

持続可能な森林経営研究会
第1回セミナー
2008年10月7日
議事概要

「天然更新や天然林施業はどこまで可能なのか」

講師：田内裕之氏(森林総合研究所森林植生研究領域長)

この議事概要は、事務局でとりまとめたものであり、発言によっては、趣旨を取り違えていることもありえますので御容赦下さい。

要旨

天然更新や天然林施業はどこまで可能なのか

森林総合研究所森林植生研究領域長

田内裕之

日本は温暖湿潤な気候帯に属するため、森林伐採後の植生回復は早く、何らかの木本類が更新・定着する場合が多い。そのため、天然更新は簡単である、それによって広葉樹林化は出来るという、安易な考えが時々林業技術者から発せられる。確かに、樹種を選ばないのであれば、更新を阻害するササやシダが繁茂していない林分では、伐採後10年もすれば木本類が優占する森林が再生されるし、時間スケールを数十年から百年単位とすればササ地でも森林へと変化していく。しかし、何らかの目的を持って森林を育成（更新）させる場合は、積極的に人が関与（施業）しなければ、目標とする林型は出来ないし、経営や管理として成り立たない。

本セミナーでは、次の点について今までの研究成果等を元に説明する。

1. 天然更新のための条件：更新の成功は、林床に次代を担う個体群がどれだけあるかで決まる。つまり、伐採前に前生実生・稚樹・埋土種子としてどのような樹種がどれくらいの量あるのか、伐採後は林外からの種子の移入が期待できるかで決まる。また、草本等競争種の量がどれだけあるかも更新速度に大きな影響を与える。通常、これらは母樹の位置や量に依存するが、一斉人工林では量（個体数）が少ないため、天然更新のみで広葉樹林化させることは無理と思った方がよい。また、種子の豊凶や更新阻害植物の有無を考慮しないと天然林といえども更新は難しい。
2. 目標林型：経営・管理する者として、どのような森林（林分内容）を目標とするのかを明確にすべきである。目標によっては植栽等の積極的な施業も必要となる。また、天然更新が出来たとしても、遷移に任せれば、先駆性樹種群→二次林樹種群→極相樹種群へと林相は変わる。収穫周期等の時間を考えると、目的とする樹種構成・サイズに育成するための施業（除伐等）も必要となる。つまり、目的・目標がある以上ほっとけ林業は存在しない
3. 森林帯や地域による違い：日本には異なる森林帯が存在し、当然構成樹種も異なる。例えば、常緑針葉樹林帯、落葉広葉樹林帯には風散布の高木性樹種が存在し、常緑広葉樹林帯には萌芽性の強い樹種が多い。また、北方および多雪地帯では、更新阻害となるササが繁茂する場合が多い。一方、同じ流域内であっても、下流域の里山地域では人間活動（人為攪乱）が繰り返し行われてきた二次林が多く存在し、奥山では成熟した天然林が存在する。このような森林帯（構成種）や立地の違い等を考慮し、その林分に合った天然更新を図らないと天然林施業（経営）はより難しくなる。
4. 森林経営という観点：一番重要なのは、天然林施業が経営として成り立つかどうかである。用材林として経営するのなら、より目標林型はシビアなはずであり、それに対する育林コストも高くなるはずである。一方、公益的機能林として経営するのであれば、機能発揮に対する負担金が得られるのかどうか、またその維持に関してもコストは発生し続けるという点を考慮しておかねばならない。

天然更新や天然林施業はどこまで可能なのか

持続可能な森林経営研究会
第1回セミナー
2008年10月7日

 田内裕之
森林総合研究所
森林生態研究領域長

目次

- 天然更新出来る人工林とは
 - 天然更新が出来る条件
- 目標林型
 - どのような天然生林に仕立てたいのか
 - その山は極相か過程か
- 森林帯や地域性の違い
 - 落葉広葉樹林帯と常緑広葉樹林帯
 - 里山林と奥地林
- 天然更新施業の問題点
 - 皆伐施業
 - 非皆伐施業

- ・ 目標林型…広葉樹の山といっても様々な種類があるため、どのような天然生林を目指すかを定める必要がある。
- ・ 落葉広葉樹林…ブナなど
常緑広葉樹林…シイ、カシなど
- ・ 里山…二次林（薪炭林）と呼ばれる、人の手が入った場所
奥地…自然のまま置かれている場所

天然更新のための条件

- 林床に次代を担う個体群があるか
 - 前生実生・稚樹
 - どのような樹種がどれくらいの量あるか？
 - 埋土種子
 - どのような樹種がどれくらいの量あるか？
 - 伐採後に発芽する条件になるか？
- 林外からの移入が期待できるか
 - 散布種子
 - 散布速度(量)はどれほどか？
 - 散布される樹種は？
 - 散布速度と他の林床群落の成長との関係は？

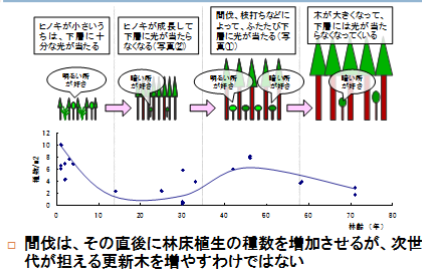
- ・ 前生実生…施業（伐採）前から存在し、更新している。
埋土種子…伐採後に出てくる。

前生実生・稚樹

- それらの起源
 - 植栽前の前生樹の萌芽稚樹
 - 拡大造林地では再造林地より林床の樹種数が豊富である¹⁾
 - 萌芽性が強く耐陰性の強い樹種が長期間生存する
 - 動物や風によって散布された種子が発芽
 - 風散布
 - 林内にまんべんなく存在し、発芽する
 - 動物散布
 - 母樹からの距離や動物の立ち寄り場所・環境に依存する
 - 重力散布
 - 母樹からの距離に依存する

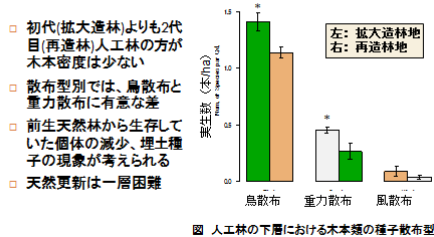
- ・ 前生樹の稚樹は、かなりある。

人工林の林床植生の変化



- 50 年生頃は、種数が多いから天然更新による再造林がしやすい、とよく言われるが、実際は種数が多いだけで次世代を担えるような高木性の樹種は少ないため、再造林がしやすいとは言えない。

人工林内の木本類



- ここで言う木本類は、次世代を担える高木性の樹木のことである。
- 実生数は、常に再造林地の方が少なくなっている (図)。

埋土種子

表 各林分における埋土種子の構成 (単位: 粒/m²)

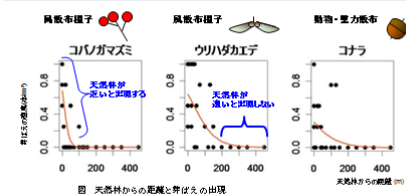
	先 駆 種	低木性樹種	高木性樹種	そ の 他	合 計
コジイ二次林	1,515	890	190	460	3,055
コジイ林皆伐跡地	2,455	535	45	160	3,195
タブノキ成熟林	900	935	510	620	2,965
カシ類混交成熟林	780	605	680	620	2,685
ヒノキ人工林	185	175	5	675	1,040

※ : 伐採跡地等の裸地に侵入し、優占する草本、木本種
 ※※ : 常緑広葉樹林の林内で生育する樹種
 ※※※ : 常緑広葉樹林の林冠を構成する樹種
 ※※※※ : つる植物、植栽木等、上記以外の種

注: ここのコジイ二次林は43年生、コジイ皆伐跡地は35年生成熟林の回復地、ヒノキ人工林は33年生

□ 人工林内の埋土種子数は非常に少なく、特に高木性樹種の密度が低い
 → 全てが発芽するわけではないので、埋土種子だけによる更新は難しい

種子の散布 (1)



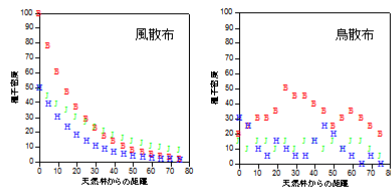
- 一般的に、種子散布は天然林(種子源となる母樹)の近くまで
 → 天然林から遠い林分では後更は期待できない

- 鳥散布…鳥が実を食べて、そのフンの中に種が含まれる。

風散布…風に飛ばされることで運ばれる。

動物散布…ネズミなど小型の哺乳類が実を自分の巣に持ち帰り、土中に埋めてそのまま忘れ放置されたもの。

種子の散布 (2)



- 散布型の違いによる種子散布量の違い
→ 更新可能性の予測

- ・ 風散布…距離が遠くなるほど減少する。
- ・ 鳥散布…大型の鳥は遠くまで運び、小型の鳥は近くまでしか運べないという風に、鳥のサイズによって運搬距離が変化する。

埋土種子

- その特徴
 - 樹種の特徴
 - 休眠期間の長い(1年以上)樹種
 - 鳥散布型の樹種が多い
 - 先駆性樹種が多い
 - 種子の特性
 - 発芽トリガーが無ければ休眠を続ける
 - 長期休眠するため林内にまんべんなく分布する傾向
 - 高齢林では種子密度は高い

- ・ 長い休眠期間…30 年程のものもある。
- ・ 発芽トリガー…地温、光など急激な環境の変化

伐採後散布種子

- その特徴
 - 殆どの場合風散布種子
 - 近接場所に母樹があるかどうか強く依存
 - 豊凶タイミングに依存
 - 林床環境が発芽条件を満たしているか
 - 動物による散布量は少なくなる
 - 鳥の場合、止まり木等立ち寄り場所の減少
 - 小型ほ乳類の場合、巣や活動場所にならない
 - 初期成長の早い樹種が定着できる
 - 伐採後移入、種子からスタートというハンディキャップ

- ・ 風散布種子は粒子が小さいため、きちんと発芽するかどうかのリスクが生じる。

目標林型

- どんな山を目指すのか
 - 何のための天然更新・広葉樹林化か
 - 更新・遷移プロセス
 - 択伐なら、先ず針広混交林化、その後広葉樹林化
 - 遷移に任せれば、先駆性樹種群→二次林樹種群→極相樹種群へと林相は変わる
 - なにが目的か
 - 資源林なのか公益的機能林なのか？
 - 目的があれば、はっきり林業は存在しない

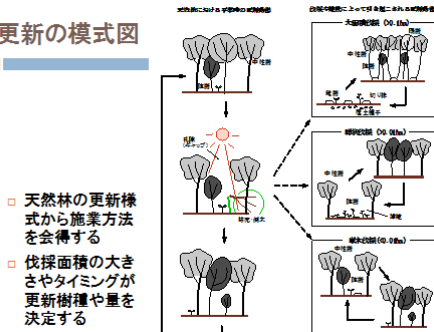
問題：日本では、伐採後に何か樹木は生えてくる。生えれば更新は完了する、広葉樹林化は出来るという、将来に禍根を残す考えが林業技術者にある。

- ・ 国有林管理者には天然更新が可能であるという意見が、民有林管理者には人工林の天然更新は難しいという意見が多い。これは、国有林が生育の悪い所で中庸の施業を行っておりもともと人工林に広葉樹が入り込んでいる場所であるのに対し、民有林はきちんと施業され林冠が閉鎖しており広葉樹が入り込みにくいという特徴を持つからである。

目指すのはどんな山？

- 木材収穫を目的
 - 有用樹、道直材の多い森林。一般に有用樹は高木性で種相樹種が多いため種相林型への誘導
- 量の確保を目的
 - 若齢で大きな現存量を有する森林。成長が早い先駆性や二次林性樹種を育成
- 公益的機能の維持を目的
 - 表土保全機能：雨滴による直接浸食を防ぐために林床の植被率を上げる
 - 樹種を問わない。草本でも可。
 - 生物多様性維持機能：森林性生物の種数を増やす
 - 保全すべき種以外は樹種を問わない。伐採等の擾乱規模がある程度大きい方が効果的。

更新の模式図



- ・ギャップのでき方によって、次に侵入してくる木が変わる。

皆伐跡地



- ・左上の写真が民有林、右下が国有林である。

間伐跡地



- ・左上の写真は、高密度植栽、高強度の列状間伐を行っている。間伐によって形成されたギャップには先駆性樹種（広葉樹）が天然更新しているが、次世代を担える高木性樹種はほとんどない。

森林帯や地域性の違い

- 森林帯による違い（気候スケール）
 - 構成樹種の性質が異なる
 - 常緑針葉樹林帯、落葉広葉樹林帯には風散布の高木性樹種がある
 - 常緑広葉樹林帯には萌芽性の強い樹種が多い
 - 林床条件の違い
 - 北方および積雪地帯では、更新阻害となるササが繁茂するが多い
 - 温暖地域では、蔓性植物が繁茂しやすい
 - 南へ行くほど構成樹種数が多くなるが、草本等との競争も激しくなる

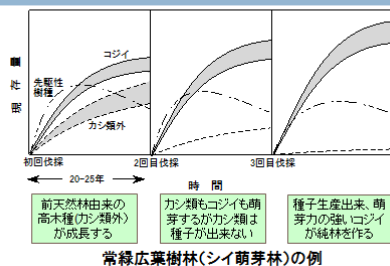
- ・ 林床条件の違い…競争相手が変わる。

森林帯や地域性の違い

- 地域性による違い（流域内スケール）
 - 里山
 - 人間活動（人為攪乱）が繰り返し行われてきた森林
 - 萌芽林が多い
 - 奥山
 - 気象・地理条件が厳しい場所
 - 天然林が多い
 - 不成績造林地が発生しやすい

- ・ 里山…20~25 年での伐採が繰り返されてた。単純な形の林。

里山(萌芽)林の形成プロセス



- ・ 萌芽+自分の落とした種子による更新
→萌芽一斉林（単純林）になりやすい。

奥山林

- 厳しい気象条件による、不成績造林地の発生
 - 初期から天然生木が侵入しているため、既に針広混交林化している場合が多い
 - 人工林として経営するには多くの投資(コスト)が必要。放置による天然林化が無難ではないか？
- 人手が殆ど加わっていない天然林
 - 天然更新の教科書
 - 希少種等の保護・保全の場合は手を入れる必要

天然更新施業の考え方

□ 皆伐施業

- 完全な裸地からスタートする
 - 前生稚樹と埋土種子由来の発芽実生による
 - 先駆性樹種が繁茂する(埋土種子の一斉発芽)
 - 二次林性樹種や樺相樹種群が存在すれば、スムーズな遷移が期待できる
 - 後更(散布種子)はあまり期待できない。
 - 更新量が少ない場合、表土流出の危険性
- 補助作業
 - 地ごしらえ
 - 補植・下刈り・除伐

天然更新施業の考え方

□ 非皆伐施業

- 穴状に空いた裸地からスタートする
 - 前生稚樹と埋土種子由来の発芽実生による
 - 先駆性樹種の繁茂が少ない(発芽条件が満たされない)
 - 草本や低木等の競争者が少ない
 - 上方成長が促進され通直木は出来やすい
 - 更新木の成長を促すためには、上木(残存木)の伐採が必要
- 補助作業
 - 上木の再伐採
 - 下刈り・補植

天然更新施業の問題点

□ 更新はいつ完了するか？

- 目標林型によって完了基準・時期は決まる
 - 最終的には樺相林構成種が十分に定着した時点
 - 途中相をどう評価するか
 - 目標林型に誘導できたからそれでいいと言う考え
 - 途中相は長期は維持されない(寿命が短い・再更新困難)
- 更新完了を一回で判定して良いのか
 - 過去に更新完了と判定された林分が期待されたような森林になっていない
 - 判定基準・回数の問題
 - 検証システムの必要性

更新完了とは？



過去に更新完了とされているのになぜ成林しなかったか？

- 更新完了基準の未熟さ
 - 実生段階での密度の多さはあてにならないのか？
 - 実生は定着したが、その後何らかの要因で阻害される？
 - たまに起こる事象を考慮した更新・成る林子測
 - 目標にあった更新基準も必要

- ・ 更新の基準設定は各県に任せているため、差が生じている。目標林型に合ったものを設定している県もあれば、ただ木本が何本出ればいい、と言ったように単純な基準になってしまっている県もある。

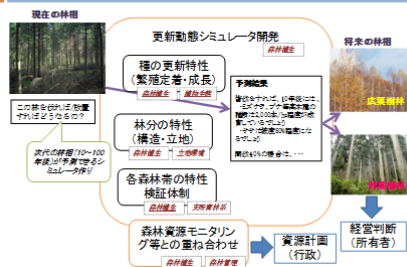
森林経営という観点から

- 経営として成り立つか(費用対効果)
 - 用材林として経営する
 - 初回の更新: 補植、下刈り等、初期保育へ投資できるか
 - 次回の更新: 貴重樹種ほど更新は難しい(コスト)
 - 機能林として経営する
 - 機能維持に対する負担金は導入され続けるのか
 - 機能維持に対する経済的評価が曖昧
- 広葉樹林の持続
 - 繰り返し更新
 - 二次林性樹種は萌芽更新が可能なが多い
 - 極相種は豊凶のタイミング等きめ細かさが要求される

低コストありきで天然更新に頼る姿勢が見え隠れしているのではないかな。

以下、付属試料

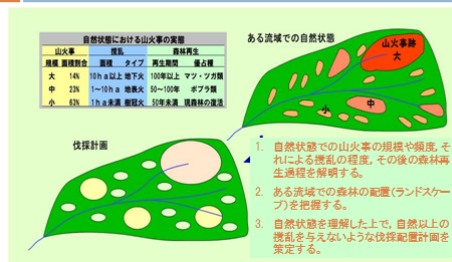
更新動態シミュレータの開発(森林総研)



これからの森林管理の例

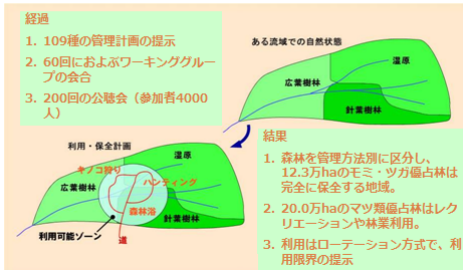
- 自然現象応用型森林管理
 - 攪乱現象を応用した環境低負荷型管理プラン
 - 林業と自然保全の両立を目指す
- 負担合意型森林管理
 - 科学的根拠に基づく受益者負担合意型管理プラン
 - コストをかけて森林の機能を維持する
- 資源栽培型森林管理
 - 資源育成を目的とした農業型管理プラン
 - 集約的な施業によって積極的な資源確保を行う

自然現象応用型森林管理



- ・カナダの例。撹乱（山火事）が起こる前に伐採して儲けよう、という方法。

負担合意型森林管理



資源栽培型森林管理



ディスカッション

(発言者の表記について：説明者→説、委員→委、アドバイザー→ア)

委：天然更新の個別の原理は分かった。実施主体（天然更新をやりたがっている人）は誰なのか。それを意識して議論しないととまらない。森林・林業基本計画（H18、9月）では、天然生林が3区分の森林（水土保持林、森林と人との共生林、資源の循環利用林）に含まれている。水土保持林は奥地、森林と人との共生林は里山、資源の循環利用林はブナ用材林などに当たると考えられる。日本の中で天然林施業を行って成立する樹種や目標林型はどのようなものか。

説：人工林を天然更新で変えていくことを、コストをかけずに行うのは大変困難である。人工林は手入れが行き届いているほど、広葉樹を入れるのは難しいのである。スギ林を持っている人は、お金をかけてまで広葉樹林にしようとは思わない。里山に関しては、町の人に関心も高いので、植栽改良などを加え見た目を良くする必要がある。かつては見た目を気にして除伐を繰り返していたが、現在はお金がなくてそれを行っていない。このため、かつてに比べ混交林にしやすい状況にはなっていると考えられる。

委：管理の行き届いていない奥地について、列状間伐によって針広混交化→広葉樹林化、という形が見られる。県の制度でそれが決められてしまい、国もそれを認めているような形になっている。環境税を導入してそれを行う、というのは良い。しかし、環境がなくなったらどうするのか。木材生産をやめていて、20年間は伐ってはいけないと契約されている。契約が切れた時に施業を行うことができるのか。税金を導入している時でも木材生産を意識するべきである。高木性の樹木が生えて初めて更新できたとする、という仕組みづくりが必要である。

委：天然更新は、技術的に難しい。民有林所有者にやらせるのは難しいので、天然更新のための作業を行う人を用意しなければならないのではないか。

説：現在は、広葉樹の樹種を見極める専門家すらない状態である。天然更新は、行う前に更新予測が必要である。やってみてから失敗だった、というのではいけない。更新予測については森林総研で研究中であり、4~5年以内に成果が示せると考えている。

委：森林総研の更新予測とは、講演中に取り上げられたシミュレーターのことか。

説：シミュレーターは更新してから100年後などの予測である。ここでいう更新予測は、そうではなくて、植えたら育つのか、などの10年内位の予測のことで、これを可能に

したいと考えている。

委：天然更新のメカニズムを使って森林の維持が可能になるからこそ、加えるべき人の手がミニマムで済むのではないか。外国では挑戦されている。日本の問題は、奥山の更新メカニズムは多様なはずなのにそれに関する情報が少ないことである。これに関しどう考えているのか。シミュレーターの中に情報はどう組み込まれているのか。

説：更新メカニズムは、少しずつ分かってきている。その範囲でシミュレーターに組み込んでいる。しかし、まだ分からない範囲が多い。

委：更新（世代交代）について。日本は外国（カナダなど）に比べ山火事による更新は少ないだろうが、土砂崩れや洪水などで世代交代が行われることがある。山火事による更新は単純だが、日本の更新は気候変化に基づいており複雑である。

委：天然林は、コストが少なく済むはずである。今は人工林になっているのでコストがかかるし、それを天然更新に転換するにもお金がかかるが、将来お金がかからないようになるという見通しがあれば、今お金をかけることはできる。問題は2点ある。1点は、「生産」と「環境」のどちらを重視するのかが曖昧なことである。もう1点は、所有者に関してである。民有林所有者は税金を払っているのだから、持っている山からお金を稼ぎたいと思うのは当然である。天然林にして人手がかからなくなるなら生産を諦めて環境機能発揮に対してお金を与えるべきである。

委：目標林型は達成できるのか。現在は、本来天然林であるべき所も人工林に変えられてしまっているので、そのような所は天然林に戻すべきである。

委：その通りである。問題は、人工林皆伐跡地が放置されていることである。これらは人工林、木材生産に向いている場所のはずである（地位が高い、林道が近い、など）。このような場所を放棄していることが勿体ない。これらに対し低コスト再造林（少なく植えて手入れを減らす、など）が検討されているが、実証例は少ない。

説：目標林型は、中庸な林であると考え。流域管理としては、単層林をパッチ状に配置するのが良いと考える。複層林はコスト面も技術面も難しい。

ア：日本の木材生産の4割はパルプ（紙用）である。パルプ材は、現在価格沸騰中である。東北地方の里山の広葉樹林を皆伐し、大径木も含めてチップにしているが、この森林がこれからも天然更新できるか評価して欲しい、との依頼を受けている。今後パルプ材需要が増えたら海外のように広葉樹も植林するようになるのか。より成長率のいいアカシアなどの人工林にする方がいいのか。その辺りについてはどう考えているのか。

説：外国のそういった植林技術は日本発信なのである。日本の製紙会社が先行している。日本ではパルプ専用の山を作ることは難しい。用地が限られている。

委：里山を今のまま運営するにはパルプ材生産を行うことになるだろう。そうではなくてもっと別の種を植えた方が良いのか、どちらか。

説：里山は、周りの都市の目を気にしなくてはならない。さらに、価格との勝負もある。薪炭林利用のようなショートローテーションは可能であると考えられる。

ア：「更新完了基準」について。このような言葉（概念）を定義する際に、実態を把握しシステムティックに整理する必要があると考えるが、その辺りの現状と考え方はどうか。

説：まず予測する、次にその通りにできているかをチェックする、そして時間が経ってから再度チェックする、という作業が必要である。しかし、現実として人手が足りていない。精度を落とさず簡易にチェックする方法を考えているが、難しい。現在目指しているのは、精度を上げることとシミュレーターの実用化への対応である。

ア：「天然更新はどこまで可能なのか」というテーマに対して、わりとネガティブな内容であった。天然更新の可能性は、日本の中で言うところのどのくらいのものか。

説：間伐を行うことによってできるギャップに多種が侵入することで多様性が上がる。よって、間伐は多様性維持という面で効果があるといえる。また林冠が閉鎖してくるため、定期的な上木の管理は必要である。

これまで、画一的な作業で安定が保証されてきた。時代の流れとして機械力が向上するなど、複合的施業にも対応できるようになってきた。

人工林の山の一部の森林を天然更新に転換してコストを削減、他は人工林のままにするなどといった、複合的施業に天然更新を組み込む方法は実現可能性があると考える。

ア：収入なしには天然更新できない。広葉樹でどれだけ収入が上げられるかを考えなければならない。かつては人件費が安かったから成り立っていたが、現在は成り立つのか。広葉樹は枝まで伐らなければならないから、幹だけ伐る針葉樹よりも伐採コストが高いはずである。民有林は、経済面を考えないと生きていけない。

自分のところではナラ、クリ、クルミなどを植えているが、それぞれ用途が異なる（家具、内装材など）。天然林の一斉林にしてしまっていないのか。何をどう植えたらいいのか。

委：スギ・ヒノキ人工林の長伐期施業について。皆伐が良いのか。何が現在の研究課題になっているのか。

説：スギと広葉樹、どちらが良いのかという議論について。スギ林は、適度に手入れされれば天然林同様の公益的機能を発揮する。では、長伐期にしたらどうか。目標のない長伐期になってしまっているのが現状である。50年生時点で幹が細く葉も少ししかない。今伐れないからと言って長伐期化に転向しても、そのような状態になってしまう

た樹木はあまり成長が期待できない。

天然更新できるかどうかは、下に高木性の稚樹が生えているかで決まる。それができないところは補植が必要である。

委：人工林の造林未済地面積は、平成 14 年時点で 25 千 ha であり、平成 17 年には 17 千 ha まで減少した。減少したもののうち 11 千 ha は天然更新であった。この人工林から天然更新に変わった森林の現在の状態はどうか。ここで今後生産活動は可能なのか。

説：天然更新完了の基準のガイドラインが平成 19 年に林野庁で作成され、現在県によって基準を作成中である。チェックを行う人が必要であるが、林野庁は市町村に行って欲しいと考えている。しかし市町村には専門家がいいため、都道府県と協力して行うことになると考えられる。

木平会長による総括

本日のセミナーでは、講演は技術面について行われ、ディスカッションはそこから発展した。

内容をまとめると、以下の 6 点が挙げられる。

1. 目標林型が定まっていないまま施業が行われていることが問題である。
2. 目標林型を論じるためには現状を把握する必要がある。
3. 里山と奥地。里山は、薪炭林が放置されて 35 年経過している。中~老年の広葉樹林である。今後の手入れをどうするのか。奥地は、自然による天然更新に任せる。
4. 生産に関し優秀である人工林の皆伐跡地が放置されている。低コスト再生林の検討が求められる。
5. 「生産」か「環境」か、が曖昧である。将来の天然林のメリットを考慮するべきである。
6. 「森林所有者の意向（経済面）」と「多様性保全」の兼ね合いを考えるべきである。多様性を評価する仕組みづくりが必要である。

これらを考える上で、天然更新がどこまで利用できるのかが、これからの課題である。