

林分施業法

〈改訂版〉

高橋延清

その考え方と実践





奥地林、演習林最高峰の大糸山(標高1,459.5m)と十勝連峰

トドマツ、エゾマツ、広葉樹混交林

樹海峠より、1996年



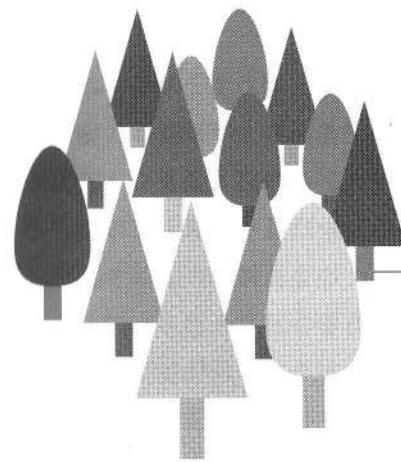
ミズナラ優良木

ミズナラ主体の針・広混交林、針葉樹はトドマツである。林床はササで占められている。4月融雪期、倒伏していたササが少しづつ立ち上りはじめている。

オシコ沢、1987年



ヒナを育てるクマゲラ夫婦（左：雌、右：雄）
人見沢 1970年



林分施業法

その考え方と実践（改訂版）

序 文

前書「林分施業法—その考え方と実際—1971」を出版してから約30年が経過し、絶版となって久しい。こんにち、持続可能な森林経営をどのように確立させるのか、また森林の取り扱いに対する関心の高まりの中で、再版の声を多く聞かされ、改訂版をまとめることにした。前書の序文の一部を、ここに再掲してみよう。

『視察者を山に案内すると、専門家、素人を問わずその多くは、感激したり驚いたりする。数年前に訪れた林学のある大学教授は、施業した森林をみて、まさに名人芸であるといった。この名人芸という言葉のなかに、職人の芸だが実によく出来ているという意味を表したことだった。大した法則性がない、科学性がない、つまり修練によって感覚と腕でものを作りあげる職人のわざと同じである、と考えたようである。

深刻な労務不足や公害問題と関連して、どこでも皆伐して人工林を造成する林業経営の在り方に批判も出て、天然林の施業法が再確認されてきた。

木材生産の経済機能と環境維持の公益機能を並立させて、天然林を経営している当演習林の林分施業法の理論、技術、実践内容を詳しく発表して欲しいと、各方面からの要望もあり、元来なまけ者の私も重い腰をあげて執筆にとりかかったのである。

正直なところ、森林とその取り扱い方については自信のもてることがあるが、分からぬことが多い、本施業法の技術はまったく現場主義的なものである。

この著書は、現に天然林の施業に取り組んでいる現場の方や、天然林

の施業計画に携わっている方々を主たる対象に書きあげたものである。私が親愛なる仲間たちとともに、当演習林の森林から施業の実践を通して学びとったものを主体に、個性的にまとめあげた。それでじつは、林学・林業の専門の研究者や教育者、指導層の方々にも広く読んでいただき、ご批判を得たいと願っている。

天然林に対する取り扱いの心構えと考え方と、技術の施し方を少しでも理解してもらいたく写真を多くし、できるだけ平易に書いたつもりである』。

今一度読み直して、40年前から取り組んできたこの永遠の課題に対する考えは、森林サイクルの長さからしても、当時とこんにちで大きく変わるものではない。林分施業法の実験は、演習林の第8期経営案（1958年～）として始められたもので、筆者のあとには畠野健一、渡邊定元、大里正一、山本博一、梶幹男、大橋邦夫教授にと引き継がれ、現在は第11期試験研究計画（1996年～）として実験を継続している。

理想の森林を具現することを目標に、多くの職員たち、とくに熟練した技術組織が現場での実行にあたっており、今後も森林管理技術を確実に継承、発展させることが大切であると考える。

この当演習林最大の課題である実験の成果はいまだ途中であるが、地球環境保全と持続的な森林資源管理のモデルとして、国内外からきわめて高い評価を受けているのは、開始以来、この実験に携わってきた関係諸氏の努力の結果であり、深く感謝申し上げる。

2001年4月

札幌にて 高橋 延清

りんぶんせぎょうほう
林分施業法 ーその考え方と実践ー 改訂版

〈目 次〉

序 文

I 東京大学北海道演習林の概要

1. 自然環境	8
2. 創設から林分施業開始までの沿革	10
3. 過去の施業内容（1899～1957年）	13
4. 業務と管理・研究組織（1960年頃）	18

II 林分施業法樹立の動機

1. 抜伐作業失敗の原因と反省	22
2. 人工造林の困難性	24
3. 天然林の成長量は大きい	25
4. 北海道天然林の特色	27

III 林分施業法の考え方

1. 森林の機能	32
2. 持続的森林経営技術研究の立場	35
3. 林分施業法の6原則	37
4. 林分とその動き	41
5. 林分の仕分け	43

IV 林分別の施業技術

1. 抜伐林分（再生林抜伐を含む）	46
2. 補植林分	50
3. 皆伐林分（再生林皆伐を含む）	52

V 林道開設

1. 林道開設の推進	56
2. 林道区分と構造	58
3. 林道開設の基本課題	59
4. 林道開設の注意事項	60
5. 林道周辺施業	61

VI 林分施業法による第8期施業

1. 編成の基本方針	66
2. 施業区制度の採用など	67
3. 第Ⅰ作業級の施業方針	68
4. 第Ⅱ作業級の施業方針	71
5. 年間の伐採量と造林面積	73
6. 経過と実践内容	73

VII 林分施業法の実験概要

1. 第8期施業（1958～1967年）	80
2. 第9期施業（1968～1980年）	81
3. 風害処理施業（1981～1985年）	83
4. 第10期施業（1986～1995年）	84

VIII 第11期施業実験計画(1996~2005年)

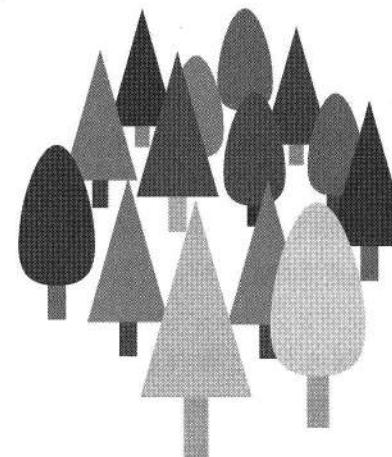
1. 施業実験の進め方	92
2. 第1、2作業級における施業実験	93
3. 広葉樹優良木の作業級の設定	96
4. 林道	100
5. 野生動物の生息地としての森林管理	101

IX 施業実験林の現況

1. 概況	104
2. トドマツ・広葉樹混交林	104
3. 湿潤地の広葉樹林	107
4. トドマツ・エゾマツの亜高山帯林	109
5. 山火事跡地の広葉樹再生林	111
6. 風害跡地の再生・復旧	112

X 実行成果の要点

付録エッセイ (人類の将来を託す大実験)	121
引用文献	123
あとがき	125



I 東大北海道演習林の概要

1. 自然環境

当演習林は北海道の中央に位置し、2000年現在の総面積は、22,762haである(※18。以下引用文献を示す)。演習林の東北端には林内最高峰の大麓山(だいろくさん=1459.5m)があって、これから西達布川、布部川の2流が西に流れて石狩川水系の空知川に合し、分水界も中央部を東西に走っており林域をほぼ二分する。西端の標高は、220~230mである(図-1)。

地質は、流紋岩質の十勝熔結凝灰岩が演習林の大部分をなしており、地形は概してなだらかで、砂質壤土を形成して、林木の生育および林道の開設に好条件を与えていた。東北地域は輝石安山岩で、地形はゆるやかであるが岩礫が多く、氷河時代の遺物といわれるナキウサギが生息しており、また西端の地域は、輝綠凝灰岩、蛇紋岩、その他で構成され、地形は複雑かつ急峻できわめて崩壊を起しやすい(※17、18)。

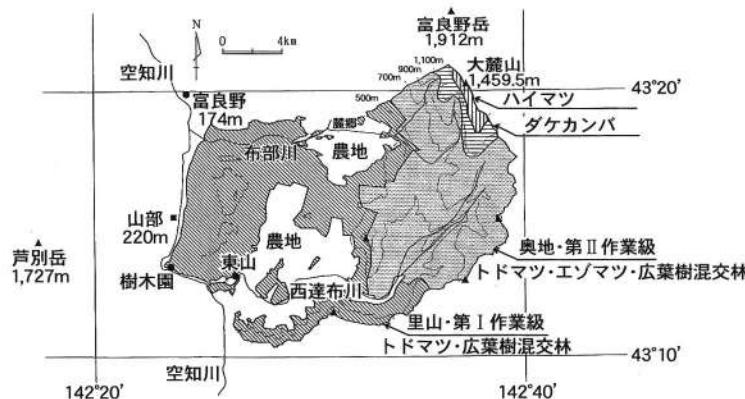


図-1. 東大北海道演習林とその周辺

注) 作業級は第10期(1986年)以降のものを示す。



大麓山に生息するナキウサギ 1970年

気候的には低地における年平均気温は6℃内外、年降水量約1,200mmで、積雪深は1.3m内外である。積雪の期間は11月下旬から4月上旬までの4カ月以上に及んでおり、苗畠や若い造林木の晩霜害もしばしばおこる。

森林植物帶上は、冷温帶林から亜寒帶林に移行する汎針広混交林帶に属している。施業対象の森林は、低地から高地に向かってヤチダモ・ニレ・ハンノキなどの広葉樹林、トドマツ・広葉樹混交林、トドマツ・エゾマツ・広葉樹混交林、エゾマツ・トドマツ・ダケカンバ混交林となり、このほか山火再生林が代表的林相であり、林床の大部分はクマイザサが密生する。

主な構成樹種は、トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツ、ミズナラ、ヤチダモ、ウダイカンバ、ハリギリ、ダケカンバ、ニレ類、シナ類、イタヤ類などである。天然林が大部分を占め、現在(2000年4月調査掛)・天然

林資料)のha当たり平均蓄積は約200m³、針・広比率は50:50。施業実験林は約20,000haで、奥地林の約11,000haは1968年から鳥獣保護区となっている。

2. 創設から林分施業開始までの沿革

当演習林の創立は、1899(明治32)年に北海道庁より23,597haの森林が「農科大学試験地として文部省に移管編入」されたときにはじまる。教官の研究、学生の実習はもとより、北海道における森林経営の模範を示すことも重要な任務であった。

北海道庁から引き継いだ際に、林内の農耕適地は農地として開拓する附帯条件もあり、さらに当時は地元の人口がきわめて少なく、林業労務者を確保することが困難であったため、1907(明治40)年に農地貸下規定を作り、林内植民によって林業経営が開始された。この林内植民は、その後の演習林の歴史(経営)を左右する重要なものとなった。

1911(明治44)年の春、北海道庁模範林から延焼した山火事で、原生林3,600ha、人工林81haが焼け、被害立木は250,000m³に達した。この年は異常乾燥で北海道各地に大山火が発生した。この山火を機として、消火に努力した林内植民の真価が証明され、以後も積極的に入植をはかった。その後も林内植民たちによる森林防火組織は、森林愛護に大きな役割を果たした。

1916(大正5)年には火災跡地1,300haの造林計画をたて、年間に数十万本の外来樹種の育苗が行なわれた(注/当時、郷土種トドマツ、エゾマツの養苗が難しく、養苗容易で成長良好なヨーロッパトウヒなどが育苗、造林された)。当時、年間の植栽面積150~200haずつの人工造林が実施されたことは、全く驚くべきことだった。災害跡地を復旧造林(植林)しなければ、という明治の人々の熱意と根性がよくうかがわれる。

1922(大正11)年末の記録によると、造林面積1,083ha、電話線40km、防火線40km、開墾面積は2,083haに達した。

大正年代(1925年)の終わりころまでに山火跡地の整理はほぼ完了したので、以後は經營施設の拡充に重点がおかれて、土木事業、木材生産利用事業が盛んになり、造林事業は縮小の一途をたどった。昭和年代(1926年以降)に入ってからは、もっぱら天然更新主義で造林は中止された。我が国がヨーロッパからの恒続林思想の影響を受けたときと符合する。

1940(昭和15)年までに演習林内の森林軌道は50kmにも達し、林内には鉄工場、製材実験室(年間製材能力約10,000m³と大規模なもの)や発電所などが建設され、木材輸送の機関車5台、貨車も300台を保有するにいたった。奥地林も一巡して択伐による伐採が行なわれた。年間立木で100,000~140,000m³の伐採が行なわれ、しかも直営生産と輸送が主体で、全職員が木材生産利用・土木の両事業に動員された時代である。一方、林内植民は入植数1,000戸、農地5,000haの大規模なものにふくれあがった。

1941(昭和16)年末、第2次世界大戦に突入してからは職員が相ついで応召し、労務者の不足、食料難、作業物資などの不足に耐えながら、軍用材の供出生産に全力を傾けた。ウダイカンバ、ヤチダモ、エゾマツなどの優良材を比較的便利なところで集中伐採し、山荒しをした。このことは国有林、道有林と同様であった。

1945(昭和20)年8月に敗戦を迎えたが、その後の数年間は混沌たる世相で、まずは人びとが生きることが先決であった。演習林もその影響を受け、森林施業(森林の取り扱い)や試験研究にとっては、まさに空白時代であった。

この時代の2、3の特色ある事項をあげれば、

- (1) 横太演習林(注/横太演習林は、1914年設置、1945年終戦とともに廃止された。面積は21,000haあった)からの引き揚げ職

員を受け入れた。

- (2) 戦後の緊急開拓地として、森林380haを解放した。
- (3) 小作農地の解放世論が盛んとなり、希望地域3,190haを解放した。
- (4) さらに森林5,000haの解放要求が地元や関係官庁より出されたこと。

などである。

とくに森林解放の問題は、将来にわたって再三おこる問題であり、最も苦慮した問題であった。演習林はじまって以来の危機である。これに対処するためにも、世界有数の林学、林業技術の研究の場として、内容を充実しなければならないと考えるに至った。

1952(昭和27)年に演習林内外の事情を考慮し、将来の発展方向を求めて演習林の経営改革の計画をたて、教授会に提出した。

その骨子はつぎのとおりである。

- (1) 木材生産利用事業を縮小し、育成林業に重点をおく。
- (2) 施業案の編成を、従来の静的から動的なものに組みかえる。
- (3) 近代的育成林業にふさわしい試験・研究を拡充する。
- (4) 地方林業に積極的に寄与するため、演習林の門戸を開放する。

反論もあったが決意をかため、この方針に基づいて演習林の変革を急ピッチに行なった。

まず、50kmにおよんだ森林軌道を撤廃し、鉄工場、製材実験室および発電所などを順次閉鎖し、これらから浮いた経費を苗畠の改善、造林の拡大、試験研究の充実にふりむけた。職員の配置転換を断行し、木材利用事業の職員はもとより、汽船車の乗務員、保線工、製材職工その他にいたるまでを育成林業部門に吸収した。直営生産は縮減され、ようやく安定した施業が軌道にのりかかった。

ところが残念なことに1954(昭和29)年9月に北海道をおそった15号台

風は、本林にも340,000m³の大被害(風倒木300,000m³、虫害木40,000m³)を与えた、この風害木の処理がようやく終了したのは1957年である。一方、苗畠改善5カ年計画も終わり、トドマツの優良大苗生産も可能となった。

以上の諸体制をととのえ、1958(昭和33)年に林分施業法を採用した第8期施業案に基づいて経営が行なわれてから、はじめて演習林において集約な天然林施業が実践されるようになった(注/後記するように、実際には林分施業法は1955(昭和30)年に組み立てられ、同施業案の編成をまたずに1956年から実践された)。

このころ林野庁は、天然林を大面積に皆伐して一斉造林する、いわゆる拡大造林に踏み切った。演習林の施業方向は、まさに当時の時流と正反対のものであったが、今日においては、林分施業法の成果が世に認められるに至った。また、試験・研究施設も拡充され、森林施業の内容とともに国内はもとより海外からも、林学の研究、北方林業技術の研修の場として高く評価され、広く利用されるようになった。かくして1952年に立てた経営改革の目標は、現在まで継続され演習林の要となっている。

3. 過去の施業内容(1899~1957年)

ここでいう過去とは、1899(明治32)年の創立から1955(昭和30)年に至るまでの粗放施業時代をさしており、この間に1期~7期の施業案が編成された(表-1)。

1907(明治40)年に第1期施業案が編成されたが、あまりにも分からぬことが多い多く苦心したと思われる。一時に23,000ha(推定)の全体を施業することは容易でなく、全林を4つに分け、最も便利なA事業区5,000ha(現在、里山の一部である東山~オンコ沢地域)を、整理年限30年で施業することにした。

原生林の1ha当たり平均蓄積(森林資源量)は、約300m³だったが、当

表-1 森林施業・関連年表（1889～1957）（※17）

西暦	和暦	施業期	項目
1899年	明治32年		北海道演習林開設
1906年	39年		育苗試験開始
7年	40年	第1期施業案（21千m ³ ）	
7年	40年		林内植民に対する農地貸下規定制定
11年	44年	第2期施業案（60千m ³ ）	
11年	44年	北海道庁模範林より出火延焼3,600町歩	
12年	45年	山火事跡にヨーロッパトウヒ造林開始	
16年	大正5年	第3期施業案（74千m ³ ）	
20年	9年	森林軌道設置開始	
21年	10年	第4期施業案（104千m ³ ）	
22年	11年	山火事跡地の造林面積1,083ha達成	
22年	11年	製材実驗室竣工	
26年	15年	第5期施業案（73千m ³ ）	
29年	昭和4年	天然更新試験開始	
32年	7年	原生保存区設定	
33年	8年	抾伐作業試験地設定	
38年	13年	第6期施業案（38千m ³ ）	
40年	15年	森林軌道50kmに達する	
42年	17年	軍用伐としてウダイカンバ、ヤチダモ、エゾマツ等の供出	
45年	20年	終戦により樺太演習林職員受け入れ	
48年	23年	第7期施業案（80千m ³ ）	
50年	25年	自作農特別措置法により農地解散（64年まで5,300ha）	
51年	26年	森林軌道撤収開始	
51年	26年	緊急農地開拓543ha（60年まで1,300ha）	
52年	27年	經營改革（木材利用事業縮小、育林事業充実）	
54年	29年	台風15号（9月）で風害木31万m ³ 発生	
55年	30年	ブルドーザー D50-8型購入	
56年	31年	トラック運材に適応する林道作設開始	

() の数値は各期ごとの年平均立木伐採量（千m³）を示す（※14）。

時の製材およびパルプ向けの用材として利用可能な蓄積は、針葉樹100m³、広葉樹20m³弱で、森林蓄積の60%は腐朽や曲がりなどで利用できない状況であった。

そこで森林の取り扱い方針として、針葉樹の稚樹が発生・生育している林の上木を伐採すること、土地が良好で更新の不良地は皆伐してエゾ

マツ天然稚苗、またはヨーロッパトウヒ（ドイツトウヒ）を植えること、利用できない広葉樹はそのまま残存しておくか、または、巻き枯らし（立木を剥皮して枯す）をすること、などと規定して林相の改良につとめた（ただし1911（明治44）年の山火で、これらが実行された81haの造林地は焼失してしまった）。年伐量（年間の伐採量）は16,000m³で、70～80%が直営生産であった。北海道における直営生産のはじまりである。

1911（明治44）年、3,600haに達する大山火が発生し、以後はこの処理を重点として施業が行なわれた。すなわち、山火被害木240,000m³を5ヵ年で整理したのである。山火跡地のうち、1,300haの造林計画をたて、1922（大正11）年ごろまでにほぼ達成した。

植栽樹種は、ヨーロッパトウヒ、ヨーロッパアカマツ、カラマツ、ストローブマツ、ヨーロッパクロマツなどであるが、野鼠による被害が甚大であった。駆除・予防としてチフス菌を用い、あるいは混植を行ない、また天敵の保護につとめたが、効果が少なかった。このうちでも、ストローブマツ、ヨーロッパトウヒは比較的被害が少なかった。外来樹種を用いて大正年代に造林された1,100haのうち約3分の1しか成林せず、残りは主として鼠害で消滅した。

この造林時代には、収入源として開墾予定地の皆伐、および原生林の抾伐（抜き伐り）が併行して行なわれた。

原生林の取り扱い方は、回帰年（同じ場所での伐採サイクル）25年、抾伐率25～30%、伐採木の基準は直径で、針葉樹40cm、広葉樹50cm以上と定めている。

昭和年代に入った第5期施業案から造林は全く行なわれず、原生林の抾伐に終始した。回帰年25年、抾伐率16～25%、伐採木の基準はエゾマツ82cm、トドマツ66cm以上のもの、および近い将来に枯損となるもの、更新上の障害木などである。前者は直営生産（丸太として販売）、後者は立木処分（立木で販売）とした。年伐量は抾伐林から約70,000m³、開



奥地のエゾマツ主体の択伐林分

奥の沢・1989年

墾予定地から約40,000m³で、直営生産は全収穫量の50%を占め、木材生産利用事業の最も華やかな時代で、奥地への伐採とともに森林軌道も延びていった。しかしその反面、過伐の弊害が生じていた。

そこで、1931(昭和6)年に施業案を改定し、伐採方針は老齢過熟林分(成長衰弱の著しい老齢木の多い林)の整理を目的とし、択伐率は枯損を含めて20%、回帰年20年とし、天然林における過伐の防止につとめた。その結果、開墾予定地の皆伐量も減少して、年伐量は半減した。

1938(昭和13)年には第6期施業案(1938~1947年)が編成された。はじめて実測した森林面積約25,000haを、109林班(森林の地番)に分けた。天然林のha当たり蓄積は針葉樹108m³、広葉樹95m³、計204m³であった。その天然林20,000haのうち、奥地林6,000ha(原生林2,000ha、択伐林4,000ha)を直営生産区域に、5,000haを菌害、枯損木などの整理伐区域にした。また、里山の天然林9,000haのほか、山火再生林を地元住民および公共団体に対する用・薪材供給地域とした。

主伐区では回帰年20年とし、伐採率は原生林については25%、択伐林については20%とした。ただし作業・搬出の不便な地域は、回帰年40年、伐採率40%に改めた。年伐量は主伐区15,000m³、整理伐区2,500m³、里山で用材や薪材の供給地区から7,200m³、あわせて約25,000m³と決めた。本案では安全第一主義をとったため、天然林に対する年伐量は第5期案の70,000m³に比べ、3分の1に減少することができたが、当時の木材需給の実情にそわないものであった。

さらに、第2次世界大戦を機として優良軍用材の供出も加わり、やむなく施業案を無視して、便利な所で集中伐採した。また、1,200戸に達した林内植民(市街地も含む)に対する用・薪材も里山に集中して、伐採が繰り返し行なわれた結果、里山は極端に過伐となつた。本期の伐採量は計画に対して60%を超えた。

第7期施業案(1948年~)は、特に戦時中の変則的な施業の整理を主

眼において編成した。まず過去の施業で蓄積が著しく減少した里山5,000ha (ha当たり155m³、うち針葉樹70m³、広葉樹85m³) の林力回復をはかるために、伐採率12%、回帰年10年とした。過去に1~2回択伐された奥地林10,000ha (ha当たり蓄積230m³) については、前案を踏襲して伐採率25%、回帰年20年とした。

山火再生林1,900ha (ha当たり蓄積68m³) については整理期を20年とし、伐採率は本数で40%、材積30%と定めた。年伐量は、里山10,500m³、奥地林25,500m³、再生林および造林地3,200m³、あわせて39,200m³とした。

しかし本案編成後に農地開拓に応じ、1952年に764haの林地を解放したこと、および1954年の15号台風により生じた被害木約340,000m³の整理に1957年までかかり、遺憾ながら本期もまた、施業案に基づいた施業は行なわれず、年伐量の8~9年分に相当する大風害で、壊滅的打撃を受けた箇所も多かった。

以上のように、過去の施業案は大山火の被害、農地開拓、戦争、台風被害でしばしば乱され、天然林の伐採は一定の太さ以上の径級伐採が行なわれ、良木択伐の域を脱せず、伐採するたびごとに蓄積が減少して、しかも不良蓄積が残存していく経過をたどった。つまり、北海道の国有林、道有林などと同じく、きわめて粗放な択伐作業に終始したのである。

4. 業務と管理・研究組織 (1960年頃)

これまで当演習林の自然環境、沿革および過去の施業内容などのあらましを述べてきたのも、ここで当演習林の大まかな業務内容と管理組織をとりあげるのも、すべて林分施業法の誕生と実践に直接または間接的に、かかわりあいをもっているからである。

当演習林には北方林業、林学の研究、ならびに教育の場としての目的と使命がある。創設以来、各種の学術参考林、試験地、植物保護区、外

表-2 管理・組織表 (1968) (※11)



- 注
 1) 調査：企画、データ収集
 2) 生産・処分：伐採収穫、販売
 3) 土木：林道開設、機械作業
 4) 造林：植林、保育手入

来樹種展示林、樹木園などを設け、森林施業の実態とともにその使命を果たしており、天然林を対象とする林分施業法の実験に重点がおかれており、森林の経営と試験・研究は、つねに密接に関係しあっている。これから、林分施業法を開始した1960年代の管理・組織について述べる。

1958年から実践した第8期(1958~1967年)施業案において、林分施業法の実験で伐採される標準年伐量は74,000m³ (うち素材8,000m³) の直営

生産が行なわれた)、年間の人工造林面積80haで、企業体の規模としても、北海道における小規模な国有林の営林署に該当した。

富良野市山部(やまべ)に演習林庁舎があり、同庁舎内に事務、業務、研究の各部門と樹木園、苗畠施設などがある。また山部作業所のほか、同市東山と麓郷(ろくごう)にもそれぞれ作業所があった。勤務する定員内の教職員はおよそ90名であった。

第9期(1968~1980年)当初の管理組織は表-2のとおりで、林分施業法を実践するため、施業区制度をとり入れて改革した1958(昭和33)年の機構と本質的には変わりがない。異なるのは18あった施業区数を1968(昭和43)年に統合して以来10に減少したことと、林道の研究をする森林工学研究室が新たに設けられたことである。それは、経済成長、労務不足などの急激な変化に対処して、林分施業法の実践を合理的に推進させるためであった。

職員のうち、調査・生産と処分・土木・造林の担当係は、山部庁舎に勤務し、演習林全体の関係業務を掌握する。実行部門である各作業所管内には、施業区(当時、国有林の担当区にあたる)が設けられ、施業区ごとにおのおの独立して、一切の現場業務(立木調査、選木、伐採監護、造林、林道路線の調査、森林の保護・管理など)を一貫して担当した。施業区主任のもと4名の補助員がいるチーム編成で、1~2の施業区を受け持ち(担当する管理面積が5,000haと大きく、かつ直営生産が行なわれている西達布第2施業区では、補助員6名である)、各施業区ごとに林道網を開設し、その周辺で施業が行なわれていた(2000年4月現在の教職員は、定員内教職員48名、定員外職員21名である)。



II 林分施業法樹立の動機

わが国の木材需要が急激に伸びだした1953(昭和28)年ごろから、北海道の天然林に対する択伐作業の是非論が盛んに闘わされるようになった。幸い1954(昭和29)年に、私は林木育種の研究のため欧米を視察する機会を得たので、行き詰まりをきたしていた北海道の天然林施業をいかにすべきかの課題をもって、ヨーロッパの実地林業をできる限り視察し、私なりに大きい収穫を得て帰国した。

私が1938(昭和13)年に山部に勤務してから、恩師の吉田、中村、嶺の諸先生の指導を受けながら天然林施業について実験した資料および体験、とくに1940(昭和15)年から里山の神社山実験林において、岩本巳一郎氏とともに林相区分別の施業実験を行ない、その経過から学んだこと、さらに早くから北海道の天然林施業に取り組んで苦労された御料林、道有林の先輩各位(林、倉田、山内、津村、南部氏など)の資料および実行例から学んだ知見と、ヨーロッパの視察結果などを総合して、1955(昭和30)年に林分施業法の構想を組み立てた。ここでは、林分施業法を考えるに至った動機や事由について述べる。まず北海道において、当時問題となっていた択伐作業の是非論から入ることとする。

1. 択伐作業失敗の原因と反省

失敗の原因は、次の3点にしほられる。

1) 選木技術の失敗

大局的にいえば、北海道の択伐作業の失敗は、良木のみを繰り返して伐採し、形質不良木など価値の低い木が山に残されたためである。過熟老齢の病虫害木や広葉樹の形質不良木などが残され、また、広葉樹より針葉樹が多く伐採されたために広葉樹の占める割合が多くなり、したがって成長量が減少するばかりでなく、林床にササが多くなり、天然下種更新(種子が落下して発芽した稚樹による更新)がいっそう困難になってきたことである。つまり択伐作業法そのものの罪ではない。

木材がありあつた過去の北海道におけるマーケットの要求から、さ

らに引き続いて戦争という思いがけない非常事態の発生などから、やむを得なかつた事情はあるにしても、放漫な選木技術のやり方に択伐作業失敗の主な原因がある。

2) 補助造林作業が行なわれなかつた

北海道の天然林内にはササが多い。しかもササは耐陰性が強く、かなり暗い林床にも生存を続け、天然更新を妨げている。さらに草本類も大型のものが多く、森林を開拓すると、ササ、草本類、ツル類が急速にはびこり、ヨーロッパのように密生する稚樹群の更新は、全く期待することができない。

じつはここに重大な問題がある。つまりヨーロッパの天然更新の作業方式だけでは駄目であり、積極的に苗木の植え込みなどの補助造林作業を行なわない限り、北海道の天然林施業を合理化することは不可能なのである。

旧御料林、旭川支局管内の雨粉、サンル、羽幌の各事業区、道有林の池田林務署、川上事業区などで補助造林を実行し、良い成果をあげている事例はあるにしても、全道的には良木伐り放しの施業であった。

3) 天然更新が期待できないところにも、択伐作業を行なつた

平坦地、沢地、北向きのなだらかな地形の広葉樹が発達しているところでも、形式どおりの択伐作業を行なつた。伐るたびに林相は悪化し、林床はササ、または湿性の大型草本で占められていった。

以上、北海道における択伐作業の失敗の原因を述べたが、要は、択伐作業法そのものが悪いのではなく、この作業法に適応した立地で選木技術の改善と補助造林作業を併用すれば、広義の択伐作業は、北海道における有力な作業法であることを認識した。

2. 人工造林の困難性

安定したスギ、ヒノキ、アカマツなどの造林樹種をもつ本州などに比べて、北海道は経済性の高い安定した樹種が見当たらない。すなわち、主要樹種であるトドマツ、エゾマツは幼時の成長がきわめて遅く、企業樹種ではない。とくに大面積に皆伐して一斉造林した場合に、適地の問題、気象害、その他の被害が予想された。カラマツは成長が早いが、ネズミに食害されて防除対策に相当な費用がかかる。また、カラマツにはいろいろな病・虫害が発生することも予想された。従来、北海道に造林されたトドマツ、エゾマツの優良造林地は、非常に数少ない事実に注目せざるを得なかった。また、1953年刊の「北海道における国有林人工造林地の現況資料」によれば、北海道に成林した古いトドマツ造林地153ヵ所（平均林齢、22年）のha当たり年平均成長量は1.5m³程度で、はなはだ心細い数値であった。

したがって、机上プランどおり天然林施業でやっていけるところまで皆伐して、北海道で2百数十万haの拡大造林を押しすすめることに、大きな危険と不安を感じた（事実その後に、カラマツ先枯れ病やネズミの大被害、およびトドマツの気象害・枝枯病などで、壊滅的な打撃をこうむった造林地がいかに多いかが裏付けされた）。

ドイツ（旧西ドイツ）では、大面積の単純な皆伐喬木作業を繰り返した結果、成長量が減少し、病・虫害に悩まされ、しばしば風害も受けていたので、大面積の単純林の人工植栽は原則として禁止されていた。私が訪問した当時の西ドイツでは、小面積の皆伐作業80%、傘伐作業15%、抾伐作業3%、その他2%の比率であった。ドイツは平地林が多いことから抾伐作業は少なく、主に南ドイツ、シュバルツバルト地方の山地におけるモミ林を対象に行なわれており、傘伐作業は平地におけるブナ林が対象であった。

主体を占める小面積の皆伐作業は、過去の苦い経験から帶状方式が多く、主風の方向に直角に帯状伐区を設け、できるかぎり樹種を混植することにつとめ、混交多層林をつくることを理想としていた。

一方、急峻な山岳林の多いスイスでは、きわめて集約なスイス式の画伐作業70%、抾伐作業25%、その他5%で、万事が天然更新主義で、皆伐作業は行なわれていなかった。また、平地か、ゆるやかな傾斜地の多いスウェーデンでは、傘伐作業が主体であった。

要するにこれらの国は、大面積の皆伐人工植栽の弊害をよく知っていたのである。北海道においても、かかる轍を踏まないようにすべきだと考えるにいたった。

3. 天然林の成長量は大きい



トドマツ・広葉樹抾伐林分

西達布川沿・1973年

当時、当演習林における10ヵ所の天然林成長量測定の固定試験地、20ヵ年の測定結果を平均すれば、ha当たりの純成長量は約5m³で、発生した枯損量は約5m³であった。これはエゾマツ・トドマツの過熟老齢林に択伐を行なったため、伐採後に枯損木が多く発生し、残存木も老木が多く成長量が大きくなかった原因であると考えられた。事実、当演習林で択伐が3回繰り返された林分を数10ヵ所選び、最も新しい5ヵ年の定期平均成長量を測定した結果でも、ha当たり6~8m³の成長をしている林分がかなり存在していることもわかった。しかも正直なところ、これらの森林に対する過去の取り扱いは、粗放そのものであった。

成長量の大きい天然林の例として、里山51林班のトドマツ・広葉樹混交林の施業経過を表-3に示す。1957~1965年の定期平均成長量は、ha当たり9.3m³である。この択伐林は、すでに広葉樹の形質不良木が淘汰されており、今後は上層を占めている針葉樹の成長能力の低い木（着葉量の少ない木）を主体に伐採を繰り返していくと、やがてha当たり平均成長量は10数m³になる。

滞欧中に、有名なスイスのチューン市有林の択伐試験林を見学した。モミ、トウヒ、ブナの混交林で、40年間の測定結果によれば、この間の年ha当たりの平均成長量は16m³という驚くべき数値であった。天然林の偉大さを深く認識した。

したがって、合理的に施業される天然林と人工林との間において、長い目でみてどちらの成長量が大きいかの判定は困難である。少なくとも、頭から天然林の成長量は低いものであるという、従来の観念を改める必要があると考えるに至った。

表-3 里山・択伐林分の施業経過（西達布川沿）（※11）

年度	1957	1965
面積 (ha)	70.70	70.70
伐採前蓄積 (m ³ /ha)	262.74	298.14
混交比率 1)	67:33	75:25
伐採率 (%)	14.9	13.0
伐採後蓄積 (m ³ /ha)	223.56	259.46
混交比率 1)	74:26	79:21

注 1) 針葉樹：広葉樹

4. 北海道の天然林の特色

北海道天然林の特色をあげ、若干の解説を述べる。

(1) 北海道の天然林を構成するトドマツ、エゾマツ、有用広葉樹は、天然林施業に適している。

(2) とくに北海道産の広葉樹は形質優良で有用樹種が多く、世界的市場性を有する天与の財産である。したがって、ますます希少価値を生む北海道産優良広葉樹の保続をはかることが、経済上からも有利である。ドイツではナラ人工林を対象に300年伐期を目標に、超優良の大径材生産の施業を行なっているところがあった。

(3) 天然林におけるササの存在は天然更新上最大の障害で、欧・米には全く見られないマイナスの特色（欠点）である。したがって、北海道において天然林施業を行なっていくとすれば、何をおいても天然力や人工的手段でササを減少させていく、更新稚・幼樹のないところには補植していく必要がある。北海道の天然林では林床植生の7割をササが占め、林床が明るくなると旺盛に繁殖して天然更新が不可能となる。天然林施業の技術は、まさにササとの闘いである。



天然更新を阻害するササ

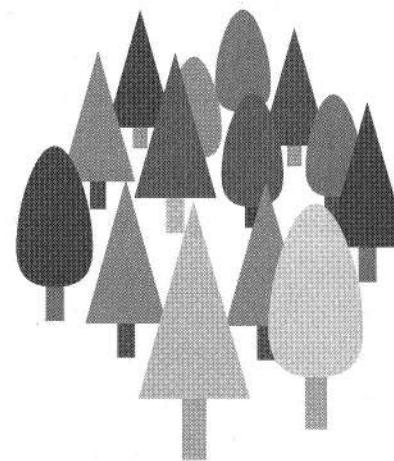
本沢上部・1996年

(4) 北海道の天然林は、地形、方位、土地条件などのほかに、過去における乱伐、火災、風害などで、林分ごとに林の構造（発達過程と現状の姿）が異なっている。したがって、画一的施業では不適当で、できるかぎり林分構造とその動きに応じて各々の林分に適した作業を行なわなければ、森林は発展していくないと判断するに至った。

以上のことから、北海道の天然林を皆伐して、単純な大面積の一斉造林を造成することは容易でなく、さらに将来に大きな危険が伴うこと。人工林に劣らない成長量を示す天然林施業が、北海道で可能であること。人間が自然を征服するのではなく、偉大な天然の力を尊重して、人間がコントロールする方法の合理的な天然林施業の展開こそ、本命の正しい施業方法であることを、深く認識するにいたった。

また、木材化学工業の発展とともに、小径材や低質材も利用できる時代となった。幸いなことにこれらの木材でも、それぞれの用途に対

して利用できる流通加工機構が演習林周辺に存在していた。集約な天然林施業を実行できる可能性が高まってきたので、上記の諸条件を考慮し、当演習林の現実の姿を分析して、1955(昭和30)年に林分施業法を組み立てた。



III 林分施業法の考え方

1. 森林の機能 (※11)

森林は、いろいろな生物と土地および大気の統一体であり、その構成分子間でたえず相互作用を行なって、一つの生活体系（生態系）として動いている有機体（生き物）である。これは、恒続林思想で有名なドイツのメーカーの森林に対する考え方で、私もまた同じ考え方である。

森林のなかでの物質生産とその循環をみると、植物は葉緑素で、太陽エネルギー、炭酸ガス、水と地中から吸収した無機養分によって光合成を行ない、植物有機化合物が作られ酸素を放出する。この有機物は、植物体の成長（量的には林木が主体）となってあらわれ、また一部は呼吸によって分解し大気に還元する。成長した植物体は動物の食物となり、枯れたり、落葉、落枝となって地表に落ちる。植物の枯死体や植物を食べて生育した動物の排泄物や遺体は、地中の小動物やカビ、バクテリアの働きによって腐植化され、もう一度無機養分となって地中に戻る。この無機養分は、ふたたび植物に吸収されて光合成に使用される。つまり、森林は自己施肥作用をもっているといわれるゆえんでもある。

森林の発達は、このようにエネルギーや物質の循環を通じて行なわれるが、主として気候的環境（ある場所では土壤的環境）に大きく支配されて、その構成や成長が左右される。また一方、森林は環境にも影響を及ぼしていく。

ここで一般に認識されている森林の機能を平易に表現すれば、森林は木材生産の緑の工場であるとともに、水源をかん養し、国土を保全し、空気を浄化し、気象の厳しさをやわらげ、野生の鳥・獣・昆虫などに食糧や住家をあたえ、人間に美と休養をも与えるなどの働きをもっている。

けれども、これらのいろいろな森林の機能も、森林の内容や取り扱い次第で変化する。したがって施業に際しては、森林の生態系をよく理解して、愛情をもって森林を生き物として取り扱うことが大切である。と

くに天然林に対する施業ではこのことが基本的に重要で、森林生態系のバランス、調和を一度に広範囲に破壊することを、できるかぎり避けねばならない。林分施業法はこの基礎に立っているのである。

文明の進歩がその地域の森林を破壊し、その結果として自然環境が破壊され、都市文明や国家、民族が滅びた歴史を我々は知っている。現代文明は、全地球の環境汚染を引き起こすまでに至り、人類の生存が危ぶまれる時代ともなった。

経済大国となったわが国においても、大気や水の汚染などの公害問題、都市生活、産業活動における水不足の危機感、自然保護に対する世論の急速な高まりなどと関連して、多くの森林は、単に木材生産の場として経済的にのみ使用することだけでは許されなくなり、国土保全、水源かん養、防災の保全機能、保健休養の生活環境維持など多目的利用の時代である。さらに森林に対しては、生物多様性の維持なども強く求められ



トドマツの球果

種子は9月上旬に成熟する



アカエゾマツの球果

種子は9月中旬から下旬に成熟する

ている。

したがってこれからの森林経営は、所有のいかんを問わず、つねに森林のもつ公益性を考え、森林の機能の回復・維持・発展につとめながら、合理的に林木の生産と収穫を行なわねばならない。林分施業法は天然林を対象として、森林がもっている木材生産の経済性と環境維持の公益性とを、両立させうる施業法である。



樹洞で生活するエゾモモンガ

1965年

2. 持続的森林経営技術研究の立場 (※13、21)

最近、地球温暖化など大きなレベルでの環境問題について、森林・林業はいかに対応するかが世界的な課題となっている。樹木は寿命が長いため、良好な環境におかれると、数百年～数千年にわたって持続して成長することから、炭酸ガスを固定するのに効果的である。そこで、森林造成（植林）をはじめ、熱帯林の保全や森林の持続的経営など、具体的方策をどのように展開するかの技術研究に関心が高まってきている。

超長期にわたる地球環境管理の視点に立つならば、手つかずのままに森林を放置しておくのは好ましくない。森林が極相に達すると、炭酸ガスを固定する量と分解する量がほぼ等しくなり、森林の炭酸ガス固定機能がなくなるからである。地球環境にとって好ましい森林の管理とは、森林の現存量をできるだけ大きく保ちながら、年間の成長量を高レベルで持続させることである。木材の約1/2が炭素とすれば、現存量の半分だけ炭酸ガスを固定し、年成長量の1/2は毎年の炭酸ガス固定量とみればよい。

森林は炭酸ガスを固定する循環資源であることに着目すると、最も適切な森林の取り扱い方法は、森林が系として最大の成長量を実現できう



里山を生活圏とする
ニホンイイズナ
(コエゾイタチ)
1965年

るよう、系を壊さずに維持し、固定された炭酸ガスを木材として取り出し続けることである。取り出した木材資源が、木造住宅や書物として生活空間のなかに蓄積されたならば、それは都市の中に森林を媒体として炭酸ガスが固定されたものとみればよい。また、木材燃料は循環資源であるため、地球温暖化に対し化石燃料よりも罪は少ないとみななければならぬ。

森林の持続的経営とは、以上の視点に加え、生物の多様性の維持が確保されたものと考えている。しかしながら、こうした理想ともいえる技術を実現するためには、多くの解決されなければならない課題がある。筆者が1957年、演習林の約2万haを対象に実践してきた林分施業法の実験は、温帯・北方林における持続的森林経営の一例である。

森林のような数百年～数千年のライフサイクルを持つ自然を対象とする科学は、ヒトの30年程度の研究期間では、明確な結論を出すことはできない。このため、研究者は超長期にわたる試験研究計画を立案し、かつ当初に定めた基本を堅持しつつ、5～10年ごとに計画を修正して、実験を将来につなげていく手法が必要である。林分施業法は、演習林の第8期試験研究計画（1958年～）として始められたものであり、現在、第11期試験研究計画（1996年～）として実験を継続している。

1899年、演習林が発足以来、1950年ごろまでの50年間の森林経営は、それまで天然林の持続的経営に最適と考えられていた30%程度の抾伐（抜き切り）をし、回帰年（同じ場所での伐採サイクル）を20～30年として施業実験を行なってきたが、森林の劣化は著しく、里山地帶では原生林の平均蓄積400m³/ha程度のものが伐採とその後の虫害、風害などが加わって平均蓄積155m³/haに減少してしまった（※9）。

このような劣化した森林を、林分（4. を参照）ごとに区分けして、個々の林分が最も好ましい森林内容となるよう、個別に維持し誘導していく森林管理法が林分施業法である。よって林分施業法は、持続的な森

林経営技術研究の立場に立って、自然と人間にとて望ましい森林を追求している、息の長い大規模の実験である。1958年の開始以来42年を経た現在、ようやく環境と資源の双方から求められているニーズについて、いくつかの答えが出始めている。

演習林で30数年間ササこぎをやって、森林から学んだ天然林の取り扱いの基本的な考え方を紹介する。

3. 林分施業法の6原則（※11、12）

森林は環境維持の公益機能と、木材生産の経済機能の2つをあわせ持っている。人間の取り扱い次第で、その内容も変化する。正しい林業では、2つの機能が将来に向かってより発展するよう行なわなければならない。林分施業法はこの考え方立っており、天然林（いろいろ異なる林分の集合体）を対象に、次の6原則を基礎としている。

（1）天然林は、各林分が極盛相の直前に速く達するよう誘導し、かつこのステージで回転させる。途中相の森林は、このステージに向かって施業する。



抾伐の繰り返された奥地林
奥ノ沢・1984年

極盛相の直前とは、pre-climaxを意味する。極盛相の森林では、成長量と枯損量が等しい。これは、過熟老齢の樹木が多いためである。だが、林地の潜在生産力が最高に達しているので、すべて活力ある林木に置きかえていくことが重要である。このステージで回転させるとは、人間の働きかけによって活力あるpre-climaxになった林を、その相は保ちながら林木を収穫し、更新を続けていくことを意味する。

例えば、トドマツ・エゾマツ・広葉樹の天然林が山火のためすっかり焼けて、再生林の二次林（途中相）が発達してきた場合、天然のままでは原型の姿に復帰するまで200～300年もかかるであろうが、人間の働きかけ（作業）によってそのスピードを速めることが重要である。

（2）天然林の取り扱いは、その生態系を強度に、かつ広く破壊することをできるだけ避けねばならない。

いいかえれば、森林を構成する各生物系・非生物系の破壊と消失を、できるだけミクロにとどめるように施業することが重要である。これは、施業の結果、一時破壊された自然のバランス（地中の小動物、微生物も含めて）を、なるべく速やかにその内部から回復させ、またその周辺から浸透回復させるためであり、また施業した林地における水分や養分の消失をより少なくし、かつ気象害（風・雪・寒さ）、病・虫・獣害をより少なくするなどの重要な意味を持っている。

例えば大面積を皆伐してトドマツを植栽した場合、風や直射日光により林分から水分が奪われ、小面積の伐採跡地に植えたものに比し、その初期成長は1/2である。したがって下刈作業年も2倍かかることになる。さらに気象の激しいところでは凍・霜害を受け、成林の見込みのない現場が北海道内のいたるところに見受けられる。

（3）天然林は無数の異なる林分で構成されているから、林分の構造およびその動きに応じて、総合機能がより発展するよう適切な作業が行なわれねばならない。

型にはまったく伐作業や漸伐作業とか、また皆伐作業といった画一的方式で施業すると、必ずどこかに無理が生じて無駄が多くなり、森林は発展していかない。また林型にこだわりすぎては駄目である。林分には動く方向があり、その方向に動かしてやるのが、無理のない自然の理にかなったやり方である。林分の構造およびその動きについては4. で詳しく述べる。

（4）天然林は最高の総合機能をもつ高多層林に誘導すべきである。とくに、陽光を最初に受ける最上層の林木を、量的、質的生産能力の高いものに導く。

森林の総合機能（木材生産と環境保全の両機能の総合）は、幼齢林より高齢林が高く、疎林より適正な立木密度の林が高く、単純林より混交林が高く、单層林より多層林が高いのが原則である。単位面積当たりの物質生産が最大である極盛相の直前における多層林こそ理想型である。

当演習林のトドマツ・広葉樹の混交林において、ha当たり年成長量7～8 m³の林分は現在ざらに存在し、やや理想型に接近した林分では10～12 m³程度である。条件の良い立地では、やがて15 m³程度期待できるものと推定している。北海道の天然林は、一般に成長量が低いことは事実だが、これは良木伐採の結果であって、松川恭佐氏が設定した帯広営林支局足寄伐試験地では、合理的伐採を行ない、年平均成長量10 m³を越えるようになった。上層木の能力をより高いものにしていくことが、きわめて重要である。

（5）遺伝的に悪い木は淘汰し、すぐれた木は保存し、より発展させる。

森林を構成する林木の個体の形質（表現型）は、遺伝子と環境因子の総合作用によって現わされている。当演習林では、遺伝子に由来すると考えられる形質不良木などは、まっさきに淘汰された。広葉樹は幹の通直性、枝の角度および大きさ、病害、材質などにポイントをおいた。環境か遺伝子か分からぬ木も多いが、集団として遺伝子が劣悪だとされ

る現場も存在した。現況では里山地帯においては曲った広葉樹はほとんど姿を消した。

天然林の施業は、遺伝子のコントロール作業である。しかし、天然林内の遺伝子構造の解析（※4）は、未だあまりなされておらず、今後の緊要な課題である。

（6）地力を維持し、諸害に抵抗力の高い健康林（針・広混交複層林）の造成を目標とする。

天然の森林は、自己施肥作用の働きをもっており、また複雑な生態系によって、ある特定の種の病菌や昆虫などの著しい増殖をおさえる働き、すなわち自己調整作用をもっている。病・虫害の集団発生に対する抵抗力は、単純林より混交林が高く、単層林より複層林（多層林）が高い。



ヤツバキクイムシによる
エゾマツ林の被害
奥の沢・1985年

老齢化した林木は抵抗力が弱くなっている。北海道における過熟老齢の天然林では、エゾマツ・トドマツに対してヤツバキクイムシなどの集団発生が、しばしば起こる。また心材腐朽が顕著であり、風害などに対しても弱い。これら老齢化した林木をより早く伐採していくのも、単に林分としての成長量、価値を高めるだけでなく、恒続的な健康林を作り上げることを考慮したことである。天然林内における広葉樹は、地力の悪化を防ぎ、風害や病・虫害などに対する森林の抵抗力を高める保護的な役割を果たしている。

健康な森林とは、結局は多くの生物群集がバランス良く保たれ、立地において正常な物質循環を行なう森林生態系そのものであるといえる。

4. 林分とその動き

天然林はきわめて複雑であるが、同じような構成状態の林を類型化することができる。これまで林型、林分型、群落型などと呼ばれ、分類されてきた。この一つの型で占められている部分を、一つの施業単位と考え「林分」と定義する。面積の大きい林分もあり、小さい林分も存在する。林分の定義は難しいが、林分は森林の構成部分であり、林分の集合体が森林である。

例えば、北海道のほぼ中央に位置する演習林を対象に、林分を基本的に分けてみると、林冠層のタイプとして単層林分、複層林分があり、ウッカ閉度から疎林分、密林分があり、樹高の大きさから幼齡林分、壯齡林分、老齡林分があり、樹種の構成上から針葉樹林分、広葉樹林分があり、針・広混交林分が普遍的に存在する。しかも、現実にはこれらの基本型が組み合わさり、さらに林床植生（ササ型、シダ型など）の条件も加わり、きわめて多数の林分が存在する。林分の存在と、その動きを模式化したのが図-2および図-3である。

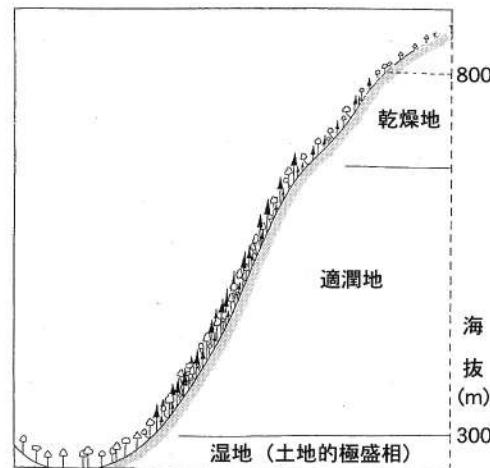
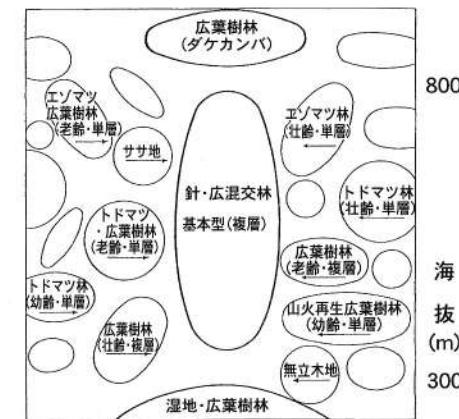
図-2 東京大学北海道演習林の縦断模式図^{※12}

図-2で、海拔300m以下の森林は湿地で、広葉樹林であり土地的極盛相。また、800m前後よりダケカンバ林となり、これも局所気候に支配された極盛相で、その間が気候的極盛相である針・広混交林である。針葉樹の中では、より上方でエゾマツが優勢であり、下方でトドマツが優勢となることを示している。もちろん広葉樹の樹種の分布も海拔高によって、かなり支配をうけている。

図-3で示すように、各種の林分が存在する。森林内のササ地だけの部分も、一つの林分である。中央に大きく示した針・広混交林分は普遍的に最も多く存在し、この地帯の基本型（複層）であり、かつ森林の総合機能としては理想型である。そして、すべての林分はゆっくりと基本型に向かって動いているのである。基本型の林分も、いつまでも放置すれば解体、分散していく。したがって、各林分を速やかに基本型に誘導し、かつどの林分も最も活力のあるpre-climax stageを保っていくよう施業することが重要である。

図-3 森林を構成する林分の動き^{※12}

- (1) 気候極盛相である針・広混交林を対象
- (2) 図1に対応して、いろいろな林分が存在する模式図
- (3) 各林分はゆっくり基本型に向かって動いている。基本の林分も、いつまでも放置すれば、分散していく。したがって、各林分を速やかに基本型に誘導し、かつ、どの林分も、pre-climaxの段階を保っていく。

5. 林分の仕分け

林分施業法は、林分ごとに森林の取り扱い担当者が自由に施業していく作業法（一種の照査法^{※7}）であることから、まず、森林を林分単位に仕分けすることが出発点となる。

この場合、林を静的、つまり現状の姿だけでとらえると、きわめて多くの林分型となるが、動的に移り変わりゆくものとして把握すると、単純化しうる。林分区分が多すぎると煩雑となり益がないものである。

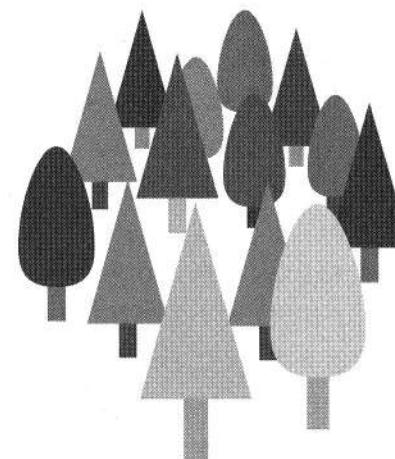
演習林では、施業計画と施業実行上の複雑さを避けるため、個々の林分について天然更新が容易であるか否か、立木の品質が良いか悪いかを判断の基準として、天然林を択伐・補植・皆伐の3林分に仕分けして施業している。

ここにいう「択伐林分」とは、きわめて広義の択伐的取り扱い可能の林分をすべて含めている。たとえ一斉林型の林分が多少存在するとしても、長い期間ではやがて解体して複層林に移行していくので、また、ある時点でそのように誘導していくので、あえて独立した林分名をつけない。ただし、択伐林に仕分けされる基準として、その立地が本質的に天然更新がやりやすいことが前提の条件である。

「補植林分」とは、天然更新可能の立地であるが、優良樹や幼樹の存立も少なく、林床はササで占められている疎林であり、このままでは将来に向かって期待がもてないので、発展性のある良い木は残し、悪い木を整理して、トドマツや広葉樹を補植または播種し、成林後に択伐林分に編入替えする林分である。一度完成した択伐林は、将来収穫作業を繰り返すだけで、その能力をますます増大していくのである。

「皆伐林分」とは、沢の凹地形や北面のなだらかな地形に見られるように、天然更新がむずかしく、現実に広葉樹の不良木が多く、将来とも価値成長、量的成長の期待がもてないことから、その立地に応じた樹種を植え、高伐期の皆伐作業を繰り返すものである（注／なお、第10期試験研究計画からは、皆伐林分として植栽された人工林も、林床に更新してきた稚樹を保育し、複層林に誘導し、将来は択伐林に編入する方針をとっている ※9）。

以上の理論と手法によって、施業面積2万haの森林を対象に第8期施業案（1958～1967年）を編成し、実践にとりかかった。



IV 林分別の施業技術

前記した林分施業法における基本的考え方の6原則を根底において、林分別に技術を施していくことになる。林分施業法は、林分の内容に応じてその動きを見て、林を動かしていく技術であることから、あくまでも現場主義でなければならない。林分別の施業技術の要点を紹介する（※9、11）。

1. 拝伐林分（再生林拜伐を含む）

1) 拝伐木の選木

天然林拜伐林分における選木は、原則として樹齢、径級に関係なく、その林木が材積成長および価値成長のより有利な増大に寄与できるか、否かによって決定する。選木基準をあげれば次のとおりである。

- (1) 不良蓄積（枯損木、病虫害木、過熟老齢木、形質不良木）を先に淘汰する。
- (2) 上層木のうち、樹冠が貧弱で着葉量も少なく、活力の乏しいもの。
- (3) 有用稚幼樹および小・中径木の成長を阻害している形質不良木。
- (4) 更新を妨げている林床のササを減少させていくことが重要で、針葉樹は強く光をさえぎりササの消滅に大いに役立つが、広葉樹だけではササは消滅しないから、針広混交林においては、広葉樹をより多く拜伐する。
- 逆に、針葉樹が多く、広葉樹の極めて少ない林分は、林床が暗くササが消滅しているか、または極めて少ないから、針葉樹はやや強度に拜伐して、広葉樹の更新を図る選木をすべきである。
- (5) トドマツ優占林分では単木的選木を主とするが、標高の高いエゾマツ優占林分では比較的林冠群の構成もはっきりしているので、樹群単位の選木をする。
- (6) 林分内部の針葉樹は、林分の量的成長の増大にウエートを置き（ただしエゾマツ・アカエゾマツは価値成長を重視する）、広葉樹は価値成長

を重視する選木を行なう。



拜伐林分の拜伐前

1972年



同上拜伐林分の拜伐後

1972年

再生林拜伐林分は、1911年、1914年の山火事跡に更新したものであるが、これら林分は、植生遷移の系列からみると、途中相に相当する森林である。

過去の施業経過をみると、一部の地域においては、林齢45年までに製炭原料材として、焼け残りのミズナラ大径木、叢生している上層木の一部、中・下層の形質不良木を対象に、弱度の間伐を実施した形跡があるものの、ほとんどの林分は無手入れのまま推移した林分である。

この再生林択伐林分は、ウダイカンバを主体とする林分が多いことから、長伐期の高品質大径材生産に向けて育成する方針である。従って、過密な林分の間伐を早急に行ない、林分の健全性を高め、有用広葉樹の肥大成長を促進させる。このため、次のとおり伐採木の選木を行なう。

- (1) 上層の、将来まで残存させる有用広葉樹のクローネ（樹冠）を側圧している隣接の形質不良な上層木を間伐する。
- (2) トドマツ稚幼樹の存在するところは、この稚幼樹に充分陽光が当たるように、その障害となる形質不良木を、上・中・下層にわたり積極的に伐採する。また、焼け残りのトドマツ母樹が存在するところはその母樹を保存し、天然更新を図る。
- (3) 局部的に不良木のあるところは、局部皆伐してトドマツ、アカエゾマツその他の樹種を植栽する。
- (4) チョウセンヤマナラシの形質優良林分は、天然更新（萌芽更新）をはかり、不良林分は皆伐して林種転換する。

以上、択伐林分における伐採選木について述べたが、現実には、年伐量、回帰年、作業仕組み、収支のことなどを組み合わせ、総合的に判断して実施することとする。

2) 更新・保育

択伐林分における補助造林作業は、ツル切り、除伐、稚樹の刈り出し、伐根造林、小孔状地植込みなどとする。林況によって、補助造林作業の全部または一部を行なうことで択伐林分の育林効果は著しく高まる。

ツル切りは、やがて伐採されると予想される樹木以外に付着しているツルを切り落す作業で、大・中・小径木を問わないが、とくに稚幼樹に対しても重視する。

除伐は針葉稚幼樹の生育を、被圧・側圧している形質不良の小径広葉樹を対象に行なう。また、広葉樹類の更新旺盛な林分では、形質良好な有用樹種の成長を阻害するものを除伐する。

伐根造林の方法は、トドマツ、アカエゾマツの大苗の植込みを実施する。稚樹刈出作業は、ササの下にトドマツ、エゾマツなどの稚幼樹が更新している箇所を対象に、人力による刈出し作業、ツル切り・除伐と平行して実施する。この外、小孔状地の植込みは、周囲の樹高、地形、傾斜、光の射入方向を考慮して植込み地の大きさを決定する。トドマツ植栽に当たっては、局部的密植をする。

補助造林は、実行することによって効果が顕著に現われる箇所から、隨時始めていくものとする。

現在、実施している択伐林分における作業の流れの主要事項を以下に示す。

〔林況調査と選木作業〕

林況調査	林分区分 森林蓄積調査：樹種、材積、本数など
現地検討会	適切な選木・更新技術と合理的な路網の選定など
収穫調査	マサカリ、輪尺、極印、札付け、野帳付けの5人1組(注) の調査チーム 選木—選木基準…どの樹木を伐採するかの選木が最も大切、林分構造の状態を判断して選木する。 育てる木：着葉量が多く健全で成長量の増大が期待できる木、木材として利用価値の高まる木。 伐る木：成長の衰えた病害・老齢衰弱木。優良木の成長を阻害している木。

- 伐採**：残し育てる木に、障害がでないように作業を行なう。
- 集材**：育成、保残木に障害を与えぬよう、原則として大型集材機械の使用を制限する。

(注) 役割の呼称とその内容

- マサカリ（伐採木を選び、幹を打つ響きで材質を判定する）
- 輪尺（伐採木の胸高直径を測る）
- 極印（マサカリで削ったところに極印を打つ）
- 札付（番号札を付ける）
- 野帳（調査記録する）

2. 補植林分

1) 伐採木の選木

補植林分の伐採木の選木方法は、前項択伐林分の小群状択伐を拡大したものである。次に林分内のまとまって生育している樹群について、以下の基準にしたがい、残すべき樹群と伐採すべき樹群、あるいは単木を決める。

(1) 残すべき群または単木

- ①将来、価値成長の期待できる形質良好な広葉樹が、比較的まとまって生育している群。
- ②針葉樹の稚幼樹および形質良好な小、中径木等が生育している群。
- ③形質良好な広葉樹で、枝下高がほぼ4m以上あるものと、これを中心にして数本の小樹群を形成しているもの。
- ④形質良好な広葉樹で、単木的に残しても側芽が発生するおそれのないもの（ウダイカンバ、ダケカンバ、エゾイタヤなど）である。

(2) 伐採対象となる群または単木

針葉樹大径木、形質不良の小径広葉樹、側芽が発生し、形質の低下を招くおそれのある広葉樹（シナノキ・ホオノキ・ハンノキ）。疎開などによる急激な環境の変化に弱い樹種（ハリギリ・ニレ類）は単木として残さない。

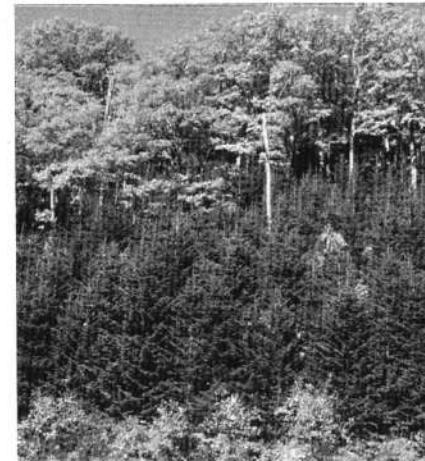
2) 更新、保育

現地の実態に即し、植込み、地表処理、保育を、確実に更新が図れる合法的方法によって実施する。天然稚幼樹、残存木の有無、配置状況を勘案し、全刈または筋刈地拵を行ない、必要本数を植込む。植込み樹種としてはトドマツを主とするが、これが不適当な場合は、アカエゾマツ・エゾマツも採用する。植込み本数はトドマツの場合、最大ha当たり3,000本とし、天然性稚幼樹残存木の状況に応じて減少させる。保育は下刈、ツル切り、除伐とし、林床植生、林分の状況など、現地の実態から必要に応じて行なう。



補植林分・植栽3年後

神社山・1973年



補植林分・植栽20年後

神社山・1990年

現在、実施している補植林分における作業の流れの主要な事項を、以下に示す。

〔補植林分の造林・保育作業〕

植栽樹種の選定	自生する郷土樹種で地元産種子による育生苗。トドマツ、アカエゾマツ、エゾマツの5~6年生苗。
植栽地の状況	林床はササが繁茂している。
地拵え	ブルドーザーによるササの根系除去。
植え付け	春5月または秋10月。
下刈り	ブルドーザー地拵えの場合、翌年から植栽6~7年まで実行
ツル切り除伐	植栽後10年頃から。
枝打ち	植栽20年頃から。
間伐	トドマツ、エゾマツでは30~35年生頃から天然下種更新および広葉樹の侵入を誘導するように、間伐率20~30%で実行。択伐林分に繰り入れる。

3. 皆伐林分（再生林皆伐を含む）

1) 伐採箇所

皆伐を行なうところは、過去の施業において良木が伐採された結果、

不良蓄積が主体をなし、林床はササおよび大型の湿性草本類に覆われ、天然更新が極めて不良な箇所である。土壤水分はやや多いが全体に肥沃なことから、人工林造成は確実で、しかも、人工林化することによって森林生产力の増大が期待できる。

伐採に際しては皆伐といえども更新樹種の特性を考慮しつつ、現状に応じて保残木、保護樹を残す。

2) 更新・保育

植栽する対象立地の気象、土壤環境に応じ、適宜に造林樹種を採用する。トドマツ、アカエゾマツ、雑種カラマツ、ヤチダモなどとする。

植栽基準本数は、造林対象地の天然稚幼樹の発生状況、および保残木、その他の配置状況を勘案し、これらの有効活用を配慮して植栽本数を決定する。

ツル切り、除伐は、下刈終了から植栽地の樹冠閉鎖が完了するまでの間に現地の実情に応じて2~4回程度実施するが、前半はツル切りを主体とし、後半は除伐を主体に行なう。

枝打ちは無節の優良材生産を目的として、枝打ちすることによって、将来、立木価格が著しく高まるもの、あるいは高品質材（合材、家具材、建築用内装材）となり得るものについて実行する。したがって、一般用材生産林については、原則として枝打ちの必要性がない。

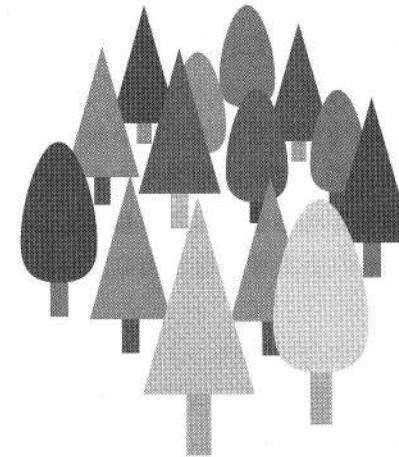
間伐は、林冠がウッカ閉状態に達した人工林に対し、林分の健全化と利用価値の向上を図ることを目的として、林木間の競争を緩和し、併せて資源の有効利用を図るために実施する。なお、間伐を実行するに当たっては、林分の状況および売り払いの可能性などを総合的に検討の上、で決定する。

現在、実施している皆伐林分における作業の流れの主要事項は、補植林分とほぼ同じである。



皆伐林分の植付作業

1972年



V 林道開設

集約な林分施業法を実践するためには、林道網の開設が前提の条件となる。しかし、本施業法を始めた1957(昭和32)年から1965年までは、残念ながら予算的制約でほとんど林道開設が伴わず、次第に林分施業法の実行、継続が困難な状態に追いこまれていった。林道開設当時の考え方をここに紹介する(※11)。

1. 林道開設の推進

作業員と馬不足、さらに賃金の高騰から、奥地林の西達布第2施業区で行なわれていた直営生産事業を、1966年に初めて、過去の人・畜力作業から全面的にトラクター集材作業に切り替えた。

しかし、伐採率25%の抾伐のため、当時全国で普遍的に行なわれていた全幹集材の方式では、作業の際に林内の稚・幼樹の損傷が大きい。そこで伐区内に濃密な低成本林道(ha当たり50m程度)を作設して、従来どおり玉切り丸太を林道沿いに平均200m³の小土場に巻き立てて、集材距離の短縮を図る方法をとった。



奥地林に伸びゆく
低コスト経営林道

事業区界
1966年頃

伐木造材とトラクター集材は夏期に行ない、冬期の凍結を利用してトラックによる運材が可能な時期に売り出しを実施して好成果を収めた。この方式によって、直営生産事業の地域では作業員と馬の不足、賃金の高騰を吸収して、林分施業法が継続して可能となり、濃密林道ができ上がつていった。

また立木処分区域では、支出予算なしに低成本林道を作設していく方法を考え、1966年に、奥地林の麓郷第2施業区(抾伐率25%)での実践に踏みきった。諺どおり「窮すれば通ずる」とはのことであった。

つまり、立木処分は林道がなければ冬期の馬搬に頼らざるを得ないことから、作業のための作業員や馬の数も多くなり、彼らの宿泊設備費の増大、通い時間のロスなどを考慮して、立木処分の価格を算定しなければならない。そこで、入札業者に林道を作設させトラックが現場まで入り、運材を可能にした場合を想定して、立木処分の価格を計算してみると、難工事以外の林地では、両者の価格にほとんど差がないことが分かった。

このことから、ただ1回のみの集材に限らず、広い森林經營の立場から予定路線を決め、道路敷の立木と周辺の抾伐木とを含めて入札することにしたのである。業者は条件どおり、降雪以前に路線どおりに林道を作設して仕事を進めた結果、伐区内にha当たり35mの林道ができ上がり、業者側としても少ない作業員と馬数で仕事の能率があがり、この方式を歓迎した。

かくして立木処分の区域においても、作業員不足、賃金の高騰などを吸収して、きわめて低成本ながら、林道がどんどん伸び、集約な林分施業法の継続が可能となった。

2. 林道区分と構造

1) 幹線林道

演習林全域の拠点を結ぶ路線で、公共道路（国道・道道など）と事業区、事業区と事業区を連結するものであり、森林と市場とを効率的に結び、林道網構成の根幹をなす路線である。利用対象の面積は複数の施業区を包括するものとし、通年にわたるトラック運材可能のみならず、実習や研究会で現地に入る大型バスなどの乗り入れ可能な恒久施設とする。

2) 経営林道

幹線林道または一般公道から分岐して施業区に入る路線で、施業区内の経営・管理上の枢要部を占める路線である。利用対象の面積は複数の林班を包括するものとし、通年にわたるトラック運材可能な恒久施設とする。

3) 作業林道

経営林道または幹線林道から分岐して施業地内に入る路線で、木材搬出、育林作業を目的として作設する路線であって、利用対象の面積はおおむね林班単位とする。回帰年ごとに使用されるトラック林道であるが、冬期に運材可能な低コスト路線である。

以上のうち、幹線林道は臨時の林道予算費により、設計に基づいて施工される。経営林道は臨時費と経営費で開設されているが、後者の場合はほとんど設計なしで実行され、作業林道は経営費で全く設計なしに行なわれる。

予算が少ないために、経営林道以下の林道は当分の間、冬期に運材可能で夏期にジープが通れば良いことを最低の条件にして、必要な所にのみ砂利を入れ、ブルドーザーによってL型側溝を掘り、排水処理をほどこした。幸い、当演習林は地質、地形に恵まれており、山砂利および熔

結凝灰岩の風化土（火山灰に似ている）を活用して、徹底した低成本ト林道工法を実現できた。

3. 林道開設の基本課題

実践から学んだ演習林における林道開設の基本的課題を述べておきたい。低成本林道がにわかに普及しつつあるので、逆に将来における災害の発生、森林の破壊などを恐れるからである。

林道は、森林の経営にとって欠くことのできない、いわば血管の働きをするものであるが、森林の総合機能をより発展させていく観点から開設されなければならない。

そのため演習林では、（1）エロージョンを起きない。（2）自然景観を破壊しないという2つの原則を重視して、林道開設を進めた。

さきにも触れたように、演習林内では林道予算が少ない上に、予算なしでも林道をつけ、林分施業法の実験を進めていく必要性から、低成本の林道で我慢せざるを得ない。低成本林道では、エロージョン（崩壊）の問題が最大の課題である。もし、その地域が豪雨に見舞われれば潰滅的な打撃を受け、林道としての機能がなくなるばかりでなく、山崩れがおき森林も破壊され、大量の土砂流が起こり下方にも災害をもたらすからである。

天然林の自然景観には、美と調和が保たれているものである。もし、急斜地の森林にあらわに林道をつけると、自然景観が壊され、醜となり、膨大な経費をかけないかぎり、ますます崩壊してくる。醜が現われていることは、その行為が自然の力や法則と調和していないことを意味する。人間が景観として意識するには、対象物（森林）との空間距離が必要であり、その距離のいかんにより意識の内容に差異も生じる。

演習林で20~30°の山腹急斜地にこれを横断する林道をつけ、その上

方および下方の森林について24%の抾伐を行なったが、眺める距離が短ければ、林道はところどころに見える程度で、景観を大きく変えることはならない。さらに、遠く離れると林道がつけられていることに気がつかない。林道は森林風景のなかにとけこんでしまうように作設すべきである。

エロージョンを少なくすることと自然景観の維持とは、お互いに補完しあう性質のものである。この2つの原則を守って、機能的な林道を開設していくことが重要である。

4. 林道開設の注意事項

林道開設による森林の破壊をできるだけ防止するため、慎重に仕事を進める必要がある。当演習林での林道開設の実践とその経過を紹介する。

1) 森林構造への配慮

原生または老齢林を主体とする森林は、一度に伐開幅の広い道を作ると、風害、虫害などで林道周辺の森林が急激に破壊されることがある。とくに風衝地で顕著である。このようなところは、狭い伐開幅で林道を作設して、林道周辺では弱度の伐採をする。また、一定期間を経て道路周辺の林分が安定した段階で、道路を拡幅する。

抾伐が繰り返されて若がえった森林では、抵抗性が大であることから、特別風当りの強いところ以外は、計画どおりの林道の伐開・作設、および収穫を行なって良い。

2) 傾斜地における配慮

山腹の崩壊、土砂流出に対する配慮が特に必要である。したがって、林道の谷側の立木は原則として伐採せずに、等高線沿いのルートを通す。急傾斜地へのとっつきは鞍部、沢尻などの大きな土工量を必要としないところまで路線を誘導し、急カーブは作らない。

3) 土質に対する配慮

当演習林の例では、安山岩および熔結凝灰岩を母岩とする地域は、山腹傾斜が30°を越えて路床は不安定している。林道作設に当たっては、斜面をブルドーザーによって切取りしてあるため、1年ぐらいは法面上部で少し崩れるが、2年後からは安定した状態になる。輝緑凝灰岩・泥岩などの風化しやすい母岩からなる地域は、地質的に不安定で傾斜が30°を越す急斜地のところは、とくに排水処理に注意を要する。その2年後からは安定した状態になる。

5. 林道周辺施業

第9期には独立した10の施業区があり、定められた回帰年（第8期では里山8年、奥地林20年）ごとに施業が行なわれた。当演習林には全域にわたる主な林道開設のマスタープランができている。各担当員は受けもちの施業区全域と伐区ごとにマスタープランと照合して、経営林道であるか、作業道であるかを判断し、さらに地質、地形、岩盤の深さ、岩石の有無を調べて予定路線を決める。

この予定路線について、施業区の担当チーム、作業所長、山部（やまべ）の各担当係（調査、生産と処分、造林、土木）、森林工学試験係、ブルドーザーの運転手と林長とが一緒に踏査して、路線の是非、作設の難易を確認するとともに、森林の内容に応じて、どこからどの程度を伐採し、どこに何を植えるかをディスカッションして、施業の具体的方針を決めた。

伐採収穫は林道からやや離れていても、伐ることだけで林分の機能がより発達していくところを優先する。とくに風衝地の森林では、林道をつけることによってさらに風当りが強くなるので、林道周辺の伐採は弱度に控えるべきである。



林道周辺施業

1966年頃

育林作業（補植、ツル切り、除伐、ササ枯殺、枝打ちなど）は、林道からおよそ70m以内で積極的に行なう。集約な林分施業法の実践には、作業線を含めて、将来ha当り70m程度の路線があれば十分と考えられる。したがって70m以内で能率的に育林作業を行なえば良い。

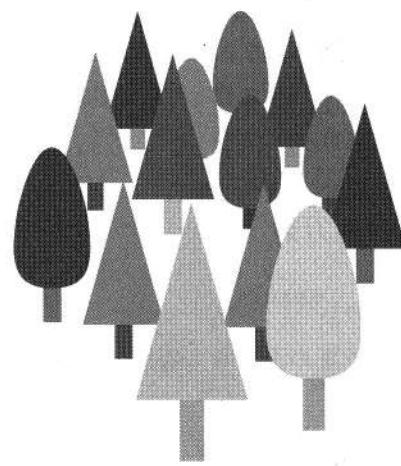
当時の推定では、演習林の天然林ではha当り35m程度の林道と35m程度の作業線（注）でよいのではないかと判断した。一挙に高密路網をつけることによって、森林機能の低下、災害発生の恐ればかりでなく、将来開発される収穫手段の革命的变化もありうることが予想されたからである。

演習林の全林班ごとに、木材生産費（林道費十集材費）を最小にする方式によって、適正林道密度の基準（巾がある）が一応、計算されているが、必ずしもこの基準に拘泥せずに、立木処分の区域では、処分価格

で伐区内の林道作設費を吸収できる範囲の林道距離をできるだけ長く合理的につける現実主義をとっている。そして林道作設の困難な場所は、直営でカバーしている。立木処分の物件が小さいと林道作設費を吸収できないので、林道を入札者に開設させることができないからである。

先行して施業年度の1～2年前に、伐採区の主要な林道を作設する方法を採用したが、施業全般に対する作業効果は大きかった。

（注）作業線／当面の伐木・集運材作業、または育林作業の一時的必要によって林班内の特定区域に作設される路線で、トラクター道またはジープ道であり、使用後は林地に復元するものが多い。



VI 林分施業法による
第8期施業

1955（昭和30）年に林分施業法の構想を組み立て、1956年に里山の布部（ぬのべ）実験林で実際のやり方を試み、見通しを得たことから、翌年から20,000haの施業林を対象に本施業法の実験にとりかかった。従来、この種の実験は測定や管理の都合上、せいぜい数十haの小規模で行なうのが常識である。しかし、集約な施業では「小さい試験林としては成功するだろうけれども、大規模な実際施業では実行できるものではない」と反論される恐れがあるので、事業的規模で実験に踏みきった。

一方、施業案の改訂期になったので、急いで林分施業法を採用した第8期施業案（1958～1967年）を編成することとした。前期の施業案も作った当時、東大演習林本部の扇田助教授が主査となり、われわれ現地職員とともに編成した。そのあらすじの経過と実践内容を紹介する（※11）。

1. 編成の基本方針

編成に先だって、次の基本方針を決めた。

- (1) 林分施業法を採用し、職員数、予算の面からも実践できる内容のものであること。
- (2) 節伐によって山を良くするという従来の消極的な考え方ではなく、許容の範囲でできるかぎり年伐量を多くして、森林から不良蓄積を速やかに淘汰する。従前のように予備林などは設けない。
- (3) 従来のように蓄積、成長量、成長率を低く見積もらないで、正しい数値を出して年伐量とする。
- (4) 標準年伐量は絶対に厳守する（従前は、ほとんど守られていなかった）。
- (5) 里山9,000haに対しては林分施業法の技術を着実に実践し、その成果を早めるため、回帰年を短縮する。

(6) 当時の国有林における担当区と似たシステムを採用する。

2. 施業区制度の採用など

演習林の総面積は24,000haで、施業林が20,000ha、その他4,000ha（試験地、保存区、施業制限地、林業外地）である。前期案を踏襲して全林を1事業区とし、西達布、麓郷、山部の3分区に分け、さらに施業区に細分けして施業を行なうこととなった。当時の管理組織は、大綱において前記した組織と差がない。ただし施業区数は18設けていた（図-4）。



図-4 第8期施業区図

そして施業林20,000haを、3つの作業級（注）に分けた。里山の森林9,000ha（山火再生林1,700haを含む）を第Ⅰ作業級とし、林分施業法により集約に施業を実施するため、地域別に16の施業区（平均5～600ha）に分け、施業区主任と3～4名の補助者のチーム編成で2～4の施業区を受けもった。

地利級（交通の良否）の不便な奥地林10,000ha余を第Ⅱ施業級とし、里山より粗放な扱いとし、2つの施業区に分け、面積が広いことから1施業区ずつ受けもつこととした。そして人工造林地730haが第Ⅲ作業級である。

施業区は全く独立した単位として施業が行なわれていくが、施業区を担当するチームは受けもちの森林における一切の業務（立木の調査、伐採、造林の実践または監督・指導、森林の保護、管理など）に対して、関係の上司または組織と連携を保ちながら責任をもって実行する体制である。直営生産は西達布第2施業区のみで実施され、チーム編成も6～7人と多い。他の施業区では、伐採はもっぱら立木処分で行なわれる方針をとった。

（注）作業級：森林内容が類似して、同一の森林取り扱いをする林分を合わせた集団（区域）。

第Ⅰ作業級については、これを16の施業区に分け、さらに各施業区内を回帰年8年に対応して8つの年伐採区に細分した。

第Ⅱ作業級については、これを2つの施業区に分け、さらに各施業区内を回帰年20年に対応して20の年伐採区に細分した。

3. 第Ⅰ作業級の施業方針

過去の施業内容（I-3）で述べたとおり、本作業級の森林は地元住

民に対する自家用の用・薪材および公用材として、しばしば払い下げした里山の天然林である。このため蓄積はきわめて少なくなってしまっており、林力の回復を第一にはからねばならない森林で、トドマツ・広葉樹混交林で占められ、山火再生林施業も存在する。

そこで9,000haの天然林を択伐林分（74%）、捕植林分（16%）、皆伐林分（10%）に区分した。再生林については、当時、捕植林分の仕分け方に問題があったので、とりあえず択伐林分（70%）、皆伐林分（30%）に区分した。回帰年は、不良蓄積が多く、またできるだけ早い期間に一巡整理を完了させ結果を早くつかみたい意向から、検討の結果、8年と決めた。

林分別に数多くの標準地をとり、まず針・広葉樹別、径級別（大40cm以上・中26～38cm・小径木6～24cm）の成長率を成長錐を用いて算出し、つぎに林分別にha当たり、針・広葉樹別、径級別（副木も含む）の本数と蓄積を算出し、さらにha当たりの成長量と成長率を算出した。里山の中央山択伐試験地の20年経過した測定資料で、枯損量を差し引いて、林分別の純成長量、成長率の値を修正した。

その内容を、表-4にまとめて示す。再生林は40年前後の若い林で、主体をなす択伐林分を対象にした数値であり、やや高い値と思われる。

表-4 第Ⅰ作業級の林分別の蓄積・成長量・成長率（※11）

林分区分	平均蓄積 (m ³ /ha)	成長量 (m ³ /ha)	成長率 (%)
択伐林分	228.24	4.57	2.00
捕植林分	189.59	3.48	1.84
皆伐林分	115.24	2.10	1.82
再生林	109.88	4.62	4.20

1) 択伐林分の伐採率

平均蓄積228m³、回帰年8年、林分成長率2%であるから、1回帰年後に原蓄積として計算上復帰する伐採率は15%である。成長の衰えた木や不良蓄積を淘汰し、伐採を繰り返していくれば、成長量が増大して蓄積

も大きくなってくることを期待し、伐採率の基準を13~15%とした。

2) 補植林分の伐採率および整理期

平均蓄積189.59m³、回帰年8年、林分成長率1.84%であるから、1回帰年後に原蓄積に復帰する伐採率を求める13.3%となった。本林分は択伐林分より蓄積も少なく、かつ不良木を1回で淘汰し、優良木を残して伐採跡地に積極的に補植して林分を改善していく現場であることから、13%程度では伐採事業や造林作業の上から不利である。そこで、年伐区内の補植林分の全面積を施業するのではなく、その3分の1部分について重点的に施業して、回帰年の3倍の期間で1巡整理を完了することとした。したがって補植林分の整理期は24年である。

補植林分の伐採率は、本質的には林分の内容によって実行者が自由に決めてよい性質のものであるが、施業案編成の計算上の立場から、一応35%とした。補植林分の造林面積は、択伐林分の小孔状地への植込みも含めて年間11ha (ha当たり3,000本として実面積換算)とした。造林樹種は原則としてトドマツである。

3) 皆伐林分の整理期および年伐採面積

この林分面積は682ha存在する。ha当たり平均面積115.24m³、回帰年8年、林分成長率1.82%を用いて、同じく1回帰年に元の蓄積に復帰する伐採率を求め、さらに伐採量を求める同林分の11haにあたる。生産性の低い林分を早く更新したい考え方、造林予算の面からの制約などを考慮して、年間20ha程度を適当とした。したがって、第I作業級全地域内の皆伐林分の整理期は、回帰年の4倍、すなわち32年と定めた。

4) 再生林の伐採率、整理期、皆伐面積

再生林の択伐林分は、回帰年8年、本数で40%、材積30%程度の伐採を行ない、優良広葉樹の生産を目標としながら、それぞれの立地に応じて山火以前の林相に回復していくように誘導する施業をとることにした。

再生林の皆伐林分は、なるべく早い期間に皆伐して人工造林に切り変

えたいが、予算上の制約から整理期を32年とし、年間の皆伐面積を22haと定めた。

以上に基づいて里山の第I作業級全体については、天然林、再生林における林分別ごとに年伐採面積と年伐量および年間造林量を、表-6に示してあるように定めた。

4. 第II作業級の施業方針

本作業級の施業林は10,000ha余あり、1回または2回択伐された奥地林で、里山の第I作業級よりha当たりの蓄積も大きく、概して老齢なエゾマツ・トドマツ大径木が主体を占める林である。地利級が悪いので里山よりは粗放だが、林分施業法にのっとり不良蓄積を淘汰し、森林の内容を高めていくように施業を行なうこととした。全体を択伐林分(75%)、補植林分(17%)、皆伐林分(8%)に仕分けした。

過熟木の蓄積の多い奥地林では、回帰年を短くしてすみやかに整理伐したいが、林道がない不便な地域であることから、やむなく回帰年20年とした。第I作業級の場合と同じ手法で、林分別のha当たり蓄積、成長量、成長率を求めた値は次の表-5のとおりである。

表-5 第II作業級の林分別の蓄積・成長量・成長率 (※1)

林分区分	平均蓄積(m ³ /ha)	成長量(m ³ /ha)	成長率(%)
択伐林分	261.89	4.00	1.53
補植林分	230.85	2.11	0.91
皆伐林分	163.50	1.65	1.01

1) 択伐林分の伐採率

平均蓄積261.89m³、回帰年20年、林分成長率1.53%を用い、1回帰年後に原蓄積に復帰する伐採率を求める25%となる。前期案と同率で、事業上からも支障ないので、これを採用した。

2) 補植林分の伐採率および整理期

平均蓄積230.85m³、回帰年20年、林分成長率0.91%を用い、同様に伐採率を求めるとき16.7%となるが、これでは奥地で伐採・造林の両事業とも不利であることから整理期を40年とし、年々40分の1面積について33%伐採することとした。伐採跡地はトドマツを補植する。

3) 皆伐林分の整理期および伐採面積

皆伐林分の整理期も40年とし、標準年伐面積を20haとして、人工造林により改良することとした。

以上の方針で、第Ⅱ作業級における林分別に年伐面積と年伐量、および年間の造林面積を表-6に示してあるように定めた。

なお、第Ⅲ作業級は730haの人工造林地であるが、うち3齢級以上の造林地は605haでその平均蓄積は90m³程度である。造林地はできるだけ長伐期主義を採用し、本期中に主伐はせずに標準15%の間伐を実施していく。

表-6 第8期の年間における標準伐採量と標準造林面積 (※11)

林分区分	伐採		造林		
	面積 (ha)	伐採率 (%)	立木材積 (m ³)	植栽面積 (ha)	補助造林面積 (ha)
第Ⅰ作業級					
択伐林分	649	15	20,819	—	
補植林分	50	35	3,615	—	
皆伐林分	23	100	2,890	23	—
再生林択伐	145	30	5,496	—	—
再生林皆伐	22	100	1,764	22	—
無立木地	—	—	—	5	—
小計	889		34,584	50	11
第Ⅱ作業級					
択伐林分	393	25	27,643	—	—
補植林分	44	33	3,506	—	(10)
皆伐林分	20	100	3,276	20	—
小計	457		34,425	20	10
第Ⅲ作業級					
人工林間伐	—	—	866	—	—
小計			866		
合計	1,346		69,875	70	20

() は小孔状地植栽と伐根造林など

5. 年間の伐採量と造林面積

以上の施業内容をとりまとめたのが、表-6である。とくに本案の年伐量は約70,000m³となり、前期案の年伐量40,000m³に比べ、大幅の増となっていたことは注目すべき点である。また、天然林に対する補植造林面積21ha、皆伐人工造林面積70ha、計91haの年間造林を計上し、予算上の制約から大きい面積ではないにしても、不良林相の改良に積極的に取り組むこととなった。

6. 経過と実践内容

集約な林分施業法を採用した第8期施業案(1958~1967年)は、果たして計画どおり実践されたであろうか。前記したごとく過去の施業案(1~7期)は、大山火の被害、農地開拓、戦争、15号台風被害などでしばしば計画は乱され、天然林の施業は良木伐採の域を脱せず、択伐を行なうたびに蓄積の減少と内容の悪化をたどり、節伐と林相改良を主眼にした第7期施業も無視されて経営が行なわれてきた。

林長としてその責任の重大性を痛感し、本期から施業案に則して実践することを厳命し、自らも守るべきことを誓った。当時、林野庁は林力増強の手段として拡大造林方式を打ち出していた。この林分施業法は時流と逆の方向であるが、少なくも10年間実践して効果を得るまで努力を続けて欲しいと職員にお願いし、自ら全施業区(18ヶ所)を廻り、林分区分の仕方、蓄積査定の適否、選木技術、林分別の施業の仕方、補助造林の実行のやり方などについて指導にあたった。また、職員も全力をあげて努力した。

1958年から1960年まで施業案どおりに実践したが、日本経済の急激な進展により労務者の確保が困難となり、また賃金の高騰から不便な奥地

林の第Ⅱ作業級における造林（補助造林、皆伐造林）を中止し、この分を里山で実行することに切り換えた。したがって以降から、奥地林では補植林分・皆伐林分は、原則として次の回帰年まで枯損になると推定されるものを小量伐採したにとどまる。

施業案で定めた標準年伐量70,000m³は、全く計画どおり実行された。年間の人工造林面積の指定は90haであったが、実績は85haでほぼ目標を達成した。とくに天然林に対しては、林分施業法の諸技術を忠実にほどこし、不良蓄積は著しく淘汰され、森林は若返り、成長量、蓄積も増大の傾向をたどり、職員とともに本施業法の好成果を認識した。また、視察者も驚嘆するほどの森林となり、世の注目を浴びるに至ったことは事実である。また、本期中における当演習林の収支も、毎年相当の黒字であったことも重要な意義を含んでいる。

本期案の10年間に、施業案に規定されている実践内容、および規定のないことで、実践または実験された主な事項について述べておきたい。

1) 林分区分と蓄積

回帰年8年の第Ⅰ作業級（里山）9,000haの林分区分、すなわち択伐林分、補植林分、皆伐林分の詳細な仕分けと、それぞれの蓄積が明らかになった。回帰年20年の第Ⅱ作業級（奥地林）10,000haについては、本期施業の行なわれた5,000haの林分区分と蓄積が明らかになった。

両作業級とも各林分の面積は実測され、蓄積は標準地法（最低0.25ha以上の標準地とし、各林分ごとの面積の約4～5%に達する数を設定したので精度は高い）によったので信頼性がある。

2) 選木と収穫

前記した林分施業法の選木方針を忠実に実践したことになるが、里山（第Ⅰ作業級）では基本的な方針として針葉樹をより多くし、広葉樹をより少なくして林分成長量の増大を図るとともに、既存のトドマツ・エゾマツ稚・幼樹の生育を促進し、あわせてササを減退させて将来の更新

を有利にすることを重点にした。つまり針・広葉樹の過熟老齢木、および針葉稚・幼樹の生育をさまたげる小・中径級の不良広葉樹を徹底的に淘汰した。径級6cm以上は立木処分し、それ以下は主として職員ができる限り除伐した。

第Ⅰ作業級で、再生林を含まない一般天然林に対する10カ年の立木壳払いの実績内容をみると、本数でN（針葉樹）21%、L（広葉樹）79%（約4倍）、材積でN. 45%、L. 55%の割合で伐採された。1本当りの平均材積はN. 0.83m³、L. 0.27m³であった。以上の数値から、いかに多数の不良広葉樹が伐採されたかがうかがわれる。

里山の天然林を対象に、林分成長量測定の固定標準地40ヵ所の4年、または8年間におけるha当たり定期平均成長量は、7.4m³であった。この標準地は一般施業林と同様に回帰年ごとに施業されていくが、成長量の測定は4年ごとに行なわれている。本期施業案では里山（第Ⅰ作業級）のha当たり成長量は4m³であるから、この数値からすれば蓄積は大幅に増大しつつあることを示している。なかには最高15m³の成長量を示す林分もあり、天然林を合理的に施業すれば、成長量は低いものでなく、きわめて高いことを証明した。

奥地の第Ⅱ作業級の森林は、地利級不利のため、前記のとおり1961年以降は択伐林を重点に施業した。択伐林分については、針葉樹の過熟老齢木の淘汰に重点をおき、採算にあわない不良広葉樹はやむなく残された（将来、これらの不良広葉樹も、林道網ができ上がり便利となれば収穫できるし、また広葉樹の値上がりも期待できるため、その方が得策であると考えた）。

したがって、奥地林で立木処分および直営生産資材として調査され、伐採された10カ年の実績内容は、本数でN. 57%、L. 43%、材積でN. 78%、L. 22%の割合で伐採され、1本当りの平均材積はN. 1.43m³、L. 0.52m³で、里山とは逆の結果になった。里山に比べて奥地林は粗放の施

業ではあるが、針葉樹は一斉に若返り、施業効果は大きいものであった。

3) 造林実績

本期の造林実績は、ほぼ計画どおり行なわれた。但し前記したとおり、1961年以降は奥地林の造林はとりやめ、この分を里山に振り替えて実行した。皆伐造林640ha、天然林補助造林202ha（但しha3,000本とした実面積に換算）を実施した。補助造林には、ほとんどトドマツが植えられた。皆伐造林にはストロープマツ、トドマツ、耐鼠性の雑種カラマツ（グイマツ×カラマツ、チョウセンカラマツ×カラマツ）が用いられた。野鼠の食害を受けやすいカラマツは、実際造林には1本も採用していないことが特色である。小面積皆伐造林であることから、耐鼠性の雑種カラマツを開発して、まだ少ないながらも実際造林に採用した意義は大きい。

4) 林道と直営生産

本期案には、これらの問題についてほとんどふれていない。林道の必要性は痛感しながらも、予算制約上からたとえ計画を立てても実行が困難であった事情による。

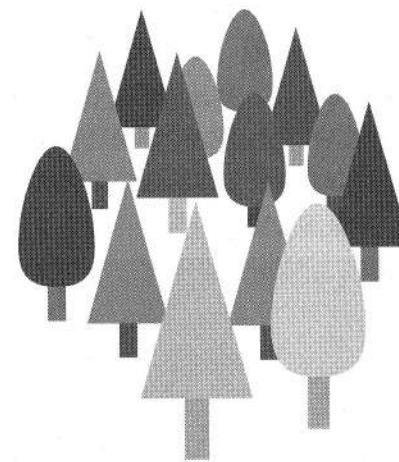
ところが前記したとおり、作業員と馬不足、賃金の高騰から、直営生産事業（丸太約8,000m³生産）を1966年に初めて人・畜力作業からトラクター集材方式に切り替えた。

まず、伐区内に低コストの濃密林道網をつくり、玉切り丸太を林道沿いの小土場に巻き立てて集材距離を短縮し、冬期運材可能のときに山土場処分を行なって好結果を得た。また前記したとおり、1966年度に奥地林の立木処分地域で、支出予算なしに入札業者に低コスト林道をつけさせる方法を実証できたことは、大きな収穫であった。



高密施業道方式によるトラクター集材作業

奥ノ沢流域 1966年頃



VII 林分施業法の実験概要

演習林における林分施業法は、以上のような理論と技術のもとで1958年（昭和33）年の第8期経営案の実行と同時に開始された。以来、この林分施業法は第9～11期計画に引き継がれ、これは北海道の大面積森林における伐採を中心とした天然林施業の有効性を実証する好例となっている。第8期～10期における概要を文献16、17によって紹介する。また、この期間の森林施業に関する年表を表-7に示す。

1. 第8期施業（1958～1967年）

1958（昭和33）年、第8期経営案が編成された。林分施業法では、施業林全体を3つの作業級に分け、第I作業級（里山の天然林）9,000haを16施業区に、第II作業級（奥地林）11,000haを2施業区に分けた。第III作業級は人工造林地を対象とした。

第I作業級では、伐採林分は回帰年8年、平均伐採率15%とし、補植林分については整理期を回帰年の3倍の24年とし、年伐区内の補植林分の面積3分の1を35%伐採し、補助造林を行なうこととした。また、皆伐林分は整理期を回帰年の4倍の32年とした。

第II作業級では、伐採林分は回帰年20年、伐採率25%とし、補植林分、皆伐林分については、第I作業級における同林分の改良が完了するまでは本格的施業を見合わせることにした。また第III作業級の人工林は、可能な限り長伐期としたため主伐対象林分ではなく、間伐のみで標準間伐率は15%とした。

施業区は全く独立した単位として施業を行ない、第I作業級の各施業区は8年回帰に基づく8個の伐採列区が区画され、第II作業級では施業区ごとに20年回帰に基づく20個の伐採列区が設定された。年間事業量は標準年伐量70,000m³、造林面積（補助造林および皆伐造林）91haを計画し、実行結果は年伐量69,000m³、造林面積79haであった。年伐量は

ほぼその目標を達成できたが、造林面積は計画量の87%にとどまった。第8期からは林分施業法の可否の決め手となる収穫調査について、技術の標準化を図るための収穫調査の仕組みが定められた。また、高度経済成長に伴う労働力の減少に対応し、林道の開設と機械化作業の導入に力点がおかれた。

1959年、造林樹種の選定基準となる標高別（530～1,100m）の造林適応試験地が設けられ、40年が経過した今も貴重な指標となっている。

2. 第9期施業（1968～1980年）

1968（昭和43）年、引き続き林分施業法による第9期経営案が編成された。この計画では労働力の不足などにより、作業の能率化・合理化を図るため、林道の拡充と施業区の統合が重要な事項とされた。第II作業



奥地林の林道作設作業

奥ノ沢上部 1971年

級のうち地利の良い区域1,377haを第Ⅰ作業級へ編入し、新生造林地を加え第Ⅲ作業級が500haほど増大した。第Ⅰ作業級を16施業区から8施業区に統合したほかは、各作業級における回帰年・伐採率など第8期と同じとした。

年間事業量は標準年伐量74,000m³、造林面積80ha、林道開設距離40kmを計画したが、実行結果は、年伐量67,000m³、造林面積60ha、林道開設距離40kmであった。林道開設がほぼ計画通り行なわれた結果、林道密度は1968（昭和43）年に8.7m/haであったものが、1980（昭和55）年には29.7m/haとなった。しかし、年伐量、造林面積は計画量を下回り、とくに造林面積は予定の75%にとどまった。その要因として労働力の減少と賃金の高騰が挙げられる。

第9期では労働生産性を高めるためにブルドーザーをはじめ、各種大型機械・車両を導入して機動性を高め、合理化を進めた。補植・皆伐林分の改良を伴う施業は林道周辺に限定し、大型機械による地拵え作業に切り替えられた。なお、第9期経営案は、当初1977（昭和52）年に完了する予定であったが、社会経済の変動期にあって以後の対策を検討するために1980（昭和55）年まで3年間延長された。



天然更新促進作業

ブルドーザーによる地がき作業
事業区界・1979年



地がき作業4年後の天然更新状況

ダケカンバ、トドマツ、エゾマツの
稚苗 事業区界・1983年

1979年、林分施業法の実験を進める中で、更新困難なエゾマツ・ミズナラなどの更新特性を解明し、天然更新技術を確立する目的で、林相・標高別（400～750m）に16ヵ所のトラクターを用いた天然更新試験地を設けて、組織的な調査研究が進められた（※2）。

3. 風害処理施業（1981～1985年）（※20）

1981（昭和56）年8月23日、15号台風による風害が発生した。被害面積は8,735ha（演習林面積の約40%）、被害材積は813,000m³（総蓄積の約18%）に及んだため、同年から開始された第10期施業案は急きょ中断され、風倒木処理を中心とした5年間の暫定計画に切り替えられた。立木の伐採は中止し、二次災害としての虫害防止、山火事などの保護対策、材質の経年的低下などを考慮して風倒木処理を実行した。育林は激害地3,100haを対象に、幼樹の保育や補助造林、地がきによる天然下種更新の促進作業、倒木更新などを立地に応じて行なうこととした。



風害激害地における地がき10年後の状況

丸山・1990年

計画量は風害木処理量571,400m³、新植861ha、地がき150ha、車道開設10.3kmなどとした。実行結果は風害木が予測より増え、810,000m³となり、地がき273ha、車道開設15.5kmとなった。しかし、新植は483haにとどまった。

風害地の森林再生過程に関する研究は、第10期施業計画（1986年）以降の主要課題として継続して行なわれている。

4. 第10期施業（1986～1995年）

風害木処理が完了した1986（昭和61）年から、第10期試験研究計画が実施された。この第10期計画は、第8期以降の28年間に及ぶ林分施業法の成果を踏まえ、さらに次の目標が掲げられた。すなわち、合理的な施



林道作設作業、排水管を埋めている

砂金沢・1990年

業法と施業計画の再検討、天然林の特性と森林成立過程の解明、路網設定と管理システムの確立、そして林産物の付加価値形成である。これらは最適な施業法を確立するために必要な研究課題とされる。

第10期計画では、労働力の不足、事業予算の縮小などにより、従来の施業組織を次のように改編した。まず、散在する人工林によって構成されていた第Ⅲ作業級を、それぞれの人工林を取り巻く第Ⅰ・Ⅱ作業級に併合することにより、従来3つあった作業級を里山の集約施業実施地域である第Ⅰ作業級と、やや粗放な抾伐作業の実施地域である奥地・第Ⅱ作業級の2つにした。また、10施業区はそのまま踏襲するものの、第Ⅰ作業級の8施業区については2施業区ずつを1単位とし、これを10の伐採列区に区画することとした。

施業内容は、第Ⅰ作業級の抾伐林分では回帰年を8年から10年に延長し、これに伴い平均抾伐率を15%から16%にあげた。また、選木基準を変更し、従来温存してきた優良大径木を逐次、計画的に収穫した。補植林分は抾伐林分の回帰年変更に伴い整理期を見直し、従来の24年（8年×3回帰）を20年（10年×2回帰）に短縮した。抾伐率は35%から40%にあげて群落単位の取扱いを一層強め、補植後に更新する有用広葉樹も合わせて保育することにした。また、大型機械（レーキドーザー）を使った地がきによる天然更新の促進作業も導入した。



土場における造材作業
岩奥沢・1995年

再生林抾伐林分は、回帰年を8年から10年に延長し、伐採率を30%から25%に下げた。そして、ウダイカンバを中心とする有用広葉樹林分への誘導を図った。第Ⅱ作業級の抾伐林分では回帰年は従来どおり20年とするが、伐採率を25%から17%に下げた。また、第9期から施業を見合わせていた補植林分および皆伐林分は、整理期を40年として第10期より改良に着手した。

主な年間事業量は、伐採量47,000m³、風害跡地の復旧を含む造林面積113ha、林道新設距離20km。実行達成率は、伐採材積96%、造林面積99%、地がき天然更新94%、林道開設84%であった。

第10期の林分施業法システム化に関する実践・研究、技術体系確立のもとに集中して行なわれた個々の研究成果は、大略次の通りである。

(1) 施業法と施業計画は、林分施業法を基本とする天然林施業がほぼ当初の試験研究計画に沿って実行され、その際の現存量調査および収穫

調査の成果を利用した研究がなされ、1994年のIUFRO研究集会をはじめ、多くの研究集会および学会などで紹介され、数多くの研修会・研究会の開催にも貢献した。

(2) 前山保存林（針広混交林）および岩魚沢保存林（渓畔林）での大面積長期観測プロットの設定をはじめ、他の固定標準地および通常施業林分での現存量調査の成果をもとに、天然林の種特性と森林成立過程の解明に関する定量的な研究がなされ、成長モデルが提案された。

(3) なだらかな地形を利用した高密路網と高性能林業機械が導入され、これをもとにした新たな森林作業システムの開発と評価が行なわれた。

(4) 路網密度の低い山火再生林・高齢人工林を対象にして、路上支障木の収益による搬出路の作設と直営による林道作設システムにより、路網の整備が促進された。

(5) 上記(4)の高密度作業道網を前提にした試験林において、搬出システムの開発を目的にトラッククレーンを用いた搬出試験が行なわれた。

(6) 優良広葉樹の市場での販売と直営生産丸太の競争入札を通じて基礎資料を収集し、木材の付加価値評価についての実証的な研究がなされた。

(7) ウダイカンバ主体の広葉樹再生林について、樹冠の形状や枝下高と通直性による選木方法を基準とした優良木化施業法を作成した。

(8) 形質のよい広葉樹についての保全と利用に関する研究の一環として、ミズナラ、ウダイカンバなどの増殖に取り組み、自生広葉樹30種の実生育苗法を確立し、更新・植栽地の造成も行なわれた。

(9) 1981年の風害によって奥地に広がるエゾマツ林が著しく減少し、しかも後継樹が少ないとから、その資源の保続が課題とされ、エゾマツ実生苗木生産に取り組み、苗の植栽を始めた。

(10) 森林レクリエーション・教育の場として、既設の林道、作業道を

活用したクロスカントリー・スキーコース（5、10、15km）の設置を検討し、地域の利用に貢献している。



樹海クロスカントリー
麓郷・1989年

この時期は、施業発展のために多くの技術開発も行なわれた点に特徴がある。

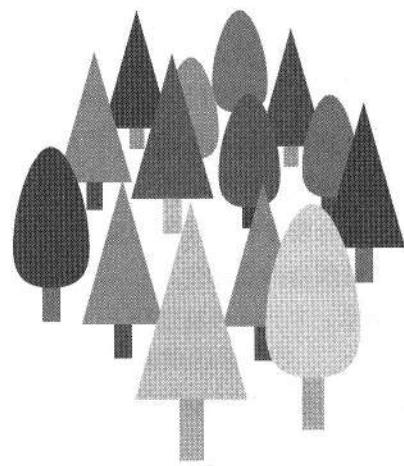
以上を総合して、本研究課題は多角的に研究がなされ、多くの成果を得て、さらに第11期施業において、その対象を広げ深めて継続する必要があると評価できる。

『演習林において1906年施業の開始以来、1998（平成11）年3月末までの年平均収穫量は約67,800m³、これまでの針葉樹と広葉樹の収穫割合をみると、通算で針葉樹69%、広葉樹31%である。植栽総面積は3,437ha、そのうち郷土種であるトドマツ、エゾマツおよびアカエゾマツが2,150haを占め、1950年代以降の植栽が大部分である。林道総延長は918km、林道密度40.2／haであり、林道開設の積極的な取り組みは1965年以降である。（※17）』。

表-7 森林施業・関連年表（1958～1999）（※17）

西暦	和暦	施業期	項目
1958年	昭和33年	第8期経営案（69千m ³ ）	林分施業法を採用し施業列区制を設ける
66年	41年	直営生産にトラクター集材を採用	
66年	41年	立木処分区域に低コスト林道の作設開始	
68年	43年	第9期経営案（68千m ³ ）	林道拡充を重点に施業区を統合大型化
68年	43年	奥地林を鳥獣保護区 11,000ha設定	
69年	44年	ブルドーザによる造林地拡張開始	
72年	47年	大麓山1,370haを保存林に設定	
75年	50年	第II作業級3,564haが水源涵養保安林に指定	
81年	56年	施業区制を専門別制（調査、造林）とする	
81年	56年	台風15号（8月）風害木81万m ³ 発生	
81年	56年	風害処理暫定5ヵ年計画（166千m ³ ）	
82年	57年	山部・麓郷作業所を統合	
82年	57年	風害跡地復旧造林開始	
82年	57年	フェロモントラップによるヤツバキクイ防除試験開始	
85年	60年	里山・第I作業級においてエゾシカ（牡）狩猟解禁	
85年	60年	第II作業級9,911haが水源涵養保安林に指定	
86年	61年	第10期試験研究計画（42千m ³ ）	
86年	61年	林分施業法のシステム化と技術体系の確立	
87年	62年	集材・路網作設システムの実験開始	
87年	62年	トラッククレーンによる集材実験	
87年	62年	優良広葉樹材の販売委託開始	
89年	平成1年	クロスカントリースキーコース 5、10、15km設置	
93年	5年	奥地林を魚類採取の禁止	
94年	6年	パワーショベルPC200-5型購入	
95年	7年	持続的森林経営に関するIUFRO国際研究会（110名）	
95年	7年	グラップルソー購入	
		風害跡地造林1,100ha、地がき作業1,100ha達成	
96年	8年	第11期試験研究計画（40千m ³ ）	
96年	8年	直営素材生産地でグラップルスキッタによる作業実験を開始	
98年	10年	直営素材生産量を1,500m ³ に減少	
99年	11年	100周年記念誌編集	

（ ）の数値は各期ごとの年平均立木伐採量（千m³）を示す（※14）



VIII 第11期施業実施計画
(1996~2005年)

現在、進められている第11期施業実験計画の基本的な事項を、文献16、17によって紹介する。なお、第11期からは作業級番号を1、2と示す。

1. 施業実験の進め方

林分施業法の基本原則を継承し、さらに発展、普遍化させるため、これまでの成果を踏まえつつ、次のような森林管理の実践的研究を行なっている。

- (1) 森林管理の裏付けになる森林生態系の解明。
- (2) 森林構造と生産力の定量化。
- (3) より確実な更新木確保のための、更新補助技術の向上。
- (4) 風害後の劣化した森林の回復過程の解明。
- (5) 一斉林を多種多層林に誘導する、林分密度管理技術の開発。
- (6) 森林作業システムと、森林基盤整備技術の高度化。
- (7) 材質評価に基づく森林資源利用収穫システムの高度化と、これらを統合した情報管理システムの確立。
- (8) その管理体系のシステム化についての実践的な開発研究。

1) 作業級

第11期における作業級は、施業実験林を対象に以下のとおりとする。

- (1) 抜伐と天然更新を基軸とした針広混交天然林。
- (2) 高品質大径材生産を目的とするウダイカンバ主体の山火再生林
(71~76林班、再生林作業級)。
- (3) 早急に間伐を必要とする人工林（間伐作業級）。
- (4) 高品質材の生産が見込まれ、単木管理の必要な優良広葉樹の集団
(優良木作業級)。

さらに、(1)を樹木の生育環境と到達利便性の違いにより、里山と

奥地の二つの作業級に区分する。標高が比較的低く、樹木の成長速度の速い里山天然林（第1作業級）。標高が比較的高く、到達利便性の低い奥地天然林（第2作業級）。

2) 施業区

第11期では「回帰年ごとに巡回しながら保続生産を図る区域の単位」として施業区を位置づけて第10期の施業区を統合し、第1作業級を4施業区、第2作業級を1施業区とする。後述の抲伐作業の回帰年に基づき、第1作業級の4施業区をそれぞれ10の伐採列区に区画し、第2作業級は20の伐採列区に区画する。新たに設定する再生林作業級は、1施業区、7伐採列区に区画する。間伐作業級と優良木作業級は他の作業級内に介入するため、特に施業区は設けない。

2. 第1、2作業級における施業実験

1) 天然林施業の考え方

- (1) 林分施業法に基づき、個々の林分の状況に応じた持続的森林經營を実行する。
- (2) 蓄積経理の方法は照査法に準拠する。抲伐率は材積成長率の範囲内とし、選木にあたり立木本数、樹種構成、後継樹の維持に配慮する。
- (3) 回帰年は第10期計画と同じく、第1作業級10年、第2作業級20年とする。ただし、再生林作業級は高品質大径材生産をめざし、立木本数調整を早急に推進するため、回帰年を短縮し7年とする。
- (4) 抜伐率は第1作業級では天然林施業実験地の調査から年平均成長率2.07%を採用し、第10期と同じ16%とする。第2作業級では抲伐施業を行なった天然林施業実験地が3ヶ所と少ないため、別に16ヶ所の標準地を設け調査した結果から、年平均成長率1.16%を採用し、第10期計画

第11期における標準年伐量と標準更新面積を示す（表-8）。

表-8 第11期の年間における標準伐採量と標準更新面積（※17）

林分区分	伐採			造林	
	面積 (ha)	伐採率 (%)	立木材積 (m ³)	植栽面積 (ha)	地がき面積 (ha)
第1作業級					
択伐林分	414.00	16	16,480	—	—
補植林分	26.74	40	2,264	10.70	—
皆伐林分	4.31	85	572	3.66	—
再生林択伐(7)	42.00	25	1,872	—	—
再生林択伐(10)	59.00	25	2,560	—	—
再生林皆伐	1.19	85	147	1.01	—
人工林	99.72		6,691	—	—
風害林分	—		—	15.09	—
無立木地	—		—	2.04	—
小計	646.96		30,586	32.50	
第2作業級					
択伐林分	175.80	17	7,580	—	—
補植林分	14.88	35	894	5.21	—
皆伐林分	3.69	85	420	3.11	—
風害林分	—		—	24.85	24.85
無立木地	—		—	4.14	—
小計	194.37		8,894	37.31	24.85
合計	841.33		39,480	69.81	24.85
()は回帰年					

と同じ択伐率17%とする。

(5) 再生林作業級のウダイカンバの立木密度は現在、200本/haである。これを高品質材生産目標の29本/haにするには、25%の伐採率で7回の伐採が必要である。従来の10年回帰ではこれに70年かかる。現在80年生であるので150年生まで待つわけにはいかないので、7年回帰することによって目標到達を20年短縮する。

(6) 林況調査の簡素化をはかるために、メッシュ法による現存量調査を継続する。第12期以降において林況調査の簡素化が期待できるとともに、施業の照査にも有効である。

(7) ヤツバキクイムシの虫害を回避するため、第2作業級では伐区が連続しないよう伐採順序に配慮する。

2) 人工林・育林施業の考え方

(1) 人工林は針広混交複層林へ誘導し、択伐施業の対象とするため、風害に配慮しながら、立木本数の密度調整のため間伐を積極的に促進する。

(2) 80年生のヨーロッパトウヒ人工林は、天然下種更新と広葉樹の侵入を誘導するため、伐採率20~30%の間伐を実行する。

(3) 種構成と遺伝子構成を攪乱しないために、植栽種は自生種とし、種子は林内健全木から採取する。

(4) 更新場所は機械地拵えを実行するため、面積にまとまりのある緩傾斜地を優先させる。押し幅は将来の保育作業の機械化に備え、従来より広くし、8m以上とする。実行にあたり更新指令書を新規に作成する。

(5) 奥地林においては、北方林を代表する樹種であるエゾマツの個体数の維持に配慮し、後継樹の少ない場所では伐採後の林間にエゾマツの補助造林を実行する。

(6) 地拵え後の植栽は1,500本/ha、地がき地の補助造林は500本/ha、奥地林択伐後のエゾマツの補助造林は50本/haを基準とする。

(7) ツル切りおよび除伐作業では植栽木の密度調整を積極的に実行し、侵入した優良広葉樹の保全を図り、針広混交林への誘導を進める。

3) 風害跡地の更新方法

風害地における更新調査の結果、低山地のトドマツを主体とする天然林風害地には、天然更新の期待できる林分が相当数あるが、亜高山帯地域のエゾマツ主体のそれには、その期待が持てない林分が多いことが明らかになった。

風害跡地の森林への回復は、自然力に依存することが望ましいが、現実には更新稚幼樹の多寡、種類により遷移過程も異なり、中にはササ原と化して容易に遷移の進まない例をみる。このような更新不良地につい

ては、経営、経済的視点から何らかの人為的措置を施し、二次遷移を早める必要がある。

そこで更新不良な風害跡地の森林復旧の方策として、生産性の高い低山地では人工更新を主とし、一部では天然更新促進作業も行なう。気象環境の激しい亜高山帯域では、主に天然更新促進作業を進める。風害地8,735haを対象とし、次の方針で森林の再生をはかる。

(1) 有用な後継稚幼樹の更新良好地は、これを利用して天然林に復元する。

(2) 主に第1作業級の立地条件の優れた更新不良地は、積極的に補助造林を行なう。

(3) 主に第2作業級の更新不良地のうち、山腹台地、緩斜地は、地がきによる天然下種促進作業を行ない、カンバ類、トドマツ、エゾマツなど有用樹種の更新を図る。残存母樹が少ないため針葉樹の更新が望めない場合には、針葉樹の補植を行なう。

(4) 地理、地形上から人工更新または天然更新促進作業の実施が困難な場合には、当分は植生遷移を見定め、以後の施業法を検討する。

風害林分は、大規模な激害地の緩斜地を優先して行なうこととし、第1・第2作業級を合わせた192haを更新計画の対象とする。この更新方法は地がきを主とし、500本/haの植栽を実行する。この植栽地に対しては、原則として保育作業を行なわない。

3. 広葉樹優良木の作業級の設定

北海道産広葉樹は、その優れた材質と美しさによって広く世界に知られ、また利用加工技術の進歩によって付加価値が飛躍的に高まった。

当演習林では、広葉樹優良木の調査を1965(昭和40)年から始め、1995年には16種3,732本が登録されている(表-9)。1987年から銘木市

に出品した結果、単木当たりの最高値は1997年に販売したウダイカンバで樹齢約300年、樹高25.6m、枝下高20.3m、胸高直径104cm、総材積6.725m³のもので8,376,036円であった(生産処分掛資料)。このように演習林の樹木は、常に高い評価を得ている。ウダイカンバの材質は、赤身が強く桜色をしており、内装材や家具として最高級とされている。

第11期では、高品質木の保続的生産を目的として、優良広葉樹遺伝子資源の保全管理(保存・増殖)と有効利用(収穫)をするため、演習林一円を対象とし単木管理を行なう「優良木作業級」を新たに設定し、以下の措置をとることにしている。

(1) 優良木は、優良広葉樹・高品質木の保続生産を目的として、用材価値の高い樹種であること(表-9)。形質が特に優れ、樹高成長・直径成長の著しく大きい個体であり、幹が通直・正円であり捻れ・節・腐れなどの欠点がないこと。

(2) 優良木・候補木は、形質優良な中径木で将来高品質となり得る条件を備えているもの、特に登録木周辺の同一家系と思われるものを候補木として記録する。

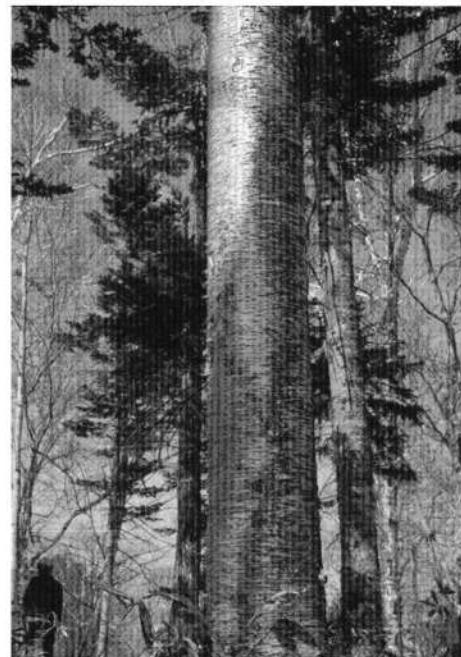
(3) 優良広葉樹・登録木からの更新をその周辺で行なう。地がきによる天然更新の促進作業、人工播種、ポット造林などとする。

(4) 優良広葉樹・登録木の収穫利用は、年間収穫量、寿命を考慮して、枯死または活力が低下して、品質低下を招くおそれのあるものとする。

(5) 優良広葉樹・登録木の年間収穫本数は、優良木作業級の保続が十分可能な範囲で行なう。寿命、後継木などを考慮して当面30~50本をめどに収穫する。

表-9 優良広葉樹の樹種別本数 (※17)

樹種	本数	径級cm
ハリギリ	942	40~100
シナ類	831	36~86
ウダイカンバ	632	42~94
ヤチダモ	529	34~90
ミズナラ	462	42~104
ニレ類	84	44~86
カツラ	80	52~96
キハダ	42	42~87
ハンノキ	40	36~68
イタヤ類	33	36~66
ダケカンバ	19	40~72
アサダ	19	42~62
シウリザクラ	9	34~50
ホオノキ	4	50~54
オニグルミ	4	42~62
ドロノキ	2	66~90
イヌエンジュ	1	66~90
計	3,732	



ウガイカンバ優良木
オンコ沢・1983年

なお、調査・作業の仕組みは以下の通りである。

広葉樹の用材木のうち、特に形質が優れている個体に印(赤丸と番号)をつけ、優良木(おおむね40cm~)、候補木(~40cm)とし、樹種名、胸高直径、枝下高、位置図、登録年月日を台帳に登録している。優良木のうち、下記の理由により収穫間近と思われるものについては観察木としている。これとは別に、必ずしも優良木でなくとも、超大径木、地域的にまれな樹種、枝ぶりや樹皮に特徴のある広葉樹は、大径優良木の針葉樹とともに、保存木(315本)として個体登録をしている。

[調査・作業仕組の主要事項]

- 優良木作業級 : 単木管理、回帰年、伐期齢を定めず
- 優良木選木・登録 : 優良木・候補木=大径広葉樹用材木のうち、通直、正円で、ねじれ、腐れなどの欠点がないもの。
- 候補木の保育・管理 : 単木管理・保育
- 観察木の管理・収穫 : 観察木=優良木でも、樹冠の衰退・枝枯れなど枯損の兆候がみられたり、折損、落枝などで今後、虫害菌害などによって材質が低下するおそれがあり、伐期間近と思われるものを、毎年観察し、収穫し計画を立てる。
- 優良木の更新・増殖 : 種子採取・天然更新・人工更新



全国優良素材東京展示会に出品されたウダイカンバ(マカバ)

1996年

4. 林道

林分施業法の実践的な試験・研究は、路網整備を前提として行なってきた。第11期における路網整備の考え方は、次の通りである。

- (1) 既設林道のうち、森林保全・車両運行・路上作業上の安全を欠く林道は改良する。
- (2) 森林経営管理システムの開発を前提として路網密度を高め、より集約的な施業体系の確立をめざす。
- (3) 林道密度の目標は50m/haとするが、林種・地形・作業法などの現地の実情や実行形態に合わせて弾力的に路網を整備する。

(4) 開設対象は主に作業林道におき、標準年間の開設距離を13.6kmとし、伐開幅は7mとする。

(5) 融雪・降水時の土砂、礫の流出防止の水土保全を図るため、林道の縦断勾配は原則として6%以下とし、勾配の選定には最重点をおく。路網づくりで重要なことは水処理について徹底させ、後の崩壊の少ないようすることである。

5. 野生動物の生息地としての森林管理

林分施業法による森林管理は、自然植生に近い多くの森林樹木が幅広い個体サイズを維持しているため、野生動物の生息地として適した管理方法と考えられる。野生動物の生息地における注意点としては、次のことが挙げられる。

枯損木・空洞木は、野生動物にとって餌資源や隠れ家として重要なため、樹木の更新を阻害しない場合は、空洞木と営巣木は収穫しない。また個別の種に対しての森林管理の注意点は、次のような事項が考えられる。

- (1) ナキウサギの生息地（保存区）では、林木の収穫は行なわない。
- (2) シマフクロウは、魚類を主な餌とする水生生物であることから、自然河川を保護し、河川に近い広葉樹大径木は営巣に利用されるため収穫しない。またシマフクロウは水系周辺で生息しているため、移動経路と予想できる水系周辺の林木の保全は重要と考えられる。
- (3) クマタカ、オオタカやクマゲラについては、営巣木を中心として半径30~50mでは収穫調査は行なわない。また、クマゲラは同一営巣木を数年間使用するため、1965年以来取り付けている営巣木の表示に注意する。

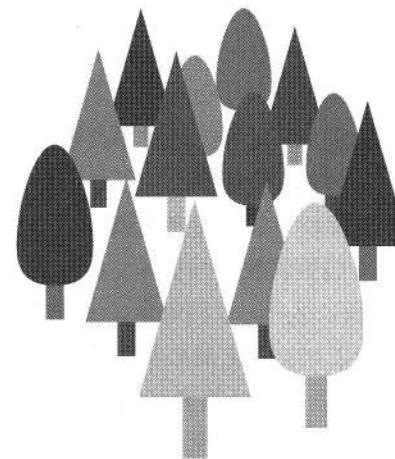


ヒナを育てるクマゲラ
1970年

(4) エゾシカは近年増加傾向にあると推察される。個体数の把握と適正な個体数の維持を考えいかなければならない。

いずれの種についても個体数の調査と生息地の研究が求められる。

「奥地林11,000haは1968年に鳥獣保護区の指定を受け、また1989年からは魚類の保護、繁殖を目的に禁漁区域としている」



IX 施業実験林の現況

ここでは、これまでの実践経過を総合して、全林域における施業実験林の現況を育成天然林施業の立場から紹介する（※5）。

1. 概 準

北海道中央の空知川中流域の一部を占める当演習林の植生は、標高400～500mまでの汎針広混交林帯域と、それから上部森林限界（1200m前後）までのトドマツ、エゾマツの優占する北方針葉樹帯域とに大別される。森林限界以上は大麓山山頂（1459.5m）のハイマツ帯へと移行する（図-1）。

奥地林の約11,000haは自然保護の立場から1968年に鳥獣保護区に指定され、さらに1972年には大麓山の標高約500mから頂上までの南西側斜面一帯、約1,200haが演習林の保存林に含められた。当演習林では、保存林を除く森林を対象として、大規模な施業試験を行なっている。

標高500mあたりまでの里山を第Ⅰ作業級に区分し、回帰年は8年（現在10年）、択伐率は13～16%としている。これより上部の奥地は第Ⅱ作業級に含められるが、実際に施業が入っているのは標高800mあたりまでである。ここでは回帰年20年、伐採率17～20%の択伐を採用してきた。全林域のうち風衝地、急峻な屋根、谷などは施業制限林として約2,000haが分散、存在する。森林管理の基盤をなす林道総延長は918km、ha当たりの林道密度は40.2mに達している。

2. トドマツ・広葉樹混交林

里山の第Ⅰ作業級は、トドマツ・広葉樹混交林によって大部分を占めている。

トドマツが優占した純林に近い林分も見られるが、多くの林ではトド

マツはシナノキ、イタヤカエデ、ミズナラ、ウダイカンバ、アサダ、ハリギリなどの広葉樹と、様々な割合で単木状あるいは小群状に混交している。これより上部（標高500～700m）ではエゾマツの割合がかなり高くなり、トドマツーエゾマツー広葉樹の混交林が形成されており、林床はクマイザサで被われている。

これまでの演習林における施業の主な対象は、トドマツと広葉樹の混交林であり、択伐を基本とする集約的な天然林施業が行なわれてきた。

実際には、主として稚幼樹の成立状態と構成木の形質に基づいて、択伐林分、補植林分および皆伐林分に類別し、それぞれの林分の内容に適した作業を行ない、天然更新可能な林分を択伐林分とし、択伐を繰り返しながら林分の量的並びに質的改善を図っている。林床がササで占められているため、稚樹が少ない林分を補植林分として形質の悪い木は伐採し、その後に補植をして択伐林分に導いている。



トドマツ・広葉樹混交林、
ミズナラ保存木
川松沢・1986年



形質良好な広葉樹を残しトドマツの樹下植栽40年後の生育状況

川松沢・1996年

補植林分への植栽に用いられているのは、主としてトドマツである。通常、その植栽地標高の上限は500mあたりであり、500m以下の標高域から採種、育苗された苗が植栽されている。特に天然林への植え込みには、いずれの樹種においても演習林地元産の種苗を用いることとし、天然林に対する遺伝的影響に配慮している。

沢の凹地形や北向きの緩傾斜地で、天然更新が難しく形質不良木が多い林を皆伐林分として、形質の優れたもの以外は伐採し、トドマツ、アカエゾマツ、ストローブマツ（ストローブマツは1970代から中止）などを造林してきた。すでに植栽後約40年たって成林した補植および皆伐林分においては、周囲の択伐林分と合わせて間伐・択伐を実施している。補植・皆伐林分では林相改良が進み、蓄積が増加して、補植をする林分は存在するが、皆伐して改良を要する林分が少なくなっている。

混交する多くの広葉樹については、天然林施業の中で育成し、計画的に収穫することが重要であると考えている。混交林においてシナノキ、イタヤカエデ、オオモミジなどは、比較的どこにでも生育する。これに対してミズナラ、ハリギリ、ヤチダモ、カツラ、ウダイカンバなどはやや偏った生育を示し、個体数が少ない。後者は寿命が300～500年と長く直径約1mの大径木となり、用材価値の高い木である。従って、特にこれらの広葉樹については、択伐に際してその保全と育成に十分な注意が払われている。

この施業法の特徴は、林分ごとの材積成長量および価値成長をより一層増大させるべく、全体として複雑な様相を呈する針広混交林を造成することを狙いとしている。

当演習林では、高品質木の保続的生産を目的として、優良広葉樹遺伝子資源の保全管理（保存・増殖）と有効利用（収穫）を行なうため、幹が通直・正円で曲り腐れなどの欠点がなく、樹高成長・直径成長の大きい個体を優良木として登録し管理している。

現在、ハリギリ、シナ類、ウダイカンバ、ヤチダモ、ミズナラ、ニレ類、カツラ、ハンノキ、ヒロハノキハダ、イタヤカエデ、ダケカンバ、アサダ、シウリザクラ、ホオノキ、ドロノキ、オニグルミ、イヌエンジュなど、数多くの個体が保存・登録されている。また、これらの広葉樹については実生の成立をはかるため、林床の搔き起こしによる天然下種更新の促進および人工播種・植栽地の造成が進められている。

3. 濡潤地の広葉樹林

標高400m以下の沢沿いや平坦な湿潤沖積土地域は、湿性の広葉樹林によって占められており、ヤチダモ、ハルニレ、カツラ、ハンノキ、そして河川沿いにはドロノキ、ヤナギ類、ケヤマハンノキなどが見られる。

この地域で皆伐林分に該当する沢沿いの疎林には、その樹種特性を考慮してケヤマハンノキ、シラカンバ、ドロノキ、ヤチダモなどとアカエゾマツを植栽し、さらに霜害の危険のない地形の箇所にはトドマツが植えられてきた。

この地域に生育する樹木には、河川氾濫跡の砂防用や短伐期早成樹種、あるいは高品質大径材生産用として有用な広葉樹がある。したがって、これらの広葉樹の保護や育成は、河川や溪流沿いの生態系の保全と合わせて重要な課題であり、林道開設や伐出作業に当たっては、生態系に対する影響を最小限にするよう注意が払ってきており、急峻な沢沿い地形は伐採をしない施業制限林として取り扱うこととしている。



カツラ、ヤチダモ、ケヤマハンノキ林

岩魚沢・1993年

4. トドマツ・エゾマツの亜高山帯林

奥地の第2作業級の中・上部を占めている標高700m以上の亜高山帯では、エゾマツが優占しており、上部ではエゾマツ-トドマツ林からダケカンバ-エゾマツ-トドマツ林に移っていく。さらに上部にはアカエゾマツが出現する。林床はチシマザサで被われている。

1981年の風害は標高550m以上で激害地の割合が高く、特にエゾマツ生育地の風害が激しかった。さらにヤツバキクイムシによる虫害が発生したこともある、エゾマツ林が激減した。しかも、針葉樹の小径木・後継樹の生育本数が里山に比べて少ないため、今後とも針葉樹林の減少は続くものと考えられる。

この地域では、ほとんどの針葉樹、特にエゾマツの稚樹は腐朽した倒木や伐根上に集中して成立する。したがって択伐跡地が孔状地化しやすく、急速に繁茂するササなどによって占められることが多い。そして、このような傾向は高度が増すほど顕著になる。この林域においては針葉



エゾマツ-トドマツ-ダケカンバ択伐林分

本沢上部・1996年

樹の発生・生育を図るために、稚樹が成立しやすい腐朽倒木の配置や補助造林作業についての一層の考慮を払う必要があろう。

エゾマツ稚苗は林床のササ根系を除去しただけの地表では生残しにくい。これは地表面での土袴、霜柱および雪腐れ病の被害を、トドマツ稚苗より受けやすいためである。そこで1979年に、特にエゾマツの更新特性を考慮した地表更新の促進技術を開発するため、トラクターによって林床処理（ササ除去—表層部除去—B層またはC層の露出—溝切り—凸地形作り）をした、大規模な地はぎによる天然更新試験地を設定し、実生の定着、生育状況を継続調査している（※2,10）。

1979年はエゾマツ、トドマツ、ダケカンバの結実が豊作で、そのため林床処理した地はぎ地では、翌年数多くの稚樹が発生した。20年後の現



地がき15年後のダケカンバ、
エゾマツの更新状況
七曲り上部・1996年

在でも、エゾマツ稚樹はダケカンバと混交してかなり残っている。また、後継樹の少ない場所にはエゾマツ苗の補植造林の方法として、孔状地への人工植栽にも取り組んでいる。

5. 山火事跡の広葉樹再生林

1911年に山火事によって3,600haの原生林が焼け、その跡地には二次林が成立している。本来の植生はトドマツと広葉樹の針広混交林であるが、現在大部分が樹高20数m、直径30~40cmのウダイカンバが優占する林分になっている。その中には僅かにチョウセンヤマナラシの小林分やミズナラの多い林分も混じっている。

また、樹齢約90年に達したウダイカンバ林では、有用広葉樹について高品質材の生産に向けた択伐が行なわれている。そして一部には、下層にトドマツが植えられている。焼け残った隣接林分から、トドマツ後継樹が侵入している所も部分的に存在しており、このような林分を山火事以前の針広混交林に回復させるような施業が行なわれている。

この区域には、第2次大戦前後に植栽した多くの樹種から成る40~80年生の中・高齢人工林の大部分が集中し、再生林とモザイク状に交わっている。これらの人工林においても、周囲の二次林から侵入した広葉樹が様々な割合で成立しており、針広混交林へ誘導するための強めの間伐が実行されている。



ウダイカンバを主体とする再生林伐林分

砂金沢・1990年

6. 風害跡地の再生・復旧 (※20)

1981年8月の15号台風によって演習林の約半分の面積が被害を受けた。その規模は1954年の洞爺丸台風の被害をはるかに上回る記録的大風害であった。風害跡地では、自然植生の回復を促進するため各種の補助造林作業が実施されている。

第10期末の1995年までに激害地を対象として、1,100haの造林と地がきによる天然更新補助作業が1,100ha実行された (※17)。

風害跡地に侵入する広葉樹との針広混交林を造成するため、里山では主としてトドマツを、奥地にはアカエゾマツを植栽密度1,500本/haの

低密度で植栽した。植栽後10数年経過した現在、カンバ類などの天然更新木がかなり見られ、今後の取り扱いがこれから重要な課題である。

一方、台風被害地については、風害跡地における森林遷移を継続的に調べる目的で、風害木などはそのままの状態で残した風害保存区を設けている。

風害保存区における風害後、14年たった林分の再生状態を調べた (※3) ところ、広葉樹の多くは萌芽更新したものが多く、前生稚幼樹の多少もさることながら、広葉樹の生態的特性の多様さが風害地の森林再生に大きく影響していることがわかった。更新様式については多くの広葉樹では、切損した根株、あるいは倒木の地際あたりから萌芽更新が認められ、なかでもシナノキ、カエデ類、ナナカマド、アオダモ、ミヤマザクラなどの本数が多かった。このことは伐採作業を行なう際、広葉樹を残すことが大きな風害によるダメージの回避、風害後の再生を促進するのに役立つことを示唆している。

「当演習林は、1958年以来、天然林を対象に林分の特性に応じて各林分ごとに適した施業を行なっている。

森林管理の基本的な考え方は、森林生態系を保全しつつ、自生する針葉樹と広葉樹が混交する複層林の造成を目標に、森林を取り扱うというものである。天然林施業を維持し発展させるには、伐採木の選び方と後継樹をいかに育成、確保するかが大切と考える。

天然林施業で伐林分を維持させる前提は天然更新であり、長期的な視点で樹種ごとの繁殖・更新特性を解明することが今後も必要だと思われる。」



X 実行成果の要点

演習林は1958年以来、林分施業法により演習林面積の80%に相当する20,000haの森林を対象として、森林内容の充実を図りつつ収益性が確保できる事業的規模の試験研究が行なわれ、42年間を経過する。

表-8に示すとおり、各施業期における年平均伐採量は、第8期（1958年～）69,000m³、第9期（1968年～）68,000m³、風害処理期（1981年～）166,000m³、第10期（1986年～）42,000m³であり、第11期（1996年～）では40,000m³を計画している（※14,16,17）。第8、9期は、材積成長率の範囲内に規定したほぼ計画通りの伐採収穫が行なわれた。しかし、1981年の大風害による森林資源量の減少により、第10期からは収穫量を減らし、天然林の生産力向上をめざしている。

林分施業法の実験を進めるに当たっては、毎年、教職員によって現地検討会が行なわれている。現地検討会で森林の取り扱いの基本である林分区分の仕方、林分に応じた適切な選木、更新技術と路網について全員で意見を述べ合い、作業の方法が決定される。林分施業法は、このような現地での検討を踏まえてその具体的方法が決められ、さらに新しい林



冬季における現地検討会 1995年

布部 1995年

業技術が生み出されている（※14、15）。

林分施業法の実践過程において最も重要なのは、個々の林型ごとにどの個体を育て上げ、どの個体を淘汰するかの具体的選択と、淘汰の程度——すなわち林型ごとの伐採率である。6原則に沿って林型が望ましい方向に発展するよう伐採木を選定しても、実際に伐採し収穫した後の林型が想定したとおり成長するか、あるいは劣化するのか、伐採実行ののち5～10年間観察し、チェックしなければ結論がでない。10ヵ年経過しての結論は、択伐林分にあっては、伐採率を13～14%とし、回帰年を8～10年とすることの正当性であった（※9,13,19）。

この伐採率で林分を制御した、里山（第1作業級）における択伐施業林の事例を図-5に示す。対照として施業を行なわない保存林の蓄積推移を併記したが、ここでは成長量と枯損量がほぼ平衡している。

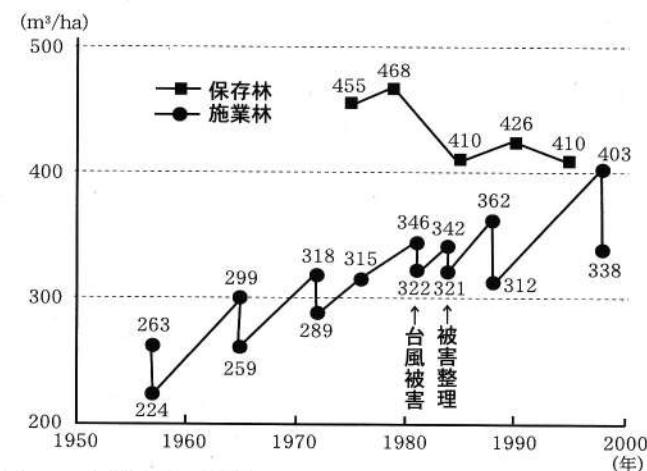


図-5 森林蓄積の推移—二つの固定標準地
保存林[試験地5146]および施業林[試験地5137]の例^{※18}

択伐施業林の蓄積が263m³/haであった林分を41年間に6回（風害による収穫を含む）、14%程度の伐採を繰り返した結果、伐採すればする



択伐が4回行なわれた針広混交林

西達布川沿 1996年

ほど林分の蓄積が増大し、41年後には $338\text{m}^3/\text{ha}$ となり、蓄積 $263\text{m}^3/\text{ha}$ 十収穫量 $268\text{m}^3/\text{ha}$ の合計値は、対照である原生林の最大蓄積 $468\text{m}^3/\text{ha}$ よりも多い $531\text{m}^3/\text{ha}$ に達している（※14,18）。適切な施業によって、確実に森林内容の充実が期待できることが証明され、高い生産性が維持されている（※9,13,14,18,19）。

第1作業級の劣化していた森林蓄積は、40数年間で伐採収穫を行なってきたにもかかわらず回復してきた。これらの実践を通じてpre-climaxの蓄積水準の検討も行なわれ、原生林蓄積水準の70~80%でコントロールするのが適当であると結論づけられている（※13,19）。また、13~15%の低い伐採率で高収益をあげるシステムも開発された。施業のための路網密度を高め、道路から森林をコントロールするものである（※6,8）。

形質の優れた広葉樹優良木は、高付加価値の木材が生産されることから、寿命を基準として個体ごとに管理する経営手法が研究され、新しい森林の施業計画法が提案された（※22）。こうした樹木の個体の活力度は、

将来、衛星の資料から判読されよう。

林分施業法の実施地域では17種のほ乳類と、125種の鳥類が確認されている。天然記念物クマゲラの棲息密度が林分施業法の実施地域で高いこと（※1）や、エゾシカ数100頭、ヒグマ5~10頭が確認されていることからも、生物多様性に好ましい影響を与えていているものと判断している。

国道38号線の樹海峠からみた奥地の天然林は、演習林のおよそ半分、10,000haを占めており、エゾマツ、トドマツの優占する針広混交林で、林分施業法の実験開始以来、20年ごとに択伐を繰り返している。択伐を基本に、森林生態系の保全に配慮した持続的な森林経営実験が大規模に展開されているのである。

この区域は1968年に鳥獣保護区、1983年に朝日新聞社・森林文化協会により「富良野の樹海」として「21世紀に残したい日本の自然100選」に選ばれている。

こんにち、林分施業法の実践と思想が森林経営や自然環境保全の啓蒙、普及に貢献し高く評価されているのは、国内外から集まる森林の専門家、大学院生、高校生から一般市民まで、幅広い分野の研究・教育的利用が年ごとに高まっていることからも証明されている。生命科学や自然環境の保全、また、その適正な利用を学ぶための総合的なフィールドとして、当演習林は最高の場所であり、21世紀に向けてその役割はさらに高まるものと考える。



演習林で自然繁殖するシマフクロウ

1996年

付録

改訂版の刊行作業を進めていた平成12年の暮れ、京都フォーラム事務局から「新世紀への思い」への寄稿があり、次のようなエッセイをしたためた。ひとりでも多くの方にどろ亀の心を伝えたいと思い、ここに掲載する。

人類の将来を託す大実験 一林分施業法一

新世紀を迎えるにあたって、これからを生きてゆく皆さんに、理想の森づくりについてのメッセージをおくりたいと思う。

見渡す限りの樹海を望んで、東大北海道演習林を訪れる人の多くは、それが原生林だと錯覚する。しかし人の手が入らない原生林として残してあるのは、総面積約2万3千ヘクタール中の0.2%余りで、それ以外は択伐方式（ぬき伐り）で何回も伐採が繰り返し行なわれてきた森林なのである。

どろ亀が赴任した昭和13（1938）年ごろの森林には活力がなかったが、20年近く樹海をはいざり廻り、森林そのものから森の扱いを学んで、ようやく「林分施業法」に到達した。自然と人間にとて望ましい森林を追求するために、富良野の大樹海を相手に息の長い大規模な実験をはじめたのは、昭和32のことだった。

森林には、大きく二つの機能がある。まず環境を保全する公益機能。炭酸ガスを吸収し酸素をつくり、水をたくわえ、生物社会になくてはならない環境を与え維持する。木材は炭酸ガスをストックする働きを持つことから、地球上の課題である温暖化を防ぐ役割も担っている。もう一つが林産物を提供し、人間の生活に役立てる経済機能だ。天然の森は、人間がどう扱うかで良くも悪くもなる。だからどろ亀は、公益と経済の機能の両方を発展させるように天然林を育てることを目標とした。

天然の森は、あらゆる林分の集合体であることから、それぞれの林分

が最高の能力を發揮できるように、人間が手を貸してやるべきではないか、と気がついた。成長の衰えた木を収穫したり、苗木を補植したり……。人間が一方的に一斉に伐採するのではなく、林分ごとに木と対話し、どの木を残し、どれを伐るかを検討して処置していく。そして、林分ごとに最も適した技術と哲学として確立したのが、どろ亀の林分施業法である。

こうして「伐るべき木」を本方法で伐採を繰り返した結果、総合機能がより発展し、活力が森に満なぎるようになった。伐るたびに成長量は増大し、もちろん、種の多様性保全も実証ずみだ。多少の違いはあるにしても、この「林分施業法」はわが国のみならず、国境を超えて世界各地で応用されてゆくだろう。

老亀の魂は、ずっとこの森にある。樹海の永遠なる発展を願いつつ。この大森林が破壊されないように、生きものたちがバランスよく生きていくように……。林分施業法、大自然の法則に守られて……。どろ亀は今、確信を持って、あの樹海は理想の大森林であることを宣言する。もとより、反論を期待しつつ……。反論ある場合は、いつでも受けて立つつもり。自称どろ亀は、三人称である。それは、どろ亀が森に棲むあらゆる生きものを含めての代表だからである。

引用文献

- 1) 有沢浩 (1991) クマゲラの営巣密度及び営巣木. 東大演報84: 21–37.
- 2) 畑野健一 (代表) (1983) エゾマツおよびトドマツの天然更新要因の解析とその促進技術のアプローチ. 昭和57年度科研報告書、26pp.
- 3) 木佐貫博光・木村徳志・倉橋昭夫・梶幹男 (1996) 針広混交林における風害地の再生過程—風害14年後の更新状況—日林北支論44: 58–60.
- 4) 木佐貫博光・高橋瑞樹・井出雄二 (1999) 東京大学北海道演習林における択伐施業がトドマツ集団の遺伝的変異に与える影響. 北海道の林木育種42 (2) : 11–14.
- 5) 倉橋昭夫 (1997) 森林生態系の保全に配慮した森づくり—東京大学北海道演習林の事例—. 森林科学19: 55–58.
- 6) 小林洋司・仁多見俊夫・小野正道・南方康・河原漠・渡邊定元 (1988) 林分施業法における搬出システムの構築 (I). 99回日林論: 675–676.
- 7) 南雲秀次郎 (1981) 天然林施業計画序説. 森林文化研究2 (1) : 25–35.
- 8) 仁多見俊夫・小林洋司・小野正道・南方康・河原漠・渡邊定元 (1988) 林分施業法における搬出システムの構築 (II). 99回日林論: 677–678.
- 9) 柴田前 (1988) 林分施業法の研究—東京大学北海道演習林における天然林施業の実験—. 東大演報80: 269–397.
- 10) 高橋郁雄 (1991) エゾマツの生育過程と菌類相の遷移—特に天然更新に対する菌類の役割—. 東大演報86: 201–273.
- 11) 高橋延清 (1971) 林分施業法—その考え方と実際—. 127pp. 全国

林業改良普及協会、東京。

- 12) 高橋延清 (1972) 森林の働きと新しい林業経営。林業労働災害防止協会、13pp.
- 13) 高橋延清 (1993) 林分施業法の理論と実践。学術月報46: 6-11
- 14) 高田功一 (2000) 北方天然林の持続的森林経営—東京大学北海道演習林を事例として—。平成12年度国立学校等技術専門官研修ポスターセッション予稿集、213-216。
- 15) 東京大学北海道演習林分施業推進グループ (代表河原漠) (1990) 林業技術開発と森林施業。北方林業42(4): 1-8。
- 16) 東京大学北海道演習林 (1997) 北海道演習林第11期試験研究計画 (自平成8年度至平成17年度)。演習林第35号: 1-124。
- 17) 東京大学北海道演習林100周年記念事業 (1999) 東京大学北海道演習林100周年記念誌。125pp.
- 18) 東京大学演習林研究部 (2000) 東京大学大学院農学生命科学研究所附属・科学の森教育研究センター概要 45pp.
- 19) Watanabe, S. and Sasaki, S. (1994) The silvicultural management system in temperate and boreal forests: A case history of the Hokkaido Tokyo University Forest. Can. J. For. Res. 24: 1176-1185.
- 20) 渡邊定元・柴田前・河原漠・芝野伸策・倉橋昭夫・佐藤義弘・穴沢力・高田功一・高橋康夫 (1990) 1981年台風15号による東京大学北海道演習林の森林被害。演習林27: 79-221。
- 21) 渡邊定元 (1999) 地球環境の森づくり。科学69(11): 920-927。
- 22) 山本博一 (1990) 抜伐施業計画のシステム化に関する研究。東大演報83: 31-142

あとがき

戦前期の伐採によって劣化した天然林の育成を図るため、1958年から天然林を有効に育成する林分施業法の実験が始まられ42年間が経過、こんにちに至っている。天然林施業を実践するとき、伐採収穫から森林育成全般に渡り、相互関連をもつ森林経営システムとして技術を整えることが大切である。

私は1954年に、スウェーデンのゲーテブルグ植物園長・リンキスト教授の招きで欧米を視察する機会を得た。この間、森林育種事業の進め方と森林施業の技術を修得し、森林のあり方、森林を育てる構想を得ることができた。本実験を実践するにあたり、とくに昔からの仲間であり苦労をともにした岩本巳一郎 (元東京大学講師)、柴田前 (元東京大学講師、農学博士) 両氏の協力に、心から感謝する。

本書改訂版は、前書の延長線上にある。本書作成に当たっては最近の資料および写真を、東京大学北海道演習林長・大橋邦夫教授のほか、同演習林の職員諸氏、ならびにOB組織の東大北海道演習林「演友会」会員諸氏から提供いただいた。厚くお礼を申し上げる。

なお、写真はいずれも演習林内で撮り、1970年代までの撮影については演習林に保管されているアルバムを使用し、それ以降の大部分は倉橋昭夫氏 (元東京大学講師、農学博士) が撮影した。動物写真は有沢浩氏 (元東京大学助手、森林動物) が撮影したものである。

この改訂版は、演習林に42年間勤務し、現在も富良野市山部に在住している倉橋昭夫氏の積極的な協力を得て、実現することができた。また原稿整理を手伝ってくれた1984年以来のボランティア秘書永野京子さんと、宇宙人に変身したどろ亀さんと人生をともにしてきた妻、富 (兎さん) はじめ、どろ亀一族に感謝する。

高橋 延清 (どろ亀さん)

高橋延清（たかはし のぶきよ）



撮影／水越 武

- 1914(大正3)年 岩手県和賀郡沢内村出身。
1930(昭和5)年 岩手県立黒沢尻中学校卒業。
1934(昭和9)年 弘前高等学校理科甲類卒業。
1937(昭和12)年 東京帝国大学農学部林学科卒業。
1938(昭和13)年 助手として、北海道演習林に勤務。
1942(昭和17)年 同演習林林長となる。
1943(昭和18)年 東京帝国大学農学部助教授。
1954(昭和29)年 東京大学農学部教授。
1965(昭和40)年 東京大学大学院生物系研究科担当。
1974(昭和49)年 定年退官。東京大学名誉教授となる。

主な作品・著書

- 1972(昭和47)年 科学映画『樹海』
(第1部／北国の森林 第2部／天然林を育てる)
1971(昭和46)年 『林分施業法—その考え方と実際—』
〔全国林業改良普及協会〕
1984(昭和59年) 『樹海に生きて—どろ亀さんと
森の仲間たち—』〔朝日新聞社〕
〔講談社文庫〕
1988(昭和63年) 『詩集・どろ亀さん』〔緑の文明社〕
1992(平成4年) 『森に遊ぶ—どろ亀さんの世界—』
〔朝日新聞社〕
1996(平成6年) 『対訳詩集・どろ亀さん』
〔弘園社 C.W.ニコル英訳〕
1999(平成11年) 『樹海—夢、森に降りつむ—』
〔世界文化社〕

林分施業法 —その考え方と実践— 改訂版

2001年5月 第1刷

2001年7月 第2刷

定価 650円(本体619円+税)

著 者 高 橋 延 清

取 扱 い ログ・ビー有限会社
〒062-0935

札幌市豊平区平岸5条14丁目2-25 MG第2ビル2F
印 刷 所 協和印刷商事株式会社
〒076-0024 富良野市幸町2番15号

※この改訂版の普及を願って、1971(昭和46)年に発行した初版本と同額の定価とした。

※表紙／針広混交の択伐林分 西達布川沿 1986年
表紙デザイン／福田 哲也