（ヨーロッパ、アメリカ、日本の多様な森林整備の現場からのレポート）

多様な森林を訪ねて

（編集）国際緑化推進センター

目　次

第1部　ヨーロッパの森林概要

1　フランス …… 1
（1）ブロア（Blois）の州有林 …… 1
（2）フォンテンブロー（Fontainebleau）の森 …… 6
（3）ナンシー（Nancy）の州有林 …… 7
（4）ヴォージュ（Vosges）山地の州有林及び民有林 …… 9

2　スイス …… 10
（1）クヴェ（Couvet）の照査法実験林 …… 10
（2）エメンタール（Emmental）の択伐林 …… 13

3　スウェーデン …… 14

4　フィンランドの森林概要 …… 17
（1）ロヴァニエミ（Rovaniemi）周辺の森林施業 …… 17
（2）コルケアコスキ（Korkeakoski）国有林 …… 18

5　ドイツ …… 23
（1）ヴォルファッハにおける択伐作業 …… 24
(Plenterbetrieb)
（2）ザンクト・メルゲンにおけるバーデン式画伐法 …… 28
(Badisher Femelschlagbetrieb)
（3）ケルハイムにおけるバイエルン式画伐作業 …… 34
(Bayerischer Femelschlagbetrieb)
（4）ガイドルフにおけるワグナーの帯状択伐作業 …… 37
(Wagnerscher Blendersaumschlag betrieb)
（5）ランゲンブラントにおける楔型傘伐作業 …… 44
(Keilschirmschlagbetrieb)

6　イギリス …… 49
a　森林・林業の現況 …… 49
b　森林・林業政策の最近の動静 …… 53
c　イギリスにおける代表的な森林施業 …… 60

（1）Salcey Forest（Northants営林署）……60
（2）Snowdonia Forest Park（Llanrwst営林署）……64
（3）Forest of Dean……67
（4）Chilterns Forest……73
（5）New Forest……79
（6）Alice Holt Lodge Research Station（林業試験場）……83
（7）Kielder Forest……90

第2部　アメリカ、カナダの森林概要
（広葉樹を中心として）……95

1　バージニア州（Shenandoah国立公園）……98

2　ウェストバージニア州……99
（1）Fernow実験林……100
（2）ウェストバージニア大学演習林……105

3　ニューヨーク州……107
（1）ニューヨーク州北部の亜高山帯林……107
（2）Cuyler研究林……108

4　コネティカット州（エール大学演習林）……116

5　マサチューセッツ州……118
（1）ハーバード森林（Harvard Forest）……118
（2）Quabbin水源林……120

6　ニューハンプシャー州（White Mt.国有林）……122

7　メーン州（メーン大学演習林）……125

8　カナダ、ニューブランズウィック州（Acadia森林試験地）……128

第３部　国内における多様化森林の現状 ……131

1　王滝営林署（現 木曽森林管理署王滝事務所）
三浦実験林における天然更新施業（長野県） ……131

2　北海道道有林の施業 ……143
（１）北海道有林北見林務署(現 北見道有林管理センター)……143
（２）北海道有林厚岸林務署(現 厚岸道有林管理センター)……146
（３）北海道有林興部林務署(現 興部道有林管理センター)の広葉樹二次林施業 ……151

3　深川市・国策団地管理組合の育成天然林施業（北海道） ……156

4　北海道大学雨龍地方演習林の混交林造成（北海道） ……160

5　古河林業株式会社のウダイカンバ・スギ混交複層林(秋田県)……165

6　小岩井農場における多様な森林造成（岩手県） ……170

7　高嶺芦谷国有林のケヤキ人工林施業（島根県） ……179

第４部　日本に適した多様化森林 ……187

1　多様化森林造成の社会経済的背景 ……187

2　欧米における多様化森林造成技術 ……189

3　日本の多様化森林造成技術 ……190

4　多様化造成技術の導入と普及 ……191

第1部
ヨーロッパの森林概要

1 フランス

フランスの国土面積は約55,000千haで、うち森林は14,100千haを占めており、森林率は25.6%である。森林のうち、国有林は約1,500千ha、公有林は約3,000千haを占めており、これを合わせてState forestと呼んでいる。全森林中約25%が人工林、残りが天然生林である。主な造林樹種は米マツ（Douglas fir）、ドイツトウヒ（Norway spruce）、フランスカイガンショウ（Maritime pine）である。天然林の主な樹種はフランスカイガンショウ、ヨーロッパアカマツ、ドイツトウヒ、モミ等の針葉樹と、ナラ（*Quercus petraea*）、カエデ類、ブナ（*Fagus silvatica*）等の広葉樹である。

造林木の平均的な伐期齢は、米マツが45年、ドイツトウヒ70～100年、フランスカイガンショウが55年程度である。

以下、フランスの代表的な林業地であるブロア（Blois）の州有林、フォンテンブロー（Fontainebleau）の森、ナンシー（Nancy）の州有林、ヴォージュ（Vosges）山地の州有林及び民有林の森林施業の実態を紹介する。

(1) ブロア(Blois)の州有林

パリの南西約150Kmに位置する古城で有名なブロア市の西方と南方、ロア

ール川の両岸に広がる約2,800haの州有林では、主として広葉樹林の傘伐天然更新施業が行われている。

ロアール川の右岸（西の森）は、粘質土壌で多少湿性土壌であるため、ナラが圧倒的に多く、シデ（*Carpinus betulus*）やブナ等が混交している。森林作業法としては、200年程前まで行われていた皆伐は禁止され、現在は合理的森林施業として、ナラを主たる生産目標とした傘伐作業が行われている。したがって、西の森の林齢構成は30年生（後伐後の年齢）から200年生の範囲で、最多林齢は120～140年生である。

（注）　ブロアの森林施業は傘伐作業と公けには呼ばれていないが、①施業対象林分の下層植生の除去（Weeding）、②材積率で30～50%の下種伐（Seed felling）、③ほぼ２年ごとの結実年に合わせた第２回目のぬき伐り、④充分な稚樹の発生後に終伐（Last felling）という作業体系が採用されていることから、これは明らかに傘伐作業といえよう。

この作業法の進め方を写真で紹介する。

写真－１は西の森における施業前の約130年生のナラを主体とした広葉樹林である。林冠が閉鎖状態にあるので林床に稚樹は成立していない。（明るい林分の林床にはキイチゴ、クマイチゴ、キソイチゴに類したイチゴ類やバッコヤナギ、ヒイラギ、ヤナギラン等が生育している。）

傘伐作業の準備段階では、林内の下刈りを行い、下層植生を除去する（写真－2）。その後、第１回目の下種伐として30%程度をぬき伐りを行う（写真－3、4）。

さらに、残存木に対し第２回目の下種伐として20%程度のぬき伐りを行う（写真－5、6）。



写真－1
約130年生のナラを主体とした広葉樹林。林冠が閉鎖しているので林床に稚樹は見られない。（1993年）



写真－2
施業対象林分の下層植生の除去の状況（1993年）



写真－3
1回目の下種伐（材積率30%）を実行した林分（1993年）



写真－４
１回目の下種伐後の林冠の状態
（1993年）



写真－５
２回目の下種伐を行った林分
（1993年）



写真－６
第２回目の下種伐後に成立した１～２年生のナラの天然生稚樹であるが、一部にブナも更新している。このように更新稚樹が多くなった林分は終伐（後伐）されることになる（1993年）



写真－7
終伐後3年目の稚樹の成長の状態。中央は搬出路である（1993年）



写真－8
下種伐の伐採率が高く、林床の明るすぎる林分にはナラの稚樹がほとんど見られない（1993年）

下種伐後の更新の状態は、ナラの稚樹の成立の比較的多い林分と、稚樹があまり見られない林分が相半ばしている（伐採率の高い林分は稚樹が見られない）ように見られた。後伐された後の若い林分は、特にナラの生育が良好であり、10～40年生まではなにも施業を行わないが、樹高10～15mになると除伐（Cleaning）を行う。さらに、樹高が15m以上になると間伐を行い、小径木はマキに、曲りの多い長材はパルプ用材に、通直な大径材はベニヤ用材や家具材に売り払われる。

ロアール川左岸の南の森は砂質土壌で乾性土壌であるため、ブナとニレが

優勢な林分で、ナラは著しく少ない。

森林の施業法は西の森と同様である。なお、ブナの幼稚樹は比較的暗い林分に多く成立している。

ブロアの森は、レクリエーションにもよく利用されているが、利用形態はほとんどがピクニックで、林内には木製のベンチが設けられている程度である。また、ピクニック用の道路は一般車の通行が禁止されている。



写真－9
ブロア州有林南の森におけるブナとニレを主にした下種伐後の林分（右側）と除伐前の林分（左側）（1993年）

(2) フォンテンブロー(Fontainebleau)の森

パリの南東約60kmに位置し、古城で知られるフォンテンブローはまた広大な森の美しさでも有名である。フォンテンブローの森林約25千haのうち、約48%はヨーロッパアカマツ（*Pinus sylvestris*）、フランスカイガンショウ（*Pinus pinaster*）の造林地であるが、残りはほとんど広葉樹二次林で、ナラ、ブナ、マロニエ、シデ等7種ほどである。約200haが保存林に指定され市民のレクリエーションに多く利用されている。

主たる施業はブロアの森と同様に傘伐作業である。相対的に暗い林分にはブナの稚樹が、明るいとナラの稚樹が成立するが、広葉樹の中で最も価格の

高いナラの更新を目的としていることから、下種伐の程度は多少強度に行っている。しかしながら、ナラ等の稚樹は全面的には成立していない。

また、局所的には単木的な択伐も行われている。



写真－10
フォンテンブローの森の保存林、レクリエーションのため林内散策路はよく整備されている（1993年）

(3) ナンシー(Nancy)の州有林

フランス西部のナンシー市には中央林業研究所（INRA）があり、我が国の森林総合研究所と同様に森林、林業に関する多様な試験研究が行われている。

ナンシー付近の自生種は広葉樹である。1850年頃までは薪生産用の低林作業が主であったが、その後施業の転換が行われ、用材と薪の両方を生産目標にした中林作業（Coppice with standards）が続けられている。

ナンシーの東部郊外にあるINRA周辺の森林は粘土質であるため、ナラの成長がよく、広葉樹二次林のほとんどは写真－11のようにナラで占められているが、中・下層にはシナノキやブナが成立し、林床には写真－12のようにナラとブナの稚樹が多い。また、部分的には米マツが植林されており、その成長は極めてよく樹高40～45mに達しているが、風害を受け易いという。ニホ

ンカラマツも植林されているが、ヨーロッパカラマツよりも成長がよいものの、交配種の成長の方が成長が優れているようである。

INRAの試験林では、風害を回避するための方策として樹種を変えた群状択伐作業を行っている。例えば、１群の広さを樹高の$\frac{1}{2}$程度（約20m幅）として樹高40m程度の米マツ群を、その隣に樹高 5 m前後のドイツトウヒ群、その周辺には樹高15～20mのニホンカラマツやフランスカイガンショウを群状に混交させている。名付ければ、群状混交択伐作業といえよう。



写真－11
ナンシー東部のナラを主体にした広葉樹二次林（1993年）



写真－12
林床に成立するナラの稚樹（中央付近）とブナの稚樹（左上方）（1993年）

ナンシー西部のState forestはブナが主体の広葉樹林で、中・下層にはブナの後継樹が多く成立している。特に定まった森林作業法は採用されていないが、収入が見込めるようになると利用間伐を行い、稚樹が多く成立すると終伐（Final felling）をするという。伐倒はチェンソーによるが、搬出はトラクターワイヤーによるのが一般的である。なお、不良木の萌芽を防ぐため、機械による根株の堀取りと造林を行っている林地もあり、ここでは、アメリカ、カナダで見たチューブ法によりサクラを育成していた。（ただし、チューブの高さはアメリカ等より短く、１m程であった。）

（4）ヴォージュ（Vosges）山地の州有林及び民有林

ストラスブルグ（Strasbourg）市から西南に広がるヴォージュ山地の中、丘陵部分はブドウ畑として利用され、アルザスのぶどう酒として知られているが、山地の大部分は写真－13のようなドイツトウヒの皆伐一斉造林地である。なお、一部に米マツの造林が行われているが、標高の高い地帯にはブナの二次林が多く、中林作業による広葉樹施業が行われている。

施業は一般に粗放で、下刈り、除伐等の保育は日本のように頻繁に行わないため、写真－14のような広葉樹の混交した林分が多く、隣接したドイツ・シュヴァツヴァルトにおいて、1990年に発生した風害も全くみられず、むしろ合自然的森林施業といえよう。



写真－13
ヴォージュ山地におけるドイツトウヒの若い皆伐一斉造林地（1993年）



写真－14
除伐等の保育をあまり行わないので、広葉樹の混交した壮齢林が多い（1993年）

2 スイス

スイスは、森林法により1902年以降皆伐が禁止されているので、森林作業法の主体は択伐か画伐法である。ここでは、著名なクヴェ（Couvet）の照査法実験林とエメンタール（Emmental）の択伐作業について紹介する。

（1）クヴェ（Couvet）の照査法実験林

クヴェはフランスとの国境に接したスイスジュラ（Schweizerjura）の西南

端、ヌーシャテル（Neuchâtel）の西方約23kmの地点に位置する。

照査法実験林はクヴェの町をはさんで南と北の森林に分かれ、南森林（第１経営区）は95ha、北森林（第２経営区）は68ha、合わせて約163haの規模となっている。

標高は700～1,000m、年降水量は1,600mm、積雪は１mを超し、最大積雪深は1.6mに達するという。地質はジュラ系の石灰岩質からなっている。

北森林の最高樹高は約35m、林分材積は少なく300～330m³／ha、年平均成長量６～８m³／ha程度で、ブナ等の広葉樹の混交が多い。したがって林内は明るく、写真－１のようにモミ、トウヒ、ブナ等の稚樹が良く更新している。



写真－１
北森林の明るい林内。トウヒやブナ等の稚樹が多く更新している（1991年）

一方、南森林は最大樹高40m、上層木の平均樹高は約35m程度で、北森林よりも成長が良く蓄積量も平均360m³／haで比較的多い。

クヴェにおける照査法は、ヌーテシャル州山林局長のH.BIOLLEY博士によって1890年から始められたもので、100年後の現在においても林分材積と成長量の記録が続けられており、このような資料は世界に例を見ない貴重なものである。なお、南森林の一角には、H.BIOLLEY博士の業績を讃えた記念碑

が建てられており、BIOLLEYの照査法は今なお後輩の森林官に引き継がれ、その記録も残されている。



写真－２
天然更新の不良な個所において小径木以下の枝打ちを行った状態（1991年）



写真－３
根元直径約１m、樹齢約110年のモミの伐根。中央部の黒く見えるのは伐倒後に変色したものである（1987年）

クヴェの照査法実験林における育林技術としては、ほとんどが天然更新であり下刈り等の保育作業は行っていない。しかしながら、15年程前にノロジカによるモミの被害が多発したため一部にシカ柵を設置したが、当時100ha当たり25頭も棲息していたノロジカが10頭程度に減少たため、現在では、被害が少なくなったという。また、林床が暗く、稚樹の更新が良くない箇所で

は、写真－２のように小径木以下の枝打ちを行っているが、これはあくまでも更新のためであるという。

収穫のための伐期は特に定めていないが、約100～120年のようである。写真－３は南森林におけるモミ（Silver fir）の伐根であるが、樹齢約110年、平均根元直径が約１mで著しく成長が良い。伐採は冬から春にかけて行うが、成長期の６～９月は行わないとのことである。なお、トラクターで林道まで搬出し販売するが、林道はほぼ100m間隔に設けられており、そのほかにトラクター道もあることから林道密度はかなり高いといえる。

(2) エメンタール(Emmental)の択伐林

スイスで択伐といえば、その発祥の地ともいわれるエメンタールであろう。

エメンタールはスイスの首都ベルンの南東約15kmからユングフラウヨッホのあるコルナーグラナースイスアルプスの北側まで、標高800～1,200mの一大山地であり、森林の総面積は約14,000haで、国有林は６％、市町村有林４％、残り90％が民有林である。

エメンタールの著名な択伐林はラングナウ（Langnau）営林署が管轄し、面積は約3.6haである。標高は約900m、年平均気温7.6℃、年降水量1,100mm、積雪深50～80cm程度で、地質は砂岩系統である。

樹種構成はモミ（Silver fir）が60％、トウヒ（Norway spruse）30％、ブナ（*Fagus silvatica*）10％程度であるが、いずれの樹種も樹齢が高く、最高齢のものは400年生である。したがって、樹高も40mを超すものが多く、林分材積は600m^3／ha以上であり、ヴォルファッハやクヴェの択伐林と比較して重厚な感じをかもし出している。それ故に積雪期の12月から３月までを除きレク

レーションの利用が多く、林内散策路もよく整備されている。

択伐の回帰年は10～15年である。伐期齢はクヴェの照査法林より長く、普通150～200年で、単木材積3 m³以上を伐採しているが形質の良い若い後継樹の成長に支障のある上木は60年生位でも伐採することがあるという。伐採は11月から冬にかけて行うようである。

なお、林内にはモミ、トウヒあるいはブナの稚樹や幼樹が多く更新しているが、下刈り等の保育作業は行っていないという。

林道はほぼ100m間隔、搬出路を入れると50m間隔位になり、かなり高い林道密度となっている。

3　スウェーデン

スウェーデンの森林面積は約28,000千haで、森林率は約62%である。

主要な林業用樹種は、ドイツトウヒ、ヨーロッパアカマツ、カンバ類、ブナ、トネリコ等で、ナラは少ない。スウェーデンはフィンランド、ノルウェーと同様にピートランド（Peat land、湿原）が多く、その森林化に努力している。ピートランドへの主な植栽樹種はドイツトウヒ、Black spruse（*Picea moriana*、カナダ原産）である。

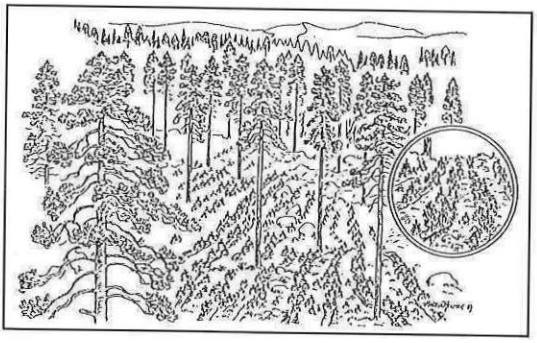
スウェーデンのほぼ中央部、北緯64°のボスニア湾に面したスウェーデン大学林学部のあるウーメオ（Umeå）付近の森林は、ドイツトウヒの造林地が多いが、天然生のヨーロッパアカマツやカンバの林分が介在したり、単木的に混交しているのが多く見られる。

現在の森林施業は皆伐が主体であるが、母樹法（Seedtree method）（図－1）や、傘伐法（Shelterwood cutting system）（図－2）、群状傘伐法（Group

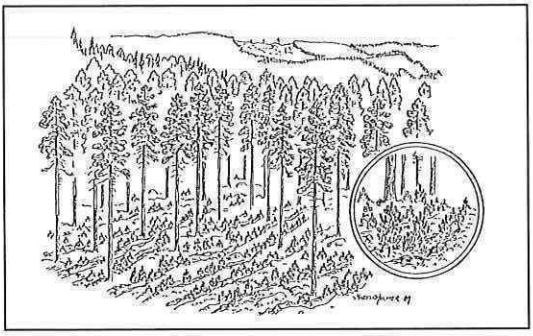
or irregular shelterwood cutting system、画伐法）（図－３）及び帯状漸伐法（Progressive strip cutting system）（図－４）等による天然更新作業法が取り入れられつつある。



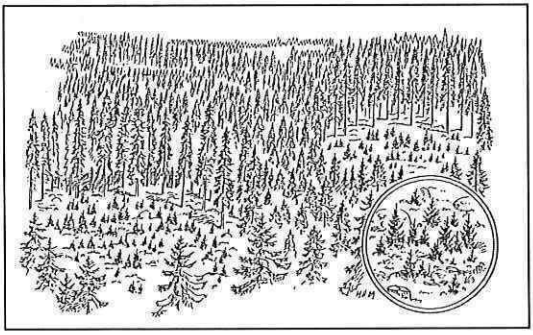
写真－１
空からみたヨーロッパアカマツの母樹法による施業地（1993年）



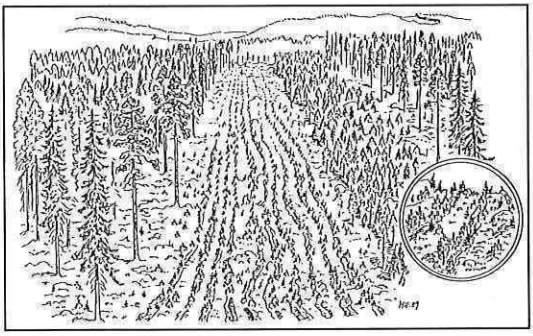
図－１
マツの母樹法　Martin Holmer 1989.



図－２
マツの傘伐法　Martin Holmer 1989.



図－３
群状傘伐法　Martin Holmer 1989.



図－４
帯状漸伐法　Martin Holmer 1989.

4 フィンランドの森林概要

フィンランドの国土面積は約33,800千haで、森林率は約69%である。また、北欧の中でもピートランド（湿原）の最も多い国である。

森林の樹種構成、成立状態は南から北へ著しく変化する。即ち、中・南部はドイツトウヒを主体にした人工林が多いが、ヨーロッパアカマツ等の天然生林も少なくない。しかし、北極圏に入るとシラカバが優勢となる。

樹木の散生地も含めた森林面積26,000千haのうち、ha当たりの年成長量が1 m^3以上の生産林地は20,000千haで、残りがそれ以下の非生産林地となっている。年成長量が1 m^3以下の林地はほとんどがフィンランド北部のラップランド地方であることから、中・南部地方が林業生産の中心地ということができる。

（1）ロヴァニエミ（Rovaniemi）周辺の森林施業

ロヴァニエミは北極圏の最南端に位置し、それより北は原住のラップ人の土地を意味するラップランド（Lappland）になる。ラップランドでは以前は100～200ha以上の皆伐を行っていたが、1993年度から皆伐は30ha以内、地表のかき起こしは禁止等の制限が課せられるようになった。

ロヴァニエミ市付近は丘陵状の緩傾斜が多く、そのほとんどがヨーロッパアカマツの天然生林であるが、低地や湿原にはカンバを混交したドイツトウヒの人工林が見られる。ヨーロッパアカマツ林の林床にはツガザクラ、コケモモ等の高山植物が密生するが、傘伐法的に強度にぬき伐りされた明るい林内にはヨーロッパアカマツの天然生稚樹がよく更新している。また、カンバ（シラカバ）の成長もよく、ヨーロッパアカマツと混生している林分が多い。いずれにしても、冬の気候の厳しい北部地帯の林床植生は貧弱であることか

ら、林冠を適度に疎開するだけで上木の更新が比較的容易に行われている。なお、この地域におけるヨーロッパアカマツの伐期齢は130～150年である。

また、ロヴァニエミ一帯を空から見ると、写真－１のように湿原の森林化を強力に進めているのがよくわかる。



写真－１
空からみたラップランド地域の湿原に対する森林造成の状況、水路を作設（白く光っている）して排水を進め、ヨーロッパアカマツを植栽している（1993年）

(2) コルケアコスキ(Korkeakoski)国有林

コルケアコスキ（Korkeakoski）国有林は、ヘルシンキの北約160kmのタンペレ（Tanpere）から更に北方の約40kmに位置する。コルケアコスキ一帯は、積雪深50cm前後、最低気温は－25℃で、ラップランドの－40℃に比べれば冬の厳しさはそれほどではなく、夏の気温も28℃以上になるので森林の生長は良好である。

フィンランドでは、森林の生産力や自生種は地床植生の種類と関係が深く以下のように識別されており、地床植生の状態を指標にして人工造林や天然更新が進められている。

(a) 湿性シダの成立地：肥沃でトウヒの成長がよい。

(b) 草本植物だけの成立地：トウヒの成長はやや良好。

(c) ブルーベリーの成立地：トウヒにヨーロッパアカマツが混生する。

(d) コケモモの成立地：乾燥地でヨーロッパアカマツの混交が多くなる。

(e) ヒース地：アカマツが主体の森林になる。

(f) ハナゴケ(地衣類)の被覆地：岩石地でヨーロッパアカマツの成長も不良。

有用樹種は、ドイツトウヒ、ヨーロッパアカマツ、シラカバで、かっては主として天然林を伐採していたが、1960年以降、湿原の造林を中心としてドイツトウヒの植林が急速に進行した。特に、タンペレ付近の湿原は、数ha規模のものから写真－2に見られるように広大なものまでその数は多いが、排水路を設けて排水し、乾燥化を図りながら順次ヨーロッパアカマツ、ドイツトウヒ等を植栽してきている。しかしながら、最近はラムサール条約等湿原の保護運動の高まりとともに、森林化にブレーキがかかっているという。

一般の林地における作業法としては、皆伐一斉造林が主体であるが、南部地域の国有林は30ha以内、民有林では70ha以内の広さに制限されている。したがって、非皆伐施業は国有林を中心に試験的に行われている段階であるが、自然保護運動の高まりとともに多様な森林作業法を採用せざるを得ないようである。



写真－2
タンペレ北部の広大な湿原（1993年）

次に、フィンランドにおける主な森林作業法を紹介する。

①皆伐作業法

ほとんどは数ha程度のドイツトウヒあるいはヨーロッパアカマツの皆伐地である。一般には、機械でトレンチ（浅い溝）を掘り、ドイツトウヒをha当たり2,000本前後植栽するが、ドイツトウヒは上木の保護がないと凍害を受け易いため、同時にヨーロッパアカマツの直播きをし、混交林の造成を目指している。

しかしながら、このような皆伐地にはいずれシラカバやヨーロッパアカマツが天然更新するはずであるので、それを待ってドイツトウヒを植栽するのが良策であるように思われる。

②ヨーロッパアカマツの母樹法

一般には、ha当たり80～100本程度の母樹を保残し、２m弱の間隔でトレンチを作設し、鉱物質土壌上に更新させる方法を行っている。

施業後２～３年でヨーロッパアカマツの稚樹が成立するところが多い。



写真－３

母樹法による施業を行ったヨーロッパアカマツ林、約２m間隔でトレンチを作設している（1993年）



写真－４
母樹法により瘠悪地によく成立したヨーロッパアカマツの更新樹（1993年）

しかし、シラカバの更新がよく、６～７年目にはシラカバに被圧され、ヨーロッパアカマツの稚樹が消失したところも見られる。なお、多少の脊悪地や乾燥ぎみの傾斜地はヨーロッパアカマツの更新がよく、二段林型になっている。

③ドイツトウヒの母樹法

実行例は少ないがドイツトウヒの母樹法による施業後数年目の林床にドイツトウヒの稚樹が多少ではあるが成立している林分があった。母樹の保残本数は150～200本／ha程度である。

ドイツトウヒはヨーロッパアカマツやシラカバより耐陰性が高いので、母樹法のように急激に林床を明るくするより傘伐法によってドイツトウヒの更新に適した林内照度に誘導する方が適切であるように思われた。

④アカマツ－トウヒ二段林施業法

当地域では、天然生ヨーロッパアカマツ林内に天然更新したドイツ

トウヒの幼樹が成立している林分が多く見られる。これらを手本にすれば、ヨーロッパアカマツ－ドイツトウヒの二段林施業が有望ではないかと思われる。その場合、ドイツトウヒは人工植栽でもよく、凍害を防ぐ有効な手段となろう。ただ、下木のドイツトウヒを損傷しないよう、ヨーロッパアカマツの上木を伐出する方法を講じる必要がある。

以上のほか、帯状漸伐法あるいは群状傘伐法も一部で実行されているが、事例は少ないようである。

コルケアコスキ国有林には、1955年に指定された約45haの原生保存林がある。また、本国有林の西方にはセイセミネン（Seiseminen）国立公園があり、その管理は国有林が行っている。

一方、フィンランド中・南部には湖が多く、これらを運河によってつなぎ、木材の運搬や大型機械等の移動に利用しているが、この周辺の森林は写真－５のように針・広混交林として保存されるか、単木択伐的に施業されて、訪れる人々に安らぎを与えるよう配慮されている。



写真－５
水運に利用される湖周辺の美しい針広混交林（1993年）

5 ドイツ

ドイツの林業技術は16世紀以降発達したといわれているが、現在も続けられている森林作業法が技術体系として確立したのは19世紀に入ってからのことである。当初は、ブナ（Common beech）、ナラ（Sessile oak）等の広葉樹林について択伐とか傘伐作業法による天然更新が進められていた。やがて、19世紀半ばになり、トウヒ（Norway spruse）、モミ（Silver fir）、アカマツ（Scots pine）等の皆伐一斉林もしくは大面積傘伐林が拡大し、19世紀末には択伐林のような異齢不斉林は少なくなり、ドイツにおける大部分の森林はほとんどほぼ同齢の一斉林になった。しかも人工造林による単純林の増加が著しかった。

しかしながら、風害、地力減退のほか環境保全上多くの問題が顕在化し、経済性より自然法則を尊重せよという自然回帰（Zurück zur Natur）や恒続林思想の声が大きくなり、20世紀初頭からは画伐法、帯状傘伐法、帯状択伐法、楔型傘伐法等非皆伐、天然更新による合自然的な各種の森林作業法が著名な林学者によって広められた。その結果、異齢の混交不斉林が多く造成されるようになり、ドイツのみならず我が国の林学、林業界に大きな影響を及ぼした。だだ、中・北部ドイツでは天然更新が困難な場合が多いことから、更新は人工植栽によるが、できるだけ自然法則を尊重した高蓄積保育施業（Vorratspflegewirtschaft）が取り入れられている。

以下、ドイツにおける森林施業の実態を紹介する。

（1）ヴォルファッハにおける択伐作業（Plenterbetrieb）

ドイツ西南のシュヴァルツヴァルト（Schwarzwald）のほぼ中央部、フロイデンスタット（Freudenstadt）の南南西約25kmに位置するヴォルファッハは、古くから択伐施業が取り入れられ、現在も広く実行されていることで有名である。当地はバート・リッポルツァウ・シャープバッハ（Bad Rippoldsau-Schapbach）営林署の管内（面積約8,000ha）で、民有林（約2,700ha）の60～70%、州有林（国有林）（約3,400ha）の10%ほどが択伐施業を行っている。残りは公有林、共有林であるがほとんどが皆伐人工林である。

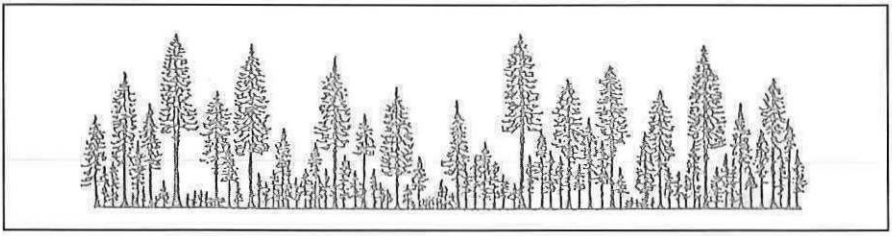
ヴォルファッハの森林は、緩斜地の北シュヴァルツヴァルトとは異なり、写真－１のように起伏の多い山岳地形で標高500～980mにある。年降水量は800～1,000mmであるが、1,500～2,000mmあると稚樹の耐陰性が高くなるという。もともとの森林は日本の冷温帯と同様にナラ、ブナ等を主とした落葉広葉樹林であったようであるが、今から約400年前から人々が定住するようになり、オランダとの交流が始まると、流送による運材のため河川周辺から伐採、針葉樹の植林が進められた結果、現在では広葉樹林はほとんど見られない。



写真－１
ヴォルファッハの択伐林の遠望
(1991年)

この地域の森林は、16世紀に当地方の領主が功績のあった住民30人に対し土地を与えたことに由来するが、その配分に当たって、地位（肥沃度）の公正さを図るために斜面を傾斜方向に細長く分割し、所有権は世襲制で他人への移譲や再分割を禁じたという。現在、１戸当たり所有面積は60～90haの範囲にあるが、細長な土地の区画幅は狭いところで10m、広いとことでは100～200mである。このような独特の所有境界は16世紀からほとんど変わっていないが、この独特の土地分割方式が択伐という林業様式を生み出したものであるという。すなわち、狭い林地で皆伐を行えば隣接地に風害等の危険を及ぼすことから、大きい木だけ選んで点状に伐採を繰り返した結果である。道がないため、伐採木は下部の川まで引き下ろし、流送したようである。　我が国の奈良県吉野の密植仕立ては、植付け本数の出来高払いという請負制から、また、岐阜県今須の択伐は、零細な山持ちの単木的な売り払いから自然発生的に林業様式が生まれたもので、もともと客観的な理論に準拠した技術ではないが、これと同様にヴォルファッハの択伐施業も長い年月の経過の中で住民が経験的に編み出した知恵であり技法といえる。

現在の択伐林は、ほとんどモミ（Silver fir）とトウヒ（Norway spruse）の針葉樹で、樹高35～40m、胸高直径60～80cmの大径木は、樹齢が200年を超えるがその多くは初期の植栽木と思われる。なお、一部にブナが混交するが、材価が安いため伐り捨てられているようである。また、立木材積は標高500～800m付近で400～500m^3／haあるが、択伐された上層木の少ない林分では300～350m^3／haであるという。



図－１
典型的な単木作業による択伐林（Troup）

ここでは、図－１の標準的な択伐林ように、択伐法としての確たる技術体系は見られないものの、伐採、更新は次のように進められている。択伐の回帰年は定かでなく、３～５年おきに択伐されることが多いものの、所有者の経済上の理由から金の必要でない年は伐採しないという。伐採は３～４月に行われ、写真－２のように剥皮し、８～９月まで林地で乾燥させた後に搬出、売り払うのが一般的である。



写真－２
剥皮後林内におかれ、乾燥される伐倒木（1991年）

なお、集材には近年トラクタを使用するようになったが、剥皮して搬出すると稚樹を傷めないという。また、現在、林道密度は40～50m／haになって

いるということであるが、これには一時的な作業道も含まれていると思われる。私有林の林道に対する助成策については、営林署による測量、設計を含め開設費の80%を国が補助している。

モミ、トウヒあるいはブナの更新はほとんど天然更新によるが、伐採木の枝条を集めるほかは地表かき起こし、下刈り等の補助作業は行わない。ただし、トウヒの更新の良くない箇所については一部トウヒを植栽するという。なお、モミ、トウヒの結実年はほぼ3年ごとであるが、ブナの豊作年はほぼ10年で長い。

今回調査した林分では、モミ、トウヒの稚樹、幼樹が多く成立しており、比較的明るい林分にはブナも良く更新していた。しかし、暗い林分ではトウヒが少なく、モミの稚樹が多い。また、上木が伐採され明るくなるとモミよりトウヒが早く成長するが、モミは後で成長を回復し、30～40年で樹高4～5mになる。

稚樹の更新、成長の良くない箇所では、更新を促すための枝打ちを一部で行っている。これは、日本のように無節材の生産のためではなく、林床に陽光を入れる手段として行っているものであるが、無節材が高価に売れることから、最近は高品質材生産を目的として、1回2mずつ、10m程度の高さまで枝打ちをする事もあるという。ちなみに、冬季を中心にして9月から5月の成長休止期に行うのが一般的で、2m以上の枝打ちはハシゴを使用して行われている。

択伐作業は、造林費が不要で、理論的に風害に強く、林地の健全性を保つ等理想的な林業生産技術であるといわれているが、1990年の冬に襲った強風により、ヴォルファッハの皆伐一斉林と一部択伐林において、写真－3のような大規模な風倒被害が発生し大きな問題となった。被害木は10万m^3以上と

もいわれており、特に被害の大きかった箇所はトウヒの優勢な林分で、風に強いといわれる択伐作業であっても、風に弱い樹種の単純林には問題があり、混交仕立ての択伐林の安全性が見直されているという。



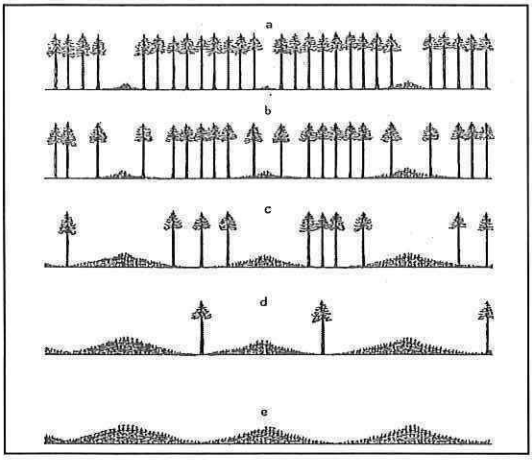
写真－3
ヴォルファッハにおける大規模な風倒被害地。風倒後2年を経過したがまだ植栽されていない（1991年）

（2）ザンクト・メルゲンにおけるバーデン式画伐法（Badisher Femelschlagbetrieb）

ザンクト・メルゲンは、フライブルクの東方約18kmの位置にあり、バーデン地方の南部シュヴァルツヴァルトにあたる。バーデンでは古くから択伐作業が行われていたが、1833年に同国の森林法によって択伐が禁止されたので、これに変わる方法として一定期間内に林分を更新させる傘伐作業を取り入れざるを得なくなった。そのうち、特に部分的に確実に更新を進め、それを拡大させ、40～60年で更新を完了させる群状傘伐いわゆる画伐法が主流になった。これをバーデン式画伐法と呼ぶが、皆伐一斉林の弊害を改善する目的で工夫された更新期間20～30年の短期の画伐法である後述のバイエルン式画伐法とは異なり、更新期間が長く、いくらか択伐作業に似た異齢林になることから、長期画伐法（Langfristiger Femelschlag）あるいはスイス式画伐法

(Schweizer Femelschlag) とも呼ばれている。

画伐作業法は、一斉林型の森林からの天然更新にあたり、図－２に示したように、林内各所に500m²前後の孔状の更新面を予備伐によって造り、傘伐の各段階の伐採を周辺に進めながら順次その面を広げていく方法である。各群の配列は不斉の場合が多いが、群の最大面積はほぼ0.3haとされている。



図－２
画伐天然更新法の作業手順（Troup）

ザンクト・メルゲン営林署の管内面積は約9,000haで、私有林6,000ha、州有林2,000ha、町村有林1,000haとなっている。皆伐一斉造林地が多く、天然更新によって造成された天然生林は約30%である。州有林のうち、約1,200haは壮齢林以上で、約700haは若齢林である。樹種構成はトウヒ50%、モミ20%、米マツ（Douglas fir）１%、ブナ26%、カエデ２%、その他１%となっている。なお、画伐作業は主に州有林で行われている。

今回調査した画伐林は、標高約900m、年平均降水量は1,500mm（1,200～1,800mm）、積雪が１～２m、年平均気温は５～8.7℃（－30℃になることもある）の範囲にあるが、森林限界の標高1,600m（管内は最高1,240m）の地点で

は凍害、風害が多発するという。調査地の基岩は花崗岩で、水の透水性は良いものの、本来成長はあまり良くないという。しかし、落葉粗腐植の堆積は５cmほどで比較的厚く、土壌の乾燥防止、湿度の保持、土壌凍結の防止に役立っているほか、土壌の理学性も良いように思われた。

トウヒ、モミの画伐対象林分の蓄積はha当たり1,000m³に達するところもあり、ブナ林は500～600m³／haであるという。上木の樹高は30～40m、胸高直径70～80cmで、トウヒ、モミの伐期は120～130年程度、ブナは140～150年ほどのようである。

画伐作業は予備伐、下種伐、後伐という傘伐作業を順次何回かに分けて群状に広げ、更新を進めていく方法である。まず第１段階は図－2のaのように予備伐（孔状のように見えるが）から始める。林内照度が適当であれば、写真－４のように更新が始まる。その場合、暗いとモミは更新するが、トウヒは成立しない。ブナの下ではトウヒは更新できないが、モミは良く更新する。しかし成長はおそい。モミはノロジカに食害されることが多いので忌避剤を塗布している。



写真－４
ザンクト・メルゲンにおけるバーデン式画伐法の第１段階として予備伐を行った後、更新したモミの稚樹（1987年）

第１段階の画伐は、伐採、収穫の対象になる大きな木のあるところで、できるだけ下層植生の少ないところから始める。そのため各群の位置関係は不規則になるが、およそ100～200m間隔になるよう配慮するようである。また、列状に画伐を進めているところもある。

写真－５のように更新した稚樹が0.5～１mになると、第２段階として図－２のbのように予備伐の箇所に下種伐を、その周辺に予備伐を広げる。つぎつぎと稚樹が更新し、良く成長するようになると、1.5～２m間隔になるよう除伐することもある。特にトウヒの混交率を多くする場合にはモミを積極的に除去する。



写真－５
第２段階として下種伐を始める直前の状態。手前は画伐を行っていない暗い林分で、モミ、トウヒの稚樹はみられない（1987年）

第１段階の画伐から30年ほど経過し、更新樹が３～４mあるいはそれ以上になったとき、第３段階の画伐を行う。したがって、図－２のcのように、第１段階で予備伐したところは後伐として上木を全て伐採し、第２段階のところは下種伐を、その周辺に予備伐を行いながら群を広げていく。写真－６、７はこの第３段階の始めと終わりの状態である。この段階の広さは30～40m、樹高の1.5～２倍程度である。



写真－６
第3段階の画伐を始める直前の状態（1991年）



写真－７
第３段階の画伐を行って良く成長した更新地。モミとトウヒが半々程度成立している（1991年）

更新樹が画伐地の中央付近で６～８mになると、図－２のeのように後伐として全ての上木を伐採する。これが第４段階である。しかし、更新が遅い場合はdのように上木を残し、更新が完了してから伐採することもある。これを殿伐と呼んでいる。写真－８はdの状態を示している。

画伐が完了するまでにおよそ40～50年、場合によっては60年を要するが、伐期130年としても明らかに異齢林を形成することになる。また、画伐法は前述のように群状地を広げていくので、比較的暗いところにはモミが、明るい箇所にはトウヒやブナ、ナラ、カエデ等が更新し、混交林を形成しやすい。



写真－8
全体にわたり更新が完了し、第4段階もしくは殿伐直前の状態。早く更新した幼樹は8mほどになり、2～40年生の異齢、不斉林を示している（1991年）

E.KLEIN署長の説明によると、材価の高いトウヒを主体にした森林の造成を目標にする場合でも、風害、雪害に対する安全のためにも、また地力維持のためにも必ずモミやブナ等の混交林に誘導するという。この場合の混交率は定まったものではなく、林分条件によって適宜判断するとのことであった。

なお、画伐法は天然更新によって混交林を造成することが容易であるほか、第3段階までは伐出にあたり未更新地を利用できるので稚樹を損傷しない等の長所があるが、第3段階以降、残存木が風害にかかり易いほか、第4段階での伐出にあたり、稚樹を傷め易い等の短所もある。一方、天然更新がうまくいっていないところは、人工植栽することもあるので、画伐によって成林した現在の林分は、約80%が天然更新木で残りの20%ほどは植栽木であるという。

また、画伐の第1段階における予備伐に代わり、200～500m^{2}の小面積の皆伐を行い、この孔状地を順次広げながら更新を進める方法がある。この方法は画伐と同様の群状傘伐法であるが、これを特に孔伐作業（Löcherhieb）と呼んでいる。本方法は日本の人工植栽による群状複層林施業に適した技術であろう。

(3) ケルハイムにおけるバイエルン式画伐作業 (Bayerischer Femelschlagbetrieb)

ケルハイムはミュンヘンの北およそ90km（レーゲンスブルクの南西約10km）に位置し、バイエルン山地の北西端にあたる。地質はジュラの続きの石灰岩質で、比較的乾燥した地域である。

バイエルン州における画伐法は、19世紀末に顕在化した大面積一斉林の弊害を避けるため、一度の伐採面を小さくした画伐作業のほか、帯状傘伐作業や両者を組み合わせた複合法（帯状画伐作業）をK.GAYERが提唱し、広く実行されるようになったものである。また、彼はすでに混交林の重要性を説いていたが、単木的な混交林造成が困難なことから群状混交を強調した。この考え方は現在も引き継がれている。

バイエルン式画伐法の作業システムは前述のバーデン式画伐法とほとんど同様であるが、バーデン式画伐法より更新期間が短く、20～30年であるので、短期画伐法あるいは創始者の名を冠してガイヤー法とも呼ばれている。

ケルハイム営林署の画伐施業地の現在の林分は、樹高35～40mで、トウヒが約70%、モミが約10%、ブナが約20%の混交林であるが、ナラ、モミを主体にした風害に強く安定した森林を目指しているという。

画伐の各段階において予備伐を行うと、写真－9のようにモミが良く更新する。陰樹のブナも比較的更新は良いが、上木のブナを伐採するとトウヒが10数年後に良く更新するという。更新地に進入する雑木類はつとめて手で除去し、除草剤は用いない。モミはノロジカの食害が大きいので金網による防護柵を張りめぐらしていたが、モミが2～3m間隔に成立すれば充分とのことであった。

画伐の第2、第3段階は写真－10、11のように、初期に成立した更新樹を

中心に円錐状のモミ、トウヒの異齢林を形成するようになる。また、写真－12のようなブナ等の広葉樹を主体にした更新地も見られる。このように、バイエルン式画伐法では各群ごとに主体となる樹種構成が異なることが一つの特徴になっている。



写真－9
第1段階の下種伐を行った後更新したモミの稚樹（1991年）



写真－10
第2段階の画伐を行い、良く成長した稚樹（1991年）



写真－11
第3段階の画伐を行った後、早く更新した中央部を頂点に円錐状の異齢、不斉林を形成した更新地（1991年）



写真－12
主としてブナ等の広葉樹が更新した第3段階の画伐地（1991年）

第3段階の更新地には保育道がつけられていたが、ほとんど手入れはしないという。しかし、第2、第3の各段階で材価の高いトウヒを70%、風害対策としてモミ10%、ブナ20%の林分構成になるよう本数調整をすることもあるようである。

更新がうまく進むと、最後の後伐を行い更新が完了する。更新期間は20年から最長40年であるが、30年前後のことが多いという。

ケルハイムにおける画伐天然更新のコストは、柵作り、雑木の除去、トウヒの更新不良個所へのカラマツの植栽だけであるという。

この画伐地においても、1990年の強風により大きな被害が発生したが、倒伏だけでなく写真－13のような折損被害も多かったようである。被害木のほとんどはトウヒであったようで、モミとナラは被害が少なかったことから、風害跡地に50～60cmのナラを植栽し始めていた。トウヒの風倒木は林道端で200DM／m^3（普通材の約60%）で売却したという。



写真－13
ケルハイムの画伐地における上木の風倒被害の状況（1991年）

レーゲンスブルク営林局のA.SCHMIDT局長によると、現在、バイエルンでは風害地とか樹種更改の場合のみ人工植栽しているが、面積比率では50%以下で、天然更新施業が増加しているという。また、この10年間、小面積の私有林の一部を除き、皆伐は行われず、ほとんどは傘伐か画伐を行っているという。そして、今回の風害の影響もあって、今後の森林の取扱は生態学的な知見から針広混交林の造成を指向するとSCHMIDT局長は断言された。

(4) ガイドルフにおけるワグナーの帯状択伐作業 (Wagnerscher Blendersaumschlagbetrieb)

C.WAGNER（ワグナー）が情熱を捧げた帯状択伐林のあるガイルドルフは、

シュヴァルツヴァルトの北端に隣接するスタットガルト（Stuttgart）の北東約50kmに位置する。付近一帯は傾斜の緩い丘陵地帯で、林業が盛んである。年平均気温は17℃、年降水量は900mm前後である。

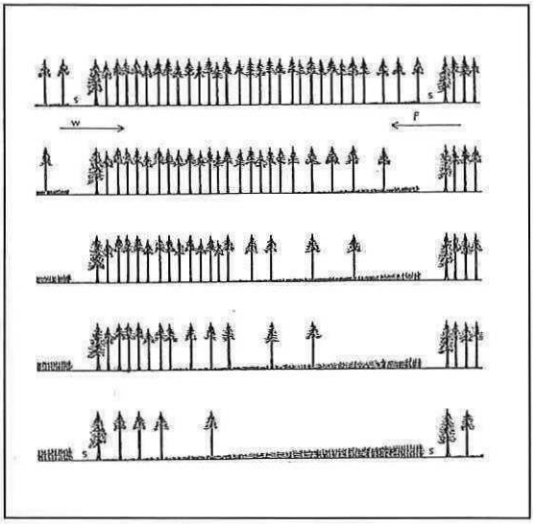
ワグナーは、1907年にガイルドルフで実行したBlendersaumschlagを発表し、1923年に写真－14のような帯状択伐とその体系をまとめた。



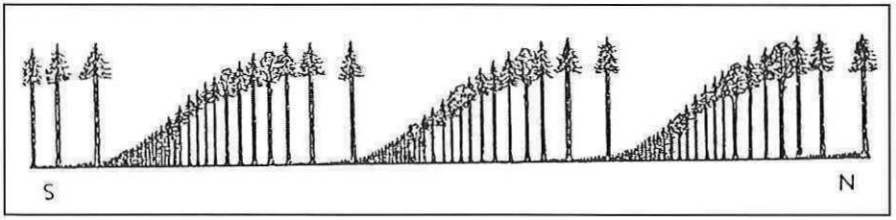
写真－14
帯状択伐法とその技術体系を世に問うたワグナーの原本。ガイルドルフでは今も忠実にこの作業が引き継がれている

もともと、帯状傘伐法は図－３に示したように予備伐、下種伐、後伐の順序立てられた更新のための伐採を漸次帯状に進めていく方法で、COTTA, GAYER等によって早くから実行されていた。しかし、このワグナーの帯状択伐法は、図－４に示した模式図のように、一般に強風の吹く西南方向に傘伐を進め、後伐直後の更新完了地から次の後伐直前までを単位帯として施業するシステムである。したがって、１つの帯には若齢の幼樹から壮齢の大径木まで含まれるので、階段状ではあるが、択伐林と同様、異齢、不斉林を構成

することになる。この帯の幅は250mほどで、更新の年平均速度はほぼ3mということであった。ワグナーが1902年に本作業を始めたとき、更新がうまくいかなかった所にはダグラスファーを植栽したようであるが、現在の林分の上木のほとんどはトウヒである。



図－3
帯状傘伐天然更新法の作業手順（Troup）



図－4
ワグナーの帯状択伐作業法の模式図。伐採は強風の吹く左方に向かって進める（Troup）

一斉林型から帯状択伐林型に誘導するには、まず250m間隔に数mから十数mの幅の部分を予備伐し、Saum（林縁更新帯）をつくる。そして強風の方向に次々と予備伐、下種伐、後伐を進めていくことになるが、最初の予備伐は30年生ぐらいから始めるという。したがって、写真－15のように予備伐前の林内にはほとんど稚樹が見られない。



写真－15
予備伐前の林内。低木類が散生するのみでトウヒ、モミの稚樹はほとんど見られない（1991年）

予備伐を行い、林床が少し明るくなると初めはモミの稚樹が良く更新するようになるが、下種伐によってさらに多くの光が入ってくると、写真－16のようにトウヒが更新するようになる。この段階で高さ30～60cmの稚樹が密生するようになればブッシュカッターで本数調整を行う（写真－17）が、各稚樹の間隔は１～２mにし、モミをできるだけ残すようにする。

モミはノロジカの食害が多く全滅することもあるので、金網によるシカ柵を設けていた。また、あちこちの林縁付近にはシカ撃ちのためのヤグラ（写真－18）が設けられていたが、狩猟によるシカの頭数調整はあまりうまくいっていないように思われた。なお、ドイツでは、この狩猟権は営林署にあってかなりの収入を得ている。野生鳥獣も林産物として扱っていることは、日本の現状からは考えられないことである。



写真－16
下種伐を行うとモミに続いてトウヒが天然更新する（1991年）



写真－17
密生した稚樹をブッシュカッターで本数調整した更新地（1991年）



写真－18
モミはノロジカに食害されるのでシカ柵を設けているが、狩猟のためのヤグラも林縁付近によくみかけられる（1991年）

林縁付近の更新がうまく進むと、後伐（受光伐）として上木を伐採する。このように、一つの帯でいつも予備伐から後伐までの作業が行われていることになるが、伐採木は予備伐前の未更新地を通って搬出する。写真－19は標準的な林縁更新帯と更新完了の状況である。



写真－19
更新中の林縁（Saum）付近と更新完了の状態（1991年）

以上のように、風害対策と更新促進のほか林地を常に裸にしないよう工夫された帯状択伐であったが、1990年冬、林縁木に大きな風害が発生した。特にトウヒが大被害を受けたようであるが、被害量はなんと年伐採量の5倍に相当し、この地方だけで数十万m^3の風倒被害があったという。なお、風倒被害地は地質との相関が高いということであった。

ワグナーが心血を注ぎ、大規模に造成した美しい階段状模様の帯状択伐林も、風害によって一部を除き見る影もなくなったが、風上（西方）に写真－20のようなナラの上木が成立していたところではトウヒもほとんど被害を受けなかった。すなわち、風害に強いとされた帯状択伐であるが、風に弱いトウヒの単純林は問題であることを反省し、経済性を多少犠牲にしても合自然的な林業を推進することとして、風害跡地にナラとモミの植栽を始めつつあり、今後はトウヒ、モミ、ナラの混交型の帯状択伐林に誘導したいというこ

とであった。なお、風害跡地におけるナラの植栽は50～60cmの苗木を１×３m間隔で植え付けていたが、上方にブナの成立するところはトウヒ、モミ、ブナの⅓ずつの混交林に仕立てる方針であるという。



写真－20
帯状択伐林の西側（風上側）林縁に成立しているナラの大木。樹高約30mで、この奥のトウヒはほとんど風害を受けていない（1991年）



写真－21
1949年に建立されたワグナーの功績を讃える記念碑

なお、ガイルドルフばかりでなくヴィルテンベルク地方に本作業法を広めたワグナーの功績は大きい。このワグナーの偉業を讃え、ガイルドルフにはワグナーの記念碑が建てられている（写真－21）。

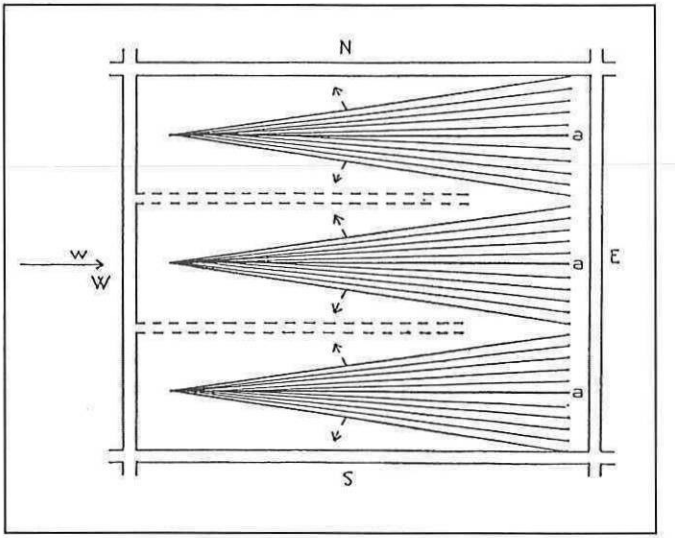
（5）ランゲンブラントにおける楔型傘伐作業（Keilschirmschlagbetrieb）

楔型傘伐作業を実行しているランゲンブラントは、バーデンバーデン（Baden Baden）の南東10km余りの北シュヴァルツヴァルトに位置し、現在、その東北東約25kmにあるバート・リーベンツェル（Bad Liebenzell）営林署の管轄となっている。標高300～400m、最高725m、年平均気温７℃、年降水量980mm程度である。



写真－22
ランゲンブラントの楔型傘伐作業林内にあるJ.EBERHARDの記念碑

ランゲンブラントにおける楔型傘伐法はJ.EBERHARD（エバーハート）により1914年から実行されたもので、写真－22に示した彼の記念碑に書かれているように、最初はSchirmkeilschlagと呼ばれていた。その後、バーデン山林局のPHILIPP局長が風害に強い本法をバーデン地方に採用するに当たり、Keilschirmschlagと改称し、世に広めたものである。



図－5
楔型傘伐作業法の進め方。aのラインから両側に後伐を順次進める。矢印は伐採木の搬出方向（Troup）

本法は図－5に示したように、強風の吹く西又は西南方向に向かって楔型の傘伐を進めていく方法である。まず、80～120mの間隔に林道もしくは搬出路を設け、それぞれの対象林分の全体に予備伐（弱い間伐程度で暗伐ともいう）を10～15年間に6～8回行う。稚樹の更新が始まったら楔の中心軸を強風の吹く方向（普通は西方）に、急傾斜であれば斜面の下方に向けて楔型に後伐を進める。後伐は1～2年ごと又は4年間隔で20～25年かけて行う。すなわち、更新期間は合わせて30～40年になるが、後伐の期間が短いので、異齢ではあるがほぼ一斉林型になるという。

予備伐、下種伐の伐採の程度については、それぞれha当たり年平均で8～12m^{3}程度と定めていたが、後伐を早く進めるとヨーロッパアカマツ（*Pinus*

silvestris）が早く更新し、遅いとモミ（Silver fir）が多くなるようである。特に太陽光が70%程度の明るい林床にはアカマツが、30%になるとモミが多くなるという。そこで、最初の予備伐の伐採率は10年間で約20%、その後の10年間で30%を、次の20年間で残りの50%を全部伐採しているという。伐採木は図－5の矢印の方向に未更新地を通って搬出する。

天然更新によって、稚樹がha当たり10,000本以上成立するようになったら5,000本程度に本数調整し、更新完了となるようである。その際、モミ、トウヒはクリスマスツリーとして売り払うという。ノイエンビュルク営林署のH.PABST署長の話では、この楔型傘伐作業の設計に当たっては光条件、伐採木の搬出方法、強風の方向という3つの要因を充分考慮するという。

写真－23は楔型傘伐法によって成林したアカマツの混交率の多い約80年生の林分である。モミ、トウヒも良く成長し一応閉鎖状態になっているが、間伐や予備伐等ぬき伐りをしていないのに、アカマツの混交により林内は比較的明るく、林床にはすでにモミやトウヒが更新していた。

一方、トウヒの優勢な林分は、1990年冬の強風により大きな風倒被害を受けた（写真－24）。この大きな風害は、単純林状態のトウヒ林分に多かったことから、今後はアカマツとモミを主にトウヒを副とした混交林を造成したいという。また、風に強いナラ（Sessile oak）も混交させようと被害跡地に植林を開始していた。ナラの植栽は樹種の持つ特性として根系の発達に期待するとともに、レクレーションのためにも多彩な森林を造成することにあるという。

ナラの植栽は、ポット養苗された1～1.5mの大苗を用い、普通3,000本／ha植え付けるという。この大苗は1本当たり5DMもすることから、苗木代だけでha当たり15,000DMもかかることになる。造林費は大苗植栽のためシカ柵

は不要であるが、日本円にして200万円以上になるようである。ドイツにおけるこのような育林コストの高さが、各種の非皆伐的森林作業法による天然更新を広め、継承させてきた１つの要因でもあるとおもわれるので、皆伐一斉造林とその育林コストの事例を紹介する。

北シュヴァルツヴァルトの森林率は40%であるが、その森林の90%は一斉造林による人工林である



写真－23
ランゲンブラントの楔型傘伐法によって成林した約80年生の林分。モミ、トウヒを主体にアカマツがかなり混交し、林床にはモミ、トウヒの稚樹が多く更新している（1991年）



写真－24
成林した楔型傘伐施業林の風害状況。トウヒの優勢な林分に被害が多い（1991年）

表－１
ドイツ、アメリカ、日本の育林費の比較（1983,1991）（¥,US＄,DM［１＄=125¥］［1DM =80¥］ /ha）

育林作業等	日本		アメリカ西海岸		ドイツ北シュヴァルツヴァルト	
	スギ平均（Cryptomeria）		米ツガ（Western Hemlock）		トウヒ（Fichite）	
	¥	＄	¥	＄	¥	DM
地拵え	199,200	1,594	42,800-49,300	343-395	80,000	1,000
植栽	398,300	3,186	69,600-80,400	557-643	1,2-1,600,000	15-20,000
補植	42,700	342	0	0	0	0
下刈り	815,200	6,522	0	0	0	0
除伐	234,300	1,874	0	0	0	0
間伐	129,200	1,034	24,100-28,500	193-228	64,000	800
管理費	299,800	2,398	31,600-54,300	253-434	?	?
その他	27,600	221	26,600-30,700	213-246	0	0
合　計	2,146,800	17,174	194,600-244,200	1,557-1,953	1,344,000-1,744,000	17-22,000

1983年日本スギ資料：　農水省「育林費調査報告」
1983年アメリカ資料：　Analysis of Wood Cost in the North American Forest Products Industry
1991年ドイツ資料　：　ポット大苗（シカ害防除のため）3,000本/ha植栽、賃金　18DM/hr
モミ（Tanne）30%プラス、広葉樹 50%プラス

表－１は北シュヴァルツヴァルトにおける大苗植栽の場合の育林コストを、日本のスギとアメリカ西海岸の米ツガ（Western hemlock）と比較したものである。トウヒの全育林コストは日本のスギの場合より30%ほど安いものの、前述のとおり苗木が１本５DM（約400円））もするほか、労務費が１時間当たり18DM（約1,440円）することから、日本の植栽費の３～４倍となり、著しくコストが高くなっている。モミやナラはさらに苗木代が高くなる。なお、50cm程度の苗木を植栽する場合は、普通モミ、ナラを混植するため、シカ柵が必要になることから、全育林コストは日本とほぼ同額になるようである。

アメリカの育林コストの安さは別格としても、日本と同様にドイツでもこの高い育林費のコストダウンに頭を痛めているようである。

6 イギリス

a 森林・林業の現況

イギリスは日本と同様に島国であるが、グレートブリテン島に所在するイングランド（England）、ウェールズ（Wales）、スコットランド（Scotland）とアイルランド島北部の北アイルランド（Northern Ireland）を含めた連合王国として一国家を形成している。

イギリスの国土面積は約2,450万haで、日本の$^{2}/_{3}$程度である。北緯約50度から60度の範囲にあって、日本の最北端よりさらに北に位置するが、メキシコ暖流の影響で冬季は比較的暖かく、寒暖の差は小さい。また、年平均降水量は、北部、西部の山地を除き大部分は800mm前後である。

イングランドの大部分は湖水地方を除き標高100m以下の低地で、200～300mの丘陵地が散在するのみであるが、ウェールズやスコットランドには標高800mを超す山岳地が存在する。イギリスの最高峰はスコットランド中部のベン・ネビス山（1,343m）である。

イギリスの森林面積は、現在約241万ha、その森林率は僅か10%ほどで先進国中最も少ない。しかも、人口１人当たりの森林面積は0.04haしかない。

ヨーロッパ各国では、15世紀頃までの略奪的森林破壊によってほとんどの森林が消滅したが、それぞれの国の森林官の努力により森林の回復が進んできている。イギリスでも、1924年の森林率が5.3%であったものが、1947年に6.1%、1965年に7.6%、1980年には9.4%となり、最近ようやく10%に達したものである。この森林の増加はよく言われているような農牧地の森林化ではなく、ほとんどはヒース（heath）地等無立木地への植林の結果であるという。政府としては国土の77%を占める農地の一部を環境保全上から森林にし

たい意向を持っているものの、農業への補助政策が手厚く、森林に対する農家の関心も薄いのでなかなか農地の林地化は進まないようである。

日本で森林といえば山林を連想するが、イギリスでは北西部の一部を除きほとんどが平地林か丘陵林である。しかも、数十haから数百haの広さの森林群が各所に散在しているのが大部分で、数万haを超す大森林は数カ所のみである。

イギリスには原生状態の天然林は全く存在しない。また、二次林（天然生林）も極めて少なく、現存する大径の広葉樹林も植栽されたものであるが、Forestry Commission（林業委員会：日本の林野庁にあたる）等では森林の自然度（Naturalness）と沿革（History of site as woodland）により森林を次の4つに分類している。

A：Ancient semi – natural woods（古半天然林）
1,600年以降継続した森林で、主として自生種の二次林
（全森林の15%）

B：Recent semi – natural woods（新半天然林）
1,600年以降、無立木地に主として在来種が再生した森林
（全森林の10%）

C：Ancient plantation woods（古人工林）
1,600年以降継続した人工林で、導入された外来種が主体の森林
（全森林の10%）

D：Recent plantation woods（新人工林）
最近無立木地に主として外来種を植栽した人工林
（全森林の65%）

イギリスの森林施業の主流は、日本と同様に皆伐一斉造林である。しかも、

土壌が浅く、湿性の粘質土壌の多いこの国では、排水に配慮して畝立てを行い植栽することが多いという。また、トウヒ等針葉樹単純林は風害が発生し易いため、5段階に分けられた風害危険度の高いところは群状等小面積伐採ばかりか間伐さえも問題があるとして、伐期に達した林分はすべて一斉に皆伐せざるを得ないという。しかしながら、最近、環境保全や風致上の問題からできるだけ自然に近い形に誘導するため、小面積あるいは群状に針広混交林を造成するよう努めているという。今後、従来の皆伐法に対する量的生産力やコスト面での比較から、日本と同様非皆伐森林作業法が取り入れられていくと思われる。

イギリスの森林、樹林等に生存する樹種は約1,700種といわれているが、そのうち、固有の樹種は僅か30種にすぎない。少し古い資料であるが、イギリスにおける主要林業樹種の造林面積は表－1のようである。

表－1

イギリスにおける主要林業樹種の造林面積とその比率（1980）

樹　種		原産地	造林面積 (ha)	全森林面積比 (%)
シトカトウヒ	Sitka spruce	北米西海岸	525,900	23.6
ヨーロッパアカマツ	Scots pine	自生	241,000	10.8
ナラ	Oaks（2spp.）	自生	190,000	8.5
カンバ	Birches（2spp.）	自生	131,400	5.9
ロッジポールマツ	Lodgepole pine	北米西海岸	127,100	5.7
ドイツトウヒ	Norway spruce	ヨーロッパ	116,800	5.2
ニホンカラマツ	Japanese larch	日本	111,300	5.0
トネリコ	Common ask	自生	79,200	3.6
ブナ	Common beech	自生	75,000	3.4
カエデ	Sycamore	ヨーロッパ	54,300	2.4
ダグラスファー	Douglas fir	北米西海岸	47,400	2.1
コルシカマツ	Corsican pine	ヨーロッパ	47,300	2.1
ヨーロッパカラマツ	European larch	ヨーロッパ	40,400	1.8
合　計			1,787,100	80.1

1993年度の全造林面積は約33,700haであったが、同年度の日本の造林面積は53,000haであったので、森林面積が我が国の$^{1}/_{10}$にも満たないイギリスにとっては高水準であったといえる。しかし、かって年間15,000ha以上も行われていた拡大造林（New planting、未立木地造林の意味であるので日本の樹種更改を伴う拡大造林とは異なる）は、1995年現在ほとんど行われていないという。また、再造林（Restocking）も8,000～9,000haに落ち込んでいるようである。

樹種別に見ると、国有林（全森林面積の約38%）では外来種を主とした針葉樹林が多いが、民有林では約61%が広葉樹林である。特に、1993年には広葉樹推進政策によって全造林面積の約48%、16,000haもの広葉樹の拡大造林（農地造林）が民地で実行された。今後は農地の森林化が増大すると推測されている。

イギリスでは湿性土壌が多いので、地拵えは写真－１のような歩行式掘削機（Walking excavator）で畝立てを行い、植栽するのが一般的である。畝の間隔は２mで、２mごとに植栽するので、ha当たりの植栽本数は2,500本となっている。



写真－１
地拵えとしての畝立てを行う歩行式掘削機

下刈りは約75%が除草剤、10%が手刈り、平地である残り15%はトラクターで行っている。脊悪地、ヒース地に対しては施肥も行っているという。

一般的な林業コストは人件費（管理費）も含めha当たり約1,000ポンド（約160,000円）であるが、安い場合は800ポンド、条件の悪いところでは2,200ポンドになるという。通常この育林コストは収入の３～４%程度のようである。

イギリスにおける森林造成上の大きな問題点は、風害、シカを主とする動物害及びヒース地保全、動物保護と林業の相克等であるという。

造林の主体樹種であるシトカトウヒは、シカ害は少ないものの風害に著しく弱いため、比較的風害に強い広葉樹の植栽を進めているが、シカやリス、ネズミの害に悩まされている。シカは現在７種類棲息し、その内５種は導入されたものである。ニホンシカ（Sikadeer）も野生化し、それらの交配種とともに大きな被害を与えているという。シカの被害対策としてツリーシェルターによるチューブ法が多用されている。

b 森林・林業政策の最近の動静

イギリスにおける森林・林業政策は、前述したように1980年代まではヒース地等の未立木に対する拡大造林が強力に推進され、森林率は10%まで回復したが、その造林樹種の多くはアメリカ西海岸から導入された針葉樹であった。しかし、環境問題の重要性が認識されるに従い、1980年代半ばには針葉樹造林政策の見通し、広葉樹林育成を重視しようとする機運が高まってきた。

当然、林業政策は自然環境の保全、野生動物保護問題の動静と密接な関係を持つようになった。林業生産に最も大きな影響を与えたのは1985年に制定されたWidlife and Countryside Act（野生生物・田園保全法）で、この法律の中のSites of Special Scientific Interests（特別科学的重要地域、SSSI）によって、

風致及び野生動植物の保全を図るために木材生産を規制する区域指定がなされた。このSSSI区域指定内における伐採施業に関しては、English Nature（イングランド自然保護庁）の許可が必要である。

さらに具体的な行動としては、イングランドにおいて自然保護に対し強力な権限を持つCountryside Commission（田園地域委員会）が、1987年にForestry in Countryside（田園地域における林業）を公表し、その中で都市近郊における森林風致の改善、森林レクリエーション利用の場の整備を目的とするCommunity Forest（地域森林）計画が出された。

このような動きに対し、1991年、Forestry Commissionは森林の環境政策の指標として、環境、風致、レクリエーションに関する3つのガイドラインを作成し、これに基づき施策を展開している。（以下、3つのガイドラインの概要を紹介する。）

（1）森林風致デザインガイドライン（Forest Landscape Design Guidelines）

デザイン計画には以下のような6つの基本原則がある。

①形状（Shape）

景観上森林の形状は視覚に入る周辺の状況に配慮する必要がある。例えば、等高線に直角の形状は不快感を与えるが、斜め方向あるいはあや模様は良い効果をもたらす。

②視覚効果（Visual force）

視覚上からは芸術的、グラフィックデザイン的に表現させることが原則である。すなわち森林の形状は凹地では上部に、山脚や尾根では

下方に視線が向くので、両者が均整を保つよう設計する必要がある。

③規模（Scale）

森林と皆伐跡のような無立木地との相対的な割合は視覚上重要な要素である。図－１に示したように、森林が$\frac{1}{3}$（上図）もしくは$\frac{1}{2}$程度（下図）しか残存していないと不自然な感情を抱かせるが、$\frac{2}{3}$以上（中図）存在すれば心地よい規模といえる。

④多様性（Diversity）

多様性とは景観上多種、多様な特徴を持つ程度のことである。一斉単純林のようなモノトーンは好ましくないが、過度の多様性を持つ風景も落ち着きを失わせる。単一樹種が$\frac{2}{3}$を占めていても、残りの部分が異なる樹種で構成されている森林は多様性のある風景として歓迎される。

⑤統一性（Unity）

森林の風致上のデザインは土地の形状につり合ったものでなければならない。強いコントラストはできるだけ避け、森林の色彩、形状、構造等に柔和なコントラストを持たせるような統一性に配慮する。

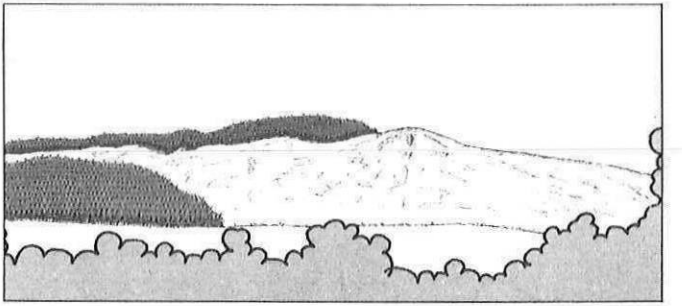
⑥土地の精神的象徴（The spirit of the place）

囲い込まれた渓流、滝、むき出しの突出した頂上あるいは老木、奇岩等時代の流れを表現するもの、その土地の自然の強調に貢献する全てのものについては、それらを保存するとともにその価値を高めるよう森林のデザインを考慮する。

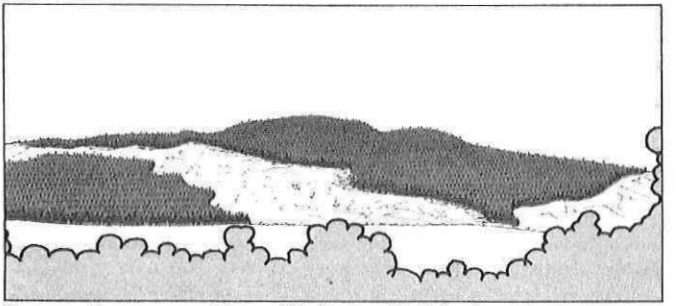
以上の６つが森林風致デザインの原則であり、全体的にみると抽象的な表現にとどまっているように思われるが、これに準拠して、以下のような項目に関し、森林の配置、修景等の設計指針が示されている。

・森林の形状（Woodland shape）
・不良景観の改善（Improving poor designs）
・上部林縁の取り扱い（Upper margins）
・スカイライン（Skylines）
・側方林縁（Side margins）
・下部林縁（Lower margins）
・森林限界（Edges）
・森林内のオープンスペース（Open space in the forest）
・乗馬道（Rides）、林道（Forest roads）
・電線（Powerlines）
・渓流沿い（Streamsides）
・湖畔周辺（Lakesides）
・小空間（Small spaces）
・視野（Views）

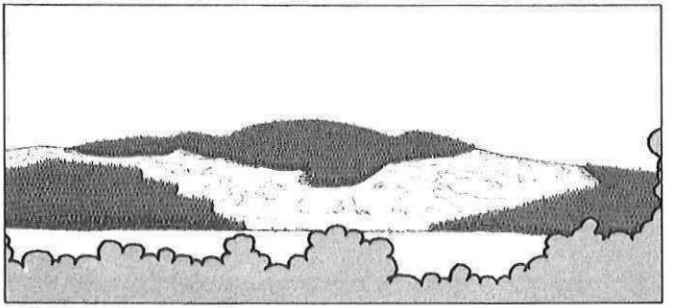
森林施業と風致の問題は、基本原則に沿うためにも極めて重要である。特に、林地の耕耘と排水（Cultivation and drainnage）、植栽樹種の選択（The choice of species）、伐区（Felling）について各種の標準例が示されている。図－2は樹種の選択のモデルである。なお、植栽に関しては動物害防止とともに成長促進のためにツリーシェルターによるチューブ法を推奨している。



10a. *The open space occupies more than two-thirds of the view. The scale of the upper remnant of forest is too small and the composition looks unbalanced.*



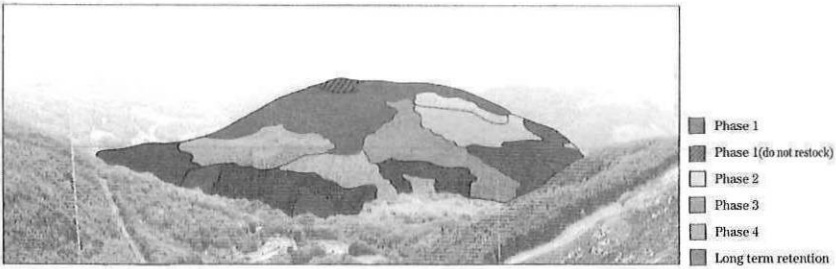
b. *proportions on a roughly one-third to two-thirds basis produces a far more comfortable scale.*



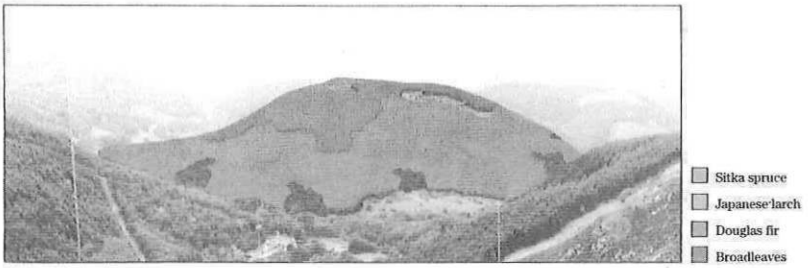
c. *Nearly equal amounts of forest and open space produce a far less resolved result.*

図－1

森林と無立木地（皆伐地）との相対的な広がりの関係。森林が2／3以上占める（中）風景は良い印象を与える



c. The felling is planned for the whole area with coupe shapes related to landform and the scale increasing from valley bottom to hill top. The felling will occur at 7-year intervals in order to ensure a high degree of diversity.



d. When the felled areas are replanted larch will be used to highlight the convex landform and broadleaves used to connect the forest to the surrounding landscape.

図－2
風致計画のための伐区及び樹種の選択の一事例

(2) 環境保全ガイドライン (Forest Nature Conservation Guidelines)

イギリスの環境保全は、動植物等の自然保護が主体である。これは、イギリスでは降水量が少なくエロージョン等の問題が少ないためで、自然保護のほか土砂流出、災害防止等のいわゆる国土保全が重要な柱となっている日本と大きく異なる。

環境保全ガイドラインによると、ほとんどが動物及び植物の保護、育成を

目的とした森林の取り扱いに絞られており、拡大造林（無立木地への造林）に対する留意事項は勿論、フェンスの設置、地拵えとしての耕耘と排水、再造林、除草剤の散布、間伐、伐採、搬出、林道建設等およそ森林施業の全てにわたり動植物の保護に必要な指針を示している。ただ、いずれも伐採、収穫を伴う林業生産を不可能にするものではなく、貴重種を含む動植物をできるだけ保全しようというガイドラインであり、常識の範囲であるといえる。

イギリスにおいてもシカによる被害が多く、特に、日本シカとイギリスのシカとの交配種が多くなり、植栽木に大きな被害を与えているという。シカ以外にも灰色リスやウサギの食害も多い。シカ害に対してはフェンスのほか、近年はチューブ法が有効であることが証明されたことからツリーシェルターを多用しているという。なお、狩猟が盛んな国であるが、シカの生存に必要な頭数は維持するようこのガイドライン中に指示されている。

(3) 森林レクリエーションガイドライン (Forest Recreation Guidelines)

イギリスには国土の10%しか森林がなく、国民一人当たりの森林面積は0.04haであるので、森林レクリエーションに対するイギリス人の渇望は極めて高いようであり、レクリエーション施設は他の先進ヨーロッパ諸国の中で最も良く整備され、また、ユニークなものが多いように思われる。

このような森林レクリエーション利用に関し、森林レクリエーションガイドラインが出され、各種のレクリエーション施設や森林整備の指針となっている。

ガイドラインでは、レクリエーション利用の可能な森林の要素は、森林の位置（Woodland location）、森林の構造（Woodland structure）、森林の規模

(Woodland size) 及びオープンスペース (Open ground) 等である。これらの要素を充たす森林に対し、レクリエーション施設の計画のガイドラインを示す一方、森林整備の指針も示している。さらに、レクリエーション施設等の財政、管理についても細部にわたり指針を与えている。この森林レクリエーションガイドラインは、日本においても国有林や国立公園等に役立てるとができるものと思われる。

C イギリスにおける代表的な森林施業

(1) Salcey Forest (Northants営林署)

Salcey Forestはロンドンの北西約100kmに位置する孤立した森林で、面積は約500haある。本国有林は約7,000haの森林を管轄するNorthants営林署の中では比較的まとまった団地である。Salcey Forestは1800年代から1940年頃まではイングランド中部地域の低地帯における広葉樹林の典型であったという。主な樹種は植栽されたナラ (*Quercus robur*) であったが、今世紀に入り、トネリコ (*Fraxinus excelsior*) 等の植栽も行われ、これらの自生種を主とした森林が立派に成林していたようである。しかし、1945年以降針葉樹の造林が始まり、1960年以降はドイツトウヒ (Norway spruce, *Picea abies*) を主とする針葉樹造林が増加した。

その後、環境保全問題の高まりによって、1970年に153haが前述したSSSI (Sites of Special Scientific Interests、特別科学的重要地域) に指定され、広葉樹林の保存と再生が推進されるようになった。

現在、Salcey Forestの主要な任務は、(イ) 経済的高品質材生産、(ロ) 環境の保全、(ハ) レクリエーション施設の提供の3つにおかれている。

以下、本国有林の特徴ある森林施業を紹介する。

(a) 列状針広混交林施業

写真－２の森林は、ドイツトウヒと広葉樹との列状針広混交林施業地である。植栽間隔は２×２mで、ドイツトウヒは３列、ナラ、トネリコ等広葉樹は２列植である。現在、50年生であり、30～40年後に皆伐する予定であるという。



写真－２
ドイツトウヒとナラ、トネリコとの列状針広混交林施業（1995年）

(b) ナラ壮齢林の間伐法

写真－３は1915年に植栽された80年生のナラ林の現況である。

イギリスでは、広葉樹の中でもナラが最も高く売れることから、ここでは、良質のベニヤ材を生産する目的で、幹形や枝、樹冠等の形を基本に、最終収穫時におおよそ10×10m間隔になるよう残存木を選木し、何回かの間伐を繰り返すという。間伐木は立木売り払いであるが、日本と異なり重さを計量して販売している。



写真－３
良質材の生産を目的として間伐を予定している80年生のナラ人工林（1995年）

(c) 老齢ナラ保護林の取り扱い

写真－４は前述したSSSI（特別科学的重要地域）に指定された地域に存在するナラの大木林である。約150年前に植栽されたもので、このような老齢林は数少ない貴重な森林である。しかしながら、森林の更新のため、ここ１～２年のうちに１ha程度伐採、収穫を行えるようEnglish Nature（イングランド自然保護庁）に許可を申し込んでいるという。



写真－４
約150年前に植栽されたナラの大木林。SSSIの指定を受けている（1995年）

(d) チョウの保護、繁殖を目的とした施業林

ピクニットサイトの近くに、特別のチョウ（Black Hairstreak Butterfly）の

繁殖を目的とした施業林が約１ha程度設けられていた。

このチョウは、Blackthorn tree（紫色の実をつけるユスラウメに似た低木）を好むが、この木は暗い林内には育ちにくく、また、シカに食害されるので、写真－５のように、上層木のナラ等を巻枯らしし、周囲は1.5mほどの高さの金網のフェンスで囲っていた。ちなみに、このフェンスの作設費は１m当たり６ポンド程度であるという。

日本では、このような施業例はないと思うが、イギリスでは各地にこのような施業地があるということであり、動植物の保護活動の強さを思い知らされた事例である。



写真－５
チョウの保護を目的とした施業林。チョウの好む樹木を育成させるため、周囲をシカ害防止用のフェンスで囲い、上層木のナラ等の巻枯らしを行っている（1995年）

(e) 植栽木に対する動物害防止のためのチューブ法

ツリーシェルター（treeshelter）と名付けられた半透明のプラスティックチューブを用いたシカ害防止のためのチューブ法については、Alice Holt Lodge試験場の項で詳しく紹介するが、今、イギリスの新植地を訪れると、いたるところにチューブが林立しているのが目に付く。

写真－６はSalcey Forestの近くのHorn Wood国有林でみられたチューブ法を用いた造林地である。1995年の春に、ナラとトネリコを１列おきに３m間

隔で植栽し、ノロジカやウサギの食害防止を目的として高さ1.2mのツリーシェルターをかぶせたもので、写真は同年8月下旬に訪問した際の現況である。ツリーシェルター内の伸長成長は著しく良好で、植栽後5カ月ほどで植栽木のほとんどがシェルターの上端をぬき出ていた。植栽木は将来間伐により10m前後の間隔にするが、ツリーシェルターは3～5年間そのままにしておき、枝葉が十分展開した後ではずすそうである。



写真－6
1.2m高のツリーシェルターを用いたナラ、トネリコの造林地。植栽後5ヶ月でシェルターの上端を出ている（1995年）

(2) Snowdonia Forest Park（Llanrwst営林署）

ウェールズの北部、山と湖の美しい自然にめぐまれたスノードニア国立公園のほぼ中央に、Llanrwst営林署の管轄するSnowdonia Forest Parkがある。ウェールズ語でGwydry Forestと呼ばれている森林は、木材生産林も含め7,250haあるが、その中心部が1937年にForest Parkとして計画され、1993年に特別公園地域に指定されたものである。

本営林署の森林官Mr.P.Garsonによると、森林の取り扱いの基本は風致施業を主としているが、景観に配慮しながら木材生産も行っているという。特に、風致的に重要な地域や急傾斜地は皆伐を避け、小面積あるいは群状に伐採を

行い、市場価値は低いが景観上の価値が高いナラ、ブナ、カンバ、トネリコ等の広葉樹を造林しているとのことである。写真－7はハイキングコースになっている渓流沿いの広葉樹林で、人工林であるが前述の多用な樹種が良く育っている。



写真－7
渓流沿いに植栽され、多用な樹種が良く生育している広葉樹林（1995年）

一般の施業地における主な造林樹種はシトカトウヒ（Sitka spruce, *Picea sitchensis*）、ダグラスファー（Douglas fir, *Pseudotsuga menziesii*）、ヨーロッパアカマツ（Scots pine, *Pinus sylvestris*）、ロジポールマツ（Lodgepole pine, *Pinus contorta*）、ニホンカラマツ（Japanese larch, *Larix leptolepis*）、ツガ（Eastern hemlock）等であり、ドイツトウヒ（Norway spruce）は凍害に弱いことからここでは造林していない。なお、写真－8は67年生のニホンカラマツの造林地である。面積は少ないが、その成長は著しく良好である。

伐採する面積は場所によって異なるが、一般的には1～2ha程度である。しかし、土壌が浅く風害の危険の多い箇所は8～10haの皆伐を行い、多用な樹種を写真－9のようにモザイク状に植栽するよう配慮しているという。これは、小面積あるいは群状混交林施業といえよう。

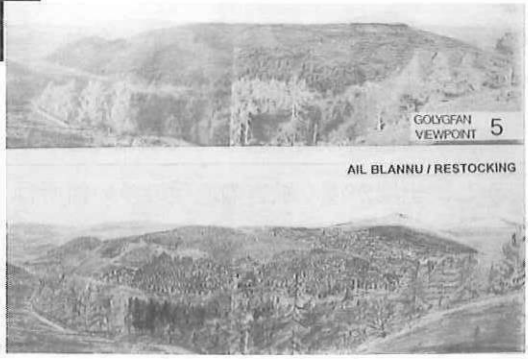
本国有林では、冬季に南西方向の強風が吹き荒れ、時には秒速35mにもな

ることが多いという。そのため、樹高20m位から風害が多発するようである。特に、群状の伐採は危険が大きいようである。

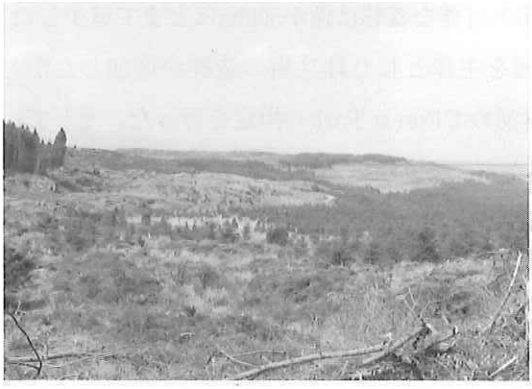
したがって、森林公園内であっても同齢林の場合は写真－10のような25～50ha程度の皆伐を行う場合があるという。このような場所はもともとヒース地に拡大造林をしたところであり、土壌は湿性のポドゾルである。植栽は写真－11のように畝立てをして行っており、しかも植栽樹種の多くが浅根性のシトカトウヒであること等が風害を多発させている要因である。



写真－8
成長が良好な、67年生のニホンカラマツ人工林（1995年）



写真－9
小面積あるいは群状混交林の施業モデル



写真－10
森林公園内の大面積皆伐地（1995年）



写真－11
畝立て造林によって成林した41年生のシトカトウヒ林（1995年）

(3) Forest of Dean

ロンドンの西方約180km、ウェールズの南部境界に接するForest of Deanは、イギリスの中で最も広大な広葉樹の古半天然林（Ancient semi-natural woods）の残されているところであり、多用な広葉樹林施業を実行している。森林の面積は約10,700haで、ナラを主としたブナ、トネリコ、クリ等の広葉樹林が半ばを占めている。

Forest of Deanは中世から森林の伐採と保存との目まぐるしい変遷を経たよ

うで、150年ほど前には木材生産の可能な森林は僅か500haほどまで減少したという。今世紀に入り、外来種を主体とした針葉樹の造林が増加したが、1938年、Forestry Commissionは初めてForest Parkの指定を行った。そして、広葉樹林に対する認識の高まりから、1985年以降、少なくとも45%以上の面積は広葉樹林施業を継続させることになった。

なお、自然保護等に関しては現在、国立自然保護地区（National Nature Reserve）として11カ所がSSSIに、また、Forest of Deanの西側を流れるWye川とその周辺の森林は特別自然景観地域（Area of Outstanding Natural Beauty）に指定されているほか、多くの保護区が設けられている。

Forest of Deanにおける経営の基本目標は、自然の保全（Nature conservation）、木材生産（Timber production）、風致の維持と向上及び野外レクリエーションとの調和（The protection and enhancement of landscape, particularly as a setting for compatible outdoor recreation）の3つであり、この目的の調整を図るために4つの事業区を設けている。すなわち、① Community woods、② Conservation and amenity woods、③ Wye valley woods、④ Production woodsであるが、それぞれの事業区の差は、収穫期間の長さと更新の方法であるという。

以下、Forest of Deanにおける広葉樹林施業の実態を紹介する。

(a) ナラ、ブナ混交林の保育作業

本施業地は、1909年に天然更新によって成立したナラを上層木とし、1950年頃から更新したブナを中層木として階層混交した林分で、平均樹高約42m、平均胸高直径45cmとなっている。本林分は母樹林として登録されており、ブナは9月に、ナラは10月に種子を採取し、ヨーロッパ各国に販売していると

いう。

最近、展示用プロットにおいてha当たり60本を立（たて）木として選び、それと競争している木の間伐が行われた。この林分の間伐前の材積はha当たり約230m³であったが、間伐後は150m³となっている。

写真－12は間伐地の林内の状況であり、写真－13は当該間伐により空隙の生じた上層林冠の状態である。



写真－12
ブナとナラの混交林における間伐地の林内（1995年）



写真－13
間伐後の上層林冠の状態（1995年）

また、シカの食害が多く、ブナの稚樹はほとんど見られない状態であることから、ブナの更新の継続は困難と見られるが、上層林冠に達しているブナ

が存在するのでナラとブナの混交林は今後も維持できると思われる。一方、ナラの堅果はリスに食べられるので問題になっているが、木材生産を目的としたナラの上層間伐により結実が促進されるとともに、林床の枝条はきれいに整理しているので、ナラの実の採取は容易であるという。

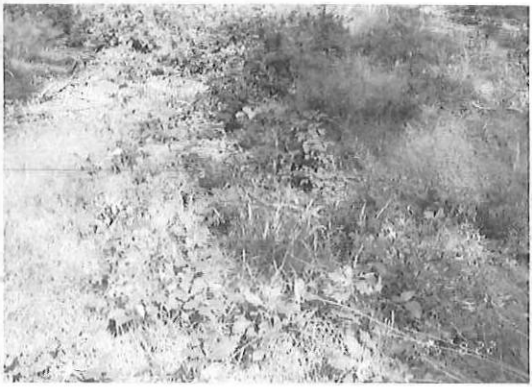
(b) ナラ、ブナ混交林の傘伐作業

写真－14は1992年に傘伐作業として下種伐を行ったナラ、ブナ混交林である。ナラは1857年、ブナは1906年に植栽されたものである。

シカ、ウサギの食害防止のため周辺にフェンスを設置する一方、伐倒木の枝条は母樹の根元に積み重ねた結果、写真－15に見られるように、下種伐後3～4年でナラやブナの稚樹が良く成立するようになったという。また、稚樹の成立の見られない部分については帯状に下刈りを行い、ナラの種子を播いている。更新が全面的に完了しても、景観を保持するために後伐は行わず、少なくともha当たり10本以上の上木を残すという。



写真－14
ナラ、ブナ混交林における傘伐作業の実行箇所（1995年）



写真－15
傘伐作業の下種伐を実行した後、3～4年の間に成立したナラとブナの稚樹（1995年）

一方、写真－16のように下種伐等による抜き切りの行われていない暗い林分では下層植生はほとんど成立していないほか、フェンスも設置されていないので、食害により耐陰性の強いブナの稚樹さえも見られない。



写真－16
傘伐作業を行っていない林分は暗く、フェンスも設置していないのでナラ、ブナの稚樹は全く見られない（1995年）

(c) クリの萌芽林施業

Forest of Deanにおける広葉樹林の中で、クリ（Sweet chestnut）の萌芽林は重要な構成要素で、低木林の約50%、約300haに達している。このクリはイタリアから導入されたもので、日本のシバグリに似ている。生産の目的はクリの実ではなく、薪材と用材である。

写真－17の林道の右方は３年生、左方は12年生の萌芽林であるが、伐採前は80年生のクリ人工林であった箇所である。クリの萌芽林施業は技術的には容易であるが、いろいろの問題を抱えている。その１つは、写真－18に見られるようなリスの食害である。また、多数の萌芽幹枝の整理に多くのコストがかかることである。

このほかにも、幹が40cm以上の太さになると腐れが入り易くなるので、太さと樹齢に関しては市場性と育林、保育の問題に多くの論議があるものの、一応、現在は45年前後の輪伐期で施業する計画であるという。



写真－17
クリの萌芽林施業。林道の右側は３年生、左側は12年生（1995年）



写真－18
リスの食害を受けた12年生のクリの幹（1995年）

(d) 広葉樹の群状択伐林作業

写真－19は上層木の樹高とほぼ等しい30m前後の広さを群状に伐採し、有用広葉樹の天然更新を図っている群状択伐施業地である。伐採後数年が経過し、一部にナラ、ブナ、トネリコ等の稚樹が更新し始めているものの、シダ等の繁茂のため、群状地全面に更新しているところは少ない。また、群状択伐と名付けているものの、回帰年、伐期齢等も明確ではないので、むしろアメリカ東部の広葉樹林で実行されている孔伐法（Patchcutting method）にあたるとした方が妥当であると思われる。



写真－19
広葉樹林における群状択伐作業。伐採後数年でナラ、ブナ、トネリコ等の稚樹が部分的に成立するが、シダ等が繁茂しているので全面的に更新している群状地は少ない（1995年）

(4) Chilterns Forest

Chilterns営林署が管轄する国有林は、オックスフォードの東方、数kmから数10kmの範囲にわたり、おおよそ100カ所に小林分が分散し、合計面積は約3,500haとなっている。しかし、このChilterns Forest地域は人口密度が高く、車で１時間以内の範囲には何と1,200万人もの人々が生活しており、森林レクレーション利用や動植物の保護のための環境保全上重要な地域となってい

る。ちなみに、全林地の25%程度はSSSI地域に指定され、イングランド自然保護庁（English Nature）と協調して保全施業を行っている。

森林の60%はブナを主体とした広葉樹人工林で、残りの40%は針葉樹人工林である。以下にChilterns営林署における特徴的な施業を紹介する。

(a) ブナの人工林施業

Chilterns Forestは、かってはイギリスでのブナの中心として知られていたようであるが、大径材が選択的に伐採されたため、現在は大径木の成立する林分は少なく、40年生以下の人工林が多い。さらにここでは、写真－20に見られるような灰色リスによる食害が多発している。この被害防止にはワナを仕掛けたり毒餌を散布すればかなりの効果があるが、動物保護団体からの圧力が大きく、今のところお手上げのようであり、対策に苦慮している。



写真－20
リスによる食害を受けた25年生のブナ人工林。被害を受けたブナはパルプ材にしか利用できないという（1995年）

(b) 針葉樹林施業

Chilterns Forestにおいて植栽されてきた主な針葉樹は、ヨーロッパカラマツ、コルシカマツ（Corsican pine）、ドイツトウヒ等ほとんどが導入種であり、最近はアメリカ西海岸のグランドモミ（Grand fir）の造林が多くなっている。

写真－21は若干のヨーロッパカラマツを補残して伐採した跡に植栽されたグランドモミで、現在４年生であるが成長は良好である。また、写真－22は55年生のドイツトウヒ一斉林の皆伐跡地に春（２月）植栽されたグランドモミである。地拵えは機械により荒がきした後、除草剤を散布する。植栽は２×２m間隔であるが、フェンスで囲わないとシカの食害を受けるという。



写真－21
ヨーロッパカラマツの伐採跡地に造林された４年生のグランドモミ（1995年）



写真－22
ドイツトウヒの皆伐跡地に植栽されたばかりのグランドモミ。後方の針葉樹は前生樹と同じ55年生のドイツトウヒ（1995年）

(c) 帯状針広混交林施業

あまり多くの事例はないが、帯状針広混交林施業が行われている。

写真－23は、1945年、帯状幅20mごとにヨーロッパカラマツとブナを交互に造林した帯状針広混交林施業地である。土壌が浅く、乾性土壌であるのでカラマツの生長は比較的良好であるがブナの成長はあまり良くない。



写真－23
ヨーロッパカラマツとブナの帯状針広混交林施業地（1995年）

(d) 列状針広混交林施業

写真－24は、40年生のドイツトウヒとナラの列状混交林施業地であるが、順次ドイツトウヒの間伐を行っている。森林の多様化を目的とした施業であると考えられるが、ドイツトウヒを列状間伐した後はナラの単純林になる。ドイツトウヒの間伐が経営上プラスになるのか疑問の残る施業であると思われる。



写真－24
ドイツトウヒとナラの列状混交林（40年生）。手前は伐出されたドイツトウヒの間伐材（1995年）

(e) シカ害防止のためのチューブ法

この地域にはニホンシカを始め、赤シカ（Red deer）、黄斑シカ（Follow deer）等の大形のシカが棲息し、ナラ等の植栽木の食害が激しいことから、長さ2mのツリーシェルターによるチューブ法を用いて被害の防止を図っている。写真－25はツリーシェルターを被せたナラの造林地で、植栽後4年目で2.2～2.5mほどに成長している。樹高が3m以上に達する2～3年後にツリーシェルターをはずす予定であるという。K. WALIS営林署長の話では、下刈りの経費が安くなり、食害防止も確実であるので、フェンスよりも有利であるとのことであった。



写真－25
２m長のツリーシェルターを被せたナラの大造林地（1995年）

(f) チョウの保護地

前述したとおり、Chilterns営林署管内の国有林にはSSSI指定地区が多くあるが、写真－26はSalcey Forestでも紹介したチョウの保護地で1953年に設定されたものである。チョウの好む各種の植物を育成するための施業を積極的に行っているという。



写真－26
フェンスで囲い込まれたチョウの保護地（1995年）

(5) New Forest

ロンドンの南西約120km、大商工業都市サザンプトンの東方に接するNew Forestは、イギリスでは最も著名な森林である。1079年、皇帝ウイリアムⅠ世により創設されて以来、幾多の変遷を経ながら1924年以降、New Forest's Crown land（日本の御料林に相当）の管理がForestry Commissionに引き継がれた。そして1971年、大部分がSSSIに指定された。また、1992年には国立公園指定について論議がなされたが、現時点では一応見送りとなっている。

New Forestは貴重な野生動植物の宝庫としての評価が国際的にも高く、また、レクリエーション利用等の訪問者は年間715万人と推定されているほか、伝統的な入会権者の法的保証が確立していること等、Forestry Commissionが管理している他の国有林とは異質な森林であるといえる。

New Forestの総面積は約58,100ha、その内19,800haが入会権者の共有牧草地となっている。最高の標高は125mで、ほとんどが平地若しくは緩傾斜地である。また、年平均雨量は約800mm、平均気温は10℃である。ちなみに、樹高の最も高いものは1852年に植栽されたジャイアントセコイア（Giant sequoia）の55m、最高樹齢はイチイ（Common yew）の約1,000年である。

Forestry Commissionの管理する王室所有地の森林面積は約26,400haで、この内の約8,500haが王室囲い込み地（Crown Land Inclosures）となっているが、林業生産はこの中に限定して行われているのみである。残りの2／3はヒース地、湿地、無立木地、疎林等であるが、中には老齢木鑑賞林もあり、多くの動植物が棲息している。勿論この地域では自然保護規制が強く木材生産はできない。

囲い込み地における森林施業については、Forestry Commissionが1993年に公表した「New Forest Management Plan 1992－2001」に基づいて行っており、

その基本的な経営方針は、

（イ）伝統的特徴、生物学的価値、風致の保全に配慮して木材生産を行うこと

（ロ）現状の針葉樹と広葉樹のバランスは維持すること

（ハ）広葉樹林を針葉樹林に樹種転換しないこと

（ニ）風致施業に配慮し、伐期については針葉樹は45～70年、広葉樹は200年以上、伐採は単伐もしくは１ha以内の小面積とすること

等と定められている。なお、この基本指針に従い、各樹種ごとの施業の目標が細かく定められている。

囲い込み地の数は100カ所にも及び、その広さは１～300ha程度まで様々である。現在の樹種構成は面積比で針葉樹60%、広葉樹40%となっており、針葉樹はダグラスファー、コルシカマツ、ドイツトウヒ、ヨーロッパカラマツ及びヨーロッパアカマツ等である。年間の伐採量は約４万m^3（うち３万６千m^3が針葉樹）で、年間30～40haの造林が行われている。なお、囲い込み地の中にも老齢木鑑賞林が存在するが、その取り扱いは保全に重点が置かれている。

以下、囲い込み地において行われている施業の実態を紹介する。

(a) ナラを主体とした風致施業

写真－27はナラを主とした広葉樹の風致林である。定められた施業指針からナラの伐期は200年以上とするようである。

写真－28は、現在約80年生のナラ、ブナ等の広葉樹人工林で、２年前にブナを主に上層間伐した林分である。ナラの材価はそれほど高くはないが、風致上好ましいので積極的に残存させるという。なお、部分的には植栽されたヨーロッパアカマツやヨーロッパカラマツと広葉樹の単木もしくは群状の混交林も見られた。



写真－27
囲い込み地内のナラを主とした風致施業林（1995年）



写真－28
2年前にブナを主に間伐された広葉樹の風致林（1995年）

(b) 針葉樹の小面積皆伐作業

囲い込み地の中にも例外的に写真－29のような皆伐地が見られた。

前生樹はアメリカ西海岸原産のツガ（Western hemlock）の造林地であったが、成長が悪かったので約2haを皆伐し、ダグラスファーを植栽するという。



写真－29
囲い込み地の中にみられた小面積皆伐地。中央の残存木は前生のツガ（1995年）

(c) 針葉樹の群状保残施業

前述のようにNew Forestでは、例え囲い込み地内であっても「New Forest Management Plan」によって全面皆伐は禁止され、20%の保残木を残すか、ha当たり50本の木を単木状に残す等、森林施業の方針が定められている。

しかし、場所によっては風害が発生することから群状保残施業を行っているところがある。写真－30は60年生のダグラスファーを小面積グループに区分し、$\frac{1}{3}$程度のグループを残存させ、他は伐採した林分であるが、写真で見られるように側方から光が入り、林床が明るくなったことから陽性種のダ



写真－30
ダグラスファーの群状保残施業。側方からの陽光 により林床に天然生の稚樹が良く更新している（1995年）

グラスファーの天然生稚樹が良く更新している。この方法は風致的にも好ましい施業であると思われた。

(d) 針葉樹の群状択伐作業

写真－31はヨーロッパアカマツの人工林における群状択伐地である。群の広さはほぼ樹高と同じ30m前後である。このような群状択伐作業はまだ始まったばかりで、回帰年や伐期齢等は確定していない。この点では、技術的に他のヨーロッパ諸国よりおくれているように思われる。

なお、植栽樹種はナラとダグラスファーであるが、このような群状択伐地にも写真に見られるようにシカ害等の防止を目的とするチューブ法が用いられていた。



写真－31
ヨーロッパアカマツ人工林の群状択伐地と、ナラ、ダグラスファーの植栽木に被せた２m長 のツリーシェルター（1995年）

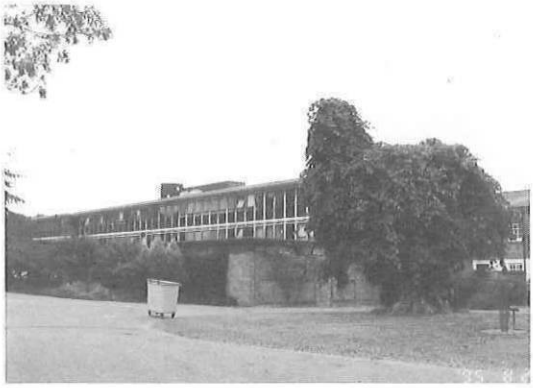
(6) Alice Holt Lodge Research Station(林業試験場)

ロンドンと前述のNew Forestのほぼ中間、FarnhamにおかれているAlice Holt Lodge Research Stationは、イギリス最大の林業試験場である。RoslinのNorthern Research Stationは高地の、本試験場はSouthern Research Stationとし

て低地の森林、林業に関する研究を主としている。写真－32は70年前の設立当初の庁舎で、写真－33は現在の新しい研究棟である。



写真－32
Alice Holt Lodge Research Stationの設立当初の庁舎（1995年）



写真－33
現在の研究棟（1995年）

本試験場における現在のスタッフは約150名で、育種、造林、生態、病害虫、測定、木材利用等の研究が行われている。

今回の調査では、イギリスの革新技術と評価されている植栽木の動物害防止と成長促進に効果のあるチューブ法について多くの情報が得られた。

ツリーシェルターを用いたチューブ法については、アメリカにおけるウェ

ストバージニア州のFernow実験林、カナダのニューブランズウィック州Acadia試験地等でも実行例が見られたが、ツリーシェルターの開発と普及に努力されたDr.J.Evans及び造林専門官のDr.G.Kerrから直接情報を得ることができたので、その概要を紹介する。

ツリーシェルター（Treeshelter）は、若木の動物害を防ぐために用いるプラスティック製半透明のチューブのことで、チューブ内の微気候を緩和するため、生存率を高めるほか伸長成長を促進させる効果がある。

現在、イギリスでは植栽木に対するシカ害等動物の食害が多発しているので、フェンスで囲うか、ツリーシェルターを用いないと全く成林しないという。特にこのチューブ法は動物害の完全防止、成長促進による下刈り経費の削減等の面から効果が大きく、過去16年間におけるイギリスでの革命的な森林造成技術になったといわれている。

1979年、イギリスのMr.Graham Tuleyが、個々の苗木にミニ温室効果を与え、成長の促進を図るため、プラスティック製網の周りをPolytheneシートでラップしたのがチューブ法の始まりである。以来各種の改良が加えられ、初めはTuley tubes、grow tubes、tree tubes等と呼ばれていたが、現在はツリーシェルターという用語に統一されている。他にツリープロテクター（tree protector）と名付けた商品もあるが、網で囲い込むTree guardとは全く異なる。また、アメリカ、カナダではチューブ法と呼んでいるので、ここではチューブそのものをツリーシェルター（以下この項において「シェルター」という。）、その適用に関してはチューブ法と呼ぶこととする。

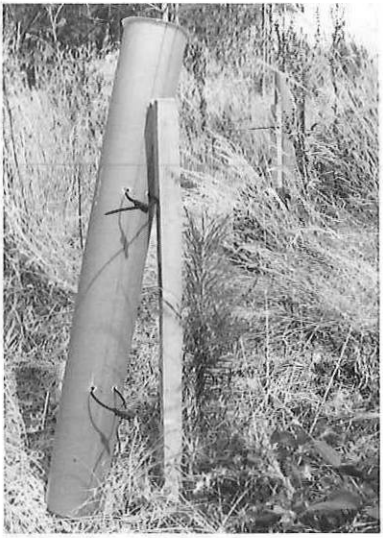
写真－34はAlice Holt Lodge Research Stationで1992年までに開発されてきた各種のシェルターの展示場である。最初のシェルターはポリプロピレン（PP）製の平板から成形された四角形であったが、風に弱く回転することが多かっ

たようである。そこで六角形のものも作ってみたが、直立させることが難しく、また、このような折り目のあるものは横からの押圧に弱いとされ、現在の円筒形に改良されたようである。現在のシェルターは管状に押し出された二重壁（段ボール式）のPP製である。PPは価格が安く重さの割に強度が大きい利点があるが、太陽光により劣化し易い欠点があったため、紫外線耐性のための安定剤を加えた結果、少なくとも5年程度は充分持つようになった。

シェルターの長さは造林地に棲息する対象動物の食害高によって決められている。小形のノロジカ対策には1.2m長、大形の赤ジカ、黄ジカあるいはニホンシカ（sikadeer）等には1.8～2m長、ウサギやネズミだけの食害防止には65～75cm長のものを使用している。太さはそれほど重要な因子ではないが、重ね入れができるよう8～12cm径のものが用いられている。なお、植栽木がシェルターの上端から抜け出して成長を始めた後に風にゆすられて幹に擦り傷が生じるのを防ぐ目的で、シェルターの上縁はラッパ状のフレアーリム式にしている。写真－35はヨーロッパアカマツに対する食害を防ぐため使用している長さ60cmのシェルターである。



写真－34
開発以来の各種のツリーシェルター。人物の左手にあるのが、現在一般的に用いられているもの（1995年）



写真－35

ヨーロッパアカマツのウサギ害を防ぐ目的の60cm長のツリーシェルター。上縁はラッパ状のフレアーリムになっている。苗木に被せ、支柱に結びつけて取り付ける（1995年）

シェルターの色は植栽木の成長にほとんど影響しないようである。しかし、公園等景観上の配慮が必要な箇所では淡い赤褐色あるいは緑色のシェルターが用いられている。

シェルター内の明るさ、すなわち遮光率は、植栽木の成長や生存率に大きい影響を与える。これまでの研究結果では、トネリコやナラ等の陽性樹は遮光率86%までは伸長成長を低下させないが、それ以上になると急速に成長や生存率が悪くなるという。これに対し、ブナは遮光率の増加とともに成長と生存率が漸減する。

現在、イギリスで最も多く使用されている淡赤褐色のシェルターの光透過率（遮光率の逆数）を照度計で測定してみたところ、相対照度で約33%（すなわち遮光率で67%）であった。雑草木の繁茂が激しく、また、急峻な地形のため日陰斜面の多い日本で使用するには少し遮光率が高すぎるように思える。

なお、前記写真の一番手前に見られるような透明なシェルターは、内部の

温度が上昇し、むれ現象を起こすようである。

標準的なシェルターを使用した場合の植栽木の1～3年間の成長は、被せないものより1.5～2倍あるいはそれ以上になるものが多い。イギリスの自生種で著しく成長の良い樹種は、トネリコ、ナラ、カエデ、カンバ、ブナ、シナノキ、イチイ等で、外来種ではクリ、クルミ、ニホンカラマツ、ドイツトウヒ、コルシカマツ等のほか、アメリカ西海岸原産のグランドモミ、シトカトウヒ、ダグラスファー等である。反対に成長の不良なものはユーカリ、ベイツガ等で、ヨーロッパアカマツもあまり成長は良くない。

写真－36は1.2mのシェルターを被せた植栽後8年目のナラの成長状態である。植栽後2年間、半径0.5mの範囲を除草（除草剤を使用）したところのナラ（写真左後方）は、樹高が4～5mに達し、閉鎖状態になっているのに対し、除草しなかったところのナラ（写真右手前）はまだ2m前後である。したがって、チューブ法を用いる場合、シェルターの周囲の下刈りを行うことが成長促進に有効であるという。なお、樹高が5m以上になると幹が太くなりシェルターを押し広げるようになることから、植栽木がシェルターの上端を抜き出て、肥大成長が充分促進された時、一般的には植栽後5年目で取り外すという。



写真－36
1.2mのツリーシェルターを被せた植栽後8年目のナラ（1995年）

写真－37は60cmのシェルターを用いた植栽後３年目のカエデである。この場合も２年間除草した方の成長が良い。このほかにもトネリコ、カンバ、カラマツ等にも試験が行われていたが、結果はナラやカエデと同様であった。



写真－37
60cmのツリーシェルターを用いた植栽後３年目のカエデ（1995年）

チューブ法が植栽木の伸長成長を著しく促進させる原因としては、シェルター内のCO_2濃度が夜の呼吸作用により高まるため、光合成作用を促進させるとともに、シェルター内の空中湿度が100%近く（内壁に水滴がつく）になるので、蒸散圧を低下させること（これは乾燥害を防ぐことにもなる）、枝の形成と肥大成長のために同化物質を消費しないですむこと、ミニ温室であるので成長期間が長いことなどが上げられているが、植物生理学的には狭いシェルターから抜け出るために作られる成長促進ホルモンの作用であると思われる。なお、シェルター内の温度は日中に数度上昇するが、むれ現象による障害はほとんどないということである。

このように、チューブ法は、動物による食害の防止効果に加えて、樹木の上長生長促進による下刈り経費の軽減効果等から、シェルターの使用量は急激に増加し、1985年にはイギリス全土で100万本、1991年には何と1,000万本も使用されたということである。

(7) Kielder Forest

イングランド最北端、スコットランドとの国境沿いに位置するKielder Forestは、イギリス最大の森林であるとともに、まとまりのある人工林としてはヨーロッパの中でも最大のものの一つである。オープンスペースや、1982年にKielder Forestの中心部に造成されたKielder湖等を含む総面積は約62,000haで、その内人工造林面積は約50,000haとなっている。なお、Kielder Forest内にはSSSIの指定区域が16カ所あり、その面積は3,400haとなっている。

標高は200～450mで緩やかな丘陵地が多く、年降水量は900～1,300mmである。もともとこの地域の多くはピートランドであったが、乾燥化が進みヒース地に変化したようである。

造林事業は1926年から始められたが、現在の人工林の約半分は1946年から1960年に植栽された壮齢林である。造林樹種の約70%はアメリカ西海岸原産のシトカトウヒである。その他、ドイツトウヒが12%、ロジポールマツ9%、ヨーロッパアカマツ、カラマツ、広葉樹が少々となっている。これらの総蓄積は約1,100万m^3と推定されている。

1970年代までのKielder Forestの森林施業は、皆伐作業を主体にしてきたが、1980年初頭に野生生物の保護、風致の重視等多様性のある森林構造への転換を図るため、第2期の施業計画を樹立し、大面積皆伐一斉林施業から小面積皆伐によって異齢林とか多様な樹種構成の林分をモザイク状（林班マトリックス）に造成することとしている。また、現在3%ほどしかない広葉樹林を、渓畔沿いを中心に、2000年までには10%まで拡大しようと計画されている。

写真－38はKielder湖の中央部付近にある展望台から見たシトカトウヒの大造林地である。中央及び左方に伐跡地が見えるが、このような景観上重要なところは5～10ha以内の小面積皆伐を行っている。しかしながら、斜面の上

部では風害の危険が高いことから25～50ha、場所によっては100haもの大面積皆伐が行われている（写真－39参照）。

前述の風致を重視した第２期施業計画の趣旨から考えると、このような皆伐には疑問を抱くが、Kielder Forestでは浅い土壌条件のために風害が多発しており、風害危険度の大きい地域は全域の80％に達するという。したがって、このような場所には傘伐作業や群状択伐作業（あるいは孔伐作業）は適さず、風害の危険性を回避するためにこのような大面積の皆伐もやむをえないということであった。ただし、後の更新は前述のとおり多様な森林を造成するという。



写真－38
シカトウヒの大造林地。風致上の配慮から小面積皆伐が行われている（1995年）



写真－39
斜面上部における大面積皆伐地
（1995年）

伐採は写真－40のようなフィンランド製のハーベスタを用いて行い、枝条は２～４m間隔に機械で積み上げている。また、地拵えは湿性の粘土質土壌が多いため歩行式の掘削機（写真－１参照）で溝を掘り、その畝上に植栽する。一般的には約30cmの苗木を２×２m間隔に植栽する。したがって植栽本数はha当たり2,500本となる。

写真－41は畝立て造林の状況であるが、このような排水溝を設けない場合は伐根の周辺に土盛りして植えるという。また、下刈りは経費節減のため除草剤を使用するようである。

第２期施業計画では、風致施業として湖畔や沢沿いに広葉樹を少なくとも25%程度造成するよう計画している。植栽樹種はカンバ、ハンノキ、ナラ、トネリコ等の在来種を主にするが、広葉樹の植栽にはシカ害が多いので、必ずチューブ法を用いるという。

写真－42は40ha近い大面積皆伐地であるが、団地状にツリーシェルターの林立しているところは広葉樹の植栽地で、他はシトカトウヒを植栽したところである（シトカトウヒはシカの食害をほとんど受けないので、ツリーシェルターは使用しない）。いずれ成林すれば、25%前後の広葉樹が群状に混交した針広混交林になるという。

なお、風害の少ないところでは風致施業として群状伐採とか群状保残木施業が試みられていた。

群状伐採施業地は、群状択伐とか孔伐作業のように回帰年とか伐採間隔がまだ定められていないのでこのように呼んでいるが、その広さは樹高の約２倍（約40m）ほどで、ヨーロッパアカマツを植栽し、チューブ法を用いていたが成長はあまり良くないようであった。



写真－40
フィンランド製のハーベスタによる伐倒、枝払い、玉伐り作業（1995年）



写真－41
歩行式掘削機で畝立てした造林地（1995年）



写真－42
大面積皆伐地にチューブ法を用いて群状に植栽された 広葉樹とシトカトウヒの造林地（1995年）

また、群状保残木施業は樹高の1.5倍（約30m）ほどの広さの群状にヨーロッパアカマツを保残する施業である（写真－43参照）。側方天然下種によるヨーロッパアカマツの更新を期待する一方、広葉樹も群状に植栽し、チューブ法を用いている。将来は、多様性のある針広混交林に誘導したいという。



写真－43
ヨーロッパアカマツの群状保残木施業
（1995年）

このように、シカトウヒを主に5万haに及ぶ針葉樹一斉林施業を行ってきたKielder Forestでは、今、環境保全や風致を重視した施業として樹種・林齢構成の多様な森林造成を目標に掲げた経営に大きく変革しつつあるが、ここに、現代のイギリス林業の典型を見ることができる。

以上のように、イギリスでは現在わずか10%という少ない森林率ではあるが、この70年間に劣悪な湿性土壌を改良して森林化を進め倍増させたこと、外来種を主とした一斉皆伐林施業から脱却し、各種ガイドラインに沿った多様な森林造成法を取り入れつつあること、シカ害等の防止に革新的なチューブ法を適用したこと等、森林の取り扱い方の改善や、新技術の開発に対し、イギリスの森林官たちはきわめて積極的であると思われた。

第2部
アメリカ、カナダの森林概要
（広葉樹を中心として）

アメリカ、カナダにおける各種森林の分布は、図－1に示したとおりである。

アメリカ東部地域（ノースダコダとテキサスの南北を結ぶ各州から東部）に分布する広葉樹は、我が国の北海道及び東北地方ときわめて類似しており、ほとんどが落葉広葉樹である。

アメリカ東部の主な広葉樹の資源量は、図－2のとおりであるが、ナラ類（oak）が最も多く蓄積は約27億m^3、次いでカエデ類（maple）が約12億m^3となっている。いずれも単一の属だけで日本の広葉樹の総蓄積量約11億m^3を超えており、アメリカの広葉樹資源の豊かさに改めて驚かされる。

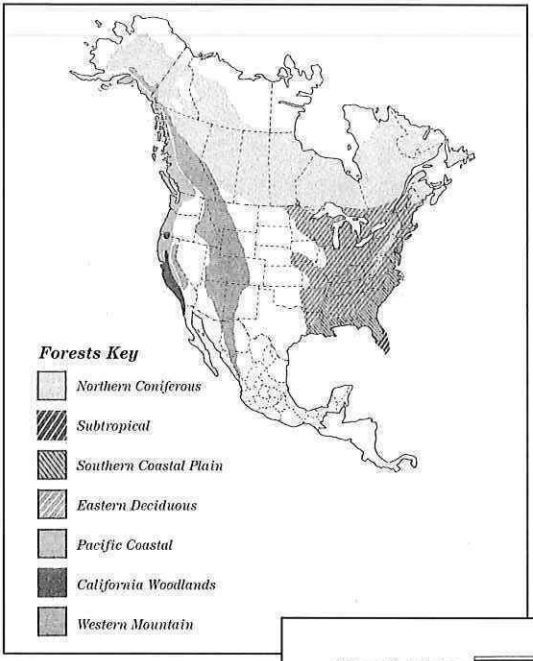
市場性の高いのは、ナラ類ではSelected red oak（Northern red oak, Cherrybark oak, Shumard oakを含む。）であり、カエデ類ではHard maple（Sugar maple, Florida maple, Black mapleを含む。）である。

アメリカ東北地域やカナダ東部地域には、西海岸にみられるようなOld growthと呼ばれる原生状態の森林はほとんど残っていない。これは、英仏戦争時の艦船建造のための森林伐採、農牧地の開拓等古くから人為が入っていたほか、1635年以降4回も来襲した強大なハリケーンによって大きな被害を受けたことによる。

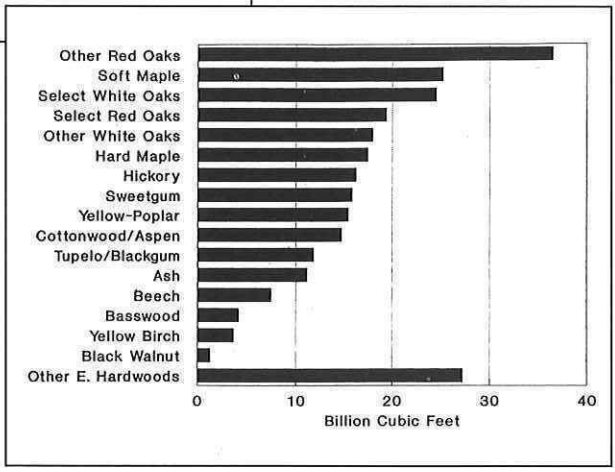
現在の広葉樹林の成立の経過は各州によってかなり異なっているが、大部分はオハイオ州等の暖かい南部地域の農業、牧畜業との競争に負けた結果、

放棄された農牧地跡に再生した森林であるという。

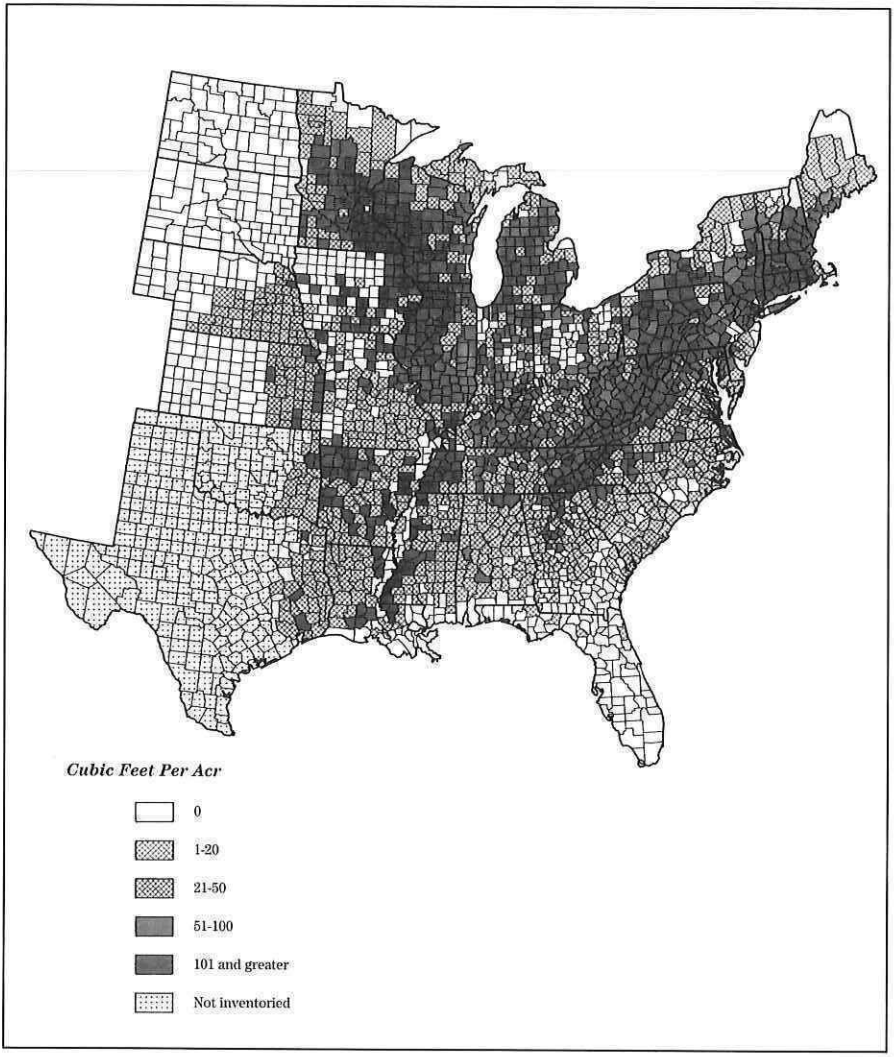
以下、アメリカ東北地域及びカナダ東部地域における施業の状況を紹介する。



図－１
北アメリカにおける各種森林の分布



図－２
アメリカ東部の林地における
主な広葉樹の幹材積量



図－3
アメリカ東部におけるSelected red oakの畜積量別分布（立方フィート／エーカー）

1 バージニア州

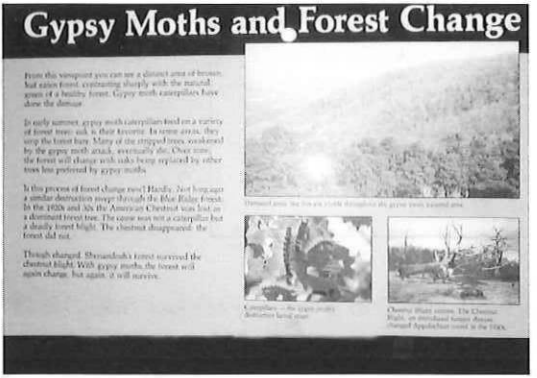
・Shenandoah国立公園

Shenandoah国立公園は、南北に長いアパラチア山脈のほぼ中央部、尾根をはさんで直線距離約110km余りの細長な地域である。大部分はナラ類を主体にした広葉樹の天然生林で、稜線付近にあるためか、樹高は比較的低く15～20m程度である。

国立公園であるため、もちろん林業生産は行われていないが、広大な広葉樹林について、アメリカ公園局（National Park Service）の「森林には何ら手を加えない」との考え方の基に管理されている状況を紹介する。

数年前、イェローストーン国立公園に発生した大森林火災の際、消火を主張する森林局（Forest service）と、自然現象として放置を主張しこれを貫いた公園局の対立があったが、このことを思い出させる現象が、虫害をめぐってもみられる。1910年以来というが、今、アパラチア山脈の中央部から北部にかけてマイマイガ（Gypsy moth）による大被害が発生している。このマイマイガは、特にナラ類に食害を与えるが、ユリノキ以外はほとんどの樹種で被害を受けるようである。マイマイガの被害に対しては、民間のAIPA（Appalachian Gypsy Moth Integrated Pest Management）がウィルス等を利用した生物的防除や科学的な防除を行っているが、ここでは写真－1の看板に見られるように、公園局は「マイマイガの食害によって森林は変わりますよ」とPRしているだけのようである。その要点は「マイマイガの食害によって緑の森が褐色になっています。マイマイガは木の葉なら何でも食べますが、特にナラがお気に入りのようです。森は遠からず変わります。1920年と1930年に発生した害虫でクリが全滅しましたが、森は死にませんでした。

Shenandoahの森も再び変わりますが、必ず生き残るでしょう。」と書かれている。これも自然現象といいたいようである。マツ枯れに対し法律を定めて防除に躍起になっている我が国との違いを考えさせられる事例である。

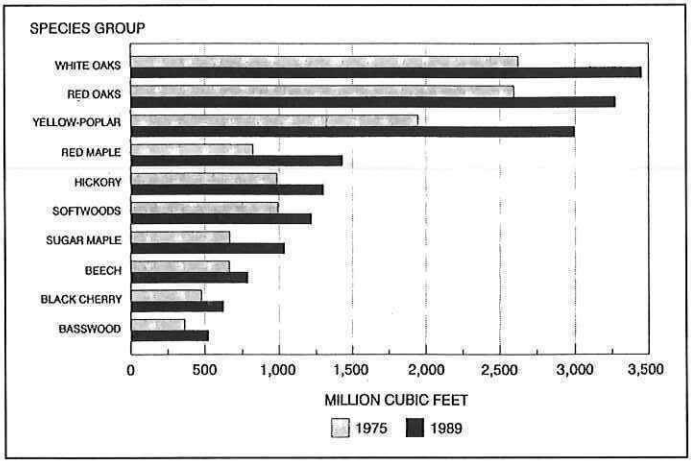


写真－1
公園局のビジターセンター内に掲げられている「マイマイガと森の変化」についての看板。森は変わるが生き残りますよと説明している（1992年）

2 ウェストバージニア州

ウェストバージニア州はアパラチア山脈の西側周辺に森林が広がっている。原生林（Old growth）はなく、150年生前後の森林が僅かに存在するが、ほとんどは80年程前に皆伐された跡に天然更新した森林である。森林率は80%で、その90%が民有林である。

ウェストバージニア州における主要樹種の蓄積量は図－4のとおりである。



図－4
ウェストバージニア州における主な樹種の蓄積量の変化

針葉樹は少なく、ほとんどは落葉広葉樹であるが、このうちナラ類の蓄積が極めて大きく1億8千万m^3に達する。この地方の主な有用広葉樹は、材価の高いものからサクラ（Black cherry）、ナラ（Red oak）、サトウカエデ（Sugar maple）、アメリカブナ（American beech）、ユリノキ（Yellow poplar）である。

（1）Fernow実験林

国有林内にあるFernow実験林付近の年平均気温は9℃、年降水量は約1,500mm、積雪深は1～2mで、比較的冷涼多雨のようである。

以下、Fernow実験林において実行されている広葉樹林の主な作業法を紹介する。

①単木択伐法（Single selection system）

回帰年は10年で、胸高直径が約50cm（25インチ）以上のものを択伐しているが、同じ林分材積が保てるよう12cm以上の立木について調査し、

伐採量を決めている。

写真－２は、単木択伐法を40年間続けている林分で、サトウカエデ（Sugar maple）の稚、幼樹が下層植生として多く成立している。単木択伐では林内が暗く、サトウカエデやブナ等の耐陰性の著しく大きいものしか更新しない。



写真－２
ウェストバージニア州Fernow実験林における広葉樹林の単木択伐施業の状態（1992年）

②群状択伐法（Group selection system）

群の広さは特に定めていないが、１エーカー（0.4ha）以上にならないよう注意しているとのことである。本実験林内の群状択伐施業地は15haで、合計面積が$\frac{1}{4}$になるよう15箇所の群状地を選び伐採していた。写真－３は、ほぼ樹高幅に相当する30×30m（約0.1ha）の群状択伐の実行地である。今後20年の回帰年ごとに伐採し、80年で一巡することになる。また、伐採量はその期間の生長量にとどめるという。なお、伐採箇所はそのつど判断しているとのことである。

群状択伐地内は、形質の悪い木もすべて伐採するので、皆伐法と同様

に多様な樹種が更新する事から、更新後に除伐等の保育作業や場合によっては植栽する事もあるという。



写真－3
群状択伐の施業個所、多様な樹種が更新している（1992年）

③孔伐法（Patch cutting）

パッチの広さは一般に樹高の1.5倍、0.4エーカー（0.16ha）程度で、全体の1/8ずつを10年ごとに伐採する。群状択伐と異なり、パッチはあまり分散させないで、低質木をできるだけ伐採するようである。なお、ここでは80年で全林を伐採する事になるが、択伐施業のような回帰年が無いので、1回の総伐採面積を1/4にし、10年ごとに繰り返せば、40年で伐採を完了することも可能である。

写真－4は80年生の林分の孔伐後5年目の状態であるが、耐陰性が中庸のナラ（Red oak）、シナノキ（Bass wood）や陽性樹のサクラ（Black cherry）が良く更新し、成長も良好である。



写真－4
孔伐施業の事例。孔伐後5年目であるが、有用広葉樹が良く更新し成長も良好である（1992年）

④傘伐（漸伐）法（Shelterwood cutting system）

予備伐、下種伐等のぬき切り量の程度によって再生する樹種が異なる。本実験林における80年生以上の林分の胸高断面積合計は、ほぼ34m²／haであるが、これを下種伐によって11.3m²／ha（約33%）まで疎開するのが一般的のようである。

写真－5は約65%の伐採率で下種伐を行った後5年後の状態である。ユリノキ（Yellow poplar）、サクラ（Black cherry）、ナラ（Red oak）を残存させた結果、これらの樹種が良く更新しているが、上木があるため孔伐地に比べて成長は少し遅いようである。後伐は、下種伐後10～15年目頃、更新樹が1.5m程度になったら行うという。

写真－6は下種伐後6年を経過した傘伐施業地であるが、伐採率が低かったため、せっかく更新したナラ（Red oak）が他樹種の被圧を受け消失したため、ナラの再生を期待して除草剤を散布したところである。ナラの豊作年は7年ごとであるので次年度には更新が進むと思われる

が、傘伐法は、伐採率が低いとナラ以外の低質広葉樹が成立しやすいことに問題がありそうである。



写真－5
傘伐（漸伐）施業の事例。65%の下種伐を行った後5年目の状態（1992年）



写真－6
傘伐作業で弱度の下種伐を行った結果、ナラ（Red oak）等が更新したものの、他の広葉樹に被圧され消滅したため除草剤を散布し、ナラ（Red oak）の再生を期待している林分（1992年）

⑤皆伐法（Clear cutting system）

写真－7の林分は、22年前に数haにわたり皆伐した箇所の現状である。伐採直後の夏に除草剤を散布し、その後は放置したそうであるが、萌芽と隣接林分からの側方天然下種によって各種の広葉樹が更新し、多様な樹種の混交林となって成林している。



写真－7
皆伐施業によって再生した22年生の広葉樹林。林床はイラクサが密生し、広葉樹の稚樹はほとんど成立していない（1992年）

⑥変形傘伐法（Deformed method, extended shelterwood cutting system）

有用広葉樹をha当たり38～45本程度保残させる強度の傘伐であるが、保残木は更新樹の伐採時まで残し、大径材に仕立てるとともに、陽性樹の更新を促す方法である。これは、日本でも一部で行われている「保残木施業」もしくは「立て木施業」と同じ方法である。

以上6つの森林作業法のうち、実験林の森林官は、「経済的には皆伐法が最も効率的であるが、環境保全、特に水源かん養上問題があることから、今後は他の非皆伐の方法を普及させたい」と強調していた。

(2) ウェストバージニア大学演習林

ウェストバージニア大学の演習林では、樹齢が比較的若く50～60年生がほとんどであるため、更新のための本格的な森林作業は行っていない。従って、現在の施業の主体は保育間伐となっており、そのいくつかを紹介する。

写真－8はユリノキ（Yellow poplar）の優勢な林分で、数年前にユリノキ、ナラ（Red oak）、サトウカエデ（Sugar maple）を残して、残存木の胸高断面

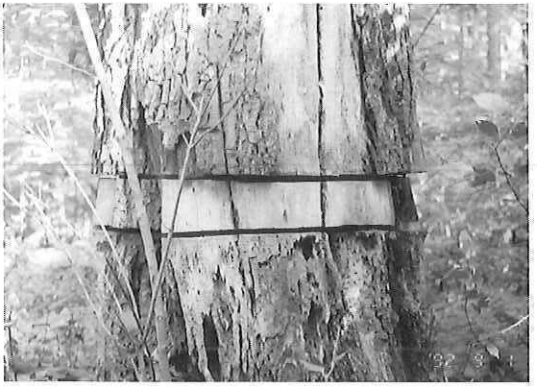
積が23m²／ha程度になるよう40%の間伐をした林分である。

間伐は20年ごとに行われる予定であるが、特にナラの更新を目的とする場合は、豊作年が6年ごとであるので結実した年の翌年に高い伐採率の間伐を実施し、他の耐陰性の高い樹種の更新を目的とする場合は低い間伐率で伐採するという。なお、更新を目的としながら択伐とはいわず、除伐とか保育伐採（improvement cutting）または間伐と呼んでいる。また、林内の中、下層木となっている有用広葉樹を育てる場合には不良木の巻き枯らしを行っているが、写真－9はその事例で、約10cmの間隔で2カ所にチェンソーで切り込みを入れている。

本演習林を案内されたDr.Carvellは、「材価は時代により変化するので、有用広葉樹だけの単一樹種の林分にすることは避け、いろいろな樹種の混交した森林を育てることが大切である。また、施業後10～20年目にはどうなったか自分自身で確かめることが森林官（forester）として重要である。」と強調していた。



写真－8
数年前に40%の保育間伐を行ったユリノキ（Yellow poplar）の優勢な林分
（1992年）



写真－9
下層の有用広葉樹を育てるため、チェンソーによる不良大径木の巻き枯らしの状況（1992年）

3 ニューヨーク州

（1）ニューヨーク州北部の亜高山帯林

ニューヨーク州北部の広大なアディロンダック公園（Adirondack Park）は、標高1,000mを超える高山が多く連なるアパラチア山脈の北端にある。標高800m以上はいわゆる日本の亜高山帯林にあたり、落葉広葉樹林帯から針葉樹林帯に移行している。

アディロンダック公園で著名なのは標高1,480mのWhiteface山である。樹種はトウヒ（Red spruse）を主体にモミ（Balsam fir）の混生した亜高山帯林で、標高1,000m付近から上部は長野県八ヶ岳中央部の縞枯山と同様な縞枯現象（Wave regeneration）がみられる（写真－10）。アディロンダック公園の低山帯（標高400～600m付近）は広葉樹林が多く、比較的乾燥した箇所にはアカマツが成立しているのが一般的であるが、僅かではあるがアメリカアカマツ（Red pine）の天然生林内にモミを樹下植栽したいわゆる二段林施業が行われていた（写真－11）。このような二段林施業はアメリカではほとんど見かけないので、もしかすると日本の複層林施業の模倣ではないかと思われる。



写真－10
Whiteface山の標高1,000m付近における縞枯れ現象（1992年）



写真－11
Red pine林内に植栽されたBalsam firとの二段林施業（1992年）

(2) Cuyler研究林

ニューヨーク州の森林の多くは、農地の放棄地に再生した森林であり、立木材積の約50%はサトウカエデ（Sugar maple）で、材価の高いサクラ（Black cherry）やトネリコ（White ash）は極めて少なく、それぞれ２%及び１%程度成立しているにすぎない。

ここでは、Cuyler Hillの州有林で行っているユニークな広葉樹施業のいくつかを紹介する。なお、Cuyler研究林付近の年降水量は約1,100mm、平均積

雪量は60cmである。

①帯状皆伐法（Strip clear cutting system）その１

この帯状皆伐法は、幅が樹高の80%に相当するおよそ20～40mの帯状地を２帯１組とし、更新に伴い交互に伐採していく方法である。長さは400m程であるが、景観に配慮する観点から100mごとにカーブさせている。

一般の帯状幅は樹高の1.5～２倍程度であるが、このように伐採帯の幅を狭めたのは、日陰部分を多くして陽性樹ばかりかサトウカエデ（Sugar maple）やアメリカブナ（American beech）等の陰性樹も成立させるためである。

３年前に伐採された帯状皆伐更新地では、林床にはイチゴ類が繁茂しているが、サトウカエデの成長が良いのが認められた。（６～10年を経過すると、多くの更新樹はイチゴ類を追い越して成長するという。）

②帯状皆伐法　その２

帯状地を３帯１組とし、ほぼ10年ごとに順次伐採を進める帯状皆伐法が計画され、1973年に写真－12に見られる最初の帯状伐採が実行された。

伐採帯の幅は21mで、景観上と風害を防ぐために50mごとに「くの字形」にカーブさせている。ところが、残された$\frac{2}{3}$の保残帯にも測方光線が入ることになったことからサトウカエデ等がha当たり200,000本も更新するようになったことから、３回の伐採計画を２回に変更して更新を完了させることとし、1981年に残りの$\frac{2}{3}$の保残帯を全て皆伐した。

写真－13は保残帯の伐採後３年目の状況であるが、1973年の伐採帯にはサトウカエデが80～90%を占める混交林に成林し、その樹高は12～

16mと成長は著しく良好である。また、1981年の伐採帯にはサトウカエデを主として更新樹が良く成立している。今後、自然間引きによって2,000～3,000本／haになると思われるが、65年生になるまでは何も施業を行わないとのことである。



写真－12
1973年に3帯1組の帯状皆伐法の1／3伐採を行った当時の状況



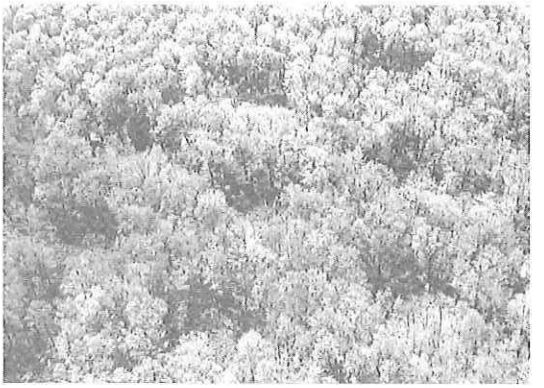
写真－13
1981年に2／3の保残帯を皆伐した後3年目の更新状況(右側は1973年の伐採帯)

③孔伐法（Patch cutting system）

この作業法は、直径約30mのパッチ状に配列した伐採孔を幅5mの搬出路でつなぐ方法である。写真－14は1973年に行った初回の伐採直後の

状態である。この孔伐法は3回の伐採で全体の更新を完了させる計画であったが、孔状地、搬出路とも期待されたほどの更新が進まなかったため、その後の伐採は見送っているという。

写真－15は、1992年の更新状況である。更新樹のほとんどはサトウカエデであるが、帯状皆伐地より成長は遅いようである。これは、周辺木の被陰の影響を受けるためである。



写真－14
1973年、孔伐法による最初の伐採を行った状況。各パッチをつなぐ搬出路がみえる

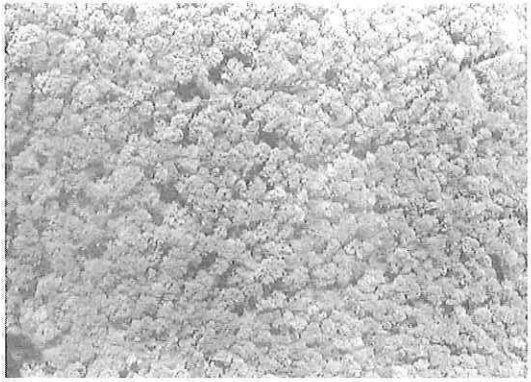


写真－15
1992年の孔伐地の状態。サトウカエデ（Sugar maple）等の更新樹の成長は帯状皆伐地より劣っている

④択伐法（Selection system）

Cuyler研究林では、択伐率や回帰年を違えた単木択伐を行っている。写真－16は1973年に残存木の胸高断面積合計がha当たり70平方フィート（約16m²）になるよう、択伐した直後の状態である。

ここでは、択伐林型として理想的な胸高直径と本数の相関グラフを基準に、各径級から択伐する施業を採用しているが、直径50cm以上の残存本数は560本／haであった。択伐後19年を経た現在では、サトウカエデ、トネリコ、アメリカブナは勿論、陽性樹のサクラも良く更新している。また、シナノキの更新も見られるが、これは、ほとんどが萌芽により更新したようである。



写真－16
1973年。単木択伐を行った当時の状況

本林分は回帰年を20年で設計しているので、まもなく2回目の択伐が行われることになる。なお、本林分は、1890年頃まで牧場であったとのことであるが、再生後100年を経過した現在の択伐後の上層木の樹高は約30m、胸高直径は25～45cm程度で、それほど大きくない。また、雪害や凍害等の影響を受けて二股木や曲がり木が多く、形質はあまり良くないようである。しかし、

有用広葉樹が丸太材積でha当たり18m³以上あれば商業的に成り立つという。

また、当研究林では、残存木の胸高断面積合計が13m²／ha、回帰年25年の強度択伐と、18～29m²／haの断面積合計で回帰年10年の弱度択伐も行っている。このように、いろいろなやり方の択伐を行っているがどれもほぼ似た構造になるという。

一方、択伐作業の大きな問題は伐採、搬出が困難なことと、搬出時に残存木を損傷し易いことである。写真－17は搬出による損傷部が腐朽し、材の価値がほとんどなくなったサクラで、このような状態の残存木がかなり多く存在するという。



写真－17
単木択伐によって搬出時に損傷を受け、損傷部に腐朽が見られる残存木
（1992年）

⑤群状択伐法（Group selection system）

実行されている群の広さはおおよそ樹高幅程度であるが、その広さはイメージするもののあまりこだわらないという。したがって、群の大きさは大小さまざまで、その形状も丸い群もあれば長方形の群もあるよう

である。ただし、直径分布は単木択伐と変わらないという。写真－18は1971年に群状択伐を行った林分であるが、有用広葉樹の多い林相に変えるためにサクラを植栽したことから、下層木にはサクラが多く、その成長も良好である。



写真－18
1971年に群状択伐を行った21年後（1992年）の林分。下層のサクラ（Black cherry）は植栽したもので成長も良い

⑥傘伐法（Shelterwood cutting system）

1974年に予備伐として1回目の伐採を行い、15年後の1989年に2回目の伐採（下種伐）を行ったが、伐出に伴い、サトウカエデやサクラの幼木を傷めたという。

写真－19は下種伐後3年目の現況であるが、孔伐林や択伐林に比較して更新樹は小さく、貧弱であった。このことから2回目の伐採は1回目から6～8年後に行うのが良いとの結論を得たという。

なお、60～70年生以上の太い木でないと商品価値がないことから、後伐は80～120年生になってから行うという。



写真－19
1974年に予備伐、その15年後に下種伐を行った傘伐地の３年後の現況。２回目の伐採に伴い更新樹が折損害を受けたので、その樹高は比較的小さい
（1992年）

⑦皆伐法（Clear cutting system）

写真－20は1970年当時、林床に稚樹が多く成立していた林分を、約0.7ha皆伐した22年後の現況である。更新樹が密生しているが、樹高成長は良好である。今後は、このまま40～50年放置する計画であるという。



写真－20
1970年に0.7haを皆伐した、22年後の現況。更新樹が密生しているが、成長は良い

⑧径級伐採法（Diameter cutting method）

一定の太さ（普通は20インチ（約50cm））以上の立木を伐採し、その後15年ごとに伐採を繰り返す方法で、異齢林に誘導することを目的としている。

最初の径級伐採による収穫量は多いが、次回からは少なくなる。写真－21は最近径級伐採された林分であるが、20インチより細いものも売れるものはすべて伐採されており、悪い林分の事例である。



写真－21
最近径級伐採された林分。基準径級の50cm以下の木も伐採された悪い事例（1992年）

以上のように、当研究林では適切な広葉樹林施業を見いだすため、多くの森林作業法が試みられているが、耐陰性の高い樹種の更新を目的とする場合は択伐法や傘伐法を、陽性の樹種なら帯状皆伐法や孔伐法を採用するのが好ましいようである。いずれにしてもこの地域の更新は極めて容易で、また、その成長もすこぶる良好である。

4　コネティカット州

・エール大学演習林

エール大学演習林はコネティカット州の北東部に位置し、正しくはThe Yale Myer Forestと呼ばれ、面積は4,700haである。現在の森林は、1938年に襲来した強力なハリケーンによって風倒被害を受けた跡地に、天然に再生した森林がほとんどであるという。この地域の気温は冬が0～3℃、夏は25～

26℃、年雨量は1,000mm、最大積雪深は30cm程度で、林分の成長は良好である。

コネティカット州の有用広葉樹は、ナラ（Red oak）、サトウカエデ（Sugar maple）、クロナラ（Black oak）、トネリコ（White ash）で、特にナラはドイツに輸出され、立木価格はm^3当たり340$ほどになるという。広葉樹林は多くの樹種が混交しているが、有用広葉樹が10%程度成立していれば、これだけで全収益の80%を占めることになるので経済的に成り立つとのことである。

当演習林における森林施業の中心は傘伐作業で、①同齢林の造成、②高品質林木の生産、③天然更新による再生、の3つの目標を基本として施業を行っている。

写真－22は、30～40年生時に有用樹を保残し予備伐、下種伐を行った後、林床に耐陰性のあるサトウカエデ、ナラ、トネリコ等有用広葉樹が成立したので、後伐によって上木を伐採、搬出した数ヶ月後の状態である。サトウカエデやナラの成長はきわめて旺盛である。

なお、後伐に当たっては、利用径級に達していない有用広葉樹はできるだけ保残させている。すなわち、この作業方法は同齢林、高品質、天然更新の3つのゴールを充たす施業であるといえる。

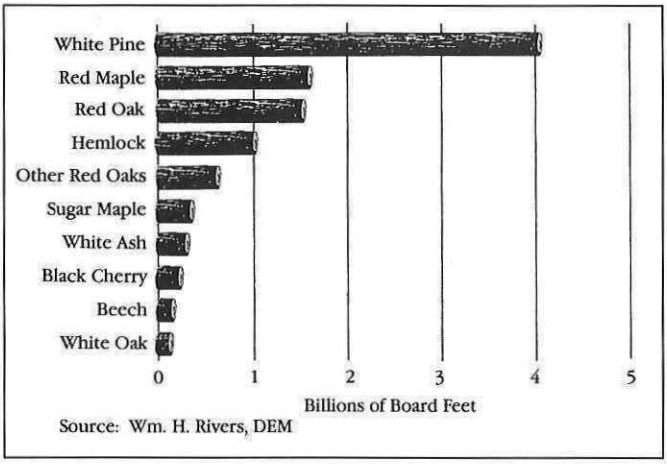


写真－22
傘伐作業の下種伐によって林床に有用広葉樹が成立したので、後伐によって上木を伐採した直後の状態。利用径級に達していない小径木は残している（1992年）

5 マサチューセッツ州

マサチューセッツ州は、東部海岸のボストンから西の内陸部にかけ東西に長い矩形状をしている。広葉樹は、中央部から東に多く、西のアパラチア山脈に近づくほどストローブマツ（White pine）、トウヒ（White spruse）、モミ（Balsam fir）等の針葉樹との混交林が多くなる。

州の経済林における用材の樹種別蓄積は図－5のとおりであり、ストローブマツの蓄積が最も多いものの有用広葉樹資源もかなり多く存在いしているといえる。



図－5
マサチューセッツ州の経済林における樹種別用材蓄積量（1985年現在）

（1）ハーバード森林（Harvard Forest）

ハーバード森林はマサチューセッツ州のほぼ中央、後述のQuabbin湖の東側に位置し、その面積は1,200haで、森林土壌は乾性から適潤性まで様々である。

アメリカ東北部には、原生林（Old growth）はほとんど残っていないが、ハーバード森林にはこれがOld growthであると呼べる貴重な森林が残されて

いた（写真－23参照）。この森林は針広混交林で、最上層はストローブマツ（White pine）、上層にツガ（Eastern hemlock）、中層にナラ（Red oak）の階層混交した高齢林で、ツガの樹齢は200年以上であるという。樹高は40mを少し超えている。

ハーバード森林では当初ドイツの林業技術をとりいれ、ストローブマツの保続施業を行ってきたが、1938年のハリケーンによって大被害を受けた後はナラ類を育てるよう方向転換し、特に、傘伐作業を採用するようになった。この地域のナラは高級家具材としてヨーロッパに輸出されているが、耐陰性がそれほど大きくないので、天然更新させるためには林内をかなり明るくする必要がある。そのため、予備伐の際に下層木を除く林内下刈りや、場合によっては火入れをすることもあるという。写真－24は下種伐後の状態であるが、林内にはサトウカエデ（Sugar maple）やナラ（Red oak）の稚樹が良く成立していた。ここでは、ナラ類はシカの害が多く、また、初期の成長が遅いので、1～2mの高さに成長してから後伐を行うという。しかしながら、傘伐作業をとりいれてから間がないため、後伐の実行地はまだ無いとのことである。



写真－23
ハーバード森林内のめずらしい原生林（Old growth）状態の森林。手前の太い木はツガ（Eastern hemlock）で、樹高40m、樹齢200年という（1992年）



写真－24
傘伐作業における下種伐を行った林分。林床にナラ類やカエデ類の稚樹が成立している（1992年）

(2) Quabbin水源林

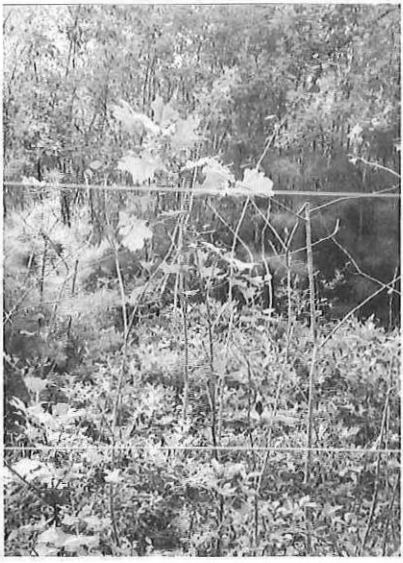
ボストン市の水源として1939年に完成したWinsorダム（全長800m、高さ90m、貯水面積約10,000ha）によりできた大人造湖をとりまく周辺の森林が、Quabbin水源林である。この水源林のほとんどは、ダムの建設に当たり1930年代の初めに住民を立ち退かせた後放置した森林であるという。水源林の面積は約50,000haで、大部分は自生の広葉樹であるが、1960年の大旱魃の際に森林からの蒸散を抑制するために広葉樹を伐採して裸地状態にし、その後造林したストローブマツ（White pine）やアメリカアカマツ（Red pine）の造林地が2,600ha介在する。

ダムサイトにおける年降水量は1,600mm前後、気温は夏が22℃、冬は－10℃程度である。

広葉樹林施業に関しては大部分が60年生前後であるので、まだ特定の森林

作業法による施業を行っていないが、今後は不斉傘伐法（Irregular shelterwood cutting system）を採用する予定であるという。しかしながら、林床にはシダ類が繁茂していることから、特にナラ類の更新は容易でないと思われる。また、ナラ類の天然更新を阻害する原因としてシカの食害が指摘されている。

シカは、狩猟が許されていた時は100ha当たり３～４頭が生息し、被害も少なかったが、自然保護政策のため禁猟になった現在、22頭前後が生息しており、被害が拡大しているとのことである。できれば、７～８頭に調整し、ナラ類の更新状況をテストする計画であるとのことである。なお、写真－25に見られるように二重の電流柵をめぐらした小面積の皆伐地には、ナラやカンバ類が良く更新している。



写真－25
シカの食害を防止するため電流柵（横方向への２本の線）で囲んだ更新地には、ナラ等の有用広葉樹が多数成立するようになった（1992年）

6 ニューハンプシャー州

・White Mt.国有林

1890～1900年頃のニューハンプシャー州はほとんどが農牧地で、森林は僅か25%程度であったが、現在は、90%が森林である。大部分が農牧地の放棄跡に再生した二次林で、特に、マツ類とナラ（主としてRed oak）は何度も伐採されたために若い林分が多い。

White Mt.国有林は、ニューハンプシャー州の中央部から北方に拡がる森林で、50万ha近い広大な面積を占めている。標高1,000～1,900mの山が林立するが、低山帯には広葉樹二次林が多い。広葉樹施業団地における無施業林は、ブナ（American beech）が優占種で、カンバ類のYellow birch、Paper birch、White birchも上層木として成立しているが、この地域の極相状態の森林はブナ等と現在中・下層に成立するツガ（Eastern hemlock）、トウヒ（Red spruce）、モミ（Balsam fir）の混交した針広混交林になると思われる。

White Mt.国有林の広葉樹二次林に対しては、単木択伐、群状択伐、傘伐、小面積皆伐等の施業が行われている。

①単木択伐作業法（Single selection cutting system）

10～15年の回帰年で単木択伐を実行しているが、天然更新した樹種のほとんどは耐陰性の高いブナとサトウカエデ（Sugar maple）である。また、この作業法は、商品価値の高いナラ（Red oak）やサクラ（Black cherry）の更新が悪く、伐出時に残存木の幹を傷め易い等の欠点があるという。ブナは根からも萌芽するが、1950年代に大規模な虫害を受けたことがあり、樹皮が鱗状になるネクトリア病にかかり易い欠点がある。

一方、サトウカエデは石灰質のところでも良く育つとのことである。

②群状択伐作業法（Group selection cutting system）

一つの群の広さは100×100feet（約30×30m）で、回帰年は約15年、伐期齢は100年前後に組み立てられている。写真－26は27年前に伐採した後再生した群状択伐地であるが、トネリコ（White ash）やカンバ（Yellow birch）等が更新している。



写真－26
群状択伐法によって27年前に伐採し、再生された林分（1992年）

③小面積皆伐作業法（Clear cutting system）

写真－27は数ha以内の小面積皆伐によって再生した20年生の二次林である。一般にカンバ類の陽性樹種多いが、火入れをするとナラ（Red oak）も良く成立する。本国有林の施業地の土壌層は60cm以上と深く、日本の分類に当てはめればB_D型で物理性も良い。このような古い農地の放棄跡には良く成長したトネリコが成立している。トネリコはかっては機関車の燃料として利用されたが、現在は野球のバット用材として高価に取り引きされている。



写真－27
皆伐法によって再生した20年生の二次林（1992年）

④傘伐作業法（Shelterwood cutting system）

写真－28は８年前に下種伐（Seed cutting）を行った林分で、トネリコ等の有用広葉樹の更新が良好である。広葉樹に対する傘伐法は、下種伐と終伐（Final cutting）の２回だけで良いという。本林分の下種伐の材積伐採率は50%程度である。



写真－28
傘伐法の下種伐を行い、８年経過した林分（1992年）

土が浅く、深さ20cm程度のところにはツガ、トウヒ等の針葉樹が成立しているので、このような林分については更新完了までに下種伐として

3～5回の抜き切りを行うようである。傘伐作業の問題点は下種伐時の伐出に伴う残存木への損傷と、終伐の際に更新樹を傷めることであるが、林道、作業道を整備することによりこれを克服することができ、有用広葉樹の成長、形質は良いという。

⑤皆伐作業法によるシラカバの施業

5～10ha程度の多少広い面積を皆伐するとシラカバ（Paper birch）が良く更新する。写真－29は皆伐後20年を経過したシラカバ林であるが、他のカンバ（Yellow birch）も混生している。成長が早く、胸高直径20cm程度で木工品用として良く利用されるので経済的に有利であるという。



写真－29
小面積皆伐により更新した20年生のシラカバ林（1992年）

7 メーン州

・メーン大学演習林

メーン州はアメリカの最東部に位置し、ニューイングランドの半ばを占め

る広大な地域である。メーン州の北部は寒冷地のため農業はあまり発達しなかったが、南部には1800年頃から入植が始まり1850～1870年は農業の最盛期であった。しかし、1900年頃から農業が衰退し、その放棄地にストローブマツ（White pine）の天然更新林（二次林）が成立した。現在、メーン州の90%が森林であるが、広葉樹林は45%程度で、その主な樹種はサトウカエデ（Sugar maple）、ナラ（Red oak）、シラカバ（Paper birch）、ブナ（American beech）、アサダ（Iron wood）等である。なお、針葉樹の優占種はストローブマツ（White pine）、トウヒ（Red spruce）、モミ（Balsam fir）、ネズコ（Northern white cedar）である。このうち、メーン州南部のオーガスタ近くには、樹高50m、胸高直径1.5m、樹齢200年を超えるストローブマツの天然更新林（二次林）が200haほど現存している。

メーン州には国有林、州有林のような公有林は少なく、96%は私有林である。私有林の多くはパルプ会社等の大企業の所有で、南部に小規模経営の私有林が散在するだけである。

メーン州では1990年に大面積の皆伐が禁止されたことから、現在、各種の非皆伐森林作業法による天然更新施業が行われているが、小面積ではあるがパルプ会社において広葉樹を伐採し、針葉樹に樹種更改しているところもある。

私有林で採用されている主な施業法は択伐、傘伐作業法であるが、群の広さを変えた群状択伐法は多様な樹種の更新が可能であり、また、伐出面でも優れていることから今後はこの方法が多くとりいれられると見込まれている。

メーン大学は、メーン州の中央大西洋岸に近いオロノ（Orono）という小都市にあり、その校内に隣接して広大な演習林がある。演習林内ではストローブマツの人工林の密度試験や間伐試験が鋭意行われているが、天然更新による傘伐作業等も広く行われている。本演習林内の天然生林のほとんどは、

ストローブマツを上層に、トウヒ、モミを中層に、ネズコとツガ（Eastern hemlock）を下層に階層混交した択伐林のような森林である。ただし、これらの森林は100～120年前に農地の放棄跡に再生した二次林であるので、ほとんど樹齢に差はないという。

これらの林分に対して傘伐法による下種伐を行うと、写真－30の林縁付近に見られるように上層木の稚樹が一斉に更新する。その後、終伐を行うが、写真－31は終伐を行った直後の状態である。トウヒ、モミ、ツガ、ネズコのほか陽性種のストローブマツも更新している。なお、ナラ等の広葉樹は伐採しないでできるだけ残すようである。ここでは、トウヒ、モミ、ネズコよりストローブマツの成長が早いことから将来は元の林分のような混交複層林になるという。



写真－30
農地の放棄跡に再生した針葉樹二次林に傘伐作業の下種伐を行った林分。林床には林縁付近に上木の稚樹が多数更新しているのが見られる（1992年）



写真－31
傘伐作業の終伐を行った直後の状況。混生していた広葉樹は極力保残する（1992年）

8 カナダ、ニューブランズウィック州

・Acadia森林試験地

カナダの大部分の森林は北方森林（Boreal forest）と呼ばれる北方針葉樹林帯（Northern coniferous zone）であり、カナダ東部のニューブランズウィック州の天然生林もほとんど針葉樹林か針広混交林である。

この地域は、1800年代にイギリス軍の軍艦建造のため数10mの大木が伐採され、その後再生した二次林に対しても皆伐が繰り返された結果、現在の針葉樹二次林は貧弱である。

ニューブランズウィック州の南部に位置するフレデリクトン市には、カナダ林野局のMaritimes Region HJF森林センターがあり、郊外には広大なAcadia森林試験地をもっている。

本試験地の大部分は、ストローブマツ（White pine）、ホワイトトウヒ（White spruse）、ブラックトウヒ（Black spruce）、バルサムモミ（Balsam fir）を主とする針葉樹二次林であるが、現在、いろいろな樹種の植栽試験や施肥

試験を行っている。

本試験地のやや乾燥した箇所にはサトウカエデ（Sugar maple）、シラカバ（Paper birch）を主体とする比較的若い広葉樹林が成立しており、ここで50%の質的間伐試験が行われていた。アメリカ東北部の広葉樹林では利用径級に達する70～80年生までは保育間伐も含めてほとんど施業を行わないことから見ると、カナダの間伐は広葉樹林施業に対する考え方に基本的な違いがあるように思えるが、多様な種構成のアメリカとは異なり、ナラ類等有用広葉樹が少ないことから広葉樹林の質を高めるための方策として保育を試みていると考えられる。

また、１～２ha程度の小面積皆伐による更新施業も行っている。側方天然下種更新によってトネリコ（White ash）、ナラ（Red oak）、サクラ（Black cherry）等の有用な陽性樹種の更新を目的として施業しているが、更新樹のほとんどはもと林内に成立していたサトウカエデ（Sugar maple）であった。

ニューブランズウィック州のような北方森林地帯における広葉樹林施業は、今始まったばかりで、その造成技術はまだ未成熟であるといえる。

第3部
国内における多様化森林の現状

1 王滝営林署（現、木曽森林管理署王滝事務所）三浦実験林における天然更新施業（長野県）

長野県、木曽の御岳山南西斜面の標高1,200～1,600m付近は、冷涼多雨で準平原地帯となっている。しかもチマキザサ群落の密生地で、脊悪土壌の湿性ポドゾル地帯となっていっる。木曽谷のいわゆる木曽五木の成立する天然生林は、1959年の伊勢湾台風と2年後の第2室戸台風の襲来により、大打撃をこうむったが、特に準平原地帯の三浦国有林の被害は大きかった。

一方、木曽谷の湿性ポドゾル地帯における更新については、昭和初期から択伐天然更新施業を試みてきたが、その殆どは更新不良であったので、その後、ヒノキの人工植栽に転換したものの、不成績造林地が多発していた。

このような困難な諸情勢から、湿性ポドゾル地帯の適切な更新技術を確立させる目的で、長野営林局は1966年、約420haの三浦実験林を設定したのである。ここでは、風倒被害の大きかった箇所については各種の人工更新試験を、被害の少なかった林分については天然更新試験を行うことになった。

三浦実験林に採用した天然更新のための基本的な作業法は皆伐、漸伐（ドイツあるいは林学用語では傘伐という）、残伐（母樹法）の3作業法である。これらをさらに伐区の形状及び伐採率で区分すると8作業法となる。

A　皆伐作業法

（1）帯状皆伐天然更新作業（$\frac{1}{2}$交互伐採）

（2）群状皆伐天然更新作業（50%伐採）

B　残伐（母樹法）作業法

（3）5%保残群状母樹法天然更新作業

（4）15%保残群状母樹法天然更新作業

（5）30%保残群状母樹法天然更新作業

C　漸伐（傘伐）作業法

（6）漸伐天然更新作業（50%下種伐）

（7）群状漸伐天然更新作業（画伐、串団子状伐採）

（8）帯状漸伐天然更新作業（魚骨状伐採）

以上の天然更新作業法は、すべて更新伐採――塩素酸塩剤散布によるササの枯殺――粗腐植の分解促進――稚樹の発生、成立――再生するササの薬剤によるコントロール――更新完了というプロセスを基本に体系付けられている。この下層植生のコントロールという作業を加えたことがドイツ等の天然更新技術と著しく異なる点である。

これは、湿性ポドゾル地帯では乾重で50ton／ha、多い場合は100ton／ha（厚さ約15cm）を超えるような粗腐植が厚く堆積し、更新を阻害しているので、まずその分解を促すことが必要であり、更に2mを超す密生したササをできるだけ除去することが粗腐植の分解促進のためにも、また稚樹の更新に適した光条件を与えるためにも必須の条件であったからである。

したがって、三浦実験林における天然更新試験は、すべて塩素酸塩剤の散布（250～300kg／ha）によるササのコントロールを前提として設計し、実行

したものである。しかし、1970年以降本剤の使用が中止され、試験計画の1/4は現在も未散布のままであるので、その多くはササ生地となっている。(追記：1992年以降に散布が再開された)。

以下、前述の8作業法のうち、(1) 帯状皆伐天然更新作業、(3) 群状母樹法天然更新作業、(6) 漸伐天然更新作業、(7) 群状漸伐天然更新作業の1991年現在の更新状態について紹介する。なお、1998年現在までの詳細な更新経過については「三浦実験林30年のあゆみ—木曽ヒノキ更新技術確立への挑戦とその成果—」(林野庁1999年) を参照されたい。

(1) 帯状皆伐天然更新試験地(632林班)における更新状態

本試験地は、前述の台風による被害が比較的少なかった632林班の南面斜面の中腹から下部にかけ、図－1に示したように、約50m幅の保残帯 (い、は、ほ、と、り、る、か、た小班) と伐採帯 (ろ、に、へ、ち、ぬ、わ、よ小班) を交互に15帯設け、更に伐採翌年の1969年に塩素酸塩剤を散布してササを故殺した帯 (帯状番号1、2、5、6、9、10、13、14) の試験と、ササをそのまま成立させた帯の試験区を設け、更新の進行状態を調査したところである。

ササの成立地には保残帯は勿論伐採帯であっても、試験地設定以来20数年を経過した現在、稚樹はほとんど成立していない。

除草剤の散布帯は、不均一性はあるもののヒノキ稚樹の更新状態は比較的良好である。特に、伐採帯の除草剤を散布した試験地の大部分には2m以上のヒノキの更新樹が4,000本／ha以上成立している。また、一部に更新樹の少ない箇所が見られるものの、50cm以上の更新樹が多いので、数年後には全面にわたって2m以上の更新樹が4,000本／ha以上成立するようになるであろう。

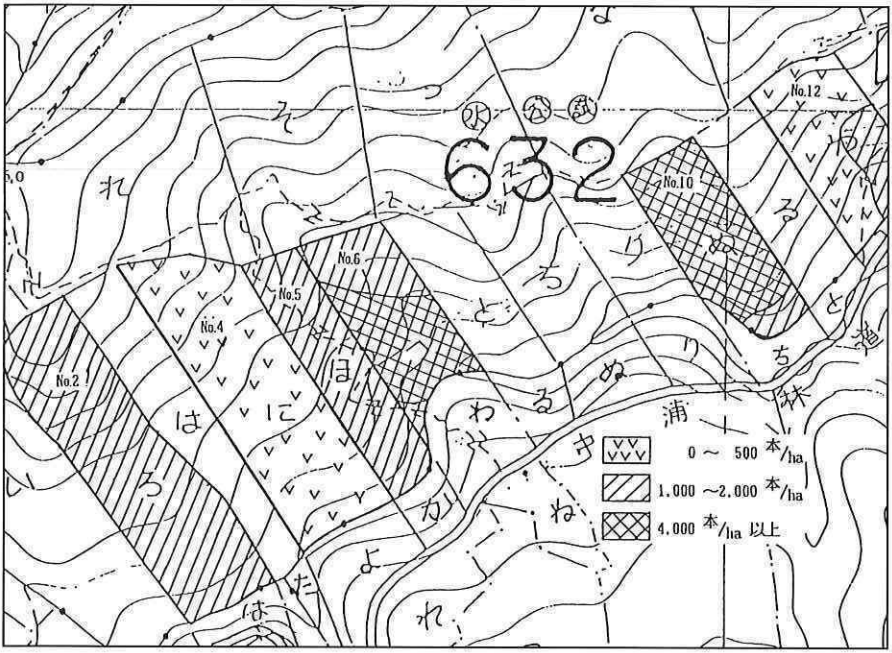
一方、保残帯内で除草剤を散布した箇所についてみると、上木が成立する関係で伐採帯の更新樹より成長が遅く、現在２m以上の更新樹は1,500本／haの前後で相対的に少ない。しかし、50cm以上の更新樹が著しく多いのでこのままでもゆっくり成長し、将来は、二段林のような複層林を形成するようになると思われる。

さらに、伐採帯のうち試験開始当時に塩素酸塩剤の散布が十分でなく、ササの回復の早かった箇所では更新の状況はあまり良くないが、30cm程度の稚樹が6,000～12,000本／ha程度成立し、また、２m以上の更新樹が1,000～2,000／本も成立する箇所も見られるようになったので、広葉樹の混交の多い天然生林に育つ可能性が高い。

写真－１は図－１の帯状番号No.6の伐採帯における1991年９月現在の更新状態である。更新樹の約70%はヒノキで、その成長も良い。比較のため、本試験地に隣接した631林班における同時に試験を開始した掌状作業試験地のヒノキ人工造林地の現況を写真－２に示しておく。湿性ポドゾルの中にポット苗を植え込んだため５回の下刈りを行ったにもかかわらず成長は著しく不良である。



写真－１
632林班帯状皆伐天然更新試験地の帯状番号No.6の伐採帯における更新状況（1991年９月現在）



図－1

帯状皆伐天然更新試験地（632林班）における高さ２m以上のヒノキ更新樹の密度分布（1991年）



写真－2

632林班に隣接し、同時に試験を開始したヒノキ人工造林地の現況（1991年９月現在）。５回の下刈りを行ってたが、成長はきわめて不良である

（2）５％保残群状母樹法天然更新試験地（636林班）における更新状態

本試験地は、前述の台風の大きな被害跡の残存木を、30～50m間隔に数本から10数本（単木状のところもある）の母樹を群状に残し、風倒木、伐採木を搬出した翌年の1969年に、塩素酸塩剤をha当たり250kg空中散布したところである（写真－３）。また、1979年以降５年間かけてテトラピオン粒剤の散布を行っている。保残母樹はその後の台風あるいは落雷によって70%程度が枯死したが、試験地の中央を北から東方（図面右側）に流れる沢の部分を除き、試験地斜面の下方部分は全て3,000本／ha以上の稚樹が成立し、更新は完全に完了している。（写真－４）

なお、本試験地の保残母樹の配置及び更新状況等は図－２に示すとおりである。

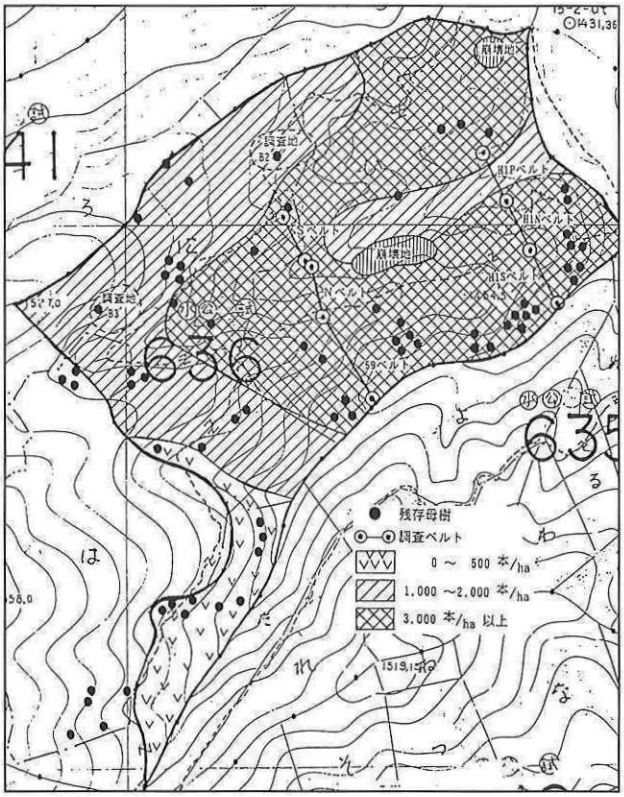


写真－３
636林班の群状母樹法天然更新試験地の上部付近における塩素酸塩剤散布直後のササの枯死状態（1969年）



写真－4

同、1991年9月の更新状態。残存母樹は少なくなったが、ヒノキ更新の成立本数は、2,000本／ha程度である



図－2

群状母樹法天然更新試験地（636林班）における高さ2m以上のヒノキ更新の密度分布（1991年）

写真－５は試験地の下部付近の更新状態である。斜面の下部はヒノキの更新樹が3,000本／ha以上成立するが、広葉樹も多く成立している。一方、中腹から尾根付近にかけてのヒノキの成立本数はha当たり5,000本以上で、広葉樹の混交が比較的少なく、写真－６のように樹高４mを超す株立ち状のヒノキ更新樹が多い。また、この成立本数3,000本／ha以上の箇所の上部及びこれにはさまれた沢部分は1,000～2,000本／ha程度で、成立本数はいくらか少ないが、前生樹である天然生林の木曽ヒノキの成立本数から判断すると、ha当たりヒノキが1,000本程度成立すれば充分であろうと思われるので、本試験地約20haのほぼ90%は更新が完了し、成林の見込みがついたといえる。

なお、一部に更新樹が著しく少ないく、ヒノキを主体とした天然生林に育つ可能性の少ない箇所が見られるが、早急に除草剤を散布し、更新を促す必要がある。



写真－５

同、試験地下部付近における更新状態。斜面中腹から上方尾根付近にかけてはヒノキが5,000本／ha以上純林状に成立するが、下方谷筋にかけては広葉樹が適度に混交している（1991年９月）



写真－6
同、斜面上部のヒノキ更新樹の状態。広葉樹は比較的少ない（1991年）

（3）漸伐天然更新試験地（628林班）における更新状態

本試験地は漸伐（傘伐）作業における予備伐を省略し、下種伐として1969年に材積率で50%のぬき伐りを行い、伐採前年に塩素酸塩剤をha当たり300kg空中散布したところである（写真－7）。また、テトラピオン粒剤を1980年に筋まきし、1982年には全面に再散布した。

1991年における樹高2m以上の更新樹の密度分布を図－3に示す。試験地の西側（図の鎖線の左方）部分は、風倒被害によって裸地状になったカンバ先行更新試験地である。それ以外の部分が漸伐天然更新試験地であるが、図から認められるように、斜面中腹から上部（図の下方）は極めて更新が不良である。これは当初の塩素酸塩剤の散布が十分でなく、ササが繁茂したまま現在に至ったためである。

中腹から下部はヒノキの成立本数が多いが、上木が存在するため2mを超す更新樹は1,000～2,000本／ha程度しか成立していない。しかし、樹高50cmから2m程度までの更新樹が10,000本／ha以上成立しているので、漸伐天然更新法としては後伐（受光伐）の時期になったと判断し、1991年8月に後伐

を実行した。写真－８は、後伐直後の更新地状態である。伐採に伴う更新樹の損傷はそれほど多くはないが、その後の架線集材によってかなり損傷を受けたと思われるので細部の調査結果を待つ必要がある。（追記：1992年ベルトトランセクトによる調査の結果、伐出にともなう全損傷率は約14%で、予想外に少なかった。）

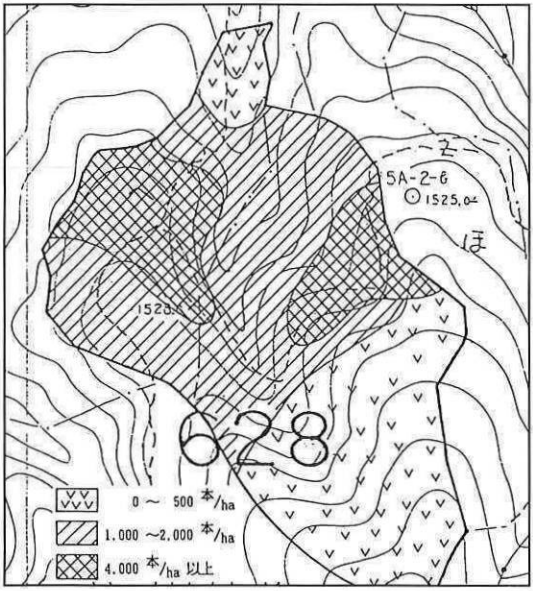
なお、本試験地の一部では試験開始以降に風倒被害が発生したが、当該箇所ではヒノキの更新樹の成長は極めて良好であった。



写真－７
漸伐天然更新試験地における下種伐直後の状態。塩素酸塩剤散布後のため、ササが良く枯れている（1969年）



写真－８
同、後伐直後（1991年９月）の更新地の状態。写真中央部付近は風倒被害を受けた箇所で、２ｍを超す更新樹が多い



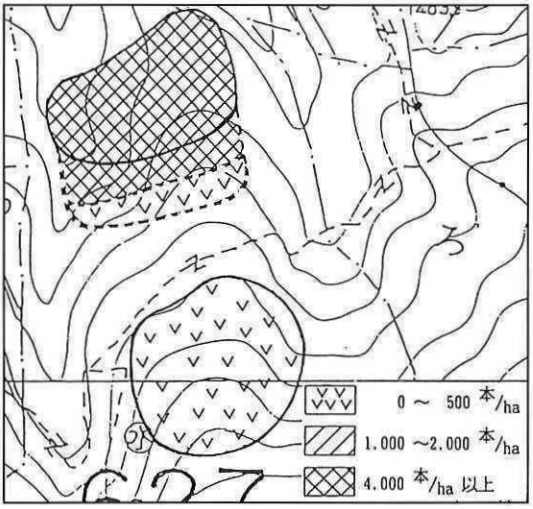
図－3
漸伐天然更新試験地（628林班）における 高さ2m以上の更新樹の密度分布（1991年）

（4）群状漸伐天然更新試験地（627林班）における更新状態

本試験地は樹高の約2倍、50m幅の群状伐採地を集材線に沿って約100m間隔に3カ所設けたものであるが、その形状から串団子状伐採とも呼ばれている。しかし、更新作業法からは群状伐採地の更新の完了に従って、順次群の幅を広げながら更新を進めていく方法であるので、正確には孔状作業法に当たるが、群状傘伐（漸伐）法と呼んでおく。ただ、本試験地の群状伐採地は風倒木発生の影響もあるが、本来の孔状法より広くなっている。本試験地も1969年塩素酸塩剤を空中散布し、1986年にテトラピオン粒剤でササの発生を抑制したところである。本報告では3カ所の群状伐採地のうち、斜面下部（図の上方）と中腹の試験地をとりあげ、樹高2m以上のヒノキ更新樹の密度分布を図－4に示した。

図から明らかなように、斜面下部に位置する群状伐採試験地には全面にわたって樹高２m以上のヒノキ更新樹が4,000本／ha以上も成立している。したがって、本試験地はヒノキを主体とした天然生林に育つことは間違いないと思われる。

一方、中間の群状伐採試験地はササの回復が早く、図－４から認められるように、更新はあまり良くない。しかし、1983年度散布したテトラピオン粒剤によるササの成長抑制効果があらわれつつあるので、数年後には50cm以上の更新樹は少なくとも2,000本／ha程度成立するようになるであろう。いずれにしても更新の良否はササの繁茂状態と相関が高いので、塩素酸塩剤の散布地でもササの再生、回復の早い箇所については早めにコントロールする必要がある。



図－４
群状漸伐（串団子状伐採）天然更新試験地（627林班）における樹高２m以上のヒノキ更新樹の密度分布（点線部分は林内）（1991年）

2 北海道道有林の施業

(1) 北海道有林北見林務署(現、北見道有林管理センター)

北見林務署は北海道東部の網走支庁管内の内陸部に位置し、その管理面積は41,932ha（全道有林面積616千haの約７％）を占め、総蓄積は5,293千m³である。林況はトドマツ、エゾマツ、シナノキ、ミズナラ、ニレ等の蓄積の高い針広混交の天然林が66%、トドマツ、カラマツ、アカエゾマツ等の人工林が34%である。人工林の面積は14,000haで、樹種別構成比率はトドマツ49%、カラマツ類29%、アカエゾマツ21%となっている。

北見地方は、北海道内でも有数の森林地帯であるが、北見林務署のha当たり平均蓄積は126m³（天然林163m³、人工林84m³）である。北見林務署は明治末期の創設以来その豊富な天然林資源をもとに経営が行われ、戦後から50年代半ばまでは、年間20万m³以上の木材生産が行われてきたが、平成元年度には13万９千m³で、全道有林の約20%を占めている。

北見林務署では30年代以降従来の天然林の択伐作業から大面積一斉造林の施業が採用され、50年代半ばまで皆伐、漸伐作業等を主体として年500～600haの新植が実行されてきた。しかし、新植地に気象害や虫害などが多発したため、57年以降は択伐作業を主体とした天然林施業をとりいれるとともに造林は保残木をとりいれた小面積造林に移行し、天然林に対しても更新補助作業として伐跡地の孔状裸地や疎開地にアカエゾマツ、トドマツの植え込みを採用する等の施業に転換し、現在、次のような経営方針で施業を行っている。

ア）天然林は、若々しい大・中・小の木が混生した複層林をつくり、間断のない収穫が可能な森林に誘導する。

イ）人工林は、間伐を積極的に行い、健全な育成を図るほか、一部では枝打ちによる良質材の生産を目指す。

ウ）保安林等は、指定目的に応じた機能を発揮するよう適切な施業を実施する。

人工林の樹種別の林齢構成は、トドマツでは１～20年生が55%、21～40年生が35%、41年生以上が10%。カラマツ類では１～20年生が26%、21～30年生が49%、31年生以上が25%。アカエゾマツでは１～20年生が80%、21～40年生が18%、41年生以上が２%であり、伐期はそれぞれ60年、40年、80年を考えているが、トドマツとカラマツは主伐期に近い林齢の林分が多く、その更新をどうするかが課題となってきている。

これまでカラマツの人工林では、20年生前後の林分に対して列状間伐後その跡地に更新のためトドマツを植え込んだり、あるいは孔状に伐採後にカラマツやグイマツF1の植え込み、かき起こし・播種などを試みてきたが、残存木の風倒や更新樹の生育不良などが見られた。このため、現在は、カラマツ人工林についてはカラマツ資源の保続を図るため、約60%は小面積皆伐によりカラマツ類を再造林し、残りは長伐期化するとともにトドマツ、アカエゾマツを植え込んで複層林化する。トドマツ人工林は、小面積皆伐により天然性稚樹も活用しつつトドマツ、アカエゾマツを植え込み択伐林型にするとの方針の下に施業を行っている。

具体的な施業方法は、カラマツでは、高品質材生産を目的とする林分は伐期60年を考えているが、一般的にはⅥ齢級前後から１～２haの小面積皆伐を３回くらいに分けて行う。伐採後、地形の緩やかな林地はブルドーザーによる地拵えを、ブルドーザーの入れないところは人力による筋刈りを行い、カラマツ適地の美幌地区ではカラマツ、グイマツF1を、他地区ではトドマツ、

アカエゾマツを植栽する。植栽本数はha当たり2,200～2,500本（1.8×3m）である。下刈りは従来通り3～4年間（5回）、間伐は1回目は16年前後に1伐2残の列状間伐（伐採率33%程度）、2回目（22年前後）以降は定性間伐を行う。

また、トドマツについては次のような施業体系に基づいている。新植（2,200～2,500本）後、下刈り5年間（7回）、つる切り・除伐3～4回（6～20年生）、初回間伐（25～30年生、1伐2残、伐採率25～33%）、2回目間伐（35年生、3本おきに1本間伐、伐採率20～25%）、3回目間伐（40年生、成長不良木主体、伐採率20～25%）、4、5回目間伐（45及び50～55年生、天然性稚幼樹の成長促進を主眼に選木、伐採率20～25%）、1回目主伐（60年生、群状伐採0.1～0.5ha、伐採率30～40%、更新は天然生樹プラス植栽）、2回目主伐（70年生、群状伐採0.1～0.5ha、伐採率50%、更新は前回同様）、最終主伐（80年生、更新は前回同様）。このように、更新には広葉樹も含めた天然生樹の積極的な活用を計画している。

アカエゾマツは、まだ若齢林分が多いことから当面はトドマツに準じた取扱としているが、その優良大径材は極めて高い市場性を持っていることから、早い時期からの枝打ちを実行している。現在、1回目の枝打ちはⅣ～Ⅴ齢級で樹高8～9mの造林木を高さ2.0～3.0mまで、2回目はⅤ～Ⅵ齢級で樹高13～15mの造林木を高さ4.0mまで枝打ちしている。

なお、伐出作業はブルドーザーによる全幹（一部半幹）集材を実行しているが、北見林務署管内は林道網が良く整備されており、その路網密度はha当たり42mに達している。さらに基幹となる集材道（ブル道）も固定して設けられる等作業条件は整っている。また、造林事業を進めるに当たっても土場用地、集材路あるいは将来集材路として使用される凹部などの植栽は避ける

等の配慮がなされている。

このように、北見林務署では人工林を複層林化し、最終的には択伐林型に誘導することにより、森林の多様な機能の維持、資源の質・量の維持、伐期の平準化の実現を図ることとしている。また、このような施業を行うことによって、収穫調査の効率アップ、造材経費の節減、保育管理の効率化及び早期の更新の実現等が可能になるとしている。

さらに、天然林施業においては更新の確保のため植え込みを積極的に採用し、43年度の開始以来その面積は7,627haに達している。また、稚樹の刈出しやかき起こし等の更新補助作業は、57年以降4,225ha行われている。

以上、北見林務署では高密度の路網、きめ細かな更新作業を柱にした天然林施業を中心に施業が実施されてきた。その結果、林分の若返りが図られたが、今後、さらに植え込み地において上木伐採、集材作業によって発生する植栽木の被害を防止するため、伐採時期、伐採率、伐木集材方法や植え込み地の選定の検討など、更新から伐出までの一貫した作業体系の確立が課題となっている。

(2) 北海道有林厚岸林務署(現、厚岸道有林管理センター)

厚岸林務署は北海道東部の太平洋岸に面し、管理する森林の面積は14,388haである。林地の多くは道立自然公園や保安林に指定され、近接して霧多布湿原や厚岸湖、火散布湖などがある。

年平均気温は5.5℃、降水量1,200mm前後となっているが、春から夏にかけては海霧の発生により冷涼な日が多くなる。降雪は遅く積雪量も少ないため、土壌の凍結深度は30～70cmに及ぶ。また、融雪後の5月下旬にかけては晩霜が発生しやすく、しばしば造林木の被害が発生する。

森林は緩やかな丘陵地帯に広がっており、総蓄積は1,745千m³で、ha当たり121m³（天然林155m³、人工林46m³）と道有林の中でも蓄積の高い森林である。天然林は約70%を占め、トドマツ、カンバ類、ミズナラなどの針広混交林で、針葉樹（トドマツ主体）と広葉樹の蓄積が相半ばしているが、立木本数は比較的少なく、また、天然更新は不良である。

人工林は31%で、その構成樹種はトドマツが78%を占め、ついでアカエゾマツ15%、カラマツ6%となっている。また、齢級構成はⅠ齢級6%、Ⅱ齢級8%、Ⅲ齢級16%、Ⅳ齢級33%、Ⅴ齢級14%、Ⅵ齢級13%、Ⅶ齢級以上10%と若齢林分が多い。

林道については幹線林道の開設はほぼ完成し、現在林道密度はha当たり27mとなっている。

厚岸林務署でも、他の道有林同様30年代より皆伐作業を主体とし、漸次その皆伐面を拡大してきた。その結果、40年代前半には年間300ha以上の新植が行われ、1皆伐面積も7ha前後と大面積になった。その結果、造林地に寒乾害、凍霜害、林地の湿性化などの被害が拡大したため、更新の安全確保の面から皆伐の実行方法の検討が行われ、皆伐面内の広葉樹の樹冠の大きなものや形質優良木を単木で保残し、造林木の保護と広葉樹資源の保存、育成を図ることとした。しかしながらこれらの単木保残は、当初には造林木の保護効果が見られたものの、漸次造林木の成長を阻害するようになり、その除去に多くの経費を要し、造材の際の支障の発生が多く、また、その資源保続を意図した優良広葉樹も急激な環境変化により、風倒や日焼けの被害を受けたり枯死したため、その後は単木保残をやめ、広葉樹を主体に針葉樹も含め小・中径木4～10本程度を1つの群として、ha当たり40～50の樹群を残す群状保残又は1ha以下の小面積皆伐（面積で10%前後の樹群保残）に切り替えた。

なお、湖周辺や公道沿線の景観など公益的機能の維持への配慮もあって、皆伐面積の縮小、分散、保護樹・保護帯の保残や択伐作業への移行が行われた面も大きい。

現在、天然林の施業は原則として単木択伐（伐採率：針葉樹10～35%、広葉樹５～15%）を行い、高価値材である広葉樹、イチイなどで優良な形質を有し、目標径級に達しないものはできる限り保残する。また、更新については林分内容に応じてトドマツ、アカエゾマツをha当たり800～1,000本程度の植え込みを行うこととしている。このようなトドマツの新しい施業は62年度から開始された。

人工林は造成目標にほぼ達しているが、若齢林分が多いことから保育、間伐を行うこととしているが、高齢級の人工林は択伐、植え込みにより複層林に誘導する方針をとっている。具体的には、以下のような樹種別の施業方針としている。

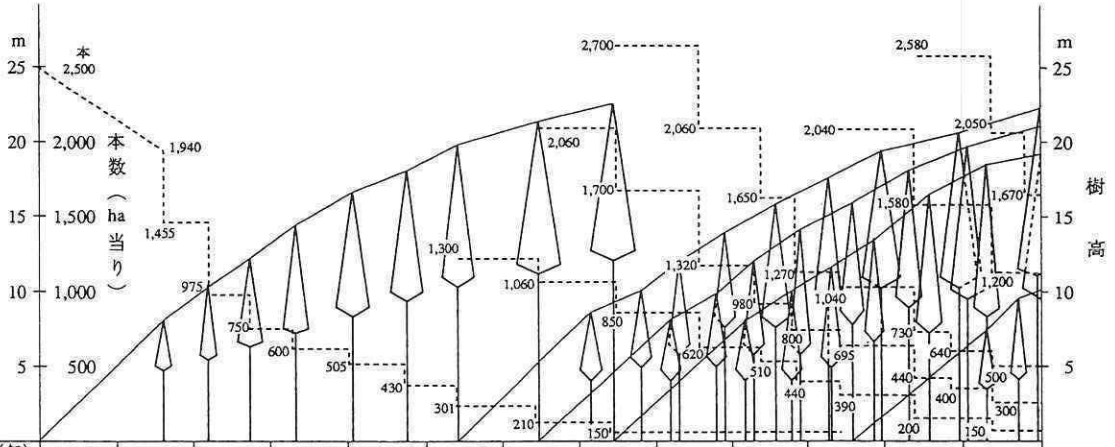
トドマツ、アカエゾマツは択伐（基本的には単木択伐とするが林分の状況により群状択伐も行う）で、主伐期はそれぞれ55～75年、60～80年とし、トドマツＸＩ齢級以上、アカエゾマツＸⅡ齢級以上を対象に林分の立木本数、蓄積等を考慮して数回に分けて伐採し、その都度ha当たり800～1,000本程度の植え込みを実施する。なお、トドマツについては図－５のような技術体系としている。

カラマツ等は皆伐で、主伐期は70年前後としている。更新はグイマツF1を中心に、地位などによりトドマツ、アカエゾマツも採用し、ha当たり2,500本を基準としている。

伐出はブルドーザーによる全幹集材で行っている。植え込みのための地拵えは刈り幅２～３mで２条植えとしているが、植列は伐採後の立木の状態で

決めている。また、下刈りは天然林植え込みと同じく５年間前後（２年間は年２回刈り）を予定している。なお、保残した上木を伐採する際の集材路は地形が平坦なため植列外の置き幅を予定している。

いずれにしても、厚岸林務署の人工林の複層林化は始まったばかりであり、技術的な検討はこれからであるが、現時点での課題は、単木択伐後の風倒木の発生が多いことと、その整理に際してブルドーザーにより植栽木がつぶされる被害が多いこと等が上げられており、群状択伐など検討がおこなわれている。



林齢（年）	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
上層高（m）	8	10	12	14	16	18	20	21	22			
伐採前 平均樹高(m)	6	8	10	12	14	16	18	20	20			
伐採前 平均直径(cm)	9	11	14	18	22	25	29	34	39			
伐採前 材積（m³）		77	115	153	191	215	223	238	238			
枝打高（m）												
除間伐 回数（回）	除間 1	2	3	4	5	択1	2	3				
除間伐 本数（本）	485	480	225	150	95	75	130	90	80			
除間伐 本数率（%）	25	33	23	20	16	15	30	30	40			
除間伐 材積（m³）		25	30	35	38	36	67	71	119			
植込本数（本）							1,000	850 1,000	700 850 1,000	470 700 850	360 470 700	290 360 470 240 290 360 1,000

植込本数（本）	200 240 240 850 1,000	200 200 240	150 150 20 700 850	150 150 200 470 700

図－5
トドマツ人工林育林技術体系（厚岸林務署）

(3) 北海道有林興部林務署(現、興部道有林管理センター)の広葉樹二次林施業

興部林務署はオホーツク海に面する北海道北東部の網走支庁管内の北部に位置し、興部町、西興部村に属する33,597haの森林を管理している。所管森林の西部は北見山脈の1,000m前後の山岳であるが、施業地の多くは丘陵状を呈し標高100～500mである。平均気温は５～６℃、年平均降水量は950～1000mmで海洋性気候を呈し、夏期には霧、冬季にはオホーツク海の流氷の影響を受ける。初霜は10月中旬、終霜は５月中旬、積雪期間は11月下旬から４月上旬で最大積雪深は100cm前後である。また、地質は古生層、新第三紀層と輝石灰安山岩で形成されている。

森林の現況は天然林65%、人工林21%、その他除地等14%で、総蓄積は約3,298千m^3で、ha当たり約100m^3である。天然林の構成を見ると壮齢林が13,501ha（ha当たり121m^3)、幼齢林が7,923ha（ha当たり133m^3）となっているが、幼齢林の大部分は山火事跡地の再生林である。

この地域は春期のフェーン現象による強風や乾燥による山火事発生の危険度が高く、道有林内では明治末期以降しばしば大規模な被害を受け（明治44年、大正12年、昭和３年)、現在天然林の37%は山火事跡地に再生した広葉樹二次林である。

山火事跡地の再生林に対する施業は、大正から昭和初期にかけては焼残木の整理が主体であったが、その後、不良広葉樹の間伐、跡地は植栽による林相改良の方針や、粗悪林分は皆伐、優良林分は択伐する等の積極的な撫育の方針が出されたが本格的な施業は実行されなかった。

昭和32年、道有林林力増強計画が立てられ、広葉樹二次林は林種転換、拡大造林の対象とされ、さらに37年の第二次林力増強計画では、広葉樹二次林

の全てが皆伐の対象となった。その後、大面積一斉造林地に各種の被害が多発して拡大造林に対する反省がなされ、38年の道有林第一次経営計画では天然林施業の重要性が見直され、広葉樹二次林に対しては林型区分による取扱方針が出された。この林型区分は、二次林を三類型に区分したもので、次のようなものであった。

Ⅰ型――林分改良を図るか、そのまま放置しておく林分

編入基準：早生樹種（シラカバ、ハンノキ、ヤマナラシ）を主体とした林分で、これらの蓄積が60%以上のもの

施業要領：蓄積の多い林分は径級の大きいものを利用間伐、林分改良を必要とするときは樹下植栽又はそのまま放置

Ⅱ型――用材林を仕立てることを目標とする林分

編入基準：有用樹種（ウダイカンバ、シナノキ、ミズナラ、キハダ、ヤチダモ）を主とした林分で、これらの蓄積が60%以上のもの

施業要領：将来径級が上がることにより利用価値が高まるので、少しでも長い伐期で伐採する方が望ましい

Ⅲ型――早期に林種転換を行い、人工林造成を図るべき林分

編入基準：その他の樹種よりなるもの

施業要領：地形や土壌タイプからみて造林適地であるの で、早期に林種転換を図る

この方針は林分に応じた施業の必要性の認識から出されたもので、現在の広葉樹二次林の取扱方針の原型となったものであるが、主としてⅢ型林分の林種転換が推進された。

その後、昭和42年に道有林５カ年計画が策定され、広葉樹二次林の間伐を

幼齢林択伐と位置づけ、天然林施業の一環に組込んで積極的に実施する方針が出されたが、この方針を具体化したのが次の「広葉樹二次林間伐要領」である。

施業目標：樹冠の競合を緩和し、着葉量の増大を図り、肥大成長を促進させる

伐採要領：Ⅱ型林分は主に不用樹種、有用樹種のうち形質不良木を伐採する。その際、林内に極端な裸地を発生させず、また下層木は上層木の成長に影響を与えないので、上層木の不用な枝張り、不定芽、萌芽の防止、笹など林床植生の抑制、林地保護のため残置する

伐 採 率：Ⅰ型、Ⅱ型林分は成長量の範囲内で施業し、蓄積の温存に努める

更　　新：Ⅲ型林分で造林適地には有用樹種を残して林種転換を行い、生産力の向上に努める

これによって広葉樹二次林の施業が本格化した。その後、昭和48年には1回目間伐による上層木の残置目標を250～300本と定め、さらに昭和56年には2回目間伐から主伐までの目標が具体化され、幼齢林択伐の施業方針は、次のようになった。

編入基準：有用樹種としてカバ類を主とするもので蓄積割合が60%以上
有用樹種としてミズナラ、シナノキ、センノキ、キハダ、カバ類を主とするもので蓄積割合40%以上

伐採方法：第1回間伐～上層木間伐によりha当たり400本→250本
第2回間伐～　〃　250本→150本
その後20年を経て主伐する。原則として下層木は伐採しない

更新方法：介在する不良樹種群は、地利的条件を勘案してモザイク状に穴をあけてトドマツを植え込む。つる類により健全な育成を阻害されている部分ではつる切りを施行する

この施業基準は20年回帰で、主伐時の目標胸高直径を40cmとしたものである。林齢60年を基準として昭和42年から開始された広葉樹二次林の施業は、当初ウダイカンバ主体の林分を対象とし、漸次拡大された。昭和61年には第１回目の間伐が完了し、現在２回目の間伐が実施されている。



写真－９
広葉樹二次林の第１回目の間伐（30%の上層間伐）実施後10年目の状況（1992年）

なお、この間の固定調査地の測定結果等を参考として施業方法の検討を行ってきたが、同一林齢の一斉林を択伐林に誘導することは困難な状況が判明したため、現在は数度の間伐を繰り返した後主伐し、跡地に更新を図る漸伐的取扱を基本とすること、間伐くりかえし期間の短縮、主伐期を110～130年に延長する等、次のような施業基準により実施されている。

（間伐）

基準林齢：１回目＝60年、２回目＝75年、３回目＝90年

伐採方法：ア．間伐率は上層木主体に30%

イ．中・下層の不良木、不用木は事業採算のとれるものを伐採

ウ．早生樹種（シラカンバ、ヤマナラシ、ケヤマハンノキ）や不良樹種群は伐採率にこだわらず積極的に伐採する

更　新：ア．伐採方法　ウ.により生じた孔状裸地はかき起こしを実施する

イ．つる類により健全な育成を阻害されている箇所ではつる切りを実施

(主伐)

1 回 目：ア．基準林齢～110年

イ．シナノキ、ダケカンバ等の目標径級に達している林分を主体に小面積あるいは孔状に皆伐する

ウ．伐採率は50%

2 回 目：ア．基準林齢～130年

イ．原則として残林分を皆伐する

ウ．価値成長の期待できるものや形質の良好な中下層木は保残する

更　新：ア．原則としてかき起しによる

イ．広葉樹の人工下種や人工造林を併用する

ウ．形質の良好な中下層木は積極的に育成する

北海道内には山火事再生林だけでも約30万ha近くに達し、さらに薪炭材伐採跡地の萌芽林等の広葉樹二次林が広く分布しているが、これらの森林は北海道を代表する有用広葉樹類を混成した林分が多く含まれている。広葉樹資源の保続、良質材の生産を継続するためにはこのような森林に対する施業技術の確立が求められているところであり、興部林務署においてはこれら広葉



写真－10
広葉樹二次林の２回目の間伐（興部林務署10林班）（1992年）

樹二次林に対する施業について、以上のような試行錯誤を繰り返しつつ最も組織的、かつ大規模に実施されていると言える。

なお、興部林務署管内の人工林はトドマツが87%を占め、次いでカラマツ、エゾマツがそれぞれ６%の面積となっており、齢級構成はⅠ～Ⅲ齢級24%、Ⅳ～Ⅵ齢級48%、Ⅶ齢級以上28%とその多くは保育の必要な林分である。

また、林道延長は892kmで、ha当たり31.5mとなっており、伐採はブルドーザによる全幹集材が行われている。

3　深川市・国策団地管理組合の育成天然林施業（北海道）

北海道の中心部に近い深川市多度志町に、589haの国策団地管理組合の経営する森林が所在する。この団地は、もともと山陽国策パルプ（株）の所有する山林であったが、昭和57年に深川市森林組合が買い受け、農協を通じて募集した林地取得希望者に対し、農業経営の安定化を目的として農家林の所有形成を目指して分譲したもので、林地取得希望者53名に１区画10haを単位として537ha、深川市に３区画34ha、53名の共有地として１区画11ha、森林組合

（道路用地）７haがそれぞれ分譲された。

この分譲地は「国策団地」と名づけられ、新たな所有者によって昭和59年に「深川市国策団地管理組合」が組織された。この組合は全17条からなる規約を策定して運営されることとなり、同時にこの団地を１つの単位として団地共同施業計画が樹立された。この計画に基づき作業路の開設や共有地の管理経営を実行するとともに、所有者は管理組合を通じて、森林組合等が催す除間伐や天然林改良などの技術研修会等に参加している。また、林分タイプ別調査地やウダイカンバ幼齢林保育試験地を設定し、成長調査や施業方法の検討を行っている。

林地の大部分は緩傾斜地であるが、昭和59年の国策団地が形成されたときの森林の現況は、表－１のとおりである。

一部に人工林が見られるものの、大部分は広葉樹を主体にした天然林（針広混交林77ha）で、ha当たりの蓄積は110m³とこの地方では比較的優良な林分であった。

表－１
管理組合結成時の森林状況

区分	面積（ha）	蓄積（m³）	備考
天然林	532.01	58,892	広葉樹・トドマツ
トドマツ人工林	48.45	—	1～3年生
カラマツ人工林	1.32	147	30年生
道路用地	7.29	(800)	
計	589.07	59,039	

国策団地では、管理組合結成後の59年から63年にかけて、表－２に見るような天然林改良を中心とする事業を実行した結果、平成元年度の森林の状況は表－３のようになっている。

表－2
年度別の事業実績

（単位：ha、m）

年度	造林	下刈	天然林改良	計	作業路
59	30	49	104	185	5,060
60	15	77	99	191	7,000
61	13	93	98	204	5,070
62	16	114	118	248	1,070
63		120		120	
計	74	453	420	946	18,000

表－3
平成元年度の森林の状況

区分	面積（ha）	備考
天然林	460	混交林77ha、広葉樹林383ha
人工林	122	トドマツ 90ha、カラマツ 28ha、カンバ類 4ha
その他	7	
計	589	
作業路	22,200(m)	ha当たり38m

施業開始前の天然林の85%は広葉樹林が占め、一部は人工造林されたが大部分は広葉樹林改良事業が実施された。広葉樹林は様々な樹種構成であるが、大きくカンバ型、ミズナラ型、混生型、萌芽林型に林分タイプを分け施業方針をたて、主伐目標は40～50cmの大径材、回帰年20年の択伐作業を目標としている。

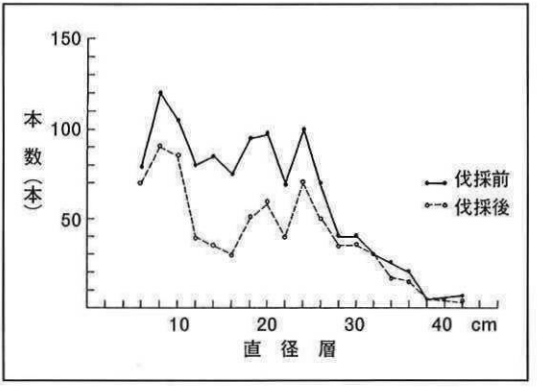
61年の施業地の例を見ると、次のようになっている。

樹種はウダイカンバが本数比30%強を占めるカンバ型の林分で、面積は2.96ha、平均胸高直径18cm、平均樹高18m、総蓄積992m³の森林である。伐採前のha当たり1,140本、335m³に対し、392本（34%）、95m³（28%）、平均胸高

直径17.3cmが伐採された。この林分の伐採前後の胸高直径階別本数分布は図－6のようになっている。なお、この林分の伐出作業はブルドーザーにより全幹集材が行われた。



写真－11
国策団地のミズナラ主体林分（61年度施業実行）（1992年）



図－6
胸高直径階別本数分布図（ha当たり）

国策団地では、林地取得後前述のとおり管理組合を結成し、施業計画を樹立してほぼ計画通りに事業が実行されてきたが、林地取得費用が1戸あたり600万円でその利子負担が大きい上、所有者の農業経営が芳しくないこと等から、平成2年には36ha、3年に50haの皆伐が行われるなど新たな事態も起きてきている。

4 北海道大学雨龍地方演習林の混交林造成(北海道)

北海道大学雨龍地方演習林は北海道北部の空知支庁管内幌加内町にあり、石狩川支流の雨龍川の源流部を占めている。明治34年に、国有林約3万町歩の所管替をうけて創設されたが、朱鞠内湖（人造湖）の土地を割譲するなどして、現在の総面積は24,821haである。

年平均気温は3℃であるが、最高気温は33.7℃、最低気温は－41.2℃と寒暖の差が大きい。年平均降水量は1,540mmであるが、その大部分は10月下旬から4月末までの降雪によるもので、最大積雪深は平野部でも275cmになるなど北海道を代表する多雪寒冷地である。

標高は175～904mで、北部の雨龍川源流部はなだらかな山岳地帯、南部は雨龍川左岸の比較的急峻な山腹斜面を占めている。地質は、多くは新第三紀の安山岩類からなり、南部では蛇紋岩や変成岩も分布している。土壌は深く埴質である。

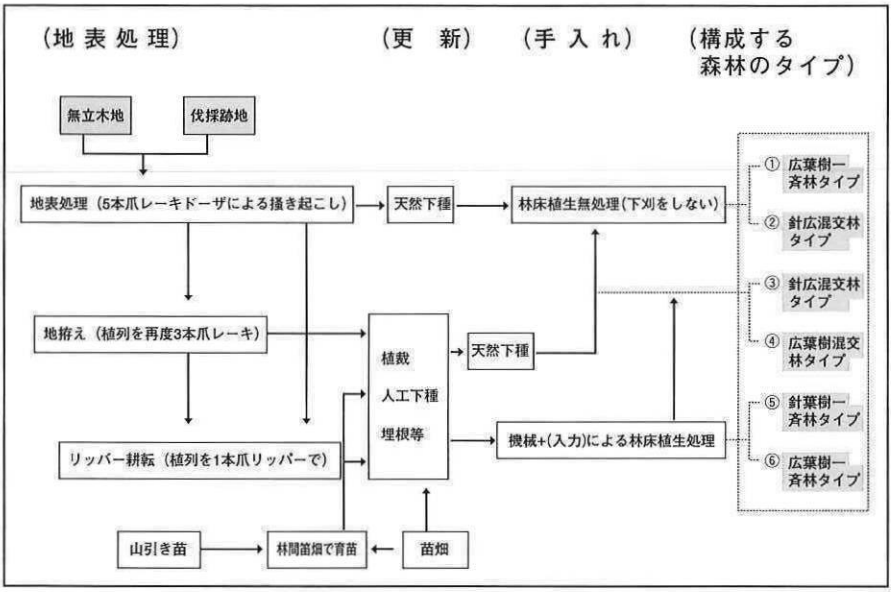
森林は汎針広混交帯に位置するが、朱鞠内湖を囲む北部地域は北海道の特徴的な針広混交林、南部地域は蛇紋岩地帯に成立するアカエゾマツの純林が大きな面積を占めている。

森林の多くを占める針広混交林の主な樹種構成は、トドマツ、アカエゾマツ、ミズナラ、ダケカンバ、シラカンバ、イタヤカエデ、シナノキ等となっている。また、沢沿いにはヤチダモ、ハルニレ、ケヤマハンノキ、シラカンバ等の混交した渓畔林が発達している。なお、エゾマツは局所的にしか分布せず、代わりにアカエゾマツが混交林の主要な樹種となっている。また、広葉樹はミズナラの比率が高く、小面積の純林に近い林分が各所に見られる。

雨龍演習林では、昭和30年代後半から伐採跡地の疎林部分や過去の風害跡地等を対象にして、トドマツを中心とする人工造林が本格的に実施された。この結果、トドマツの造林地は平成３年には全人工造林地（約1,000ha）の53%を占めるに至った。しかしながら、このトドマツの造林地に50年代半ばより枝枯病が大規模に発生し大きな被害を受けたことから、これまでの更新仕様を見直し、造林樹種の多様化や造林方法の検討を行った。その結果、特に、トドマツについては混交林に誘導することにより植栽木の雪圧の緩和、枝枯病菌の飛来・飛散の防止及び比較的緩やかな地形を活かして育林作業に大型機械を用いて省力化を進めることとした。また、アカエゾマツは疎植して同時にカンバ類の天然更新による防風帯の造成を伴う仕様とするなど、混交林の造成が開始された。

雨龍演習林では、現在、北海道北部の自然環境に適した森林造成技術の確立、各種機械による施業技術の確立等の課題の下に森林施業を実行している。

現在の更新作業の基本的な考え方は、図－７に見るとおりであるが、針広混交林の造成を目標とする更新作業の内容についてみると次のようになっている。



図－７
雨龍地方演習林の更新仕様

①トドマツ・カンバタイプ

このタイプの更新作業は約0.1ha以上の孔状ササ地を対象とし、更新方法は、針葉樹は人工更新、広葉樹は天然更新を主に、場合によっては人工植栽も採用する。樹種は人工更新ではトドマツを主に、天然更新はカンバ類（ダケカンバが主体）を主とする。地拵えはレーキドーザにより全面的に掻起しを行い、さらに植栽列を３本爪レーキでササ等の根を除去し、植筋をリッパーによって耕耘する。植栽はha当たり800～2,000本とし、併せて更新地全面にカンバ類の天然更新を進める。保育については下刈はせず、進入したカンバ類との混交を図り、植栽後20年以上経過してからトドマツ、カンバ類の整理伐を計画する。

②トドマツ・ミズナラタイプ

林内樹冠間隙地や樹冠下など天然下種により針葉樹、ミズナラ、カンバ類など樹種の多様化が可能な箇所については、レーキドーザによる掻起し等の地表処理を行い、下種更新後は下刈は行わず放置し、ミズナラの多い場合にはシイタケほだ木の採取できる径級の時点で除間伐を実行する。

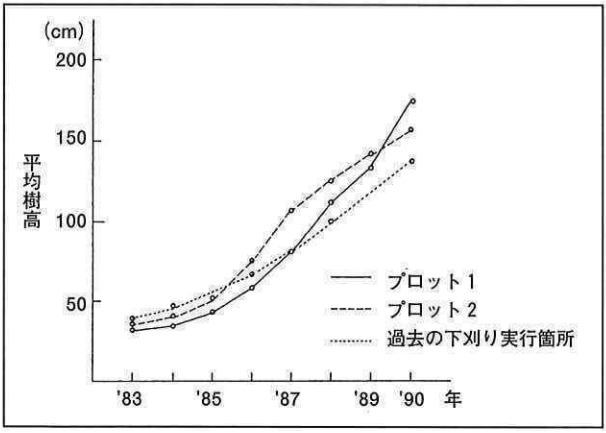
③アカエゾマツタイプ

トドマツと異なり初期の保育を必要とし、アカエゾマツは浅根性で風害等の被害を受けやすいことからカンバ類の天然更新による防風帯を配置する。地拵はトドマツ同様とし、苗間2m、列間5m（下刈時D3タイプのブルドーザ走行可能幅）、8列置きに2列放置（カンバ類の天然更新による保護樹帯）の仕様によりha当たり800本植栽している。下刈は大型機械を用い、7年間に列間は2回、ブルドーザによる踏みつぶし（排土板に刃を装着してカンバ類の萌芽を防ぐように痛めつけ、早めにササの回復を図る）、苗間は人力で刈払いを3～4回実行する。



写真－12
北大雨龍地方演習林におけるブルドーザによる下刈（1992年）

図－８は、昭和58年（1983年）に列間２ｍで、ha当たり2,500本のトドマツを植栽し、下刈をしなかった７年後のトドマツ植栽木の樹高成長の状況を調査したものである。



図－８
トドマツ植栽木の樹高成長

これによると、両プロットとも樹高成長は順調に伸び、下刈を毎年実行した箇所と比較しても劣ってはいない。カンバ類の更新状況はほとんどがダケカンバで、プロット１ではha当たり21,000本で植栽木を完全に覆う状態にあるが、プロット2ではha当たり3,000本と差が大きい。しかし、各々の樹高は267cm、248cmと大きな差は見られない。

また、枝枯病の罹病状況を見ると、プロット１の被害率は16.7%で枝部分のみの罹病であるのに対し、プロット２の被害率は96.7%で、その内幹までの罹病が26.7%を占めるなど、カンバ類の密度による差が大きく現れている。なお、他の調査地点では一度強度の枯枝病に罹病した被害木も下刈中止後に更新したカンバ類の保護により回復しているのが認められている。



写真－13
トドマツ・カンバ類の混交林（植栽後10年）（1992年）

当該演習林では、現在のところ混交林の造成は技術的に容易なトドマツ・カンバ類を主体にしているが、今後はさらに多様な樹種による群状、単木混交による混交林造成等も試みる計画としている。なお、現在のトドマツとカンバ類の混交林造成では、除伐や密度調整は20年目ぐらいを考えているが、カンバ類の上木としての保護効果と被圧作用を考えると、森林の誘導目標とともに密度調整のあり方についての検討が必要と思われる。

5 古河林業株式会社のウダイカンバ・スギ混交複層林（秋田県）

古河林業株式会社は昭和４年に古河鉱業株式会社から分離設立され、専ら山林事業の経営に当たってきた。同社阿仁林業所の山林は、秋田県北秋田郡阿仁町・森吉町に所在し、鉱山の精錬に必要な木炭を供給することを目的として明治18年に国から払い下げを受けたものである。

社有林の大部分は阿仁町にあるが、同町の森林率は94％で、森林面積は34,600ha余り、民有林は約13,000haで、このうち34％に当たる4,300ha余を同社が所有し、同町林業の中で大きな位置を占めている。昭和45年、この地域

の経済の中心的役割を担っていた古河鉱業株式会社の鉱山の閉山以降、当社のこの地域における基幹産業としての役割は以前に比べ極めて大きなものとなっている。

阿仁林業所に所属する森林は、森吉山北面の海抜130～1,160mの範囲にある。上部は森吉山頂からの比較的緩やかで単純な斜面に位置し、中腹以下は複雑な地形で傾斜は急峻である。地質は三紀層や安山岩などからなる。阿仁町阿仁合の年平均気温は10℃、年降水量は2,200mmで冬期に多く、近年の最大積雪深は0.6～２m程度であるが、その極値は3.48mである。

人工林と天然林が森林面積のそれぞれ５割を占めるが、蓄積では人工林が2／3を占める。人工林の過半はスギで、他にアカマツ等針葉樹林が87ha、ケヤキ等広葉樹林が24haある。

当該森林は、当初はブナ、ミズナラ等の天然林を伐採し、鉱山の精精錬用木炭の生産を行い、その跡地の一部は天然更新、一部はスギの人工更新を行ってきた。スギの最初の植栽は明治18年に始まったとされており、計画的に造林を開始したのは大正３年からである。現在も林齢が100年を超える当時のスギの造林地が残されている。

大正末期から昭和初期には、恒続林思想の影響を受け、天然林や人工林に樹下植栽を行い、また、皆伐造林の場合も植栽本数を1,500本程度として侵入広葉樹との混交林の育成を図るなど多様な森林の造成を意図した。しかし、当時は奥地林で林道も殆ど整備されていなかったことと、第二次世界大戦の影響でその後の保育が続かず、この試みは十分な成果を上げることができなかった。このため、当時の樹下植栽を行った森林の多くが人工林から天然林に編入替えされた。

表－4

齢級別面積（昭和63年４月）　　（単位：ha）

齢級	人工林	天然林	計
1	191	0	191
2	317	0	317
3	239	0	239
4	221	0	221
5	156	0	156
6	148	＋	149
7	63	＋	64
8	66	0	66
9	14	1	15
10	49	12	62
11	233	90	322
12	268	197	466
13	78	328	407
14	85	116	201
15～	62	1,410	1,472
計	2,193	2,155	4,348

注）四捨五入のため計が合わない場合がある。

戦後は、戦時中の伐採跡地の植栽と拡大造林を続け、主としてスギを植栽してきたが、昭和50年代に入り広葉樹資源の枯渇に対処するため、広葉樹造林の取り組みを開始した。

ウダイカンバの造林は昭和57年から始めたが、最初は秋田県が試験として植栽を行ったものである。しかし、海抜高の低い場所に北海道から求めた60cm程度の苗木を植栽したが、輸送中に苗木が傷み、植栽後の成長も悪く再生草本の被圧と虫害で不成功に終わった。

その後、北海道から苗木を購入して１年間苗畑で育苗し、昭和59年に１m程度のものを海抜高600m程度のところに植栽した。しかし、植栽木は幹の材が堅いため雪害による折損被害が発生した。折損により枯死することはないが、毎年、繰り返し被害を受けるため樹形を著しく損じ、良質材の生産は不

可能と判断された。

一方、海抜高450～700mの範囲のスギ人工林に天然生のウダイカンバの侵入が見られ、これまでは下刈と除伐段階ですべて伐除していたが、昭和59年に行った除伐作業においてウダイカンバを刈り残し、混交林とすることを試みた。この伐り残したウダイカンバは何故か雪害による折損被害は殆ど認められなかった。このため、ウダイカンバの植栽を止め、天然に侵入するウダイカンバの育成を図ることに積極的に取り組んでいる。

昭和50年秋にスギのポット苗をha当たり3,070本植栽し、59年の除伐時に侵入したウダイカンバを残した林分について、平成4年8月に調査したところの結果を表－5に示す。(Plot1はウダイカンバの比較的密度の低いところで、Plot2は密度の高いところである。いずれも南西向きの斜面で、傾斜は20度前後である。)

表－5
調査林分の諸数値

調査区	樹種	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	枝下高 (m)	本数 (本／ha)	胸高断面積 (m^2／ha)
Plot1	ウダイカンバ	10.4	8.4	3.9	275	2.58
	スギ	6.7	4.4	—	2,100	8.42
	計				2,375	11.00
Plot2	ウダイカンバ	12.4	10.5	4.1	575	7.31
	スギ	6.9	5.0	—	2,225	9.01
	計				2,800	16.32

ウダイカンバの密度は低いところで275本／ha、高いところで575本／haで、樹高は明らかにウダイカンバがスギより高く、ウダイカンバを上木、スギを下木とする二層林となっている。このように造成した混交林の面積は190ha余に達しているが、実際にウダイカンバの占める面積は10%程度と認められている。

なお、当社では60年生程度に達したウダイカンバの材価は、同齢のスギ材の50%増になるとの予想のもとに、将来の経営上の収支に貢献できると見通しをたてており、一部でウダイカンバの枝打ちも行われている。



写真－14
ウダイカンバ・スギ混交複層林（1992年）

秋田県秋田郡阿仁町のフローリングの生産を主として行っている会社での聞き取り調査では、フローリングに加工する場合、ウダイカンバは末口直径20cm程度で利用が可能であるが、材の確保に難渋しているとのことであった。

若齢造林地に侵入するウダイカンバは比較的高密度であることが多く、これを放置すると枝下高は極めて高くなり、自然間引きで急速に密度は低下することから、末口20cm程度で利用が可能であるなら、利用可能な径級に達した時期から積極的な間伐を実施し、供給量を増やすとともに残存木の肥大成長を促進し、大径材の生産を図る施業に取り組むべきと考える。

なお、当社では林道、作業道の開設にも努めており、平成４年度の路網密度はha当たり28mに達している。

6 小岩井農場における多様な森林造成（岩手県）

小岩井農場は岩手山南麓の岩手県岩手郡雫石町と滝沢村にまたがり、ほぼ北緯40度の南35km、東経141度のすぐ東に位置する。小岩井農牧株式会社が所有する総面積は牧場、耕地、森林等を含め2,600haであるが、うち森林は1,900haを占めている。

当農場は、明治24年に創設され、当初は穀作を主体とした土地利用が行われたが、明治32年に担当となる「樹林掛」を耕耘部内に設置（樹林掛は明治37年から樹林部となり、現在は山林緑化部となっている）し、積極的な植林が開始された。火山灰土壌と寒冷な気象という自然的環境条件の極めて悪い中で、100年余にわたり営々と森林の造成に努力を重ねてきたが、その多様な森林施業の歴史はこのような悪条件下における典型として学ぶべきものが多い。

現在、小岩井農場の森林経営は「山林緑化部」で担当し、総合農場関連事業として他に酪農事業、種鶏事業、観光事業を、また、農場の乳製品部門を分離し小岩井乳業を設立し、農場内に工場を設けている。

山林緑化部は山林事業と緑化事業を持つ。緑化事業は昭和45年に、外材輸入による林業経営の悪化と、環境問題の高まりにより需要の増大が見込まれる部門として設置されたもので、現在は農場経営を側面から支える一つの柱にまで成長している。事業の主体は造園工事で、樹木供給のための苗畑（32ha）を農場内に設け、針葉樹及び広葉樹の緑化木を毎年約10万本生産し、社外販売と直営工事に提供している。

小岩井農場の森林は、海抜高200～640mの範囲にあり、地質は第4期古生層に属し、表土は駒ヶ岳、岩手山に由来する軽く粒子の細かい火山灰からなる

黒色土である。

年平均気温は9.5℃、最高気温34℃、最低気温－20℃、年降水量は平均1,550mm、最大積雪深は２月に見られ、根雪は12月から３月中旬、年によっては４月中旬まで残り、積雪量は年により異なるが海抜高の低い南部で60cm、高い北部では120cm程度である。

森林資源の現況は表－６のとおりである。現在の森林面積は1,912ha（農場外の100haを含む）で、草生地に植栽した人工林が大部分を占め、人工林率は95%を超える。樹種別面積割合はアカマツ30%、カラマツ26%、スギ37%、ヒノキ２%、その他針葉樹１%、広葉樹４%となっている。

表－６

齢階別樹種別面積等（平成２年末）

	齢階別面積（ha）				蓄積（千m³）	
	1～40	41～60	61以上	計	計	%
アカマツ	329	16	237	582	102.7	35
カラマツ	436	16	50	502	68.0	23
スギ	442	139	127	708	104.5	35
ヒノキ	9	0	22	31	6.1	2
その他N	11	1	1	13	1.5	1
広葉樹	8	18	42	68	14.1	4
伐跡地	8	0	0	8	0	0
計	1,243	190	479	1,912	296.9	100
%	65	10	25	100		

戦後、広葉樹林を針葉樹林に転換したこともあって、40年生以下のものが65%を占めるが、61年生以上の高齢林を25%持ち、ha当たり平均蓄積として155m³をもつことは特筆すべきである。

現在、伐期齢は全樹種100年、年間更新面積を12ha程度とし、明治期のア

カマツ人工林の不良林分や昭和初期に埴栽されたオモテ系で成長の衰えたスギ林分を更新の対象としている。なお、平成２年末の林道密度は41m/haに達している。

小岩井農場の森林の造成は、耕地保護のための防風林の造成から始められた。防風林として埴栽された面積は19町歩にも及び、植栽樹種はカラマツ13町歩、スギ５町歩、アカマツ１町歩であったが、この他にウルシ、クワも埴栽された。本格的に造林が始まったのは、前述したとおり明治32年からであるが、土壌条件が悪く、また、寒さとの戦いの連続であったことから、多様な施業が行われてきている。次に、小岩井農場における施業の変遷を６期に分けて要約する。

第１期　裸地への新植期（明治36年～大正前期）

明治32年に樹林掛を設置して本格的な山林経営が企画され、同年から新植による森林の整備が進んだが、その進捗状況は明治39年までに約650町歩、同42年までに当初目標とした約1,000町歩の造林を達成するというように急ピッチなものであった。その内訳はアカマツ50%、カラマツ14%、スギ11%、ヒノキ３%、クリ10%、クヌギその他広葉樹12%である。

初期のスギ造林地は寒害が続発し、その成績は不良であったことから、樹下植栽が行われ、明治44年までにカラマツの下にスギ・ヒノキを44町歩植栽している。大正８年の森林調査簿には、アカマツ16年生で2,700本／町歩、スギ3,375本／町歩の記録があり、上木のアカマツが過密であったと推測される。また、備考欄には「スギ約２割成林の見込み」、「成林の見込みなし」等の記載が多いが、これは、樹下植栽を行ったもののその後の保育が伴わずスギの

生育が極めて貧弱になったものである。しかし、試験的にカラマツの間伐を繰り返した林分ではスギの成長が良好となり、施業が続けられている。

大正年代に入ってからは、専らこれら造林地の撫育と約800haに及ぶ原野などに発生した天然性アカマツと広葉樹の保育を行い、林業経営の基盤が確立された。

第２期　林力充実期（大正後期～昭和16年）

この時期は、既存造林地の保育・保護に重点を置き、他方植栽を継続して無立木の解消に努め、さらに二層林によるスギの育成など内容の充実に努めている。造林地面積は、大正13年に1,127町歩（針葉樹88%、広葉樹12%、人工林率51%）、昭和４年に1,189町歩、同９年に1,362町歩、同16年には1,460町歩に達し、人工林率も66%となっている。

この期間の特徴的な事項を上げれば次のとおりである。

ア　初期に埴栽されたアカマツは、地元産の種子に依らなかったためか20年生以降の成長減退が著しく、天然生稚樹の育成に切り替え、植栽は皆無となった。

イ　カラマツは冷涼な当地に適し、初期成長が早いことから積極的に植栽された。

ウ　スギをアカマツ、カラマツの林内に積極的に植栽し、二層林の造成が行われた。この方法は、寒害対策として極めて有効であった。

エ　海抜高450m以上の林地に製炭用原木の生産を目的としてコナラを植栽したが、野鼠の被害が発生し生育は期待したほどでなかった。

第３期　乱伐期（昭和17年～25年）

第二次世界大戦の戦中戦後は、森林経営の空白期であった。すなわち、戦中の強制伐採による木材の供出は施業案を無視して、優良材を中心に約27,800m³が伐採され、全蓄積の$\frac{1}{5}$を失った。また、戦後は農地解放等により多くの森林を失うこととなったが、次の目標を掲げ全力を挙げて山林復興に当たった。

ア　収益性の低い約600haの広葉樹林を有利な針葉樹林に転換する。

イ　各所に点在する草生地、藪地を整理し、造林する。

ウ　林道網を改良強化して山林の利用度を高める。

第４期　再建期（昭和26年～40年代前半）

戦後、植栽が本格的に始まったのは昭和27年頃からで、30年までの４年間の植栽面積の合計は222haであった。この期間の植栽樹種はカラマツが70%、アカマツ29%、スギ１%で、カラマツが多かったのは従来の造林木の成長が良かったこと、造林地大半がの標高の高い広葉樹林の製炭跡地であったこと、炭鉱用坑木に適していたことによる。

この間の新植地の特徴は、アカマツ１列とカラマツ３列の列状混植を行ったことである。アカマツとカラマツの混植は、昭和28年から始まった。当初はアカマツ１列・カラマツ８列の交互植栽を実施したが、カラマツの成長が早くアカマツが被圧される恐れがあったことから、昭和31年には５列交互混植を行い列状間伐を行った。しかし、アカマツの被圧木や幹曲がりが発生した。さらにカラマツの先枯病蔓延の兆しが見られたことから、アカマツ９列・カラマツ１列、同じく８列・２列、７列・３列等を試み、最後はアカマツ６列・カラマツ４列に落ち着いた。

この作業はスギ主体の植栽に切り替える昭和55年頃まで続いた。

昭和47年からはスギとアカマツまたはカラマツとの列状混植も始めた。スギ・カラマツの混植地では、カラマツがスギより成長が早くスギが被圧される恐れがあった。また、スギ・アカマツの混植地ではアカマツはスギより成長が遅く被圧木になる可能性が高く、また、材の利用の可能性は低い。このようなことから、昭和56年からスギの単植となり列状混植は行われなくなった。

二層林については昭和27年から上木の伐採に取り組んだが、上木の伐採の際に、その横枝で下木のスギが著しく損傷を受けた。このため、昭和29年から上木のアカマツとカラマツの枝下ろし作業を始め、32年までの4年間で全ての枝下ろしを終えた。この時期の二層林の面積は219ha、上木の蓄積は3万m^3強もあったことや、一度に上木を伐採した林分ではスギに顕著な回復が見られず、梢頭が円形になるもの多く、ことに西風の強いところでこの傾向が著しかった。このため、上木の伐採方法を皆伐から間伐に変更し、30%の間伐率で3回、10～15年かけて取り去る計画が立てられ実行された。一方、新たな二層林の造成も再開された。

また、この時期には、法正林のモデル造成にも着手した。樹種はスギ、アカマツ、カラマツで昭和39年から毎年隣接地に連続して0.1haづつ植栽が行われている。ここは、農場見学のバスツアーのコースにも組み込まれ、一般市民への森林経営の啓蒙に利用されている。

第5期　山林事業の多角化（昭和40年代後半～60年代）

戦後の農場の一翼を担って経営を支えてきた山林事業は、その後、外材輸入量の増加、代替品の進出、産業構造の変化や労賃の高騰等により経営が苦

しくなるものと懸念された。一方、高度経済成長に伴う環境問題が社会問題として取り上げられるようになり、開発に伴う緑化の需要の増大が期待されたことから、長期を必要とする山林経営と、短期間に収入の得られる緑化事業の併用によって山林事業の経営基盤の強化と安定を図ることとなった。緑化事業は、２年間の事前調査を経て昭和47年から始まった。

また、この期の施業で特徴的なのは、樹下植栽による二層林の造成から帯状更新への転換が行われたことである。スギの樹下植栽による二層林の造成は、

ア　林地を立体的に活用する効果がある。

イ　収穫も２度皆伐造林するより期間が短く有利である。

ウ　小岩井のように冬の気温が低く、春の乾燥が激しいところでは寒害や乾燥害の保護効果も大きい。

等の理由から始められた。しかし、当時は上木と下木の林齢差をどの程度にするか、上木の成立本数と下木の植栽本数はどのくらいが適切か、上木の除去を始める時期、割合、回数、方法など技術的に不明な点が多かった。また、第二次世界大戦や高度経済成長等の影響から労務の確保が困難となるなどの影響を強く受け、昭和40年代に入って二層林によりスギを育成することは困難と判断し、小面積皆伐によるスギの造成を始めた。

しかし、昭和46年冬の寒波で小面積皆伐により更新したスギが著しい寒害を受けた。しかし、よく観察すると小面積でも耕地などで周囲が広く開放されたところは被害が大きく、東西方向に長さ600m、幅20mの帯状更新地で南側に樹高20mのアカマツ林のある箇所や、南北方向に長い帯状更新地であっても西側に樹高20mのスギ林があるところでの被害が少いことを発見し、帯状更新に取り組むこととなった。

帯状更新は昭和50年以降実施しているが、当初の伐採幅は35～50mの間で実施していたが50m幅が多かった。しかし、50m幅では地形によって寒害を受ける場合もあったため、最近は30～35m程度としている。



写真－15
帯状更新（11月8日13時頃に撮影したが、帯状地の大部分が南側残存林分により庇陰されている。）（1992年）

現在の具体的な施業は、南北100m程度の幅を1ブロックとし、先ず北側を30～35m幅で伐採・更新し、南側を7年後に収穫し、翌年植栽することを繰り返し、3～4回で1ブロックの更新を完了することを標準としている。最後の更新樹は南側に隣接するブロックの初回の更新林分の庇陰により保護されることとなるため、3回目と4回目の伐採幅はこの隣接するブロックの初回の更新林分の樹高成長を見ながら決めることとしている。

第6期　現在（平成以降）

第5期に発足した緑化部門の発達に伴い、更新量を縮小して蓄積の増加を図っているが、経営の目標を次のように定め、法正林分配置への誘導を基本方針としている。

ア　長伐期施業（輪伐期100年）を確立する

通直で材質が良く、長期にわたり成長を持続する苗木を植栽し、低コス

ト林業を目指す。

イ　森林への多様な要望に応える

森林を新たに普通施業林、景観保全林、優良保存林に区分し、それぞれの目的に沿った施業を実施する。

ウ　森林利用の模索

木材生産主体の林業から、森林空間を利用した多角的な林業を目指す。

このような基本方針に沿って、表－7のように森林区分を行い、それぞれの区分毎の施業目標を定めている。

表－7
施業区分別面積と施業目標

森林区分	面積（ha）	施業目標
普通施業林	1,399	土地生産性が高く、価値の高い林木永続的に収穫する。
景観保全林	396	森林の持つ環境保全などの機能に基づいて、心身休養への寄与を図る。
優良保存林	117	過去の施業の成果を将来に残し、林業の発展に役立てる。

これにより、普通施業林は今後も帯状更新を中心に帯状複層林施業が続けられることになっている。

また、景観保全林の施業については平成3年に立案された「小岩井農場景観整備マニュアル」に沿って行われている。具体的には、目的に応じて施業別エリア区分を行い、主要道路沿線の景観施業、遊園地周辺の景観施業、遠景の景観施業を行うことが計画され、平成3年度からは天然性のシラカンバなどカンバ類と人工植栽のカラマツ、アカマツの混交林に誘導するためさまざまな施業を加え、保健休養機能を高めるために採るべき施業の模索を岩手大学や森林総研東北支所と共同で開始している。

7 高嶺芦谷国有林のケヤキ人工林施業（島根県）

島根県西部に位置する日原町を中心とする地域は赤ケヤキの生産地として古くから良く知られているところである。明治の終り頃からケヤキの人工造林が盛んに行われたようであるが、残存している林分は極めて少ない。

今回調査の対象としたケヤキ人工林は、島根県日原町の高嶺芦谷国有林15林班と小班で、全面積は1.78haである。標高は約800m、傾斜10～20度の緩斜地であり、土壌型は大部分がB_D型で比較的肥沃地である。

記録によれば、1920年、１年間養苗したケヤキ山引苗をha当たり3,000本植栽し、５回の下刈り、２回のつる切り、１回の除伐（1951年）を行ったようである。その後、1986年に施業試験として間伐を行った。この時は、２区画について標準（37%）と強度（53%）の間伐を実行したが、ここでは強度間伐区と隣接する対象区（無間伐区）の林分構造を比較検討して紹介する。（表－８参照）

間伐前、1985年（65年生時）における林分は植栽されたケヤキ以外にクリ、ミズメ、ホオノキ、キハダ等の有用広葉樹が上層木に多く、上層木と下層木の区別は比較的明瞭で、樹高16m付近が界となっている。ケヤキの成立本数は両林分の面積がほぼ等しいので実本数で比較すると間伐区では26本、対象区では24本であるが、ha当たりでは両区とも185本で同数である。

表－8
1985年（林齢65年）時の林分の概要

区分		間伐区	対象区
面積		0.1391　ha	0.1324　ha
上層木	本数	69（ 7）　本	68（ 7）　本
	平均樹高	22.7（24.1）　m	20.6（20.1）　m
	平均胸高直径	28.0（31.7）　cm	26.9（23.4）　cm
	材積	45.99（6.20）　m^3	39.19（2.98）　m^3
下層木	本数	59（19）　本	61（17）　本
	平均樹高	10.1（10.4）　m	10.2（ 9.9）　m
	平均胸高直径	10.7（10.1）　cm	11.2（9.6）　cm
	材積	3.19（0.79）　m^3	3.65（0.70）　m^3

注：（　）はケヤキで内書き

当初の植栽本数は3,000本／haであったので、約$\frac{1}{6}$に減少したことになる。昭和31年に除伐が行われているが、この著しいケヤキの本数の減少の原因は明らかでないが他樹種の侵入による被圧害による可能性が高い。現在、ケヤキの上層木は両林分とも7本で、約70%は下層木である。このことからもケヤキの60～80年生時における期待本数は50～80本／ha程度でよいように思われる。

日原営林署の間伐の指針は次のようであった。

① 将来大径材として価値の高いと判断されるケヤキは勿論、ミズメ、ホオノキ等の形質の良い有用広葉樹を立て木として、ha当たり100本程度残すことを目標に上層間伐を行う

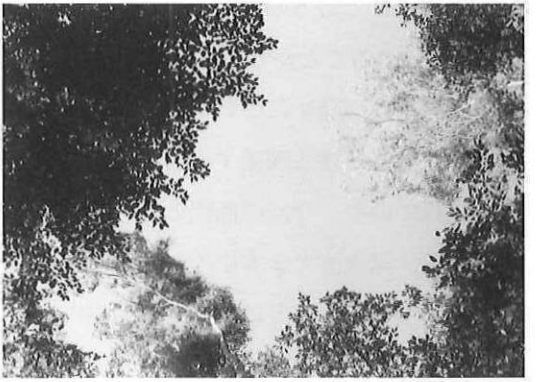
② 下層木は立て木の不定芽の発生を防ぐとともに、林内の乾燥を抑えるためできるだけ保残する

間伐は、1986年３月に立木売払いで行った。間伐率は本数で36.7%（上層木のみでは68.1%）、材積で52.8%（同56.3%）となった。上層木の残存材積は146m³／haである。また、上層木１本当たりの平均専有面積は、対象区が19.5m²に対し、間伐区は間伐前の20.2m²から51.5m²となった。

間伐後５成長期を経過した1990年10月現在における対象区（無間伐区）の林分の状態は写真－16のようである。また、写真－17は間伐区の林冠の状態である。



写真－16
高嶺芦谷国有林ケヤキ人工林の無間伐区の現況（1990年）



写真－17
同、間伐区の林冠の状態（1990年）

対象区も一応立て木を選定したので、1985年4月から1990年9月までの6成長期における両林分の立て木の直径成長量を比較すると次の表－9のようになった。

表－9
1985年からの6成長期間における立て木の直径成長量

樹種	間伐区			無間伐区		
	本数	直径成長量（cm）		本数	直径成長量（cm）	
	（本）	範囲	平均	（本）	範囲	平均
ケヤキ	7	1.2—3.4	2.23	5	1.1—1.6	1.34
ホオノキ	4	2.1—3.4	2.65			
ミズメ	5	1.6—2.6	1.98	8	1.2—2.0	1.51
キハダ	1		1.10	1		2.50
カエデ	1		2.80			
サクラ	2	1.8—3.0	2.40	1		1.10
センダン				1		1.80
計・平均	20		2.24	16		1.51

両林分に共通する樹種では、キハダを除きいずれも間伐区の直径成長量が大きい。特に、ケヤキの成長は間伐によって明らかに促進されるようである。これは、1本当たりの専有面積の増加とともに枝葉の拡張が促され、光合成量が増加した結果といえる。ケヤキは環孔材であるので、肥大成長の促進すなわち年輪幅の増大により、圧縮強度を高めることから材質上有利となる。

次に、樹冠の疎開に伴う不定芽、樹皮割れの発生について調査した結果は以下のようであった。以前から、ケヤキ林を急激に疎開すると不定芽が良く発生し、ひび割れを生じやすいといわれている。今回の間伐の結果、ケヤキ立て木について、間伐区で7本中の5本、対象区で5本中の3本に、1本当たり4～5本の不定芽が発生した。これらのほとんどは間伐後1年以内に発生したもので、その長さは2～4cm程度であった。

これは、間伐前の林分の林内相対照度は約４％であったが、間伐の結果、間伐区は25%、隣接する対象区はその影響で７％と明るくなったことによると考えられる。

一方、樹皮割れは間伐区の胸高直径50cmのケヤキに１本発生した。その長さは２m程度であるが凍裂とは異なり形成層まで達していないようであるので、今のところ材質への影響はないようである。

高嶺芦谷国有林における今回の間伐は、強度の間伐率を採用した結果、立木販売を可能にしたと思われるが、このように、売払いの可能な大きさで間伐するのが賢明な施業法であろう。同様なことはアメリカ東部の広葉樹林施業で行われており、択伐、傘伐、孔伐のような収穫伐採は勿論、間伐でさえ商品価値が生じる65年生以上になるまでは何もしないとされている。また、単一樹種の純林を避け、広葉樹林施業の基本は混交林であるとするアメリカの考え方から見ても、材価の高いケヤキだけを残すのではなく、他樹種も立て木として育てようとする今回の施業は高く評価できるとともに、育成天然林施業の優れた手本となるものと信ずる。

島根県日原町を含む鹿足郡六日市町や柿木村などの旧日原営林署管内国有林に1920年から41年にかけてケヤキの造林が行なわれた。先に述べた間伐林分もこの時期に植栽されたものである。この時代の造林で注目されるのはケヤキの単純林と共に、ケヤキとスギを混植して混交林の造成が行なわれたことである。

ここでのケヤキ資源の減少は著しく、1987年からケヤキの造林が再開され、再び混交林の造成など様々な取り組みが行なわれているのでその内容を紹介

したい。

当時のケヤキ資源量は人工林面積14ha、蓄積2,700m³、天然林面積34ha、蓄積5,200m³を残すのみであった。このうち価値の高い100年生以上のケヤキは天然林の2,600m³に過ぎず、年間伐採量250m³のまま推移すれば10年間で伐り尽くすこととなる。

このため、100年以上の高齢級のケヤキについては将来も生産が特続するよう計画的に伐採し、100年以下の中小径木は残し、積極的に天然更新や植栽を行ない、資源の造成を図ることが赤ゲヤキの持続的供給の緊急課題と考えられた。

先に述べた1941年までのケヤキ単純林の生育は必ずしも良好とは認められず、スギとケヤキの混交林をみると谷筋から50m程度まではケヤキの成長がスギより優れているが、それ以上離れ中腹になるとケヤキの成長がスギより劣ることから、ケヤキの造林は沢筋から50mの範囲内に限るものとした。

また、伐期の期待径級を価格が急上昇する70cm以上の大径木に置いた。天然林でこれまで、利用径級に達しないケヤキを伐り残し、林地の有効利用を目的にケヤキの周辺にスギを植栽し、針広混交複層林とした林分の調査結果などから、ケヤキの伐期本数を30～50本／haと想定し、伐根調査の結果から伐期を170年とした。胸高直径70cmのケヤキの樹冠直径から成立可能本数を求めてみると45本／ha程度となり、この伐期本数は妥当な値と考えられる。

ケヤキは疎植による樹形の悪化を防ぐため密植されるが、ここではケヤキだけについてみると350本／haという疎植にし、疎植の弊害を防ぐためスギ2,650本と混植し、実際には3,000本植栽となっている。このような混植の下地は戦前の混植にあったと思われるが、

①：赤ゲヤキ材の評価を保つため山引き苗を用いることとしたため、単純林

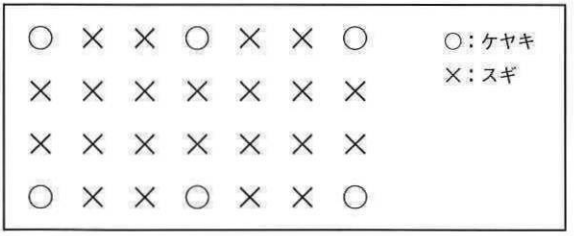
の造成には苗木を多く必要とするので供給が困難

②：伐期本数を考えると密植には無駄が多い

③：スギの早期収穫でケヤキの超長伐期の不利の緩和

④：無理のない伐期本数への誘導

などが混植を採用した理由であろう。スギは100年程度の伐期で収穫する予定である。植栽時のケヤキとスギの配置を図－9に示したが植栽間隔をケヤキ5.4m、スギ1.8mとして方形植えとしている。



図－9
ケヤキとスギの植栽木の配置

1987年以降の植栽では混植はスギだけでなく、スギ・ヒノキあるいはミズメなどとの混植も行なわれている。ミズメとの混植は古いケヤキ造林地林内に多くのミズメが共存しているためであろう。

また、この地域で高齢級のケヤキを伐採すると稚樹の発生がみられるため天然下種更新にも取り組み、稚樹の発生は小面積で局所的なことが多いため、環境条件に十分に配慮しながら実行することにしている。スギ人工林にもケヤキ稚樹の発生がみられるので、谷筋から50mの範囲内にあるものは積極的に育成を図り、また、林道の法面や路側には時にはm^2当り数十本もケヤキの稚樹が発生するので、これらは山引き苗の供給源として利用する。山引きの

場合には全てを堀り採らず、生育良好なものを適当な間隔で残しケヤキ林に育てる。さらに、天然林でケヤキが集団に生育している箇所では、ケヤキと競合し生育を防げる広葉樹は伐採して、樹冠下にあるものはケヤキ樹幹の不定枝の発生を防ぐために残し、常にケヤキ樹冠が上層を占め、十分に陽光を受けるよう誘導するなど細かく施業が指示されている。

ここではケヤキ問題を多面的にとらえ、調査や試行を重ねて裏打ちをとりながら体系的にケヤキの資源問題に対応している。多くの問題を抱える国有林のこのような施業への積極的な取り組みに注目し、これからも試行錯誤を繰り返し、多様な森林施業技術の一つとして良き果実が得られることを期待したい。そのためには継続して記録を残すことがなにより大切である。

第4部
日本に適した多様化森林

ここまで、アメリカ、ヨーロッパ及び我が国における多様な森林整備の現状を見てきた。その結果、日本においても気象害の防止や国民の森林に対する要請の多様化等の観点から、多様な森林の整備が行われつつあるものの、西欧における多様化森林の整備と比べて著しい違いが見られることが明らかになった。

このことは、地球上の自然環境は多様であり、また歴史的発展過程や、社会、経済事情も様々であることに起因するものと考えるが、次に、国内外の社会経済的、技術的諸情報をもとに、日本の自然、社会環境に適した多様な森林造成の可能性を取りまとめてみることとする。

1 多様化森林造成の社会経済的背景

ヨーロッパの森林施業は過去のトウヒ（Red spruce）の一斉造林が、生態学的にみて森林の構造的な欠陥を招き、その結果、自然に帰れとの合自然性を求める声が大きくなり、多様化への道を辿ってきたことは既に紹介した通りである。

特にヨーロッパでは1990年の大風害を受けて以来、多様な森林造成、特に広葉樹の混交による森林の健全化、木材生産以外の森林の持つ多様な機能の

価値に対する認識の高まりや、近年新しい性質の大気汚染による被害が広がりつつあること等、これらを森林施業の視野に入れることが要請されるようになってきている。いわゆる森林管理、経営の歴史的な経過の中で、社会的な要請の変化が進み、より多様な森林の造成が望まれるようになっている。

国内においても、同じことがいわれているが、日本の場合、北海道から九州まで南北に長いことから、地域によって多様な森林を求める視点が違っている。すなわち、北海道では資源内容の質的・量的変化の中で、昭和30年頃よりの拡大造林によるカラマツやトドマツに重点を置いて造成された造林地を、伐期の延長や良質材生産への転換を求めての多様化、さらに、かって生産されていた針葉樹・広葉樹の優良大径材の生産を求めての天然生林の育成による多様化が指向されるようになってきているといわれる。

本州や四国での複層林や広葉樹の導入による森林の多様化についても地域によって異なり、小規模林家の保続収穫を求めての展開であったり、治山治水のための森林の利水機能の維持向上を狙っての多様化であったり、急斜地で豪雨や台風の頻度の高い自然条件を配慮した多様化であったりと、場所によって多様化森林の導入の背景は異なっている。

歴史的にみても、日本国内においては明治時代以前の方が各藩によって異なった森林施業対応があったため多様化していたといわれている。それが国有林の創設とともに施業の画一化が行われるようになり、やがて、ヨーロッパにおける施業方針の転換の基となった恒続林思想の提唱が日本でも認識され、日本の森林施業もその方向への転換を図る機会があったが、第二次世界大戦によって中断されてしまった。そして、戦後の復興期を迎え、拡大造林への道を歩んだわけで、それなりの社会経済的背景があったといえる。

1970年代において、これまでの大面積一斉造林施業に対して環境や地力の

問題、さらに自然災害の発生等の問題から反省の機運が現れ、新たな森林施業としての小面積皆伐、さらに非皆伐作業、複層林施業への政策の転換が進められてきた。さらに、最近のヨーロッパにおける森林の社会的機能の重視の風潮が日本でも取り入れられようとしている。

2 欧米における多様化森林造成技術

欧米の森林施業技術は、欧米の自然環境と社会経済事情の中で、歴史的な発展過程を経て創生されたもので、これを日本に単純に直輸入することには問題があると思われる。むしろ、ヨーロッパの各国の林業理念と技術の継承性を学ぶべきであろう。

ヨーロッパの各国の林業理念にはそれぞれ特徴があるが、それは自然環境の差だけではなく、国民性に基づく林業理念の違いが存在すると思われる。また、ヨーロッパでは、林業技術、特に的確な育林技術は100年あるいはそれ以上の何代にもわたる検証の上に築かれており、先人の築いた森林に対する自然法則を尊重する理念と林業技術が営々と引き継がれていることを学ぶべきで、試験施業の継承と検証の仕組みを確立することが極めて重要である。

また、広葉樹の施業においても、生産目標に適した伐採法と更新法をどう体系づけるかが重要である。アメリカでの広葉樹林施業は、種の多様度が高いので単一樹種の林分に誘導するよりは他樹種の混交が重要であるという共通の理念があり、また、特別の場合を除き収入の見込める50～65年生までは除伐はほとんど行わないで自然に任せるのが普通で、有用樹種の混交率は数10%あれば充分としている。

また、欧米の主として天然更新を目的とした各種の作業技術体系は、伐採、搬出、更新及び保育の作業が有機的に統合され、多くの場合それぞれ順序立てられた一つの生産技術体系となっていることに注目する必要がある。

3 日本の多様化森林造成技術

国内の多様化森林の造成についてみると、北海道においては、複層林施業はもともと寒害、雪害、風害などの防除、外国樹種造林の不成績地、天然林内の孔状裸地や疎開地などを対象に発達してきた技術であるが、複層林造成の補助政策が実行されるようになってから、カラマツ人工林を対象に急速に多様化指向が広がってきた。しかし、多くのカラマツ人工林における複層林造成は、その経営目標が明確でなく、特に本数管理において試行錯誤の状態で、経営目標に対応した施業技術の選択にまで至っていないのが現状である。

広葉樹林施業については、一般民有林の広葉樹林改良事業にしても事業収支が合わなく、また選木や採材の技術が未熟であるなどさまざまな問題が存在している。一方、広葉樹林は市民に対する休養林機能の充実のために重要であるとして、近年、この面での森林の多面的な利用の試みが行われるようになっている。また、ウダイカンバ、ミズナラなどの人工林造成も行われるなどしているがまだ試行錯誤の段階であり、保育や密度管理で不明なところが多いという状況にある。

本州・四国においては、まず複層林施業についてみるとそれぞれの地域の経営主体が経営目的を持っており、その経営目的に応じた施業技術の体系化が行われつつある。

広葉樹林施業については、ケヤキの用材林としての造成が試みられているのが注目される。ケヤキは萌芽更新の採用と萌芽枝の整理が必要であり、人工林では混生広葉樹の用材価値の高いものを残して、ケヤキとともに育成することが必要としている。さらにケヤキは大径木に育てることが価値を生み、そのためには植栽本数はha当たり500～1,000本で十分で、良質材の生産のためには疎植の弊害を避けるために、天然に侵入する他の広葉樹種を出来るだけ利用して初期密度の不足を補っていく必要がある。また、ウダイカンバについては、密度管理の基準作成、さらに造林地に侵入したウダイカンバの密度管理が重要であり、広葉樹の侵入が期待できないところや、早期収入を確保したい場合には、カラマツやスギとの混交林を造成することが有効である。さらに、ヒノキの天然更新については、木曽ヒノキの場合、更新完了までに長期間を要するが、天然林でも人工林でも天然更新は可能である等、各地でさまざまな成果も得られつつあることが伺える。

したがって、日本の多様化森林造成技術は各地の自然や森林の条件さらに社会経済的な条件を勘案しながら、経営目標や生産目標を明確にし、その目標に沿った技術の選択が最も重要であり、各地で実行されている技術の選択肢を参考にしながら、試行錯誤していく必要がある。この場合、それぞれの地域での施業体系確立のための施業実験林の設定や、それによる長期に渡る検証の体制が重要となることは、既に欧米から学ぶべき事項として指摘したとおりである。

4 多様化造成技術の導入と普及

欧米の多様化森林造成技術の日本への導入や、日本各地や多様化森林造成

技術の他地区への普及に際し、欧米では、国民の森林に対する観念的な理解ではなく、実感としての森林の大切さを知り、日常的な接触がなされていることが基盤として存在していることを忘れてはならない。例えば、林業を行うには伐採という行為を伴うのが当然であるのに、我が国では伐採に対する偏見が存在している。林道開設、森林造成の技術について国民の理解と信頼が得られていない現実を変える必要がある。さらに、ヨーロッパの景観保全の概念を導入するにしても、強調するあまり森林施業の意義を見失うようなことがあってはならないと考える。

また、欧米の作業法を導入する場合、目的とする樹種の特性と導入地域の条件を十分考慮して選択する必要がある。特に、日本の自然条件は欧米とは異なり、急峻な地形、下層植生の旺盛な繁茂など、天然更新施業を進めることを困難にしている条件を十分考慮して導入を考えるべきである。全面傘伐、帯状皆伐、画伐、母樹法などを取り入れることは既にヒノキなどで試みられており導入が可能である。欧米のように林道・作業道等の路網密度を高めれば択伐作業も可能であり、搬出法に問題があるならば帯状、孔状及び母樹法を取り入れる工夫をすることにより解決出来ると考える。

現在進められている我が国の複層林施業や育成天然林施業についてみると、広葉樹種としてのウダイカンバとケヤキについては、広葉樹用材として将来とも重要な位置を占めると考えられるが、これらの樹種は超長期を要するので、早期に収穫できる樹種との混交林の育成や、他の広葉樹との混交による初期投資を減らしたり、さらに萌芽更新の容易な施業として萌芽林の再検討をするなど、未解明な問題も多く、実行過程で解決するよう普及に取り組み必要がある。また、広葉樹の人工林の施業技術の向上のためには、天然林の林分構造の解析と作業法の検討が緊急の課題である。

天然林の林分構造は複雑で、かつ、目的樹種と更新阻害樹種との区分けが難しいが、これには施業目的に応じた目的樹種を明確にし、各樹種の適地を見極めることが施業技術の鍵となり、徹底した観察力と科学的判断力を持つ技術者の養成が必要である。さらに、材質の良い広葉樹の育成が望まれるので、材質の良否と分類学的または育種学的な区分と同定法の確立及び低質材、中小経木材の利用技術の開発も急ぐ必要がある。

以上、欧米の多様化森林造成技術としての各種施業法を日本に導入する場合には、直輸入ではなく日本の自然条件や地域の問題点が欧米とは異なることを認識して導入を図るべきである。また、日本の複層林施業や広葉樹林施業、さらに育成天然林施業においても、伐出作業と育林作業を統合した生産技術として体系づけることが最も重要であるが、そのためには、未解決の個別の技術問題も多く、これには徹底した観察力と科学的判断力を持った技術者の養成が必要であり、さらに林道網の拡大整備や現場の労務者の労働条件の整備及び技術の向上が不可欠である。

これらの諸課題を解決するためには、国有林・民有林を問わず、地域における各種の条件の中で発達してきた森林施業技術の具体例をなるべく多く取り上げ、それを基本に日本の風土に合った施業技術体系として確立させる必要がある。

多様化森林造成技術開発調査について

森林に対する社会のニーズは、時代と共に大きく変わって来ました。これまで、森林の価値は主として生産される木材の価値で判断され、木材価値の高い森林を造成することが林業技術の目指すところでありました。しかし、科学技術の進歩とともに開発が進み、森林資源が減少し、人間生活を取り巻く環境が悪化し、公害問題や自然環境の破壊などが人間生活を脅かすばかりか、それが地球規模での環境問題へと拡大するに至り、森林に対する世の価値観は大きく変わって参りました。環境に果たす森林の役割への期待が大きくなり、今や林業技術には森林に期待されている様々な役割を存分に発揮させながら、林業的視野も採り入れた効率よい森林の維持管理技術の確立が求められております。

「多様化森林造成技術開発調査」は、このような多様化する森林へのニーズに応えた森林造成技術の在り方を探るため、当センターが森林の取り扱いに詳しい先生方に依頼し、平成3年度からそれぞれのニーズに応じた国内、国外の森林について、その先進的事例を調査しているものです。本調査は森林のおかれた自然条件や社会経済条件に応じた森林整備、森林の環境保全機能やリクレーション機能発揮のための森林整備など多様なニーズに応じた森林整備の在り方について現在も調査を続けており、これまでにないユニークな調査となっております。

その内容は林業関係者ばかりでなく森林・林業へ関心ある一般の人々にも広く知って貰いたいものであり、今回、平成3年度から平成7年度までの調査分についてまとめたものです。

(財)国際緑化推進センター

調査に当たられた先生方とその調査分担は次の通りです。

赤井　龍男　元京都大学助教授 ――――――――――――――――――――
イギリス、スイス、スウェーデン、ドイツ、フィンランド、
フランス、アメリカ、カナダ、長野県、島根県

安藤　貴　元岩手大学教授 ――――――――――――――――――――
秋田県、岩手県、島根県

伊藤　太一　筑波大学助教授 ――――――――――――――――――――
イギリス、アメリカ、カナダ

加藤　亮助　前国際緑化推進センター顧問 ――――――――――――――――――――
全体取りまとめ

北村　昌美　元山形大学教授 ――――――――――――――――――――
スイス、スウェーデン、ドイツ、フィンランド、フランス

小鹿　勝利　北海道大学助教授 ――――――――――――――――――――
北海道

■

■

■

多様な森林を訪ねて

平成12年3月31日発行：頒布価格1,600円

■編集■

（財）国際緑化推進センター

■発行印刷■

ヨシダ印刷株式会社

〒124-0022　東京都葛飾区奥戸4-21-4

TEL 03-3692-8686

FAX 03-3696-1091