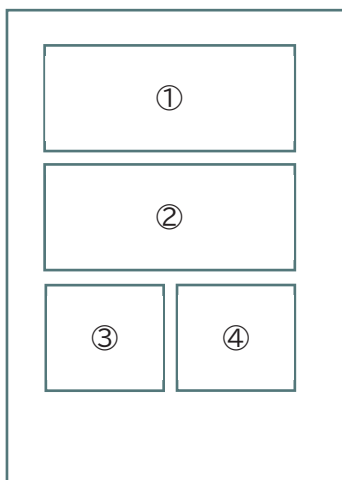


令和6年度フィンランド林業・木材産業調査報告書



スマート林業 EZ0 モデル構築協議会

【表紙写真等解説】



①林業機械展（FinnMETKO）での大型ハーベスタ（PONSSE 社）

②大規模な製材工場（KUHNO 社）

③フィンランドのサウナ付きコテージ（湖畔）

④湖のそよ風になびくフィンランドの国旗

（2024.9 フィンランド調査協力企業・団体一覧）

KESLA 社、PONSSE 社、John Deere 社、Kaivospuu 社、
北カレリア評議会、Arbonaut 社、森林センターヨエンスー支局、
Pohjantaimi 社、KUHNO 社、CrossLam 社、S. Kuittinen 社、
Motoajo 社、リベリア林業専門学校

*調査順（FinnMETKO 会場のみでの聞取企業は除く）

目次

I 概要	4
1 調査の趣旨	4
2 調査の期間	4
3 調査の企画・実施	4
4 行程	5
5 参加者	7
II 実施報告	8
1 フィンランドの森林・林業等	9
(1) 社会・経済(森林産業等)	9
(2) 気候、自然等	11
(3) 森林関連法令、森林所有者、林業	12
(4) 伐採(間伐・主伐)・運材	16
(5) 資源把握・所有者への施業提案	24
(6) 植栽・保育	26
(7) 木材製品生産・利用	28
2 北海道林業への適用の可能性(調査を踏まえた考察)	31
(1) 木材生産・流通へのデジタルデータ活用	31
(2) 森林資源のデジタルデータでの把握等	40
(3) 植栽の機械化	45
(4) 木材の利用拡大等	48
3 企業訪問等現地調査結果(個別)	50
(1) 8月30日(金)~31日(土) -①FinnMETKO-	50
(2) 9月1日(日) -②森林博物館-	55
(3) 9月2日(月) -③ケスラ・④カイヴォスプー・⑤北カレリア評議会-	56
(4) 9月3日(火) -⑥アルボナウト・⑦ジョンディア・⑧森林センター・⑨コリ国立公園-	62
(5) 9月4日(水) -⑩ポウヤンタイミ・⑪クフモ・⑫クロスラム・⑬S. クイッティネン-	70
(6) 9月5日(木) -⑭モトアヨ(伐採現場)・⑮リベリア林業専門学校-	80
(7) 9月6日(金) -⑯ヘルシンキ市街-	84
4 参加者のコメント	86
5 報告会の開催	90
6 フィンランド林業・木材産業調査報告書(概要版)	91
III 資料編	96
1 参考とした文献、HP等	96
(1) フィンランドの社会・経済等について	96
(2) フィンランドの林業について(国内文献)	96
(3) フィンランドの林業について(フィンランドの各機関など)	97
(4) 道内の取組(スマート林業に関する協議会の取組など)	97
2 準備等	98
(1) 企画・周知	98
(2) 通訳	98
(3) 飛行機の利用	98

I 概要

1 調査の趣旨

先進技術を活用した林業・木材産業が実践されているフィンランドにおいて、道内の産学官の林業関係者からなる「スマート林業 EZO モデル構築協議会」（以下、「協議会」という。）が行っている木材の生産・流通の実証等の取組を進めるための課題や方向性を検討し、北海道らしいスマート林業を全道に展開していくことを主な目的として、現地調査を行った。

具体的には、令和6年（2024年）8月から9月にかけて、道内の森林・林業関係者計19名が、フィンランドの素材生産事業者、製材工場、林業ソフトウェア会社、苗木生産事業者など9社、3団体の会社等に直接出向くほか、世界最大規模の林業機械展フィンメトコ（FinnMETKO）の会場を訪問し、企業の担当者等から現地の状況等について聞き取り等を行った。

2 調査の期間

令和6年（2024年）8月29日から9月7日（10日間）*移動日含む

3 調査の企画・実施

道内のカラマツ・トドマツなどの人工林の大半は利用期を迎えており、主伐や伐採後の植林を着実にを行い、資源を循環利用していくことが必要となる。一方で、人口減少が急速に進む中、素材生産から搬出、運材、加工工場まで各工程において労働力の確保が難しくなることも想定されており、高性能林業機械とICT等の最新技術を組み合わせたスマート林業の実現が重要である。

道内の一般民有林は、平均傾斜が約15度と比較的地形条件がよいことから、高性能林業機械を活用した作業が可能な箇所も多く、高性能林業機械の保有台数は1,020台（R4.3）と全国1位で、その約4割をハーベスタが占めている。

北欧では、ICT等の機能をもつハーベスタ（以下、「ICTハーベスタ」という。）を活用し、木材の生産状況をデジタル化し、データで管理することが一般的であり、各メーカーの販売するハーベスタにはICT機能が標準装備され、共通形式のデータが活用されている（「StanForD」という標準化されたデータ形式が活用）。道内のハーベスタには北欧メーカーのものも導入されており、ICTハーベスタも一定数が導入されていることが見込まれるが、各種機能を活用している事例は少ない状況である。

また、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り、こうした流通は、ICT林業で先行する北欧に似ていると考えられる。

協議会では、森林施業の効率化・省力化等を図ることを目的として、北海道林業の課題調査、各種実証等に取り組んできた。その1つが「ICTハーベスタデータの有効活用によるデジタル流通」である。

令和5年度から、国の「デジタル林業戦略拠点構築推進事業」を活用した実証を進める中で、「データのクラウド利用時の管理方法」、「ハーベスタ検知材の精度に対する信頼性向上」などの解決すべき課題が見えてきたところであり、先進技術を活用した林業・木材産業が実践されているフィンランドにおいて、各種機能・技術の実装に向けた調査を行うこととした。

4 行程

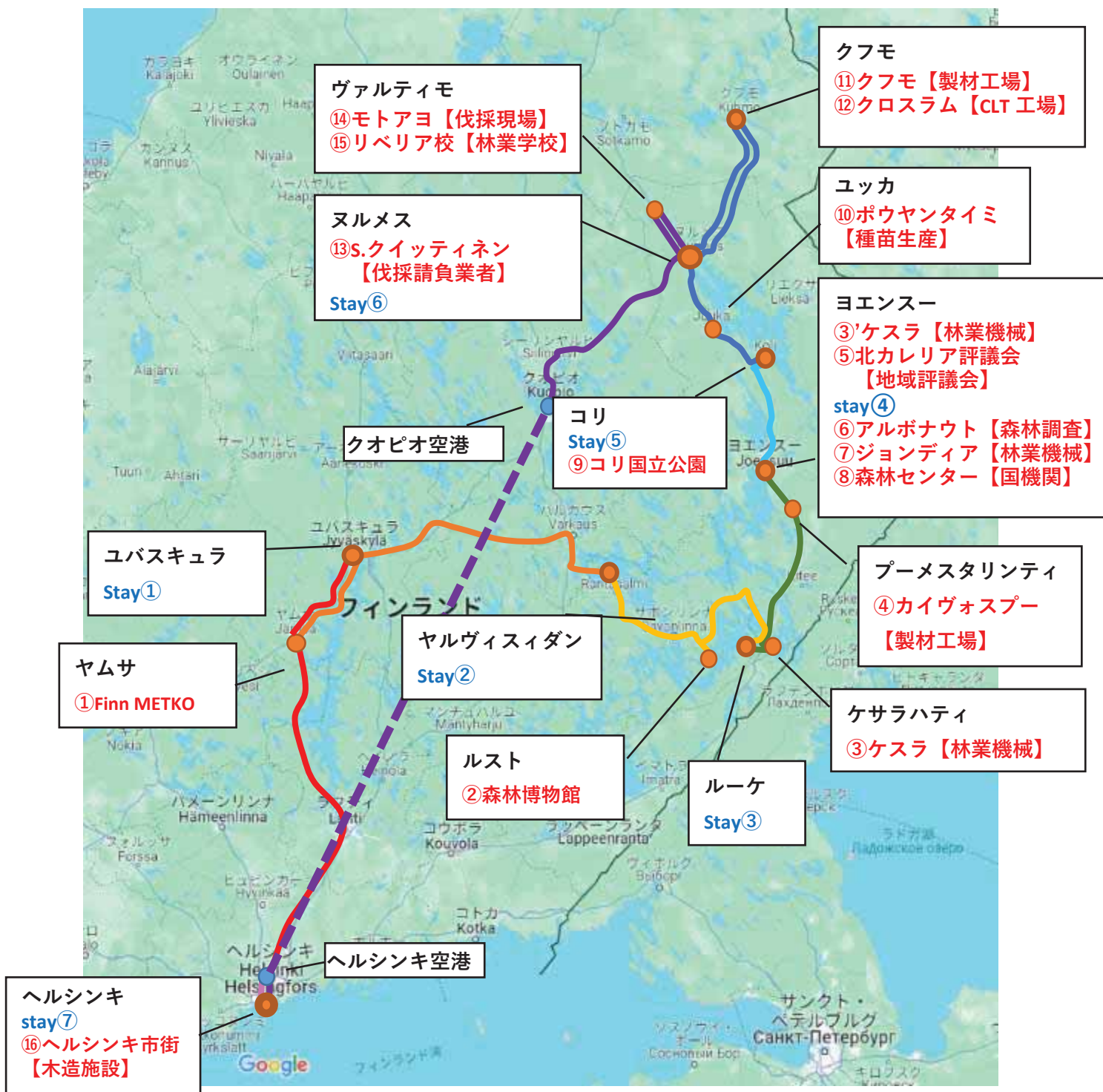
令和6年(2024年)8月30日から9月6日にかけてフィンランド東南部の林業が盛んな地域において(北カレリア県など)調査を実施した

<行程表>

月日	都市名	時間	行 程	備考(宿泊地)
8/29 (木)	羽田	18:50 21:50	(移動日) 集合 出国手続後、ヘルシンキへ(所要時間: 12h)	機内
8/30 (金)	ヘルシンキ ヤムサ ユバスキュラ	4:40 11:20 18:00	ヘルシンキ・ヴァンター国際空港到着、入国手続 ① 林業機械展"FinMETKO"視察(4.5h) ホテル着	(ユバスキュラ)
8/31 (土)	ユバスキュラ ヤムサ ヤルヴィスイダン	8:00 9:00 17:30	(移動: バス) ①' 機械展(2日目)or 11' ストックホルム木造建築視察(3.5h) ホテル着	(ヤルヴィスイダン)
9/1 (日)	ヤルヴィスイダン ルスト ルーケ	11:15 14:00 18:00	(移動: バス) ② 森林博物館(2h) ホテル着	(ルーケ)
9/2 (月)	ルーケ ケサラハティ ブーヌ列ンティ ヨエンスー	8:45 9:00 11:45 14:30 17:00 17:30	(移動: バス) ③ 林業機械メーカー: ケスラ社従来工場(1.75h) ④ 製材工場: カイヴォスプー社工場(1.5h) ③' 林業機械メーカー: ケスラ社新工場(1.25h) ⑤ 北カレリア評議会(0.5h) ホテル着	(ヨエンスー)
9/3 (火)	ヨエンスー コリ	8:20 9:00 11:00 13:30 16:00 18:00	(移動: バス) ⑥ 林業ソフトウェア会社: アルボナウト社(1.5h) ⑦ 林業機械メーカー: ジョンディア社工場(1.5h) ⑧ 森林管理機関(国): 森林センター(1h) ⑨ コリ国立公園 ホテル着	(コリ)
9/4 (水)	コリ ユッカ クフモ ヌルメス	7:50 8:30 12:30 14:00 16:30 19:00	(移動: バス) ⑩ 苗木会社: ポウヤンタイム社(1.5h) ⑪ 製材工場: クフモ社(1.5h) ⑫ CLT工場: クロスラム社(1.5h) ⑬ 伐採事業者: S.クイッティネン社(2h) ホテル着	(ヌルメス)
9/5 (木)	ヌルメス ヴァルティモ クオピオ ヘルシンキ	7:00 7:30 9:10 14:00 15:30 17:30	(移動: バス) ⑭ 伐採事業者: モトアヨ社 伐採現場(1h) ⑮ 林業専門学校: リベリア校(1.5h) (移動: 飛行機) (移動: 地下鉄) ホテル着	(ヘルシンキ)
9/6 (金)	ヘルシンキ	~15:00 18:30	⑯ 木造施設: ヘルシンキ市街(5h) (移動: 地下鉄) ヴァンター国際空港 出国手続後、羽田へ(所要時間: 12.5h)	機内
9/7 (土)	羽田	13:50	入国手続後、解散	

*バス移動中、林業に精通した通訳や林業専門学校の講師と、フィンランド社会や林業関連の質疑応答を実施

<移動経路図>



8/30 (金)	———
8/31 (土)	———
9/1 (日)	———
9/2 (月)	———
9/3 (火)	———
9/4 (水)	———
9/5 (木)	———
9/6 (金)	———

5 参加者

次表のとおり、森林・林業関係者の合計 14 団体・19 名が参加した。

参加者一覧

所 属	職 名	氏 名	備考
株式会社 ハルキ	取締役 企画・開発部部长	鈴木 正樹	
一般社団法人 北海道森林整備公社	北見出張所 所長	笠倉 信暁	
物林株式会社	一般社員	小島 沙弥香	
//	一般社員	西辻 栄里花	
北海道森林組合連合会	営業部長	清水 秀俊	
北海道大学 農学研究院 基盤研究部門 森林科学分野	助教	尾分 達也	
下川町 産業振興課	森林づくり専門員	伊東 拓馬	
枝幸町 農林課	課長	高瀬 孝弘	
南宗谷森林組合	業務課長	西澤 真也	
株式会社 きょうもく	代表取締役	森谷 浩久	
熱海産業株式会社	代表取締役	熱海 亘	
井上産業株式会社	現場代理人	浜崎 淳	
丸玉木材株式会社	代表取締役社長	大越 敏弘	
//	監査役	大越 ひとみ	
KITARIN ラボ	代表	佐々木 尚三	
北海道 水産林務部 林務局	森林計画担当局長	立原 泰直	
北海道 水産林務部 森林海洋環境局 成長産業課	主査	田中 君祐	
//	主任	竹内 喜莉子	
北海道 根室振興局 森林室	主査	鈴木 信明	

II 実施報告

1 フィンランドの森林・林業等

*事前の文献調査、現地での聞き取り(2024.9)等について、次のとおりとりまとめた。
(現地聞き取りは“○”、HP・文献によるものは“◇”、道の過去調査によるものは“△”とした)

なお、ユーロを独自で円に換算する場合、1ユーロ=165円として換算した。

(1) 社会・経済(森林産業等)

① <社会・経済全般>

~少ない人口の中で脱炭素化を推進、国民の幸福度が高い~

- ◇ フィンランドはヨーロッパ北部に位置し、国土面積は33.8万km²、うち2,280万haが森林である(日本の森林面積2,502万haの約0.9倍、北海道の森林面積554万haの約4.1倍)。
- ◇ 人口は約557万人で日本(1億2493万人)の約4%、北海道(522万人)の約107%。
- ◇ 豊富な森林資源を活かした製紙・パルプ・木材産業を伝統的基幹産業とし、金属・機械産業がこれに加わり、近年は情報通信産業が主要産業の一角を成している。対日輸出は木材及び非金属(コバルト、ニッケル)の原材料系が多く、対日輸出額は2,902億円に上る(2022)。
- 税金は高い(現地調査中も消費税率が変更され、25.5%となった<2024年9月1日から変更>)。
- ◇ 生活、福祉、子育て支援が充実している(高福祉・高負担)といわれているが、人口減少・高齢化が進んでいる。合計特殊出生率は1.26(2023速報)まで急激に下がっている。
- ◇ 全ての人々が社会保障及び社会福祉・保健サービスへの共通かつ平等の権利を持つという普遍主義の原理に基づき設計されている。それを支えるため、GDPに対して社会保障費が31.2%を占める(2021年)など国民の負担は大きくなっている。
- ◇ 世界幸福度ランキングは1位(2023年,6年連続)である。「一人当たりGDP」と「健康寿命」といった定量的指標より「社会的支援」や「人生の選択の自由度」など国民アンケートによる主観的指標が高い結果となっている(次頁、表1-1-1)。一方で気候等に起因するうつ病による自殺も少なくない。
- 日照時間が夏と冬で大きく異なる。7月頃(午後10時頃まで明るい)長期休暇を取ることが一般的。休暇中はコテージ(サマーハウス)で過ごすことが多く、所有率も高い。コテージでは敢えて不便な生活を行い、サウナが併設されていることも多い。サウナは夏冬に関わらず、利用されることが多い。
- 国内に100万haをカバーする41の国立公園がある。一般公開されている自然保護区ではガイドンストとハイキング施設があり、国立公園内でもテントを用いた滞在やカヌー利用などが可能。一般に公開していない自然保護区に立ち入るには書面による許可が必要だが、科学的な目的でのみ付与されている。
- △ 自然享受権が認められている。享受権には、通行権(徒歩、スキー、自転車によって通行する権利)、滞在権(テントなどを用いて短期滞在する権利)、果樹採取権(野生のベリー、キノコ、花を採取できる権利)、自然環境利用権(カヌー、ボート等の水面使用、魚釣りなどする権利)がある。森林内の立ち入り・キノコやベリー類など林産物の採取が可能。他人の敷地でも森林内の林産物採取ができるが、「若い人は森林に行く頻度自体は下がっている(9割方が未活用)」と現地で話す方もいた。



写真 1-1-1「フィンランドの風景」



写真 1-1-2「湖の横にあるサウナ付きコテージ」

② <森林産業等>

～豊富な森林資源を活用した森林産業が発達～

- ◇ 森林産業は豊富な森林資源を活用し、現在でもフィンランドの輸出の約 20%を占める主要な産業の一つであり、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。また、ICT を活用した林業機械も発達。
- ◇ フィンランド森林産業連盟 (Finnish Forest Industries) は 2010 年に森林クラスター研究戦略を策定。持続可能なバイオ経済へ研究等を推進。今後、紙の需要の減少が見込まれることから、バイオ産業や石油代替用製品等に移行しつつある状況。
- ◇ 大手林業会社により、木造高層建築に不可欠な木質系材料である CLT や LVL の研究・生産が行われるとともに、政府は Wood Building Program を定め、木造建築を推進。
- ◇ フィンランドの消費総エネルギー(2022)は日本の約 7%で、日本より一人あたりのエネルギーを多く使用しており、再生可能エネルギー及び原子力発電によるエネルギー割合が約 6 割と高く、脱炭素化が進んでいる。2035 年までにカーボンニュートラル、2030 年代末までに発電・発熱において化石燃料を使用しない世界で初めての社会を実現することを目標としている。
- ◇ 政府は、化石燃料からの脱却、エネルギー利用の効率化、循環経済 (サーキュラーエコノミー) の推進を重点的に実施。関係省庁、研究機関、企業等の取組内容等を示した「サーキュラーエコノミー推進のための戦略プログラム」を 2021 年 4 月に策定。フィンランドでは特に「食」、「森林」、「循環を可能にさせる技術」、「運輸」といった分野に注力 (図 1-1-1)。

豊富な森林資源等を活用することで資源の自給率を高め、経済成長を後押しし、カーボンニュートラルな社会の実現を目指すため、経済・雇用省が中心となりバイオエコノミー戦略を策定。同戦略においてバイオエコノミーの生産高を 2025 年までに 1,000 億ユーロに引き上げ、10 万人の新規雇用を創出することを目標 (スタートアップにおいても注目を集めている分野の一つ)。

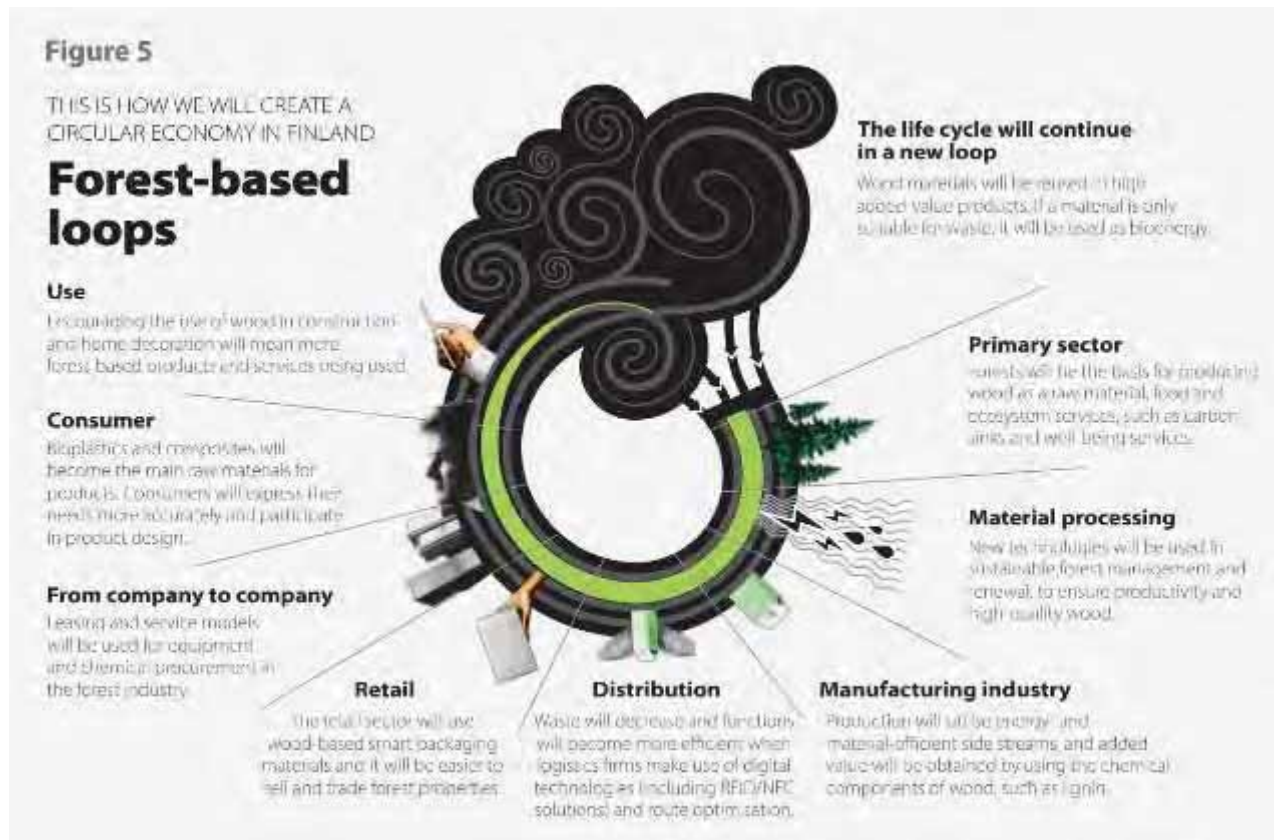


図 1-1-1 森林をベースとしたサーキュラーエコノミー(フィンランド・イノベーション基金)

表 1-1-1 フィンランドと日本・北海道の比較(面積・経済等)

	フィンランド	日本	北海道	備考
土地面積	33.8 万 k m ²	37.80 万 k m ²	8.3 万 k m ²	
森林面積	2,280 万 ha	2,502 万 ha	554 万 ha	
人口	557 万人(2022)	1 億 2493 万人 (2022)	522 万人 (2020)	
合計特殊出生率	1.87(2010)→1.26(2023)	1.39(2010)→1.20(2023)	1.26(2010)→1.06(2023)	
税金(消費税)	25.5%(品目で軽減有)	10%	同左	
主産業	紙・パルプ等、金属、機械、電気・電子機器、情報通信	自動車、電子機器、製造、化学・素材、観光、農林水産	農畜水林、観光、食品加工	
GDP(名目)	3,005 億ドル (IMF2023 年)	596 兆 4588 億円 (2023 年度)	20 兆 5,409 億円 (2021 年度)	
総輸出額	763 億ユーロ (fin 税関 2023)	100 兆 8,866 億円 (2023)	3,557 億円 (2023)	
失業率	7.2% (2023 統計局)	2.6% (2023 統計局)	3.2% (2023 北海道 HP)	
一人当たり GDP(実質)	54,008 ドル (外務省 2023)	4,417 千円 (2023 内閣府)	-	
世界幸福度報告 総合順位	1 位 (/137 か国)	47 位	—	世界幸福度報告におけるランキング
一人当たり GDP(実質)	18 位	29 位	—	
健康寿命	23 位	2 位	—	
人生の選択の自由度	1 位	71 位	—	

(2) 気候、自然等

① <気候・動植物等>

～岩盤の多い土壌、道内と似通った気候～

- ◇ 年平均気温はヘルシンキで 6.5℃、年平均降水量 653mm であり、冷涼・少雨。冬期には、平年 12 月～3 月に日平均気温が 0℃以上になるところはない。北部ソダンキュラでは年平均気温が 0.3℃と低い。
*道内は年平均気温 5～10℃、年平均降水量 600～1,600mm、本州以南に比べて冷涼・少雨。特に冬期には、平年 1～2 月に日平均気温が 0℃以上になるところはほとんどない(気候が近似)。
- ユーラシアヒグマと呼ばれるヒグマが生息しヨーロッパで最も大きな捕食者。このクマを森の王として神聖視する文化があり、その背景にはアイヌ文化と共通する自然への畏敬の念が見られる。オオカミは主に東部や北部の森林に分布するが、フィンランド全体では数が限られており、絶滅を防ぐための保護活動が行われている。このほかに、ハラジカ、アカシカ、トナカイなどのシカ、キツネやリスなどが生息している。
- ◇ 南東部では湖が多く、特に「サイマー湖」はフィンランド最大の湖で、世界で非常に珍しい淡水性のサイマワモンアザラシが生息しており、特に自然保護活動が盛んな地域となっている。
- 地形はなだらかで、標高 200m 以上の山が無く、川も少ないため、岩が浸食されず岩盤の状態のまま残っていることが多い。直下に岩盤があるため、表土は薄く、土壌は貧栄養状態となることが多い。



写真 1-2-1 森と湖(コリ国立公園)



写真 1-2-2 岩盤の多い(土壌の薄い)森林の様子

② <森林資源>

～単純な植生と樹種構成～

- ◇ 森林面積は 2,280 万 ha で国土の 7 割が森林である（日本の森林率は 66%、北海道は 71%）。
*北海道の森林率は北方領土を除く
- ◇ 森林蓄積は 25 億 2,880 万 m³(111 m³/ha)。年間成長量は 1 億 320 万 m³(4.5 m³/ha)、年間伐採量は 9,160 万 m³(3.6%)と、成長量に対する伐採量は 89%であり、北海道の 42%の約 2 倍となっている。
- 森林の樹種構成は、ヨーロッパアカマツ、トウヒ、シラカバ(カンバ)の 3 種が主体。ヨーロッパアカマツにとって土壌の貧栄養は生育上メリットがある（風雪が少ないためか日本のアカマツより通直）。シラカバには 2 種類ある（欧州シラカバ、ヨーロッパダケカバ）。
- 植生は単純で、下層には笹類や高茎草本がなく、ツツジ類などの低木が主体である。ベリー類も自生。
- ポルチーニやアンズダケなど沢山の食用キノコが採れ、キノコ狩りは人気のレジャー活動である。ブルーベリーやリンゴベリーといった野生のベリーも豊富で、これらの採取も広く楽しまれている。キノコやベリーの収穫は自然享受権に基づき自由に行えるため、多くの人々が季節ごとに森林を訪れる。



写真 1-2-3 アカマツ林の様子



写真 1-2-4 シラカバ林の様子



写真 1-2-5 林内のベリー(至る所で生育)



写真 1-2-6 林内のキノコ(多様な種が生育)

(3) 森林関連法令、森林所有者、林業

① <森林関連の法律、制度>

～「森林法」・「自然保護法」による森林管理、「森林管理組合法」改正による森林組合加入義務撤廃～

- ◇ 森林資源管理のための主要法令は「森林法」と「自然保護法」であり、「森林法」は商業林の利用を、「自然保護法」は保護林の使用及び管理を定めている。森林管理の実務は、森林法により管理する森林は「森林センター（Finnish Forest Center）」が、自然保護法により管理する森林は「フィンランド天然資源研究所（Natural Resources Institute Finland : LUKE）」が行っている。
- ◇ 生産林と非生産林の区分がされ、地形が平坦であるため、希少な生息地など環境保全が必要な森林を保護林としている。
- ◇ 2015 年の「森林管理組合法」改正で、森林所有者の森林管理組合（MHY）への加入義務が撤廃された。森林管理組合は、日本の単組に当たる地域組織で、個別の森林所有者に直接関与する。森林管理の地域レベルの実施主体は主に森林管理組合であり、森林施業の 80%、木材販売計画の 70%、木材販売請負の 40%を担っている（2018 年時点）。

② <森林所有者、共同組織>

～個人所有の多い所有形態、高い認証林率～

- ◇ 森林面積を所有区分別で見ると、個人 52%、会社有林 7%、国 35%と個人所有が多くなっており、森林所有者は約 62 万人以上 (図 1-3-1)
- ◇ フィンランドには2系統の森林所有者共同組織が存在する。
 - (1) 森林管理組合 (MHY) は、政府の影響を受けつつ、多数の小規模森林所有者の森林管理や木材取引をサポートするなど、日本の森林組合と類似した機能を持ち、森林所有者の約8割が組合員
 - (2) Metsä group は、森林所有者協同組合メツツァ・フォレストを核に、紙・パルプ、製材といった多国籍の林産部門を持つ、世界的な大規模林産企業体。10 万人以上の森林所有者が組合員 (個人有林面積の約半分を占める)。
 2系統の共同組織の組合員は重複しており、Metsä group の組合員は概して MHY の組合員でもある。(図 1-3-2)
- 森林所有者の情報 (境界などの土地情報と紐付いた森林所有者情報と、森林資源情報) を国が把握・管理しており、届出された情報は各機関に共有される。
- ◇ フィンランドの森林認証林の面積は、1,812 万 ha(2018, FSC 及び PEFC 分。重複考慮)、認証林の比率は83%と高い。
- ◇ 認証林の効率的な管理体制が指向されており、個別認証は林産企業の UPM キュンメネ社有林 (51.2 万 ha) と国有林を管理する国営企業の Metsähallitus Metsätalous Oy (431.3 万 ha) のみで、その他の FM 認証は 3 地域区分によるグループ認証 (北部 513.2 万 ha、東部 353.9 万 ha、西部 477.4 万 ha) に統合されている。
- ◇ 認証林で施業を行う林業事業体は、PEFC フィンランドへの登録が必要。登録方法は、①林業事業体協会 (METO Yrittäjät ry) の会員資格を通じての登録 (Koneyrittäjätry など含む)、②持続的森林管理協会 (KMY, 英名 Sustainable Forest Management Association) を通じての登録などがある。林業事業体の施業は、林業事業体協会や機械事業体協会がその管理基準レベルについての責任を持つ。林業機械事業体の約 80%は、機械事業体協会の協会員である。

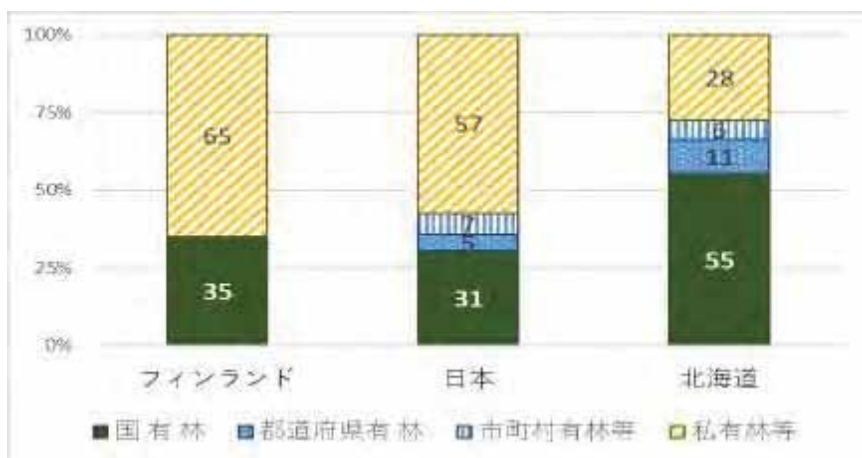


図 1-3-1 森林面積の所有区分別割合(フィンランド、日本、北海道)

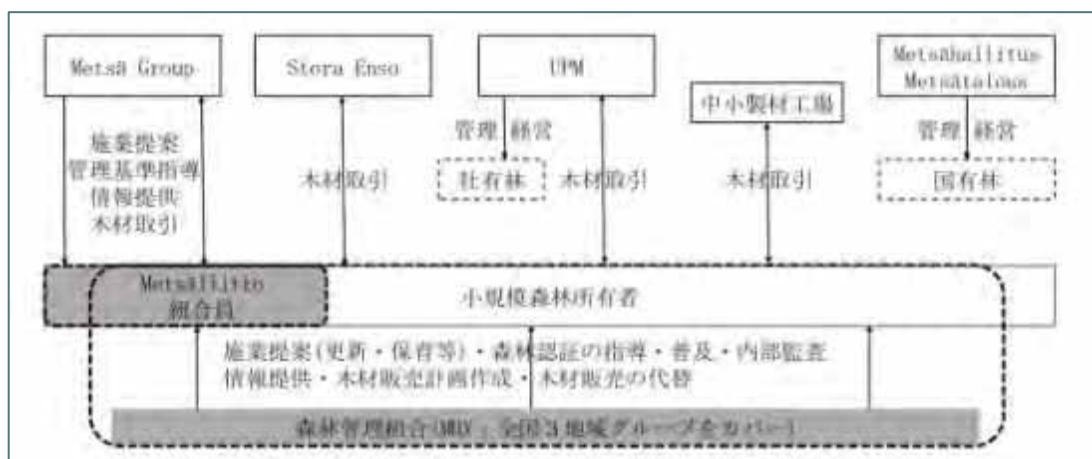


図 1-3-2 フィンランドの地域グループ認証のまとめ(2021)(一社 緑の循環認証会議)

③ <林業労働者>

～労働者の減少、外国人の活用～

△ 1900年初期には輸出の9割が木材で、馬や橇（そり）を使い、木材を凍った湖の上に運搬し、河川に沿って製材工場やパルプ工場に運んでいた（10万人以上が林業に従事、木こりは労働者の15%に及んだ）。

◇ 現在は、4万5千人が林業・木材産業に従事。年間収益は約119億ユーロ（林業27億ユーロ、木材製品産業92億ユーロ）。2021年、林業からの純資本所得の平均は、納税申告書を提出した一人当たり5,096ユーロ。私有林業2023の経営成績は、ヘクタールあたり174ユーロ（23億6,600万ユーロ）。

◇ 林業労働者の給与の中央値は月額2,312ユーロ（約38.1万円）

○ 小型の集材機や伐採機械も多く、農家や退職後の森林所有者は自伐で森林管理を行うこともある。

○ 作業員は海外（ウクライナやエストニア）からの出稼ぎが多かったが、近年はロシアのウクライナ侵攻関係等で不足気味。

表 1-3-1 フィンランドと日本・北海道の比較(森林・林業関係等)

	フィンランド	日本	北海道	備考
森林面積	2,280万 ha (立木地)	2,502万 ha	554万 ha	A
森林率	86% (2022)	66%	71%	*無立木地含む
森林蓄積	25億2,880万m ³	55億6,000万m ³	8億6,300万m ³	
年間成長量	1億320万m ³ (4.5 m ³ /ha)	7,000万m ³ (2.8 m ³ /ha)	1,288万m ³ (2.3 m ³ /ha)	B (B/A)
年間伐採量	9,160万m ³ (2021)	5,136万m ³ (2022)	542万m ³ (2022)	
所有者の区割合	国有林：35% 私有林：52% 会社有林：7% その他：6% (2021)	国有林：31% 公有林：12% 私有林：57% (2022)	国有林：55% 道有林：11% 市町村有林：6% 私有林等：26% (2022)	
所有者数 (個人)	約632,000人 (2016)	690,047戸 (2020 農林業センサス)	136,184人 (2023 道調査)	
林業及び木材産業の労働者数	約45,000人 (2021:林業25,000人、 木材製品産業20,000人)	約136,000人 (2020:林業43,710人、 2022:木材工業92,450人)	約7,600人 (2021:林業4,208人、 2022:木材工業3,389人)	
人工林・天然林割合	人：33% 天*：67%	人：54% (1,009万 ha) 天：40% (1,355万 ha)	人：26% (147万 ha) 天：69% (381万 ha)	*無立木地等含む

④ <林業全般>

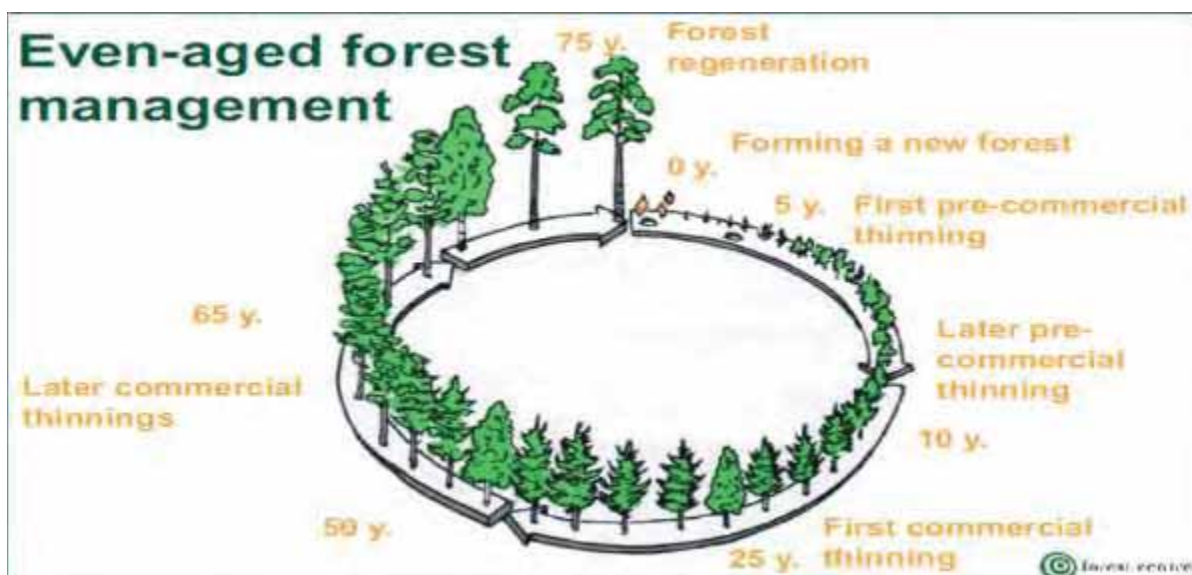
～機械化の進んだ施業体系、世界標準規格 StanForD に準拠したデータの取扱い～

- 植栽後、保育、収益間伐を行い、植栽後の施業は、搬出間伐を2度ほど行い、70～80年生で主伐されることが標準的で、75年生ぐらいに主伐するのが一般的な施業体系（表1-3-2、図1-3-3）。
- 林業の機械化が進み、伐採から工場までの一連の作業に必要な全ての情報がデジタル化され、工程は高度に自動化されている。
- フィンランドには、ポンセ、ジョンディア等の大企業やケスラ、プロシルバ、ログセット、ケトー、サンポなどの中堅林業機械メーカーがあり、それぞれの林業機械は、世界標準規格である StanForD に準拠したデータの取扱が可能となっている。
- △ StanForD(Standard for Forest machine Data and communication)とは、生産管理する者と現場の林業機械との間でやり取りする情報の記述形式を定めたデータ規格であり、CTL（短幹集材）システムを前提としたデータである。
- StanForD は林業機械のデファクトスタンダード（事実上の世界標準規格）とされ、Skogforsk（スウェーデン森林研究所）が中心となり検討が進められており、現在、ヨーロッパや北米など世界中で使用されている。最新の規格は StanForD2010 だが、今後も改正が予定されている。
- △ 森林所有者に対する補助金は、保育・路網整備で5千6百万ユーロ（総額）。
- 「収益性が低く、バイオマス原料となる箇所」の施業には、森林所有者に対する補助がある。先駆的な機械導入については、EUの補助対象となることがある（補助率は10～30%）。

表 1-3-2 フィンランド林業の施業体系(聞き取り)

林齢	5～6年生	10～15年生	20～30年生	50年生	70～80年生(*1)	
作業	除伐	初期（切捨）間伐	搬出間伐		皆伐 600本/haほど	*1 早ければ 60年生
作業方法	刈払機のような機械を使用（人力）		高性能林業機械		高性能林業機械	
出材量	—		50～100 m ³ /ha		200～500 m ³ /ha	
生産量 (1班当たり)	—		25,000 m ³ /年		80,000 m ³ /年	班が通年作業 実施の場合
伐採コスト			15～20 ユーロ/m ³ (約 2,500 円～3,300 円/m ³)		7～10 ユーロ/m ³ (約 1,200 円～1,700 円/m ³)	

図 1-3-3 フィンランドの施業体系



(4) 伐採（間伐・主伐）・運材

① <伐採（間伐・主伐）> ～機械を用いた伐採、主伐時の環境配慮～

- 主伐時に立枯木等を 20 本/ha 程度残す(環境配慮) (写真 1-4-1)。残存木の判断はオペレータが行う。
- ◇ 間伐と主伐の実施面積では、間伐が多い。間伐面積は増加傾向だが、主伐は横ばい(図 1-4-1)。
- 伐採は、ほぼ 100%機械を用いて実施。運材用フォワーダも豊富(写真 1-4-2)。
- 立木販売が多いが(80%程度)、大手森林所有者の山土場売りも一定程度ある(20%程度)。
- 伐採現場は基本的に製材工場からエリアの指定があり、製材所のニーズに合わせて、ある程度自由に現場を組み合わせる(素材生産事業者からの聞き取り)。



写真 1-4-1 主伐後の残存木



写真 1-4-2 林業専用のハーベスタ、フォワーダ

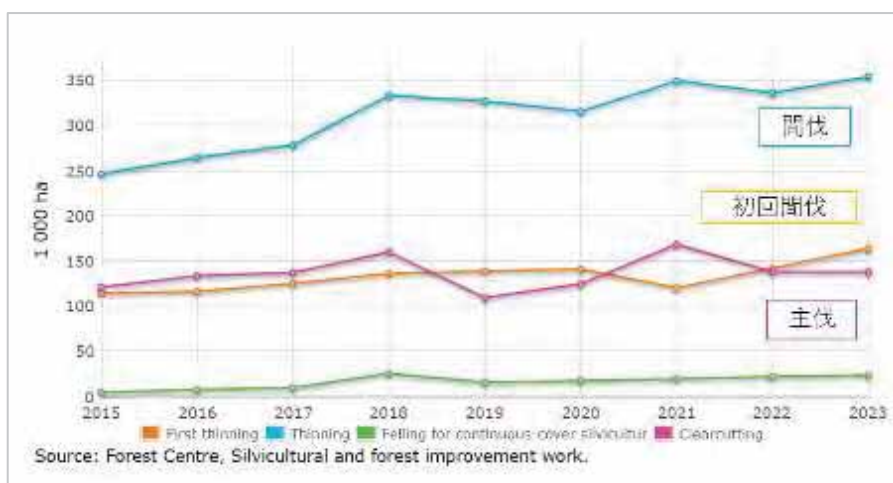


図 1-4-1 造林・改良面積等(森林センター資料)

② <運材>

～整備の進む路網、運材トラックの大型化～

- ◇ フィンランドの林道をすべて合わせるとヘルシンキの6倍の広さの土地。戦後、木材の輸送を容易にし、オフロード走行を最大1キロメートルに短縮するために林道建設が始まり、木材調達と森林管理の効率化に貢献した。路網の整備は1960年代に急増した(写真1-4-3)。
- ◇ フィンランドは16万kmの林道網が発達しているが、その大部分は30年～50年が経過し、維持・改修に予算が必要となっている。特に木材供給量と木材トラックの総重量が増加していることから、既存の路網では、対応できないこともある。
- 道路網が整備されており、道ばたに木材を置き、トラックが集材を行うスタイル。林業機械運搬用のトラックもある(写真1-4-4)。
- 運材トラックは積載量が64t、76tなどの運行も一般的である(写真1-4-5、表1-4-1)。
- ◇ 環境負荷を低減するため、大型車両いわゆるHCT(High Capacity Transport)導入が進められている。2019年以降、車両トラックの連結全長は34.5mまで認められることとなった(それまで25.25m)。
- 運材の発注者は、製材所や大手企業では仕入部門があり、この仕入マネージャーが手配している。
- 鉄道での大量輸送も行われている。パルプ材がメイン(写真1-4-6)。
- ◇ 今後の路網管理に向けて、空中からのレーザ計測データを活用した品質等の把握の研究がされている。



写真1-4-3 林内路網の変遷(北カレリア 1958-1984) (森林博物館資料)



写真1-4-4 林内路網(上段)、公道に集積された木材、林業機械を載せるトラック



写真 1-4-5 運材トラック

表 1-4-1 フィンランドの運材トラック(例)

	トラック種類 積載時の総重量(t) <長さ、幅、高さ(m)>	(参考)日本の林道設計車両 <車両の種類ごと)長さ、幅、高さ(m)>
区分	11軸 90t <30m、2.6m、4.5m>	1種:セミトレーラー <16.5m、2.5m、3.8m> *上限:36t、3軸は22t
	9軸 74t <24m、2.6m、4.5m>	2種:普通自動車 <12m、2.5m、3.8m>
	7軸 60t <24m、2.6m、4.5m>	*1級(幅員4m)及び2級(幅員3m)の場合



写真 1-4-6 鉄道輸送 (パルプ材)

③ <生産コスト>

～低い素材生産費、森林所有者への還元～

- 伐採コストは、間伐で 15～20 ユーロ/m³程度（約 2,500 円～3,300 円/m³）、主伐で 7～10 ユーロ/m³（約 1,200 円～1,700 円/m³）程度である。
- 2021 年の運材平均価格は、フォワーダ等の集積分も入った価格で 23.14 ユーロ/m³（約 3,800 円/m³）。運材だけであれば 12 ユーロ/m³程度（約 2,000 円/m³）。
- 林道協の山土場での木材価格 12 ユーロ/m³（約 2,000 円/m³）。
- 森林所有者の利益（還元額）は、一般材が 70～80 ユーロ/m³（約 11,500～13,000 円/m³）・パルプ材が 30 ユーロ/m³（約 5,000 円/m³）。北海道に比べて森林所有者の還元割合が高い(図 1-4-2)
- ◇ 素材生産費はこの 10 年間大きく変わっておらず、伐採費用も大きな低減はない(図 1-4-3)。
- 収益性が低い間伐遅れ林分などはバイオマス原料となることが多く、当該箇所には補助金がある。
- 仕分けの手間を省くため、パルプ材とバイオ原料とが混在している林分を、全てバイオ原料とする場合にも補助金がある。これは森林所有者（事業申請者）への補助金。



図 1-4-2 素材生産収支イメージ（フィンランドと北海道の比較）

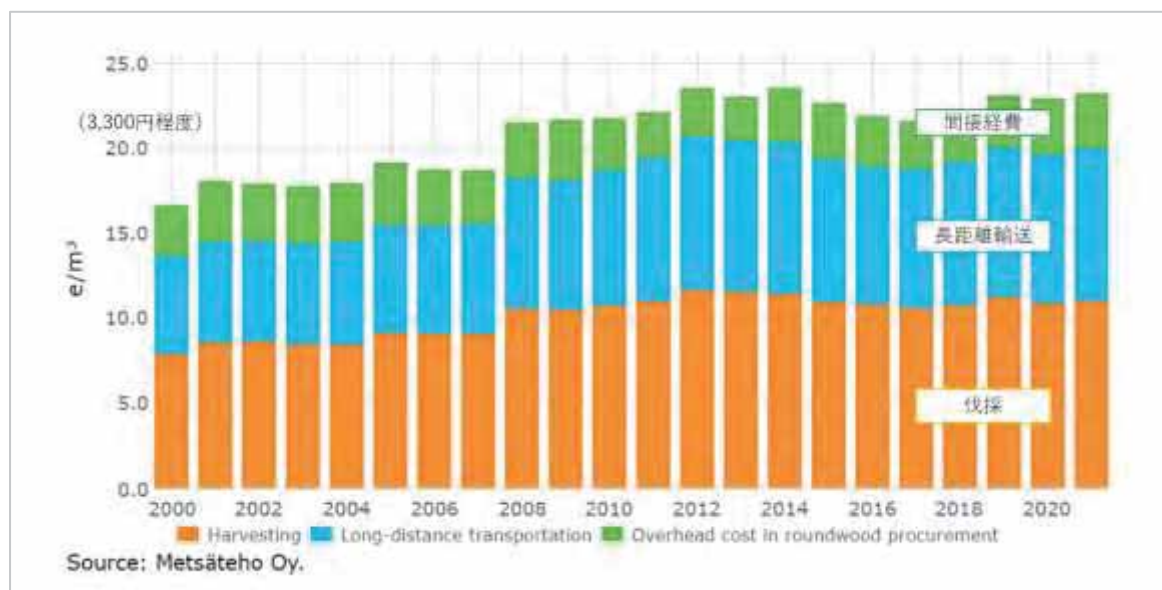


図 1-4-3 フィンランドでの伐採と輸送コストの年（2000-2021）推移（LUKE）

④ <機械作業システム (CTL システム)>

～ハーベスタ＝フォワーダによる CTL システム、生産と運材工程がそれぞれ独立した体制～

○ 伐採作業の班編制は、ハーベスタ1・フォワーダ1の2人体制×2シフトで合計4人体制。1シフトの場合もある。2シフトはオペレータの入れ替え制なので機械は同じ。

○ ハーベスタが伐倒・玉切りを行う際に樹種や採材長などで印をつけ（カラーマーキング）、フォワーダはマップを見ながらそれを目印に集材し、林道脇にはい積しておく。はい積みされた丸太の情報は、ソフトを活用し、運材事業者などと共有。

（ハーベスタ）

○ ハーベスタは、StanForD に準拠した ICT ハーベスタを使用することが主流。

○ EU ではハーベスタデータの計測誤差を2%以内に校正（キャリブレーション）することが求められている。フィンランドは一般材±1cm、パルプ材±5cmが許容範囲（誤差1～2%以内）。校正は、オペレータが実施することが一般的だが、買い手や第三者が実施することもある。

○ 2013年からインテリジェントブームコントロール（センサーがヘッドの位置を認識し、システムがブームの動きと伸びを自動的に調整）を導入しているメーカーもある

（フォワーダ）

○ 傾斜が緩い森林が多く、大型の機械が多いが、中型機で日本導入と同様の機種も使用されている模様。

○ フォワーダも StanForD に準拠した機械が使用されている。

○ 欧州では、運転時にも「環境に優しい」ことが求められている。各タイヤの回転速度を管理し、無駄な空回りを防止する機能も実装。

○ ほとんどのフォワーダは車輪型であり、林地に優しいとされているが、軟弱地では深いわだちが形成されている。近年の温暖化と相まって、土壌凍結の利用期間が短くなっていることもあり、一部ではクローラ型の利用も検討されるようになってきている。



写真1-4-7 ハーベスタ・フォワーダシステムの様子（左がフォワーダ、右にハーベスタ。独立作業）



写真1-4-8 フォワーダ（長いアームで、所々に集積した木材を積んでまわる）

⑤ <ICT等の機能を活用した素材生産・運材>

～リアルタイムのデータの共有、現地でのカラーマーキング機能活用の工夫～

≪機能① データ共有≫

- △ ICTハーベスタは造材作業時にヘッドから生産データを取得し、事務所へ送信することが可能である。
- ハーベスタが伐倒した木の位置や生産情報も把握して活用している（注：木の位置は現在のところハーベスタ本体に装着されている単独測位のGNSSで行われるため、十分な精度を有しているとは考えにくい）。
- 伐採事業者の多くはハーベスタの送信機能を活用して森林センターに伐採を報告。小班の一部を伐採・造林した場合、ハーベスタの軌跡やヘッドの位置で伐採範囲を把握し、確定（APIを介し更新・確定されるが、ハーベスタデータによる林分蓄積の更新は行わない。区域更新に活用）（次頁：写真1-4-9）。
*API：アプリやプログラム同士をWeb上で繋ぐもの
- 機械同士のやり取りやクラウド情報の活用が増えている。
- △ 施業実施時には、ハーベスタとフォワーダ、製材工場等が、伐採・造材・集材データをリアルタイムに共有。ハーベスタの測材精度は製材工場や第三者機関が確認（信頼性担保）。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（図1-4-4）。
- △ 現地や作業内容の確認を行う森林管理用ソフトとして「Wood Force」,「Log Force」(Trimble社),「Timber Matic Maps」,「Timber Manager」(John Deere社)等がある。地図上に機械の配置や土場の位置、林分情報が表示され、現場や事業所で確認可能。使用しているソフトは企業により異なる。
- 「Wood Force」,「Log Force」などのソフトは、発注者毎に何をを使うかが異なっており、素材生産事業者は、林業機械のデータを発注者にあわせてそれぞれのシステムを使い分けている。
- 伐採現場では、ハーベスタの測定データで山主への支払いを計算する。
- 買い手（製材所）から生産指示ファイル（APT形式：APTファイル）が素材生産事業体に送られてくる。ハーベスタに送信しファイルに基づく伐採を実施。APTファイルには必要な採材長の種類などの情報が入っており、これに基づき伐採を行う（大幅な変更はファイルが再送。小さな変更は電話で済みます）。
- 生産データの管理やオペレータの仕事量、休憩時間の把握を行うほか、オペレータ同士の比較や給料への反映も可能なソフトを活用。クラウド情報として活用。
- ◇ フィンランドの木材測定方法は、ハーベスタデータでの受け入れが多い。特に全体に占める量の多い立木販売では、ハーベスタデータによる受入が8割以上とメイン（国内伐採量の約8割をカバーしている林業会社の調査結果）。原木販売の場合は、林道脇での計測（人力検知）もあったが、その割合は減少し、より簡便な重量測定が増加している（次頁：図1-4-5）。




図 1-4-4 施業における一般的なデータ共有（ICT生産管理イメージ）

Metsäkeskus
Forest Centre

Continuous updating

- Updating cuttings and silvicultural treatments continuously and forest growth calculations in each year.
- Data sources: 1) forest use notification and funding application, 2) cutting and silvicultural operations from the companies, 3) information directly from forest owners.
- Also aerial photos and satellite images can be used to update clearcuttings.
- Latest and one excellent data source for updating is harvester data.



Harvester's GPS-points and logging area

伐採地における
ハーベスタ軌跡の
GPS 情報
(ハーベスタ本体に
装着されている
単独測位の GNSS で
記録)

写真 1-4-9 ハーベスタの軌跡データの活用

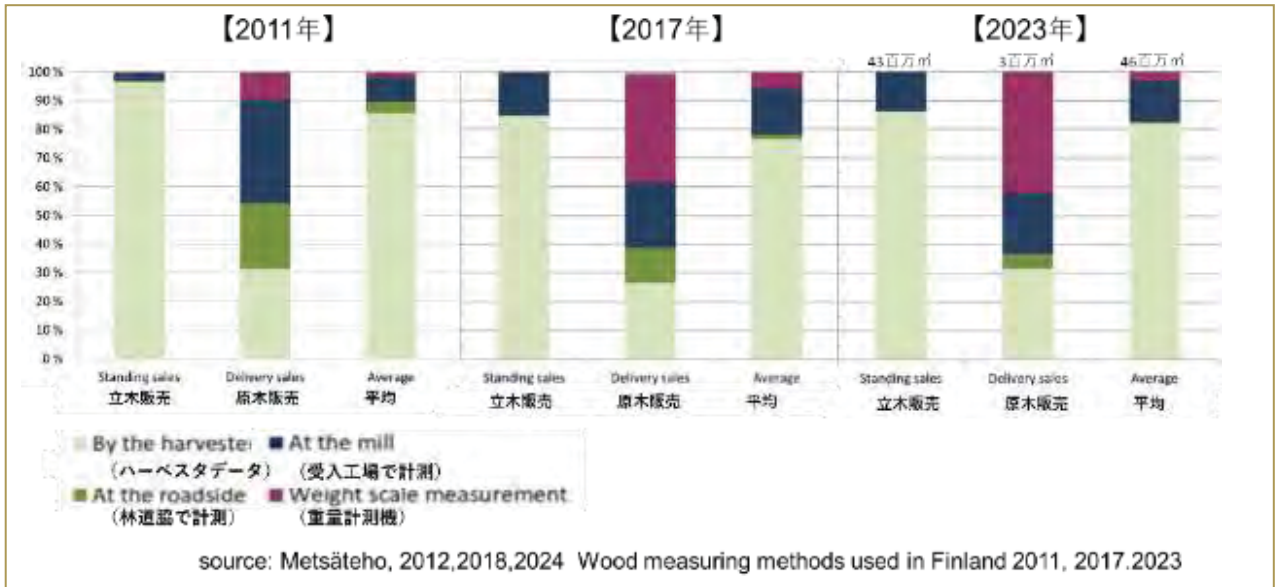


図 1-4-5 フィンランドの木材測定方法(立木販売、原木販売)

《機能② カラーマーキング》

△ ICT ハーベスタでは、指定された材長・径級に対し、伐採時に木口にスプレーで色づけすることが可能である(カラーマーキング機能：赤・青の2色、末口に色づけ可能。写真 1-4-10、1-4-11)。

○ 日本と同様の2色(赤・青)を活用。本機能はハーベスタとフォワーダの連携に活用し、林道沿いの山土場に納品先ごとに仕分ける時点まで使用。その後の運材での区分に使用していない(1色のみ積載などではない)。同じ樹種でも径級の違いがあるため、1現場10種類の木材の種類を扱うこともある。

○ マーキング塗料は標準的に生分解性塗料が使われるため、日本での長期間の保持には注意が必要。



写真 1-4-10 材のカラーマーキング(山土場)



写真 1-4-11 材のカラーマーキング(工場)

《機能③ バリュースタッキング》

△ ICT ハーベスタでは、1本の丸太の価格が高くなるよう、細り予測に基づく採材提案をすることが可能である（バリュースタッキング機能：図1-4-6）。

○ 採材は APT ファイルを活用して詳細指示があり、バリュースタッキング機能も結果的に活用されている。

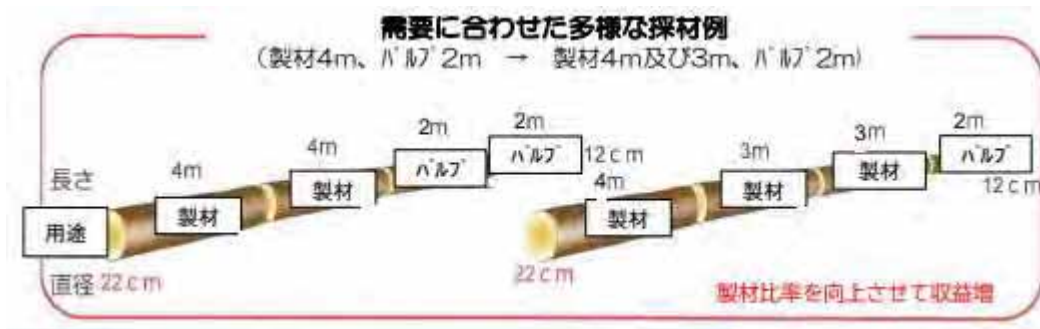


図1-4-6 バリュースタッキング機能(イメージ)

《機能④ リミテーション》

△ ICT ハーベスタでは、価格や需要に応じながら、指定した特定の材長・径級を必要数量（需要情報）を超えて生産しない「生産制限」をすることができる（リミテーション機能）。

○ リミテーション機能は、バイヤーや製材工場のオーダーに合わせて、APT ファイルを作成し、生産時に使用している。

(まとめ)

○ フィンランドでは、ICT ハーベスタを活用し、スムーズな伐採・流通が行われている（図1-4-7）

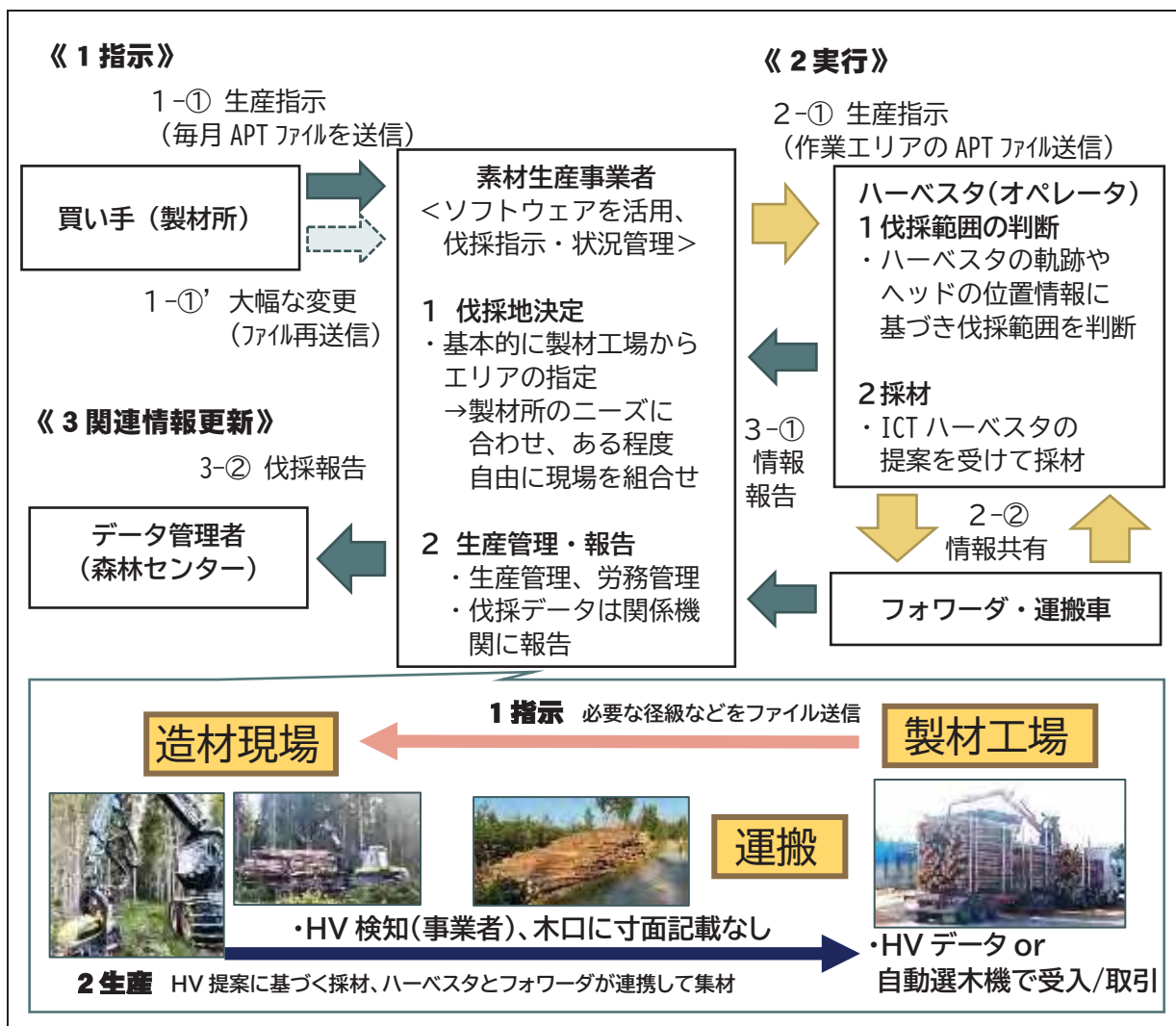


図1-4-7 フィンランドの伐採、データ活用

(5) 資源把握・所有者への施業提案

① <資源把握>

～国土全体を航空レーザ計測、森林資源と土地情報をデジタルデータで一元管理～

- 国が、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。「森林センター」(国の機関) が、この資源把握の役割を担っている(写真1-5-1)。
- 航空レーザ計測による森林調査は、1 エリア 3,000 km²で、1 年間に20 エリア、6 万km²分を実施。計測データは5 ポイント/m²で、民間に委託(2社が受託)。システム情報誤差±2m 以内、密度10%以内になるよう現地調査で補正(現地調査は700 カ所/エリア程度)。材積・直径±10%以内。
- △ 森林調査のコストは、2021年時点で3.2 ユーロ/ha (528 円/ha) (*航空レーザ計測のほか、空中写真、システム更新、人件費含む)。
- 森林情報(林分の蓄積等)は、単木管理していない(理由: ①点群の密度、情報量が少ない、②下層木の情報精度が低い、③材積は分かるが、樹種の識別ができないなど)。
- 森林資源はグリッド別に3つに区分して管理を行う(写真1-5-2)。
- 森林と土地に関する情報は一元管理され、所有者情報(所有者名、境界)は、関係機関へ提供されたデジタル情報を元に自動更新される。境界は週単位、森林情報は日単位で更新される。
- 所有者の情報(土地)は全てデータ管理されている(地籍調査が終了しているものと思われる)。
- 森林所有者は、森林センターに事前(伐採10日前まで)に伐採報告をあげ、データが更新される。報告を行うのは事業者でなく所有者だが、実行の際、伐採事業者の多くはハーベスタの送信機能を活用して森林センターに報告。小班の一部を伐採・造林した場合、ハーベスタの軌跡やヘッドの位置で伐採範囲を把握し、確定(APIを介し更新・確定されるが、ハーベスタデータによる林分蓄積の更新は行わない。あくまで区域に活用)。

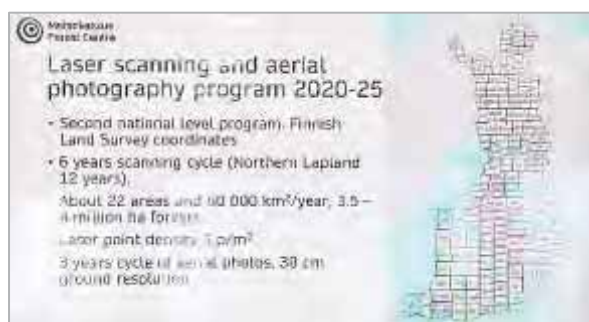


写真 1-5-1 レーザ資源把握計画

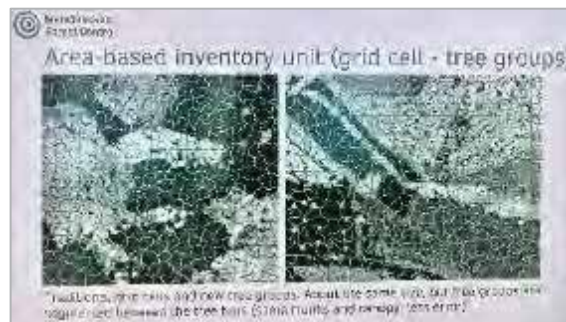


写真 1-5-2 資源インベントリ区分(森林センター)

② <所有者への施業提案>

～森林所有者に対する施業提案情報の公開～

- 森林センターでは、森林所有者への林業生産活動や生態系保護等の支援、森林資源データ収集や情報提供サービス、森林計画・林道工事・自然管理等の事業を行っており、林業生産活動についても無料で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を行っている(Metsaan.fi-サービス: Metsaanは”森へ”の意)。(写真1-5-3)
- Metsaan.fi-サービスは、国内の約1,300万 haの情報が搭載されており、森林所有者6万人、林業事業者1千社が利用している。
- 計測結果はオープンデータで提供され、森林所有者等は図面や森林資源量について、HPでの閲覧が可能。ログイン(銀行口座情報が必要)することで自己所有林に関する情報にもアクセスでき、予測モデルによる10年後の成長予測にもとづく施業提案もされる。
- 森林所有者は伐採する事業者を選び施業を依頼することができる。製材工場にもバイヤーがいる。バイヤーは公開された資源情報から林分を検索し伐採の提案(直接営業)を行う場合もある。



写真 1-5-3 フィンランドの森林情報 所有者への提案(HP)

(まとめ)

○フィンランドでは航空レーザ計測データを活用し、森林管理を行っている (図 1-5-1)

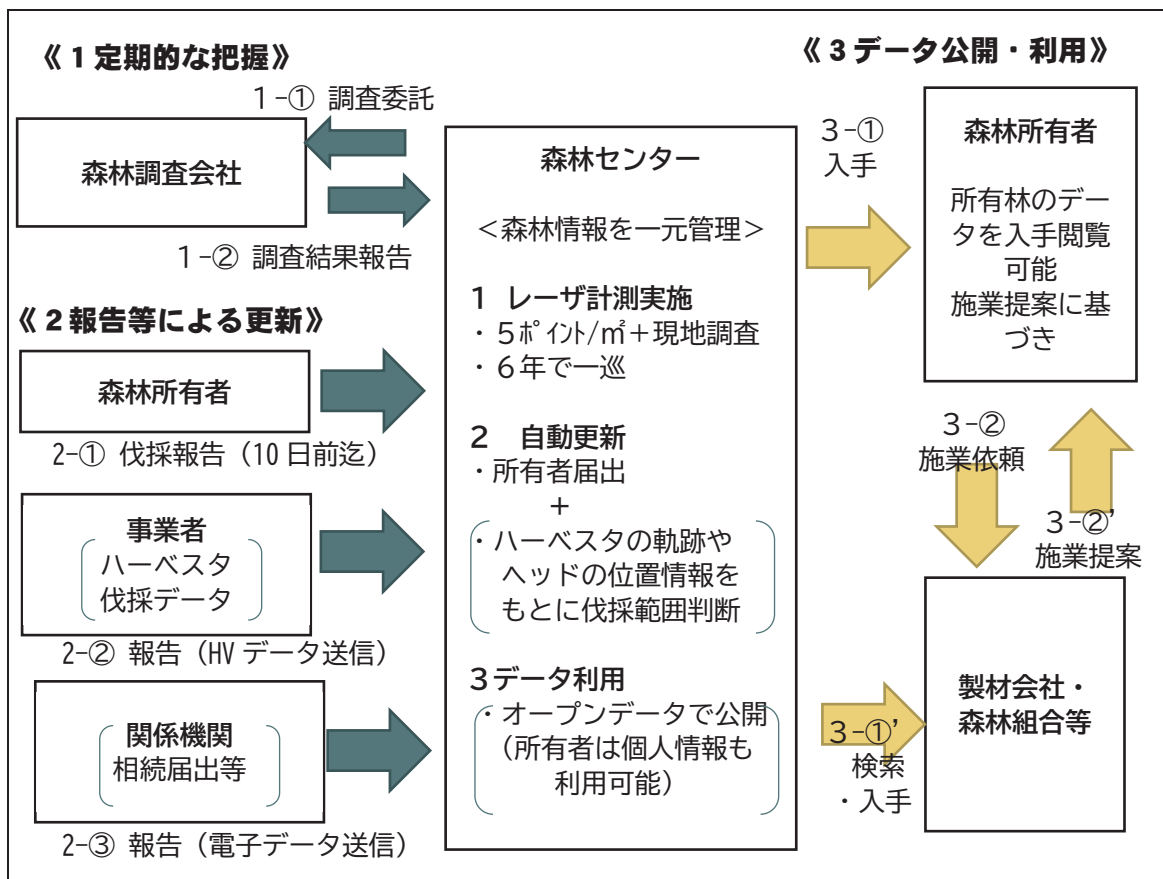


図 1-5-1 フィンランドの森林資源把握の概要

(6) 植栽・保育

① <苗木生産・植栽>

～コンテナ苗の活用、植栽は人力が多い～

- 更新方法の割合は、大まかに「植栽」が80%、「天然更新」が20%であり、直接播種も限定的に行われている。
- 造林会社は、伐採をする会社とは別の会社が主流であり、造林会社は主伐以外の幅広い作業（植栽、下刈り、切捨て間伐、街路樹の伐採等）を行い、利益を確保している。
- 植栽する苗木はコンテナ苗がほぼ100%使用されており（フィンランド国内で174,820千本を納入、国産植栽苗数174,785千本（内、裸苗1千本））、苗木の規格はコンテナの規格（大・中・小）と育苗年数で区別され、高さや根径等の規格は設けていない。明らかに成長不良のものは出荷前に除いている。
- 3種類のコンテナ容器がある（大（BCC64）、中（BCC81or100）、小（BCC121））。
- 「植栽」は人力が主体で、伐採後に重機のバケットで地表を掘り返し、一定間隔（2m）で盛土を行い、盛土部分に植栽することが多い（*後段「地拵え」参照）。
- △ 盛土は掘削機で30～80cm掘り実施。植え付けは表土（草）を土に変え土壌養分を吸収できるよう深く挿す。ベテラン作業員は1日に1,000本程度植える。
- 機械での植栽は20年ほど前は約1割ほど実施されていたが、現在は1～2%ほどに留まっている。その理由は採算性。フィンランドは土壌層が薄く岩石部が多いため、機械による植栽に適した箇所が少ない。平均的な所有林分面積も1.5haほどであり効率が悪い。ノルウェーもフィンランドと同様。一方、スウェーデンでは一人当たりの森林面積が大きく、機械での植栽が普及している（植栽機械のメーカーはスウェーデンとフィンランド企業であるが、フィンランド企業は海外向けが主力）。
- 植栽時に位置情報の把握は行っていない（植栽は労働者が人力で実施。資源把握時に位置把握）。
- 植栽の密度は、苗木の間隔が2mで、1,400～2,000本/haほど。近年、低密度化が進む傾向で、広葉樹等を苗木の間に侵入させることが狙い。生物多様性や気候変動への耐性にも良い効果がある。
- 「天然更新」はマツが多い。上木を残すこともあるが、皆伐面積がそれほど大きくないので上木を残さなくても隣の林分から種子が飛来し更新される。混交林には特別なことをしなくても更新が図られることが多い。
- 同じ林分にマツとトウヒを植栽して混交林を育成することがある。土壌が豊かなところはトウヒ、土壌が悪いところはマツと、最新の林業知識を活かして豊かな混交林を作っていく方向。

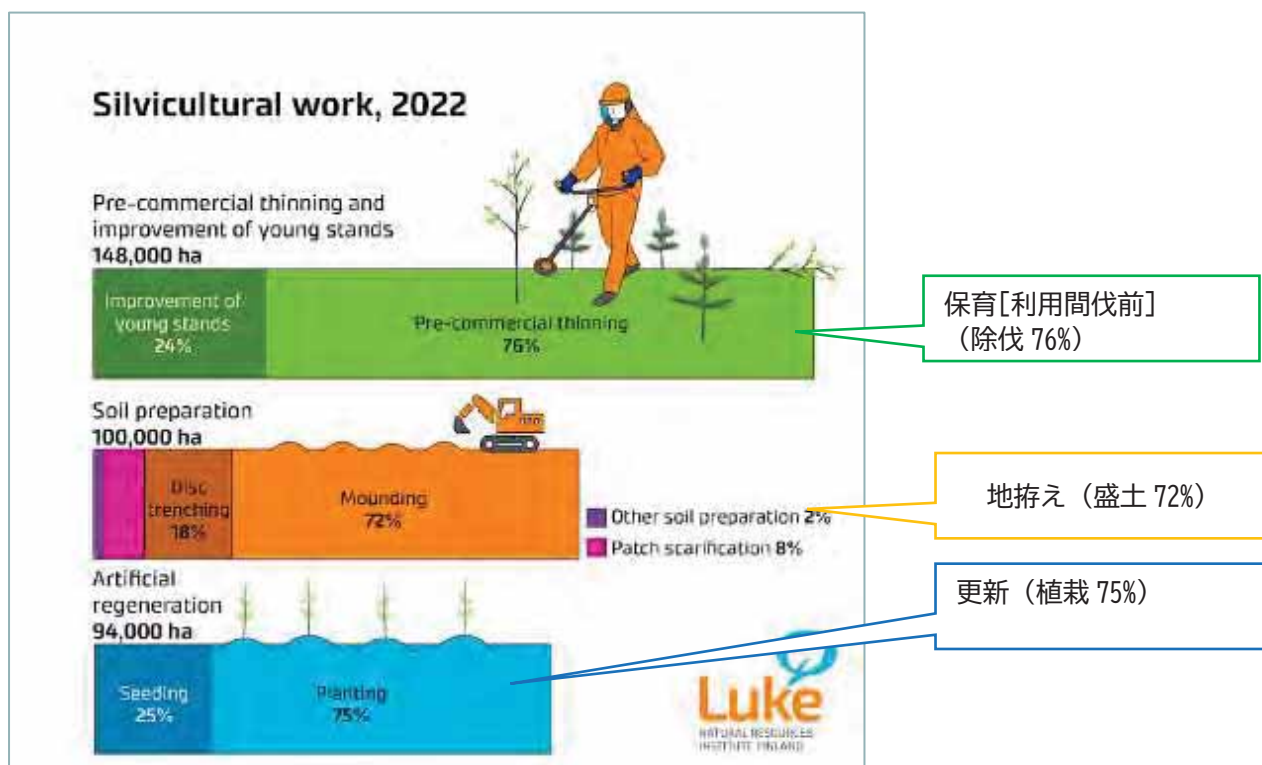


図1-6-1 フィンランドの造林

② <地拵え>

～盛土を作る地拵えが一般的～

- 掘削機で植栽準備(地拵え)を行う。まず一定間隔(2m等)で天地返し(表土をひっくり返す)をし、小さな盛土を作る(そこに植栽)。また、単純に地表面を掘削機でさらけ出して植栽することもある。
- 湿地では小さな堀を作り、湿地対策と盛土を行う。盛土部は生えていた草が栄養分となる。この作業専用の機械もある。マツが多い岩石部が多い乾燥地帯では土壌表面のみを傷つけて種の侵入を容易にすることもある(天然更新を図るため)。掘削機のメリットは幅広い作業に使用できること。
- 地表面の攪拌や伐根の除去など日本のような地拵えは行っていない。理由としてはコストがかかること、フィンランドではそれほど下草が生えていないため、必要性が低いこと、地表面を攪拌すると意図しない樹種が侵入してしまうおそれがあることがあげられる。

③ <保育(下刈り)>

～樹木の生育を阻害する下層植生が少なく、下草刈り作業は行われない～

- 下刈りは、樹木の生育を阻害するような下草があまり生えないため、ほとんど行われていない。
- 下刈りが必要な豊かな土壌の箇所が少なく、実施するとしても苗木の周りの草を靴で踏む程度で十分。



写真 1-6-1 苗木生産の様子



写真 1-6-2 植栽地(奥は保残された森林)

→ 植栽は、人力で行い苗木を植えるなど、北海道と似ているところもあるが、苗木の生育を阻害する下草の繁茂がなく、保育作業は異なる(表 1-6-1)

表 1-6-1 植栽分野の機械化等(フィンランドと北海道の比較)

	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(※1)
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 (約1億5,200万本:2021)	コンテナ苗利用拡大推進方針で推進 (2022:229万本→2028:500万本)
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・列間という概念なし)	苗間・列間幅を基に位置を指定 (トンボ立て・ロープ張り)
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

*フィンランド分は現地聞取、北海道分は林業統計等(※1 当年の伐採面積に対する植栽面積より算出)

(7) 木材製品生産・利用

① <原木調達>

～原木調達は企業のバイヤーが中心となり 100km 圏内で実施、自動選木機による仕分け～

○ 製材工場は原木を半径 100km 圏内で調達（調査した南部 2 工場の場合、写真 1-7-1～6）

○ 自動選木機により全量計測・仕分け実施（大規模工場は 70 種）。末口、元口を揃える振分機もある。

○ 工場が原木を集める方法は、大手の企業（製材所）にはバイヤーが付いていて森林所有者に営業している。森林所有者から地元の森林組合に管理を委任して取引する場合もある。企業から「トウヒを売るには良い時期」などとメールマガジンを発行することもある。トウヒの一般材が不足していれば森林資源オープンデータから、直接営業する場合もある。

○ 販売価格の 1 事例は次のとおり。製材所が 100 ユーロ/㎡で原木購入。内訳は 70 ユーロが森林所有者、10 ユーロが運搬業者、12～13 ユーロが伐採事業者といった形。製材所が加工した製品を 300～400 ユーロ/㎡で売却。この製造コストとの差が製材所の利益。



写真 1-7-1 原木の集荷（大規模工場）



写真 1-7-2 原木の荷下ろし（中規模工場）



写真 1-7-3 製材工場での原木の投入（中規模工場）



写真 1-7-4 中型工場の選木機（道内同様）



写真 1-7-5 大型工場の選木機（後方長い）

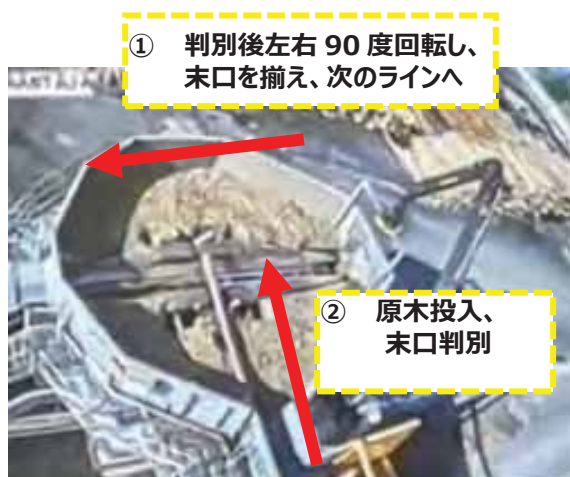


写真 1-7-6 末口・元口の振分機（判別後左右 90 度回転）

② <製品生産>

～工場の大規模化、ICTを活用し、最小限の人員配置による生産管理～

- ◇ 原木消費量は2023年に6,120万m³で、うちフィンランド国内産が5,780万m³である。丸太の総消費量は2,380万m³、パルプ材の総消費量は3,670万m³。
- ◇ 木材製品産業は2,630万m³の丸太を消費し、そのうち大半の2,380万m³が製材に消費された。製材業の生産量は10年以上ぶりの低水準に落ち込んでいる。
- 一般材と原料材向けの割合は、(大体)一般材が50%、パルプ材25%、バイオ材25%。歩留まりの関係もあり、パルプ会社に比べ、製材工場は利益率が低く、大量生産が必要な大規模な製材工場が多い。
- トウヒ、マツは主に製材に使用。シラカバは合板(表面がキレイなため)やパルプ材に使用。合板用は直径60cmほどのものが多い。少量は家具材で使用。太いものはログハウスに活用するところもある。
- シラカバは、輸入材も活用されていたが、ロシアによるウクライナ侵攻後、ロシアは非友好国に対し丸太の輸出を禁止しており、国内での供給が厳しい状況が続いている。
- シラカバには2種類ある(欧州シラカバ、ヨーロッパダケカバ)。欧州シラカバは用材(フローリング、パネル材)として使用される。天然更新するのはヨーロッパダケカバだが、品質が悪い。天然更新は成長が遅い。植栽すると早い成長が見込める。
- 調査したフィンランド南部の2工場の場合。製品生産量は、それぞれ10万m³(工場A)、40万m³(工場B)だった。大規模工場(工場B)の生産ラインは、製材コンベアは高速(小径木200m/分、メインライン180m/分、太め材100m/分)で、1本1本レーザとカラーカメラによりスキャンされ、形状や欠点等に応じて最適な丸太の位置を確認して木取(2ローター)がされていた。
- 大規模工場(工場B)の主ラインのコクピットでは1人管理が可能であり、2人体制で1時間毎交代と、最小限の人員配置となっていた。また、野外でつまり等の不具合が生じた場合には、映像で不具合を把握し、遠隔操作により解消を行っている部分も見られた。



写真 1-7-7 大規模製材工場での生産管理(全体の統括)



写真 1-7-8 大規模製材工場での生産管理



写真 1-7-9 大規模製材工場の高速度ライン(180m/分)



写真 1-7-10 製品の仕分け(70種に自動区分)

③ <木材利用>

～木材をふんだんに使用した施設～

- ◇ フィンランド政府は、循環経済（サーキュラーエコノミー）を重点的に推進することとしており、森林資源等を活用してカーボンニュートラルな社会の実現を目指すために「バイオエコノミー戦略（Finland's Bioeconomy Strategy 2022）」を策定している。森林は、バイオエコノミー戦略で付加価値を高める対象の1つとなっており、「木造建築プログラム（Wood Building Programme 2016-2023）」を策定し、都市開発・公共建築物・大規模木造建築物などでの木材利用を進めている（表 1-7-1）。
- CLT を活用した施設も作られている（床使用時の遮音などの課題は日本同様）（写真 1-7-11）
- ◇ フィンランドの現地では、ヘルシンキ中央図書館やカンピ大聖堂など意匠的に木材をふんだんに利用している特徴的な施設が見られる（写真 1-7-12）。
- ◇ 椅子などの家具についてもデザイン性に優れた展示が見られた。道内でも木造・木質化された施設は増加傾向にあるが、フィンランドのほうが、構造や内外装に利用している状況を目にすることも多く、規模等も大きいものが多い状況にあった。

表 1-7-1 フィンランドの公共建築物での木材利用の国家目標（2020 年公表）

	建物の総容積(千 m ³)	木構造の建物(千 m ³)	木材の割合 (%)
2019	6,907	1,039	15 %
2022	5,661	1,760	31 %
2025	5,221	2,296	45 %



写真 1-7-11 CLT を活用したフィンランド内のビル、教育機関（CLT 製造会社資料）

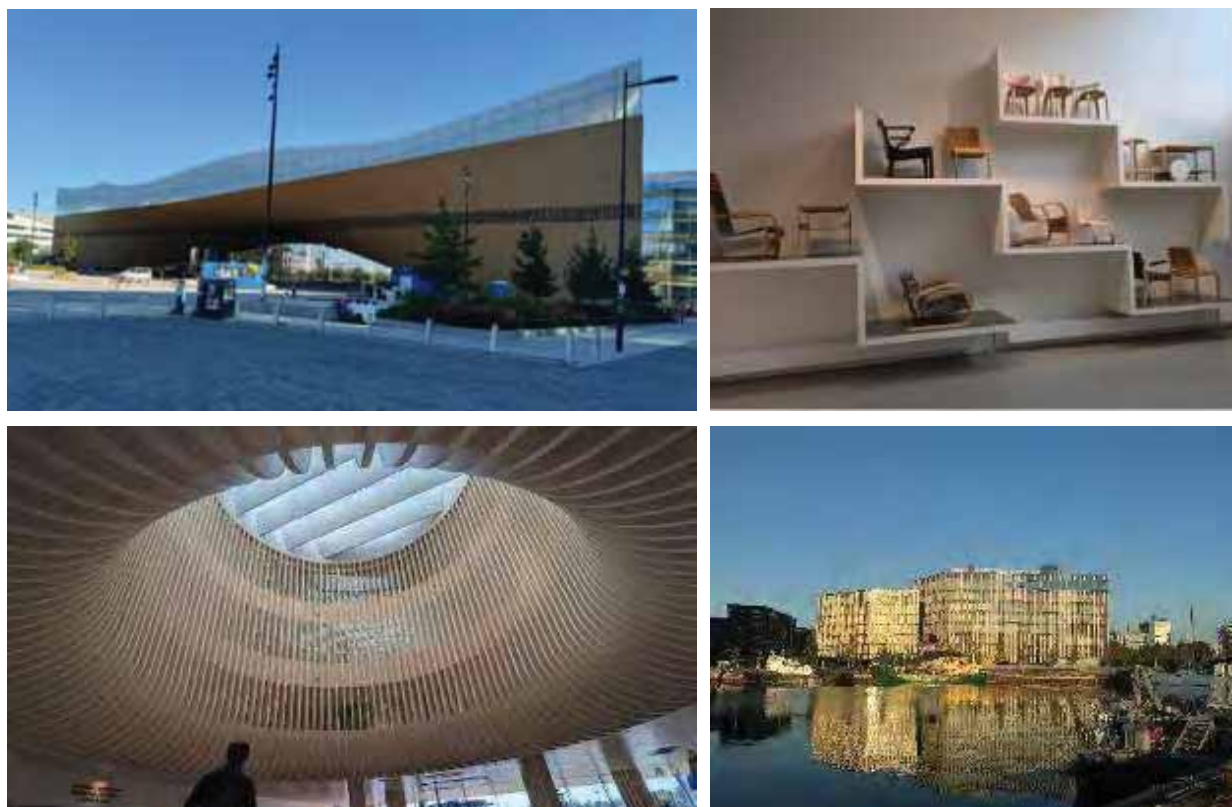


写真 1-7-12 フィンランドの木材利用（上段左から ヘルシンキ中央図書館(木質化)、アアルト博物館(椅子の展示)、ストラエンソ本社、木造ビル(ウッドシティ)）