



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	天然林における林相改良のための施業に関する基礎的研究：北海道大学中川地方演習林に設定した施業標準林の分析を中心として
Author(s)	野堀, 嘉裕; NOBORI, Yoshihiro
Citation	北海道大学農学部 演習林研究報告, 44(1), 1-122
Issue Date	1987-02
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/21195">https://hdl.handle.net/2115/21195</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	44(1)_P1-122.pdf



# 天然林における林相改良のための 施業に関する基礎的研究

—北海道大学中川地方演習林に設定した施業  
標準林の分析を中心として—

野 堀 嘉 裕\*

Studies on the Management System for the Improvement  
of Forest Stands in Natural Forest

—Analysis of the Standard Forests in Nakagawa  
Experiment Forest, Hokkaido University—

By

Yoshihiro NOBORI\*

## 要 旨

北海道の天然林は過去の粗放な施業により荒廃した状態である。このような森林には、林相改良が必要である。本研究は天然林の林相改良のための施業方法を明らかにし、北海道における荒廃した天然林に改善の展望を与えることを目的としている。そのために、過去の林相改良事業の沿革の分析を行ったほか、北大中川地方演習林に設定した3箇所の施業標準林の林分構成の解析を行った。また、林相改良に必要な補助造林についても、同演習林照査法試験林内の補助造林地で生長解析を行った。

調査結果の概要を以下に示す。過去の林相改良の実行例は、土地改良と同じく基盤整備の意味をもっていたことがわかった。また、施業標準林の林分構成を分析した結果、これらは老齢な同齢林であり、一斉林となっていることが明らかとなった。さらに、トドマツによる補助造林は、一定の面積の範囲の場合には生長が良好となることがわかった。

このことから、林相改良は林相をタイプに分け、更新補助を伴う基盤整備事業であり、傘伐や画伐の方式をとるのが合理的であると考えた。

**キーワード：** 天然林施業、林相改良、林分構成、補助造林、漸伐作業。

---

1986年8月30日受理 Received August 30, 1986.

\* 北海道大学農学部森林経理学講座

Laboratory of Forest Management, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

## 目 次

はじめに .....	4
第1章 緒 言 .....	5
第1節 研究の目的と意義 .....	5
1) 研究の背景 .....	5
2) 研究の目的と意義 .....	6
第2節 研究方法 .....	6
1) 林相改良の考えかたとその方法 .....	6
2) 研究方法とその対象 .....	7
第2章 天然林の林相改良に関する実行例の分析 .....	7
第1節 北海道における漸伐作業の沿革 .....	8
第2節 国有林経営における林相改良の実行例の分析 .....	11
第3節 御料林経営における林相改良の実行例の分析 .....	15
第4節 道有林経営における林相改良の実行例の分析 .....	19
第5節 小 括 .....	21
第3章 調査地の概況と過去の施業 .....	22
第1節 中川地方演習林の概況と過去の施業 .....	22
1) 位置および沿革 .....	22
2) 地況および気象条件 .....	23
3) 林 相 .....	23
4) 過去の経営方針 .....	23
5) 過去の施業 .....	25
第2節 第1施業標準林の概況と過去の施業 .....	26
1) 位置および林相 .....	26
2) 過去の施業 .....	26
第3節 第2施業標準林の概況と過去の施業 .....	27
1) 位置および林相 .....	27
2) 過去の施業 .....	29
第4節 第3施業標準林の概況と過去の施業 .....	29
1) 位置および林相 .....	29
2) 過去の施業 .....	29
第5節 照査法試験林および照査法試験林内補助造林地の概況と過去の施業 .....	30
1) 位置および林相 .....	30
2) 過去の施業 .....	30
第4章 調査方法と結果 .....	33
第1節 調査方法 .....	33
1) 各施業標準林における調査方法 .....	33
2) 照査法試験林内補助造林地の調査方法 .....	36
第2節 第1施業標準林の調査結果 .....	37
1) 毎木調査結果 .....	37
2) 带状区調査結果 .....	40
3) 更新木調査結果 .....	41
4) 伐採木調査結果 .....	44

5) 小 括 .....	47
第3節 第2施業標準林の調査結果 .....	47
1) 毎木調査結果 .....	47
2) 帯状区調査結果 .....	50
3) 更新木調査結果 .....	54
4) 伐採木調査結果 .....	54
5) 小 括 .....	56
第4節 第3施業標準林の調査結果 .....	57
1) 毎木調査結果 .....	57
2) 帯状区調査結果 .....	60
3) 更新木調査結果 .....	62
4) 伐採木調査結果 .....	64
5) 小 括 .....	66
第5節 照査法試験林内補助造林地における植栽木の調査結果 .....	67
1) 毎木調査結果 .....	67
2) 樹高生長量調査結果 .....	70
3) 積雪に関する調査結果 .....	71
4) 小 括 .....	73
第5章 保育・間伐的施業による林相改良 .....	74
第1節 保育・間伐作業と林相改良 .....	74
1) 第1施業標準林の林分構成の特徴 .....	74
2) 上層木の林齢と伐期齢 .....	75
3) 漸伐作業における保育・間伐作業 .....	75
4) 保育・間伐作業による林相改良の主旨 .....	76
5) 林相改良のための期間 .....	76
第2節 老齢な上層木の伐採に関する考察 .....	76
1) 伐採回数と間断年数 .....	76
2) 選 木 規 準 .....	77
3) 上層木の伐採に伴う収穫 .....	77
第3節 下層木の保育・間伐に関する考察 .....	78
1) 除伐の時期およびその方法 .....	78
2) 間伐開始期と間伐の期間 .....	79
3) 間伐収穫に関する考察 .....	79
4) 選 木 規 準 .....	87
5) 間断年数と間伐率 .....	89
第4節 将来の施業の展望 .....	90
1) 林相の推移と作業法 .....	90
2) 伐 期 齢 .....	91
3) 更 新 方 法 .....	91
第6章 傘伐的施業による林相改良 .....	92
第1節 傘伐作業と林相改良 .....	92
1) 第2施業標準林の林分構成の特徴 .....	92
2) 上層木の林齢と伐期齢 .....	93
3) 傘伐作業の構成 .....	94

4) 傘伐作業による林相改良の主旨 .....	95
5) 林相改良のための期間 .....	95
第2節 収穫に関する考察 .....	96
1) 伐採回数と間断年数 .....	96
2) 選木規準 .....	96
3) 老齢木の伐採に伴う収穫 .....	96
第3節 更新に関する考察 .....	97
1) 更新方法 .....	97
2) 保育方法 .....	99
第4節 将来の施業の展望 .....	99
1) 林相の推移と作業法 .....	99
2) 伐期齢と収穫 .....	101
第7章 画伐的施業による林相改良 .....	101
第1節 画伐作業と林相改良 .....	101
1) 第3施業標準林の林分構成の特長 .....	101
2) 上層木の林齢と伐期齢 .....	102
3) 画伐作業の構成 .....	103
4) 画伐作業による林相改良の主旨 .....	104
5) 林相改良のための期間 .....	104
第2節 収穫に関する考察 .....	105
1) 伐採回数と間断年数 .....	105
2) 選木規準 .....	105
3) 老齢木の伐採に伴う収穫 .....	105
第3節 更新に関する考察 .....	106
1) 更新方法 .....	106
2) 保育方法 .....	107
第4節 将来の施業の展望 .....	107
1) 林相の推移と作業法 .....	107
2) 伐期齢 .....	107
第8章 結 言 .....	109
摘 要 .....	112
引用ならびに参考文献 .....	117
Summary .....	120

## はじめに

北海道で林業がおこなわれるようになってから、すでに100年近くが経過している。この間一部には天然林の林相改良の重要性が論じられ、実行された例もあったが、全体的には粗放な施業が繰り返されており、生産力の低い森林が増加しつつある。

地球的規模で環境破壊が論議され、森林の有する様々な価値が再認識されている現在、生産の保続と環境保全とを一体とした施業を確立する前提としての、林相改良の意義はきわめて大きいといえる。

本研究の目的は、この林相改良の方法を体系的に確立することであり、このため筆者は過去の林相改良の実行例を分析するとともに、後述するような施業標準林の林分構成の分析などを行った。

本研究を進めるにあたって終始懇切な御指導を賜った北海道大学教授大金永治博士に対し、ここにつつしんで感謝の意をささげる。また、貴重な御助言、御指導をいただいた北海道大学教授東三郎博士、北海道大学助教授五十嵐恒夫博士、北海道大学教授藤原滉一郎博士に深謝の意を表す。さらに、我々の勉学の間である北海道大学農学部林学科森林経理学講座の和孝雄助教授、菅野高穂助手、北海道大学農学部付属中川地方演習林の小鹿勝利助教授、笹賀一郎助手には研究に関する御助言をいただいたばかりでなく、調査活動その他にも数々の御協力をいただいた。また、北海道大学農学部付属中川地方演習林の職員の方々、森林経理学講座の樋口順子事務官、大学院生、学生の協力をいただいた。これらの方々から謝意を表す。

なお本論文は、「北海道大学審査学位論文」である。

## 第1章 結 言

### 第1節 研究の目的と意義

#### 1) 研究の背景

北海道の森林は亜寒帯から温帯北部の気候帯に位置しており、トドマツ、エゾマツなどの針葉樹とミズナラ、カンバ類、シナノキ、イタヤカエデなどの広葉樹を主体とする天然生の混交林の占める割合が多い。この天然生の混交林について大野<sup>83)</sup>、四手井<sup>106)</sup>は集約な天然林施業の場として格好であると述べている。一方、大金<sup>73)</sup>、横田ら<sup>139)</sup>は自然条件の厳しさを述べており、森林のもつ機能をよく理解したうえで適正な施業を行うことの必要性を強調している。また、東<sup>18)</sup>、富山<sup>123)</sup>は天然林施業の実施される森林は水源林である場合が多く、森林の造成、取り扱いは特に留意する必要があると述べている。

北海道の天然林における施業法の研究は、後述するように、1900年代初頭に斎藤音作や新島善直らによって始められたとあってよく、彼らは天然林の林分構成の解析結果から、それが一斉林に近いこと、更新木が豊富に存在している点に着目し、施業法として漸伐的なものが適していることを示しているのである。その後の研究では、漸伐支持論や択伐支持論はあるが、更新と伐採が一体となって行われることを前提としていたことに変わりはない。しかしながら、これらの森林に対する過去の施業は、戦前・戦後期を通じての大径の良質木を選木対象とした群状択伐的なものが多く、中には皆伐に近いものもあり、更新面を考慮したものはほとんどなかったと考えられる。これらの時代の中で、一部には林相改良の必要性が論じられ、実行された例もあったが、全体的には林分構成の整っていない森林に対して、直接群状択伐的な施業が

実施されていたようである。その結果、現在の北海道の天然林は、林相が次第に悪化してきており、生産力の著しく低下した森林となってきた。すなわち、過去における施業は、必ずしも伐採と更新が同時に進行していたとはいえないのである。

特に、北海道北部の天然林の林床はササ類が繁茂している場合が多く、このような所では、これまで実行されてきたと同様な択伐的伐採を行ったのでは、更新が伴わない場合が多い。一方、大面積皆伐は計画どおりに更新、生長しておらず、環境保全の上からも問題が多い。そこで、本研究では天然林における林相改良のための施業に着目した。

このような林分に対し、今後もこれまでと同じように、更新を無視した施業を行った場合には、生産力がさらに低下し、後継林木が不足するため再生産が困難な森林になることが予想される。このことは単に天然林施業地における環境破壊に止まらず、それは流域全体に関する問題といえる。従って、これらの森林の生産力を向上させ、また環境を改善していくためには、まずその前提として林相改良を直ちに進めていく必要がある。本研究は、以上述べてきたような背景をふまえて実施したものである。

## 2) 研究の目的と意義

本研究の目的は、生産力の著しく低下した現在の北海道の天然林に対し、一定の基準のもとに収穫と更新を同時に進行させながら生産力を向上させようとする、林相改良について研究し、その方法を明らかにしようとするものである。これまで必ずしも明確とはいえなかった林相改良の体系的な方法が明らかとなり、今後この林相改良が着実に実施されれば、漸伐作業や択伐作業を実施するのに適した林分が増加していくことになる。このことは、将来の木材資源など全ての森林資源の増加や、水源涵養機能など森林の機能の向上にもつながり、環境問題に対するひとつの回答を示すことにもなるといえよう。従って、本研究の意義はきわめて大きなものと考えられる。

## 第2節 研究方法

### 1) 林相改良の考え方とその方法

天然林の林相改良は生産力の低下した林分に対し、収穫と更新を同時に進行させながら、生産力を向上させ、将来漸伐作業や択伐作業が実施しうる林分へと誘導するための施業である。

このような施業について大金は、将来の林分の生産力向上を主目的としているので、農業の生産過程における土地改良に相当する<sup>79)</sup>と述べている。また、天然林の林相改良では不良木の整理に伴い一定の収穫が期待できることも指摘されている<sup>80)</sup>。また、林相改良を必要とする林分はその自然条件の違いや、過去の施業の違いにより種々のタイプに区分することができよう。従って、林相改良の方法は画一的なものとならないことが予想される。このことを大金は、農業における土地改良の方法がその土地の構造により多様であるのと同様に、林相改良もまた林分構造の違いにより多様であろう<sup>80)</sup>と述べている。

すなわち、その方法は保育伐、間伐、傘伐、画伐、群状択伐などが考えられ、場合によっては補助造林によって後継樹を確保しなければならないこともあるといえる。

なお、現在林業をめぐる市況は必ずしも好況とはいえない状態であるが、林相改良には一定の収穫が期待でき、これが林相改良の費用を軽減できる可能性があるということは、林相改良が不況の時でも進行する可能性のあることを示唆するものといえよう。

本研究では、上述の経済学的問題は今後の課題とし、とりあえず収穫と更新の技術的論議を進めていくこととする。

## 2) 研究方法とその対象

林相改良の方法は、単にこれを必要としている林分の林分構成にのみ規定されるものではなく、社会的、歴史的条件に大きく影響されると考えられる。そこで本研究では、まず北海道の天然林施業の歴史をふりかえるとともに、その過程で過去に実施された林相改良事業についてその内容や歴史的、社会的背景を明らかにすることとした。そして、現実に林相改良が必要な林分について施業標準林を設定して林分構成の解析を行い、これを明らかにしていくこととした。このように2つの側面から林相改良について分析することにより、現段階での林相改良の方法を明確に示唆することができると考えた。

研究の対象は以下のとおりである。すなわち、過去に北海道で実施されてきた林相改良については、国有林、旧御料林、道有林の実行例を対象とし、その方法の特徴、共通点や社会的経済的条件、またその歴史的位置付けを分析・検討した。現実の林分については、北海道大学農学部付属中川地方演習林に設定した、林相のタイプの異なる3箇所の施業標準林を対象として、林分構成の解析を行った。これらの林分の林相は以下のとおりである。すなわち、第1施業標準林は小径木の一斉林で、保育・間伐作業を実施しようとしている林分に近似した林相の林分。第2施業標準林は中径木の一斉林で、傘伐作業を実施している林分に近似した林相の林分。第3施業標準林は、林冠に疎開部分を有する大径木の一斉林で、画伐作業を実施した林分に近似した林相の林分である。なお、この3箇所の施業標準林は、当地方で一般的にみられる林相の林分であり、これらの林相・林分構造にほぼ相当するものをそれぞれ選定して設定したものである。また、林相改良を行ううえで必要となることが予想される補助造林については、その成果が必ずしも判然としていないので、同演習林内照査法試験林で、1968年から実施されている補助造林地を対象として成績調査を行い、検討した。

## 第2章 天然林の林相改良に関する実行例の分析

前章でも示したように、本研究では現段階における林相改良の方法を明らかにするために、まず北海道における天然林施業の歴史と、その中で実行された林相改良事業について分析を行うこととしており、本章はこれについて述べたものである。なお、北海道における天然林施業の歴史については大金が「北海道林業技術発達史論」<sup>73)</sup>の中で詳しく分析しているので、本章

では天然林施業研究の歴史とあわせながらその概略について示すことにする。また、林相改良の実行例の分析についても大金が同著の中でその概略を示しているが、本章では過去に北海道内の国有林、旧御料林、道有林で実施された林相改良事業についてさらに詳しい分析を行ったものである。

## 第1節 北海道における漸伐作業の沿革

北海道における天然林の林相改良の実行例について述べる前に、天然林施業の歴史について若干述べることにする。なお、天然林施業の歴史はその研究の歴史と密接に関連していると考えられるので、これも並行して考察することにする。

北海道における初期の林業は、労働力の不足から大面積の伐採、造林が難かしかったことや大径木しか利用されなかったことなどから、皆伐作業は部落周辺や交通の便の良い所で行われていたが、ほとんどは択伐的な伐採が行われていたと考えられるのである<sup>20)</sup>。このような状態は北海道の国有林、旧御料林や道有林において施業案編成規程が制定されるようになるまで続いていたようである。施業案編成規程が制定されてからは天然林施業地と人工林施業地がはっきり区分されるが、天然林施業地では択伐喬林作業級が多く用いられていた。この時代には、天然林の林分構成や更新形態を明らかにしたうえで施業法の研究はまだ始められていなかった。

北海道の天然林における施業法の研究は、1900年代初頭に斎藤音作の「傘伐作業論」<sup>86-91)</sup>によって始められたといつてよい。その内容は、当時トドマツやエゾマツの更新が比較的良好であったことや、一斉林型の林分が多かったことを受けて、15年程度の更新期間に2~3回の傘伐的伐採を実施するというものであった。また、更新が不良の部分には線状の植栽を進めているのである。このような施業方法は当時としてはかなり集約的なものであったといえるであろう。このような提案に対しては、いくつかの反対意見が出されたが、次に述べるように多少の修正事項はあるものの、漸伐的な作業が適しているという結論に達している。すなわち、新島善直<sup>65)</sup>は、樹種の問題からトドマツとエゾマツを同一視するのは間違いであること、また更新形態が単木的ではなく群状であるという研究成果が得られたことから、同氏は北海道の天然林には画伐的作業が適していることを指摘しているのである。また、1920年代には津村昌一<sup>126,127)</sup>が集約的な択伐作業を推奨しているのに対し、渡辺兵左衛門<sup>131,132)</sup>は伐採時に多大の注意を払っても単木択伐的な取り扱いを行った場合には多くの枯損を生じるおそれがあり、これよりもむしろ更新伐の回数を増やした漸伐的伐採が適していると述べている。

しかしながら、この研究成果が実際の施業に生かされた部分は極めて少かったようである。すなわち、1920年に提示された北海道国有林の施業案編成規程では、作業級は皆伐喬林、数段喬林、漸更喬林、択伐喬林、中林、矮林の6種が採用されており、天然林施業地ではこの中の択伐喬林作業が主流となっていたようである。

その後、1930年代には旧御料林が黒化促進運動を打ち出しており、特に旭川支局では、簡易漸伐により確実に黒化促進ができるとして、実際の施業にも大きな影響をあたえた。この、黒化促進運動は中村賢一郎、山内俊枝、沖野丈夫らによる天然更新補助作業や補助造林の技術研究の成果によるところが大きいといわれている<sup>73)</sup>。すなわち、後継樹を自然状態での天然更新木に依存する考え方から、人為的に更新木を誘導したり植栽する考え方に変化してきたといえよう。このことから、当時の森林の林分構成は漸伐的ではあったものの、必ずしも更新が良好ではなかったことがうかがえるのである。なお、この黒化促進運動については後に詳しく述べる。

このように、漸伐的施業が推奨された結果として御料林では表-1に示すように作業級別面積が変化しており、漸伐喬林作業級の面積が徐々に増加している<sup>119)</sup>。

1950年代は、戦後の木材需要の増大や戦時中の乱伐で荒廃した森林の改良のため、盛んに

表-1 旧御料林の施業案における作業種別面積

Table 1. The area of each silvicultural systems in Hokkaido branch of the Imperial forest

施業案制定年	皆伐喬林作業 (ha)	択伐喬林作業 (ha)	漸伐喬林作業 (ha)	合計 (ha)
1908		37,504		37,504
1918		202,105	30,882	232,987
1928	17,600	592,525	46,880	657,005
1938	69,745	626,186	69,708	765,639

注) 帝室林野局：「帝室林野局 50 年史」(1939 年) より引用。

表-2 道有林池田林務署管内浦幌事業区における施業案編成の経過

Table 2. The management plans in Urahara Ranger District of Hokkaido Government Ikeda Forest Office

年度	施業案	作業級	輪伐期 (年)	整理期 (年)	回帰年 (年)	更新期 (年)
1909	原案編成	トドマツ・エゾマツ 前更作業級	80	5		
1915	第 1 次検訂案	〃	80	50		
1919	第 2 次検訂案	針葉樹前更作業級	120			
1928	第 3 次検訂案	第 1 択伐作業級	120	40		
1940	第 4 次検訂案	前更作業級	100	50	20	10
1947	臨時収穫基案	第 3 択伐作業級				
1950	第 5 次検訂案	前更作業級	80	40		30
1954	第 6 次検訂案	〃	60	20	20	10
1957	臨時編入案	漸伐作業級	60	20		10
1959	第 1 次施業案	〃	60	10		10

注) 道有林池田林務署：「川上の天然林施業」(1966 年) より引用。

天然林施業の研究が行われた。これらの中で、後に述べる北見営林局による林相改良事業および旭川営林局による神居古潭指標林での研究<sup>3)</sup>、また、道有林池田林務署での漸伐的施業の研究<sup>31,32)</sup>が注目できる。この時期の研究は、積極的な補助造林を伴った漸伐や群状択伐が推奨されている点が特徴であり、また単に更新論や作業法の研究であるのみならず、収穫規整法も同時に関連させながら考慮している点が、これまでの研究と異なる点とあって良いであろう。ここで前述の池田林務署管内浦幌事業区における施業案編成の経過を表-2に示す。

池田林務署浦幌事業区における最初の施業案は、1909年道有林技師の林常夫によって編成されたものであり、前述の斎藤音作の影響を強く受け、主伐を光伐、殿伐の2回に分けた簡易な傘伐的施業を実施するものであった。その後、1920年代における経済恐慌の時期には当時林学界林業界で高く評価されていた、Alfred MÖLLERの恒続林思想<sup>59)</sup>の影響を受け、択伐作業級が採用されたが、1940年以降は一時期を除いて前記と同様の前更作業級が採用されていた。1950年代に入ると、漸伐作業の伐採方法や選木規準を明確に示したほか、伐採箇所および伐採順序も示すなど、施業技術の体系がほぼ完成してきており、実行者にも理解しやすいものとなってきた<sup>61)</sup>。

1960年代になると森林の生産力増加の要求が高まり、これと同時に天然林施業の研究は収穫技術の研究としての性格が強くなる一方、更新論としての性格がうすれていくのである。すなわち、札幌営林局による一連の漸伐的施業(札幌式漸伐)の研究<sup>92~98)</sup>を指摘することができる。この施業論は後年に明らかになるように、伐採に対応するような更新の手段が採用されていたとはいえないようである。そのため、この方法を直接採用した地域では一時的に伐採量が飛躍的に増加したが、その後は全く植栽をしない皆伐林分と同様な結果をもたらしたものである<sup>15)</sup>。また、このような作業方式は漸伐作業に対する各種の誤解を生じさせる原因となった。なお、この時代から始められた道有林置戸地方の照査法試験林の研究<sup>38)</sup>、北海道大学農学部付属中川地方演習林の照査法試験林の研究、また東京大学北海道演習林の高橋延清による「林分施業法」の研究<sup>112)</sup>は、あくまでも伐採と更新を一体化して行う集約な択伐的施業の方針をとっており、社会経済的条件がそれぞれ異ってはいるものの、特筆できる研究とあって良いであろう。

1970年代以降は、それまでの収穫技術だけに偏った施業研究を改める動きがみられる。すなわち、札幌営林局による空沼天然林施業実験林の研究<sup>99~101)</sup>では、小面積皆伐、補助造林を併用した漸伐、あるいは補助造林を併用した群状択伐を組み合わせる方針がとられており、更新面も同時に考慮された研究といえる。しかし、このような研究成果は必ずしも実際の施業に生かされているとはいえないようである。

これまで示してきたように、天然林施業の研究はその時代の要求に応じるように展開しており、札幌式漸伐の例を除けば、伐採と更新を一体化して行う漸伐的施業の例が非常に多い。なかでも、斎藤音作や新島善直による漸伐作業の研究は再評価されるべきものであり、林相改良にも十分応用できると考えられる。

第2節 国有林経営における林相改良の実行例の分析

北見営林局管内国有林における1950年からの天然生林改良事業は、当時形質不良の広葉樹が、パルプ用材として資源化できる展望が開けてきたことや、表-3に示すように、坑木、薪材など小・中径木の需要も少なくなかったことが背景となって始められ、戦後における一般の木材需要の増加とともに一定の生産をあげながら進展した。実際の林相改良の方法は原資外蓄積とよばれた、形質不良木や暴領木を主に収穫し、林相の整理と生長量の増加を期待しようとするものであった。

表-3 北海道における坑木、薪材、木炭の生産量

Table 3. The products of main pillar post, fire-wood and charcoal in Hokkaido

年度	坑木 (千 m <sup>3</sup> )	薪材 (層積千 m <sup>3</sup> )	木炭 (千 ton)
1949	410	—	66
1950	288	—	77
1951	349	—	84
1952	554	1,114	89
1953	571	955	101
1954	473	1,117	105
1955	440	992	99
1956	607	1,037	103
1957	598	879	101
1958	713	1,228	79
1959	684	917	62
1960	641	1,041	62

注) 北海道林務部:「北海道林業統計」(1950-1961年度)より引用。1949~1951年度の薪材生産量は不明。

表-4 北見営林局における林相区分

Table 4. The divisions of forest stands in Kitami Regional Forest Office

区分	林相	タイプ
第1類	二次主林木が成林しているもの	
第1群	広葉樹を主体とするもの	1
第2群	針葉樹を主体とするもの	
A	上層木がほとんどないもの	2
B	上層木が多少あるもの	3
C	上層木が多いもの	4
第2類	二次主林木が稚幼なもの	5

注) 北見営林局:「天然生林改良事業に関する指針第2輯」(1951年)より引用。

当時北見営林局では天然林の取り扱いについて「1: 成立確実な林分を選び人工によって造林を強化すること, 2: 現在生育する原生樹の有効生長を助長すること, 3: 天然下種造林を促進することと, 天然下種造林地の保育を行って二次主林木, 三次主林木の有効生長を増やすこと, の3つを総合的に実行

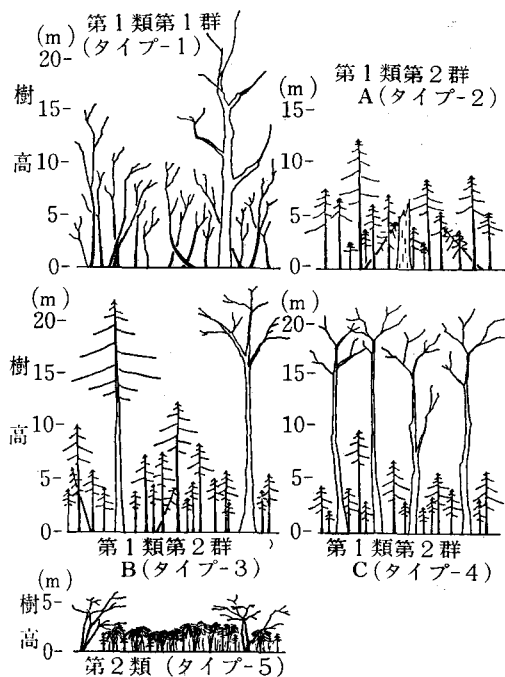


図-1 北見営林局における林相区分

Fig. 1. The divisions of forest stands in Kitami Regional Forest Office.

注) 北見営林局:「天然生林改良事業に関する指針第2輯」(1951年)を参考にして作成した。

することにある」と述べており<sup>45)</sup>、このうち林相改良は2, 3の方法によって実行されたものである。林相改良を進める前提としての林相の分類は、林木を原生樹、二次主林木、三次主林木に区分したうえで、表-4に示すように5つのタイプに区分していた<sup>47)</sup>。また、これらの林相の側面図は図-1に示すとおりである。

林相改良はこのように分類された林相ごとに、異った方法で実施されていたわけであるが、この際の選木における立木品位等級区分は表-5に示すように形質不良木を主に区分するように定められていた<sup>43)</sup>。

また、選木方法は次の3つの方法を用いていた<sup>43)</sup>。

- 1: 1-6級木が指定量を超える時は、級の順位にしたがって指定量を伐採する。
  - 2: 1-6級木が指定量と同じ時は、7級木は全部残す。
  - 3: 1-6級木が指定量に達しない時は、7級木の成熟木中より次の順位によって伐採し、指定量に達するようにする。
- ① 下層木の配置ならびに生長が良好で上層木との競争状態が強い上木から伐採する。

表-5 北見営林局における立木品位等級区分

Table 5. The tree form class in Kitami Regional Forest Office

等級	形質
1級木	今後10年以内に枯死すると認められるもの。
2級木	瑕瑾木、但し歩止り50%以下で生長衰退状態にあるもの。
3級木	挫折木、但し歩止り50%以下で生長衰退状況にあるもの。
4級木	萎縮木。
5級木	暴領木、但し主として広葉樹薪材とする。
6級木	撫育間伐的伐採を要するもの、但し残存木は完全な樹冠を有し、旺盛な生長状態にあること。従って、2本以上数本が一群をなして共生状態にあると考えられるときは、一群を単木的に考える。
7級木	1~6級木以外の林木で、収穫伐採を考えないときは引き続き残存生長を図るのが適当と考えられるもの。

注) 北見営林局: 「天然生林改良事業に関する指針第1輯」(1951年)より引用。

表-6 林相改良のための伐採方法

Table 6. The felling methods of the improvement of forest stands

林相のタイプ	伐採方法
1	林分の成因などを考えて、さらに細区分し検討する。
2	中層木の間伐を行うことで林相の健全化を図れる。
3	上層の暴領木の整理伐、下層木の除・間伐を行う。
4	上層の二次広葉樹の整理伐、下層の針葉樹の除・間伐を行う。
5	稚樹の刈出しを行う。

注) 北見営林局: 「天然生林改良事業に関する指針第2輯」(1951年)を参考にして作成した。

② 針広競合の状態にある場合は、広葉樹を伐採する。

すなわち、この選木方法によると伐採木は形質不良木が中心となる。

これらの基準をもとにして、林相ごとに伐採方法を定めていた<sup>44)</sup>が、これを示せば表-6のようになる。

しかし、一般的に林相は多様であり、作業も複雑となる。そこで概略の作業法を次のように定めていた。「選木は伐採後の稚樹の生育が良くなるように更新している所から行うことと

表-7 北見営林局における造林実行の基準  
Table 7. The planting methods in Kitami Regional Forest Office

種別	項目	樹種	実行基準			備考
			開始年	施行回数	植栽本数 (本数/ha)	
更新	新植	トドマツ・エゾマツ カラマツ	伐採の翌年		3,000	無立木地はすみやかに行うこと
	天然下種	トドマツ・エゾマツ 有用広葉樹	同上			自然生育
補植	新植に対するもの	トドマツ・エゾマツ	新植の翌年	1回	600	新植本数の20%
	天然生林に対するもの	トドマツ・エゾマツ	伐採の翌年		900	
保育	下刈		新植の翌年	5回		天然生林に対する補植施行箇所には4回
	つる切り		新植後5年目			
	天然更新木に対するもの		伐採後年5目			前案伐採跡地に対してはなるべく早期に行うこと

注) 北見営林局：「温根湯経営区第5次経営案説明書」(1951年)より引用。

表-8 天然生林改良事業の実績  
Table 8. The results of the improvement of forest stands

年度	天然下種 地ごしらえ (ha)	天然生林 補植 (ha)	天然生林保育					合計 (ha)
			刈出し (ha)	つる切り (ha)	除伐 (ha)	その他 (ha)	小計 (ha)	
1950	186		12	59	728	4	803	989
1951	254	83	162	338	6,061	109	6,670	7,007
1952	86		425	1,264	6,342	267	8,298	8,384
1953	167			202	13,823	85	14,110	14,277
1954			40	28	15,203		15,271	15,271
合計	693	83	639	1,891	42,157	465	45,152	45,928

注) 北見営林局：「北見営林局史」(1968年)より引用。

し、優良健全木の下に稚樹が多数発生している場合には健全木であっても伐採することがあり、逆に孔状の伐採跡地となっているような所では多少不健全木でも残すこと。また、稚樹の発生が全く見られない所では樹高の2~4倍の孔状的伐採を行い、補助造林を実施することとする。」(温根湯経営区第五次経営案説明書<sup>42)</sup>より要約)

この補助造林については、表-7に示すような基準<sup>42)</sup>を定め積極的に実施していたほか、天然更新木に対する保育も実施していた。

これら天然生林改良事業の実績は、北見営林局史<sup>47)</sup>によると表-8のとおりとなっており、1953年の15号台風まで着実に増加していたことがわかる。

なお、この林相改良事業は輪伐期140年、回帰年20年、更正期120年と定められた択伐作業級のもとで行われており、収穫規整法には以下に示すカメラルタキセ法が用いられていた。

$$E_w = Z + \frac{V_w - V_n}{a}$$

ここで  $E_w$  : 標準年伐量

$Z$  : 連年生長量

$V_w$  : 現実蓄積

$V_n$  : 正常蓄積

$a$  : 更生期

カメラルタキセ法における  $V_n$  は本来法正蓄積(更生期終了後に期待される蓄積)であるのに対し、同営林局では正常蓄積<sup>46)</sup>(胸高直径階別本数分布を基にして求めた蓄積)を採用していた。このことについて大金はカメラルタキセ法の変形というべきであろうと述べている<sup>71)</sup>。また、この収穫規整法は生長量を基本として標準年伐量を算定するものであり、択伐作業に適合しているといわれている<sup>71)</sup>。ここで、当時の伐採率について検討してみよう。当時北見営林局では、平均蓄積を244 m<sup>3</sup>/ha、正常蓄積を270 m<sup>3</sup>/ha、また連年生長量を針葉樹で2.4 m<sup>3</sup>/ha、広葉樹で0.7 m<sup>3</sup>/ha、合計3.1 m<sup>3</sup>/haとしていた<sup>42)</sup>。従って、20年回帰の場合の伐採率は約25%となるのである。すなわち、当時北見営林局で林相改良が着実に進行したということは、全蓄

表-9 北見営林局における事業別作業員数

Table 9. The number of labours in Kitami Regional Forest Office

年 度	調査 (千人)	収穫 (千人)	製造 (千人)	造林 (千人)	林道 (千人)	治山 (千人)	労務施設 (千人)	その他 (千人)	合計 (千人)
1949	7	11	473	111	151	1		31	785
1950	7	19	523	227	140	2	3	5	926
1951	11	26	481	287	93	1	11	3	913
1952	32	17	585	294	104	3	10	6	1,051
1953	27	23	466	403	124	5	7	6	1,061

注) 北見営林局: 「北見営林局統計書総覧(昭和22~31年度)」(1968年)より引用。

積に対する原資外蓄積の比率が25%以下であったということが推察されるのである。同時に、林相がさらに悪化し、生長量もこれにともない低下した林分を想定すれば、カメラルタキセ法による収穫規整は困難となっていたことが予想されるのである。つまり、北見営林局における天然生林改良事業は、最も適当な時期に行われたものであったと考えることができるであろう。

次に、労働力の構成についてみると、その構成は表-9に示されているように製品事業ではほぼ同じ人数で推移しているのに対し、造林事業では4倍近い増加の傾向を示していることがわかる<sup>40)</sup>。

このことから、造林事業は豊富な労働力により積極的に実行されていたことがわかる。また、これらの労働力提供者に対し林相改良に関する技術を普及するために“天然生林改良事業講習会”<sup>41)</sup>を開くなど技術水準の向上を図っていた。

同地での林相改良を要約すると次のようになる。その方法は、5つの分類された林相ごとに指定された伐採量を、特定の選木規準を用いて収穫していくものであり、間伐、保育伐、画伐的な方法で不良木の伐採を行うものであった。また、一定の収穫をあげると同時に、補助造林を積極的に行うものであったということができよう。なお、この背景としては、小・中径木およびパルプ材の需要拡大と豊富な労働力があつたことがあげられる。

### 第3節 御料林経営における林相改良の実行例の分析

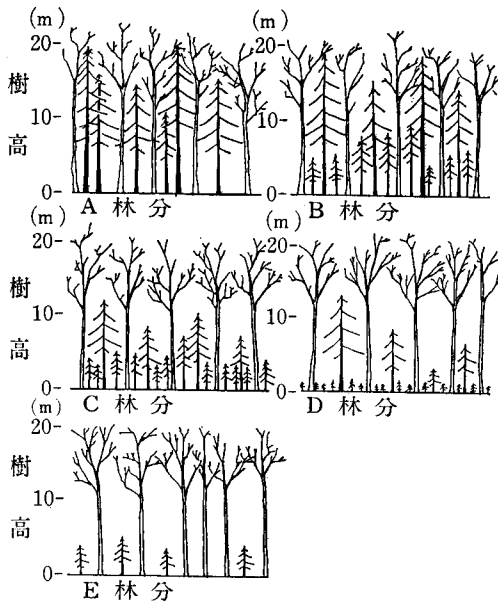
旧御料林旭川支局管内羽幌地方における1935年からの針葉樹増殖策は、その方針が次の3点であることが示されている。すなわち、1: 針葉樹人工造林促進、2: 択伐作業地に対する天然更新補助、3: 針葉樹前生樹の生長促進を目的とする保育的伐採である。なかでも、3につい

表-10 御料林旭川支局における林相区分

Table 10. The divisions of forest stands in Asahikawa branch of the Imperial forest

林分型	林 相	備 考
A林分	主として針葉樹小径木が上木樹冠層に抑圧せられ居る林分	下木としては小径木の他に針葉樹稚樹、稚苗が相当存在す
B林分	主として針葉樹小径木幼樹及稚樹が上木樹冠層に抑圧せられる林分 (A・Cの中間)	同じく針葉樹稚樹も相当に存在す
C林分	針葉樹幼稚樹がほとんど一斉に発生し上木樹冠層に抑圧せられ居る林分	同 上
D林分	針葉樹幼稚樹は少なきも稚苗の発生多く是等の針葉樹前生樹が上木樹冠層に抑圧せられ居る林分	
E林分	針葉樹前生樹の発生少なきも稚苗地況及上木の状況は前記の各林分型に類似するを以て上木の疎開に依り前記の各林分型同様の針葉樹天然更新を期待し得べき林分	

注) 帝室林野局旭川支局: 「羽幌地方御料林における針葉樹増殖策特に漸伐的施業について」(1940年)より引用。御料林では幼樹を樹高1.2m以上で胸高直径12cm未満、稚樹を樹高0.3~1.2m、稚苗を樹高0.3m未満と定めていた。



図—1 帝室林野局旭川支局における林分型区分

Fig. 2. The divisions of forest stands in Asahikawa branch of the Imperial forest.

注) 帝室林野局旭川支局: 「羽幌地方御料林における針葉樹増殖策特に漸伐的施業について」(1940年)を参考にして作成した。

ては「漸伐的取り扱いおよび不良蓄積の除去による方法が最も確実で速やかな方法である。」ことが示されており<sup>121)</sup> 林相改良といつてよい。この針葉樹増殖策は、倉田の「旭川支局管内御料林の黒化促進に関する意見」<sup>55)</sup>を基礎にしており、当時戦時体制下での木材需要の増大に伴い、一定の生産をあげながら進展した。

この林相改良における林相区分は表-10に示すとおりである<sup>121)</sup>。この林相区分は針葉樹、広葉樹、上層木、下層木、更新木の構成比の違いによってタイプ分けしたものであり、かなり詳細である。図-2にタイプ分けされたそれぞれの林相の側面図を示す。

選木規準について倉田は、特定の方法は設定せず木曾神宮備林<sup>118)</sup>で行われている方法を用いて差し支えないと述べており<sup>55)</sup>、伐採木は不良木(暴領木、偏形木、菌害木、枯損木、劣等樹種)が対象となっていた。

伐採については表-11に示すように、針葉樹前生樹の生長促進を目的として上層木疎開の基準を定めていた<sup>121)</sup>。

表—11 御料林旭川支局における上木疎開の基準

Table 11. The cutting methods for dominant trees in Asahikawa branch of the Imperial forest

- 1 上木の伐除は広葉樹を主とすること。
  - イ 不良蓄積は第一義的に伐除す。
  - ロ 利用期に達した大径木は大部分伐除す。
  - ハ 径級小なるものは伐除す。
  - ニ 中径木等にして将来有価木となり得べきもの、大径木の中でも尚当分存置することに依り著しく価格生長の期待し得べきものは残存せしむ。
- 2 針葉樹は次のものを伐採に止むること。
  - イ 残存価値なき形質不良木。
  - ロ 利用期を経過し之以上残存せしむることに依り却て形質価値を減少する惧あるもの。
  - ハ 次期の伐採まで残存する見込なきもの。
- 3 上木比較的疎開し下木は完全被圧状態を脱し稍々生長回復の徴候の見受けられる林分については比較的急激なる上木疎開を興ふること。
- 4 上木比較的うっ閉し下木は猶被圧状態に在りて生長遅々たる林分については緩徐に上木を疎開すること。
- 5 下木として針葉樹小径木之至幼樹が被圧せられ、且是等の比較的大径前生樹の樹勢が衰弱して居ると認むべき林分は弱度に徐々に疎開すること。但し此種林分にして針葉樹稚樹又は稚苗を比較的多数含む場合は、斯くの如き前生小径木又は幼樹を撫育の主目的とせず、其の下にある稚樹又は稚苗を撫育の対象として前各号の基準に依ることを得ること。

注) 帝室林野局旭川支局: 「羽幌地方御料林における針葉樹増殖策特に漸伐的施業について」(1940年)より引用。

これらの基準のもとに、各タイプの林相ごとの伐採方法を表-12のように設定していたが<sup>12)</sup>、この伐採方法は伐採率の高さ、伐採回数の規定などから考察すると画伐的、あるいは傘伐的なものであったと考えられる。

補助造林の実施については、その方法を山内が示しており<sup>135)</sup>、これに基づいて同支局では次に示すような指針を示している。

表-12 各林分に対する作業方法

Table 12. The working methods for the every forest stands

林分型	施業方法
A林分 上木密 上木疎 a	最初の10年間に上木広葉樹の過半本数を伐採し後伐完了とする。 前生樹の生長が衰弱している場合は最初の10年間に上木広葉樹の50%程度を伐採する。下木には除伐を行う。
b	前生樹の生長が良好な場合は最初の10年間に上木広葉樹の40%程度を数回に分けて伐採する。下木には除伐を行う。
B林分	最初の10年間に上木広葉樹の40%程度を伐採し、次の10年間に残りを伐採する。下木には除伐と下刈を行う。
C林分	最初の10年間に上木広葉樹の本数50~60%を伐採し後伐完了とする。同時に一部除伐、およそ3分の2の部分には下刈を行う。
D林分	最初の10年間に上木広葉樹の本数40~50%を伐採する。全面に対し下刈を行う。
E林分	最初の10年間に上木広葉樹の本数40%程度を徐々に伐採する。下刈と同時に下種地ごしらせを行う。

注) 帝室林野局旭川支局:「羽幌地方御料林における針葉樹増殖策特に漸伐的施業について」(1940年)を参考にして作成した。

表-13 天然更新補助造林の実績

Table 13. The result of enrichment planting

年度	下種 (ha)	補植 (ha)	下刈り (ha)	つる切り (ha)	掃除伐 (ha)	疎伐 (ha)	合計 (ha)
1928	365	243	400	224	122	81	1,435
1929	203	179	640	224	223	123	1,592
1930	179	323	440	295	85	115	1,437
1931	213	450	570	284	196	155	1,868
1932	50	367	460	155	155	439	1,626
1933	70	507	364	385	83	189	1,598
1934	10	817	141	424	181	786	2,359
1935		719	414	263	173	378	1,947
1936	22	890	663	286	368	183	2,412
1937	50	1,320	1,539	1,200	741	206	5,056
1938	82	1,696	1,747	1,055	725	482	5,787
1939	68	1,323	2,238	1,404	3,527	417	8,977

注) 帝室林野局旭川支局:「管内概要」(1940年)より引用。

## 1 補助造林施行前の全林踏査

- 1) 作業道の新設
  - 2) 林相図の作成
- 2 択伐直後、全区域にわたる総合的補助造林
  - 3 補助造林は保育、更新、改良の順序で施行
  - 4 人夫の組織および訓練

これらの基準をもとにして実施された補助造林および天然更新補助作業は表-13のとおりとなっており<sup>120)</sup>、1937年以降急激に増加している。

またこれらのことから、補助造林ばかりでなく、天然更新木に対する保育作業も積極的に実施されていたことがわかる。

また、御料林における収穫規整法は一貫して次に示す方法が用いられていた。

$$E_w = \left( \frac{V_w}{u} + \frac{Z_w}{2} \right) \times n$$

ここで  $E_w$  : 標準年伐量

$V_w$  : 現実材積

$Z_w$  : 総平均生長量

$u$  : 輪伐期

$n$  : 1 施業期間 (20年)

この収穫規整法について倉田は、折衷平分法とオーストリア・カメラルタキセ法を参考にし、和田博士が考案した御料林独特の経理法であると述べている<sup>54)</sup>が、大金はむしろ平分法を加味した HUFNAGL 氏法の変形というべきであろうと述べている<sup>71)</sup>。またその応用について井上は「老齢林の多い場合、また不良林分を主とする林分の林相改良によく適合するものとして用いられる」と述べている<sup>34)</sup>。すなわち、これは黒化促進を行ううえで適した収穫規整法であったと考察できる。

また、労働力の構成について大金は「伐出作業等には農民のほか賃労働者がかなり雇用されたといえるが、組頭制度は依然として存在していた」と述べている<sup>73)</sup>。このことから、一定の熟練された労働力が確保されていたことがうかがえる。

以上を要約すれば次のようになる。同地方での林相改良は、戦時体制下の木材需要増大による市場の拡大に伴い、一定の生産をあげながら実施された。その方法は簡易な漸伐的方法による不良木伐採と、補助造林、天然更新木の保育をあわせて行うものであり、これを実行するのに適した収穫規整法のもとで実施されていた。なお、これらの作業は、一定の技術水準を有する労働者により実行されていたといえることができる。

#### 第4節 道有林経営における林相改良の実行例の分析

北見林務署管内道有林では1937年より林相整理改良事業を始めており、これは戦時体制下の木材需要増大、特に薪炭材の需要増大に伴い、一定の生産をあげながら実行された。なお、この事業は直営の斫伐を主体としたものであったことが大金<sup>73)</sup>によって示されている。

その方針は、針葉樹前生樹の生長促進を主目的とし、形質不良の広葉樹、特に暴領木に対する伐採、あるいは枝おろしが主体となって実施されたものであり、保育伐的な方法による林相改良であったと考えられる。当時道有林で一般的に用いられていた林型区分は、津村<sup>128)</sup>による表-14に示す方法が用いられていたようであるが、この林型区分のうちの林相改良は第2類を対象としていたと考えられる。

伐採木の選定の基準となる幹級区分は、林木を上層、中層、下層の3つに区分したうえで、表-15のように定めていた<sup>126)</sup>。

表-14 道有林における林型区分

Table 14. The divisions of forest stands in Hokkaido Government Forest

区 分	林 相 の タ イ プ
第1類 A	林冠は比較的単純な一斉林であるが、複層林とみることもできる。
B	Aよりもさらに単純な一斉林。
第2類 C	林冠層は複雑であるが顕著ではない。しかし上中下層は区別できる。
D	林冠層は著しく複雑であり、上中下層を区分することが困難である。

注) 津村昌一:「森林の見方と扱い方」(1940年)より引用。

表-15 道有林における幹級区分

Table 15. The tree form class in Hokkaido Government Forest

幹 級	林 木 の 形 質
上層木 第1級木	(優良木) 健全な発育をし、利用価値大きなもの。
第2級木	(損傷木) 樹幹および樹冠に不健全な部分のあるもの。
第3級木	(奇形木) 生長偏倚、形態不良のもの。
中層木 第4級木	(優勢木) 壮齢の有用木で、樹冠の発達が隣接木に阻害されることのないもの。
第5級木	(劣勢木) 4級木に比較し被圧の状態にあるもの。又は被害木。
下層木 第6級木	(障害木) 樹冠が4級木、7級木に対し発育の障害となっているもの。
第7級木	(有用広葉樹) 発育の見込める有用樹種の幼稚樹。
第8級木	(不用幼稚樹) 被圧又は幹形不良のために将来後継樹として育成する価値のないもの。

注) 津村昌一:「択伐木の選定に関する一考察」(北林会報 21(5), 1923年)より引用。

なお、天然林に対する保育伐の基準については、1942年に野付牛宮林区署の小野寺が次のように指示している<sup>82)</sup>。

- 1 保育伐は、稚・幼樹の生育を考慮して行うべきである。
- 2 保育伐は、伐採率又は直径の大小に係なく、林分の状況に応じて施行すべきである。
- 3 保育伐は、伐採後の林木の配置を考慮し、又上木疎開は漸進的に行うこと。
- 4 伐採に際しては、周囲の林木に障害をおよぼさないように注意すること。
- 5 老大木の場合は、枝おろしをするか、又はその後伐倒すること。
- 6 保育伐は、除・間伐の基礎的概念に基づいて施行すること。

この基準をみると、伐採は漸進的に行うこと、単木的な取扱いをすることなどが示されていることから傘伐的伐採であったことが推察される。

林相改良事業が開始された1937年より直営の“斫伐事業”が実行され、不良林分の整理が行われたわけであるが、その実行量は表-16に示すように1938年以降急激な増加の傾向を示している<sup>21)</sup>。

この林相改良事業は保育伐の伐採のほかに暴領木の枝おろしも行われたが、これは他の林務署でも実行されており、その成果が報告されている<sup>5,35)</sup>。

なお、本事業では伐採に伴って林道の整備が行われており、車馬道、トラック道の合計で年間4~9 kmが新設されていた。このことは、天然林施業における基盤整備事業、換言すれば林相改良事業とよく、特筆に値するであろう。

同林務署野付牛事業区における1930年の第2次検訂は、皆伐作業級(輪伐期120年)、第1択伐作業級(輪伐期120年、回帰年20年)、第2択伐作業級(輪伐期120年、回帰年30年)、前更喬林作業級(輪伐期120年、更新期10年)、1940年の第3次検訂では皆伐喬林作業級(輪伐期80年)、択伐喬林作業級(輪伐期120年、回帰年20年)となっていたことが大金によって示されているが<sup>73)</sup>、林相改良事業はこのうち、択伐作業級に含まれていたと推察できる。また大金は、択伐作業級における収穫規整法は材積平分法の変形が用いられていたことを示しており、林相改良事業はこの収穫規整法によって伐採量が決定されていたものと推察できる。

以上のことを可能にした労働力については、林内殖民によっていたほか、他地方からの移入労働力によっていたことが大金によって示されている<sup>73)</sup>。

以上を要約すれば、同林務署での林相改良は、薪炭材の需要増大が背景となっており、傘伐的伐採による針葉樹前生樹の生長促進と暴領木の枝おろしを行うものであり、一定の生産を

表-16 年度別直営生産実行量

Table 16. The results of the production under government management

年 度	針葉樹 (m <sup>3</sup> )	広葉樹 (m <sup>3</sup> )	薪炭材 (m <sup>3</sup> )	合 計 (m <sup>3</sup> )
1937	8,210	995	210	9,415
1938	8,601	1,447	112	10,160
1939	13,210	2,044	150	15,404
1940	46,639	5,258		51,897

注) 北海道:「道有林五十年史」(1956年)より引用。

あげながら実行された、ということが出来る。なお、本事業は確保された労働力により、すべて直営生産の方法をとっており、林道の開設も積極的に実施されていたことが特徴である。

## 第5節 小 括

北海道における過去の天然林施業は、第1節でも示したように、伐採と更新を一体化した、漸伐的な作業が適しているという研究が多く示されているにもかかわらず、更新の伴わない択伐的な作業が続けられており、必ずしも正常な択伐作業が実施されていたとはいえないようである。その結果、老齢や壮齢な一斉林が多くなり、更新も不良となってきていると考えられるのである。

この時代の中で林相改良の必要性が論じられ、実行された例があり、その方法をこれまで示してきたわけであるが、これを要約すれば次のようになるであろう。まず、3者の共通点としては次の5点があげられよう。

- ① 林相をいくつかのタイプに分類したうえで、それぞれの林相に応じた改良の方法を適用していた。
- ② その内容は、漸伐的伐採と補助造林および天然更新木の保育を行うものであった。
- ③ 林相改良は、単に林相の整理だけを目的として行われたのではなく、一定の生産をあげることもその目的としていた。
- ④ 林相改良は特定の作業級のもとで実施されたのではなく、その林分の属する作業級（択伐作業級）に含まれる形で行われていた。
- ⑤ また林相改良は、造林や伐採などのための一定の労働力の確保が行われたと同時に用材、パルプ材のみならず、小・中径木の需要が多かったことが背景となって進展した。

これまで示してきたことから、次のようなことが指摘されるのである。すなわち、林相改良は択伐作業級のもとで実施されているにもかかわらず、実際の施業が漸伐的であったということは、立場をかえれば択伐的取り扱いが困難であったためといえるのである。このことは、林相改良の対象となっていた林分の年齢構成が同齡林的であり、択伐作業を実施するのに適していなかったためと考えられるわけである。

次に、3者の特徴を示してみよう。

- ① 国有林では択伐作業級のもとでカメラルタキセ法により収穫規整を行っていたが、実際の作業は漸伐に近いものであった。
- ② 御料林では、改良方法としてあらかじめ簡易漸伐と補助造林が規定されており、また林相改良のための労働組織も確立していた。
- ③ 道有林では、傘伐的な伐採と暴領木の枝おろしを主としており、これらはすべて直営で行われていたほか、林道の開設も積極的であった。

このことから、今後林相改良を実行しようとする場合には、次のような方法で実施する必

要があるといえるであろう。

- ① 林相をタイプ別に分類し、それぞれの林相に対応した施業方法を適用すること。
- ② 伐採の方法は漸伐的なものとし、これに適合した収穫規整法を用いること。
- ③ 更新が不良な場合には積極的に補助造林を実施すること。
- ④ 伐採と更新は一体化して進めること。
- ⑤ 作業の効率を良くするために、林分に適した林道の設定を行うこと。

すなわち、1900年代初頭に斎藤音作や新島善直が、北海道の天然林には漸伐的施業が適していることを示したと同じように、過去の実行例からも、林相改良は漸伐的な方法で実施するのが最も適していたということが示されたわけである。なお、現在北海道には林相改良を必要とする林分がかなり広範囲に存在すると考えられることから、これを計画的に実施するためには、林相改良のための作業級が必要となろう。また、このような作業を効率的に実施していくためには、技術水準の高い豊富な労働力が必要である。さらに、林相改良に伴い一定の木材生産が期待できる場合もあると考えられるので、生産材の市場拡大のための努力も必要であろう。

なお、過去における林相改良の実行例をみると、これらはいずれも将来の生産力拡大を目的としていることがわかるが、林相改良が環境問題への回答というかたちで実施されたものではないことがわかる。このことは、当時の森林の林相が少なくとも環境問題を論じなければならないほど悪化してはいなかったからといえる。しかし、現段階における林相改良は単に生産力拡大のためだけに止まらず、環境保全としての位置付もなされなければならないことはいままでもない。

### 第3章 調査地の概況と過去の施業

#### 第1節 中川地方演習林の概況と過去の施業

##### 1) 位置および沿革

北海道大学農学部付属中川地方演習林は、東経142度、北緯45度付近にあり、図-3に示すように、北海道北部名寄市の北北西約60kmに位置し、北部は北海道大学天塩地方演習林、東部は中頓別国有林、枝幸国有林、南部は美深道有林、西部は名寄国有林と接している。この地域は北海道北部に脊梁をなして南北にのびる宗谷丘陵の南部にあたっている。演習林は同地域の標高約20mから716m(ペンケ山)の範囲にあり、起伏のはげしい

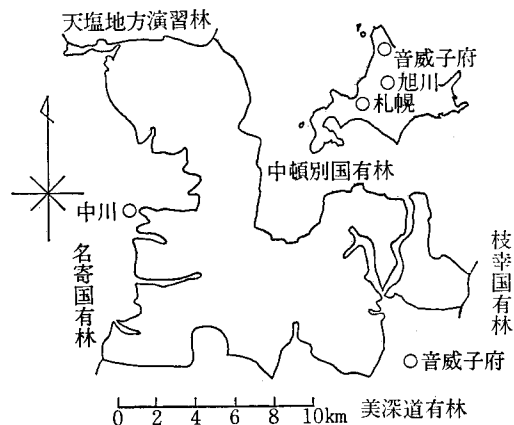


図-3 中川地方演習林の位置

Fig. 3. The situation of Nakagawa Experimental Forest.

地形となっている。

同演習林は、1902年に国有林20,000 haを札幌農学校維持資金として内務省より移管し、第2基本林となったが、札幌農学校が東北帝国大学農科大学になるとともにその付属演習林となり、天塩演習林と改称された。その後、現在の天塩地方演習林が設置されたため名称を天塩第一演習林と改めた。1926年から1966年までは、演習林を上音威子府、佐久、菅平、宇戸内、箴島の5つの事業区に分割し、それぞれについて施業案を作成していたが、1966年からは全林を統一した施業計画が作られるようになり、同時に名称も中川地方演習林と改称された。同演習林の面積は鉄道省への譲渡、農地開放などにより若干減少し、現在では18,110 haとなっている<sup>26,27)</sup>。

## 2) 地況および気象条件

演習林に分布する基岩は、主に中世代白亜紀の砂岩・泥岩などであるが、北端と東南端の一部に第3紀層が分布する。また、宗谷丘陵の主脈の稜線と東側の支脈にそって、超塩基性火成岩である蛇紋岩が帯状に介在している<sup>27)</sup>。土壌は主に褐色森林土壌となっている。

音威子府における1966～1975年の平均気温は4.9°Cであるが、極値は最低が-41°C、最高が36°Cであり、寒暖の差は大きい。また、年平均降水量は1,650 mm、平均積雪深は149 cmである。気候は内陸的であり、北海道でも有数の多雪地である<sup>27)</sup>。

## 3) 林 相

同演習林は、温帯北部と亜寒帯との接点に位置しており、林相はトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツを主体とする針葉樹と、ミズナラ、イタヤカエデ、シナノキ、カンバ類を主体とする広葉樹で構成される針広混交林となっているが、地域によって若干林相が異なっている。すなわち、演習林北部の天塩地方演習林に近い地域(旧宇戸内事業区)など蛇紋岩地帯ではアカエゾマツが多く、尾根筋では純林を呈しているところもある。その他の大部分の地域ではトドマツ、エゾマツなどの針葉樹にミズナラ、シナノキ、センノキ、キハダ、イタヤカエデ、カンバ類などを混生する広過混交林となっており、アカエゾマツはほとんどみられない<sup>117)</sup>。なお、同演習林の林相はその歴史と共に推移しており、後述するように、残存する有用樹種で形質の良いものの径級は次第に小さくなってきているとよいであろう。

## 4) 過去の経営方針

北海道大学演習林の過去の経営については、演習林概要<sup>24,27)</sup>や北海道大学演習林60年の歩み<sup>26)</sup>にその概要が記載されている。また、現在の中川地方演習林林長である小鹿勝利博士は、中川地方演習林を中心として演習林経営の詳細な報告を行っている<sup>52,53)</sup>。ここでは、小鹿勝利博士の報告をもとに、その概要を述べてみよう。

1930年に発行された同演習林概要<sup>24)</sup>には、「抑演習林ハ教官、学生ノ研究並ニ学生生徒ノ実習ニ供スルト共ニ模範的経営ヲナシ、一般林業ノ進展ニ貢献セントスル處ノモノナレドモ、之ニハ相当多額ノ経費ヲ要スルコトトテ、本学ノ経済上未ダ能ク其ノ運ニ至リ得ザルハ洵ニ遺

憾トスル處ニシテ、利用方面ノ開発ニ伴ヒ着々トシテ経営ノ歩ヲ進メツムアリ」と記されており、演習林が教育、研究のための施設であるばかりでなく、前述したように、大学の維持管理のための財産林としての性格を強く有していたことがうかがえる。このように、演習林が基本的に異なる2つの性格を有していたことは、次に述べる経営方針に少からず影響を与えたものと考えられるのである。

同演習林の設定当初は施業案の編成規程がなかったため、主に国有林の施業案編成規程に準じて施業案の編成が行われた。すなわち、初めての仮施業案は1911年に全林を12個林班として編成され、本格的な経営が行われるようになった。このころ、北大演習林では各演習林ごとに研究目標を定めており、中川演習林ではササ類密生地での更新技術の確立が大きな研究目標となっていた。

1932年になると初めての施業案編成規程<sup>25)</sup>が制定され、経営の方針がうちだされた。その中で重要と思われるものについて若干述べておく。まず、輪伐期については「輪伐期ハ最多ノ純益ヲ得ルノ目的ヲ以テ之ヲ定ムヘシ」と記されているが、実際には長期の伐期齢をもとに決定されていた。収穫規整法については「主伐ニ依ル伐採量ハ主トシテ面積ヲ標準トシ各施業区ニ対シ略均一ノ伐採面積ヲ配分スヘシ 但シ施業上必要アル場合ニ於テハ材積ヲ標準トシテ伐採量ヲ定ムルコトヲ得」と記されており、主として面積平分法を採用するように進めているが、同演習林では材積を基準にするほうが有利であるとして、簡易な材積平分法を用いていた。また、伐採列区については特に必要とする場合以外は設定の必要性を認めていない。なお、同演習林では全ての事業区で択伐喬林作業級を採用しており、当初から整理期を用いる方針はとられていない。

すなわち、同演習林における施業方針は、天然林施業の研究に適合したものであり、弾力性に富んだ内容のものであったといえるであろう。しかしながら、研究成果としては佐藤<sup>10)</sup>、石尾<sup>36)</sup>の論文をみるのみであり、これに反し伐採は当初から積極的に進んだのである。施業経過については後にのべる。

その後の経営方針の変化は次に示すとおりである。1926年に編成された、同演習林上音威子府事業区の仮施業案説明書<sup>25)</sup>によると、採用されていた作業級はすべて択伐喬林作業級、輪伐期は工芸的伐期齢をもとに決定されており、収穫規整法には簡易な材積平分法が用いられていたことが記されている。他の事業区でもほぼこれと同じ経営が行われており、このような経営の方針は1966年まで引きつがれていたが、同年に新しく編成された経営計画では事業区を廃止したほか、これまでとは異った経営方針がうちだされた。その内容は、林相の悪化に伴い当面は経営基盤の整備、拡充のための作業道の新設、更新の拡大をはかる方針となっている。また、教育、研究の場としての演習林の活用促進を図る方針を前面にうちだした。すなわち、これまでの施業方針が積極的に収穫を行うものであったのに対し、収穫の保続のための基盤整備を実行し、教育、研究の場としての本来の演習林のありかたを追求する方針に変化したとい

ってよいであろう。

なお、現在はこの方針が引きつがれており、1967年以降暫定経営案として実施され今日に至っている。このように経営方針が大きく変化した原因については、次の過去の施業で述べる。

### 5) 過去の施業

同演習林での伐採は、その創設の1902年より始まったが、当初はアカエゾマツの大径優良木だけが択伐されていた。その後、仮施業案が編成されるようになってからは、山火跡地(148 ha)に対する造林も推進されたが、採用されていた作業級はすべて択伐喬林作業級であった。その当時から、新経営計画が編成された1966年に至るまで、輪伐期は工芸的伐期齢をもとに定められており150年となっていた。すなわち、針葉樹では胸高直径40 cm以上、広葉樹では同じく50 cm以上が伐採対象木となっており、形質の良い大径木だけが伐採されていたようである。また、回帰年は地理的關係、更新状況および事業の集約度を考慮して50年と定められていたが、この回帰年を採用するかぎりでは、かなりの高伐採率であったと考えられる。更新については天然更新を前提としており、更新補助作業はほとんど実施されていなかった。なお、1926年当時の標準年伐量は15,000~20,000 m<sup>3</sup>、推定蓄積は195 m<sup>3</sup>/ha(内、針葉樹78 m<sup>3</sup>/ha、広葉樹117 m<sup>3</sup>/ha)であった<sup>24)</sup>。次に、同演習林における伐採量の変動とその内訳についてみてみよう。

同演習林の年間総伐採量の変動は図-4に示されているように、素材生産量には大きな変動はないが、立木処分ではかなり大きな変動がみられる。この変動は農用地造成のための伐採が含まれているためである。この内訳をみると、針葉樹、広葉樹ともに年間約1万 m<sup>3</sup>

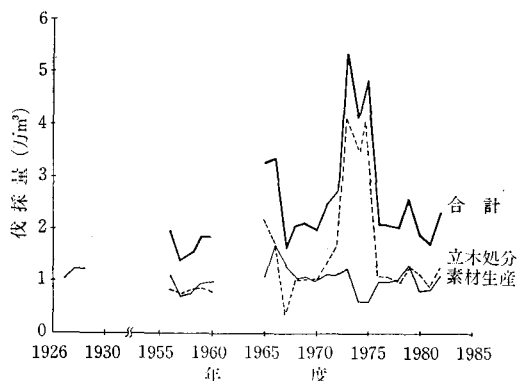


図-4 中川地方演習林における年間総伐採量の変動

Fig. 4. The past felling in Nakagawa Experimental Forest.

注) 演習林資料より作成。素材生産量は資材材積。

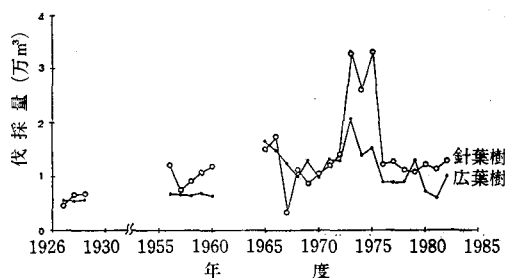


図-5 樹種別伐採量の変動

Fig. 5. The past felling of conifer and hardwood.

注) 演習林資料より作成。

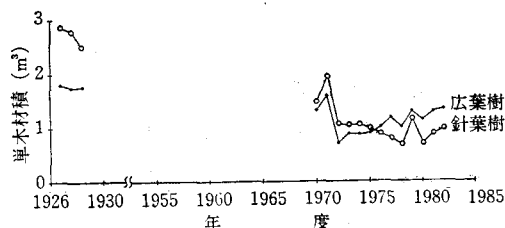


図-6 素材生産における単木当りの材積

Fig. 6. The volume of single wood.

注) 演習林資料より作成。薪炭材は除いた値。

程度で推移していることがわかる (図-5)。

伐採木単木当たりの材積は、針葉樹ではほぼ  $1.3 \text{ m}^3$  で推移しているのに対し、広葉樹では約  $2 \text{ m}^3$  から  $1 \text{ m}^3$  程度へと次第に低下してきている (図-6)。すなわち、伐採木の径級が大径木から中径木へと変化してきている。また、1920年代における伐採木の単木当たり材積と、1980年代のそれを比較すると、針葉樹では約半分、広葉樹では約3分の1程度に低下しており、伐採木の径級が明らかに小さくなっているのがわかる。

以上のことから考察されることは、同演習林でも北海道の一般的天然林のたどった経過と同様の施業がなされており、必ずしも保続を考慮し、更新を伴った伐採が行われていなかったことがうかがえるのである。その結果、現在では大径級で形質の良好な林木が減少してきており、特に有用樹種ではその傾向が強いということができよう。

## 第2節 第1施業標準林の概況と過去の施業

### 1) 位置および林相

第1施業標準林の面積は  $3.52 \text{ ha}$  であり、同演習林西部、96林班の西側中央部、傾斜角  $30^\circ$  の南向き斜面に位置し、標高は  $100 \sim 150 \text{ m}$  の範囲である (図-7)。林相は、トドマツ、イタヤカエデ、ミズナラ、シナノキの多い針広混交林で、トドマツは小径木が多く、大径木は散見される程度である。広葉樹はイタヤカエデ、シナノキの小径木が多く、大径木はミズナラが多い。上層木の平均樹高は  $20 \sim 25 \text{ m}$  である。林床植生はササ類が一面に密生しているが、更新は比較的良好である。この林分は、概観すると小径木の一斉林となっており、保育・間伐的な作業が適用できる林分と考えられるので、保育・間伐的林分と位置づけ、林分構成の解析および林相改良のための施業の考察を行った。なお、第1施業標準林は1981年に設定した。

### 2) 過去の施業

伐採に関する過去の記録は林班ごとにとめて記載されているため、施業標準林における伐採記録を直接把握することはできない。ここでは林班ごとの記録を明らかにすることで、施業標準林の伐採経過を推測するこ

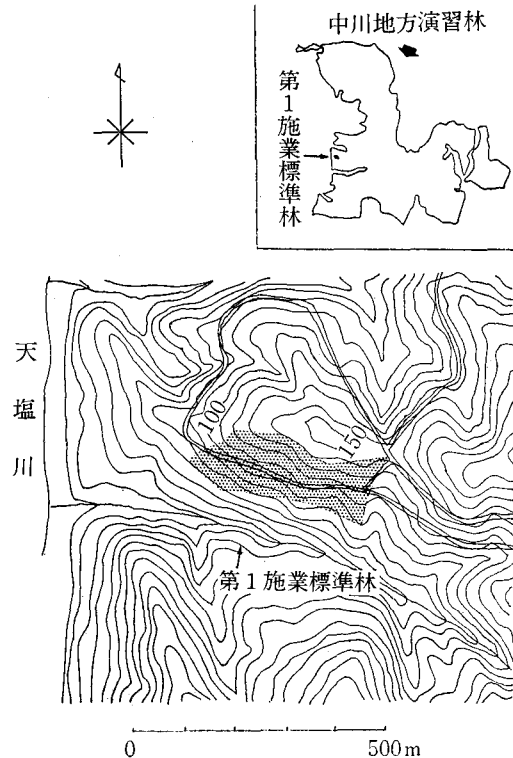


図-7 第1施業標準林の位置

Fig. 7. The situation of 1st standard forest.

表-17 中川地方演習林 96 林班の過去の伐採  
 Table 17. The past felling in compartment No. 96 of Nakagawa Experimental Forest

年 度	針葉樹 (m <sup>3</sup> )	広葉樹 (m <sup>3</sup> )	合 計 (m <sup>3</sup> )	摘 要
1929	705		705	自家用用材
1932	18	81	99	自家用用薪材
1935	81	31	112	同上
1936	129	208	337	同上
1938		488	488	自家用薪材
1939		206	206	同上
1949	2,342	4,457	6,799	官行新伐 (101 ha)
1949	49	209	258	工業用材及び自家用用薪材
1950	3	91	94	自家用用薪材
1951	21		21	電柱材
1952	59	2	61	中川高校用材
1956	32	51	83	学校用材
1969	22		22	林道補修用材
1980	1,733	2,748	4,481	立木処分 (53.6 ha)
1981	16		16	公共用材
合 計	5,210	8,572	13,782	

注) 演習林資料より作成。96 林班の面積は 135.46 ha である。

とにする。

96 林班で過去に伐採された材は、1929 年度に針葉樹 705 m<sup>3</sup> を自家用用薪材として伐採したのを初めとして、表-17 のような経過をたどっている。

最近の伐採は、1980 年度に同林班内の 53.6 ha に対し、針葉樹 1,733 m<sup>3</sup>、広葉樹 2,748 m<sup>3</sup> が立木処分として伐採されている。この伐採は ha 当たり 84 m<sup>3</sup> となり、伐採前の蓄積を 1966 年度における 96 林班の推定蓄積である 200 m<sup>3</sup>/ha (内針葉樹 83.5 m<sup>3</sup>/ha、広葉樹 116.7 m<sup>3</sup>/ha) と仮定した場合、材積伐採率は 40% 以上となる。すなわち、この伐採はかなりの高伐採率であったと考えられる。

本施業標準林のほぼ中央には、等高線と平行に林道が作設されている。上述の伐採は、この林道から集材できる範囲で行われており、林内にはこの時の伐根が所々にみられる。なお、伐採以外の施業の記録はない。

### 第 3 節 第 2 施業標準林の概況と過去の施業

#### 1) 位置および林相

第 2 施業標準林の面積は 4.76 ha であり、同演習林東部、220 林班内の北東側、傾斜角 20 ~ 25 度の西向き斜面に位置し、標高は 100 ~ 150 m の範囲である (図-8)。林相はトドマツ、イ

タヤカエデ、ミズナラ、シナノキを中心とした針広混交林であり、林冠はほぼうっ閉している。針葉樹は上層木がほとんどで、中径木で構成されている。広葉樹はイタヤカエデ、ミズナラ、シナノキの小径木が下層木として見られ中径木も多いが、大径木は散見される程度である。この林分は上層木の平均樹高が20 m程度の中径木の一斉林といえるであろう。林床植生はササ類が密生しており、更新は不良である。この林分は、概観すると中径木の一斉林となっており、林木はほぼ一様に分布しているといえる。すなわち、この林分は傘伐的な作業が適用できる林分と考えられるので、傘伐的林分と位置付け、林分構成の解析および林相改良のための施業の考察を行

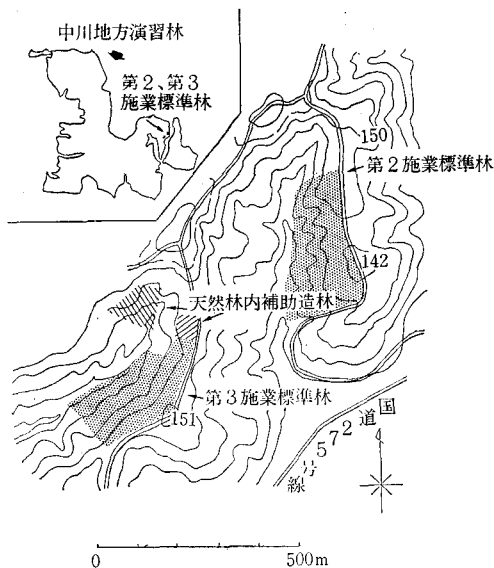


図-8 第2、第3施業標準林の位置  
Fig. 8. The situation of 2nd and 3rd standard forest.

表-18 中川地方演習林 220 林班の過去の伐採  
Table 18. The past felling in compartment No. 220 of Nakagawa Experimental Forest

年度	針葉樹 (m³)	広葉樹 (m³)	合計 (m³)	摘要	年度	針葉樹 (m³)	広葉樹 (m³)	合計 (m³)	摘要
1932	21	32	53	自家用薪材	1963	131		131	自家用材
1933		42	42	自家用薪材	1964	100		100	同上
1934		46	46	同上	1971	9		9	工事用材 (0.2ha)
1936	40		40	自家用材	1972		66	66	自家用薪材
1942		53	53	自家用薪材	1974	387	244	631	立木処分 (13.3ha)
1943	9		9	庁舎用材	1974		34	34	自家用薪材
1948		105	105	庁舎用材	1975		29	29	素材生産 (1ha)
1949	121	385	506	自家用薪材	1975	35	29	64	自家用薪材
1952	4	149	153	同上	1976	142	79	221	立木処分 (2.4ha)
1953		74	74	ヤチダモ間伐	1977	4	1	5	素材生産 (0.3ha, 造林地の 上木整理)
1953	12	149	161	自家用薪材	1978	22	53	75	立木処分 (0.6ha)
1954		219	219	自家用薪材	1979	24	11	35	素材生産 (0.7ha, 造林地の 上木整理)
1956	11		11	自家用材	1979	220	271	491	素材生産 (5ha)
1957	330	41	371	自家用薪材	1980	1,555	2,032	3,587	素材生産 (64ha, 直請)
1958	612	43	655	官行伐採 (18.7ha)	1980		34	34	素材生産 (3.3ha)
1958	951	86	1,037	庁舎用材					
1960	6		6	自家用材	合計	4,769	4,472	9,241	
1962	23	165	188	自家用薪材					

注) 演習林資料より作成。220 林班の面積は 79.04 ha である。

った。なお、第2施業標準林は1981年に設定した。

## 2) 過去の施業

220林班における過去の施業記録は表-18に示されているように、1932年度に自家用薪材が伐採されたのを始めとして、現在までに9,241 m<sup>3</sup>が伐採されている。

大きな伐採は1958年度における伐採、1974年度における約47 m<sup>3</sup>/haの伐採、1976年度における伐採、1980年度における約56 m<sup>3</sup>/haの伐採が指摘できるが、1980年度における伐採が規模としては最も大きい。すなわち、当時の蓄積を1966年度における推定蓄積である217 m<sup>3</sup>/ha (内針葉樹114.5 m<sup>3</sup>/ha、広葉樹102.2 m<sup>3</sup>/ha)と仮定した場合、材積伐採率は30%程度となる。この伐採率は第1施業標準林付近における過去の伐採率よりは低いものの、かなりの高伐採率であったと推定できる。

本施業標準林内には、この時の伐根が所々にみられたほかに、1958年度のものと思われる古い伐根が数箇所見られた。また、本施業標準林の林床はササ類が繁茂した状態であるが、トラクターによる集材路跡で、土壌のA<sub>0</sub>層が除去されたと考えられる部分が所々にみられた。同林班内の伐採以外の記録としては、補助造林が1968年度から実行されており、トドマツ、アカエゾマツが造林されている。天然更新補助作業は実施されていない。なお、施業標準林内およびその周辺に補助造林地は見られない。

## 第4節 第3施業標準林の概況と過去の施業

### 1) 位置および林相

第3施業標準林は第2施業標準林と同じ220林班内にあり、第2施業標準林の南西側約500 m、220林班の中央部に位置し、傾斜角は20~25度、北西向き斜面で面積は2.60 ha、標高は100~150 mの範囲である(図-8)。林相はトドマツ、イタヤカエデ、ミズナラ、シナノキを主体とした混交林で、林冠は疎開した場所が所々にみられる。トドマツは上層木で、中径木から大径木が多く、小径木はほとんどみられない。広葉樹は小径木が下層木としてみられるが本数は少く、大径木が所々にみられる。この林分は上層木の平均樹高が20 m程度の中径から大径木の一斉林とみることができる。林床植生としてはササ類が密生しており、更新は非常に悪い。この林分を、概観すると大径木の一斉林であり、所々に林冠の疎開した部分がみられる。すなわち、この林分は画伐的な作業が適用できる林分と考えられるので、画伐的林分と位置付け、林分構成の解析および林相改良のための施業の考察を行った。なお、第3施業標準林は1981年に設定した。

### 2) 過去の施業

第3施業標準林における過去の施業についての記録は第2施業標準林と同様であるが、林内に精英樹が含まれているため、周囲の伐採が差し控えられている。そのため伐根は少い。このほか、天然林内補助造林が施業標準林に隣接して実施されている。

## 第5節 照査法試験林および試験林内補助造林地の概況と過去の施業

林相改良を実行する場合には、これを必要とする林分の林分構成を明らかにする必要があると同時に、更新が不良な場合もあることを考慮して、補助造林の方法も明らかにする必要があることは前に述べたとおりである。北海道大学農学部附属中川地方演習林の照査法試験林では、1968年から林内への補助造林を実施しており、本研究では、この補助造林地を対象として、造林木の生長状態の解析を行った。以下に、照査法試験林と試験林内補助造林地の概況と過去の施業について記す。

### 1) 位置および林相

照査法試験林は、1967年に北海道大学農学部林学科森林経理学講座と同大学農学部附属中川地方演習林が共同で、「集約な択伐作業に関する技術的構造と経済的条件を明らかにする」ことを目的として設定したものである<sup>72)</sup>。その位置は、同演習林東部の208から211林班で、面積は111 ha、西向きの中から急の傾斜地である。

林相はトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツなどの針葉樹とイタヤカエデ、シナノキ、ミズナラなどの広葉樹により構成される針広混交林となっている。林床植生はクマイザサ、チシマザサが繁茂しており、その他にはオオカメノキ、エゾユズリハなどがみられる。

補助造林は、試験林内の更新が不良な箇所に対し、1968年から実施されており、その位置は図-9に示すとおりである。

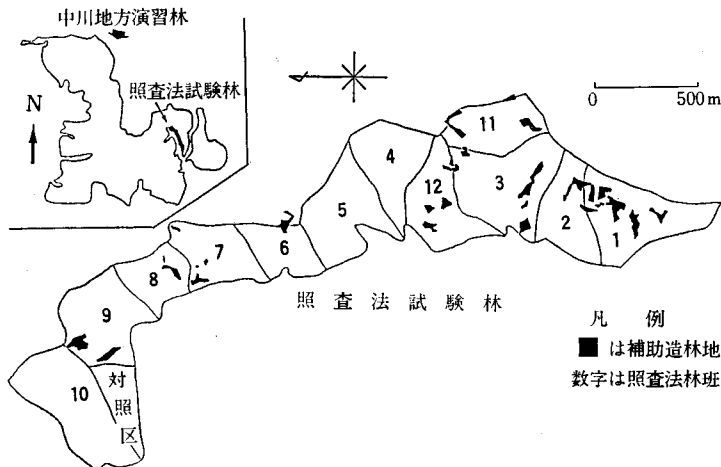


図-9 照査法試験林内補助造林の位置

Fig. 9. The situation of enrichment planting area.

### 2) 過去の施業

照査法試験林は、その設定以前である戦時中から終戦にかけて自家用材としての針葉樹が数回伐採されたほか、1920年代は製炭原木としての広葉樹も相当伐採されていた。その設定当

初は、形質不良木が相当残存していたことが報告されている<sup>72)</sup>。しかし、設定当初の面積・蓄積は表-19のとおりであることが示されており<sup>72)</sup>、蓄積が比較的多い林分である。また、その後の施業経過は表-20に示すとおりである。

第1経理期における伐採率は9~33%であり、設定当初は形質不良木の整理を主体とした伐採が行われた。1971年以降は作業道作設に伴う支障木が加わり、伐採率が高くなっている。

表-19 照査法試験林の面積と蓄積

Table 19. The area and growing stock of check method experiment forest

林 班	面 積 (ha)	蓄 積 (m <sup>3</sup> )			蓄 積 (m <sup>3</sup> /ha)
		針葉樹	広葉樹	合 計	
1	14.10	1,707	973	2,680	190
2	9.84	1,025	480	1,505	153
3	20.77	2,970	2,742	5,712	275
4	7.05	853	761	1,614	229
5	17.51	3,417	631	4,048	215
6	5.68	999	125	1,124	198
7	7.85	1,351	181	1,532	195
8	12.03	2,685	660	3,345	278
9	7.65	926	826	1,752	229
10	10.82	1,309	1,169	2,478	229
合 計	110.73	17,242	8,548	25,790	233

注) 大金永治・菱沼勇之助・谷口信一：「照査法に関する実証的研究—照査法試験林の概要と収獲に関する検討」(日林北支講20, 1971年)より引用。

表-20 照査法試験林の施業経過

Table 20. The past management of check method experimental forest

林 班	第 1 経 理 期			第 2 経 理 期			期 間 内	
	原蓄積 (SV)	伐採量 (SV)	伐採率 (%)	原蓄積 (SV)	伐採量 (SV)	伐採率 (%)	生長量 (SV)	生長率 (%)
1	187	17	9	208	7	4	2.7	1.4
2	149	17	9	175	29	19	5.0	3.3
3	237	45	19	281	32	12	3.4	1.2
4	339	87	26	307	60	18	3.4	1.0
5	214	45	21	130	52	35	3.3	2.2
6	204	33	16	211	24	11	1.4	0.6
7	199	31	16	205	28	14	3.6	1.8
8	204	38	19					
9	256	48	19					
10	204	67	33					

注) 北大中川地方演習林：「中川地方演習林概要」(1983年)を参考にして作成した。

表-21 補助造林の実行経過

Table 21. The progress of enrichment planting

植栽年月	照査法 林 班	面 積 (ha)	樹 種	地ごしらえ	本 数 (本/ha)	造林台帳 番 号
1968年10月	1	1.43	トドマツ	全刈	3,500	138
1969 10	2	0.71	トドマツ	全刈	3,500	140
1970 10	3	0.77	トドマツ	全刈	3,500	147
1970 10	11	0.61	トドマツ	全刈	3,500	147
1971 9	12	0.77	トドマツ	全刈	3,500	153
1971 9	3	0.20	トドマツ	全刈	3,500	153
1973 9	6	0.19	トドマツ	レーキ全刈	3,000	163
1974 9	7	0.36	トドマツ	レーキ全刈	4,000	175
1976 9	8	0.23	トドマツ	全刈	5,000	192
1977 5	9	0.82	トドマツ	全刈	4,000	198
1980 5	2	0.35	アカエゾマツ	全刈	1,900	230
1980 5	3	0.03	アカエゾマツ	全刈	1,900	230

注) 中川地方演習林台帳より集計。

1982年には7林班までが第2経理期に入っており、第2経理期の伐採率は7~35%となっている。選木の方針は、補助造林地周辺の上木整理および林道支障木が加わったほかは、ほぼ第1経理期と同じである。期間内生長量は1.5~5.0 sv、生長率は0.6~3.3%となっている<sup>116)</sup>。

この照査法試験林について大金ら<sup>74)</sup>は、択伐林型に近い林分ほど旺盛な生長が期待できることを示しており、研究の成果を実証している。

試験林内補助造林については表-21に示すように、1968年から実施されており、合計面積は6.47 haにおよんでいる。これを照査法試験林全面積に対する比率で示せば5.8%となり、積極的に補助造林が実施されていることを示している。なお植栽樹種は、1977年まではトドマツ、1980年からはアカエゾマツが植栽されており、植栽本数はトドマツが3,000~5,000本/ha、アカエゾマツは1,900本/haとなっている。

これらの補助造林は、集約な択伐作業に対応するように、小面積の樹下植栽の方式が採用されており<sup>19)</sup>、補助造林地の面積は0.01~0.30 haとなっている。また、植栽の方法は表-22のとおりとなっている。

これらのうち下刈については、樹高生長が林床植生に阻害されなくなるまで実施されるこ

表-22 補助造林木植栽方式

Table 22. The method of enrichment planting

作 業 名	作業内訳	時期および回数
地ごしらえ	全 刈	植栽の前年
新 植	植 付	
保 育	下 刈 野そ防除	植栽の翌年から年2回 植栽の翌年から年1回

注) 菱沼勇之助・大金永治・谷口信一:「照査法に関する実証的研究—照査法試験林の伐採と更新の分析」(日林北支講 20, 1971年)を参考として作成した。

とになっているが、補助造林地の面積が小さい場合には樹高生長が不良となり、10年以上も下刈が必要な補助造林地も見受けられる。従って、個々の補助造林地面積の広さについては検討する必要がある。なお、植付後の補植については、試験林設定の当初から実行しない方針であることが示されており<sup>19)</sup>、実施されていない。

## 第4章 調査方法と結果

### 第1節 調査方法

#### 1) 各施業標準林における調査方法

各施業標準林における調査は林分構造を把握するために、毎木調査、帯状区調査、更新木調査を行った。また、1982年12月に林相改良を目的とした不良木伐採を行ったので、この伐採木について年輪解析を行った。毎木調査は胸高(地上1.3m高)直径5.0cm以上のものすべてにつき樹種、胸高直径、樹高、樹形級を調査した。胸高直径の測定は輪尺を用い0.1cm単位とし、樹高の測定は比較目測により1m括約とした。樹形級区分については、林相改良の性格から、形質不良木や暴領木を選木する必要があるため、これをもとに区分している、大金の「北海道森林施業の現状と展望」に示されている、ソビエトの樹形級区分(表-23)<sup>69)</sup>を用いた。

なお、三浦<sup>57)</sup>によれば、同地方の天然林では子実体が着生していなくても菌害木となっている林木が多いと述べている。すなわち、部分的に葉が枯れているもの、幹に樹液が出ているもの、幹に窪みのあるものなどは菌害木となっている場合が多いことが示されている。同様のことは、五十嵐<sup>29)</sup>も指摘している。そこで、本研究の毎木調査における菌害木の判定は、これらの報告をもとに、樹相の特徴も踏まえて行った。

帯状区調査は各標準林内に等高線と直交するように10m×50mの調査区を設定し、胸高直径5.0cm以上の立木については樹種、座標、クローネ径4方向、胸高直径、樹高、枝下高を測定した。座標、クローネ径の測定は0.1m単位、胸高直径、樹高は毎木調査と同じ、枝下高は1m括約である。

表-23 本研究で用いた樹形級区分

Table 23. The divisions of tree form class in this study

樹形級	形質
1級	主要樹種で樹冠・樹幹の形状、生長関係・林木の配置関係が良好なもの。
2級	1級木の生長のために有利な条件を保証する立木で、一般に下層林冠を構成するもの。
3級a	1, 2級木を直接妨害するもの。
3級b	菌害・虫害・幹形不良の諸木、半枯損木、枯損木。

注) 大金永治: 「北海道森林施業の現状と展望」(1969年)より引用。3級bについては上層木、下層木に区分した。

带状区調査の解析方法は、樹高 1.3 m 以上の林木について、樹冠投影図を作成したほかに、森下による  $I_s$  指数<sup>58)</sup> を求め、立木の分布様式を把握した。以下に、 $I_s$  指数の求め方を示す。

$$I_s = q \frac{\sum_{i=1}^q n_i(n_i - 1)}{N(N-1)}$$

ただし、 $n_i$  は  $i$  番目 ( $i=1, 2, 3, \dots, q$ ) の抽出単位内の個体数

$q$  は抽出単位数

$$N = \sum_{i=1}^q n$$

である。

この式から  $I_s$  の値は、もし分布が集中するなら 1 より大きくなり、一様に分布するなら 1 より小さくなり、また機械的に分布するなら 1 となるのである。

また、立木の分布が集中している場合にはその集中斑の大きさ、集中斑相互の距離を知ることにより、さらに詳しい分布様式を把握することができ、補助造林を行う場合の方法をある程度示唆できるので、これについて解析するために立木間隔分布図を作成した。立木の間隔は以下の式によって求めることができる。

$$1k = \sqrt{(T_{xi} - T_{xj})^2 + (T_{yi} - T_{yj})^2}$$

ただし、 $i=1, 2, 3, \dots, n$

$j=i+1, i+2, i+3, \dots, n-i$

$k=1, 2, 3, \dots, n(n-1)/2$

$n$  は立木本数

$T_{xi}$  は  $i$  番目の林木の  $x$  座標

$T_{xj}$  は  $j$  番目の林木の  $x$  座標

$T_{yi}$  は  $i$  番目の林木の  $y$  座標

$T_{yj}$  は  $j$  番目の林木の  $y$  座標

$1k$  は  $k$  番目の間隔

このようにして求めた全立木の間隔を、その最短距離をもとにして決定した一定の階級ごとに区分し度数分布で示すと、規則的配置の場合、任意配置の場合ともに間隔分布は Poisson 分布に類似した分布型を示す。しかし、分布が集中している場合には間隔分布にピークが 2 箇所以上出現し、このことから集中の割合を知ることができる。

この方法を用いることにより、立木の分布が集中している場合には、その集中グループの大きさおよび集中グループごとの間隔の概略を知ることができる。なお、この方法では間隔の数が膨大なものになるため、コンピューターを用いて解析したので、これを概念的に表わしたものを図-10 に示す。この方法は、向出による分布相関<sup>60)</sup> を参考にして筆者が考案したもので

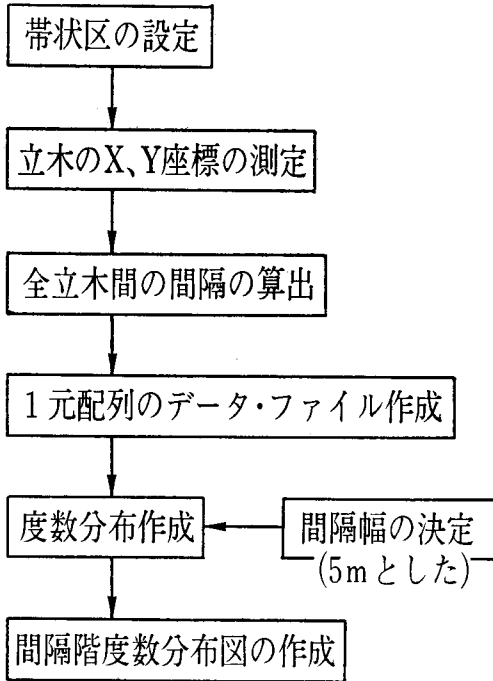


図-10 間隔分布図の作成方法

Fig. 10. The making method for figure of tree distance distribution.

ある。

更新木調査は、各施業標準林内に更新の良好な場所 (A) と更新の不良な場所 (B) を1箇所ずつ 10 m × 10 m の広さで設定し、樹高 1.3 m 以上のものについては带状区調査と同じ方法で、樹高 0.3 ~ 1.3 m のものについては樹種、座標、樹高を測定し、樹高 0.3 m 未満のものについては樹種別本数だけを調査した。なお、更新の良否の判定は幼樹、稚樹、稚苗の合計本数を基準とした。なお、各施業標準林内の带状区と更新木調査プロットの位置を 図-11 に示す。

伐採木の年輪解析は、一番丸太を材料とし、その元口と末口の年輪を樹幹解析の方法で調査することにより胸高直径、材積の生長経過を推定した。この際、立木材積は中島広吉著「樹種別林区別北海道立木材積表」<sup>(62)</sup> により求めた。また、伐採高については今回の調査と松田らの報告<sup>(56)</sup> を参考とし 0.3 m とした。伐採高に達する年齢については矢島らの報告<sup>(133)</sup> より、針葉樹で 15 年、広葉樹で 5 年とした。本研究で用いた林木区分は田中<sup>(113)</sup> の報告を参考として、表-24 のように定めた。

次に、各調査の基準について示す。各施業標準林の毎木調査と伐採木調査における胸高直

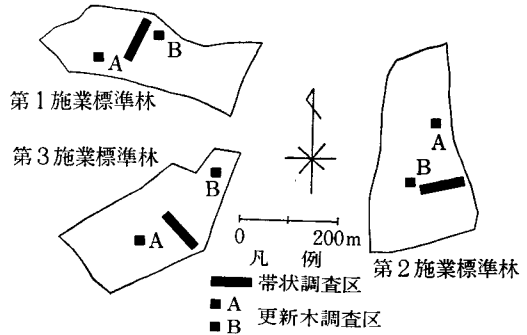


図-11 各施業標準林内の带状区と更新木調査プロットの位置

Fig. 11. The situation of the belt transect and the seedling investigation plot in every standard forest

表-24 本研究における林木区分

Table 24. The divisions of tree class in this study

林 木 区 分		
更新木	稚 苗	樹高 0.3m 未満
	稚 樹	樹高 0.3m 以上 1.3m 未満
	幼 樹	樹高 1.3m 以上で胸高直径 5.0cm 未満
未成木		樹高 1.3m 以上 14m 未満 (胸高直径 5.0cm 以上 13cm 未満)
成 木	小径木	胸高直径 13.0cm 以上 25.0cm 未満
	中径木	胸高直径 25.0cm 以上 39.0cm 未満
	大径木	胸高直径 39.0cm 以上

次に、各調査の基準について示す。各施業標準林の毎木調査と伐採木調査における胸高直

径階の集計は、2 cm 括約とした。本文中あるいは図・表に記載されている種名は主として大井次三郎著「日本植物誌顕花篇(改定増補新版)」(1978年)<sup>81)</sup>によった。これら、およびその略名を表-25に一括して示す。

表-25 出現樹種の和名, 学名, 略名の一覧表

Table 25. The list of Japanese name, scientific name and short name for the species in this study

和名	学名	略名
イチイ	<i>Taxus caspidata</i>	Tc
トドマツ	<i>Abies sachalinensis</i>	As
アカエゾマツ	<i>Picea glehnii</i>	Pg
エゾノバッコヤナギ	<i>Salix hultenii</i> var. <i>angustifolia</i>	Sh
ドロノキ	<i>Populus maximowiczii</i>	Pm
オニグルミ	<i>Juglans mandshurica</i>	Jm
ケヤマハンノキ	<i>Alnus hirsuta</i>	Ah
ウダイカンパ	<i>Betula maximowiczii</i>	Bm
ダケカンパ	<i>Betula ermanii</i>	Be
シラカンパ	<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	Bp
ミズナラ	<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i>	Qm
ハルニレ	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i>	Ud
オヒョウ	<i>Ulmus laciniata</i>	Ul
カツラ	<i>Cercidiphyllum japonicum</i>	Cj
ホオノキ	<i>Magnolia obovata</i>	Mo
エゾヤマザクラ	<i>Prunus sargentii</i>	Ps
シウリザクラ	<i>Prunus ssiori</i>	Pss
ナナカマド	<i>Sorbus commixta</i>	Sc
アズキナン	<i>Sorbus alnifolia</i>	Sa
ヒロハノキハダ	<i>Phellodendron amurense</i> var. <i>sachalinense</i>	Pa
イタヤカエデ	<i>Acer mono</i>	Am
シナノキ	<i>Tilia japonica</i>	Tj
コシアブラ	<i>Acanthopanax sciadophylloides</i>	Asc
ハリギリ	<i>Kalopanax pictus</i>	Kp
ミズキ	<i>Cornus controversa</i>	Cco
ヤチダモ	<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i>	Fm
その他不明樹種		Sp. L

注) 学名は主として大井次三郎: 「日本植物誌顕花篇(改定増補新版)」(1978年)によった。

略名を表-25に一括して示す。

2) 照査法試験林内補助造林木の調査方法

補助造林木の生長は、その造林地の広さに影響を受けることが予想されるので、これを把握するために図-12に示したような面積の異なる6箇所の調査プロットを1983年7

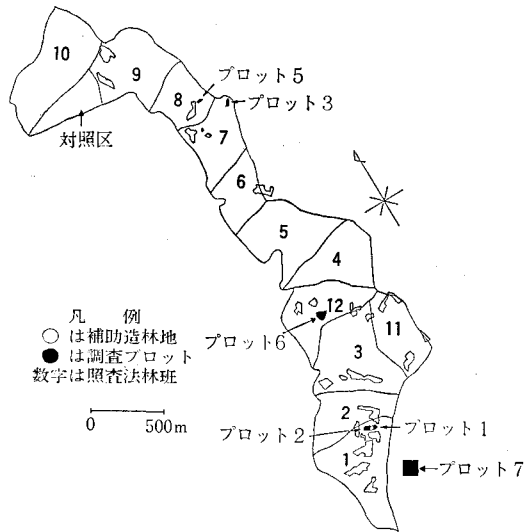


図-12 各調査プロットの位置図

Fig. 12. The situation of every investigation plot.

表-26 各造林木調査プロットの概況

Table 26. The general conditions of every investigation plot

プロット名	面積 (m <sup>2</sup> )	植栽年 (年)	調査時の林齢 (年)
1	92	1968	16
2	421	1968	16
3	699	1974	10
5	917	1976	8
6	2,850	1971	13
7	400	1969	15

注) プロット7は同演習林211林班内の大面積(10 ha)造林地からの標準地を設定し、調査プロットとした。調査時期は1983年9月である。

月に設定した。各調査プロットの面積および植栽年を表-26に示す。

調査の項目は、毎木調査、伸長生長調査および周囲の林況の調査である。なお本調査に先行して、同年3月に同地での積雪調査も実施した。

造林木の毎木調査については、その立木位置、胸高直径、樹高および雪害の有無と形態を調査した。なお、立木位置については、外側から2列目までの林木を林縁木とした。また、トドマツは冬芽が輪生し、これが枝となって残るので、1年間の伸長量を容易に知ることができる。そこで、毎木調査時にその10本に1本の割合で抽出した造林木につき、毎年の樹高生長を測定した。

周囲の林況については、造林地の周囲測量時に帯状区調査の方法で行った。すなわち、帯状区の幅は5mとし、胸高直径5.0cm以上の林木について、樹種、座標、樹冠径4方向、胸高直径および樹高を測定した。この調査結果をもとに樹冠投影図を作成した。

積雪の調査については、各調査プロットのうち樹冠の疎開が少いプロット2箇所と、樹冠が広く疎開しているプロット3箇所を対象とし、積雪断面観測とスノー・サンプラーによる密度測定を行った<sup>64)</sup>。

測定方法は次のとおりである。胸高直径はノギスを用い1mm単位、伸長生長は巻尺を用い1cm単位とした。

## 第2節 第1施業標準林の調査結果

### 1) 毎木調査結果

はじめに第1施業標準林の林相を写真-1に示す。写真-1からわかるように、本施業標準林は小径木の多い林分であり、大径木が非常に少ない。また、空中写真で本施業標準林を判読したところ20m×20m以上の大きな林冠の疎開はみられない。

次に、林木についてみよう。第1施業標準林の成立本数は3,792本、haあたりに換算すると1,077本となり、同演習林内保存林の300~650本/haや総合経営試験林の470本/ha<sup>26)</sup>と比較すると立木密度の高い林分である。このうち針葉樹は1,583本(450本/ha)、広葉樹は2,209本(628本/ha)であり、針葉樹対広葉樹の比率(以下、前もって示していない場合は針葉樹対広葉樹とする)は42:58である。構成樹種は針葉樹ではトドマツがほとんど(99%)を占めており、ほかにはイチイとアカエゾマツが僅かにみられる。広葉樹ではイタヤカエデ、ミズナラ、シナノキ、エゾヤマザクラの順で本数が多く、なかでもイタヤカエデの本数が多く全体の22%を占めている(表-27)。

胸高直径の最大値は、針葉樹では56cm、広葉樹では66cmとなっており、超大径木はみられない。胸高直径階別本数分布は両樹種ともに逆J字型を呈しており、小径木の占める割合が多く、中・大径木が少い。特に広葉樹ではその傾向が強い(図-13)。

樹高階別本数分布は針葉樹では5m付近と17m付近にピークが認められ、明らかに樹高



写真—1 第1施業標準林の林相(1981年4月)

Photo 1. The forest stand of 1st standard forest.

表—27 第1施業標準林の樹種構成

Table 27. The species construction in 1st standard forest

樹種	本数	ha当りの本数 (本/ha)	本数比 (%)	樹種	本数	ha当りの本数 (本/ha)	本数比 (%)
イチイ	12	3	0.3	ナナカマド	186	53	4.9
トドマツ	1,569	446	41.4	アズキナシ	5	1	0.1
アカエゾマツ	2	1	0.0	ヒロハノキハダ	8	2	0.2
ドロノキ	1		0.0	イタヤカエデ	842	240	22.3
オニグルミ	1		0.0	シナノキ	289	85	7.9
ウダイカンバ	10	3	0.3	コシアブラ	82	23	2.2
ダケカンバ	19	5	0.5	ハリギリ	80	23	2.1
ミズナラ	313	89	8.3	ミズキ	3	1	0.1
ハルニレ	1		0.0	不明広葉樹	5	1	0.1
カツラ	1		0.0				
ホオノキ	46	13	1.2	針葉樹合計	1,583	450	41.7
エゾヤマザクラ	292	83	7.7	広葉樹合計	2,209	627	58.3
シウリザクラ	16	5	0.4	合計	3,792	1,077	100.0

注) 第1施業標準林の面積は3.52 haである。

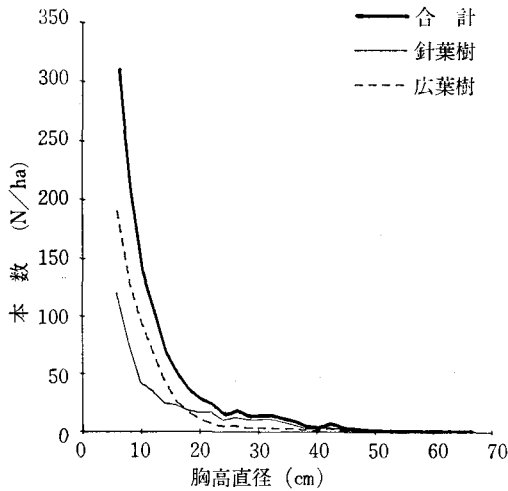


図-13 胸高直径階別本数分布

Fig. 13. The frequency distribution of D. B. H. class.

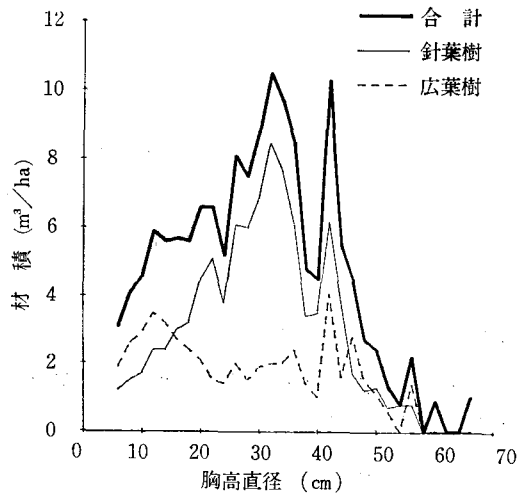


図-15 胸高直径階別材積分布

Fig. 15. The volume distribution of D. B. H. class.

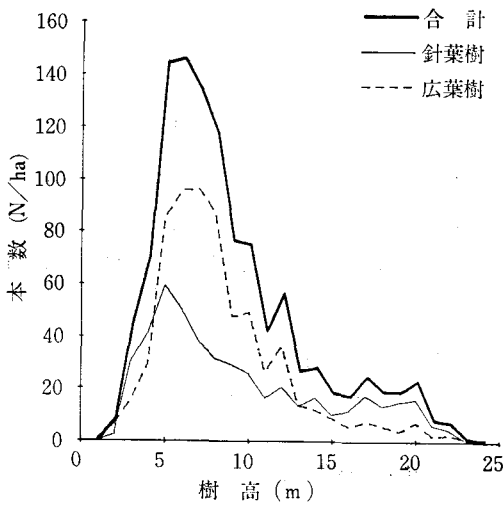


図-14 樹高階別本数分布

Fig. 14. The frequency distribution of height class.

表-28 樹形級区分の結果

Table 28. The frequency distribution of tree form class

樹形級	針葉樹 本数 (%)	広葉樹 本数 (%)	合計 本数 (%)
1	38 (1)	15 (0)	53 (1)
2	300 (8)	76 (2)	376 (10)
3a	4 (0)	11 (0)	15 (0)
3b上層	292 (8)	209 (6)	501 (13)
3b下層	949 (25)	1,898 (50)	2,847 (75)
合計	1,583 (42)	2,209 (58)	3,792 (100)

表-29 第1施業標準林における形質不良木の内訳

Table 29. The list of items in cell trees of 1st standard forest

樹種	菌害木 (%)	幹形不良木 (%)	枯損・半枯損木 (%)	斜立木 (%)	被圧木 (%)	その他 (%)	合計 (%)
上層木 針葉樹	72	21	2	0	0	5	100
上層木 広葉樹	51	35	0	3	0	11	100
下層木 針葉樹	0	48	5	26	9	12	100
下層木 広葉樹	0	24	2	42	8	24	100

を異にする2つのグループがあることがわかる。広葉樹では7m付近にピークが1箇所認められ、樹高が高くなるにしたがって本数が減少する分布型を示している(図-14)。

材積については、針葉樹では94 m<sup>3</sup>/ha、広葉樹では53 m<sup>3</sup>/ha、合計147 m<sup>3</sup>/haとなっており、前述の保存林の200~540 m<sup>3</sup>/ha、総合経営試験林の170~230 m<sup>3</sup>/haと比較すると少い林分である。材積比は64:36となっており、針葉樹の占める割合が多い。図-15に胸高直径階別材積分布を示す。これを見ると針葉樹では32 cmにピークがあり、ほぼ正規分布を呈している。広葉樹では12 cmと42 cmに僅かなピークが認められるが、小径から大径に至るまで材積分布に大きな差がみられないことがわかる。

樹形級区分における本数の配分は、針葉樹、広葉樹ともに1級木が極端に少い。しかしながら2級木は針葉樹で8%、広葉樹で2%、合計10%を占めている。3級木では暴領木以外の形質不良木が圧倒的に多い(表-28)。次に、これら形質不良木の内訳をみてみよう(表-29)。すなわち、上層木では菌害木の割合が針葉樹で72%、広葉樹では51%と非常に高いことがわかる。なお、本施業標準林における菌害木は、子実体が着生しているものばかりでなく、樹幹の中部から上部の損傷部の下に凹部がみられるため、菌害木と判定されるものも多くみられる。このような、幹の損傷は、強風による幹上部の損傷および枝折れが原因になっていると考えられる。

## 2) 帯状区調査結果

本施業標準林帯状区の樹冠投影図を図-16に示す。この図を見ると、小さなクローネは大きなクローネの近くに分布しているようである。次に、 $I_0$ 指数をみると、表-30に示すように未成木が最も大きな値となっているが、全立木、成木、未成木ともに1に近く、一様分布の傾向を示しており、集中分布の傾向は示していない。

次に、間隔分布図をみると、図-17のような結果が得られ、成木・未成木ともにピークは1箇所だけみられ、5~10 mの間隔で一様に分布しており、集中分布の傾向は示していない。

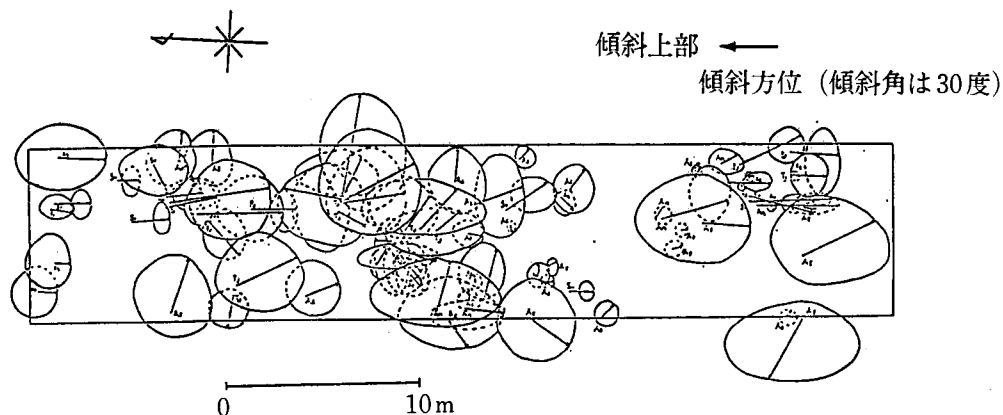


図-16 帯状区の樹冠投影図

Fig. 16. The crown projection of belt transect.

表-30 第1施業標準林帯状区内立木の分布集中度指数 ( $I_d$ )

Table 30. The  $I_d$  index in belt transect of 1st standard forest

方形 枠	全立木	成 木	未成木
5m×5m	1.47	1.33	1.75
5m×10m	1.20	1.08	1.26
10m×10m	1.03	0.96	1.03

注) 成木は樹高14m以上, 未成木は樹高14m未満。

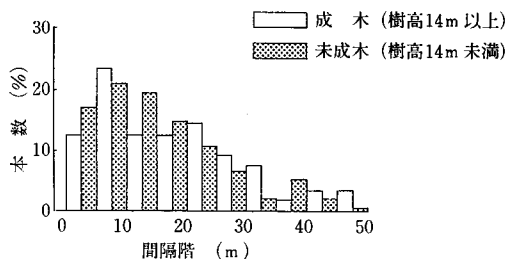


図-17 帯状区内立木の間隔分布

Fig. 17. The tree distance distribution of belt transect.

これらのことから, 本施業標準林におけるクローネの小さな下層木 (未成木) も含めて考察した場合でも, 大きな林冠の疎開はないようである。

3) 更新木調査結果

更新木調査を行った2箇所の調査プロットの樹冠投影図を図-18, 19に示す。更新木

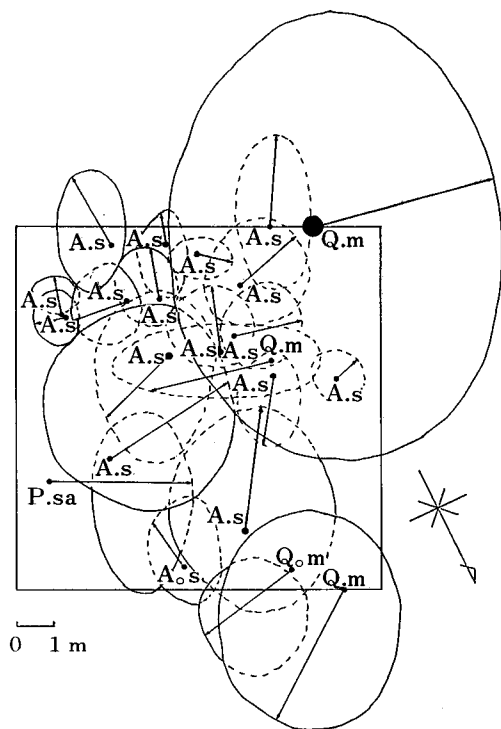


図-18 更新木調査プロット-Aの樹冠投影図

Fig. 18. The crown projection of seedling investigation plot-A.

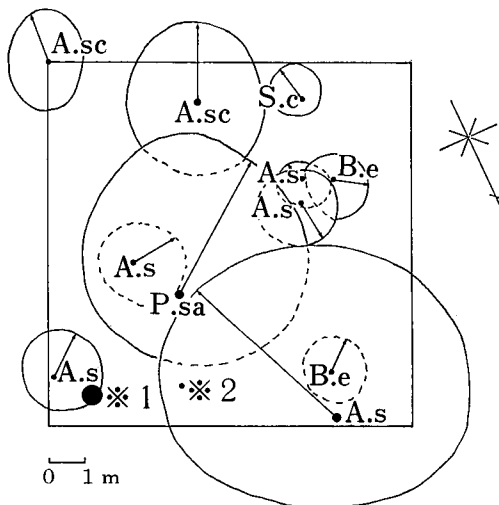


図-19 更新木調査プロット-Bの樹冠投影図

Fig. 19. The crown projection of seedling investigation plot-B.

注) ※1はミズナラ伐根で根元直径60cm, ※2はコシアブラ伐根で根元直径11cm。調査対象は樹高1.3m以上の林木である。

表-31 プロット-A内の更新木本数

Table 31. The number of seedlings in plot-B

樹 種	稚苗	稚樹	幼樹
トドマツ	83	40	40
ミズナラ	2		
エゾヤマザクラ	1		2
イタヤカエデ	20		2
合 計	106	40	44

注) プロット面積は100m<sup>2</sup>。

表-32 プロット-B内の更新木本数  
Table 32. The number of seedlings in plot-B

樹種	稚苗	稚樹	幼樹
イチイ			1
トドマツ	35	33	41
ミズナラ		1	
エゾヤマザクラ	6		3
ナナカマド			3
アズキナン	2		
イタヤカエデ	2		6
シナノキ		3	
コシアブラ			1
合計	45	37	55

注) プロット面積は 100 m<sup>2</sup>。

表-33 更新木調査プロットの下層植生  
Table 33. The undergrowth in seedling investigation plot

出現種	プロットA			プロットB		
	被度	群度	平均高 (cm)	被度	群度	平均高 (cm)
エゾユズリハ <i>Daphniphyllum macropodium</i> var. <i>humile</i>	+	1	40			
ハイイヌツゲ <i>Ilex crenata</i> subsp. <i>radicans</i>				+	1	10
ツルシキミ <i>Skimmia japonica</i>	+	1	20	+	1	20
ツタウルシ <i>Rhus ambigua</i>	+	1		+	1	
ツルアジサイ <i>Hydrangea petiolaris</i>	+	1		+	1	
イワガラミ <i>Schizophragma hydrangeoides</i>	+	1				
クマイザサ <i>Sasa senanensis</i>	2	2	150	5	5	150
チシマザサ <i>Sasa kurilensis</i>				1	1	150



写真-2 第1施業標準林の林床 (1983年5月)

Photo 2. The forest floor of 1st standard forest.



写真-3 第1施業標準林のササ類の様子 (1983年5月)

Photo 3. The appearance of sasa species in 1st standard forest.

注) 中央は集材路。

本数の多いプロット-Aは、表-31に示すようにトドマツの更新が良好であり、特に稚苗の本数が多い。更新木本数の少ないプロット-Bは、表-32に示すようにトドマツの稚・幼樹の本数はプロット-Aと変りないが、稚苗の本数が少ない。広葉樹については両プロットとも更新木本数が少く、更新は不良となっている。

これらのプロットの下層植生を表-33に示す。すなわち、更新木本数の多いプロット-Aではササ類の被度、群度が低くなっている。ちなみに、プロット-A付近の林床の様子と本施業標準林内の一般的な林床の様子を写真-2, 3に示す。写真-3をみると、ササ類はほぼ一様に林床を覆っていることから、本施業標準林における一般的な更新状態はプロット-Bと同様であり、部分的にササ類が少ない所では写真-2や表-31に示したように稚苗の更新が良好になると考えられる。

ここで両プロットに針葉樹の更新木が多かったことについて考察してみよう。一般に、天然更新の良否は上層林冠を透過してくる光の量と質に影響を受けるといわれている<sup>28)</sup>。このことを経験的に示した例としては千葉ら<sup>4)</sup>の報告があり、これを樹種間の親和性としてとらえている。この親和性は図-20に示されるように、上層木と更新木の樹種によるクローネの重りやすさを表わしたものであり、トドマツの樹冠下にはエゾイタヤやハウチワカエデが存在する場合が多く、トドマツ自身はあまりみられないことを示している。

樹種間に親和性の生じる原因については大金は、樹葉によって吸収する光質に差のあるためであるという理論的な主張をしており<sup>70)</sup>、その機構については大金、菅野らによって明らかにされている<sup>37)</sup>。その内容は以下のとおりである。種々の樹葉について吸収スペクトル分析を行った結果、その特性に差のあることが明らかとなり、上層木と稚・幼樹とが異なる樹種の組合わせの場合には、光吸収に競合関係が生じにくくなることを示している。これらのことから、樹種間に親和性が生じることがわかる。本調査プロットは両者ともに上層木に広葉樹が多くみられることから、トドマツの更新が良好となったものと考えられる。

なお、各プロットの更新木の総数を示すと、プロット-Aが190本、プロット-Bが137本であり両者とも比較的多いといえる。従って、第1施業標準林の全域についても更新は比較的良好であろうと考えられる。

4) 伐採木調査結果

第1施業標準林の伐採木は表-34に示すように、本数伐採率をみると約16% (内針葉樹11.5%, 広葉樹19.1%) となっているが、材積伐採率は約23% (内針葉樹23.9%, 広葉樹20.5%) となっている。また、この表より伐採木の単木材積の平均値を求めると、針葉樹では0.41 m<sup>3</sup>であるのに対し、広葉樹では0.09 m<sup>3</sup>と小さい値を示している。このことは本施業標準林における不良木伐採が、針葉樹では中径木主体、広葉樹では小径木主体であったことをものがたっている (図-21)。

また、伐採木の生産材歩止りをみると、表-35に示すように針葉樹、広葉樹ともに低い値を示していることがわかる。用途については、針葉樹では低質材の占める割合が多いことから、

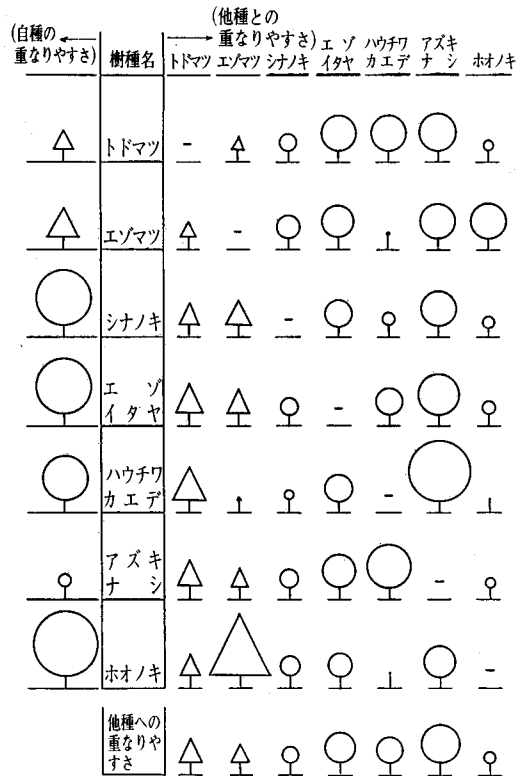


図-20 樹種によるクローネの重なりやすさの比較

Fig. 20. The comparison of crown overlap of some species.

注) 重なりやすさの度合は樹木の模式図の大きさで示す。千葉茂・永田義明: 「針広混交林の群状構造と更新に関する樹種間の親和性について」(天然林における群状構造と更新の解析, 北海道営林局, 1980年)より引用。

表-34 第1施業標準林の伐採木

Table 34. The felling in 1st standard forest

樹種	本数 (本/ha)	材積 (m <sup>3</sup> /ha)	本数 伐採率 (%)	材積 伐採率 (%)
針葉樹	52	21.1	11.5	23.9
広葉樹	120	10.4	19.1	20.5
合計	118	31.5	15.9	22.7

伐採の主体はやはり形質不良の中径木であったといえる。しかし広葉樹では小径木の伐採が行われ、この中には一般材として利用できるものもある程度含まれていたことから、近い将来に利用間伐ができる段階に移行する可能性が高い。

次に伐採木の年輪解析結果を示す(表-36)。年輪数の範囲は、針葉樹では45~200、広葉樹

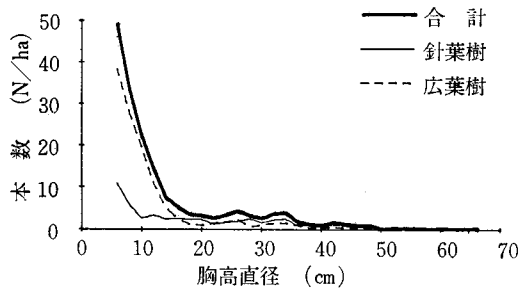


図-21 伐採木の胸高直径階別本数分布

Fig. 21. The frequency distribution of D. B. H. class in felling trees.

表-35 第1施業標準林伐採木の歩止りと用途

Table 35. The yield percentage and use of felling in 1st standard forest

樹種	歩止り (%)	一般材 (%)	低質材 (%)
針葉樹	44.4	17.6	82.4
広葉樹	37.4	43.9	56.1
合計	41.8	26.2	73.8

表-36 伐採木の元口年輪数

Table 36. The number of annual rings at butt end of cutting trees

	針葉樹	広葉樹
調査本数	34	69
胸高直径 (cm)	最小	5.0
	平均	23.9
	最大	54.4
元口年輪数	最小	45
	平均	138
	最大	200
相関係数	0.75**	0.88**

注) \*\*は有意水準1%である。

では19~331となっている。元口年輪数と胸高直径の相関は両樹種ともに高いが、図-22に示すようにならずしも連続的ではなく、針葉樹では2つのグループが存在しているこ

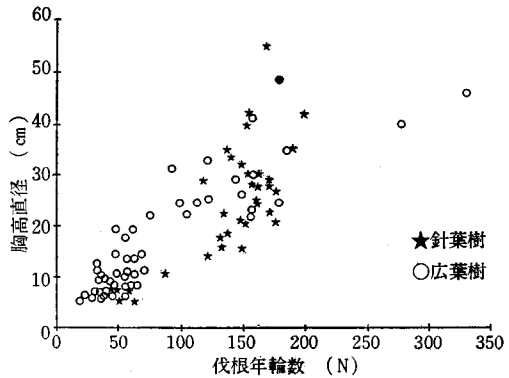


図-22 伐採木の伐根年輪数と胸高直径の関係

Fig. 22. The relationship between number of annual rings at stamp and D. B. H. in felling trees.

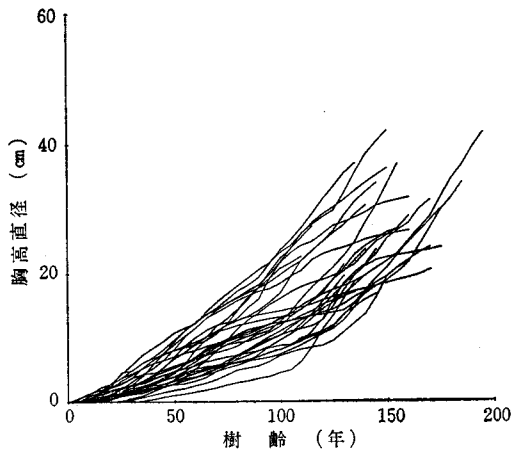


図-23 針葉樹における樹齢と胸高直径の関係

Fig. 23. The relationship between tree age and D. B. H. of conifer.

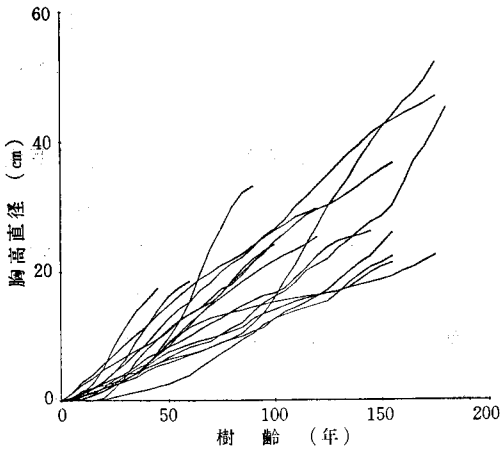


図-24 広葉樹における樹齢と胸高直径の関係

Fig. 24. The relationship between tree age and D. B. H. of hardwood.

とがわかる。すなわち針葉樹では元口年輪数が40~60のグループと、130~180のグループがあり、広葉樹については連続的といえるであろう。このように、針葉樹ではほぼ100年の差をもつ2つのグループがあることについては、針葉樹のほとんどを占めるトドマツが更新的特徴として年齢差を生じやすい種であることが知られている<sup>105)</sup>ことから、生態的特徴によって生じた年齢差と考えるのが適当であろう。

伐採木の年輪解析から推定した胸高直径について分析すると、図-23に示すように、針葉樹では70~80年までは年齢に対応する胸高直径の範囲が小さいが、それ以上になると胸高直径の範囲が大きくなっている。広葉樹については、初期生長が針葉樹より若干良好であるほかは針葉樹とほぼ同様の傾向を示している(図-24)。なお、直径生長の速度については両樹種とも100年で20 cm程度、また150年で25 cm程度であり、緩慢な生長を示している。

材積生長についても胸高直径生長と同様である(図-25, 26)。この図をみると、単木材積が1 m<sup>3</sup>に達するのに両樹種ともに150年以上かかることがわかる。すなわち、本施業標準林における伐採木の生長は非常に遅いといえる。その理由については、第3章第2節でも示したように本施業標準林における過去の伐採の影響であり、生長が早く形質の良好な林木はほとんど

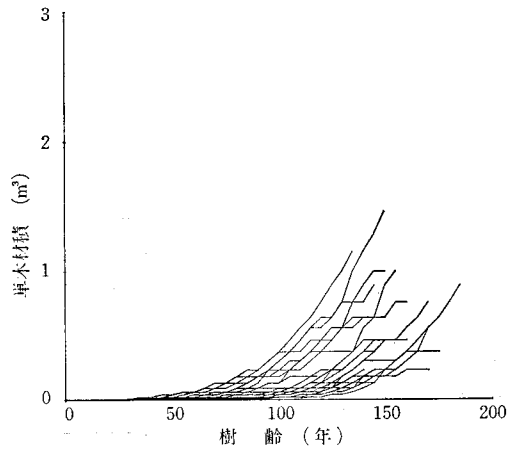


図-25 針葉樹における樹齢と材積の関係

Fig. 25. The relationship between tree age and volume of conifer.

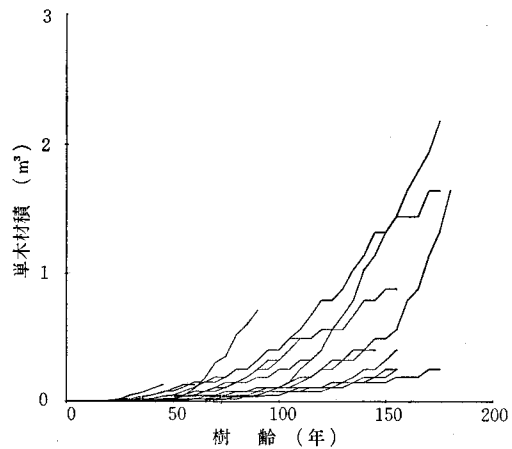


図-26 広葉樹における樹齢と材積の関係

Fig. 26. The relationship between tree age and volume of hardwood.

収穫され、現在残っているのは生長が遅れ形質が不良なものが多くなっているためと考えられる。

#### 5) 小 括

第1施業標準林の林相・林分構成の調査結果を要約すると次のようになる。まず現状についてみれば、本施業標準林は小径木を主体とした一斉林で、その中に大径木が点在するような林分であり、これら大径木のなかには菌害木を主とした形質不良木が多量に存在している。林木の分布様式は上層木、下層木ともに一様であって集中する傾向は示しておらず、下層木も含めて考察した場合でも、大きな林冠の疎開はみられないようである。また、更新は比較的良好となっている。針葉樹の年齢は2つのグループがあり、50年程度のもの、160~170年のものに分けられるが、広葉樹では連続的であり、年齢の範囲が大きい。しかしながら、両樹種とも直径生長は比較的緩慢となっている。

なお、本施業標準林の成立過程について若干考察すれば、次のとおりであろう。すなわち、現存する上層木は形質不良木が多いことから、過去における伐採は、大径の良質木を主体としたものであったと考えられる。また、現存する大径木は点在していることから、過去の伐採は、かなりの高伐採率の群状択伐的なものであったと考えられる。このことは、第3章第2節で示した、本施業標準林付近の過去の施業内容とほぼ一致するものと考えられる。

### 第3節 第2施業標準林の調査結果

#### 1) 毎木調査結果

写真-4からわかるように本施業標準林は中径木の一斉林であり、大きな林冠の疎開はみられない。また、本施業標準林の林況を空中写真で判読したところ、小沢にそって5m×20m程度の小さな林冠の疎開部分が4箇所みられたほかに、北部の尾根付近に30m×30m程度の疎林部が確認できた。林冠の疎開部についてはその面積が極端に小さいことから、将来補助造林などの必要性は低いと考えられるが、疎林部については風倒を受けやすく、将来は林冠の疎開部分となり、補助造林が必要となる場合も考えられるので、この疎林部の面積を実測したところ、図-27に示すように、0.12haであることがわかった。

次に、林木についてみよう。第2施業標準林の成立本数は2,054本、haあたりに換算すると431本となっている。このうち針葉樹は922本(194本/ha)、広葉樹は1,132本(238本/ha)であり、本数比は45:55である。構成樹種は、針葉樹ではトドマツが圧倒的に多く、他にはイチイとアカエゾマツが僅かにみられるにすぎない。広葉樹ではイタヤカエデ、ミズナラ、シナノキ、ダケカンパの順で本数が多く、この4種で広葉樹の82%を占めている(表-37)。

胸高直径の最大値は、針葉樹では62cm、広葉樹では70cmとなっており、超大径木はみられない。胸高直径階別本数分布は、針葉樹では26cm付近に小さなピークがあり、全体的にみると小径木にピークが片寄った正規分布に近い型となっている。広葉樹では逆J字型を呈し



写真-4 第2施業標準林の林相 (1981年4月)

Photo 4. The forest stand of 2nd standard forest.

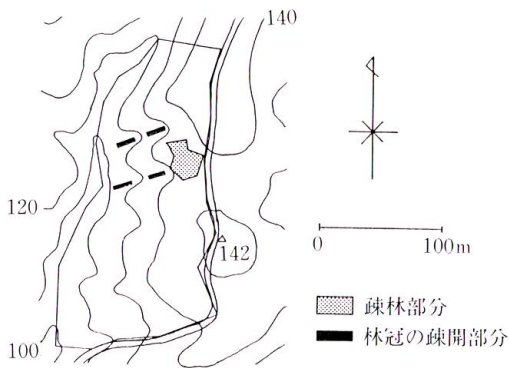


図-27 第2施業標準林における林冠の疎開部分

Fig. 27. The situation of opening in canopy of 2nd standard forest.

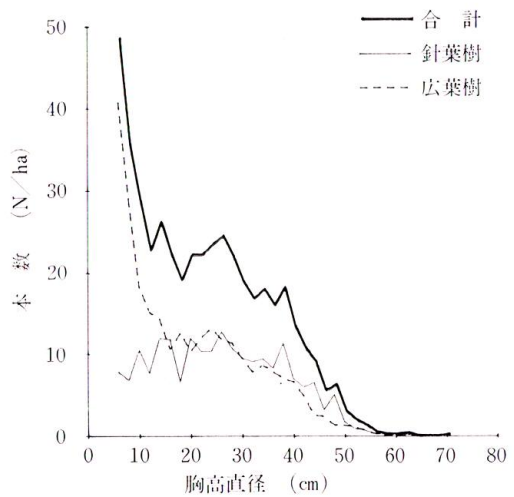


図-28 胸高直径階別本数分布

Fig. 28. The frequency distribution of D. B. H. class.

ているが、24 cm 付近に小さなピークがあり、40 cm 以上になると著しい減少をみせている (図-28)。

樹高階別本数分布は、針葉樹では12 m 付近にピークをもつ正規分布を呈しているが、広

表-37 第2施業標準林の樹種構成

Table 37. The species construction in 2nd standard forest

樹種	本数	ha当りの本数 (本/ha)	本数比 (%)
イチイ	2		0.1
トドマツ	919	193	44.9
アカエゾマツ	1		0.0
エゾノバッコヤナギ	1		0.0
ケヤマハンノキ	35	7	1.7
ウダイカンバ	12	3	0.6
ダケカンバ	95	20	4.6
シラカンバ	3	1	0.1
ミズナラ	228	47	11.1
ハルニレ	12	3	0.6
オヒョウ	17	4	0.8
ホオノキ	39	8	1.9
エゾヤマザクラ	8	2	0.4
シウリザクラ	17	4	0.8
ナナカマド	37	8	1.8
アズキナン	6	1	0.3
ヒロハノキハダ	32	7	1.6
イタヤカエデ	345	72	16.8
シナノキ	197	41	9.6
コシアブラ	7	2	0.3
ハリギリ	31	7	1.5
ミズキ	2		0.1
ヤチダモ	2		0.1
不明広葉樹	4	1	0.2
針葉樹合計	922	193	45.0
広葉樹合計	1,132	238	55.0
合計	2,054	431	100.0

注) 第2施業標準林の面積は4.76 haである。

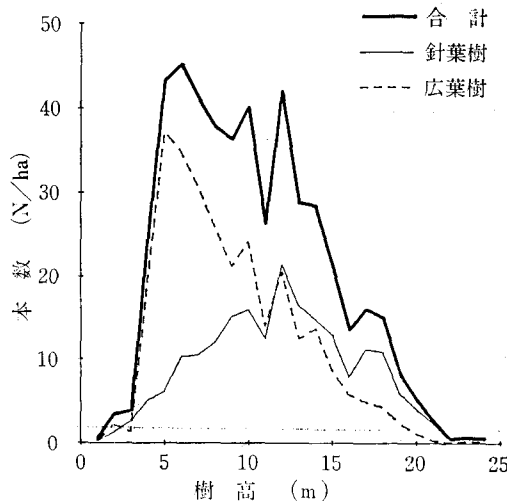


図-29 樹高階別本数分布

Fig. 29. The frequency distribution of height class.

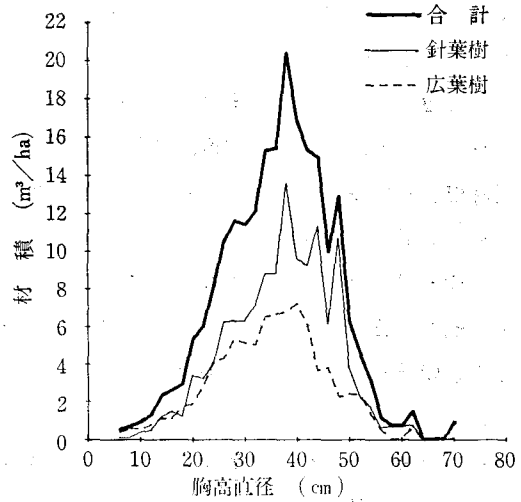


図-30 胸高直径階別材積分布

Fig. 30. The volume distribution of D. B. H. class.

表-38 樹形級区分の結果

Table 38. The frequency distribution of tree form class

樹形級	針葉樹		広葉樹		合計	
	本数	(%)	本数	(%)	本数	(%)
1	88	(4)	4	(0)	92	(5)
2	10	(1)	27	(1)	37	(2)
3a	3	(0)	134	(7)	137	(7)
3b上層	384	(19)	170	(8)	554	(27)
3b下層	437	(21)	797	(39)	1,234	(60)
合計	922	(45)	1,132	(55)	2,054	(100)

表-39 第2施業標準林における形質不良木の内訳

Table 39. The list of items in cell trees of 2nd standard forest

樹種	虫害木 (%)	幹形不良木 (%)	枯損・半枯木 (%)	斜立木 (%)	被圧木 (%)	その他 (%)	合計 (%)
上層木							
針葉樹	48	45	0	2	0	5	100
広葉樹	37	32	0	5	0	26	100
下層木							
針葉樹	3	51	11	12	15	8	100
広葉樹	5	42	8	19	11	15	100

葉樹では5 m 付近にピークがあり、樹高が高くなるにしたがって本数が減少する分布型を示している (図-29)。

材積については、針葉樹では ha 当り  $130 \text{ m}^3$ 、広葉樹では ha 当り  $85 \text{ m}^3$ 、合計では  $215 \text{ m}^3$  となっている。これらの材積比は 60:40 であり、針葉樹の多い林分である。次に、胸高直径階別材積分布を図-30 示す。これを見ると針葉樹では、38 cm 付近にピークのある正規分布に近い形、広葉樹では 40 cm 付近にピークのある正規分布に近い形を呈していることがわかる。

樹形級区分における本数分布は、1 級木が 5%、2 級木は 2%、3 級木のうち暴領木は 7%、その他の形質不良木は 87% となっており、形質不良木の占める割合が多い。また、この林分は広葉樹暴領木の多いことが特徴である (表-38)。次に、3 級木のうち上層木であって暴領木でないものの内訳をみてみよう (表-39)。すなわち、上層木のなかに枯損・半枯損木はみられないが、菌害木の割合が針葉樹で約 50%、広葉樹でも約 40% と高いことがわかる。下層木では幹形不良木が最も多くなっている。

## 2) 带状区調査結果

本施業標準林带状区の樹冠投影図を図-31 に示す。この図を見ると、立木の分布は集中しているようである。次に、 $I_s$  を指標として得た結果によると、表-40 のように成木では 1 に近く集中性は示していないが、未成木では集中分布の傾向が認められる。すなわち、未成木は一樣に分布していないといえることができる。

このことを間隔分布によって示すと図-32 のようになる。すなわち、成木では 10~15 m に大きなピークが一箇所だけあり、このことから成木の分布は 10~15 m 間隔で一樣となっている。いっぽう未成木では 10~15 m に大きなピーク、40~45 m に小さなピークがみられ、ピークが二箇所ある。このことから、未成木では集中分布の傾向があり、その集中群相互の距離は約 45 m と推定できる。

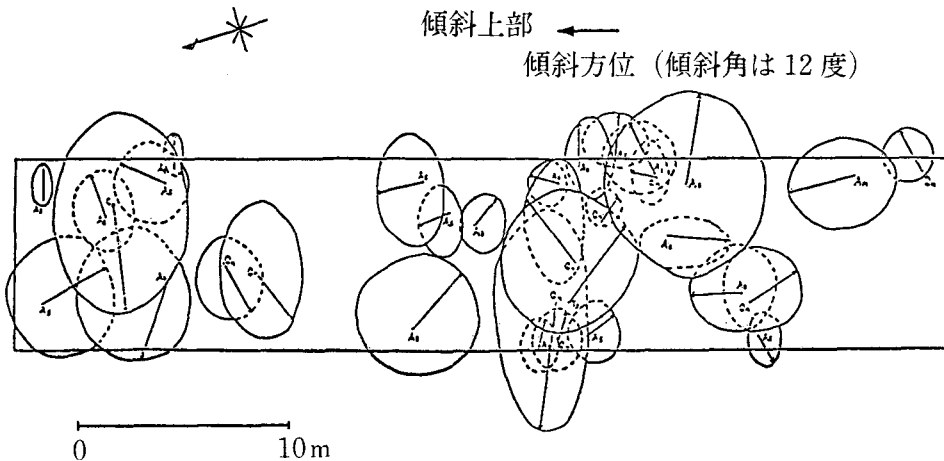


図-31 带状区の樹冠投影図

Fig. 31. The crown projection of belt transect.

表-40 第2施業標準林帯状区内立木の分布集中度指数 ( $I_b$ )

Table 40. The  $I_b$  index in belt transect of 2nd standard forest

方形枠	全立木	成木	未成木
5m×5m	1.50	1.50	2.03
5m×10m	1.30	1.25	1.95
10m×10m	1.39	1.38	1.83

注) 成木は樹高14m以上, 未成木は樹高14m未満の林木

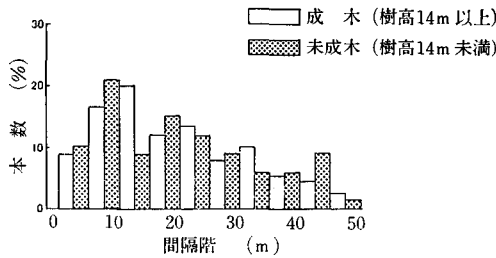


図-32 帯状区内立木の間隔階分布図

Fig. 32. The tree distance distribution of belt transect.

表-41 プロット-A内の更新木本数

Table 41. The number of seedlings in plot-A

樹種	稚苗	稚樹	幼樹
イチイ	4		
トドマツ	275		
ダケカンバ	118	2	
ミズナラ	7		2
ナナカマド	343	14	3
ヒロハノキハダ	5		
イタヤカエデ		6	
コシアブラ		3	
合計	752	25	5

注) プロット面積は100m<sup>2</sup>。

表-42 プロット-B内の更新木本数

Table 42. The number of seedlings in plot-B

樹種	稚苗	稚樹	幼樹
イチイ	1		
トドマツ	93		
ダケカンバ	23		
ミズナラ	1		1
ホオノキ			1
ナナカマド	12		6
ヒロハノキハダ			1
イタヤカエデ	7		5
シナノキ	1		
コシアブラ	1		
合計	139		14

注) プロット面積は100m<sup>2</sup>。

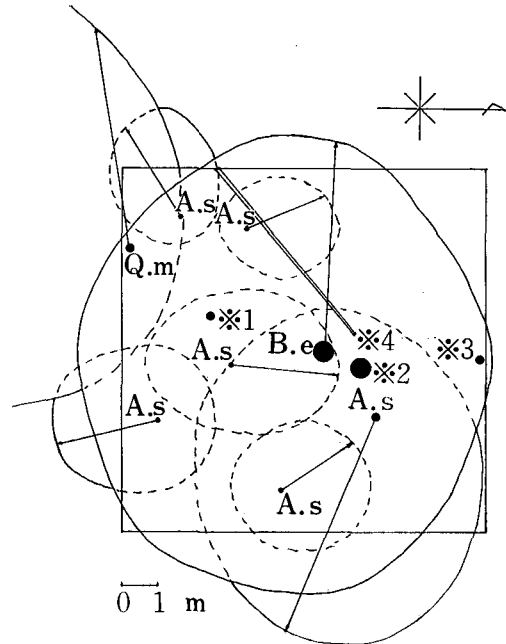


図-33 更新木調査プロット-Aの樹冠投影図

Fig. 33. The Crown projection of seedling investigation plot-A.

注) ※1はトドマツ伐根で根元直径22cm, ※2はダケカンバ伐根で根元直径50cm, ※3はトドマツ伐根で根元直径32cm, ※4はトドマツ風倒木である。

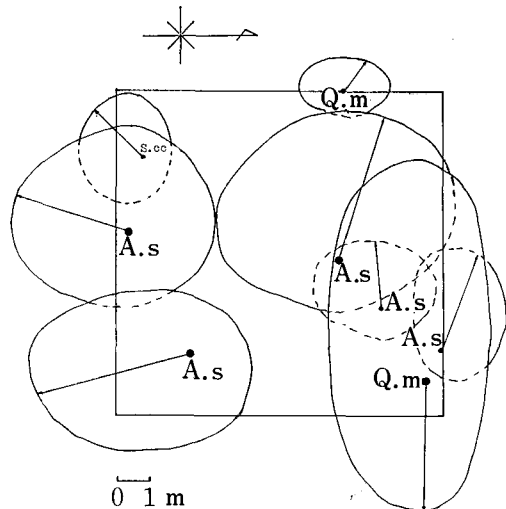


図-34 更新木調査プロット-Bの樹冠投影図

Fig. 34. The Crown projection of seedling investigation plot-B.

表-43 更新木調査プロットの下層植生

Table 43. The undergrowth in seedling investigation plot

出現種	プロット A			プロット B		
	被度	群度	平均高 (cm)	被度	群度	平均高 (cm)
オオカメノキ <i>Viburnum furcatum</i>				+	1	120
ハイイヌツゲ <i>Ilex crenata</i> subsp. <i>radicans</i>	+	1	10			
エゾイチゴ <i>Rubus idaeus</i> var. <i>aculeatissimus</i>				+	1	20
ツルシキミ <i>Skimmia japonica</i>	+	1	20	+	1	20
ツタウルシ <i>Rhus ambigua</i>	+	1		+	1	
ツルアジサイ <i>Hydrangea petiolaris</i>	+	1		+	1	
イワガラミ <i>Schizophragma hydrangeoides</i>	+	1				
ヤマブドウ <i>Vitis coignetia</i>				+	1	
クマイザサ <i>Sasa senanensis</i>	3	2	90	5	5	120
サンカヨウ <i>Diphylleia grayi</i>				+	1	50



写真-5 第2施業標準林におけるササ類繁茂の様子 (1985年5月)

Photo 5. The appearance of sasa species in 2nd standad forest.



写真-6 プロット-Bの林床の様子 (1983年5月)

Photo 6. The forest floor in plot-B.



写真-7 ロット-A内集材路跡の更新状態 (1983年5月)

Photo 7. The regeneration condition of the skkeding road mark in plot-A.

3) 更新木調査結果

更新木調査を行った2箇所の調査プロットの樹冠投影図を図-33, 34に示す。更新木本数の多いプロット-Aは表-41に示すように稚苗の本数は多いが、幼樹、稚樹の本数が少ない。特に幼樹の本数はミズナラほか合計5本だけであり少ないといえる。また稚苗の本数の多かった樹種はトドマツ、ダケカンバなどである。更新木本数の少ないプロット-Bは、表-42に示すように幼樹14本と稚苗139本が更新しており、稚樹は全くみられない。すなわち、両プロットの更新木本数には大きな差があることがわかる。

これらのプロットの下層植生を表-43に示す。本施業標準林の林床は写真-5に示すようにササ類が密生しており、一般的にはプロット-Bのような林床植生となっている。そのために地表付近には写真-6に示すようにササ類の落葉が厚く堆積しているのが普通である。このうち、プロット-A内にはブルドーザーによる集材路跡があり、ササ類の被度および群度が低くなっている。稚苗はこの集材路跡に集中的にみられる。この集材路跡に1m×2mの更新木調査区を設定し、稚苗の本数を測定したところ、表-44の結果が得られた。すなわち、トラクターの集材路跡には写真-7に示すように多くの更新木がみられるのである。従って、人為的に天然更新木の本数を増加させることはある程度可能と考えられよう。

4) 伐採木調査結果

第2施業標準林の伐採木は表-45に示すように、本数伐採率は約10% (内針葉樹10.4%、

表-44 集材路跡地の更新木本数  
Table 44. The number of seedlings in skidding road mark

樹種	本数
トドマツ	12
ダケカンバ	21
ミズナラ	1
ヒロハノキハダ	4
ナナカマド	10
合計	48

注) 調査区の面積は2m<sup>2</sup>(1m×2m)である。  
更新木は全て稚苗(樹高0.3m未満)である。

表-45 第2施業標準林の伐採木  
Table 45. The felling in 2nd standard forest

樹種	本数 (本/ha)	材積 (m <sup>3</sup> /ha)	本数 伐採率 (%)	材積 伐採率 (%)
針葉樹	19	18.4	10.4	14.1
広葉樹	24	6.3	9.1	7.4
合計	42	24.7	9.8	11.5

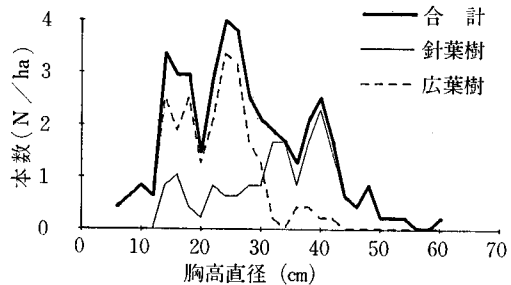


図-35 伐採木の胸高直径階別本数分布  
Fig. 35. The frequency distribution of D. B. H. class in felling trees.

表-46 第2施業標準林伐採木の歩止りと用途

Table 46. The yield percentage and use of felling in 2nd standard forest

樹種	歩止り (%)	一般材 (%)	低質材 (%)
針葉樹	58.3	39.7	60.3
広葉樹	44.3	7.1	92.9
合計	52.2	27.7	72.3

広葉樹9.1%)となっている。また、材積伐採率は約12% (内針葉樹14.1%, 広葉樹7.4%)であり、単木材積は針葉樹が0.93 m<sup>3</sup>, 広葉樹が0.26 m<sup>3</sup>となる。このことから本施業標準林の伐採は、針葉樹では中径から大径木が主体、広葉樹では小径木から中径木が主体であったことがわかる(図-35)。

伐採木の生産材歩止りをみると、表-46に示すように針葉樹では58%, 広葉樹では44%となっており低い値を示している。また、用途についてみると一般材の割合が低く、特に広葉樹についてはこれが7%となっており極端に低い値となっている。従って、形質不良木がまだ多数残されている本施業標準林では、今後の伐採でも同程度の収穫しか期待できないと考えられるのである。

表-47 伐採木の元口年輪数  
Table 47. The number of annual rings at butt end of cutting trees

	針葉樹	広葉樹	
調査本数	18	20	
胸高直径 (cm)	最小	16.4	10.4
	平均	38.5	23.8
	最大	51.9	36.8
元口年輪数	最小	103	52
	平均	130	103
	最大	144	136
相関係数	0.24	0.62**	

注) \*\*は有意水準1%である。

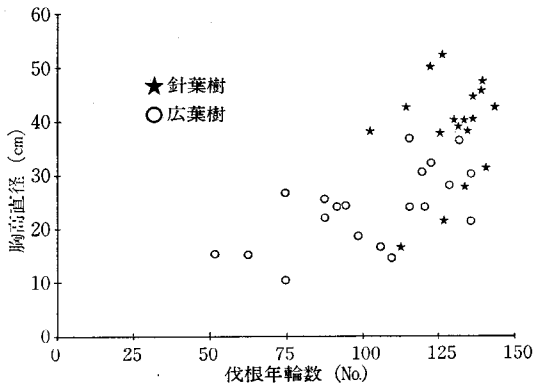


図-36 伐採木の伐根年輪数と胸高直径の関係

Fig. 36. The relationship between number of annual rings at satmp and D.B.H. in felling trees.

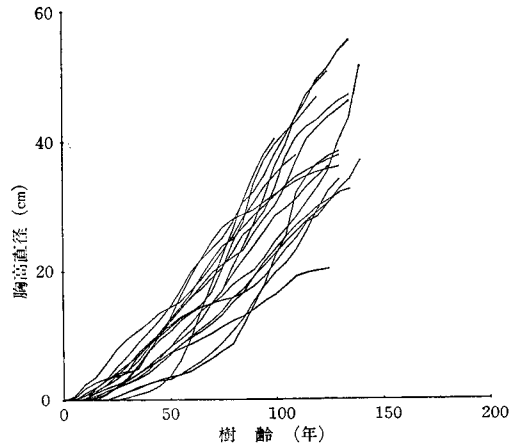


図-37 針葉樹における樹齡と胸高直径の関係

Fig. 37. The relationship between tree age and D.B.H. of conifer.

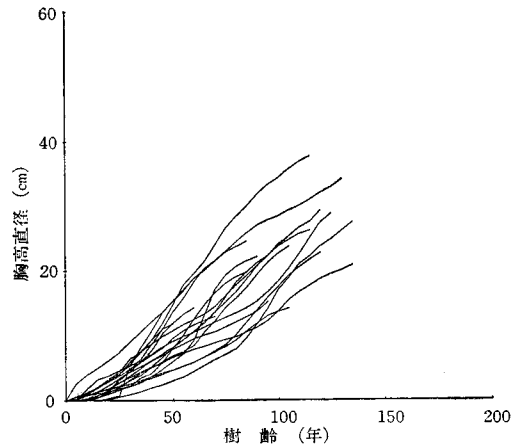


図-38 広葉樹における樹齡と胸高直径の関係

Fig. 38. The relationship between tree age and D.B.H. of hardwood.

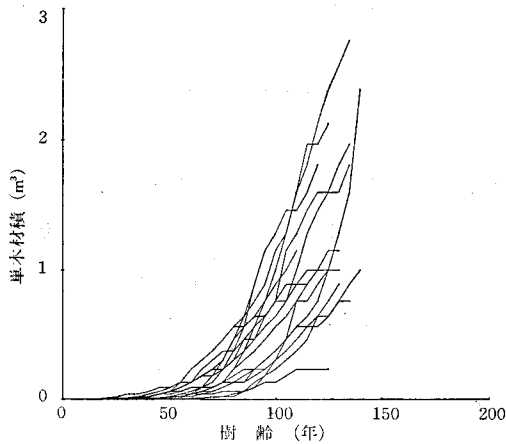


図-39 針葉樹における樹齢と材積の関係

Fig. 39. The relationship between tree age and volume of conifer.

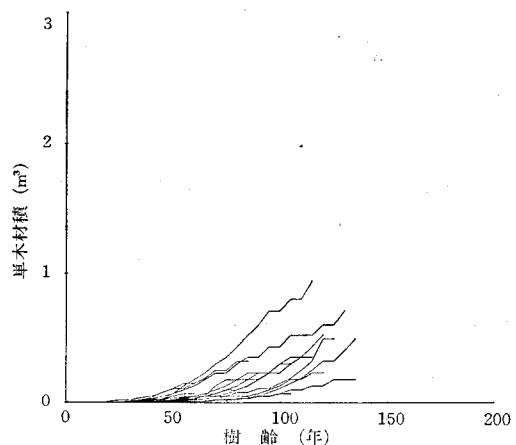


図-40 広葉樹における樹齢と材積の関係

Fig. 40. The relationship between tree age and volume of hardwood.

次に伐採木の年輪解析結果について示す(表-47)。年輪数の範囲は針葉樹では103~144となっており非常に狭いが、広葉樹では52~132と広がっている。図-36にも示されているように、伐根年輪数と胸高直径の相関は針葉樹では低い値を示しているが、広葉樹ではやや高い値を示している。このことから広葉樹では年齢に応じた一定の直径生長を示すが、針葉樹では個々の林木によって生長が大きく異なると考えられる。また、針葉樹では胸高直径に関係なく、ほとんどの伐採木が伐根年輪数120~150の範囲に入っている。

このことを伐採木の年輪解析から推定した胸高直径生長について分析すると、図-37に示すように、針葉樹では直径生長に大きな差が認められ、速いものでは約140年で55 cm程度となるが、遅いものでは約140年で20 cm程度にしかならないことがわかる。広葉樹では直径生長に大きな差が認められず、約140年で30 cm程度となっている(図-38)。

材積生長については、胸高直径生長と同様であり、図-39, 40に示すように、針葉樹では個々の林木で材積生長に大きな差があるが、広葉樹では大きな差がない。以上のことから、第2施業標準林の針葉樹はほぼ同時期に更新し生長を開始したものであるが、その後の生長は個々の林木の環境に応じて異なったものであったと考えることができよう。

##### 5) 小 括

第2施業標準林の林相、林分構成の調査結果を要約すると次のようになる。本施業標準林は中径木を主体とした一斉林であり、形質不良木が多く含まれている。施業標準林内には大きな林冠の疎開はみられず、立木の分布様式は成木ではほぼ一様となっているが、未成木では集中する傾向がある。林床にはササ類が密生しており、更新は不良であるが、ブルドーザーによる集材路跡には稚苗が多く存在している。年齢構成は、針葉樹で約140年のほぼ同齢林、広葉

樹では異齡林となっている。また、針葉樹では個々の立木により直径生長に大きな差が認められる。

次に、このような林分の成立過程について若干考察してみよう。第3章第3節において本施業標準林の含まる220林班の推定蓄積が217 m<sup>3</sup>/ha程度であったこと、その後1980年度における伐採が材積伐採率で30%程度であったことを述べたが、現在の本施業標準林の蓄積が215 m<sup>3</sup>/haとなっていることから、1980年度における伐採時の伐採率は、本施業標準林内ではそれほど高くなく、形質不良木の中でも特に不良の程度の著しい林木だけを収穫したに止めたことが推察される。またこれと同時に、伐採前の蓄積も上述の推定蓄積よりはある程度大きかったことが推測できる。しかしながら、現存する上層木には形質不良木が多いことから、これ以前の伐採は大径の良質木を対象としていたと考えられる。また、本施業標準林には大きな林冠の疎開部分がみられないことから、過去の伐採は単木的なものであったと考えられる。

なお、本施業標準林における更新状況をみると、ササ類および土壌のA<sub>0</sub>層の除去された集材路跡地の稚苗本数は多いものの、全体的に稚・幼樹本数は非常に少なくなっていることがわかる。このことは、天然更新のための種子の供給量はある程度確保されていたが、長期間にわたってササ類が林床を覆っていたために、種子の活着不良な状態が継続していたことが推測される。また、ササ類の繁茂は、一旦活着した稚苗の生長を阻害していたと考えられ、その結果稚・幼樹本数が少ない現在の更新状況となったといえることができるであろう。

#### 第4節 第3施業標準林の調査結果

##### 1) 毎木調査結果

はじめに、第3施業標準林の林相を写真-8に示す。これらの写真からわかるように、本施業標準林は大径木を主体とした一斉林であり、部分的に林冠の疎開がみられる林分である。また本施業標準林の林況を空中写真で判読したところ、20 m×20 m程度の林冠の疎開部分が7箇所確認できた。そこで、これらを実測したところ、表-48に示すように合計で2,850 m<sup>2</sup>の林冠の疎開部分があることがわかった。なお、これらを図示すれば、図-41に示すように、各所に林冠の疎開部分があることがわかる。

次に林木についてみよう。第3施業標準林の成立本数は1,079本、ha当りに換算すると415本となっており、3箇所の施業標準林の中で最も少い。このうち針葉樹は441本(170本/ha)、広葉樹は638本(245本/ha)であり、本数比は41:59である。構成樹種は針葉樹ではトドマツがほとんどであり、広葉樹ではシナノキ、イタヤカエデ、ミズナラ、オヒョウの順で本数が多い。特にシナノキとイタヤカエデが多く、この2種で全体の37%を占めている。この標準林は3箇所の中では出現樹種が最も少かった(表-49)。

胸高直径の最大値は、針葉樹で62 cm、広葉樹では114 cmとなっている。胸高直径階別本数分布は針葉樹では14 cmと32 cm付近に小さなピークを2箇所もつ分布型を示している



写真-8 第3施業標準林の林相 (1981年4月)

Photo 8. The forest stand of 3rd standard forest.

表-48 第3施業標準林の林冠の疎開部

Table 48. The situation of the opening in canopy of 3rd standard forest

疎開部番号	面積 (m <sup>2</sup> )
A	590
B	320
C	380
D	510
E	680
F	150
G	220
合計	2,850

表-49 第3施業標準林の樹種構成

Table 49. The species construction in 3rd standard forest

樹種	本数	ha 当りの本数 (本/ha)	本数比 (%)
イチイ	1		0.1
トドマツ	440	170	40.8
ケヤマハンノキ	11	4	1.0
ダケカンバ	40	15	3.7
ミズナラ	52	20	4.8
ハルニレ	7	3	0.6
オヒョウ	48	18	4.4
ホオノキ	32	12	3.0
エゾヤマザクラ	1		0.1
ナナカマド	12	5	1.1
アズキナシ	1		0.1
ヒロハノキハダ	18	7	1.7
イタヤカエデ	181	70	16.8
シナノキ	218	85	20.2
ハリギリ	14	5	1.3
不明広葉樹	3	1	0.3
針葉樹合計	441	170	40.9
広葉樹合計	638	245	59.1
合計	1,079	415	100.0

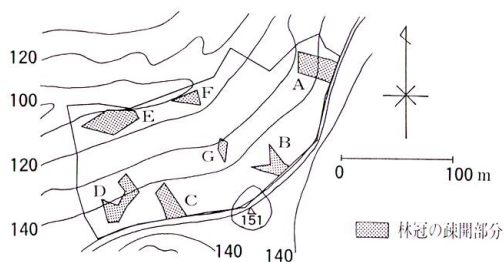


図-41 第3施業標準林における林冠の疎開部分

Fig. 41. The situation of opening in canopy of 3rd standard forest.

注) 第3施業標準林の面積は2.60 haである。

が、16~50 cm までは極端に大きな差がみられない。広葉樹では逆J字型を呈しているが、40 cm 付近で急に本数が減少している。また、直径 80 cm 以上の超大径木が何本かみられる (図-42)。

樹高階別本数分布は、針葉樹では 13 m

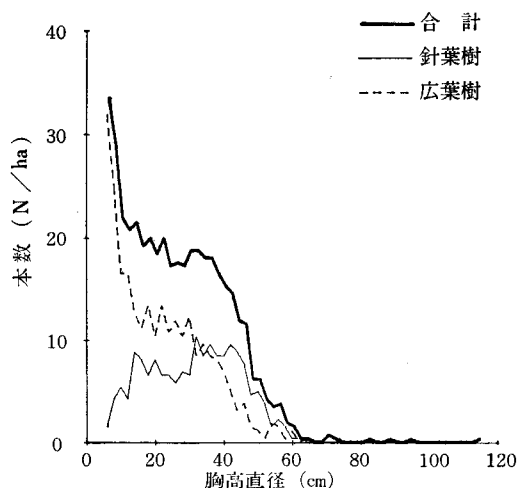


図-42 胸高直径階別本数分布

Fig. 42. The frequency distribution of D. B. H. class.

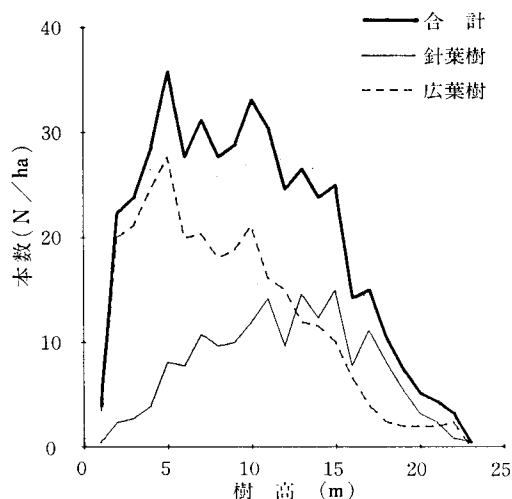


図-43 樹高階別本数分布

Fig. 43. The frequency distribution of height class.

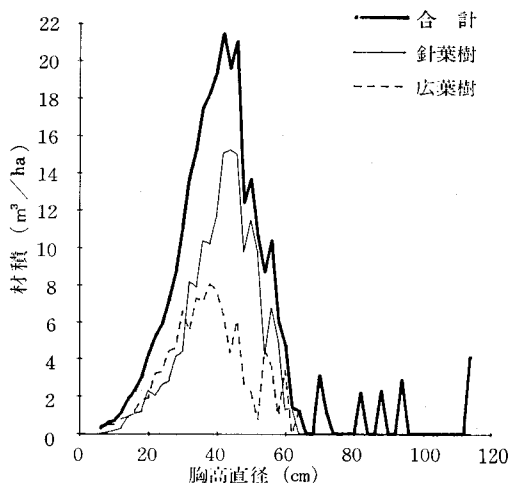


図-44 胸高直径階別材積分布

Fig. 44. The volume distribution of D. B. H. class.

表-51 樹形級区分の結果

Table 50. The frequency distribution of tree form class.

樹形級	針葉樹 本数 (%)	広葉樹 本数 (%)	合計 本数 (%)
1	50 (5)	41 (4)	91 (9)
2	17 (2)	35 (3)	52 (5)
3a	10 (1)	48 (4)	58 (5)
3b上層	230 (21)	170 (16)	400 (37)
4b下層	134 (12)	344 (32)	478 (44)
合計	441 (41)	638 (59)	1,079 (100)

表-51 第3施業標準林における形質不良木の内訳

Table 51. The list of items in cell trees of 3rd standard forest

樹種	菌害木 (%)	幹形不良木 (%)	枯損・半枯損木 (%)	斜立木 (%)	被圧木 (%)	その他 (%)	合計 (%)
上層木							
針葉樹	65	20	3	2	5	7	100
広葉樹	41	35	3	8	2	11	100
下層木							
針葉樹	3	39	3	28	20	7	100
広葉樹	2	55	0	8	13	22	100

付近にピークのある正規分布に近い型、広葉樹では5 m 付近にピークがあり、上層木になるにしたがって本数が減少する分布型を示している (図-43)。

材積については針葉樹では ha 当り  $165 \text{ m}^3$ 、広葉樹では  $118 \text{ m}^3$ 、合計  $283 \text{ m}^3$  であり、蓄積の豊富な林分である。材積比は 58:42 となっている。図-44 に胸高直径階別材積分布を示す。これをみると、針葉樹では 42 cm 付近にピークのある正規分布に近い型、広葉樹では 38 cm 付近にピークのある正規分布に近い型を呈しているが、単木当り材積の大きい大径木がみられる。

樹形級別の本数分布は、1 級木が 8% 含まれているが、3 級木のうち上層木が 40% 近くを占めており、形質不良木の目立つ林分である (表-50)。次に、これら形質不良木の内訳をみてみよう (表-51)。すなわち、上層木のうち菌害木の割合が針葉樹で 65%、広葉樹で 41% と高いことがわかる。なお、本施業標準林では、凍裂後に腐朽したと考えられる菌害木が多くみられた。このことは、写真でも示したように林冠が疎開していることが原因と考えられるのである。また、トラクターによる集材時に根元付近に損傷を受け、これが原因で腐朽したと考えられる菌害木もみられた。下層木では幹形不良木が多くなっている。

## 2) 带状区調査結果

本施業標準林带状区の樹冠投影図を図-45 に示す。この図をみると、大きな樹冠の林木はほぼ一列にならんでいるようであり、小さな樹冠の林木は大きな樹冠の下に集中しているようである。次に  $I_s$  指数をみると、表-52 に示すように、成木では集中する傾向は認められないが、未成木では、 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ 、 $5 \text{ m} \times 10 \text{ m}$  の方形枠の場合には、はっきりとした集中傾向を示していることがわかる。

このことを間隔分布によって示せば図-46 のとおりであり、未成木では 5 m と 45 m に同程度のピークがあり、集中分布であることがわかる。なお、集中群間の距離は約 45 m と推定された。

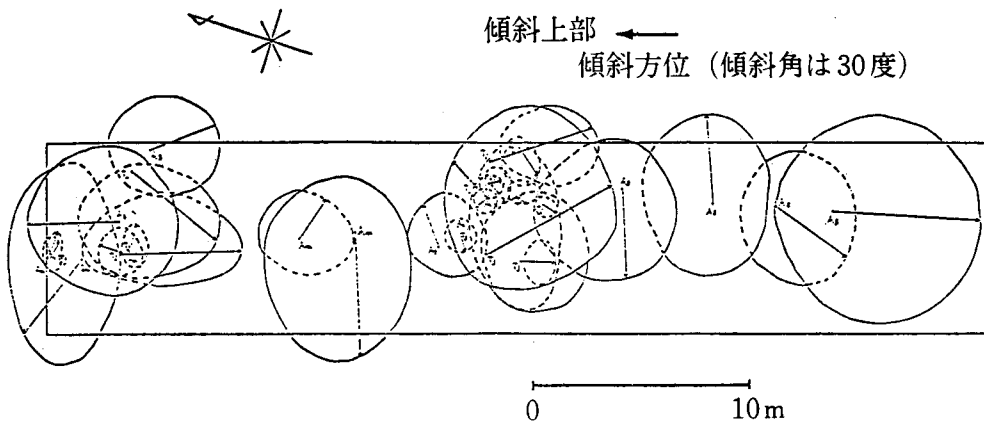


図-45 带状区の樹冠投影図

Fig. 45. The crown projection of belt transect.

表-52 第3施業標準林帯状区内立木の分布集中度指数 ( $I_d$ )

Table 52. The  $I_d$  index in belt transect of 3rd standard forest

方形枠	全立木	成木	未成木
5m×5m	2.45*	1.09	4.11**
5m×10m	1.94	1.27	2.58*
10m×10m	1.51	1.18	2.13

注) \*\*は有意水準1%, \*は有意水準5%である。

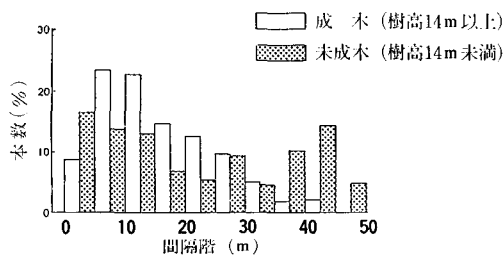


図-46 帯状区内立木の間隔階分布図

Fig. 46. The tree distance distribution of belt transect.

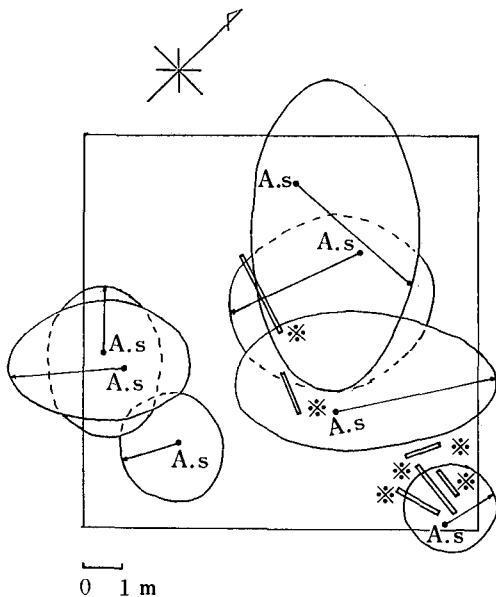


図-47 更新木調査プロット-Aの樹冠投影図

Fig. 46. The crown projection of seedling investigation plot-A.

注) ※はトドマツ風倒木。

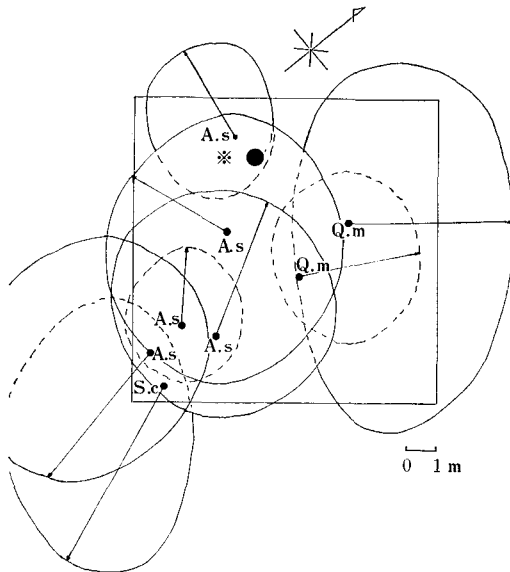


図-48 更新木調査プロット-Bの樹冠投影図

Fig. 48. The crown projection of seedling investigation plot-B.

注) ※はトドマツ伐根で根元直径55 cm。

表-53 プロット-A内の更新木本数

Table 53. The number of seedlings in plot-A

樹種	稚苗	稚樹	幼樹
トドマツ	11		
ケヤマハンノキ		1	1
ウダイカンバ	9		2
イタヤカエデ	53	33	7
合計	73	34	10

注) プロット面積は100 m<sup>2</sup>。

表-54 プロット-B内の更新木本数

Table 54. The number of seedlings in plot-B

樹種	稚苗	稚樹	幼樹
トドマツ	27		
ダケカンバ	53		
ナナカマド		2	
イタヤカエデ	8	3	5
合計	88	5	5

注) プロット面積は100 m<sup>2</sup>。

### 3) 更新木調査結果

更新木調査を行った2箇所の調査プロットの樹冠投影図を図-47, 48に示す。更新木本数の多いプロット-Aは、表-53に示すようにイタヤカエデの更新木が多いが、他にはトドマツとウダイカンバの稚苗が僅かにみられるにすぎない。更新木本数の少ないプロット-Bは、表-54に示すようにダケカンバとトドマツの稚苗が合計80本みられるが、他にはナナカマドやイタヤカエデの更新木がごくわずかみられるだけである。

本施業標準林の林床は一面ササ類に覆われており(写真-9)、両プロットともササ類の被度、群度は5となっているが、プロット-Aで稚・幼樹の本数が多かった原因について述べてみよう。樹冠投影図に示したようにプロット-Aには風倒木が多く残存しておりその周辺ではササ類が倒れた状態になっている。稚・幼樹はこの倒木付近や広葉樹の生立木の根元付近に存在する(写真-10)が、特に倒木周辺に多くみられた。つまり、倒木によってササ類が倒されたため、この葉層より下部に存在していた稚苗が、光を受け生長を開始したものと考えられる。すなわち、ササ類の葉層より下部に稚苗がある程度存在する場合には、倒木がこれらの生長を促進させる効果のあることがうかがえる。

過去におけるこのような更新形態の報告例は、旭川営林局の風害再生林の研究<sup>138)</sup>や加藤ら<sup>40)</sup>、大島<sup>84)</sup>、薄井<sup>130)</sup>の報告があり、原生林における更新は風倒木の発生による場合が多いことを示している。次に、これら更新木の総数について若干検討してみよう。第3施業標準林に



写真-9 第3施業標準林の林床植生の様子(1983年5月)

Photo 9. The forest floor in 3rd standard forest.



写真—10 ダケカンバ根元付近の更新状態 (1981年4月)

Photo 10. The regeneration condition by the root of *Betula ermanii*.

注) トドマツの更新木がみられる。

表—55 更新木調査プロットの下層植生

Table 55. The undergrowth in seedling investigation plot

出 現 種	プロット A			プロット B		
	被度	群度	平均高 (cm)	被度	群度	平均高 (cm)
ツリバナ <i>Euonymus oxyphyllus</i>	+	1	20			
ツルシキミ <i>Skimmia japonica</i>	+	1	20	+	1	20
ヤマブドウ <i>Vitis coignetia</i>	+	1				
ミヤママタタビ <i>Actinidia kolomikta</i>	+	1				
ツタウルシ <i>Rhus ambigua</i>				+	1	
ツルアジサイ <i>Hydrangea petiolaris</i>	+	1		+	1	
イワガラミ <i>Schizophragma hydrangeoides</i>				+	1	
クマイザサ <i>Sasa senanensis</i>	3	3	100	4	4	90
クルマバソウ <i>Asperula odorata</i>	1	1	50			

おける更新木調査プロットの更新木本数の合計は、第1および第2施業標準林のそれと比較すると最も少い。しかも有用樹種の更新木が極端に少くなっている。従って、後継林木を確保するためには有用樹種による補助造林あるいは有用樹種の導入を目的とした天然更新補助作業が必要と考えられるのである。なお、これらのプロットの下層植生は表-55に示すように、風倒木のあるプロット-Aではクマイザサの被度、群度が低い値を示している。

4) 伐採木調査結果

第3施業標準林の伐採木は表-56に示すように、本数伐採率では、針葉樹、広葉樹、合計ともに10%となっている。材積伐採率は約12% (内針葉樹10.1%, 広葉樹13.3%) となっており、単木材積は針葉樹が0.99 m<sup>3</sup>, 広葉樹が0.56 m<sup>3</sup>となっている。このことから、本施業標準

表-56 第3施業標準林の伐採木  
Table 56. The felling in 3rd standard forest

樹種	本数 (本/ha)	材積 (m <sup>3</sup> /ha)	本数伐採率 (%)	材積伐採率 (%)
針葉樹	17	16.7	8.5	10.1
広葉樹	25	13.8	9.4	13.3
合計	42	30.5	9.0	11.8

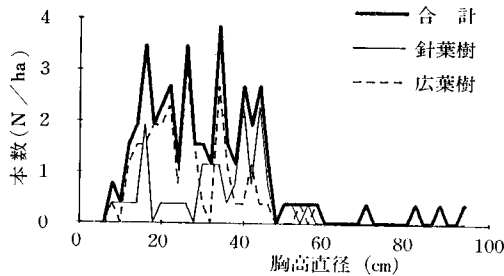


図-49 伐採木の胸高直径階別本数分布  
Fig. 49. The frequency distribution of D. B. H. class in felling trees.

表-57 第3施業標準林伐採木の歩止りと用途  
Table 57. The yield percentage and use of felling in 3rd standard forest

樹種	歩止り (%)	一般材 (%)	低質材 (%)
針葉樹	64.1	41.4	58.6
広葉樹	47.4	8.4	91.6
合計	59.4	34.0	66.0

表-58 伐採木の元口年輪数  
Table 58. The number of annual rings at butt end of cutting trees

		針葉樹	広葉樹
調査本数		8	11
胸高直径 (cm)	最小	20.0	17.0
	平均	38.2	45.0
	最大	52.0	26.8
元口年輪数	最小	98	48
	平均	120	96
	最大	144	130
相関係数		0.11	0.62*

注) \*は有意水準5%である。

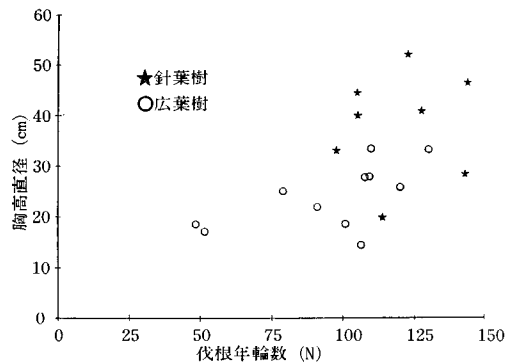


図-50 伐採木の伐根年輪数と胸高直径の関係

Fig. 50. The relationship between number of annual rings at stump and D. B. H. in felling trees.

林における不良木の伐採は、針葉樹では大径木を主体としたもの、広葉樹では中径木を主体としたものであったことがわかる (図-49)。

伐採木の生産材歩止りをみると、表-57 に示すように針葉樹では64%、広葉樹では47%となっており、3箇所の施業標準林の中で最も高い値を示している。生産材の用途は針葉樹では一般材の割合が41%となっており、3箇所の施業標準林の中で最も高いが、広葉樹では一般材の割合が8%となっており、第2施業標準林とほぼ同じである。すなわち、本施業標準林の形質不良木は第2施業標準林と同様に多く、これらを中心として伐採し上記のような収穫しか

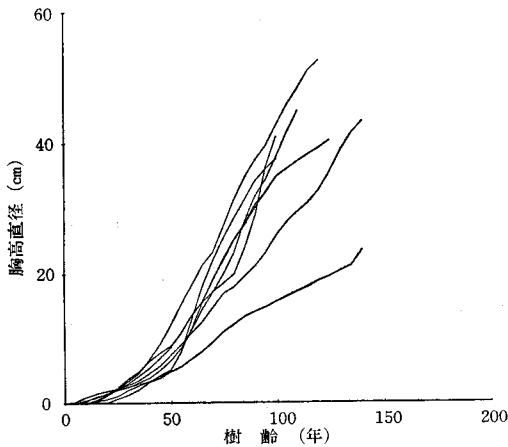


図-51 針葉樹における樹齢と胸高直径の関係

Fig. 51. The relationship between tree age and D. B. H. of conifer.

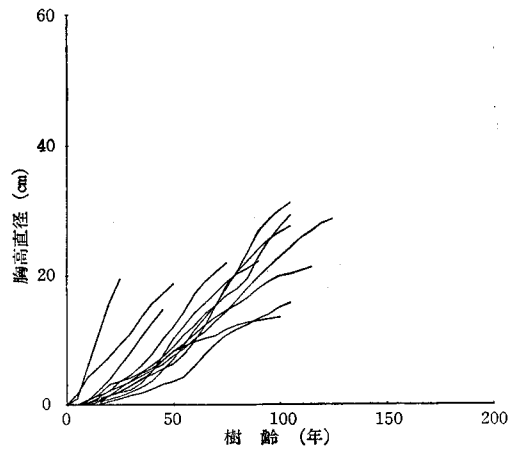


図-52 広葉樹における樹齢と胸高直径の関係

Fig. 52. The relationship between tree age and D. B. H. of hardwood.

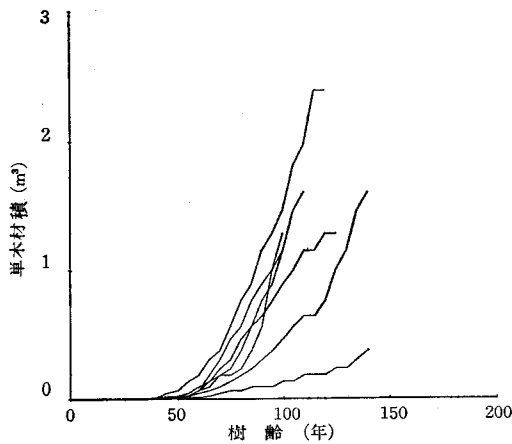


図-53 針葉樹における樹齢と材積の関係

Fig. 53. The relationship between tree age and volume of conifer.

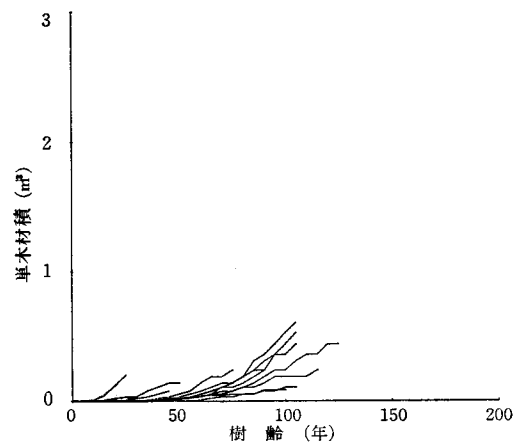


図-54 広葉樹における樹齢と材積の関係

Fig. 54. The relationship between tree age and volume of hardwood.

あげられなかったことから、今後伐採されるものについても同様の収穫しか期待できないと考えざるをえない。

次に伐採木の年輪解析結果を示す(表-58)。年輪数の範囲は針葉樹では98~144となっており、その幅が非常に狭いが、広葉樹では48~130と広がっている。図-50にも示されているように、伐根年輪数と胸高直径の相関は広葉樹ではやや高い値を示している。このことから広葉樹では年齢に応じた一定の生長を示すが、針葉樹ではこのような生長を示さないと考えられる。

このことを伐採木の年輪解析から推定した胸高直径生長をもとに分析すると図-51, 52に示すように、針葉樹では直径生長に大きな差が認められ、速いものでは約140年で55 cm程度となるが、遅いものでは同年齢で20 cm程度にしかならないことがわかる。広葉樹では100年生以上のものは直径生長に大きな差が認められないが、50年生以下のものでは直径生長の速いものがみられる。

材積生長については胸高直径生長と同様であり、図-53, 54に示すように、針葉樹では材積生長に大きな差が認められるが、広葉樹では大きな差がなく、しかも非常にゆっくりとしたものとなっている。また以上のことから、第3施業標準林の針葉樹はほぼ同時期に生長を開始したものであり、その後の生長は個々の立木の個体差や周辺の環境に応じて異なったものであったと考えられる。

## 5) 小 括

第3施業標準林の林相、林分構成の調査結果を要約すると次のようになる。

本施業標準林は、菌害木を多く含む形質不良木からなる大径木の一斉林であり、すでに林冠には疎開部分がみとめられる。林冠の疎開部以外の立木の分布様式は成木では一様であるが、未成木でははっきりとした集中分布を示している。更新は非常に不良であり、特に針葉樹の更新木は風倒木付近など僅かしかみられない。年齢構成は針葉樹では約140年のほぼ同齡林、広葉樹では異齡林となっている。また針葉樹では個々の立木により直径生長に大きな差がある。

次に、このような林分の成立過程について若干考察してみよう。本施業標準林の含まれる220林班の1980年度における伐採については、第3章第3節、第4節でも示したとおり、材積伐採率で30%程度と高伐採率であったと考えられる。しかし、本施業標準林の現在の蓄積は283 m<sup>3</sup>/haと比較的大きいことや、本施業標準林内には精英樹があることなどから、強度の伐採は実施されず、形質不良木を収穫するに止めたことが考えられる。すなわち、伐採率は上述の30%よりはかなり低いものであったと推測できる。また、これと同時に伐採前の推定蓄積も、第3章第3節で示した217 m<sup>3</sup>/haよりも大分大きなものであったと推測できる。しかしながら、現存する上層木は形質不良木が多いことから、これ以前の伐採は、大径の良質木を主体としたものであったと考えられる。また、現在本施業標準林内には林冠の疎開部分が数箇所み

られることから、過去の伐採時における伐採率は低かったものの、伐採方法は画伐的もしくは群状択伐的なものであったと考えられる。

なお、現在本施業標準林の林床にはササ類が密生し、更新が極度に不良となっているので、今後なんらかの方法で後継樹を確保しなければ、保続生産はもとより、林分を維持することすらできないと考えられるのである。

### 第5節 照査法試験林内補助造林地における植栽木の調査結果

#### 1) 毎木調査結果

各調査プロットにおける周囲の林木の配置と、植栽列を図-55~59に示す(プロット No. 7は省略した)。

プロット No. 1は図-55に示すように面積が92 m<sup>2</sup>であり、非常に小さく、全ての植栽木は周囲の林木の樹冠下にある。なお、本調査プロットは照査法試験林内で最も面積の狭い補助造林地である。プロット No. 2は図-56に示すように面積が421 m<sup>2</sup>であり、僅かに林冠の疎開がみられる。プロット No. 3は図-57に示すように林道に面しているが、林間の疎開

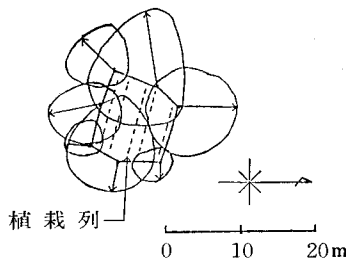


図-55 調査プロット No. 1の概況  
Fig. 55. The general condition of investigation plot No. 1.

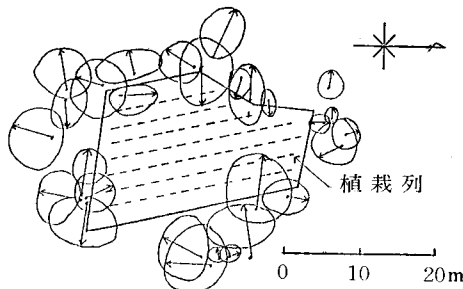


図-56 調査プロット No. 2の概況  
Fig. 56. The general condition of investigation plot No. 2.

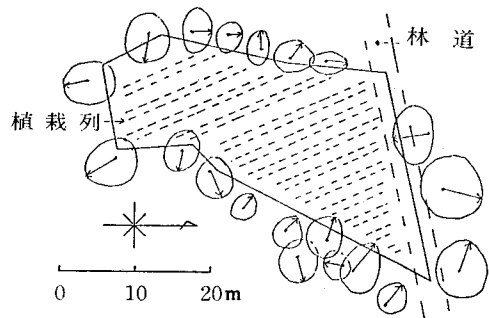


図-57 調査プロット No. 3の概況  
Fig. 57. The general condition of investigation plot No. 3.

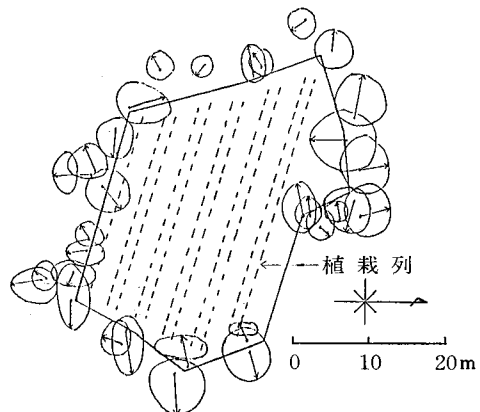


図-58 調査プロット No. 5の概況  
Fig. 58. The general condition of investigation plot No. 5.

はあまり大きくはない。プロット No. 5 は 図-58 に示すように、比較的明るい造林地である。プロット No. 6 は 図-59 に示すように面積が 2,850 m<sup>2</sup> と広く、周囲の林木の樹冠下となっている植栽木は少ない。なお、本調査プロットは照査法試験林内で最大の補助造林地である。

次に、各調査プロットの概況と調査結果の一部を示す(表-59)。各調査プロットの植栽木の平均胸高直径、平均樹高はプロット No. 1 を除けば年齢に応じて大きな値を示しているが、プロット No. 1 ではどちらの平均値も同年齢の他のプロットと比較すると小さ

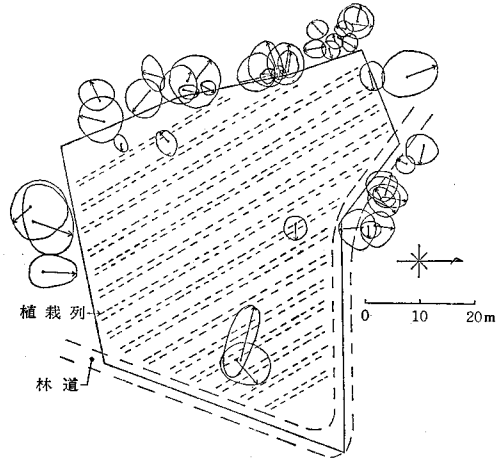


図-59 調査プロット No. 6 の概況  
Fig. 59. The general condition of investigation plot No. 6.

表-59 各調査プロットの概況と調査結果

Table 59. The general conditions and the results in every investigation plot

プロット No.	林齢 (年)	面積 (m <sup>2</sup> )	本数 (本)	胸高直径 (mm)			樹高 (cm)		
				最小	平均	最大	最小	平均	最大
1	16	92	39	5	16.8	30	135	204.7	288
2	11	421	220	3	40.7	85	136	337.5	735
3	10	699	229	3	20.7	49	131	216.2	361
5	8	917	120	4	12.2	27	131	176.4	265
6	13	2,850	598	3	45.4	92	136	360.1	688
7	15	(400)	131	8	39.7	69	138	275.6	455

注) 林齢は 1983 年 9 月現在の数字。プロット 7 は 211 林班内造林地 (10 ha) からの標準地である。

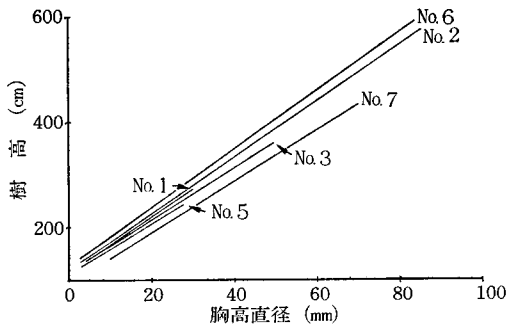


図-60 各調査プロットにおける植栽木の胸高直径と樹高の関係

Fig. 60. The relationship between D. B. H. and height in every investigation plot.

表-60 各調査プロットにおける植栽木の胸高直径(X)と樹高(Y)の関係式(回帰式  $Y = a + b \cdot X$  の係数と相関係数)

Table 60. The relationship between D. B. H. and height in every investigation plot

プロット No.	a	b	相関係数
1	114.7	5.3	0.955**
2	120.4	5.3	0.865**
3	116.6	4.8	0.906**
5	120.3	4.6	0.902**
6	124.1	5.2	0.846**
7	93.9	4.6	0.886**

注) \*\*は有意水準 1% である。

く、生長が遅いことが考えられる。その理由としては、すべての造林木が上層木の樹冠下にあるので、その被圧を受けているためと考えられる。

ここで、各調査プロットの胸高直径と樹高の関係を図-60に、その関係式を表-60に示す。これらの結果から、プロット No. 1~No. 6 は胸高直径と樹高の関係がほぼ等しく同じタイプであることがわかるが、プロット No. 7 では同じ胸高直径であっても樹高が低く、タイプが異なっていると考えられる。このことが生じる原因については、その補助造林地内の植栽木の個々の特徴を把握することにより明らかにすることができると考えられる。そこで、植栽木を普通木、林縁木、雪害木の3タイプに分けたうえで胸高直径と樹高の関係をみることにする。なお雪害木は根元もしくは幹に折れ、割れ、曲りのあるものとした。

図-61~66に各調査プロットにおける植栽木の胸高直径と樹高の関係を示す。すなわち、プロット No. 1 では補助造林地の面積が小さいためほとんどが林縁木となっているが、雪害木

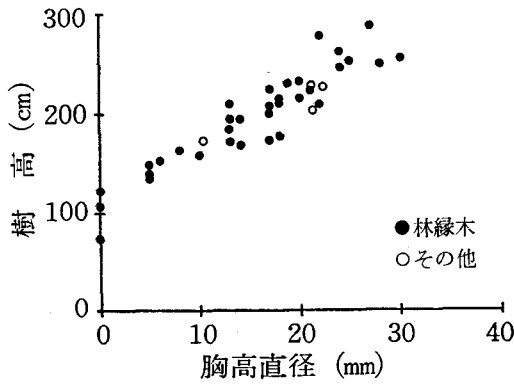


図-61 プロット No. 1 における植栽木の胸高直径と樹高

Fig. 61. The relationship between D. B. H. and height in plot No. 1.

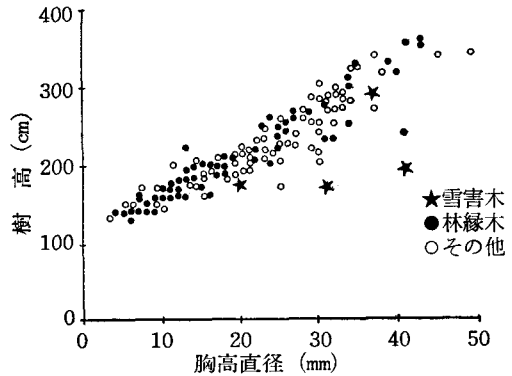


図-63 プロット No. 3 における植栽木の胸高直径と樹高

Fig. 63. The relationship between D. B. H. and height in plot No. 3.

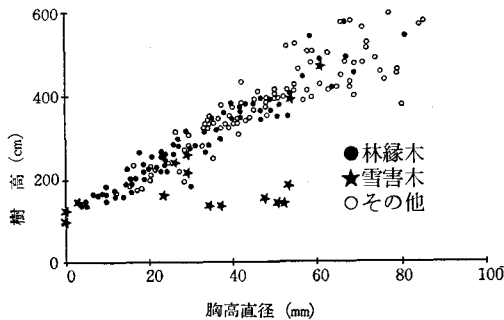


図-62 プロット No. 2 における植栽木の胸高直径と樹高

Fig. 62. The relationship between D. B. H. and height in plot No. 2.

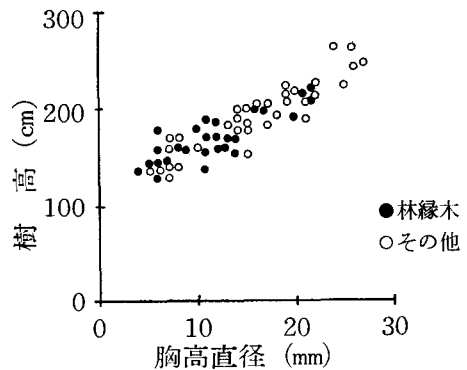


図-64 プロット No. 5 における植栽木の胸高直径と樹高

Fig. 64. The relationship between D. B. H. and height in plot No. 5.

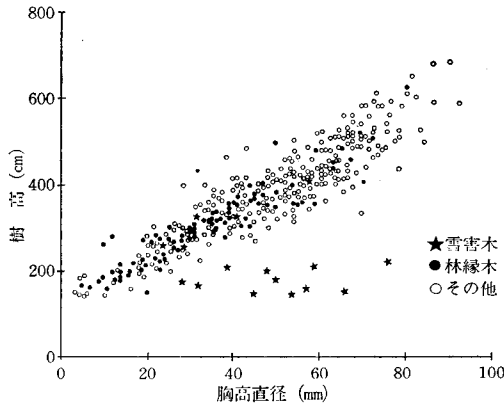


図-65 プロット No. 6 における  
植栽木の胸高直径と樹高

Fig. 65. The relationship between D.B.H. and height in plot No. 6.

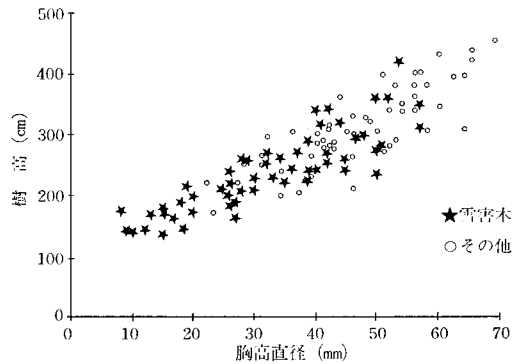


図-66 プロット No. 7 における  
植栽木の胸高直径と樹高

Fig. 66. The relationship between D.B.H. and height in plot No. 7.

はみられない。プロット No. 2, No. 3, No. 5 では、林縁木は小径級のものが多いこと、雪害木は大径級のものが多いこと、林縁木であっても雪害木となっている林木は少い。プロット No. 6 はプロット No. 2, No. 3, No. 5 とほぼ同様であるが、雪害木の本数が多くなっている。プロット No. 7 では大面積の造林地であるため林縁木はないが、雪害木が多くみられる。

このことが生じる原因については、周囲の林木による被圧の影響と、積雪による被害の軽減効果の両者が関係していると考えられる。すなわち、補助造林地の面積が極端に小さい場合には林縁木が多くなるため雪害は受けにくくなるが、被圧の影響で生長が不良になると考えられる。逆に、その面積が極端に大きい場合には、上層木による被圧の影響はないが、雪害を受けやすくなるため生長が抑制されると考えることができる。このことについては、中村<sup>63)</sup>や山内<sup>134)</sup>も同様の影響のあることを指摘しており、樹下植栽を行う場合にはその面積について十分な配慮が必要であると述べている。なお、1983年の調査時点では植栽木に枝枯病、その他の樹病は認められていない。

## 2) 樹高生長量調査結果

植栽木の樹高生長量は図-67に示すようにプロット間に大きな差が認められ、プロット No. 1, No. 2, No. 7の生長はプロット No. 3, No. 5, No. 6に比べて不良であり、特にプロット No. 1, No. 7のそれは著しく不良であ

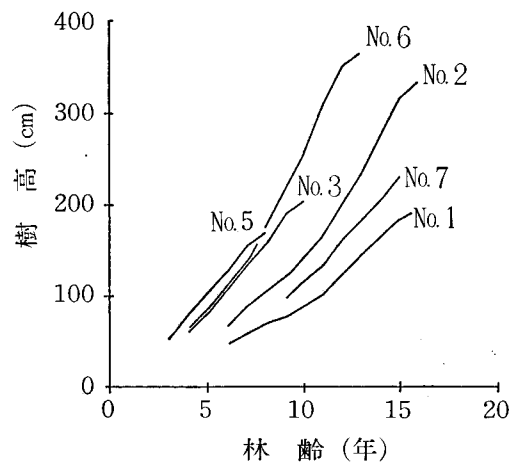


図-67 各調査プロットにおける  
林木の樹高生長

Fig. 67. The height growth in every investigation plot.

った。このことは補助造林地の面積に大きく影響を受けているためと考えられ、プロット No. 1 ではその面積が小さいため被圧の影響、プロット No. 7 ではその面積が大きすぎるため雪害の影響を受けたものと考えられた。

本調査の結果では、プロット No. 3, No. 5, No. 6 程度の面積、すなわち 0.05~0.30 ha 程度の補助造林地の場合には生長が良好となることがわかった。なお、本調査のプロット No. 3, No. 5, No. 6 は、中川地方演習林に近い名寄・美深地方トドマツ林収穫表<sup>22)</sup>の 1 等地、また北見地方トドマツ林収穫表<sup>107)</sup>の 1 等地とほぼ同様の樹高生長となっている。

### 3) 積雪に関する調査結果

次に、各調査プロットもしくはその周辺における積雪の状態について述べる。まず、上層

表-61 各調査プロットにおける積雪の違い

Table 61. The snow condition in every investigation plot

調査地の位置	積雪深 (cm)	全層平均密度	積雪水量 (mm)	上層木の有無
プロット No. 1 内	145	0.175	255	有り
プロット No. 3 内	123	0.146	180	有り
プロット No. 5 内	177	0.219	388	無し
プロット No. 2 付近	139	0.198	277	無し
185 林班造林地	185	0.219	406	無し

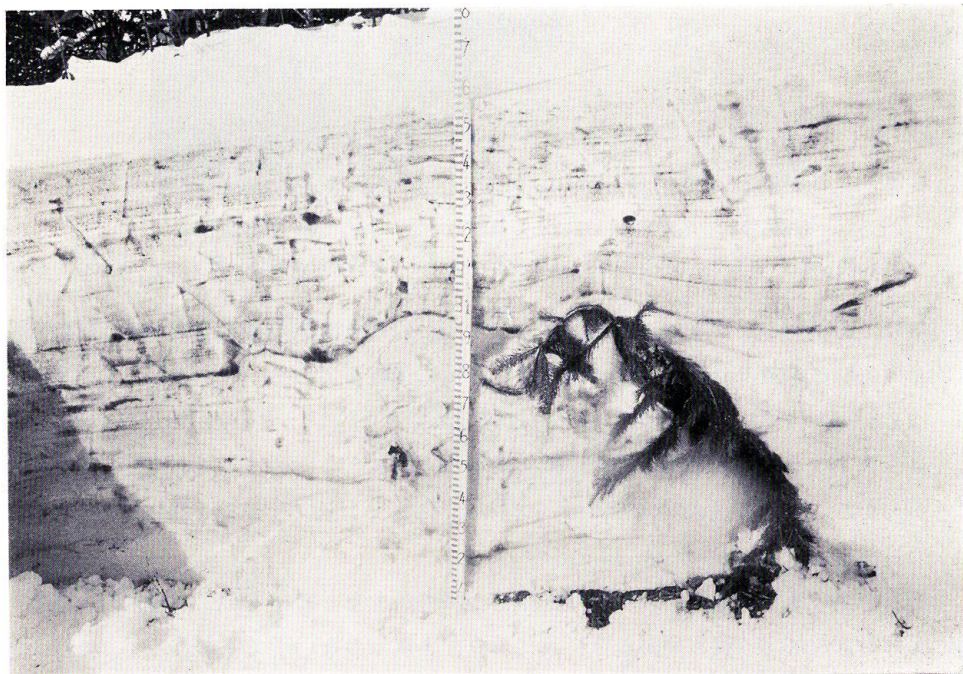


写真-11 上層木の無い所での積雪中の造林木の状態 (1983年3月)

Photo 11. The condition of planted tree in the snow at the place without crown cover.



写真-12 上層木の有る所での積雪中の造林木の状態 (1983年5月)

Photo 12. The condition of planted tree in the snow at crown cover place.

木の有無による積雪の違いを表-61に示す。この表から、上層木の有る箇所では、積雪深、全層平均密度、積雪水量の3者とも上層木の無い箇所に比較して小さい値を示していることがわかる。また、本調査では2箇所についての比較しかできないが、同じ積雪深(プロット No. 1内とプロット No. 2付近)である場合には、上層木の有る所の方が無い所と比較して密度が低いことがわかる。次に、上層木の無い所(プロット No. 2付近)と有る所での積雪状態および積雪中の造林木の状態を写真-11, 12に示す。

上層木の無い所での積雪層は地表面と平行な層構造をなしているが、上層木の有る所では上層木からの落雪により積雪層が攪乱されており、上層木のない所でみられるようなはっきりとした層構造は示していないことがわかる。また、上層木の無い所での造林木は、傾斜方向に著しく倒れた形となっているが、上層木のある所では植栽木は、地表面がある程度の傾斜であ

っても直立している。

本州のスギ造林地では古くから雪害の研究がなされており、遠藤ら<sup>6)</sup>は、接地面での雪の移動(グライド)<sup>1)</sup>、斜面積雪内の応力(クリープ)<sup>9)</sup>、積雪の沈降<sup>8)</sup>の3点が雪害の原因となっていることを指摘している。一方藤原ら<sup>11)</sup>は、北海道のトドマツ造林地と本州のスギ造林地では、その造林地の地形、特に傾斜が一般的に異なっているほか、造林樹種の生長特性も異なっており、トドマツ造林地の場合には、グライドやクリープの影響はそれほどなく、積雪の沈降が最も大きく影響することを指摘している。いずれにしても、これら雪害の原因となる要素は上層木の有る場合には小さくなると考えられる。これは上層木の有る場所では全層平均密度が低いこと、また、上層木からの落雪による積雪層の攪乱と圧縮の効果が生じるためである。

このような効果については、藤井<sup>7)</sup>や塚原ら<sup>125)</sup>が踏み固め効果として報告しており、自然沈降量はこれより減少すること、またこれは急斜面ほど効果があると述べている。従って、以上のことから上層木の有る所では、上層木の無い所に比較し雪害が生じにくくなると考えることができ、急斜面であるほどその効果が顕著に現われるものと推測できる。すなわち、補助造林地の面積が広くなるほど上層木の影響を受けにくくなり、そのため雪害が多くなると考えることができよう。

植栽木の雪害については、スギ植栽木における高橋<sup>111)</sup>の報告や、山形大学の須藤ら<sup>108)</sup>、北村ら<sup>49)</sup>、塚原ら<sup>124)</sup>による一連の報告があり、またトドマツ造林木の雪害については北大中川地方演習林で藤原ら<sup>11-14)</sup>、笹ら<sup>102)</sup>によりその事例、形態、対策が報告されている。しかし、上層木の効果についての報告は全国的にも数が少なく、僅かに佐藤ら<sup>103)</sup>による、スギ保残木下の植栽木の雪害についての報告を示すことができる。この報告でも上層木の効果により雪害が少なくなることが述べられている。

なお、この積雪に関する調査は、北海道大学教授藤原滉一郎博士と共同で行ったものであり、数々のご指導とご助言をいただいた。

#### 4) 小 括

照査法試験林内補助造林における植栽木の調査結果を要約すると次のようになる。積雪の質は上層木の有無によって異なっており、上層木が無い場合には雪害の発生が多くなることが明らかとなった。植栽木の生長は、補助造林地の面積が極度に小さい場合には上層木による被圧の影響から不良となり、補助造林地の面積が極度に大きい場合には雪害木の占める割合が多くなることがわかった。本調査結果では補助造林地の面積が0.05~0.30 haの範囲であれば生長が良好となり、この範囲の場合の生長は同調査地に比較的近い名寄・美深地方トドマツ林の1等地とはほぼ同様であることが明らかとなった。

## 第5章 保育・間伐的施業による林相改良

前章までに、本研究における調査結果を示してきたが、これらの結果をふまえたうえで本章より3箇所の施業標準林につき、林相改良の方法を検討する。なお、その概略については大金<sup>80)</sup>、野堀ら<sup>66)</sup>により既に示されているが、本研究では更に詳しい検討を行ったものである。

### 第1節 保育・間伐作業と林相改良

#### 1) 第1施業標準林の林分構成の特徴

第1施業標準林は、3箇所の標準林の中では最も立木密度が高く、樹種構成も豊富であるが、形質不良木が目立つ林分である。林分の構造は、小径級の林木を主体とした一斉林に、大径級の林木が点在する林分であり、小径級の林木は下層木、大径級の林木は上層木として二段林を形成している。このうち下層木本数は、毎木調査の結果より約900本/haであることがわかっている。この本数は、表-62における今回の伐採前の本数のうち未成木と小径木の合計本数に近い値となっている。

すなわち、下層木は未成木と小径木に相当し、第4章第2節でも示したように除伐から間伐作業に移行する段階となっている。また、上層木は中径木と大径木に相当し、老齢木が多くなっている。しかし、立木の分布様式は上層木、下層木ともに一様分布となっており、後継林木となるべき下層木だけに着目した場合でも大きな林冠の疎開が生じるようなことはない。

次に、本施業標準林における林分的生長量について検討してみよう。本施業標準林伐採木のうち比較的生長の良好なもの43本を試料として生長量を試算したところ表-63の結果がえられた。すなわち、生長の良好な林木で占められている林分を想定すれば、連年生長量は3.3 m<sup>3</sup>/haあることになる。しかし、本施業標準林の林木は前にも示したように、菌害木が多くなっており、枯損木の発生が危虞されるのである。そこで次に、本施業標準林における枯損木の発生状況をみてみよう。

本施業標準林では、1980年度に形質不良

表-62 第1施業標準林内林木の径級別本数・材積分布

Table 62. The stock and stand table of 1st standard forest

径 級	本数 (本/ha)			蓄積 (m <sup>3</sup> /ha)		
	針葉樹	広葉樹	合計	針葉樹	広葉樹	合計
未成木	271	487	758	7	11	18
小径木	107	108	215	22	13	35
中径木	61	22	83	45	13	58
大径木	11	10	21	20	16	36
合 計	450	627	1,077	94	53	147

表-63 第1施業標準林内林木の生長量

Table 63. The increment in 1st standard forest

樹 種	連年生長量 (m <sup>3</sup> /ha)	総平均生長量 (m <sup>3</sup> /ha)
針 葉 樹	2.10	0.58
広 葉 樹	1.20	1.29
合 計	3.30	1.43

注) 針葉樹30本、広葉樹13本の年輪解析結果をもとにプレステー式により求めた。

木が伐採されており、枯損木や半枯損木は除去されている。その2年後の、本研究における毎木調査結果(第4章第2節の表-29参照のこと)をみると、上層木の中の枯損木は針葉樹で2%、すなわち6本発生していたことがわかる。これを材積で見ると21.1 m<sup>3</sup>/haとなる。すなわち、本施業標準林の面積は3.52 haであるから、年間約3.0 m<sup>3</sup>/haが枯損しているということができよう。この値は、本施業標準林の連年生長量とほぼ等しいことがわかる。本施業標準林のような林分では、このような枯損は普通に発生する<sup>27)</sup>ことが知られているので、簡易漸伐的施業により林相改良を実行しようとする林分では、生長量は0とするのが適当と考えられるのである。

## 2) 上層木の林齢と伐期齢

伐採木の年齢解析によれば、針葉樹のうち下層木の樹齢は50年程度のものが多く、上層木では140~200年のものが多くなっている。広葉樹では樹齢に幅があるが180年以上のものが極端に少なくなっている。これらのことから、第1施業標準林の現在の林齢は180年程度と考えてよいであろう。

なお、本施業標準林に限らず、各施業標準林の上層木は140年生程度、あるいはそれ以上となっているものが多いが、これらの中には菌害木となっているものが多く含まれていることから、本研究では140年生以上の林木は老齢木として扱うこととした。

次に本施業標準林の伐期について考察してみよう。本施業標準林の上層木は表-62に示したように中径木と大径木に相当している。このうち利用径級(40 cmを目安とした)に達している大径木は、本数比で約20%、材積比で約40%となっており、工芸的な伐期に達しつつある状態と考えられる。また、これら上層木のうち針葉樹における菌害木の割合は70%以上、広葉樹についても50%程度であり、前述したように林分的生長はほぼ停止した状態である。さらに、これら上層木は単木的に成立しているので、風倒の被害を受けやすい状態といえる。これらのことから、本施業標準林の上層木はすでに伐期に達した状態と考えることができるであろう。

すなわち、本施業標準林は漸伐作業における保育・間伐段階の林分に、後伐の対象である老齢な上層木が残存している状態として位置付けられることから、このような林分では直ちに老齢木を収穫していく必要があるといえる。また、このような林分が多数存在する場合であっても、老齢木の収穫は1回の伐採すなわち1経理期間内(10年以内)とするのが適当である。

## 3) 漸伐作業における保育・間伐作業

これまで述べてきたように、本施業標準林では漸伐的な作業が可能と考えられるわけであるが、ここで漸伐作業について考察してみる。

一般に、漸伐作業は一定の更新期間内に予備伐、下種伐、後伐の各伐採を行い、この期間内に更新を完了させ、ほぼ一斉林を形成させる作業であるといわれている<sup>34)</sup>。漸伐作業は、これらの更新伐を主伐としているが、保育・間伐作業は、これらの更新伐の前提となる作業である。以下に、この保育・間伐作業の性格について検討する。

藤島は、漸伐作業における保育作業つまり除伐は、樹高生長の良好な林木をうっ閉した状態に導くための作業であると述べている<sup>10)</sup>。また、旧道立林業試験場(野幌林業試験場)<sup>68)</sup>でも天然更新木の除伐について報告しており、特に樹高生長の著しく早い広葉樹について、その後横枝を拡張する機会が多いことを明らかにしており、このような広葉樹が除伐の対象となることを指摘している。いずれの場合も、除伐の目的は形の整った林木の一斉林を成立させることにあるということができよう。

このようにして成立した林木は、その後枝端が接するようになり、間伐が必要となる。この間伐の意義について寺崎は「実験間伐法要綱」の結尾で、上層木の保育や下層木の生活条件の改善を図るばかりでなく、地床植物層の発達による土地の改善効果があり、各林木の生長量の増加と形質の向上を促す作業であると述べている<sup>122)</sup>。これらのことから、残存する老齢木の伐採および保育・間伐作業は、漸伐作業にとって将来の林相をある程度規定する作業と考えられるので、重要な作業であるといえよう。

#### 4) 保育・間伐作業による林相改良の主旨

本施業標準林の上層木は、すでに生理的な伐期を越えて生育していると考えられることから、すみやかに収穫される必要がある。また、下層木は小径木の一斉林となっており、近い将来において正規の択伐作業が可能な複層林に誘導するのは困難と考えられる。そこで、現状では一斉林の取扱いに適している漸伐作業を採用し、老齢な上層木の収穫と下層木に対する保育・間伐作業を同時に実施していくのが、現在の林分構成に適合した林相改良の方法であるといえることができる。このような作業を着実に実施すれば、現在の下層木の生長量の増加と形質の向上が期待できるのである。

#### 5) 林相改良のための期間

本施業標準林では、残存する老齢木の収穫が終了すれば、漸伐作業のなかでもほぼ正規の間伐作業が可能な小径木の一斉林に移行すると考えられる。従って、これらの老齢木は1回の伐採、すなわち1経理期間で収穫するのが適当であろう。すなわち、1経理期間を10年とすれば(以後、1経理期間は10年を前提とする)、林相改良の期間も同じく10年となる。このような作業はいわゆる簡易漸伐とよばれるものに近く、林相改良の期間は簡易漸伐作業の更新期間に相当するものである。なお、老齢な上層木の収穫方法および下層木の保育・間伐方法については、次節以降に詳しく述べることにする。

## 第2節 老齢な上層木の伐採に関する考察

### 1) 伐採回数と間断年数

本施業標準林における老齢な上層木の伐採回数は、1:老齢木がすでに伐期に達していること、2:下層木の樹高が5~7mとなっており、更新完了していること、から1回とするのが適当であることは前節で述べたとおりである。そこで、ここではその妥当性について、過去に

におけるこのような林分の伐採方法を提示した例を検討してみることにする。

齋藤<sup>86,88)</sup> および新島<sup>65)</sup> の研究報告や、国有林、御料林の林相改良ではこのような二段林型の林分の伐採回数は1回としており、更新木の保護効果を考慮する場合は2回とすることが示されている。旧道立林業試験場(野幌林業試験場<sup>67)</sup>)の「天然更新トドマツ林に対する後伐試験」では、更新木が既に成林している場合には、3回以上に分けた伐採を実施すると、更新木に対して悪影響のあることを指摘している。また、伐採回数が2回の場合の間断年数については以下のとおりである。前述の齋藤および新島の研究では、間断年数として3~7年が適当であると指摘しており、比較的短い期間で上層木を除去するのが良いことを示している。第2章で示した。国有林や御料林の林相改良では、2回の伐採で間断年数は10年としているが、これは更新木の林齢が低いことを前提としているのである<sup>109)</sup>。これらのことから、本施業標準林のように後継林木の更新が完了している林分では、老齢な上層木の伐採回数は1回とするのが適当であろう。

次に、本施業標準林のように二段林型となっており、しかも上層木が伐期齢に近づいている林分を集めてひとつの作業級を設定する場合について考察してみよう。このような作業級を設定しようとする場合には、更新が不良の部分や更新木の林齢が低い部分も含むことが予想される。このような部分については5年の間断年数で2回の伐採を実施するのが適当であるが、全体的には10年の更新期間に1回の伐採を行う簡易な漸伐的作業級とするのがよいと考えられる。すなわち、本施業標準林では1982年に林相改良の目的および今回の調査のための伐採を行っているので伐採は2回となるが、前回の伐採から現在までに3年経過しているので、今後伐採計画を作成する段階では伐採回数1回の林分に編入して差し支えないと考えられる。

## 2) 選木規準

本施業標準林における老齢な上層木の伐採は1回とするのがよいことは前に述べたとおりである。従って、このような場合には選木規準は必要ないが、形質の良い壮齢な前生樹は残存する必要がある。

ここで、本施業標準林のような林分を集めてひとつの作業級を設定する場合を考えてみよう。このような場合は、前述のように5年の間断年数で2回の伐採を行うことも考えられる。老齢木を2回に分けて伐採する場合には、1回目の伐採は半枯死木と菌害木を選木対象とし、2回目には残りを伐採する必要がある。また、本施業標準林のように針葉樹における菌害木の比率が広葉樹のそれに対して明らかに大きくなっているような場合は、1回目は針葉樹の菌害木を伐採し、残りは2回目とするような配慮も必要である。すなわち、本施業標準林の調査のために用いた選木規準(第4章第1節の表-23参照のこと)を採用するのが適当といえよう。

## 3) 上層木の伐採に伴う収穫

次に、これら上層木の伐採に伴う収穫量について検討する。第1施業標準林の蓄積は表-62にも示したように147 m<sup>3</sup>/ha(内針葉樹が94 m<sup>3</sup>/ha, 広葉樹が53 m<sup>3</sup>/ha)となっており、このう

ち上層木である大径木と中径木の合計材積は  $94 \text{ m}^3/\text{ha}$  (内針葉樹が  $65 \text{ m}^3/\text{ha}$ , 広葉樹が  $29 \text{ m}^2/\text{ha}$ ) を占めている。従って、これら老齢な上層木の伐採に伴う収穫は同じく  $94 \text{ m}^3/\text{ha}$  が期待できることになる。

ここで、本施業標準林のように二段林型となっている林分を集めてひとつの作業級を設定し、10年の更新期間で林相改良を行う場合の収穫について検討してみよう。なお、漸伐作業に適合した収穫規整法としては、材積配分法や材積平分法が知られているが<sup>71)</sup>、ここでは田中・片山が「森林経理」<sup>39)</sup>の中で示している材積平分法の式を変形して用いることにする。この作業級において期待できる年伐量 ( $E$ ) は伐採対象となる蓄積の合計 ( $V$ ) を更新期 ( $U$ : 一般には輪伐期が用いられる) で割った値に、この期間の連年生長量の合計 ( $Z$ ) の半分を加えたものであり、式で示せば次のようになる。

$$E = \frac{V}{U} + \frac{Z}{2}$$

すなわち、この式では標準年伐量は全蓄積を10年(更新期)で割った値に、連年生長量の合計の半分を加えたものとなるわけであるが、前節でも述べたように、本施業標準林のような林分では生長量が0となっている場合が多いと考えられることから、標準年伐量は伐採対象蓄積を更新期である10年で割った値となることが予想される。なお、間伐収穫については次節以降で詳しく述べることにする。

### 第3節 下層木の保育・間伐に関する考察

残存する老齢木の伐採に続き、下層木の保育・間伐の方法について検討を行うが、天然更新木の多い本施業標準林では、特に重要な保育作業である除伐についても考察する。

#### 1) 除伐の時期およびその方法

本施業標準林の下層木は約50年生で、樹高はすでに5~7mとなっており、この中には多くの形質不良木が含まれていることから、直ちに除伐が必要な段階といえる。従って、除伐は1回とし、上層木の伐採と同時に行うのが適当と考えられる。

次に、除伐の方法について述べてみよう。近藤は「濶葉樹用材林作業」<sup>51)</sup>のなかで、除伐期における林木の形質を、上: 樹幹が通直で、枝下高の高いもの、中: 樹幹に若干曲りがあるもの、または枝下高の低いもの、下: 樹幹が分岐したもの、または幹の曲りの大きなもの、の3段階に区分しており、林分の密度を保持しながら、下から順に除伐するのが適当であると述べている。このような方法は広葉樹林に限らず、天然生の針広混交林でも適当することができると考えられる。すなわち、本施業標準林でもこのような除伐木の選定基準を採用するのが適当であろう。

なお、除伐作業は柳沢が報告<sup>137)</sup>しているように将来の林分の生長、形質に大きく関与することが知られているので、林相改良を実行しようとする本施業標準林でも特に重要な作業とい

える。除伐の効果を述べた例としては石川<sup>35)</sup>、日比野ら<sup>17)</sup>、また浦河林務署での試験報告<sup>129)</sup>があり、いずれも林木の生長量の増加と形質の向上が期待できることを示しているが、その後の林分になんら悪影響を及ぼさないことも指摘している。

## 2) 間伐開始期と間伐の期間

本施業標準林の下層木の林齢は約50年生であり、带状区調査および更新木調査で示したように、樹冠が接している部分と、ある程度離れている部分が認められるが、毎木調査の写真-1, 2で示したように更新木を含めると全体的にはうっ閉状態にある。したがって、老齢木の伐採とこれに伴う除伐が実施されれば、順次間伐が必要な林分に移行する。すなわち、本施業標準林のような林分を集めて作業級を設定する場合には、2回目の経理期から間伐に入ることができると考えられる。しかしながら、これら下層木の樹高(5~7m)、および胸高直径(12cm未満)が、後述する収穫表における同年齢の林分と比較して小さいことから、現在の林齢は実際の林齢より10~20年若い、30~40年生の林分として位置付けるのが適当であろう。

次に、間伐の期間について検討してみよう。本施業標準林における伐期は180年程度であることは前に述べたとおりである。また、一般的に漸伐作業における更新期は30~40年程度であることが知られている。従って、更新伐の最後の段階を伐期とすれば、間伐は最大150年生林分までを考慮すればよいことになる。これらのことから、本施業標準林では30~40年生から、150年生までの期間を間伐対象林分として位置付けるのが適当であろう。

## 3) 間伐収穫に関する考察

現在、本施業標準下層木の立木本数は973本/ha、針広混交比は39:61、樹高は5~7m、また径級が小さくなるにしたがって本数が多くなっているが、平均の胸高直径は10~12cmの

表-64 広葉樹天然林の間伐方法

Table 64. The thinning method for the broad leaved forest

間伐林齢 (年)	間伐前本数 (本/ha)	間伐木本数 (本/ha)	本数間伐率 (%)	間伐前直径 (cm)
35	1,320	250	19.0	13.0
40	1,070	210	9.5	14.8
46	860	170	20.0	17.0
53	690	140	20.5	18.5
61	550	110	20.0	22.4
70	440	90	20.5	25.6
80	350	60	17.0	29.2
91	290	50	17.0	33.2
103	240	40	16.5	37.5
116	200	30	15.0	42.2
130	170	20	12.0	47.2
150	150	(主 伐)		55.0

注) 今田盛生:「細胞式舌状皆伐作業法の基本とその応用」(九大演報 47, 1973年)より引用。

表—65 北海道野幌地方トドマツ林収穫表

Table 65. The yield table of *Abies sachalinensis* for the Nopporo region

地位	年齢 (年)	主 林 木							副 林 木	
		中 央 木			1 ha 当 り				本数 (本)	材積 (m <sup>3</sup> )
		胸高直径 (cm)	樹高 (m)	材積 (m <sup>3</sup> )	本数 (本)	材積 (m <sup>3</sup> )	材積生長量 連年 平均 (m <sup>3</sup> ) (m <sup>3</sup> )			
1 等 地	20		2.36							
	30	6.06	6.73	0.013	4,800	63.4	6.6	2.1		
	40	13.03	13.27	0.095	2,300	217.7	17.9	5.4	880	27.2
	50	20.30	18.36	0.300	1,375	412.5	18.6	8.3	395	43.5
	60	26.97	21.82	0.616	920	566.8	14.5	9.5	180	46.3
	70	32.73	24.18	0.985	700	689.7	11.5	9.9	95	42.4
	80	37.58	26.18	1.382	570	787.6	9.1	9.9	60	38.4
	90	41.52	27.82	1.786	485	866.2	7.5	9.6	40	34.2
	100	44.85	29.09	2.142	435	931.9	6.3	9.3	20	21.0
	2 等 地	20		1.82						
30			5.27			42.4		1.4		
40		10.00	10.55	0.047	2,810	133.0	11.7	3.3	1,055	16.3
50		16.06	15.45	0.167	1,760	294.3	16.7	5.9	461	26.1
60		22.12	19.09	0.365	1,210	441.7	13.9	7.4	235	32.3
70		27.58	21.45	0.630	890	560.6	11.1	8.0	139	35.4
80		32.42	23.45	0.938	700	656.3	9.0	8.2	84	33.4
90		36.67	25.09	1.277	575	734.0	7.5	8.2	55	30.3
100		40.00	26.36	1.581	505	798.6	6.1	8.0	30	20.2
3 等 地		20		1.27						
	30		3.82					0.8		
	40	7.58	8.36	0.023	3,415	79.7	6.8	2.0	1,090	7.0
	50	12.73	12.73	0.089	2,280	201.8	13.9	4.0	444	14.0
	60	17.88	16.18	0.212	1,600	338.7	12.7	5.7	310	21.0
	70	22.73	18.73	0.392	1,140	446.7	10.1	6.4	205	28.3
	80	27.58	20.91	0.626	855	535.4	8.5	6.7	125	27.2
	90	32.12	22.55	0.894	680	608.1	7.1	6.8	75	25.3
	100	35.45	24.00	1.164	575	669.5	5.8	6.7	45	19.1

注) 小出房吉・中島広吉:「野幌地方トドマツ木材収額表」(北大演研報 1(8), 1921年)より引用。

小径木の一斉林となっている。従って、収穫表による立木本数の調整が可能と考えられる。そこで、本施業標準林のような針広混交林に適用できる収穫表について検討してみよう。

北海道では人工造林の歴史が浅いため、収穫表の調製には天然生の林分が用いられた例がある。その例としては、今田<sup>33)</sup>による九州大学北海道演習林の天然生ミズナラ林から試料を得たもの(表-64)、あるいは小出・中島<sup>50)</sup>による野幌地方の天然生トドマツ林から試料を得たもの(表-65)などを指摘することができる。

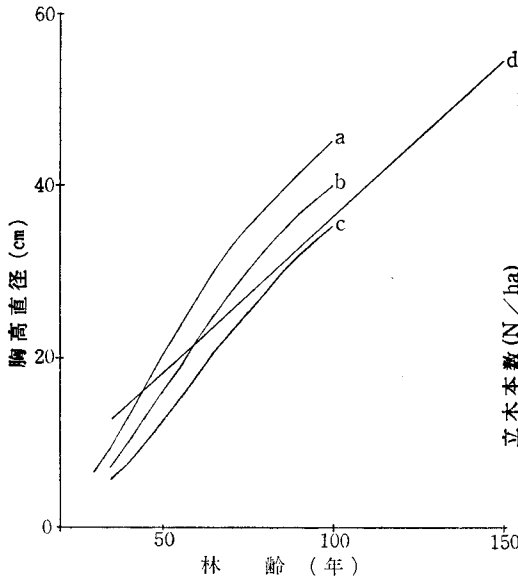


図-68 胸高直径生長曲線

Fig. 68. The D. B. H. growth curve.

注) aは小出房吉・中島広吉の「野幌地方トドマツ木材収額表」(北大演研報 1(8), 1921年)における1等地の曲線。bは同じく2等地, cは同じく3等地の曲線。dは今田盛生の「細胞式舌状皆伐作業法の基本とその応用」(九大演報 47, 1973年)に示された広葉樹天然林の間伐方法における曲線である。

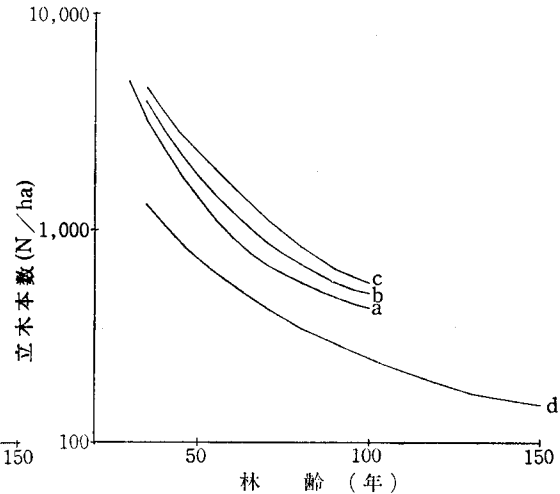


図-69 間伐による本数減少曲線

Fig. 69. The decrease curve of tree number.

注) aは小出房吉・中島広吉の「野幌地方トドマツ木材収額表」(北大演研報 1(8), 1921年)における1等地の曲線。bは同じく2等地, cは同じく3等地の曲線。dは今田盛生の「細胞式舌状皆伐作業法の基本とその応用」(九大演報 47, 1973年)に示された広葉樹天然林の間伐方法における曲線である。

これらの収穫表における胸高直径生長曲線と本数減少曲線を図-68, 69に示す。これらの収穫表はいずれも単一樹種の人工林の間伐方法を提示する目的で調製されたものであり、本施業標準林のような天然生の針広混交林については、直接適用できる性格のものではない。しかし、これら樹種ごとの収穫表の立木本数から平均樹冠径を算出し、これらを目的とする樹種混交比に応じて配分すれば、針広混交林にも適用できる簡易な収穫表を調製することができる。その調製方法は以下のとおりである。

- ① 林分について、現在の樹種混交比,  $K_{sp1} \sim K_{spn}$ , を調べる。  
ただし,  $K$ は混交比,  $sp1 \sim spn$ は樹種。
- ② 林分について、樹種ごとの平均樹高を調べ、適用できる収穫表を選ぶと同時に、林齢が収穫表の林齢の何年生に相当するかを確認する。
- ③ 適用できるそれぞれの収穫表のha当りの立木本数値 ( $n_{spn}$ ) より、年齢別の平均樹冠直径 ( $l_{spn}$ ) を求める。

すなわち、林分がうっ閉している場合の単木の樹冠占有面積 ( $S$ ) は次式によって求めることができる。

$$S = \pi \times \left( \frac{l_{spn}}{2} \right)^2 = \frac{10,000}{n_{spn}}$$

従って、 $n$  番目の樹種の樹冠直径は次式によって求められる。

$$l_{spn} = \frac{200}{\sqrt{n_{spn} \times \pi}}$$

ただし、 $l_{spn}$  は平均樹冠直径

$n_{spn}$  は収穫表における ha 当りの立木本数

spn は  $n$  番目の樹種

- ④ 現在の林分の樹種混交比をもとに、樹冠直径の樹種別平均値 ( $L$ ) を求める。

$$L = l_{sp1} \cdot k_{sp1} + l_{sp2} \cdot k_{sp2} + \dots + l_{spn} \cdot k_{spn}$$

- ⑤ 樹冠直径の樹種別平均値から、ha 当り立木本数の合計 ( $N$ ) を求める。

$$N = \frac{40,000}{L^2 \times \pi}$$

ただし、 $N$  は ha 当りの立木本数

$L$  は樹冠直径の平均値

- ⑥ 樹種ごとの立木本数を求める。

$$N_{spn} = N \times k_{spn}$$

ただし、 $N_{spn}$  は樹種ごとの立木本数

$k_{spn}$  は樹種 sp の混交比

$N$  は ha 当りの立木本数

- ⑦ 伐期に至るまでの目標の混交比を林齢ごとに決定する。

- ⑧ ④, ⑤, ⑥ と同じ方法で、林齢ごとの樹種別の立木本数を求める。

- ⑨ このようにして求めた林齢ごとの樹種別立木本数値と適用収穫表における林齢別の胸高直径をもとにして、立木材積、林分材積、間伐本数、間伐材積を求める。

これまでに示してきた方法を用いることにより、簡易な収穫表を調製することができる。そこで本施業標準林についてこの方法で、収穫表を調製してみることにする。

- ① 樹種混交比は第4章第2節に詳しく示したが、ここではそのうち上位4樹種について示す。

$$k_{sp1} = 41\%, (\text{トドマツ})$$

$$k_{sp2} = 22\%, (\text{イタヤカエデ})$$

$$k_{sp3} = 8\%, (\text{ミズナラ})$$

$$k_{sp4} = 8\%, (\text{シナノキ})$$

なお、この4樹種で全体の約80%を占めているので、今後の試算はこの4樹種で本施

業標準林を代表させることにする。

- ② 上記の樹種のうち、トドマツについては、小出、中島による野幌地方トドマツ林収穫表における3等地のものが適用可能であり、平均樹高からみると35年生林分とするのが適当である。広葉樹については、前述の今田によるミズナラ林収穫表以外に適当なものを見出すことができなかつた。そこで、このミズナラ林収穫表に若干の修正を加えたものを広葉樹の収穫表とすることにする。修正の方法を次に述べる。
- ③ 上記のトドマツ林収穫表における平均樹冠直径は次のとおりである。

$$\begin{aligned}
 l(\text{トドマツ}) &= \frac{200}{\sqrt{n(\text{トドマツ}) \times \pi}} \\
 &= \frac{200}{\sqrt{45,05 \times \pi}} \\
 &= 1.7 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

広葉樹については、各施業標準林の带状区調査および更新木調査における、樹冠幅調査結果(表-66)のうちの小径木の値を用い、これに示されていない広葉樹については平均値を用いた。すなわち、平均樹冠直径は次のとおりとする。

$$l(\text{イタヤカエデ}) = 5.5 \text{ (m)}$$

$$l(\text{ミズナラ}) = 2.5 \text{ (m)}$$

$$l(\text{シナノキ}) = 4.6 \text{ (m)}$$

$$l(\text{その他}) = 4.2 \text{ (m)}$$

なお、付言すれば、上記のミズナラの平均樹冠直径は、今田によるミズナラ林収穫表から算出した平均樹冠直径と極めて近い値を示している。

表-66 樹種別径級別の平均樹冠直径  
Table 66. The average crown diameter of some species

径 級	樹 種	平均樹冠直径 (m)	備 考
小	イタヤカエデ	5.5	試料数 1
	ミズナラ	2.5	〃 3
	シナノキ	4.6	〃 9
中	イタヤカエデ	7.5	試料数 2
	ミズナラ	5.9	〃 7
	シナノキ	7.1	〃 4
大	イタヤカエデ	—	試料なし
	ミズナラ	8.0	試料数 4
	シナノキ	9.5	〃 1

注) 平均樹冠直径は各施業標準林における带状区調査および更新木調査の樹冠幅調査結果から求めた。

- ④ 平均樹冠直径の平均値は次のとおりである。

$$\begin{aligned}
 L &= l(\text{トドマツ}) \cdot k(\text{トドマツ}) \\
 &+ l(\text{イタヤカエデ}) \cdot k(\text{イタヤカエデ}) \\
 &+ l(\text{ミズナラ}) \cdot k(\text{ミズナラ}) \\
 &+ l(\text{シナノキ}) \cdot k(\text{シナノキ}) \\
 &+ l(\text{その他}) \cdot k(\text{その他}) \\
 &= 1.7 \times 0.41 + 5.5 \times 0.22 + 2.5 \times 0.41 + 4.6 \times 0.08 + 4.2 \times 0.21 \\
 &= 3.4 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

- ⑤ ha 当りの立木本数の合計は次のとおりである。

$$\begin{aligned}
 N &= \frac{40,000}{L^2 \times \pi} \\
 &= \frac{40,000}{3.4^2 \times \pi} \\
 &= 1,101 \text{ (本/ha)}
 \end{aligned}$$

- ⑥ 樹種ごとの立木本数は次のとおりである。

$$\begin{aligned}
 N(\text{トドマツ}) &= N \cdot k(\text{トドマツ}) \\
 &= 1,101 \times 0.41 \\
 &= 451 \text{ (本/ha)} \\
 N(\text{イタヤカエデ}) &= 1,101 \times 0.22 \\
 &= 242 \text{ (本/ha)} \\
 N(\text{ミズナラ}) &= 1,101 \times 0.08 \\
 &= 88 \text{ (本/ha)} \\
 N(\text{シナノキ}) &= 1,101 \times 0.08 \\
 &= 88 \text{ (本/ha)} \\
 N(\text{その他広葉樹}) &= 1,101 \times 0.21 \\
 &= 231 \text{ (本/ha)}
 \end{aligned}$$

- ⑦ 伐期に至るまでの目標混交率は、表-67に示すとおりである。なお、ここで示した値は本施業標準林内に存在する有用樹種のトドマツとミズナラを主体とした混交林に誘導することを目的として定めた仮の値であり、後にのべる選木規準によって多少異なる値となることはいうまでもない。

- ⑧ 林齢ごとの樹種別立木本数は、本来ならば各林齢ごとの樹種別の平均樹冠直径をもとに求めるべきである。しかし、適用できる収穫表がミズナラ以外に無いこと、また現在の合計本数が上記のミズナラ林収穫表における35年生の値に近いことなどから、前述のミズナラ林収穫表の本数減少曲線を採用し、これと林齢ごとの目標混交率から各樹種の立木本数

表-67 目標とする混交率  
Table 67. The object mixture rate

林 齢 (年)	トドマツ (%)	イタヤカエデ (%)	ミズナラ (%)	シナノキ (%)	その他 (%)
40	42	21	8	8	21
50	43	19	11	11	17
60	45	15	15	15	10
70	47	13	18	12	10
80	50	8	22	10	10
90	55	7	26	5	7
100	56	4	30	4	6
110	54	4	34	3	5
120	50	3	39	3	5
130	47	0	44	3	6
140	47	0	47	0	7
150	43	0	50	0	7

表-68 樹種別林齢別立木本数  
Table 68. The species and tree age class table

林 齢 (年)	トドマツ (本/ha)	イタヤカエデ (本/ha)	ミズナラ (本/ha)	シナノキ (本/ha)	その他 (本/ha)	合 計 (本/ha)
40	449	229	86	86	220	1,070
50	333	144	84	85	129	775
60	247	83	82	83	55	550
70	207	56	80	53	44	440
80	175	27	78	35	35	350
90	160	19	76	15	20	290
100	140	10	75	10	15	250
110	120	8	75	7	10	220
120	95	5	75	5	10	190
130	80	0	75	5	10	170
140	75	0	75	0	10	160
150	65	0	75	0	10	150

を決定した。その結果を表-68に示す。

- ⑨ このようにして決定された樹種別林齢別立木本数表と各樹種の収穫表における胸高直径生長をもとにして、新たな簡易収穫表を調製することができる。このようにして調製された簡易収穫表を表-69に示す。

なお、ここで示した収穫表は将来トドマツとミズナラを主体とした混交林に誘導する目的で作られたひとつのモデルであるが、収穫表における120年生(大径木となる時期)の立木本数から平均の樹冠直径を求めたところ、約8mとなった。この値は表-68に示し

表-69 混交林簡易林分収穫表

Table 69. The simple yield table for the mixture forest

林齡 (年)	平均胸高直径		平均幹材積			ha 当りの本数				ha 当の蓄積				間伐木の本数			間伐木の材積				
	トド マツ	広葉 樹	トド マツ	広葉 樹1	広葉 樹2	トド マツ	広葉 樹1	広葉 樹2	合計 (約)	トド マツ	広葉 樹1	広葉 樹2	合計	トド マツ	広葉 樹1	広葉 樹2	合計	トド マツ	広葉 樹1	広葉 樹2	合計
	(cm)		(m <sup>3</sup> )			(本/ha)				(m <sup>3</sup> /ha)				(本/ha)			(m <sup>3</sup> /ha)				
40	7.6	14.8	0.02	0.08	0.07	449	88	535	1,070	9.0	7.0	37.5	53.5	116	2	177	295	2.3	0.2	12.4	14.9
50	12.9	18.2	0.07	0.15	0.13	333	86	358	775	23.3	12.9	46.5	82.7	86	2	137	225	6.5	0.3	17.8	24.1
60	17.9	22.0	0.18	0.25	0.23	247	84	221	550	44.5	21.0	50.8	116.3	40	2	38	70	7.2	0.5	8.7	16.4
70	22.7	25.6	0.31	0.40	0.35	207	82	183	440	64.2	32.8	64.1	161.1	32	2	86	120	9.9	0.8	30.1	40.8
80	27.6	29.2	0.59	0.56	0.52	175	80	97	350	103.3	44.8	50.4	198.5	15	2	43	60	8.9	1.1	22.4	32.4
90	32.1	33.2	0.79	0.79	0.71	160	78	54	290	126.4	61.6	38.3	226.3	20	2	19	41	15.8	1.6	13.5	30.9
100	35.5	36.8	1.08	0.88	0.80	140	76	35	250	151.2	66.9	28.0	246.1	20	1	10	31	21.6	0.9	4.0	26.5
110	38.0	40.2	1.20	1.14	1.04	120	75	25	220	144.0	85.5	26.0	255.5	25	0	5	30	30.0	0.0	5.2	35.2
120	40.2	44.0	1.38	1.44	1.31	95	75	20	190	131.1	108.0	26.2	265.3	15	0	5	20	20.7	0.0	6.6	27.3
130	42.2	45.6	1.57	1.64	1.50	80	75	12	170	125.6	123.0	22.5	271.1	5	0	5	10	7.9	0.0	7.5	15.4
140	44.0	47.2	1.73	1.79	1.64	75	75	10	160	129.8	134.3	16.4	280.5	10	0	0	10	17.3	0.0	0.0	17.3
150	45.0	55.0	1.80	2.34	2.16	65	75	10	150	117.0	175.5	21.6	314.1								

- 注) 1. トドマツの胸高直径で林齡110年以上の数字は推測値。広葉樹の胸高直径は、今田盛生の「細胞式舌状皆伐作業法の基本とその応用」で示された値を用いた。
2. 材積の算出には中島広吉の「樹種別林区別北海道立木幹材積表」を用いた。なお、広葉樹1はこの材積表による1級広葉樹、広葉樹2は同じく2級広葉樹である。

た、実際の林分の平均樹冠直径(大径級)の値に近くなっている。従って、この簡易収穫表は本施業標準林のような生長を示す林分ではある程度利用可能と考えられる。

4) 選木規準

本施業標準林の下層木の本数は900本/haであり、毎木調査で計上されない更新木(幼樹本数は約5,000本/haである)も含めると後継林木は比較的多い林分であるが、このうち、将来優勢木となりうる可能性を有しているものは約110本/ha(針葉樹24%, 広葉樹4%)であり、必ずしも多いとはいえない。従って、これらの林木の生長を促進させるように保育するためには適正な間伐が実施されなければならない。すなわち、本施業標準林では定性的な間伐と定量的な間伐が一体となって実施される必要があるといえよう。実施方法としては、定性的な間伐方法によりまず選木し、その結果と前述の収穫表を照合して残存本数に極端な違いがないように

表-70 寺崎式幹級区分  
Table 70. The tree form class of the TERASAKI method

幹級	区分内容
優勢木 1級木	樹冠の発達が隣接木により妨げられることがなく、その拡張は偏ることがない。また、樹冠形態に支障のない林木。
2級木	樹冠の発達が隣接木により妨げられ、その生長は偏っている形質不良の林木
a	樹冠の発達が強過ぎ広く拡張したもの。あるいは、樹冠の位置が上部に偏って発達したものの。
b	樹冠の発達が弱過ぎ細長いものの。
c	隣接木により側方より被圧され、生長が偏っているもの。
d	幹形が不良でいちじるしく曲っているもの。
e	被害木。
劣勢木 3級木	すでに勢力低下し、生長が遅れているが、樹冠は未だに被圧を受けていないもの。
4級木	被圧状態にあるが、なお生活を続けており、樹冠を有しているもの。
5級木	半枯死木・枯死木・倒木などの林木。

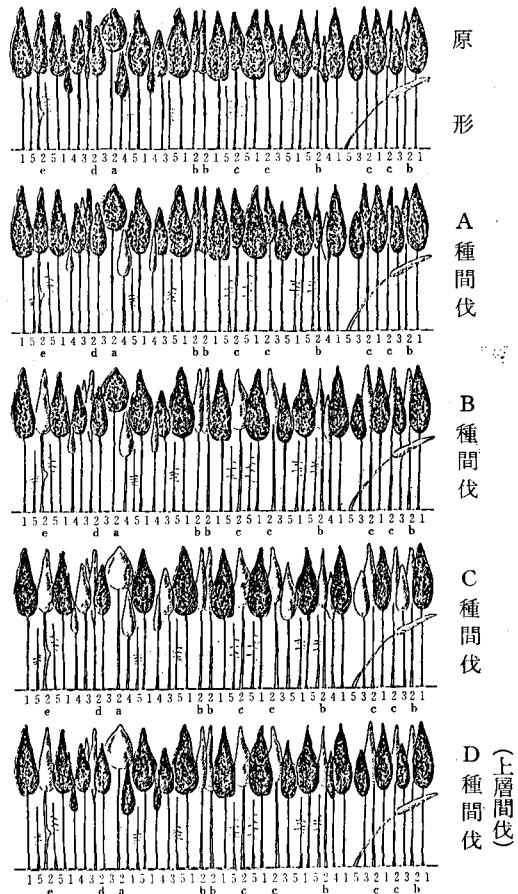


図-70 寺崎式間伐型式図

Fig. 70. The thinning of the TERASAKI method.

注) 寺崎 渡: 「実験間伐法要綱」(1928年)より引用。

注) 藤島信太郎: 「更新論的造林学」(1930年)より引用。

表—71 寺崎式間伐の方法

Table 71. The thinning of the TERASAKI method

間伐の種類	伐採木	残存木	備考
A種間伐	4, 5 級木の全部	1, 2, 3 級木の全部	
B種間伐	2, 4, 5 級木の全部	1 級木の全部	2 級木 a, b, c の伐採は隣接木との関係を考慮し, 数回に分けて行うこと。
C種間伐	2, 4, 5 級木の全部 3 級木の大部 1 級木の一部	1 級木の大部 3 級木の一部	
D種間伐 (上層間伐)	2, 5 級木の全部	1, 3, 4 級木の全部	

注) 寺崎 渡: 「実験間伐法要綱」(1928年)より引用。

修正することとする。そこで、ここでは定性的間伐の中でも最も一般的といわれる寺崎式間伐について検討してみよう。

寺崎間伐は表-70 に示した幹級区分をもとに間伐木を選定するものである。この寺崎式間伐を実施した林分を模式的に示せば図-70 のとおりである。間伐木の選定規準は表-71 に示すとおりである<sup>122)</sup>。

この間伐方法について藤島は次のように述べている。すなわち、A種間伐については、下層間伐であり、優勢木の樹冠調整には無関係である。B種間伐は、下層木ばかりでなく上層木も伐採するので樹冠の調整に役立つ方法。C種間伐は、樹冠の配置関係を考慮したものであり、下層木をほとんど伐採するばかりでなく、1級木であっても場合によっては伐採することもある。D種間伐は、上層木を主体として伐採し、下層木を残すもので、1級木の幹の保護と地力の維持を計るものであることが示されている<sup>10)</sup>。

大金<sup>79)</sup>は、吉野地方の人工林の間伐体系を示しており、これが漸伐作業の間伐に類似していること、また林齢に応じてA種→B種→C種間伐へと移行し、更新伐に近くなった段階ではD種間伐を用いていることを指摘している。本施業標準林は天然林であり、樹種も異なっているので、上述の方式を直接採用することに問題がないとはいえないが、ここでは一応上述の方法を準用することとする。すなわち、除伐により一斉林型が整った時点でA種間伐を実施し、林齢に応じてB種からC種間伐を行うのが適当であろう。また、更新伐が近くなった林分にはD種間伐を実施するのが適当と考えられる。ただし、多樹種が混交している場合には山内が指摘しているように<sup>136)</sup>、一律な間伐を実施すれば、特定の樹種だけが伐採されてしまうこともありうるので、有用な樹種で形質は良いが、生長の遅れているものは、これを保育するような間伐を実行すべきであろう。このような間伐方法は近藤<sup>51)</sup>が示している広葉樹林の間伐に近いと考えられる。

## 5) 間断年数と間伐率

一般に間伐実施の基準は、隣接木との受光競争が生じるようになる時点であることが知られている<sup>10)</sup>。また、樹冠の拡張速度は林齢に応じて遅くなるので、間断年数は林齢に比例して長期になるといわれている<sup>136)</sup>。

ここで、表-69の簡易収穫表をもとに林齢ごとの樹冠の拡張速度を求めてみよう(表-72)。この表から、樹冠占有面積が20%増加する時点の間伐の目安とすれば、40年生の林分では約4年ごと、80年生の林分では約8年ごと、140年生の林分では14年ごとに間伐が必要ということになる。いずれにしても、林齢が増加すれば間断年数も増加させる必要のあることがわかった。次に、過去において間伐間断年数を示して例をみてみよう。

表-72 林齢別樹冠の拡張速度  
Table 72. The extension speed of crown diameter

林 齢 (年)	立木本数 (本)	平均樹冠直径 (m)	樹冠の拡張 の平均生長 (cm/年)	樹冠占有面積拡大に要する年数		
				10%増 (年)	20%増 (年)	40%増 (年)
40	1,070	3.45	8.6	1.9	3.8	7.3
60	550	4.81	8.0	3.0	5.8	11.0
80	350	6.03	7.5	3.9	7.7	14.8
100	250	7.14	7.1	4.9	9.5	18.4
120	190	8.19	6.8	5.8	11.4	22.0
140	160	8.92	6.4	6.8	13.3	25.5

過去に、間伐の間断年数を簡易に知る方法を示した例としては、近藤の「潤用樹用材林作業」を指摘することができる<sup>51)</sup>。これによると、デンマークの広葉樹用材林では、林齢の10位の数字をもって間断年数とすることが示されている。すなわち、間断年数は30年生林分であれば3年、60年生林分であれば6年、100年生林分であれば10年とするものである。同氏によれば、この数字は経験上生じたものであろうと述べているが、藤島や山内が示しているさまざまな樹種の間伐間断年数もこれに近い年数となっており、極端に大きな差はみられない。

次に、実際の漸伐林における間伐間断年数についてみてみよう。大金によると、スイスの漸伐作業林分では30~35年までは5年間隔、70年までは7~8年間隔、それ以降は10年間隔で間伐が実施されているという<sup>7)</sup>。また、道有林川上地方の漸伐林では5~10年間隔で間伐が実施されているようである<sup>32)</sup>。

これらのことから、本施業標準林における間伐は前述のように樹冠占有面積が20%増加する時点を目安とし、40年生林分であれば4年ごと、60年生林分であれば6年ごと、100年生林分であれば10年ごとに実施し、林齢の10の位の数字をもって間断年数とするのが良いと考えられるのである。

次に、間伐率について検討すれば以下のとおりである。本施業標準林のような林分におい

て寺崎式間伐を採用し、林齢に応じてA種からD種に移行するように選木規準を変化させれば、伐採対象木は徐々に減少していくので、本数間伐率は林齢とともに低下することになる。ここで、前述の簡易収穫表の値を規準に間伐率を求めると、50年生以下の林分では10年間で28~29%の本数低下、60~100年生の林分では10年間で12~27%の本数低下、110年生以上で更新期に至るまでの林分では10年間で6~14%の本数低下が必要となる。すなわち、本数間伐率は林齢と共に低下させていくのが適当といえる。

#### 第4節 将来の施業の展望

前節までに林相改良の方法を述べてきたが、本節ではその後の林分について、適用できる作業法および伐期齢について検討する。

##### 1) 林相の推移と作業法

本施業標準林の林相は、老齢な上層木の伐採と保育伐が実施された時点で、小径木の一斉林となることが予想される。また、林木の配置については更新木調査で示したように、同一樹種が集団となっている部分が認められることから、樹種によってはグループを形成することもあるが、全体には一様な分布をなすと考えられる。このような林相の変化を模式的に示せば図-71のようになるであろう。

その後この林分は、林齢に応じて弱度から強度の間伐が実施され、更新伐の段階に移行する。この時点での林相は、間伐木の樹種の選定の違いにより異なったものになると考えられ、同一樹種を群状に残すように選木した場合と、樹種混交が一様になるように選木した場合で



図-71 第1施業標準林における将来の林相

Fig. 71. The future forest stand of 1st standard forest.

は、林相にかなり大きな差が生じるようになると考えられる。この林相の違いは、その後の更新伐の方法に大きく関与するものと考えられる。すなわち、同一樹種が群状に残存しているような状態であれば画伐に近い作業、樹種混交が一様な状態であれば傘伐に近い作業が採用できると考えられる。いずれにしても漸伐作業が適用できる可能性が高いといえよう。

なお、上述の漸伐作業は、輪伐期、更新期および更新方法などの一定の規準のもとに、正規の漸伐作業として再編される必要がある。そこで、以下にその前提として、伐期齢および更新方法について、本施業標準林の調査結果をもとに示すことにする。

## 2) 伐 期 齢

本施業標準林の林木は、第4章第2節で示したように、針葉樹では150年、広葉樹でも180年程度で生理的な伐期に達するようであり、上層木はほぼこれに近い年齢となっているようである。従って、この樹齢よりも高齢となるまで林内に存置させ、大径木となるのを期待するのは生理的に難しいといわざるをえない。すなわち、林相改良を実施しようとする現在では生理的伐期以外に選択の余地がないことになる。しかし、適切な作業が実行された将来の林分では、生産目的に適合した様々な伐期齢を採用することができるであろう。そこで、ここでは天然林の伐期齢として一般的に用いられている工芸的伐期齢と材積収穫最多の伐期齢について考察してみよう。

工芸的伐期齢については、利用径級をどの程度とするかという問題はあるが、ここでは第2章第1節で示した国有林北見営林局における昭和25年からの林相改良事業<sup>42)</sup>で用いられていた利用径級で、針葉樹で35 cm、広葉樹で40 cmを参考とし、胸高直径40 cm以上(本研究における林木区分の大径木)であれば、生産材の利用径級として一応満足できると考えた。すなわち目標は胸高直径を40 cmとすることにした。これをもとに、本施業標準林における工芸的伐期を求めてみよう。本施業標準林における生長の良好な林木は、針葉樹で約140年、広葉樹では約150年でこの径級に達することが、伐採木の生長解析(図-23, 24)からわかっている。従って、工芸的伐期齢は針葉樹で140年以上、広葉樹で150年以上となろう。なお付言すれば、上述の北見営林局の林相改良事業で用いられていた工芸的伐期齢は針葉樹で110年、広葉樹で179年となっていた。

次に材積収穫最多の伐期齢について検討する。本施業標準林の伐採木の中から比較的生長の良好な林木27本(内、針葉樹20本、広葉樹7本)を試料とし、平均生長が最大となる樹齢を求めたところ、針葉樹で平均144年、広葉樹で平均138年となった。すなわち、主伐時の材積だけを考えた場合には、針葉樹、広葉樹ともに140年程度が材積収穫最多の伐期齢に相当する。

これらのことから、工芸的伐期齢と材積収穫最多の伐期齢には大差がないことが明らかとなった。従って、本施業標準林では将来140年程度の伐期齢を採用するのが適当と考えられる。

## 3) 更 新 方 法

本施業標準林は、現在比較的更新が良好であり、また部分的に更新が不良となっている場

所はみられない。このような状態が将来の段階で確保されていれば、更新方法は天然下種を前提とするのが有利であろう。しかし、将来の漸伐作業における更新木は、藤島や寺崎が述べているように、予備伐や下種伐が実施される以前に樹種構成を考慮したうへの適度な間伐が実施されなければ多くを期待できないことが知られている<sup>10,122)</sup>。従って、将来も天然更新を期待するのであれば、前節で示したように計画的な間伐を繰り返していく必要があるといえよう。

また、これまで述べてきたような作業を実施してもなお更新が不良であるような場合には、更新期間内に補助造林や天然更新補助により更新木を確保していく必要があることはいうまでもない。なお、この方法については次章以降で検討する。

## 第6章 傘伐的施業による林相改良

前章では、小径木を主体とした一斉林に対し、保育・間伐的施業による林相改良の方法を、第1施業標準林の調査結果をもとに考察してきた。本章では、第2施業標準林を対象として、林相改良の方法を考察する。

### 第1節 傘伐作業と林相改良

#### 1) 第2施業標準林の林分構成の特徴

第2施業標準林の林分構成は、第4章第3節でも示したように、中径木を主体とした一斉林となっており、形質不良木が多く含まれている。また、林分構成の特徴としては、一部疎林となっている部分はあるが、立木の配置はほぼ一様となっていること、更新が不良であることなどがあげられるが、最も特徴的な要素としては、林齢が100年生から140年生の、ほぼ同齢林となっており、特に針葉樹ではその傾向の著しいことが指摘できる。さらに本施業標準林では菌害木が多くなっていることから、林分的生長はかなり低下した状態と考えられるのである。そこで次に、林分生長量について検討してみる。

本施業標準林伐採木のうち比較的生長の良好なもの28本を試料として、生長量を試算したところ、表-73のような結果が得られた。すなわち、生長の良好な林木で占められている林分を想定すれば、連年生長量は4.1 m<sup>3</sup>/haあることになる。しかしながら、本施業標準林の林木は生理的な伐期に近いものが多いので、枯損木もかなり発生することが予想されるのである。そこで次に、枯損木の発生における伐採率の影響についてみてみよう。

本施業標準林では、1980年に材積伐採率が30%程度の不良木伐採が実施されており、枯損・半枯損木は除去されている。その2年

表-73 第2施業標準林内林木の生長量  
Table 73. The increment in 2nd standard forest

樹種	連年生長量 (m <sup>3</sup> /ha)	総平均生長量 (m <sup>3</sup> /ha)
針葉樹	2.9	1.2
広葉樹	1.2	0.7
合計	4.1	1.9

注) 針葉樹17本、広葉樹11本の年輪解析結果をもとにプレスラー式により求めた。

後の、本研究における毎木調査結果をみると枯損・半枯損木は全く発生していないことがわかる。しかしながら、老齢の天然林は枯損木が発生しやすいことが知られており、本施業標準林に近い同演習林 165 林班では、材積比で 21% におよぶ枯損が発生していたことが、示されている<sup>27)</sup>。

また、老齢な天然林における高伐採率の伐採は、多くの枯損木を発生させることも知られている。すなわち、谷口によれば、本施業標準林に近い名寄地方で、20 年回帰の択伐的取り扱いが行われている天然林を例にとり、伐採後 5 年経過した時点で次のような枯損が生じたことを示している<sup>14)</sup>。すなわち、52% の材積伐採率の場合には材積枯損率は 61% となり、27% の場合には同じく 21% となったことを報告しているのである。つまり、本施業標準林で今後予定されている伐採率とほぼ同じ 27% の伐採率の場合には、年間 4% に及ぶ枯損が発生することになる。この割合を本施業標準林の現在の蓄積にあてはめれば、年間 8 m<sup>3</sup>/ha 程度が枯死していくことになる。この値は、前述した連年生長量の 2 倍に相当する。実際の林相改良林分では前述のように伐採後 2 年経過した林分に枯損木がみられないこと、また間断年数を短く設定し、早急に菌害木を除去することなどから、枯損木はこれほど多くはならないと考えられるが、プラスの生長量は全く期待できないと考えられる。

これらのことから、本施業標準林のような林分では、ある一定の期間内にこれらの林木を収穫する必要のあることが示唆されるのである。そこで次に、本施業標準林の林齢と伐期齢について検討してみよう。

## 2) 上層木の林齢と伐期齢

前にも述べたように、本施業標準林の針葉樹は胸高直径の大小に関係なく 100~140 年のものがほとんどである。また、広葉樹では林齢にある程度のひろがりはあるものの 140 年以上のものはほとんどない状態である。これらのことから、第 2 施業標準林の現在の林齢は約 140 年と考えて良いであろう。

次に本施業標準林の上層木の伐期齢について考察する。前述したように、本施業標準林を林分的にみれば材積生長がほぼ停止した状態であるが、単的にみれば径級は増大しつつある林分である。すなわち、本施業標準林の上層木は中径木と大径木に相当しているが、このうち利用径級 (40 cm を目安とした) に達している大径木は本数比で約 30%、材積比で約 50% に達していることから、工芸的な伐期を想定すれば、これに達しつつある状態と考えられる。また、これら上層木の中には針葉樹で約 50%、広葉樹で約 40% の菌害木が含まれていることから、針葉樹で 10 年以内、広葉樹でも 20~30 年で生理的な伐期に至ると考えられる。これらのことから、本施業標準林の上層木は長くとも今後 30 年で伐期に到達すると考えることができよう。

すなわち、本施業標準林の上層木は伐期に近い同齢な一斉林とみることができるので、後継林木が確保されれば漸伐的な施業が可能と考えられる。なお、現在の本施業標準林は林冠に

大きな疎開部分がみられないことから、漸伐作業のなかでも傘伐的な伐採方法が適していると考えられる。そこで、次に傘伐作業の構成について考察してみよう。

3) 傘伐作業の構成

傘伐作業について藤島は「一定の区域に対し平等に林冠疎開を行って上方下種を行い、略同齢の後継林を造成する方法で、各種漸伐作業の基調をなすもの」と述べている<sup>10)</sup>。一般的に、傘伐作業における更新伐の種類は予備伐、下種伐、後伐に分けられるが、吉田によると<sup>140)</sup>これらの伐採による林分構造の変化は、次のとおりであることが示されている。すなわち、垂直的構造の変化は「更新完了後の時代に於ては多段的ではないが、極めて顕著なる一段多層林形、更新期の長い場合にはほとんど連続的構造を呈する。しかしながら、壮齢となるに従い、間伐手段等に依り次第にその多層性が整えられ、単層林へ導かれる。然るに伐期に近づき予備伐を開始し、下種伐を施行するに及び二段林形となり、上段は単層林的、下段は、多層構造を呈する。かくして更新期間を経過し、終伐に依り更新完了すれば、上述の如く一段林形に復する」と述べている。また、水平的構造の変化は「更新完了から予備伐の行なわれるまでは樹冠は閉鎖しているが、更新期に入るや急に疎開せられ、下種伐の施行後は一層強く疎開される」と述べている。なお、伐採の順序と作業の模型図を表-74、図-72に示す。

以上が一般的な傘伐作業の構成であるが、本施業標準林で実施された作業を考察すれば次のとおりである。本施業標準林は、第4章第3節でも示したように中径木を主体とした一斉林であるが、上述の傘伐作業林分のようにはっきりとした単層林とはなっていない。また、形質不良木が多い状態となっており、更新も不良となっている。これは壮齢時代に適度な間伐が実施されていなかった結果と考えられ

表-74 傘伐作業における伐採の順序

Table 74. The cutting method for the shelterwood system.

順序	伐採の方法
1	ほぼ一斉林を示すうっ閉状態の老齢林分を、ほぼ平等に散点状に伐採し、上方光線を透入させ、上方天然下種を図る。
2	残存老齢木を除去し、後継林木をほぼ一斉林の状態であう閉させる。
3	間伐その他の保育を行い、林木の生長を促進させる。
4	伐期が近づけば、更新の予備として林木の一部を伐採する。

注) 藤島信太郎：「更新論的造林学」(1930年)を参考にして作成した。

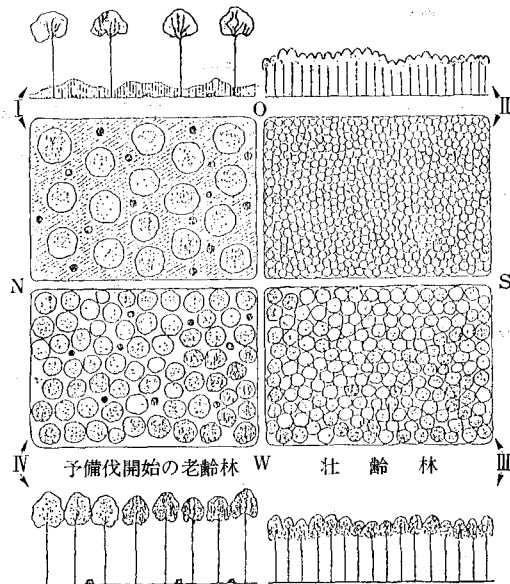


図-72 傘伐作業の模式図

Fig. 72. The simulation of shelterwood system.

注) 藤島信太郎：「更新論的造林学」(1930年)より引用。

る。このことは、第3章第3節でも示したように、本施業標準林の過去の施業経過が、かなりの高伐採率であったことから推測できるのである。すなわち、現在の本施業標準林の林分構成は更新伐に入る直前の傘伐的林分に近いが、これまでに傘伐的林分に適した施業が実施されていたわけではないので不完全な林分構成となっている。このことは、これから実施しようとする林相改良の方法に大きな影響を与えるものと考えられるのである。そこで次に、その方法について検討する。

#### 4) 傘伐の作業による林相改良の主旨

本施業標準林の林分構成は、これまで述べてきたように、老齢な同齢林となっており、傘伐的林分が更新伐に入る直前の段階に近似した状態となっているが、これまでに天然下種更新を誘導する目的で、適度の間伐が実施されていたわけではないので、全体的には更新が良好とはいえない状態である。これらのことから、林相改良は単に老齢な形質不良木の単木の伐採によるのではなく、現存する前生樹や更新木の有効な生長を助長するような伐採方法を検討する必要がある。また、疎林部分でササ類が林床を覆っているために更新が極度に不良となっている部分では、補助造林や天然更新補助作業などにより後継林木を確保する必要がある。すなわち、本施業標準林における林相改良の主旨は、更新状態の改善を図るのに適したものとする必要があるといえる。

#### 5) 林相改良のための期間

本施業標準林で実施しようとする林相改良は、傘伐的なものとするのが適当であることは前に述べた。では、林相改良のために必要な期間について伐採と更新の両面から検討してみよう。まず、上層木の伐採に関する視点で林相改良の期間を検討すれば次のとおりである。前にも述べたように、本施業標準林では伐期齢に至るまでに針葉樹で10年程度、広葉樹で20~30年と予想される。従って、林相改良の期間は最大限30年となるのである。

次に、更新面ではどうだろうか。林相改良の目的は、林分の構成を正規の施業が適用できる状態に誘導することにあるので、本施業標準林で林相改良を実施しようとするれば、これが終了した時点での林相は現在の形質不良の老齢木が撤去され、後継林木の更新が完了した状態となっていなければならない。従って、林相改良のための期間を知るには、後継林木の更新が完了するまでにどの程度の期間を要するかを知る必要があるといえる。本研究では、第4章第5節で照査法試験林内補助造林木の生長解析を行っている。その結果、補助造林木の生長は、その面積が0.05~0.30 ha程度の範囲にある場合には、美深地方トドマツ林収獲表の1等地のものとはほぼ同じであると推測できた。その結果、補助造林木が除伐期に入るまでの期間は20年程度、間伐期に入るまでの期間は約30年程度と予測される。また、現在かなりの量が存在する稚苗については、刈り出しなどの天然更新補助作業を、また稚・幼樹については適度の上層木疎開を行えば、補助造林木と同程度、あるいはそれ以上の生長が期待できると考えられる。従って、更新面からみた場合、本施業標準林ではこれらの後継林木が更新完了し、除伐できる

よくなるまでの期間である20年程度、あるいは間伐作業が可能となる30年程度を林相改良のための期間とするのが適当であろう。

なお、本施業標準林のように傘伐的取り扱いが可能な林分を集めてひとつの作業級を設定する場合には、1経理期を10年とした連年作業を前提とすれば、全ての林分が林相改良を終了するのに30年を要することになるが、この期間は漸伐作業級における更新期に相当するものである。

## 第2節 収穫に関する考察

### 1) 伐採回数と間断年数

本施業標準林における林相改良の期間は、30年程度が適当と考えられることから、経理期間10年を前提とすれば、間断年数も同じく10年、また伐採回数は3回となる。本施業標準林のように傘伐的取り扱いが可能な林分が多数存在し、これらを集めて1つの作業級を設定する場合であっても、伐採回数は3回、間断年数は10年とするのが適当であろう。

このように、本施業標準林のような林分では10年の間断年数で3回程度の伐採を行うのが適当であると思われるが、伐採対象である上層木には形質不良木、特に菌害木が多いので選木は慎重に行わなければならないであろう。そこで、次は選木規準について検討してみよう。

### 2) 選木規準

本施業標準林の上層木には形質不良木が多く、このなかには針葉樹で48%、広葉樹で37%の菌害木が含まれており、これらは早急に伐採される必要がある。また、針葉樹については、生理的な伐期に近づいていると考えられることから、早期に収穫する必要があるといえる。従って、1回目の伐採では針葉樹の菌害木と広葉樹の菌害木の一部、2回目の伐採には広葉樹の菌害木と針葉樹の残り、3回目には広葉樹の残りを伐採するのが適当と考えられるのである。

いずれにしても、本研究の伐採時に用いた樹形級区分(第4章第1節の表-23を参照のこと)を採用し、菌害木を中心とした形質不良木から順次伐採していくのが適当と考えられる。

### 3) 老齢木の伐採に伴う収穫

本施業標準林の老齢木は、林木区分の中径木と大径木に相当しているが、その材積は表-75

表-75 第2施業標準林内林木の径級別本数・材積分布  
Table 75. The stock and stand table of 2nd standard forest

径 級	本 数 (本/ha)			蓄 積 (m <sup>3</sup> /ha)		
	針葉樹	広葉樹	合 計	針葉樹	広葉樹	合 計
未 成 木	33	103	136	1	2	3
小 径 木	63	73	136	15	13	28
中 径 木	71	64	135	57	39	96
大 径 木	31	21	52	57	31	88
合 計	198	261	459	130	85	215

注) 第4章第3節の毎木調査結果より抜粋。

に示すように、約 86% (184 m<sup>3</sup>/ha) を占めている。これらの林木は、前節で示したように 3 回で収穫するのが適当と考えられるのである。従って、1 回の伐採量は 61 m<sup>3</sup>/ha 程度が期待できることになる。また、この値は全体の蓄積の 28% に相当する。

次に、本施業標準林のように傘伐的取り扱いが可能な林分を集めてひとつの作業級を設定する場合を想定してみよう。この場合、標準年伐量は第 5 章で示したと同様な方法により、次式で求めることができる。

$$E = \frac{V}{U} + \frac{Z}{2}$$

ただし、 $E$  は標準年伐量

$V$  は伐採対象となる蓄積の合計

$Z$  は  $U$  年間の連年生長量の合計

$U$  は一般には輪伐期であるが、ここでは更新期で 30 年とする

すなわち、この式で標準年伐量は全蓄積の 30 分の 1 に連年生長量の合計の半分を加えたものとなる。しかし、前節でも示したように本施業標準林のような林分では材積生長量はほぼ 0 となっていることが予想されるので、標準年伐量は伐採対象の蓄積を更新期である 30 年で割った値になると考えられるのである。

### 第 3 節 更新に関する考察

#### 1) 更新方法

本施業標準林の更新状態を要約すると次のとおりである。まず、伐採対象となっていない下層木 (小径木および未成木) については、表-75 に示したように、その本数は ha 当たり約 270 本と少なく、長期間被圧を受けていたと考えられるので、後継林木となりうる可能性のあるものは少ないと考えられる。将来的にみれば除伐対象木となるものが多いといえよう。次に、樹高 1.3 m 以下の更新木についてみよう。本施業標準林は一部を除いて林冠の疎開部分のみられない林分である。この林分の林床の状況はどうであろうか。第 4 章 3 第節の表-41, 42 をみると、このうち幼樹、稚樹の本数は極端に少ない。しかし、稚苗は 100 m<sup>2</sup> 当たり 752 本とかなり存在する部分もあることがわかる。これらの更新木は多くの場合、集材路跡地のように A<sub>0</sub> 層が除去された土壌の部分や、ササ類の密度が低い部分に存在している。このような場所は天然更新補助作業を実施したと同様な状態となっている。すなわち、本施業標準林では天然更新補助作業によりかなりの量の更新木を誘導することができると考えられる。五十嵐<sup>30)</sup> は、ササ地における天然更新のメカニズムの解析、およびこれを基礎にした天然林施業の提言を行っており、同様の指摘をしている。

一方、本施業標準林内の一部には、第 4 章 3 第節の図-27 に示したように、沢筋に 0.01 ha 程度の林冠の疎開部、また尾根筋に 0.1 ha 程度の疎林部があるが、このような部分ではササ類

が密生しているために更新木が少なく、特に有用樹種の更新木本数が極度に低下している状態である。このうち、沢筋にみられる小面積の林冠の疎開部分については、面積が極端に小さいことから補助造林は必要ないと考えられるが、尾根筋にある疎林部分では風倒などの被害を受け易いので、将来は林冠の疎開部になる可能性が高いと考えられる。このような部分に対しては、当初から補助造林や天然更新補助作業が必要と考えられる。これらのことから、本施業標準林では更新木を誘導するための天然更新補助作業と、人為的に更新木を植栽する補助造林という2タイプの作業が必要と考えられるのである。

そこで、はじめに補助造林について検討してみよう。補助造林は特定の樹種を確実に成立させるための方法として有効であり、トドマツの場合には、照査法試験林内補助造林地の調査結果より、実施面積を0.05~0.30 ha程度の範囲に設定すれば、美深地方トドマツ林収穫表の1等地とほぼ等しい生長が期待できることがわかっている。従って、本施業標準林の疎林部分では、1回目の上層木伐採の時にこの部分だけを面的に伐採し、その直後に補助造林を実施するのが適当であろう。

次に、天然更新補助作業について検討してみる。北海道では、古くから天然更新補助作業が行われており、その例として戦前期には軍地<sup>16)</sup>や高橋ら<sup>110)</sup>の報告を示すことができる。これらはいずれも、上層木をかなり残存させた状態で、筋刈りや小面積の全刈を行うものであり、多くの更新樹種を誘導していたようである。この方法は、傘伐の伐採を前提としている本施業標準林では、適用できる可能性があるといえる。現在、中川地方演習林では伐採木の集材にトラクターが使用されているが、集材路設定の際にササ類を除去しながら作業を行えば、天然更新補助作業を同時に実行するということにもなる。このような方法と補助造林を組み合わせることにより、一定の樹種混交が期待できると考えられるので、このような方法は本施業標準林の更新方法として一層効果的であろう。

なお、最近、標高が高く更新が不良な部分ではブルドーザーやレーキドーザなどの大型機械による、比較的大面積の地表処理（かき起し）が一般的に実施されており、ダケカンバを主とした広葉樹の天然更新に効果のあることが知られている<sup>85)</sup>。このような方法による天然更新補助作業について青柳<sup>2)</sup>は、更新不良地の作業として重要な位置付けとなっていることを指摘している。一方、五十嵐<sup>30)</sup>は地形、立地条件が異なる場合の対応方法、目的樹種の更新方法の確立、母樹および母樹群の残し方などについて十分検討される必要性を示しているのである。すなわち、大面積の地表処理は更新樹種が特定されてしまう欠点があるといえる。従って、一定の樹種混交を前提としながら林分構成の改善を図ろうとする林相改良では、大面積の地表処理方法は適していないと考えられる。

これらのことから、本施業標準林では小面積の天然更新補助作業と補助造林を組合せて実施するのが適当な更新方法と考えられる。

### 3) 保育方法

一般に、保育作業は除伐と間伐に分けられるが、ここでは除伐期に至るまでの作業について述べることにする。本施業標準林でこれまでに述べてきたような更新方法を採用した場合、保育の対象は、補助造林木と天然更新補助作業により更新した更新木となる。従って、保育方法は2つのタイプが考えられる。

補助造林木に対する保育は、照査法試験林内の補助造林木に対する保育方法をそのまま適用することができる。照査法試験林では、植栽の翌年に根踏を実施し、補植は行っていない。また、下刈は年2回で下草の被圧を受けなくなる樹高に達するまで実施している。ここで、下草などの影響を受けなくなる樹高を3mとした場合、この樹高に達する期間は第4章第5節の 図-67より、8~12年であることがわかる。従って、下刈の必要年数は8~12年とするのが適当であろう。これらの作業以外には、山内が示しているような、天然林内補助造林における保育作業を適用するのが良いであろう<sup>136)</sup>。これらを一括して示せば表-76のようになる。

天然更新木に対する保育作業は、基本的には補助造林木に対するものと同じであるが、根踏、補植はその性格上必要がない。また、下刈については状況に応じて実施すれば良いであろう。つる切りについては補助造林木に対するものと同じ作業が必要と考えられる。また、除伐については前章第3節で述べたと同様に、林分密度を一定に保持しながら、形質不良木から順に除伐していく方法を採用するのが適当であろう。

表-76 補助造林木に対する保育方法

Table 76. The cultural working for the enrichment planting

作 業	内 容
根 踏	植栽翌年に1回実施する。
補 植	実施しない。
下 刈	全刈を年2回、被圧を受けなくなるまで実施する。
つる切り	下刈終了後、数年間実施する。
除 伐	間伐方法に準じた選木方法とする。

注) 中川地方演習林照査法試験林の補助造林地で用いられている方法、および山内俊枝:「実用造林学」(1948年)を参考にして作成した。

## 第4節 将来の施業の展望

前節までに、本施業標準林における林相改良の方法を述べてきたが、本節ではその後の林分について、適用できる作業法および伐期齢について検討する。

### 1) 林相の推移と作業法

本施業標準林の林相は、老齢な上層木が伐採され、同時に天然更新補助作業や補助造林が実施されれば、30年後には天然更新木と補助造林木による一斉林となることが予想される。では、このような林分を集めてひとつの作業級を設定した場合の、更新期終了時点を予想してみよう。この場合、始めに更新伐を実施した林分では、更新木が30年生となっており、最後に更新伐を実施した林分でも、更新木は20年生となっているはずである。従って、更新木の平均の樹齢は25年生となるであろう。すなわち、一部は間伐対象林分となっており、他の部分

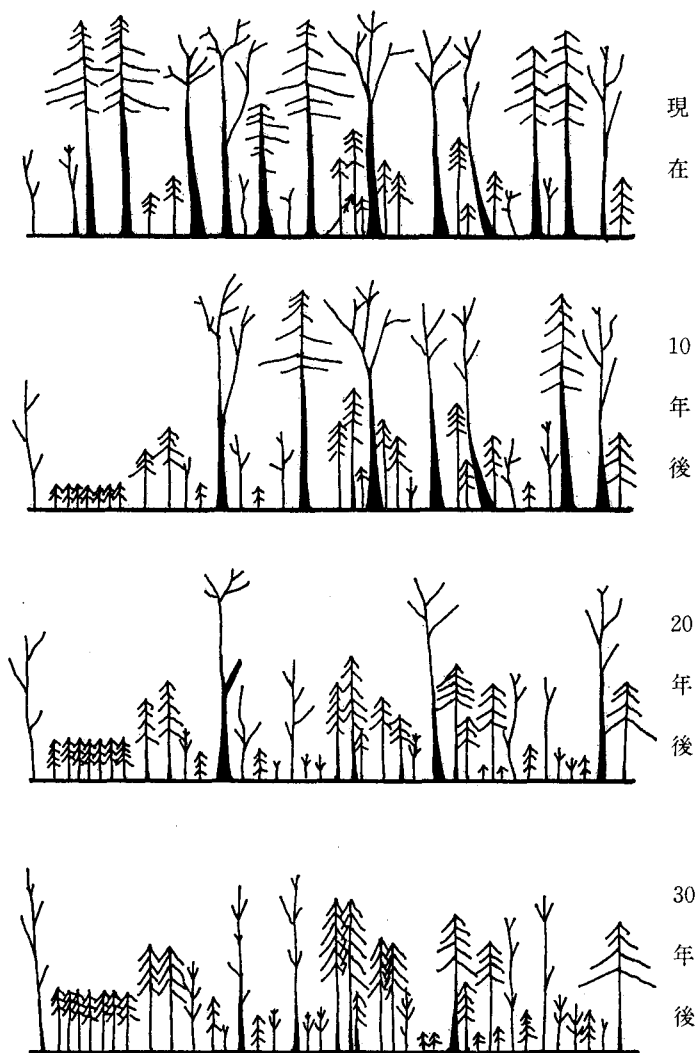


図-73 第2施業標準林における将来の林相

Fig. 73. The future forest stand of 2nd standard forest.

も全て除伐が実施された段階となっているのである。このような林相の変化を模式的に示せば図-73のようになるであろう。

本施業標準林の場合には、補助造林の必要な部分が1箇所となっており、林分全体の面積に対して極めて小面積であることから、林相改良終了後も全体的には傘伐作業が実施された林分と同様に小径木の一斉林となることが予想される。また、本施業標準林のように林冠の疎開部分の少ない林分を集め、傘伐的施業による林相改良のための作業級を設定した場合、更新期終了時点には、若干の林齢の差はあるものの、小径木の一斉林となることが予想されるので、将来的にも漸伐的作業が適用できると考えられる。

## 2) 伐期齢

本施業標準林の林木は、第4章第3節で示したように、針葉樹では150年、広葉樹では170年程度で生理的な伐期に達するようである。現在の林分では、本章第1節でも示したように、生理的伐期齢を基準に林相改良を実施することになる。しかし、林相改良が終了した林分では、生産目的に適合した様々な伐期齢を採用することができる。そこで、以下に天然林の伐期齢として一般的に用いられている、工芸的伐期齢と材積収穫最多の伐期齢について検討してみよう。

工芸的伐期齢について検討すれば以下のとおりである。本施業標準林における生長の良好な林木は、第4章第3節の図-37、38より、大径木に達するのに針葉樹で100年、広葉樹で120年程度かかっていることがわかる。従って、工芸的伐期齢は、針葉樹で100年以上、広葉樹で120年以上とするのが適当と考えられる。

次に、材積収穫最多の伐期齢を求めれば、以下のとおりである。本施業標準林の伐採木の中から、比較的生長の良好な林木24本(内針葉樹16本、広葉樹8本)を試料として、平均生長が最大となるような樹齢を求めたところ針葉樹で113年、広葉樹で101年という結果が得られた。従って、主伐時の材積だけを考えた場合には、針葉樹で110年程度、広葉樹で100年程度が材積収穫最多の伐期齢と考えられる。

これらのことから、本施業標準林における伐期齢は100年から140年の範囲となることが予想されるが、林相改良を実施した後の林分では、形質良好な用材生産が目的となるので、この際工芸的伐期齢を採用し、針葉樹100年以上、広葉樹120年以上とするのが適当と考えられる。

## 第7章 画伐的施業による林相改良

筆者は、第5章においては小径木を主体とした一斉林に対する保育・間伐的施業による林相改良の方法を、また第6章においては中径木から大径木を主体とした一斉林に対する傘伐的施業による林相改良の方法をそれぞれ考察してきた。本章では、第3施業標準林の調査結果をもとに、林相改良の方法を考察する。

### 第1節 画伐作業と林相改良

#### 1) 第3施業標準林の林分構成の特徴

第3施業標準林の林分構成は、第4章第4節でも示したように、上層木では形質不良木が多く、下層木でも将来後継林木となりうる前生樹は極端に少ない状態である。また、林齢が100年生から140年生の、ほぼ同齢林となっており、針葉樹ではその傾向が著しい。このことは、第2施業標準林の場合と同様である。第2施業標準林と明らかに異なる点としては、大径木を主体とした一斉林となっていること、同一樹種が群状に成立していること、また、第4章

第4節の図-41に示したように、各所に林冠の疎開部がみられることなどが指摘できる。

この原因としては、過去の伐採が対象木を群状に選木したためであり、しかもかなりの高伐採率であったためと考えられる。従って、現在の林分は一見画伐的ではあるが、更新が不良であると同時に形質不良木の多い状態となっているということができよう。また、これらの林木には菌害木となっ

ているものが多く含まれていることから、枯損の発生も予想され、林分的な生長はあまり多くはないと考えられるのである。次に、本施業標準林における材積生長について考察してみよう。本施業標準林の伐採木のうち比較的生長の良好なもの13本を試料として生長量を試算したところ、表-77に示す結果が得られた。

すなわち、本施業標準林が生長の良好な林木だけで構成されている林分と仮定した場合には、連年生長は4.0 m<sup>3</sup>/ha程度あることになる。しかし、現実には本施業標準林の林木は過熟状態であること、林冠に疎開部分があるため風倒害を受けやすいこと、また伐採率が高いことなどから、林相改良の期間中に多くの枯損木が発生することも考えられる。そこで次に、枯損木の発生量について考察してみる。

本施業標準林付近では、1980年に推定伐採率30%程度の不良木伐採が行われている。その2年後の本研究における毎木調査の時点(1982年)では、本施業標準林の上層木に針葉樹で7本、広葉樹で5本の枯損・半枯損木が発生している。これを材積でみると針葉樹で16.2 m<sup>3</sup>、広葉樹で12.4 m<sup>3</sup>、合計28.6 m<sup>3</sup>となる。すなわち、本施業標準林の面積は2.60 haであるから、年間約5.5 m<sup>3</sup>/haが枯損しているということができよう。この値は、本施業標準林の連年生長量よりも1.5 m<sup>3</sup>程度大きな値となっている。このような枯損は本施業標準林のような林分では普通に発生することが予想されるので、画伐的取り扱いにより林相改良を実施しようとする林分では、連年生長量は1.0 m<sup>3</sup>以上の負の生長としなければならないと考えられる。

これらのことから、本施業標準林のような林分では早急にこれらの林木を伐採する必要のあること示唆されるのである。そこで次に、本施業標準林の林齢と伐期齢について考察してみよう。

## 2) 上層木の林齢と伐期齢

本施業標準林の針葉樹は、胸高直径の大小に関係なく100~140年生のものが多い。また、広葉樹では林齢にある程度のひろがりはあるものの140年生以上のものはほとんどない状態である。これらのことから、第3施業標準林の現在の林齢は第2施業標準林と同様に約140年程度と考えて良いであろう。

表-77 第3施業標準林内林木の生長量

Table 77. The increment in 3rd standard forest

樹種	連年生長量 (m <sup>3</sup> /ha)	総平均生長量 (m <sup>3</sup> /ha)
針葉樹	2.3	1.4
広葉樹	1.7	0.7
合計	4.0	2.1

注) 針葉樹6本、広葉樹7本の年輪解析結果をもとにプレスラー式により求めた。

次に、本施業標準林の上層木の伐期齢について考察してみよう。本施業標準林の上層木は中径木と大径木に相当するが、このうち利用径級 (40 cm を目安とした) に達した大径木は本数比で約 40%、材積比で約 60% となっており、ほぼ工芸的な伐期に達した状態と考えられる。また、これら上層木の中には針葉樹で約 60%、広葉樹で約 40% の菌害木が含まれており、林分的生長は完全に停止した状態と考えられるのである。さらに、各所に林冠の疎開部分があり風倒などの被害を受け易いと考えられることから、針葉樹では 10 年以内、広葉樹でも 10~20 年で生理的な伐期に到達すると考えられる。これらのことから、本施業標準林で工芸的伐期齢を目標に伐採を実施しようとするれば、直ちに収穫が可能な状態といえるが、更新木の少ない本施業標準林では、何らかの方法で更新を確保したうえで、これの生長を考慮しながら上層木の疎開を行う必要があると考えられるのである。

すなわち、本施業標準林では針葉樹更新木が極度に少ないこと、林冠に疎開部分があることなどから、この部分に対する針葉樹の補助造林が是非とも必要と考えられ、造林木の生長に応じて上層木の疎開を実施していくのが適当と考えられるのである。このような作業は、漸伐作業のなかでも画伐作業に近似しているといえよう。そこで、次に画伐作業の構成について考察してみる。

### 3) 画伐作業の構成

画伐作業について藤島は、伐区全体を一定の期間内に老齢木から順に伐採し更新木を群状に成立させる作業であると述べており、更新期間の長短によりバーデン式とバイエルン式があることを示している<sup>10)</sup>。画伐作業における更新伐の種類は傘伐作業と同様に予備伐、下種伐、後伐に分けられるが、更新面を群状に分散して配置するので、林分構造の変化は傘伐作業林分とは異なっている。すなわち吉田によれば、予備伐から後伐の行なわれるまでの更新期間中の林相は、傘伐林分における ① 予備伐実施前のうっ閉した状態、② 予備伐実施後で下種伐実施前の状態、③ 下種伐実施後で後伐実施前の状態、④ 後伐実施後で更新が完了した状態の 4 種類のタイプが同時に不規則に存在することを示している<sup>140)</sup>。

なお、伐採の順序と作業の模式図を図-74、表-78 に示す。

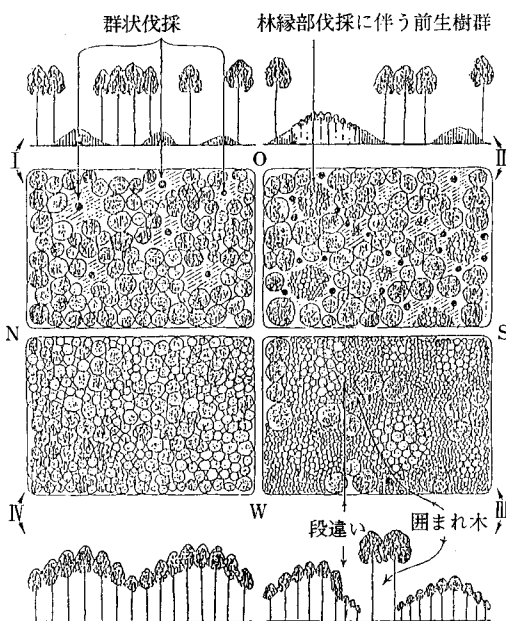


図-74 画伐作業の模式図

Fig. 74. The simulation of shelterwood-group system.

注) 藤島信太郎:「更新論的造林学」(1930年)より引用。

表—78 画伐作業における伐採の順序

Table 78. The cutting method for the shelterwood-group system

順 序	伐 採 の 方 法
1	老齢林分中の稚樹の多い部分に対し、群状に林冠の疎開を行い、前生樹に陽光をあてるほか、あらたに天然下種を誘導する。
2	前段階の伐採地の周囲を伐り広げ、前生樹の生長促進と周囲の樹冠下に対する天然更新の誘導を行う。
3	伐採地をさらに伐り広げることにより、前段階の更新木は壮齢となり所々に老齢木が残存する状態。
4	残存している老齢木を伐採し、また必要に応じて跡地の更新を促進し全面的更新を完了する。

注) 藤島信太郎：「更新論的造林学」(1930年)を参考にして作成した。

#### 4) 画伐的作業による林相改良の主旨

本施業標準林はほぼ老齢な同齢林となっており、林分構成は画伐的なものとなっているが、これまでに天然下種更新を誘導する目的で、適度の間伐が実施されていたわけではないので、更新が不良となっている。特に、針葉樹の更新木がほとんど無い状態である。また、ササ類が林床を覆っているため、今後予備伐などの伐採を実施したとしても更新が良好になるとはいえないと考えられる。従って林相改良の方法は、人工的手段を用いて更新を確保することが前提となる。しかも、針葉樹更新木のほとんど無い本施業標準林では、針葉樹の補助造林を積極的に実施すべきである。すなわち、本施業標準林における林相改良の主旨は、補助造林を実施することにより更新状態を改善するものでなければならないということができる。

#### 5) 林相改良のための期間

本施業標準林で実施しようとする林相改良は、補助造林による更新木の確保と画伐的な伐採とするのが良いことは前に述べた。この場合、林相改良のための期間は、第2施業標準林の場合と同じように、伐採と更新の両面から検討する必要があるといえよう。ここではまず、伐期齢を基準に考察してみよう。

本施業標準林では前述したように、針葉樹では10年程度、広葉樹では10~20年で伐期に到達すると考えられた。従って、林相改良のための期間は最大限20年としなければならないであろう。

次に、補助造林の生長を基準に考察してみよう。補助造林木の生長は、第4章第5節で示したように0.05~0.30 ha程度のトドマツ補助造林地であれば、20年前後で除伐、30年前後で間伐ができると予想された。従って、林相改良に必要な期間は最低限20年ということになる。

ここで、本施業標準林のように画伐的林分を集めて林相改良のための作業級を設定する場合を想定してみよう。この場合、どの林分であっても20年以内に林相改良を終了する必要があるといえる。しかし、1経理期を10年とする連年作業を前提とすれば、最初に更新伐に入っ

た林分では補助造林木は20年生となっており、除伐が可能であるが、最後に更新伐に入った林分では補助造林木は10年生、全林分の平均でも15年生にしかならない。

これらのことから、このような作業級における林相改良のための期間、すなわち更新期は、20年として差し支えないが、林相改良終了後も更新完了していない林分を含むことになる。なお、このような林分の将来の状況については第4節で述べることにする。

## 第2節 収穫に関する考察

### 1) 伐採回数と間断年数

本施業標準林のような林分を集めて林相改良のための作業級を設定する場合、林相改良のための期間は前述のように20年、つまり2経理期で林相改良を終了する必要がある。従って、間断年数は10年、2回の伐採が前提となる。

ここで、このような伐採方法の妥当性について検討するために、最近のヨーロッパにおける画伐作業の例をみてみよう。大金は、ドイツ・バーデンヴィルテンベルグ地方の画伐作業における更新期および伐採回数について報告しており、モミ属では40年程度の更新期間に3~4回の更新伐、トウヒ属では30年程度の更新期間に3回程度の更新伐を行うことを示している<sup>75,76,77)</sup>。すなわち、間断年数は10年程度としている。このような伐採方法は、前節で示したように画伐作業の方式に類似しており、1回目の伐採では更新木を誘導するために林冠を疎開するのである。本施業標準林では、過熟林分となっていること、また現在すでに林冠に疎開部分が存在することから、今後の伐採は2回程度、間断年数についても上記と同様に10年程度とするのがほぼ適切であると考えられる。

### 2) 選木規準

本施業標準林の上層木は、第1、第2施業標準林と同様に形質不良木が多く、このなかには針葉樹で65%、広葉樹では41%の菌害木が含まれている。これらは早急に収穫されなければならない。従って、1回目の伐採時には針葉樹、広葉樹の菌害木、2回目には残りを伐採するのが適当と考えられる。このような伐採に適合した選木規準としては、本研究の伐採時に用いた樹形級区分(第4章第1節の表-23を参照のこと)を採用し、菌害木を中心とした形質不良木から順に選木していくのが適当と考えられる。

### 3) 老齢木の伐採に伴う収穫

次に、これらの林木の収穫について検討してみよう。本施業標準林内林木の径級別材積配分を表-79に示す。このうち老齢木は中径木と大径木に相当するが、その材積は全体の約90%にあたる258 m<sup>3</sup>/haに達している。これらの林木は、前節で示したように2回で収穫するのが適当と考えられる。従って、1回の伐採量は129 m<sup>3</sup>/ha程度が期待できることになる。なお、この値は全体の蓄積の約46%に相当する。

次に、本施業標準林のように画伐的取り扱いのできる林分を集めてひとつの作業級を設定

表-79 第3施業標準林内林木の径級別本数・材積分布  
 Table 79. The stock and stand table of 3rd standard forest

径 級	本 数 (本/ha)			蓄 積 (m <sup>3</sup> /ha)		
	針葉樹	広葉樹	合 計	針葉樹	広葉樹	合 計
未 成 木	15	90	105	1	2	3
小 径 木	45	72	117	10	12	22
中 径 木	56	69	125	48	44	92
大 径 木	54	30	84	106	60	166
合 計	170	261	431	165	118	283

注) 第4章第4節の毎木調査結果より抜粋。

する場合を想定してみよう。この場合、標準年伐量は、第1施業標準林、第2施業標準林と同様に次式で求めることができる。

$$E = \frac{V}{U} + \frac{Z}{2}$$

ただし、 $E$ は標準年伐量

$V$ は伐採対象となる蓄積の合計

$Z$ は20年間の連年生長量の合計

$U$ は一般には輪伐期であるが、ここでは更新期である20年とした

すなわち、この式での標準年伐量は全蓄積の20分の1に連年生長量の合計の半分を加えたものとなるが、本施業標準林のような林分では連年生長量が1.0 m<sup>3</sup>以上の負の生長となっていることが予想される。従って、標準年伐量は伐採対象の蓄積を更新期である20年で割って求めることになる。しかし、この収穫の中には負の生長に相当する枯損木が若干含まれることになると思われる。

### 第3節 更新に関する考察

#### 1) 更新方法

本施業標準林の更新状態を要約すると次に述べるとおりである。まず、伐採対象となっていない下層木(小径木および未成木)については、表-79に示したようにその本数はha当たり約220本と少なく、長期間被圧を受けていたことから、後継林木となりうる可能性は低いと考えられる。次に、樹高1.3 m以下の更新木についてみよう。第4章第4節の表-53, 54に示したように、本施業標準林では林冠の疎開部に限らず、更新木の本数は極端に少なく、特に針葉樹の稚樹、幼樹が全くみられないことがわかる。僅かに存在している更新木は、倒木上やその周辺に生育している場合が多い。すなわち、本施業標準林では人為的な更新手段をとらなければ、後継林木はほとんど確保できないと考えられる。

人為的な更新手段としては、前章第3節でも示したように、天然更新補助作業と補助造林が考えられるが、針葉樹更新木の極端に少ない本施業標準林では、針葉樹による補助造林を積極的に実施する必要があるといえるであろう。補助造林の方法については第4章第5節で示したように、伐区面積を0.05~0.30 ha程度の範囲とし、トドマツの補助造林を実施すれば、20年前後で除伐が可能になると考えられるので、林冠の疎開部分や疎林部分などでは、積極的にこれを実施していく必要がある。

現在、本施業標準林には補助造林が必要と考えられる林冠の疎開部分が5箇所(合計で0.25 ha)みられる。これをha当に換算すると954 m<sup>2</sup>となる。従って、本施業標準林のように画伐的取り扱いが可能な林分を集めて作業級を設定しようとする場合には、最低ha当り950 m<sup>2</sup>以上の補助造林は必要になると考えられるのである。なお、谷口ら<sup>115)</sup>によると、最近では空中写真判読の技術が向上しており、高い精度で面積査定ができることが報告されている。従って、補助造林予定地は空中写真上であらかじめ、位置および面積を査定できると考えられる。

## 2) 保育方法

本施業標準林における更新木は、補助造林木と天然更新補助作業により更新するものである。従って、保育方法は第2施業標準林と同じ方法を採用するのが適当と考えられる。

## 第4節 将来の施業の展望

### 1) 林相の推移と作業法

本施業標準林においてこれまで示してきたような方法で林相改良を実施すれば、これが終了した時点での林相は次のようなものとなるであろう。すなわち、補助造林木の群と天然更新木の群がはっきりとしたモザイク状になるが、形質の良好な小径木の一斉林が形成されるであろう。このような林相の変化を模式的に示せば図-75のようになる。

この図は、画伐的取り扱いによる作業級のなかでも、始めに作業に入った林分のモデルである。従って、更新木は20年生となっている。しかし、同じ作業級の中でも最後に作業に入った林分では、同時点で更新木は11年生にしかっていないことになる。いずれにしても、更新期終了後には小径木の一斉林となることが予想されるので、その後は正規の漸伐作業が可能と考えられる。

### 2) 伐期齢

本施業標準林の林木は、第4章第4節で示したように、針葉樹では150年、広葉樹では160年程度で生理的な伐期に達するようであり、現在の林分ではこれをもとに林相改良を実施することになる。しかし、林相改良が終了した林分については、生産目的に適合した様々な伐期齢を採用することができるであろう。そこで、以下に天然林の伐期として一般的に用いられている、工芸的伐期齢と材積収穫最多の伐期齢について検討してみる。

工芸的伐期齢について検討すれば以下のとおりである。本施業標準林における生長の良好

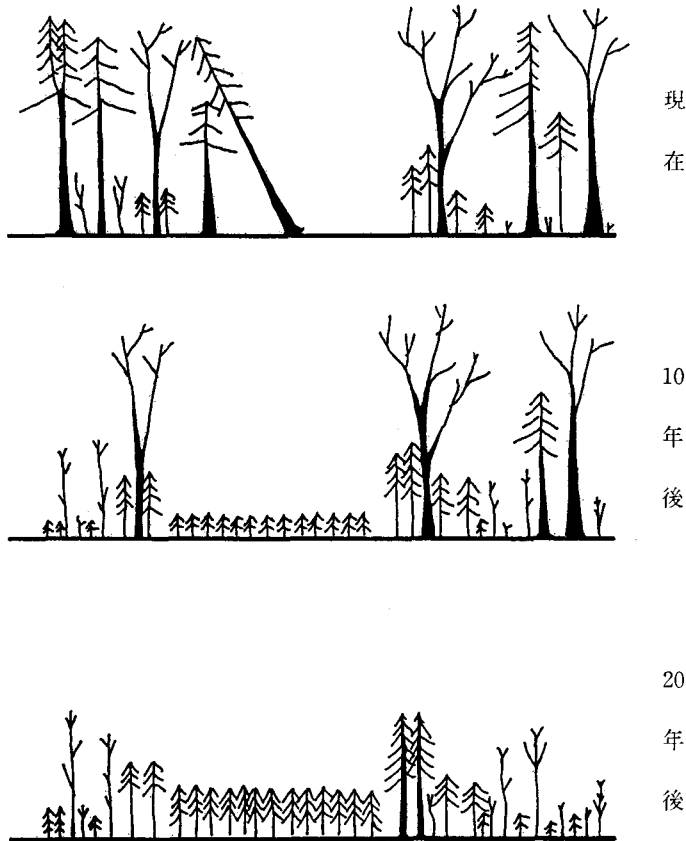


図-75 第3施業標準林における将来の林相

Fig. 75. The future forest stand of 3rd standard forest.

な林木は第4章第4節の図-51, 52より, 大径木(胸高直径40 cm以上)に達するのに針葉樹100年, 広葉樹では120年程度かかると推定された。従って, 林分的にみれば工芸的伐期齢は, 針葉樹で100年以上, 広葉樹で120年以上とするのが適当であろう。

次に, 材積収穫最多の伐期齢を求めれば, 以下のとおりである。本施業標準林の伐採木の中から, 比較的生長の良好な林木11本(内針葉樹6本, 広葉樹5本)を試料として, 平均生長が最大となるような樹齢を求めたところ針葉樹で平均102年, 広葉樹で96年という結果が得られた。従って, 林分的にみれば材積収穫最多の伐期齢は針葉樹, 広葉樹ともに100年程度となり, これらの胸高直径は針葉樹ではほぼ40 cm, 広葉樹では30~35 cm程度と推定できる。

これらのことから, 本施業標準林における伐期齢は100年から120年の範囲とするのが適当であることがわかったが, 林相改良を実施した後は, 生産材の質と量を統一的に追求することになり, さらに材積収穫最多の伐期齢の胸高直径は, 上述のように広葉樹では利用径級に達しないことが予想されるので, このなかの工芸的伐期齢を採用し, 胸高直径がほぼ40 cmとなる針葉樹100年以上, 広葉樹120年以上とするのが適当と考えられる。

## 第8章 結 言

北海道の天然林は、過去に大径の良質木を主体とした高伐採率の画一的、あるいは強度の群状択伐的な伐採が行われており、補助造林や天然更新補助作業などは一部を除いてほとんど実施されていなかった。そのため、次第に林相が悪化してきており、生産機能および森林自身の保護機能が共に極度に低下している。従って、今後も同様な施業を行った場合には両機能がさらに低下し、再生産が困難な森林となることが予想される。このような状態は、水資源保持や環境保全の立場からも憂慮されている。このような森林には、一定の基準のもとに、収穫と更新を同時に進行させながら両機能を向上させ、本来の択伐作業や漸伐作業などを実行するのに適した森林へと誘導するための施業、すなわち林相改良が必要である。

大金は林相改良の理論的考察を行い、これが地力の上昇を目的として行われるものであり、耕地における土地改良にほぼ相当することを明らかにしており、土地改良と同様に様々な方法があると述べている。また同時に、林相改良の特徴としては、改良の過程においても一定の収穫が期待できる場合のあることを示している。

これらのことは、過去の林相改良事業の例をみることにより裏付けることができる。すなわち、国有林北見営林局(現北見営林支局)では1950年から天然生林改良事業を始めているが、これは戦前期における大径の良質木選伐主義をあらため、原資外蓄積の整理を主体とした考えにより、不良木を減少させようとするものであった。具体的には2次主林木(中層木)の成立状況により林型を5つのタイプに区分し、2次主林木の伐採を除伐と間伐、これより上層にある林木の伐採を簡易漸伐、3次主林木(稚・幼樹)に対してササ類・灌木の除去と刈出しを実行している。また、旧御料林旭川支局における1928年からの黒化促進運動は、その方針が、①広葉樹の択伐による針葉樹の増殖、②広葉樹過疎林の強度択伐による林相整理、③針広混交林における針葉樹の保育択伐、④針葉樹前生樹の多い広葉樹林の漸伐的取扱いによる上層木の疎開となっており、林相改良といえる。特に④は補助造林も併用した簡易漸伐による林相改良であり、黒化促進運動のなかで重要な役割を演じていた。さらに、道有林野付牛営林区署(現北見林務署)では、1937年から直営生産による林相改良事業を始めているが、これは下層に後継樹となる針葉樹の稚樹が多数あり、これらの生長を上層の広葉樹が妨げている林分に対して行われたものである。具体的には伐採後の林木の配置を考慮しながら、漸進的に上層木の疎開を行い林相を改良していくものであった。

このように、過去の実践例からいえることは、林相改良は暴領木や形質不良木を除去することばかりではなく、補助造林や天然更新補助作業などにより、積極的に後継林木を確保しようとしていたことがわかる。つまり、伐採と更新を同時に進行させながら林相改良を図っていたのである。またこのような作業は、林相をタイプごとに区分したうえで、漸伐的作業を基本として実行されていた。さらに、これらの作業は一定の収穫をあげることを前提として行われ

ていたことがわかった。立場をかえてみれば、択伐作業級のもとで択伐的取り扱いにより林相改良を実行することは困難であったともいえるのである。

また、過去における林相改良は将来の生産向上を主目的として行われたものであり、大金の指摘のように耕地における土地改良にほぼ相当していたことが明らかとなった。なお付言すれば、現在の天然林の状況は生産力の低下ばかりでなく、環境保全の立場からも論議されなければならないほどに悪化しているのに対し、過去に林相改良を実施した例をみると、林相はそれほど悪化してはいなかったようである。

本論文では、以上の状況をふまえたうえで、次のような方法により林相改良の方法を明らかにしようとしたものである。すなわち、現在、林相改良を必要としている林分の状況を把握するために、北大中川地方演習林に設定した林相のタイプの異なる3箇所施業標準林で林分構成の解析を行った。また、林相改良を実行する場合に必要と考えられる補助造林については、その生長経過を知るために、同演習林照査法試験林内の補助造林地で造林木の生長解析を行ったほか、造林木の生長に大きく関与すると考えられる積雪の調査も行った。このことは、本研究のひとつの特色といえるであろう。次に、これらの内容について順次示していくことにしよう。

第1施業標準林は小径木を主体とした一斉林に、形質不良の大径木が点在するような林分(蓄積約150 m<sup>3</sup>/ha)である。このうち小径木はほぼうっ閉状態にあり、すでに一部間伐部分を含めた除伐段階となっている。また、老齢木はほぼ160年生の同齢林となっており、その多くが利用径級に達していることや、林分的にみた生長がほぼ停止した状態であること、また菌害木が多いことなどから、ほぼ伐期に達した状態であり、直ちに収穫する必要があると考えられた。第2施業標準林は形質不良の中径木を主体とした一斉林(蓄積約220 m<sup>3</sup>/ha)であり、林齢は約150年生の同齢林となっているが、林冠に疎開部分はみられない。この林分は、利用径級に達しつつある林分であるが、林分的生長量が極めて小さいこと、また菌害木が40%程度含まれていることから20~30年以内に収穫する必要があると考えられた。また、更新木があまり多くないので、何らかの方法で後継林木を確保する必要があると考えられた。第3施業標準林は形質不良の大径木を主体とした一斉林(蓄積約280 m<sup>3</sup>/ha)で、林齢は約150年生の同齢林となっており、すでに林冠に疎開部分のみられる林分である。また、更新木のうち特に針葉樹更新木が極度に少ない林分であり、針葉樹による補助造林が是非とも必要と考えられた。すなわち、本施業標準林では上層木がほぼ利用径級に達していることや、林分的生長量がマイナスになっていると考えられること、また菌害木が多いことなどから早急な収穫が望まれるが、上層木の疎開は補助造林木の生長を考慮して実施されなければならないと考えられた。

このように、現実の天然林は老齢な同齢林となっており、ほぼ伐期に達した状態であるが、必ずしも更新が良好とはいえない場合もあるといえる。従って、これまで北海道で行われてきた施業方法と同様な、更新を伴わない択伐的な作業を続けた場合には、ほぼ30年後には

再生産の困難な森林となってしまうことも予想されるのである。すなわち、早急に林相改良が必要である。なお、現段階における林相改良は単に将来の生産力拡大のためだけに必要なのではなく、環境保全の立場からも是非とも必要な基盤整備事業といえるのである。そこで、次に林相改良を実施していく際に必要と考えられる補助造林について、その生長状態の分析結果をみてみよう。

照査法試験林内補助造林地における造林木の生長は、上層木による被圧と雪害の影響を強く受け、ある一定の伐区面積における補助造林地の場合には、造林木の生長が良好となるが、これより狭い場合や広い場合には生長が不良となることがわかった。なお、生長が良好となるような補助造林地の面積は0.05~0.30 ha程度の範囲にあり、この場合の生長は同演習林に近い名寄・美深地方のトドマツ林収穫表の1等地と同様の生長であることがわかった。すなわち、20年生で除伐、30年生で間伐を行うことがほぼ可能であると予測された。では、これまで示してきた分析結果をもとに、各タイプの林分について林相改良の方法を述べてみよう。

すなわち、約50年生の小径木を主体とした一斉林に老齢な大径木が点在するような林分では、上層木はすでに伐期に達した状態であること、また更新木は除伐から一部間伐段階となっていることから、更新期を10年とした漸伐作業の後伐的伐採を行い、1経理期(10年)で林相改良を終了するのが適当と考えられた。このような作業を実施すれば、更新期終了後には、天然更新木による一斉林が形成され、間伐作業が可能になると考えられた。また、中径木を主体とした一斉林で、林冠に疎開部がみられない林分では、上層木は20~30年程度で伐期に達すると予想されること、間伐が可能と思われる年齢がほぼ30年と予想されることから、30年前後を更新期とした傘伐的施業を行い、3回の伐採により菌害木を主とした形質不良木から順に収穫していくこととする。また、更新木の少ない箇所に対しては、0.05~0.30 ha程度の補助造林や天然更新補助作業を実施していく必要があると考えられた。このような作業を実施することにより、更新期終了後には、平均25年生の造林木と天然更新木による一斉林が形成され順次間伐が実行可能になると考えられた。さらに、大径木を主体とした一斉林で、すでに林冠に疎開部分がある林分では、上層木はほぼ伐期に達した状態と考えられるが、針葉樹による補助造林を積極的に実施する必要があると考えられるので、これが除伐段階に入ると予想される20年前後を更新期とした、画伐的伐採を行い、2回の伐採により菌害木を主とした形質不良木から順に収穫していく必要があると考えられた。また、林冠の疎開部分や疎林部分に対する補助造林は0.05~0.30 ha程度の範囲を基本として実施する必要があると考えられた。このような作業を実施することにより、更新期終了後には平均15年生の更新木による一斉林が形成され、順次除伐が可能になると考えられた。

このように、それぞれのタイプの林分における林相改良は、タイプごとに更新期を定め、漸伐的な施業により伐採と更新を同時に進行させながら実施していくのが適当であると考えられる。すなわち、今後北海道の天然林を生産力の高い林分に誘導していくためには、これまで

北海道で実行されてきたような、更新を伴わない粗放な択伐的施業を続けるべきではなく、本研究で提示してきたように、直ちに林相改良を実施していく必要があるといえる。そしてその方法としては、漸伐的な施業が最も合理的であるといえることができるであろう。

以上を要約すれば次のようになる。すなわち、林相改良は過去の実行例の成果と欠陥を踏まえて行う必要があること、その方法は林相改良を必要としている林分の施業経過を十分検討するとともに、樹種構成や林分構造に即して、漸伐的作業方法を採用する必要がある、画一的なものとしなないこと、また特にササ類が繁茂しており更新が不良となっている場合には、補助造林を伴う改良が必要であること、さらに林相改良を一時的なものにせず定着させていくためには、作業級を編成して組織的に実行していく必要があるといえる。

### 摘 要

本論文は天然林における林相改良の方法を明らかにしようとしたものであり、以下にその要約を示す。

1: 北海道における過去の天然林施業は、一部を除けばおおむね、大径の良質木だけを収穫し、更新を伴わない投資不足な施業といえ、林相は次第に悪化してきている状態である。このままの施業が続けば、再生産の困難な森林が拡大してしまうことが考えられるのである。このような森林に対しては、一定の基準のもとに、収穫と更新を同時に進行させながら生産力を向上させようとする施業としての、林相改良を計画的に実施していく必要がある。集約な天然林施業が行役できる林分では、収穫という作業は皆伐作業における更新、間伐、主伐という作業を同時に満足しているが、林相の悪化した林分ではこのようなことにはならない。すなわち、天然林の林相改良は、このような林相の悪化した林分に対する基盤整備のための作業である。従って、考え方は耕地における土地改良に近く、その方法も土地改良と同様に多様であろう。しかし、林相改良に伴ない一定の収穫が期待できる場合のあることが耕地の土地改良と異なる点といえる。本研究では、以上のことをふまえ、今後実施されるべき林相改良の方法をさぐるために、過去における林相改良の実践例の分析を行うと同時に、施業標準林の林分構成の解析と補助造林木の生長解析を行ったものである。

2: 過去における林相改良の実行例は次のようなものであった。

1) 国有林北見営林局における1950年からの天然生林改良事業は、当時形質不良の広葉樹がパルプ用材として資源化できる展望が開けてきたことが背景となっているが、従来の大径の良質木選伐主義をあらため、原資外蓄積の整理を主体とした考え方により不良木を減少させようとすると同時に、補助造林を積極的に推進したものであった。その内容は以下のとおりである。すなわち、林木区分は原生樹、二次主林木、三次主林木とし、その量的比率をもとに林型を5つのタイプに区分していたほか、林相改良に適した立木品位等級区分を行っていた。また、選木規準は伐採指定量により3とおりの方法が定められていたが、実際の伐採では以上の

基準をもとにして、各タイプの林分に対し間伐、傘伐、群状択伐などの方法で行われていた。なお、更新が期待できないような林分では積極的に補助造林を行うと同時に、天然更新樹に対する保育も行っていた。収穫規整法はカメラルタキセ法の変形を用いており、輪伐期140年、回帰年20年、更生期120年の択伐作業級に含まれて実施されていたが、伐採方法は漸伐作業に近いものであった。

2) 旧御料林旭川支局における1928年からの黒化促進運動は、その方針が針葉樹人工造林促進、択伐作業対象地に対する天然更新補助、および針葉樹前生樹の生長促進を目的とする保育作業的伐採となっており、林相改良といってよい。なかでも針葉樹前生樹の生長促進を目的とする保育的伐採については、漸伐の取りあつかいおよび不良蓄積の除去による方法が最も確実で早い方法であるとして、黒化促進に大きな役割を果たした。羽幌地方で行われた事業内容は以下のとおりである。すなわち、林分は上木、下木、針葉樹、広葉樹、前生樹の量によって5つのタイプに区分しており、林木の形質は9とおりにしていた。伐採は各タイプの林分について、保育、間伐、傘伐、画伐などの方法が定められていたが、これとは別に上層木疎開の基準を10とおりに定めていた。また、更新に関する作業は補植、下種地ごしらえ、下刈、除伐、枝おろしなどが行われていた。この林相改良事業は輪伐期100年、回帰年20年の択伐作業級のもとで実施されており、収穫規整法には御料林独自の方法である数式平分法が用いられていたが、実際の施業はその方針書の副題にも示されているように漸伐作業といってよい。なお、黒化促進運動は戦時体制下の木材需要の増大にともない、一定の生産をあげながら進展し、効果もあげていたと考えられる。

3) 旧道有林野付牛宮林区署における1937年から林相改良事業は、針葉樹前生樹に対する生長促進を主な目的として実施されたものであり、形質不良の広葉樹の伐採が中心であった。この事業は戦時体制下の木材需要の増大、特に薪炭材の需要増大にともないながら進展し、部落に近い場所では積極的に実施されていたようである。その内容は次のとおりである。すなわち、樹形級区分は津村式を用いており、傘伐、群状択伐、間伐などによる不良木伐採を行うものであった。なお、この林相改良事業は輪伐期120年、回帰年20年の択伐作業級に含まれるかたちで実施されていたが、漸伐作業に近いものであったと考えられる。

以上のように、過去の実践例における施業構造の分析の結果から次のことがわかった。すなわち、林相改良は将来の生産力拡大を目的として行われたものであり、実際の作業方法は以下に示す内容であった。すなわち、林相をタイプごとに区分して行っており、林相改良のための選木規準を設定していた。また、それぞれの林相について異なった作業方式を採用しており、積極的に補助造林を実施するとともに、天然更新木に対する保育も行っていた。すなわち、伐採と更新が同時に進行していたのである。さらに、これらは漸伐的な方法により実行されており、これらの作業は一定の収穫をあげながら行われていたことも明らかとなった。

3: 調査地の概況は以下のとおりである。

調査対象である北海道大学農学部附属中川地方演習林は、北海道北部の脊稜山脈に位置し、針広混交林が多い。経営は1902年より開始され、1966年に至るまでは更新を伴わない粗放な択伐的施業が行われていた。その後は、経営方針の転換により林相整理のための施業が行われており、形質不良木の除去と更新の確保を最優先とした施業が行われているが、これらは択伐的な取り扱いで実施されている。次に、各施業標準林について述べれば以下のとおりである。

第1施業標準林は同演習林96林班の中央部に位置し、保育・間伐的な林分、第2施業標準林は同演習林220林班の北東部に位置し傘伐的な林分、第3施業標準林は同じく220林班の中央に位置し、画伐的な林分ということができ、同地方でも代表的な林相の林分である。なお、これらの林分は数回の伐採の記録はあるが、補助造林や天然更新補助作業が行われた形跡はない。

次に、中川地方演習林内照査法試験林と補助造林の概況を述べてみよう。

照査法試験林は1967年に、集約な択伐作業の技術的構成と経済的条件を明らかにする目的で、北海道大学農学部林学科森林経理学講座と中川地方演習林が共同で設定したものであり、現在第2経理期をむかえているが、伐採対象木は第1経理期と同じく、形質不良木を主体としたものとなっている。補助造林は1968年からトドマツ、および一部アカエゾマツにより実施されており、その面積は0.01~0.30 haの範囲ととなっている。

4: 同演習林に設定した林相のタイプの異なる3箇所の施業標準林における林分構成の解析結果と、同演習林照査法試験林内の補助造林地での造林木の生長解析結果は以下に示すとおりである。

1) 調査項目および調査日時は以下のとおりである。各施業標準林における調査項目は毎木調査、带状区調査、更新木調査および伐採木の年輪解析である。照査法試験林内補助造林地の調査項目は毎木調査、伸長生長量調査および積雪調査である。各施業標準林の調査は1982年、照査法試験林内補助造林地の調査は1983年に実施した。

2) 第1施業標準林の立木本数は1,073本/haと多く、この内針葉樹は42%、広葉樹は58%であった。材積は147 m<sup>3</sup>/haで、この内針葉樹が64%、広葉樹が36%であった。胸高直径階別本数分布は針葉樹、広葉樹とも逆J字型となっており、小径木の占める割合が多く、中径木、大径木が少なかった。樹高階別本数分布は、針葉樹では5 mに大きなピークと、18 mに小さなピークがみられ、広葉樹では7 m付近に大きなピークがあった。全体的に形質不良木が圧倒的に多く、特に上層木では菌害木となっているものが60%程度も含まれているが、下層木のうち針葉樹では形質の良いものもある程度存在していることがわかった。立木の配置は上層木、下層木とも一様に分布する傾向が認められた。林床におけるササ類の被度は2~5であるが、更新は良好であった。伐採木の年輪解析の結果、針葉樹では160年生程度と50年生程度の林木が多いが、この中間の年齢の林木はほとんどないことがわかった。広葉樹では年齢が高くなるにしたがって本数が減少する分布を示していた。また、胸高直径が40 cmに達する

のに必要な年数は針葉樹で140年程度、広葉樹で150年程度と推定された。これらのことから、本施業標準林は小径木を主体とする一斉林に、形質不良の老齢な大径木が点在する林分とすることができた。

3) 第2施業標準林の立木本数は432本/haであり、この内針葉樹は45%、広葉樹は55%であった。材積は216 m<sup>3</sup>/haで、この内針葉樹が60%、広葉樹が40%であった。胸高直径階別本数分布は、針葉樹では26 cm付近にピークがあり、やや左偏型の正規分布に近い型を呈しているが、広葉樹では逆J字型であった。これらの林木の内、形質不良木の占める割合が高く、特に菌害木は40%程度含まれていることがわかった。立木の配置は、上層木ではほぼ一様に分布しているが、下層木では集中する傾向が認められた。林床にはササ類が密生しており、更新は不良となっていた。特に、針葉樹の稚・幼樹が少ないことがわかった。年輪解析の結果、針葉樹は年齢が140年程度でほぼ一定であるが、広葉樹は年齢が高くなるにしたがって本数が減少する分布を示していた。また、胸高直径が40 cmに達するのに必要な年数は針葉樹で100年程度、広葉樹で120年程度と推定された。これらのことから、本施業標準林は形質の不良な中径木の一斉林とすることができた。

4) 第3施業標準林の立木本数は415本/haであり、この内針葉樹は41%、広葉樹は59%であった。材積は284 m<sup>3</sup>/haで、この内針葉樹が58%、広葉樹が42%であった。胸高直径階別本数分布は、針葉樹では40 cm付近にピークがあり、やや右偏型の正規分布に近い型を呈しているが、広葉樹では逆J字型であった。これらの林木の内形質不良木の占める割合が非常に高かった。立木の配置は、上層木では立木間隔が広がっており、下層木では集中する傾向が認められた。林床にはササ類が密生しているために更新は非常に不良となっており、特に針葉樹の稚・幼樹が極端に少ないことがわかった。年輪解析の結果、針葉樹は年齢が140年程度でほぼ一定であるが、広葉樹では年齢が高くなるにしたがって本数が減少する分布を示していた。また、胸高直径が40 cmに達するのに必要な年齢は針葉樹で100年程度、広葉樹で120年程度と推定された。これらのことから、本施業標準林は形質の不良な大径木の一斉林で部分的に林冠の疎開がみられる林分といえよう。

5) 照査法試験林内補助造林地におけるトドマツの生長は、補助造林地の面積によって差のあることがわかった。すなわち、補助造林地の面積が0.05 ha以下の場合には上層木の被圧の影響から、補助造林木の生長が遅くなることがわかった。また、補助造林地の面積が大きくなるにしたがって雪害木の占める割合が高くなる傾向が認められ、その結果樹高生長が遅くなることがわかった。これらのことから、補助造林地の面積は0.05~0.30 haの範囲であれば、一定の生長が確保されることがわかった。なお、この場合の樹高生長は、同演習林に近い美深地方トドマツ林収穫表の1等地とほぼ等しく、約20年で除伐に、また約30年で間伐に入ることができると推定された。

5: 以上、過去における林相改良の実行例や各施業標準林の調査結果などをもとにして、

それぞれのタイプの林分について林相改良の方法を提示すれば次のとおりである。

1) 約50年生で除伐段階に達した小径木の一斉林に、ほぼ伐期に達した大径木が点在するような林分では、形質不良の老齢木の樹冠が後継林木の生長を阻害している状態と考えられた。このような林分では、1経理期(10年)を更新期とした簡易漸伐的施業を実施し、老齢木を除去していくと同時に、小径木に対する保育作業を実施していくのが適当と考えられた。このような作業を行うことにより、将来は形質の良い中径木の一斉林が成立し、間伐作業が可能になると考えられた。

2) 林齢が140年生程度の中径木を主体とした一斉林で、林冠に疎開部分のみられない林分では、伐期に達するまでの期間が20~30年と考えられ、間伐が可能と思われる30年前後を更新期とした傘伐的施業を実施し、3回の伐採により菌害木を主とした形質不良木から順に収穫していく必要があると同時に、更新の不良となっている部分に対する補助造林や天然更新補助作業を実施していくのが適当と考えられた。このような作業を行うことにより、将来は天然更新木や一部補助造林木による形質の良い小径木の一斉林が成立し、間伐作業が可能になると考えられた。

3) 林齢が140年生程度の大径木の一斉林で、すでに林冠に疎開部がみられ、更新木、特に針葉樹更新木が極度に不足している林分では、上層木に風倒木が多発する危険性があり、10~20年程度で伐期に達すと考えられた。従って、更新期を20年前後とした画伐的施業を実施し、2回の伐採により菌害木を主とした形質不良木から順に収穫していくと同時に、林冠の疎開部分や疎林部分に対する積極的な補助造林を実施することで、針葉樹の後継林木を確保していかなければならないと考えられた。このような作業を行うことにより、将来は補助造林と天然更新木による形質の良好な小径木が群状に成立し、除伐作業が可能になると考えられた。

6: 以上述べてきたように、これまでの北海道の天然林に対する施業は粗放なものが多く、時として更新を無視した伐採率の高い群状択伐的施業が行われていたようである。このような森林に対し、これまでと同じような更新が伴わない択伐的施業を行えば、林相が更に悪化するばかりでなく、今後の生産力の拡大はほとんど期待できないと考えられるのである。一方、過去の林相改良の例をみれば、それは伐採と更新を同時に進めるものであり、択伐作業級のもとで実施されているものの、実際の作業は保育伐、傘伐、画伐的伐採を行う漸伐的作業であったといえる。また、本研究における施業標準林の分析から、林相改良を要する林分はほぼ同齢の一斉林となっており、更新は必ずしも良好でないことがわかった。このような林分には、本研究で提示してきたように、林相のタイプに応じ、補助造林や天然更新補助作業による後継林木の確保と保育伐、間伐、傘伐、画伐のような漸伐的伐採を同時に進めていくべきである。つまり伐採と更新を同時に進行させながら林相改良を実施する必要があるといえる。これらのことから、林相改良の方法は漸伐的な施業とするのが最も合理的であると結論することができる。

## 引用ならびに参考文献

- 1) 秋田谷英次：斜面積雪の挙動の研究 3—接地面での雪の移動(グライド)一。低温科学物理篇, 32, 97-104, 1974.
- 2) 青柳正英：道有林の「かき起こし」の実態, 北方林業, 35(2), 17-21, 1982.
- 3) 旭川営林局：神居古潭施業案編成規程指標林説明書, 84 pp, 1952.
- 4) 千葉 茂・永田義明：針広混交林の樹群構造と更新に関する樹種間の新和性について—大夕張における解析から—。天然林における樹群構造と更新の解析(中間報告), 49-78, 北海道営林局, 1980.
- 5) 道祖士一磨：天然更新撫育作業について, 北林会報, 31(7), 12-16, 1933.
- 6) 遠藤治郎・塚原初雄・加藤武雄・矢野勝俊・渡辺善八・佐藤清一：山地積雪災害の諸問題, 30回日林東北支講, 57-58, 1979.
- 7) 藤井俊茂・小島賢治：踏み固められた雪の消雪の遅れ, 低温科学物理篇, 32, 129-141, 1974.
- 8) 藤岡敏夫・清水 弘・秋田谷英次・成田英器・川田邦夫：斜面積雪の挙動の研究 1—積雪内の歪, 歪速度一。低温科学物理篇, 29, 125-134, 1971.
- 9) 藤岡敏夫：斜面積雪の挙動の研究 4—斜面積雪内の応力一。低温科学物理篇, 32, 105-112, 1974.
- 10) 藤島信太郎：更新論的造林学, 497 pp, 養賢堂, 東京, 1930.
- 11) 藤原澁一郎・小野寺弘道・鈴木義弘：中川地方演習林のトドマツ雪害の事例, 日林北支講, 19, 127-129, 1970.
- 12) 藤原澁一郎・岩淵正一：北海道大学演習林における樹木の雪圧害(2)—平地での稚樹の倒伏方向一。日林北支講, 23, 91-93, 1974.
- 13) 藤原澁一郎・高島 守・木村 馨：北海道大学中川演習林における樹木の雪圧害(3)—傾斜地のトドマツ幼樹木の被害形態一。日林北支講, 28, 90-92, 1979.
- 14) 藤原澁一郎・笹賀一郎・岩淵正一：北海道大学中川演習林における樹木の雪圧害(4)—1982年春の幼樹造林木の幹折れ一。日林北支講, 31, 273-275, 1982.
- 15) 古家 順・金淵貢一：漸伐作業論の戦前と戦後における比較。日林北支講, 22, 25-28, 1973.
- 16) 軍地誠造：天然下種地ごしらえについて。御料林, 25, 35-49, 1930.
- 17) 日比野宏・中沢孝信：天然更新補助事業における掃除伐の効果に就いて。北方林業研究会講演集第1輯, 276-290, 1941.
- 18) 東 三郎：都市水源林の実態と整備手法に関する研究。北海道科学研究費委託研究報告書, 112 pp. 1984.
- 19) 菱沼勇之助・大金永治・谷口信一。照査法に関する実証的研究—照査法試験林の伐採と更新の分析一。日林北支講, 20, 9-14, 1971.
- 20) 北海道：北海道山林史, 1095 pp. 1953.
- 21) 北海道：道有林五十年誌, 549 pp. 北海道, 1956.
- 22) 北海道林務部道有林第2課：道有林におけるトドマツ・スギ人工林取穫予想表, 34 pp. 1970.
- 23) 北海道帝国大学：北海道帝国大学農学部附属天塩演習林上音威子府事業区仮施業案説明書, 34 pp. 1926.
- 24) 北海道帝国大学農学部附属演習林：天塩第一演習林概要, 76 pp. 1930.
- 25) 北海道帝国大学：演習林施業案編成規程。北海道帝国大学農学部附属演習林規程, 49-74 pp. 1932.
- 26) 北海道大学演習林：北海道大学演習林60年の歩み, 196 pp. 1963.
- 27) 北海道大学中川地方演習林：中川地方演習林の概要, 26 pp. 1982.
- 28) 北方林業会編：北海道林業技術者必携上巻, 459 pp. 北方林業会, 札幌, 1983.
- 29) 五十嵐恒夫：北海道における森林病害の問題点。三島教授退職記念事業会編『北海道林業の諸問題』, 190-214 pp. 日本林業調査会, 東京, 1968.
- 30) 五十嵐恒夫：北海道における天然林施業(ササ地における天然林施業)。施業特定地域森林施業基本調査, 123-208, 北海道営林局, 1984.
- 31) 池田林務署：川上の天然生林, 34 pp. 1960.
- 32) 池田林務署：川上の天然林施業, 87 pp. 1966.

- 33) 今田盛生：細胞式舌状皆伐作業法の基本とその応用。九大演研報, 47, 147-164, 1973.
- 34) 井上由扶：森林経理学, 298 pp. 地球社, 東京, 1974.
- 35) 石川健康：針葉樹幼齡林撫育作業について。北林会報, 35(3), 1-4, 1937.
- 36) 石尾和作：トドマツを主とする天然生針広混交林に対して带状に施せる第一回光伐の成績報告。北大演研報, 10(2), 29-127, 1936.
- 37) 菅野高穂：広葉樹林の施業に関する基礎的研究, 一主として北海道における広葉樹林の分析。北大演研報, 41(1), 1-92, 1984.
- 38) 加納 博：照査法に関する基礎的研究。北海道林業試験場報告第21号, 107-168, 1983.
- 39) 片山茂樹・田中祐一：森林経理, 340 pp. 林野共済会, 東京, 1954.
- 40) 加藤美栄子・矢島 崇：道北地方天然林における風害跡地の更新一被害形態と更新様式一。日林北支講, 32, 192-194, 1983.
- 41) 北見営林局：天然生林改良事業講習会。北見林友会報, 昭和26年, 3, 2-23, 1951.
- 42) 北見営林局：温根湯経営区第5次経営案説明書, 82 pp. 1951.
- 43) 北見営林局：天然生林改良事業に関する指針第1輯, 44 pp. 1951.
- 44) 北見営林局：天然生林改良事業に関する指針第2輯, 43 pp. 1951.
- 45) 北見営林局経営部：天然生林改良事業について。北見営林局造林課報, 3(1), 10-19, 1951.
- 46) 北見営林局試験調査係：正常蓄積の算定について, 31 pp. 1951.
- 47) 北見営林局：北見営林局史, 381 pp. 1968.
- 48) 北見営林局：北見営林局統計書総覧(昭和22年~昭和31年度), 93 pp. 1968.
- 49) 北村昌美・須藤昭二・石橋秀弘：積雪下におけるスギ幼齡林木の形態について, 80, 日林講, 219-221, 1969.
- 50) 小出房吉・中島広吉：野幌地方級松取積表。北大演研報, 1(8), 1-14, 1921.
- 51) 近藤 助：潤用樹用材林作業, 158 pp. 朝倉書店, 東京, 1951.
- 52) 小鹿勝利：戦前期における国有財産整理事業と大学演習林。北大演研報, 37(3), 609-630, 1980.
- 53) 小鹿勝利：演習林経営に関する社会経済史的研究一北大中川地方演習林を中心に一。北大演習林研報, 42(2), 221-442, 1985.
- 54) 倉田吉雄：御料林百年計画について。御料林, 85, 2-28, 1935.
- 55) 倉田吉雄：旭川支局管内御料林の黒化促進に関する意見。御料林, 124, 15-27, 1938.
- 56) 松田 彊・矢島 崇：天然林の生長量調査一生産材の年輪解析による方法一。北方林業, 31(4), 20-25, 1979.
- 57) 三浦静夫：樹相診断=タウヒカワラタケの部。旭川営林局第2回研究報告, 28-31 pp. 旭川営林局, 1954.
- 58) MORISHITA, M.: Measuring of the Dispersion of Individuals and Analysis of the distributional Patterns. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E (Biol.), 2(4), 215-235, 1959.
- 59) MÖLLER, A. (平田慶吉訳)：恒続林思想, 187 pp. 岩波書店, 1937.
- 60) 向出弘正：個体の分布と集団構造。天然林における樹群構造と更新の解析(中間報告), 15-48, 北海道営林局, 1980.
- 61) 中川 澁：川上団地の漸伐作業に関する研究一施業の経過と森林現況の解析一。谷口教授退官記念会編『林業の経営と森林施業』, 429-451 pp. 北大図書刊行会, 札幌, 1980.
- 62) 中島広吉：樹種及び林区別北海道立木幹材積表, 39 pp. 日本農林種苗株式会社, 札幌, 1947.
- 63) 中川賢一郎・岩田利治：樹下植栽。御料林, 11, 3-14, 1929.
- 64) 日本建設機械化協会編：防災工学ハンドブック, 268 pp. 1978.
- 65) 新島善直：「トドマツ」に対する群状傘伐更新法の適用について。北林会報, 11(12), 1-9, 1913.
- 66) 野堀嘉裕・大金永治・藤原澁一郎・笹賀一郎：天然林の林相改良に対する経営的研究。林分構成の解析, 第94回日林論, 141-142, 1983.
- 67) 野幌林業試験場：トドマツ天然更新に関する試験。林業試験場報告, 10, 1-30, 1924.
- 68) 野幌林業試験場：天然更新トドマツ林に対する後伐試験。材業試験場報告, 11, 69-123, 1927.
- 69) 大金永治：北海道森林施業の現状「北海道森林施業の現状と展望」に関する調査報告書, 1, 103-137, 林野庁, 1969.
- 70) 大金永治：択伐作業の経営的研究一理論的考察一。90回日林論, 133-132, 1970.

- 71) 大金永治: 林業経営論, 299 pp. 日本林業調査会, 東京, 1970.
- 72) 大金永治・谷口信一・菱沼勇之助: 照検法に関する実証的研究—照査法試験林の概要と収穫に関する検討—. 日林北支講, 20, 15-18, 1971.
- 73) 大金永治編著: 北海道林業技術発達史論, 369 pp. 北大図書刊行会, 札幌, 1973.
- 74) 大金永治・菅野高穂・木幡靖夫・菱沼勇之助・藤原滉一郎: 照査法試験林の収穫・林分構成と生長に関する分析. 日林北支講, 27, 5-8, 1978.
- 75) 大金永治: ヨーロッパ諸国の林業経営—ドイツ連邦共和国の林業経営の概要—. 公営評論, 6, 14-26, 1981.
- 76) 大金永治: ヨーロッパ諸国の林業経営—ドイツ連邦共和国の林業経営の概要—. 公営評論, 7, 30-41, 1981.
- 77) 大金永治: ヨーロッパ諸国の林業経営—ドイツ連邦共和国の林業経営の概要—. 公営評論, 8, 18-25, 1981.
- 78) 大金永治・菱沼勇之助・駒木貴彰: 吉野地方における間伐の経営的考察. 93 回日林論, 77-78, 1982.
- 79) 大金永治: 保続的林業経営と森林施業. 森林施業, 9, 20-26, 1982.
- 80) 大金永治: 天然林の林相改良に関する経営的研究—理論的考察—. 94 回日林論, 139-140, 1983.
- 81) 大井次三郎: 日本植物誌顕花篇改定増補新版, 1584 pp. 至文堂, 東京, 1978.
- 82) 小野寺 卯: 北部北海道における天然林撫育伐について. 昭和17年日林講, 455-464, 1942.
- 83) 大野喜久夫: 北海道の森林, 266 pp. 北海道開発文庫, 1, 札幌, 1979.
- 84) 大島康行: ササ群落の生態学的研究 V—チシマザサ群落の発達に対する光・積雪量・温度の影響. 植物学雑誌, 75, 43-48, 1962.
- 85) 林業試験場北海道支場・函館営林局: カンパ類の下種更新. 林試調査試料, 36, 函館営林局, 1968.
- 86) 斎藤音作: 傘伐作業とは何ぞや. 北林会報, 7(1), 2-11, 1909.
- 87) 斎藤音作: 北海道におけるエゾマツ・トドマツ林の傘伐作業法. 北林会報, 7(2), 1-11, 1909.
- 88) 斎藤音作: 北海道におけるエゾマツ・トドマツ林の傘伐作業法. 北林会報, 7(3), 5-21, 1909.
- 89) 斎藤音作: 前更作業に対する誤解. 北林会報, 7(9), 3-6, 1909.
- 90) 斎藤音作: 前更作業に対する誤解. 北林会報, 7(10), 9-21, 1909.
- 91) 斎藤音作: 前更作業に対する誤解. 北林会報, 7(11), 1-6, 1909.
- 92) 札幌営林局監査課: 漸伐作業における天然更新補助作業の方法に関する調査(第1報), 104 pp. 1966.
- 93) 札幌営林局監査課: 漸伐作業における天然更新補助作業の方法に関する調査(第2報), 185 pp. 1967.
- 94) 札幌営林局監査課: 漸伐作業における天然更新補助作業の方法に関する調査(第3報), 193 pp. 1968.
- 95) 札幌営林局: 森林施業の方法に関する調査(第4報), 279 pp. 1969.
- 96) 札幌営林局: 森林施業の方法に関する調査(第5, 6報), 302 pp. 1971.
- 97) 札幌営林局: 森林施業の方法に関する調査(第7報), 152 pp. 1972.
- 98) 札幌営林局: 森林施業の方法に関する調査(第8報), 153 pp. 1974.
- 99) 札幌営林局技術開発委員会: 空沼天然林施業実験林報(1), 273 pp. 1969.
- 100) 札幌営林局技術開発委員会: 空沼天然林施業実験林報(2, 3), 392 pp. 1973.
- 101) 札幌営林局技術開発委員会: 空沼天然林施業実験林報(4), 309 pp. 1976.
- 102) 笹賀一郎・藤原滉一郎・高島 守: 北海道大学中川演習林における樹木の雪圧害(5)—1982年春の幼齡造林木の幹折れ対策と経過—. 日林北支講, 31, 276-278, 1982.
- 103) 佐藤八重治・須藤昭二・塚原初男・大谷博彌: 保残木下に植栽されたスギ造林木の初期生長. 30 回日林東北支講, 152-154, 1979.
- 104) 佐藤義夫: エゾマツ天然更新上ノ基礎的要件ト其適用. 北大演研報, 6, 1-354, 1929.
- 105) 渋谷正人・長野亮之介: トドマツ林分における個体分布とその動態. 日林北支講, 33, 125-128, 1984.
- 106) 四手井綱英: 日本の森林, 184 pp. 中公新書, 362, 東京, 1974.
- 107) 森林計画研究会北海道林務部支部: 北海道の主要樹種林分収穫表, 80 pp. 1960.
- 108) 須藤昭二・北村昌美・石橋秀弘: 谷間平地地において埋雪したスギ幼齡林木の傾幹方向について. 79 日林講, 57-58, 1968.
- 109) 菅藤昌明・藤島一英・末岡弘行: 黒化促進施業の経過報告. 21, 22 回旭川業研集, 46-79, 1976.
- 110) 高橋健三・石原供三: 天然更新補助作業としての地ごしらえと土壌性との関係について. 日林誌, 19

- (9), 153-166, 1937.
- 111) 高橋喜平: スギの冠雪について. 林試研報, 54, 140-148, 1952.
- 112) 高橋延清: 林分施業法—その考えと実際—, 127 pp. 全国林業改良普及協会. 東京, 1971.
- 113) 田中祐一: 樺太における原生林の本質と施業に関する研究. 九大演報, 14, 6-8, 1929.
- 114) 谷口信一: 天然生林に於ける強度伐採と其の後の経過について. 林業技術, 121, 19-21, 1952.
- 115) 谷口信一・板垣恒夫: 航空写真からの面積査定. 日林北支講, 13, 57-60, 1964.
- 116) 谷口信一・大金永治・養沼勇之助: 照査法試験林の収穫と生長に関する考察. 88回日林講, 129-131, 1977.
- 117) 館脇 操・五十嵐恒夫: 北大天塩・中川地方演習林の森林植生. 北大演研報, 28(1), 1-192, 1971.
- 118) 帝室林野局業務課: 神宮備林. 御料林, 64, 18-55, 1933.
- 119) 帝室林野局: 帝室林野局50年史, 1046 pp. 1939.
- 120) 帝室林野局旭川支局: 管内概要, 58 pp. 1940.
- 121) 帝室林野局旭川支局: 羽幌地方御料林における針葉樹増殖策. 特に漸伐の施業について, 32 pp. 1940.
- 122) 寺崎 渡: 実験間伐法要綱, 239 pp. 大日本山学会, 東京, 1928.
- 123) 富山和子: 水と緑と土, 188 pp. 中公新書, 348, 中央公論社, 1974.
- 124) 塚原初男・須藤昭二・北村昌美: 谷間平坦地における雪害スギ幼齢林木の生長周期性. 82日林講, 193-194, 1971.
- 125) 塚原初男・須藤昭二・大谷博彌: スノーコンディショニングによる森林雪害対策の1, 2例. 山地積雪災害の予防に関する研究. 文部省科研自然災害特研報, 1, 1976.
- 126) 津村昌一: 択伐木の選定に関する一考察. 北林会報, 21(5), 1-7, 1923.
- 127) 津村昌一: 北海道天然生林における撫育的施業法に就いて. 北林会報, 23(2), 81-119, 1925.
- 128) 津村昌一: 森林の見方と扱い方, 228 pp. 北海道庁地方林課, 札幌, 1940.
- 129) 浦河林務署: 天然更新除伐試験. 道有林実践例, (II), 147-149, 1974.
- 130) 薄井 宏: ササ型林床優占種の植物社会学的研究—日本植生研の造林学への適用—. 宇都宮大学農学部学術報告特輯, 11, 35 pp. 1961.
- 131) 渡辺兵左衛門: 北海道におけるトドマツ, エゾマツの天然更新に関する意見. 北林会報, 25(4), 22-27, 1927.
- 132) 渡辺兵左衛門: 北海道におけるトドマツ, エゾマツの天然更新に関する意見. 北林会報, 25(7), 21-28, 1927.
- 133) 矢島 崇・松田 彊: 北海道北部針広混交林における主要樹種の生長について. 北大演研報, 35(1), 29-63, 1978.
- 134) 山内俊枝: 樹下植栽に就て. 御料林, 86, 29-39, 1935.
- 135) 山内俊枝: 旭川支局管内天然更新補助造林について. 御料林, 126, 2-24, 1938.
- 136) 山内俊枝: 実用造林学エゾマツ・トドマツ篇, 456 pp. 養賢堂, 東京, 1948.
- 137) 柳沢聡雄: 北海道羽幌団地における天然林の伐採前後の生長と更新, 121 pp. 北方林業会, 1964.
- 138) 柳沢聡雄・林 敬太・森田健次郎・豊岡 洪: 石狩川源流森林総合調査報告書第2次—昭和48~50年度—, 195-229 pp. 旭川営林局, 1977.
- 139) 横田俊一・坂上幸雄・山口博昭・魚住 正・樋口輔三郎: 北海道の森林保護1, 58 pp. 北方林業叢書, 56, 札幌, 1977.
- 140) 吉田正男: 理論森林経理学, 352 pp. 成美堂, 東京, 1930.

### Summary

Many of the forests in Hokkaido are in the ruined conditions as the result of careless management. Consequently, the productive function, the environmental preservative function and the own protective function have been extremely deteriorated. These forests need treatments to improve the stands conditions in order to increase the productivity and other functions.

In the present study, the actual condition of natural forests was firstly analyzed and

secondly the method of improvement for these forest stands was indicated.

1. OHGANE has suggested that the improvements of forest stands and the land improvement are the same significance. So, for first step of this study was analyzed the past precedent of the improvement of forest stands, and for the next step was analyzed the stand construction of the three standard forests at Nakagawa Experiment Forest of Hokkaido University. For the last step was analyzed the result of the enrichment planting that was needed for the improvements of forest stands.

2. For the object of the past precedent of the improvements of forest stands were selected from forest under the Kitami Regional Forest Office (from 1950), the Asahikawa Branch of the Imperial Forest (from 1920) and the Notsukeushi Forest Office of Hokkaido Government Forest (from 1935). The results of the analysis are that the improvements of forest stands have led to increase the future products and to improve the land condition. And this analysis showed that the forest was classified into some stand types and showed that the cutting system was based on the successive-regeneration-cutting system.

3. The past managements of these three standard forests were similar to the managements of the ordinary natural forests in Hokkaido.

4. The investigation methods and the results of these analyses are as follows:

4.1 The three standard forests were investigated by individual tree measuring method, belt transect method and were surveyed regeneration condition. The compensatory planting area were investigated by the individual tree measuring method including circumference area, annual growth increments of typical trees and snow deposit survey.

4.2 The first standard forest was two-storied forest that were composed of about 50 years old even-age uniform forest of *Abies sachalinensis* and a few over-matured culled trees. The growing stock of this standard forest was 150 m<sup>3</sup>/ha. The age of dominant trees was about 160 years old, and a half of the trees were fungus-infected. The regeneration of seedlings was satisfactorily observed.

4.3 The second standard forest was the mixed forest and that was organized by intermediate trees. It was composed of about 150 years old even-age uniform forest but it was inferred to consist of culled stand because there were over 40% fungus-infected trees in dominant trees. The growing stock of this standard forest was 220 m<sup>3</sup>/ha, while the regeneration was unsatisfactory.

4.4 The third standard forest was the mixed forest composed of mature and big trees. It was about 150 years old even-age uniform forest but it was also inferred to consist of culled stand because there were over 50% fungus-infected trees in dominant trees. The growing stock of this standard forest was 280 m<sup>3</sup>/ha. There was few seedlings of conifer trees and the regeneration was in seriously bad condition.

4.5 In case of *Abies sachalinensis* compensatory planting, the limit of the compensatory planting area seemed to be from about 0.05 to 0.30 ha at the age of 8 to 16 years old for the satisfactory growth.

The improvement methods for the three standard forests are as follows:

5. It will be desirable to harvest one time at 10 years regeneration period (1 management period) for similar successive-regeneration-cutting system for the stand which resembles the first standard forest. It is estimated for the dominant trees to need 10 years to arrive at useful diameter class and to arrive at physiological cutting period because the condition of

regeneration is satisfactory.

6. It will be desirable to harvest three times during the 30 years regeneration period (3 management periods) for similar shelterwood system with small scale soil-ranking for the stand which resembles the second standard forest. It is estimated to need 30 years to arrive at physiological cutting period and to arrive at useful diameter class, because the condition of regeneration is unsatisfactory.

7. It will be desirable to harvest two times at 20 years regeneration period (2 management periods) for similar shelter-wood group system with compensatory planting for the stand which resembles the third standard forest. It is estimated to need 20 years at least to arrive at physiological cutting period and to arrive at useful diameter class, because the condition of regeneration is in seriously bad condition.

8. The author concludes that the forests which should be improved must be firstly classified into stand types and managed by successive-regeneration cutting systems with the compensatory planting, and that the high productivity forests can be only created by these management methods.