

# 針葉樹人工林の更新を確実にするためには 技術の適用が欠かせない

造林技術研究所 横井秀一

## 1. 造林研究者の憂慮

本稿では、針葉樹人工林（以下、人工林とする）の更新に関する私見を述べる。それに先立ち、暗くなるような話題で申し訳ないが、筆者の造林研究者<sup>(1)</sup>としての心配事を述べる。それが本稿を記す背景にあるからである。

何が心配かという、林野庁がこのところ進めようとしている森林施業のあり方である。キーワードで示せば、「主伐再造林」と「広葉樹林化・針広混交林化」である。前者は林業を継続しようとする人工林、後者は林業から撤退しようとする人工林に対する政策である。筆者には、理念と技術が欠如したまま進もうとしていると思えてならない。それが憂えの正体である。

### (1) 主伐再造林に対する憂え

主伐再造林でいえば、木材を収穫するために造成された人工林なので、植栽から数十年が経過して、ようやく目的が達成できる状況になった森林を伐採することに異を唱えるつもりはない。ただ、伐採に至る経緯（意思決定の過程）と伐採後の林地の取り扱いにはいくつかの疑問がある。

主伐すると決めたのが山林所有者の主體的な意思であるなら、それでいい。しかし、これが林野庁による推奨に端を発するとなれば、話は別である。本来、人工林施業のゴール（でもありスタートでもある）主伐（多くは皆伐）は、高度な経営判断で決めるものだと思う。多くの山林所有者がそうした経営判断ができないであろうというのが実態だとしても、人に言われてホイホイ伐るものではなかろう。筆者には、林野庁が拡大造林政策の後始末を進めているように思えてならない。

この政策では、伐って（使って）植えるが合い言葉になっているが、半数以上の皆伐地が再造林されずに放置されているのが現実である。林業から撤退するなら、再造林しないという選択は正しいかもしれない。ただし、それには皆伐後に植えなくても森林が再生するという前提があつてのことである。本来、こここのところをきちんと指導する立場にあるのが行政ではないだろうか。造林は天然更新を含めた行為であり、技術である。行政や現場は、もっと真摯に造林と向き合ってほしい。

### (2) 広葉樹林化・針広混交林化に対する憂え

こちらは、主伐再造林とは違う流れでの話である。森林経営管理法により市町村に経営管理権が委譲された森林のうち、将来にわたって森林経営に適さない針葉樹人工林の行く先として示されているのが広葉樹林化・針広混交林化である。針葉樹植栽後の初期保育で天然更新しようとする広葉樹を徹底的に排除しておいて、今度はそれに戻ってきてほしいなど、なんと身勝手なことかと思っ

てしまう。これも拡大造林政策に対する反省なき後始末ととらえることができる。

ここで問題なのは、その広葉樹林化・針広混交林化の手法を示さず、方向性だけを示していることである。科学的・技術的な裏付けもなく、ことを進めようとする林野庁の悪い癖がまた出た、と思うのは筆者だけであろうか。まずは、なぜ人工林がダメなのか、どうして広葉樹林や針広混交林を目指す必要があるのかが科学的に示されるべきである。その上で、広葉樹林や針広混交林に誘導する技術が提示されるのが本来の姿であろう。

先に述べた主伐後の再造林放棄の問題も、意図的ではない広葉樹林化という視点で捉えることができる。

## 2. 人工林の更新技術

批判はこれくらいにして、本題に入ろう。理念と技術は森林施業の両輪ではあるが、ここからは技術に絞って話を進める。理念の話を入れ込もうとすると森林所有者や林業事業者、さらには行政がかかえる課題に触れざるを得なくなり、それをしながら技術論を展開するのは、筆者には荷が勝ちすぎている。

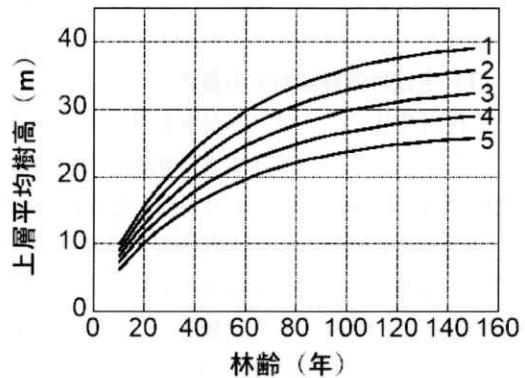
### (1) 人工林皆伐後の人工更新

植栽による針葉樹人工林の施業技術は、不確実性が伴う更新作業において、唯一と言ってもいいほど確立された技術である。造林樹種と生産目標（どんな材を生産するか）に対応する人工林施業体系が存在することは、日本林業が世界に誇れることの一つである<sup>(2)</sup>。まずは、改めてこのことを認識しておきたい。

さて、人工林皆伐後の人工更新、いわゆる主伐再造林では、拡大造林にない利点がある。それは、伐採する森林の情報が造林に活かせるという点である。どんな樹種を植えればいいのか、次はどんな施業を展開すればいいかを定める上でのヒントがそこにある。

まず着目したいのは、地位である。このとき活用したいのが、地位級別樹高成長曲線（以下、樹高成長曲線とする）である（図-1）。民有林の樹高成長曲線は、都道府県ごとに作られているはずである。この図は、その都道府県での主要造林樹種ごとに作られている。現実林分の林齢と上層平均樹高（以下、樹高とする）をプロットして、林齢に対して樹高が上位のもの、中位なもの、下位ものを結ぶように引かれた曲線が樹高成長曲線である。岐阜県のスギやヒノキでは、上位と中位、中位と下位の間に曲線が引かれ、全部で5本の曲線からなっており、これが岐阜県民有林におけるそれらの樹種の地位級を示している（図-1）。

(a) スギ人工林



(b) ヒノキ人工林

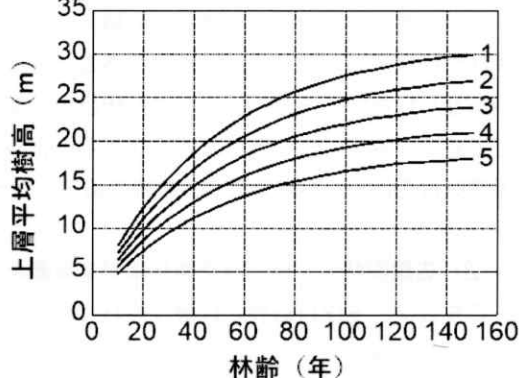


図-1 岐阜県民有林の地位級別樹高成長曲線  
図中の数字は地位級を示す。

拡大造林を進めた時代には、造林樹種の植栽適地かどうかを判定する技術が弱く、適地判定の技術開発を進めながら（その完成を待たずに）造林面積がどんどん拡大した。その結果、適地ではない場所にも人工林がつくられた。それが地位級の低い曲線（例えば地位級5や4）を形づくっている。もし、当時に適地判定技術が整っていたら、また、造林に対してもっと慎重になっていたら、これらの曲線はもっと上の方に位置する、すなわち地位級1から5までの曲線の範囲はもっと狭くなっていたはずである。

樹高成長曲線を使えば、伐採時の林齢と主林木の樹高から、その樹種にとってこの場所が適地だったかがわかる。この情報は、主伐後に植栽する樹種を選択に役立つ。地位級1-3であったなら同じ樹種を選択すればいいが、地位級が4や5であったなら樹種を変更したり、そもそもの主伐するかどうかを考え直したりする必要がある。

立地に依存する病気が発生していれば、それも植栽樹種を変えた方がいいという根拠になる。スギの適地に植栽されたヒノキのトックリ病（図-2）や、寒冷地や多雪地に植栽されたヒノキの漏脂病（図-3）などがそれである。こうした病気が出ている造林地では、同じ樹種の植栽は避けるべきである。



図-2 ヒノキのトックリ病



図-3 ヒノキの漏脂病

## (2) 人工林皆伐後の天然更新

主伐後に植栽しない場合は、天然更新による森林の再生を担保してのことではないであろうから、それは伐り逃げと言われてもしかたがない。大方の主伐は森林所有者の意思のもと、あるいは同意を得て行われているはずなので、この伐り逃げは森林所有者と伐採事業者にあてはまる。伐り逃げにならないためには、伐採前に天然更新の可能性を検討して、その結果に応じた対策を講じることが求められる。

日本の針葉樹造林樹種は伐採後に萌芽再生しない。広葉樹は萌芽再生する性質を持つが、更新を担うような高木性広葉樹は、伐採しようとする人工林内にふつう混生しない。だとすると、人工林皆伐後の天然更新は種子からの更新に頼らざるを得ない。

ドイツでは、トウヒ人工林を間伐すると、その人工林に由来する（上方天然下種という）トウヒの実生稚樹や、周囲に生えるモミに由来する（側方天然下種という）モミの実生稚樹が林床に生えることが多い（図-4）。トウヒ人工林の林床がトウヒやモミの種子が発芽するのに適した環境（セーフサイト<sup>(3)</sup>）という）だからこそ見られる現象である。日本の場合、ヒノキ人工林やトドマツ人工林の林床にはそれらの樹種のセーフサイトが存在する場合がある。こうしたセーフサイトが、適切に管理されてきたヒノキ林ではなく、間伐が不十分で林床植生に乏しいヒノキ林に見られることは皮肉なことではあるが。こうした現象を更新技術に応用すれば、ヒノキやトドマツであれば人工林由

来の天然更新が可能であろう。ただそのためには、天然更新を制御するための作業、例えば前生稚樹(図-5)を貯えるための事前の伐採、すなわち傘伐作業における下種伐かそれに類する伐採が必要になる。

カラマツも人工林由来の天然更新が可能な樹種だと考えている(図-6)。ただし、カラマツ林内にはカラマツのセーフサイトがないのがふつうである。カラマツは新しく形成された土壌や裸地に生育する樹種<sup>(4)</sup>なので、その天然更新を狙うなら強めに表土を攪乱することが必要になる。また、カラマツは耐陰性が低いので、林内に前生稚樹を貯めた上で主伐するという前更作業には向かない。周辺にあるカラマツ人工林からの種子の飛散を期待して、皆伐と同時に表土を攪乱させるのがいいだろう。ただし、カラマツは豊作年でなければ種子散布が期待できないので、主伐のタイミングを見極めることが大事になる<sup>(5)</sup>。

上述のように人工林と同一樹種が更新するなら、再生した森林には木材生産機能が期待できるので、目標を針葉樹生産林に置くことも可能であろう。こうした人工林では、積極的に天然更新に取り組むことができるかもしれない。ただし、その可能性を見極め、適切な技術で望む必要がある。もちろん、相応のコストが発生するので、林業を継続する意思がないならこうした作業はしないであろう。可能性があるのにやらないのは、もったいない気がするが。

人工林由来の更新を狙わないのであれば、木材生産を期待しないであろうから、公益的機能、とくに土砂災害防止/土壌保全機能が高い森林を目標にすべきである。当然、更新に成功したかどうかは、目的とする機能が発揮される森林が再生するかどうかによる。

この場合は、周辺の天然生林からの種子に頼ることになる。その樹種はアカマツやモミのこともあるかもしれないが、多くは広葉樹であろう。いずれにしても、主伐しようとする人工林に種子が散布される範囲に種子源(いわゆる母樹)が存在することが必要である。これは、過去に散布された種子が休眠して埋土種子になっていようと、新たな種子が散布されようと、またこれらが発芽して前生稚樹になっていようと、同じことである。

これらにどんな樹種が含まれるかは、伐採前に確認することができる。前生稚樹は、林床を観察



図-4 トウヒ人工林内のトウヒとモミの前生稚樹



図-5 ヒノキ人工林内のヒノキ前生稚樹



図-6 線下伐採地のカラマツ稚樹

すれば確認できる。埋土種子は、土壌の表面部分を採取して、プランターなどに入れた清潔な土の上に採取した土を薄く広げて明るいところに置き、灌水しながら管理して、発芽してくる実生を調べればいい。林内にシードトラップを設置すれば、散布される新鮮な種子を補足して、どんな樹種の種子が散布されそうかを知ることができるが、調査のハードルは少し高くなる。更新の目的樹種となり得る高木性樹種が前生稚樹や埋土種子（これらは過去に散布された種子に由来する）が存在したり、種子散布が可能な範囲に十分な数の母樹が存在したりすれば、天然更新の可能性が高いと判断できる。

ただし、その可能性の判断は、どんな樹種が生えてくれば更新成功と見做すかという、目的樹種の線引きで変わる。さすがにタラノキ・ヌルデ・クサギばかりなら更新と見做さないであろうが、アカメガシワやカラスザンショウのようにある程度の樹高があり、寿命も数十年あるような樹種の場合は、人や場合によって判断が分かれる。これらを目的樹種に含めれば、更新したと言えるハードルはぐっと下がる。筆者としては、安定した森林の林冠構成木になり得る樹種を更新の目的樹種としたいところではあるが。

一方で天然更新を阻害する因子、例えばササ類（図-7）やコシダ・ウラジロ、常緑低木などが伐採予定の林分に存在すれば、皆伐後にそれらが繁茂して、更新が進まないことが予測できる。

天然更新では、このように事前にプラス因子とマイナス因子を把握し、そこから更新の可能性を評価し、それに基づき必要な手立てを打つことが必要である。天然更新の可能性を高める技術を適用したり、天然更新の可能性が低いなら植栽を検討したりする、そして植栽できないなら主伐を断念するくらいのことが、本当なら必要である。



図-7 クマイザサが広がるカラマツ人工林皆伐地

事前の予測や、天然更新の可能性を高める伐採の進め方や更新補助は、林業技術者であれば本来できるはずである。しかし残念ながら、こうした技術を持つ技術者が少ないと考えられ、エビデンスに基づく判断や意思決定、技術の適用がされる現場はほとんどないと考えられる。仮に技術者がいたとしても、技術者が関与しない主伐の現場で、確実な更新のために手間をかけることはほぼ不可能であろう。こうなると技術軽視などという話ではなく、技術不在で済んでしまう現場のあり方が問題である。

### (3) 人工林の広葉樹林化・針広混交林化

林業の採算性が絶望的な人工林を広葉樹林あるいは植栽木と侵入広葉樹との混交林に誘導して林業から撤退しようとするのが、ここで言う広葉樹林化・針広混交林化である。したがって、つくろうとする森林の目的は初めから公益的機能の発揮である。このことを強く意識して、広葉樹林や針広混交林への誘導方法を考えなくてはならない<sup>(6)</sup>。

不成績造林地のように既に針広混交林になっている人工林（図-8）は、そのまま何もしないか、育成する木を選んで間伐すればいい。技術的に難しいのは、植栽木できちんと成林している人工林の取り扱いである。ここに広葉樹を導入するためには、一度、森林を壊す、すなわち林冠木を伐らないといけない。収穫が目的の伐採ではない（実際、収穫できない場合が多いと考えられる）ので、





図-8 不成績造林地由来のスギ・広葉樹混交林



図-9 間伐されたヒノキ林内のツブラジイ

これは更新を目的に木を伐るだけになる。したがって、広葉樹の導入に失敗すれば、単に林を壊しただけで終わってしまう。なんとしても広葉樹を更新させるという、強い意思と結果に対する責任を持たなくてはならない。

人工林をいきなり広葉樹林化させようとするのは、先に述べた人工林の皆伐後の天然更新と同じ話になる。確実に広葉樹が更新するという、よほどしっかりした根拠がないかぎり、皆伐は避けるべきである。

安全なのは、針広混交林を目標に、人工林の一部を伐って、そこに広葉樹が更新してくるかを確認して先に進むという方法である<sup>(7)</sup>。その伐り方は、単木的な強めの間伐、もしくは群状・帯状の間伐がいいだろう。この段階で、森林を大きく壊すことはない。

もし高木性広葉樹が侵入しなければ、この先も広葉樹が入ってくる可能性が低いので、目標を下層植生が発達した針葉樹林（人工林）に変えて、作業を中止する。高木性広葉樹が侵入しなくても、小高木性・低木性の広葉樹なら生えてくる可能性は高い。強めに伐っているので、林冠の再閉鎖による下層植生の衰退も発生しにくい。残った植栽木には間伐による肥大成長の促進により、形状比の低いがっしりした木になることが期待できる。これらにより、土砂災害防止/土壌保全機能を高めることができるであろう。

一方、高木性広葉樹の侵入が確認できたら（図-9）、それを育てる方に進む。侵入した稚樹が大きくなるにつれ強い光が必要になるので、稚樹の樹形を観察しながら、光不足にならないような追加の伐採（受光伐）を行い、稚樹の低木から亜高木、そして高木への成長（進界という）を促していく。侵入した広葉樹が高木にまで成長すれば、その森林は針広混交林と言える。いちど伐っただけで放っておいて針広混交林が成立する、という虫のいい話にはなかなかならないと思う。



図-10 林内の広葉樹の亜高木への進界

#### 4. 避けて通れないシカ問題

ここまでの話は、シカの食害を想定していない。シカの食害が激しい地域では、植栽だろうが天

然更新だろうが、食害のために森林の更新がままならない。

植栽であれば、植栽木にツリーシェルターをかけたり、シカ柵によるゾーンディフェンスやパッチディフェンスを施したりすれば防除は可能である。ただし、相当のコストがかかる。また、多雪地では、これらの資材を使った防除が思うようにできないこともある。

天然更新の場合は、ツリーシェルターは現実的ではない。筆者としてはパッチディフェンスをお勧めしたい。シカの食害防除にコストをかけられるのならという話になるが<sup>(8)</sup>。

## 5. もっと現場に造林技術を

これまでの研究や現場経験から、更新の場面に適用できる技術はそれなりに蓄積されている。しかし、それを知らなければ現場への適用はできない。知っていても、やろうとしなければ同じことである。技術をどう扱うかは、山づくりの理念にも関わることである。技術に立脚した森林施業が展開されることを切に願う。

### 注

- (1) 筆者は、岐阜県森林研究所（前身を含む）で造林の研究に従事し（24年間）、その後は、岐阜県立森林文化アカデミーの教員として造林を中心とした学生・社会人の教育に携わった（11年間）。
- (2) 横井秀一（2021）人工林施業（育成林業）．日本森林学会編、森林学の百科事典 226-229
- (3) 種子の発芽・定着に適した場所は、樹種（種子の形状）によって異なる。日本の針葉樹造林樹種（風散布型の小さい種子）のセーフサイトは、1) 鈎質土壌が剥き出しで、2) 種子の発芽と実生の定着に必要な光条件を満たす場所である。
- (4) 王賀新・魚住侑司・植木達人（2002）人工下種更新によるカラマツ幼齡林の成長．信州大学農学部演習林報告 38:101-108
- (5) 主伐してから種子が供給されるまでの年数がかかると、その間に他の植物が繁茂し、セーフサイトが失われる。
- (6) 冒頭で述べたように、広葉樹林化・針広混交林化を進めようとする理由が曖昧なことが問題であるが、ここではあえてそれを追及せず、技術中心に話を進める。
- (7) 2014-2015年に14機関が参画して実施された農林水産省のプロジェクト研究『広葉樹林化技術の実践的体系化研究』の成果（[https://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/bl\\_pro\\_1/taikeika/intro.html](https://www.ffpri.affrc.go.jp/labs/bl_pro_1/taikeika/intro.html)）を参照されたい。本文における以降の記述は、この成果に筆者の考えを加味したものである。
- (8) 成林させるために本当に必要なコストは、本来なら投資であると考えたい。それは、経済林であっても環境林であってもおなじである。