森林整備ボランティアのための

森 づ く り の 基 礎 知 識

（私家版）



竹林が侵食しつつある長野県安曇野市明科の雑木林

2026年 改定版

堀 江　秀 夫

まえがき

地球温暖化による気候変動問題から、温室効果ガスである二酸化炭素の吸収源としての森林を整備することの重要性が叫ばれ、長野県では「長野県森づくり県民税」が、国では「森林環境税」が創設されました。これらは、森林の公益的機能（地球温暖化防止、国土保全、水源の涵養(かんよう)など）を維持するための森林整備に必要な地方財源を安定的に確保するための税です。

その結果、森林整備ボランティアの活動支援にもこれらの税の一部は使われ、放置された里山林（雑木林や竹林）整備にはボランティアの戦力も期待されています。つまり、森林整備ボランティア活動は社会的使命を帯びているともいえます。

一方、森林生態系全体で考えると、整備の方法によっては整備作業が二酸化炭素の放出を助長することもあることから、合理的で効果的な森林整備を行うためにはボランティアといえども「知識と技術の向上」を図る必要があります。また、日本の林業の体質についての指摘では、

> 日本の林業では、日々の職場においてその作業の持つ意味（根拠）を問い、改善のための創意工夫について議論が交わされることが少なく、それが経営や施業技術の向上を弱くしている。日本の林業が不振だという根底にはそのことがあると思う。林業技術者が技術者として、それに相応しい仕事をしていくには、技術の根拠が何なのかを知ることがとても大事である。また現場でその作業や技術の意義を考えながら作業をすることにこそ林業の仕事の面白さがあり、そこに働き甲斐があるはずである。決められた通りのことを何も考えずに作業しているのであれば、それは単なる肉体労働であり、せっかくの林業の仕事の魅力を放棄しているも同然である。
>
> （出典；藤本隆郎『林業がつくる日本の森林』築地書館，151-152 頁，2016 年.）

と述べられています。林業労働者ではないボランティア（Volunteer：志願者，志願兵）こそ、志をもち生き甲斐を求めて活動する訳なのですから、積極的に「森づくりの根拠を問う」ことをしなければならないのではないでしょうか。また、楽しいから、好きだから活動するのですから、森づくりのための勉強も楽しみの一つです。

身近で小面積で竹林も混じるような多様な樹種構成の雑木林（里山林）は、かつては薪炭材等を日々採取するための生活林として利用されていたものの、現在は用途のないままに放置されています。このように里山に放置されている雑木林・竹林を補助金に頼らずに整備して利活用しようと考えたとき、非力なボランティアの力も役立つのではないでしょうか。とくに退職して時間にゆとりのある老人にとって、健康維持と地域貢献に結び付く森林整備のボランティア活動はもっと注目されてもよいのではないでしょうか。

この教本では、長野県安曇野市の里山で森林整備を楽しんでいる老人が大言壮語を述べさせてもらいました。内容は、竹林と雑木林での私の６年間の「レジャー林業（付録３参照）」を通して必要だと実感した森づくりの基礎知識を、なるべく根拠資料とともにまとめたものです。狭い視野で調べた文献からの抜粋が中心の内容ですが、少しでも森林整備に係る方々の参考となれば幸いです。

目　次

序　章　森づくりの基本とは　1
　１　目標林型と森づくりの意義　1
　２　森林経営・森林施業の基本原則　5

第１章　日本列島の森林　7
　１　日本列島の森林の特徴　9
　２　戦後に弱体化した森林所有者と林業労働者、そして激変した日本列島の自然　11
　３　増えすぎた野生動物による森林被害　16

第２章　森林の構造　17
　１ 階層構造　17
　２ 土壌と森林微生物の働き　18
　３ 森林の更新様式　20

第３章　森林の発達段階とその機能　21
　１ 森林の発達段階　21
　２ 森林の発達にともなう各種機能の変化　22
　３ 森林のダム機能はどの程度なのか　23
　　（１）渇水緩和機能　23
　　（２）洪水緩和機能　23

第４章　間伐を行う理由　25
　１　針葉樹人工林の間伐　25
　　（１）間伐の基本的な考え方　25
　　（２）健全な森づくり　28
　２　広葉樹林の間伐　29
　３　間伐木の選定方法　31

第５章　地球環境保全と木材の関係　35
　１　気候変動枠組条約における森林の位置付け　36
　２　木材の有用性　40

第６章　里山林の活用を考える　42

第７章　森林整備ボランティアが目指す目標林型１　萌芽林　47
はじめに　47
１　放置された雑木林は何が問題なのか　49
２　なぜ間伐ではなく小面積皆伐なのか　50
（１）小面積皆伐する「広さ」と「時期」は？　50
（２）萌芽による更新　51
（３）種子による更新　51
（４）キノコ栽培用原木の場合の枝払い・玉切り・搬出　53
３　更新状況の観察と対応　54
（１）下刈り　54
（2）間引き（もやかき）　54
（3）補　植　54
４　シカによる食害の対策　57
５　春植物のための落ち葉掻き　58

第８章　森林整備ボランティアが目指す目標林型２　近自然林　59
はじめに　59
１　日本における近自然林業の展望　60
２　ドイツ・スイスにみる近自然林業　61
３　スギと広葉樹の混交林化の実証試験結果　63
（1）スギ天然林の特徴　63
（2）実証試験結果　64
（3）強度の全層間伐を数回行ってスギ人工林に広葉樹を導入して
天然林のような姿に近づける方法　65
４　照査法による天然更新択伐林施業　69
（1）「択伐林施業」の目標　69
（2）「択伐林施業」の条件　69
（3）「択伐林」の管理手順　71
５　企業が取り組む針葉樹人工林での近自然森づくり　72

第９章　森林整備ボランティアが目指す目標林型３　放置竹林の広葉樹林化　76
はじめに　76
（1）竹の生態　80
（2）三大有用竹（モウソウチク、マダケ、ハチク）　82
１　放置された竹林は何が問題なのか　86
２　放置竹林を駆除する方法　88
３　放置竹林を筍林に整備する方法　92

参考文献　95

付録１　これからの林業・林産業の展望　99
１　日本の木材の需要量と供給量の現況　99
２　森林と建築をつなぐ　100
３　森林とサプライチェーンをつなぐ　104

付録２　里山林オーナー契約　118

付録３　レジャー林業　121

付録４　薪ストーブにまつわる留意事項　125

序章　　森づくりの基本とは

森林整備ボランティアの活動全般についての優れた指南書やマニュアルが、国の研究機関や地方自治体からインターネット上に公開されています。

たとえば、独立行政法人の森林総合研究所関西支所が作成した『里山に入る前に考えること－行政およびボランティア等による整備活動のために－』[1)]では、環境を守りたいという活動者の動機が必ずしも森林の保全に結び付いていないことを指摘し、マツ枯れやナラ枯れの原因を解説しながら里山林を健康に持続させる整備手法を解説しています。同支所が作成した『里山管理を始めよう～持続的な利用のための手帳～』[2)]では、里山林を地域社会のための資源として利用することによって、里山林の多様な価値や機能の維持と再生へとつなげ、そして社会の関心が再び里山に向かっていくことを目指しています。また、栃木県環境森林部自然環境課が作成した『栃木県 里山林整備マニュアル』[3)]では、実践的なボランティア活動の手順がまとめられています。

１　目標林型と森づくりの意義

前述の指南書やマニュアルには森づくりの原理・原則が書かれておらず、森づくりのための基礎知識を得ることができません。特に「森づくりの基本のき」である「目標林型」についてはあまり触れられていません。

そこで、基本のきである「目標林型」について紹介します。

森林生態系のサービスを活かす実践

私たちが森林と適切に付き合っていくということは、健全で持続的な社会のために森林生態系のサービスを適切に受けられるようにしていくということである。森林生態系のサービスとは、森林生態系の有する多様な機能の中で、人間から見て便益性の高い機能の断面を捉えたものである。「森づくり」とは、「求める機能に応じて望ましい森林の姿（**目標林型**）を描き、それに向けた活動をしていくことである」としてよいだろう。

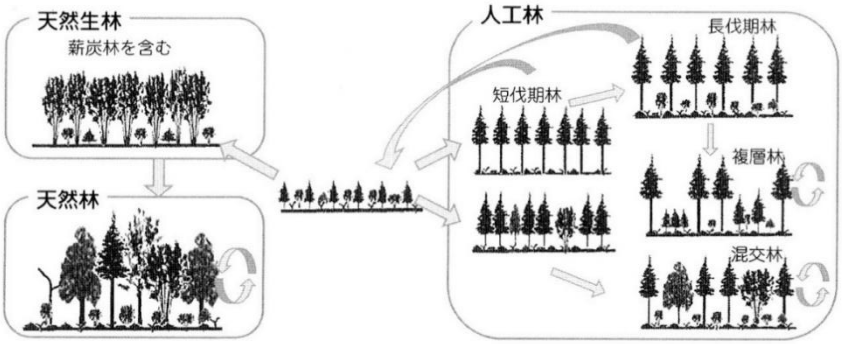
（中略）

先に述べた「目標林型」は、「**林分の目標林型**」（**図 1**）であるが、目標林型には流域などにおける「(森林・林分の)**配置の目標林型**」（**図 2**）もある。森林生態系のサービスを適切に求めていくためには「林分の目標林型」と「配置の目標林型」を関連付けて考えていくことが重要である。さらに「林分の目標林型」には「最終の目標林型」とそこに至るまでの「途中段階の目標林型」がある。目標林型については後段で説明する。

林分とは、樹種の組成や大きさなどが同じような樹木の集団で、周りの森林の構造と明らかに違いが識別できるひとまとまりの森林の面的広がりのことである。従って林分とは、森林を取り扱ったり、議論したりするときに、具体的にその対象とする森林として呼ぶのに都合がよい、ひとまとまりの面積単位のものである。

われわれが求める森林生態系のサービスの主なものは、林産物の生産、水土保全、生物多様性の保全、保健文化機能などにかかわるものである(**図 3**)。従って「森づくり」とは「森林生態系のサービスを活かす実践」ということになる。森林生態系のそれぞれのサービスに求めるウエイトによって目標林型は違ってくる。目標林型の大きな区分要素は、人工林、天然生林、天然林といった、人手の加わり方(加工方)の違い

図1　林分の目標林型の例（藤森ら、2012）



スタートの更新段階は、人工林の場合は植栽によるもの、
天然生林と天然林の場合は天然更新によるものである。

図2　配置の目標林型の例（藤森ら、2012）

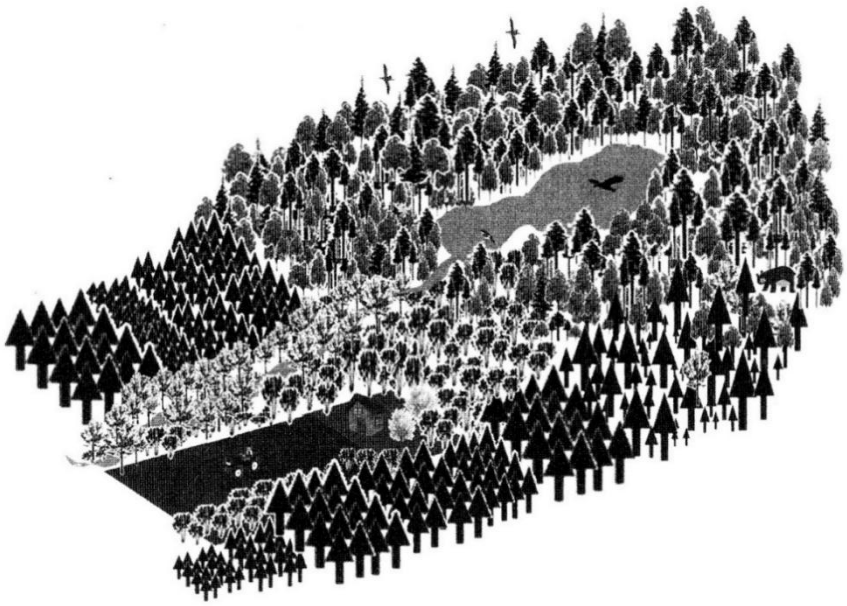
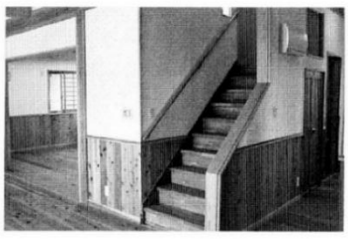


図3　森林の主な機能

※保健文化機能の写真は鈴木和次郎氏撮影



木材生産機能



水源涵養機能



生物多様性機能



保健文化機能

であり、また森林の時間方向の長さに伴う構造の変化の段階（若齢段階、成熟段階、老齢段階など）である。さらにその上に、樹種の混交度合い、パッチ構造や階層構造の発達度合いなども目標林型の指標となる。これらについても後段で説明する。なおパッチ構造の説明は後段の中の「森林生態系の多様な機能」、「(1)生物多様性維持機能」で行われている。

なお、前述の人工林、天然生林、天然林の区分の詳しい説明は後段で行うが、簡単にいうと、「**人工林は、**植栽（または播種(はしゅ)）により成立したもの」、「**天然林は、**天然更新により成立し、人手のほとんど加わらない(加えない)もの」、「**天然生林は、**天然更新で成立し、人手の加わる(加える)もの」である。このような区別をしっかりとして議論をしないと、目標林型そのものがあいまいになり、目標林型に沿った議論は分かりにくいものになってしまう。

森づくりの意義

われわれの高い理念は、健全で持続可能な社会を築いていくことである。そのために大事なことは、それぞれの地域の生態系に反しない持続可能な循環型社会を築いていくことである。温暖多雨な日本の自然の姿は森林であり、健全な森林生態系を基盤にした地域ごとの持続可能な循環型社会を築いていくことが大事である。ここに森づくりの大きな意義がある。

「地球環境保全と森林」については後段で検討するが、地球環境問題は地球生態系の問題であり、地球生態系はそれぞれの地域の生態系の集合体である。従って地球環境問題を解決していくには、それぞれの地域の生態系にできるだけ沿った生活様式を心がけることが不可欠であり、そこの自然が本来森林である（あった）ところでは、森との望ましい付き合いのあり方、すなわち「森づくり」は本質的に重要だということになる。

優れた森づくりは、木材などの林産物を持続的に供給し、雇用を創出し、生物多様性の保全、水土保全を向上させ、景観を高め、地域を豊かにする。そして、そこに住んでいる人たちが誇りを持てる環境を提供することができるはずである。

（出典：藤森隆郎『森づくりの心得』全国林業改良普及協会，22-26 頁，2012 年.）

皆伐と択伐の違い

頻出する林業用語に「皆伐(かいばつ)」と「択伐(たくばつ)」があります。
その意味は次のとおりです。

皆伐とは

立木（りゅうぼく）の伐採方法の一つ。伐採対象林分にあるすべての伐採対象木を伐採する方法。一度に多くの木材を得ることが可能だが、森林の機能は一時的に失われる。

（出典：岡田東生 監修『図解 知識ゼロからの林業入門』家の光協会，126-127 頁，2016 年.）

択伐とは

「択伐」とは、森林の保護・更新および林木の保育を考慮しつつ、常に小径木から大径木にかけてなだらかに減少する胸高直径階の本数分布、すなわち択伐林型を維持することを目標に、全林から単木もしくは群状に伐採対象木を選び、主伐・間伐の区別をせず回帰年と呼ばれる年数ごとに繰返し伐採する方法で

す。ここでは、木材収穫が将来にわたって継続的に得られること（これを「保続」といいます）が大前提です。そして、このような条件を備えている森林を「択伐林」と呼びます。一般に、抜き伐り＝択伐として使用されていることがありますが、これは正しくありません。

択伐では、折れたり腐れが入っている被害木、葉量が減少するなど活力が低下している成長衰退木、目標としている胸高直径に達している木などを、保続を第一に考えつつ、対象森林の成長量の範囲内で選木します。ここで、択伐を行うにあたって重要なのは更新の確保です。なぜなら、更新によって後継樹を確保しないと永続的な木材収穫（保続）が不可能だからです。択伐は伐採方法の呼称ですが、更新の確保が必須の条件として含まれることを認識する必要があります。

（出典：『持続可能な北方天然林管理をめざして　ー択伐施業林における施業管理技術ー』
㈱森林総合研究所北海道支所，まえがき，2011 年.）

また、以後の章では、「天然林」という言葉がでてきますが、「天然林」と「天然生林」を区別せに使っていますのでご容赦願います。

２　森林経営・森林施業の基本原則

目標林型を実現するための森林経営・森林施業では、遵守すべき４つの原則があります。最も基本的な「合自然性の原則」と「保続性の原則」、そして「経済性の原則」と「生物多様性保全の原則」を紹介します。

（1）合自然性の原則

森林の成長は、基本的に自然の力に委ねられています。また、森林を取り巻く環境を人為で制御することは、ほとんど不可能です。加えて、林木を収穫するまでに要する時間はとても長いため、林木やその集合体である森林は長期間にわたり、さまざまな自然現象にさらされます。そのため、自然に逆らった森林施業は必ずどこかで失敗し、合自然性を無視した森林経営はいつか破綻します。

合自然的な森林施業・森林経営を行うには、森林経営者（森林所有者や所有者から経営を委託された者）や森林技術者（森林総合監理士(フォレスター)、森林施業プランナーなど）が自然の理と地域の自然環境について熟知している必要があります。その上で、合自然性を常に意識しながら、経営方針を決定し、効果的な施業法を検討し、それを具体的な作業に落とし込んでいかなければなりません。

合自然的な森林施業は、森林づくりが自然の原理に則っているということだけにとどまりません。路網の開設がその土地の地質・地形に配慮したものであることや、収穫の仕方が地域の自然環境に不可逆的な負荷を与えないことも、合自然的な森林施業の重要な要素であるといえるでしょう。

（2）保続性の原則

持続的な森林経営を実現する上で、「保続性の原則」はとても重要な原則です。もちろん、その前提として「合自然性の原則」があることは言うまでもありません。

保続性の原則は、広義には「森林の持つ諸機能（もちろん木材生産機能も含まれます）が永続的・ 恒常的に維持されなければならない。また、それを支える土地の生産力（地力）を維持しなければならない」ということです。これは、「持続可能性の原則」と呼ばれることもあります。

一方で、この原則は狭義には「対象とする森林において、毎年（もしくは一定期間ごと)、同じ量の木材を収穫し、これを永久に続ける」という「収穫の保続」としても理解されています。持続的な森林経営にとって、生産基盤である森林をいつでも収穫できるような状態に維持し、そこから間断なく木材を収穫すること、すなわち「収穫の保続」を実現することは重要です。もちろん、収穫の保続は、森林の持つ多面的機能を維持させつつ実現させなければなりません。

この狭い意味での保続-収穫の保続を森林側からみると、「連続的あるいは断続的に林木を収穫できるような状態に、森林を維持する」ということ、収穫の側面からみると、「森林の成長量分だけを収穫する」あるいは「森林の成長量を超えて収穫しない」ということになります。林木・森林の伐採は、収穫であると同時に、生産基盤としての林木・森林を失うということを意味します。収穫の度に森林の成長量が小さくなってしまっては、後々に収穫できる量は目減りします。これに対して、一定期間内の伐採量が全体の成長量を超えなければ、全体の蓄積量は増えることはあっても減ることはありません。

森林の成長量を維持するためには、地力の維持も重要です。地力が低下する（土地が痩せる）と、森林の成長量も低下します。林地の生産力を維持するには、表土を保全することが何より大切です。

このような収穫の保続の実現を個々の林分で考えるのか、一体の経営が行われる林分の集まりを対象と

するのか、さらには地域全体の森林で行うのか、対象のスケールが違えば適切な施業方法も異なります。

例えば、個々の林分を対象に収穫の保続を図るなら、それは択伐林施業で実現することになります。小・中規模の森林所有者が所有山林で継続的・持続的な木材生産を行いたいときは、この選択になります。ただし、択伐林施業の実行は、高い技術力と路網などの生産基盤の整備が必要になるため、簡単ではありません。これが大規模森林所有者になると、複数の林分で収穫の保続を考えることができるようになります。そうすると、小面積の伐区による皆伐（法正林的な取り扱い）も可能になり、施業方法の選択の幅が広がります。

小規模森林所有者の森林を集約して経営を受託する事業体の場合、所有者個々の森林に対して、また、それらを集約した各団地に対して、どのような保続のデザインを描くのかという力量が問われます。例えば、次々に団地を設定して仕事を回していけば、事業体の経営の持続性は確保されるかもしれません。しかし、それぞれの団地において収穫の保続を無視した伐採を行ったとすれば、それは委託者（森林所有者）に対する背信行為となります。当然、こうした団地では森林経営計画の認定を受けることはできません。

森林計画制度では、森林経営計画単位で収穫の保続を確保することを基本にしており、例えば属地計画（林班計画）の場合、林班または複数の隣接した林班単位ごとに保続のルールが適用されることとなること等をよく理解しておく必要があります。

（3）経済性の原則

経済性の原則は、経済的合理性を追求する原則であるといえ、林業が経済活動として行われる上で重要な原則です。経済性は、費用対効果で考えます。例えば、効果が一定のときは費用を最小とすることで、費用が一定のときは効果を最大にすることで、費用対効果を高めます。一定の材価の木材を低コストで育成収穫するのが前者、同じコストで育成収穫した材をより高く販売するのが後者になります。費用を小さくするのと同時に、効果を大きくすることで、費用対効果はより高くなります。

経済性の原則は、生産活動に対してのみ適用されるものではありません。公共事業である森林整備事業においても、この原則が適用されています。さらに、今日的にはさまざまな目的で行われる森林管理について、経済的合理性が技術的合理性とともに問われています。

（4）生物多様性保全の原則

森林を構成する植物やそこに暮らす動物にとって、自らがつくり出す生態系は、同時に自らが生存する場であるといえます。森林を利用する人間は、自己の利益に反しても生態系を構成する多様な生物種の生存を保証する義務があり、その生存権を損なわないような形で森林経営をすべきです（鈴木 2001）。こうした生命倫理に基づく原則が、生物多様性保全の原則です。この原則をすべての林分に求めることは、現実的には不可能です。したがって、この原則は流域などの広がりにおける林分配置（ゾーニング）で考えるべき原則といえるでしょう。

（出典：林野庁『令和７年度　森林総合監理士（フォレスター）基本テキスト』，令和８年２月27日，26-28 頁，https://www.rinya.maff.go.jp/j/ken_sidou/forester/attach/pdf/index-261.pdf.）

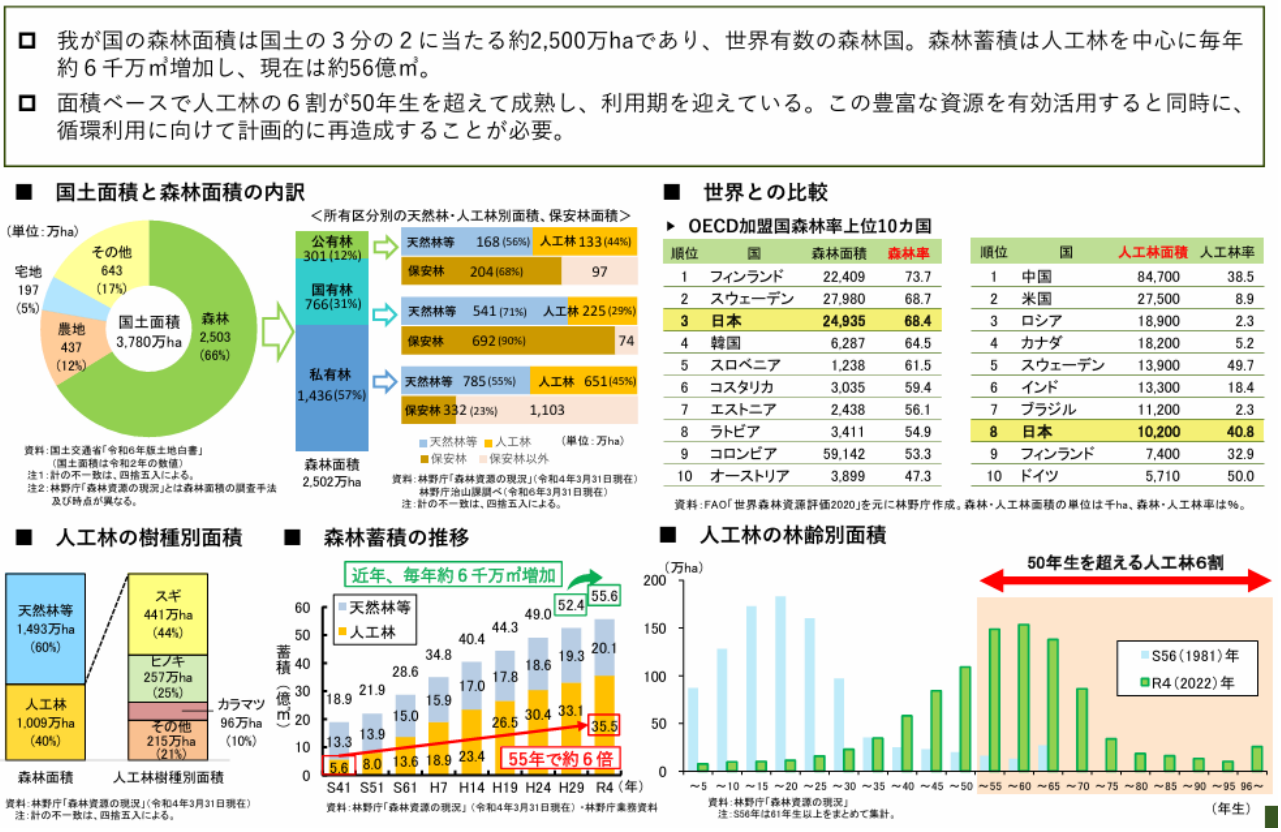
第１章　　日本列島の森林

林野庁が発表している我が国の森林の現況は、**図 11** のとおりです。

日本の総国土面積約 3800 万 ha のうち約 2500 万 ha が森林で、国土面積に占める森林の割合「森林率」は約７割です。一方、森林面積をその国の総人口で割った「国民１人当たり森林面積」は約 0.2ha/人です。

図 12 を見るとわかるように、森林面積を国土面積との比較でみると「日本は世界有数の森林国」といえますが、人口数との比較でみると「日本は森林が少ない国」なのです。[11)]

図 11　我が国の森林の概要について



（出典：林野庁「森林・林業・木材産業の現状と課題（令和７年９月１日更新）」，https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/genjo_kadai/attach/pdf/index-273.pdf ．）

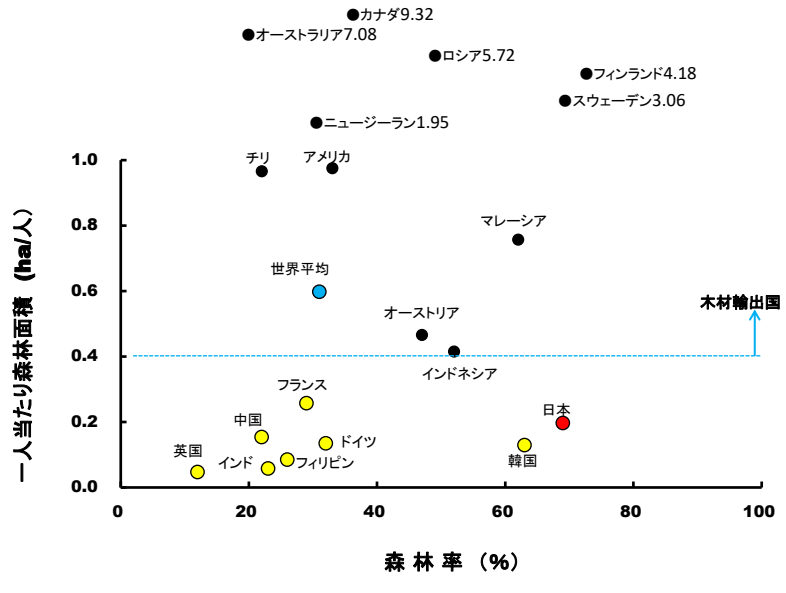


図 12　各国の森林率と国民一人当たり森林面積の比較

（「森林・林業統計要覧2011」より作成）

次に、日本の森林の中身について、その概要を紹介します。

わが国の森林面積はこのところほとんど変わらず約 2500 万ヘクタールで、 その３割が国有林、１割が公有林、６割が私有林で、私有林では所有規模のきわめて零細なものが大多数である。

森林面積の４割すなわち約 1000 万ヘクタールが人工林、残る６割が天然林である。人工林のほぼ全てが用材生産のための**皆伐林**であるとみてよい。皆伐林は南関東、東海、南近畿、四国、九州で多いが北海道と北陸では少なく、スギ林が 45%、ヒノキ林が 25%、マツ類とカラマツの森林がそれぞれ 10%、エゾマツとトドマツの森林が合わせて 10%ほどである。そして、スギ、ヒノキ、マツ類の皆伐林は本州、四国、九州にわたって広く存在するが、カラマツの皆伐林は主に信州と北海道に、エゾマツ、トドマツの皆伐林は北海道に分布が限られている。天然林の大半を占めるのは、昭和 30 年代の燃料革命によって生まれた里山地帯の放置された旧薪炭林である。

天然更新や植栽によるスギ、ヒノキ、ヒバ、エゾマツ、トドマツの**択伐林**は、各地に点在してはいる。しかし、ナスビ伐り方式の択伐林が皆伐林一辺倒の政策によって消滅していく一方で、本格的な照査法（著者注、「第８章　４　照査法による天然更新たく雑林施業」参照）による択伐林は実行が難しいために普及せず、研究的・実験的なものにとどまっていたために、択伐林と呼べるような森林の面積はきわめて少ない。漸伐林と呼べる森林も択伐林と同様にきわめて少ない。すなわち、わが国で施業らしい施業が行われている森林のほとんどは皆伐林ということである。

（出典：梶原幹弘『究極の森林』京都大学学術出版会，44-45 頁，2008 年.）

1　日本列島の森林の特徴[12)]

森林が成立している日本列島の特徴は、次のとおりです。

・南北に細長く連なることから、
亜寒帯(亜高山帯)気候から亜熱帯気候にまたがり、その中で温帯気候がほとんどを占める。

・周りを海に囲まれ、南からは暖流の黒潮、北からは寒流の親潮が流れることから、
特有の気候が形成されるとともに、北方系と南方系の生物が移動して交錯しやすい。

・夏は太平洋の高気圧の圏内に入り高温多湿であり、冬はシベリア高気圧の影響を受けて強い季節風が吹き、
日本海側では世界有数の豪雪が降り、太平洋側では乾いた低温の風が吹くことから、
基本的には温暖多雨でありながら、寒さと暑さの両方に対応したストレス耐性樹種が多い。

・冬の季節風と台風による強烈な風を受ける頻度が高いことから、
樹木の形態は多くのものがずんぐり型の傾向にあり、また通直性に乏しいものが多い。例えば、日本のアカマツやクロマツは、ヨーロッパや北アメリカの多くのマツ類に比べて通直性に欠けるものが一般的であり、広葉樹にもその傾向が強い。

・台風による攪乱の頻度が高いことから、
攪乱依存種を中心に、多くの樹種にとって更新の機会が与えられる。

・地形が複雑急峻であることから、
土壌は細かく複雑に変化し、森林作業道をつくり維持管理するには高い技術と費用を必要とする。

・氷河期の日本は、比較的氷河の影響が少なかったこと、大陸と日本列島はつながっていたこと、日本列島は南北に細長く寒さと暑さに応じて生物が陸上を移動するのにも都合がよかったことなどから、
気候変動により種が絶滅することは少なかった。

このような日本列島の複雑な立地環境は、日本の植物の種類や森林のタイプを複雑にし、日本の生物種の多様性の原因となっています。また、日本は中緯度のモンスーン地帯にあり、季節風と海流と脊梁山脈の山岳地形とが影響して、年間を通して雨が多く夏は高温多湿であることから、日本は世界の温帯の中で最も水分条件に恵まれた国すなわち樹木の成長に適した国です。しかし、年間を通して雨が多くて概して温暖で特に夏高温多湿になるということは、スギ・ヒノキ・カラマツだけに快適な生育環境ではないことを意味し、他の植物にも快適な生育環境であり、そこに激しい生存競争を生じさせます。

その結果、森林を皆伐してスギ等の苗木を植林し、そのまま放置すると、その場には多種多様な草本類や木本類が繁茂し、苗木はそれらに覆われて日を受けることができず枯死していまいます。

このような夏が多雨という日本の森林と、夏が少雨という北米西部と欧州の森林との比較を紹介します。

したがってスギやヒノキなどの更新には下刈りやつる切りの初期保育経費が多くかかり、日本の育林経費は他の温帯諸国のそれに比べて 10 倍ぐらい高いということを知っておかなければならない。コストのかかる初期保育の頻度を高くする、短伐期の皆伐施業は日本の林業には合わない。1960 年頃までは農山村に人が余っており、労賃も安く、下刈り・つる切り頻度の高い短伐期皆伐施業が可能であった。また、下刈りされた草は家畜の餌になるというメリットもあった。しかし今は社会環境が変わったし、今後も元に戻ることはないであろう。

日本の自然と森林の特色を、世界の温帯の他の林業地のそれと比較してみよう。1960 年の木材の関税撤廃の後に日本の林業を最も圧迫したのは、アメリカから輸入されたベイマツ(ダグラスファー)とベイツガ(ウエスタンヘムロック)である。これらの生育地であるオレゴン州や、ワシントン州の太平洋側は、大陸

西岸気候で夏涼しくて乾燥し、冬温暖で雨が多い。この生育環境は同じ温帯でも日本とは逆である。夏涼しくて乾燥するということは針葉樹の生育にとって有利である。針葉樹が緯度や標高の高いところに多いのは、寒さを好むためではなく暑さを嫌うためである。夏の乾燥にベイマツやベイツガは耐えられるが、広葉樹や草本類は耐えられない。そのためこの地域はベイマツやベイツガなどの針葉樹の広大な森林帯なのである。冬温暖で多雨であることは、冬の寒さのストレスが少なく光合成も十分にできる。それが春から夏にかけての旺盛な生育を促すのである。ベイマツなどの単位面積当たりの生産量はスギの少なくとも1.3 倍ぐらい高い。

（中略）

そういう環境のところだから、数ヘクタール以内の皆伐であれば、伐採跡地に周辺からベイマツやベイツガの種子が飛んできて天然更新する。より成林を早めるために苗木を植栽することの方が多いが、いずれの場合も他の植生が夏の乾燥で育ちにくいので下刈りの必要はない。ベイマツやベイツガは林業的に有用な樹種なので、オレゴン州やワシントン州の太平洋側は林業には大変有利である。

南半球のニュージーランドやチリなどもオレゴン州、ワシントン州と環境が似ており、アメリカ西部から導入したラジアータパインやベイマツなどが原産地以上によく育って、林業が主要産業になっている。ヨーロッパも大陸西岸気候で、寒暖の差が比較的少ないが、オレゴン州、ワシントン州ほどには夏に乾燥しないので、天然林ではブナやナラなどの広葉樹とトウヒやモミなどの針葉樹が混交して生えており、その点では日本と近いところがある。ただ日本と違うのは、目的樹種の更新を妨げるササ、シダ、ススキなどのような南方系の生育の旺盛な手ごわい植生がないことである。また日本にはクズなどのつる植物が非常に多く、これも目的樹種が成林するまでの大きな妨げになっている。日本では皆伐更新すると手間とコストのかかる下刈り、つる切り作業を植栽後 7、8 年目までに、少なくとも 5 回以上(普通は 7、8 回)は必要とするのが普通である。

夏に高温多湿になる日本は、ほとんどのところで広葉樹を主体に非常に多くの樹種や草本類が旺盛に繁茂する。天然の状態では、スギやヒノキは落葉広葉樹の中に群状か単木状に混交して生育している。夏に高温多湿になる場所で生育できるスギやヒノキは、針葉樹の中で特別な進化をしてきた樹種ではあるが、天然では決して純林で広がることはない。本来そういう自然環境である日本において、スギやヒノキの純林を造成して林業を営んでいることは、かなり特色があるものだということを認識しておく必要がある。

（出典：藤森隆郎『林業がつくる日本の森林』築地書館，95-98 頁，2016 年.）

こうした比較を踏まえずに、林業の先進事例としてドイツやスイスの取り組みが紹介される場合があります。例えば「照査法によるヨーロッパ方式の択伐林施業」は日本とは異なる自然環境だからこそ成り立っています。日本の主たる造林樹種であるスギ・ヒノキは天然更新が難しく、また日本で目的樹種の天然更新は植物種の多様性が高いことと立地環境（更新環境）が複雑なために難しいのです。日本では、「更新コストの削減」をヨーロッパのモミ・トウヒにように天然更新では達成できないのです。[13)]

２　戦後に弱体化した森林所有者と林業労働力、そして激変した日本列島の自然

時間軸からみた、日本列島における林業労働力、森林の特徴、森林経営について紹介します。現在の林業がかかえる問題点が理解できるはずです。

もうひとつは、公私を問わず森林所有者に代わって山林の維持管理や木材の伐出に携ってきた林業労働力の激減が今も続いていることである。

表１や図１をみてもわかるように、昭和 30 年代半ば過ぎまで 40 万～50 万人を擁した林業労働人口は急速に減少しはじめ、10 年後の 45 年にはすでに半減している。二、三次産業へと労働人口が移っていったからだ。

わが国の総労働人口は昭和 30 年頃の 4000 万人から、現在の 6500 万人余りに増大してきているが、一次産業、二次産業、三次産業の就業者数の割合を大まかに比較してみると、昭和 30 年代半ば頃にはほぼ三分の一ぐらいずつでバランスがとれていた。それが現在は、一次産業は実数でも四分の一以下に減って 5%、二次産業は 33%、三次産業は 63%で三次産業だけで 4000 万人を超えてきている。

一次産業の落ち込みは、農業人口の激減が主な要因である。林業はもともとの母数が小さく、昭和 30 年は 52 万人いたが、平成７年には９万人にまで落ちており、現在も下がりっぱなしで８万人を割っている。しかも、そのうちの 60%が 60 歳以上の労働力であり、あと５年か 10 年でなお５万人ものリタイアが迫っている。

日本林業が山村の有力な産業として成り立っていた昭和 40 年代の初め頃までは、山で仕事をすれば近くの町の中で仕事をするよりも実入りが良かった。

当時は農家でしかも山持ちという「農家林家」が 80%ぐらいを占めており、春から秋にかけては農作業をやっていた。当時の山仕事は主に冬に集中しており、農閑期を利用する農家にしてみると、農林複合によって冬の有力な副業が確保された。冬にはいつでも山仕事があって、薪やパルプ材をつくろうが用材を出そうが、とにかくそこそこの収入が得られた。当時は農業収入もけっこうあって、農作物の価格も一般物価と同じように上がっていたわけだから、農山村の収入も良かった。

機械化が進んでいない頃だったので、伐る仕事や搬出の仕事は人海戦術による特殊技能で行なわれていた。なかでも、伐ることよりも出してくる仕事の方に手がかかり、搬出が経費の半分ぐらいを占めていた。それを人間の生身の労働でこなした時代にはけっこうな所得につながっていた。

ところが、材価が低迷しはじめた昭和 40 年頃を境に、他の産業では危険な仕事が急速に近代化されるなかで、林業はその立ち後れが目立ちはじめ、いわゆる 3K の筆頭にあげられるようになっていった。

特に、生身の仕事が多かっただけに、労働災害の発生率は全産業のなかで林業がいつもトップを占めてきた。今でも労働災害の掛け金率は林業が一番高くて、賃金の十数%に及んでいる。常に労災は雇用主にとっても作業者にとっても重荷になっているわけだ。

（中略）

林業はその時々に真っ先にクッションのように扱われてきたわけだ。いいときはやるが、ダメになると真っ先に放っておかれてしまう。産業のなかで 3K の筆頭のように言われるようになったのもムベなるかなと思う。だいたい、親が子供に「お前、山仕事をやれ」とは勧めない。特にここまで少子化が進むと、ほとんどあり得ないことだ。

現在、林業への新規就労者がどのくらいいるかというと、中学・高校を出て林業に入ってくる人が全国

で 200 人あまり。1 県あたり平均すると 4～5 人しかいない。しかも、定着率が悪い。東京の秩父地方で十数年前に中学・高校生の林業就職者数を追跡調査したときに、3 年目でもう 60%ぐらいが離職していた。

昨今は U ターン、I ターンが注目されており、こういう人たちのなかではっきり「林業」といわないまでも「山で仕事をしたい」という人が毎年 2000 人ぐらいはいるようだが、その半面やめる数が多くて問題になったことがある。農山村で若い人が定住するためには環境の整備が欠かせない。今でも住宅や遊ぶ所をつくったりして、全国で金太郎飴のように同じ手を打っているが、どうしても定着率が少なく、おそらく統計をとれば 30～40%はやめてしまっている。絶対数が少ないところにもってきて、労働力の再生産が伴っていない。

（出典：島崎洋路『山造り承ります（増補版）』川辺書林，21-25 頁，2010 年.）

太平洋戦争が終結してからの、戦後の自然はどんな道筋をたどっただろうか。

先述したとおり、戦後復興の資材として木材が求められ、より伐採が進んだ面がある。しかも敗戦した身ゆえ、外貨は底をついており木材輸入も難しい。

荒れた山は洪水や山崩れなど災害を多発させた。台風が来るたびに大規模な浸水や山の崩壊が相次いでいる。それは戦時に堤防などの整備ができなかった面もあるが、やはり山が荒れていたことが大きい。通常の雨でも土砂を流出させ、河川に大量の降雨が流出して洪水を引き起こしたのである。

ただ、木材は不足したから、価格が暴騰した。そこで造林熱も高まる。主に求められるのは建築用になる針葉樹だ。スギ、ヒノキ、マツ、カラマツなどが植えられた。政府も造林政策を推進した。植林には補助金が出たので、伐採後のはげ山や草原、さらに木の生えていない荒野まで競って植えたという。スギの伐期を 35～40 年に設定して、伐り出すと大いに儲かるはずだった。

一方で、エネルギー源として石炭石油、ガスなどの普及が進み、薪や木炭の需要は縮んだ。農業でも化学肥料が広く利用されるようになって、草や落ち葉による堆肥づくりが行われなくなった。結果として雑木林が利用されなくなって、草木は成長するがままだった。

かくして日本列島の緑の復元は急速に進んだ。植えられた苗木は、ノネズミやウサギ、シカ、カモシカなど草食動物のよい餌になる。跡地に繁る雑草も草食動物にとって有り難い餌である。雑木林も放置されることで草木が大きく繁った。また**拡大造林政策**もとられた。建築材に使いづらい広葉樹(低質未利用広葉樹と呼ばれる)主体の天然林や雑木林を伐採して、スギやヒノキを植える政策だ。新たな植林地が拡大したのである。

餌が豊富になってノネズミ(アカネズミやヒメネズミ、ハタネズミなど)が増えたことは、キツネやタヌキ、イタチ、テン、それにフクロウやタカなど猛禽類に餌を提供した。草食動物だけでなく肉食動物にとっても増える条件が整いだしたのである。

おそらく山野の緑が回復してきた 1960 年代頃から野生動物の数は回復傾向に入ったと思われる。それは自然が回復する過程でもあった。

また、社会情勢も変化を見せた。木材不足の続くなか、木材輸入が解禁になった。外貨準備高も増えたからである。まずアメリカやソ連から木材が入ってくるようになり、さらに東南アジアから熱帯木材が大量に輸入されるようになった。そこにドルショックが起きて、為替が円高基調になる。すると輸入木材の価格は大幅に下落した。また高度経済成長が続くことで、人が町に出るようになり、農山村の過疎化が進

みだした。

その結果、あれほどの熱意で植えられた植林地は見捨てられるようになった。農業も米あまりから減反政策に転じ、稲作も抑制された。まず対象となったのは耕作が不利な棚田など山裾の農地だ。耕作放棄地はすぐ雑草が生えてブッシュ化・森林化した。同じく雑木林も、草刈りも薪採取もせず放棄されていった。おかげで山には木が密生するようになる。

ここまで条件が整えば、野生動物にとって絶好の生息場所の誕生だ。餌はある。隠れ家もある。しかも美味しい餌のある農地のすぐ側まで潜むブッシュが広がっている。人は減って、見回りもあまりされない。動物側も農作物を狙いたくなるだろう。数も増えて、新たな餌場を求めなくてはならない。かくして獣害が多発し始めたのではないか。

（出典：田中淳夫『獣害列島』イースト新書，167-169 頁，2020 年.）

企業的森林経営への転換を

森林経営は、木材生産という経済行為であると同時に、環境・生態系保全など森林の多面的機能を守る経済外行為としての面を併せ持つ。そして、この両面性は森林経営に重い費用負担の構造をもたらすことから、立木生産額を上回る額の税金が林業に投入されている大きな理由ともなっている。

しかし、公有林ならいざ知らず、プライベートな経済活動として経営される私有林に税金を投入するのであれば、政策的保護を与える目的だけではなく、税金投入の効果、経済活動に与える影響などを明らかにする必要がある。そのためには、私有林経営の損益構造を正確に把握し、林業への支援によって木材生産量が拡大した場合の木材需給バランスや市場価格への影響を分析した上で、何をどのように補えばいいのかを考えていかなければならない。

一方、補助金の有無にかかわらず、私有林経営は通常の企業経営と同様に事業継続を前提とした経済活動であることをあらためて認識する必要がある。つまり、経営分析、資産管理、収支計画、経営戦略、資金調達、市場観測といった経営行為は、どのような森林経営体にとっても必須の作業であることを確認しておきたい。

多面的機能を有する森林において林業という経済活動を将来にわたって行っていくためには、企業的経営を志向し、そしてそれを実践しなければならない。しかも、このような企業的経営を徹底していかなければ、たとえ経済外の活動として森林の多面的機能を維持する費用を負担しているとしても、純粋な経済活動である林業への補助金投入について国民の理解を得ることはできないのではないか。

森林経営は小規模・零細・個人経営

森林経営の主体は林業経営体である。林業経営は、地形や地質、気候などの自然的条件と木材サプライチェーン(供給網)上の立地関係など地理的条件に大きく影響される。一方で、林業経営体の形態や規模といった運営組織によっても林業経営の内容は大きく異なる。

日本では森林面積の約 6 割は私有林であり、その約 5 割が人の手が加えられた人工林となっている。「平成 30 年住宅・土地統計」で経営規模を見ると、全国の山林所有世帯は 225 万戸あり、2020 年農林業センサスによれば、そのうち 1 ha 以上の山林を所有している「林家」が約 69 万戸ある。したがって 1 ha 未満の小規模所有者は約 156 万戸となり、この極めて小規模の所有者が山林所有世帯全体の 7 割を占めていることになる。

しかも、私有人工林における小規模経営では、その約３分の２で経営管理が不十分とされている。その背景には山林所有者の高齢化や不在村化がある。相続の際、所有権移転登記が適切に行われていないといった原因による所有者不明の林地は、地籍調査によれば 28.2%あり、農林業センサスや国土交通省の調査によれば不在村地主も 24%存在する。つまり、適切な森林管理を求めたいと思っても半分以上が直接交渉する相手がいない状況となっている。また、境界が不明な林地も多く、2018 年度末時点で地籍調査が終わっている森林は公有林も含め全体の 6%にとどまっている。このような状況は生産性を上げるための林道開設や経営規模拡大を進める上での大きな支障となっている。

一方、林業事業主は３万 4000 経営体あるが、法人化していない経営体を中心に林業経営体数は前回調査(2015 年)の８万 7000 経営体から６割も減少している(図表 4-1)。つまり、日本の森林は小規模所有者が大半で、そのほとんどが「所有はしているが経営はしていない」といった状況にあり、その状況が年々拡大している。

なお、林業経営体のうち森林組合や民間事業者など法人化している経営体はわずか 12%で、残りの約９割は法人化されていない個人経営体などとなっている(図表 4-1,2)。

（単位：千経営体）

	平成17年 (2005) 年	平成22年 (2010) 年	平成27年 (2015) 年	平成30年 (2018) 年
林業経営体	200	140	87	34
（対前期比）	（　－　）	（△ 30%）	（△ 38%）	（△ 61%）

図表 4-1　林業経営体数の推移
出所：2020 年農林業センサス

（単位：千経営体）

		林業経営体	割合
法人化していない経営体		29	85%
	個人経営体	28	82%
法人化している経営体		4	12%
	法人経営（会社・森林組合等）	3	9%
	その他法人	1	3%
地方公共団体・財産区		1	3%
合計		34	100%

注：法人化している経営体のうち、その他法人には農事組合法人、公益法人、宗教法人、医療法人、NPO 法人などが該当する。計の不一致は四捨五入による

図表 4-2　林業経営体の組織形態
出所：2020 年農林業センサス（令和３年版森林・林業白書）

林業所得はわずか 100 万円強

林業所得の現状を、山林面積 20ha 以上保有し家族経営で一定程度以上の施業を行う「家族経営体」と呼ばれる個人経営ベースのデータで確認すると、1 経営体当たりの年間林業粗収益は 378 万円で、経費を差し引いた林業所得は増加傾向にあるとはいえ、わずか 104 万円となっている(図表 4-3・4-4)。これでは林業による収入を主体に生計を立てていくことはできない。「2005 年農林業センサス」によると、山林を保有する家族経営体のうち林業収入が最も多い収入となっている世帯はわずか 1.7%に過ぎず、このことからも林業以外で生計を立てている世帯がほとんどである実態が明らかとなっている。

このように日本の林業経営体は、小規模・零細な所有構造かつ法人化されていない経営体が大半であり、その所得水準の低さは林業経営への関心が高まらない大きな要因となっている。

（万円）

		平成 30（2018）年
林業粗収益		378
	素材生産	214
	立木販売	21
	その他	143
	（うち造林補助金）	(65)
林業経営費		274
	請け負わせ料金	107
	雇用労賃	31
	その他	137
林業所得		104
伐採材積（m^3）		210

注：家族経営体の林業所得の内訳。伐採材積は保有山林分。造林補助金については林業粗収益に含めた。計の不一致は四捨五入による

図表 4-3　家族経営体の林業所得
出所：農林水産省「林業経営統計調査」

（単位：万円）

	平成 17 年度（2005）	平成 18 年度（2006）	平成 19 年度（2007）	平成 20 年度（2008）	平成 25 年度（2013）	平成 30 年（2018）
林業所得	87.8	95.7	75.7	57.3	86.8	103.8

注：調査期間は平成 25 年度以前は 4 月から翌年 3 月、平成 30 年は 1 月から 12 月

図表 4-4　林業所得の推移
出所：農林水産省「林業経営統計調査」

（出典：塩地博文・文月恵理・高口洋人・松本　晃・酒井秀夫・寺岡行雄『森林列島再生論　森と建築をつなぐイノベーション「森林連結経営」』日経 BP，107-111 頁，2022 年.）

３　増えすぎた野生動物による森林被害 [14)]

安曇野市の里山林においては、シカ・イノシシの繁殖が顕著となっています。

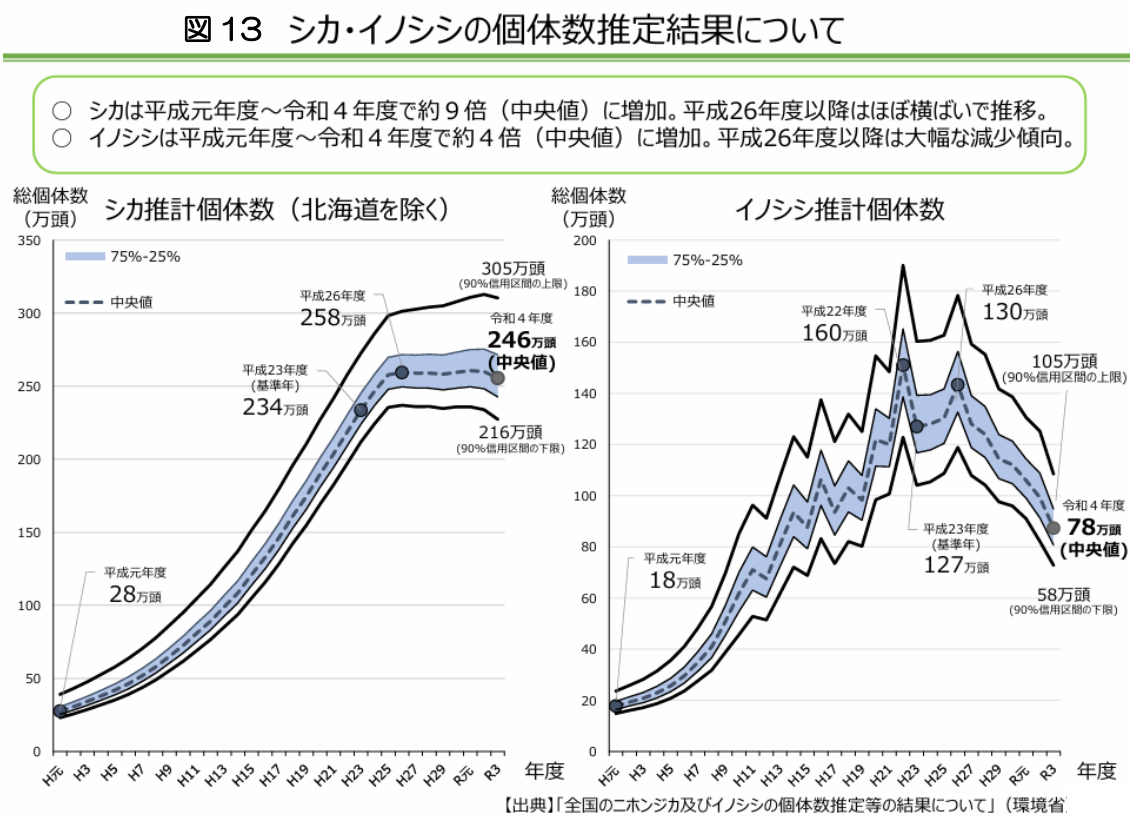
整備のために植えた苗木や萌芽の葉がシカに食べられて枯れてしまいます。竹林においては、整備を進めると藪の状態から人が入りやすい開けた状態になりますが、イノシシ・シカも入りやすくなって筍(たけのこ)が食べられてしまいます（イノシシは地面を掘って筍の根元から、シカは筍の先を食べます）。このため、整備をする前は筍狩りができましたが、整備をすると筍狩りができなくなります。

こうしたシカやイノシシへの対策が、安曇野市の里山林の整備活動でも課題となっています。

日本の森林全体では、**図 13** に見るように、近年、シカ類の個体数が増加した結果、シカ類の餌となっている森林の下層植生の衰退が顕著になっています。2019 年の長野県における野生鳥獣による林業被害では、ニホンジカによる被害面積が約 81ha（被害額約 1.2 億円）ともっとも多く，次いでニホンカモシカの 39ha、ツキノワグマの 35ha となっており、この３獣種が被害の９割近くを占めています。

最も被害が深刻なニホンジカによる被害形態は、植栽木の枝葉を食害する枝葉食害と樹幹に被害を及ぼす剥皮害に大別され、剥皮害はさらにオスジカが繁殖期である秋季に幹に角を擦りつけることで樹幹が傷つく角こすり被害と、県内では主に春季に樹皮を剥がして食害する樹皮食害とに分類されています。

図 13　シカ･イノシシの個体数推定結果について



（出典：農林水産省「鳥獣被害の現状と対策」令和７年４月，
https://www.maff.go.jp/j/seisan/tyozyu/higai/240605.html，2025 年５月 12 日アクセス．）

第２章　　森林の構造

１　階層構造[21)]

火山活動や洪水などで出現した裸地も、時間が経つにつれて草原や低木林となってゆきます。このように時間の経過とともに環境などが変化することによって、植物の集団が変化する現象を「植生遷移」と呼びます。降水量の豊かな日本では、後述の「森林の発達段階」のように樹木を中心に遷移してゆきます。

発達した森林の構造は、**図 21** のような高木層や低木層などの**階層構造**によって特色付けられ、それは**樹冠**（１ 本の木の葉と枝の部分）、幹、根系という高木性の樹木に特有の構造によって形成されます。この樹木が集まって樹木群を形成し、**林冠**（樹冠の連なったもの）が上層を覆い、林冠の隙間から洩れる光環境に応じて、様々な耐陰性（植物が弱い光の下でも生存じ得る能力）を有する樹木や草本が林内に生育し、低木層や草本層などの上下方向の階層構造がみられます。

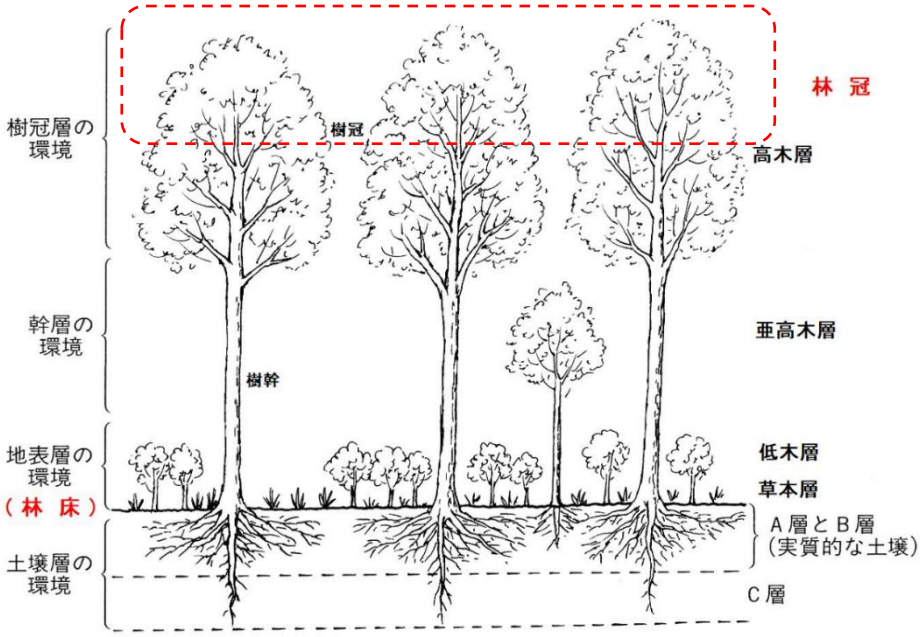


図 21　森林の階層構造[21)]

天空からの日射は林内の垂直方向に分布している葉によって遮られるため、林冠から下方に向かって明るさは低下してゆき、その程度に対応して成長する植物の集団が、「高木層」、その下の「亜高木層」、その下の「低木層」、**林床**(りんしょう)に生えているシダ植物などの草本を中心とした「草本層」と続き、植物の「階層構造」を形作っています。ここでは土壌層も含めて階層構造としています。

図 22 に示したように、階層構造をもつ広葉樹**複層林**（左）は、ヒノキ**単層林**（右）と比べると分かるように、林床の植生によって表層土の流亡や保水機能の低下などの土壌環境上の欠点を避けることができます。



大小さまざまな木で構成されている常緑広葉樹天然林の老齢段階



ヒノキ単層林（若齢人工林）の林床

林内が暗くて光環境が不十分だと、林床植生が欠乏して落葉が雨で流されたり、風で飛ばされやすく、落葉層が形成されにくい。ヒノキのように、落葉が小さな鱗片に分かれるものは、雨で流されやすく、土壌の裸地化が起きやすい。

図 22　複層林と単層林の林床（ 左：常緑広葉樹天然林の複層林[22)] 、右：針葉樹人工林の単層林[21)] ）

2　土壌と森林微生物の働き

森林の土壌は、森林生態系の物質循環の場となっています。

森林土壌の仕組みと循環機能を紹介します。

肥沃な土の層に根が発達する

土壌は、森林を構成する要素の中でも重要な基盤です。森林の土壌はそこに生育する植物を物理的に支えるとともに、植物に必要な養分や水分を蓄える機能を持っています。さらに土壌をすみかとする動物を育み、植物の根の呼吸に必要な酸素を供給するなど、森林に棲息する生物の生存基盤となっています。

森林土壌は、様々な種類の岩石が風化してできた母材(主要・基になる材料)に、気候・地質・時間などの土壌生成因子が複雑に作用して形成されます。

まず、土壌の材料となる母材がその場所に堆積します。その堆積の違いによって残積土(ざんせきど)、匍行土(ほこうど)、崩積土(ほうせきど)などに区分されます。堆積した母材には、前述の作用により、次のような土壌層位が発達します。

いちばん上には、落葉落枝やそれらの腐朽物が有機物層(A_0層)を形成します。これらの有機物は、土壌動物や土壌微生物によって分解・無機化される過程で**腐植**と呼ばれる黒褐色の有機物になり、黒っぽい A 層が形成されます。A 層ではそれらを栄養源とした土壌動物や微生物が棲息して肥沃度が高く、養分吸収を行う植物の細根がもっともよく発達します。その後、腐植の少ない鉱質土層(B 層)、そして母材層・基岩のみの層(C 層)となります(**図 23**)。

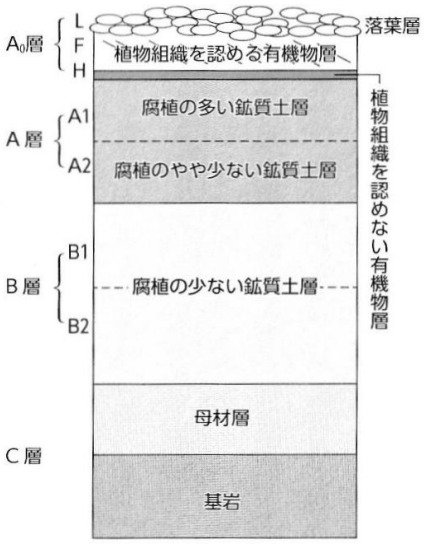


図 23　森林土壌のしくみ

森林に肥料が必要ない理由

また、森林土壌を構成する構造は、形や大きさなどによって様々に分類されますが、中でも直径 1.2 mm 程度の小さな粒で構成されるものを団粒構造といいます。団粒構造は土壌動物や微生物の活性が高いところで発達し、保水性や通気性に富み、一般に良好な植物の成長が見込まれます。

このように、森林では植物が水分や様々な無機養分を土壌から吸収し、光合成によって有機物を生産します。一方で、生産された有機物の一部は落葉・落枝や枯死した根として再び土壌に還元されます。有機物は土壌に棲息する土壌動物や土壌微生物によって分解・無機化されて植物が利用可

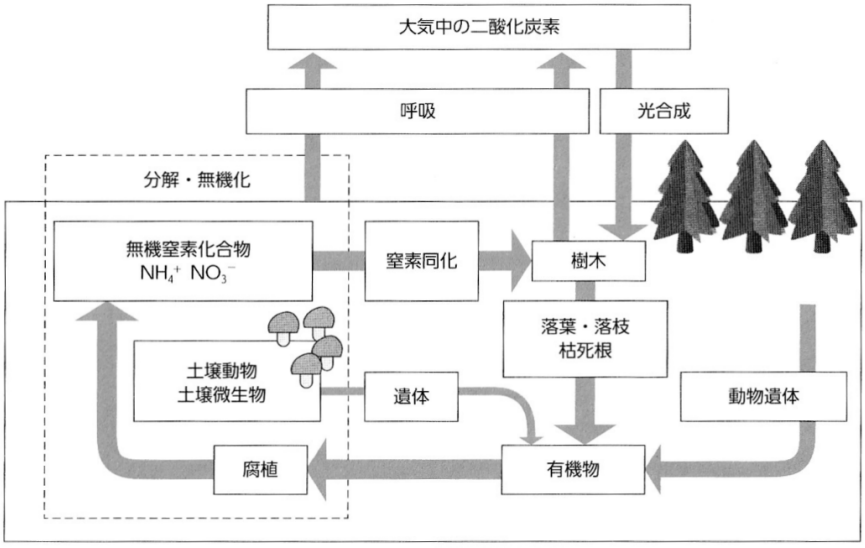


図 24　植物と土壌生物による物質の循環

能な養分になり、再び植物に吸収されます(**図 24**)。

このような物質の循環機能を「**自己施肥機能**」といいます。田んぼや畑と違い、森林に肥料をまく必要がないのはこのためです。

樹木と菌類の切っても切れない関係

森林には多様な微生物(菌類・細菌類など)が棲息しています。森林微生物は、そこに棲むほかの植物や動物に対して様々な形で働きかけます。植物の落葉・落枝や動植物遺体を分解する「分解者」としての機能はよく知られていますが、生きた植物と共生関係を結ぶ「**菌根菌**」と呼ばれる菌類も存在し、ほとんどの種類の樹木と共生関係にあると考えられています。

菌根菌は、樹木の根の細胞内や細胞間に菌糸を伸ばし、菌根を形成し、自らが根の延長のように働くことで土壌中の養分や水分を樹木に送っています。樹木はその見返りに、光合成によって生産した糖類を菌根菌に分け与えています。特に、樹木が利用する土壌中の養分の中でも、リンのほぼすべてを菌根菌に依存しており、菌根を形成しない植物は育たないと考えられています。

(中略)

目に見えない菌類が森をつくる

樹木と菌根菌の共生関係は、1 本の樹木に 1 種類の菌根菌がついているとはかぎりません。形成した菌根からまた新たな菌糸(根外菌糸)が伸び、次の共生相手を探すためです。例えば、成木から種子が近くに落ち、発芽したとします。すると、成木の菌根から伸びている根外菌糸が、発芽した稚樹の根で新たな感染を起こし、成木と稚樹の間は菌糸でつながります。このような菌糸の働きを「**菌糸ネットワーク**」といいます。

菌糸ネットワークは同じ樹種だけでなく、異なる樹種の間にも形成されます。地上から見ると、一本一本の樹木は独立して生えているように見えますが、地下で**菌糸ネットワーク**を介して樹木同士がつながっているのです。

このように、複数の樹種に複数の菌根菌が複雑に共生することで、森林生態系は保たれています。そして、菌根菌をはじめとする地下部の微生物が樹木の根に集まって、はじめて樹木が大きく成長できることを考えると、目には見えない菌類が森をつくつているともいえるのです。

(出典：岡田東生 監修『図解 知識ゼロからの林業入門』家の光協会，46-49 頁，2016 年.)

３　森林の更新様式[21-23)]

樹木は、遺伝子交配により作られた種子により遺伝的多様性を高めた繁殖（有性繁殖）をするのが一般的ですが、根、幹、枝、葉などの栄養器官から繁殖（無性繁殖または栄養繁殖）するものもあります。

種子の発芽による森林の更新を**実生更新**(みしょうこうしん)、それに対して株や根茎などからの**萌芽**(ぼうが)によって更新するものを**萌芽更新**(ぼうがこうしん)、匍匐(ほふく)した枝から発根して更新していくものを**伏条更新**(ふくじょうこうしん)と呼びます。有性繁殖と無性繁殖の両方行う樹種も多くあり、コナラなど多くの広葉樹は実生更新と萌芽更新を行い、針葉樹でもスギは実生更新と伏条更新を行い、カヤは実生更新と萌芽更新を行います。

薪炭用・キノコ栽培用の原木に適したコナラ・クヌギなどの広葉樹がもつ萌芽更新の性質を利用して維持されてきたのが**萌芽林**(ぼうがりん)です。皆伐を行って林床全面に光が届く環境を整え、萌芽を促して育てるのが里山林の代表といえる萌芽林です。萌芽林の皆伐は、山林をいくつかの小面積な区画に分けて、その区画を１年毎に順番に皆伐してゆく「**小面積皆伐**」と呼ばれる手法をとります。これは、後述する森林のもつ環境面の機能低下を小さく抑えながら作業のしやすい皆伐作業が実施できる手法です。また、萌芽枝の成長は速いため下草刈りが不要となり、更新経費（植栽経費や下刈り経費）が少なくて済む手法です。

実際の小面積皆伐の作業は萌芽しやすい時期として晩秋から冬にかけての 11 月～1 月頃に行われ、１区画は**20 年程度の短伐期周期**で伐採更新されます。

伐採から 3～5 年経過すると、**図 25** のように多数の**萌芽枝**（ぼうがし、ひこばえ）が成長してくるので、不要な萌芽枝を整理・伐採します。この作業を**もやかき**と呼びます。

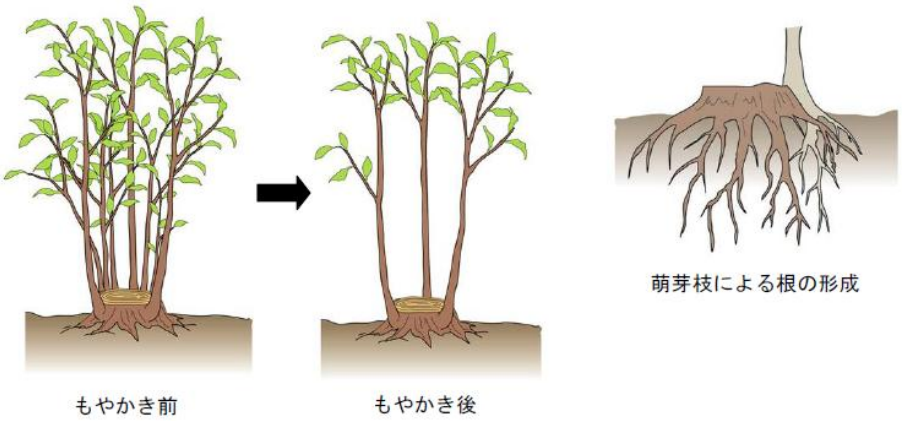


図 25　萌芽更新に伴う「もやかき作業」[23)]

第３章　　森林の発達段階とその機能

１　森林の発達段階 [31,32]

森林は樹木の成長・衰退とともに時間をかけて変化していきます。この変化を「**森林の発達段階**」と呼び、模式図で示すと**図 31** のようになります。

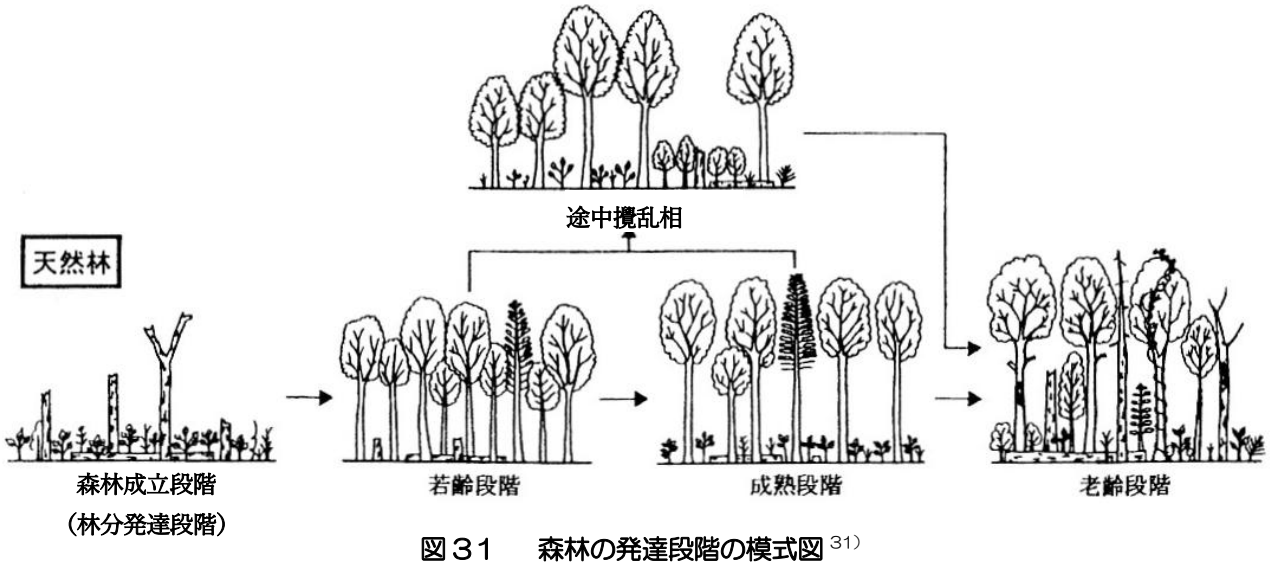


図３１　森林の発達段階の模式図 [31]

「森林(林分)成立段階」ー森林の一生の始まりー　（ 天然林で 15 年生ぐらい、人工林で 10 年生ぐらいまでのことが多い ）

自然の撹乱、あるいは人間による撹乱によって、森林がなくなった状況、ここから森林の一生は始まります。

天然林の場合は、植物が自然に生えてきます。何も植物がない場合、風や動物によって種子が運ばれてきます。風害地や伐採地だったら、萌芽や土中のタネ(埋上種子)の発芽も加わるでしょう。人工林の場合は、人間が苗を植えることで出発点に立ちます(もちろん自然に出てくる植物も加わります)。こうして森林の一生が始まります。ここからしばらくの期間を森林(林分)成立段階といいます。

「若齢段階」ー林冠は樹木の葉で完全に閉鎖ー　（ 50 年生ぐらいまでのことが多い ）

こうして樹木が成長し、木と木が接するようになれば、そこからが若齢段階です。木はまだ小さいですが、互いに接し、混み合い、せめぎ合っています。盛んに光合成を行い、ぐんぐん大きくなります。林冠は樹木の葉で完全に閉鎖していますので、上から注ぐ光はそこで大半が使い尽くされ、林床にほとんど到達しないのが普通です。図をよく見ると、若齢段階で林床の植生がほとんど存在しない様子が描かれています。光不足で林床の植物相が失われるのです。また、人工林の場合、間伐をしてもすぐに林冠が閉鎖してしまうのも若齢段階の特徴です。

「成熟段階」ー林冠には隙間があり、林床には植生が繁茂ー　（ 150 年生ぐらいまでのことが多い ）

やがて、樹高成長が鈍化し始めて(広葉樹の場合は横方向への伸びが鈍化し始めて)樹木が成熟期に達すると同時に、森林自体も成熟段階に達します。この段階になると、劣勢木の枯死や間伐などによって樹木が失われても、それによって林冠にあいた孔がふさがるのに時間がかかるようになり、樹冠の間に隙間が生じるようになります。そうなると、光が常に林床まで差し込むようになり、林床には植生が増え始めます。図を見ると、成熟段階の林冠には隙間があり、林床には植生が繁茂し始める様子が描かれています。

以上のように森林が森林成立段階～若齢段階～成熟段階と成長するプロセスは、天然林でも人工林でも同じです。あえて区別する必要はありません。どちらも樹木の集合体であるという点では同じものであり、まったく同じように成長するわけです。

樹木単体の場合は樹形や成長で若齢期と成熟期を識別できます。一方、森林の若齢段階と成熟段階は、さらに林冠に隙間があるかどうか、林床の植生が多いか少ないか、という点も判断の指標になります。

「老齢段階」ー大木が寿命や撹乱で枯れると林冠に大きな孔があく、芽生えから老齢木まで幅広い発達段階の樹木を含むー

（ スギやヒノキでは概ね 300 年以上を要する ）

樹木が徐々に老齢に達し、樹形が変わり、大きな木の枯死も見られ始めると、森林として老齢段階と呼ばれる状態に到達します。大木が寿命や撹乱で枯れると林冠に大きな孔があき、そこから光が差し込み、成熟段階のときよりも明るい環境が部分的に生じます。このような環境では、次の世代を担う稚樹が現れます。この稚樹は、成熟段階のときにすでに生じて待機していたものもあれば、明るくなってから芽生えた実生が成長したものもあります。

また、枯れ木が倒れていわゆる倒木となると、そこを苗床のように使う樹木が生じてきます。倒木上を好む樹木の種類がある理由は、落葉が積もっていないこと、苗を侵す病原菌が少ないこと、周囲の植生に覆われることがないこと、などいくつか挙げられますが、場所と種類によって、ケース・バイ・ケースのようです。

このように老齢段階の森林は老齢の大木、成長しつつある稚樹、大径の倒木などの特殊な環境など、さまざまな要素を含んでいます。こうして複雑な構造となっているのが老齢林の特徴です。

２　森林の発達にともなう各種機能の変化[31)]

地球温暖化対策として注目されている**森林生態系の炭素量の変化**は、**図 32**のような「大きな攪乱後の森林生態系の炭素量変化モデル」で説明されます。

森林生態系の炭素量は、攪乱直後の森林初期段階において急激に減少します。

これは、攪乱によって土壌が風や直射光に曝され、雨滴の直撃を受けることによって、表層構造が破壊され、落ち葉などの土壌有機物の流亡が起きるからです。

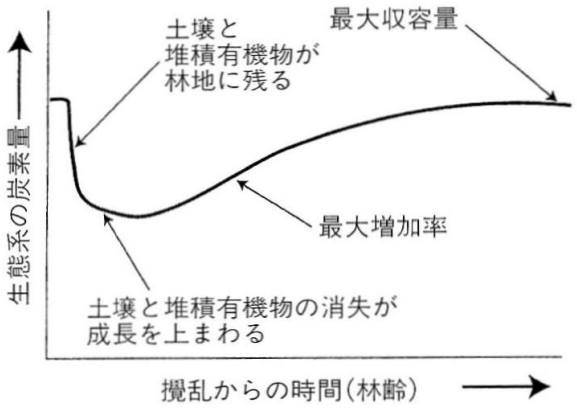


図３２　森林生態系における林齢と炭素貯蔵量の関係[31)]

（注）図中の「土壌と堆積有機物」とは「土壌と堆積有機物の炭素量」のことである。

また堆積有機物の分解が促進されて、有機物炭素が二酸化炭素として大気中に排出されるからです。

さらに天然林においては大量の枯死木の分解が進むからです。

森林のもつ５つの機能の変化を、時間の経過とともに相対的に比較したのが**図 33** です。縦軸は機能の高さ・低さを相対的に示したもので、それぞれの曲線の高さの位置には関係はありません。それぞれの曲線(機能)が森林の発達段階（時間経過）にともなってどのように変化するかを知ることが大切です。

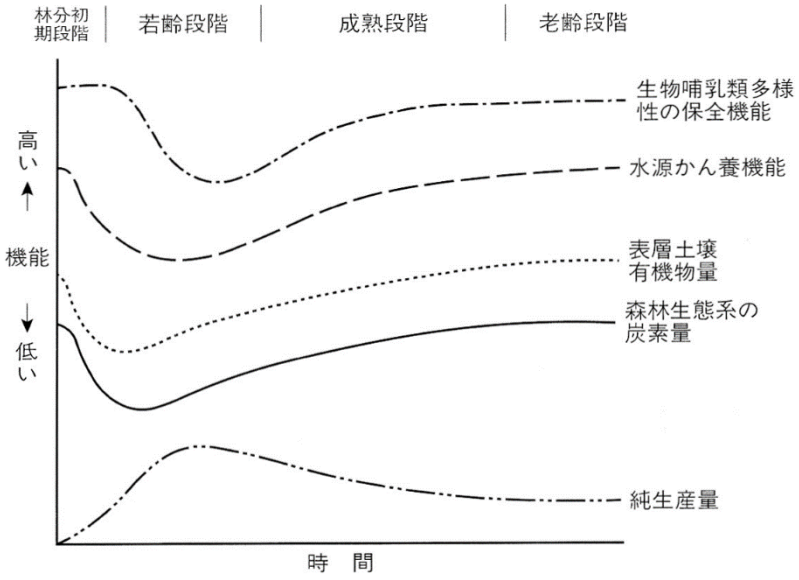


図３３　森林の発達段階と５つの機能の変化との関係[31)]

図の５本の線をみてまず目につくのは、上の４本の線と一番下の純生産量（光合成による樹木の一年間の成長速度）の線の変化のパターンは明らかに異なることであり、むしろ反対の傾向を示していることです。それに対して表層土壌有機物量と森林生態系の炭素量は積算値であり、速度の変化と積算値の変化のパターンがこのような違いを示すのは当然のことです。そして生物多様性と水源涵養(すいげんかんよう)は、速度よりも積算量に強く支配されているということが分かります。

この図から、「一つの森林において、純生産量の最大の時期とその他の機能の最大の時期を一致させることはできない」ことが分かります。また、「山の木々すべてを伐採する皆伐を行った森林では森林の持つ環境面の機能が一時減少する」ことも分かります。森づくりの基礎知識として、覚えておかなければならない森林生態系の性質です。

３　森林のダム機能はどの程度なのか[33)]

森林の環境は、地表から離れた上空に樹冠（葉群層）があるため、潜在的に水の蒸発が起きやすい環境です。その一方で、孔隙(こうげき)の多い土壌が地表を覆っているため、斜面下方に向かう水の移動を緩やかにします。河川上流の森林に降った雨水が流れ下る動きは、下流で利用可能な淡水資源の量と質に影響を及ぼします。

この影響は、

- 水資源の貯留（渇水緩和機能）
- 洪水の緩和（洪水緩和機能）
- 水質の浄化（水質浄化機能）

などで評価され、プラスの効果として現れるとき、

- 森林には水源涵養機能がある
- 渇水緩和機能と洪水緩和機能をあわせたものは『緑のダム』といえる

といわれます。

森林と水の相互作用はとても複雑で、科学的に未解決の課題もたくさん残っているため『緑のダム』機能はまだ論争中ですが、おおよそ次のように説明されています。

（１）渇水緩和機能

東京大学演習林生態水文学研究所では 72 年間のデータを用いた渇水の研究が行われました。その結果、ハゲ山再生林の長期間のゆっくりとした成長が渇水流出量に及ぼした影響は、降水量の変動による影響よりも小さい、つまり森林の影響は小さいことが見出されています。森林から水を失わせる蒸発散作用は、洪水緩和機能にはプラス、渇水緩和機能にはマイナスに作用するため、両機能がトレードオフの関係になっているのです。

また、河川の渇水流量は地質によっておおむね決まっていて、森林タイプとの関係は希薄です。

つまり、渇水時の河川水は、森林土壌からではなく、その下の岩盤の中に蓄えられた水が流れ出てきている、と考えられています。

（２）洪水緩和機能

『緑のダム』のもつ森林土壌の保水効果には限界があり、水害が発生するさいの強い降雨や長く継続的な降雨では、その十分な効果は期待できません。森林土壌の保水効果をイメージしやすくするために森林土壌をスポンジにたとえると、スポンジに水をかけてもある量までしか吸水されず、それを超える量はそのまま流れ出てきます。それと同様に、ある規模を超えた雨が降ると、森林土壌で保水しきれずに保水効果は失われ、雨はそのまま流れ出てきます。

これに対して通常の『コンクリートのダム』では、雨とダム水位を常に観測し、雨が集まりながらダム湖へ入ってくる量(ダム流入量)を把握することで、ダム湖にためる量(ダム貯留量)とダム下流の河川に流す量(ダム放流量)をそのときのダム流入量の実態に応じて決定しています。そのため、小規模な降雨だけでなく大規模な降雨でも治水効果を発揮することができます。

また、想定を超える非常に大規模な降雨のためにダム湖が満杯になると、「ただし書き操作」というダム流入量と同じ量を放流しダム水位を維持する操作を行います。このただし書き操作により下流河川において水害が発生する可能性はありますが、その被害はダムがない場合と同等かそれ以下の規模であり、ダムにより悪化することはありません。

図 34 は、利根川水系渡良瀬川草木ダム流域での測定の一例です。洪水ごとの時々刻々の雨の降りはじめからの雨量の合計(累積降雨量)と累積損失雨量(累積降雨量―累積流出量)と呼ばれる『緑のダム』などにたまった雨量の合計の関係を示しています。この関係をみると、図に示す 45 度の角度の直線上にグラフの点があれば、雨はすべて『緑のダム』にためられていることを表しており、累積降雨量が約 50mm までは『緑のダム』の効果が確認できます。しかし、累積降雨量が約 50mm を超えた時点から 45 度の直線からずれはじめ、降雨量が大きくなるにしたがいそのずれは大きくなっています。

つまり、『緑のダム』は降雨量が小さいときには治水効果を発揮しますが、洪水被害が発生するような大規模な降雨時にはすべての雨をためる治水効果は見こめない、ことがわかります。

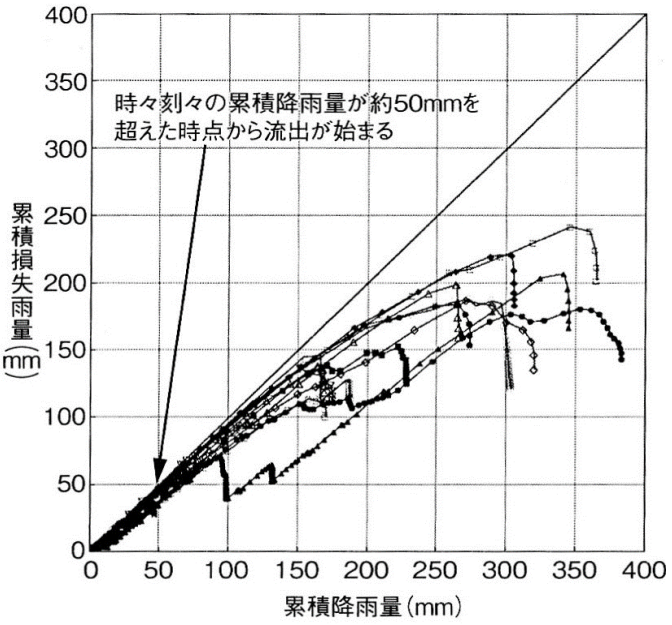


図34　時々刻々の累積降雨量と累積損失雨量の関係[33]

図中の線は、それぞれの線が１つの洪水を表し、各線上のプロットは、時々刻々の累積降雨量と累積損失雨量の関係である。(利根川水系渡良瀬川草木ダム流域の総降雨量100mm以上である16個の洪水データから作成)

小規模降雨に対しては『緑のダム』を、大規模降雨に対しては『コンクリートのダム』を頼りにするべきです。

第４章　　間伐を行う理由[41-44)]

樹木は、葉に受けた光エネルギー、根から吸収した水、葉の気孔から吸収した二酸化炭素を使い、光合成により栄養を自給自足しています。つまり樹木の葉は光合成のための重要な組織であり、その葉の量（**着葉量**）は自給自足の生産力を左右し、樹木の成長量は幹・枝・葉で構成される樹冠の量（具体的には着葉量）の大小に影響されます。

樹冠管理

幹の成長経過は樹冠の発達過程と密接な関係にあり、「樹冠を管理する」ことによって幹の成長と形質（節の分布位置、年輪幅、年輪の走行角度）を制御することができます。

実際には、「間伐」による立木の本数と間隔を変更することにより残っている立木の樹冠の光環境を改善すること、さらに「枝打ち」により枝の量（着葉量）を直接調整すること、によって樹冠管理を行います。

「間伐」は樹冠を発達させる技術であり、「立木本数の高密度維持」と「枝打ち」は樹冠を抑制する技術です。森林整備とは、こうした樹冠管理の技術を使って、目標林型に仕立てることにあります。

なお、森林の単位面積における林冠の着葉量の上限は樹種ごとにほぼ決まっており、その限られた葉量を将来性のある木が望ましい形質に育つように適正に配分してゆくことが、「間伐の本質的な意味」となります。従って、将来性のある木の選木は「間伐の生命線」といえます。

１　針葉樹人工林の間伐

（１）間伐の基本的な考え方

間伐とは、成長して混み合ってきた森林を健全な状態に導くため、一定の割合の立木を抜き伐りすることです。

間伐を行い、立木密度が下がった森林では、明るく見通しが利き、風通しも改善され、病害虫の発生率が低下していきます。その結果、樹木はより健全に成長していきます。

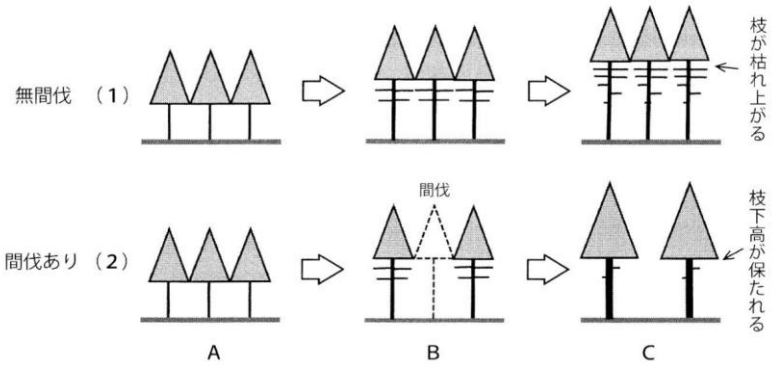
つまり間伐は、林内の立木密度を人為的に調節するために行われる伐採作業で、伐採後に残された立木の成長促進と、林冠が開いて光が差し込むことで、下層の樹木や林床に生える植物の成長を促す効果があります。

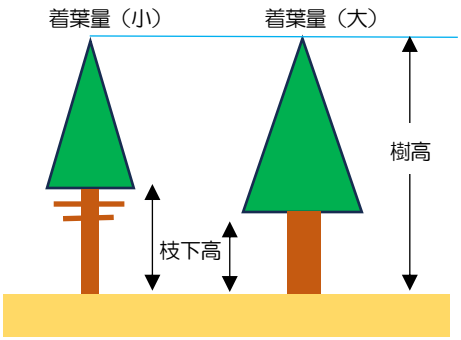
若齢段階での無間伐・間伐の比較

図 41 は、若齢段階の森林の成長を簡略化して示したもので、無間伐⑴と間伐あり⑵を比較しています。Ａ・Ｂ・Ｃは時間経過を示しています。

⑴と⑵を比較しながら見ると、次のようなことが分かります。

無間伐⑴では、立木の樹冠の成長により林冠が塞がり（Ａ）、樹高が伸びても常に樹冠下側の枝葉の光環境が悪化したままです（Ａ→Ｂ）。このため樹高が伸びても樹幹下側の枝葉は枯れ上がって樹冠は大きくならず、着葉量が増えません（Ｂ→Ｃ）。結果として、根や幹（胸高直径）の成長が抑えられ、ひょろ長い倒れやすい樹形となります。一方、間伐あり⑵では、立木の樹冠の成長により林冠が塞がった時点で間伐したため（Ａ→Ｂ）、その後の樹高が伸びても樹幹下側の枝葉に光が届き枯れ上がらずに樹冠は大きくなり、着葉量が増えます（Ｂ→Ｃ）。結果として、根や幹（胸高直径）の成長が継続するので、どっしりとした倒れにくい樹形となります。





（1）と（2）は樹高成長は同じですが、間伐を行った（2）では１本当たりの着葉量が増加します。

（注）若齢段階とは、森林（林分）の発達段階を示す４段階（林分成立段階、若齢段階、成熟段階、老齢段階）の一つで、森林のない状態から森林ができて十数年から５０年後程度の段階のこと。樹木が成長し、互いに接し、混み合い、せめぎ合いながら盛んに光合成を行い、ぐんぐん大きくなる段階。森林全体の樹木の枝葉が空間を覆っている状態を示す林冠は樹木の葉で完全に閉鎖していて上から注ぐ光はそこで大半が使い尽くされ、地面にほとんど光が到達しないのが普通。人工林の場合、間伐をしてもすぐに林冠が閉鎖してしまうのも若齢段階の特徴。

図 41　若齢段階の森林における無間伐と間伐の比較 [41)]

若齢段階の自己間引き

若齢段階の林分では、立木同士が大きさを競い合い、競争に負けた立木が枯れることで本数が減少しますが林内の光環境はよくなるため、残った立木の成長度合いは増し、一時的に減った林分全体の立木材積はただちに回復してゆきます。これを「若齢段階の林分の場合、立木１本の材積は立木密度$^{-3/2}$に比例する」という**「自己間引きの原則」**と呼び、針葉樹にも広葉樹にもあてはまります。

若齢段階の間伐は、立木密度をコントロールして、この自己間引きの原則から、残った立木の成長を促します。この実例として、カラマツ人工林の間伐の例があります（**図 42**）。強めの間伐をして残った立木と弱めの間伐をして残った立木のその後の成長を比較したものです。

両者で樹高の成長には差は見られません。しかし、直径の生長では立木密度の低下が大きい強めの間伐の方が大きく成長していることが分かります。

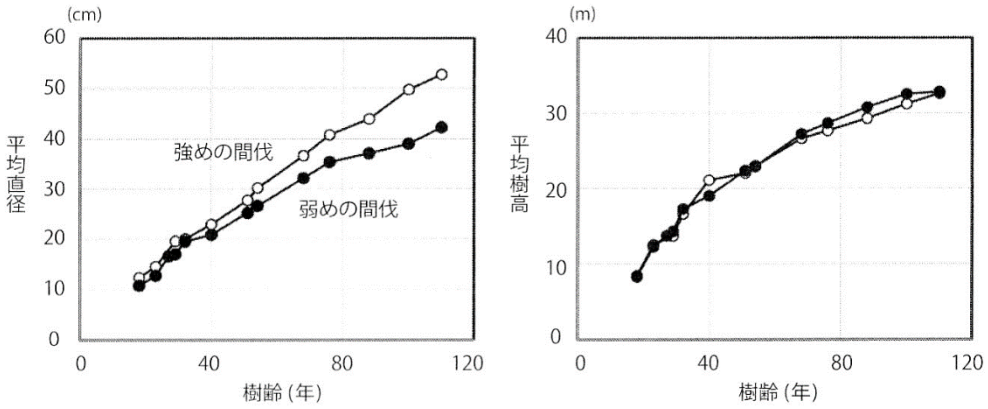


図 42　カラマツの成長の例 [41)]

直径の成長スピードが異なっていても樹高は同じように伸びます。

若齢段階の林分では、林齢とともに本数が減りつつも残っている立木がすぐに成長して樹冠を拡げるため、林冠が豊富な葉で飽和状態となっており、林床まで光が届かず真っ暗になるのです。

なお、樹種・土壌・気候が同じという条件下の樹木の樹高成長は皆同じになることは、「**樹高成長の法則**」と呼ばれています（ただし、ある限界を超えて過密になると樹高成長も低下。また、不明な点が多い）。

しかし「自己間引きの原則」が現れる若齢段階を過ぎて成熟段階に達した以降は、本数が減っても残った木はそれを埋め合わせる程度の成長しか示さなくなるので、林冠が塞がらずに隙間が残り、ある程度の光が林床まで届くようになって林床には植生が増えてゆきます。

林齢と生長量の関係

若齢段階から成熟段階にかけての針葉樹人工林の林分全体の年間の平均生長量を表したのが**図 43** です。この図から、ある時点で最大となり、それより若くても高齢でも平均生長量の値は下がり、収穫の効率が低下することが分かります。この収穫の効率が最大となった時期こそが「質より量」を追求する林業の場合、主伐を行うべき林齢となります。これが多くの場合、「**標準伐期**」として使われています。

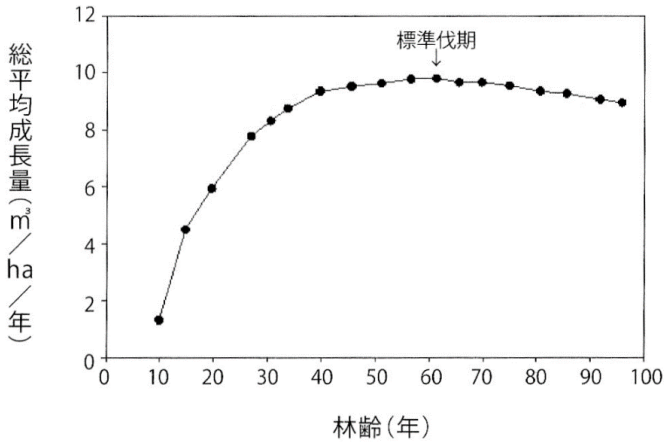


図 43　林齢と総平均成長量の関係－収穫の効率を示す [41)]

総平均成長量（収穫効率）が最大となる時を標準伐期としてよく用います。この図の場合、林齢60年で主伐をすると効率がもっともよいと判断されます。

立木密度が高くても低くても樹木の総成長量は変わらない

最近の研究により、

「単位面積当たりの樹木がつける葉の量には限界がある」

「立木密度が高くても低くても、樹木の総成長量すなわち林分の蓄積量はほぼ一定である」

という原理がわかってきました。このことを、間伐後の主伐までの長い時間軸でみると、

間伐をしない森林は数多くの細い木の集まりです。一方、間伐をした森林では、本数は少なくなりますが、一本当たりの立木は太く、材積が大きくなるので、結局、トータルの収穫量はあまり変わらなくなるというわけです。そのため、収穫量自体に違いはないものの、病虫害の発生を防いで森林を健全にし、一本一本、太い木材を収穫できるようになるため、間伐はとても大切な作業なのです。

人工林は本来の自然界にはない人為的な植栽密度でつくられた森林ですから、樹木の成長とともに、それに合わせて、適切な立木密度に調整する必要があるのです。間伐をしないと、やがて林内・林床は暗くなり、弱々しい木しか育たない不健全な森林になってしまうのです。これは人工林と天然林との基本的な大きな違いです。

（出典：岡田東生 監修『図解 知識ゼロからの林業入門』家の光協会，80-81 頁，2016 年.）

となります。

（2）健全な森づくり

不健全な森とは、

① 冠雪や強風に対して弱い森

② 下層植生が欠如し表層土壌が流亡しやすい森

③ 生態系が単調で病虫害が発生すると広がりやすい森

などです。針葉樹人工林の健康状態を診断する場合、次の３つの指標を用います。

（着葉量の指標、この数値が高いほど着葉量が多いと判断できる）

樹冠長率 ＝（樹高(m) － 枝下高(m)）/ 樹高(m) × 100 （%）

（立木間の混み具合から着葉量を間接的に評価する指標、この数値が高いほど着葉量が多いと判断できる）

相対幹距比 ＝ 10,000 /（樹高(m) × $\sqrt{\text{（ha 当たりの本数）}}$ ） （%）

（強風による倒木被害や冠雪害の受けやすさの指標、この数値が高いほど被害を受けやすいと判断できる）

形 状 比 ＝ 樹高(cm) / 胸高直径(cm)

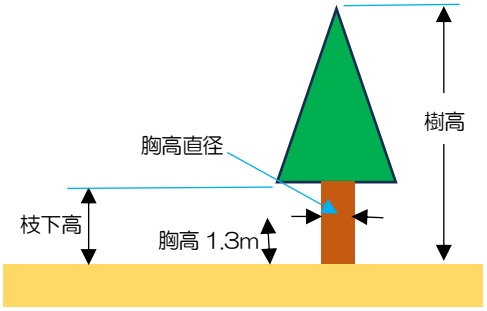


図 44 樹木の形状を表す寸法

林内の立木本数が混み過ぎると、「単位面積当たりに収容できる葉量には一定の上限がある」という原理から個々の木にその健全な成長に必要な葉量が配分されなくなり、樹冠が小さく幹が細長い立木となります。つまり台風や冠雪の被害を受けやすい森林となります。そこで、個々の木が健全な形で生育できるように、すなわち望ましい「樹冠長率」と「形状比」の木が育つように、個々の木に「適切な生育空間」を与えてやるのが間伐の重要な意義となります。「適切な生育空間」とは、樹冠同士の間に適切な隙間があるということであり、それによって林内の光環境がよくなって下層の植生が豊かになり表層土壌の流亡を防ぎます。下層植生が豊かになると土壌生物相が豊かになり、土壌生物の活動は活発になって土壌構造が発達します。土壌構造が発達すれば保水機能と透水機能が高まり、それは林木の成長にも水源涵養機能の向上にも貢献します。

人工林は、本来の自然界にはない人為的に過密な植栽密度でつくられた森林ですから、樹冠の成長に合わせて、適切な立木密度に調整する（間伐する）必要があるのです。

２　広葉樹林の間伐

広葉樹林の間伐の特徴 [44)]

特徴１として、林木がある生育段階(樹高が 10～10 数 m)に達したところで、将来大径木として育ててゆく、形質がよくて成長の良い木（育てる木）をまず選びます。次に、その木の成長を阻害する木で、特に優勢木を優先的に間伐します。育てる木は、「**将来木**」、「立木(たてぎ)」、「主木」などと呼ばれます。

特徴２として、将来木の幹の後生枝(こうせいし、樹皮で被われた幹から突然派生した芽・枝のこと)が発達しないように（将来木の幹に光を当てないように)、中庸木や劣勢木を伐らないで残しておきます。欧米ではそのような木をトレーナー(調教木)と呼んで重視しています。広葉樹の天然生林にはタイプの異なる多様な樹種が生育しており、目的樹種以外のカエデ類、ヤマボウシ、エゴノキなどは伐らないで共存させていくことが大事で、もちろん目的樹種の準優勢木や劣勢木も調教木になります。

こうした広葉樹林の間伐の特徴である

① 将来木の成長にマイナスを及ぼす優勢木を優先的に伐採する間伐方法

② 中庸木や劣勢木（調教木）を残す間伐方法

は、「**優勢木間伐**」あるいは「**樹冠間伐**」と呼ばれています。

樹冠間伐と呼ばれるのは、将来木の樹冠の発達を強く意識した間伐方法だからです。樹冠間伐を行った林分とそうでない林分を比較すると、樹冠間伐を行った林分の方が大径材が多く生産され、また樹冠間伐を行った林分の大径材は後生枝が少ない傾向があります。

樹冠間伐の時期

将来木を選んで間伐する時期は非常に重要です。

優勢木の下枝が枯れ上がって樹冠が貧弱になってからだと、樹冠の回復が期待できません。しかし良質な単幹の幹を生産するためには枝下高(枝分かれ高)が少なくとも 6～8m ぐらいは確保されていなければなりません。すなわち枝下高が少なくとも 6m を超すぐらいに確保された頃に、将来木施業の間伐を実施するのが適切となります。この時の樹冠長率は 30～40%あることが好ましく、従って樹高が 10～10 数 m ぐらいで、枝下高が 6～8m ぐらいの時期が将来木を選んで間伐をする適切な時期だといえます。

広葉樹林の施業は、若い時は密度を高く保って下枝を適度に枯れ上がらせ、将来木を選んだ後は、将来木の下枝の枯れ上がりを起こさせないようにし、樹冠を発達させるのが要点です。

広葉樹の一般的性質として、樹高成長が盛んなのは 15m ぐらいまでです。それ以降は、樹冠を発達させて肥大成長(幹の直径成長)が盛んになります。つまり、樹高が 15m ぐらいになっても樹冠が貧弱だと、大径材生産の将来性はなくなってしまうことから、将来木を選んで樹冠間伐をする時期は非常に重要となります。

広葉樹林の目標林型の具体例と間伐のポイント

針葉樹と広葉樹の違いを確認しながら、広葉樹林の生産目標を「末口直径 40cm 以上の通直な広葉樹丸太を作る」と設定した場合の広葉樹の間伐方法について紹介します。

「頂芽優勢」に沿った間伐方法とは

その場合、第１に、針葉樹と広葉樹の樹冠の広げ方の違いがポイントとなります。植物学の専門用語で「頂芽優勢」というものがありますが、ざっくりというと、植物が上に伸び続けようとする性質のことをいいます。頂芽優勢が弱い場合、その植物は上に伸びることにあまりこだわらない、ということを意味します。針葉樹は基本的に頂芽優勢です。真ん中の軸が上へ上へと伸びていきます。

一方、広葉樹の大半は頂芽優勢がそれほど強くありません(例外はあります)。極端にいうと、上に伸びようとするのは生育段階の途中までで、そこから先は横へ広がろうとするように切り替わります。したがって、針葉樹の場合は樹冠を上に広げようとするので木と木の間にそれほど大きな距離をあける必要はありませんが、広葉樹の場合は、間伐によって木と木の間の間隔を大きく広げてあげる必要があります。

皆伐後の再造林時の植栽密度の考え方

第２に、しかし、最初から間隔をあけすぎると、頂芽優勢の弱い広葉樹はまっすぐ伸びません。光を求めて気まぐれに(のように見えます)傾いたり、曲がったり……という樹形になってしまいます。したがって皆伐後に広葉樹を造林する場合には、ある程度、密に植えて強制的にまっすぐ上に(つまり通直に)伸びるようにしなければなりません(幹の芽かきも有効です)。

樹冠長率より力枝(ちからえだ)の枝下高が指標となる

第３に、樹冠と着葉量を評価するために、針葉樹とは異なる指標が必要となります。針葉樹の場合は樹冠長率が妥当ですが、広葉樹の場合は力枝(著者注：ちからえだとは、最も太く長く力強く張り出している一番よく発達した枝を指す)の枝下高が大切な指標となります。樹冠が横に広がるためには、しっかりした枝が下のほうから横に伸びていなければなりません。目安としては地面から 8m 以内にそういう枝があることが必要です。8m よりも下に力枝がない場合、どんなに間伐しても直径成長の好転はあまり望めません(つまり、間伐しても効果がないことになります)。かといって、力枝があまり下のほうから出ていると、通直で均質な材を生産できません。たとえば 4m 材を生産したいのならば、力枝が 4～8m にある木の中から「育てる木」を選び、その周囲の木を伐採して空間を与えるのが妥当な間伐となります。

間伐すべき木は上層木。中層木、下層木は残す

第４に、間伐すべき木は、基本的に上層木です。「育てる木」に十分広い空間を与えて力枝を横に伸ばすためには、その横の上層木を間伐することになります。では下層木、中層木はどうするか? 結論から述べれば、残すようにしましょう。育てる木の幹に日光が当たると小さい枝が発生することがあって、これは材の質を下げてしまいます。したがって、中層・下層木はなるべく残すようにすることが重要です。

育てる木は早めに選ぶ

第５に、育てる木は早めに選ぶことです(これは針葉樹の場合にも当てはまります)。その時期の目安としては木がまだ細い 20～30 年生の頃となりますが、選ぶポイントは対象の樹種かどうか? 幹が通直かどうか? 将来力枝となりそうな枝が必要な高さのところにあるかどうか? などとなります。

（出典：正木　隆『森づくりの原理・原則』全国林業改良普及協会，146-148 頁，2018 年.）

３　間伐木の選木方法

間伐木を選木する方法は、「伐る木を選ぶ」か「残す木（＝育てる木）を選ぶ」かの作業です。また、選木は将来の山の姿を決める重要な作業です。

この選木作業における最近の考え方を紹介します。

おすすめは「育てる木」を選ぶ

さて、ここからが選木の本番です。前項の末文で目標林型の見直しについて触れましたが、間伐は最終目標林型に向かう要の段階です。従来の間伐方法でも構いませんが、重要なのは「自分の考える間伐、自分の思い描く目標林型になるのか」ということです。

そこでここでは、初めてでも取り組みやすく、選木しやすい方法を考えてみましょう。まずしっかり目標林型を見据えて自分の所有山林に出掛け、これは良い木だから将来に向けて育てようと考える「育てる木」を探すことです。つまり伐る木を選ぶのではなく、目標林型に近づけるために残して育てる木を選ぶのです。これなら初めての人でも選木しやすいはずです。

「育てる木」とは、幹が真っすぐ通直で、幹断面が真円に近く、周囲の立木と比べて枝が太過ぎず、幹の太り具合が標準的と思われる立木です。当然、病虫害や風雪害を受けていないものです。

もしも平坦地ならば根元に立って樹冠を見上げた時、枝葉が四方に均等に張り出した個体が良く、積雪地などでは根元がしっかりしており、根張りに偏りがなく四方に均一に張っていることなども判断基準に追加されます。

他には、樹皮が緻密で美しく幹に密着しているとか、枯れ枝が自然に落下しやすいとか、自分なりの評価基準も考えてみると楽しいものです。

重要なのは「育てる木」を単なる木と考えるのではなく、「優良な商品」として位置づけて、今後はその商品の価値を高めて儲けるような意識をもつことです。

ここで注意していただきたいのは、「育てる木」と「あばれ木」を混同しないことです。「あばれ木」は一見すると「育てる木」に似ていますが、枝が太く大きく張り出して周りの立木と比べて成長が良過ぎる木です。「あばれ木」は、周りの立木の成長を阻害するように樹冠を伸ばすため、成長量が旺盛で年輪幅も広くなります。ですから「あばれ木」は合板用材や木質燃料用材、チップ用材には向いています。

「育てる木」に印をつける

「育てる木」は枝葉が四方に均等に張り出し、光をよく受けて成長しやすい樹冠を持っているはずです。枝葉が四方に均等にあれば、幹は中心から四方に均等に成長して円くなり、光環境が安定していれば幹の上長成長も肥大成長(年輪成長)も順調なはずです。

そうした「育てる木」を１本選んだら、林内のどこからでも確認できるようペンキで幅広の帯を描くことです。

「ライバルの木」を間伐する

次に、「育てる木」を順調に成長促進させるため、「育てる木」と光環境を奪い合って樹冠成長を阻害する「ライバルの木」を探します。

混み合った山の斜面に立つ木は一般的に、斜面下側の幹に枝葉が多くつき、斜面上側の幹には少なく、樹冠が斜面下側に偏った形になっています。枝葉の量が違えば幹の中心も偏る(中心からズレる)し、年輪成長も微妙に偏りが出てきます。年輪成長に偏りが出た木や根元にアテ組織(樹体を支えるために変化した強い組織)ができた材を柱材や板材に製材すると、丸太に製材機の鋸歯が入った瞬間から一部が反ったり、全体が湾曲したりします。

その木材の偏りを極力少なくするため、育成木の斜面上側の幹についた枝葉がよく茂って、光を十分受けて均一に成長できるように「ライバルの木」を間伐するのです。

選木の現場が斜面であれば、「育てる木」のライバルとなる木は、育成木の斜面上部や斜め上に隣接する木となります。このライバルが質的に将来価値の見込めない木や、成長の良い二股木であれば簡単に選木できます。

立木配置によっては、「ライバルの木」が２本になることもあります。「ライバルの木」は光環境を阻害する立木以外に、選木する時点で影響がなくても、現在、「育てる木」の幹を擦るような位置に枝葉を持ち、将来的に「育てる木」の材質に悪影響を及ぼしそうな立木もライバルと言えます。

将来の木施業

近年、ドイツの「将来の木施業」やスイスの「育成木施業」を取り入れる地域もありますので、ここでは「将来の木施業」について少し説明します。

ドイツでは多くの場合、直径 80cm 程度の大径木を生産する択伐林を目標林型として、「将来の木」を選木します。「将来の木」は質の高い大径木になる立木の潜在性と、林分全体の安定性の両面を考慮して選木されます。

「将来の木」の選木は早ければ早いほど良く、 ドイツのバーデン・ヴュルテンベルク州のトウヒ林では樹高が 15m になるまでに実施し、「将来の木」の成長を阻害する立木を間伐する作業を定期的に繰り返し、集中的に将来の木を育成します。

広葉樹林で「将来の木施業」を実施する場合は、広葉樹材の価値が元玉(幹で採材される一番下の丸太)部の 5m ほどに集中することから、枝下高が 6～8m になるまでに「将来の木」を選木し、その成長を阻害する立木を間伐します。

「将来の木」の選木基準

「将来の木」は、

① バイタリティ(生命力)ある木

② クオリテイ(質)の高い木

③ スタビリテイ(配置安定性:個体安定性と集団安定性を考えた将来の木の配置)

を優先に選木します。

最も優先される項目は、できる限り短期間に目標径級に達するためのバイタリティ(生命力)で、均一な成長を継続できる樹冠と幹の良質な成長に主眼を置きます。

次はクオリティ(質)で、幹が通直で相対的に枝が細く、枝の枯れ上がりが良く枝下高が高いなどの形質に注目します。単に成長が良いだけの「あばれ木」は材質が期待できないため除外されます。

最後に重視されるのは「将来の木」が林内にバランス良く配置され、風害や雪害に個体的にも、林分の面的にも強いスタビリティ(配置安定性)です。

この３項目を優先させて、将来的に収穫すべき立木を 100 年後に 100 本/ha と設定すれば、計算上は水平距離で山の上下左右 10m 毎に「将来の木」を１本選木できるのです。

継続的な森林整備を

山では斜面上部や斜め上に隣接する元気の良い木が、「将来の木」の樹冠成長を阻害するため、間伐対象木になります。100 本の「将来の木」があれば、100 本間伐木を選木するのが基本です。

「将来の木施業」は、数年間隔で定期的にきめ細やかな間伐を前提としており、継続的に森林整備をしなければ意味がありません。また、こうした考え方で個体管理する方法は、吉野林業地や伊勢神宮宮域林などでも実施されてきています。

重要なのは、一時の流行に流されるのではなく、継続的な森林への働きかけなのです。

（出典：川尻秀樹『未来に残す森づくりのために　造林・育林実践技術ガイド』
全国林業改良普及協会，170-172 頁，2023 年.）

さらに、選木作業における近自然森づくりの視点からの考え方を紹介します。

育成木のライバルとサポーター

選木と聞けば育成木を決めることがもっとも重要だと思いたくなる。育成木の選択を間違えては何十年にもわたる労力が水泡に帰すのだから、当然だ。

しかし、それと引けをとらないぐらい重要になるのが、育成木のライバルとサポーターの見きわめだ。名称の通り、ライバルは育成木の成長を邪魔する木であり、サポーターは成長を後押ししてくれる木。だから、ライバルは伐らなければならないし、サポーターは伐ってはいけない。育成木を中心にしてその周囲の木々が、さてライバルなのかサポーターなのか、まったく正反対の役どころになるのでこの見きわめを間違うと大変だ。それゆえ、選本はこちらも慣れるまで難しい。

光をどれだけ受け取れるかが成長の大きな要素なので、育成木の樹冠を侵食するような存在がまずは最大のライバルとなる。接近して樹冠同士が、あるいは枝の一部でもこすれ合うようならば、確実にライバルだ。しかし、隣接していなくとも育成木の樹冠を覆うような、あるいは光が入ってくる方向を遮断するような立地の木々もライバルとなる。つまりは、森の斜面ではライバルとされるのは育成木より山側に位置するものが 90%ぐらいになるほどに。

日本では、残す木(それを育成木とすると)に光がたくさん当たるようにするのがいいと考えるので、間伐は残す木の周囲の木々を複数伐ることが圧倒的だ。つまり周囲はみなライバルとなりやすい。一方、近自然森づくりは育成木にとって最大のライバル以外は基本的には伐らない。森に大きな変化をさせないように注意を払うと書いてきたが、伐る本数が多くなれば変化は当然大きくなるので、育成木の周囲にあるというだけで伐ったりすることはない。

さらに、育成木の周囲にある木の中にはライバルとは正反対のサポーターとなる木があると考える。育成木の周りを単純に伐ってしまえば幹全体に光が注ぐ可能性がある。前述したように、それでは後生枝が

出てしまう。だから、育成木の幹に急激に全方向からの光が注がれることを避けるシェルターとなってもらう役割を勤めてくれる木がサポーターと呼ばれる。

サポーターの役割はもちろんそれだけではない。育成木に多少の幹の傾きがあったりした場合、ライバルを伐った後の勢いや、風などの影響でよりその傾きが強まるようなことがある。その傾きの強まりを進行させないようにブロックする位置の木をサポーターとして残すこともある。雪に対しても同じ考え方ができる。そう、サポーターは育成木を育てるにあたって、その森と育成木のさまざまな条件の中でいろんな役どころを任される存在なのだ。

こう書くと、ライバルとサポーターの役どころがハッキリ「違う」から、森の中でもその違いが明確にわかるかのように思えてくる。しかし、これが難しい。ワークショップでもライバルとサポーターの見きわめはてんでんばらばらの意見になることも多い。森の現場で繰り返し繰り返し選ぶ実践（すべてがそうではあるものの）が必要だ。理屈を理解することと、実践ができることには大きな違いがあるということを毎回実感する。

育成木のために即刻伐られる運命のライバルだが、その森に再び手入れに入れるのは何年後になるかもどこまでを「今のライバル」と見なすかに影響する。5 年後なのか 10 年後なのか、それによっても当然違いは生じる。ロルフは、基本的に 10 年後に再び手入れに入るようなローテーションを組むことが多いというが、可能な限り 4～5 年で様子を見に（ついで観察！）立ち寄るようにしているという。そのときの育成木と周囲の様子が、自分の想定した動きになっているかどうかを見る。想定している通りならば、もちろん何もしない。想定したものとはずれていれば、その原因を突き止めて対応をする。

下僕と呼ばれる大事な木々

育成木が選ばれるとその周囲にはライバル、そしてサポーターが決まってくるが、当然ながらどちらにも当てはまらない木々がたくさんある。それらは便宜上「下僕」などと呼ばれてしまうが、それは育成木を「王様の木」とたとえる流れで出てきている。別に育成木よりも下だという意味ではないのだが、少なくとも将来の収穫のために労力が注がれはしないのは確かだ。

人間に勝手に下僕と名づけられてしまう木々ではあるが、もちろん自然にムダはない。さまざまな樹木は森全体にとって多様性をもたらしてくれるし、育成木にとっても実は大事な役割を持っているとロルフは説明する。それらの木々が土壌を豊かにしてくれるからだ。

多様な木々があれば落ち葉も多様となる。土壌の中のバクテリアの種類と数はおびただしく、その多種類のバクテリアは好みの葉っぱも多様になる。多くのバクテリアの活動は、多様な葉っぱがある森の方が活発になる。すなわち、豊かな腐葉土ができる。そして腐葉土の多い豊かな土壌がある森では育成木の成長も良くなる。葉による光合成と、根から吸収する養分。この両面にアプローチすることで育成木を自然に逆らわずに太らせ、同時に森全体も活力のあるものにするのだ。

（出典：浜田久美子『スイス林業と日本の親林　近自然森づくり』築地書館，76-79 頁，2017 年.）

第５章　　地球環境保全と木材の関係 51-52)

成長する樹木は、空気中の二酸化炭素を吸収して光合成を行い、その炭素を使って樹体の構成成分（有機物）を作り出しているため、樹体重量の約５０％が炭素でできています。つまり、成長している樹木は二酸化炭素の吸収源です（ただし、呼吸により二酸化炭素を放出もしています)。一方、落葉・落枝や倒木は時間とともに土壌中の微生物によって最終的に水と二酸化炭素に分解されるので、二酸化炭素の放出源でもあります。

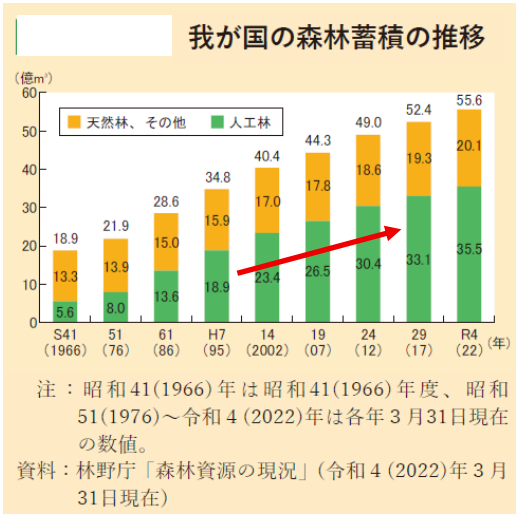
二酸化炭素の吸収源となる森林について、森林の成長段階からの見方を紹介します。

裸地に生をうけた樹木が成長していく間には、森林の蓄積すなわち炭素の貯蔵量は増加するが、一般には樹木が十分成長すると、厳密に言えば植生遷移が進行し、いわゆるクライマックス(極相林)のような状態に達した時点で、森林による二酸化炭素の吸収量と放出量が一致し、蓄積は一定となる。したがって、森林の蓄積量が増加する期間だけ森林は二酸化炭素を吸収すると言えるのである。

（出典：太田猛彦『森林飽和　国土の変貌を考える』NHK ブックス，139 頁，2012 年.）

日本では、戦後の高度成長によって推進された拡大造林のため、針葉樹人工林も里山の雑木林も若齢段階から成熟段階が主体の森林であることから、現在森林の蓄積すなわち二酸化炭素の貯蔵量は増加中です（**右図参照**)。ただし、人工林や天然生林（萌芽更新された里山林）が成熟するまでの、もうしばらくの間にすぎません。それ以降に二酸化炭素を減らすためには、化石燃料の消費を減らす以外にありません。

地球温暖化防止のための京都議定書では、「間伐などの管理が行われている森林の蓄積量増加分は吸収量として認められます」が、管理努力を行わない自然のままでの成長による蓄積の増加は認められません。管理されずに放置されている森林も、若齢段階においては盛んに二酸化炭素を吸収中であることは明らかなので矛盾です。これは政治的駆け引きの結果生じた矛盾です。



注：昭和41(1966)年は昭和41(1966)年度、昭和51(1976)～令和4(2022)年は各年3月31日現在の数値。
資料：林野庁「森林資源の現況」(令和4(2022)年3月31日現在)

図５１　戦後の拡大造林で生じた針葉樹人工林の材積蓄積量の増加傾向（令和５年度森林・林業白書）

1997 年の気候変動枠組条約第３回締約国会議(COP3)が京都で開かれ、二酸化炭素の排出量削減を目的とする京都議定書が採択されました。この京都議定書にそって我が国は、戦後の拡大造林で生じた針葉樹人工林では、国家の政策として積極的に間伐を促し、管理が行われている森林面積の増加を図っています。さらに、木材利用のための主伐では皆伐と再造林を行い、常に成長が著しい若い森林を保つよう図っています。

１　気候変動枠組条約における森林の位置付け

「温暖化対策としての間伐」は政治的妥協

樹木は大気中の二酸化炭素を吸収して光合成を行って体積を大きくして行くこと（ ＝ 吸収した二酸化炭素を自分の体内に固定・貯蔵してゆくこと）から、京都議定書では森林による炭素の吸収量（速度）が排出削減量を補うものとされました。この経緯を紹介します。

しかしそうなるとロシアやカナダなど森林面積の大きな国は圧倒的に有利になるので、平等を期すために、長年森林でなかった場所(例えば森林を牧場などに変えて 50 年以上たつ場所など)の植林に対して、吸収量をカウントすることになった。すると日本は終戦後に各地にあった採草地などをすでに人工林化しており、吸収量のカウント対象を長年森林でなかった場所の植林に絞ることは不平等だと訴え、その結果「よく管理された森林」も吸収量のカウントの対象とする**妥協案**が認められるようになった。そして間伐の実践された森林は「よく管理された森林」とみなされ、日本では「温暖化対策」として間伐を推進する政策が採られるようになった。

ここで大事なことは、間伐が二酸化炭素の吸収速度を高めるということではないことである。間伐によって良い木の成長は高まっていくが、だからといって林分の吸収速度が高まるということにはならない。「温暖化対策としての間伐」はあくまでも京都議定書の成立のための**政治的妥協の産物**である。

（出典：藤本隆郎『林業がつくる日本の森林』築地書館，172-173 頁，2016 年.）

針葉樹人工林の二酸化炭素吸収速度を高めるためには、林分の平均成長量(吸収量)が最大になるところ（ ＝若齢段階から成熟段階にかけてのところ)、すなわち 50～60 年生前後のところで主伐を繰り返していくことが、林分の平均吸収量を最大にできるため効果的です（24 頁図 43 参照)。現在林野庁が多くの人工林を 50～60 年生ぐらいで主伐する政策を進めつつある理由の一つは、地球温暖化防止のために吸収速度を高めることなのです。しかし、森林生態系における炭素貯蔵機能からみると、以下のような問題点が指摘されています。

50～60 年生の短伐期を繰り返していけば、森林生態系の炭素貯蔵量を低い状態にし、生物多様性や土壌の保全という生態系の基盤的機能の低下を招き、それは林地生産力の低下を招く。林野庁の短伐期化への政策変更には、持続可能な森林管理の本質に関わるここのところの検討がなされておらず、理解に苦しむところである。

（出典：藤本隆郎『林業がつくる日本の森林』築地書館，173 頁，2016 年.）

求める森林の機能に対する目標林型

第３章の 22 頁で述べたように、森林の炭素吸収量の最大化と炭素貯蔵量の最大化を同時に達成することは不可能で、吸収量と貯蔵量を調和させることによってのみ「森林による温暖化防止策」の最大化を図ることができます。ここで、調和した目標林型を紹介します。

一方、木材生産の対象としない環境林の炭素貯蔵量の大きさにも注目すべきである。環境林の目標林型は天然林またはそれに近い森林であり、老齢段階の森林またはそれに近い森林である。老齢段階の森林の

炭素貯蔵量は最も高い(図表)。生物多様性の保全、水源涵養、治山などを第一に考えた天然林の配置は、人手をかけず、最も低コストで炭素貯蔵量を高く維持できる。

生産林の中の製材用材を生産目的とする経済林(スギやヒノキなどの人工林)では、例えば 100 年生余りを伐期とする施業を行えば、吸収速度を適度に高め、貯蔵量も適度に高い、吸収と貯蔵の調和した施業とすることができる。生産林の中の生活林（日常生活の薪炭材などの生産を目的とする天然生林）は、主に広葉樹の萌芽更新による 20～30 年伐期で回転させるものである。これは吸収速度を高める方に貢献する。

（出典：藤本隆郎『林業がつくる日本の森林』築地書館，175 頁，2016 年.）

我が国でのパリ協定における森林・木材の位置づけ

1997 年に決まった京都議定書は、おもに先進国を中心として温室効果ガス削減を法的に義務づけましたが、2015 年に決まったパリ協定はすべての国に対象が広げた代わりに温室効果ガス削減は努力目標になりました。このパリ協定では、各国は理想的な努力目標を自主的に定め、我が国は 2013 年度比で 73%削減としました。

その内容と森林・木材の関係は、**図 52** および**図 53** のようになっています。

伐採木材製品 HWP（Harvested Wood Product）

パリ協定では、伐採木材製品の炭素量の変化を評価し、吸収量あるいは排出量を計上することが認められています（炭素貯蔵効果)。伐採木材製品の算定ルールが適用されるのは、「製材」、「木質パネル」、「紙」となります。また、建築物等に利用される国産材、すなわち森林から得られた原木を加工した伐採木材製品（HWP）は、廃棄（焼却・埋め立て）されるまでは二酸化炭素を樹木が吸収したまま木材として蓄積している、とみなされます。

この考えに従うと、伐採木材製品の中には、原木が大気中から吸収・固定したままの二酸化炭素が保存されている、とみなせます。つまり「木材を利用後に廃棄すると木材中の二酸化炭素は大気中に排出され、大気中の二酸化炭素濃度は増加する、すなわち木材はカーボンニュートラルではない」と評価されます。

ただし、木材を得るために伐採された森林が、適切な森林施業により成長を続けて二酸化炭素を吸収・固定しながら伐採前の材積蓄積量まで回復した場合、「伐採して得られた木材を利用後に廃棄して木材中の二酸化炭素が全て排出されても、その排出量に相当する二酸化炭素が回復した森林の材積蓄積量として吸収・固定されているため、大気中の二酸化炭素濃度に増減はない、すなわち木材はカーボンニュートラルである」と評価されます。

ところで、バイオマスとは生物資源（bio）の量（mass）を表す言葉であり、「再生可能な、生物由来の有機性資源（化石燃料は除く)」のことで、木材からなるバイオマスのことを「**木質バイオマス**」と呼びます。エネルギー源としての木質バイオマスが近年注目を集めていますが、木質バイオマスをカーボンニュートラルであると言うためには、エネルギー利用による CO_2 排出量と同等の CO_2 が光合成によって現在の樹木に固定されることが前提であり、木質バイオマスのエネルギー利用は、森林の育成によって CO_2 吸収量を増大させ、同時に大面積の森林管理の責務を負っていることを認識する必要があります。木質バイオマス資源は再生可能ではありますが、原則として**成長量以上の収穫はできない**ので、持続性の観点から資源制約があります。

なお、持続可能な森林経営がされている森林であることを証明するものとして「**森林認証制度**」があります。この森林認証マークの付いた木材は、適切に管理された森林から生産され、消費者が環境に優しい木材製品を選ぶ手助けをします。

図52　地球温暖化対策と森林

- 2020年以降の気候変動対策における国際的な法的枠組みとして採択された「パリ協定」等を踏まえ、我が国の地球温暖化対策を推進するために策定された「地球温暖化対策計画」を令和７年２月18日に改定。
- 地球温暖化防止には、温室効果ガスの排出削減対策とともに、森林等の吸収源による対策が重要であり、中長期的な森林吸収量の確保や2050年ネット・ゼロの達成に向けた対策を推進。

森林吸収量の計上方法

▸ 1990年以降に**人為的な活動**（「新規植林」※1、「再植林」※1、「**森林経営**」※2）**が行われている森林**におけるCO_2吸収量を計上。

※1　1990年時点で森林でなかった土地に植林
※2　1990年以降に行った間伐等の森林整備



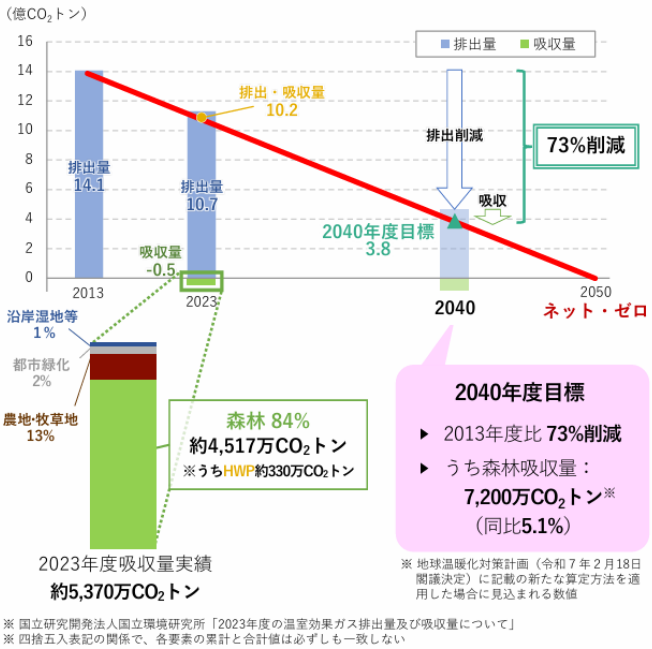
▸ **国産材の利用について、炭素貯留機能を評価**（伐採後の木材も、建築資材などとして使用されている間は炭素を貯蔵しており、焼却等により廃棄された時点で排出に計上）。



2018年のCOP24での決定を踏まえ、我が国は、パリ協定の下でも京都議定書の計上方法等に基づき森林吸収量を算定する旨を「国が決定する貢献（NDC）※3」に記載。

※3　パリ協定の下で、全締約国が5年毎に提出・更新を義務付けられている温室効果ガスの削減目標などを定めたもの。

■　我が国の温室効果ガス排出削減・吸収の実績と目標



2040年度目標
- 2013年度比 **73%削減**
- うち森林吸収量：**7,200万CO_2トン**※（同比5.1%）

※ 地球温暖化対策計画（令和７年２月18日閣議決定）に記載の新たな算定方法を適用した場合に見込まれる数値

※ 国立研究開発法人国立環境研究所「2023年度の温室効果ガス排出量及び吸収量について」
※ 四捨五入表記の関係で、各要素の累計と合計値は必ずしも一致しない

図53　ネット・ゼロ実現への貢献に向けた取組

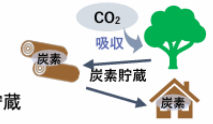
- 2050年ネット・ゼロの実現に貢献するためには、適切な森林整備・保全、木材利用の促進等の森林吸収源対策を進め、森林資源を循環利用していくことが有効。
- このため、森林・林業基本計画（令和３年６月15日閣議決定）に基づき、再造林や間伐等の森林整備、建築物等における木材利用の拡大、木質バイオマスの需要拡大等に取り組む。



中長期的な森林吸収量の確保＋排出削減寄与 2050年ネット・ゼロに貢献

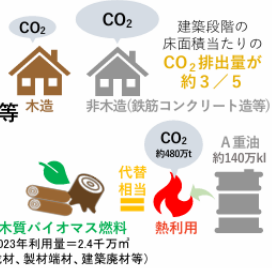
吸収源・貯蔵庫としての森林・木材

- ▸ 森林はCO_2を吸収
  - 樹木は空気中のCO_2を吸収して成長
- ▸ 木材は炭素を貯蔵
  - 木材製品として利用すれば長期間炭素を貯蔵



排出削減に寄与する木材・木質バイオマス

- ▸ 木材は省エネ資材
  - 木材は鉄等の他資材より製造時のエネルギー消費が少ない
- ▸ 木質バイオマスは化石燃料等を代替
  - マテリアル利用により化石資源由来製品（プラスチック）等を代替
  - エネルギー利用（発電、熱利用）により化石燃料を代替



吸収源対策推進に向けた法律改正

吸収量の確保・強化
▸ **森林の間伐等の実施の促進に関する特別措置法の改正**（令和３年４月施行）…エリートツリー等による再造林を促進

木材利用による炭素貯蔵
木材利用による二酸化炭素の排出抑制
▸ **公共建築物等木材利用促進法の改正**（※改正後、「脱炭素社会の実現に資する等のための建築物等における木材の利用の促進に関する法律」に名称変更）
（令和３年10月施行）…公共建築物をはじめ、建築物一般における木材利用の促進

（出典：　林野庁「森林・林業・木材産業の現状と課題（令和７年９月１日更新）」，https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/genjo_kadai/attach/pdf/index-266.pdf ．）

林業にとって条件が不利な森林の扱い

近年、針葉樹人工林の主伐面積に対する再造林面積の割合は約３割にとどまっています。再造林にかかる経費の７割を補助されても、将来の利益が見込めないと森林所有者が判断しているからです。

そこで林野庁は、「自然的・社会的条件が良く林業に適した森林」と「林業にとって条件が不利な森林」を分け、**図５４**に示すように、

○　林業に適した森林では、主伐後の植栽による確実な更新により育成単層林を維持し、資源の循環利用を図る。

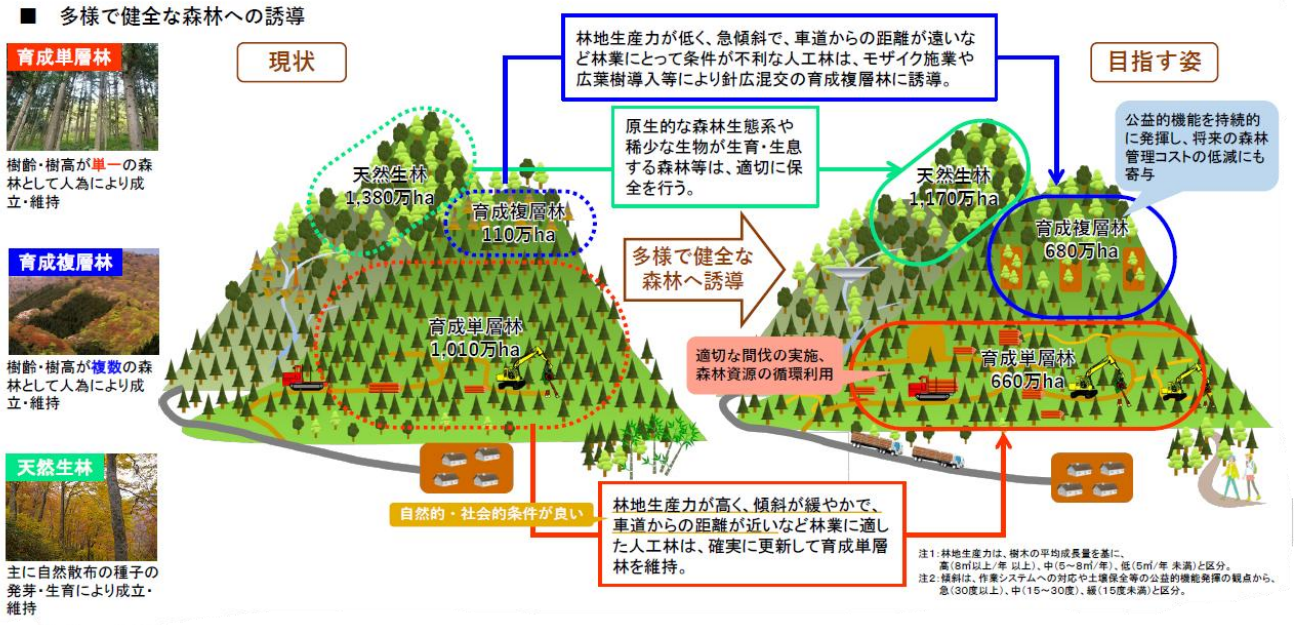
○　林業にとって条件が不利な森林では、モザイク施業等により育成複層林へと誘導する（**図 55 参照**）。

という方針を打ち出しました。

今後、人工林経営が難しい森林は、針葉樹と広葉樹が混交とした天然生林に誘導し、長伐期の目標林型を冷静に考えることが重要です。

図５４　望ましい森林の姿

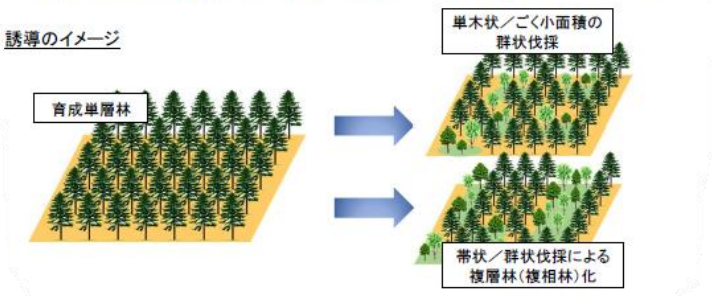
- 将来にわたって持続的に多面的機能を発揮できるよう、多様で健全な森林へと誘導する必要。
- 自然的・社会的条件が良く、林業に適した森林では、主伐後の植栽による確実な更新により育成単層林を維持し、資源の循環利用を図る。また、林業にとって条件が不利な森林では、モザイク施業等により育成複層林へと誘導。
- 原生的な天然生林は適切に保全するとともに、山村等に存する里山林は保全管理及び利用を推進。



（出典：　林野庁「森林・林業・木材産業の現状と課題（令和８年６月）」，https://www.rinya.maff.go.jp/j/kikaku/genjo_kadai/attach/pdf/index-362.pdf ．）

図 55　モザイク施業等を活用した育成複層林への誘導

- 技術的に造成しやすい帯状や群状の伐採による面的複層林施業を推進。
- 間伐等の段階から広葉樹を保残し、針広混交林化に向けた施業を推進。



（出典：　林野庁「多様で健全な森林への誘導（令和２年 10 月）」，
https://www.rinya.maff.go.jp/j/rinsei/singikai/attach/pdf/201012si-17.pdf．）

２　木材の有用性

二酸化炭素を蓄積している伐採木材製品（HWP）を長期間使用し続けることは、炭素を貯金しているとみなされ、使用期間を延ばすことにより炭素貯金額が増えることになります。このように、炭素収支の点で「カーボンニュートラル」および「**貯金効果**」を与え得る建築材料は、現在のところ唯一木材のみです。木造建築物群が炭素蓄積における「**都市の中のもう１つの森林**」と呼ばれるのは、このような理由によります。

木材にこのような機能を期待するには、伐採対象となる森林について伐採量やその後の植林・育林等を適切に設定するとともに、「**木材をいかに長期間使用し続けるか**」が重要だということになります。

木材のカスケード利用の原則

カスケードとは、段々になって連続している滝のことです。木材の炭素収支で述べた「貯金効果」に基づき、木材のカスケード利用が推奨されています。具体的には、次のように説明されています。

> 国際環境 NGO FoE Japan が発行した日本語版『Wiser with Wood　賢い木材の使い方　森林、気候、公衆衛生および他の木材利用産業をより適切に保護するための EU 再生可能エネルギー指令改定版（RED Ⅲ）国内法化ガイド』で、RED Ⅲ のカスケード利用の原則（cascading principle）に関する部分は次のように説明されています。
>
> > 加盟国は、木質バイオマスが、以下の優先順位に従って、その最も高い経済的および環境的付加価値で使用されるように、支援スキームを設計しなければならない：（1）木材製品、（2）木材製品の耐用年数の長期化、（3）再利用、（4）リサイクル、（5）バイオエネルギー、（6）廃棄。
>
> つまり、「木質バイオマスを利用する用途としては、まず木材製品の材料として使うことを優先する。その次に、木材製品の耐用年数を長期化させるために利用することを検討する。その次に再利用すること、そしてリサイクル（再資源化）することを検討する。それが不可能なときにはじめてバイオエネルギー源として、燃焼して発電することに用いる。それもできない木質バイオマスは廃棄する。」ということです。すなわち、例えば材木にもできそうな丸太を伐採してきて木質ペレットをつくり、これを燃焼してバイオマス発電をしたりするのはやめましょう、ということが示唆されます。
>
> この背景には、化石燃料を削減しようとするあまりにバイオマス発電用に森を皆伐すれば、生物多様性の面でも、他の木材関連産業の材料不足という点でも、新たな問題を引き起こす、という危惧があります。さらには欧州 LULUCF（土地利用・土地利用変化及び林業）規則で示される、カーボンシンク（炭素吸収源）としての森林が持つ CO_2 削減効果の点でも、新たな問題を引き起こす点でも懸念されています。
>
> 森林破壊が気候変動を加速させることは、専門家がこれまで繰り返し警告しています。自然環境の保全に悪影響を及ぼさない気候変動対策が進むよう願っています。
>
> （出典：エコネットワークス「森林破壊を防ぐために実践すべき新たな原則「カスケード利用」とは？」，https://www.econetworks.jp/translationtips/2025/06/cascade/，2025 年 8 月 30 日アクセス。）

日本では、２０１２年の「再生可能エネルギーの固定価格買取制度（FIT）」の開始以降、木質バイオマス（間伐材、林地残材、製材工場等残材、建設発生木材など）の発電用燃料の利用量が急増し、海外からも輸入するまでとなり、当該燃料と同じ種類のバイオマスを用いる他産業に影響を与えています。一部では、有用な主伐木ま

でが FIT により高価格で引き取ってくれる燃料用になってしまう、という問題が起きています。

ちなみに、里山の雑木林を伐採して薪ストーブの燃料（薪）にすることは、カスケード利用の原則から外れています。しかし、「木材がカーボンニュートラルとなるための条件」を満足している場合に限り、家具材等にならない低質材（小径で曲がっていたり枝が多いなどの立木）を化石燃料削減効果のある薪として利用することは問題となりません。

「木育」の重要性

現在の地球環境では再生できない石炭・石油・天然ガスあるいは鉄のような化石・鉱物資源と比較して、立木の伐採量を森林の成長量以下とすることを守もれば、その立木から得られる「**木材は持続可能な物質循環型社会の優等生である**」といえます。

なぜならば、木材には、

① 現在の地球環境下で、カーボンニュートラルで再生可能である

② 都市の中のもう 1 つの森林を形成する

③ 構造部材から燃料になるまでカスケード利用できる

④ 最終的な廃棄物は水と二酸化炭素となって無害な形で大気循環する

といった特徴があるからです。

ただし、木材が自他ともに認める「優等生」であるためには、木材を上手に使いこなしている実績が必要です。使いこなすためには、「木材の性質と上手な利用技術を知ること」が重要です。

この重要さを啓蒙することは「**木育**（もくいく）」と呼ばれ、「食育」と並んで今後重要な教育課題といえます。

第６章　　里山林の活用を考える

まず里山林・生活林とは、を紹介します。

里山というのは奥山に対する言葉で、**里山林は人間の集落に近い森林という意味である**。人里に近いために、里山林は人間の干渉を繰り返し受けてきた。そして、人間による里山林の利用状態も時代とともに変化してきた。その最大の転機となったのが、昭和 30 年代である。すなわち、ガス・灯油が薪炭に取って代わるという**燃料革命**が起こり、建築用材の２倍もあった薪炭材の需要は激減した。

当時は用材の生産力増強が叫ばれた時代であったので、薪炭林の中にはスギやヒノキの皆伐林に転換されたものもあれば、高度経済成長や都市への人口集中に伴って工場や住宅の用地に、さらにはゴルフ場に転用されたものもあるが、そのまま放置されて荒廃した状態になっている森林も多い。

里山林の現状は二つに類別できる。一つは、アカマツと広葉樹の混交林、カシ類、シイ類などの常緑広葉樹林、ブナ、ミズナラ、クリ、クヌギなどの落葉広葉樹林といった放置された天然林で、その面積は全森林面積の３分の１もあるとみられている。もう一つはスギやヒノキの皆伐林である。

（中略）

幸いなことに、里山では奥山よりも林道などが整備されていて、立本の伐採・搬出に便利な所が多い。また、里山には所有規模の小さい民有林が多いが、これは人里に近いこととともに、手入れが行き届き易いことにつながる。

（出典：梶原幹弘『究極の森林』京都大学学術出版会，184-186 頁，2008 年.）

生活林は、主にエネルギー、キノコ原木などの生産を目的とし、胸高直径が 20cm ぐらいまでの小径材を萌芽更新で回転させていくものが主体であり、その目標林型は若齢段階の広葉樹林である。若齢段階の繰り返しは公益的機能を低下させるので、生活林の場所は緩傾斜地とすべきである。生活林は農業と林業の中間的な性格のものとして評価すべきで、生活林を再生させることは豊かな農山村を再生させる大事な要素である。

（出典：藤本隆郎『林業がつくる日本の森林』築地書館，88 頁，2016 年.）

次に、里山林の活用を考える上で、大事な視点を紹介します。
第１の視点は、都市住民への「**親林活動のすすめ**」です。

都市化・工業化を進めた結果、確かに私達は繁栄の恩恵に浴することができた。道路は舗装され、流通網は整備され、家はプレハブやコンクリート、燃料は電気やガスと、理想的な環境が実現できたと思われた。しかし、職場ではテクノストレスをはじめとする人間性の疎外が、学校ではいじめや不登校などが重大な社会現象として現れるようになってきたのもその反動の一つなのではないだろうか。その結果、人工的環境のストレス解消のために郊外に出て行って、**森林浴**を行ったりして人間性の回復をはかったりすることが盛んになってきている。

森林との付き合い方がしだいに疎遠になった都市域の人々にとって、今や、頭の中だけでなく自然の中に分け入り、五感をすべて利用した森林との付き合い方を知る拠点が必要である。それには、首都 30～

40 キロ圏に位置する緑豊かな北武蔵野に残る平地林こそは、首都圏の都市住民にとって緑に親しむ「**親林活動**」の重要な拠点として最適であろう。

現在利用されていない平地林を借り受け、都市住民のボランティア活動と結びつけながら森林の手入れを行い、レクリエーションを兼ねながら森林作りをしたらどうだろうか。林床にアズマネザサが密生したり、落ち葉が堆積しすぎたりすると林床に落下した種子が発芽できなくなってしまう。ササを刈ったり、堆積した落ち葉を取り除く「かき起こし」の作業をしたりすれば、多くの植物が育ちやすい環境ができあがる。やがて、春には今や幻となってしまったカタクリや、シュンランの咲き誇る平地林を再生することも可能になる。

こうしたことが、ゆとりと思いやりある人間性回復の一歩になるであろう。こうして自然に親しみながら、自然に人間の生活がかかわってこそ、平地林を中心とした里山のあの美しい景観ができあがっていることが、都市生活者にも理解できるに違いない。

（出典：犬井　正『里山と人の履歴』新思索社，83-85 頁，2002 年.）

第２の視点は、かつての里山林の再生を目指す場合の「**難しさ**」です。

最後に、読者に身近な里山の将来について付言したい。往時の里山の再生がきわめて困難なことはすでに明らかであろう。人手をかけて森を徹底的に収奪しなければならないからである。割り切って、里山を稲作農耕森林社会の時代の文化財と考え、地域を限定し、森林ボランティアなどの力を借りて〃収奪〃を試み、かつての里山の姿を維持するほかない。

近年、里山を保存しようという運動がさかんである。私も関東ローム層の台地の崖の斜面林や多摩丘陵その他の里山を保存するグループをいくつか知っている。どこでも保全活動に熱心なリーダーがいて頭が下がる。そして〃間伐〃が大切と考え、抜き伐りなどの手入れに汗をかいている。しかし、一般の人にとって樹齢 50 年を超えた木を伐ることは難しく、また「もったいなくて伐る気になれない」という。しかし、かつての里山にそれほど大きな木はなかった。20 年も経てば待ちかねて伐採し、利用していたのである。つまり、間伐をしても大きな木が残っているなら、それは往時の里山の姿とはほど遠いことになる。かつての里山では、落葉や下草はおろか、灌木や高木の若芽まで刈り取っていた。だからこそ毎年春植物が咲き、清々しい里山が見られたのである。里山の保存がいかに困難であるかがわかるであろう。したがって、保存する里山を厳選し、一部に限定したうえで、昔の姿に戻し、それを維持するしかないのである。

残りは〃現代〃の里山としての環境林、保健林、レクリエーション林、教育林などとして維持していくことになろう。しかしこの場合も、管理はかなり難しい。その理由は、それぞれの目的にふさわしい森林を維持するためには、程度の差はあれ植生遷移の進行を止める〃継続的な管理〃が必要だからである。その管理方法に関しては多くの団体から有用な指導書が発行される時代になっている。しかし、このような使い道が見出せない場合、里山の森をどうすればよいのだろうか。

私は最近、低炭素社会が叫ばれる中で、里山の森であっても生物多様性を保全した木材生産林として役立つ道を探るべきだと主張している。里山の森は地味も豊かで樹木の成長も早く、また道路に近いので伐採・搬出が容易である。管理次第で十分人々の好む広葉樹林同様の機能を発揮させられる。

（出典：太田猛彦『森林飽和』NHK ブックス，238-239 頁，2012 年.）

第３の視点は、「**信州の里山の価値と可能性**」です。

【信州の里山の価値】

信州の里山の価値は、以下のように要約される。

① 奥山から低地までが凝縮された独特の里山景観

② 全国的にも特筆される、野生生物の多様性

③ 山間地の地形や種々の環境を巧みに利用してきた文化と民俗

これら３つの価値は、低平地にだけでなく山間地や高原にも里山が存在するという信州の里山の基本的な立地特性に深く関係している。たとえば、広大な高原に吹き渡る爽やかな風が清楚な山野草をゆらす様子や、日本アルプスの山々を背景にしてのどかな山村風景が広がるたたずまい（口絵１）などは、まさしく信州ならではの里山景観といえる。そして、それらは、多様な生物を育む独特の環境であるとともに、県内外の都市生活者にとって他所では味わえない大きな観光的魅力にもなっている。

里山に暮らす年配者に教えていただきながら復元したかつての里山風景（原風景）と現在とを比較してみると、この数十年間に里山がどのくらい大きく変貌してきたかがよくわかる（口絵３～６）。かつての里山では、生活者がそれを意識するかしないかはべつとして、上記の①～③の価値と日々の生活とは一体のものであった。しかし、今では日常生活そのものがこれまでの地域の自然や歴史から切り離されたところで変化してきたため、暮らしと里山の環境との結びつきそのものが希薄になりつつある。

上記にまとめた信州の里山の価値は、今日の里山のいたるところで見いだすことができる。しかし、「生物の多様性」にせよ、「景観」や「文化」にせよ、その価値の多くは、今の日常生活とは離れたところで、かつての長い歴史を通して育まれてきたものであることを忘れてはならない。現在認められるそれらの価値は、じつは歴史的に残存しているものであり、現在の里山のなかに潜在化しつつあるものなのである。つまり、現在の里山のなかに、かつての里山の原風景や諸々の価値が様々な程度に埋没しかけており、それらの記憶や名残が現在の里山の価値や魅力を支えているといってよい。

【里山の環境保全のために１　～地産地消～】

今後里山の環境を保全してゆくためには、第一に、里山に住み、里山で仕事をする人々の暮らしが将来にわたって持続的に成り立つ条件がなければならない。それには、里山の自然を利用した生産物の品質向上や、生産効率を上げるなど生産者としての努力に期待する部分がある。しかし、国際的な市場取引がすすむ今日の農業や林業において、コスト競争だけで農林業を維持してゆくのには限界がある。今もっとも必要なのは、地域内で食料と林産資源の自給率をいかに上げてゆくかということであろう。いわゆる「地産地消」の推進である。自給率を上げるためには、行政からの種々の働きかけとともに、消費者自らが生産者の暮らしを支え、ひいては里山の環境をまもるための具体的行動のひとつとして、地域の資源を選択的に購入し、また積極的に利用することが重要である。

【環境保全のために２　～里山を知ろう～】

第二に、現在の里山に潜在化している、信州の里山の価値（①～③）を、客観的もしくは科学的な立場からさらに掘り起こし、新たな光を当てる必要がある。里山のもつ価値や意味については、まだまだ知られていない研究すべきことがあまりにも多い。

里山には、たとえそこに暮らす人にとってはありふれた事象であっても、視点を変えてみると様々な意義や魅力に満ちた素材がたくさん存在する。しかしながら、それらは来訪者にも、そこに住んでいる人たちにも、いまだ十分に認識されていないばあいが少なくない。地域の自然や文化を対象とした学び（環境学習）は、そこに住む人々には地域への愛着や地域に住むことへの誇りをもたらすことになる。また、来訪者には旅の醍醐味や出会いの喜びをもたらすものになる。里山の魅力を掘り起こし、それを味わうための方法として、たとえば　資料編　資料－２に紹介した「里山歩き」のプログラムは参考になるだろう。また、これを応用し、来訪者にたいして、環境保全への配慮とともに持続的な体験プログラムを提供することができれば、新しい観光の形として、里山を対象としたエコツーリズムの推進にも結びつくだろう。前節でも述べたが、現在７０歳以上になる年配者の体験を学ぶことも、里山の価値や意味を知るうえで、非常に重要なことである。

【里山の環境保全のために３　～里山保全の担い手確保のための配慮～】

これからは、里山を農林産物の生産地としての意味だけではなく、地元の人や来訪者が身近な自然に触れることができる多目的な空間として、より幅広くとらえることが重要になる。

資料編　資料－３「里山にたいする住民の意識」にまとめられているように、県民を対象とした意識調査結果では、若年齢層よりも高年齢層の人が、里山により高い関心をもっている傾向がわかった。ただし、里山での活動内容としては、これまで営まれてきたような農林業に関わる活動ばかりではなく、自然観察や憩い、もしくは癒しの場としての里山の利用など、関わり方にたいするニーズも多様化している状況がうかがわれる。この結果からすれば、これからの里山の環境保全活動の担い手として、まず里山への関心の高い高年齢者の人的パワーの結集に期待がかかる。そして、地元居住者以外の人の関わりを得ながら里山保全をすすめるためには、従来の農地や林地としての手入れをするだけでなく、自然観察や歴史探訪なども含めた様々な里山の活用メニューに関する情報提供が、今後活動を広げてゆくためにも大きな意味をもってくると思われる。

一方、若年齢層では、まず里山そのものにいかに関心をもってもらうかを考える必要がありそうである。里山保全の担い手確保のためには、以下のように対象に応じたきめ細かな配慮のもとに、幅広い情報提供を行なう必要があると考える。

① 里山に関心の高い人（高齢者など）への多様な里山活動メニューの提供
② 里山に関心の低い人（若年層など）へ関心を高めてもらうための基本的な情報提供
③ 農業・林業の後継者に向けた彼らへの期待と支援、そして里山の多様な価値に関する情報提供
④ 里山の魅力や学術的な価値に関する幅広い情報提供

【里山の環境保全のために４　～新たな発想による里山整備～】

多くの中山間地域で農林業にかつての活力がない現状において、農林業の視点だけから里山の環境保全をめざすのには無理がある。農林業以外の目的をもって、里山を活動拠点として適切に利用することは、結果的に里山の利用と保全において新たな可能性を切り開くことにもなる。

全国的にも、農作業や森林整備を含めて、自然とのふれあいの観点からの里山保全活動が様々に展開されている。県内においても、たとえば資料編　資料－１「ユニークな里山保全活動」にまとめられている５つの事例は新たな発想による里山保全の動きとして参考になるだろう。それらの活動は、いずれも従来

の農林業とは異なる立場から里山を活用し、魅力を探り、かつその価値を保全してゆくことを目指している。たとえば、森倶楽部２１による安曇野市（旧明科町）の長峰山での活動では、蝶を指標とした森づくりを行なっている。里山の林に管理の手を入れることによって、そこにどんな蝶が出現し、またそれがどのように変化してゆくのかなど、行政とも協力しつつ、森林整備と自然観察と調査活動を行ない、楽しみながら里山保全活動を推進している。すでに述べたとおり、里山の環境保全を農林業従事者だけに押し付けるわけにはいかない現状からすれば、土地の所有者や農林業従事者以外の人たちが、新たな発想や目的のもとに、里山の林や農地などを利用し活動することの意義は、今後ますます大きくなるものと思われる。そして、そのためには、土地の所有者としての責任と、利用者としての制限について、環境保全という観点からより柔軟性をもったルールづくりが必要と思われる。

【里山の環境保全のために５　～エネルギー資源の供給地としての可能性～】

化石燃料の普及によって、エネルギー供給地としての価値を失ってしまった里山であるが、近年の地球温暖化防止対策の動きに関連して、かつて里山から採取していた生物資源が、バイオマス（生物由来の資源）エネルギーという再生可能な新エネルギーの一つとして脚光を浴びつつある。資料編　資料－４にまとめられているように、里山が木質バイオマスエネルギーの供給地として今後利用される可能性は十分に考えられる。同時に、木質バイオマスの利用が地域に新たな仕事をつくり出し、雇用を生み出す可能性もある。今後その可能性を高め、利用推進のためのなお一層の研究が必要である。

信州の里山には、ダイナミックな地殻変動帯としての地域性と、そこに暮らしてきた先人の知恵と技術と文化、そしてそこに暮らしてきた生物の進化の歴史が織なす一大絵巻がある。この報告書では、それらのごく一部分を紹介したにすぎない。そして、里山と里山の自然は、そこに人の暮らしがある限り、未来に向かって続いてゆくものである。時代の変化とともに失われてしまうものがある一方で、生き物のように再生と変化、あるいは進化をつづけてゆく部分が必ずある。将来を見すえた里山の環境保全とは、つまるところ環境配慮型の地域づくりそのものといってよい。今私たちにできること、そしてやらなければならないことは、「地域から失われてもやむをえないものは何か」、そして「地域から失われてはならないものは何か」を幅広い視野から吟味し、それらを見極めることである。それなしには、多くの人の合意を得つつ、里山の環境保全のために地域の力と知恵を結集することはむずかしい。変貌をつづける現代の社会環境と自然環境のなかで、本当の安心と安全のある暮らしとはどういうものなのか、環境という軸を中心において、私たち一人一人が、自分自身の生き方そのものを模索し、実践してゆくことが求められている。

（出典：長野県県境保全研究所　研究プロジェクト成果報告
「信州の里山の特性把握と環境保全のために」，2006 年３月発行.）

第７章　森林整備ボランティアが目指す目標林型１　萌芽林

－　放置里山林(雑木林)の小面積皆伐施業　－

はじめに

2019 年度の安曇野市における薪の利用に関する調査結果では、安曇野市内には 1640 件の薪ストーブ利用世帯があり、世帯数に占める割合は約4.1%でした[700]。安曇野市においては、少量ですが安定した薪の需要があり、林業事業体（森林組合や素材生産者）は条件のよい雑木林（まとまった面積があり、搬出のための道路が整備されている等）の皆伐を行い、薪用の原木・キノコ栽培用の原木を販売しています。つまり、放置里山林（雑木林）の整備目標の一つに、「**旧生活林（薪用原木林・キノコ栽培用原木林）の再生**」が挙げられます。この原木林の代表樹種は、クヌギ・コナラ・ミズナラで、堅果（ドングリ）のとれる林です。

ドングリとは、一般にブナ科の堅い皮を持った丸い木の実の総称で、全国で１７種類あります。長野県内にはクヌギ（県内で普通に生育、標高 1000m 以下の肥沃地）、コナラ（県内でごく普通に生育、痩せ地に耐える）、ミズナラ（県内で普通に生育、多雪地や寒冷地でも育つ）など１０種類が自生しています[714]。

森林整備ボランティアが取り組むべき里山林を考えたとき、個人的な考えですが、国の施策（補助金）で進められる針葉樹人工林の間伐・主伐やマツ枯れ材の伐採、または条件のよい雑木林の伐採は、それを生業とする林業事業体に任せるべきでしょう。

少人数の素人集団で志の高い森林整備ボランティアは、「量」・「効率」・「採算」ではなく、身近な雑木林を対象にして「質」・「安全」・「楽しさ」を基本とした活動を行うべきでしょう。

具体的には、

- 山林所有世帯の７割を占めるといわれる経営管理が不十分な１ha 未満の小規模な私有林の中の通い易い身近な雑木林を対象として、山林の所有権と利用権を分離した里山林オーナー契約（付録２　里山林オーナー契約、を参照）を山林所有者と結んだ上で
- 山林所有者の意向に従いながら
- 環境に負荷をかけない持続可能な施業法を採用して
- 量や効率や採算を求めずに、ゆっくり安全に楽しみながら
- 手に余る大径木は、マザーツリー（森林の中で「母なる木」として中心的な役割を果たす大きな木たちのこと）として保存、または林業事業体のプロに伐採依頼して対応する

といった指針のもとに森林整備活動を行うべきでしょう。

さて、里山林所有者が「**いまの放置雑木林をかつての生活林に再生して欲しい**」と考えている場合を想定し、この場合の目標林型を考えてみます。

この場合、「**林分の目標林型**」は、伐採後の更新が確実・安価で古来から採用されていた「**萌芽林**」となります。「**配置の目標林型**」としてモザイク状の空間を作るため、施業法は、生物多様性と水土保全機能を保持できる「**小面積皆伐**」が適しています。ただし、「第３章　２　森林の発達に伴う各種機能の変化（２２頁）」で説明したように、森林生態系の炭素量は皆伐のような攪乱直後の森林初期段階において急激に減少します（図 32 参照）。これを避けるためには、伐採→萌芽→森林再生→伐採の周期を 20 年と仮定すると、

- 伐採箇所を移しながら小面積皆伐を 20 年間続けても皆伐しきれない大面積の森林でなければならい。
- 大面積の森林でない場合には、１回小面積皆伐した後の数年間は、森林全体の材積成長量が皆伐した材積量を上回るまで待ち、その後に小面積皆伐を再開する。

必要があります。

伐倒木は、枝払い後、人力で運べる長さに玉切りをして車道脇に搬出します。その後は車に積み込み、利用場所に運び出します。

切り落とした枝は、場所を決めて棚置き・腐朽させます。または、シカの食害防止用の資材として用います。

別の視点からみると、小面積皆伐施業は懸木(かかりぎ)の心配が少ない施業法なので、未熟な伐倒技術の森林整備ボランティアに適しており、また小面積なので手鋸を用いて時間をかけても効率上の問題は生じません。手鋸は誰でも使える道具で、騒音がでないために楽しく語らいながら、交代しながら伐倒作業を行えます。

山林所有者との話し合い次第ですが、伐採木の一部または全部を薪用原木として森林整備ボランティアがもらうことも可能と思われ、そうなると手鋸での非高率な作業でも「やる気が湧いてくる」でしょう。

なお、年間の作業計画を考える上で、後述するように萌芽しやすい冬季に小面積皆伐の作業を行うことになるので、「**春から秋にかけては何をするのか**」ということが問題となります。春から秋にかけては放置竹林の整備を行うなどの検討が重要になります。

1　放置された雑木林は何が問題なのか [701-703)]

以下の理由から、放置されている雑木林をかつての生活林のように「10～20 年周期の短伐期で伐採して積極的に利用すること」が求められています。

①　樹齢が高くなると、安価で確実な更新方法である萌芽更新が難しくなる

かつて、里山の広葉樹林では、製炭・キノコ生産に適する伐採適齢期として、製炭原木(せいたんげんぼく)のクヌギは 7 年～8 年、キノコ原木のコナラ・クヌギは 20 年程度と言われていました。この短い伐採適齢期で伐られた広葉樹は、まだ小径木(しょうけいぼく)なので取扱いが楽です。伐採は山の木々すべてを伐採する皆伐(かいばつ)方式で行い、切り開かれて明るくなった環境下での切り株からの**萌芽更新**(ぼうがこうしん)で森林再生が行われ、また皆伐することを繰り返してきました。この萌芽更新は、最も生産効率のよい安価で確実な更新方法です。**図 71 左**に示したように、伐採は秋から冬にかけて行うのが萌芽更新には適しています。

一方、**図 71 右**に示したように、樹齢が高くなると切り株からは萌芽が出にくく、かつ芽が出ても生き残りにくくなります。つまり、現在の里山林は、長い間利用されなかったため高齢で大径(たいけい)の広葉樹が多く、萌芽更新が難しくなっています。

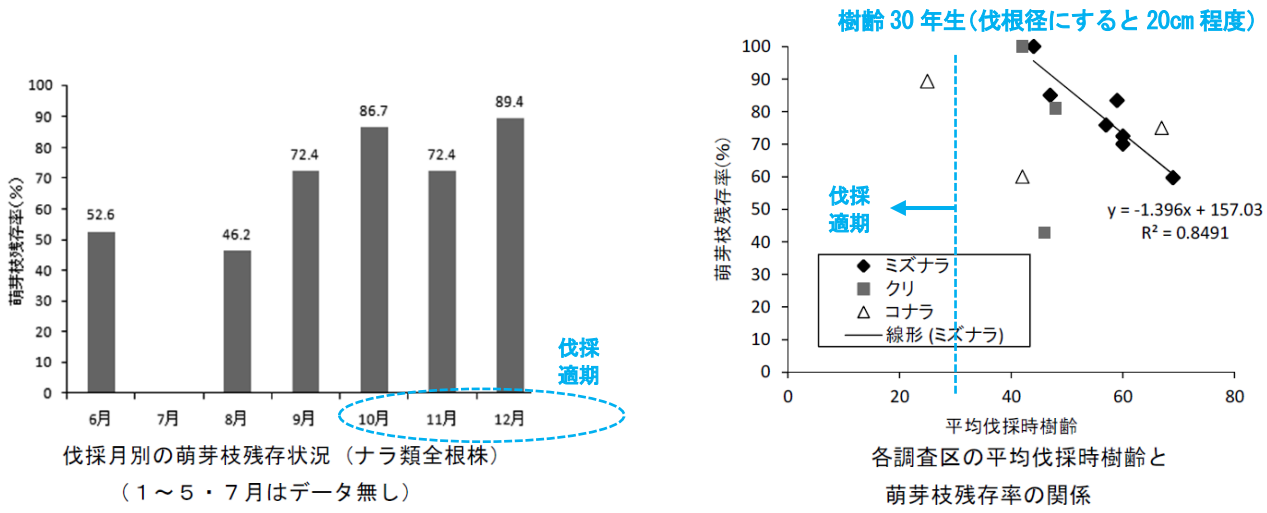


図 71　長野県内の里山広葉樹林における萌芽枝残存率と伐採時齢・伐採月の関係 [703)]

②　樹齢が高くなるとナラ枯れ病にかかり易くなる

近年、カシノナガキクイムシが媒介するナラ菌により、ナラ類、カシ類、シイ類が集団で枯損する**ナラ枯れ**が本州の日本海側を中心に発生しています。この病気は高齢な大径木(たいけいぼく)の方がかかりやすいため、長く放置された広葉樹林ではナラ枯れが発生する危険性が高くなります。ナラ枯れの誘発を避けるために大径木にしないように管理する場合には、30 年以内の短い間隔で伐採して萌芽更新を図ることが有効です。

③　放置された里山林はクマやイノシシやシカやサルの格好の隠れ家になる

放置されてヤブと化した里山林は、クマ・イノシシ・シカ・サルなどにとって格好の隠れ家です。さらにナラ類等が高木化することにより結実量が増えれば、餌場にもなります。

放置された里山林を整備することは、人里に居座り始めた野生獣類を山に押し戻す効果的な手段になります。

２　なぜ間伐ではなく小面積皆伐なのか[703-713)]

小面積皆伐は、間伐後の樹下植栽による複層林施業に比べ、

① 伐採・搬出作業の効率が高くコストが安い

② 保残木の損傷が少ない

③ 多様な空間を創出し生物多様性向上に寄与する

④ 水土保全機能が遜色なく保持される

⑤ 植栽木にとって被圧が少なく十分な光が確保される

などのメリットが以前より指摘されています。

放置された雑木林を昔の生活林の姿に復活させようとする場合や、ナラ枯れの誘発を避けるために大径木にしないように管理する場合には、30 年以内の短い間隔で伐採して**萌芽**(ぼうが)による更新を図る**萌芽林を目標林型とすべき**です。萌芽の成長には十分な明るさが必要なので、抜き伐りではなく皆伐を行います。

しかし、大面積の皆伐を行うと豪雨による土壌の流亡が起きやすくなることから、コナラ等の陽樹が更新できる光環境を確保できる最低限の伐採面積を確保する**小面積皆伐**を行います。

一方、長く放置されて立木が高く太くなった大径木の場合には、その伐採には熟練した技術がないと危険です。森林整備ボランティアとしては、危険のない施業法として、大径木は「マザーツリーとして残す」または林業事業体に伐採を依頼します。なお、「巻枯らしをして枯らす」という方法（人手により樹皮を剥ぎ取って樹木を枯らす方法）もありますが、その後の整備作業中に枯れ枝の落下による事故の危険性があるため、その周りをロープで囲うなどして立入禁止にする必要があります。

ナラを中心にした雑木林の場合、抜き切りでは何故だめなのかは、以下のとおりです。

理由１：林内ではドングリは芽生えても育たない

里山林の林冠木となる落葉広葉樹の芽生えが育つには、抜き伐りした程度では林内が暗すぎます。小面積でも皆伐によって明るい空地を作ることが必要です。

理由２：林内ではナラ類の萌芽も育ちにくい

ナラ類は暗い林内でも萌芽しますが、その後の成長はよくありません。一方、常緑樹の多くは暗い環境に強く、林内でも萌芽は比較的良く伸びます。そのため抜き伐りにとどめていると、落葉広葉樹が負けて、シイ・カシ・ソヨゴなどの常緑樹に替わっていく可能性が高まります。

また、抜き伐りや間伐はナラ枯れを誘発しやすいため、その意味でも勧められません。

（1）小面積皆伐する「広さ」と「時期」は？

あまり狭いと、伐採後再生する萌芽や稚樹に十分な光が届かないため、周囲の木の平均的な樹高ぐらいの幅を目安に区画した面積の樹木はすべて伐採します（普通の雑木林であれば幅 20m前後）。なお、残したい・伐りにくいなどの理由で、少数の木を伐採せず残すことは問題ありません。

例えば、小面積皆伐の区画を２０区画とれる雑木林の場合には、１年に１区画ずつ伐採を続けていけば 20 年後にまた同じ区画に戻ることになり、この 20 年を「回帰年」と呼びます。かつての里山林では、製炭原木のクヌギは 7～8 年、キノコ原木のコナラ・クヌギは 20 年程度の回帰年で伐採され、里山林の生長と消費のバランスがとられていました。森林資源の持続可能性の点からこのバランスが重要で、小面積皆伐の区画を 10 区画しかとれない雑木林では、回帰年の設定を 20 年のままとすると、２年に１区画ずつ伐採を行うことになります。

萌芽は根株(ねかぶ)の貯蔵養分を利用して発生・成長するので、根株の貯蔵養分が多い時期に伐採を行います。このため伐採時期は、晩秋から早春の樹木の活動休止期（11 月～1 月）が適しています。

（2）萌芽による更新

基本的には、樹種を問わず、高齢・大径木になるほど萌芽更新は不良になります。

コナラでは、樹齢 20 年以下、胸高直径 30cm 以下を萌芽更新の目安にし、地際(ぢぎわ)で伐採する方が萌芽の発生・生き残りが良くなります。

根株の伐採面は、腐朽を避けるために水切れを考えて斜めに設定し、なるべく滑らかに仕上げます。

ナラ類の萌芽は多数発生し成長も速いために、他の植生に対して強い競争力を持っています。

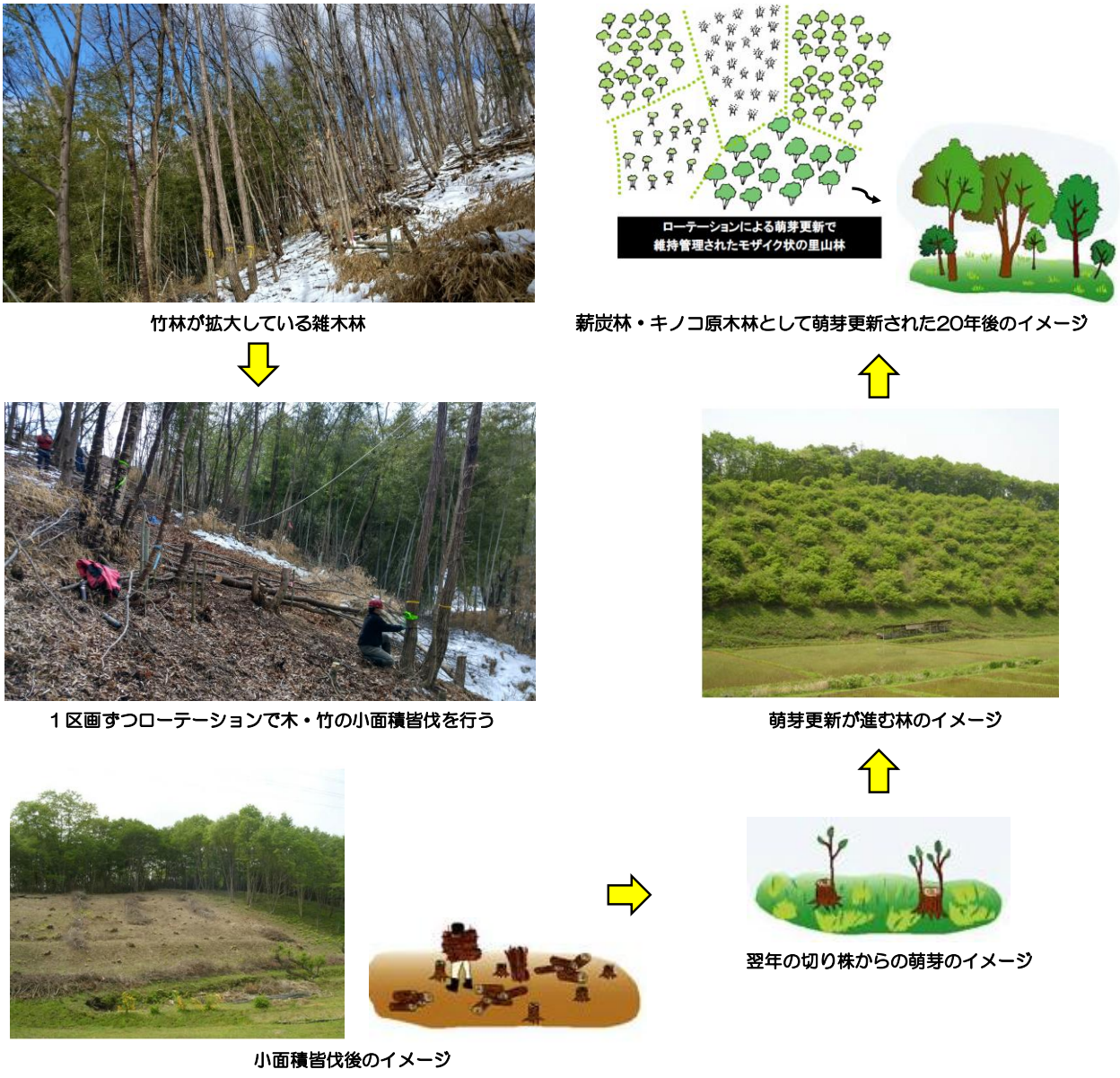


図 72　小面積皆伐による放置された雑木林の萌芽林への転換手順 [71O]

（3）種子による更新

種子による自然な更新（天然下種更新　てんねんかしゅこうしん）は、萌芽更新に比べて成功率が大きく下がります。親木から落下するドングリがとどく距離は、概ね親木の樹高程度です。落下したドングリはネズミやカ

ケスにより、より遠くへ運ばれますが、これは、それらの動物がいるかどうかに影響されます。また、ドングリの大半は虫害で成熟せずに終わるうえに、成熟して落下しても、豊作年以外ではそのほとんどを動物に食べつくされてしまいます。このように、ナラ類の種子による更新は非常に不安定です。したがって、既に実生が多く存在している場合を除き、**天然下種更新は難しい選択肢**であると考えたほうが良いでしょう。

一方、コナラは里山で高木となる樹種の中でも、とび抜けて若いころにドングリを着け始めます。それを利用して、昔の里山で広く行われた柴の採取のように、数年に一度という間隔で頻繁に林を刈り取ることで、コナラのみが種子更新できる状況をつくり、コナラの割合(混交率)を高めていった可能性が考えられています。

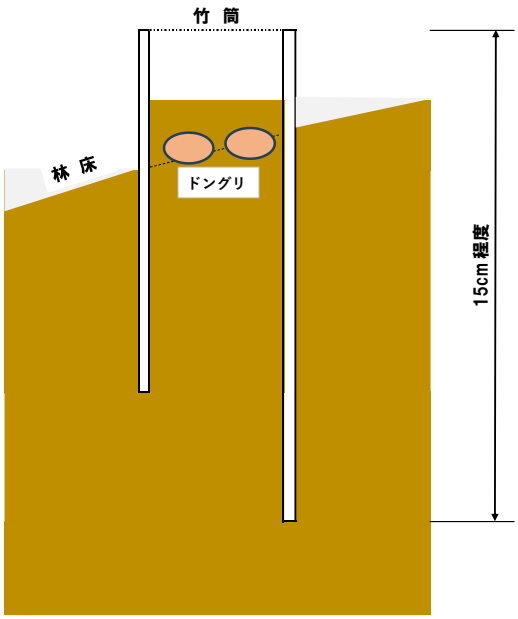
竹筒播種

人が直接ドングリを林床に播く場合、ネズミなどに食べられる危険が高く、またドングリは乾燥に弱いので、播く場合は必ず 5crn 程度の穴を掘って埋めます。それでも、ネズミに食べられてしまいます。

そこで、「節を抜いた竹筒を地面に挿して、その中にドングリを埋めると、森林性の野ネズミにとられることなく、ドングリの木が育つ」という伝承があります。これを確認するための実験（モウソウチク竹筒を使った種まき）の結果では、「竹筒播種という更新補助技術の有効性がコナラの生存と成長の両面で確かめられた。」と報告されています[711)]。また、安曇野市のハチクの竹林皆伐後に行ったクヌギのドングリの播種実験（2025 年９月 15 日播種）でも、地面に播種（深さ２～3cm）と竹筒播種（竹筒には直径 6～7cm のハチクを使用）の発生を比較した結果（2026 年７月 13 日観察)、地面に播種では６ヶ所中３ヶ所で発芽し、竹筒播種では６ヶ所中６ヶ所で発芽しました（**図 73 参照**)。この結果から、モウソウチクよりも細いハチクを竹筒にしても問題ないと思われます。

一方、コナラは外生菌根菌と共生しており、播種により発芽した実生が外生菌根菌に感染することにより成長が促がされることから、伐採されたコナラの切株付近（菌糸ネットワークがすでにできている林床）に播種した方が生存率は高くなります[716)]。





（断面の模式図）

図 73　クヌギのドングリ２粒をハチクの竹筒に播種した場合の発芽状況

天然下種更新における樹種の多様性を最大にする小面積皆伐面積とは

コナラだけの更新ではなく、その地域の豊かな森林生態系を再生しようと考えた場合、成功率は低いとしても天然下種更新よる更新樹種（実生）の多様性を目指します。このとき、多様性を最大化するための小面積皆伐の面積が重要となります。

種子散布・種子発芽・実生成長から見て、更新樹種（実生）の多様性が保証できる面積とはどの程度かを紹介します。

遷移初期種である小種子の種子散布量は林縁から２２ｍまでは十分確保できる。それに明るければ明るいほど発芽率や実生の成長も良いので 0.15ha より広い面積の間伐も良いだろう。一方、遷移後期種に多い大種子は、種子散布量が林縁から離れると急減する。暗い林内で耐えることができるので小面積の間伐の方が良いだろう。しかし、適度に明るい場所でも可塑性が高く成長を続けることができる。それでも、あまり伐採面積が大きくなると林床が乾燥し大種子は幼根が乾燥して死亡率が高くなる。それに弱い光に適応した光合成特性をもつので、あまり光が強いと強光阻害を起こし成長が阻害される恐れがある。よって、0.1ha より狭い間伐面積が良いだろう。遷移中期種の中種子はその中間的な傾向を示す。したがって、遷移系列にかかわらず大中小種子いずれも更新が可能な 0.1ha～0.15ha が、種多様性を最大にする間伐面積だと推測される。

（出典：清和研二『自然に倣う広葉樹の森づくり』築地書館，212-213 頁，2025 年.）

（4）キノコ栽培用原木の場合の枝払い・玉切り・搬出

枝払い後の幹は、集積しやすい長さに玉切りして安定した場所に集め、春まで棚置き・乾燥させます。これは、コナラ・クヌギの立木の含水率は、１年を通して辺材も芯材も 70～80%程度[712]ですので、シイタケ菌糸体が蔓延しやすい含水率である 30～40%程度[713]まで乾燥させる必要があるため、伐採後は林内に放置して乾燥させるのです。

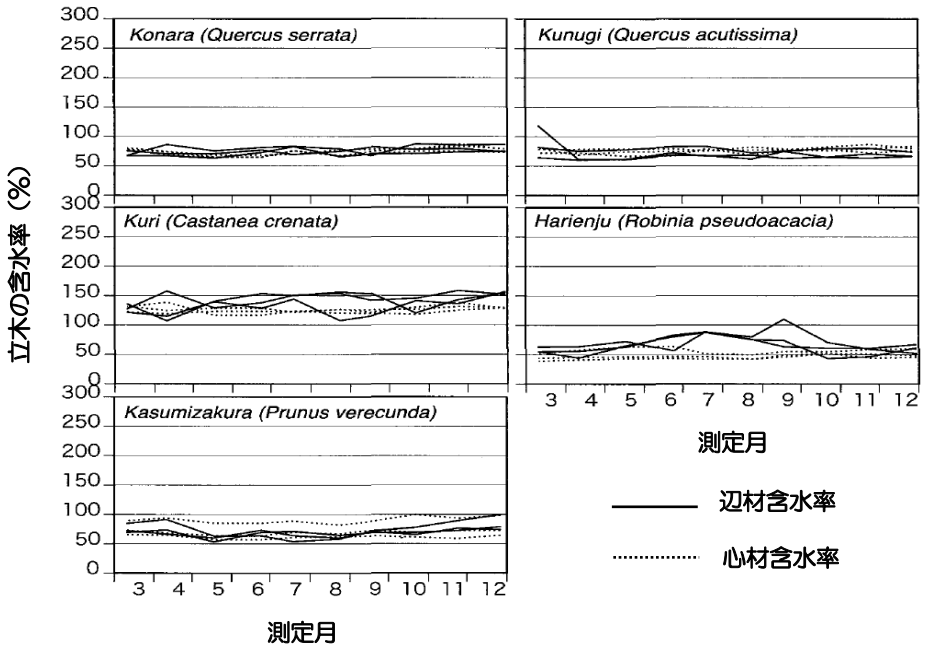


図 74　広葉樹５種の立木の含水率の季節変動[712]

春まで棚置きした玉切り材は、利用する長さ（通常 90cm）に玉切りし、車道脇に搬出します。その後は車に積み込み、利用場所に運び出します。キノコ栽培用原木では、搬出時に樹皮を傷付けないよう丁寧に取り扱い、傷口から雑菌が入らないように注意します。

３　更新状況の観察と対応 [704,705,714)]

基本的に萌芽更新は、伐った後は木の生命力に任せるという再生方法ですが、長年放置されてきた現在の雑木林の状況は高齢・大径化して萌芽しにくくなっているため、更新状況を観察して対応することが必要となります。

雑木林の萌芽更新には、更新の初期段階が大変重要で、最初の数年で大勢が決まります。伐採後２年目以降は、萌芽の新たな発生量は激減します。そして、雑草木が一斉に繁茂し始め、競争が激しくなります。種子からの実生は小さく成長が遅いため、芽生えても生き残ることが難しくなります。

このため小面積皆伐後は、

「十分な数の萌芽や実生が発生しているか、萌芽や実生は順調に成長しているか」

「シカの食害のにあっていないか」

「目標と違う樹種が繁茂していないか」

などを観察することが必要です。

（1）下刈り

萌芽は成長が早いので、下刈りが不要な場合も多いのですが、ササやクズ、トゲのある植物などの繁茂が激しい場合は、一般に造林鎌(下刈り鎌)（柄の長い草刈り鎌）で下刈りをします。

また、実生を生かそうとする場合は、萌芽に比べて実生は背丈が低いので下刈りが必要です。下刈りは造林鎌を使用しますが、慣れない場合は剪定ばさみを使います。鎌での作業に多い「誤伐」を防ぐ利点もあります。

伐採した跡地にはトゲのある雑草木が多いので、服装には注意しましょう。

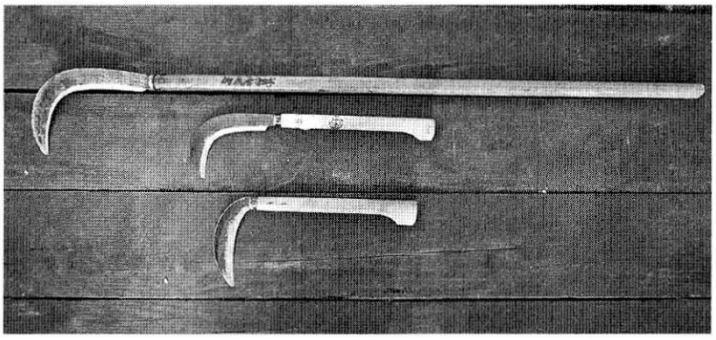


図 75　上から造林鎌(下刈り鎌)、登鎌(鉈鎌)、厚鎌(木鎌)

(出典：川尻秀樹『未来に残す森すくりのために造林・育林実践技術ガイド』全国林業改良普及協会，119 頁，2023 年．)

（2）間引き（もやかき）

萌芽枝の間引き(もやかき)は、残した萌芽枝を早く成長させるのに有効です。しかし、萌芽枝は伐採翌年に大量に発生するものの、それ以降は萌芽同士の競争で放置しても急速に減少します。したがって、商業的な生産を目的としない場合は、とくに間引きの必要性はありません。

（3）補　植

1）苗木づくり

更新がうまく進まない箇所が出てきた場合には、ナラ類の苗木を植えて補います(補植)。

地元に野生する木々の遺伝的な特性を乱さないために、なるべく植える場所の周辺でドングリを集めて苗木づくりをしておきます。

ドングリをいつ採るか

ドングリは９月頃から落下し始め、１０月中下旬に最盛期を迎えます。ドングリは乾燥に弱く、またネズミなどに食べられてしまうため、落下後速やかに採集しなければなりません。また、ドングリがたくさん落ちる時期の方が、虫食いも少なく、充実したものが多く採取できるので、落下の最盛期に集める方が効率的です。

- 長野県内におけるコナラの種子は、北安曇郡白馬村（標高 800m）では１０月下旬が最盛期
  塩尻市片丘　（標高 850m）では１０月中旬が最盛期
- ドングリにも豊凶があり、並作以上の結実は２～３年に一度程度。
- 採ってきたドングリは、水につけて浮いてきたものを除去。
  その後、流水（水量を絞った水道水でもよい）の中に数日間つけて、ドングリの中にいる虫を殺す（ただし、数日間水につける場合には少しずつでも水が流れている状態にしないとドングリが酸欠を起こして死んでしまう。）

ドングリをいつ播くか

ドングリを育てるには次の二つの方法があります。どちらの場合でも乾燥させると発芽しなくなりますので、注意しなければいけません。

① すぐに播く（とりまき）

水につけたドングリを秋のうちにすぐに播き付けます。

ドングリは秋のうちに根が出てそのまま冬越しするので、この方法がもっとも優れています。しかし、冬に土壌の凍結などでドングリが浮き上がることもあるので、寒冷な場所では春にまいた方が良いでしょう。

② 冬越しさせて春に播く

ドングリは乾燥させてはいけないため、湿らせた砂またはオガクズに混ぜ、ポリ袋に入れて冷蔵庫（０～４℃） に保管し、春先（４月中旬頃）に播き付けます。

保管している間に白い根（幼根）がでてきますが、幼根が変色したり枯損していない場合は幼根の先を下にしてそのまま植え付けます。

③ 播き付けるときには、ドングリは横向きにして、10cm 間隔で地表から 2～3cm の深さに埋め込んでおきます。播き付けた後、５月中に 80%程度発芽し、秋までには 20cm 位になります。

④ ビニールポットを使った苗木づくりの例

- 土は粘土や砂礫を除き、一般的なもので良い。
- ドングリは深く根が伸びるので、ポットは径 10cm 程度で深めのものを使う。
- 底に新聞紙を敷き土を入れ、ドングリを 1～2 個、2～3cm ぐらいの深さに埋め込む。
- ポットはプラスチックの簡易ケース(苗箱)に並べると便利。
- 灌水（水かけ）し、表面が乾燥しないよう新聞紙をかけ、春先に取り除く。

苗木にするには

播き付け後の２年目の春に、20cm 程度の間隔で床替えをします。

床替えした後、苗長 45～50cm に達したら、苗木として山に植えることができます。

- 発芽後、週１回程度の灌水をし、夏場は乾きすぎないように寒冷紗などで日よけをする。
- 肥料は不要。病虫害の心配もない。
- 苗の高さは、１年間で 20cm ほど、２年間で 40～50cm ほどになる。

２）植　栽

小面積皆伐の区画内で、稚樹(萌芽・実生を問わず)が少ない所に植栽します。

用意する苗木の本数は、苗木の大きさによっても変わるので一概には言えませんが、概ねの目安を示しておきます。

苗木本数 ＝ （区画の面積 m^3） × （稚樹があまり無い部分の割合）÷ ３

例：500m^3 × 0.3 (全体の３割) ÷ ３ ＝ 50 本

植栽方法

- 植栽は、秋から早春の落葉期が良い（サクラが散った時期の後は芽吹きが始まるので不向き)。
- 概ね、畳二枚程度の広さ（1.8m四方）に１本を植え付け。
- クワや移植ゴテで根が十分に納まる大きさの穴を掘り、根を広げて土をかぶせた上で、根本をしつかりと踏み固める。
- 乾燥が続いている場合は、ペットボトルで灌水。

植栽後の下刈り

- 翌春～初夏に、活着状況を点検。
- 苗が雑草木に負けそうな場合は、下刈りをする（通常、雑草木の繁茂は、１年目は少なく２年目に急増する)。
- 下刈りは暑い夏期を避け、作業が楽な秋から冬に行っても一定の効果が得られる。

４　シカによる食害の対策

近年、シカが稚樹や萌芽の技葉を食べてしまうことが、更新の最大の阻害要因となっています。

シカの生息密度がそれほど高くない場所でも壊滅的な影響をおよばす場合もあります。またノウサギによる枝葉の摂食も更新を妨げることがあります。

対策としては、更新箇所に防護柵を設置することが有効ですが、小面積とはいえ伐採した区画の周囲に柵を作るのは大変な作業です。

現実的には単木保護をお勧めします。これが正解なのかは分かりませんが、竹（ハチク）が侵食している雑木林の場合に私が実施している方法を紹介します。

萌芽更新させる切り株の周りに長さ 60cm 程度の竹筒を数本杭打ちし、その竹筒に、竹の梢等部を長さ２m程度に伐って差し込み、高さ 2m 程度の竹垣を作って切り株を囲みます。シカが竹の枝のチクチクを嫌がり、萌芽した枝葉を食べないことを期待しているのです。つまり「シカへの嫌がらせ柵」の設置といったところです。効果がでない場合は、費用が掛かりますがネットを買ってきて竹垣に巻き付け、完全にネットで保護します。

５　春植物のための落ち葉掻き[715)]

林床に積もった厚い落ち葉の層の上に種子が落ちて発芽しても、根が地面まで届かずに枯れてしまいます。このため厚い落ち葉の層を取り払うと、林床に落ちた植物の種子は発芽して地面の中に根を張ることができるようになります。落ち葉掻きは、様々な野草が芽を出せる環境を創り出します。

つまり、小面積皆伐をして明るくなった林床の場合、落ち葉掻きを行うと、カタクリなどの春植物の芽生えが期待できます。当然、樹木の実生更新も期待できます。

落ち葉掻きの実施時期は、野草が枯れている 12 月から２月頃が適期となります。３月の中旬にさしかかると、雨が多くなるため落ち葉が湿気を帯びて作業に負担がかかる上、この頃から芽生え始める林床植物（カタクリなどの春種物）までを掻き取ってしまいかねないからです。



図７６　安曇野市穂高牧の河畔林内に咲くカタクリ

（2025 年４月 12 日撮影）

第８章　森林整備ボランティアが目指す目標林型２　近自然林

－　照査法による天然更新択伐林施業　－

はじめに

照査法による天然更新択伐林施業は、日本ではまだ確立していない森林施業法ですが、「質」を求める森林整備ボランティアには魅力的です。

整備する森林において、胸高直径 5cm 程度以上の全立木に番号付けをした上で、各立木の位置・樹種・胸高直径・生育状況を確認・測定・観察・記録します（毎木調査と呼び、具体的な方法は内田健一『森を育てる』川辺書林，180-258 頁，2007 年．を参照のこと）。５年から 10 年（回帰年）後にまた確認・測定・観察・記録して、将来の収入の柱とする育成木かの判断と成長量を算出し、伐採後の林型が老齢段階の天然林に近い階層構造（胸高直径と立木数の頻度分布図が逆Ｊ字型となること、後述の６３頁の図 81 参照）となるように、成長量・育成木かどうか・原木市場動向等を総合的に検討して択伐する木を選定・伐採します。そして天然更新を図ります。ただし、望まぬ樹種が更新されたり、補植が必要となったりします。

この一連の択伐作業を永遠に繰り返します。このとき、択伐する木の選定が適正であったか照合することを「照査」と呼び、照査法では照査する基準を成長量としています。

このような作業は大変な手間ですが、ボランティアか対象とする里山林は狭いでしょうし、計測機器・方法の進歩（付録１　108-109 頁参照）もあるでしょうし、AI の発達で照査作業も楽になるでしょうし、しっかり林内を歩き立木を観察することは楽しいでしょうから、ボランティアにも可能と思われます。択伐木の選木にあたっては、様々な知識と経験と判断が求められる「やりがいのある施業法」といえます。また、その地域の老齢段階の天然林を目標林型とするため、生物多様性と木材生産性を両立した「近頃、話題の施業法」です。私にとっては取り組んでみたい・勉強したい施業法です。

ただし、理解ある里山所有者から山林を借りることができ、森林整備同好会として 100 年スパンの施業の見通しが立ったならばの話ですが、皆さんはどのように思われるでしょうか。

最近の動向[801)]

生物多様性全体の保全に配慮した持続可能な林業として、自然撹乱の再現を行って複雑な林冠構造を作り多くの生物の生息地としての多様性を高める施業方法が、

北アメリカの天然林施業においては「生態系管理(ecosystem management)」

ヨーロッパの人工林施業においては「近自然林業(close-to-nature forestry)」

として発達しつつあります 。

一方、日本では長く続く林業の低迷によって人工林を管理するための費用や労働力が不足していることに加えて全国的にシカの密度が増加しているため、「皆伐と再造林によって人工林を今後も経済林として維持していくことが困難」な状況にあります。また、「皆伐林には一時的に無立木状態になってすべての環境保全機能が消滅するという宿命的な欠点」があります。このため、人工林を経済林としてみるのではなく、生物多様性などの公益的機能を発揮するための人工林を目指すことも十分検討するに値し、人工林を対象とした近自然施業が注目されています。

そこで、日本の人工林における近自然林業について、５つの節に分けて紹介します。

1　日本における近自然林業の展望

ここでは、近自然林業についての総論を紹介します。

日本型近自然施業の可能性

以上、海外の近自然林業のコンセプトに基づいて自然撹乱を模倣し、人工林の林分構造を複雑化することに焦点を当てた施業法として、長伐期施業、異齢林施業、そして立木保持施業（注）についてそれぞれの特徴と予想される問題点について述べてきた。これら３つの手段は、互いに排他的ではなく、必要に応じて組み合わせて施業することもできる。たとえば、伐期を長期化しつつ、主伐までに天然林のギャップ面積を模倣した孔状伐採をおこなって部分的な更新をおこない(異齢林化)、その過程で自然枯死木が生じても支障木として伐採せずに残す(立木保持)、といった複合的な施業がありうる。

ただし、これらの手法をどのように組み合わせれば実効ある施業となるかは、対象とする人工林の状況によって変化する。たとえば、樹高成長のまだ旺盛な30～40年生程度の人工林は、通常の間伐をおこなっても林冠の再閉鎖が早いと予想されるため、将来の木材生産への支障が生じない範囲での強度間伐や帯状伐採が有効かもしれない。また、間伐が遅れ気味で枝下高が高くなり形状比の値も大きい林分であれば、主伐時の収穫対象となりうる木を慎重に選び、弱度の間伐を繰り返しつつ自然枯死木を保持する施業が現実的かもしれない。一方で、この３通りの手法をどのように駆使しても、周辺に種子源がなく、種子散布制限のために、天然林性植物の侵入・定着に対して目立った効果がみられない場合もありうるだろう。このような場合、コストの制限がなければ人工ギャップに天然林性の木本種の苗を植栽するのがもっとも確実であるが、ほとんどの施業地でこれは現実的ではないかもしれない。

長伐期化によって、長距離散布による前生稚樹群の蓄積が進むかどうかモニタリングをおこないつつ、施業法を判断するのが妥当と考える。もちろん、ササによる更新阻害やシカによる食害などのために天然更新が難しいケースでは、なおのことモニタリングが欠かせない。

以上のように、人工林で天然林性植物の種多様性を高める場合にはさまざまなケースが想定され、施業方法の選択肢も多岐にわたる。現状の最大の問題は、これらの施業を実際に人工林に適用した例がまだ少ないことにある。現段階では、適切な施業方法を選択するための材料やデータが不足している。たとえば立地や、気候、植栽樹種や林齢、林分のランドスケープレベルでの配置などの様々な条件が施業後の天然林性植物の定着の可否を左右するし、元々の植栽木に対する病虫害、気象害などのリスクにも不明な点がある。実証試験が不十分なまま安易に施業を行えば長期にわたって育んできた人工林の経済的価値を無に帰する危険性も否定出来ない。人工林で天然林性植物の種多様性、ひいては生物多様性を保全するための日本型近自然施業の有効性およびリスクの検証と技術体系の確立は、喫緊の課題であると考える。

（出典：五十嵐哲也・牧野俊一・田中　浩・正本　隆「種物の多様性の観点から人工林施業を考えるー日本型「近自然施業」の可能性ー」森林総合研究所研究報告，第13巻2号，35頁，2014年.）

（注）保持林業(retentionforestry)とは、森林を伐採する際に生物多様性の保全や生態系の回復のために樹木を残す森林管理である。保持林業は樹木という森の恵みの一部を生き物に「おすそわけ」することである。Franklin et al.(1997)は保持林業の目的を三つ挙げている。第一は救済で、伐採直後と森林が回復するまでの間に樹木を残すことにより、様々な生物にとっての避難場所を提供することである。第二は再生する森林の構造を豊かにすることで、老齢大径木や立ち枯れ木、倒木などが恒久的もしくは長期にわたって森林から失われてしまうのを防ぐ。第三は人手が入った景観で連結性を高めることで、生物の移動を促進することである。
（出典：『実証実験・保持林業――広葉樹を残して生き物を守る』築地書館，6頁，2025年.）

２　ドイツ・スイスにみる近自然林業 802-804)

ドイツにおける近自然林業は、自然の状態からかけ離れた皆伐林施業に対する反省から生まれたもので、「木材生産と環境保全の機能を高い水準で兼備している森林施業法」と評価されています。また、「地上の生育空間を最大限に利用できるような林木の構成状態にする」という考え方が基本となっており、そのキーワードは、適地適木、混交林、天然更新、自然競争、大径木の育成、択伐、更新コストの削減です。その理念は、次のようになります。

- 森林を単なる林木の群れとはせず、あくまでも生態系と認識した上で、生態系の法則に則って、極力自然に近い構造と林相の森林を造成し利用する。
- 森林生態系への過度な侵襲である大規模皆伐・大面積単純林造林を否定する。
- 施業が合自然的かつ近自然的であるか否かは、すべからく現地施業責任者の判断に委ねるべきである。

また、「恒続林思想」は次のように説明されています。

- 森林状態を恒続させつつ、継続的に高価値林木を収穫すること。
  つまり「継続的な上木間伐」「林下での継続的な林木再生」と換言できる。
- 森林を生態系と概念して、農業を林業のモデルにすることや森林の恒続状態を破壊する皆伐を拒否する。
- 近代林業と森の美学とは調べを和する(ハーモニーする)と主張する。
  それを奏でられる者こそが近代林業人だと規定する。

一方スイスでは、20 世紀にドイツのガイヤー林学を輸入した結果、スイスの森は復興し健全化したと言われています。そのガイヤー林学の施業法は「異齢多層混交林の造成と広義の択伐（優勢木の連続的間伐）」であり、「近自然森づくり」と呼ばれています。かつて推奨されたモミやトウヒの単一樹種の一斉林を短伐期で皆伐するスイス林業は、ハリケーン被害を何度も経験した結果、仮に一斉林の針葉樹人工林の方が短期的には成長量を大きくできるとしても、森を維持し収穫し続けることを望むならば、安定している異齢多層混交林が林業的にも望ましい、という結論になったそうです。このような森林管理制度は「育成木施業」と呼ばれ、確立された林業人材育成システムによって支えられています。その概要は次のように紹介されています。

近自然森づくり・４つの持続性

スイスでは「近自然森づくり」といわれる森林管理制度が導入されている。近自然森づくりとは、森林に対する以下のａ～ｄのすべての持続性を同時に満たすための仕組みや考え方。

ａ　経済的持続性
ｂ　生物多様性の持続性
ｃ　森林・林業で働く人々の雇用の持続性
ｄ　レクリエーションの持続性

近自然森づくりを支える３本柱

近自然森づくりは、以下のａ～ｃの３本柱によって支えられている。

ａ　多様な森林づくり…皆伐施業から択伐施業・天然更新へシフト(自然に近い多種多層構造)
ｂ　林業経営の自立…元本には手をつけず利子(成長量)だけで食べていく

c　現場人材の育成…質の高い森林作業員と、生産・加工・流通・消費のサプライチェーンを熟知しコーディネートできる万能家(フォレスター)

育成木施業と恒続林

スイスでは、近自然森づくりの一手法である「育成木施業」が行われている。育成木施業とは、将来収入の柱にする木を育成木として、その木の成長の妨げになる木だけ間伐し、極力最小限の手入れ(コスト)で、目標林型に導いていく。育成木施業の最終形態は、「恒続林」といわれ、手入れが収穫になるような状態にある。

（出典：植田拓也「環境と林業経営が両立する持続可能な森林づくりに向けた人材育成システムについて～スイスに学ぶ森林管理制度と人材育成～」平成 28 年度全国林業普及指導員活動事例集，フォレスターネット 2016，１－６頁，2016 年.）

３　スギと広葉樹の混交林化の実証試験結果[805)]

日本型「近自然林業」を目指したスギ人工林での実証試験を紹介します。

1983 年植栽スギ人工林をスギ天然林に近づけるため、2003 年、2008 年、2020 年の３回の全層間伐（全ての直径階で同じ割合で間伐木を選び、本数間伐率と材積間伐率がほぼ同じになる）を行った東北大フィールドセンターの尚武沢試験地での「混み合ったスギ人工林を様々な広葉樹の混じった混交林に作り変える実証試験」です。現在も継続中です。

若齢段階初期のスギ人工林において、スギ立木の３分の２を強度間伐区、３分の１を弱度間伐区、そして何もしない無間伐区の３試験区を作り約 20 年間の成長等を比較し、さらに将来予測をした内容です。強度間伐区の目標林型は地域に残るスギ天然林で「スギと広葉樹が林冠で混交する林」です。一方、弱度間伐は下層植生が繁茂する、よく手入れされスギ林が目標林型で「森林認証制度で推奨されるような林」です。

強度間伐の目標林型を「地域に残るスギ天然林にする理由」は、

- 地域の自然環境に長い時間をかけて適応した樹種で構成されている、つまり地域固有の種多様性を持つ
- それぞれの樹種は種固有の驚くべき太さに達し、きわめて材質の良いスギや広葉樹が採れる
- 自然の営為に任せて遷移してできた堅牢な構造を持ち、植えなくても稚樹が更新し、手入れしなくても崩壊することなく森林が持続する

からと説明されています。

（1）スギ天然林の特徴

目標林型とする天然林の特徴は、全ての樹種・樹齢の樹幹直径の頻度分布が「逆Ｊ字型」を示すことで、次々と若い個体が更新していることを意味し（植えなくても多くの樹種の次世代が次々と更新してくるのが天然林なのです）、比較的暗い所でも更新できる耐陰性の高い遷移後期種に特徴的な分布型です。

右図は、宮城と秋田の県境にある「自生山スギ天然林」の分布例です。この例でのミズメは一山型(凸型)で、ある一時期に大量に更新したことを示しています（ミズメは明るい光が差し込む場所で更新するカバノキ科の樹木なので、巨木の風倒や立ち枯れ、または小さな地滑りなどによって林冠が開いてできた明るい隙間(ギャップ)でいっせいに更新したもとと思われ、その後ギャップができなかったので更新できず一山型の分布型になったのだろう、と説明されています）。

つまり、現在の人工林から天然林のような林型を作ることができたならば、植栽は不要

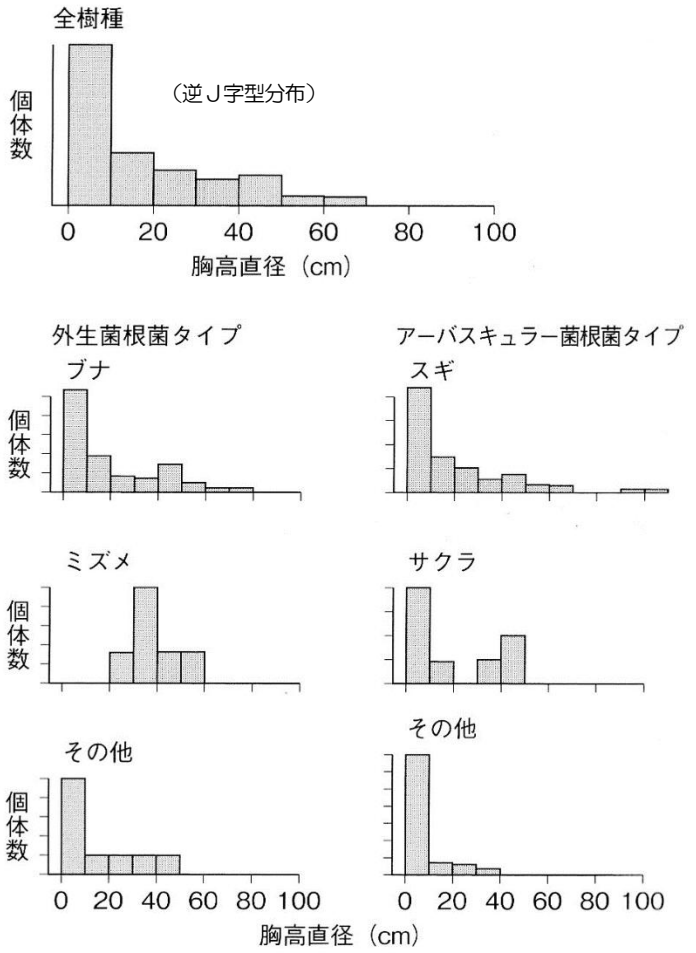


図 81　自生山スギ天然林の優占種の胸高直径の頻度分布

（出典：清和研二『スギと広葉樹の混交林　蘇る生態系サービス』農山漁村文化協会，102 頁，2022 年.）

なので、地ごしらえ、植え付け、下刈り、除伐、裾枝払い、それに続く間伐など、人手の限りをかけてやっとできる人工林に比べ、時間はかかるもののコストはゼロで更新ができる訳です。

（2）実証試験結果

図 82 に示したように、間伐を繰り返し、広葉樹の成長や種多様性の回復を調査し続けた結果、予想通り、強度間伐区では広葉樹は林冠を目指しどんどん成長し、弱度間伐区では下層に止まり、森林生態系の持つ様々な環境保全機能つまり生態系サービスも間伐強度で大きく異なってきたことが報告されています。

具体的には、「スギ単純林がスギ天然林に近づくにつれ、つまり広葉樹が大きくなりスギの林冠に近づくにつれ様々な生態系サービスが大きく改善することが明らかになったのである。驚いたことに、その回復の程度は下層植生の繁茂が見られる弱度間伐したスギ林とは比べものにならないのである。混交林化による生態系サービスの向上は計り知れないものがある。その恩恵は森林所有者や山間地に住む人たちのみならず、地球に住む全ての人類、そして全ての生き物が享受できるものなのである。」「皆伐、再造林の繰り返しは森林を丸裸にする。ただでさえ低い人工林の生態系サービスをかなり長い間どん底に落とす。この期間の生態系サービスの劣化による経済的損失を計算に入れれば、これまでの施業体系は実はコスト高だったことが明らかになるだろう。森林はなによりも森林状態の持続性が大事なのである。多面的な環境保全機能(生態系サービス)を有した森を作り、そこから価値ある材を少しずつ伐り出すような体系へ転換する時期が来ている。そのためには、地域に存在するスギの天然林を探し、それを目標にして管理していけばよいのである。自然の遷移に倣えば、ちょっとやそっとでは崩壊しない健康な森ができあがる。天然林に近い混交林を作れば、生産量は少なくても形質の良い高価な木材生産が可能になるだろう。さらに多種多様な広葉樹材も付加価値をつけて絶えず利用していけば、天然林型を維持したまま広葉樹材生産も維持していくことができる。今、放置されている膨大な面積のスギ人工林を混交林化し、そして、少しずつ抜き伐りしていけばよい。大量の木材を安く買ってすぐに使い捨てするようなものを作っている林産業も、もっと木材を大事に長く使う製品の製造に転換を計っていくべきであろう。スギ人工林を天然林型に誘導することは、生活の質や木材に対する考え方を変えることにも通じる。そうやって初めて、木材生産の持続性につながっていくような気がする。」と報告されている。

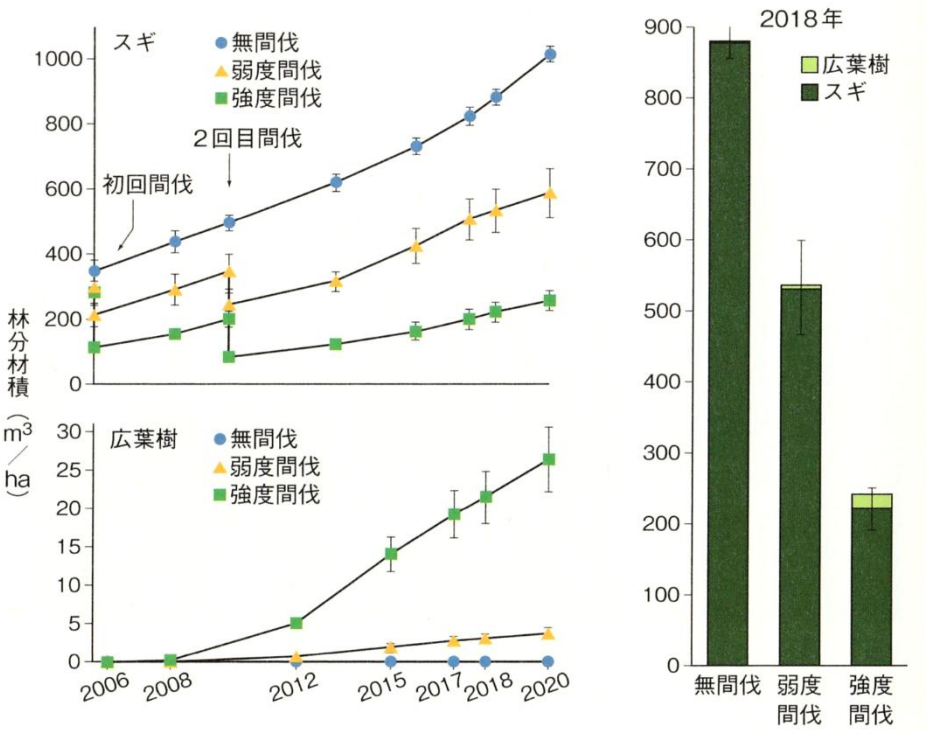


図 82　初回間伐後 14 年間（2003 ～ 2020）の林分材積の変化（左）と 2018 年の林分材積の内訳（右）（Negishi *et al.* 2020, Masuda *et al.* 2022a）

（出典：清和研二『スギと広葉樹の混交林　蘇る生態系サービス』農山漁村文化協会，25 頁，2022 年.）

（3）強度の全層間伐を数回行ってスギ人工林に広葉樹を導入して天然林のような姿に近づける方法

ここでは、実証試験結果に基づく提案を紹介します。

経営目標と強度間伐

（中略）

尚武沢スギ人工林では強度に間伐すると、林冠レベルで広葉樹と針葉樹が混交し、種多様性が増加した。そのため、様々な生態系サービス(水質浄化、洪水防止、生産力の向上や持続性)が大きく向上した。野生動物との共存も可能になるかもしれない。もし、種多様性と生態系サービスの向上の二つが主な目的であれば間伐率 60%以上の強度な全層間伐が最も適切な方法である。さらに、強度間伐は間伐直後に大きく材積を減らすように見えるが、混交林化による窒素循環や受光態勢の改善によって生産力が向上しつつある。長期的に見れば物質生産量(林分材積成長量、CO_2 固定能)も最大化する可能性がある。しかし、強度間伐の問題点はスギの材質だ。年輪幅が広く、うらごけで節が大きいことだ。しかし、このような材質の低下は、均質な年輪幅を持つ大径材生産である程度相殺されるかもしれない。さらに、かなり時間が経てば、スギも広葉樹によって側圧を受け良質材が生産される可能性もある。それに、高価な広葉樹材も収穫できる日も来るだろう。長期的に見れば、生態系サービスの回復だけでなく木材生産面からも経済的な不利益が減り、むしろ利点が大きくなっていく可能性がある。

（中略）

全層間伐で大径化、そして巨木林へ

地域固有の種多様性を持つ巨木林を目指す。そう目標を定めたなら、長い時間をかける覚悟で、保育しながら同時に収穫もしていくのが良いだろう。そのためには、スギも広葉樹も〝全層間伐〟が最適だろう。

広葉樹の伐採では、太い木だけを選んで伐るナスビ伐りが一般に行なわれてきた。太い木から順番に伐る、いわゆる〝上層間伐〟であるが、これは避けるべきだ。せっかく太ってきたのに、中途半端なサイズで伐ってしまうので、またーからやり直しになる。広葉樹本来の太さの半分にも、いや５分の１にも満たない段階で伐ってしまっては、森のためにも経営者のためにもならない。すでに序章で述べたように全層間伐は太い木も中ぐらいの木も細い木も、全ての直径階で同じ割合で抜き切りする間伐方法である。したがって全層間伐では、太い木がなくならない。絶えず、間伐後もその時点での最大径級の個体が残り、それらが次第に太っていくので、最短で大径木の収穫が望める。一方、細い木から伐る下層間伐も間伐効果が低い。上層林冠の競合を緩和できないからだ。やはり、上層木(大径木)も一定の割合(7～8 割)で残し続ける全層間伐が将来のためになる。広葉樹は太ければ太いほど価値を増す。今、直径 30cm 以上

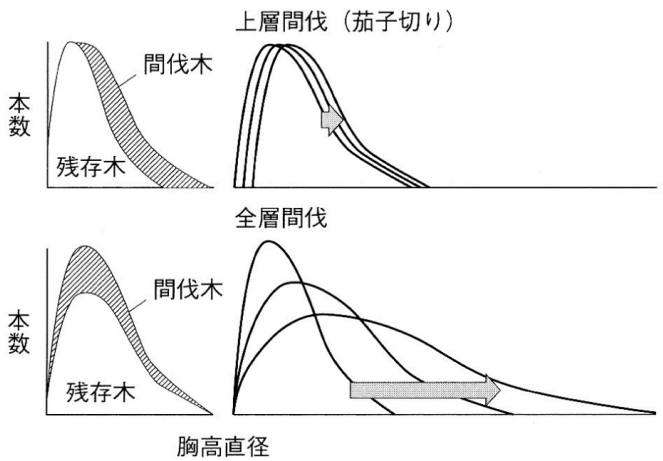


図 83　上層間伐と全層間伐の間伐後の直径の頻度分布の推移
上層間伐ではいつも同じサイズに留まるが、全層間伐では大径材生産が最速で実現

の木がha当たり200本あってもナスビ伐りでそれらを全部伐ったら30cm材しか収穫できない。また、下層から大きくなってくるのを10年、20年待つしかない。それでもまた30cm材しか採れない。しかし、伐採時にはどの径級でも8割残せば、毎年直径が2mm(片側1mm)太るとしたら50年後には40cm以上の個体が150本ほどは見られる。再度、全層間伐をして8割残せば100年後には50cm以上の個体が100本近くも見られるようになる。そして200年後にはうまくいけば70cm以上の大径木が50本以上というのも夢ではないだろう。実際は毎年 2mm 以上は太るのでもっと効果は早く現れるだろう。次第に大きくなる木を収穫しながら、次はもっと大径な木が収穫できるのである。いずれにしても時間がかかることを覚悟しなければならないが、それが本来の広葉樹林業だろう。それにしても、数百年生き抜いてきた天然の大径木の年輪を一瞬にして断ち切った戦後数十年の〝略奪林業〟は、返す返すも愚かと言うしかない。

優占種も非優占種も全層間伐

全層間伐の際に残す木は、通直で遠い将来に高く売れると思われる形質の良好な木である。200年伐期でヒノキを育てている伊勢神宮林のように“立て木”としてペンキを二重に塗って残してもよいだろう。それも、全ての構成種で全層間伐をし、全ての樹種の個体数を均等に減らすのが理想だ。特定の種を全部伐ってしまい、種多様性を減少させることはしない方がよいだろう。別にそんなことはしなくても、長い時間をかけて種構成は自然に変化し、遷移初期種が自ずと減り、後期種が少しずつ増え大きくなってくるだろう。現状の種組成は、人為ではなるべく変化させずに、自然の推移に任せたままで、全層間伐を続けていけばよいだろう。

全層間伐の際、“立て木”と競合する樹木が同種で混み合っているなら伐った方がよいだろう。種内競争は種間競争より強いからである。種内の個体間では成長速度や耐陰性も似通っていて、同じ場所で同じ資源を巡って競争するのでせめぎ合いが強いからである。ではどのような樹種が同種内の競争の強まるタイプで、どのような樹種が種内競争の少ないタイプの樹種なのか。これは、最近の研究で菌根菌タイプと深い関係があることがわかってきている。6章でも見たように外生菌根菌(EM)タイプのブナやミズナラ、カンバ類、ハンノキ類などは集団を作り優占しやすい。EM タイプは個体数も多く同種の個体が集団を作るので個体間競争が強い。したがつて、立て木を決めたら周囲の競合する個体を伐採した方がよいだろう。それに興味深いことに群れるEMタイプの樹木にはカンバ類、ハンノキ類などの遷移初期種で寿命が短くあまり太くならない樹種と、長命できわめて太くなる樹種(ミズナラやブナ、コナラなど)がある。これらは、同種の集団のまま、弱度の全層間伐を繰り返し、特に後者は巨木の群れに持っていけばよい。注意すべきは、伐採でできた空間に向けて太枝が出ないように、あまり大きな空間は作らないことだろう。とくにミズナラやコナラなどは避陰反応を起こして樹冠が可塑的に動きやすいので少し密な密度管理の方がよいだろう。しかし、これらは環孔材なのであまり密にしても強度が下がる。中庸な密度管理にすべきだろう。これらの一斉林を作りやすい樹種については前に述べた収量 - 密度図を参考にして管理すればよいだろう。多くの研究事例が残されている。

一方、これも6章で見たように、アーバスキュラー菌根菌(AM)タイプのミズキやサクラ、ホオノキ、イタヤカエデなどの成木は成熟した森林では互いに離れて分布するようになる。そのため、種内よりも種間の競争にさらされる。したがって、耐陰性の低い樹種なら周囲の個体を除き明るくしてやる必要がある。一方、耐陰性の高い樹種なら林冠を大きく破壊する必要はないだろう。AM タイプの樹種はもともと個体

数が少なくただでさえ更新しにくい樹種が多いと思われるので、普通に伐採すると相対優占度が維持できなくなる。したがって非優占種では優占種よりかなり弱度の伐採率で林分全体で全層になるような間伐をした方がよいだろう。つまり、林分内に散らばっている太い木も細い木も、それぞれ少しだけ伐採するのである。このように全層間伐を続けていけば、各樹種の相対優占度を変えずにそれぞれが太くなり森林は成熟していくと考えられる。しかし、AM タイプの樹木で全層間伐をしながら、残す木(立て木)を太らせ、かつ形質を悪化させないといった伐採木の選定は、とても難しいだろう。伐採後の樹冠の動き(可塑性)や成長速度は、樹種ごとに異なり、立て木の近傍にどんなサイズのどんな樹種があるかといった空間的配置によっても異なる。組み合わせは幾万通りもあるだろう。伐採に対してどう、応答するかといったデータを蓄積しながら前章で見たような類型化を試みていくしかない。それに複雑な構造をした天然林型なので伐採木の選定だけでなく、伐採の技術の高さも要求され、他の木を傷つけない繊細な丸太の搬出も求められる。混交林化は成林してからの方が、宿題が山積みだ。それでも、複雑な自然のシステムを理解し、それに倣い多様な高品質の木材を持続的に生産していくといった理想に少しずつ近づいていくしかないように思える。

同種同齢の人工林に比べ、多くの樹種が混交する森林ではそれぞれの個性が異なり、階層構造を作りニッチ分化も進むので多くの樹種が共存できる。しかし、多種が共存することと、良質材生産のための密度管理は矛盾することもあるだろう。例えば、立て木の枝を無駄に出さないように密度を高めると、樹冠を平べったくしたり、幹を大きく曲げたりして森林空間内の光資源を無駄なく使い切ることはできなくなる。そんな時は、迷わず、良質材生産のための樹形を維持するより、自然の成り行きでできる安定した構造を選んだ方がよいと思う。その方が CO_2 固定能や水源涵養機能などの生態系サービスは高いと考えられるからである。もしそう判断するならば、幹の利用も通直材や無節材などにこだわることなく、曲がった木材や二又の木も多様な用途とデザインで利用し尽くす、といった考え方へ転換すればよい。自然を変えるのではなく、自然の力を最大限引き出しながら利用させてもらう、といった哲学が今、求められている。

（中略）

群状伐採で更新を図る―自然撹乱に倣う

通直な大径材を目指して全層間伐を続ければ、立木密度はそこそこ高いままで推移するだろう。大きな枯死木も発生しないと思われるので、あまり明るい裸地はできにくい。自ずと陽樹(遷移初期種)が減り、陰樹(遷移後期種)が多い森林になっていくだろう。いつの日か巨木の森が姿を現し、そこでは老木が立ち枯れているだろう。そんな日が来たら、万歳である。巨木はたくさんの果実を生産し、様々な哺乳動物や鳥類を養う。またウロのある木はクマやヤマネなどに寝ぐらを、立ち枯れした木はキツツキ類に採餌場を提供する。森の木々は野生の生物のためにも存在しているのだ。何世代もの努力が報われ、人と木々がともに喜べる時が来たことを全ての生き物が、地球が祝福してくれるだろう。

長い間、全層間伐を続け、巨木林が目の前に現出したら、その後はどうしたらよいのだろう。せっかくできた巨木林を維持していくということには異論がないだろう。それには、やはり全層間伐を続けることがたぶん間違いのない施業方法だろう。全層〞択伐“(主伐の時期に達したので択伐という用語を用いる)によって定期的に大径材を生産し続けることができ、老熟林の構造も維持されると思われる。しかし、遷移が進み陰樹の占める割合が増えるので、もし、陽樹も混ぜたいというのであれば中程度の面積の群状択伐もよいだろう。全層間伐では 1 回の伐採量が少なく伐採も搬出も大変だったが、今度は一ヵ所での伐採

量も増え、伐採も搬出も容易になるだろう。中程度の面積といってもどれくらいが最適なのだろう。自生山のスギ天然林を歩いても明るい孔状の裸地(ギャップ)は少ない。大きな木が立ち枯れしているのはたまに見かけるが、それも少ない。まして、樹木が集団で倒れたりしてできる大きなギャップはない。たぶん、通直な巨木はかなり抜き切りされて若返っているからだろう。それに、大台風や地滑りなど大きな自然撹乱による広いギャップ形成はきわめて稀にしか起きない。いつ起きるか予測不能だが、起きる時には起きるので、あえて人為的に大ギャップを模して大面積皆伐をする必要はないだろう。半径 15～20m ぐらいの円形の伐採地であれば、光要求性の高い遷移初期種・中期種が発芽し更新することが期待できるだろう。種多様性を維持する上でもまとまった面積での伐採と更新は必要だろう。

伐採箇所を選定するにはスギや広葉樹の稚幼樹が林床に待機しているところを選べばよい。自生山ではスギも広葉樹も、更新はうまくいっていて、林床に待機する稚幼樹は多い。中層、亜高木層にも多く見られ、逆 J 字型分布をしている。樹種ごとにこのような分布型が維持されているかを時々チェックする必要があるだろう。幼稚樹の更新がうまくいかないのであれば、特に林床がササに覆われているところでは、ササを刈り払ったりして除去してから苗木を植栽する必要があるだろう。択伐する際にはもちろん林床の幼稚樹を傷つけないように留意すべきだ。それらの幼稚樹とのサイズの差や距離を考慮しながらスギが林冠に到達できるような植え方をする必要がある。このような段階に至れば、次世代の更新を促す作業は楽しいことの連続だろう。植栽場所の土壌・水分・光環境や他の樹種との成長速度や耐陰性などの違い、菌根菌や隣接個体との関係などの森林動態に関する知識を総動員してデザインするのである。これからの林業は、多様な樹木の無機環境に対する応答に加え、生物間の相互作用の知識も必要となるだろう。多方面の知識を総動員して、きわめて精密なシステムを滞りなく稼働させる高度な産業として発展していくだろう。それも最新の知識を取り入れた技術開発が進むほど地域や地球環境を改善することにつながる。きわめて科学的で公共性の高い仕事なのだ。まだ、自然のシステムに倣った林業は端緒についたばかりだが、こんな楽しい仕事はないだろう。

すぐには想定通りにはいかないだろう。思い通りにならなくとも、それはわれわれの現在の科学水準が招いたことで落胆することはない。水準を上げる努力をすればよいだけだ。現状のわれわれの知識や経験が乏しいことを自覚することが大事だ。そうすれば、自然界に存在しない森の形を作ろうとはしないだろう。例えば、希少で高く売れるからといってシウリザクラだけを大面積に密植し、短期間に通直な木を大量に生産しようと試みるようなことは森をよく知る人は決してしない。日本中のどの自然林にもそんな林分はないからである。自然のメカニズムに逆らって作った森は長続きしない。人間の欲を森に押し付けないことだ。無理強いしないで、自然が作り上げた仕組みを最大限真似て利用してこそ道は開けるだろう。

（出典：清和研二『スギと広葉樹の混交林　蘇る生態系サービス』農山漁村文化協会，136-138，159―164，170―172 頁，2022 年.）

４　照査法による天然更新択伐林施業 [802-804,806-811)]

ドイツ林業では、近自然的林業または近自然林業と呼ばれて、「照査法によるモミ・トウヒなどの天然更新による択伐林施業(以後、「択伐林施業」と呼ぶ)」が行われています。これは、自然の状態からかけ離れた皆伐林施業に対する反省から生まれたもので、「地上の生育空間を最大限に利用できるような林木の構成状態にする」という考え方が基本にあり、「木材生産と環境保全の機能を高い水準で兼備している森林施業法」と評価されています。

「択伐林施業」の解説では、数年から 10 年前後と短い一定の間隔で全立本の胸高直径の測定を繰返し(この作業に多大の時間と労力を要する)、胸高直径分布モデルに適合するように伐採木の胸高直径と本数を決め(わが国には胸高直径分布モデルがない)、高度な経験と知識による総合的な判断から伐採木の選定を行う（総論は分かっても各論が分からない)、となっています。

一方、日本の主たる造林樹種であるスギ・ヒノキは天然更新が難しく、また日本で目的樹種の天然更新は植物種の多様性が高いことと立地環境(更新環境)が複雑なために難しい、とい問題があります。つまり日本では、「更新コストの削減」をヨーロッパのモミ・トウヒにようには達成できないのが課題です。また、全立木の胸高直径の測定を繰返す照査法は、多大の時間と労力を要するために実施困難なのが実態です。

こうした課題に対して、

① 天然更新ではなく後継樹を植栽し、具体的な択伐本の選定基準を作ることにより課題解決できるはずである [807)]。

② 北海道の天然林で昭和 31（1956）年から「天然林の生産性を高め、永続的に木材を生産しうる理想的な択伐林型を導きだすことを目的」に始められた照査法による天然更新択伐林施業試験の結果は、近自然林業のための貴重な実証試験結果と言え、その成果を利用した伐採計画のための選木方法のシミュレーションが提案されている [809,810)]。

③ ３Dレーザースキャナー付きの iPhone や iPad を木にかざすだけで、樹幹直径を簡単に測定できる無料アプリが公開された [811)]ように、ボランティアでも使える計測機器が普及しつつある。

といった課題解決策が発表されています。

そこで「択伐林施業」における、樹冠基底断面積を立木の樹冠量の指標とした「樹冠の空間優占モデルの研究 [808)]」と、照査法試験林に設定された針広混交林の 50 年間の管理実績に基づく「胸高直径階分布の研究 [809,810)]」から、「択伐林施業」の各論を整理し紹介します。

（1）「択伐林施業」の目標 [808,810)]

1) 林木が生育空間を最大限に利用できるよう、大小の林木を混在させた多層林にする。

2) 各層の林木の成長量をできるだけ最大化させることによって、全体の幹材積生産量を最大化する。

3) 天然更新による後継樹の成長を確保して、生産の持続性を維持する。

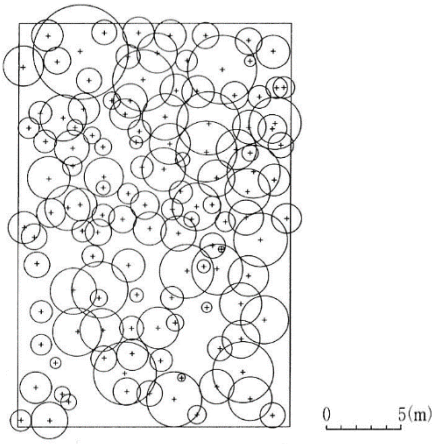
4) 定期的に毎木調査を行って林分の胸高直径階の本数分布と成長量を査定し、その結果に基づいて次の施業計画を立てる。

（2）「択伐林施業」の条件 [808,810)]

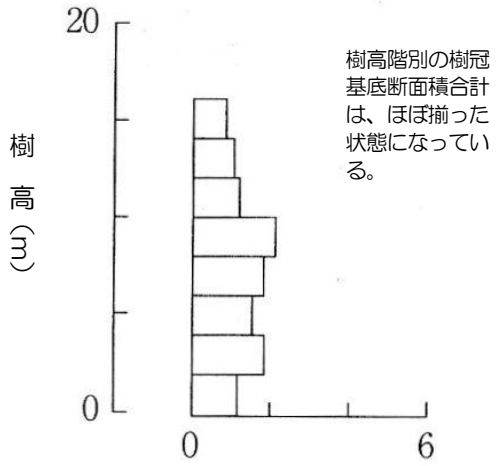
① 目標 1)を達成するため、樹冠基底断面積合計の垂直的配分は一様に保たれていて、各地上高階の樹冠基底断面積合計は等しい（**図 84**）。

② 目標 2)を達成するため、樹冠基底断面積合計は一定の上限値を超えない。

（例えば、スギ・ヒノキの場合の上限値は、林分１ha 当たり 12,000 ㎡である)。



樹冠配置図



樹冠基底断面積の合計（×10^3㎡/ha）

図 84　江戸時代からの択伐林施業が行われている岐阜県今須のスギ・ヒノキ択伐林（G-5 固定試験地　1975 年時点）における樹冠配置図と樹冠基底断面積合計の垂直的配分 [808)]

③ 条件①の結果として、胸高直径分布は逆Ｊ字型となる（**図 85**)。

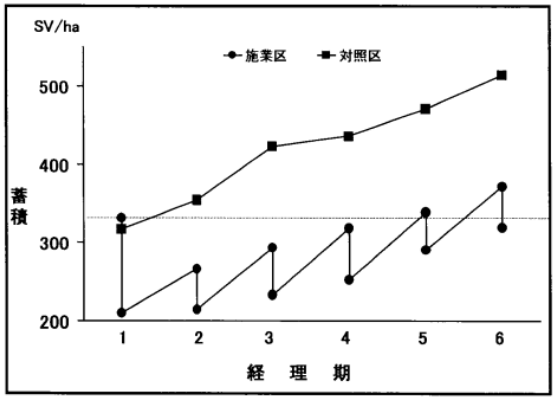
（各地上高階の樹冠基底断面積合計が等しい場合、高層の地上高階では林木の樹冠基底断面積は大きくなるが本数は少なくなり、逆に低層の地上高階では照度が大きく低下するために林木の樹冠基底断面積は小さくなり本数は極端に多くなる。）

このときの胸高直径階は、等比級数の分布に近似しているため、常用対数を用いた

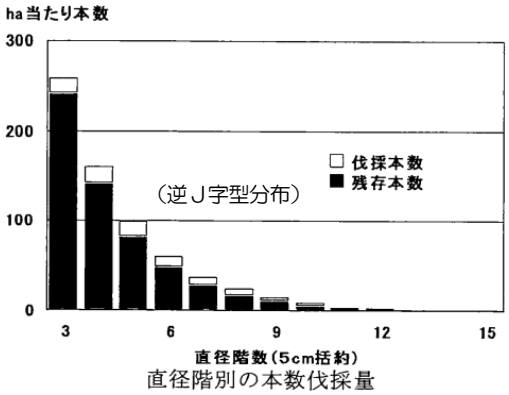
片対数の回帰直線 logＹ ＝ －ａ＊Ｘ ＋ ｂ （Ｘ：胸高直径階、Ｙ：本数、a,b：定数）

で表すことができる。これを「本数回帰直線」と呼ぶ（**図 86 参照**)。

つまり、胸高直径階毎の本数Ｙは、$Y=10^{(-a*X+b)}$ となる。



期首と択伐後の蓄積の推移



直径階別の本数伐採量

図 85　北海道置戸町の針広混交林（照査法試験林）における１経理期間８年の第５経理期終了後の蓄積量の推移と胸高直径階の分布 [809,810)]

（注）立木材積は、樹高に関係なく同じ径級のものは同じ材積をもつとした単位 SV（シルブ，1SV≒1m^3）を用い、ビヨレイの材積表により経理している。
対照区は、災害等による被害木の伐採以外の施業は行っていない。

伐採前の本数回帰直線①　$\log Y_1 = -a_1 * X + b_1$

伐採後の本数回帰直線②　$\log Y_2 = -a_2 * X + b_2$

とすると、胸高直径階Xにおける伐採本数 ΔYは、

$$\Delta Y = Y_1 - Y_2 = 10^{(-a1*X+b1)} - 10^{(-a2*X+b2)}$$

$$= Y_1 (1 - 10^{((a1-a2)*X+(b2-b1))})$$

となる。$k = (a_1 - a_2) * X + (b_2 - b_1)$ とすると、

$$\Delta Y = Y_1 (1 - 10^{k})$$

と表せる。

ゆえに、胸高直径階毎の伐採本数・伐採量は、本数回帰直線の定数 a , b により決まる（**図 86**）。

⑤　他の樹種構成（針広混交林や広葉樹林）についても原則的には広く適用できる（**図 81 参照**）。

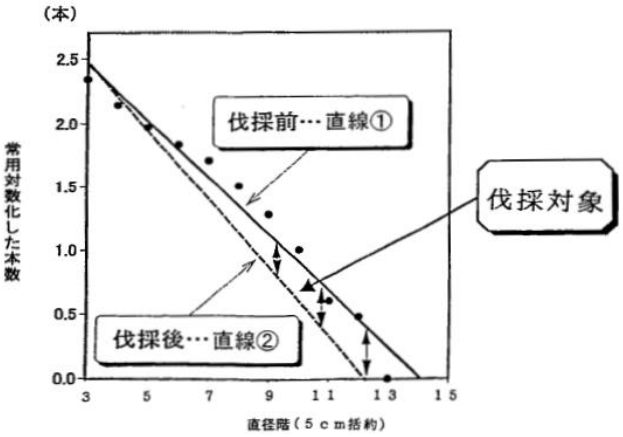


図 86　伐採本数の算定方法 [810)]

(3)「択伐林」の管理手順 [810)]

実際の「択伐林」の管理作業の手順は、次のとおりです。

① 対象の林分の「林冠の空間占有状態」と「後継樹の成長状態」を目視で観察する。

② 全立木の胸高直径 D_b を測定して、胸高直径階Ｘごとの本数Ｙを算出する。

③ 択伐前の本数回帰直線を求め、定数 a_1 と b_1 の値を算出する。

④ ①の観察結果から、目標の達成に向けて、択伐後の本数回帰直線の定数 a_2 と b_2 の値を仮に定める。

⑤ 択伐前と択伐後の本数回帰直線から胸高直径階毎の伐採本数・伐採量を求め、「地上高階毎の着葉量等よる樹勢の見極め」および「伐採量が成長量以下になっていること」の確認を行って、択伐後の本数回帰直線の定数 a_2 と b_2 の値を見直す。

これを繰り返して、妥当と思われる胸高直径階ごとの伐採本数・伐採量を算出する。

⑥ 立木配置に最大の注意を払いながら、伐採本数に対応する選木を行う。

この選木の過程では、樹種構成、劣勢木を優先した伐採、天然更新のための母樹を優先して残す、天然更新に必要なギャップ面積の確保、等を総合的に判断して伐採本数・伐採量の見直しと再計算を行う。

これを繰り返して、最終的な伐採本数・伐採量と選木を決定する。

⑦ 伐採時には、後継樹の保護に努めた丁寧な伐採・搬出方法をとる。

⑧ 伐採後、伐採により生じたギャップに天然更新が行われているかを観察する。もし天然更新が難しいようであれば、苗木の植樹や下刈りを検討する。

⑨ 以上の管理作業を、過去の管理作業で得られた知見や木材の市場動向を考慮しながら、数年から 10 年前後の一定間隔で行う。

５　企業が取り組む針葉樹人工林での近自然森づくり

企業では「自社の針葉樹人工林に対してどのようなやり方で近自然森づくりを試みているのか?」についての事例を紹介します。

現行制度の中でできること

㈱総合農林が所有している森林は全国にあり、トータルで約 8000ha ほどにのぼる。それらの中で現在近自然森づくりを試みているのは主に宮崎県の森林と奈良県の十津川にある森林だ。総合農林は代々の森林所有者ではなく、グループ企業の所有していった資産である森林を良好に維持管理するために設立された。そのため、人工林では自社で始めたものではなく、途中から引き継いでいる森林が大勢を占める。

当時、当面の林業経営での収益がめざされるのではなく、将来にわたって森林の資産価値を上げること――環境的にも経済的にも「良い森林」と評価されること――が目標に掲げられた経緯がある。この視点が、木材生産に特化してきた日本の林業の中では異質だった。「どうしたら資産価値が上げられるか?」という模索の中で、スイスの「環境も経済も両方に資する」近自然森づくりを採用することになったのだ。2010 年のことだ。近自然森づくりの日本での実践構築が当面の主眼で、完全に、先行投資型だった。

しかし、2015 年、大きな転機が訪れた。グループ企業の収益悪化で組織の改変が起こり、総合農林は売却されることになる。翌 2016 年春、神戸に本社がある大栄環境㈱の傘下に入った。それまでの、より良い森林としての資産形成が主目的だった経営は、新しいグループ企業の中で森林を管理経営するメリットの最大化が求められるようになった。それまでの先行投資での試行錯誤的経営では許されない状況になっている。

経営環境は激変したが、持続する森林経営を近自然森づくりでやる――という命題は現実的な試行錯誤へと向かうようになった。それが、現在各地に広がっている手入れ不足の針葉樹人工林を育成木施業で良い状態にしていくことはやりやすい、という手応えになったという。現状の木材価格の長期下落で補助金がなければ林業作業のどれもができないと言われる中、佐藤さんは「補助金がある間はそれをうまく利用させてもらいながら、ゆくゆくそれらの補助金がなくなっても持続できるように今のうちに手を打っておく」というスタンスをとる。

日本の戦後の新しい人工林では、一般的な育て方として本数や作業のやり方などがマニュアルのようになっている。その作業の目処は年数で決められてきた。スギ林とヒノキ林それぞれの人工林は、平均的に 40 年と 50 年で収穫(皆伐による主伐)という設定だったが、途中、今も続く木材価格の下落を受けて長伐期(スギで 80 年、ヒノキで 90 年が目安)へと目標が一度変えられたことがある。それに合わせて、手入れ(間伐)が必要とされる年限も変遷があるが、とにかく、日本では植えた年から何年ごとに何をする、という年数での設定が原則となってきた。これが補助金をもらうときの大きな枠となっている。

ちなみに、2010 年に国産材自給率 50%をめざすことが掲げられて数年ののち、今では長伐期の話はなんとなく立ち消えになったかのように見える。もともとの設定でいけば、植えてから 40 年、50 年とたって計画の中での主伐とされる年数に到達した人工林が続々とあるので、自給率向上の目標に向けてとにかく伐って出すことに力が注がれだした。再び皆伐―再造林という流れが勢いづいている。

佐藤さんは、この皆伐―再造林の流れに入るといつか補助金がなくなったときのリスクが大きいこと、一旦裸地化することによる環境的なダメージと、新たに始める一連の人件費のコスト、など複数の理由か

ら基本的にはやらない。育成木施業での収穫目安は年数ではなく、太さにおく。目標をスギで 80cm～1ｍ(胸の高さの直径)、ヒノキではこれに準ずる太さ、としている。つまり、育成木が目標の太さに達したものから順次収穫していく。もちろん、現状からその状態になるのはまだ当分先の話となる。

以下は、所有山林の育成木のやり方を佐藤さんが紹介したものだ。

「（この場所で）育成木の指定とライバル木の伐採(間伐)を、スギならおおよそ 10m 間隔ぐらいで展開していく。ライバル木以外の木々は、育成木の次の世代の育成木候補になるので手をつけない。育成木に成長を遮られ、育成木の収穫までに枯れてしまう木もあるかもしれないが、育成木が志半ばで途中で倒れてしまうかもしれない。そのようなときに備えた保険の意味も持つ(クオリティは落ちるが森は維持される)。

伐採したライバル木は搬出して管理費用に充てたい(つまり収穫間伐となる)。ここは水平方向に細長い斜面で 1 本道があれば簡易架線かウインチで集材できるので、なんとか採算をとりたい。ライバル木の伐採だけで採算のとれる生産量に達しない場合は、多少つじつま合わせは必要だろう。

10 年後にまたここを訪れたとき、自分の思ったような状況になっているかどうか。なっていなければ検証・修正した上で次に何をやるかを決める。今からあんまりああしたいこうしたいと先のことを細かく決めすぎない方が良い。こういう施業を 10 年間隔で繰り返すことで、構造を複雑化させ林分安定性を持たせることが大雑把な目標。

育成木が成長し将来択伐で収穫したとき、大きめのギャップができる。ここで初めて更新をどうするかを決める。天然更新が期待できないのなら植える。ただ、それを決めなければならないのは何十年も先の話。

経営のアプローチからのみ考察しましたが、結果的に環境面の合理性は何ら侵すことなく、むしろポジティブな方向に向かうことが期待できます」

このとき、補助金要件の関係で 30%の間伐量に満たない場合は、現場の森林に即して伐り足すことをする。放置されていて本数が非常に多い場合などは、育成木施業と列状間伐を組み合わせて施業した林分もある。要は、目的のためにできることを、現行の制度の中で使えるものはうまく使ってなんとかする、という 1 点になるという。

最終的な目標を定める前の、仮目標というような流れで、大雑把には「構造と樹種の複雑化」を目標にして、これならできるかもしれないな、という中間目標を設定するというような流れだ。イメージとしては**図 87** のように考えられている。

観察しながら変化を促す

放置されて形質が良くない林分で、将来のために残す木を選ぶのが難しいことはままある。ならば、まずはざっくりとでも手入れをして、その手入れによる反応を見てから育成木を決めたっていい、と佐藤さんはする。機械的に日本の計画ではこうだから、あるいは近自然森づくりではこうだから、という形にこだわるのではなく、現状の森林の様子を見て決めさえすれば、打つ手がいろいろあるからだ。

これを 10 年周期ぐらいで繰り返すうちに、育成木はどんどん太く成長しながら、さて、林内にどのような変化が起きていくかを見ていく。間伐されて空間があいたところには何か新しい芽が生えるのか生え

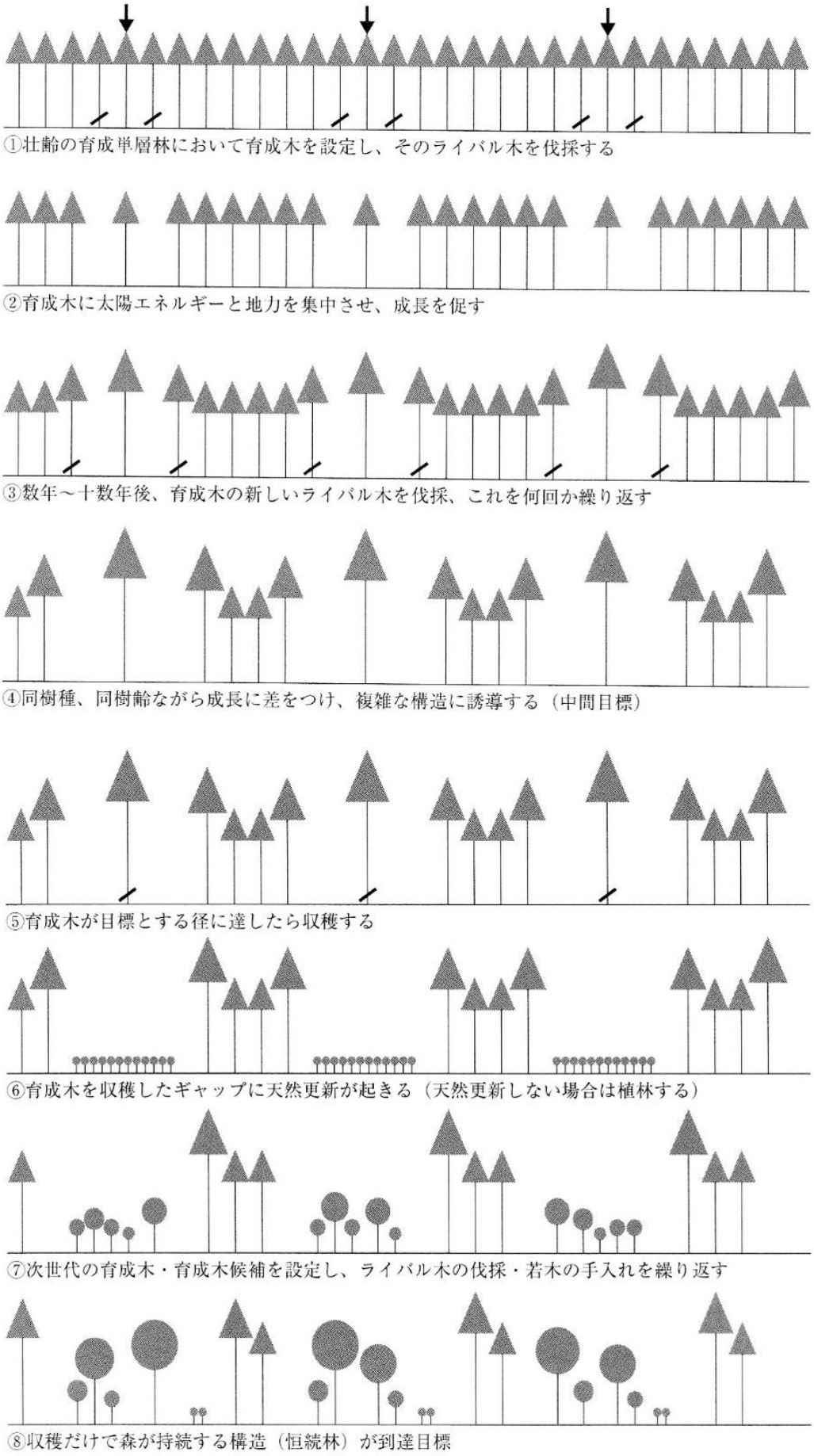


図87　スギ人工林での育成木施業。（佐藤浩行氏作成）

ないのか、生えるとしたらどんな樹種なのか。それらの経過観察は、その人工林がそれまでどのように手入れがされてきたかいないのか、どんな立地にあるかなどでそれぞれ異なる。しかし何回かの間伐がされるうちに、林内には変化が起きるので、それを待ってから――つまり育成木をしっかり育てることを最優先して――将来にわたる森林の維持がどのように可能かをじっくり決めていけばいいという利点は大きいとする。

スイス近自然森づくりでは将来の目標を決めることが大事だと言われるので、スワ、目標を定めなければ、と考えがちだが、目標は実態にもとづいて決まらなければ持続には至らない。計画、計画と昨今とにかく計画づくりが出てくるが、その計画が自分たちが手がける森林の実態を反映してつくられるものでなければ意味はないことをあらためて指摘する。その実態を把握するためにも、現状の手入れ不足人工林でも補助金を活用しながら育成木施業をして同時に観察を続ければできる利点をあげている。

新しいやり方が本当にいいのかどうか、マッチするのかどうかを確認するためにも、現行の制度や方法のもとで少しの割合で新しいやり方をやってみる。その結果をふまえて、新しいやり方をさらに進めるのか、あるいは別のやり方をまた探るのか、はたまた現行のままでいくのか、という判断をしていくというのが近自然森づくりの考え方にある。確証が持ててから、少しずつ新しいやり方を広げ、時間をかけて現行制度ややり方から移行する手順だ。

佐藤さんは、現行の補助金制度を利用しながら今のうちにトライアルしてより安全で確実な持続性を持たせようとしている。

育成木施業を取り入れたいと考えたときのネックは考え方を理解し、それにのっとって選木ができるかどうか、その判断ができる人が委託する業者にいるかどうかになってくるという。奈良県の十津川村では、森林組合担当者に適任者がいてくれた。佐藤さんはその選木に信頼が持てたことで、今では安心して作業を任せられる状態になった。「このやり方は所有者が同意してくれたら(既存制度の中で)できますよ」と担当者は広がりの可能性も口にしているそうだ。

この経験で「現場の人は、考え方が納得できると早いな」と思ったという。ただし、別な地域ではそういう理解者がまだ出てこないため、まずは通常の間伐で手遅れ林分の改善を進めている。今すぐ近自然森づくりの考え方ややり方ができなくとも、いっぺんに全部を変えるのではないのだから、あわてることはない。できるところで、確実な成果をあげていき、広げられるところを探るだけだ。

（出典：浜田久美子『スイス林業と日本の森林　近自然森づくり』築地書館，130-138 頁，2017 年.）

第９章　森林整備ボランティアが目指す目標林型３　放置竹林の広葉樹林化

ー　竹林から広葉樹林への樹種転換施業　ー

はじめに

多くの森林整備ボランティアが「竹林は皆伐すれば駆除できる」と勘違いしています。

竹林を駆除するためには、除草剤を使わない限り、伐っても伐っても地下茎から再生竹（竹を伐採すると季節にかかわりなく生えてくる竹）が生えてきて駆除できません。この再生竹を枯らすためには、竹林の中にある広葉樹残存木または竹林周辺の広葉樹を活かして皆伐後の竹林内の天然下種更新（残存木がない場合は播種更新）を図り、広葉樹実生を育てながら、樹木による日陰で再生竹に光合成をさせないようにしなければなりません。毎年数回の再生竹の伐採を、広葉樹が大きくなって日陰をつくるまでの数年から 10 年間は続けるのです。つまり、「**竹林の駆除作業は広葉樹の森づくりと抱き合わせ**」なのです。このため、第７章の萌芽林で説明した「種子による更新」や「補植」の知識が必要となります。１０年程度続く竹林駆除の作業の後半は、広葉樹の森づくり活動をすることになります。森林整備には興味があるが竹林整備には興味がない方も、竹林整備から取り組んだ後に森林整備(広葉樹の森づくり)に移行するのはいかがでしょうか。

私は、「放置竹林の広葉樹林化」こそ、森林整備ボランティアが最も取り組むべきだと思っています。

里山林所有者にとって、雑木林は放置しておいても周りから非難されませんが、竹林は放置しておくと拡大して周りの田畑や森林を侵食するため、周りから非難されます。高齢となって竹林の整備が出来なくなった所有者から安曇野市役所へ「竹林を駆除するための補助金はないか。放置竹林を何とかしてもらえないか。」といった相談が来るのです。そこで、竹林整備ボランティアの出番となります。

市役所に仲介してもらって、ボランティア（竹林利用者）が竹林所有者と「**里山林オーナー契約**（付録２参照）」を結ぶことをお勧めします。竹林整備の活動場所を確保できる上に、契約の範囲で、楽しく自由に竹林・竹材を利用することができるからです。

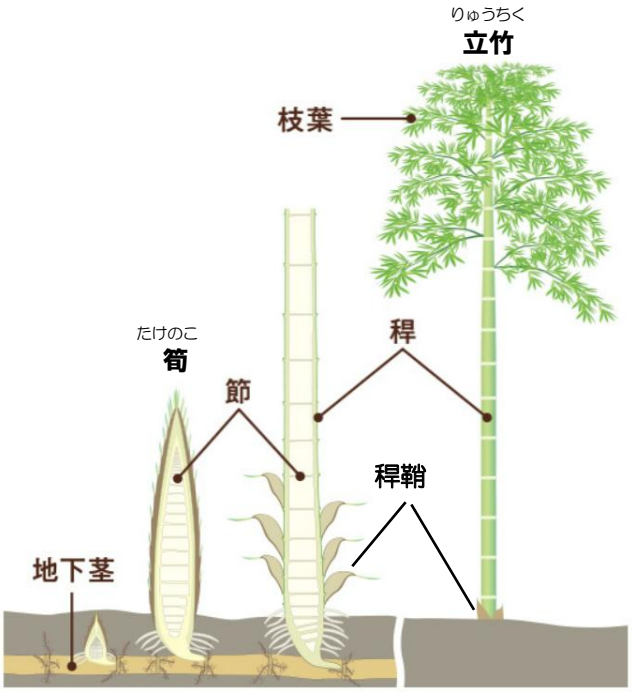
竹林の駆除について悩んでいる竹林所有者は、竹林整備ボランティアの手助けを待っている場合が多くあり、このため竹林整備の活動場所は比較的簡単に探すことができます。竹林の駆除作業は広葉樹の森づくりと抱き合わせなので、竹林整備の場所を確保することは森林整備の場所を確保したことにつながります。

森林整備に取り組みたい方は、ぜひ竹林整備から始めることをお勧めします。

さて、竹林を駆除するためには、竹の生態・性質をしっかり把握する必要がありますので、竹の生態から説明してゆきます。

竹とは

竹林は、枝分かれした地下茎(ちかけい)から何本もの稈(かん)が生えて一つの「純林」を構成するため、他の植物を寄せ付けない森林の一種です。また、地下茎の成長により竹林が拡大する性質（栄養繁殖）をもっています。日本の有用な竹であるモウソウチク・マダケ・ハチクは長期にわたり栄養繁殖を行い、一斉開花・枯死する一回繁殖型の生活史であることが知られています。60 年または 120 年に一度しか開花しないといわれており、このため種(たね)による繁殖（種子繁殖）ではなく、人が地下茎を株分けして運び全国に広めました。

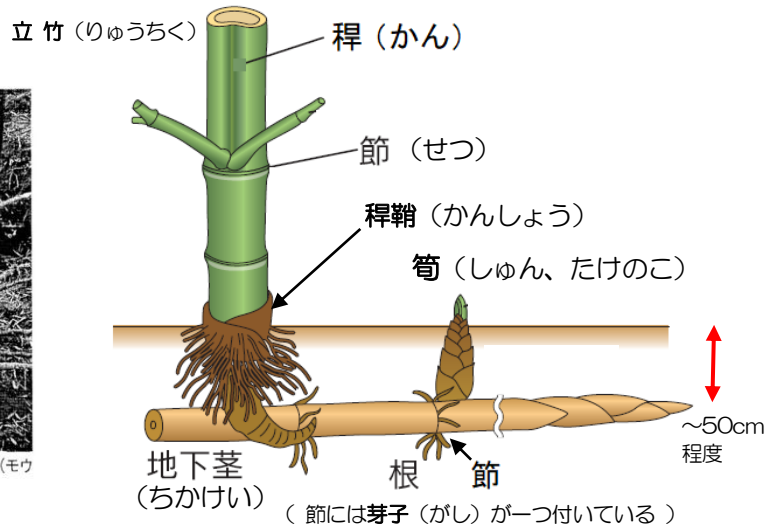


（出典：農林水産省「始めよう竹のある暮らし①身近で不思議なタケの生態に迫る！」aff 03 March 2021，2021 年.）



温帯性タケ類の地下茎は長く地中を走行していて、所々でタケノコを出している。（モウソウチク・京都）

（出典：『日本の原点シリーズ6　竹』，新建新聞社，77 頁，2013 年.）



（出典：『とやまの竹資源利用・整備促進検討会報告書』とやまの竹資源利用・整備促進検討会，平成 21 年３月，６頁，2009 年.）

竹の生長

竹は、常緑性の多年生植物であり、毎年地下茎の節にある芽子から新しい竹を発生させ、わずか数か月で立派な竹に生長するという特徴があり、1日（24時間）にマダケで121cm、モウソウチクで119cm伸びたという記録があります。
竹の寿命は、太いものほど長く、20年ほどであり、竹には形成層がないため、樹木のように毎年太くなることはありません。
地下茎の伸長は、土質や気象条件によって異なりますが、1年に5m伸びた記録があります。
また、3～4年目の地下茎が最もたけのこを産み、5年目を過ぎると減少し、豊作（表年）と凶作（裏年）がおおむね隔年にあらわれ、たけのこの発生量に差が生じます。

竹の特徴

竹材は、すべての組織が軸方向に平行に並んでいるため、繊維方向に強度があり、特に表皮に近いほど繊維の密度が高く、しなやかで折れにくい性質をもっており、木材とほぼ同様の成分で構成されています。
竹の種類や用途によって異なりますが、竹材として利用するのは3～5年生の竹が最良で、伐採時期は一般的に生長の休止時期である晩秋から初冬が適期です。

（出典：林野庁「竹のはなし」，https://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/take/，2024 年８月１日アクセス.）

図 901　地下を含めた竹の姿と部位の名称

モウソウチク，マダケ，ハチク区別の仕方 [902,903]

３種類の竹の特徴は**表 901** のとおりですが、一見して区別がつく特徴として、次の４点があげられます。

・筍(たけのこ)の形状の差（**図 902 参照**）

・稈鞘の模様

　ハチク：斑点なし

　マダケ：斑点あり

　モウソウチク：斑点あり

・稈の節

　ハチク：２段

　マダケ：２段

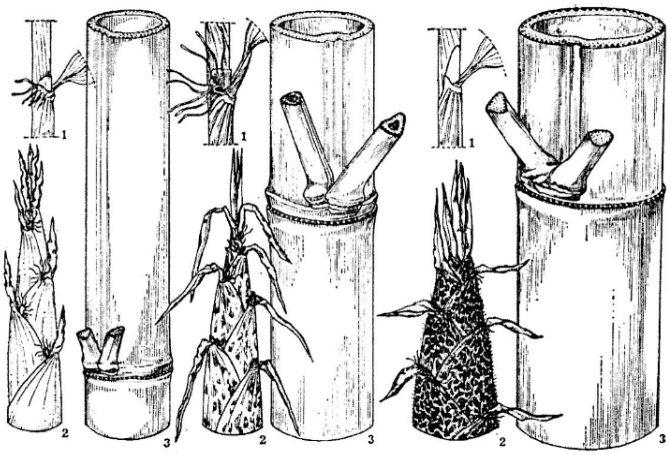
　モウソウチク：１段

・枝の第一節間

　ハチク：空洞なし

　マダケ：空洞あり

　モウソウチク：空洞なし



日本三大有用竹　左よりハチク，マダケ，モウソウチク．1は葉舌，2は笞，3は稈．

図 902　モウソウチク，マダケ，ハチクの形状の特徴

（出典：『ものと人間の文化史　10・竹』法政大学出版局，20 頁，1973 年.）

竹(タケ)と笹(ササ)の違い [901]

見かけによる区分ですが、筍(たけのこ)の成長に伴い稈(かん)から稈鞘(かんしょう)が自然と脱落するのが「竹」で、成長しても稈に稈鞘が張りついたまま残っているのが「笹」といわれています。稈の高さでいうと 10mまで大きくなる笹はありませんが、高さ 5mを超える種類もあります。

表 901　代表的な３種類（三大有用竹）の特徴

マダケ（真竹、苦竹）

稈は高さ20メートル、直径15センチメートルにもなる大型種です。節間が長く通直（樹幹の元と末の大きさの差が少なく真っ直ぐな形状）で弾力性にも富んでいるため、工芸品や建築材料など幅広い用途に用いられています。マダケのタケノコは春季が旬ですが、苦みやあくが強いため、市場に出回ることは多くありません。




マダケの節には環が2つあり、環が1つのモウソウチクとは節で見分けることができます。

モウソウチク（孟宗竹）

中国が原産で、日本には江戸時代に渡来したとされています。稈は高さ20メートル、直径は20センチメートルにもなる大型種で、国内最大のタケといわれます。節の環は1つで節間は比較的短く、材質が肉厚で硬いのが特徴です。一般に春にタケノコ掘りを楽しむのはこの種類のもので「春の味覚の王様」といわれています。




モウソウチクの節にある環は1つ。材質が硬いため、古くからさまざまな資材として利用されてきました。

ハチク（淡竹、甘竹）

高さ20メートル、直径15センチメートルにもなる大型種。マダケに似ていますが、表皮全体が粉をふいているように白っぽく見えるのが特徴で、耐寒性があります。材質は柔らかく、細かく割りやすいことから茶せんや提灯、簾などに利用されています。




ハチクのタケノコはえぐ味がなく美味といわれていますが、店頭で見かけることは少ないようです。（写真提供：久本洋子先生、三ツ沼ビオトープにて撮影）

（出典：農林水産省「始めよう竹のある暮らし　①身近で不思議なタケの生態に迫る！」aff 03 March 2021，2021 年.）

（1）竹の生態[901-905)]

竹（タケ類）は、イネ科のタケ亜科、日本が北限の気候が温暖・湿潤な環境でよく育つ常緑性の多年生植物です。日本に生育する温帯性タケ類は、マダケ属、ナリヒラダケ属、トウチク属、シホチク属、オカメエザサ属の５属 41 種（変種・品種を含む）です。竹には草のような特徴もあれば樹木のような特徴もあり、草とも木とも違う竹独特の生態を持っています。

竹は、夏から秋にかけて、立竹(りゅうちく)の光合成で得た栄養を地下茎(ちかけい)に蓄えてゆくとともに地下茎を延ばし、蓄えた栄養を使って地下茎の芽子(がし)の一部が冬の間に筍(たけのこ)を地下で成長させてゆきます。その結果、春になって地表面の温度が 10℃に達するとモウソウチクが発筍(はつじゅん、筍が地表面から顔を出すこと)し、12℃になるとマダケとハチクが発筍します（筍発生時期は、一般に、モウソウチクは４月頃、ハチクは５月頃、マダケは６月頃といわれています）。その後、約２か月で立竹にまで急成長して枝葉を拡げ、光合成を始めます。さらに数か月かけて細胞の木化(もくか)が進み、樹木のように硬いしっかりした立竹になります。立竹と地下茎の寿命は 10 年程度といわれています。

このように、発筍から立竹になって自立するまでの間、地下茎から栄養補給を受けているために周りの木々に被圧された暗い環境下でも一機に 20m前後の高さまで成長でき、成長後は逆に周りの木々を被圧することができます。こうして、徐々に森林が竹林に侵食されてゆくのです。

筍から立竹になったばかりの１年目の竹を、「１年生の竹」（通称、新竹とか若竹とも呼び、木化が進んでいないため軟らかく弱い材質です）とし、その後の年数を加えたものを竹の年齢とします。翌年は２年生の竹、その翌年は３年生の竹と呼ばれます。

竹は２年に１回「葉替わり」をします。偶数年目を迎えた竹（偶数年齢の竹）は、筍の発生時期になると急激に黄葉した後、落葉して新たな葉に生え替わります。これを「葉替わり」または「竹の秋」と呼びます。

この葉替わり後の新葉で効率よく光合成した年は、多くの栄養が地下茎に蓄えられるため、翌年の発筍がよくなります。これが筍の表年と裏年の原因と言われています。

稈は節で区切られた中空の円筒状になっています。樹木は肥大成長するための形成層があるため毎年太りますが、稈には形成層がないため太さは筍のときのままです。一方、稈は節ごとに成長点をもっているため、蛇腹を延ばす要領で各節間が成長（節間成長という）して累積される結果、驚異的な伸長成長をします（**図 93**）。地下茎の成長も驚異的で、最大で 1 年に 5mも地下茎が伸びた記録があります。

地下茎も節で区切られ、節には根が生えており、また一つの芽子が付いています（**図 94**）。この芽子からは主に地下茎が発生し、次いで筍を発生させます。なお、芽子のほとんどは、次年度以降の地下茎や筍の発生のために休眠していますが、人によって立竹が伐採されるようなことがあると、ただちに休眠芽子が筍に成長してゆき、細くて小さな**再生竹**(さいせいちく)を作ります。

一般に、地上部の稈を見て樹木の幹とみなしがちですが、地下部の地下茎こそが樹木の幹にあたります。つまり、竹林を駆除しようとして、竹の稈をいくら伐採しても樹木の枝の剪定をしているようなもので、地下茎が生きていて栄養を蓄えている限り新たな筍と地下茎を延ばし、すぐに再生してしまいます。

図 905 は、いままで述べてきた竹の生態の全体像を示しています。

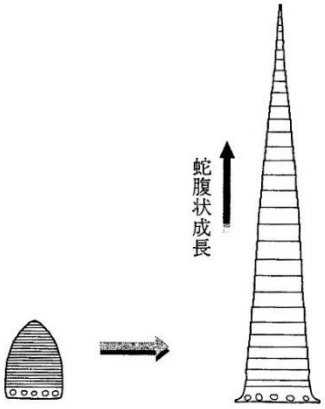


図 903　節間成長する竹

（出典：『生物の超技術　あっと驚く木や虫たちの知恵』講談社，98 頁，1999 年．）



図 904　地下茎の節と根と芽子

（出典：「竹林の特性と整備の進め方」富山県森林研究所，研究レポート No.19，2018 年．
『竹林整備読本』静岡県環境森林部，平成６年３月，1994 年．）

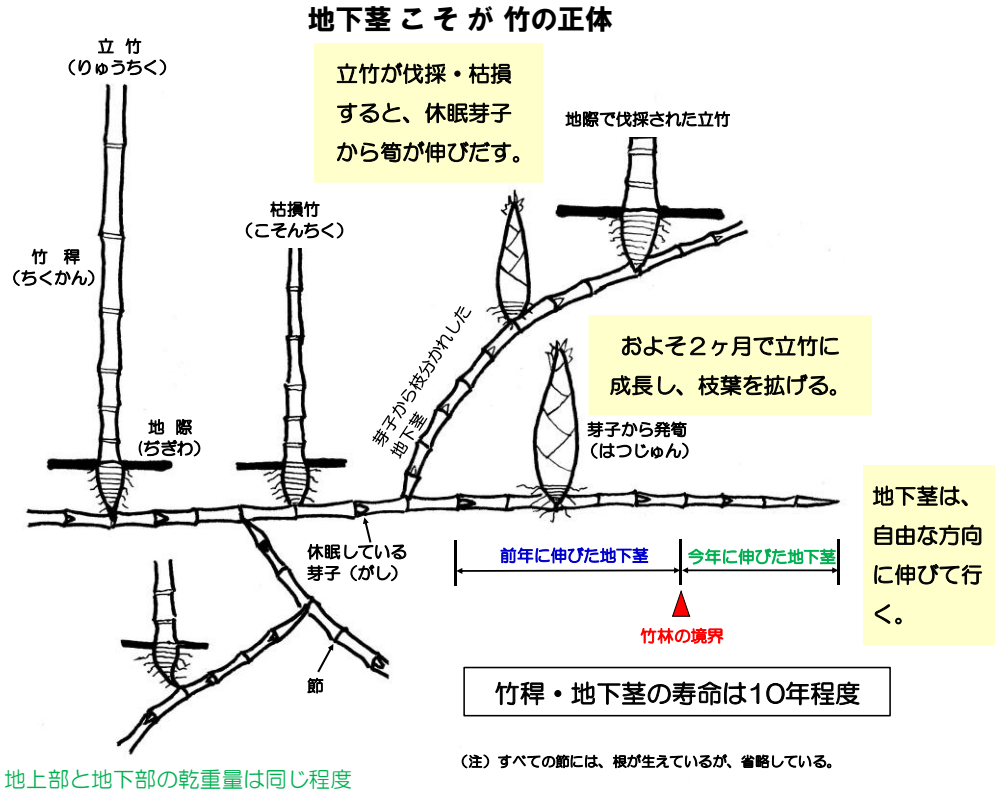


図 905　竹の全体像

竹の開花と枯死 [906,907]

竹の開花は、全国的に一斉に 60 年または 120 年毎に起こり、同時に竹稈は枯れてしまうといわれています。しかし、その仕組みは解明されていません。

モウソウチクの開花は約 60 年、マダケとハチクの開花は約 120 年の周期といわれています。

モウソウチクは、中国から日本に導入されて以来、全国的に開花したという記録はありません。ただ小さな株が開花した事例はいくつか報告（67 年周期）されています。開花後、その株は死んでしまいましたが、種(たね)ができ、それが発芽して新しい株になったということです。マダケは、1950 年から 1960 年頃に全国的に開花しています。その開花後マダケの竹林が一斉に枯死したため竹材が不足し、プラスチック製品に置き換わったといわれています。マダケは開花しても種(たね)ができず、代わりに筍が伸びることで竹林が再生されました。

ハチクは、1908 年前後に開花したことがわかっています。地上部分の稈はいったん枯死しましたが、地下茎からまた筍が生まれて再生しました。120 年周期の開花だとすれば、全国的な開花ピークは 2028 年頃といわれ、西日本では 10 年ほど前から開花が始まっています。安曇野市でのハチク林の開花例を**図 906** に示します。



図 906　一部の区画のみが開花して葉が枯れている安曇野市明科中川手のハチク林
（2024 年 6 月 15 日撮影）

（2）三大有用竹（モウソウチク，マダケ，ハチク）

三大有用竹と呼ばれるモウソウチク・マダケ・ハチクは、みなマダケ属なので性質はほぼ同じです。

現在、竹林面積の割合では、モウソウチク 75%、マダケ 25%、ハチク 1%となっています。しかし、竹林の主流は時代とともに変化してきた経緯があります（**表 902**）。

表 902　日本の竹林の主流は変化してきた

江戸時代	ハチクが日本中に広く栽培されていた。	ハチクは、マダケより早く出旬し、アクが少なくて簡単に料理ができ、耐寒性が強いことから。
	モウソウチクの栽培が本格化した。	モウソウチクは、薩摩藩を起点に日本国中に普及し、そのタケノコが肉豊かで美味であることに加えて竹材利用という面から。
明治時代	マダケ林が主流となった。	タケが建築材として重きをおかれるようになってから。
	モウソウチクの栽培が盛んになる。	モウソウチクの食用タケノコの増大、庭竹の利用が増すにつれて。
昭和40年頃（1965～1975）	マダケ林の1/3相当が枯死した。	マダケの一斉開花に伴って。
	マダケ林が回復した後も、安価な代替品が使われる傾向は続いた。	マダケで作られてい竹かご等の生活用品や造園建築資材等の原材料の供給が減少し、安価な代替品として輸入竹製品の増加とプラスチック製品の普及が進行した。
	モウソウチク林が相対的に主流となった。	こうした状況からマダケの需要は減少し、同時にマダケ林の面積も減少した。
2012年現在	モウソウチク ： マダケ ： ハチク ＝ 75 % ： 25 % ： 1 %	（竹林の面積比）

出典：「竹の利活用推進に向けて」林野庁，平成 30 年 10月 ，『竹を知る本』地人書館，1987年，
『ものと人間の文化史118-Ⅱ　里山Ⅱ』法政大学出版局，2009年，
「タケ、北日本で分布拡大のおそれ～里山管理の脅威になっているモウソウチクとマダケ（産業管理外来種）の生育に適した環境は温暖化で拡大し、最大500km北上し稚内に到達～」森林総合研究所プレスリリース，2017年 ．

なお、寒冷地である安曇野市では、寒さに強い**ハチク林**がほとんどで、一部にマダケが分布しています。

太さの違いに応じて重量が異なり、太くて重量級のモウソウチクは小径木並みの重量があるため一人では担ぐことができず、伐採時には注意が必要です。

ハチクは軽量級なので一人では担ぐことができ、手鋸で楽に伐採ができます。

伐採季節

モウソウチク、マダケ、ハチクが虫害を受けないようにするためには、竹を食害する虫のエサとなる糖類が最も少ない時期に伐採することが原則になり、その時期は**図 907** に示したように、伐採月別の糖・でんぷん量と食害する虫の脱出孔数からみて、**10 月～11 月が伐採適期**です。

少なくとも、この伐採季節を守ることによって竹材の被害を最小限に食い止めることができ、農薬のなかったその昔からこの伐採季節が経験的に守られてきました。

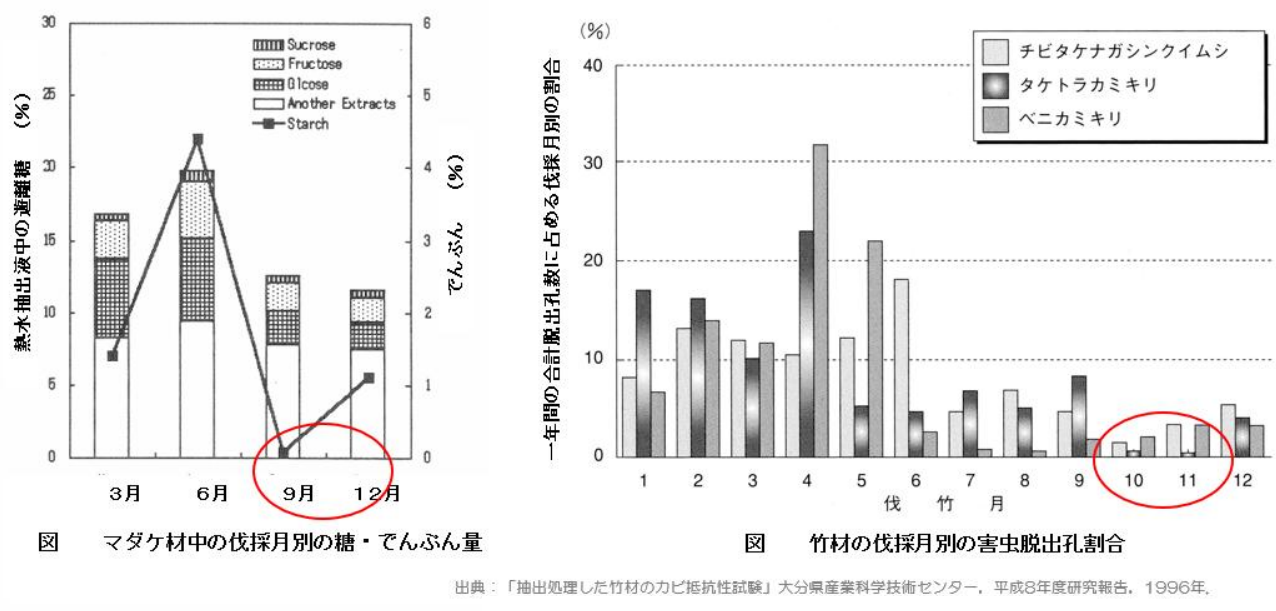


図　マダケ材中の伐採月別の糖・でんぷん量

図　竹材の伐採月別の害虫脱出孔割合

出典：「抽出処理した竹材のカビ抵抗性試験」大分県産業科学技術センター，平成8年度研究報告，1996年，

『竹の魅力と活用』創森社，59 頁，2004 年.

図 907　竹材における伐採月別の糖・でんぷん量と食害する虫の脱出孔数の関係

伐採年齢

発生したその年の秋に採る 1 年生の竹は、耐久性に乏しいものの柔軟で折れにくいので、笊（ざる）や篭（かご）の編組加工(へんそかこう)に適している、といわれます。

割竹(わりだけ）として用いる場合あるいは漂白・着色する場合は、耐久性にはやや欠けますが、2～3 年生の材が適している、といわれます。

強じん性や弾力性を重視したり、丸竹(まるたけ)のまま用いようとする場合は、４～５年生以上の竹を選びます。ただし、硬くなってゆくので加工は難しくなるため、４～6 年生の竹が適している、といわれます。

なお、誰でもできる大雑把な年齢の見分け方は、**図 908** のとおりです。正確に知りたい場合は、筍から成長した１年生の立竹に、発筍年がわかるように印を付けます。

用途によって適した年齢が異なるのは、**図 909** に示すとおり竹の年齢と強度性能の関係から、編組加工の用途では柔らかい 1～2 年生の竹材が適しており、農業用資材のような用途では３年生以上の丈夫な竹材が適しているためです。

安曇野市内のハチク林の例



図 908　大雑把な立竹の年齢の見分け方

図 909　マダケ割竹材における密度・竹齢と曲げ強さの関係

密度が分かれば強度性能の予測ができる。　　3年生から急激に向上しその後はほぼ一定。

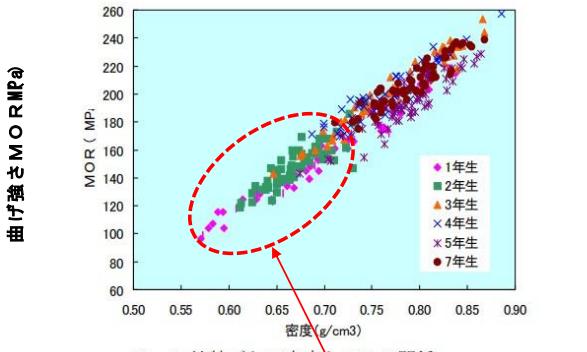


Fig. 7 竹齢ごとの密度と MOR の関係

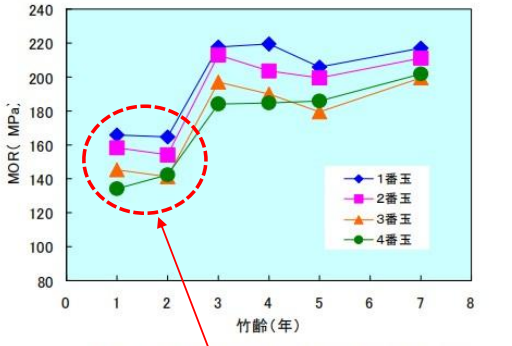


Fig. 3 高さ方向の部位別の竹齢と MOR の関係

１・２年生は低密度

１・２年生は低強度性能

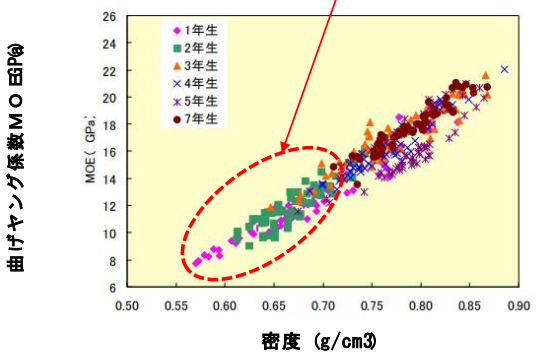


Fig. 8 竹齢ごとの密度と MOE の関係

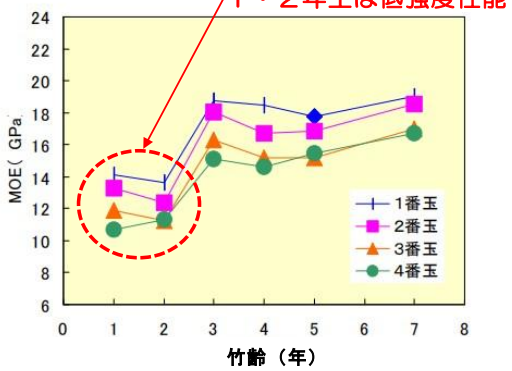


Fig. 4 高さ方向の部位別の竹齢と MOE の関係

一方 柔軟なので竹 箒の編み竹用には適している。

出典：「同一竹林内における竹材の曲げ強度特性について」大分県産業科学技術センター研究報告　2002年.

成長形態 [908,909]

これまでの竹の生態をまとめる形でハチクの成長形態の模式図を**図 910** に示しました。モウソウチク、マダケの場合は発筍時期がずれるだけです。

この図は、地上部だけではなく地下部の成長と栄養の貯蓄を表しており、竹林の駆除または整備を考える上での重要な「基礎知識」です。

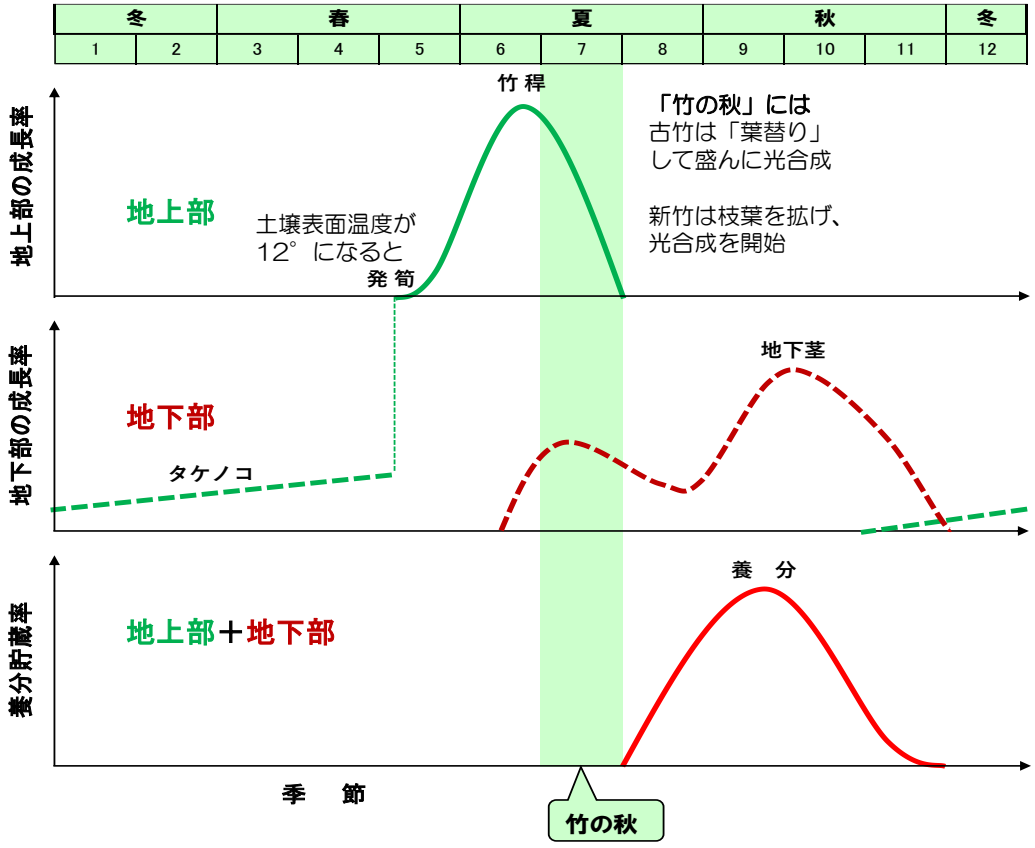


図 910　ハチクの成長形態の模式図

1　放置された竹林は何が問題なのか

以下の示す６つの問題点があります。

最大の問題点は「放置森林と違って放置竹林は自然に拡大し、駆除するのに年月がかかる」ことです。

(1)景観の悪化



図９11　人が入れないほど藪状態の放置竹林

(2) 生物多様性の低下[910]



図９12　暗い放置竹林内

(3) 獣害の拡大（イノシシの住みか・えさ場）[911]

人が入れないほど藪状態の放置竹林の中は、イノシシにとって安全であるともに、筍は食料の乏しい春先には貴重な餌となります。

(4) 土砂災害の危険性[912]

竹林では、土層表面に透水係数が大きいルートマット(地下茎と根が密集した層)が発達します。降雨時には、ルートマットに雨水が集中して流下するため、土地利用状況によっては斜面が不安定化することが指摘されています。今後、放置竹林の拡大と集中豪雨の多発化により、竹林の土砂災害の増加が心配されています。

(5) 竹林の自然拡大（最大の問題）

日本中の竹林が放置されておおよそ 50 年が経ち、竹の繁殖能力により自然に放置竹林は拡大しています。例えば、長野県生坂村の無居住化地域では、1977 年から 2014 年までの 47 年間で、竹林面積（ハチク・マダケ）が 14 倍に拡大したと報告されています。[913]

また、竹の生育に適した環境は地球温暖化で北日本において拡大すると予測されており[914]、長野県内の放置竹林も一層拡大することが予測されます。これに人口減少・高齢化も加わると、急拡大する放置竹林を誰が駆除・整備するのかが大問題です。

(6) 竹林駆除の困難性（気づかれていない問題）

竹林では、除草剤を使わない場合、立竹を伐採して暫くすると地下茎から細いササ状の再生竹が、翌年の発筍期には通常の太さの再生竹が生えてきます。この状況は地下茎が生きている限り続くので、何年にもわたり伐採を続ける必要があります[915]。モウソウチクの場合、立竹の伐採後に生えてくる再生竹を５年間毎月伐採し続けても地下茎は生き続け、また再生竹を発生させます（図９13）[916]。

竹林を駆除するならば、５年以上の伐採継続が必要となることが分かります。

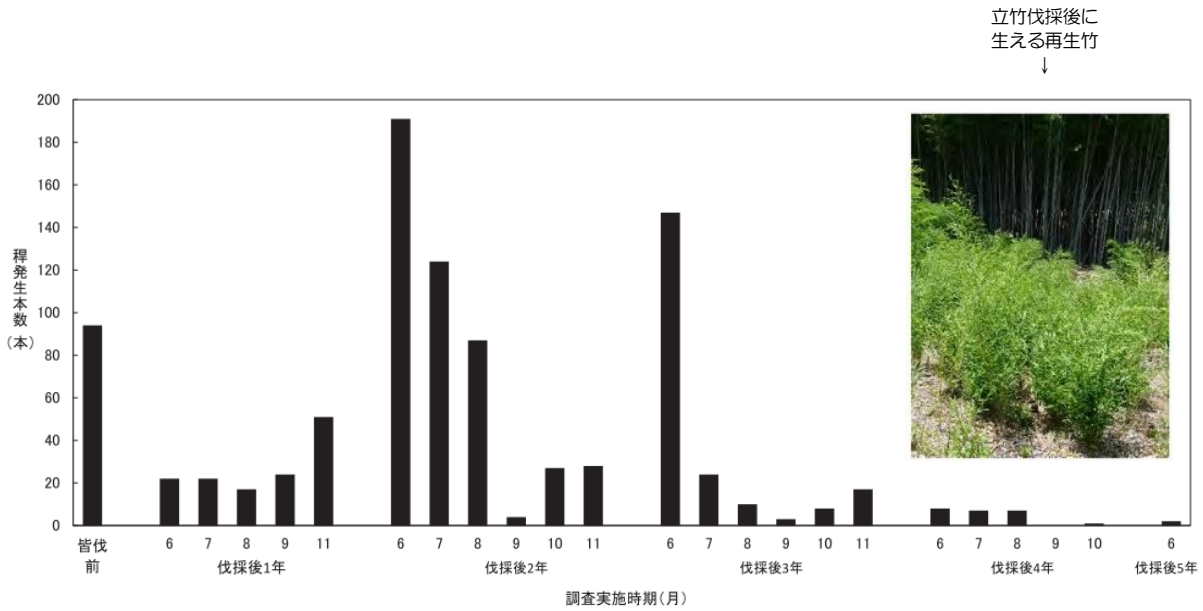


図９13　月１回（６月～11 月）の刈払いを５年間継続した場合の再生竹発生本数の推移

（山形県鶴岡市のスギ人工林にモウソウチクが侵入・繁茂した林地）

（出典：古澤優佳・中村人史「再造林地における長期間高頻度刈払いによるモウソウチク駆逐効果および通常刈払いとの比較」日緑工誌，46 巻４号，394 頁，2021 年.）

2　放置竹林を駆除する方法

竹林を駆除することがいかに大変かを語った文章を紹介します。

少々伐っても空しいだけ？：竹の駆除が進まない理由は幾つもあると思いますが、一つには「 見通しが立ちにくい 」ことが挙げられます。竹は伐っても伐っても再生します。この雑草のような性質は利用面では長所になるのですが、駆除する場合には短所です。再生力が強いために伐採の効果を実感しにくく「 いったい、いつまで続ければ駆除できるのだろう ？ 」と徒労感が募り、あるいは疲弊して止めてしまう例がみられます。

除草剤は大丈夫？：伐るのが辛ければ除草剤はどうでしょうか？除草剤が竹の枯殺に一定の効果があることは検証されていますが、効果の限界や効率的な用法は必ずしも明確ではありません。また、周辺への影響を懸念する声もあります。そもそも「除草剤」というだけで拒否反応を示す人も多く、無理に使用を薦めるものではありませんが、「効果が顕著」「ラクができる」という点では選択肢として検討する価値があります。

（出典：鳥居厚志「論壇　竹をめぐる課題と普及啓発の方途」森林技術 No.891，4-5 頁，2016 年.）

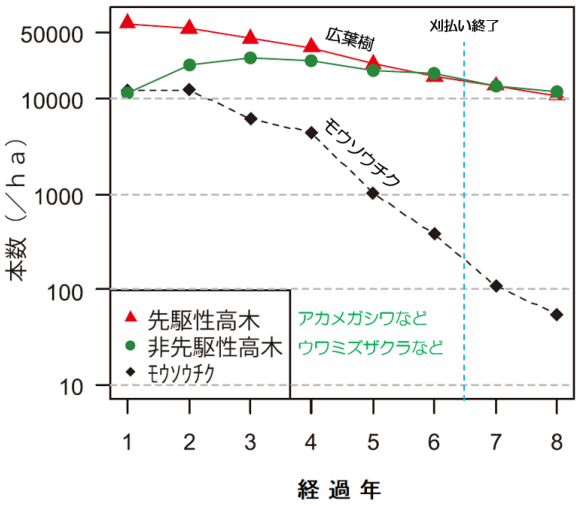
広葉樹林に樹種転換して駆除する

放置竹林の全面積を皆伐後、７年程度、再生竹の刈り払いを継続して広葉樹林に転換する方法です[917]。この方法は、各地の林業試験場が推薦する駆除方法です。

具体的には、竹林内にある樹木を極力残して竹林を皆伐後、広葉樹の天然下種更新を図りながら（必要に応じて播種）、最低年２回、細くて小さな「再生竹」の刈り払いを継続します。その結果、成長してきた広葉樹が再生竹を徐々に被圧してゆき、竹は地下茎に養分の貯蔵ができず、再生竹は本数を減らしてゆき、最終的に、竹を兵糧攻めで絶滅させます（**図 914**）。

ただし、竹林のおかれた状況や刈払いの時期・丁寧さなどに影響を受け、一概に何年で駆除できるとはいえません[909,918]。

図 914　放置モウソウチク林から広葉樹林化への8年間の成果



（出典：「竹林の特性と整備の進め方」富山県農林水産総合技術センター森林研究所，研究レポート No.19，５頁，2018 年.）

安曇野市に多いハチクの場合、皆伐とその後の刈払い時期は、マダケの事例[919,920]を参考にしてハチクの成長形態から、最初の皆伐は「夏」、年２回の刈払いは「夏と晩秋」が適しています（**図 915**）。

夏に行うのは、竹は地下茎に貯めた栄養を筍の成長に使うため、竹の栄養貯蓄量が最低の時期だからです。晩秋に行うのは、涼しく虫のいない作業が楽な時期であるとともに、夏の刈払い後に生じた再生竹を刈り払って来年の栄養生産源を断つためです。

なお、前述したようにハチクは 120 年に一度の一斉開花・枯死の時期となっています。

ハチクの開花記録に 1908 年前後に開花（10～20 年の幅はある）したとあり、次の開花ピークの予想は 1908 年＋120 年＝2028 年前後といわれています。現に、安曇野市においても開花しています。

もし、駆除したい竹林で開花・枯死の現象がみられたならば、いままで説明した要領で、枯れた立竹の皆伐と年２回の刈払いを行えば、数年で楽に駆除できるはずです。

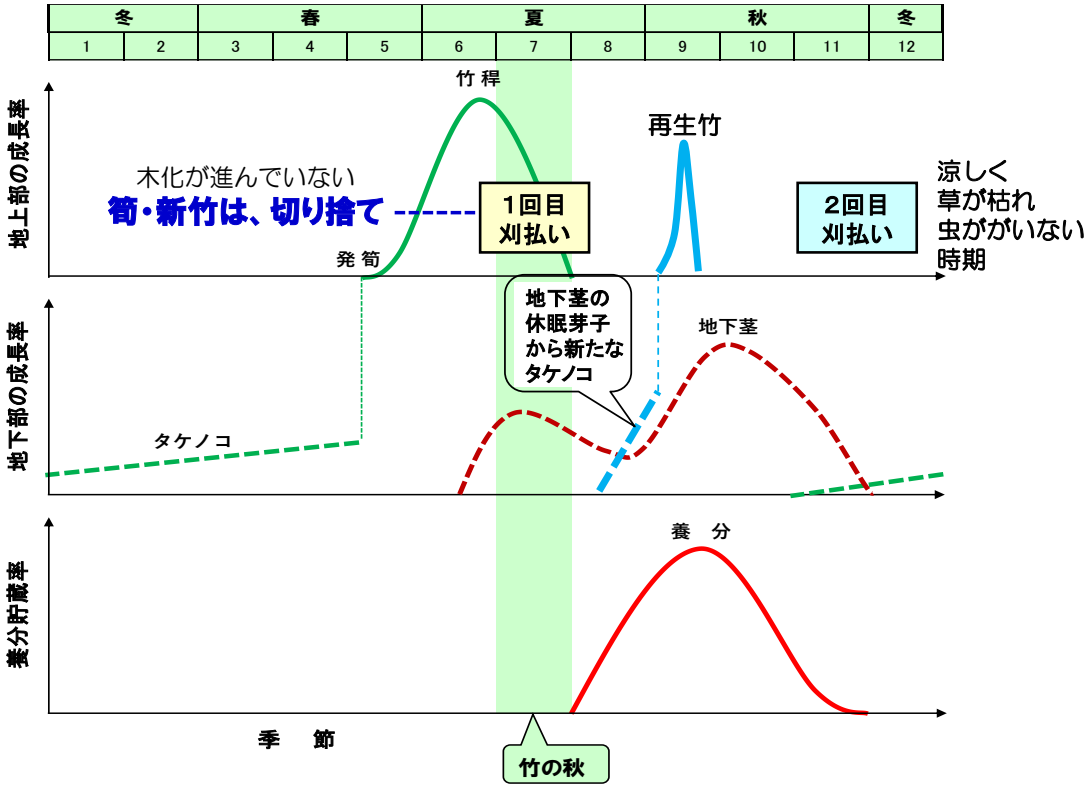


図９15　ハチクの成長形態と刈払い時期の関係

（参考１）除草剤を使って駆除する

表 903 に示す除草剤を使う方法が、最も経費がかからず短期間で駆除できます。しかし、残留しない薬剤とはいえ、周辺環境への影響を心配するためにあまり利用されていません。

表 903　竹類に登録のある農薬と使用方法

除草剤の種類（例）	形状	作物名	適用場所	適用雑草名	使用時期	希釈倍率・回数	使用量	使用方法
グリホサート系除草剤（ラウンドアップマックスロードなど）	液剤	林木、畑作物	林地、放置竹林、畑地	竹類	夏～秋期	原液	5～15cc/本	竹稈注入処理
塩素酸系除草剤（クロレートS粒剤など）	粒剤	樹木等	植栽地を除いた公園、堤とう、駐車場、道路、運動場、宅地、のり面等	竹類	生育期	1回	45～60kg/10a	植栽地を除く、樹木等の周辺地に全面土壌散布
		すぎ、ひのき	林地、放置竹林					全面土壌散布
		樹木類	林地、放置竹林				10～20g/本	節間に穴を開けそのまま投入

（農林水産消費安全技術センターHP農薬登録情報から抜粋）

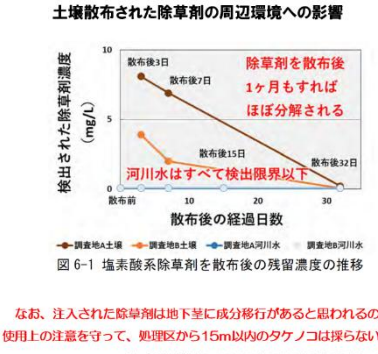


図 6-1 塩素酸系除草剤を散布後の残留濃度の推移

なお、注入された除草剤は地下茎に成分移行があると思われるので、使用上の注意を守って、処理区から15m以内のタケノコは採らないこと。

出典：「広がる竹林をどうしよう？という時に」森林総合研究所　関西支所、2018年.

（出典：「広がる竹林をどうしよう？という時に」森林総合研究所　関西支所，14 頁，18 頁，2018 年.）

（参考２）冬期に高さ１m切りをすれば竹林を駆除できる？

2012 年発行の『現代農業特選シリーズ　竹徹底活用術 荒れた竹林を宝に変える! 』の 60-62 頁「竹は１mの高さで切れば根まで枯れる！」には、「確実に竹の根を枯らすこの１m切りは、「現代の農業」の記事でも大反響をよんだ。」と書かれている。この「確実に竹の根を枯す」を「1 回の１m切りで竹林を駆除できる」と勘違いする方が多くいます。この記事の最後には、

ちなみに、菊川さんが毎年１m 切りをしている竹林では年々竹が細くなって、竹林の勢いが弱まっているそうだ。

「篠竹(小竹)を根絶するには３、４年かかるといわれているから、竹なら 10 年くらいですかね。竹林全体を枯らしたいなら 1m 切りを根気よく続けることですよ」

庭や畑に侵入する竹に悩まなくなる日も見えてきた。

（出典：『現代農業特選シリーズ　竹徹底活用術 荒れた竹林を宝に変える! 』農山漁村文化協会，62 頁，2012 年.）

と締めくくられており、季節を選ばずに地際切りした場合と同程度の効果しかないことが明記されています。

ちなみに、公設試験研究機関等によりこの「１m切り」の効果を確認する試験が行われています。

モウソウチク：国立研究開発法人　森林総合研究所「放置竹林の把握と効率的な駆除技術」2018）

マダケ　　：群馬県環境森林部「マダケの１m伐り及び刈り払い適期の検証」2019 年

ハチク　　：「放置ハチク林における「冬期の高さ１m切り伐採」の竹林駆除効果の検討結果」，https://chikurinzu.web.fc2.com/link/2022-10-ichimeitorugirihoukoku.pdf，2022 年.

いずれの試験でも、「1 回の１m切りで竹林全体を枯らすことはできない。再生竹が発生して竹林が再生する」と結論しています。やはり、竹林駆除では、根気よく再生竹の伐採を繰り返すしか手はないのです。

下図に、モウソウチクの試験結果を紹介します。

図 916 .高切りしても竹は再生する

竹を 1m の高さで高切りすると効果があると聞くことがあります。竹を地際から 1m の高さで伐採し再生竹の発生状況を調査したところ、高切りでも地際切りでも切株は枯れましたが周囲からは再生竹が発生しました（図 7-3）。高切りは膝をつかずに伐採できるメリットはありますが、竹は再生します。高切りを実施する場合は、残した切株が伐採後の刈払い作業の支障にならないかどうか検討の上実施しましょう。



図 7-3 高切り後の再生竹発生状況

1mの高切り後の竹の再生（石川県羽咋郡志賀町火打谷）



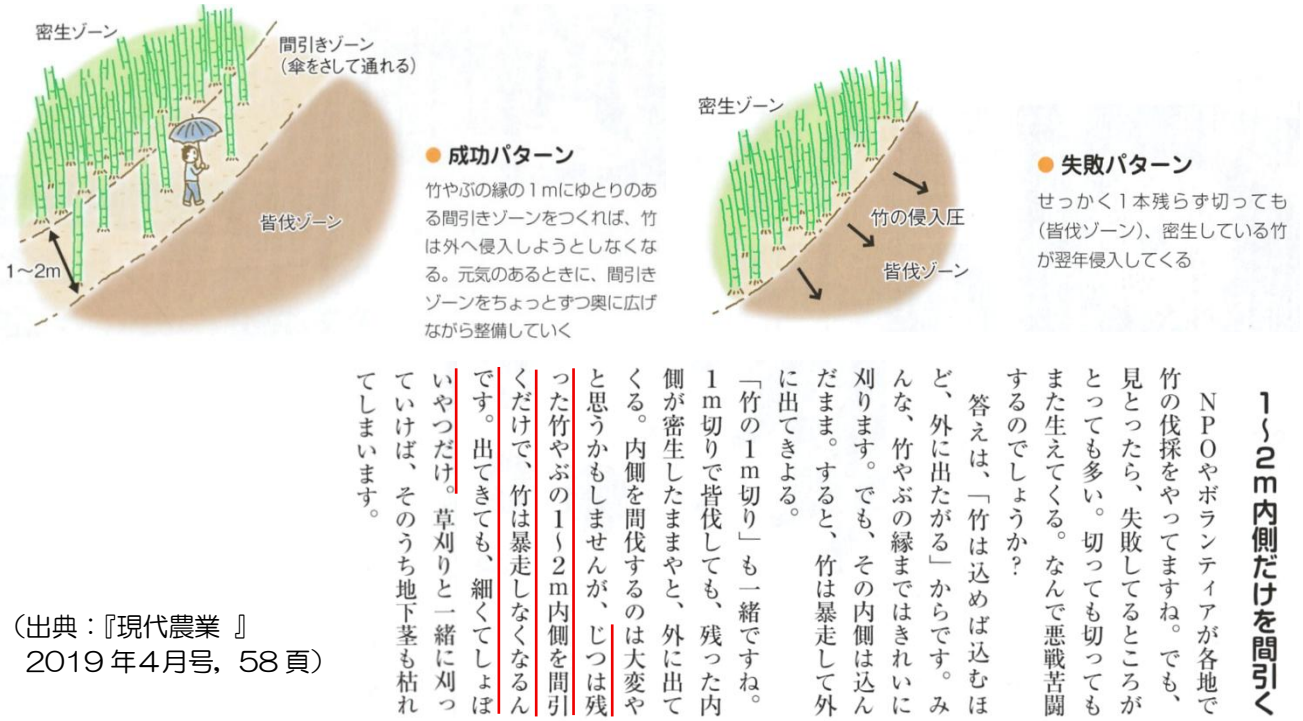
H21.12.14 伐採　　１年後（H22.11.24）　　１年８ヶ月後（H23. 7 .16）

（出典：国立研究開発法人　森林総合研究所「放置竹林の把握と効率的な駆除技術」2018年）

（参考３）間引きゾーンをつくれば、竹林は広がらない？

2019 年４月号『現代農業　切って食べて竹やぶを減らす 』の 58 頁には、下図とおり、竹林の周りを皆伐して「じつは残った竹やぶの 1～2m内側を間引くだけで、竹は暴走しなくなるんです。出てきても、細くてしょぼいやつだけ。」と書かれています。これが本当ならば、有益な裏技と言えますが・・・。

図９17　間引きゾーンをつくれば、竹は暴走しない



1～2m内側だけを間引く

NPOやボランティアが各地で竹の伐採をやってますね。でも、見とったら、失敗してるところがとっても多い。切っても切ってもまた生えてくる。なんで悪戦苦闘するのでしょうか？

答えは、「竹は込めば込むほど、外に出たがる」からです。みんな、竹やぶの縁まではきれいに刈ります。でも、その内側は込んだまま。すると、竹は暴走して外に出てきよる。

「竹の１m切り」も一緒ですね。１m切りで皆伐しても、残った内側が密生したままやと、外に出てくる。内側を間伐するのは大変やと思うかもしませんが、じつは残った竹やぶの1～2m内側を間引くだけで、竹は暴走しなくなるんです。出てきても、細くてしょぼいやつだけ。草刈りと一緒に刈っていけば、そのうち地下茎も枯れてしまいます。

（出典：『現代農業 』
2019 年４月号，58 頁）

早速、安曇野市三郷小倉の放置竹林（ハチク林）で試してみました。2020 年の秋から冬にかけて竹やぶ周りを皆伐し、右の写真(上)のとおり、間引きゾーンもつくりました。翌年のタケノコのシーズンになると、右の写真(下)のとおり、間引きゾーンを設けた効果は全くなく、皆伐ゾーンには太いタケノコがニュキニョキ生えてきました。

この他、「竹工芸材は、水を揚げない毎年 10 月の月暦新月の日に伐採します。なぜか喰い荒らす竹トビ虫が寄りつきません。秋の闇夜の日に伐ると、艶が良く割れないので材質は安定し、十月の新月伐採は篭編み竹工芸職人の鉄則です。」という民間伝承があります。

私は試したことがないので真偽不明です。鵜呑みにせずに、自分で確かめてから他人に教えてあげましょう。

図９18　間引きゾーンを設けたハチク林

左側：皆伐ゾーン　　中央：間引きゾーン　　右側：残った竹やぶ
（ 2021 年４月27 日撮影 ）



タケノコのシーズンに皆伐ゾーンからみた間引きゾーンと
残った竹やぶ　（ 2021 年６月21 日撮影 ）

３　放置竹林を筍林(たけのこりん)に整備する方法

重要な基本方針があります。すなわち「将来へ負の遺産を残さない」ということです。

具体的には、

① １０年後、２０年後、誰が筍林を管理するのかをよく考える。

② 将来の管理者が手入れ可能なように、

○ 手入れしやすい身近な場所

○ 必要最低限の面積

を筍林として残し、ほかは駆除する。

という方針です。

もし将来の管理者がいない場合には、地球温暖化の影響で今以上に竹林は自然拡大してゆくため、自分の代で駆除すべきです。

整備とは親竹(立竹)の本数管理（密度管理）をすることである [904,921,922)]

筍を発生させるための立竹を親竹(おやたけ)と呼びます。

一般にモウソウチクの場合、**図 919** に示すように、よい筍を多く発生させることのできる地下茎の年齢は6年生ぐらいまでです。また、地下茎の年齢と立竹の年齢の関係を**図 920** に示します。

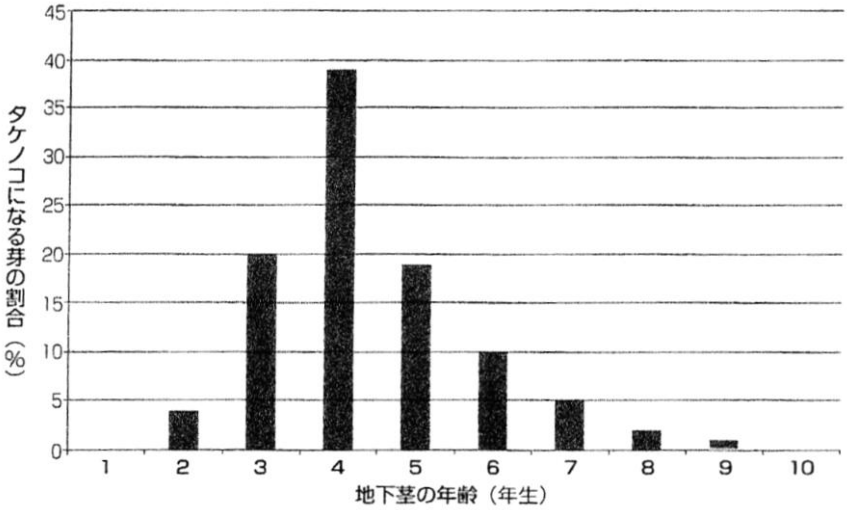


図 919　地下茎の年齢と筍になる芽の割合

（出典：『新特産シリーズ　タケノコ』の農山漁村文化協会，36 頁，2010 年.）

活力が衰えた地下茎から出ている親竹は切るべきであり、その年に親竹を切ることが翌年の新竹を育てることなので、親竹伐採の適齢期が生じます。おおよその親竹伐採の適齢期の目安としては、モウソウチクでは５年目、マダケで４年前後、といわれています。ハチクはマダケとほぼおなじ太さなので、マダケとおなじ４年前後と思われます。

ただし、竹は２年ごとの葉替わりが原因で筍の表年（豊作年）と裏年（凶作年）とを生じるため、残す親竹の年齢と本数は、偶数年生と奇数年生の本数をなるべく同数にして、年によって発筍量にムラがでないようにしなければなりません。

結果として、古来、竹の伐採年齢について「3 を留め４ を去り７ を残すことなかれ」といいました。

この親竹の本数管理のための伐採を整理伐と呼び、秋から冬にかけて（10 月下旬～12 月）行います。

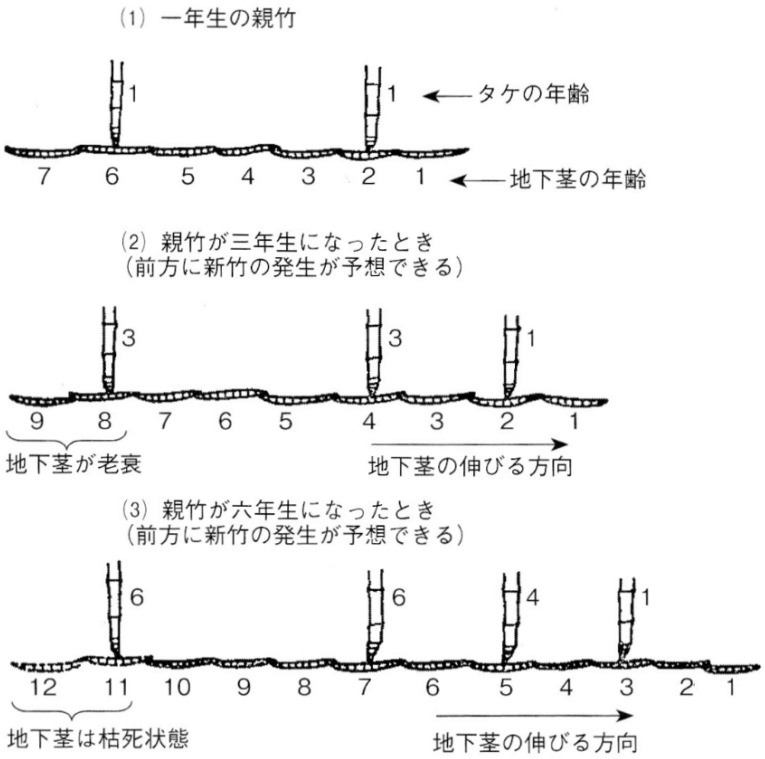


図 920　親竹の年齢と
地下茎の年齢の関係

（出典：『地域資源を生かす　生活工芸双書　竹』
農山漁村文化協会，27 頁，2019 年.）

親竹の本数管理（密度管理）の目標 [921)]

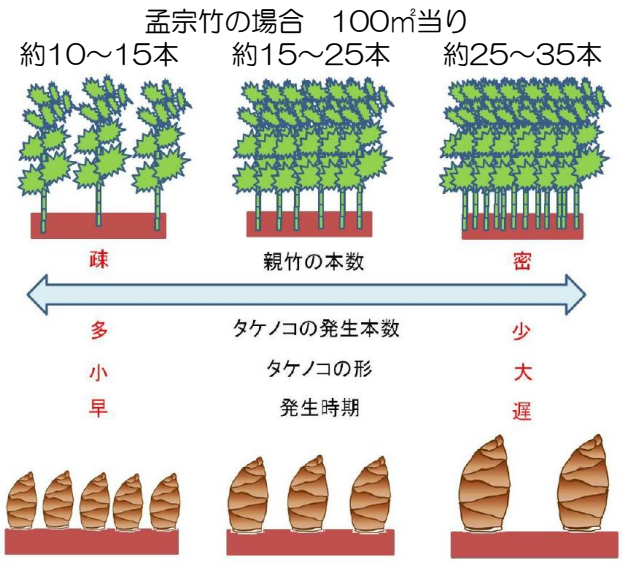
筍林としての親竹の本数および伐採様式は、モウソウチクの例である**図 921** を参考にして行います。

1　親竹本数の決定

タケノコの

- **発生本数**
- **大きさ**
- **発生時期**

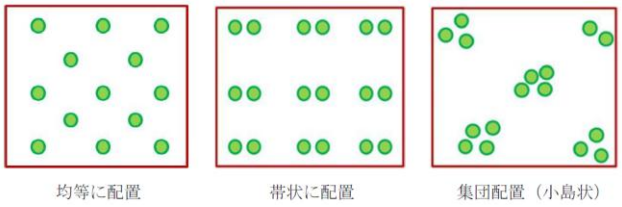
は。親竹の本数で変化する傾向がある。



2　伐採様式の選定（ 伐採は、常に、5年生以上の竹と枯損竹について行う。）

- **初期伐採のしやすさ**
- **管理のしやすさ**
- **積雪の状況**

などに合わせて選択する。



出典：『孟宗竹栽培管理マニュアル（山形県版）』山形県森林研修センター，2018年.

図 921　モウソウチク林の親竹の管理目標

ウラ止め

１年生の成長途中の竹は草のようにとても柔らかく、この性質を利用して「ウラ止め」（または「先止め」と呼ばれる）が行われることがあります。これは、筍が成長して竹になる途中、先端の部分を揺すって落としたり、刃物で切断したりして立竹の高さを制限する（止めてしまう）技術です。

ウラ止め・先止めされた立竹は、先端の梢の部分がなくなって短くなるため、

① 地表面へ光が沢山当たり地温が上がるため早い時期に筍が出る

② 暴風や台風、冠雪による竹の折れ・倒れを防ぐ

② 刺激を与えることで芽子が目覚めて発生本数が増える

といった効果が期待できる、とされています。



図 922　ウラ止めされた竹と普通の竹

参考文献

序　章

1） 森林総合研究所関西支所『里山に入る前に考えること－行政およびボランティア等による整備活動のために－』，2009 年.

2） 森林総合研究所関西支所『里山管理を始めよう～持続的な利用のための手帳～』，2014 年.

3） 栃木県『栃木県 里山林整備マニュアル』，2008 年.

第１章

11）岡田東生 監修『図解 知識ゼロからの林業入門』家の光協会，16-17 頁，2016 年.

12）藤森隆郎『森林生態学』全国林業改良普及協会，142-143 頁，2006 年.

13）梶原幹弘『植栽による択伐林で日木の森林改善』築地書館，116-119，2020 年.

14）柳澤賢一・ほか５名「シカ等に対する新たな物理的防除を中心とした森林被害対策技術に関する研究」長野県林総セ研報，第 34 号，47 頁，2020 年.

第２章

21）藤森隆郎『森林生態学』全国林業改良普及協会，40-41 頁，216 頁，2006 年.

22）藤森隆郎『森づくりの心得』全国林業改良普及協会，91-93 頁，101 頁，2012 年.

23）栃木県『栃木県 里山林整備マニュアル』平成 20 年３月，37 頁，2008 年.

第３章

31）藤森隆郎『森林生態学』全国林業改良普及協会、300-313 頁、320-321 頁，328-329 頁，2006 年.

32）正木　隆『森づくりの原理・原則』全国林業改良普及協会，86-91 頁，2018 年.

33）蔵治光一郎・保屋野初子 編『緑のダムの科学』築地書館，2-45 頁，2014 年.

第４章

41）正木　隆『森づくりの原理・原則』全国林業改良普及協会，53-54 頁，92-94 頁，122-133 頁，152-156 頁，2018 年.

42）岡田東生 監修『図解 知識ゼロからの林業入門』家の光協会，80-81 頁，2016 年.

43）藤森隆郎『森林生態学』全国林業改良普及協会，371-372 頁，2006 年.

44）藤森隆郎『森づくりの心得』全国林業改良普及協会，182 頁，216-221 頁，2012 年.

第５章

51）藤本隆郎『林業がつくる日本の森林』築地書館，170-176 頁，2016 年.

52）中村 太士・小池 孝良　編著『森林の科学』紀伊國屋書店，152 頁，2005 年.

53）『令和３年度森林・林業白書』，18-19 頁，86-89 頁，2022 年.

第7章

700)「第２次安曇野市里山再生計画」安曇野市農林部，令和２年３月，61-63，2020 年.

701）林野庁「里山林の広葉樹循環利用のすすめ」，2023 年４月１日アクセス，
https://www.rinya.maff.go.jp/j/tokuyou/jyunkanriyou/index.html .

702）清水香代・柳澤賢一「高齢広葉樹林などの更新管理技術に関する研究」，長野県林総セ研報，第 35 号，2021 年.

703）清水香代・大矢信次郎・岡田充弘「高齢化した里山広葉樹林の萌芽等による早期更新技術の開発」，長野県林総セ研報，第 31 号，2017 年.

704）森林総合研究所関西支所『里山に入る前に考えること　―行政およびボランティア等による整備活動のために―』，21-24 頁，35-37 頁，2009 年.

705）森林総合研究所関西支所『里山管理を始めよう　―持続的な利用のための手帳―』，6-24 頁，2014 年.

706）森林研究所お役立ち資料「有用広葉樹林育成技術研修用手引き　―ナラ類シイタケ原木林の造成―」新潟県森林研究所，10-12 頁，1992 年.

707）長野県『皆伐施業後の森林を確実に育てるために　～皆伐施業後の更新の手引き～』平成 27 年３月長野県林務部，17-19 頁，2015 年.

708）大矢信次郎・田中裕二郎・柳澤賢一・加藤健一「小面積皆伐地における低コスト・高収益更新モデルの構築」長野県林総セ研報，第 37 号，1-8 頁，2023 年.

709）長谷川学・岡崎香奈子・舘野隆之輔「小面積皆伐試験地の設定と新たな官学連携の可能性」北の国・森林づくり技術交流発表集，2013 年号，22-26 頁，2014 年.

710）栃木県『里山林整備マニュアル』，26 頁，2008 年.

711）星野大介・川崎達郎・明間民央「広葉樹林化を加速させるための播種技術の開発」森林総合研究所，https://www.ffpri.go.jp/tokusetsusite/2023qanda/documents/hoshino.pdf ，2025 年４月１日アクセス.

712）前野あやの・安江　恒「針葉樹４種，広葉樹５種における立木の含水率の季節変動」，信州大学農学部 AFC 報告，21-26 頁，2017 年.

713）鈴木良一・ほか５名「持続可能な原木シイタケ栽培技術の改良」，長野県林総セ研報，第 28 号，33-38 頁，2014 年.

714）小山泰弘「ドングリを育てる」長野県林総セミニ技術情報，No.7，1999 年.

715）中川重年『森づくりテキストブック』山と渓谷社，118-119 頁，2004 年.

716）清和研二『自然に倣う広葉樹の森づくり』築地書館，81-104 頁，2025 年.

第8章

801）五十嵐哲也・牧野俊一・田中　浩・正木　隆「種物の多様性の観点から人工林施業を考える―日本型「近自然施業」の可能性―」森林総合研究所研究報告，第 13 巻２号，29-42 頁，2014 年.

802）村尾行一『森と人間の林業』築地書館，120-147 頁，234 頁，2019 年.

803）長沼　隆・横井秀一「ドイツ林業と持続可能な森林づくり」岐阜県政策検討課題等調査報告書　平成 18 年３月，2006 年.

804) 浜田久美子『スイス林業と日本の森林（近自然森づくり)』築地書館，44-62 頁，80-100 頁，2017 年.
805) 清和研二『スギと広葉樹の混交林　蘇る生態系サービス』農山漁村文化協会，2022 年.
806) 藤森隆郎『森づくりの心得』全国林業改良普及協会，96 頁，2012 年.
807) 梶原幹弘『植栽による択伐林で日本の森林改善』築地書館，116-119 頁，2020 年.
808) 梶原幹弘『究極の森林』京都大学出版会，27-31 頁，47-100 頁，133-146 頁，167-180 頁，2008 年.
809) 新谷　剛・高橋雄太「照査法試験林の 50 年(Ⅰ) ―第５経理期の終了とその成果―」日本森林学会北海道支部論文集　53 巻，2005 年.
810) 青柳正英「照査法試験林の 50 年(Ⅱ) ―成果とその活用について―」日本森林学会北海道支部論文集　53 巻，2005 年.
811) 「誰でも簡単、スマホで樹木測定―木の直径を測るアプリがリリースされましたー」森林総合研究所，2022 年６月９日プレリリース，２０２２年.

第9章

901) 農林水産省「始めよう竹のある暮らし　①身近で不思議なタケの生態に迫る！」aff 03 March 2021，2021 年.
902) 内村悦三『タケ・ササ総図典』創森社，204-254 頁，2014 年.
903) 内村悦三　編『竹の魅力と活用』創森社，18-66 頁，160-165 頁，2004 年.
904) 野中重之『新特産シリーズ　タケノコ』の農山漁村文化協会，26-46 頁，2010 年.
905) 野中重之・佐々木重行「モウソウチクの整理・生態に関する研究(Ⅰ)―葉替りと発筍―」福岡県林業試験場時報，第 39 号，2-46 頁，1992 年.
906) 小林慧人・梅村光俊・崎谷久義「タケ類ハチクの一斉開花現象を調べて分かってきたこと」共生のひろば，14 号，2019 年.
907) 久本洋子「タケ類の花と開花のよもやま話」東京大学農学生命科学図書館ラウンジ展示　竹～日本竹類系図譜寄贈コラム，2020 年.
908) 静岡県『竹林整備ハンドブック』，平成 16 年２月，2004 年.
909) 長友久樹・藪和広「竹の伐採による駆除の成功事例と今後の展開について」平成２８年度 九州国土交通研究会，2016年.
910) 鈴木重雄「竹林は植物の多様性が低いのか？」森林科学，58 巻，11-14 頁，2010 年.
911) 安藤誠也「イノシシの行動特性と放置竹林の関係」奈良大学大学院研究年報，第 13 号，207-209 頁，2008 年.
912) 日浦啓全・有川崇・ドゥラドゥルガ バハドゥール「都市周辺山麓部の放置竹林の拡大にともなう土砂災害危険性」日本地すべり学会誌，41 巻４号，1-12 頁，2004 年.
913) 相原隆景・ほか６名「長野県生坂村の無居住化地域における竹林拡大：1977 年と 2014 年の空中写真を用いた比較」景観生態学，25 巻２号，137-146 頁，2020 年.
914) 「タケ、北日本で分布拡大のおそれ～里山管理の脅威になっているモウソウチクとマダケ（産業管理外来種）の生育に適した環境は温暖化で拡大し、最大 500km 北上し稚内に到達～」森林総合研究所プレスリ

リース，2017 年.

915) 森林総合研究所関西支所「広がる竹林をどうしよう？という時に　放置竹林の把握と効率的な駆除技術」，2018 年.

916) 古澤優佳・中村人史「再造林地における長期間高頻度刈払いによるモウソウチク駆逐効果および通常刈払いとの比較」日緑工誌，46 巻 4 号，392-396 頁，2021 年.

917) 大宮　徹「竹林の特性と整備の進め方」富山県農林水産総合技術センター森林研究所，研究レポート No.19，1-6 頁，2018 年.

918) 豊田信行「タケを伐り続けると？　ー写真とキャプションで綴るー」森林技術，No.891，16-18 頁，2016 年.

919) 飯田玲奈・中山ちさ「マダケの１m伐り及び刈り払い適期の検証」群馬県林業試験場研究報告，第 23 号，111-115 頁，2019 年.

920) 阿部壽雄・村田孝行・渡邊文恵「大分川における竹林の刈り取り駆除のモニタリング調査について」令和３年度 九州国土交通研究会，2021 年.

921) 山形県森林研究研修センター『孟宗竹栽培管理マニュアル（山形県版）』，平成 29 年２月，5-18 頁，2017 年.

922) 内村悦三・ほか５名『地域資源を生かす　生活工芸双書　竹』農山漁村文化協会，26-27 頁，2019 年.

付録１　これからの林業・林産業の展望

1950 年頃からはじまった「拡大造林」は、戦後の住宅難に苦しむ国民へ建築用木材を提供するため、針葉樹人工林の拡大を図ることを目的に進められました。それから７０年、そのときの人工林は間伐主体の時期から主伐（皆伐・再造林）の時期を迎えていますが、採算がとれずに今後の展望が問われています。

そこで、ちょっと長い引用になりますが、今後の林業・林産業の展望の一例を紹介します。森林整備活動の背景として、日本の林業・林産業の実態と将来展望は参考となると思いますので。

１　日本の木材の需要量と供給量の現況

令和６年度の森林・林業白書によると、関連する統計値は次のとおりです。

日本の木材の需要量と供給量（令和４(2022)年３月末時点）

人工林の森林蓄積 約 35 億 m^3（全森林蓄積の約６割に相当）

木材需要量（ 8,004 万 m^3 ）

・製材用材	27 %	（ 2,179 万 m^3 ）	┐
・合板用材	9 %	（ 747 万 m^3 ）	├ 39 %（ 3,157 m^3 ）
・その他用材	3 %	（ 231 万 m^3 ）	┘
・パルプ・チップ用材	36 %	（ 2,780 万 m^3 ）	
・燃料材	26 %	（ 2,048 万 m^3 ）	
計	100 %	8,004 万 m^3（人口一人当たり木材需要量は 0.64 m^3/人）	

木材自給率（使用される木材全体に占める国産材の割合）

・製材用材	56 %
・合板用材	52 %
・パルプ・チップ用材	17 %
・燃料材	55 %

国産材供給量の全体 は 3,444 万 m^3 なので、
木材需要量 8,004 万 m^3 に対する木材自給率の全体は 43%

建築分野における木材利用の概況（令和６(2024)年）

着工建築物の木造率(床面積ベース) 47 %

用途別・階層別の木造率
- １～３階建ての低層住宅は 80%超（国産材の使用割合は５割程度）
- 低層非住宅建築物は 15%程度
- ４階建て以上の中高層建築物は１%以下

新設住宅着工戸数における木造住宅　57 %（45 万戸）　（一戸建て住宅に限ると９２%）

木造の新設住宅着工戸数における工法別のシェア

・木造軸組工法(在来工法)	77 %
・枠組壁工法(ツーバイフォー工法)	21 %
・木質プレハブ工法	2 %

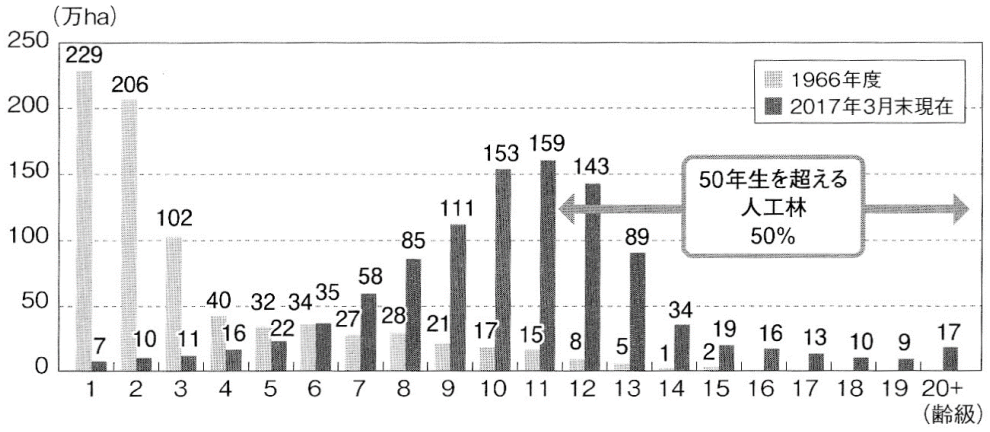
2　森林と建築をつなぐ

国産材の安定供給は危うい

近年に木材自給率が上昇したのには、戦後植林された人工林が伐採適齢期を迎えたこと以外にも理由がある。1 つは、建設需要が人口減少により低下したこと。もう 1 つは、国産材の供給力が上がり、過当競争のなかで価格が低迷したことだ。知り合いの製材所経営者の講演ネタに、立木は体積当たりで見れば大根より安い、というのがある。大根 1 本は 200 円程度だから、体積を 2000cm^3 とすると、大根 1 m^3 は 10 万円になる。スギ原木の価格はウッドショックを受けても 1 m^3 で 1.8 万円程度、ヒノキでも 2.7 万円程度なので、確かに大根のほうが高い。大根の栽培にも手間暇がかかるだろうが、50 年かけて育てた立木のほうが種まきから収穫まで数ヵ月の大根より安いというのは異常だ。

図表 2-1 の林齢別人工林面積を見ると、林齢 11 齢級(樹齢 50～54 年)にピークがあることがわかる。伐採適齢期を 11 齢級とすると、この 5 年内に伐採する必要がある人工林は 159 万 ha もある。しかし、25 年後に適齢期を迎える 6 齢級は 35 万 ha と、11 齢級の 5 分の 1 しかない。さらに 50 年後の 2 齢級は 10 万 ha と、16 分の 1 にとどまる。戦前・戦中の過剰伐採とその後の大量植林によってつくられた供給力の大きな山波が、50 年を経てついに市場に押し寄せてくるわけだが、その背後にはすぐ大きな谷が控えている。

現在、日本には伐採適齢期を迎えた人工林が大量にあるため、建設業界にも国産材の利用促進が求められ、公共建築物での木材使用促進や大規模木造建築物の開発と普及促進が行われている。しかし、人工林の林齢構成を見れば、実のところ、将来にわたって木材を安定供給できるとはとても言えない。今伐採適齢期の人工林がたくさんあるからといって、一所懸命にそれを使い切ってしまうと、せっかく、建築物の木造化・木質化を進めたのに、将来そこで使われる木材は輸入材ばかりということになりかねない。



注：齢級は、林齢を5年の幅でくくった単位。苗木を植栽した年を1年生として、1～5年生を「1齢級」と数える。
資料：林野庁「森林資源の状況」(平成29 (2017) 年3月31日現在)、林野庁「日本の森林資源」(昭和43 (1968) 年4月)

図表 2-1　日本の人工林の林齢構成
出所：令和元年度森林・林業白書

人工林を半減させる

国産材の安定供給が危うい一方で、建設需要も人口減少に伴い減ることが予測される。果たして需給バランスの着地点はどこにあるのかを考えてみたい(図表 2-2)。

日本の人工林は 1020 万 ha ある。これを 50 年サイクルで経営すると、1 年に伐採できるのは約 20 万 ha。1 ha 当たりの原木の材積量は平均すると 400m^3 ほどなので、その量は 8000 万 m^3 となる。2020 年の木材消費は 7143 万 m^3(丸太換算。木材需給表より)であるから、その生産力は国内の需要を



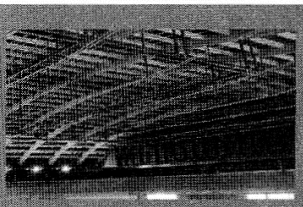
現状

- 人工林：1020万ha
- 材積量：33億m^3
- 19齢級の平均材積量：3590万m^3/8万ha→449m^3/ha
  （育成単層林の19齢級の針葉樹蓄積量と面積から算出）
  （森林・林業統計要覧2021）



おそらく将来はこんな感じ（根拠なし）

- 人工林として維持できるのは半分、残りは天然林化：500万ha
- 500万haで伐期50年の育林：10万ha/年
- 年間の生産量：10万ha×437m^3/ha=4370万m^3
- 2018年木材消費量：7318万m^3
  （最大でも自給率60%［現状30%］）



将来の需要

- 2050年人口：9500万人、2100年人口：4800万人
- 1人当たりの木材需要（丸太換算）：0.61m^3/年
- 2100年に現状の1人当たりの木材需要だと2928万m^3となり、供給過剰
- 欧米並みの1.2m^3/人 × 4800万人 ＝ 5760万m^3の需要となり、ほぼ生産力と拮抗

図表2-2　2100年の林業の生産力と需要のバランス

出所：高口 洋人が作成

上回る。しかし現実には、2019 年に実際に再造林された人工林は、林野庁「森林・林業統計要覧 2021」によれば、3.3 万 ha しかなく、この計算で想定する 20 万 ha には遠く及ばない。つまり、1020 万 ha の人工林を有するといっても、将来にわたって持続的に営林できるのはその半分。再造林率が 3 割程度であることを考えると、3 分の 1 程度かもしれない。仮に人工林を現在の半分の 500 万 ha にまで縮小し、伐採する面積を年間 10 万 ha(その 10 万 ha はしっかりと再植林をする)と仮定すると、年間の木材供給量は 4000 万 m^3 と見積もれる。この面積では国内の木材需要を全ては賄いきれないが、現在再造林される面積を 3 倍にすればよく、実現可能性が視野に入る。

一方、2050 年の日本の人口は約 9500 万人にまで減少する。現在の日本人の 1 人当たりの木材使用量は年間 0.62m^3 だが、その量が変わらないとすると 2050 年の木材需要量は年間 5890 万 m^3 となり、先の 4000 万 m^3 では需要を賄えない。しかし、これから徐々に再造林面積を増やすことができても、植えた木が伐期を迎えるのは 50 年以上先であることを考えれば、さらに先の需要を想定したほうがよいだろう。さらに 50 年先の 2100 年時点での日本の人口を 4800 万人とすると、必要な木材供給量は 2976 万 m^3 となり、国産だけで十分自給可能で、むしろ供給過剰となる。仮に再造林面積を年間 10 万 ha に固定し、2100 年時点での需給とのバランスを保つには、1 人当たりの木材使用量を現在の約 1.4 倍の年間 0.85m^3 に増やせば、国内の木材の需要と供給はちょうどバランスがとれる。令和 3 年の森林・林業白書によると、新築住宅の 6 割は木造住宅で、戸建てに限れば 9 割を超える。住宅の長寿命化を考慮すれば、住宅によって木材使用量を増やすことは難しい。非住宅の建築物や燃料利用、オフィスの内装や家具の木質化を図っているのは、それ以外で使用量を伸ばそうとしているためだ。

もちろんこれは机上の空論であり、様々な不確定要因はあるが、経済的に成り立つ人工林に絞って再造林を進め、ある時点で過剰になる供給を消化するために木質化を進めて 1 人当たりの木材使用量を増やす。上記の試算は極論だが、正解はその間のどこかにあるのではないか。

以上は資源面から見て国産材の制約条件だが、一方で、産業としては労働力が確保できなければ成立しない。

2015 年の林業従事者はわずか 4.5 万人。これで 500 万 ha を管理するとなると、1 人で約 110ha の人工林の面倒を見ることになる。大変そうに見えるが、再造林は 1 人当たり年間 2.2ha と多くない。2.2ha から伐採できる原木は 888m^3 となるので、原木の価格を 1m^3 で 1.8 万円とすると、その売上高は 1600 万円となる。林野庁の業務資料では再造林や育林の費用は約 200 万円程度なので、1600 万円から伐出費用と諸経費を引いた額が労務費となり、作業員にも一定水準に給与が払えることになる。

しかし現実には、公開情報を基に某森林組合の管理面積と労務情報を分析すると、1 人当たりの管理面積は 25ha 程度で、その管理面積、すなわち生産性を 4 倍に高める必要がある。

継続的に新たな林業従事者の確保には、林業をもっと魅力的な生業(なりわい)にする必要がある。そのためには再造林のための費用を確保するだけでなく、労働環境を改善する上でも、原木価格・素材価格の引き上げをどう実現するかが重要だ。そのためには生産性を 4 倍に高める、という目標が 1 つの目安となる。

誰が木材資源管理を行うのか?

日本には成熟した大量の人工林という資産がある。それを活用しない手はない。しかし、これから成長して伐期を迎える人工林は 15 年後に現在の半分、20 年後には 3 分の 1 程度の面積にまで減る見通しだ。将来的な国産材の安定供給は非常に危ういのが実態で、国産材の需要が伸び、価格が高くなれば、輸入材依存に後戻りしかねない。

そこで考えるべきは、大量にある伐期適齢期の立木を、樹齢 50 年で一斉に伐採しようとしたりせず、これは樹齢 55 年で、それは樹齢 60 年で、あれは樹齢 80 年で伐採と、未来の木材不足を補うためにある一定量を取り置き、段階的に出伐していくことだ。これにより市場に大量の原木が供給されて値崩れを起こすことも防げて一石二鳥だ。

新型コロナウイルス感染症の流行を背景とする「ウッドショック」による国産材の価格上昇は、ロシアのウクライナ侵攻によるロシア製品の経済制裁に円安も加わり、収まる気配を見せない。国産材関係者には神風とも言える状況だが、ここで大切なのは、この臨時収入の使い道だろう。国産材を高く売り続けるマネジメント人材の獲得、再投資としての再造林の促進など、やるべきことは山積みだ。さらに、製材所の多くが中径木の加工に最適化されていることから大径木は扱いにくいと敬遠されている。しかし、そのことにより、かつては貴重だった大径木が安価に入手できるとして、その製材に取り組む事業者も出始めている。とはいえ、その技術はほとんど進歩しておらず技術開発が求められる。

そして問題は、国産材を高く売り続けるマジメントを誰が行うのか、だ。

現在の林業が直面する課題は、過剰伐採と大量植林によって生まれた供給力の波のマネジメントにほかならない。マネジメントには人材が必要だが、現在の林業にそのような人材は見当たらない。それは仕方ないことだ。これまでは売るものがなく、ひたすら育てればよかった。育成してきた人材は、そうした育林を念頭に置いた人材だからだ。育林をたたき込まれた人材に対して、原木をどう高く売るか、あるいは商品価値をどう最大化するか、といったマネジメントをこれからやれと求めるのは、どだい無理な話なのだ。

可能性が見込めるのは、地方の大規模製材所だ。彼らは地域の大口原木購入者であり資金力もある。市

場にも近くニーズの把握も容易だ。そして安定供給を望む立場でもある。彼らが地域の木材資源のマネジメントも担うべきだと考えるのが、妥当なのではないだろうか。

（出典：塩地博文・文月恵理・高口洋人・松本　晃・酒井秀夫・寺岡行雄『森林列島再生論　森と建築をつなぐイノベーション「森林連結経営」』日経 BP，61-67 頁，2022 年）.

3　森林とサプライチェーンをつなぐ

現在の森林は資源量から見て最も豊か

1868 年の明治に入るまで、我が国のエネルギー源はわずかな石炭を除いて薪炭であった。昔話の冒頭には「おじいさんは山へ柴刈りに」とあり、二宮尊徳翁の銅像が背負っているのも燃料となる柴(小枝)であった。

その後、 エネルギー源が石炭から石油へと変遷し、1945 年に敗戦を迎えた太平洋戦争は、いわば主要エネルギー源であった石油の確保のためでもあった。戦時中には国内のエネルギー源は石油を絶たれ、再び薪炭へと回帰していった。その結果、戦時物資確保もあり戦中に大量の森林が伐採され、我が国の森林は荒廃の時代を迎えた。今では国内ではげ山を見ることはほとんどないが、当時は全国いたるところで荒廃した山が見られた。樹木や森林土壌を失った山は保水力を失い、降雨を貯留できなくなり、河川の氾濫、山地崩壊が多発した。

戦後、荒廃した山の緑化のため、植林が開始された。これは同時に、戦後復興のための住宅建築資材としての木材が不足し、スギやヒノキといった針葉樹は将来木材として高く売れると皆が期待したためでもあった。昭和 20(1945)年～30(1955)年ごろには、農山村に労働力が豊富に存在し、植林や保育も十分に行うことができたのである。

現在の我が国の森林は、資源量から見て最も豊かな状態である。2020 年には、人工林の 50%が主伐可能な 11 齢級(51 年～55 年生)以上となっている。年間の木材生産量が 3100 万 m^3(立木換算で 4500 万 m^3 程度)であるのに対して、森林蓄積量は 54.1 億 m^3、年間成長量は 6000 万 m^3 とされており、森林蓄積量は増加しつつある。

このような豊かな森林資源の基盤は、戦後の拡大造林政策によってつくり出された 1000 万 ha の人工林である。我々は広大な人工林資源をつくってくれた世代に感謝しなければならない。近い将来、これらの森林資源が大きな財産として価値を生み出していくであろう。

しかし、森林が存在するだけでは景色や背景に過ぎない。樹木を育成し、伐採して木材を市場に出してくる林業という産業があってはじめて森林資源として評価されるのである。これまでの数十年間の国内林業は造林と森林整備が中心であり、木材生産はあまり考える必要がなかった。しかも、森林整備活動は国からの補助金によって手厚く支援されてきたため、林業におけるコストと真剣に向き合う必要もなかったのである。

我が国の伝統的な人工林の造林・保育技術は、奈良県の吉野林業に端を発している。1 万本/ha 程度の密度で植栽した上で多間伐を繰り返し、年輪幅を整えた良質材を生産することこそが目指すべき姿であった。

育林段階から主伐生産へ

しかし、拡大造林期には苗木の不足もあり、1 本/坪で 3000 本/ha 程度の植栽密度が一般的となり、全国に普及した。1.8m(1 間)間隔できれいに並んで植栽され、特に九州では挿し木のために形状もサイズもほぼ同じスギ林をよく見ることになった。植栽木が整然と並んでいることは、下刈りの誤伐を減らし作業効率を上げ、さらには後の列状間伐にも貢献することとなった。

最終的な主伐時には 1000 本/ha 未満の収穫を前提としているのに、その３倍もの密度で植栽を行ったのは、広い意味での密度管理であり、狭義には早期の「林冠閉鎖」のためである。葉を十分に生い茂らせた林冠閉鎖(鬱閉)により、枝下が形成され、上下で太さに差がない完満な樹幹になることを期待しているのである。

さらに、より付加価値の高い無節材を生産するために、枝打ちも行われた。この枝打ちによって、丸太の価格が何倍にもなるという期待があった。そもそも、国内での木材供給が圧倒的に不足した時代であり、造林が数十年後には大きな収入につながるという夢があった。であるからこそ、多くの人々が造林と育林に励んだのである。

だが、時代は大きく変わってしまった。木材価格はかつての数分の１となり、物価上昇を加味すれば、ほとんど価値がないと言ってよいくらいの水準に下がった。在来工法による木造住宅がかなりの割合で残っていることは救いであるが、住宅建築の様式は大きく変化し、和室はなくなり、床柱や無節の柱など「役物」の出番はなくなってしまった。製材品は角材からラミナ(板材)へと変わり、針葉樹材でも合板として利用されるようになった。

さらに、600 万 m^3 を超えるバイオマス燃料としての需要、中国をはじめとする海外への原木輸出など、かつては想像もできなかった需要が大きく膨らんできている。林業がこれまで掲げてきた生産目標と育林方式が意味をなさなくなっており、新しい需要への対応が求められている。

北海道、東北および九州での林業は、育林段階から主伐生産へシフトしてきている。現在の人工林の大半は広葉樹林からの拡大造林であったが、これからは再造林の時代を迎える。ところが、森林所有者の収入である立木価格の低迷は、森林の資産価値を大きく減じており、再造林の意欲など期待できなくなっている。木材価格の低下、人口減少社会、住宅工法の変化など、拡大造林期とは異なる情勢の下、再造林の時代を迎える日本林業は課題を解決し、成長産業へ変革していくことが求められている。

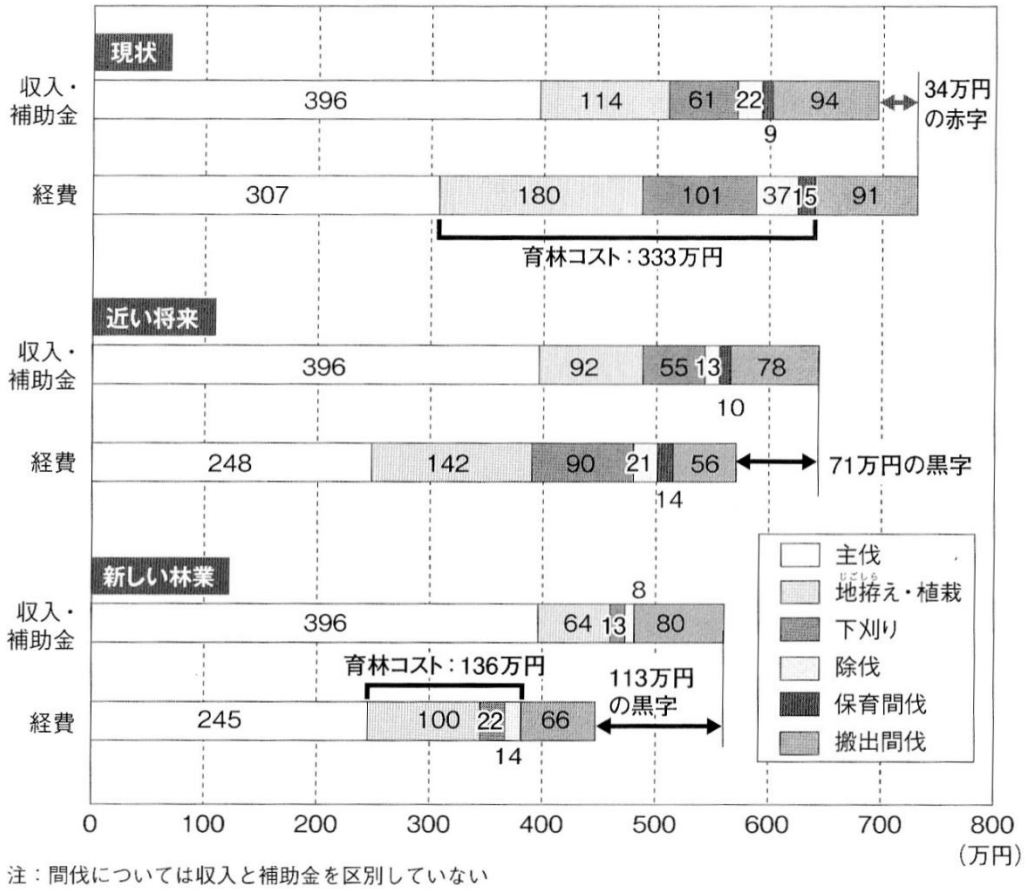
今の立木価格で再造林は望めない

林業は人工林を造林して保育する育林プロセスと、伐採、造材、集材、輸送の生産プロセスに大別できる。これらの各プロセスでのコストの内訳が明示されないのが現状である。確かに調べれば、個々の作業のコストはあるものの、最終的に丸められて、ヘクタール当たりいくらとか、立米当たりいくらという金額が示されることになる。さらに造林したのが 50 年以上前の話なので、その金額は現在価値として割り引かれることもなく原価が認識されていない。したがって、現在の丸太の価格が適正なのかどうか判断ができないのである。

しかし、現時点の丸太の価格から生産コストを差し引いた立木価格、つまり森林所有者の収入となる価格で再造林を行えるかと言えば、不可能である。再生産可能な収入をもたらしていないのが現実であるからだ。この問題を解決するには少なくとも、森林所有者の収入である立木価格を上げる一方で、再造林のためのコストを下げることが求められる。

ところで、造林や育林にはどの程度のコストをかけてよいのであろうか。ここ 10 年の間に低コスト造林の技術開発が進められてきており、従来の３割から５割程度の低コスト化が可能ではないかという研究成果が出ている。また林野庁が示している「新しい林業」モデル(図表 6-1)では、伐期を 50 年から 30 年に短縮し、植栽密度を 1500 本/ha に半減させ、植栽から切り捨て間伐までの造保育コストを 333 万円/ha から 136 万円/ha まで 60%削減するという。

このモデルは、伐採後直ちに次の植林に向けた「地ごしらえ」を行い、成長性に優れるエリートツリーを低密度で植栽し、下刈り回数の削減を図るという造林・育林方式の提案である。筆者がこの提案を支持するのは、コスト面からだけではなく、従来型の育林体系を支えてきた作業従事者を確保できないためでもある。



注：間伐については収入と補助金を区別していない

図表 6-1　施業地レベル 1ha での収支試算

出所：林野庁資料を基に寺岡 行雄が一部改編

育林コストを考える上で参考事例を紹介したいと思う。写真 6-1 は、ドイツ南西部シュバルツバルト地域の製材工場の集積場である「土場」に納入されたモミの木口(直径約 60cm)である。円で示した中心部に近い直径 20cm の範囲内には枝跡が確認できるが、その外には枝跡は見られない。つまり、このモミは直径 20cm より小さい段階で枝打ちが行われたのである。聞けば、40 年前に行われたとのことであった。枝打ち後の 40 年間の成長分からは、無節の柾目材を得られる。

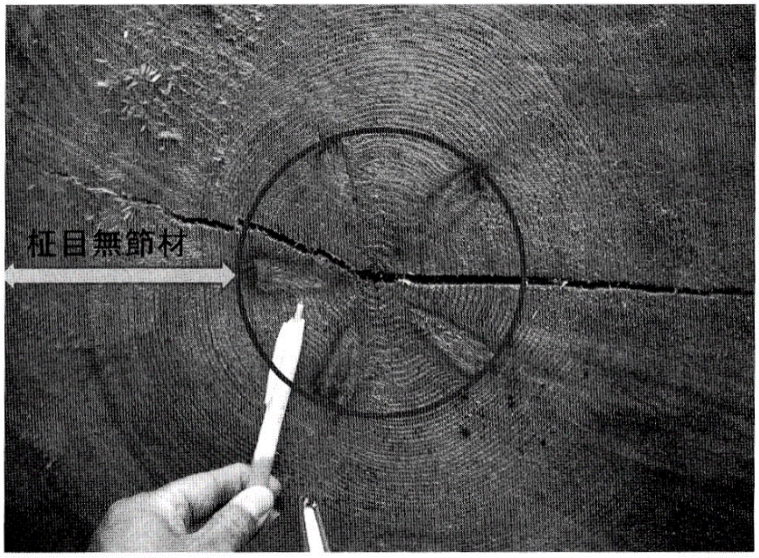


写真 6-1　枝打ちをしたモミ大径材の木口

出所：寺岡 行雄

枝打ちのコストは６ユーロ/本とのことであった。枝打ち後に 40 年間が経過していることから、利子率 3%として複利計算を行えば、６ユーロの枝打ちコストは 40 年後には約 20 ユーロと換算される。一方、このような枝打ちを行ったＡクラス材の価格が 160 ユーロ/ m^3 であるのに対して、枝打ちを行わないＢクラス材の価格は 100 ユーロ/ m^3。したがって、40 年前に６ユーロのコスト(現在コストで 20 ユーロ)をかけて枝打ちをする価値があるという判断のようである。

ここで注意が必要なのは、全ての立木に対して枝打ちをしているわけではないということである。彼らの基本的施業方針は「将来木施業」であり、胸高直径が 60cm 以上となる最終伐採対象となる候補木を、除伐前の若齢段階であらかじめ決め、そのような候補木(将来木)に対してのみ、枝打ちを行うのである。

我が国の人工林育林体系にこのようなコストは書き込まれていない。それぞれの育林体系が想定している高品質大径材生産といった生産目標の実現に必要となる育林プロセスが示されているだけである。その育林技術の適用にいくらのコストが必要で、伐期時点での販売価格にいくらで反映されるかという視点はない。およそ製造業であるならば、製品の販売価格を上回る製造コストをかけてはいけないにもかかわらず、である。

ちなみに、ここで紹介した無節モミ材は柾目板に製材加工し、日本に輸出する。国内では、卒塔婆、神社の御札、あるいは高級かまぼこ板として、高価格で取り引きされるそうである。日本からの見学者に対して、たいへん丁寧に説明していただいた。

ドイツをはじめ、欧州各国の木材企業は、世界中の木製品の需要を詳しく調べ上げ、自社製品の販路を開拓してきている。これに対して、日本の企業は 10 年前まで木材を輸出することは皆無に近かった。林業・林産業者は国内市場だけを見ていたので、中国からの急激な引き合いには驚くばかりであった。将来は針葉樹材が貴重な資源となる可能性が高く、日本の人工林資源には新しい需要が見込まれる。その開拓を見越して、生産から販売までの戦略を立て直す時期に来ているのではないか。

森林資源情報が第一歩

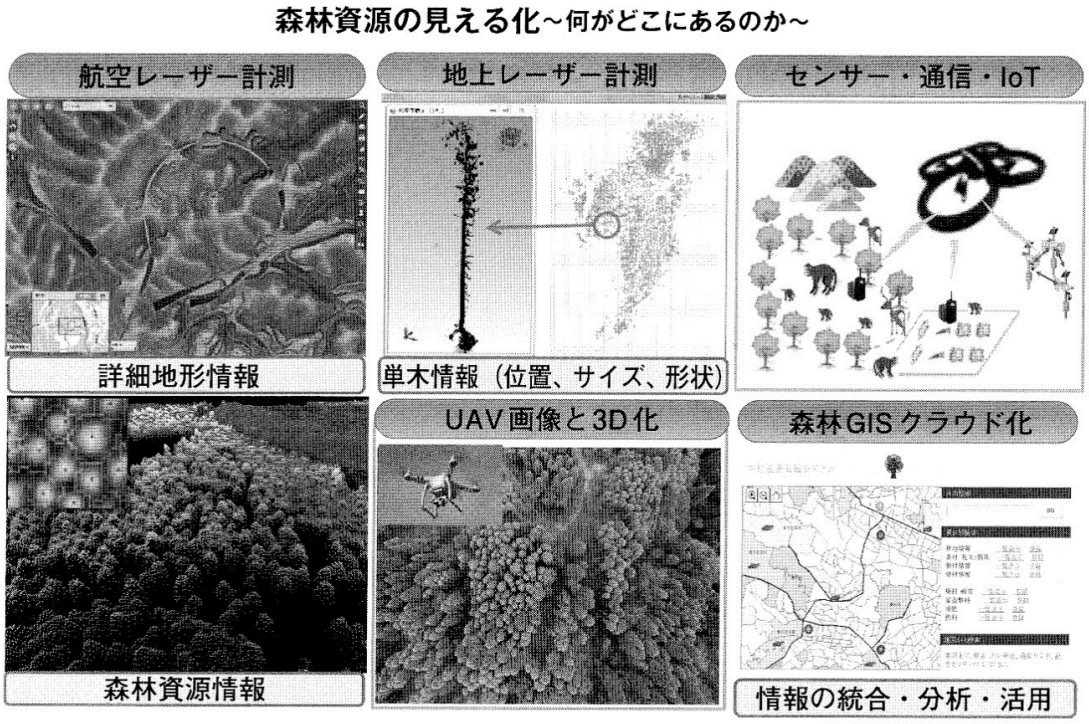
高精度な森林資源情報の取得・整備は、その第一歩と位置づけられる。木材生産計画や森林管理に利用できるものだ。そのための技術として、航空機からのレーザー計測・解析データの活用、地上レーザー計測、ドローン(小型無人機)撮影画像解析などが利用できるようになってきた(図表 6-2)。

航空計測における大きな変化は、航空機からのレーザー計測技術が実用化されたことで、全国で計測が進められている。航空機に搭載したレーザー測距装置により照射したレーザーが、反射した地上物体のＸ・Ｙ座標と標高を計測することを、航空レーザー計測と呼んでいる。そのシステムは、レーザー測距装置、GNSS(全球測位衛星システム)、IMU(慣性計測装置)の３つの装置で構成されている。これらの装置がそろうことで、どこから、どの方向にレーザーを照射したかを記録しつつ、地上物体からの反射によって距離を測り、地上の３次元情報を取得することができるようになる。

樹冠表層面から反射した３次元情報を「DCSM(Digital Canopy Surface Model)」、地盤面から反射した３次元情報を「DEM(Digital Elevation Model)」、これらの差分から得られる樹冠高データを「DCHM(Digital Canopy Height Model)」と呼んでいる。このうち「DEM」からは、森林基本図のベースとなる詳細な等高線図が作成できる。また、４点/ m^2 以上のレーザー照射密度があれば、立木密

度、単木の樹冠直径や樹高の計測が可能となる。立木密度と樹高の情報からは、間伐の指標である収量比数の判定が可能になる。

これら航空レーザー計測データを森林経営に適用した事例としては、国土交通省平成 27(2015)年度 G 空間社会実証プロジェクト事業の成果の 1 つである「ICT と G 空間情報による効率的な公共建築物用材搬出プロセス構築事業」がある。この事業では、航空レーザー計測データと準天頂衛星測位データを活用して、公共建築物などに利用する長尺や大径材などの特注木材を対象森林内から抽出し、伐採から搬出までの効率化、低コスト化となる森林資源活用プロセスが実証された。



図表 6-2　高精度森林資源情報
出所：寺岡 行雄が作成

森林情報をデジタルで把握

例えば、神社仏閣建築のために大径材の注文があった場合、従来は原木市場などが素材生産現場に問い合わせを繰り返し、必要なサイズの丸太を見つけ出す努力を重ねる。これに対してこの実証試験では、上記のデータを用いて必要なサイズの大径材を対象森林内で探し出した。その結果、航空レーザー計測データから推定した胸高直径の誤差は 5cm 程度であった。また、通常の木材生産。流通では発見が困難な胸高直径 50cm を超える大径材が対象森林内のどこにあるのかを判定できたことから、航空レーザー計測データの有用性が明らかとなった。さらに、航空レーザー計測データから得られる詳細な地形データや樹種・樹齢などの林分情報は、森林作業道のルート選定に活用され、現地測量はもちろん、等高線を判読せずに数値標高値図を基に作業を進められる設計の労力も大幅に削減されることがわかってきた。

地上レーザー計測技術は、地上設置あるいは可搬型のレーザースキャナーで取得した 3 次元点群データを利用して詳細な森林情報を得る技術である。取得した森林の点群データにより、対象森林内の地形、全木の位置、物理形状などの情報化を行うことが可能となっている。レーザー照射密度が航空レーザー計測よりも格段に多く、樹幹のサイズだけでなく、樹幹の形状や立木位置を正確に計測することも可能となる。樹幹のサイズと上部直径を含む樹幹形状を計測できることから、丸太の曲がり情報を含む生産予測ま

で行う事例もある。また、可搬型の地上レーザー計測システムは、レーザー計測しながら森林内を歩くことで高精度の森林情報を得られる。地形や下層植生の状況にもよるが、計測時間は1ha当たり20分程度で済む。

高精度森林情報の情報ソースとして期待されているドローンによる上空からのデジタル撮影が容易になり、撮影画像のオルソ画像化が容易になっている。オルソ画像とは、画像上で位置・面積・距離を正確に計測できる地理空間情報だ。この画像からはさらに、通常のパソコン上でも3次元モデリング技術を用いて樹木や地形の表層高さモデルをつくることが可能であり、必要に応じて森林の上空画像だけでなく3次元情報も低コストで得ることができる。

以上のような高精度森林資源情報は、どこにどのようなサイズ・形状の立木がどの程度存在するのかを教えてくれる。従来のように、経験的に森林の状態を知っているとか、山勘ではなく、デジタル情報として生産対象を把握し、クラウドで情報を共有することができる時代となっている。

原木供給の安定確保が最大の課題

林業における素材生産の多くは、需要があるかどうかにかかわらず、この径級なら3mに採材するほうが売れるはず、という見込みでの生産である。これまでは間伐が主体であったため、生産材のサイズや形状を選択する余地が小さかったが、今後は主伐が多くなり、その自由度は増していく。木材を高く販売するためには、木材需要者からの注文(いつまでに、何が、どれだけ必要か)に対して生産をする、マーケットイン型の生産へ移行することが求められる。

近年、我が国の木材産業は、製材、合板ともに、生産規模が大型化し、原材料の調達先を輸入材から国産材へとシフトしつつある。大型の投資を伴う木材産業は、設備稼働率を高めるために、原木供給の安定確保が最重要課題となる。

原木の安定供給体制を構築するためには、森林資源―木材生産―流通―木材需要を「見える化」する仕組みづくりが必要である。我が国の林業・林産業界は、木材価格が高く、売り手市場だった時代から生産や流通の仕組みが変化していない。

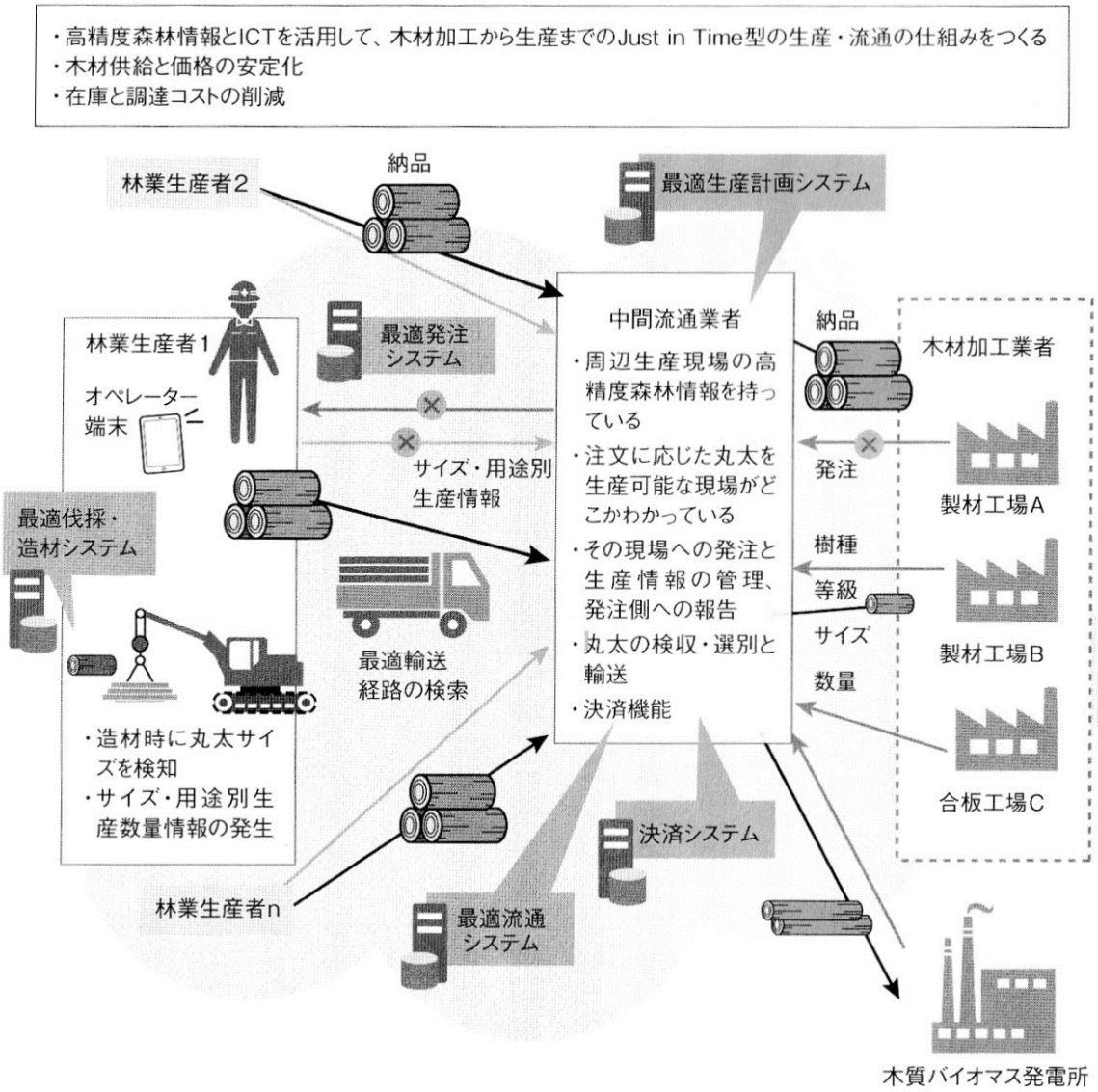
図表6-3に示すのは、木材サプライチェーンマネジメント(SCM)のイメージだ。木材需要と林業生産をICT(情報通信技術)がつないでいる。木材SCMシステムの構築とは単なる流通改革やシステムの導入ではなくて、森林から木材需要までのプレーヤーの人間的信頼関係を含めたつながりを「見える化」することである。

情報の発信者である木材加工業者は、製材品の注文に対して必要となる原木のサイズと本数を見積もる。その情報を、伐採現場の作業員のスマートフォンにメールなどで送信し、例えば「スギの4m材24～28cmが100本必要」といった詳細な需要情報を専用のホームページ上などで共有する。伐採現場の作業責任者はそうした需要側からの情報を基に、その時点での現場の状況から判断して24～28cmの4m材がどの程度生産可能で、いつ納品できるか、即座に返信する。木材加工業者は複数の伐採現場から納入意思の連絡を受け、必要となる原木がいつまでに納入されるか、短時間で確定することができる。このような短時間での取引情報の交換により、木材加工業者は原木市場に足を運ぶことなく原木を確保し、その後の生産計画を確定させられる。

このような木材加工に必要な原木の需要情報を適切に管理し共有するクラウドシステムにとって、ICTは必須の技術であり、何がいつどこにどれだけあるのかという位置と時刻を含む地理空間情報はサプライチェーン(供給網)のための根幹情報となる。

林業・林産業界でのSCM実現に向けて解決すべき課題には、川上(森林所有者、素材生産者)や川中(流通、木材加工業者)が、需要家(プレカット、住宅メーカーなど)の意向・市場動向を把握することが困難である、という点が挙げられる。川上は需要に即した生産よりも短期的な効率や利益を優先しがちである。川中は原木を安く仕入れることに注力するあまり、量や価格が長期に安定した供給体制を維持できない状況がしばしば見受けられる。

そこで、木材加工業者と工務店の間でサプライチェーンの最適流通の仕組みを構築し、加工と流通のコストダウンを図ることを目標に、熊本県の人吉・球磨地域を対象とした検証事業を平成30年度スマート林業構築コンソーシアム(鹿児島大学ほか)が実施した。ここでは、木材SCMのビジネスモデルの検討、システム開発の要件定義、関係者間の運用ルールやガイドライン、規約などの検討を行った。



図表6-3　木材サプライチェーンマネジメント（SCM）のイメージ
出所：寺岡 行雄が作成

需給情報をプレーヤー間で共有する

検証事業では、人吉・球磨地域における木材生産情報および木材の流通状況の関係者を対象に、流通市場の現状、住宅メーカーとの直接取引の状況について、関係者にヒアリングを実施した。その結果、原木市場や森林組合が運営する「共販所」は素材を細かく仕分けし、木材加工業者のニーズに対応していることがわかった。また、県内の大手住宅ビルダーとの直接取引では、住宅の生産計画に基づく需要量の情報提供と顧客への住宅供給との間にリードタイムを確保することにより、素材生産者や木材加工業者は需要に応じた供給が可能となっていることもわかった。そのうえで、原木流通、木材加工業者、乾燥。加工段階の各プレーヤー間における需給をマッチさせるため、流通する情報の内容や時期をヒアリングで把握し、それらを企業間で情報共有するための契約案を提案した。

プレーヤー間のこれまでの協定取引は、口頭での約束であったり、協定書を締結してはいるもののその数量については履行義務がなかったりするなど、互いの信頼関係によって成り立っていた。そのため、素材生産から住宅建設までの流通における取り引きで情報共有の循環を構築するには、表計算ソフト「Excel(エクセル)」や交流サイト(SNS)などによる簡易な情報共有から始めることが有効であると考えられた。需給に応じた素材生産・加工段階において、受発注契約が十分に履行されていない商慣習が依然として残るなか、受発注の関係を協定書などによって書面・情報化することで、契約履行におけるブレ幅が低減されるとともに、素材生産・加工段階で将来の需要が見込めるという、経営面での効果が示唆された。

林業・林産業におけるサプライチェーン構築に向け、実績や在庫の管理をこれまで以上に厳密に行い、そのマネジメントで扱うことになる情報を「見える化」することから始めなければならない。また、プロダクトアウトだけでは需給マッチングは難しく、先ほども指摘したようにマーケットインの考え方の導入が必要である。そのためには、川上から川下まで一貫した情報の流れをつくり、適切に管理する必要がある。

ただしSCMの実行は、情報連携体制の構築や情報システムの導入だけではなし得ない。サプライチェーンを築く事業者それぞれが、取り引きに関わる情報を正確に発信・伝達・共有し、その情報に基づいた生産・物流活動を確実に実行する必要がある。

そこで、この検証事業では、需要者と生産者の連携のため、木材加工業である製材やプレカット企業が工務店などから受注した住宅用製材品に必要となる原木を素材生産業者に注文生産とする仕組みを導入し、需要者である工務店などの購入・在庫コストを低減させるシステムを提案した。具体的には、木材加工業者が必要とする素材のサイズ、数量、規格の発注情報を取りまとめ、素材生産業者に配信することで、その生産可能数量について販売契約まで交わせるクラウドシステムの構築を目指した。この素材情報クラウドシステムとは、ICTを活用した需要(注文)と供給(生産)のマッチング、在庫・調達コスト削減、最適輸送を実現する、川上―川中の木材サプライチェーンの運用を可能にするシステムである(図表6-4)。

このシステムでは、木材加工業者が必要とする素材の規格やサイズ、数量の発注情報を、「需要者入力マトリクス」としてウェブ上に開設し、その該当欄に必要数量を入力することとした。これらの情報を木材クラウドサーバー上にアップロードし、需要情報を集計する。複数の需要者と複数の素材生産者とのマッチングをこのクラウドサーバー上で行い、販売契約を行う想定だ。



図表 6-4　素材情報クラウドシステムのイメージ
出所：woodinfo

上記の需要情報を複数の伐採業者に配信する通信仕様は XML 形式をベースに作成し、林業機械に搭載されている各種センサーや作業情報入力端末とつなぐことができるように、林業機械間の通信仕様である「StanForD2010」(図表 6-5)に準拠した。StanForD2010 はスウェーデンで開発された、木材生産と流通取引との情報共有を図るための通信規格であり、異なるメーカーの林業機械間でも情報を共有できる。

より実務に近い形式として図表 6-6 を示す。木材の需要情報をとりまとめる中間流通業から、素材生産現場へ需要情報が送信される。現場からは、サイズや数量といった需要情報に対応してそれぞれの現場で、生産可能な数量を返信する。それらの生産可能情報を取りまとめて後の取り引きが行われる仕組みである。現場によって樹齢や樹木サイズが異なっており、1 つの現場ですべての需要に対応した素材の生産はできないが、いくつかの現場が組み合わされることで、需要に対応することが可能となる。システム構築の背景には、需要情報に対応した最適採材で丸太を生産できれば、より高価格での素材取引が可能になるほか、キャッシュフローの改善効果が見込まれるという点がある。

差をここで通常採材と最適採材の材積単価を直近の原木市場落札価格を基に計算したところ、通常採材では 6023～7014 円/m^3 であったのに対して、最適採材では 8267 円/ m^3 であった。受発注の全てを最適採材で賄えれば、材積単価の価格差は最大約 2000 円となる。このように、需要に対する最適な採材で、木材価格を引き上げられる可能性が示された。

最適採材へ、「バリューバッキング」を

欧州をはじめとする海外の林業と我が国の林業の大きな違いは、情報共有、つまり「見える化」の必要性への認識の差である。樹種、サイズ、数量などに関する需要側からの注文情報が取りまとめられ、生産

現場に発注される。ある生産現場でそれらの情報を満足する生産が可能であれば、必要な原木の数量が直ちに需要側とも共有され、輸送計画が立てられる。

このような原木の生産情報の起点は、林業機械である「ハーベスター」での造材作業データである。欧米のハーベスターは、いつ、どこで、どのような丸太を生産したのか、正確に計測・記録している。その情報を、集材の役目を担う「フォワーダー」と呼ぶ林業機械や、作業依頼者・木材加工業者と共有している。こうした情報共有を図るため、StanForD2010 という通信規格が定められているのである。

さらに、最適採材支援システムを導入し、1 本の伐倒木から最も売上を確保するための採材方法を決める「バリューバッキング」が行えるようにしている。ハーベスターは原木の根元をつかんで伐倒し、2～3m 程度送材すると、樹幹の細りデータから上部直径を予測できる。この樹幹は、根元から例えば 3m で何 cm の直径になるか、同じく 4m であれば何 cm の直径になるか、という予測である。「バリューバッキング」はこの結果を基に、どのような採材が最も高く売れる原木をつくるのか、予測する(図表 6-7)。

この「バリューバッキング」を我が国の素材生産現場へ導入することを目指して、高性能ハーベスターヘッドでの稼働実証を行った。まず、スギとヒノキを対象にハーベスターヘッドでの計測精度とその効果を検証した。次に、「バリューバッキング」をより現実的な環境で実施することを目指す岡山県内の事例を調査した。

生産した素材のハーベスターによる計測結果を人力による検収結果と比較したところ、計測結果にややばらつきがあって、ハーベスターは直径を小さめに評価する傾向が見られた。ただし平均誤差は 8.3mm であり、計測精度は十分使用に耐えられるものであることがわかった。ハーベスターによる自動検知機能を利用すれば、丸太 1 本当たり 13 秒の作業時間短縮と 105.9 円相当の人件費節約が可能であることが示された。

一方、岡山県での「バリューバッキング」実装事例では、次のことがわかった。まず前提として、生産対象の樹種(スギ、ヒノキ、アカマツ)の「A(直材)」「B(小曲がり材)」「C(曲がり材)」や「小径 AB 込み材」「パルプ材」のカテゴリーごとにサイズ別の価格表を用意することが必要である。ハーベスターが伐倒木をつかんで、オペレーターが樹種を入力し、直曲がりを判定してボタンを押し、造材するために数 m 送材すると、システムがその後の細り予測から最も価格の高い長さを推奨してくる。また最適採材を支援するバリューバッキングを取り入れることで、採材歩留まりを向上させられることや伐倒木 1 本からの販売価格を最大化させられることの可能性も示唆された。

我が国の素材生産現場にバリューバッキングを導入するための課題をいくつか挙げておこう。まず、地域・樹種別の細りデータと長級・径級・直曲がりごとの価格表の整備である。直近の原木市場価格を参照することも可能であるし、素材情報クラウドシステムで触れたような需要側からの発注情報でもいい。さらに、単なるハーベスターのハードウェアや通信環境の整備だけでなく、林業生産の枠組みの再構築が必要である。具体的には、様々なサイズの木材需要に対応可能な複数事業体の生産現場の確保、情報管理事業者の確保、木材代金決済システムの整備、森林情報を利用する人材の育成などが考えられる。

林業・林産業の考え方と仕組みを変える

儲かる林業とするためには、安くつくって高く売り、収益を多く残す仕組みが必要である。需要があってはじめてモノは売れるのであるから、市場のニーズに合わせて確実に供給できる体制を整えることが大

切である。市場が必要としているものを供給するとは、住宅に必要な建築部材となる製材品をつくって届けることであり、それらの製材品をつくるのに必要な丸太を届けることである。

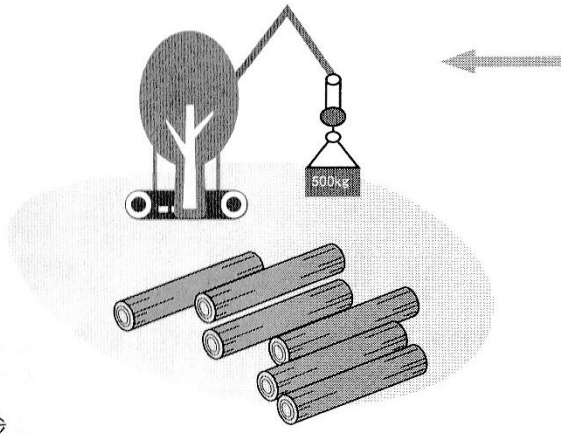
住宅には設計図面があり、建築部材はプレカットされるため、サイズと数量はあらかじめデータ化されている。これらの製材品をつくるのに必要となる丸太のサイズと数量の情報を、林業の生産現場と共有する仕組みをつくることはできそうである。林業生産が見込み生産から需要側の注文に対して丸太を生産するマーケットイン型に転換することが、収益性の高い生産活動につながるのではないか。

新しいスタンダード　新しい可能性

林業機械のコンピューターに搭載されているソフトウェアは、製材用、パルプ材用、バイオマス燃料用などへの原木の造材作業を支援します。 林業機械とやり取りするデータのほとんどは、林業セクターのスタンダードである StanForD に従って取り扱われています。StanForD は林業機械からの生産報告データや稼働状況報告データ、測材精度管理データの記述形式を定めています。

StanForD2010 によって、林業セクターは近代的な IT 技術や情報活用のニーズに対応することが可能です。

StanFord2010 の新しい構造やフォーマットは、林業セクターにとって、より制御しやすく深い分析を行える新しい有力なツールとなっています。StanForD は XML フォーマットを使用しています。



伐採現場の作業管理

新しい StanForD2010 はフレキシブルな伐採作業のコントロール（管理）を可能にします。この伐採作業の条件、製品や用途の変更はいつでも、たとえ伐採の最中であっても可能です。さらに生産の小さな条件の変更であっても可能です。

原木の生産報告

ハーベスターからの生産報告は原木ごとのデータ（原木１本 １本についてのデータ）なので、伐採作業を行う林業会社や製材工場などの需要者の細かな要求に応じて集計・分析することができます。将来は丸太ごとの個別データとして報告されるでしょう。ハーベスターからの詳細なデータは木質バイオマス収穫量の予測や、密度、心材率、節の位置などの材質の推定のための基礎的なデータになるでしょう。StanForD2010 は地理的情報からのデータを取り扱うことができます。

図表 6-5 「StanForD2010」の機能

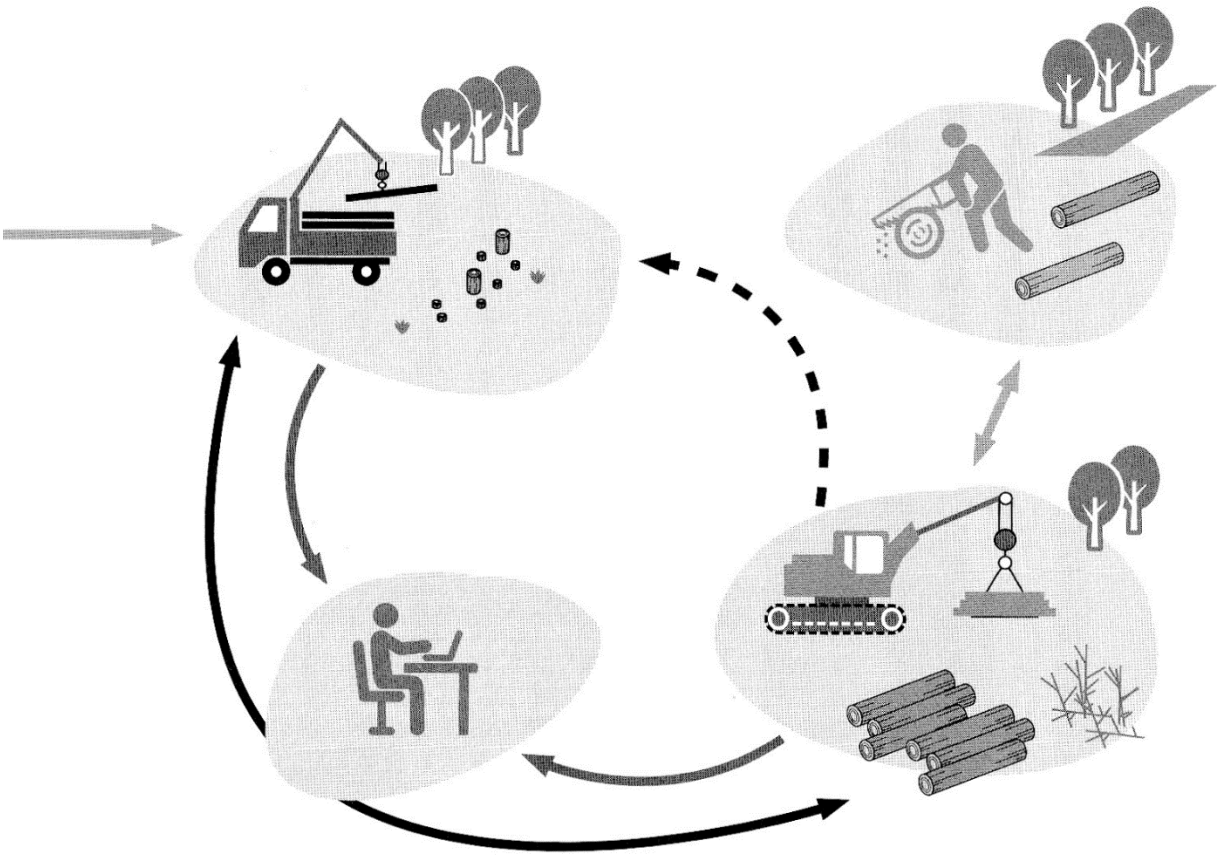
出所：スウェーデンの森林研究所に当たる「SkogForsk」が作成した資料を、国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所が翻訳

これまでの林業は丸太の見込み生産であり、それをどこの誰が買ってくれるのか、あまり関心がなかった。つまり、丸太をつくるまでが林業の範疇だったのである。しかしそれらの丸太は、製材工場や合板工場あるいはチップ工場で加工され、商品として価格がつけられる。さらに、プレカットを通して建築部材となり、あるいは紙原料や発電用燃料となる。最終的な対価はそれらの需要者から得られる。林業がこれまで聞いてこなかった最終需要者からの要望をきちんと受け入れることが大切である。

従来の国内林業では、採材寸法を 3m か 4m、東日本では 3.65m の長さにするのが普通だった。とこ

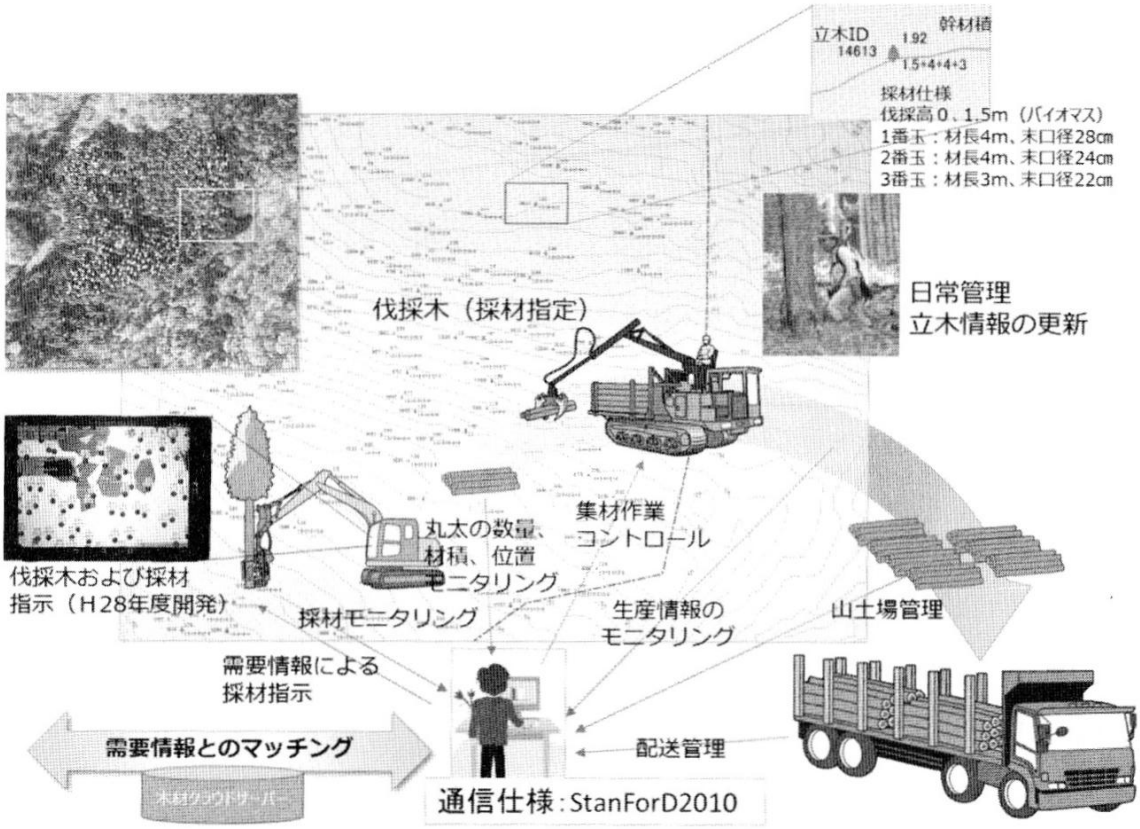
測材精度管理と校正

ハーベスターやフォワーダーが計測した材長や径、重量の精度を保証するために、測材精度の確認手順が定められています。ハーベスターによる計測の測材精度管理では、無作為に選んだ数本の測定データと機械の測定データとの比較も行っています。 独立した検査員による定期検査を、管理システムに組み込むこともできます。フォワーダーの測材精度管理には、重量計測装置の 確認が含まれます。ハーベスターやフォワーダーへの StanForD のメッセージには、計測システムへの校正情報も含まれます。



機械の稼働状況報告

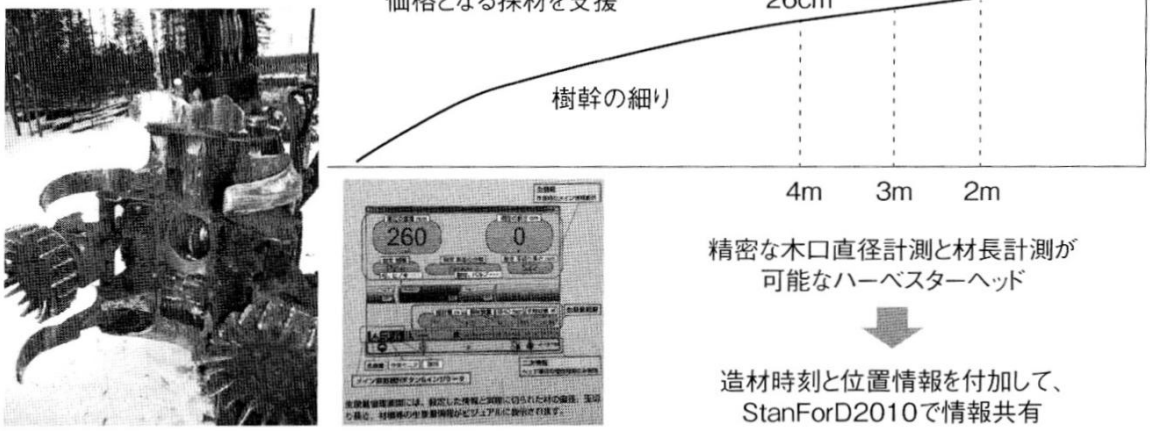
稼働状況のモニタリングは、そのオペレーターと機械による 1 つひとつの工程を個別に記録していくことで行われます。いろいろな種類の作業中断の理由も入力できるようになっています。この稼働状況報告は、伐採作業現場ごとの管理にはなっていません。このようにすることのメリットの 1 つは、例えば、機械を他の伐採作業現場に移動し、また元の場所に戻って作業を始めた時も、稼働状況報告は連続したデータとして扱えることです。異なる時系列における生産量と停止時間を分析することにより、関連する KPI を算定することができ、機械別や伐採作業チーム別の比較を行うことができます。



図表6-6 「StanForD2010」を用いた実務型のシステム
出所：woodinfo

【長級・径級別の素材単価表】

長級／末口径	18 cm	22 cm	26 cm	30 cm	34 cm
2 m	5000	5000	5000	5000	5000
3 m	1万	1万2000	1万2000	1万1000	1万1000
4 m	1万	1万2000	1万3000	1万4000	1万4000



図表6-7 最適な採材を支援する「バリューバッキング」
出所：寺岡 行雄が作成

ろが最近、輸出用丸太には特別な長さのリクエストが来ているらしい。例えば、韓国向けのヒノキ材は2.5m で採材される。またスギでも２×４ 材がつくられ始めているが、基本の長さは８フィート(2438mm)であり、いまは 4m 材のラミナから加工されている。4m 材の残り部分は欠陥部分を取り除いたうえで短材をジョイントし、８フィートに加工するのである。２×４ 材でも最初から 5m や 2.5m で採材していれば、無駄なく利用できる。このような柔軟な採材が求められる。

しかし、林業生産の現場では新しい規格や需要に応えるような「変化」への抵抗が根強い。従来の方式や考え方を変えることが難しいのである。保守的な側面が強く、木材 SCM を導入しようとしても、容易ではない。

とはいえ、省力化や生産性の向上のためにも、新しい技術や考え方の導入が必要であり、取引慣行や流通体制の改革が求められる。これらの「変化」は単に林業における生産や流通の改革ではない。林業・林産業の考え方と仕組みを見直し、木材流通のあり方そのものを変えることに意義があるのである。

こうした「変化」を促すためのルーツとして、ICT は役立つものと考えている。

（出典：塩地博文・文月恵理・高口洋人・松本　晃・酒井秀夫・寺岡行雄『森林列島再生論　森と建築をつなぐイノベーション「森林連結経営」』日経 BP，167-191 頁，2022 年）.

付録２　里山林オーナー契約

安曇野市では、10 年ほど前から始まった安曇野市里山再生計画（通称　さとぷろ。）により、市民ボランティア団体による放置里山林の整備活動を支援しています。しかし活動が盛んになるほど、その市民ボランティア団体が活動する里山林をどのように確保するかが問題となっています。

一方、森林所有者の高齢化により手入れがされなくなった森林や竹林は、林業事業体に整備を依頼すれば解決しますが、その経費の負担から実現せずに、結局、里山の森林や竹林は放置され藪状態になっています。

この市民ボランティアと里山林所有者に係る問題の解決策として、『里山林オーナー契約（または里山オーナー契約）』と呼ばれる「個人や集落が所有する里山林を一般市民に貸し出す貸借契約」があります。この契約は市民農園と同様で、県庁や市役所などが中心となった事務局が仲介して、区画割りした里山林を都市住民の利用希望者に数年間貸し出しを行って「里山林オーナー」になってもらいます。どのような条件で利用してもらうかは、「里山林オーナー」と森林所有者で結ぶ貸借契約（里山林オーナー契約）の内容次第です。この里山林オーナー契約では、森林整備を前提にしたレクリエーションの空間として利用する場合を想定しており、整備手法等が分からない里山林オーナー向けにワークショップも企画されたりします。

森林所有者は、信頼できる仲介者の紹介により安心して里山林オーナーに里山林の利用権を与えることができ、少額の利用料をもらうとともに所有地の管理を里山林オーナーに任せることができます。

里山林オーナーになった都市住民は、森林所有者に少額の利用料を支払った上で、契約の範囲で里山林を利用することができます。たとえば、伐採した樹木によるキノコ栽培や竹林でのタケノコ採りなどを楽しみながら、里山林保全活動等のレクリエーションの醍醐味を味わうことができます。

○　里山林に興味を持っても、森林整備に係りたいと思っても、関われる里山林がなければ始まりません。

○　特定の里山林の管理者になることで、里山林との係りが自分ごと・生き甲斐になります。

○　ですから、自分がオーナーとなる里山林をぜひ持ちましょう。

幸い、私有林としての雑木林や竹林は小面積で里の近くにあり、少人数で整備可能です。その所有者が見つかれば、「里山林オーナー契約」を打診してみましょう。

話がまとまれば、今度は仲間を集めて同好会をつくり、少しずつ整備方法を勉強しながら、ゆっくり安全に整備を進めてはいかがでしょうか。

里山林オーナーになることは、どんな方にも自然の中での健康増進法の一つとして魅力的だと思います。

香川県の事例

私有地における里山林の保全を推し進めるための有効な施策として、このような里山林オーナー契約を取り入れる自治体が増えています。特に、放置竹林の拡大に手を焼いている西日本での事例が多く、そこで香川県の事例を紹介します。

この事業は、一定の利用料を支払っていただき、5 年間 1 区画（約 1,000 平方メートル）の里山林のオーナーになって、楽しみながら森林づくりを体験していただくものです。

■オーナーになることができる人は？

森林づくりに興味のある方なら誰でもなれます！

■里山のオーナーになってできることは？

区画内で指定された立ち木以外の木を切り出して、自由に利用することができます。

伐採した木を利用して原木きのこ（シイタケ・ナメコ類）の栽培ができます。

自然の材料を使ったクラフト作りが楽しめます。

誰にも邪魔されず、思いきり森林浴などの森林レクリエーションが楽しめます。

そのほか、楽しみ方はあなた次第でいろいろです。

■禁止される事項は？

廃棄物等の投棄、営利目的の利用、周辺住民への迷惑行為、指定地外での焚火、動物の飼育、生態系を変える可能性のある行為などは出来ません。

■木を切る方法やきのこの栽培方法など知らないのですが？

オーナーを対象とした講習会が開催されます。

■利用料等はいくら？

1 区画（約 1,000 平方メートル）で年間 5,000 円または 2,000 円の 5 年間分（契約期間）となります。

利用料には管理費が含まれます。

管理費に要する経費とは・・・

1 巡回管理（月 1 回）

2 隣接する区画等境界の管理

3 管理道駐車場等の共同施設及び共用資機材の維持管理

4 その他、提供者とオーナー、両者協議のうえ認めた事項

年間 5,000 円の地区【森林所有者が管理する】

2,000 円／年・・・森林所有者に対する利用料

3,000 円／年・・・森林所有者が管理をする報酬

年間 2,000 円の地区【オーナー会が管理】

2,000 円／年・・・森林所有者に対する利用料

（出典：里山オーナー制度｜香川県，https://www.pref.kagawa.lg.jp/rinsei/satoyamaower.html，2025 年 4 月 1 日アクセス．）

次に、私が里山林オーナーとなった安曇野市での里山林オーナー契約の事例を紹介します。

里山林の **所有権 と 利用権** **を 分 離**	里山林の所有者と利用者は、 安曇野市(耕地林務課)の **仲介** のもと **里山林の保全と活用を前提に** **『 利用契約 （ 里山林オーナー契約）』の締結** ー　原則５年間の継続利用　ー

（里山林所有者の利点）　放置している雑木林や竹林などの今後の整備について、安曇野市に相談できる。
話がまとまると、放置している林を一般市民に利用してもらうことにより、**整備が行われる**。
利用の内容・期間は契約事項に明記されるので、**貸しても安心**。

（里山林利用者の利点）　契約事項の範囲内であれば、オーナーおよびオーナーが許可した者は、
「森林整備の体験」「森林浴」「伐採木・竹 の利用」「山菜やタケノコ採り」などの
里山林の保全と活用を楽しみながら行うことができる。

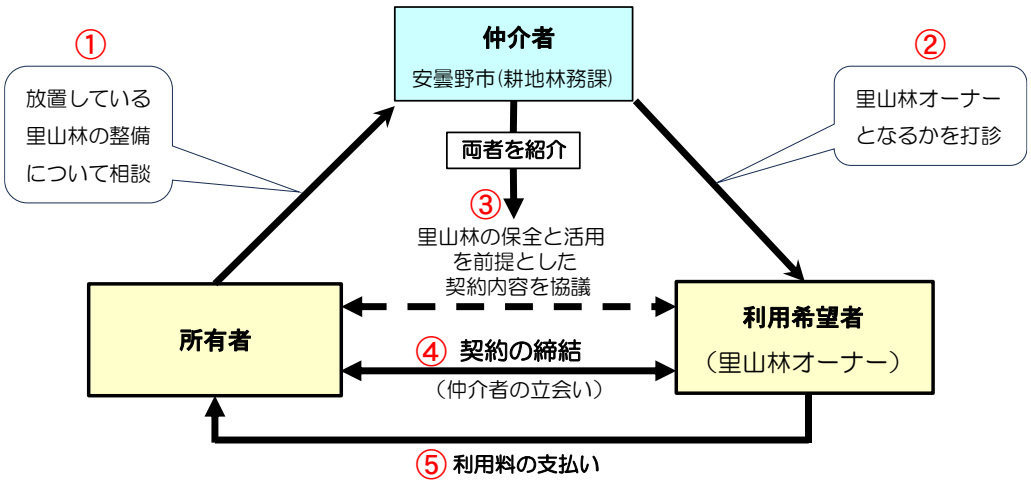


図　　里山林オーナー契約までの手順

里山林オーナー制度の対象となる「里山林の条件」

- ○　対象林は、**区画が明らかで 豪雨災害等の心配のない山** であること
- ○　現地までの **道路が明瞭** であり、**駐車できる場所が確保** されていること
- ○　近隣の山林所有者や住民には、**里山林オーナーによる利用が周知**させていること

付録３　レジャー林業

子曰、知之者、不如好之者。好之者、不如楽之者。

東京の奥多摩の荒れた・放置された針葉樹人工林のみを対象とした「育林」作業を、楽しいからやっているので、「レジャー林業」をしているのだと言っている方がおられます。私は、この方の「レジャー林業」という考え方に共感しています。私も、「楽しい」から里山林オーナーとなって気が向いた日に一人で竹林整備を行っています。また樹木の伐倒は一人では危険なので、同好会を作って雑木林の整備を行っています。こうした活動を通して老後の健康維持を図り、また地域の環境整備に貢献している実感を得ています。

「レジャー林業」は馴染みのない言葉ですが、ぜひ皆さんにも知って欲しいので紹介します。

山仕事で遊ぶ、「レジャー林業」だ！

この後、私は「レジャー林業」という言葉を使うようになります。山仕事を手伝うとかではなくて、サッカーや野球をやるように山仕事で遊ぼうという感覚です。

現在、「森林ボランティア」という言葉が、広く使われています。「浜仲間の会」も森林ボランティアの１つと見られることが多いのですが、私自身は、森林ボランティアだとは思っていません。あくまでも山仕事で遊ぶ、「レジャー林業」だと言い続けています。「ボランティア」という意識は、当時ぜんぜん浮かびもしませんでしたし、今でもそうです。

「森林ボランティア」も「レジャー林業」も変わりがないじゃないかとよく言われます。でも私は、「ボランティア」という言葉が持っている「誰かの・何かのためにしている」というニュアンスには違和感があるのです。もともと私は、ボランティア活動をやろうと考えて山仕事を始めたわけではありません。自分がやりたくて、楽しみたくて山仕事を始めた。その出発点(原点)を大事にしたいのです。

大上段に、日本の森林を守るとか、きれいにすることを目的にしているならば、「森林ボランティア」でもいいでしょう。そういう人達が増えていることを、否定したくはありません。でも、私の場合は、森林という遊び場で山仕事をした結果、たまたま山がきれいになったこともある、本当にその程度のことしかできていないのです。

森林を守り、きれいにすることが目的ならば、月に１回くらいの活動では少なすぎるでしょうし、より大面積の森林を手がけるようにしなければならないと思います。当然、作業効率を上げなければならないし、チェーンソーは必需品になるでしょう。チェーンソーを使えない人はいらないという考え方が生まれてくるかもしれません。そうなると、私が山仕事を続けるきっかけとなった「楽しさ」が、だんだん失われていくような気がするのです。

やはり、私は、森林で楽しく遊ぶこと、人と楽しく遊ぶことをまず大切にしたい。その結果、山(林業)のことを考える人が増えたり、山がわずかでもきれいになれば、それはそれでいいことだと思います。でも、私のように休日を利用して山に通うだけの人間に、果たしてどれだけのことができるのだろうか。

そう考えると、私の続けている山仕事の目的は、日常生活では得られない「遊び」を求めていることに尽きるのかもしれません。だから、「レジャー林業」という言葉が、私にはもっともふさわしいと思っているのです。

（出典：羽鳥孝明『遊ぶ！レジャー林業　都市からみえる森林（やま）がある』日本林業調査会，20-22 頁，2001 年.）

一方、林業のプロから森林整備ボランティア活動はどのように見られているかを紹介します。
ボランティアが戒めとすべき内容です。

プロとボランティア

近年、日本では各地で森林ボランティアの活動が活発に行なわれている。行政機関が積極的な支援を行なっている例も多い。さまざまな立場の人が、森に入って具体的な現状を知り、森で汗を流すことに喜びを感じることは、純粋に素晴らしい。

私は、拙著『森づくりの明暗』のなかで、森林ボランティアの活動に対して、見方によってはやや批判的とも受け取れる記述「ボランティア幻想」を書いた。

その内容をごく大雑把に説明すれば、日本にはかなりの数の森林ボランティアがいるけれど、荒廃した日本の森林をすっかり再生、復活させるためには、質量ともにあまりにも無力である。だから、あまり「奉仕」を強調せず、森の作業を積極的に「楽しむ」ことに集中した方がよいのではないか、というものだ。

なぜ、そんな風に書いたのかといえば、森林ボランティアの全国的な取りまとめ役をしている人たちの中に、「日本の森林問題はボランティアの活動によって解決可能で、もうプロが汚い格好で汗を流して山仕事をするような時代ではない」といった考えを持っている人がいる様子を感じたからだ。

だから私は、森林ボランティアの活動だけでは日本の森林荒廃を食い止めることは無理であることを、具体体的な数字を示して説明した。ただでさえプロがまともに食えない状況があるなかで、ボランティアだけですべてが解決するという話が一人歩きしてしまえば、プロを取り巻く状況がさらに悪化してしまう危険を強く感じたのである。

森林ボランティアを対象としたある書物には、今や市民が森林ボランティアに参加することは「一種のステータス」なのだと書いてある。この著者にとっては、道具などの選択に際しても、いかに他人から格好よく見られるかが一番重要な要素らしい。

彼らの主張を私なりに読み解くと、市民ボランティアやそれを取りまとめるインストラクターは「皆の尊敬を集める格好のよい人」で、地下足袋を履いて汗まみれで働く作業員は「肉体労働で食いつなぐ格好の悪い人」という分かりやすい図式が浮かんでくる。

つまり彼らは、森林に関係する労働力のなかに、公務員や学者を中心とする上部階層と実際に汗を流す下部階層が存在することを敏感に感じ取り、「自分達はあくまでも上部階層の一員として森に関わっているのだ」と主張したいのではないだろうか。

最近では、市民ボランティアたちの影響を強く受けたプロもいる。市民の指導者や若いプロの中には、頭の先からつま先まで、どこの国の者か分からない今様の作業ファッションに身を包み、そのことに酔いしれている者も多い。

彼らが、日本の伝統的な作業ファッションを嫌うのは、それが日本の森林作業者が置かれている下層の立場を象徴するファッションだからだ。

つまり、外国風の作業ファッションで完全武装することによって、「自分達は下層の人たちとは別の人種です」と主張している訳だ。だから彼らは、危険であるとか何とか理由を付けて、地下足袋などの伝統的スタイルを排除する傾向がある訳だ。

そのように考えてゆけば、市民ボランティアを取り仕切っている人たちの一部が、プロの作業者に対して不当に低い評価を下したり、やや侮蔑的な発言などをする意味がよく理解できる。

役人や学者にも、プロの立場をよく理解しようとはせず、市民ボランティアの立場に寄り添う者が多いことも、同じ理由で説明できるだろう。上部階層の住人である役人や学者は、下部階層のプロよりも、同じ上部階層に属する市民ボランティアとの間に、より強い親近感を覚えてしまう訳だ。

最近では、森林ボランティア団体を取り仕切る一部の人たちが、全国の森林ボランティアグループをその「技術力」などによって「ランク付け」して評価しようという動きもあるらしい。

いやはや、何という末期症状であろうか。どうして日本人はこうまでして階層格差や他人の評価を好むのだろう。

もしかすると、子供時代に厳しい偏差値教育を受け、さらにサラリーマンとして長年他人の評価を気にし続けてきた人は、遊びや趣味にさえも、成績や評価がないと十分な満足感が得られないのかも知れない。

実際には、日本の森林・林業技術は、プロの分野でさえもかなり危うい状況である。だから、プロやプロ希望者の技術レベルを底上げすることこそ、今後の日本が本気で取り組まなくてはならない重要な課題なのだ。

したがって真に重要なことは、いかにして本物のプロを育てるかという問題なのである。本格的な技術者育成システムさえ機能すれば、市民の希望者もプロの卵と一緒に、森に関する高度な知識と作業技術を学んでゆけるはずなのだ。

そして一番重要なことは、森林に関係する労働環境のなかの格差を一切消滅させることなのだ。森林に関する仕事を、知識労働と肉体労働に分離して、社会的地位や収入に格差を付けることなど、まったくもって無意味ではないか。

森の分野で働く人たちの間に、最初から階層格差など存在しなければ、プロと市民がお互いに違和感を抱くことはなかったはずだ。市民は存分に森の作業を楽しめばよい訳で、「ボランティアが日本の森を救う」などと言い出す人もいないだろう。

市民ボランティアのなかには、プロに憧れを抱いている人もたくさんいる。多くの場合、彼らをボランティアの立場に留めているのは、プロの社会的地位や収入が極端に低い現状があるからなのである。

本来ならば、遊びで満足できなくなった市民は早速プロになればよい訳だ。大好きな仕事をして十分な収入を確保できるなら、その方が断然話が早い。それは、プロと市民そして森林の、三者すべてにとって大いに歓迎できる話なのだ。

つまり、森林労働環境における格差の存在が、プロと市民との間に不必要な壁をつくり、その結果お互いに大きな不利益をもたらしている。そしてその格差は、日本の森林や林業を駄目にしてしまった元凶そのものである可能性さえ高いのだ。

多くの市民が、森林ボランティア活動によって日本の森の現状を知ることは実に有意義なことである。

私は、森林ボランティアグループの「ランク付け」に違和感を覚えるのであって、森に関わる個人やグループの技術が向上し、作業の安全性が高まることにはまったく異存はない。そう、自らの技術が徐々に向上してゆくことも、森林作業の大きな魅力の一つなのだ。

森林ボランティアとして森に関わる方々には、心より熱いエールを送りたい。ただし、日本の森林を本格的に再生するためにはプロの働きが重要なのだという点は、是非忘れないでほしい。

日本の森林は、多くの人の手を欲している。プロと市民がお互いに反目し合うような状況は、まったくもって無意味である。日本人は、お互いに協力し合って、健康で快適な森をどんどんとつくり出してゆくべきなのだ。

（出典：内田健一『森を育てる』川辺書林，404-407 頁，2007 年.）

付録４　薪ストーブにまつわる留意事項

長野県では、薪ストーブの利用が増加したきっかけと考えられているのは、2011 年の東日本大震災と東京電力福島第一原発事故だそうです。エネルギー源の多様化が意識されるようになった背景から、また停電でも使える薪ストーブを設置する家庭が増えたようです。その後、一旦落ち着いた後、コロナ禍で移住が増え巣ごもり生活が続いたためか、薪ストーブに関心をもつ人が増え、ふたたび増加傾向にあるようです。薪ストーブの購入に補助金を出す自治体もでてきました。

一方、薪ストーブの経済性は、2021 年４月の記事では次のように評価されており、薪は決して安いものではありません。

> また、コスト面では石油にかなわない。木平さんによれば、含水率 15%の薪の発熱量は 15.2MJ／kg、dld の配達薪（長さ 45cm）は約 7kg で 352 円（税込）だから、エネルギー単価は 352 円÷7÷15.2＝3.31 円／MJ となる。一方、灯油の発熱量は 36.7MJ／L、市場価格を 80 円／L とすると、80 円÷36.7＝2.18 円／MJ という計算になる。薪は、石油の約５割増だ。
>
> 一利用者としては、コストが灯油よりもいくらか高くても、薪ストーブから得る「暖かさ」は捨てがたい。とはいっても、コスト高を見過ごすわけにもいかないから、「無料」の薪を増やすことで、平均コストを小さくしていきたい。知り合いや貯木場から薪をもらう量を消費量の３分の１くらいにすれば、灯油と同じくらいになるだろう。
>
> （出典：三島　勇「「脱炭素」にどうつながるのか？薪ストーブと地球温暖化の意外な関係　薪づくりが森林の機能強化に役立つ!?」，https://gendai.media/articles/-/81918，2025 年８月 24 日アクセス．）

薪ストーブの販売促進の殺し文句に「薪は３回暖めてくれる（薪を割り、積み、燃やす――。そのたびに体を暖めてくれるのだ）」があります。森林整備ボランティアには薪炭林で薪用原木の伐採まで行い、４回温めている方が多いようで、空調機器や石油ストーブといった暖房器とは違う「心を温めてくれる暖房器」として普及しているようです。

「薪はカーボンニュートラルである」とは本当か？

地球温暖化への関心から、薪はカーボンニュートラルであることが注目されていますが、本当でしょうか。

薪ストーブを使っているある方は、

> 薪は木を伐採して作られます。そして木は十分な大きさになるまで空気中の二酸化炭素を吸収して育ちます。吸収した二酸化炭素は、燃やした時に再び空気中に排出されますが、さらにその二酸化炭素を吸って木が育つというサイクルができあがっており、結果的に地球上の二酸化炭素の量は変わることはありません（カーボンニュートラル）。また、木は伐ってもまた芽吹いて、半永久的に再生を繰り返すことができる、とても貴重な資源です。一方、石炭や石油、ガスなどの化石燃料は燃やせば大量の二酸化炭素を発生し、地球温暖化を引き起こします。また、一度使ってしまったら再生することはできません。

と力説していました。

一方、2015 年に採択された国際的な気候変動対策の枠組みであり、温室効果ガス（とくに二酸化炭素）の削減を目指しているパリ協定では、「各国は 2050 年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロにする」ための長期的な戦略を策定することが求められています。つまり、現在から 25 年後の 2050 年までの地球上の二酸化炭素の量を問題にしなければなりません。ですから、カーボンニュートラルの根拠として「結果的に地球上の二酸化炭素の量は変わることはありません」ではなく、「薪を燃やしても、**現在の**地球上の二酸化炭素の量は変わることはありません」と言えなければなりません。

具体的には、「**現在の**地球上の二酸化炭素の量を増加させないために、**現在の**森林の成長量以下の量だけ伐採して薪に使っているので、さらに伐採後の森林に対して植林・育林等の適切な施業を行うことによって伐採前の状態に森林を回復させているので」という**前提**が守られているときに限り、「その森林から得られた薪はカーボンニュートラルである」と言えます。カーボンニュートラルの薪を使いたい方は、この**前提**が守られているという森林認証マークの付いた薪を入手して、使いましょう。とはいっても、私は森林認証マークの付いた薪を見たことがありませ。たぶん、存在しないと思います。

ではどうするか。自分で、購入している薪がどのように生産されているかを調べるしかないと思います。

胸を張って薪ストーブを使いたい・カーボンニュートラルの薪を使いたい方は、「自分の薪が、どの山から、どのようにして伐採され、伐採後の山はどうなっているのか」を薪の購入先から教えてもらって自分の目で確かめるのがよいと思います。調べることは大変な苦労でしょうが、森林がぐっと身近な存在になるのではないでしょうか。

薪は地産地消が原則

森林に係る二酸化炭素についてのみを話してきましたが、実際には、薪の輸送に用いるトラックからでる二酸化炭素もばかになりません。輸送時の二酸化炭素を低減させるためには、森林から生産された薪用の原木は、その森林のなるべく近くで薪に加工（薪割り・天然乾燥）され、その薪加工の場所からなるべく近くの薪ストーブ利用者に届けられることが理想です。

つまり、温室効果ガスである二酸化炭素の低減を目指すならば、薪は地産地消が原則です。なお、伐採時には化石燃料で動くチェーンソーを使わずに、手鋸を使えば完璧です。

地元の森林からの薪は、地域の雇用を生み出し、地域の経済活性化に寄与します。また、地域内での薪の自給自足を促進することで、石油等の化石エネルギーの移入依存度を低減できます。暖房や調理において前述の「カーボンニュートラルな薪」を利用することで、石油やガスの使用量を減らし、二酸化炭素の排出を抑えることができます。

薪ストーブの健康への影響

薪の燃焼効率は化石燃料と比較して低く、高効率の薪ストーブを使用することで燃焼効率を改善することは可能ですが、それでもガスや電気の効率には及びません。効率の低さはエネルギー消費量の増加を意味し、結果として環境負荷が増大することになりますので、この点を理解した上で薪ストーブを使いましょう。

また、健康への影響も理解して、注意して薪ストーブを使いましょう。

薪ストーブ・ペレットストーブの環境にやさしい使い方5か条

1. よく乾いた無垢の燃料を使いましょう
2. 熱効率の高いストーブを選び、正しく設置して性能を発揮させましょう
3. 可燃物からの離隔距離を守って、火事を起こさないよう注意しましょう
4. こまめに清掃し、シーズンオフには点検しましょう
5. ストーブの煙や臭いがご近所の迷惑にならないようにしましょう
   煙突や排気筒の先端は窓や人から十分離して

木質バイオマスストーブ（薪ストーブ、ペレットストーブ）の排ガス成分と健康影響

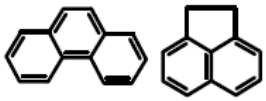
木質バイオマスストーブの排ガスは、室外に排出されるだけでなく、窓や機器の隙間などを通して室内にも侵入するため、排ガス成分による健康への影響をよく理解し、家族の健康を守る必要があります。不完全燃焼時の排ガスやスス、チヤー(炭化物)、タール等にはVOC、PAH、PM、CO等の有害な成分が多く含まれます。このため良好な燃焼状態を保つことが重要です。

また、木質バイオマスの由来によっては有害物質等（硫黄、窒素、塩素、ヒ素、カドミウム、クロム、銅、鉛、水銀、ニッケル、亜鉛、鉄、アルミニウム、塩化ナトリウム、窒素、フッ素等）を含む可能性があります。

各成分の概要と健康への影響を以下に示します。

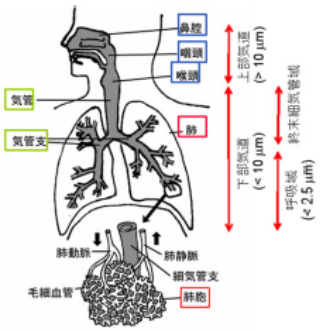
VOC (Volatile organic compounds)
揮発性有機化合物の総称。光化学オキシダントおよび浮遊粒子状物質（SPM）の二次生成粒子の原因物質とされているほか、発がん性など人体に有害な影響を及ぼすものもある。

PAH (Polycyclic aromatic hydrocarbons)
多環芳香族炭化水素の総称。皮膚や呼吸器系、膀胱、肝臓、腎臓に刺激を与える物質が多く、発がん性、変異原性、催奇形性を持つものもある。



フェナントレン　アセナフテン

PM (Particulate matter)
粒子状物質。呼吸器疾患、循環器疾患および肺がんの疾患に関して、総体的に一定の影響を与えるとされる。



CO
一酸化炭素。血液の酸素運搬能力を下げ、一酸化炭素中毒を引き起こす。

SOx、NOx、HCl
燃料中の硫黄分で発生するSOxや窒素分で発生するNOx、塩素分で発生するHClなどは、いずれも呼吸器系などに刺激を与える。また、機器の腐食を起こす。

ダイオキシン類
塩素を含む物質の不完全燃焼で発生し、重金属が触媒となって生成量が増加するダイオキシン類は、細胞のがん化を促進する作用（プロモーション作用）があるとされているが、中にはそれ自体に発がん性があるものもある。

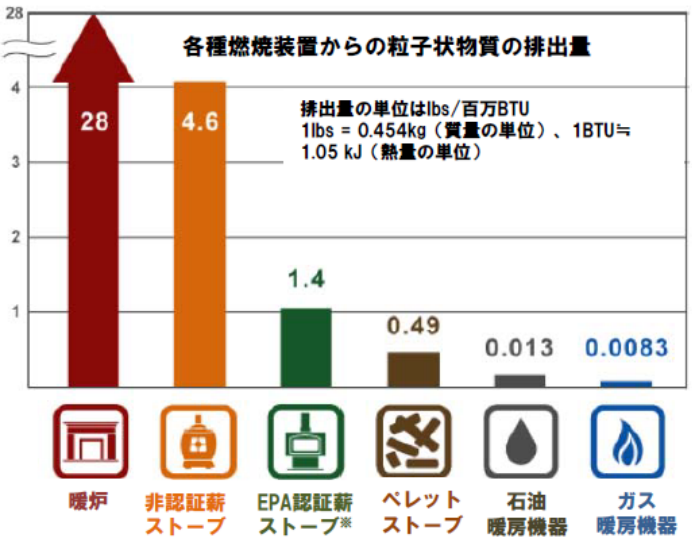
重金属
重金属を含む燃料の燃焼では、排ガス中に重金属が含まれ、これを摂取すると健康に悪影響を及ぼすことがある。

木質バイオマスストーブは、石油ストーブやガスストーブに比べてPM（粒子状物質）の排出が多いとされています。PMは燃料の未燃分なので、燃焼性能の良いストーブは排ガス中のPMが少なくクリーンです。

なるべく燃焼性能の良いストーブを選びましょう。目安としては、熱効率が薪ストーブで60%以上、ペレットストーブで70%以上（LHV）の機器をお勧めします。

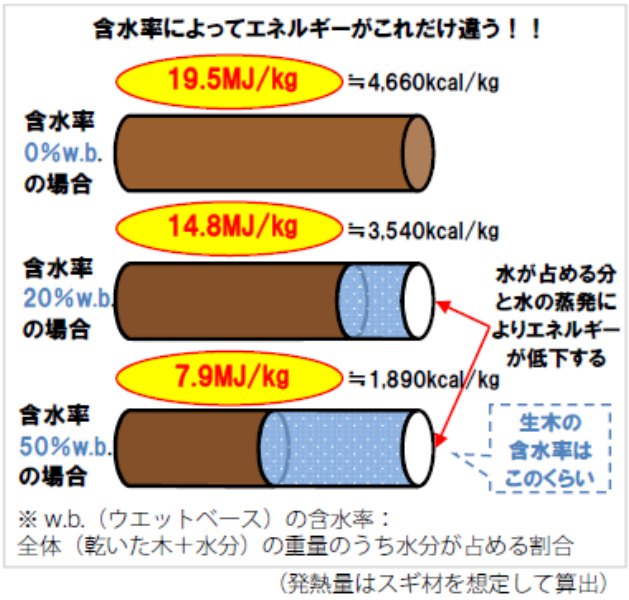
※アメリカEPA（環境保護局）の定めるPM、熱効率の基準を満たし認証された薪ストーブのこと。アメリカでは、多くの機器がこの認証を受けています。

出典：Subpart AAA -- Standards of Performance for New Residential Wood Heaters, DRAFT REVIEW DOCUMENT, Prepared for USEPA, EC/R Incorporated (2009)



含水率

十分に乾燥した燃料を使いましょう。下図に示すように、燃料の含水率が高いと、燃料中の利用可能なエネルギーが低くなります。また、含水率が高いと不完全燃焼が起こりやすく、PM やPAH、VOC、COなどの有害物質等を含む排ガスがより多く放出されることとなります。



（注）薪を天然乾燥させた場合の含水率は、ウェットベース 20%（＝ドライベース 25%）程度である。

（出典：「木質バイオマスストーブ環境ガイドブック　～薪・ペレットストーブの環境にやさしい使い方～」環境省，平成 24 年８月，2012 年.）

薪は乾燥させるほど、良好な燃焼状態を保つことができ、熱効率の高まりと排ガス中の有害成分の減少に結び付きます。

環境にやさしい薪ストーブの使い方の第１歩は、前述の「カーボンニュートラルな薪」を購入して、「十分に天然乾燥させた薪」を確保することです。

あとがき

私は、国と地方自治体からおよそ7割の補助金を得て行われる針葉樹人工林の育林・伐採・再造林作業は、それを生業とする林業事業体に任せ、森林整備ボランティアは、地権者と「里山林オーナー契約」を結ぶことができた一部の放置里山林を対象に活動するのがよいと考えています。このような考えから、「質・安全・楽しさ」を求める放置里山林整備のボランティアに向けて執筆したつもりです。

私の「質・安全・楽しさ」とは、

質　：目指す森づくりとは何か、取り入れるべき技術情報はないか、を常に考えている。

安　全：伐倒作業は複数人でお互いに注意し合いながら行い、ロープで牽引することにより伐倒方向を制御して行う。大径木などの伐倒が難しい場合は、保存するかプロに依頼して対応する。

楽しさ：楽しいから、好きだから活動する。

手鋸を使って静かなゆとりのある作業環境下で、仲間とわいわいやりながら“親林”整備の作業をする。

といったことです。特に「質」を担保するための技術情報として、私は「照査法による天然更新択伐林施業」に興味があります。照査法による調査データを用いれば、整備対象林のＪ－クレジット制度（省エネ設備・再エネの導入や森林管理等による温室効果ガスの排出削減・吸収量をクレジットとして認証する制度。2013 年度からスタート。）の認証も視野に入り、森林整備への資金循環が期待できるのではないか、と夢想しています。

書き終えてみると、根拠資料を十分に示すことができず、書店やインターネットで手に入る書籍・文献からの抜粋を羅列しただけの羊頭狗肉の内容となってしまいましたが、私のレジャー林業を始めて６年間の成果・記録として敢えて公表いたしました。今後も体力の続く限り里山林オーナー契約で借り受けた竹林・雑木林のレジャー林業を続け、新たな知見を加え、誤りを正した改定版を出してゆきたいと思っています。

この改定版では、初版にはなかった「森林経営・森林施業の基本原則」と「間伐木の選木方法」を加筆しました。

蛇足ですが、チェーンソーを使わない「手鋸での伐倒作業」によって、保険料が低額で傷害・賠償責任の補償金額が大きい全国社会福祉協議会の「ボランティア活動保険」に加入できます。自己責任を旨とするボランティアには、心強い補償が得られます。手鋸での伐倒作業を推進するため、姉妹編として「**森林整備ボランティアのための手鋸による安全な伐木作業教本(私家版)＿2026 年改定版**」も執筆していますので、一読していただければ幸いです。

2020 年 3 月に退職して安曇野市に移住してすぐ、安曇野市里山再生計画（通称　さとぷろ。）のプロジェクトの一つである「さとぷろ。学校」の受講生となり、その後もスタッフとして係わり多くのことを体験し学びました。仲間もつくることができました。その後、里山林オーナー契約で活動範囲を広げてさらに経験・学習し、このように６年間の成果・記録をまとめられたことは、森林整備の楽しさを教えてくれた「さとぷろ。学校」関係者のお蔭です。ここに深く感謝いたします。

2026年8月30日　安曇野市の自宅にて

堀 江　秀 夫