

7. フィンランド

7.1. フィンランド NC8

7.1.1. 国別状況

7.1.1.1. 地理的プロフィール

森林、湖、泥炭地が混在し、国の大部分は、ほとんどが古い岩盤からなる緩やかに起伏する台地である。国土の72%が森林で、農地は8%に過ぎない。フィンランドには34,300km²以上の内陸水系があり、これは国土の10%に相当する。(p.29)

1990年以降の土地利用の変化を表2.1に示す。居住地の面積は15%増加し、草地の面積は9%減少したが、その他の土地利用区分の面積の変化は1%以下と小さかった(表2.1)。

表 2.1 1990年と2020年の土地利用

Land use classification ¹	1990 (km ²)	2020 (km ²)	Change, %
Forest land	221,090	218,493	-1.2
Cropland	24,719	25,017	1.2
Grassland	2,663	2,427	-8.9
Wetlands	30,070	29,777	-1.0
Settlements	12,235	15,058	23.1
Other land	13,139	13,104	-0.3
Total	303,916	303,875	
Inland waters	34,518	34,560	
Total with inland waters	338,435	338,435	

¹ The classification is based on the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Vol.4. Agriculture, Forestry and Other land Use

Source: National Resources Institute Finland (Luke), Greenhouse Gas Inventory team

泥炭地 (p.30)

泥炭地はフィンランドの総面積のほぼ3分の1、約910万ヘクタールを占めている。面積の地域差はかなりある。泥炭地の大部分は北部にあり、フィンランド南部はわずか7パーセントに過ぎない。

フィンランドでは、泥炭地の3分の2、つまり600万ヘクタールが森林で、そのうちの70%以上が水を抜かれた土地である。泥炭地の3%にあたる約30万ヘクタールが農業用地、つまり耕作地となっている。林業と農業のための排水のほとんどは、フィンランド南部と中央部で行われた。

保護されている泥炭地の面積は約130万ヘクタールで、これは泥炭地の14パーセントに相当する。保護区は主に、国の泥炭保護プログラム、国立公園や自然保護区の区域、原生林保護プログラム、原生地域から構成されている。水はけの悪い泥炭地の総面積は、約400万ヘクタールである。

泥炭地の森林は、樹木の成長ストックの増加により、森林の炭素吸収量に大きな割合を占めている。排水されていない泥炭地は、長期的には炭素を蓄積する生態系である。気象条件によって、特定の泥炭地が正味の吸収源から正味の排出源へと年単位で変化することがある。最後の氷河期以降、泥炭地は約 54 億トンの炭素を蓄積し、フィンランド最大の土壌炭素ストックを形成していると推定されている。

7.1.1.2. エネルギー

エネルギー集約的な基礎産業、寒冷な気候、長距離移動は、フィンランドの住民の福利と国の競争力にとってエネルギーが重要であることを物語っている。1960 年代まで、フィンランドのエネルギー政策は、水力発電所から得られる電力と木材の大量使用に依存していた。2010 年代には、再生可能エネルギーが化石燃料に取って代わり、エネルギー消費量の増加にもかかわらず温室効果ガス（GHG）排出量が減少した主な理由となっている。これは、電力および熱生産において、水力、原子力、バイオマスといった非化石エネルギーの割合が高いためである（表 2.2）。(p.37) 2019 年の総最終エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合（43%）は欧州連合（EU）で 2 番目に高く、2020 年も同レベル（44.6%）で推移している。

表 2.2 2020 年のエネルギー源別総消費量

2020	Quantity (TJ)	Share of total energy consumption (%)
Wood fuels	355,404	27.8
Oil (fossil)	268,085	21
Oil (bio)	16,756	1.3
Nuclear energy	243,864	19.1
Coal	70,363	5.5
Natural gas	74,586	5.8
Peat	43,116	3.4
Net imports of electricity	53,917	4.2
Hydropower	56,410	4.4
Wind power	28,577	2.2
Heat pumps	23,723	1.9
Others (bio)	21,606	1.7
Others (fossil)	11,440	0.9
Others	9,391	0.8
Total	1,277,238	100

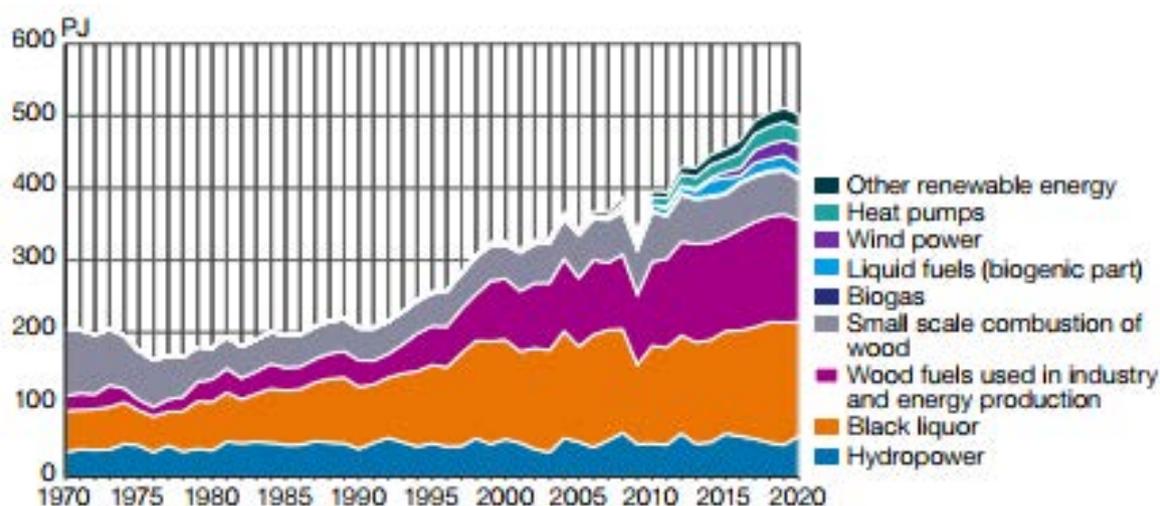
Source: Statistics Finland, Energy supply and consumption

総エネルギー消費量 (p.38)

1990 年、総エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合はわずか 18%だったが、その後着実に増加している。2010 年代は、総エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合が増加する傾向にある。

フィンランドは、EUの再生可能エネルギー指令で定められた、2020年までに最終エネルギー消費量の38%を占めるという国家目標を大幅に上回った。この目標を達成するため、2010年に、さまざまな再生可能エネルギー源に関する具体的目標を定めた大規模な国家パッケージが開始された。このパッケージでは、特に森林チップやその他の木材エネルギーの利用、風力発電、輸送用バイオ燃料の利用、ヒートポンプの利用増が推進されている。2010年以降、必要に応じて対策を強化、調整している。

2020年には、木質燃料は全エネルギー消費の28%を占め、1990年から2020年までの期間にフィンランドで2012年から最も使用されたエネルギー源となった(図2.10)。2020年には、温暖な気候とエネルギー多消費産業の生産減少により、その消費量は6%減少する。木質燃料の消費に占める黒液の割合は、2020年には44%になる。



Source: Statistics Finland, Energy supply and consumption

図 2.10 再生可能エネルギーによるエネルギー総消費量 (1970年～2020年)

電力供給 (p.40)

2020年、フィンランドの電力生産の半分以上が、約50年ぶりに再生可能エネルギーで生産された。再生可能燃料による発電量は10.9TWhで、そのうち6.0TWhが黒液、4.3TWhがその他の木質系燃料によるものである。

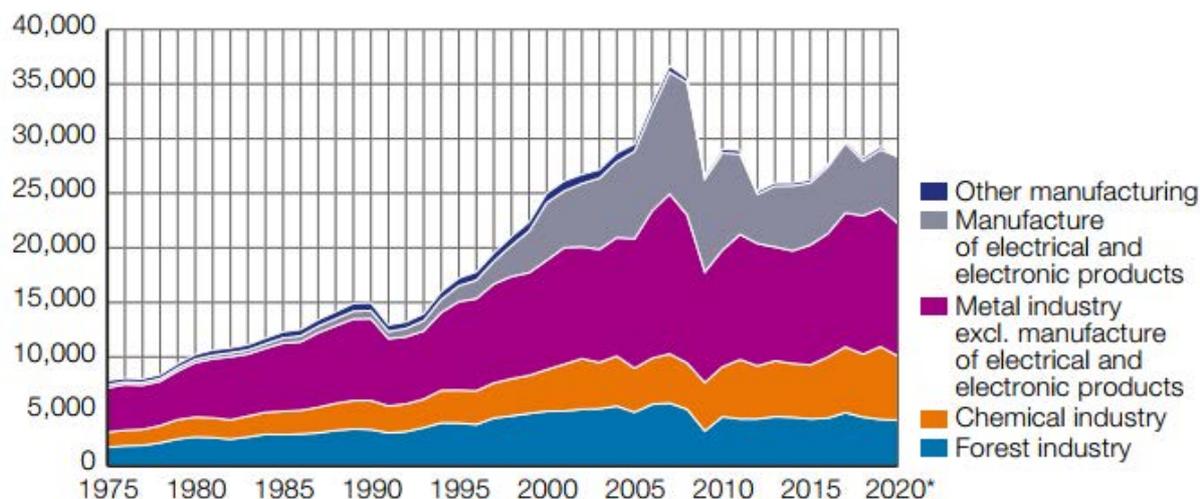
地域・産業用熱生産 (p.41)

フィンランドでは、地域暖房の57%は熱電併給でまかなわれている。フィンランドが熱電併給によって節約できるエネルギー量は、電気と熱を別々に生産した場合と比較して、フィンランドで使用される一次エネルギーの10分の1に相当する。2020年の産業用熱生産の減少は、産業用熱の最大利用者の一つであるエネルギー集約型の林業の生産量の減少が影響している。林業では黒液などの独自の燃料やその他の木材燃料を使って産業用熱生産を行っている。製造の必要性が

ら生産される熱の 54%は黒液から得られている。

7.1.1.3. 産業

主な製造業は、金属、化学、林業などである。1990 年代半ばから、エレクトロニクスを中心とした金属製品産業の急速な拡大により、従来の産業構造が変化した（図 2.15）。2020 年、製造業の生産高に占める金属産業の割合は 45%、化学産業は 19%、林業は 17%、食品産業は 11%で、過去 10 年間、産業の割合に目立った変化はなかった。（p.46）



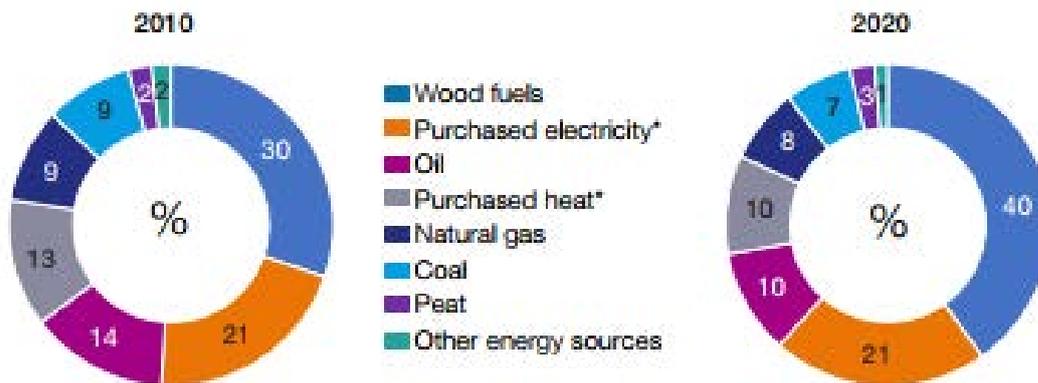
* Preliminary data

Source: Statistics Finland, Annual national accounts

図 2.15 製造業のセクター別生産高（1975 年～2020 年）（2015 年価格ベース）

フィンランドの伝統的な産業セクターである林業と林産業の付加価値は、2020 年には 10%減の 77 億ドルに達し、国民経済全体の付加価値の 38%を占めている。一般に、紙の生産は減少し、板紙の生産は逆の傾向を示している。パルプの輸出量は 2001 年から 2020 年にかけて倍増している。（p.47）

2020 年、フィンランドの産業界は、国全体の一次エネルギーの 38%、電力総量の 45%を使用した（図 2.12）。2020 年、産業界の最終エネルギー消費のうち最も大きなエネルギー源は、バイオマス（40%）、購入電力（21%）、購入熱（10%）、石油（10%）。過去 10 年間、エネルギー源としてのバイオマスの割合は大幅に増加し、石油と熱の割合は減少した（図 2.16）。（p.47）

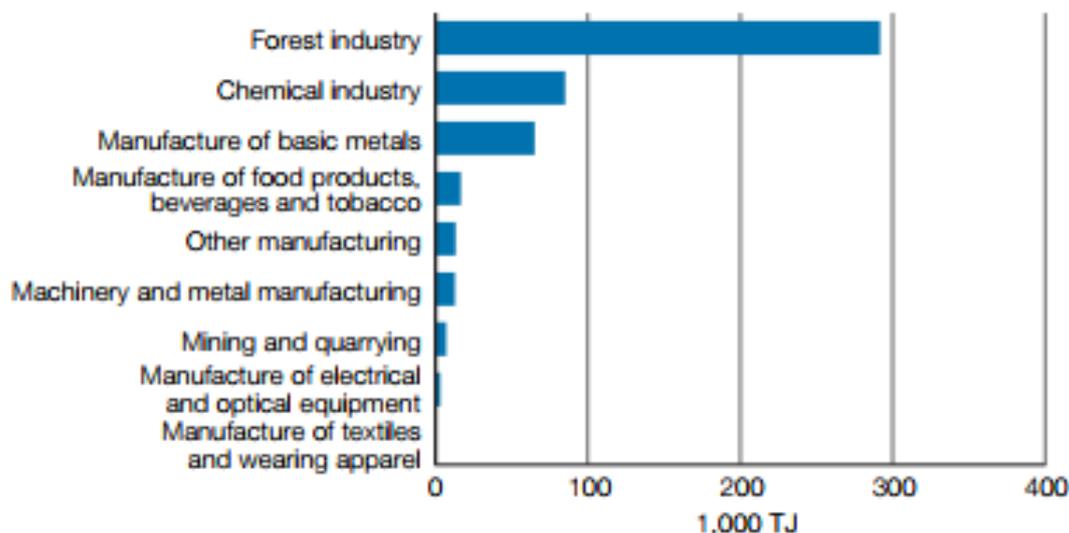


* Purchased (net), i.e. does not include electricity and heat produced and used by the manufacturing industry

Source: Statistics Finland, Energy use in manufacturing

図 2.16 産業界におけるエネルギー源変化（2010、2020）

森林産業は、他のどの産業よりも多くのエネルギーを使用しており（59%）、次いで化学産業（17%）、基礎金属製造業（13%）となっている（図 2.17）。（p.48）

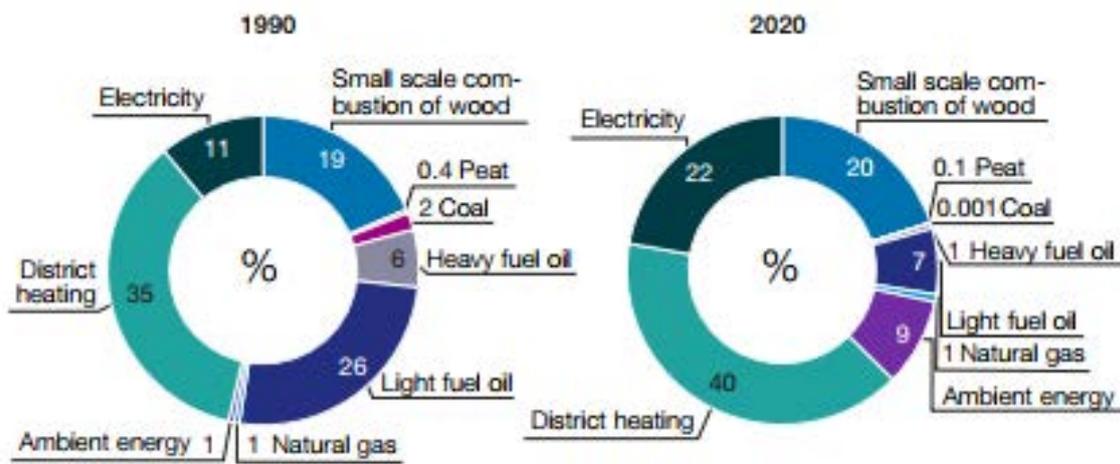


Source: Statistics Finland, Energy use in manufacturing

図 2.17 2020 年の製造業におけるエネルギー使用

7.1.1.4. 建物ストック

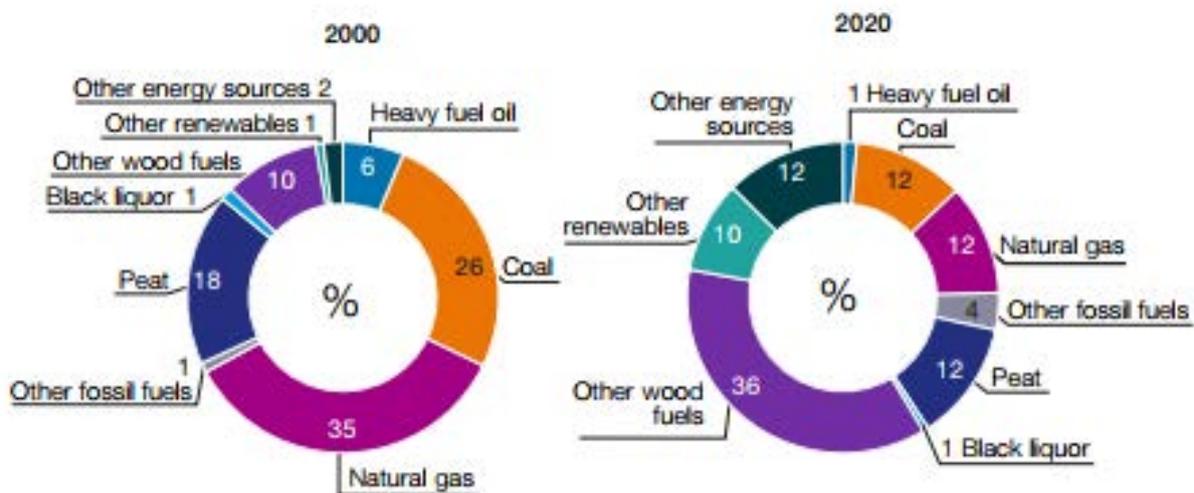
暖房に使う電力は倍増した（図 2.18）。電気ストーブのほか、ヒートポンプで使う電力や二次的な電気暖房も含まれる。ヒートポンプによる暖房が普及した 1990 年には 1%しかなかったヒートポンプによる暖房エネルギーの割合は、2020 年には 9%になっている。ヒートポンプの利用が増えたのは、経済的、環境的な理由と技術の進歩による。木材の小規模燃焼（small scale combustion of wood）は、1990 年から 1%増加した。（p.50）



Source: Statistics Finland, Energy Statistics

図 2.18 住宅、商業施設、公共施設の暖房用エネルギー源 1990 年および 2020 年

地域暖房の生産に占める再生可能エネルギーの割合は、大幅に増加した（図 2.19）政府と産業界の努力により、木質燃料の利用が増加した。伐採残材チップや黒液など、主に林業や林産物の副産物の形で、木質燃料の利用が増加した。（p.51）



Source: Statistic Finland, Energy Statics

図 2.19 2000 年と 2020 年の地域暖房生産に使用される燃料

7.1.1.5. 林業

森林セクターの貢献度は、GDP の 2~5%、輸出財の 20%程度である。その大部分、つまり 86% は林業に使用され、残りはエネルギー生産に使用された。

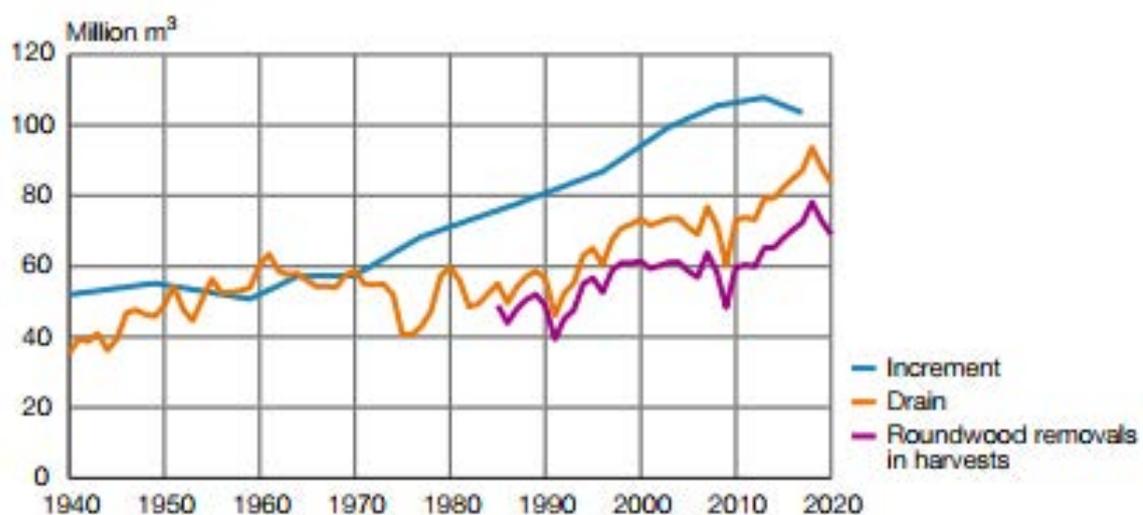
国の分類によると、2020 年には内陸水域を含む総面積の 77%にあたる 2600 万ヘクタールが林業地として分類される。林業地は、林地、低生産地、非生産地のサブカテゴリーからなり、総林地

面積のうち 2260 万ヘクタールは国の定義に従って生産的または低生産的林地として分類される。GHG インベントリでは国連食糧農業機関（FAO）の定義に基づいているため、国の森林面積は 2,180 万ヘクタールとなっている EU の中で、国民経済や社会全体にとっての森林の重要性が最も高いのはフィンランドである。

フィンランドでは約 20 種の樹木が自生している。最も一般的なのは、スコツパイン（*Pinus silvestris*）、ノルウェートウヒ（*Picea abies*）、シルバーバーチ（*Betula pendula* and *B. pubescens*）で、通常、2~3 種の樹木で森林が構成されている。森林面積の半分以上が混交林である 持続可能な森林管理はフィンランドの森林政策の基本である。その目的は、森林の利用と森林の自然の多様性に基づく福祉を確保することである。政策手段には森林法およびその他の法律、フィンランドの国家森林戦略 2025（2014）、融資、公的森林普及組織があり、森林は持続可能な形で管理されている。森林の約 5 分の 1 は自然に再生され、残りは地元産の在来樹種 を用いて人工的に再生されている 森林法によれば、新しい苗木の植栽のための措置は、伐採後 3 年以内に完了しなければならない。

自然再生は、その土地に生育している樹木からの播種を基本とし、通常は伐採時に数本の苗木を残す。苗木と種子を用いた森林育成では、伐採した土地に新しい林相を作るが、これは年間約 10 万ヘクタールに及ぶ。

現在実施中の第 13 回全国森林インベントリの結果によると、フィンランドの森林ストックの総量は 2,506 百万 m³ である。森林の活発で持続可能な管理により、森林の蓄積量の増加が伐採量や自然流出を上回り、長期にわたって増加し続けている（図 2.23）。（p.57）



Source: Natural Resources Institute Finland

図 2.23 伐採、年間増加量、成長ストックの流出量における総丸太材収穫量 1940 年から 2020 年まで

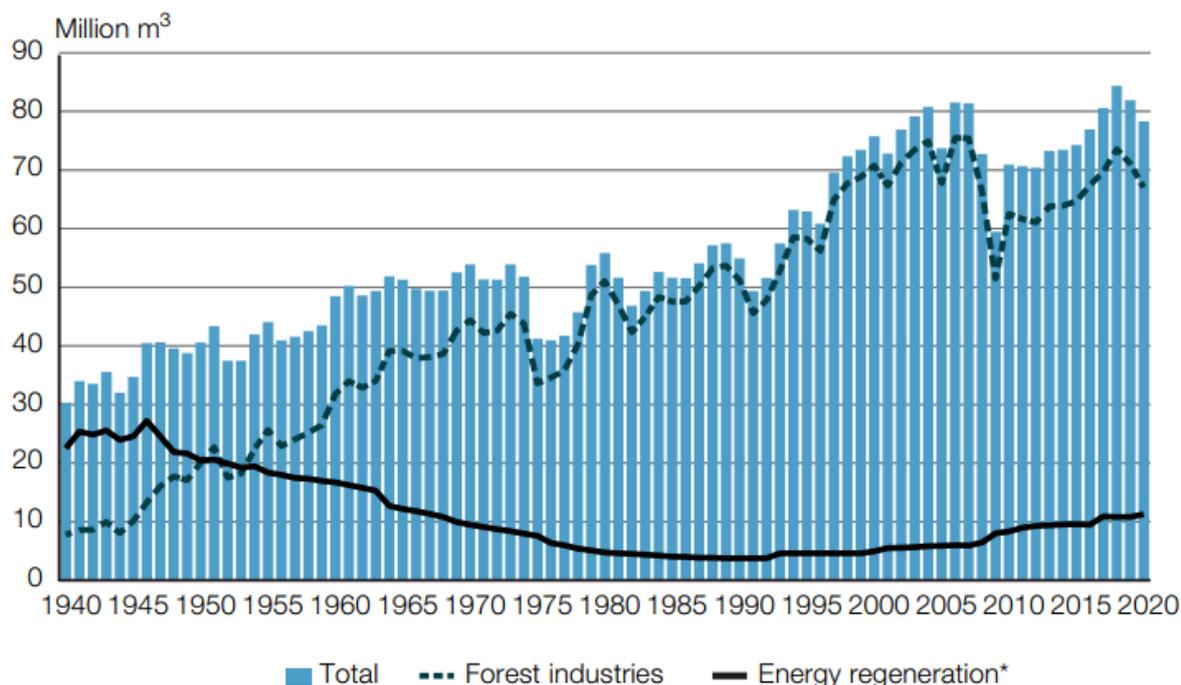
2020年の総排水量は8350万m³、成長ストックの総増加量は1億350万m³である。総排水量には、伐採による除去、収穫による損失、自然枯死が含まれる。生長株は過去40年間で65%増加した。1960年代と1970年代に行われた泥炭地の排水により、泥炭地での木の生育条件が改善されたことも、生長株の増加に拍車をかけた。(p.58-59)

フィンランドの森林の50%以上は個人所有で、35%は国、7%は民間企業、残りはその他の所有者である(2020年)。個人が所有する森林の面積は小さく、平均約30.5ヘクタール(最低2ヘクタール)である。フィンランド人の約11%が森林所有者であり、2016年には62万人のフィンランド人が少なくとも2ヘクタールの森林を34万4千件所有している。森林管理組合は森林所有者に森林管理と伐採に関するアドバイザリーサービスを提供している。

木材生産以外の事業を主な事業とする民間の林業所有者、組織、企業の木材生産にかかる収益は、年間切株料として計算すると平均19億ユーロとなる。木材生産への投資、すなわち森林再生や幼齢林管理などの造林事業コストは、平均年間コスト(2015-2020年)2億8000万ユーロのうち77%を占めている。森林管理コストの4分の3は所有者によって賄われ、残りは国の補助金によってカバーされている。フィンランドの森林の約90%は、国の森林認証プログラム(PEFC)規格または森林管理協議会規格に基づく認証を受けている。

2020年、フィンランドにおける丸材(未加工の原木)の総使用量は7830万m³だった。その大半、つまり86%(6710万m³)が林業で使用され、1130万m³がエネルギー生産に使われた(図2.24)。森林(樹木と土壌)はフィンランドの二酸化炭素(CO₂)排出量のかなりの割合を吸収している。林業活動の変動傾向により、林地からの純吸収量はかなり変動している。

林地吸収量は、1990年から2020年の間に1460万トン(2018年)から4720万トン(2009年)の間で変動し、当該年のLULUCFセクターを除いたフィンランドの総排出量の26%と70%に相当する。ここ数十年、管理林における森林保護と生物多様性が特に注目されている。多くの保護プログラムや決定により、過去30年間で保護林の面積は3倍に増加した。(p.58-59)



* Includes only roundwood consumption. Energy use of by- and waste products such as sawdust, bark and black liquor is not included.

Source: Natural Resources Institute Finland

図 2.24 1940 年から 2020 年までの総丸太材消費量

森林面積（生産性の高い森林と低い森林）の 13%、290 万ヘクタールが保護されているか、林業用に制限されている。そのほとんど、230 万ヘクタールがフィンランド北部にあり、保護区は合わせて森林面積の 20%を計上している。

フィンランド南部では、保護区は約 60 万ヘクタールで、森林面積の 5%である。保護区または林業利用が制限されている地域の 75% (220 万ヘクタール) は、伐採から完全に除外されている。

国家森林戦略 2025 と自然・生物多様性保全に関する国の政策は相互に支え合い、首尾一貫している。2008 年から 2025 年までのフィンランド南部における森林生物多様性プログラム(METSO) は、私有地と国有地の両方を対象としている。このプログラムに使用された資金は、2019 年から 2021 年の間に約 1 億 2,080 万ユーロである。フィンランドにおける生物多様性の損失を食い止めるための新たな手段は、ヘルミ・プログラム (2021~2030 年) であり、保護地域内外で実施される。土地所有者の参加は任意である。(p.60)

7.1.2. GHG インベントリ情報

正味の吸収源は、他のセクターからの年間排出量の合計、すなわち 1990 年から 2020 年の LULUCF を除いた総排出量の約 13~49%であった。

森林吸収源の最も重要な構成要素は、樹木のバイオマス成長と伐採により森林から吸収されたバイオマスである。国家森林インベントリ (NFI) に基づき、成長ストックの増分は 1990 年から

78 百万 m3 から 103 百万 m3 へと増加した。(p.66-67)

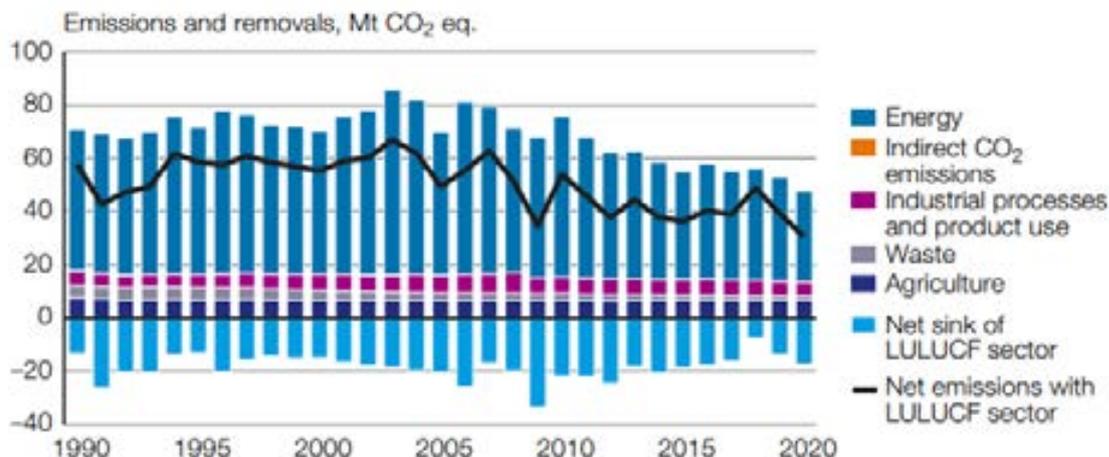


図 3.1 フィンランドの報告セクター別 GHG 排出量および吸収量（100 万トン-CO2 eq.）と、CO2 換算の総純排出量（排出量+吸収量）。排出量はプラス、吸収量はマイナス

7.1.2.1. セクター別 GHG 排出量

・エネルギー

エネルギー源としてのバイオマスのシェアは、1990 年から 2020 年の間に、公共の電力・熱生産、製造業、建設業で大幅に増加した（図 3.6）。(p.70)

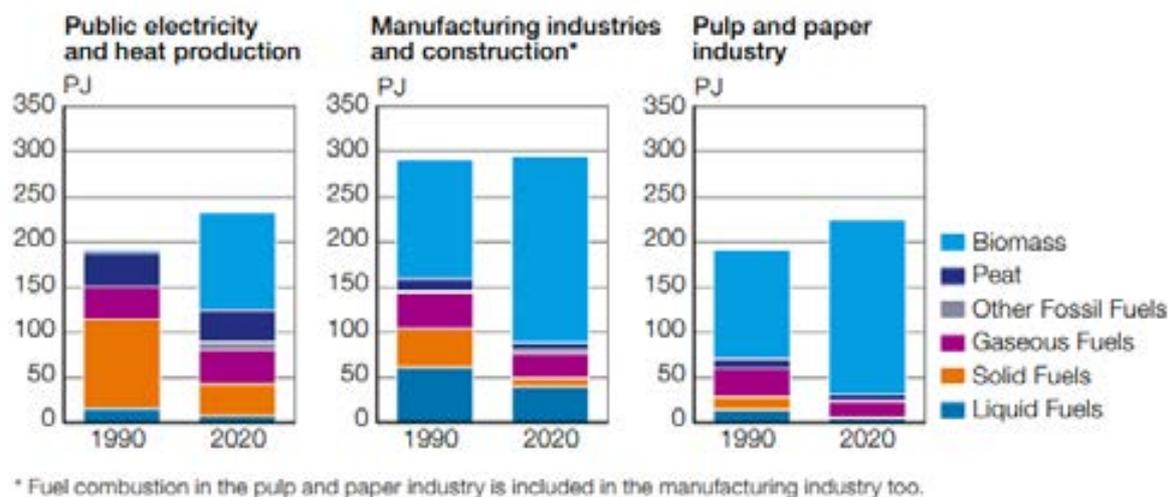


図 3.6 公共用電気・熱供給、製造業、建設業、および製造業のサブセクターである紙・パルプ業における燃料燃焼

エネルギー排出量の推移の説明と解釈

1990 年のエネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合はわずか 18%であったが、その後着実に増加し、2020 年には最終エネルギー消費量に占める再生可能エネルギーの割合は

44.6%まで増加した(図 3.7、3.8) 1990 年の状況に比べて再生可能エネルギーの利用が増加し、化石燃料の代替が進み、エネルギー消費の増加にもかかわらず排出量が減少した主因である。(p.71)

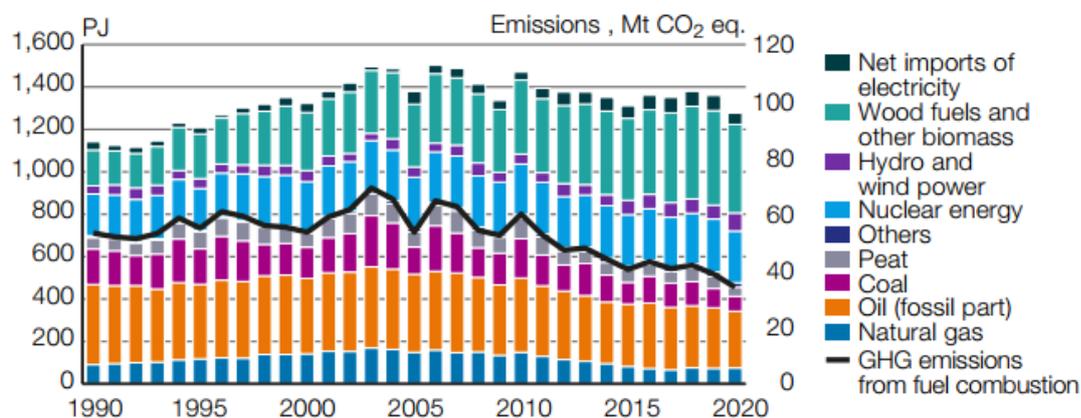


図 3.7 フィンランドのエネルギー源別総エネルギー消費量 (PJ) とエネルギーセクターの GHG 排出量 (百万トン CO2 eq) の推移 (1990 年~2021 年)

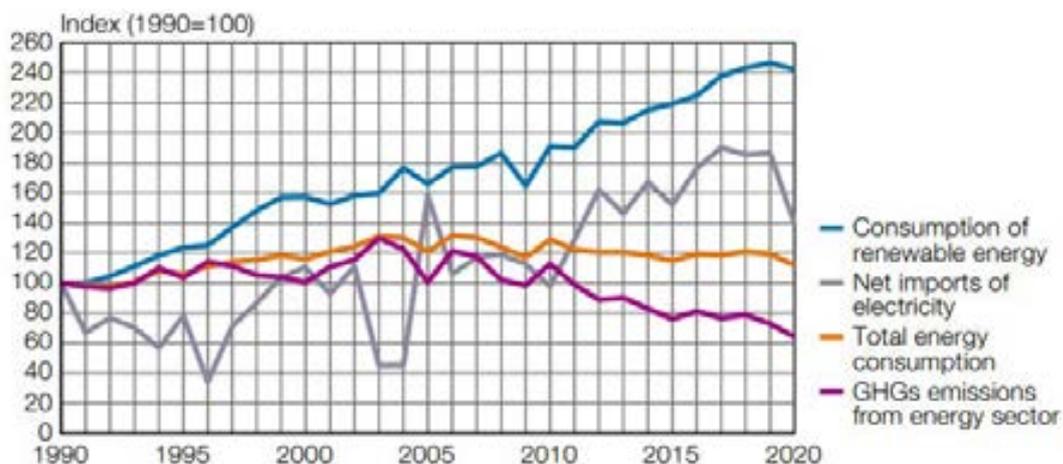


図 3.8 エネルギーセクターの排出量、電力の純輸入量、総エネルギー消費量および再生可能エネルギー消費量の推移 (1990 年~2020 年)

・ LULUCF (p.78-79)

フィンランドは、LULUCF セクターにおいて、GHG の排出と吸収の両方を報告している。排出は、植物バイオマスや土壌などの炭素吸収源による大気からの CO2 の吸収を指す。

気候変動に関する政府間パネル (IPCC) のガイドラインに従い、地上・地下のバイオマス、枯れ木、ゴミ、土壌を含む様々な炭素プールの変化をカテゴリーごとに報告している。さらに、伐採された木材製品の炭素ストック変化と様々な排出源からの排出もこのセクターで報告されている。有機質森林土壌からの CH4 と N2O 排出、泥炭採取地などの管理された湿地からの排出、バイオマスの燃焼による排出 (森林火災と管理された燃焼)、林地の窒素肥料による排出、土壌有機

物の損失による N₂O 排出など 管理されていない湿地やその他の土地については排出と吸収は報告されていない。

2020 年には、LULUCF セクター全体として、-1730 万トン-CO₂ eq の CO₂ 吸収源として機能する。この吸収量と排出量の合計、すなわち炭素蓄積量の変化と GHG 排出量は、2020 年には 1990 年に比べて 29%増加した。林地では、最大の吸収源は樹木バイオマスであり、2020 年には -2780 万トン CO₂ の純削減量となる。

林地の鉱物性土壌は-520 万トン-CO₂ の吸収源となり、有機性森林土壌は 380 万トン-CO₂ の排出源となった。林地カテゴリーにおけるその他の排出源は、排水された有機性林地からのメタンと窒素酸化物の排出 (260 万トン-CO₂ eq)、窒素施肥 (104 万トン-CO₂ eq) と森林火災や管理焼却におけるバイオマス燃焼 (2020 年に 0.04 万トン-CO₂ eq) である。

1990 年から 2020 年までの林地区分の純バイオマス吸収量の高い変動は、主に林業製品の国際市場の変化によるもので、国内の商業用丸太伐採量に影響 2018 年の丸太総収集量は 78 百万 m³ に達し、統計史上最高となった 2020 年の丸太吸収量は 69 百万 m³ で、過去の水準と比較して高いレベルを維持した。

林地吸収量の推移に影響を与えるもう一つの重要な要因は、年間蓄積量の増加である 森林の蓄積量は、成長量の大きい若齢林の割合が大きいことや育林対策などの要因により、1990 年から着実に増加した。年間成長量増分は、第 8 次 NFI (1986~1994 年測定) に基づくと 7770 万 m³、NFI12 (2014~2018 年) に基づくと 1078 万 m³ であった。1980 年代から 1990 年代にかけての急激な増加分は、前回のインベントリ測定によれば平準化されている。

LULUCF セクターは重要な正味の炭素吸収源となっているが、同時に大きな排出も生じている。最大の排出源は、森林と耕作地の排水された有機質土壌である。LULUCF セクターのその他の排出源には、草原、泥炭生産地、森林火災、森林の窒素肥料が含まれる。

LULUCF セクターで報告された様々な土地利用区分と伐採木材製品プールからの排出と吸収の傾向を図 3.16 に示す。

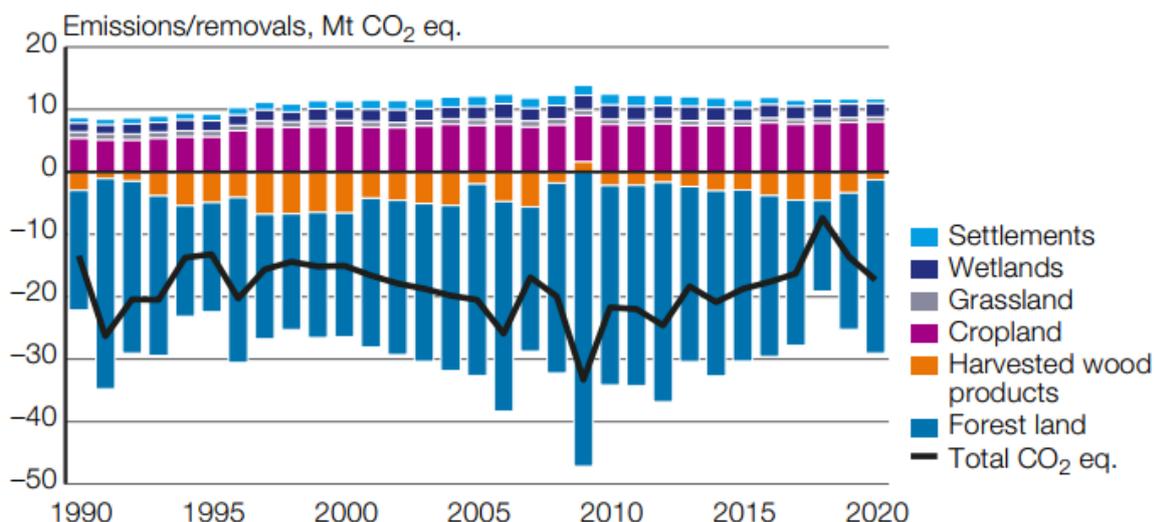


図 3.16 土地利用区別 LULUCF セクターの純排出量と純吸収量および伐採木材製品プール別、百万トン CO₂ eq.

HWP (p.80)

伐採木材製品 (HWP) プールは、2020 年には 130 万トンの CO₂ を正味の吸収源とする。HWP は、2009 年を除き、報告された時系列全体において正味の吸収源であった。時系列の年次変動は、一般的に経済状況や木材製品の需要の変化によるものである。2020 年の HWP 炭素ストック変化の背景には、ストライキ、一部の製紙工場の閉鎖、Covid-19 による伐採木材製品の需要減少などの要因がある。Covid-19 の大流行による伐採木材の需要減など、フィンランドのナショナルインベントリ 2022 の UNFCCC への提出資料で詳しく述べられている。

HWP は、フィンランドで伐採された木材に由来する生産ベースの HWP ストックの炭素ストック変化として報告され、2つのカテゴリーに分類される。HWP は、固形木材製品（製材、木材パネル）と紙製品（木材パルプ）から構成される。

パルプの生産量は、紙・板紙生産の代理として使用 フィンランドでは、木材パルプの 98.7 パーセントが紙・板紙生産に、1.3 パーセント（溶解木材パルプの一部）が輸出される繊維・衛生製品に使用されている（パーセントは 2013 年のもの）。

紙・板紙以外の用途の木材パルプ生産は主に 2012 年から開始、国内固形廃棄物処分場 (SWDS) の HWP の年間推移は算出されていない。

7.1.2.2. 京都議定書第 3 条第 3 項及び第 4 条に基づく報告

京都議定書第 3 条第 3 項に基づき、フィンランドは新規植林・再植林 (AR) と森林経営 (FM) 活動からの排出量と吸収量を報告し、第 3 条第 4 項に基づき、これらの活動の報告・計上は京都議定書の第 2 約束期間 (CP) において必須である。フィンランドは第 1CP において森林経営も任意活動として選択していた。フィンランドは第 2CP において第 3 条第 4 項で他の任意活動も選

扱っていない、それは、第 1CP と同じだった。

第 3 条 3 項の活動、すなわち新規植林・再植林、森林減少による純排出量は、2020 年には 280 万トン CO₂ eq である。新規植林・再植林は、60 万トン CO₂ eq の純削減となり、森林減少は 340 万トン CO₂ eq の純排出となった。2020 年の時点で AR 対象面積は約 21 万 2000 ha、森林減少は約 47 万 3000 ha、うち 2300 ha は再森林化されている。

第 3 条 4 に基づく森林経営の結果、2020 年の純吸収量は、伐採木材製品プールの炭素蓄積量の変化を含め、3480 万トン CO₂ eq であった。第 2CP の京都議定書 (KP) LULUCF 活動の計上は、表 3.1 に示すとおりである。

ARD 土地からの排出と吸収は、経済状況によって異なる土地利用の変化のタイミングと量によって、年によって異なる。FM からの総 CO₂ 吸収量の経年変化は、主にバイオマス吸収量に直接影響を与える伐採量の変動に起因する。さらに、土壌炭素蓄積量の変化は、生体バイオマスの炭素蓄積量の変動と伐採残留物の炭素量によって変化する。(p.80-81)

表 3.1 京都議定書第 2 約束期間の計上に関連する 2013 年から 2020 年までの排出量 (+) と吸収量 (-) (トン=CO₂ eq) の概要

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2013-2020
Finland's assigned amount for the second commitment period	240,544,599								
Total national emissions	62,784,046	58,602,565	55,025,810	57,923,441	55,109,448	56,178,737	52,788,022	47,782,251	
ETS emissions without aviation	31,365,840	28,653,801	25,371,154	27,147,677	25,058,970	26,169,997	23,241,865	19,576,138	
CO ₂ emissions from aviation	180,143	181,754	178,920	181,827	189,506	210,353	206,701	86,017	
Non-ETS emissions ¹⁾	31,238,063	29,767,010	29,475,736	30,593,937	29,860,973	29,798,387	29,340,456	28,120,096	
Non-ETS emissions as cumulative percentage of the assigned amount	13%	25%	38%	50%	63%	75%	87%	99%	
Sum of Non-ETS emissions 2013-2019									238,194,658
Article 3.3 net emissions to be subtracted from the assigned amount ²⁾	3,587,685	3,337,762	3,358,838	3,210,995	3,065,856	3,018,433	3,474,088	2,809,177	
Sum of Article 3.3 net emissions 2013-2019, to be subtracted from the assigned amount									25,863,432
Article 3.4 net removals (Forest Management, FM)	-47,335,049	-46,089,720	-41,400,742	-38,782,812	-35,735,041	-26,169,406	-21,938,319	-24,799,603	
Finland's FMRL ³⁾ (annual reference)	-20,466,000	-20,466,000	-20,466,000	-20,466,000	-20,466,000	-20,466,000	-20,466,000	-20,466,000	
Technical correction to the FMRL	-9,198,000	-9,198,000	-9,198,000	-9,198,000	-9,198,000	-9,198,000	-9,198,000	-9,198,000	
FM net removals minus FMRL and its technical correction	-17,671,049	-16,425,720	-11,736,742	-9,118,812	-6,071,041	3,494,594	-2,274,319	-5,135,603	
Sum of FM net removals minus FMRL and its technical correction 2013-2019									-64,938,691
FM cap ⁴⁾									-19,978,041
Estimate of net addition to the assigned amount from Article 3.4 ⁵⁾ for the entire commitment period									19,978,041

1) The emissions corresponding to the emission level allocated to Finland in the joint fulfilment agreement by the EU, its Member States and Iceland

2) Finland has chosen end of commitment period accounting for Articles 3.3 and 3.4 whenever any additions or subtractions to the assigned amount will be done at the end of the commitment period

3) FMRL= Forest Management Reference Level

4) FM cap is -19,978,041 tonnes CO₂ eq for the whole second commitment period.

5) Table does not include AAU units from the previous commitment period or CER and ERU units from the use of market-based Kyoto mechanisms that could be used to fulfill the commitment for the second commitment period.

天然資源研究所 (Luke) の初期調査によると、第 3 条 3 項活動は、2013 年から 2020 年の間、森林が他の土地利用へ転換され、また 1990 年以降に新規植林・再植林された地域の炭素貯留率が低いため、ネット排出を引き起こすと推定された。2013 年から 2020 年の第二 CP において、第 3 条 3 項の活動、すなわち新規植林、森林減少からの純排出量は、年平均 320 万トン CO₂eq. であった。新規植林・再植林による純排出量は、新規植林・再植林による伐採木製品の炭素蓄積量の変化を含めて、年間平均 0.6 百万トン CO₂ eq. であった。

森林減少による純排出量は、年間平均 380 万トンの CO2 eq.であった。森林が国土の 72%を占めるこの国では、森林から他の土地への土地利用の変化を避けることは難しい。この変化のほとんどは、農業だけでなく、居住地やインフラ（道路や送電線など）によっても引き起こされている。第 3 条 3 項に基づく排出量は、CP 全体で合計 2,590 万トンであり、CP 終了時にフィンランドの割り当て量から差し引かれることになる。FM の純吸収量、すなわち第二 CP 中の純吸収量は、年間 3780 万トン CO2 である。この FM の純吸収量には、伐採された木材製品による純吸収量も含まれており、これは年間平均 1,370 万トンであった。森林経営による純吸収量は、全体的な経済状況による林業製品の需要に基づき、年ごとに大きく変動する。

FM からの純排出量は、決定書 2/CMP.2 においてフィンランドに設定された参照レベル (-2046 万トン CO2 eq.) と比較され、技術補正 (フィンランドの最新のインベントリ提出における -919 万トン CO2eq.) で調整される。高い吸収量は、削減目標の達成に使用できる RMU 単位となり、低い吸収量は、FM レベルと基準レベルの吸収量の差に相当する割当量単位の減算を意味する。追加の RMU は、LULUCF セクターを除いた 1990 年の国内総排出量の 3.5%を上限として受け取ることができる (FM キャップ)。フィンランドの FM シンクのキャップ値は、-1997.8 万トン CO2 である。第二 CP 終了時に、森林経営による正味吸収量が FM 基準レベルを超え、その技術的補正を加えた値は 6490 万トン CO2 eq.4 であり、FM キャップを上回った。合計すると、第 3 条 3 項の純排出量は第 3 条 4 項の森林経営から計上できる最大値、すなわち森林経営キャップを 590 万ト CO2 eq.超過しており、これはフィンランドの割り当て量から差し引かれることになる。

KP の LULUCF 計上は、レビュー後に確認し 2023 年末または 2024 年のトゥルーアップ期間において確定される。京都議定書第 3 条 3 項および 4 項の活動に関する詳細情報は、UNFCCC および京都議定書に基づくフィンランドの最新のナショナルインベントリ報告書に記載されている。(p100-101)

7.1.3. 排出削減目標

フィンランドは EU に加盟しており、削減目標に EU 共同でコミットしている。(p.98)

追加国家目標

2019 年、サナ・マリン首相政府のプログラムでは、2035 年のカーボンニュートラル目標が導入され、2022 年の気候法改革に盛り込まれた。

さらに、2030 年と 2040 年の新しい排出量削減目標が気候法に盛り込まれ、2050 年までに 80% の排出量削減という従来の目標が更新されました。新しい目標は、1990 年比で 2030 年までに 60%、2040 年までに 80%、2050 年までに少なくとも 90%、目指せば 95%となっている。また、土地利用・土地利用変化・林業 (LULUCF) セクターにも対象を広げ、炭素吸収源強化の目標も追

加された。

7.1.4. 政策・対策

7.1.4.1. 政府と各省庁の役割

フィンランドでは、気候政策が、エネルギー生産、運輸、農業、林業、土地利用、その他の計画における意思決定プロセスと統合されつつある。例えば、運輸セクターと土地利用セクターは、それぞれ独自の気候政策プログラムを持っている。(p.105)

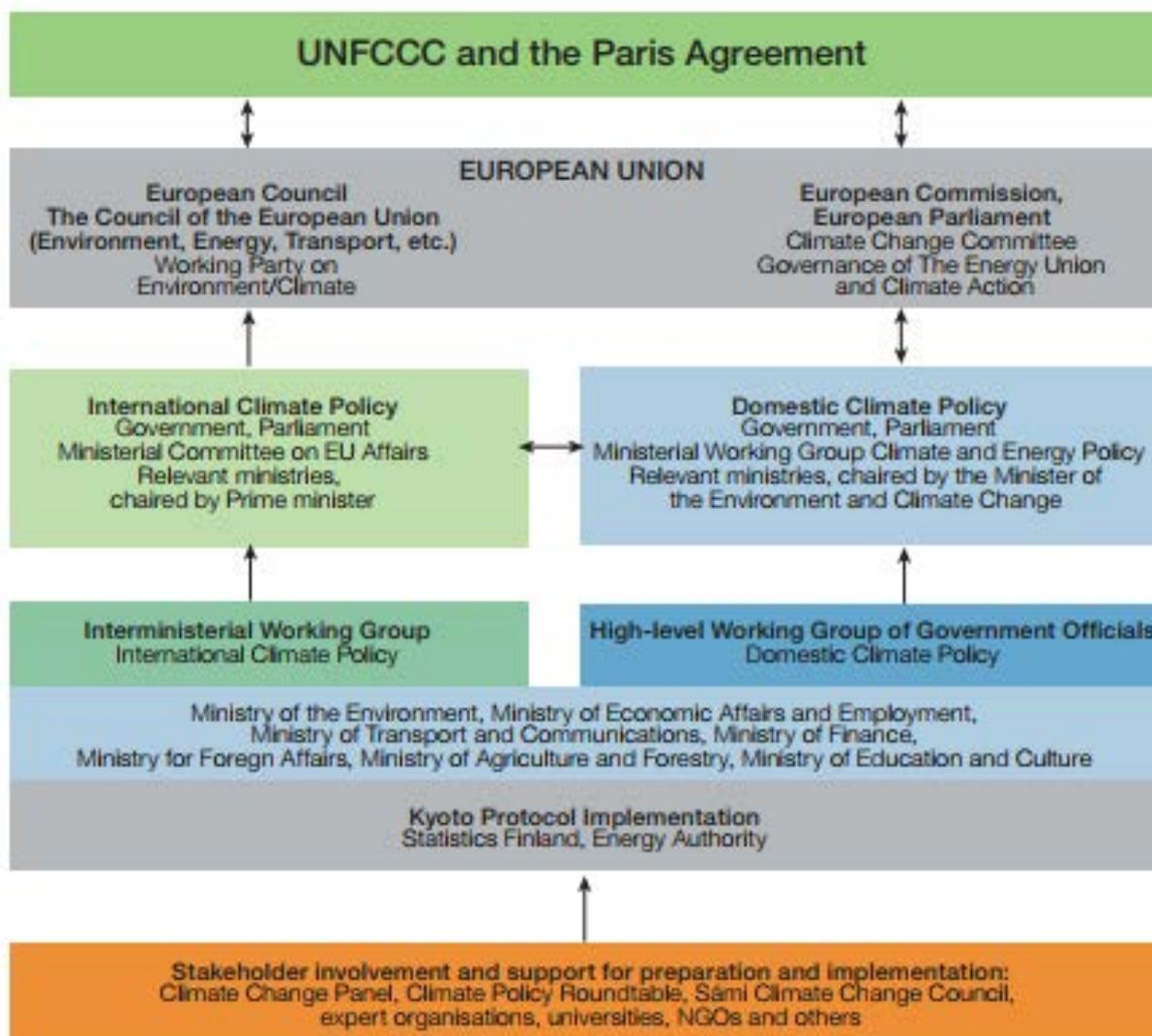


図 4.1 気候政策とその実施に関連する制度的取り決め

7.1.4.2. 土地利用セクターの気候計画：2022

この計画の目的は、持続可能な開発目標に基づき、土地利用、林業、農業からの排出削減、炭素隔離と炭素貯留の強化、気候変動への適応を促進することである。土地利用分野における追加的な気候変動対策が目標とする年間ネットインパクト（排出量の減少と吸収量の増加）は、2035年までに少なくとも 300 万トン（二酸化炭素換算）である。

いくつかの対策は、計画の準備中にすでに実施された。その中には、2020年から2024年までの国有林企業メツツアハリトウス (Metsähallitus) の新しい所有権政策ガイドライン、新規植林の有期支援に関する法律、木材灰による森林の施肥の有期支援に関する法律が含まれる。

この計画には、土地利用の変化、農地からの二酸化炭素排出、泥炭地の森林管理、炭素市場の促進、長寿命木材製品、森林の再生などを対象とした対策も含まれている。(p.117-118)

表 4.9 土地利用セクター気候計画で特定された対策

資源効率の良い土地利用、土地利用変化	気候変動に強い泥炭地の利用	その他、炭素隔離・炭素貯留を促進するための施策	実現可能な環境・分野を超えた対策
森林の他の土地利用への転換を防ぐため ・森林の畑への転換を防ぐ ・耕作地の構造を整備する ・すべての土地利用の土地使用変更手数料	泥炭地の気候変動への耐性を高めるために： ・泥炭地の地下水位の上昇 ・泥炭地における湿地管理 ・不耕起の多年生の植え付け ・低収量の厚い泥炭地や伐採された泥炭地の湿潤化 ・泥炭地利用ロードマップの作成	国有林における気候変動対策 (Metsähallitus)	能力、トレーニング、指導 コミュニケーションとインタラクション
		炭素隔離・貯蔵および排出量削減に関連する市場やインセンティブの促進	EU と国際協力
		田畑の炭素貯蔵・蓄積を促進する	技術開発・採用
		鉍質土壌林の施肥促進	HERO プログラム
		迅速かつ効率的な森林再生の推進	セクター別低炭素化ロードマップ 地域・地方との連携
		商業林における立ち木の炭素蓄積量の増加	GHG インベントリおよびモニタリングシステムの開発
新規植林を促進するため、 ・新規植林のための期限付き支援に関する法律 ・低収量の土地への植林	泥炭林の気候変動に強い経営と利用 ・泥炭地森林管理の総合的な計画立案 ・泥炭林の灰化促進	伐採された泥炭地の気候変動に強い継続的利用	カーボン・リサーチ・アンド・イノベーションプログラムをキャッチする
		長寿命木製品・建造物の炭素ストック促進	
	キャッチメントエリア計算	試行錯誤と実施 (Catch the Carbon 開発プロジェクト)	

7.1.4.3. 国の森林に関する法律とプログラム

フィンランドにおける持続可能な森林管理は、法律、高水準の科学的知識、優れた実践に基づいて行われている。森林の炭素吸収量を維持することは、持続可能な森林管理の一部であり、また、森林の炭素吸収量を維持することが要求されている。

京都議定書の第二CP(2013～2020年)にフィンランドが設定した森林管理基準レベル(-19.300 million tonnes CO₂e)に適合させるための手段として重要である。

森林利用の舵取りをする手段としては、法律、フィンランドの国家森林戦略 2025、資金調達、公的な林業普及組織などがある。(p.118)

森林法 (p.119)

森林法は、持続可能な林業を確保するための最も重要な森林政策手段である。主要な法律には、森林法と 持続可能な林業のための資金調達に関する法律がある。また、森林損傷の防止、FRM (Forest reproductive material) の取引、木材の測定、共有林、林業セクターの組織などを扱う法律もある。

森林法は、京都議定書 3.3 および 3.4 に基づく活動が、天然資源の持続可能な利用と生物多様性の保全に配慮して実施されることを保証した。森林法では、特定の重要な生育地の再生と保全のための要件を定めている。例えば、伐採終了後 3 年以内に新しい苗木の林立を確立しなければならない。森林法は、公的な林業普及組織が作成・推進する優良森林管理・育林のためのガイドラインによって補完されている。現行法では、異齡林の管理など、より多様な管理方法が認められている。森林法の改正により、森林所有者が自らの森林を管理する際の選択の自由が増し、林業の収益性と木材生産産業の経営条件が改善され、森林の生物多様性が強化された。フィンランドにおける持続可能な森林管理のためのベストプラクティスは、最新の科学的知見や主要なステークホルダーの社会的価値、フィンランドの国家森林政策が定める主要目標を反映し、継続的に更新されている。ベストプラクティスに関連する開発作業は、農林省の資金援助を受けている。

国家森林戦略 2025 (NFS) (p.119)

2014 年に採択された「森林政策 2050 に関する政府報告書」では、森林管理の長期ビジョンと戦略的目標、および主な施策がまとめられている。森林政策報告書のビジョンである持続可能な森林管理は、増大する福祉の源であり、森林から得られる多様な福祉と、森林の活用が人々や社会のニーズに対する解決策を提供することを強調している。森林政策 2050 に基づき、フィンランドの国家森林戦略 2025 (NFS) は、2015 年に政府によって採択され、2019 年に更新された 10 の主要プロジェクトによって実施される。

NFS は、森林ベースのビジネスと活動の発展のための優先順位と施策を記述しており、政府はこの分野の共同開発の一環としてこれに注力する。NFS は、官民の幅広い協力のもとで実施さ

れ、モニタリングされている。農業・林業省は森林審議会の支援を受け、プログラムの全体的な責任を担っている。森林審議会には、さまざまな行政セクター、産業界、NGO、専門機関の代表者が参加している。

NFP の国家施策には以下の内容が含まれる。

- 森林病虫害の予防
- 森林再生の確保
- 生息地と生物多様性の保護に関する法律、異なる気候条件に対する良質な種子を確保するための森林木改良の長期プログラム
- 研究に基づく造林対策をさらに発展させるための継続的プロジェクト
- 森林所有者のための森林管理と造林に関する広範な普及サービスの提供
- 法律的・構造的基盤に対して、森林法や森林損害賠償法の改正など
- 温暖化による病虫害の発生時期に合わせて、より多様な森林管理、木材の吸収方法の調整。
- 化石資源を再生可能なバイオマスに置き換えるために木材の利用を増やす

METSO プログラム (p.119-120)

南フィンランドの森林生物多様性プログラム (2014~2025) METSO プログラムは、農林省と環境省が共同で実施している。

フィンランド南部では、森林の 72 パーセントが個人によって所有されている。そのため、METSO は森林の保護と商業利用を対象としている。その目的は、森林の生息地と種の減少に歯止めをかけ、フィンランド南部の森林の生物多様性にとって安定した良好な条件を確立することである。このプログラムは、生態学的に効率的で、自発的で、費用対効果の高い手段で実施されている。2014 年の政府の基本決定では、2025 年までの METSO の目標として、96,000ha の民有林と 13,000ha の国有林を永久的または一時的に保全することが掲げられている。

Helmi プログラム (p.120)

Helmi プログラムは、フィンランドにおける生物多様性の損失を食い止めるための重要な手段です。このプログラム (2021 年~2030 年) は、環境省と農林水産省の共同プログラムで、両省の行政セクターと自治体の当局や組織が共同で実施するものである。保護地域内外で活動が行われる。土地所有者の参加は任意である。

Helmi プログラムの主な目的は、多くの関係者が協力して、生息地と必要な回復・管理手段を総合的に判断することである。回復と管理措置は、生物多様性への影響を最大化するために、特定の地域やサイトに的を絞って行われている。

農林省の「SOTKA」プロジェクトは、「Helmi」プログラムの一部である。このプロジェクトでは、湿地と鳥の休息地のネットワークが構築され、泥炭地と集水域が回復され、小型肉食動物が捕獲されている。

森林管理組合と公的資金 (p.120)

林業は森林所有者にとって重要な収入源であり、社会全体にも利益をもたらしている。民間および公的機関は、森林所有者のために指導や相談サービスを提供している。これらのサービスの提供は、森林管理組合に関する新法により自由化された。私有林の所有者は、森林管理のために国から支援を受けることもできる。

国の支援は、長期的な影響を与える施策を奨励するものである。商業林の自然環境管理は、環境支援や森林自然管理プロジェクトを通じて推進されている。

林業に対する公的資金は、2022年に準備中の「持続可能な林業のための資金調達に関する法律」に基づいている。

特別な価値を持つ生息地の保全と管理に伴う追加費用や収入減に対して、環境援助が行われることがある。また、国は森林の自然管理プロジェクトに資金を提供している。これらのプロジェクトで設計・実施される作業は、法律でさらに詳しく定義されている。ほとんどの森林自然管理プロジェクトは、地域的に特別な重要性を持っている。特別な価値を持つ生息地のほか、景観管理、水害の防止、掘削地の回復に関するプロジェクトもある。

表 4.11 フィンランドの LULUCF セクターにおける WM (*印) および WAM 予測に従った政策・施策

政策・施策・緩和措置の名称	影響を受ける目的・活動	GHG ガス	分野	実施状況	概要	実施開始年	実施主体	緩和効果の試算 (キロトン CO2 換算) 2020/2025/2030/2035
* 国家森林戦略 2025	既存の森林における炭素の保全、既存の森林における生産の強化、伐採木製品プールの増加、森林管理の強化、自然攪乱に対する保護強化、GHG を多く含む原料・資材の伐採木材製品への代替。再生可能エネルギー供給量増加への寄与。	CO2, CH4, N2O	経済、 規制、 財政、 情報	実施済み	フィンランドの森林政策の主要な要素は国家森林戦略で定義されている。この戦略の作成と発展には、多くの非政府組織 (NGO) やその他の利害関係者が深く関わってきた。地域ごとの目標は地域森林プログラムにまとめられている。	2015	農林省、 官民関係者	NE/NE/NE/NE
持続可能な林業のための資金調達に関する	既存森林の生産強化、木材製品収穫量の増加、森林管理の強化、劣化した土地の回復、水域の保護	CO2, CH4, N2O	経済	実施済み	同法の目的は、経済的、生態的、社会的に持続可能な森林の管理と利用を促進することである。 補助の目的は、森林の成長を促進し、林業のための道路網を整備し、森林の生物多様性を確保し、気候変動への森林の適応を促進することである。	2015	農林省、 フィンランド 森林センター	NE/NE/NE/NE
* メツツアハリトウス社の新オーナー方針 (国有林における気候変動対策)	既存林の炭素保全、森林管理の強化	CO2, CH4, N2O	規制	実施済み	新しい政策措置は、さまざまな形態の土地利用と、持続可能な林業、木材原料の供給、生物多様性、レクリエーション利用、気候政策に関連する目標との調整をさらに強化することを目的としている。 新しい行動には、泥炭地の取り扱いの変更、施肥と育種された植林材による森林の成長促進、そして、森林を保護するためのプログラムが含まれている。	2020	農林部、 国有林 企業	NE/NE/400/700-900
* 森林減少防止対策 (森林の畑への転換防止、	森林減少の防止	CO2, CH4, N2O	経済、 財政、 自主・	採用	土地利用セクターの気候計画には、森林減少を食い止めるための対策がいくつか含まれている。具体的には以下のとおり。	2022- 2035	農林省、 官民関係者	0/NE/NE/500

耕地構造の整備)。居住のための森林伐採の防止、すべての土地利用に対する土地利用変更料)			協定、規制、情報、教育、計画、その他		森林から農地への転換の防止 (CAP)、農地の空間的分布の改善、建設による森林減少の防止、土地利用変更への課税や森林伐採の許可制の検討などである。			
* 植林の推進 (有期植林支援法、低収量耕地への植林)。	新規植林と 森林再生	CO2, CH4, N2O	経済	実施済み・予定	この法律は、森林面積と炭素吸収源を増加させ、生物多様性を損なわずに植林地からの GHG を減少させるために、財政的支援により植林を促進することを目的としている。私有地所有者に補助金を交付することができる。フィンランド森林センターは、この法律の実施に責任を負っている。その目的は、低収量、鉋物、(泥炭の少ない) 泥炭耕地を植林するためのシステムを開発することである。	2021-2028	農林省、官民関係者	0/NE/180/210
泥炭地の森林の気候変動に強い管理 (continuous cover forestry and avoidance of remedial ditching)	既存森林の炭素保全、森林管理の強化、湿地の流出・再湿潤化防止	CO2, CH4, N2O	財政、情報、教育	採用	修復的な溝掘りを避け、緑豊かな森林で継続的な被覆森林管理を促進することにより、泥炭地森林からの排出を削減することを目的としている。この措置は、2023 年に施行される予定の持続可能な林業のための資金調達に関する新法に盛り込まれており、2023 年に施行される予定である。試算では、湿地帯での連続被覆林業の効果のみが含まれている。	2023	農林省、官民関係者	0/NE/210/210
* 土地利用セクターにおける炭素貯留を改善するためのその他の非定量的な措置	既存森林の炭素保全、既存森林の生産強化、森林管理の強化、その他 LULUCF	CO2	経済、自主・協定、情報、教育、研究、	採用	その目的は、土地利用セクターにおける炭素隔離を改善し、炭素貯蔵量を増加させることである。その対策は、土地利用セクターの次の気候計画に含まれている。集水域計画、炭素市場の促進、教育・訓練、情報・知識の共有、国際・EU レベルの協力、新技術の開発、セクター別低炭素化ロードマップ、地方・	2022-2035	農林省、官民関係者	0/NE/NE/NE

			企画、 その他		地域の協力、森林の迅速かつ効率的な更新の促進。 商業的に利用されている森林の朽ち木を残すことにより、炭素蓄積量を増加させること、泥炭地の気候変動に配慮した利用、長寿命製品や建築における木材利用の促進、研究・イノベーションプログラム、パイロット・普及、GHG 排出量インベントリおよびモニタリングシステムの開発。			
* 泥炭林への灰の施肥（一時的なもの）	森林管理の強化	CO2, CH4, N2O	経済	実施済み	泥炭地林への灰の施肥は、泥炭地でカリウム、リンが不足している樹木の成長を促進するためのものである。この措置は、2023 年に施行される予定の持続可能な林業のための資金調達に関する新法に盛り込まれている。	2020	農林部、 国有林 企業	NE/NE/180/400
* カーボンプログラム	その他の農地管理改善活動、家畜管理改善活動、放牧地・草地管理改善活動、有機質土壌管理改善活動、その他の農業、その他の LULUCF	CO2, N2O	その他、情報	実施済み	このプログラムでは、農業や土地利用分野において、新しい知識や革新的な解決策を生み出すプロジェクトに資金を提供している。開発プロジェクトは、気候変動に強い農業、林業、その他の土地利用への移行を促進する、研究データに基づく実用的なプロジェクトである。このプロジェクトは、土地利用分野における排出量削減を促進し、炭素吸収源と貯水池を強化する。また、気候変動への備えと適応を促進する。	2020	農林省	NE/NE/NE/NE
持続可能な林業に関する資金調達に関する有期契約法（更改進行中）	既存森林の生産強化、木材製品収穫量の増加、森林管理の強化、劣化した土地の回復、水域の保護	CO2, CH4, N2O	経済	採用	この法律の目的は、経済的、生態的、社会的に持続可能な森林の管理と利用を促進することである。補助の目的は、森林の成長を促進し、林業のための道路網を維持し、森林の生物多様性を確保し、気候変動への適応を促進することである。	2023	農林省	0/NE/NE/NE

7.1.4.4. エネルギー分野

低炭素化ロードマップ (p.124-125)

2019年の政府計画では、低炭素運転に向けた分野別ロードマップを事業者と協力して作成することが明記された。ロードマップは、必要なアクションの規模、コスト、条件についての理解を深めるために使用される。

合計13のセクターが協調して独自のロードマップを作成した。さらに、バイオエネルギー協会と1つの労働団体が、ロードマップ・プロジェクトに貢献するための報告書を発表した。2021年には、「脱化石燃料輸送ロードマップ」(国内輸送のGHG排出削減に関する政府決議)も別途採択された。各セクターは、それぞれのロードマップの起草と実行を独自に管理していた。ロードマップは以下の分野で作成された。

アグリカルチャー、バイオエネルギー産業、化学工業、コマース、建設業、エネルギー産業、食品産業、林業、ホスピタリティ産業、物流・輸送、不動産所有者・デベロッパー、製材業、テクノロジー産業、繊維産業。

再生可能エネルギー (p.127-128)

2019年、フィンランドはエネルギー・気候統合計画で、2030年に再生可能エネルギーを32%にするというEUの共同目標に対するフィンランドの国家貢献の目標を51%に設定した。再生可能エネルギー分野の政策や施策は、さまざまな再生可能エネルギー源(風力、木材チップ、太陽光、バイオガス、バイオリキッドなど)からのエネルギー生産の促進や、新エネルギー技術の実証プロジェクトの推進に重点を置いている。

再生可能エネルギーによる発電に対する固定価格買取制度は、2011年に施行された。この制度は風力発電、バイオガス、木質燃料を利用した電力生産に対する政府の支援である。また、CHP(Combined Heat and Power:熱電併給)プラントで使用される森林チップ(泥炭や石炭の代わり)には、別のプレミアムスキームが用意されている。スライド式固定価格買い取り制度は、1つの発電所あたり最長12年間支払われる。プレミアム水準は、エネルギー源に応じて、平均電力価格、平均排出権価格、または泥炭税によってスライドする。新規の発電所は、スライド制の対象にはならない。固定価格買取制度は、入札に基づく技術中立的なプレミアム制度に取って代わられた。

2018年5月、国会は再生可能エネルギー源による電力の生産支援に関する法律の改正を承認し、新たなプレミアム制度の規定を定めた。プレミアム制度は、競争入札プロセスに基づいており、異なる再生可能エネルギー源への投資は、費用対効果の目標が考慮されるように競争する。2018年12月に1.4TWhの再生可能電力に対する入札が行われた。新たな入札は予定されエネルギー補助金(投資補助金、年間予算約4000万ユーロ)は、新技術の商業化、非ETS分野(輸送用先進バイオ燃料の生産工場を含む)、および、エネルギー・マネジメント・システム(エネルギー

ギー・マネジメント・システム、年間予算約 1000 万ユーロ) を対象としている。

マルチ燃料ボイラーで森林チップの使用を増やすことは、発電と熱供給における再生可能エネルギーの使用を増やす最も中心的で費用効果の高い方法である。森林チップの使用は、熱と電力生産における他の燃料（主に泥炭）の使用や、農場での暖房用オイルの使用に取って代わるものである。森林チップの利用による排出削減量は、2020 年には 550 万トン CO₂、2030 年には 810 万トン CO₂ となる見込みである。

エネルギー課税は、森林チップや林業副産物を CHP 生産や建物固有の熱生産に利用するためのインセンティブを提供する。その目的は、ほとんどの森林由来のエネルギーが、他の木材利用の副産物から市場価格で生産され続けることである。林業経営や木材伐採では、木材加工の原料として適さない木材がたくさん生産される。このような森林バイオマスは、さまざまな政策的手段によって、次のような代替エネルギーとして活用されることになる。暖房、CHP 製造、輸送における化石燃料の使用、木質系燃料の使用は援助がなくても採算が取れる燃料の使用は、援助制度によって促進されない。

表 4.4 再生可能エネルギーの歴史的発展と WM 予測、TWh

	2010	2015	2020	WM プロジェクション		
				2025	2030	2035
黒液	37.7	39.5	43.9	46.5	48.5	50.5
産業界で使用される木質燃料やエネルギー生産	32.3	36.2	39.1	51.1	52.5	49.8
木材の小規模燃焼	19.2	16.2	15.7	14.1	12.1	11.3
水力発電	12.7	16.6	15.7	14.3	14.4	14.5
ヒートポンプ	2.9	4.8	6.6	10.3	12.6	14.5
風力発電	0.3	2.3	7.9	20.0	23.2	30.5
輸送用バイオ燃料	1.6	5.8	4.7	11.6	11.4	8.8
回収燃料 (バイオフラクション)	1.7	3.2	3.8	6.3	5.5	5.7
その他の再生可能エネルギー	1.5	1.6	2.2	3.2	8.7	9.3
合計	109.9	126.3	139.6	177.4	188.7	195.0

7.1.5. 予測及び政策・対策

7.1.5.1. LULUCF の WM 予測

土地利用・土地利用変化・林業セクター (LULUCF) は、WM 予測では全体として純吸収となる見込みである (表 5.10)。 (p.243-244)

表 5.10 最新の GHG インベントリと WM 予測にそれぞれ基づく LULUCF セクターの GHG 排出量と吸収量の過去（1990 年～2020 年）と予測（2025 年～2035 年）

	ヒストリカル							WM プロジェクション		
	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030	2035
	百万トン CO ₂ eq.									
総排出量・総排出削減量	-13.4	-13.2	-15.0	-20.5	-21.7	-18.8	-17.3	-22.9	-20.9	-22.6
二酸化炭素	-17.1	-16.8	-18.5	-23.8	-24.8	-21.6	-20.1	-25.7	-23.7	-25.5
CH ₄	1.5	1.5	1.3	1.2	1.0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9
N ₂ O	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9

土地利用セクターの気候計画に記載されている対策は、2035 年までに少なくとも 300 万トンの二酸化炭素換算の年間ネット気候インパクトを達成することを目的としている（表 5.11）。この対策は、農地、森林、土地利用の変化を対象としている。2035 年の土地利用セクターの正味吸収量は、二酸化炭素換算で-2260 万トンと推定される。2035 年には、2020 年比で合計 530 万トンの二酸化炭素の純吸収量が増加し、本計画の最低目標を上回ると予想される。NFS は化石資源を再生可能なバイオマスに置き換えるために、木材の利用を増やすことを目指している。WM 予測では、2026 年から 2035 年にかけて伐採が最大 8000 万立方メートル（バイオエネルギー用の木材利用を含む）増加し、森林（木と土壌を含む）の推定炭素吸収量は 2035 年までにおよそ年間-2260 万トン CO₂ eq の水準となる。湿地からの排出量が減少傾向にあるのは、泥炭のエネルギー利用が減少し、泥炭採取に必要な面積が小さくなっているためである。（p.243-244）

表 5.11 土地利用セクター気候計画に示された対策 2030 年および 2035 年に及ぼす気候への予備的影響（CO₂ 換算百万トン）

測定	エリア	2030 年の気候変動への影響（百万トン CO ₂ .eq.）	2035 年の気候変動への影響（百万トン CO ₂ .eq.）
Metsähallitus オーナー方針		0.4	0.7-0.9
森林の畑への転換防止	年間約 1,700~1,900ha		0.5
新規植林のための期限付き支援に関する法律	年間 3,000ha、うち 40%がピート生産地域	0.09	0.11
低収量農地の新規植林	9,000ha 2024-2028 年	0.09	0.1
泥炭性農地（草地）の地下水位上昇-30 cm	2030 年：20,000ha 2035 年：32,500ha	0.135	0.219
湿地農業 Paludiculture、地下水位-30 cm	2030：5,000ha 2035：10,000ha	0.047	0.094

湿地農業 Paludiculture、地下水位-5~-10 cm	2030年：2,500ha 2035年：5,000ha	0.047	0.094
管理された湿地	2030年：4,000ha 2035年：7,500ha	0.072	0.136
不耕起多年生草地	2030年：40,000ha 2035年：40,000ha	0.081	0.081
低収量で泥炭の厚い土地の湿地化	2030年：10,000ha 2035年：10,000ha	0.181	0.181
泥炭地の森林管理の総合的な計画（土地改良の排水溝造成の回避）	-	-	-
泥炭地の森林管理の総合的な計画（沼地における林冠被覆林業）	6,000ha/年	0.21	0.21
泥炭林への灰の施肥	26,000ha/年	0.18	0.4
鉱物性土壌への施肥の促進	25,000ha/年	0.46	0.28

7.1.5.2. 方法論

・再生可能エネルギーの前提条件

化石燃料と泥炭を自然エネルギーと電力に置き換える傾向は、以下の表 5.19 が示すように、地域暖房の分野でも明らかである。(p.260)

表 5.19 2010年、2015年、2020年および2025年、2030年、2035年のWM予測における地域熱（熱専用ボイラーとCHP熱）およびCHP電気のエネルギー源（TWh）

	ヒストリカル			WMプロジェクション		
	2010	2015	2020	2025	2030	2035
燃料油	3.5	1.5	0.8	0.6	0.3	0.3
石炭	14.2	11.7	6.9	0.6	0.0	0.0
天然ガス	25.7	11.9	9.1	3.6	1.5	0.9
ビート	13.3	9.3	7.7	2.0	0.4	0.2
木質系燃料	19.5	24.1	27.9	24.4	23.4	19.6
その他の再生可能エネルギー (主にバイオガスと廃棄物の再生可能部分)	1.0	2.3	3.0	2.7	2.8	2.7
その他の化石燃料 (主に廃棄物の非再生可能部分)	1.0	1.9	2.5	2.3	2.1	2.1
その他（主に廃熱、電気ボイラー、ヒートポンプの電気・熱を含む）	1.2	2.6	4.5	9.4	10.4	11.1

ヒストリカルデータの出典エネルギー統計

電力供給量

電力供給では、特に風力発電の割合がこれまで以上に急速に増加すると思われる（表 5.20）。同時に、木質燃料の割合がある程度増加し、化石燃料の割合は減少すると予想される。（p.261）

表 5.20 2010 年、2015 年、2020 年および 2025 年、2030 年、2035 年の WM 予測における電力供給量（TWh）

	ヒストリカル			WM プロジェクション		
	2010	2015	2020	2025	2030	2035
ハイドロ	12.7	16.6	15.7	14.3	14.4	14.5
風力・太陽光	0.3	2.3	8.2	20.6	25.6	33.9
木質系バイオマス	10.0	10.1	10.3	13.6	13.6	13.7
その他の再生可能エネルギー（主に廃棄物の再生可能部分）	0.4	0.6	0.6	0.7	0.5	0.6
核	21.9	22.3	22.4	35.0	35.0	35.0
オイル	0.4	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0
石炭	13.6	4.8	2.3	1.3	0.3	0.0
天然ガス	11.0	5.1	3.9	2.9	2.3	2.2
ビート	5.9	2.9	2.0	0.8	0.2	0.0
その他（主に廃棄物の化石部分）	0.4	0.3	0.9	0.6	0.5	0.5
輸入品	10.5	16.3	15.0	1.7	6.1	7.9

ヒストリカルデータの出典エネルギー統計

電力消費量

林業はエネルギー消費量が多く、電力や熱の生産量も多い。特にパルプ工場では、クラフト工程から出る主な副産物である黒液から、大量の電気と熱を生産している。

また、機械式林業の樹皮やおがくずなど、林業から出る副産物は、林業とエネルギーの両分野で燃料として利用されている。また、機械林業から出る樹皮やおがくずなどの林業副産物は、林業とエネルギーセクターの両方で燃料として利用されている。例えば、2021 年には、これらの副産物は約 24TWh、黒液は 46TWh に相当する。同時に、木質系燃料の総使用量は約 110TWh となった。従来、黒液はすべて、特別に設計されたボイラーで燃焼され、熱と電気を供給してきた。WM の予測では、将来、黒液の一部は輸送用のバイオ燃料に変換されると予想されている。市場の傾向として、印刷用紙、特殊紙、軟質紙の生産は減少するが、パルプや副産物として黒液が発生する新しい製品（繊維、化学、バイオプラスチックなど）の生産は増加すると思われるので、大量の黒液が利用できるはずである。以下の表 5.21 は、林業における過去の電力消費量と予測値を示したものである。（p.261）

表 5.21 2010 年、2015 年、2020 年および 2025 年、2030 年、2035 年の WM 予測における林業の電力供給量 (TWh)

	ヒストリカル			WM プロジェクション		
	2010	2015	2020	2025	2030	2035
電力消費量、TWh						
パルプ・紙	20.6	17.5	15.6	16.5	16.4	16.4
機械式林業	1.6	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3

過去のデータの出所フィンランド統計局

・ LULUCF セクターの前提条件

LULUCF セクターに関する主な前提条件は表 5.26a に、追加情報は表 5.26b に示した。想定は、HIISI シナリオ、農業のための更新された HIISI、土地利用セクターのための気候計画のためのシナリオの 3 つのシナリオ研究に基づいている。LULUCF セクターの HIISI シナリオは、2021 年に作成された。2022 年に土地利用セクターの気候計画で更新された。同時に、農業分野の HIISI シナリオも更新された。今回の NC8 における LULUCF 予測は、これら 3 つのシナリオをまとめたものである。(p.265)

*HIISI : “Carbon neutral Finland 2035 – measures and impacts of the climate and energy policies” project

表 5.26 b LULUCF セクターの主な前提条件

	前提条件	出典
森林		
丸太の需要	林業セクター別生産量と丸太輸入量に基づく	HIISI シナリオ
エネルギー用木材の需要		HIISI シナリオ
木材価格	2008 年から 2017 年の平均値	森林統計
育林のためのコスト	2007 年から 2026 年までの平均値	森林統計
気候	温度上昇と CO2 濃度により、樹木の増量が進んでいる。	HIISI シナリオ
remedial drainage の回避	排水された肥沃な泥炭林において年間 1000ha 削減	土地利用セクターの気候計画
泥炭地の森林を統合的に管理し、間伐を行う	最も肥沃で排水性 7 泥炭地の森林で年間 8,000ha	土地利用セクターの気候計画
泥炭林への灰の施肥	年間 50,000ha	土地利用セクターの気候計画
鉬物性土壌への森林施肥	年間 67,000ha	土地利用セクターの気候計画
商業用利用されている森林の朽ち木の増加	1ha あたり最大 7 立方メートルの増加	土地利用セクターの気候計画

再生伐採後の即時再生	遅延なし	土地利用セクターの気候計画
農地	2025年.2030年.2035年	
泥炭性農地（草地）の地下水位上昇-30 cm	7,500ha、2,000ha、32,500ha	土地利用セクターの気候計画、更新 HIISIAGRI
湿地農業（Paludiculture）、地下水位-30 cm	2,000ha、5,000ha、10,000ha	土地利用セクターの気候計画、更新 HIISIAGRI
不耕作の多年生草原	40,000、40,000、40,000	土地利用セクターの気候計画、更新 HIISIAGRI
土地利用変化		
耕作地・泥炭生産地の新規植林 2021～2023年	3,000～4,000ha/年	土地利用セクターの気候計画
低収量畑の新規植林 2024年～ 2028年	年間9,000ha	土地利用セクターの気候計画
森林から耕作地へ、森林の減少	有機質土壌で年間900ha、無機質 土壌で年間800haの減少	土地利用セクターの気候計画
生産性の低い、畑を湿潤化して湿 原帯を作る	4,000ha、10,000ha、10,000ha	土地利用セクターの気候計画
管理された湿地、泥炭耕地から湿 地へ（農業用地からの変更）	15,000ha、4,000ha、7,500ha	土地利用セクターの気候計画、更新 HIISIAGRI

LULUCF セクターについては、最新の年次 GHG インベントリの提出と LULUCF セクターの WM 予測が作成された時点では、樹木成長の減少に関する最新の結果はまだ得られていなかった。現在進行中の第 13 回全国森林インベントリの最初の 3 年間（2019-2021）の結果から、成長ストックの年次増加、すなわち樹木成長が、前回の第 12 回全国森林インベントリ（2014-2018）と比較して減少したことが明らかになった。

樹木の成長の低下は、林地における吸収量の低下を示し、LULUCF セクターにおける炭素吸収量の減少を意味する可能性がある。LULUCF セクターにおける炭素吸収量の推定は、今後再評価される予定である。（p.280）

森林資源の開発は、MELA ソフトウェアを使用して推定された。樹木のバイオマス蓄積量、商業木材とエネルギー木材の伐採量、自然枯死率のモデリング結果を用いて、CO₂、樹木の排出量と吸収量を推定した。丸太の需要は、林業の木材消費量と生産量から決定した。木材エネルギー利用の需要と消費は、TIMES-VTT¹エネルギーシステムモデルの結果から導き出した。樹木バイオ

¹ TIMES-VTT モデルは、VTT Technical Research Centre of Finland Ltd が開発したもので、同社はモデルの実行と省内の予測・分析も行っている。TIMES-VTT には、フィンランド、スウェーデン、ノルウェー、デンマークのエネルギーシステムの詳細な表現と、より集約された形で他国に関するデータが含まれている。TIMES-VTT モデルの広範なデータベースには、エネルギー生産と分配システム、建物ストック、住宅やサービスにおけるエネルギー使用、自動車やその他の車両ストック、エネルギー集約型工業製品の製造プロセスや工場、その他の工業用エネルギー最終使用、農業や林業におけるエネルギー使用など、現在のエネルギーシステムを詳細に記述することができる。（p.275）

マスの年間炭素蓄積量の変化は、2つのサブ期間の樹木バイオマス蓄積量の差を10年（全計算期間のサブ期間）で割ったものとして推定された。バイオマスの変化量に0.5を乗じて炭素に換算している。これは、GHGインベントリで適用されているゲイン-ロス法とは異なる方法である。MELAモデルは、Yasso07 土壌モデル 30（鉱物性森林土壌の炭素蓄積量の変化）の入力データも提供している。森林資源モデリングツールとして、国や地域レベルでの政策支援や意思決定に利用されている。

MELAプログラムには、1) 個々の木の成長と発達のモデルに基づく自動スタンドシミュレータ、2) 線形計画法に基づく最適化パッケージ、の2つの部分がある。モデル化のための初期状態を確立するために、国の森林インベントリデータが使用される。このプログラムには、気候シナリオを組み込むことができる。これらの予測には、過去の長期的な気温とCO₂濃度の変化が樹木の成長に与える影響が含まれている。MELAはフィンランドの条件に合わせて開発され、フィンランドの森林管理勧告を適用したいいくつかの国別モデルを使用している。最適化により、MELAは目標に到達するための最適解を求める。そのため、過去のGHGインベントリデータとの互換性は弱い可能性がある。（p.280-281）

MELAの長所は以下の通りである。(1)モデリングの初期段階では、森林資源に関する地域のNational Forest Inventoryの実測データを使用する。(2)実測された個々の木レベルのデータがモデリングのベースとなる。(3)適用する成長モデルは、NFIデータの増分木を使用して校正される。(4)長期的な成長指標を使用して、天候要因などによる時々の経年変動を排除する。(5)統合成長モデルのファミリーは十分に文書化されている。（p.281）

弱点は以下の通り。(1)NFIデータからの初期データ作成に時間がかかる、(2)新しい森林施業は容易に経営選択に導入できるが、適切な成長モデルがないことが制約となる、(3)成長指標を用いることは、長期的に成長傾向に変化がある場合、弱みにもなるが、同時に成長指標の使用により、シナリオの将来成長傾向に一時的変化が大きく影響することを防ぐ、(4)シナリオの将来成長傾向の推定は、10年間のMELAの結果に基づいている。(4)木質バイオマスの将来の炭素蓄積量変化の推定には、10年間の木質バイオマス蓄積量に関するMELAの結果に基づいている。

バイオマスの年間変化は、2つのサブ期間（MELAでは国別バイオマスモデルが適用される）の差を10で割った値として推定した。GHGインベントリでは、ゲイン-ロス法が適用されている。樹木の体積増加と総排水量は、NFIで測定されたデータから計算されたバイオマス拡大係数と変換係数によってバイオマスに変換される。理論的には、GHGインベントリと同じ方法がシナリオデータに適用された場合、ストック変化法が算出する結果と同じになるはずである。しかし、実際には、この2つの方法は、異なる結果を示している。従って、シナリオとヒストリカルデータの間には整合性がない。（p.281-282）

林業に関しては、成長の仮定はいくつかの情報源に基づいている。最も重要なものの一つは、「Suomen metsäteollisuus 2015-2035」レポート（フィンランドの林業 2015-2035）で発表され

たポーアイ経営コンサルティングの専門知識である。情報の一部が古くなりつつあるため、フィンランド林業連盟とフィンランド製材所協会が 2020 年に発表した 2 つの低炭素ロードマップとフィンランド天然資源研究所 (Luke) の専門知識によって更新・補完された。(p.232)

ペイリーは、地域と世界のパルプ、紙、木材製品の需要予測、フィンランドの生産施設の競争力、林業界が発表した投資計画に基づいて評価を行っている。フィンランド林業協会のロードマップは主にポーアイの報告書を踏襲しているが、一部の生産量は協会の最新の見解に基づき更新されている。

フィンランド製材所のロードマップは製材所産業のみに焦点を当てているが、フィンランド天然資源研究所 (Luke) の専門家は、紙の生産能力、生産能力から算出した生産量、そしてそれらが将来どのように発展するかについて最近の変化に関する貴重な洞察を示している。

第 7 次国別報告書 (NC) の予測に用いられた数値と比較すると、2035 年の印刷・筆記用紙の推定生産量は 120 万トン少なくなり、合計 210 万トンに過ぎない。製材品の生産量も前回予測より減少する一方、その他の紙の生産量は前回予測より 90 万トン増加し、2035 年には 610 万トンになる見込みである。板紙と段ボールの総生産量は、2035 年に約 40 万トン減少し、市場パルプは第 7 次国内通信よりも 100 万トン増加する見込みである。

新予測と前回予測の最も顕著な違いは、バイオマス由来のバイオ燃料、化学物質、バイオプラスチック、繊維からなる、いわゆる新製品という新しいカテゴリーで、2035 年の総量は 200 万トンと予測されている。

NC7 と比べた今回の NC8 における LULUCF (p.282-283)

モデル開発および GHG インベントリ手法の変更に伴い、予測推定に前提および手法の変更が適用された。

更新された前提：

- ・ 林業生産
- ・ 商業用木材とエネルギー用木材の収穫率
- ・ 新規植林や森林減少を含む土地利用や土地利用変化の開発
- ・ MELA における木材の価格と造林のコスト方法の変更。

変更された手法

・ 森林資源の開発は、NC7 では MELA2012 版を使用したのに対し、MELA2016 でモデル化した。主な変更点は次の通り。(1) NFI で測定された新しい増分データにより良く適合するように、樹木の成長キャリブレーションモデルを修正したこと。(2)旧予測のシミュレーションでは、小径木の幹数・体積が大きくなっていた。このモデリング部分は、NFI で測定された自然枯死率によりよく適合するように修正された。その他の変更点は、MELA2016 リファレンスマニュアルに記載されている。

- ・収穫物吸収の切削屑の割合は、第12回NFIをもとにキャリブレーションを行った。
- ・SF-GTMモデルは、木材の使用量と需要の推定には使用されていない。

NC7の予測では、LULUCFの吸収量は、2025年と2030年に、2600万トンのCO₂ eqから400万トン近くまで減少している。新しい予測では、正味の吸収量は、それぞれ2300万トン、2100万トンのCO₂ eqとなる。主な原因は、森林予測にあるが、その理由と異なる構成要素の影響を特定することは不可能である。おそらく、MELAモデリングの変更が重要な要因であると思われる。

7.1.6. 脆弱性の評価、気候変動影響及び適応対策

7.1.6.1. 自然環境と生物多様性

最も影響を受けやすい生息地は、沿岸の漂流線と一次遷移の段階に関連する生息地、雪床、山カバノキ林、山岳ヒース、一次溪流、ラップランド北部の小さな内陸水域、伝統的な農村ビオトープ、南部のaapa湿原、spring mires、開放性および半開放性の岩露頭であると確認された。(p.296)

7.1.6.2. 林業

平均気温と大気中の二酸化炭素濃度の上昇は、すでに樹木の成長速度を速めているが、同時に、より深刻な森林被害のリスクも高まっている。中東欧に比べ、フィンランドでは大規模な森林被害は比較的少ないが、気候温暖化によりこの状況は変化すると考えられる。フィンランドでは、関連するリスクとして、自然現象（風、干ばつ、雪など）と生物現象（虫、病気、野生動物など）があるが、これらは相互に作用するため、林業セクターへの悪影響の可能性は複雑である。

ヘテロバシジウム根腐れ菌などの腐敗菌は、春から秋にかけて暖かくなると活動を続け、長い間胞子を作り続けることができる。根腐れ菌は、風当たりが強くなり、積雪が少なくなると、その恩恵を受けることができる。根腐れ病は、風当たりの強さや積雪の減少によっても発生する。その結果、木に切り込みが入り、そこから胞子が感染してしまう。フィンランドでは、森林再生にトウヒを使用することが多くなっているため、このような問題に直面している。トウヒは乾燥や風害に最も弱い樹種である。スプルースは干ばつや風害に最も弱い樹種であり、その主要害虫であるスプルースキーカブトや根腐れ菌は、森林の再生に有利に働く。そのため、森林管理は混交林を重視し、森林の再生に利用する必要がある。森林管理では、混交林を重視し、その土地に最適な樹種を使用することが重要である。しかし、地域によっては、ウマ科の動物が密集しているため、トウヒに代わる落葉樹を使うことができない。雪解け時期の悪化と長期化により、木材伐採に支障をきたす可能性がある。木材供給に依存する産業に影響を与える可能性がある。(p.300-301)

7.1.6.3. 金融・保険

フィンランドでは、民間の保険会社が森林に保険をかけている。20年前には民間の森林の30%しか保険をかけていなかったが、今では民間の森林所有者の約50%が森林の損害に対して保険をかけている。

保険会社が提供する森林保険は、暴風雨、積雪、森林火災、洪水、害虫、菌類による病気など、さまざまな被害をカバーしている。平均して、森林保険による補償の約60~70%が暴風雨による損害に対して支払われるため、年間補償額はその年の暴風雨の活動に大きく依存する。例えば、2011年12月のBoxing Dayの暴風雨だけで、合計約3,000万ユーロの補償が行われた。2012年から2021年にかけて、保険会社は1億3900万ユーロの暴風雨補償を支払った。

高温、強風、低湿度が重なると、森林火災の発火と拡大のリスクが高まる。今世紀末には、森林火災の警戒日数が年間平均で現在より5~10日多くなると予想されている。森林火災のリスクは、フィンランド南部でより大きくなる。フィンランドでは森林火災の予防が効果的に行われているが、大規模火災のコストは数千万ユーロに達する可能性がある。(p.311)

7.1.6.4. 適応計画

林業 (p.323)

林業に対する適応策は、農林省の2022年から2027年までの分野別適応計画に含まれている。森林被害防止法21は2014年に施行され、直近では2022年に気候変動による虫害や根腐れによる甚大な森林被害のリスクを低減するために変更された。気候変動に強い林業は、「国家森林戦略2025」の不可欠な要素である。主な目標は、気候変動への配慮を森林管理に取り入れることで、森林の回復力を維持・向上させることである。

これは、森林における炭素貯蔵と隔離の強化、および森林と森林管理が気候変動に適応するための影響に関する知識と実用的なツールを向上させることによって達成される。

新戦略の作成は現在進行中で、2022年末までに完成する予定である。研究開発への資金調達の増加、森林管理と気候変動に関する法律やガイドラインの更新は、森林所有者、経営者、当局が行うリスク管理の改善にも寄与している。私有林の持続可能な森林管理のための国家融資制度の更新も進行中である。主な目標の1つは、森林の回復力を高める管理手法を促進することである。

進捗状況 (p.336)

森林損害防止法は2014年に施行され、直近では2022年に気候変動による昆虫や根腐れによる森林の大規模な損害のリスクを低減するために変更された。

フィンランドの森林行政は、森林における大規模な暴風雨やその他の被害に対する危機管理計画を作成した。この計画は、暴風雨被害、森林火災、雪害、干ばつや凍害、遠くから運ばれる大気汚染、フィンランドではこれまで観察されていなかった病害虫を対象としている。また、当局は、

様々な侵略的外来種や、今後被害が拡大すると予想されるスプルースキービートルなどの国内害虫に対する危機管理計画の立案にも着手している。

「森林樹木育種プログラム 2050」（2008 年）で定められた遺伝子改良の主要な目標の 1 つは、将来の森林再生資材を気候変動に適応させることである。新しい種苗園の設立により、異なる気候条件に適した高品質の種子の利用を促進する。2022 年中に次世代種苗園プログラムを準備中。気候温暖化予測を考慮した新しい展開エリアマップを 2017 年に発表。2017 年に松の改良種苗をリリースし、現在スプルースキも準備中。

7.1.7. 資金源及び技術移転

フィンランドの開発協力は、その価値と強みを生かし、限られた優先事項に焦点を合わせている。「気候変動、生物多様性、天然資源の持続可能な管理・利用」はそのひとつである。気候変動の緩和、食料安全保障、水とエネルギー、気象学と災害リスク予防、森林と生物多様性の保護と並んで、適応策の強化が強調されている。(p.355)

7.1.7.1. 多国間援助

フィンランドは 2019 年と 2020 年に地球環境ファシリティ（GEF）、後発開発途上国基金（LDCF）、緑の気候基金（GCF）に資金を提供した。(p.357)

7.1.7.2. 二国間援助

長期パートナー国での二国間協力は、パートナーとの協力のもと、国の開発計画に基づき作成される国別プログラムに基づいて行われる。特に公共セクターとの気候関連協力の主な分野は、エネルギー、林業、自然資源管理、水と衛生、気象学などである。

タンザニアで実施されている森林プロジェクトは、主に森林を利用した生活と雇用の拡大を目的としているが、気候変動の緩和や適応にも大きな効果を発揮している。(p.358)

7.1.8. 研究及び規則的観察

7.1.8.1. 主要な包括的研究プログラムおよび資金提供組織

フィンランドアカデミーが進行中の気候・エネルギープログラム

森林に基づくバイオエコノミーの革新 ERANET、136 百万ユーロの共同出資、ForestValue 共同募集。百万ユーロ、ForestValue Joint Call 2021 が 0.75 百万ユーロで共同出資されている。(p.379)

戦略的研究会議（Strategic Research Council）のプログラム

最近終了した戦略的研究評議会（SRC）のプログラム（2015 年～2021 年）には、同様に関連する研究コンソーシアムがあり、エネルギー転換と再生可能エネルギー、森林資源の利用、非再生可能物質の循環経済、資源効率の良い食料生産、安全リスクに関する気候・資源シナリオ、都

市化、社会の様々なレベルにおける意思決定のための情報要件といったテーマを扱っている。
(p.381)

各省庁による気候変動関連プログラム

各省庁は、ビジネスフィンランドなどの行政セクターの研究・専門家組織を通じて気候変動関連の研究資金を提供していますが、農林省や環境省のように、特定の研究開発プログラムや公募を通じて資金を配分しているところもある。

フィンランド農林省は、研究開発活動を通じて、意思決定、経済活動の競争力促進、再生可能な天然資源の持続可能な利用を支援するための知識、専門知識、イノベーションを積極的に生み出すことを目的としている。

「キャッチ・ザ・カーボン」パッケージの目的は、2035年までに少なくとも300万トン（二酸化炭素換算）の年間排出量削減を達成することである。(p.382)

7.1.8.2. 気候プロセス・気候システム研究

FMIのエアロゾル気候研究

汚染された地域と自然のままの地域の両方における人為的エアロゾルの気候への影響、および雲と気候における自然の北方林エアロゾルの役割という2つの主要分野に焦点を当てている。研究は、フィンランドの特定の場所や国際的なホットスポットでの実地測定、モデリング、実験室での作業、衛星からのデータ取得に依存している。FMIのGHG研究では、GHGの高精度な濃度と、森林、泥炭地、農業用土壌など、生態系と大気との交換フラックスに焦点を当てている。(p.384-385)

7.1.8.3. 気候モデリングと予測

地球システムモデル EC-Earth の大気成分 Open-IFS、陸面成分 LPJ-Guess、海洋成分 NEMO といった地球システムモデルの単一コンポーネントは、気象予報におけるアンサンブル予測、炭素吸収源としての地球規模の森林の役割、バルト海や北極海の海水特性といった特定の研究目標に向けて使用・開発されている。(p.386)

フィンランド気象研究所 (FMI)

森林、泥炭地、農地の管理下および気候変動下における炭素の吸収と供給、ならびに土地の炭素循環と栄養供給、水循環、大気間のフィードバックを研究するために、モデル (JSBACH 陸面モデル、LDNDC 生態系モデル、PEcAn モデルとデータ同化プラットフォームなど) を使用、開発している。(p.387)

7.1.8.4. GHG インベントリ

GHG インベントリを支える研究の焦点は、土地利用・土地利用変化・林業 (LULUCF) および

農業セクターにおける、特に土壌の炭素蓄積量変化を推定するための手法と国家パラメータの開発・改良に置かれている。土壌の炭素蓄積量変化を推定するフィンランドの Yasso モデル（欧州森林研究所(EFI)、フィンランド環境研究所、フィンランド天然資源研究所 (Luke)、フィンランド気象研究所が開発)は国際的に認められ、他の国のインベントリ作成にも使用されている (p.387)

フィンランド天然資源研究所 (Luke)

Luke はその研究活動を 4 つのプログラムで構成している。すなわち、収益性の高い責任ある一次生産、循環型バイオエコノミー、気候スマートな炭素循環、適応的で強靱なバイオエコノミーである。さらに、フィンランド天然資源研究所は、農業や土地利用、土地利用変化、林業セクターの GHG インベントリなどを担当する法定および専門家サービスのプログラムも持っている。Luke では、土地利用、森林資源、森林の成長、状態、生物多様性に関する信頼性の高い情報を作成する NFI を実施している。NFI は統計的サンプリングに基づいて実施されている。

最新の NFI は 2014 年から 2018 年にかけて実施され、13 回目の NFI が進行中 (2019 年から 2023 年)。1920 年代から 12 回の NFI が実施され、土地利用と森林資源の発展に関する国際的にユニークな時系列データを提供している。Luke は UNECE ICP(United Nations Economic Commission for Europe International Cooperation Programme)森林レベルII 集中モニタリングに参加しており、森林生態系の状態に影響を与える原因や、気候変動を含む様々なストレス要因の影響を把握するための鍵となる。Luke の森林被害アドバイザーサービスは、森林の病害虫とその被害状況を監視する役割を担っている。森林の病害虫に関する問い合わせや診断・予言を行い、森林所有者や管理者の意思決定を支援する。また、木や森の実のフェノロジーに関する情報を収集している。このため、さまざまな樹種の芽吹きの時系列をもとに、気候の温暖化の程度を評価することができる。(p.392)

MELTA

森林資源モデリングツールとして、国や地域レベルでの政策支援や意思決定に利用されている。MELTA プログラムには、1) 個々の木の成長と発達のモデルに基づく自動スタンドシミュレータ、2) 線形計画法に基づく最適化パッケージ、の 2 つの部分がある。(p.281)

7.1.9. 教育、研修及び普及啓発

7.1.9.1. 職業教育

2018 年の職業教育改革では、持続可能な開発が職業高等教育要件の共通部分に必修項目として盛り込まれた。また、持続可能な開発と環境問題は、各職業の能力要件と技能要件として職業資格の基礎に組み込まれた。環境に配慮した活動が横断的に行われている分野もある。例えば、農学、林学、自然科学は、自然の福利と持続可能性に基づいている。

循環型経済は、例えば建設分野や繊維・ファッション分野では重要なテーマであり、社会・健

康分野では気候変動への適応が必須コンピテンスとなっている。2022 年秋には、すべての高等職業資格に新しい選択科目「気候変動への責任」が導入される予定である。

さらに、高等職業資格や専門職業資格では、資源効率や環境教育を専門的に学ぶ機会が設けられている。(p.418)

7.1.9.2. 国際的な研修活動

東フィンランド大学 (UEF) の科学・森林学部では、12 ある修士課程のうち6つが、天然資源の持続可能な利用と気候変動の緩和を直接の対象としている。過去 10 年間、ヨーロッパ、北米、ロシア、中国、ブラジル、ガーナの大学との提携で実施されたこれらのプログラムでは、50 カ国以上から集まった 100 人以上の専門家を養成した。さらに、UEF 科学・森林学部は、森林科学と環境変化の生物学における博士課程で国際的な気候変動の専門家を養成している。さらに、北極圏の生物地球化学に関する大学院教育は、北欧センター・オブ・エクセレンスの「変化する雪氷圏の影響: : 永久凍土・雪・氷からの生態系-気候フィードバック (DEFROST)」ネットワークの一環として行われている。森林やその他の天然資源の管理に関する開発途上国の専門家のトレーニングは、ヘルシンキ大学の農業および森林科学プログラムに不可欠な要素である。その一例が、農林学部に属するヴィーッキ熱帯資源研究所 (VITRI) で、この研究所は、劣化した自然および人為的な生産システムの修復に強い関心を持ち続けている。この研究所は、アグロフォレストリーシステムを含む、劣化した自然および人為的な生産システムの修復と、アジア、アフリカ、ラテンアメリカの異なる生態系ゾーンにおいてこれらのシステムが提供する様々な製品とサービスに対して、強い関心を持ち続けている。

東フィンランド大学 (UEF) では、科学・林学学部が様々な教育・研究をコーディネートしている。林業学部は、持続可能な森林利用や森林保全の分野での能力開発を目的とした 持続可能な森林利用と環境研究の分野における能力開発を目的とした、さまざまな教育・研究プロジェクトに参加している。現在、プロジェクトは、西アフリカ (シエラレオネ、ブルキナファソ)、ベネズエラ、ガーナ、ウガンダ、インド、ケニアで実施されている。

これらのプロジェクトは、バイオエネルギー問題や炭素隔離を扱い、地元のカリキュラム開発を通じて気候に関する専門知識を強化することや、地元の大学でカリキュラムを開発し、気候に関する専門知識を強化することに重点を置いている。例えば、VITRI はスーダン、ケニア、エチオピア、タイ、インドネシア、ラオスの林業セクターの開発に積極的に参加している。(p.424)

7.1.9.3. 若者の協議

フィンランドは「World Summit of Students for Climate」も支援し、数カ国で若者の参加を強化し、相当量の新しい炭素吸収源を作り出した。World Summit of Students for Climate は、2019 年 5 月 29 日から 6 月 5 日にかけてフィンランドで開催された。サミットは、ヘルシンキ市とヨエン

スー市、リペリ市、環境省、農林省、教育文化省、外務省の協力のもと、ENO スクールネットが発起人となり開催され、70 カ国から 135 人の生徒と 100 人の教師が参加した。

学生たちは事前の課題に基づき、気候変動と森林について話し合い、植樹を開始することを約束した（植樹とツリー・アダプト・スクール）。学生としてできる行動を投票で決め、「気候行動計画 2019-25」を作成、教員は、教育、自然科学、循環型経済などの分野でワークショップを行った。最終目標は、2025 年までに 300 万トンの二酸化炭素を削減することである。サミットは、フィンランド共和国大統領 Sauli Niinistö によって承認された。（p.434-435）

7.1.9.4. 木造建築アドバイザリーサービス

公共木造建築アドバイザリーサービスは、自治体に木造建築に関する専門家のアドバイスを無料で提供するサービスである。

アドバイザリーサービスの目的は、自治体における木造建築に関する知識と関心を高め、さまざまな関係者の連携を強化することにより、公共建築における木材の利用を拡大することである。

木造建築の二酸化炭素排出量は、建築資材の製造から建設、使用、リサイクルまでのライフサイクル全体を考慮すると、他の建築資材よりも大幅に少なくなる。Motiva は、2 年間のプロジェクトの一環として、公共木材アドバイザリーサービスを実施しており、実践的なアドバイザリーサービス、無料のウッドアカデミー・オンライン研修、地域イベント、公共木材建設の共同開発に焦点を当てたワーキンググループなどを実施している。このプロジェクトは、木材建設プログラム（2016 年～2022 年）の一環として、環境省の資金援助を受けている。（p.443）