

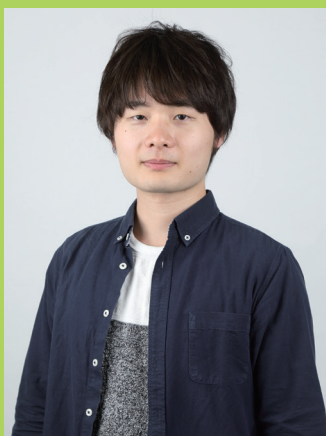
Title	持続可能な林業の実現を目指した提言：一人ひとりの苗木育成から始まる意識改革
Sub Title	
Author	勝野, 晃弘 本田, 新九郎 野本, 和正
Publisher	慶應義塾大学 博士課程教育リーディングプログラム オールラウンド型「超成熟社会発展のサイエンス」事務局
Publication year	2023
Jtitle	超成熟社会発展のための政策提言書 (2022.) ,p.[1]- 20
JaLC DOI	
Abstract	<p>日本の林業を取り巻く環境はここ十数年で大きく変化しており、木材自給率や総需要量、製材品価格は徐々に回復傾向にある。この背景には、地球温暖化対策として二酸化炭素排出量の一部を森林吸収量で確保する目標が明文化されたことや、バイオマス発電の増加、また間伐材の利用や国産材の使用が政策として推進されてきたことが挙げられる。</p> <p>しかしながら、造林や育林、伐採を担う森林所有者を取り巻く環境は依然として厳しく、森林所有者の収入に直結する丸太価格や山元立木価格は低迷している。この点について様々な原因が指摘されており、例えば間伐材の増産による丸太の買い叩きや、製材コストの上昇が山元立木価格に転嫁されている等の声が上がっている。</p> <p>森林所有者でつくる日本林業経営者協会は2020年、「新時代の森林管理・林業経営に向けた提言」を作成し、現場の声を反映した詳細な現状分析を行った。それによると、無垢製材品需要の喚起が丸太価格や山元立木価格の上昇に不可欠であり、補助金に頼らない持続可能な林業につながるとされる。また森林環境教育として木育の重要性を指摘し、特に人と森のかかわりを増やし森林への思い入れを深めることで、社会における森林管理の意義を学ぶことが必要であると指摘した。</p> <p>そこで本提言では、日本の森林の適正管理を促すことを目的として、森林と人のかかわりを増やし、かつ林業の生産性を高めることを目指し、一人ひとりが樹木の苗木を育成し寄付する施策の提案と育成補助デバイスの開発に関する報告を行う。提案する仕組みは一人ひとりが苗木を育成し寄付することで森に愛着を持ってもらい、同時に苗木コストの削減や林業製品の付加価値向上を狙う新たな生活様式である。また新たな生活スタイルの実現において最大の障壁となる、個人で植物を育てる際の手間を取り除くための、補助デバイスの開発を行っている。提言では実現に向けた実務的または政策的な課題や、これまでの取り組みの成果を述べる。本提言の実現により一人ひとりの木育が推進されるとともに、林業製品の付加価値が向上し、補助金に頼らない持続可能な林業の実現が期待される。</p> <p>提言先：林野庁、地方自治体</p>
Notes	2022年度発表者 政策提言書03
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO12005001-00002022-0066

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

03

持続可能な林業の実現を目指した提言 — 一人ひとりの苗木育成から始まる意識改革 —



慶應義塾大学大学院 理工学研究科 博士課程

勝野 晃弘

メンター

慶應義塾大学理工学部 訪問教授

日本電信電話株式会社 NTT 人間情報研究所 2025 イベント研究推進室長

本田 新九郎

慶應義塾大学理工学部 訪問教授

ソニーグループ株式会社 R&D センター Technology Fellow

野本 和正

概要

日本の林業を取り巻く環境はここ十数年で大きく変化しており、木材自給率や総需要量、製材品価格は徐々に回復傾向にある。この背景には、地球温暖化対策として二酸化炭素排出量の一部を森林吸収量で確保する目標が明文化されたことや、バイオマス発電の増加、また間伐材の利用や国産材の使用が政策として推進されてきたことが挙げられる。

しかしながら、造林や育林、伐採を担う森林所有者を取り巻く環境は依然として厳しく、森林所有者の収入に直結する丸太価格や山元立木価格は低迷している。この点について様々な原因が指摘されており、例えば間伐材の増産による丸太の買い叩きや、製材コストの上昇が山元立木価格に転嫁されている等の声が上がっている。

森林所有者でつくる日本林業経営者協会は 2020 年、「新時代の森林管理・林業経営に向けた提言」を作成し、現場の声を反映した詳細な現状分析を行った。それによると、無垢製材品需要の喚起が丸太価格や山元立木価格の上昇に不可欠であり、補助金に頼らない持続可能な林業につながるとされる。また森林環境教育として木育の重要性を指摘し、特に人と森のかかわりを増やし森林への思い入れを深めることで、社会における森林管理の意義を学ぶことが必要であると指摘した。

そこで本提言では、日本の森林の適正管理を促すことを目的として、森林と人のかかわりを増やし、かつ林業の生産性を高めることを目指し、一人ひとりが樹木の苗木を育成し寄付する施策の提案と育成補助デバイスの開発に関する報告を行う。提案する仕組みは一人ひとりが苗木を育成し寄付することで森に愛着を持ってもらい、同時に苗木コストの削減や林業製品の付加価値向上を狙う新たな生活様式である。また新たな生活スタイルの実現において最大の障壁となる、個人で植物を育てる際の手間を取り除くための、補助デバイスの開発を行っている。提言では実現に向けた実務的または政策的な課題や、これまでの取り組みの成果を述べる。本提言の実現により一人ひとりの木育が推進されるとともに、林業製品の付加価値が向上し、補助金に頼らない持続可能な林業の実現が期待される。

提言先：林野庁、地方自治体

目次

概要	2
1. ビジョン	4
2. 今提言する必要性	5
2.1 現状認識・分析	5
2.1.1 森林の効果	5
2.1.2 日本の森林と林業の現状	8
2.2 従来施策と重要性・緊急性・優先性・タイミング	10
2.3 国際的観点	10
3. 提言の具体的内容と推進方法	12
3.1. 概要及びコンセプト	12
3.2. 提言の具体的内容	13
3.3. 提言の社会・経済的インパクト	15
4. 提言の実現に当たっての課題	17
5. まとめ	18
面談・ヒアリング先	19
謝辞	19
参考文献	19

1. ビジョン

森林は二酸化炭素の吸収・固定や再生可能資源である木材の供給、蒸散による周囲の冷却など、地球温暖化の抑制に不可欠な存在である。さらに土砂災害の防止や水源涵養、生物多様性の保全やレクリエーションなど、森林がもつ多面的機能による恩恵は計り知れない。これらの機能を最大限発揮するためには林業による適切な森林整備が必要であり、我が国ではかねてから林業支援の取り組みが進められてきた。その成果もあり、木材自給率や総需要量、製材品価格はここ数年でやや回復傾向にある。

林業施策の基本的な方針は、低コストに多くの木材を供給する量の視点と、優良な木材を供給する質の視点に基づいてきた。量の視点では、我が国の急峻な地形により造林や伐採、運搬が困難であるという不利な状況に対応するため、多くの ITC 技術が取り入れられ始めている。また低コストに大量の種苗を生産できるコンテナ苗の普及が進んでいる。質の視点では、優良な種苗の獲得に向けた特定母樹（エリートツリー）の開発が進み、培養苗など種苗生産技術の研究が進んでいる。

しかしながら、造林や育林、伐採を担う森林所有者を取り巻く環境は依然として厳しく、森林所有者の収入に直結する丸太価格や山元立木価格は低迷している。この点について様々な原因が指摘されており、例えば間伐材の増産による丸太の買い叩きや、製材コストの上昇が山元立木価格に転嫁されている等の声が上がっている。需要に対して供給圧力が過剰となり、価格低迷によって採算性が悪化したことで、林業経営は依然として補助金に頼らざるを得ない状況にある。

ここで海外の事例を参照すると、北欧を中心に炭素税をはじめとした環境関連税制が整っており、環境や森林の重要性が国民に広く認知されていることがわかる。市民は私有林に自由に入ることができ、幼い頃から森に愛着をもっている。「すべての森林は自分たちのものである」という考えが国民意識として浸透しているからこそ、一人ひとりが森に価値を感じ、木材製品の人気が高く、税などの負担が受け入れられるのだろう。

森とのふれあいこそが持続可能な林業の源である。日本では木育の取り組みが全国的に広がり、植林体験などを通じて多くの人が森とかかわりを持ち始めた。このような一人ひとりが森に親しみを持つことができる機会をもっと充実させるべきだ。本提言は、森と全くかかわりのない人たちが誰でも無理なく楽しく森にふれあうことのできる未来を目指して、具体的な一方策をまとめたものである。

2. 今提言する必要性

2.1. 現状認識・分析

2.1.1. 森林の効果

地球温暖化の影響

図1に日本における地球温暖化の影響を示す。



まず平均気温の上昇に伴い熱中症による死者数が急増している。特に2010年や2018年は平年の10倍近い死者数となった。また強大な台風の襲来やゲリラ豪雨が頻発するようになった。一方で年間降水日数は減少し、毎年のように渇水による取水制限が行われている。ほかにも農作物や水産業への被害が大きく、自然生態系に与える影響も甚大である。例えばIPCCは、地球の平均気温が2度上昇するとサンゴの99%以上が死滅すると報告した。このように地球温暖化の影響が深刻化してきており、さらなる温度上昇は未曾有の災害を引き起こす恐れがある。

これを受けて2020年、日本は温室効果ガス排出量を2050年までに正味でゼロにするという目標を表明した。同様の目標を掲げる国は世界中で123カ国に及び、世界中でクリーン技術が研究され始めている。また2020年に開催された”加速するエネルギー転換と日本の対応プロジェクトシンポジウム”では、今後5~10年で勝負をかけていきたいとする環境省の立場が小泉環境相により示された。

二酸化炭素のネガティブエミッションに必要なこと

二酸化炭素の排出量を減らす手法としてゼロエミッション技術とネガティブエミッション技術が挙げられる。ゼロエミッション技術は二酸化炭素を出さない技術の総称であり、風力発電や太陽光発電、バイオマス発電、他にも機器の効率化といった多くの技術が存在する。一方でネガティブエミッション技術は大気中の二酸化炭素を吸収する技術であり、主にCCSや植林などが挙げられる。

BECCS

BECCSとはバイオマス発電とCCSを組み合わせた発電技術である。バイオマス発電とは植物などの生物資源を用いて発電する手法であり、再生可能エネルギーの一種である。例えば植物を使用する場合、燃焼時に発生する二酸化炭素はその植物が成長する過程で取り込んだものであるから、トータルで見れば二酸化炭素の収支はゼロとなる。CCSは特殊な技術を用いて大気中の二酸化炭素を回収し、圧縮して海底深くの地盤に埋める手法である。現在、日本の苫小牧などで実証実験が行われている。BECCSはバイオマス発電によって電力供給を行い、発電時に発生したガスから二酸化炭素を回収してCCSで貯留する。これにより電力供給を行いながら二酸化炭素のネガティブエミッションを達成することができる。図2にBECCSの概要図、図3にCCS苫小牧試験場の写真を示す。

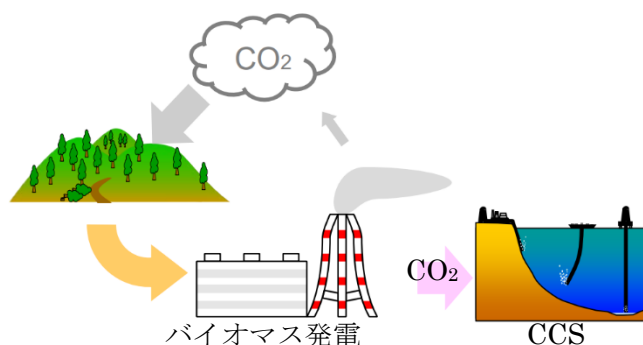


Fig. 2. BECCS 概要[2].



Fig. 3. CCS 苫小牧試験場[3].

筆者は副専攻の経済学研究科において、BECCSの実現可能性について環境経済学の観点から研究を行った。その結果、温度上昇を2度に抑えつつ効用を最大化するためには、BECCSを早期に、かつ一時的に導入することが最適であることが明らかとなった。この試算はBECCSの将来的な性能向上、すなわちバイオマスの発電効率やCCSによる二酸化炭素回収効率の改善を組み込んだシミュレーションに基づく。興味深いことに、BECCSが将来効率的になることを考慮したとしても、早期の導入が望ましいと判明した。図4は、最適なBECCS導入経路における、BECCSのCO₂削減量の内訳を示したグラフで

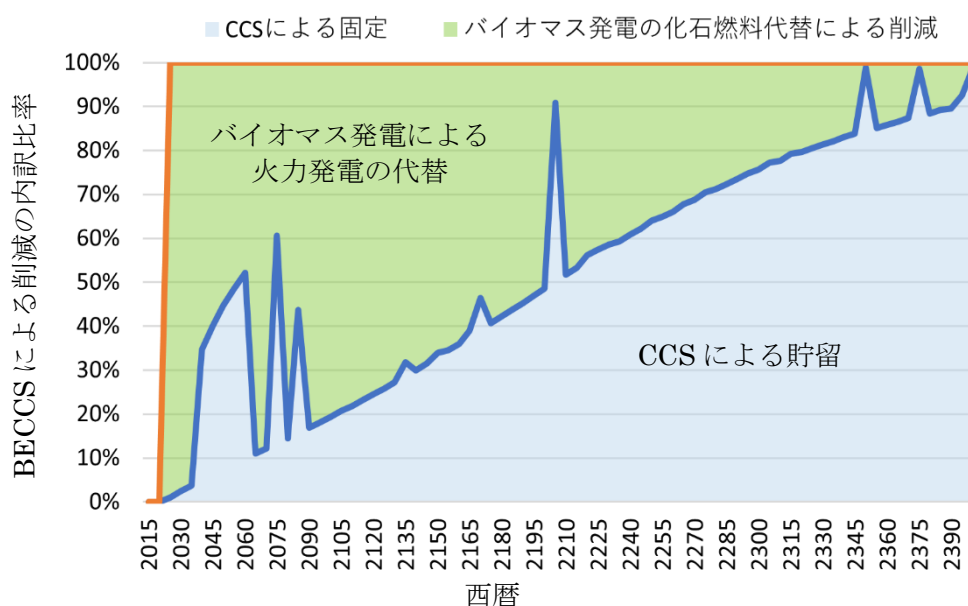


Fig. 4. 最適 BECCS 導入経路における CO₂ 削減量の比率.

ある。このシミュレーション結果は、最適な BECCS 導入において早期に二酸化炭素を削減する効果があるのは、CCS ではなくバイオマス発電による化石燃料の代替効果であることを示している。100~200 年後には火力発電の導入抑制や性能向上により、バイオマス発電による代替削減量が減少し、かつ CCS の性能向上によって CCS による貯留が有意になる。なお図 4 の線が所々ギザギザしているのは、最適化シミュレーションにおける収束性の問題である。以上の研究結果から、喫緊の課題はバイオマス発電を促進し火力発電を代替していくことであるとの結論が得られた。

植林とバイオマス発電

先述したように、現在有力なネガティブエミッションの手法は植林と BECCS である。また BECCS では CCS よりもバイオマス発電の効果が大きいことが明らかになった。すなわち CO₂ のネガティブエミッションには、植林やバイオマス生産の促進が必要となる。

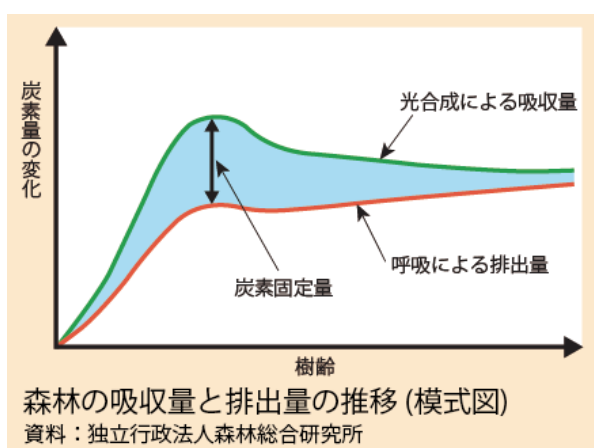


Fig. 5. 森林の CO₂ 吸収能力の変化[4].



Fig. 6. 森林の成長過程と適正管理[5].

図5に森林の CO₂ 吸収能力の経年変化、図6に樹木の成長過程と適正管理について示す。樹木は光合成によって二酸化炭素を吸収し、呼吸によって二酸化炭素を排出する。この差が、植物が自身の体を育てるための炭素として使われる。しかし図 5 および図 6 を見ると、樹木は樹齢 50 年までは急速に成長し多くの炭素を蓄えるが、その後は光合成と呼吸が釣り合い、ほとんど炭素を固定しなくなることがわかる。このタイミングで森林を伐採し、造林と育林を行っていくことが必要である。

森林の適正管理の恩恵は二酸化炭素の固定だけにとどまらない。図 7 に森林の多面的機能を示す。森林は土砂災害防止や水源涵養機能の他に、生物多様性を保全したり、人々に癒しを与えたりする。これらの価値は一部の評価されるものだけで年間 70 兆円に達すると試算されている。

森林の多面的機能は、一部の貨幣評価できるものだけでも年間70兆円



資料：日本学術会議答申「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的機能の評価について」及び同関連付属資料（平成13年11月）
注：〔〕内の金額は、森林の多面的機能のうち、物理的な機能を中心に貨幣評価が可能な一部の機能について評価（年間）したもの。
いずれの評価方法も、一定の仮定の範囲内での数字であり、その適用に当たっては注意が必要。

Fig. 7. 森林の多面的機能[4].

2.1.2. 日本の森林と林業の現状

図 8 に国内の森林面積を示す。日本は国土面積の約 66%が森林であり、先進国の中でも有数の森林大国である。図 9 は日本の林業従事者について、従事者数、高齢化率および若年者率をまとめたグラフである。グラフより林業従事者数が年々減少していることがわかる。また高齢化率は 25%であり、全産業における高齢化率の 13%に比べ非常に高い数値となっていることがわかる。

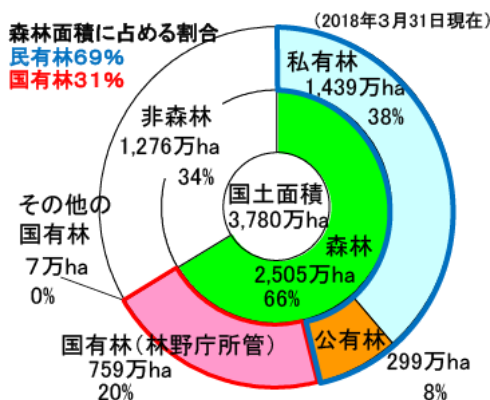
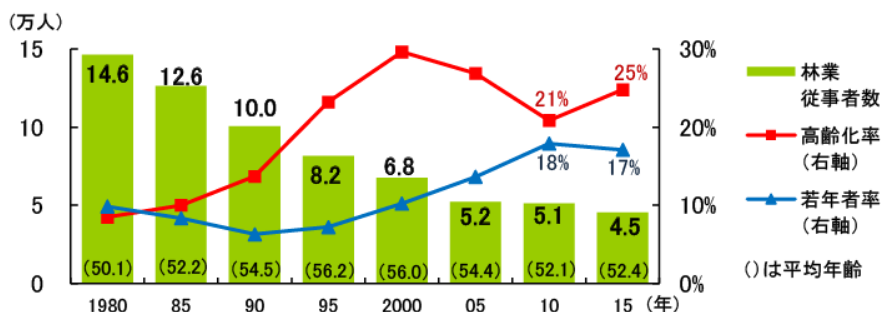


Fig. 8. 国内森林面積[4].



資料：総務省「国勢調査」
注1：高齢化率とは、総数に占める65歳以上の割合。また、若年者率とは、総数に占める35歳未満の割合
注2：林業従事者とは、就業している事業者の産業分類を問わず、森林内の現場作業に従事している者
（参考）2015年の全産業における高齢化率13%、若年者率24%
注3：林業従事者の平均年齢については、1995年以前は林野庁試算による

Fig. 9. 林業従事者に関する統計[4].

日本の林業が衰退しつつある大きな原因とされているのが木材価格の下落である。図 10 に木材価格の推移を示す。輸入木材の増加等により、木材価格はピーク時の約 4 分の 1 まで下がった。近年のウッドショックにより、木材価格は徐々に回復し、スギ中丸太価格は令和 5 年 1 月に 17,400 円/m³、スギ山元立木価格は令和 4 年に 4,994 円/m³ を記録した。しかしながら、いずれも平成初期頃の水準には遠く及んでいないのが現状である。また造林にかかるコストを図 11 に示す。造林にかかるコストのうち約 7 割が初期コストであり、この点も林業への参入を阻んでいるとされる。

図 12 は日本の人工林の齢級別面積を示す。先述したように森林は樹齢 50 年程度で伐採されるのが適切であるとされている。したがってこのグラフは、林業離れが進んだ結果として日本の人工林のうち約半分が未管理の状態に陥っていることを表している。

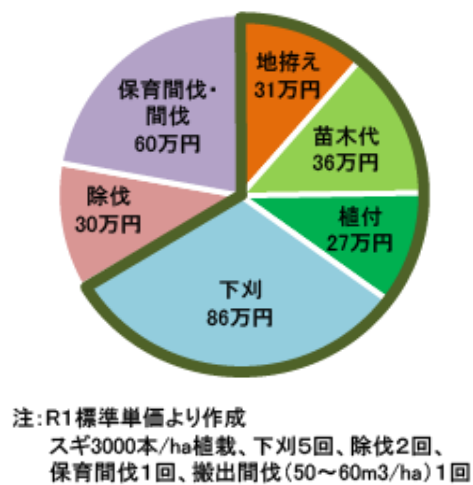
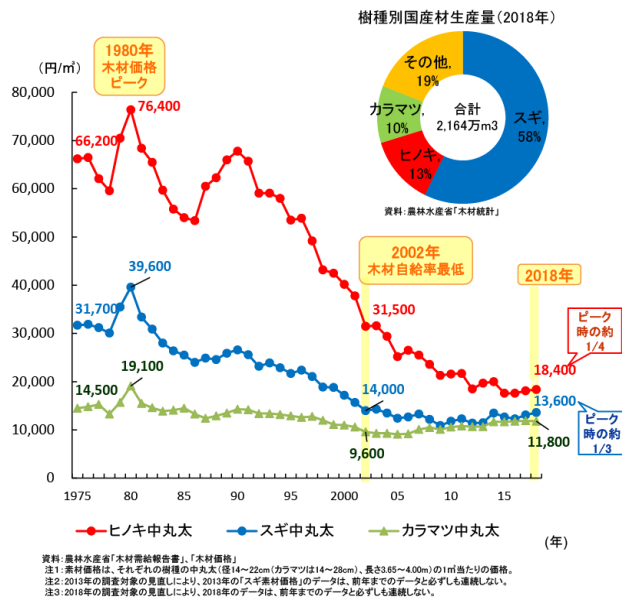


Fig. 10. 木材価格の推移[4].

Fig. 11. 造林コストの内訳[4].

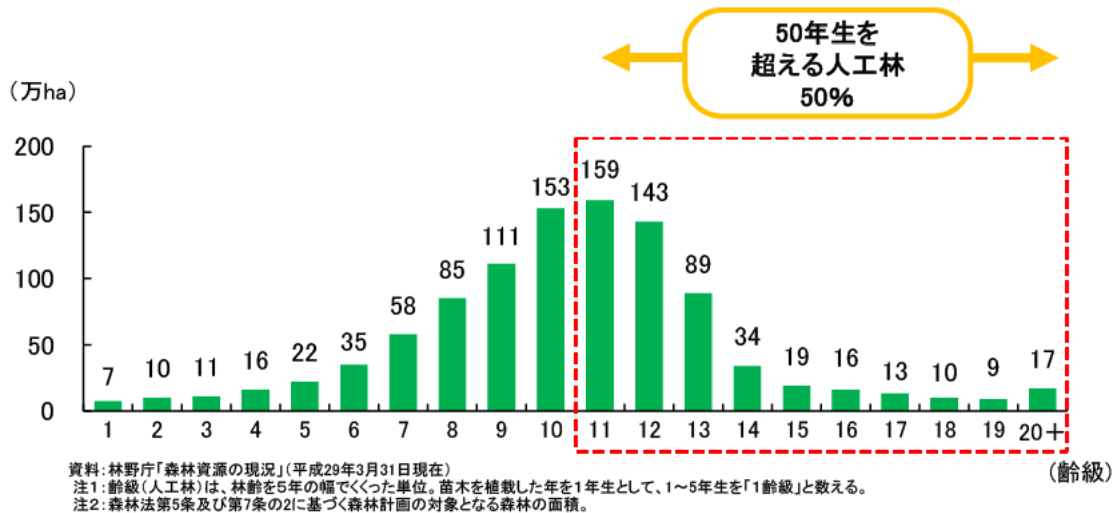


Fig. 12. 人工林の齢級別面積[4].

2.2. 従来施策と重要性・緊急性・優先性・タイミング

林業推進のためのあらゆる施策が実行されてきた。例えば林業の生産性を向上させるための私有林集約化や、木材運搬のための路網整備、ICT の活用等である。ほかにも森林所有者に対し税優遇や補助金の支給、手続きの簡素化を行い、木材製品の付加価値を高めるためにブランド認定や木材の規格化を行ってきた。2010 年には日本林業経営者協会『循環型社会に資する日本型森林管理・経営モデルの構築』検討会が、持続可能な林業経営を目指し政策提言を行った[6]。国内の森林政策について計 15 点に及ぶ提案が示され、林業の採算性を高めることの重要性や、意欲ある担い手の創出、国民一人ひとりの森林意識を高めることの必要性が指摘された。

こうした取り組みの成果として、木材自給率や総需要量、製材品価格はここ十数年で徐々に回復傾向にある。しかしながら、造林や育林、伐採を担う森林所有者を取り巻く環境は依然として厳しく、森林所有者の収入に直結する丸太価格や山元立木価格は低迷している。この点について日本林業経営者協会青年部は 2020 年、「新時代の森林管理・林業経営に向けた提言」を作成し、現場の声を反映した詳細な分析を行った[7]。その結果、例えば間伐材の増産による丸太の買い叩きや、製材コストの上昇が山元立木価格に転嫁されている等の現状が浮かび上がった。また 2015 年に東京都八王子市の森林所有者へ行われたインタビューでは、森林を管理することの金銭的メリットがないことや、補助金などの制度を活用すること自体が面倒であるとの声が聞かれた[8]。

戦後の拡大造林による人工林は、現在一斉に伐採期に突入している。丸太価格や山元立木価格の上昇のために、無垢製材品需要を喚起することが急務である。また伐採後の再造林のために、補助金に頼らない持続可能な林業の仕組みづくりが求められている。森林環境教育として木育を促進し、特に人と森のかかわりを増やし森林への思い入れを深めていくことは、長期的な環境意識の向上につながる。多くの人工林が伐採され、再造林される今のタイミングが、林業の転換点であり、持続可能な森林づくりの最大のチャンスである。

2.3. 国際的観点

ドイツなど欧州の国々では、皆伐を行わず、経済条件を満たす木を選んで伐採し、新たな稚樹で天然更新させることで、多様な樹木が生育する森づくりを進めている。山から木がなくならず、自然に近い森が常に維持されることで、森林の多面的機能が発揮されている。これを可能にするのが森林内の高密度な路網であり、かつ樹木一本一本が完璧に把握されている管理状態である。伐採すべき木を把握し、林内を自在に高性能林業機械が動き回ること、高い生産性かつ低コストの林業が可能になっている。また北欧の国々では長期的に皆伐がされるものの、その背景には平坦な地形により再造林が容易であるという事情がある。皆伐は一度に数 ha 程度であり、森林の多面的機能が失われることのないように設計されている[10]。

図 13 に日本と諸外国における林業施業コストの比較を載せる。諸外国における林業コストは日本に比べ低く、その分山元立木価格が高くなっていることがわかる。日本は地形の問題などからコストを下げることは容易ではないが、これらの国々に比べ路網整備や IT 技術の導入が遅れているという現状もあり、コスト削減の余地はあると考えられる。

欧州の国々の森林観として、環境や森林の重要性が国民に広く認知されている点は興味深い。それらの国々では市民は私有林に自由に入ることができ、幼い頃から森に愛着をもっている。都市部の人々も森林との心理的距離が近く、森は身近な遊び場である。「すべての森林は自分たちのものである」という考えが国民意識として浸透しているからこそ、一人ひとりが森の価値を認識し、持続可能な森づくりが可能になっているのだろう[11、12]。

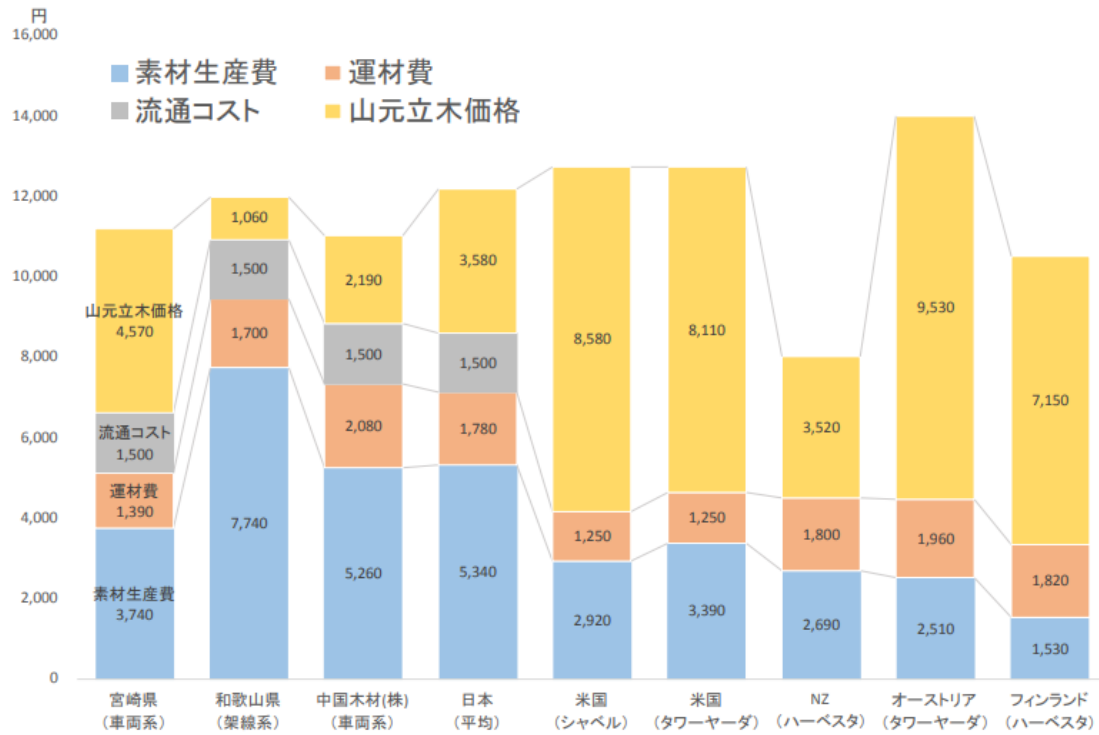


Fig. 13. 日本と諸外国における林業施業コストの比較[10].

3. 提言の具体的内容と推進方法

3.1. 概要及びコンセプト

一人ひとりが苗木を育成し寄付する仕組み

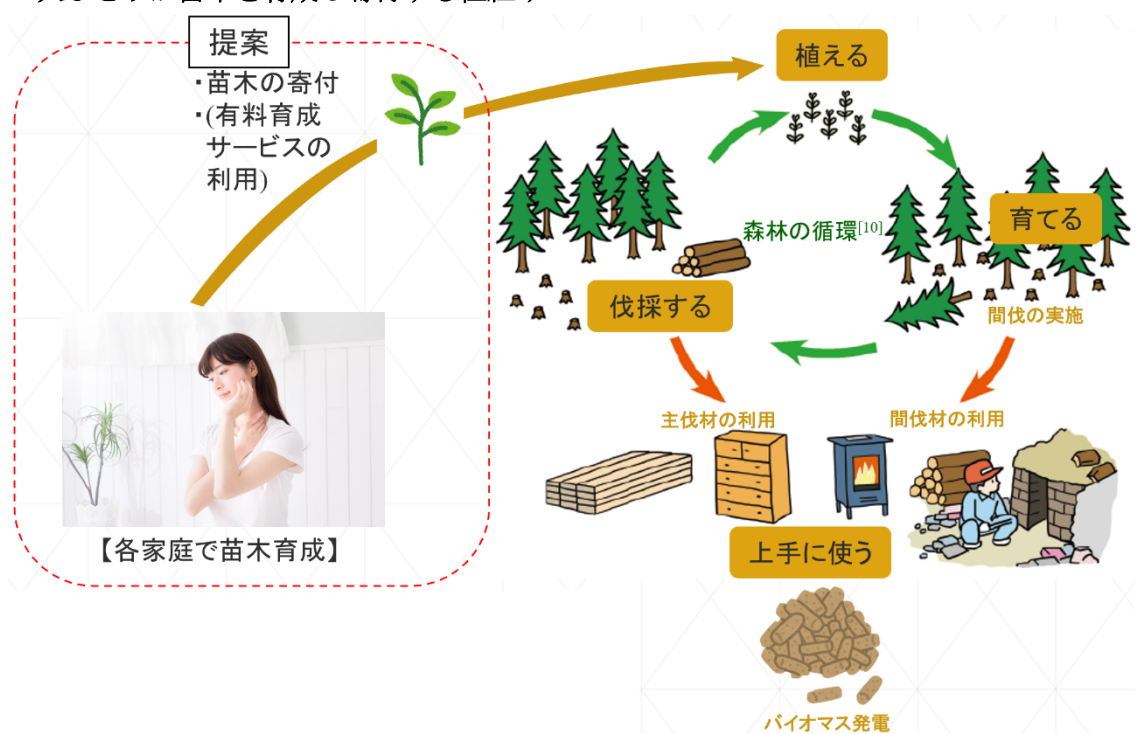


Fig. 14. 提案概要図[9].

提案の概要を図 14 に示す。提案するシステムは、各々の家庭（ドナー）が苗木を育て、それを仲介業者が回収し、造林業者へ寄付されるという仕組みである。苗木はいくつかの樹種から選択することができ、各家庭が 1 年～数年程度育成する。回収された苗木は順化ののち林業に使用される。苗木の成長はモニタリングされ、ドナーは任意の有料サービスに加入することで成長記録を受け取ることができる。また、サービス加入者は自らの提供した苗木が育つ森に遊びに行くことができ、直接成長を見守ることができる。苗木が成長し、間伐や主伐によって得られた木材を使って、特別な記念品を購入することができる。

スギの造林から主伐までの期間は、およそ 50 年である。例えば子どもが生まれたときや小学校に入学したとき、また自身が結婚したときなどにこのシステムを利用し、一緒に苗木を育てれば、苗木への愛着は大きくなるだろう。その後の成長を見守りながら、節目の年に間伐材を利用した記念品を購入する。50 年の時を経れば、自分と一緒に育った唯一無二の樹になるだろう。記念のプレートや家具など、木材製品としての付加価値は計り知れない。そして、樹から得られた種穂は次世代へと受け継がれていく。まさに”樹とともに歩む人生”である。

この仕組みによって、苗のコスト削減や有料サービス、高付加価値な林業製品の販売による収益の増加が期待される。また植物を育てることのセラピー効果や、人々の環境意識向上といった利点もある。林業の採算性が向上し、人々の環境意識が向上することは、地球温暖化をはじめとした地球環境問題の解決につながる。以下の章では、この仕組みを実現する上で必要な政策的な課題および、この仕組みが実現した場合の社会・経済的な影響を述べる。

3.2. 提言の具体的内容

林業種苗法の改正

林業種苗法（昭和四十五年法律第八十九号）における種苗配布区域の制限と、林業種苗法施行規則（昭和四十五年農林省令第四十号）における種子を採取すべき時期の指定について改正が求められる。

林業種苗法（昭和四十五年法律第八十九号） 第二十四条（種苗の配布区域の制限）

1 農林水産大臣は、造林の適正かつ円滑な推進を図るため特に必要があると認めるときは、農林水産省令で定めるところにより、一定の区域（外国における一定の区域を含む。）において採取され、又は育成される種苗について気候その他の自然条件からみておおむねその樹木としての生育に適すると認められる区域を配布区域として指定することができる。

2 生産事業者及び配布事業者は、種苗につき前項の配布区域が指定されているときは、当該配布区域以外の区域を受取地として種苗を配布してはならない。ただし、林業の試験研究の用に供する場合その他特別の事情がある場合において農林水産大臣の承認を受けたときは、この限りでない。

種苗の配布区域は林業種苗法で規定されており、研究など特別な場合を除き区域を超えた苗の移動が認められていない。この法律は、木を生育に適した地域で育てることで木材の質を保つ目的がある。また、地域特有のウイルスや細菌等が他の地域に拡散することを防ぐ効果もあると考えられる。

提案システムでは、まず配布事業者が各家庭に苗木を配布する必要があるが、その家庭が配布区域以外の区域にある場合、配布が認められない。配布が一定の範囲内で行われる場合は問題ないが、より多くの人、特に日頃森林とのかかわりが少ない都市部の人々を巻き込むためには、この法律が制約となる。

提案システムにおいて配布された苗木は、各家庭で植林されることを目的としておらず、一定期間育成された後に林業経営者に返還される。したがって、この仕組みは木の生育に不適切な地域での林業を許容するものではない。また、ウイルスや細菌の拡散を防ぐため、苗木を密閉した容器から出せないようにする工夫が考えられる。「ウイルスや細菌の対処をした苗木について、配布後、回収する目的であればこの限りではない」といった補則または承諾が望ましい。

林業種苗法（昭和四十五年法律第八十九号） 第二十三条（種穂の採取の禁止等）

都道府県知事は、造林の適正かつ円滑な推進を図るため特に必要があると認めるときは、配布の目的をもつてする種穂の採取に関し、農林水産省令で定めるところにより、採取すべき時期を指定し、又は劣悪な種穂が採取されるおそれのある樹木若しくはその集団からの採取を禁止することができる。

林業種苗法施行規則（昭和四十五年農林省令第四十号） 第二十七条（種子を採取すべき時期の指定）

1 法第二十三条の規定による種子を採取すべき時期の指定は、次の各号に掲げる区分に応じ、当該各号に掲げる期日以降の日を毎年の種子を採取すべき最初の日として定めてするものとする。

- 一 すぎ、ひのき、あかまつ、くろまつ及びりゅうきゅうまつ 九月二十日
- 二 からまつ及びとどまつ 九月一日
- 三 えぞまつ 九月十日

2 法第二十三条の規定による種子を採取すべき時期の指定は、条例の公布と同一の方法によつて公告してするものとする。

樹種によって種苗の採取時期が規定されており、例えばスギは9月20日が採取の解禁日とされている。この法律の目的は、既定の採取日より前の未熟な種苗を使用することによる木材の質低下を防ぐことである。しかし、近年開発が進んでいる新たな種苗の育成方法においては、この法律が大きな制限となる。

例えば培養苗技術は、スギの未熟種子の不定胚から組織培養を行い、大量のクローン苗を安価に供給する技術である[13]。エリートツリーのような優秀な母樹のクローンは耐環境性が高く、千差万別な家庭環境で育成する上で有効である。また全く同じ遺伝情報をもった大量のクローン苗が得られるため、各家庭の環境データと成長記録を収集することで、苗木育成環境の研究用途としても有効である。しかし、培養苗のもととなる未熟種子の採取は7月中旬に行われ、それ以外の時期に採取した場合は成功率が大幅に低下する。

またエアざし技術は、スギのさし穂を土にさすことなく、空中に露出させながら、ミスト散水をおこなうことで発根させる手法である[14]。この手法では従来のような畑を用いたさし穂の育成をする必要がなく、不安定な気候の影響を受けないメリットがあるほか、発根の状態を目視で確認できるため適切な根はりの苗木を使用することができるメリットがある。提案システムにおいては、土を使わない苗木の育成手法は、衛生面や手間の観点から有効である。しかし、エアざしに使用するさし穂は3月～4月に採取することが望ましく、他の時期に採取した場合と比べて苗木が腐りにくく、発根しやすいことが近年明らかになった。

このようにエアざしや培養苗を活用する場合、林業種苗法で指定された採取時期よりも早期の採取が望ましい。今後も継続して培養苗やエアざしの有効性を検証し、「それら特定の育成技術を用いる場合について採取時期はこの限りではない」といった補則を設けることが望ましい。

教育と周知

森林伐採は環境破壊である、というマイナスイメージは根強い。森林伐採と森林破壊が混同され、適切な森林管理の必要性が正しく認識されていない。そうした負のイメージを払拭するために、木育と組み合わせた周知が必要である。森林のもつ多面的機能の理解を促し、間伐や主伐の必要性を伝えることで、提案した国民参加型の林業システムが可能になる。

3.3. 提言の社会・経済的インパクト

林業経営者の収入

林業経営者の経営について、提案システムによる苗のコスト削減や有料サービス、高付加価値な林業製品の販売によって、どれほどの収入が見込めるか概算した。図 15 は提案システムのマネーフローを表した概要図である。

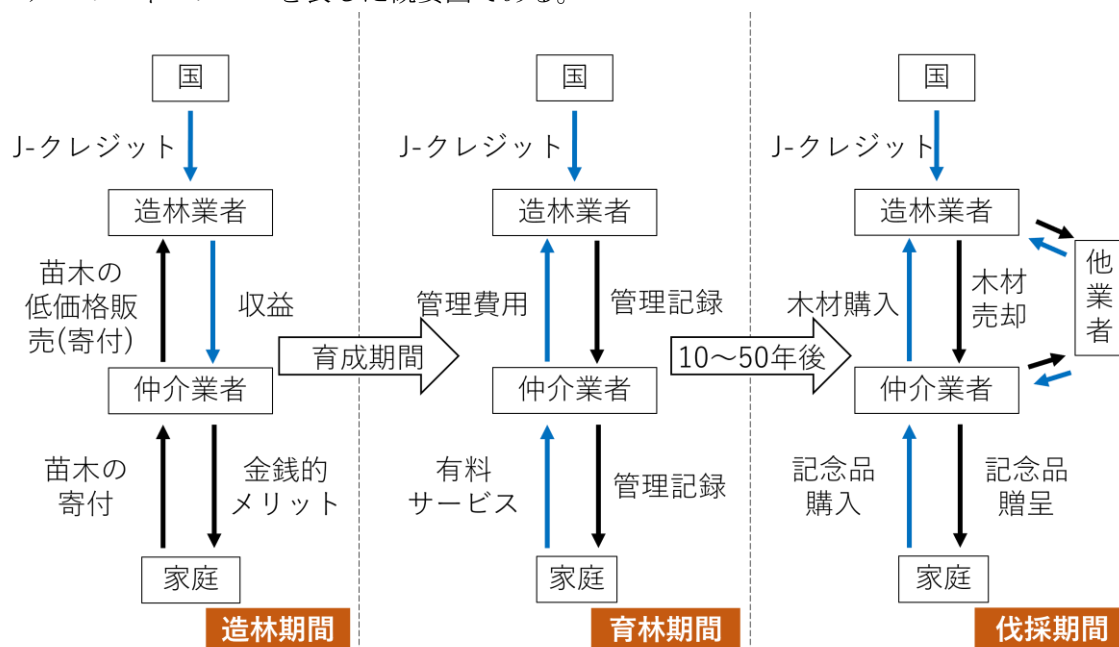


Fig. 15. 提案システムのマネーフロー概要図。

平成 30 年林業経営統計調査によれば、スギの樹齢別 1ha あたり林業経営費は表 1 の通りである。

Tab. 1. スギの樹齢別 1ha あたり林業経営費(単位：円)[15].

樹齢	1	2	3	4	5	6~10	11~15	16~20	21~25	26~30	31~35	36~40	41~45	46~50
労働費	¥73,953	¥28,901	¥29,024	¥98,546	¥26,165	¥46,040	¥9,184	¥16,412	¥6,473	¥4,327	¥10,439	¥505	¥2,077	¥2,598
請負わせ料金	¥271,940	¥36,324	¥16,558	¥87,711	¥497	¥13,584	¥118	¥15,805	¥1,690	¥2,640	-	-	-	¥926
種苗費	¥137,723	¥5,747	¥1,435	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
その他	¥50,086	¥14,972	¥19,230	¥49,735	¥17,332	¥9,955	¥6,510	¥9,875	¥4,709	¥6,157	¥8,118	¥3,887	¥6,338	¥5,514
林業経営費計	¥533,702	¥85,944	¥66,247	¥235,992	¥43,994	¥69,579	¥15,812	¥42,092	¥12,872	¥13,124	¥18,557	¥4,392	¥8,415	¥9,038

この表から、スギの 50 年間の合計林業経営費は、1ha あたり約 194 万円であると算出された。また平成 30 年の家族経営体(全国平均)の 1 経営体あたり林業粗収益は 378 万円、林業経営費は 274.2 万円であり、林業所得は 103.8 万円の黒字であった。平成 30 年の会社経営体(全国平均)の 1 経営体あたり林業事業売上高は 12,113 万円、林業事業営業費用は 12,750.2 万円であり、林業事業営業利益は 637.2 万円の赤字であった。

提案システムによる収益を算出するにあたり、以下の仮定を置く。

- ・造林に使用するすべての苗木が寄付に由来するものとする。
 - ・苗木を寄付した人のうち、一定数が有料サービスに加入する。
 - ・有料サービスは毎年の支払いが発生する。(初年度に一括で支払う仕組みも可能だが、計算の簡単化のため)
 - ・有料サービスは 50 年間の継続加入とする。
 - ・50 年間有料サービスに加入した人は、全員が記念品を購入する。
- 以上の仮定において、1ha あたりの各収益は次のように計算される。

$$(\text{苗木コスト削減代}) = \Sigma(\text{1ha あたり種苗費})$$

$$\begin{aligned} \text{(有料サービス収入)} &= (\text{1ha あたりサービス利用者数}) \times (\text{サービス年間利用料}) \times 50 \text{年} \\ \text{(記念品収入)} &= (\text{記念品平均価格}) \times (\text{1ha あたりサービス利用者数}) \end{aligned}$$

例えば造林密度を一般的な 3000 本/ha とし、それらすべてが寄付によるものとする。そのうち 1 割にあたる 300 本について、寄付者が有料サービスに加入したとし（すなわち 1ha あたりサービス利用者数=300 人/ha）、サービス年間利用料を 1000 円/年に設定する。さらに 50 年経過した時点での記念品価格の平均を 30000 円/人とすれば、提案システムによる収入は表 2 のようになる。

Tab. 2. 提案システム由来の 1ha あたり収入(単位：円).

樹齢	1	2	3	4~49	50	50年計
苗木コスト削減代	¥137,723	¥5,747	¥1,435	-	-	¥144,905
有料サービス収入	¥300,000	¥300,000	¥300,000	¥300,000	¥300,000	¥15,000,000
記念品収入	-	-	-	-	¥9,000,000	¥9,000,000
サービス由来収入計	¥437,723	¥305,747	¥301,435	¥300,000	¥9,000,000	¥24,144,905

スギの 50 年間の合計林業経営費が 1ha あたり約 194 万円であったことを考えると、その 10 倍以上の収入が提案システムから得られることがわかる。なお今回の算出において、利用者が遊びに行けるような森を整備する費用や、苗木を家庭から回収するコスト、また記念品を製作するコスト等は考慮していない。サービス利用者数に関する仮定も、寄付した人の 1 割という野心的な値を使用した。しかし、サービス利用者数を寄付した人の 1%として計算したとしても、サービス由来収入計は約 254 万円となる。このように提案する仕組みは、従来の林業粗収益と同程度の収益を新たに生み出すポテンシャルがあるといえる。

森林の有する多面的機能の定量的評価

森林が有する多面的機能のうち、二酸化炭素吸収や化石燃料代替、水質浄化や洪水緩和といった物理的な機能を中心に貨幣評価が可能な一部の項目について、林野庁が代替法等を用いて定量評価を行った。貨幣評価の合計は日本全体(森林面積約 2500 万 ha)で年間約 70 兆円と試算され、1ha 当りに換算すると約 280 万円であった。

1ha あたり 3000 本の森林が年間 280 万円の貨幣的価値を有するとは、言い換えれば、木 1 本につき毎年 1000 円弱の価値が生じているということである。その対価は森林環境税のような形で支払われているものの、本来の価値のごく一部である。今回の提案においては、苗木の成長を見守る有料メモリアルサービスの対価として年間 1000 円を仮定しており、森林の多面的機能に対する対価として捉えることができる。なお森林の多面的機能の貨幣評価については、項目によって評価手法が異なっており、かつ評価外項目も多いことから、1ha 当たりで換算することの妥当性は乏しく、あくまでも一つの目安として考慮する必要がある。

提案した生活様式が広がり、国民の 1 割が毎年苗木を育てるようになったと仮定すると、年間約 1200 万本の植林が行われる。従来のスギ造林を基準として 1ha あたり 3000 本を植林する場合、毎年約 4000ha の造林がなされることになる。すなわち、この取り組みによる森林の多面的価値は年間約 112 億円となる。さらにこの取り組みが継続し、育林に加え毎年新規に造林が続いていけば、森林の多面的機能による経済価値は毎年 112 億円ずつ増え、2 年目は 224 億円、3 年目は 336 億円と、比例的に増大していくことになる。

4. 提言の実現に当たっての課題

苗木育成装置の開発研究

提案した生活様式を普及させるためには、誰もが楽しく簡単に苗木を育成することができるような補助装置の開発が望ましい。筆者が考える装置の要件は、以下の4点である。

- ・衛生的である
- ・手間がかからない
- ・費用がかからない
- ・デザイン性が優れている

森林総合研究所では、土を使わずに苗木を育てる研究が進行中である。特にエアざしと呼ばれる手法はミスト散水でさし穂を発根させることができ、苗木の根の状態を目視で確認できるメリットがある。苗木はある程度発根させた後に順化の期間を経て、山林に植林される。現在、エアざしで育った苗が実験的に植林されてから5年程度が経過し、従来の苗木と変わりなく育っている。また培養苗の研究では、一つの未熟種子から1000株以上の苗を培養することに成功している。これにより遺伝的に均一な苗を大量に生産することができる。培養された苗を無菌状態で瓶詰めすれば、数年程度その成長を見守ることができる。特に水やりなどの管理をする必要はなく、うまく成長させれば順化の後に林業用種苗として使用することができる。ただし途中で蓋を開けるとすぐにカビが発生してしまい、安定した生育や順化には課題が残る。現時点では苗木を成長させる目的ではなく、鑑賞用などで苗を保存する目的で開発が進んでいる。

育成装置では、衛生的な環境を実現するために土耕栽培よりも水耕栽培が望ましいと考えられる。そのためにはエアざしのような散水して発根させる仕組みが現実的であり、乾燥を防ぐために葉の表面が濡れている状態を維持する必要がある。温度や湿度、風の条件によって乾燥速度が変わるため、十分な速さで給水することが必要である一方、湿度が高すぎると逆に発根しなくなるという興味深い実験結果もある。苗木に適度な乾燥刺激を与えることができる装置開発が望まれる。

また、筆者は独自に育成補助装置の開発を行っている。市販の水耕栽培キットを用いて検証を行い、ポンプの駆動に電源が必要で設置場所が限られることや、騒音が大きいことを課題として認識した。これらの課題に対処すべく、新しい原理の装置を開発中である。

これまでの種苗生産技術開発の目的は、高品質な種苗を大量かつ安価に生産することであった。しかし提案においては、家庭のような千差万別な環境下においてもロバストに苗木を育成する必要がある。装置開発に加え、苗木の育成環境に関する研究も並行して行うことが求められる。

造林密度の検証と調整

従来の3000本/haという造林密度は、コストと手間の面で多大な負担となっている。また多くの木が間伐で伐採されてしまうため、提案システムにおいては自分の育てた木が切られてしまう問題が多発してしまう。近年、多様な森の必要性和同時に造林密度の再検討が叫ばれており、今回の提言においても検討が求められる[16]。

遊びにいける森の整備

寄付した木が植わっている森に誰もが気軽に遊びにいけるように森を整備することは、観光による地域振興にもつながる事業である。国内観光客だけではなく、日本特有の森として、海外からの観光客誘致にもつながる可能性がある。そうなれば海外から日本の木材製品を買いたいという需要喚起にもつながるだろう[17]。

現在、育林活動や森林浴のフィールドは国・公有林が主体である。私有林がこれらの活動に消極的である背景には、タバコ等の火の上始末による森林火災の発生、ごみの放置、山菜の過度の採取被害、踏込みによる林地荒廃の発生、事故発生時の森林所有者に対する

責任の重さ等が挙げられる。これらの諸問題の解決のために、マナー向上教育の実施や案内人の充実、補償制度の確立などが望まれる[6]。

5. まとめ

二酸化炭素の吸収を含む森林の多面的機能を発揮させるためには、伐採・造林・育林という適切なサイクルによって森を管理することが必要である。戦後に造林された森林は、現在一斉に伐採期に突入している。しかしながら、林業経営者を取り巻く環境は依然として厳しく、収入に直結する丸太価格や山元立木価格は低迷している。林業従事者が不足し、適切な伐採や造林のなされない、放置林が問題になっている。したがって、補助金に頼らずとも十分な収益を期待できるような、持続的な林業の仕組み構築が急務である。

本提言では、日本の森林の適正管理を促すことを目的として、森林と人のかかわりを増やし、かつ林業の生産性を高めることを目指し、一人ひとりが樹木の苗木を育成し寄付する施策の提案を行った。提案した仕組みは一人ひとりが苗木を育成し寄付することで森に愛着を持ってもらい、同時に苗木コストの削減や林業製品の付加価値向上を狙う新たな生活様式である。自分が育てた苗木の成長を見守ることができる有料サービスを導入した場合の収入例を算出したほか、日本全体に取り組みが広がった場合の社会・経済的インパクトを試算した。

また、提案した仕組みを広く普及させるうえで必要な政策課題として林業種苗法の改正を挙げ、種苗配布区域や種子採取時期に補則を設けることを提言した。さらに、誰もが楽しく簡単に苗木を育てることができる補助デバイスの開発について説明したほか、木育の必要性や遊びにいける森の整備、造林密度の見直しについて言及した。

本提言の実現により一人ひとりの木育が推進されるとともに、林業製品の付加価値が向上し、補助金に頼らない持続可能な林業の実現が見込まれる。あらゆる人が森林と触れ合い、樹とともに生きるという新たな生活様式は、日本が先進的かつ持続的な森林大国となる上で大きく寄与することと確信している。

面談・ヒアリング先

- ・アグリビジネス創出フェア 2022 出展者の皆様 (2022 年 10 月)
- ・国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 材木育種センター育種部 栗田学様 (2022 年 12 月)
- ・国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 林業研究部門 上野真義 様、丸山毅 様、鶴田燃海 様 (2023 年 1 月)

謝辞

本提言に向けた構想や調査研究にあたっては、慶應義塾大学博士課程教育リーディングプログラムオールラウンド型「超成熟社会発展のサイエンス」のプログラムの一環であるグローバルプロジェクト演習 (GPE) を通じて、メンターの先生方あらゆる場面でご支援いただきました。

2018 年度にメンターとしてご指導いただきました太田正隆先生 (JTB 総合研究所、当時)、2020 年度から 2021 年度までメンターとしてご指導いただきました近藤宏二先生 (鹿島建設(株)、当時)、2022 年度にメンターとしてご指導いただきました野本和正先生、そして 2019 年度から長くメンターとしてご指導いただきました本田新九郎先生に、厚く御礼申し上げます。

本提言を検討するにあたり、貴重なお時間を割いてヒアリングに御協力いただいた、森林総合研究所の栗田学様、上野真義様、丸山毅様、鶴田燃海様に心より感謝申し上げます。

本案を提言書としてまとめるにあたり、理工学部訪問教授の永野博先生から多くのご助言をいただきました。心よりお礼申し上げます。

また、プログラムコーディネーターの神成文彦先生、特任教員の山口正泰先生からはプログラムを通して様々なサポートをしていただきました。心より感謝いたします。

さらに、リーディングプログラムにかかわる全てのメンターの先生方、事務局の方々、RAの方々には、非常にお世話になりました。心より感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 環境省パンフレット『おしえて！地球温暖化』(2019 年 3 月)、
<https://www.env.go.jp/earth/earth/ondanka/oshiete201903.pdf>(2021/01/29)
- [2]"BECCS の可能性"、高橋伸英、
<https://www.ffpri.affrc.go.jp/news/2016/20160418kokusaishinrinday/documents/takahashi.pdf>(2021/01/29)
- [3] <https://www.japex.co.jp/business/innovate/ccs.html>(2021/01/29)
- [4] 林野庁 令和 2 年度 森林・林業・木材産業の現状と課題、
https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/genjo_kadai/index.html(2021/01/29)
- [5] 林野庁 平成 24 年度 森林・林業白書、
https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/hakusyo/24hakusyo/190411_7.html(2021/01/29)
- [6] (社)日本林業経営者協会、"今後の森林管理・林業経営に向けた提言(三井物産環境基金支援事業報告)".
<https://www.rinkeikyo.jp/about/00000008.htm>(2021/01/29)
- [7] (社)日本林業経営者協会青年部、"新時代の瀬森林管理・林業経営に向けた提言".
<https://www.rinkeikyo.jp/file/upload/20201104seisakuteigen%20seinen.pdf>(2023/02/23)
- [8] "森林の適正管理について～東京都八王子市を事例に～"、卒業論文、橋本雄太。
<https://onumaseminar.com/assets/GraduationPapers/12th/hashimoto.pdf>(2021/01/29)
- [9] 第 2 次八王子市環境基本計画、
https://www.city.hachioji.tokyo.jp/kurashi/life/004/keikaku/p007005_d/fil/keikaku.pdf(2021/01/29)

29)

[10] 株式会社日本政策投資銀行、”わが国林業、木材産業の今後の可能性”。

https://www.dbj.jp/topics/investigate/2016/html/20170330_108133.html

[11] ”ヨーロッパにおける森林資源の現状と人々のかかわり”、勝田健彦。

https://www2.u-gakugei.ac.jp/~kokuse/pub/report/pdf34/34_47.pdf(2023/02/24)

[12] 株式会社みんなの体育、”北欧・フィンランドの森を歩く「NORDIC SLOW(R) Walking」健康 × 観光の体験ツアーを開催！”。

<https://www.atpress.ne.jp/news/158458>(2023/02/24)

[13] 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所、”組織培養による無花粉スギ苗の増殖マニュアル version 1.1”。

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/chukiseika/5th-chuukiseika10.html>(2023/02/24)

[14] 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所 材木育種センター 九州育種場 空中さし木共同研究機関、”用土を用いない空中さし木法によるスギさし木コンテナ苗生産マニュアル Ver.1.1”。

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/kyuiku/research/syoukai/eazasi.html>(2023/02/24)

[15] 平成 30 年林業経営統計調査。

<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?tclass=000001129541&cycle=7&year=20180>(2023/02/24)

[16] 林野庁、”スギ・ヒノキ・カラマツにおける低密度植栽のための技術指針”。

https://www.rinya.maff.go.jp/j/seibi/sinrin_seibi/attach/pdf/R01mitudo-15.pdf(2023/02/24)

[17] 株式会社 Hacoa. <https://hacoa.com/>(2023/02/24)