管理主体の議論とあわせて検討していく必要がある。

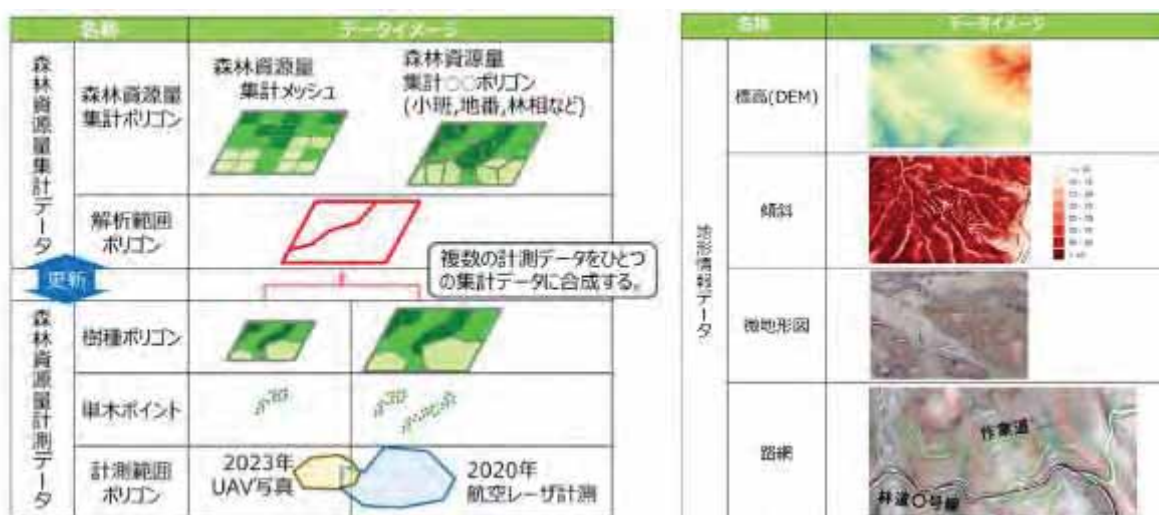


図 2-2-1 資源量データ地形情報データイメージ (2022, 森林 GIS フォーラム 標準仕様分科会)

表 2-2-1 森林資源の把握・管理（フィンランドと北海道の比較）

		フィンランド	北海道
森林面積		2,280 万 ha	554 万 ha
森林データの把握主体・手法		[国]航空レーザ計測（委託）	[国]航空レーザ計測・空中写真 [道]衛星画像等
資源把握の頻度		6年に一度	[道]概ね5年に1度 （計画樹立のタイミングで必要分）
管理 主体	森林データ	国	都道府県（森林調査簿）
	森林地図		都道府県（森林計画図）
	所有者情報		市町村（林地台帳）
	所有者地図 （林地所有境界）		市町村（林地台帳地図）
修正 作業	森林データ	（資源）航空レーザ計測 （伐採区域）ハーバスタ伐採 位置情報での更新	提供情報に基づき修正 *蓄積の成長は、成長予測に基づき 実施（必要に応じ収穫表見直し）
	森林地図	同上	同上
	所有者情報	届出に基づき修正	届出に基づき修正
	所有者地図	同上	同上

森林経営者、森林行政官、GISの専門家、森林研究者の交流の場として設立された「森林 GIS フォーラム」では、森林資源量の情報には、成長モデルを用いた推計によりデータを得ている森林行政上の公的な情報である森林簿や航空レーザ計測など実際に計測した一時点の情報などがあり、航空レーザ計測など高精度な森林資源量情報を有効活用するためには、データを活用する都道府県、市町村、林業事業者が、3相モデル構造を理解することが重要であり、今後の情報更新を考えた場合、これらが「互いに参照でき、必要な項目が反映できることが望ましい」とされている（図 2-2-2）。

行政（国・道や市町村）が、定期的に高い頻度でレーザ計測を実施することは、資源管理の方法として考え得る1つの姿であるが、どれほど正確に一度測定しても、その後の森林の成長・変化に伴い、資源情報は刻一刻と変化していくことから、定期的な更新（コスト負担）が必要となるため、コスト面の負担とその対価に見合う便益を比較して行うべきである。

GIS フォーラムの提言を受け、まずは国が進めているレーザによる基盤データ（DEM）の全道的な整備をもとに、林分成長を予測した資源管理システムを構築するとともに、UAV 等により必要箇所について、必要な時期に正確な資源を把握していくことを進めていくのがよいのではないか。

また、データ更新（修正）を効率的に行っていくことは北海道でも必要であり、できるだけ無駄のないよう進める必要がある。ただし、土地に係る情報の変更は、地籍調査が終了していない市町村もあることに留意する必要がある。フィンランド同様にハーバスタ情報に基づき、森林地図データの修正を行うと、所有権を大きく損なう修正となる可能性もある（道内の林地における地籍調査の実施割合は 48%）。

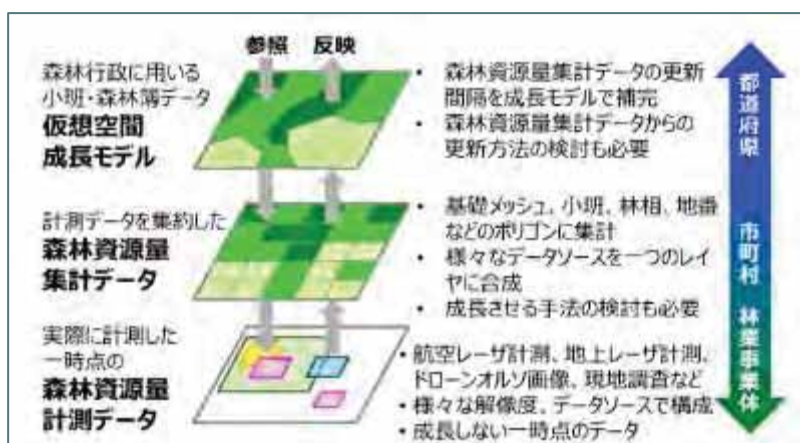


図 2-2-2 森林資源量情報の 3 相モデル（2022, 森林 GIS フォーラム 標準仕様分科会）

ii 精度(主に材積把握)

フィンランドでは、航空レーザ計測の密度は5ポイント/㎡で、システム情報の誤差が林分材積や平均直径±10%以内となっており、森林調査のコストは2021年時点で3.2ユーロ/ha(528円/ha)であった。また、単木材積については、精度上の問題で、現時点では活用していないとのことであった。

前述したが、森林調査簿の蓄積は、道が市町村・流域単位というマクロな観点で森林計画を策定するために把握している情報であり、個々の場所での森林蓄積とはある程度のばらつきの範囲内であることは織込済である。

このように使用目的・範囲・対象が異なるため、フィンランドのレーザ計測による資源情報と道の森林調査簿の精度を直接比較することはできない。

航空レーザ計測に関し、フィンランドで行われているレベルの計測は道内でも実施可能である。単木レベルでの管理が行われていないところも同じ水準と考えられる。

より正確な森林データを整備し、使用していくことは、資源を基にした産業である林業では必要なことであるが、森林は毎年成長して資源情報が変化することに留意して、フィンランドのように年数を定めて定期的な調査、データのアップデートの仕組みを検討していくことが必要である。

また、その際に、現時点では個々の会社がつノウハウをもとに算出しているLiDARデータから資源量を計算する方法や補正方法などを明らかにして標準化を図る(第三者が納得できる)仕組みも必要であろう。

全道、市町村、事業体レベルでは、それぞれどのような精度のデータが必要なのか、精度はどこまで高める必要があるのか、どうその精度を担保していくのかについて検討していく必要がある。

表 2-2-2 森林資源の精度(フィンランドと北海道の比較)

		フィンランド	北海道
材積管理の手法		メッシュ管理	市町村・林小班別(地位別) (道森林調査簿の場合)
管理している材積		メッシュ内(単木ではない)	小班管理(単木ではない)
利用 データ 計測 精度等	レーザ計測	4点/㎡→5点/㎡	4点/㎡程度推奨
	衛星画像 *()内は分解能		・LANDSAT8(30m) ・Sentinel-2(植生20m(データにより10~60mと異なる))
	森林調査簿		トドマツの場合、市町村別に7区分(地位指数12~24)

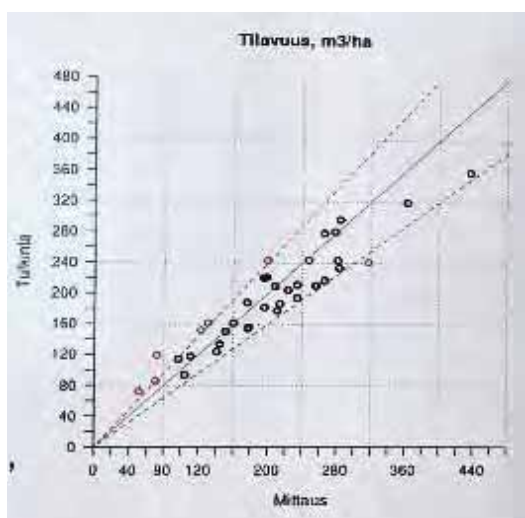


図 2-2-3 フィンランド森林調査会社の精度

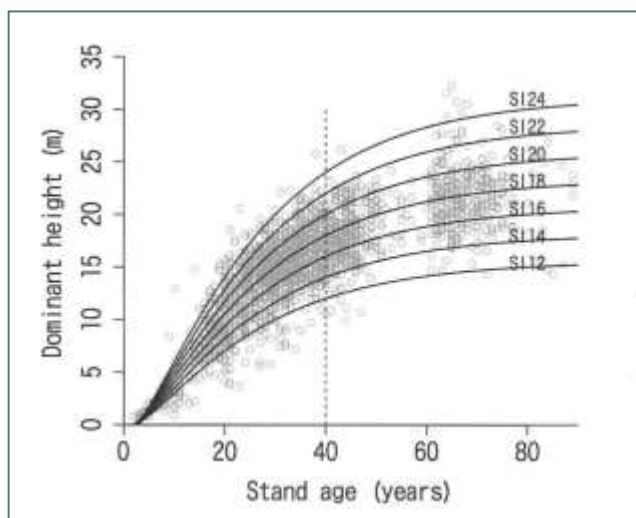


図 2-2-4 地位区分別材積(トドマツ)森林調査簿に使用

② 資源情報の共有

道内の民有林において、伐採届出などを受理・確認する機関は、市町村となっていることから、森林資源データ（地図データと台帳データ）は、森林クラウドにより市町村と共有され、GIS上で確認できる体制が構築されている。このほか、一般の事業者等に対しては、林小班を単位とした森林の種類や樹種、面積等の森林情報が所有者の個人データを除き、オープンデータとして公開されている。森林所有者情報については、国の「林地台帳制度」に基づき、市町村が整備した森林所有者の情報を同一都道府県内の森林経営計画の認定を受けたものに提供できることとなっている。

フィンランドと北海道では、材積や位置の精度に差はあるものの、最低限の森林情報、地図は揃っている。また、個人情報以外はオープンデータ化されている(表 2-2-3)。

このため、森林の施業を行う事業者は、所有者情報を含めて、資源情報を把握できる仕組みはあるが、フィンランドのように企業が直接、施業提案をできる、あるいは所有者が実施する企業を選べるような汎用性がある状況にはなっていない。

今後、民間の事業者が森林施業を進める上で、所有者情報と正確な資源情報を把握し、提案（営業）して行くことが重要であり、情報共有・提供のあり方については引き続き、検討を行っていく必要がある。

表 2-2-3 森林データ共有（フィンランドと北海道の比較）

		フィンランド	北海道
共有	森林データ	所有者+民間企業 企業は一定制約のもとで営業	・北海道がクラウドで 市町村と共有 ・オープンデータ化 (個人情報を除く)
	森林地図		
	所有者情報		・市町村、北海道
	所有者地図 (林地所有境界)		・所有者+施業集約を行うもの (林地台帳及び地図)

③ デジタルデータの活用

今後、データ活用に必要なのは、「蓄積」など森林データがそれぞれどのような意味を持っているのかを十分理解し、各データを有機的に結びつけ、森林地図データに森林情報を重ねて使用・分析することができる体制と思われる。フィンランドで活用されており、北海道で活用が不十分なのは、「地形」、「土壌水分量」、「林道」などと考えられ、各データの意味を理解し重ねて使う仕組み作りが必要である。

また、森林所有者が自分の森林の情報に容易にアクセスし、見たときに施業を委託することができる、見える化も必要である。

森林センターでは、森林情報の把握及びその情報提供サービスに加えて、森林所有者に対し、伐採時のコストと収入の見積もりや地域の木材購入者や伐採事業者の情報提供サービスまで行われていた。

広範囲なデータをまとめて計測することで計測コストは下がるものと思われるが、まずは、森林情報の精度などをしっかりと提示した上で、オープンデータ化している情報の活用を促進していくこと、次にそこでは足りない精度・情報について意見をもらい、行政を含め、誰がどのレベル（精度・更新頻度）の森林情報を取得し、提供していくべきか検討していくことが必要となる。



図 2-2-5 フィンランドのデータ重ね合わせ(例) アルボナウト社

以下、道内での資源把握等を進める上での課題・必要な対応について再度まとめる（表 2-2-4）

表 2-2-4 道内での森林資源把握等を進める上での課題・必要な対応（まとめ）

	フィンランド調査・道内の現状	課題・対応
資源把握	<ul style="list-style-type: none"> ・フィンランドでは、国が航空レーザ計測を定期的実施（6年に1度）。材積推定精度は、林分レベル（単木ではない、誤差は±10%以内） ・国（国交省・林野庁）は、全国で航空レーザ計測と航空写真による調査を実施…全道域をカバーし、定期的にフィンランド同様の精度（同一水準）で計測しているデータはない 	<p>（当面）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・①国が進めている航空レーザ計測による<u>基盤データ（DEM）整備を元に林分成長を予測した資源管理システムを構築</u>、②UAV等により<u>必要箇所の資源を必要な時期に把握</u> ・森林の成長に伴い資源情報は変化するため、行政（国・道や市町村）が<u>定期的に計測するコスト負担や管理主体の議論が必要</u>
情報共有	<ul style="list-style-type: none"> ・フィンランドでは国主体に情報公開・共有（事業者も一定数の情報にアクセス可能） ・道内の民有林について、最低限の森林・地図情報は揃い、個人情報以外はオープンデータ化。市町村と北海道はクラウドで個人情報も情報共有 	<ul style="list-style-type: none"> ・民間の事業者が森林施業を進めていく上で <ul style="list-style-type: none"> ①「<u>必要な所有者情報と正確な資源情報を把握し、所有者に提案するための情報共有・提供のあり方</u>」の検討 ②「<u>各データを有機的に結びつけ、森林地図データに森林情報を重ねて使用・分析することができる体制</u>」の検討が必要

(3) 植栽の機械化

(機械化が進まない原因)

今回の調査によると、フィンランドでは伐採後の更新は「植栽が主体」（8割）だが「人力が中心」で、機械での植栽は1～2%に留まっているとのことであり、その原因として次の点があげられていた。

- 1) 岩盤地帯が多く、植栽に機械が活用できない場所も多いという地理的要因があること、
- 2) 植栽作業には外国人労働者（エストニア人等）を充てていること、
- 3) 植生から植栽後の下刈り等の保育作業に多大な労力を要していないこと

また、植栽位置のデジタルデータでの把握や下刈りの機械化なども進んでおらず、現時点で植栽分野に関し機械化を加速しなければならない労働力上の課題があると認識されていなかった（表 2-3-1）。

これについては、下刈り作業の必要性がそれほど高くないため、日本のように植栽仕様に基づいて格子状に整然と植えるのではなく、植付作業者の判断や感覚によってややランダムに植栽される例が多いことが影響している可能性がある。その結果、苗木の植付け位置の重要性が相対的に低いと考えられる。一方、労働力については、ロシアの侵攻により、これまでエストニアと並んで多くの労働力を供給していたウクライナからの労働者が減少し、不足傾向が見られるとの指摘もある。

表 2-3-1 植栽分野の機械化等（フィンランドと北海道の比較）（表 1-6-1 から抜粋）

	フィンランド	北海道
更新方法（植栽・天然更新）	植栽 8割	植栽 9割
地拵え・伐根処理	・伐根の除去は行わない ・伐根高の切下げを行う場合有	・伐根をグラップル等で処理 （除去・除去しない場合有）
コンテナ苗の利用状況	9割以上	推進（2028:500万本目標）
植栽本数	1,400～2,000本/ha	1,500～2,200本/ha
植栽作業の機械化	1～2%	ほぼ皆無（一部地域で実証中）
植栽位置	掘削機による盛土部に植栽	苗間・列間幅を基に位置を指定
植栽位置把握	植栽時には未把握 （資源把握時に計測）	未把握
保育作業	簡易な下刈りを実施	3～5年は下刈りが必要
保育作業の機械化	手刈り程度	一部、下刈り機械を導入

(世界的な植栽機械化の潮流)

一方で林業機械展（Finn METKO）の会場においてベースマシンに装着する「植栽アタッチメント」や「コンテナ苗植栽器具」の展示も見られた。植栽アタッチメント機を出展していた Risutec 社（フィンランド）では、10t (0.45) クラスの油圧ショベルにも装着できる機種をスペインで販売しているとのことであった（写真 2-3-1）。

このように、世界的には再生林への要請が高まる中、労働力不足を解消する手法の1つとして植栽の機械化や使用機器の改良が検討されていることが分かった。



写真 2-3-1 コンテナ苗植栽器具と植栽アタッチメント in Finn METKO

(道内での導入に向けた動き、実証)

2024年9月に開催された「北海道森林・林業・環境機械展示実演会」(北海道林業機械化協会：主催)でも植栽機械が展示されており、今後、植栽の機械化に対する要望・期待が強くなるものと思われる。特に道内で導入が進む0.45クラスのベースマシンに装着可能な機械が道内でも販売されれば、汎用性があり、機械の初期費用や作業条件等によっては労働力不足解消のため導入が広がる可能性がある。

また、道内でも機械を活用した植栽の実証が行われている。2023年の実証ではBracke社の植栽機械が使用された。0.7クラスという大型のベースマシンに装着するタイプであり、「投入人工数を大幅削減できるものの、自動植栽機の植栽コストが人力植栽を上回る」という試験結果となった(使用した機械は、地拵え：クラッシャ [イタリア Seppi 社 MINI-BMS125]、植栽：自動植栽機 [Bracke 社 P12.a]、下刈り：乗用刈払機 [築水キャニコム社山もっとモット])。

(総合考察)

フィンランドと道内を比較すると、植栽率や機械化の状況は大きく変わらないが、コンテナ苗の利用状況やその後の保育作業が大きく異なっており、そのまま適用可能な部分は少ないものと思われる。

道内で植栽の機械化を加速化するためには、スウェーデンをはじめ、フィンランド以外の国で0.45クラスのベースマシンに装着できるアタッチメントを活用した植栽の実態調査を行い進める必要がある。

また、地拵えや下刈りについては地拵え時の伐根処理など、その後の下刈りなどでの機械利用を想定した取組を推進する必要がある。植栽では、高性能林業機械を活用して間伐や主伐を行うことを想定した植栽設計(列間の確保)をもとに、植栽面積を増やすためにも植栽時期が長く、取扱が容易なコンテナ苗の利用を促進した上で、地域に合う器具や林業機械を使って作業するなど、地拵えから伐採までトータルでの省力化・効率化を図ることが有効と思われる(表2-3-2)。

表2-3-2 道内において植栽分野での先進技術の活用や機械化を推進する上での検討事項

区分	作業	機器等導入の目的	使用機器、新技術	導入時の課題・留意点等
地拵え	伐根処理	植栽・下刈の円滑化(完全処理)	・マルチャーや専用機械★(トラクタ)による完全処理	・コスト(高価だが、稼働期間が短い)
		植栽・下刈の円滑化(機械走行可能処理)	・既存機械(フェラバンチャ一等)で伐根高切下げ	・機械走行に負担ない高さの検討、造材時のオペ
	伐根位置把握	走行回避(完全処理しない場合に有効)	・伐採前にUAVで樹頂点把握 ・伐根をUAV or 現地計測	風で根元とずれる可能性 根張りの確認
植栽	植栽設計	現場作業の軽減(トンボ立て等削減)	・植栽位置表示(スマホ等で動作可能なソフト開発)	・機械伐採可能な列間設定、傾斜と下刈列の関係
	位置誘導	労務環境の改善(暑さ、蜂・熊等)	[大型機械の場合] ・GNSS or WiFi=スターリンク等で位置を把握し、林業機械の搭乗モニターに表示された位置に機体・アームを移動	・作業性(位置誘導の正確性) ・操作性
			[プランティングチューブ] ・GNSS等で位置を把握し、手元の機器に表示された位置に移動	・機器の重さなど持ち運び時の利便性 ・野外で使用する耐久性
	植栽作業	労働力軽減	・プランティングチューブ★	・根鉢の大きさ、コンテナ活用
		(同上)	・植栽専用機械 or アタッチメント(0.45クラス)★	・価格(0.45クラス以上はオーバースペックか)
位置把握	その後の管理軽減	・ポイントデータ化(クラウド処理)	・位置の正確性担保	
下刈	位置把握(苗木等)	苗木の誤伐回避	・事前の苗木・伐根情報(ポイント)を基にルート選定	・位置の正確性担保
	機械化	作業の効率化 労働環境改善	・苗木(や伐根)位置情報を活用、回避して走行	・作業性(位置誘導の正確性)、下刈機械とアタッチメント使用の使い分け

*海外で活用されている技術を★で示す

以下、道内での造林分野での機械化等を進める上で必要な対応について再度まとめる（表 2-3-3）。

表 2-3-3 道内での造林分野での機械化等を進める上で必要な対応(まとめ)

		フィンランド調査・道内の現状	対応
地 拵 え	伐根位置 把握	・フィンランドでは、未把握 (下刈不要のため、必須ではない)	・伐採前の樹頂点や伐採後の根張りの UAV 確認など、植栽や下刈りの効率 化に向けた高精度な位置把握
	伐根処理	・フィンランドでは、未処理。機械展で 専用機械(トラクタ) 展示あり	・マルチャーや専用機械による完全処 理、既存機械での伐根高切下げ
植 栽	設計・ 位置誘導	・フィンランドでは、盛土部に植栽 (湿地が多く条件が異なる) ・道内では、苗間・列間を決めて作業	・GNSS 等で位置把握、手元の機器 (タブレットや機械搭乗モニタ)) に 表示された位置に移動 *協議会が表示用試作ソフト開発中
	機械化	・フィンランドでは、人力(コンテナ 苗)。 機械展で植栽専用機械展示あり	・機械 or プランティングチューブでの 効率化(コンテナ苗の推進とセット)
下 刈	機械化	・フィンランドでは、簡易な手刈り ・道内では人力主体、機械化を推進 (機械走行可能な処理が必要)	・苗木や伐根の位置情報を活用し、 苗木や障害物を回避して走行する仕組 み、機械導入による労務軽減

(4) 木材の利用拡大等

① 木材の利用拡大

フィンランドの木材生産の主体である3樹種は、道内で利用されている樹種とも似ていた。また、主要な生産品目も建築用の製材や合板と同様であった（建築材に使われる「ヨーロッパアカマツ」と「トウヒ」は道内の「カラマツ」や「トドマツ」、合板やパルプに使われる「シラカバ」は道内でも「シラカバ」、ミズナラなどの広葉樹が少ないのが大きな違い）。

樹木の成長速度、伐期の考え方（60年程度）などから、北海道と同様の利用径級の原木から建築材などとして生産し、国内での利用はもとより、海外にも輸出している（図2-4-1）。フィンランドの主な輸出先国は、中国、エジプト、日本などであり、今回、訪問した工場では、生産規模の拡大により、品質の安定した競争力のある製品の生産を進めていた。

森林資源を活用した産業を輸出産業の一角としているフィンランドと北海道に賦存する資源には大きな差はなく、海外でも売れる製品を作るためには、競争力を持った製品作りが必要となる。

そのためには、

- (1) ある程度規模を拡大して、生産コストを低減していくこと、
 - (2) 市場ニーズにあわせた、きめ細かな製品の生産・提供の仕組みを作っていくこと
- のいずれかが必要になると考えられる。

(1)には多額の設備投資が必要であり、実践できる企業は限られている、(2)を進める上では、需要者ニーズを事前に把握し、リアルタイムに提供できる仕組み作りが重要になる。

なお、今回の調査は「ICTを活用した木材の生産・流通の実態調査」を主としたものであったことから、建築関係者からの聞き取りなどは行わなかった。このため、建築物での木材利用を進めるに当たって、フィンランドと日本では構造計算の方法、耐火や防腐の制限など法令上の位置づけが異なる可能性があるため、一概に建築物での利用状況を比較することは出来ない。また、バイオマス利用に対する税制上の優遇措置が異なることも想定される。このため、こうした法体系や税制も考慮しつつ、森林内から産出される林産物をトータルで活用していく体制を構築していく必要がある。

② 産学官の製品開発体制

今回、訪問した北カレリア地域では、行政、研究機関、企業が一体となり、森林をベースとしたイノベーション（森林バイオエコノミー、バイオサーキュラーエコノミー）を推進することとしていた。スタートアップ企業が、森林内の材料を用いてリサイクル可能な断熱材など新たな製品の開発も始めており、地域で森林資源に目を向けていくこと、地域で産学官が連携して取り組みを進めることの重要性を改めて感じた。

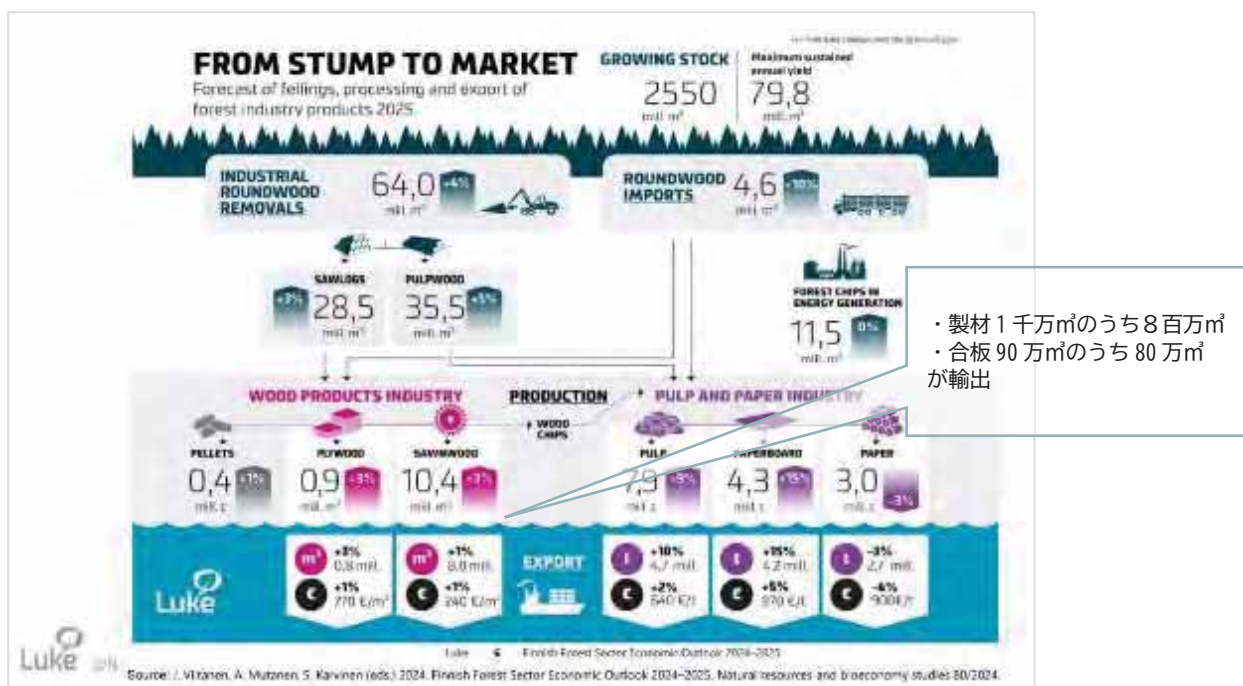


図 2-4-1 フィンランド林業セクターの経済見通し 2024 (LUKE)

③ デジタルを活用した社会変革へ。

これまでの調査によるとフィンランドは、人口は北海道とほぼ同じ（107%）約 557 万人であるが、森林面積が 2,280 万 ha と日本の約 0.9 倍、北海道の約 4.1 倍であり、その豊富な森林資源を活用した産業が展開されている。特にヨーロッパでも有数の林業会社である大手の 3 社（Stora Enso、UPM-Kymmene、Metsä Group）が業界をけん引し、森林産業はフィンランドの輸出の約 20%を占めている。

これまで福祉や子育て支援が充実し、人口減少が進んでいないとされていたが、近年、合計特殊出生率は 1.26 まで急激に下がっている。北海道の合計特殊出生率は 2010 年に 1.26 だったが、2023 年には 1.06 まで下がっており、人口減少時代のデジタルを活用した社会への移行はフィンランド以上に待たなしで進めるべき課題となろう。

フィンランドでは、「森林管理」、「計画」、「伐採」、「流通」のあらゆる分野で ICT の活用が進められているが、さらに、人口減少時代の ICT による持続的成長をめざし、森林をベースにした「循環経済（サーキュラーエコノミー）」を推進している。

北カレリア協議会のメンバーによると、フィンランドでは、森林バリューチェーンのデジタル化を見据えて取り組みを進めていくとのことである。そこにあげられているのは、AI やビッグデータ、IoT などに加え、ブロックチェーンやサイバーフィジカルシステムなども念頭に置かれている（図 2-4-2）。

ただし、現在フィンランドが進めている ICT ハーベスタを活用した流通などの調査や、ハーベスタの軌跡を用いた伐採範囲の特定などでも、北海道と全く精度が異なるということはなく、使えるデータは最大限使い、効率的に業務を行っていると感じた。

今回の調査を通じ、北海道においても、北欧でも導入されているような ICT 等の新たな技術を使える部分は積極的に活用していくこと、森林資源の把握から伐採、製品加工、流通までの情報をつなぐシステムを構築していくこと、そして ICT を活用できる人材の育成を進めることが重要だと改めて感じており、フィンランドなど最新の技術の進展にもアンテナを張りながら、今後も関係機関で協議しながら取組を進めていくことが必要であろう。



図 2-4-2 フィンランドのデジタル活用（LUKE）