



Title	寒冷強風地帯における森林造成に関する研究：北海道桧山地方における森林構造の解析
Author(s)	工藤, 弘
Citation	北海道大學農學部 演習林研究報告, 43(3), 543-684
Issue Date	1986-09
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/21186
Type	bulletin (article)
File Information	43(3)_P543-684.pdf



[Instructions for use](#)

寒冷強風地帯における 森林造成に関する研究

—北海道桧山地方における森林構造の解析—*

工 藤 弘**

Studies on Silviculture in Cold and Wind-Exposed Regions
—Analysis of Forest Structure in Hiyama District, Hokkaido—*

Hiromu KUDO**

要 旨

北海道南部桧山地方は雨量も多く気候温暖な地域であるが、伐採等により一度森林が破壊されるとその後の回復は困難で、未立木地化してしまう。本論文はこのような環境条件の所に成林した人工林あるいは天然生二次林を詳細に解析し、桧山地方に森林を造成する方法について提言したものである。調査方法はプロット調査を原則とし、帯状区法・空中写真による測定も併用し、隣接した江差営林署・松前林務署の資料も比較検討した。桧山地方の概況を要約すると、1) トドマツの南限、スギ造林・ヒバ・ブナの北限に近い。2) 北海道でも有名な強風地帯で、高海拔の地域は寒冷多雪である。3) 資源の減少と環境保全の問題により、新しい森林経営が必要である。北海道大学桧山地方演習林を調査・検討した結果は次のとおりである。スギ・カラマツ・トドマツは地位I等地であるが、風当りの強い所はスギでIV、カラマツでVII等地と風の影響は大きい。トドマツはI等地と変らない。ヒバはスギに匹敵する生長を示す。無立木地に積極的に人工を加えて森林の造成を計るには、1) 土砂が移動し植生のない所は植生を回復させる。2) 前生樹を成立させる。3) 高木林を造成することである。

キーワード：桧山地方，風衝地，未立木地，前生樹，森林造成。

目 次

第1章 緒 言	545
1) 研究の目的	545
2) 研究方法	546

* 1986年2月28日受理 Received February 28, 1986.

** 北海道大学農学部附属演習林桧山地方演習林

Hiyama Experiment Forest, Faculty of Agriculture, Hokkaido University.

第2章 研究対象地の概況	547
1) 自然的条件	547
2) 社会経済的条件	547
(1) 概況	547
(2) ヒバ材の生産	548
(3) ブナ材の生産	549
(4) 開拓と森林の関係	550
3) 戦後の森林施業	551
4) 試験地の地形・地質・気候	551
(1) 概況	551
(2) 北海道大学桧山地方演習林取得前の林況	554
第3章 導入樹種の造林	554
1) スギ	554
(1) スギ造林の歴史	554
(2) 造林地の実態	556
(3) 生長比較	559
2) カラマツ	572
(1) カラマツ造林の歴史	572
(2) 生長量の比較	573
第4章 郷土樹種の造林	579
1) トドマツ	579
(1) 分布と造林の歴史	579
(2) 生育状況	580
(3) 環境と生長	581
2) ヒバ	588
(1) ヒバ造林の歴史	588
(2) 生長比較	588
3) ブナ	592
(1) ブナの更新	592
(2) 更新試験	592
(3) ブナ林の成立	602
第5章 強風地帯の森林	611
1) 海岸段丘における森林造成	611
(1) 林帯造成の目的	611
(2) 旧庁舎の防風林	611
(3) 牧野のクロマツ防風林	617
(4) 海岸風衝地の防風林	624
2) 山稜風衝地における林帯造成	640
(1) 調査地概況	640
(2) 造林試験	644
第6章 雪崩防止林の造成	646
1) 対象地の概況	646
2) 施工前の調査地	647
3) 雪崩防止工	655
(1) 経緯と現況	655

(2) 植栽木の保育	658
(3) 林分構造	662
4) 積雪移動と崩壊地	666
(1) 崩壊地の実態	666
(2) 崩壊地の推移	667
(3) 新規発生の崩壊	667
(4) 植生の推移	671
(5) 山地保全の必要性	673
第7章 結 言	674
摘 要	677
文 献	678
付 表	681
Summary	683
写 真 (Plate I—VI)	

第1章 結 言

1) 研究の目的

北海道南部特に桧山支庁管内は対島暖流の影響をうけ、北海道のなかでも気温高く、雨量も多い気候温暖な地域である。このような地域ですら海岸に近い所の高木林は伐採等により一度破壊されるとその後の回復は困難で、今日見られるように全面ササにおおわれるか、ササ地に1~2 mのカシワ、イタヤ類の点在する未立木地化してしまうのである。著者は北海道大学桧山地方演習林に勤務して、桧山支庁管内ではこのような未立木地が海岸線のみならず、北海道大学桧山地方演習林(直線距離で海岸より約6 km内陸)を含めて、部分的にはかなり内陸部まで、広範囲に分布することを知った。一方このような未立木地に人工的に森林の造成を試み、多年の努力によって成功している例のあることも知った。本論文は海岸あるいは内陸部の風衝地に成林した人工林あるいは一部天然生二次林を詳細に解析し、このような環境条件のところに森林を造成する方法について提言したもので、人間にとって森林の必要性はここで論ずる必要がない程明らかなことであり、本論文は北海道桧山地方に広く分布する未立木地帯に、森林を造成する場合に有効な方法となるように過去の資料を整理し、著者の現地試験から得た成果もあわせて造林学的側面から考察したものである。

この研究をすすめるにあたって、終始特段のご指導とご配慮を賜った北海道大学教授東三郎博士に深甚なる感謝の意を表す。論文をまとめるにあたり貴重なご助言、ご指導をいただいた北海道大学教授大金永治博士、同大学助教授五十嵐恒夫博士、同大学助教授藤原滉一郎博士に心から深謝の意を表す。多年にわたって集積された貴重な資料をこころよく提供して下さった函館営林支局江差営林署、北海道松前林務署、北海道桧山支庁の関係各位、葉枯性病原菌等の種の同定をいただいた東京大学北海道演習林高橋郁雄博士、北海道林業試験

場道南支場主任研究員館和夫氏に深く感謝する。

野外調査、とりまとめ、校閲等にご指導、ご援助、ご協力をいただいた北海道大学助教授氏家雅男博士はじめ北海道大学農学部附属演習林研究部、同桧山地方演習林の職員各位に心から謝意を表す。

2) 研究方法

桧山支庁管内でなんらかの原因で破壊された森林が、強風が主たる原因で回復出来ない未立木地を海岸部と内陸部に大きく分けた。この中で人工林が成立している部分にそれぞれ調査地を設け、その周辺の未立木地に対照区をとり、両者の差異を比較検討することにした。調査

表一 1 調査林分の名称・施業体、位置
Table 1. Names and locations of surveyed stands

調査林分	名 称	施 業 体	位 置	面 積	施工年	備 考
1	大崎クロマツ防風林	北海道大学 桧山地方演習林	桧山郡上ノ国町字大崎	0.2 ^{ha}	1956	海岸部
2	勝山クロマツ防風林	北海道桧山支庁	" " 字勝山	11.4	1967	"
3	巖島神社防風林	江 差 町 有 志	" 江差町字鷗島	0.5	1858 1900	"
4	砂坂海岸林	桧 山 営 林 署	" " 字柳崎	87.8	1935	"
5	木村山林	木 村 平 吉	" " 字桧岱	4.0	1902	内陸部
6	金子山林	金 子 忠 男	" 上ノ国町字小森	0.06	1919	"
7	松前経営区	松 前 林 務 署	148,161,162,163,167, 172,176,177林班		1929~	"
8	江差事業区	江 差 営 林 署	42,43,138,143,277,279, 347,348林班		1957~	"
9	北海道大学 桧山地方演習林	北海道大学 桧山地方演習林	1,2,3,4,6,7,8林班		1957~	"

注：海岸部とは直線距離で汀線より約1 km 未満とし、1 km 以上を内陸部とした。

林分の名称、位置、施業年等を表一1に示す。調査方法はプロット調査を原則とし、樹高、胸高直径、樹冠幅を測定したが、必要に応じ帯状区法を用い、空中写真による測定も併用した。施業年が非常に古いものもあるが、出来るかぎり過去の施業記録・発表された論文を集め、今日までの生長の経過を明らかにした。

調査地を樹種で分けるとスギ・カラマツの導入樹種、トドマツ・ヒバ・ブナの郷土樹種・クロマツの防風林用樹種に分けられる。また調査地は防風林等特殊な林分では対象地全体にわたるように、一般造林では生長優良な林分と平均的な林分を調査したが、近隣の江差営林署、松前林務署管内のスギ・トドマツ・カラマツ林・民有林のヒバ林・北海道大学和歌山地方演習林のスギ林をも比較検討の対象に用いた。

第2章 研究対象地の概況

1) 自然的条件

北海道南部渡島半島は南の白神岬から標高1,000 m以上の大千軒岳・乙部岳・遊楽部岳・狩場山をへて茂津多岬に達する脊梁山脈によって東西にわけられ、長万部・黒松内をつなぐ黒松内地溝帯により道央部とわけられており、渡島・桧山両支庁の管内面積は658千haで北海道全体の8%を占めている。

河川は脊梁山脈より発して内浦湾に注ぐ長万部川・国縫川・遊楽部川・落部川・日本海に注ぐ利別川・太櫓川・厚沢部川・天ノ川・石崎川・津軽海峡へ注ぐ大野川・戸切地川・知内川などあって、それぞれ肥沃な平野部を形成している。

地質は第三紀層に属する瀬棚層・濁川層・八雲層が北部に、安山岩は狩場山・乙部岳・奥尻島、花崗岩は遊楽部岳、古生層は江差町八幡山を中心に広がっている^{26,86)}。

渡島半島西部は日本海、東部は内浦湾および太平洋、南部は津軽海峡に面し、対島暖流の影響を受けて寒暖の差は比較的少なく、年平均気温は8~9°Cと本道で最も気候温暖な地域である。雨量は1,300 mm前後で一部には2,000 mmに達するところもあるが、一般に夏期に降水量が多いのが特徴である。積雪は海岸部では少ないが、山間部および北部では比較的多く、大千軒岳・狩場山では2 mにも達する。冬期間(11~3月)は日本海特有の強い北西の季節風が吹き、例えば江差測候所ではこの期間月平均風速7.3~8.3 m/秒であって、暴風日数の多いことでも有名である。

渡島半島の森林は森林植物帯上温帯北部に属し、森林面積は渡島・桧山両支庁で533千haで土地総面積の81%にあたり、森林面積率は全道平均の67%を上廻っている。両支庁の総蓄積は43,322千m³であって、広葉樹は33,101千m³で76.4%を占め、このうち47.9%の15,846千m³がブナであり、ブナ一樹種で両支庁の総蓄積の36.6%を占めている²⁵⁾。針葉樹は総蓄積の23.6%、10,221千m³で、江差町八幡山を中心とした面積約10,000 haに蓄積850千m³のヒバが分布し、トドマツの南限にあたり、大面積のスギ人工林が存在するのが特徴である。

2) 社会経済的条件

(1) 概況

米を生産しない松前藩の財政を支えた産業は最初は鷹・砂金・次いで木材と漁業であった。砂金産出量の減少からこれに代る財源として、木材が登場してくる。松前藩の初期はアイヌと和人の闘争が激しかったので、1550年(天文19)和人の居住地を東は亀田(現在の函館市)から西は熊石(現在の熊石町)までと定め、これより東を東エゾ、西を西エゾと称して、鯨漁期等以外の和人の定住を禁じた⁶⁴⁾。後年幕府直轄、対ロシア政策によって和人居住地域は変化するが、松前藩の行政は主としてこの和人居住地域で行われ、他は鯨場所のような局所的な地域を対象としたものであった。松前藩の森林は道央・道北と異ってトドマツ・エゾマツは少なく、

ヒバとブナ他広葉樹が主体であり、施業もこれらの樹種を中心に函館～熊石の海岸に近い部分と大きな河川沿いの内陸部の森林を対象としておこなわれた。経済的理由から、その経営も運上金(税収入)を目的とした伐採が主で、市場性の高いヒバを中心とし、それ以外の西エゾ・東エゾのトドマツ・エゾマツ・アカエゾマツ・その他有用広葉樹については尻別・石狩・天塩・有珠・沙流・厚岸・釧路など限られた場所でのみ伐採がおこなわれた⁶⁾。ブナ等広葉樹の一部は建築材等に用いられたが、大半は燃料として伐採され、鯨粕生産の増大にともない伐採量も急増し、石炭の産出量の少ない道南では鯨漁がなくなった後も燃料として重要な位置を占めていた。

(2) ヒバ材の生産

ヒバは江差町八幡山(664 m)を中心に天ノ川と厚沢部川に挟まれた地質学的には古生層に属する地域約10,000 haに密に、その周辺では疎に分布している。ヒバ材は木目が緻密で美しく、狂いが少なく比較的硬くて耐朽性に富み、シロアりに強いなど、優良な建築材として古くから有名である⁵⁾。

1596年(慶長元)松前藩五代藩主慶広が豊臣秀吉に献上して、その美しさを激賞されたといわれ、当時の兵農分離、大規模城下町建設の施策とあいまって、ヒバ材の需要は全国的に増大し、松前産ヒバの商品価値は高まっていた⁶⁾。松前藩は1596年(慶長元)主として上ノ国目名川のヒバ林管理のため、上ノ国勝山館(和喜之館)に桧山番所を設け⁶⁴⁾、1655年(明暦元)山林条例を制定して乱伐、盗伐の監視・資源の保護にあたった⁵⁾。その後江差より厚沢部までのヒバ林を大々的に伐採するため、1678年(延宝6)桧山奉行を江差に移し、7つの山をヒバ主産地と定め御山七山(おやましちさん)または運上山と称し、主として内地山師(運上山師)に積極的に伐採させ^{3,6)}、その材は主として本州へ移出された。これよりあがる運上金(税金)は当時の松前藩の財政の15%以上を占める重要なものであった⁴³⁾。

ヒバ材は建築材としてのみならず漁業用資材としても重要なものであった。当初鯨加工の多くは丸干・身欠・胴鯨として専ら天然乾燥によったため、この干場の柱として早切(さきり)と称される未口4～5 cm、長さ6～7 mの足場丸太状のものが大量に使われた。早切りは干場の柱のみならず仮設的な小屋掛・囲いなどに多様に使われ、重要な漁業用資材であったが、これは通直で軽くて丈夫なヒバの幼木が最適であった。このため藩の再三の伐採禁止令(1678年)、他の樹種の代用を命じて、盗伐を含めて伐採はなかなか減じなかった⁴²⁾。この他にヒバを用いた漁業用資材として、桧皮(ひかわ、ヒバの樹皮を縄状に加工したもの)、桎、船材等があるが、漁業は松前藩の重要な財源の一つであったため強く取締れない面もあって、ヒバ林の更新に大きく影響した。

1695年(元禄8)に発生した山火は12日間に及んで、上ノ国目名から厚沢部にかけて大面積の森林を焼失し、ヒバ林に大きな打撃をあたえ³⁾、ヒバ林を留山にするきっかけとなった。この他記録に残されていない小さな山火は随時跡をたたなかったと思われ^{25,42)}、古くは海岸まで

繁茂していたヒバ林⁴³⁾もあいつぐ人災・天災によって衰退の一途をたどった。1758年(宝暦8)から1770年(明和7)の間、部分的に留山をくりかえして保護につとめたが、明山になると直ちに伐採されるなど³⁾、藩自体の無策とあいまって、十分な効果もあげられないまま、明治期に入った。

1869年(明治2)開拓使時代に入ると、御山七山は明治政府の管理下に入り、松前藩のような一地方行政から離れるとともに伐採許可が厳しくなり、1873年(明治6)山林仮規則によって積極的な保護が決められた²⁶⁾。

このようにしても1876年(明治9)江差町五勝手山から発した山火は厚沢部山まで18日間四里(16km)におよんで延焼し、胸高直径30cm以上のヒバ、広葉樹あわせて78.8万本を焼失するなど⁷⁾、山火による被害から脱することはなかなか出来なかった。

1890年(明治23)御料林に編入され、1895年(明治28)御料局札幌支庁江差出張所が設置されてから、機構的にも整備され保育が加えられるようになった¹²⁾。すなわち1893年(明治26)桧山郡内のヒバの払下停止、トドマツ他13種の優良樹種目通直径3寸以下の林木の払下げ停止²⁵⁾、1899年(明治32)ヒバ挿木造林および天然保育として巻枯作業に着手し¹²⁾、1909~1911年(明治42~44)にはヒバの生育に障害となるブナの雑木を約5,700ha 211万本巻枯するなど、積極的な保育事業がすすめられた¹³⁾。経営に関しても1898年(明治31)仮施業案編成に着手し、上ノ国地区は1924年(大正13)に施業案が作られ、1927年(昭和2)御料林経営百年計画が作成され²⁵⁾、1935年(昭和10)から実施されたが、上ノ国地区ではブナ林の作業法について1938年(昭和13)保護木つき皆伐⁹⁵⁾を加えるなど施業も計画的・体系化していった。

(3) ブナ材の生産

御山七山以外の地域で広葉樹に混じたヒバを飛木と称し、飛木のある山を陪山(そえやま)といつて、陪山のヒバを伐る権利のあるものを陪山山師(地山師・江差山師)と呼び、この特権株をもつものは江差在住の3名からなっていた。彼等は藩直営の造材業者のようで、多くの杣夫を抱え、山入杣役銭を払って杣夫を入山させ、伐採した木は土場に捲立て冥加金(税金)を納入すれば、年限・数量に関係なく自由に伐採が出来、しかもヒバ材の冥加金は運上金のわずか $\frac{1}{3}$ 、ブナ等薪炭材は捲立てた数量の $\frac{1}{10}$ を現物か金納すれば良かった⁴³⁾。地元民の村付山についても同様の扱いを受け、地山師・地元民によりヒバ材・ブナ材が伐り出され、建築材・造船材・薪炭材となった。特に広葉樹のうち、良質なものは一部大阪方面へ移出されたが、大部分は薪炭材となった。人口が集中していた函館・松前・江差周辺では早くから建築材・薪炭材の不足がみられ、陪山を含めた厚沢部川、天ノ川、石崎川流域は薪炭材の大きな産地であったが^{44,64)}、陪山山師はこれらの需要を満す義務があつて、勝手な休業など許されず、木材の価格も統制されるなど藩のきびしい監督を受けた⁴³⁾。

大量に木材が消費されはじめたのは18世紀になって、漁業なかならず鯨漁の発展にともなつたものである。はじめは大量にとれた鯨も生食か塩蔵・天然乾燥であったものが、幕府の奨

励政策^{6,78)}によって1790年(寛政2)頃から関西を中心とした西日本一帯に広く発達した工芸作物(商品作物)栽培の肥料として鯨粕の需要が伸び、これにともない生産が大幅に増加した。鯨粕の製造法はまず取れた生鯨を大きな釜(鯨釜)で煮沸し、鉄製の容器(粕胴・締胴)に入れて圧縮、水・油と固形分(魚肉・骨等)を分離し、固形分を乾燥する。これを干鰯(ほしか)と称し窒素・磷酸・カリに富む、水田・畑作の良質な肥料として大阪を中心とした西日本に広く用いられた。この鯨粕製造の燃料は薪であり、鯨場所請負人による当該場所周辺での樹木の伐採は初期には無税(後に課税)で自由勝手であった。後に伐採は制限されるが⁴³⁾、鯨粕は重要な産物であってこの制限は十分守られず、鯨粕製造に消費した薪炭材の量は莫大なもので、これらの乱伐は海岸近い森林の荒廢に拍車をかけた。

江差周辺について、1781年(天明元)平秩東作著東遊記附録に「此地昔は良材多く出、浪打際より良材茂りしが、今は切尽して後辺に少し⁶⁾と記され、さらに1838年(天保9)箱館奉行の幕府への報告に「海岸付より一里余りも禿山に仕候場所も御座候⁶⁾と記される状態を呈するに至った。

明治に入ってから漁業用木材の大量消費が続き、開拓使函館支庁の報告書によると、1877年(明治10)鯨絞油20万石に対して消費された薪材は30千數にも達したと記録され、これは83,450 m³と推定される。また1880年(明治13)の記載で「桧山郡一市二十一カ村林産物の木材総価格4,745円に対し、薪炭はその十倍47,873円である。薪は自家用と販売用が相半ばし、炭においてはその大半が販売用であった⁶⁵⁾、あるいは「密林を拓いて薪とし、木炭を製造し、イタヤ炭等の上品は函館に、ブナ等雑木炭は並品として江差方面に販売した⁶⁵⁾とあって、その意味では明治・大正の上ノ国の林業は盛んであったが、その反面里山の荒廢も著しかったと考えられる。

1936年(昭和11)国鉄江差線(江差～函館)の開通により、木材の輸送手段が流送一船積から貨物輸送になるとともに、木材の市場が急速に広がり、ブナ材等の用途も広がった。1922年(大正11)上ノ国町の木工場の製材生産からはじまり、1930年(昭和5)セイロン向け紅茶箱ベニヤチェストの製造、1934年(昭和9)、1937年(昭和12)上ノ国町に2つのベニヤ工場ができ、このうちの一つは第二次大戦中木製飛行機用単板を製造するまで技術を高めるなど、軍事物資の生産につとめた。このように薪炭材のみならず用材の利用の拡大は、いわゆる戦時伐採の色を濃くし、海岸部、内陸部の広葉樹の無計画な伐採に拍車をかけた。

(4) 開拓と森林との関係

明治以降内陸部の開拓が進展し、平野部は農地化する一方、1898年(明治30)の国有未開地処分法による牧場等の開設もすすめられる。例えば1913年(大正2)上ノ国町の民有牧場1,512 ha⁶⁵⁾、1928年(昭和3)八幡野共同放牧場559 haを含め、1941年(昭和16)上ノ国町有牧場約1,000 haの造成などである⁶⁵⁾。これらは標高200 m位までの丘陵部に広がって、里山の未立木地化の一因となったものである。

第二次大戦後の大きなことの一つに、海外引揚者等による戦後緊急開拓がある。これは既存農家が耕作しえなかった奥地・せき悪地・比較的標高が高い丘陵地帯に海外引揚者等が入植し、森林の伐採にはじまって農地を開拓したが、その多くは環境条件の劣悪等のため離農し、結果として農地はササ地化したり、貧弱な二次林化した所が桧山管内の随所に見られる。これは全道的傾向であったが、上ノ国町でも字宮越約 200 ha, 字大安在約 500 ha の森林などが戦後緊急開拓のため開放された。

販売用ヒバ材・造船材・練粕製造用薪炭材、漁業資材・一般暖房用薪炭材の伐採、牧場の開設・戦時伐採あるいは戦後緊急開拓など、藩政時代から今日までいくつかの要因が重なった結果として、今日の森林の姿があるのであろう。桧山管内を一概に言うことはむづかしいが、一例として上ノ国町について 1982 年 (昭和 57) の航空写真、上ノ国町正射写真図 (オルソフォト) によると、汀線から森林までの距離、いわゆる海岸線の未立木地がそれに準じた地域は公・民有地に接するところで約 5 km, 北海道松前林務署に接するところでは約 2 km である。これは一つの例であるが、桧山管内の森林は海岸線からこの程度の距離は後退してしまっているといえよう。

3) 戦後の森林施業

第二次大戦後は 1946 年 (昭和 21) 桧山営林署製材工場ができ、フローリング、家具、木工品の生産にはじまり、1953 年 (昭和 28) 木古内営林署防腐工場による枕木の生産などにより、用材としてのブナ等広葉樹の用途は拡大した。1955 年 (昭和 30) に入ると、さらに枕木、特に国鉄新幹線用枕木、製箱材、ベニヤの需要が増加し、乾燥技術の発達によって、ドア材・パチンコ台鏡板・スキー・学童用机、椅子、家具等今日と同様な用途に使われるようになった。このころから石油が燃料として使われはじめ、パルプ原木の需要の拡大とあいまって、薪炭材はパルプ原料へと変化した。またこの時期は林道を含め、国内の道路網の整備がすすみ、輸送手段は鉄道から自動車へと変化していく時でもあって、奥地深くトラックが入り、木材は山土場から直接工場へ運ばれるようになった。こうした利用の拡大、輸送手段の発達は人馬ではとうてい出来えなかった奥地の森林の開発も可能にし、森林の伐採はすすんだ。

4) 試験地の地形・地質・気候

(1) 概 況

主たる研究対象地域である上ノ国町は桧山支庁の南端にあって、総面積 54,651 ha うち森林は 49,714 ha で 91% を占めている。地形は南の松前町との境に標高 1,072 m の大千軒岳、同 957 m の七ツ岳、北の江差町と接する標高 665 m の八幡岳に囲まれ、西は日本海に接し、町内には標高 775 m の大岳、同 719 m の赤岳がある。河川は北に天ノ川、南に石崎川があって、天ノ川の流域は約 1,000 ha の平野を形成し、主として両河川流域と 30 km におよぶ海岸線に 23 の集落が点在している。

上ノ国町の海岸線は平野部を除き、汀線沿いの平地は少なく、汀線よりすぐ高さ数十米の

崖となり、この崖をあがると比較的起伏のゆるやかな平坦地がつづく。この平坦地がそのまま山に連なる場合と、数百米で高位の段丘に達する場合とがあるが、いずれも日本海特有の強い季節風をうけ、沢沿いの地を除き、風衝地は樹高1~2mのカシワ、イタヤ類の疎林が残っている他はササ地・草生地となっている。

地質は大別すると3つに分けられ、天ノ川以南は新第三紀層、石崎層と新第三紀火山岩が主体をなし、一部に古生層がみられる、天ノ川以北は古生層目名川層が主体であり、天ノ川上流は新第三紀層・神明層が主体となっている¹⁵⁾。それぞれの境界には他層が部分的に入り組んでおり、さらに断層・鉞化剪断帯があって、いくつかの鉞山がみられる¹⁶⁾。

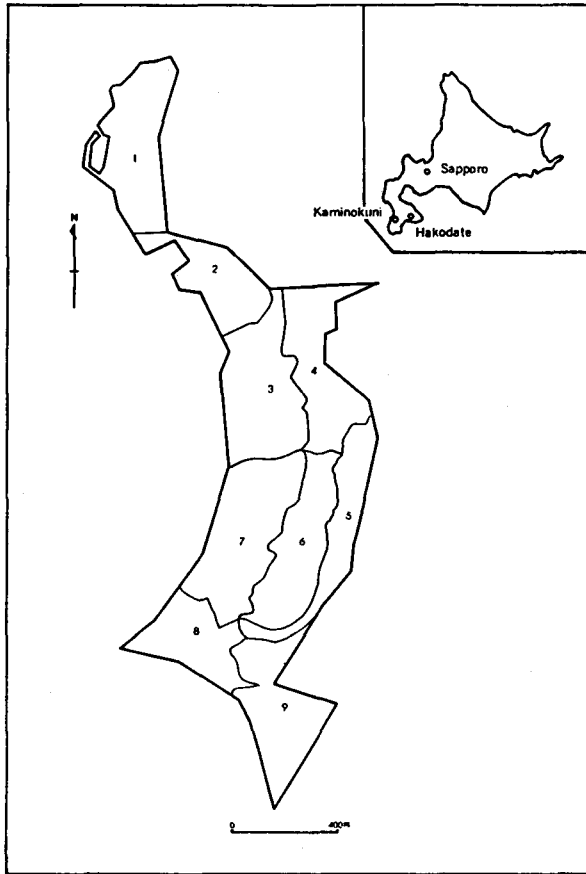
表-2 上ノ国町の気候
Table 2. Climate in Kaminokuni Town

項目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	年平均	
気	平均(°C)	-2.9	-2.4	0.7	7.2	11.7	15.6	20.2	21.8	18.1	11.6	5.1	-0.9	105.8	8.8
	最高(°C)	0.3	1.2	4.0	11.5	16.6	19.1	24.0	25.7	22.5	16.5	9.0	2.0	152.4	12.7
温	最低(°C)	-6.3	-6.1	-2.7	2.8	6.8	12.1	16.4	17.8	13.7	6.7	1.1	-3.9	58.4	4.9
	湿度(平均%)	53	54	50	55	61	69	71	69	60	54	53	52	701	58
降水量(mm)	113.6	82.6	97.4	89.8	71.0	70.6	95.5	165.2	187.2	130.0	90.4	123.4	1,316.7	109.7	
降雨日数	4	4	8	16	15	15	13	17	17	17	17	5	148	12	
風方向	北西	北西	南東	南東	南東	南東	南東	南東	南東	南東	北西	北西	—	—	
風速(m/sec)	8.2	7.6	6.8	6.3	5.7	5.6	4.8	5.5	4.4	5.4	6.9	6.9	74.1	6.2	
降雪期間		10月31日~4月2日				根雪期間				12月3日~3月18日					
積雪量		1.06m		早霜		10月17日		晩霜		4月20日					
観測地		中須田農業気象観測所				北緯				41°46′, 東経				110°09′	
観測期間		1973年~1977年60か月				標高				10m					

注：上ノ国町：上ノ国町総合発展計画，4，1981より引用，但し風速は国鉄上ノ国駅で測定し，期間は1979年7月~1981年8月26か月である。国鉄上ノ国駅資料より引用。

気候は表-2のとおりで、四季の変化が比較的少なく温暖である。雨量は一般的に6月~10月にかけて多く、風速は年平均6.2m/秒で道内でも有名な強風地帯である。春期は津軽海峡から脊梁山脈を越えて吹く南東の風は冷たく、冬期は日本海特有の北西の風が強く吹きつけるところである。初霜は10月中旬、初雪は11月中旬、根雪は12月中旬、積雪は山間部で130cm、平野部で40cm、融雪は3月中旬であり⁴⁸⁾、山間部は冬期寒冷である。

上ノ国町にはいくつかの大きな地汭り地がある。天ノ川を挟んで湯ノ岱・宮越・小森さらに石崎川に判の沢がそれで、この他小崩壊地が数多く存在している。冬期間日本海から吹きつける強い西風の影響で、積雪が多く、雪庇が発達しやすい東向き急斜面では、雪崩・地表の表層剥落等が発生する。



図一 北海道大学松山地方演習林位置図
 Fig. 1. Hiyama Exp. For. Hokkaido University.

また海岸部では強い西風によって、汀線より約400mの内陸部まで相当量の空中塩分量が認められると、藤原らが報告している⁹⁾。これらのことが海岸段丘・内陸部の森林の破壊とその回復に大きな影響をあたえていることは確かである。

北海道大学松山地方演習林は図一1に示すごとく上ノ国町字小森に所在し、海岸線より内陸へ直線で6.7km入った標高365mの大平山の南北に連なる山稜の東斜面にあって、平均斜度23度の比較的急峻な地形のところ約100haの林地を有している。地質は古生層目名川層に属し¹⁶⁾、表土のA層・B層が深く、土壤の理化学性は良い¹⁷⁾。上ノ国町の気候は表一2に示されるとおり、年平均気温約9°C、年降水量約1,300mmで、森林植物带上温帯北部に属している。しかし冬は日本海特有の北西の風が強く吹き、春から夏にかけて

千島寒流が流れ込む津軽海峡から、脊梁山脈を越えて吹く南東の風が冷たく、風衝地の多い当林では樹木の生育が著しく阻害されている。隣接せる江差町の気候は表一3に示す⁷⁾。

表一3 江差町の気候
 Table 3. Climate in Esashi Town

測定地	種別	単位	月 別												全年
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
江 差 町	平均気温	°C	-1.5	-1.2	1.8	7.1	11.5	15.4	19.9	22.2	18.6	12.8	6.5	1.2	9.5
	日最高の平均	°C	0.8	1.3	4.7	10.5	15.1	18.8	23.1	25.5	22.1	16.5	9.5	3.8	12.6
	日最低の平均	°C	-4.0	-3.9	-1.0	3.9	8.3	12.4	17.3	19.4	15.4	9.4	3.6	-1.4	6.6
	降水量	mm	114.7	86.6	76.4	88.9	85.0	98.3	130.6	137.2	158.9	104.3	105.5	104.0	1,290.2
	平均風力	sec/m	7.8	7.6	7.0	5.6	4.3	3.5	3.3	3.6	4.5	5.4	7.9	8.6	5.8

注：日本気象協会北海道本部：北海道の気候. 40p, 1982より引用。

(2) 北海道大学桧山地方演習林取得前の林況

1956年(昭和31)上ノ国町より約100haの皆伐した林地の寄贈をうけて、当林は発足した。取得前の林相を伝える正しい記録はないが、地元住民の証言と空中写真(1948年撮影)の判読結果を総合すると次のことが言える。

東西に約500m、南北に約2,000mの細長い地形の林地のおよそ中央(7林班中央部)より北側半分の地域(以下北部)は距離的理由からか、多年にわたる地元住民の自家用材の払下、農業用資材の採取等により、疎林化していた。特に4林班、5林班、6林班の一部を占める沢の周辺は未立木地化している状態であって、山稜につづく斜面の小沢沿に広葉樹を主とした小・中径木が存在する貧弱な林相であった。ただ町道につながる現在の演習林入口周辺の沢と1林班西側斜面には相当量の広葉樹の存在が認められた。

南側半分の地域(以下南部)は北部と異なり、現在9林班の一部に見られるような、本数でトドマツ約30%を含み、ブナ等広葉樹大径木からなる混交林が沢の中から斜面中腹までつく豊かな林相であった。

1955年(昭和30)北部は製炭材として函館市在住の木炭商に立木処分され、地元住民は焼子として製炭に従事しながら、演習林の造林地拵をおこなった。南部は一般材として上ノ国町在住の造材業者が立木処分をうけ、伐採した。したがって北海道大学が土地を取得した当時の林相は皆伐跡地であるが、現在二次林に設けた試験地の調査結果から推定して⁵⁾、南部は胸高直径10cm以下、北部は同5cm以下の木は伐採されずに残されたと思われる。これらの小径木が今日保存林(ブナ二次林)、ブナ等広葉樹試験林の主体となっている。

北部・南部いずれも大平山山頂から連なる稜線部は未立木地であって、特に3林班はその程度が顕著であった。日本海から吹きつける北西の季節風のためか、ここでは雪庇が生じ、毎年雪崩が発生、さらに地表の表層剥落も加わって、典型的な無立木地となっている。

この章ではトドマツの南限、ブナ・ヒバの北限で、経済性を考えたスギ人工造林の北限でもあって、北海道では気候温暖な地域であっても、これらの樹種にとっては限界に近い、環境条件のきびしい地域であるといえよう。山間部は多雪・寒冷な地域で、きびしい環境である。社会的条件では古くは幕藩時代から伐採がくりかえされ、明治以降行政的にはトドマツ、エゾマツを主体とした北海道的林業の考えや、開拓行政に支配され、林業技術的に未発達な面もあって、森林は海岸線から遠く後退していったといえよう。

第3章 導入樹種の造林

1) スギ (*Cryptomeria japonica* D. DON)

(1) スギ造林の歴史

スギ、クロマツは本州から渡来した林業・漁業関係者が故郷から運んで神社・仏閣の境内・

村落・住居の周囲にスギを数本、あるいは小面積で植栽したのが、道南でのスギ造林のはじまりであるが、これらの記録はほとんど残されていない。

1745年(延享2)松前藩が運上山山師飛弾屋久兵衛と江差山師に上ノ国目名山のヒバ材を払い下げたとき、伐採跡地にヒバ、スギ苗の植栽を義務づけたのが、公式記録として残されている最初のスギ造林である³⁾。しかしその後の記録がないので、これが成功したかどうかは不明である。

1773年(安永2)松前監物広長が松前町池の岱に植栽したスギは1850年(嘉永3)、福山城(現松前城)の築城の用材として伐採された。二代目は1895年(明治28)電柱材として4,600 m³が間伐され、残りが1944年(昭和19)造船材として皆伐されて、現在3代目が成林している⁶³⁾。これは組織的・系統的に造林されて成功した事例であるが、全体として天然林から比較的容易に木材が入手できた松前藩時代には積極的な造林は見られなかった。蝦夷地の支配が松前藩から幕府直轄になると、箱館奉行は植林を奨励し、七飯村「卯之助」が1808年(文化5)箱館山・七飯村の官地にスギ20,000余本、アカマツ2,000本を植栽、さらにこのころ蝦夷警備の津軽藩が箱館等の勤番所付近にスギ・マツを植栽するなど、主として箱館を中心にスギの植林がさかんになった²⁶⁾。

明治に入ってから1873年(明治6)開拓使函館支庁は、当時すでに函館周辺で日常用薪炭に不足していた住民に対し、山林仮規則²⁶⁾を公布して山地緑化につとめ、建築材としてマツ・スギ・ヒノキの植栽を指定している。これ以降松前・福島・函館山官林に相当数のスギ・マツが植栽され¹⁴⁾、官主導型で造林がすすめられたが、これらにより民間の造林熱が昂揚し、大野町・福島町等の民間篤林家による造林も盛んになった。

大正時代に入ると生長が早く養苗が容易ということから、カラマツの造林が盛んとなり、さらに昭和期に入ると郷土樹種であるトドマツ・エゾマツ造林が増加した反面、カラマツの被害が目立ってきた²⁶⁾。

いくつかの試行錯誤をへて、渡島半島でのスギの適地は函館山を含めておよそ上磯町以西、大成町以南の地域で、それ以外の地域ではトドマツ・カラマツの方が適することがわかった⁸⁶⁾。現在のスギ人工造林地は全道で30,983 ha、その81.5% 25,265 haがVI齢級以下で戦後の復興期にあたる1952年(昭和27)以降植栽されたものである²⁵⁾。スギの適地が少なくなり、新植が減少した今日、枝打ち、間伐等の保育が現在大きな問題となっている。

言うまでもなくスギの特性は生長が速く、通直性にとみ、病虫害に強く、材質は比重の割には丈夫であるなど、造林樹種として世界的に有名であり、適地を選べば道南では秀れた造林樹種である。しかし、北海道でのスギの造林の歴史は浅く、技術的にも確立されていない部分が多い。

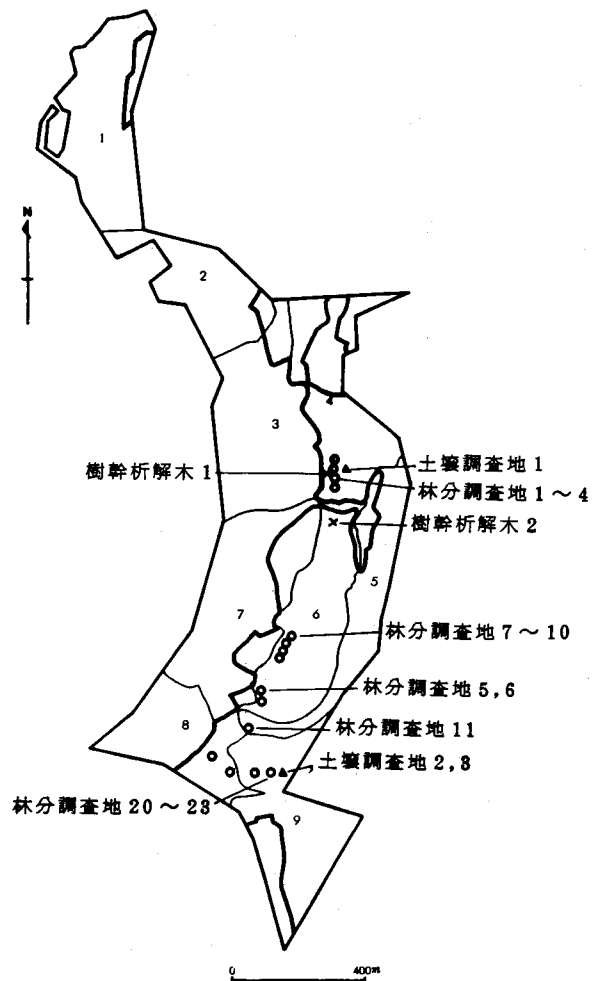
北海道大学桧山地方演習林では昭和32年よりスギの造林を行ってきたが、風当りの強い当林では、比較的風当りの少ない適地を選んでスギの造林を行ってきた。この章の研究目的は

当林で植栽されたスギの生長を解析し、隣接する地域のスギあるいは本州のスギとの生長を比較検討し、当地方のスギ造林の適否を論じようとするものである。

(2) 造林地の実態

北海道大学桧山地方演習林におけるスギの造林は1957年(昭和32)から1975年(昭和50)まで、主として4, 5, 6, 9林班で組織的に行なわれ54 ha 植栽されたが、その後は孔状裸地の様な小面積のところに補助的に行なわれたにすぎない。用いられた苗木については当時北海道ではスギ苗を生産することが出来ず、1955~1964年(昭和30~39)桧山支庁管内で用いられたスギ苗木は秋田県大館市、森岳町産の民苗で、これを購入して造林が行われた。1965年(昭和40)以降大野町・上ノ国町でスギ苗木が生産されるようになったが、当時は戦後の復興期であって全国的に造林が盛んで、スギ苗木が不足し、子守苗と俗称されるような粗悪な形質を持った苗木が多く出廻り、民苗を購入した北海道大学桧山地方演習林のスギ造林地もその影響からまぬがれなかった。

調査の方法はスギ造林地の代表的な個所について常法のプロット調査法により樹高・胸高直径等を調査し、樹級区分を行なった。またプロット調査とは別に代表木としてスギ造林木2本を選んで樹幹析解した。生育状況については北海道大学桧山地方演習林と比較するため、隣接した松前林務署、江差営林署のスギ造林地においてもプロット調査を行なったが、いずれの場合も外観上中以上の林分を調査対象とし、不成績造林地と称されている劣悪な林分は除外した。さらに本州との比較のため、北海道大学和歌山地方演習林のスギ造林地の資料も比較に用いた。



図一 2 スギ林分調査地、土壌調査及び樹幹析解木採取地の位置
Fig. 2. Location of the experimental plots of *C. japonica*.

スギ造林地及び林分調査1~11, 土壌調査地1~3の位置を図-2に示す。林分調査地1~11の標高がいずれも120~190mであるように、北海道大学桧山地方演習林のスギ造林地は主として斜面の下方で、標高の低い、風当りの少ない所にある。4林班と9林班のスギ人工造林地の土壌について調査したのが表-4であり、比較のため本州及び北海道の代表的な褐色森林土について表-5に示した⁴⁾。林分調査地の状況は表-6に示す。林分調査地は北海道大学桧山地方演習林11箇所、松前林務署管内6箇所、江差営林署管内2箇所の合計19箇所である。林分調査地1~4は北海道大学農学部森林経理学教室と北海道大学桧山地方演習林とが共同

表-4 北海道大学桧山地方演習林スギ造林地の土壌
Table 4. Soil of *Cryptomeria japonica* plantation in Hiyama Exp. For.

調査地	調査林班	標高	傾斜	方位	層位	深さ	厚さ	色調		構造	土性	腐植	水分		礫含量	堅密度		
								湿	土				対湿土	対乾土		硬度計	堅さ	
1	4	119	12	E	A1	0~20	20	75YR	2/3 黒 褐	中度の団粒	微砂質土	すこぶる	%	%	%	mm	粗	
					A2	20~41	21	"	3/4 暗 褐	"	"	富	む	51.0	103.0	4	16	やや堅
					B	41~80	39	"	3/4 褐	"	"	乏	し	44.0	78.0	5	17	"
2	9	178	25	E	A1	0~7	7	"	2/3 黒 褐	団粒	微砂質土	富	む	50.2	100.9	27	13	軟
					A2	7~15	8	10YR	3/4 褐	粗団粒	砂質土	含	む	37.9	61.1	54	17	やや堅
					B1	15~30	15	"	1/4 "	塊状	堆積土	少	し	34.6	52.9	79	18	堅
					B2	30~44	14	"	5/6 黄 褐	"	礫土	"	"	36.7	58.0	84	16	やや堅
					C1	44~69	25	"	" 黄褐	壁状	"	な	し	31.0	44.8	91	26	団結
					C2	69~	70~	7.5YR	3/4 明い 褐	"	"	"	"	34.3	52.1	92	22	すこぶる堅
3	9	162	0	S70E	A1	0~10	10	"	1/4 黒	軟粒状	微砂質土	すこぶる	む	56.0	127.0	3	7	粗
					A2	10~17	7	"	2/3 黒 褐	細団粒	砂質土	富	む	47.7	91.1	1	12	軟
					A3	17~27	10	"	3/4 暗 褐	団粒	壤土	"	"	51.7	107.0	1	13	"
					B1	27~28	11	"	1/4 褐	"	堆積土	含	む	45.3	82.8	1	13	"
					B2	38~49	11	"	3/4 暗 褐	粗団粒	堆土	少	し	51.7	106.9	17	15	やや堅
					C	49~	65~	"	1/4 褐	壁状	礫土	乏	し	35.5	55.1	80	18	堅

注：調査地はいずれも適潤性褐色森林土 (B_D型) であり、年平均気温9℃、年降水量1,317mmである。

で、林分調査地5, 6は農林水産省林業試験場北海道支場の協力で、林分調査地7~11は学生実習で設定したものである。林分調査地12~17は北海道松前林務署、林分調査地18, 19は函館営林支局江差営林署に依頼して調査したものである。

調査地全体の平均林齢21年、各調査地の調査本数は150本である。したがって調査時のha当り現存本数2,177本、材積186m³、年平均生長量8.95m³である。表-7はこれら林分調査地1~19の林分構造と地位を示したものである。地位については渡島地方のスギ林分収穫表²⁶⁾の樹高を主体とし、他の要素を勘案して各調査地の地位を判定した。

さらに比較検討のため、北海道・東北各県民有林スギ人工林収穫表を表-8に示した。北海道南部と気候等環境条件や技術的条件が著しく異なる本州のスギ造林地についてその林分構造を比較するため、北海道大学和歌山地方演習林のスギ造林地の林分構造を調べ、表-9に示した²⁹⁾。スギ造林木の詳細な生長については、代表的な2本を選び樹幹析解を行なった。樹幹析解木の概況を表-10に示し、これらの生長計算表を表-11, -12, 樹幹析解図を図-3, -4に示した⁷⁴⁾。林分調査地1~11については表-13による寺崎式樹型級区分により各調査木を区分し、ha換算して本数と百分率を表-14に示した。またスギとトドマツの樹種による違いを検討するため、林分調査地1, 4に隣接したトドマツ林、さらに北海道大学苫小牧地方演習林の資料をも併記した。これらにより各調査地間の林分の違いを比較検討出来る。

表-5 褐色森林土
Table 5. Properties of forest brown soils

調査地	調査箇所	標高 m	傾斜 度	方位	層位	深さ cm	厚さ	色調 温土	構造	土性	腐植	水分 対湿土	礫量	堅密度		年平均気温 年降水量	植生
														硬度計	堅さ		
4	埼玉県秩父市	400	29	S20E	A	0~5	5	10YR ³ / ₄ 黒褐	軟粒状	埴壤土	富む	潤	小礫あり	4	粗	11°C 1,650mm	スギ造林地
					A	5~34	29	" ³ / ₅ 暗褐	塊状	軽埴土	"	"	"	20	堅		
					B	34~59	25	" ⁵ / ₆ 褐	弱度の塊状	"	"	"	"	20	堅		
					B-C	59~89	30	" ⁵ / ₆ にふい黄褐		埴壤土	なし	"	小・中礫あり	24	すこぶる堅		
5	北海道和寒町西和	200	10		A	0~12	12	10YR ³ / ₄ 暗褐	弱度の塊状	埴壤土	含む		礫を含む	21	堅	5.6°C 1,308mm	牧草地
					B	12~30	18	" ⁵ / ₆ 褐	"	"	"	"	21	"			
					C ₁	30~60	30	" ⁵ / ₆ "	弱度の中角状	埴土	なし		礫に富む	23	すこぶる堅		
					C ₂	60~		" ⁴ / ₅ 黄褐		礫土	"		"				

注：調査地4は適潤性褐色森林土、調査地5は酸性褐色森林土
土壌調査法編集委員会編：野外研究と土壌図作成のための土壌調査法、491~493P、博友社、1978より引用。

(3) 生長比較

北海道大学桧山地方演習林の面積 102 ha のうち、スギ造林地は約 54 ha で当林の約 53% がスギ造林地である。これらは図-2 に示されるごとく、おおむね斜面の中腹より沢にかけて比較的ゆるい傾斜地にあつて、冬の強い西風を防ぎ、春から夏にかけて吹く冷たい東風をもさけられる箇所によく植栽されている。

表-6 スギ調査地の概況
Table 6. Outlines of *Cryptomeria japonica* forests

調査地	調査所	植栽年	調査月	調査年齢	調査面積	本調査	ha 当り		
							本数	材積	年平均生長量
1	北大4林班	1957	1981.7	24	1,000	276	2,760	237	9.88
2	4	"	"	24	1,000	236	2,360	208	8.67
3	"	"	"	24	1,000	241	2,410	249	10.38
4	"	"	"	24	1,000	262	2,620	186	7.75
5	6	1965	"	16	1,000	227	2,270	105	6.56
6	"	"	"	16	1,000	255	2,550	100	6.25
7	"	1963	"	18	450	86	1,911	257	14.28
8	"	"	1982.8	19	450	90	2,000	347	18.26
9	"	"	1983.8	20	450	82	1,822	254	12.70
10	"	"	1981.7	18	450	99	2,200	260	14.44
11	"	1965	1982.7	17	700	199	2,843	137	8.06
平均				20	773	187	2,341	213	10.66
12	松前177林班	1960	1980.7	21	400	45	1,125	158	7.52
13	163	1959	"	22	400	75	1,875	170	7.73
14	161	1957	"	24	400	91	2,275	123	5.13
15	148	1960	"	21	400	81	2,025	57	2.71
16	172	1962	"	19	400	117	2,925	65	3.42
17	176	1962	"	20	990	188	1,899	73	3.65
平均				21	498	100	2,021	108	5.03
18	江差143林班	1958	1983.12	26	455	100	2,198	392	15.08
19	138	1962	"	22	769	100	1,300	165	7.50
平均				24	612	100	1,749	279	11.29
全体の平均				21	669	150	2,177	186	8.91

注：北大→北海道大学桧山地方演習林
松前→北海道松前林務署
江差→函館営林支局江差営林署

表一七 スギ調査地林分構造と地位
Table 7. Stand structure and site class of examined plots

林分調査地	林 分 構 造								地 位
	樹 高		胸 高 直 径		枝 下 高		樹 冠 幅		
	最小~最大 平均・標準偏差	変動 係数	最小~最大 平均・標準偏差	変動 係数	最小~最大 平均・標準偏差	変動 係数	最小~最大 平均・標準偏差	変動 係数	
	m	%	m	%	m	%	m	%	
1	4.0~15.0 9.0±2.16	24	5.0~21.0 14.0±3.36	24	0.5~5.2 3.9±0.74	19	1.2~3.4 2.2±0.44	20	III
2	4.0~14.0 9.0±1.71	19	5.0~24.0 14.0±3.50	25	0.7~5.6 4.1±0.86	21	1.1~4.0 2.3±0.53	23	III
3	4.0~13.0 10.0±1.7	17	6.0~22.0 15.0±3.75	25	1.2~5.6 4.2±0.71	17	0.8~3.1 2.2±0.40	18	II
4	4.0~14.0 9.0±2.07	23	4.0~21.0 13.0±3.64	28	0.6~5.8 3.3±0.79	24	0.8~4.0 2.6±0.62	24	III
5	2.0~11.0 7.0±1.54	22	3.0~19.0 11.0±2.75	25	1.3~2.8 2.1±0.19	9	0.6~4.0 2.7±0.59	22	II
6	1.0~8.0 6.0±1.38	23	4.0~20.0 11.0±3.41	31	0.6~2.6 2.0±0.26	13	1.1~4.5 2.7±0.65	24	III
7	8.0~13.0 11.0±1.32	12	10.0~28.0 16.0±3.52	22	1.3~6.3 4.7±0.89	19	1.9~4.3 3.0±0.57	19	I上
8	8.0~16.0 13.0±1.56	12	12.0~24.0 18.0±3.42	19	3.5~6.0 4.6±0.55	12	1.9~3.7 2.7±0.35	13	I上
9	7.0~11.0 9.0±1.26	14	11.0~29.0 18.0±3.60	20	4.0~6.0 5.2±0.52	10	1.3~4.8 2.9±0.73	25	II
10	8.0~12.0 11.0±1.10	10	10.0~24.0 16.0±2.88	18	3.4~5.8 4.6±0.41	9	1.7~3.9 2.9±0.46	16	I上
11	3.0~13.0 8.0±1.92	24	3.0~18.0 10.0±2.90	29					
	9.3±1.95	21	14.2±2.75	19	3.9±1.09	28	2.6±0.29	11	
12	6.0~14.0 11.1±1.85	17	8.0~26.0 16.5±4.00	24					I
13	7.0~13.0 10.2±1.49	15	8.0~22.0 13.7±3.07	22					II
14	5.0~13.0 8.16±0.97	12	6.0~20.0 11.6±2.16	19					III下
15	2.0~9.0 7.0±1.43	20	2.0~14.0 8.5±2.15	25					III下
16	4.0~8.0 6.8±1.14	17	4.0~12.0 7.8±2.01	26					IV
17	4.0~8.0 6.3±1.05	17	6.0~20.0 11.0±2.72	25					IV
	8.3±1.97	24	11.5±3.25	28					
18	6.0~16.0 12.4±2.60	21	6.0~28.0 17.4±4.82	28					II
19	6.0~16.0 11.4±2.73	24	6.0~28.0 14.7±4.95	34					I
	11.9±0.71	6	16.1±1.91	12					

注：地位は北海道林業改良普及協会：渡島地方のスギ林分収穫表、北海道主要造林樹種収穫表と成長量に関する資料第1編，102~103p，1976と比較して決める。林分調査地番号は表一六と同じである。

これらスギ造林地の土壌は大平山及びそれにつらなる稜線からくずれ落ちた土が堆積した崩積土とみられ、表-4に示すとおり色調・水分の状態から適潤型褐色森林土(B₀型)と見られる^{40,106,107}。これらの特徴はまずA・B層が深いことである。A層は厚さ15~41cmであって色調によりさらに2~3層に分けられ、いずれも腐植が多く団粒構造が良く発達した砂質壤土である。B層は厚さ22~39cmでさらに1~2層に分かれ、団粒又は塊状構造であって硬度計による堅密度も13~18mmとやや堅い。佐々木清一ら土壌調査法編集委員会が代表的褐色森林土の例として示した表-5⁴⁾によると、A層は厚さ12~34cmさらに2層に分かれ、腐植は「含む又は富む」であって、塊状構造の土壌である。B層は厚さ18~25cmあって弱度の塊状で硬度計による堅密度20~21mmと堅い埴土、埴壤土である。これらを総合的に見ると、日本の代表的褐色森林土として埼玉県秩父市と北海道和寒町の例と比較して松山地方演習林の土壌

表-8 林齢20年における各地域のスギ人工林林分材積

Table 8. Growing stock of various artificial *C. japonica* forests in 20-year age

地域	地位	中央木		1 ha 当り			地域	地位	中央木		1 ha 当り		
		樹高	直胸径高	本数	幹材積	生年長平均			樹高	直胸径高	本数	幹材積	生年長平均
北海道渡島地方	I	m 10.5	cm 14.5	1,703	m ³ 159	m ³ 7.9	青森県 南部・ 下北地方	I	m 16.3	cm 22.2	1,366	m ³ 450	m ³ 22.5
	II	8.9	13.0	1,923	121	6.0		II	14.8	19.8	1,643	404	20.2
	III	7.5	10.0	2,451	82	3.6		III	13.5	17.8	1,926	355	17.8
	IV	5.8	8.2	2,945	57	2.9		IV	12.1	15.9	2,210	306	15.3
北海道南部	I	9.8	14.2	1,635	135	6.7		V	10.6	14.3	2,449	247	12.4
	II	7.9	12.4	1,939	102	5.1	岩手県	I	14.1	17.3	1,544	291	14.6
	III	5.9	9.7	2,637	67	3.4		II	12.4	15.4	1,736	234	11.7
北海道 松前 管区	I	9.7	13.9	1,683	137	6.9		III	10.8	13.6	1,950	182	9.1
	II	7.9	11.2	2,042	91	4.6		IV	9.1	11.7	2,173	132	6.6
	III	6.1	8.5	2,500	50	2.5		V	7.5	9.9	2,388	87	4.4
青森県 津軽地方	I	14.9	20.0	1,618	404	20.2	宮城県	I	11.5	15.5	1,673	195	9.8
	II	13.4	17.5	2,001	355	17.8		II	9.6	13.3	1,858	150	7.5
	III	11.9	15.7	2,221	295	14.8		III	7.8	11.2	2,051	105	5.2
	IV	10.3	13.9	2,418	236	11.8							
	V	8.8	12.3	2,758	180	9.0							

注：北海道林業改良普及協会：北海道の主要造林樹種収穫表と成長量に関する資料 第1編, 102~105p, 1976.

青森県林政課：青森県スギ林施業体系基準, 8, 10, 14, 16, 18, 21, 23, 25, 29, 31p, 1981.

岩手県林業水産部：岩手県民有林スギ収穫予想表等作成に関する基礎調査書 17~21p, 1983.

宮城県森林造成課：宮城県民有林材積表および林分収穫表, 50~55p, 1978.

より引用し、林齢20年に記載ないものは最も近い林齢より換算した。

はA・B層の合計が44~80 cmと良く発達して、団粒構造で礫が少なく、やわらかく、水分の保持力が高く、腐植に富んだ肥沃な褐色森林土である。特に土壌中の腐植の量を勘案した氏家らの調査によると、苫小牧市周辺にある北海道大学苫小牧地方演習林の火山灰土壌に比較して2~3倍の有機物を固定している土壌である¹⁰⁷⁾。

林分の概況と林分構造の表—6, —7によると北海道大学桧山地方演習林の林分調査地11箇所の平均樹齢20年で平均樹高9.3m, 平均胸高直径14.2cm, ha当り2,341本, 213m³であり, 年平均生長量10.66 m³である。これを表—8のうち北海道内の地域で比較すると, 渡島地方・南部・松前経営区のいずれにおいても地位I等地に該当すると判断される³⁶⁾。もちろん林分調査地1~11は林齢・樹高・胸高直径ともまちまちで, したがって地位もそれぞれ異なるが, 全体として北海道大学桧山地方演習林のスギ人工林は北海道では地位I等地に相当する生長を示す。

調査地1~11は標高120~190 mにあって, 北海道大学桧山地方演習林のスギ人工林の大半はこの地域にあるが, 標高が高い箇所でのスギの生長はどうであろうか, 標高の違いによるスギの生長を調査したのが表—9である。

表9 標高別スギ林分調査地の林分構造と地位

Table 9. Structure and site class in the *C. japonica* stands at different elevations

調査地分	林班	植栽年月	林調査時(年)	標高(m)	傾斜(度)	方斜面位の	本植数栽(本/ha)	本現数存(本/ha)	樹高(m)	胸高直径(cm)	材積m ³ /ha	年平均生長量m ³ /ha	地位
									平均 最小~最大	平均 最小~最大			
20	8	1967.5	18	228	16	E60°S	4,000	2,000	5.6 4.5~7.0	9.9 7~12	52.2	2.90	IV
21	8	"	"	205	17	E20S	4,000	2,000	7.9 5.0~9.0	13.7 9~17	131.5	7.31	II
22	9	1966.5	19	178	25	E	3,000	1,800	10.9 7.5~12.0	16.1 11~20	218.7	11.51	I
23	9	"	"	162	0	E20S	3,000	1,400	11.9 10.0~14.0	19.3 15~23	266.0	14.00	I

注：地位は北海道林業改良普及協会：渡島地方のスギ林分収穫表，北海道主要造林樹種収穫表と成長に関する資料第1編，102~103 P, 1976と比較して決める。

調査地23は標高162 mで平均樹高11.9 m, ha当り材積266 m³, 年平均生長14.0 m³であるのに対して, 調査地20は標高228m, 平均樹高5.6m, ha当り材積52.2m³, 年平均生長2.9m³である。

調査地20は調査地23に対して平均樹高で47%, ha当り材積で20%, 年平均生長量で21%しかない。一般に標高の高い箇所は標高の低い箇所に比較して, 環境条件は悪い。なかんずく桧山地方のように風の強い地域では気象条件, 特に風当たりが強くなり, 樹木の生長に大きな影響をあたえる。さらに桧山地方でも標高が高くなるにつれて寒冷となり, 強い風がくわわって, 高標高の風衝地の環境条件は非常に悪いものである。

表-10 北海道大学和歌山地方演習林のスギ造林地の林分構造
 Table 10. Stand structure of *C. japonica* plantation in Wakayama Exp.
 For., Hokkaido Univ.

調査地 番号	植 栽 年	調査時 林 齢	調査 本数	樹 高		胸高直径		ha 換 算		年平均 生長量	備 考
				最小~最大	平均	最小~最大	平均	本 数	材積		
1	1956	24	75	8~15	11.5	9~23	13.8	2,389	203	8.46	中 腹
2	"	"	80	8~14	10.6	9~20	14.0	2,548	204	8.50	窪 地
3	"	"	93	8~16	12.6	7~25	14.3	2,962	295	12.29	"
4	"	"	107	7~14	9.6	7~22	12.5	3,408	197	8.21	中 腹
平均	1956	24	89	8~15	11.1	8~23	13.7	2,827	225	9.37	
5	1958	22	77	7~17	12.8	9~22	13.7	2,452	200	9.09	窪 地
6	"	"	90	7~14	10.8	6~17	12.3	2,866	165	7.50	中 腹
7	"	"	86	6~14	10.3	8~21	13.9	2,739	212	9.64	"
8	"	"	98	6~9	7.3	7~15	11.7	3,121	116	5.27	尾根筋
9	"	"	94	5~12	9.1	5~18	12.4	2,994	196	8.91	中 腹
10	"	"	100	7~12	8.0	7~19	12.3	3,185	140	6.36	尾根筋
平均	1958	22	91	6~13	9.7	7~19	12.7	2,893	172	7.80	
11	1959	21	79	6~14	9.6	7~19	12.0	2,516	133	6.33	中 腹
12	"	"	67	6~12	8.4	7~18	12.0	2,134	102	4.86	"
13	"	"	106	8~15	12.1	9~22	14.7	3,376	351	16.71	窪 地
14	"	"	113	5~14	9.6	5~18	10.9	3,599	165	7.86	中 腹
平均	1959	21	91	6~14	9.9	7~19	12.4	2,906	188	8.94	
15	1960	20	73	8~16	12.6	10~24	14.5	2,325	236	11.80	沢 地
16	"	"	111	7~13	9.9	7~18	11.9	3,535	189	9.45	尾根筋
17	"	"	146	8~14	11.1	8~18	12.1	4,650	294	14.70	中 腹
平均	1960	20	110	8~14	11.2	8~20	12.8	3,503	240	11.98	
18	1961	19	101	8~13	10.5	7~18	11.6	3,217	176	9.26	中 腹
19	"	"	119	5~13	7.7	8~20	11.9	3,790	160	8.42	"
20	"	"	148	3~13	7.1	2~17	8.8	4,713	113	5.95	尾根筋 尾根筋 の窪地
21	"	"	110	5~11	7.4	8~23	12.2	3,503	146	7.68	
平均	1961	19	120	5~13	8.2	6~20	11.1	3,806	149	7.83	
22	1962	18	99	5~10	7.8	7~17	11.4	3,153	120	6.67	中 腹
23	"	"	94	5~8	6.6	6~16	11.2	2,994	90	5.00	尾根筋
24	"	"	85	7~16	11.8	8~24	14.2	2,707	241	13.39	沢 地
平均	1962	18	93	6~11	8.7	7~19	12.3	2,951	150	8.35	
25	1963	17	102	4~11	8.1	4~17	9.8	3,248	103	6.06	沢 地
26	"	"	126	5~11	7.9	6~17	11.0	4,013	144	8.47	中 腹
27	"	"	105	4~10	7.3	5~18	11.2	3,344	118	6.94	"
28	"	"	130	7~12	9.4	7~16	10.9	4,140	174	10.24	窪 地
平均	1963	17	116	5~11	8.2	6~17	10.7	3,686	135	7.93	
29	1964	16	96	6~11	8.8	7~20	12.7	3,057	164	10.25	中 腹
30	"	"	88	5~11	7.1	7~18	10.7	2,803	87	5.44	"
31	"	"	114	5~9	6.7	7~15	10.6	3,631	100	6.25	"
32	"	"	106	5~8	6.6	5~14	9.7	3,376	77	4.81	尾根筋
33	"	"	94	4~12	8.4	5~18	11.0	2,994	128	8.00	中 腹
平均	1964	16	100	5~10	7.5	6~17	10.9	3,172	111	6.95	
全体の平均		20	100	6~13	9.2	7~19	12.1	3,196	168	8.45	

注：植栽は毎年3月におこなう。北海道大学演習林経営研究資料第1号23~42pより引用。

調査地 20 と 23 は同一斜面にあって両者の土壌条件に大差はないが¹⁰⁶⁾、前者は傾斜 16 度の斜面の中腹に位置し風当りは強く、後者は斜面の下端に位置し、沢の中の平坦地であり、風当りは少ない。両者の高低差は 66 m であるが、地位は前者が IV 等地、後者が I 等地であるように、生長量の差は大きい。

表一 6、一 7 より松前経営区、江差事業区の林齢 20 年を推定すると、樹高、胸高直径、ha 当り本数、幹材積、年平均生長量の順で松前経営区は 7.9 m, 11.0 cm, 2,117 本, 103 m³, 5.15 m³であり、江差事業区は 9.9 m, 13.4 cm, 2,041 本, 233 m³, 11.7 m³となる。これに対してすでに述べたごとく、樹高・幹材積等を勘案すると北海道大学桧山地方演習林のスギ人工林の成績は松前経営区より優れており、江差営林署より若干劣る程度である。

気候・環境条件・技術的歴史的背景の異なる地域と比較するため表一 10 の北海道大学和歌山地方演習林、表一 8 の青森・岩手・宮城県のスギ人工林について見る。

北海道大学和歌山地方演習林の林分調査地²⁸⁾の平均林齢 20 年、平均樹高 9.2 m、平均胸高直径 12.1 cm、ha 当り本数 3,196 本、材積 168 m³、平均生長量 8.5 m³である。これはすでに述べた北海道大学桧山地方演習林と比較して、北海道大学和歌山地方演習林は胸高直径、ha 当り材積、平均生長量で約 20 %少ないが、樹高はほぼ等しく、ha 当り本数では逆に 37 %多い。

北海道大学和歌山地方演習林のスギ人工林の標高は 380~785 m、気候は年平均気温約 15 度、年降水量 3,760 mm であって、同じ順序で 120~190 m、約 9 度、1,300 mm の北海道大学桧山地方演習林とくらべて気候条件としてはスギの生育に適していると思われるが、生長量と ha 当り本数の差は永い伝統と技術によって心持無節柱用材生産に独自の市場を確立した和歌山県古座川流域の施業法による結果であり、生長量だけで比較することは出来ない^{27,87)}。

さらに北海道大学桧山地方演習林と東北の 3 県について表一 8 にしたがって地位級を用いて比較すると、北海道大学桧山地方演習林、林齢 20 年の人工林の地位は青森県津軽地方の IV 等地、同県南部・下北地方の V 等地、岩手県の II 等地より若干低く、宮城県 I 等地より若干高いといえよう^{2,46,68)}。この他有名林業地⁹²⁾との比較についてはここでは述べない。

樹幹析解：北海道大学桧山地方演習林ではスギはおよそ全林にわたって植栽されている

表一 11 スギ樹幹析解木の概況と周囲林分の構造
Table 11. Properties of *C. japonica* trees used for stem analysis, and their circumstances

木樹の幹析番号	位 置	標 高	傾 斜	方 位	調 査 面 積	樹 高			胸高直径		ha 当 り		植 栽 年	調 査 年	樹 調 査 時 齢	樹 高	胸 高 直 径	枝 下 高	樹 冠 幅	枝 業		
						最 小	最 大	平 均	最 小	最 大	平 均	本 数								材 積	全 生 重 量	年 平 均 生 重 量
						m	m	m	cm	cm	cm	本								m ³	kg	kg
1	林班 4	100	12	E	1,000	4~13	10.0	6~22	15.0	2,410	249	1960	1985	29	12.9	32.2	6.0	3.0	95	3.3		
2	6	105	9	N70E	500	13~15	14.2	9~25	17.1	1,880	321	1958	"	31	14.3	29.6	5.2	4.0	146	4.7		

注：植栽は 3 年生苗を用いて 6 月におこない、調査は 10 月におこなった。

が、4・6林班より代表的なスギ造林木を選び樹幹析解を行なった。樹幹析解木（以下析解木）の樹齢・樹高・胸高直径・全枝葉の生重量等、さらに周囲の林分構造を表-11に示した。

析解木は北海道大学松山地方演習林でも標高が比較的 low、一部を除いて傾斜のゆるい東斜面より選ばれた。4・6林班は1958年（昭和33）、1960年（昭和35）植栽の29・31年生林分で、1956年（昭和31）開設の当林では古い林分である（樹齢には苗齢をも含む）。

析解木1の林分は林分調査地3に近く、周囲の林分は平均樹高10.0m、ha当り材積249m³である。析解木2の林分は平均樹高14.2m、ha当り材積321m³と他の林分に比較して優れた林分である。析解木は枝打ちされているので正確には比較出来ないが、全枝葉の生重量は析解木1、2の順で95kg、146kgであり、これを樹齢で除した年平均枝葉の生重量は、析解木1が3.3kg、析解木2が4.7kgである。ちなみに枝打ちは全林のスギについて、一定の作業法に従って地上3~4mまで行われている。各析解木の生長計算表は表-12、-13、樹幹析解図は図-3、-4に示す。析解木1と2の距離は70mで、両者の周囲の林分は類似している。

樹高・胸高直径等各形質の生長率は一つの例外を除いて齢階が大きくなるにしたがい低下しているが、低下の度合は一様でなく、各析解木ごと、齢階ごとにかかなりの差異がみられる。いま表-12、-13の樹高についてみると、5年から25年までは析解木1は析解木2よりも大きい、29年では順位が変って析解木2の方が析解木1よりも大きくなっている。しかし29年の

表-12 スギ樹幹析解木(1)の生長計算表
Table 12. Stem analysis of *C. japonica* trees (1)

齢階 (年)	樹 高					材 積				
	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率
	m				(%)	m ³				(%)
5	0.30	0.30	0.06	0.06	—	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	—
10	2.50	2.20	0.44	0.25	52.82	0.0019	0.0019	0.0004	0.0002	—
15	5.30	2.80	0.56	0.35	16.22	0.0231	0.0212	0.0042	0.0015	64.81
20	8.63	3.33	0.67	0.43	10.25	0.1003	0.0772	0.0154	0.0050	34.14
25	12.30	3.67	0.73	0.49	7.35	0.2418	0.1415	0.0283	0.0097	19.25
29	12.90	0.60	0.15	0.44	1.20	0.4006	0.1588	0.0397	0.0138	13.45

齢階 (年)	胸 高 直 径					胸 高 断 面 積				
	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率
	cm				(%)	m ²				(%)
10	2.65	2.65	0.53	0.27	—	0.0006	0.0006	0.0001	0.0001	—
15	9.74	7.09	1.42	0.65	29.74	0.0075	0.0069	0.0014	0.0005	65.73
20	18.67	8.93	1.79	0.93	13.90	0.0274	0.0199	0.0040	0.0014	29.58
25	26.26	7.59	1.52	1.05	7.06	0.0542	0.0268	0.0054	0.0022	14.62
29	31.05	4.79	1.20	1.07	4.28	0.0757	0.0215	0.0054	0.0026	8.71

表-13 スギ樹幹析解木(2)の生長計算表
 Table 13. Stem analysis of *C. japonica* trees (2)

齡 階 (年)	樹 高					材 積				
	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率
	m				(%)	m ³				(%)
5	0.17	0.17	0.03	0.03	—	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	—
10	0.80	0.63	0.13	0.08	36.31	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	—
15	4.30	3.50	0.70	0.29	39.98	0.0100	0.0099	0.0020	0.0007	151.00
20	7.97	3.67	0.73	0.40	13.14	0.0683	0.0583	0.0117	0.0034	46.86
25	11.30	3.33	0.67	0.45	7.23	0.1934	0.1251	0.0250	0.0077	23.15
30	13.80	2.50	0.50	0.46	4.08	0.3763	0.1829	0.0366	0.0125	14.24
31	14.30	0.50	0.50	0.46	3.62	0.4215	0.0452	0.0452	0.0136	12.01

齡 階 (年)	胸 高 直 径					胸 高 断 面 積				
	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率
	cm				(%)	m ²				(%)
15	6.24	6.24	1.25	0.42	—	0.0031	0.0031	0.0006	0.0002	—
20	15.31	9.07	1.81	0.77	19.67	0.0184	0.0153	0.0031	0.0009	42.79
25	22.06	6.75	1.35	0.88	7.58	0.0382	0.0198	0.0040	0.0015	15.73
30	27.38	5.32	1.06	0.91	4.42	0.0589	0.0207	0.0041	0.0020	9.05
31	28.46	1.08	1.08	0.92	3.94	0.0636	0.0005	0.0005	0.0021	7.98

表-14 寺崎式樹型級
 Table 14. Tree forms classified by Terasaki

- I 優勢木：林冠の主要構成要素で、上層林冠を構成するもの。
- 第1級木：樹冠の発達が隣接木に妨げられることなく、そのひろがりがかたよっていないで、かつ幹形に欠点のないもの。
- 第2級木：樹冠の発達が隣接木に妨げられ、その成長がかたよるか、もしくは幹形の悪いもの。
- 樹冠の発達が過度、もしくは樹冠の位置が上方で偏平に発達しているもの(あばれ木)。
 - 樹冠の発達が弱すぎ、幹が細長なもの。
 - 隣接木にはさまれて、その側圧のため成長がかたよっているもの。
 - 幹形が悪く、はなはだしく曲ったもの。ふたまたになったもの。
 - 被害木。病木。
- II 劣勢木：林冠の主要構成要素でなく、下層林冠を構成するもの。
- 第3級木：すでに成長が悪くなり、育ち遅れとなっているが、まだ被圧されていないもの。
- 第4級木：被圧状態にあるが、まだ生活をつづけているもの。
- 第5級木：枯れかけている木。枯死木。倒れた木。

胸高直径は析解木1の方が大きいため、材積では析解木1の方が析解木2よりも大きい。順位の変化は析解木1と2の樹高のみで、他の形質にはみられない。このことから同じような環境条件のところにある解析木は初期(5, 10年)に決まった各形質の大きさの順位は27年生になっても変動しないと云えよう。これは樹幹析解は周囲の林分を代表する優勢木を選び、析解木は北海道のスギの地位1等地に属し³⁶⁾、勢力大で、なんら障害をうけることなく十分に生長して

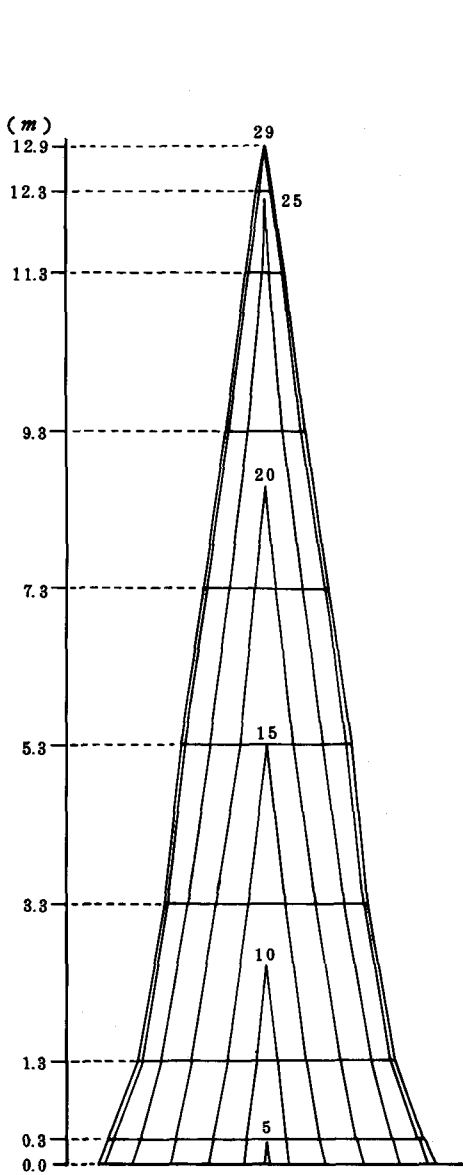


図-3 スギ樹幹析解木1の樹幹析解図

Fig. 3. Diagram of stem analysis of *C. japonica* (1).

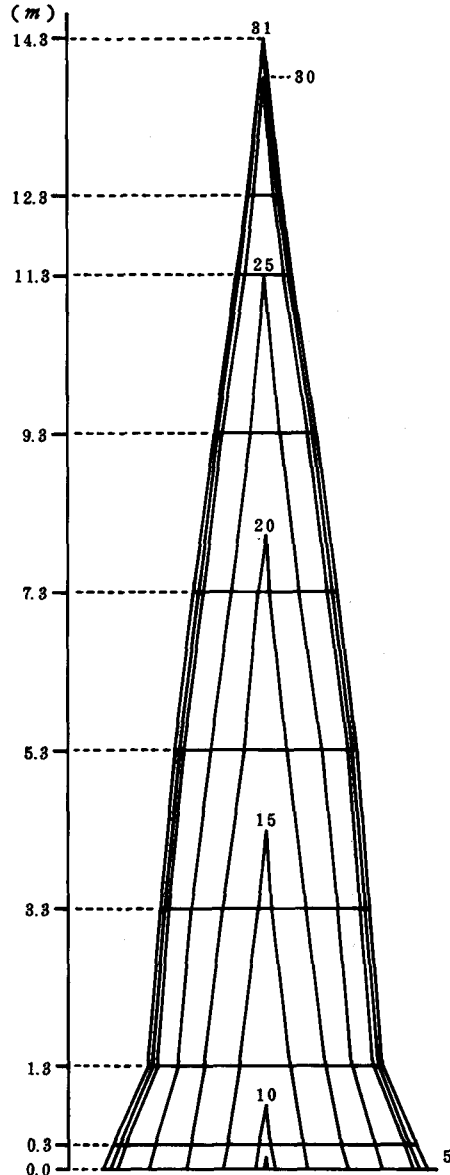


図-4 スギ樹幹析解木2の樹幹析解図

Fig. 4. Diagram of stem analysis of *C. japonica* (2).

表-15 スギ調査地幹級構成
Table 15. Stem class examined at the sites of *C. japonica* plantation

林分 調査地 幹級	スギ											トドマツ(1)			トドマツ(2)		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均	1	2	平均	1	2	平均
I	本 % 800(29)	本 % 670(28)	本 % 740(31)	本 % 550(22)	本 % 410(18)	本 % 810(32)	本 % 534(28)	本 % 133(7)	本 % 311(7)	本 % 622(28)	本 % 558(25)	本 % 806(30)	本 % 789(24)	本 % 797(27)	本 % 965(28)	本 % 1,079(35)	本 % 1,022(31)
II a	50(2)	20(1)	10(0)	30(1)	30(1)	20(1)	44(2)	222(11)	89(5)	22(1)	54(2)	242(9)	53(2)	147(5)	89(3)	44(1)	67(2)
b	160(6)	100(4)	50(2)	330(13)	310(14)	360(14)	155(8)	133(7)	244(13)	400(18)	224(10)	806(30)	1,368(42)	1,087(37)	175(5)	87(3)	131(4)
c	20(1)	50(2)	70(3)	0(0)	10(0)	0(0)	67(4)	578(29)	22(1)	0(0)	82(4)	81(3)	26(1)	54(2)	264(8)	389(12)	326(10)
d	810(29)	490(21)	580(24)	530(21)	680(30)	710(28)	867(46)	756(37)	778(43)	800(37)	699(31)	242(9)	237(7)	240(8)	44(1)	0(0)	22(1)
e	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	44(2)	0(0)	22(1)	22(1)	9(0)	27(1)	53(2)	40(1)	0(0)	0(0)	0(0)
III	850(31)	890(38)	840(35)	690(28)	380(17)	330(13)	200(10)	178(9)	89(5)	178(8)	463(20)	457(18)	737(22)	597(20)	1,622(48)	1,251(40)	1,436(44)
IV	70(2)	140(6)	120(5)	360(14)	210(9)	130(5)	0(0)	0(0)	267(15)	156(7)	145(6)	0	0	0(0)	219(6)	174(6)	197(6)
V	0(0)	0(0)	0(0)	30(1)	240(11)	190(7)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	46(2)	0	0	0(0)	44(1)	87(3)	66(2)
計	2,760(100)	2,360(100)	2,410(100)	2,520(100)	2,270(100)	2,550(100)	1,911(100)	2,000(100)	1,822(100)	2,200(100)	2,280(100)	2,661(100)	3,263(100)	2,962(100)	3,422(100)	3,111(100)	3,267(100)

注：本数は ha 換算されたものである。

トドマツ(1)は北海道大学松山地方演習林4林班29年生林分で調査した。

トドマツ(2)は北海道大学苫小牧演習林31年生林分で、大金永治：植栽木における収穫試験の構想と課題、日林北支講17, 30p, 1968より引用。

いるので、本来持っている能力の順位であろう。

曲りについては林分調査地 1~10 の供試木を表-14 の寺崎式樹型級 (幹級)⁹¹⁾により区分し、これを ha 当りに換算して表-15 に示す。別にトドマツの林分調査地を 4 林班に設定し、その調査結果及び大金⁹²⁾による北海道大学苫小牧地方演習林のトドマツ造林地の調査結果を表-15 に示した。表-15 によりスギ調査地の幹級構成はそれぞれ変化はあるが、平均値をみると I 級木 25 %、II 級木の d が 31 %、III 級木が 20 % で全体の 76 % を占めている。なかんずく II 級木 d では特に曲ったものが多いのがスギの特徴である。北海道大学桧山地方演習林のトドマツ(1)では平均値で I 級木 27 %、II 級木 b 37 %、III 級木 20 % で全体の 84 % を占め、II 級木 b では特に細いものが多いがこのトドマツ林の特徴である。北海道大学苫小牧地方演習林のトドマツ(2)では I 級木 31 %、II 級木 c が 10 %、III 級木が 44 % で全体の 85 % を占めている。両トドマツ林の II 級木 d は 8 %、1 % と少なく、このことからスギはトドマツに比較して曲りが多い。

スギの樹幹が曲る原因には遺伝的な内部的因子と環境条件のような外部的因子が考えられる。特に外部的因子としては根元曲りに見られる幼齢期の雪圧による根元曲りがそのまま残っているものと^{96,110)}、冠雪害による幹曲りとがある。幹曲りは主として湿雪による冠雪害で⁵¹⁾、かなり高い樹齢になっても見られ、冠雪害によって弓状に曲げられた幹が秋まで直立しない場合、曲った状態で秋材を形成し、翌春新梢が直立して伸長するため、幹曲りとなる場合が北海道大学桧山地方演習林のスギ林で多く見られた。樹形・葉の形状・着生方法等によりスギにくらべてトドマツは冠雪害を受けにくく、また冠雪害を受けても翌春までには幹が直立して回復する場合がスギに比較して多いことが観察される。この通直性が強いという性質はトドマツの

表-16 小面積皆伐区試験地概況

Table 16. Outlines of experimental plots clearly cut at small areas

伐区No	林班	実行 年度	区域 面積 (ha)	伐区 個数	伐区平 均面積 (ha)	伐区 設定 率(%)	伐区立 木材積 (m ³)	択伐 面積 (ha)	択伐立 木材積 (m ³)	択伐 率 (%)	新植 時期	新 樹	植 種	1ha当 り植付 本数
1~8	168	昭37	31	8	1.00	26	1,774	23	1,093	67	昭40 5~6	ス	ギ	4,000
11~14	169	39	13	4	1.00	31	937	9	871	41	40.5	トドマツ		3,000
15~20	169	38	26	6	1.00	23	969	20	225	7	41.5	トドマツ		3,000
21~27	169	40	48	7	1.00	15	1,707	41	2,913	29	41.5	ス	ギ	3,000
31~36	169	42	36	6	1.53	26	2,290	11	439	16	45	ス	ギ	4,000
41~43	169	43	36	5	0.77	11	992	28	1,052	15	46	ス	ギ	3,000
計			190		(1.06)	(20)	7,700	132	6,593	(24)				

注) 計()は平均, No20は昭44年スギ新植

谷口信一, 大金永治: 松前林務署管内上ノ国試験林における小面積皆伐施業の調査・研究に関する報告, 6, 北海道, 札幌, 1978より引用。

持つ種の生理学的特性であると考えられるが、総体的にトドマツに比較してスギの樹幹に曲りが多い結果になっている。

1956年(昭和31)北海道大学が課題「ブナ林経営に関する研究」で北海道有林より研究委託を受けたが、この研究の一環として北海道大学農学部森林経理学教室は1962年(昭和37)「上ノ国試験林における小面積皆伐作業の研究(ブナ林の小規模施業)」の課題をもうけて試験地を設定した。

小面積皆伐作業は天然林中に小面積の皆伐区を設定し、更新を期待するもので、皆伐作業の一種であり、伐区の大きさは更新(保育・保護を含む)技術と伐採(集材・山元運搬、運材を含む)技術との相互関係によって決定されるものである。伐区にはスギとトドマツを植栽して更新を計り、大金⁸²⁾、谷口・大金¹⁰²⁾の詳細な報告とこれと関連した大金⁸⁰⁾の報告があるが、ここでは植栽されたスギの生長等について論じたい。

試験地は北海道大学桧山地方演習林に隣接せる北海道松前経営区168, 169林班、通称委託林の一部にあってその概況は表-16の通りである。試験地は平均1.0haでスギの新植は1965~1971年(昭和40~46)におこなわれた。造林地の保育は1~5年生2回、7~8年生1回の下刈と若干の殺鼠剤の撒布、雪害除去のための部分的な枝打ちを実施してきた。成績調査を1965年(昭和40)と1975年(昭和50)に行ない、後者の結果を表-17, 表-18に示す。

試験地20~27はネズミ、ウサギ、雪害等の被害が多く、当然ながら生長は悪くなり、地位はIII, IV等である。標高と地位の関係を見ると試験地1~8では標高の高い尾根沿いの試験地1, 2はIII等地、標高の低い沢沿いの試験地7, 8はII等地と、標高の高・低と地位級に一定の傾向がみられるが、他の試験地では林齢が5, 6年生とまだ若いためか、一定の傾向を示していない。

北海道大学桧山地方演習林と松前経営区168, 169林班のスギの樹高生長を表-19に示す。北海道大学桧山地方演習林のスギの造林地の標高は平均148m, 平均林齢20年で年平均樹高生

表-17 1975年(昭和50)のスギの成績調査
Table 17. Results of growth of *C. japonica* plantations examined in 1975

伐区No.	樹種	樹齢	調査本数計	原植本数	現存本数	樹高	被害本数計	伐区面積	備考
1~8	スギ	11	679	4,000	$\frac{2,820}{2,100\sim3,770}$	$\frac{3.9m}{1.3\sim6.3}$	33 (5%)	1.0ha	原植本数と現存本数はha当りの本数
20~27	スギ	10	533	3,000	$\frac{2,210}{1,630\sim2,530}$	$\frac{3.1}{1.3\sim5.7}$	92 (17)	$\frac{1.0}{0.5\sim1.5}$	
31~36	スギ	6	376	4,000	$\frac{2,090}{1,870\sim2,530}$	$\frac{2.4}{1.3\sim4.2}$	23 (6)	$\frac{1.5}{0.3\sim3.2}$	
41~43	スギ	5	207	3,000	$\frac{2,300}{2,170\sim2,500}$	$\frac{2.1}{1.3\sim3.4}$	7 (3)	$\frac{1.01}{0.32\sim1.76}$	

注：表-16注と同じく、18~21pより引用。

表-18 スギ試験地(伐区)の地況・林況
Table 18. Land and forest descriptions in *C. japonica*-experimental plots

伐区 No	面積	植本 裁数	方位	傾斜	関係的位置	標高	主な被害	樹高	地位	その他	
1	1.0	4,000	SSW	中~急	山腹中部	300~340	ネズミ 雪害	3.2	III	スギ	
2	"	"	SW	中	" 上部	310~350		3.7	III	"	
3	"	"	SE	緩一部急	" "	340~370		4.2	II	"	
4	"	"	S	" "	" 中部	300~320		3.8	III	"	
5	"	"	SW	急	" "	280~320		2.9	III	"	
6	"	"	E	中~急	" "	250~270		4.0	III	"	
7	"	"	SE	緩	" "	270~280		4.5	II	"	
8	"	"	SE	緩~中	" 下部	205~230		4.2	II	"	
20	1.0	3,000	NE	緩~中	沢 沿 い	185~200	ネズミ・ウサギ	3.3	III	スギ	
21	0.5	"	SW	" "	沢に近い山腹	230		3.4	III	"	
22	1.0	"	"	急	山 腹	240~285		2.9	III	"	
23	"	"	NW	中	" "	290~320		2.2	IV	"	
24	1.5	"	W	"	" "	330~340		被圧	2.4	IV	"
25	1.0	"	NW	"	" "	330~340		被圧	3.0	III	"
26	0.5	"	N	緩~中	沢 沿 い	310~320		ネズミ	3.5	III	"
27	1.5	"	"	" "	山 腹	355~385	雪害	3.3	III	"	
31	1.0	4,000	NE	中一部急	山 腹	300~330		2.0	II	スギ	
32	0.3	"	N	緩~中	沢 沿 い	305~325		1.9	II	"	
33	0.7	"	SE	緩	山 腹	335		3.0	I	"	
34	2.2	"	N	"	" "	340~380		2.1	II	"	
35	3.2	"	NE~SE	"	沢 沿 い	320~350		2.5	I	"	
36	1.8	"	NW	緩~急	" "	320~355		2.3	II	"	
41	0.32	3,000	E	緩~急	山 腹	220		1.8	II	スギ	
42	1.76	"	NE	緩	" "	250~300		1.7	II	"	
43	0.96	"	E	緩	" "	320~330		2.0	I	"	

注：表-16注と同じく、22pより引用、調査年月は1975年(昭和50)11月である。

長は0.47mであるに対して、松前経営区168, 169林班のスギ造林地は標高平均296m, 平均林齢11年で年平均樹高生長0.35mであって、後者の年平均樹高生長は前者の74%である。

松前経営区168, 169林班は北海道大学桧山地方演習林より厚志内川の上流にあって、標高は高いが、この地域では標高が高いことはいろいろな気象害を受けやすく、環境条件の悪化とともに、樹木の生長にとって負の要因となる。ここではha当り材積等について論じないが、樹高生長では北海道大学桧山地方演習林のスギは松前経営区168, 169林班のスギよりも生長は良い。これは、地形的に北海道大学桧山地方演習林のスギ造林地が標高の低い沢筋にあって、松

表一19 北海道大学桧山地方演習林と松前経区168, 169林班のスキの生長
 Table 19. Growths of *C. japonica* plantations in Hiyama Exp. For. and Matsumae Pref. For.

北海道大学桧山地方演習林					松前経営区168, 169林班				
調査地	標高	調査時 林 齢	樹 高	年 平 均 樹高生長	試 験 地	標 高	調査時 林 齢	樹 高	年 平 均 樹高生長
	m	年	m	m		m	年	m	m
1	105	24	9.0	0.38	1	300~340	11	3.2	0.29
2	"	24	9.0	0.38	2	310~350	"	3.7	0.34
3	"	24	10.0	0.42	3	340~370	"	4.2	0.38
4	"	24	9.0	0.38	4	300~320	"	3.8	0.35
5	190	16	7.0	0.44	5	280~320	"	2.9	0.26
6	"	16	6.0	0.38	6	250~270	"	4.0	0.36
7	170	18	11.0	0.61	7	270~280	"	4.5	0.41
8	"	19	13.0	0.68	8	205~230	"	4.2	0.38
9	"	20	9.0	0.45					
10	"	18	11.0	0.61					
平均	148	20	9.4	0.47	平均	296	11	3.8	0.35

前経営区168, 169林班のスキ造林地が標高の高い、山腹の中・上部にあることに起因すると考える。

北海道大学桧山地方演習林のスキ造林地は北海道のスキ造林地の地位I等地に相当し、造林木の生長は松前林務署よりも優れ、江差営林署に匹敵する成績を示している。それは林齢20年でha当り213m³、年平均生長量10.66m³である。造林地の土壌が適潤性褐色森林土であることを考えあわせると、北海道大学桧山地方演習林の風当りの少ない沢筋にある現存のスキ造林地はスキの生育に適した場所であると考えられる。

2) カラマツ (*Larix Kaempferi* LAMBERT)

(1) カラマツ造林の歴史

カラマツが道南に植栽された歴史は古く、1781年(元明元)の松前誌に「富士松、富士山麓に多くあり、信州にも多し、一名落葉松と云う」と記録²⁰⁾され、観賞用に植栽されたい。事業的規模での植栽は明治10年代から始まったが、1893年(明治26)道庁苗圃設定以後急速にカラマツ造林が進み、特に手稲連山に軽川造林株式会社による大規模カラマツ造林がおこなわれるなど、明治末年にはカラマツ造林地が全道で12万haに達する発展ぶり²⁶⁾で、桧山管内にも苗畑が作られ、カラマツ造林の一つの中心であった。現在桧山支庁管内では12齢級3haと記録されているのが一番古いカラマツ造林地である³³⁾。

カラマツは土地があまり肥沃でなくても生長が良く、寒冷地に適している等の特性をもっているが、道南にカラマツが適しているかどうかということは各種統計資料、収穫表、この調

査の結果をも含めて、十分討議せねばならないことであり、北海道大学桧山地方演習林を含めて隣接する地域で造林木としてのカラマツの生長について検討することも重要なことである。

(2) 生長量の比較

北海道大学桧山地方演習林の調査地の位置は図-5、調査地の概況、林分構造等を表-20、-21に示す。この他隣接した北海道松前林務署、函館営林支局江差営林署についても、それぞれの管内の比較的成績の良いカラマツ造林地を選んで調査し、その結果を表-20、-21に示す。平均林齢、ha 当り本数、材積、年平均生長量の順で、各地域の平均値を述べると、北海道大学桧山地方演習林 25 年生、1,298 本、232 m³、9.70 m³で、松前林務署 23 年生、1,442 本、170 m³、7.41 m³、江差営林署 26 年生、1,151 本、229 m³、8.76 m³であって、北海道大学桧山地方演習林は ha 当り年平均生長量 9.70 m³と隣接した地域より多い。

表-21は調査地1~12の林分構造と地位を示したものである。地位については北海道のカラマツ林収穫表³⁶⁾を参考に、樹高を主とし他と勘案して各調査地の地位を判定した。さらに対比させるため、北海道国有林、北海道民有林等を対象とした収穫表を表-22に示す³⁶⁾。

カラマツ造林木の詳細な生長を調べるため、その林分を代表するカラマツ2本を選び、樹幹析解を行った。樹幹析解木の概況を表-23に示し、これらの生長計算表を表-24、-25に、樹幹析解図を図-6、-7に示す。

これらの資料から北海道大学桧山地方演習林のカラマツ林の生長状態について考察すると、つぎのとおりである。

- (1) 北海道国有林では地位 10
- (2) 北海道民有林ではIV等地の下
- (3) 拡大造林では I 等地の下
- (4) 北海道では III等地
- (5) 帯広地方では II等地

に相当する。

これらを総合的に判断すると北海道大学桧山地方演習林のカラマツ林はIII等地に相当する



図-5 カラマツ調査地及び樹幹析解木採取地の位置

Fig. 5. Location of the experimental plots of *Larix kaempferi*.

表一20 カラマツ調査地の概況
Table 20. Outlines of *Larix kaempferi* plantations examined

調査地	調査所	植栽年	調査月	の調査時 林齢	面調査 積	本調査 数	ha 当り		
							本数	材積	年平均 生長量
1	北大6林班	1961	1983. 9	23	350	41	1,171	401	17.43
2	"	"	"	"	390	47	1,205	366	15.91
3	2	1957	"	27	315	41	1,302	153	5.67
4	3	1958	"	26	300	54	1,800	135	5.19
5	2	1959	"	25	494	50	1,012	107	4.28
平均				25	370	47	1,298	232	9.70
6	松前177	1958	1981. 8	24	500	65	1,300	219	9.13
7	"	"	1980. 7	23	400	60	1,500	192	8.35
8	"	1960	"	21	"	61	1,525	100	4.76
平均				23	433	62	1,442	170	7.41
9	江差277	1957	1983. 12	27	666	100	1,502	331	12.26
10	347	"	"	"	1,429	"	700	160	5.93
11	43	"	"	26	833	"	1,200	279	10.73
12	"	1960	"	24	"	"	1,200	147	6.13
平均				26	940	100	1,151	229	8.76

注：北大→北海道大学松山地方演習林
松前→北海道松前林務署
江差→函館営林支局江差営林署

と考える。しかし表一21に示すとおり、各調査地の地位には差異が大きい。調査地はI等地の調査地1, 2とVII等地の調査地3~5に大別されるが、これは環境条件の差、特に地形の差によるものである。調査地1, 2は標高115mで、土壌の肥沃な沢の中にあつて風当たりも少ない。これに対して調査地4は標高150m、主林道切土面の上部の急斜面に位置し、調査地3, 5も標高140mの急斜面の中腹にあつて、両者とも斜面を吹き上げる東風を真正面に受ける、風当たりの強い場所に位置している。このことがI等地上とVII等地の地位の差に関係すると考える。表一20, 一21の松前林務署、江差営林署の林分構造等より両署の林齢25年生の林分構造を年平均生長量を用いて推定すると、樹高・胸高直径・ha当り本数、幹材積、年平均生長量の順で、松前林務署は13.4m, 15.4cm, 1,371本, 185m³, 8.05m³, 江差営林署は13.0m, 18.0cm, 1,195本, 20m³, 8.42m³となる。これを北海道大学松山地方演習林の林齢25年生の林分構造と比較すると、北海道大学松山地方演習林は両署に対して優れているといえる。

樹幹析解：カラマツ人工林内より代表的なカラマツを2本選び、樹幹析解を行った。樹幹

表-21 カラマツ調査地の林分構造と地位

Table 21. Stand structure and site class of *L. kaempferi* plantations examined

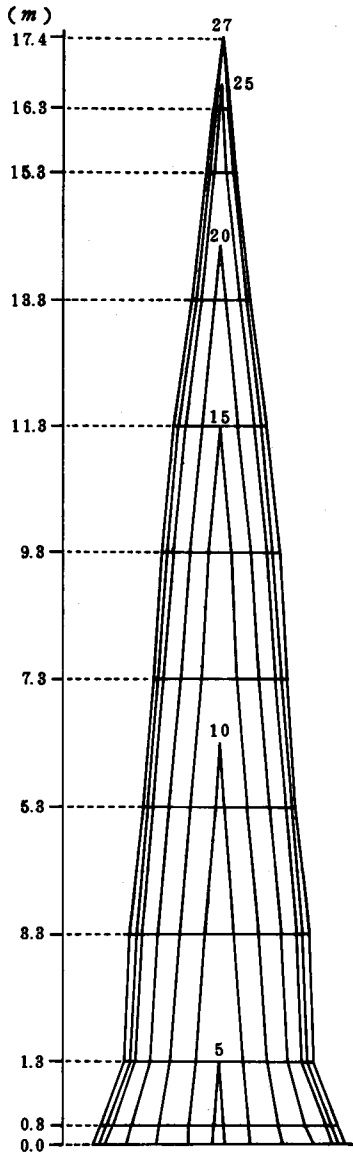
調査地	樹 高			胸 高 直 径			地 位
	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	
1	m 13.0~27.0	21.2±3.11	% 15	cm 14.0~35.0	cm 20.0±4.18	% 21	I 上
2	12.0~25.0	20.0±3.27	16	11.0~25.0	19.3±4.26	22	"
3	7.0~17.0	10.1±2.38	24	10.0~24.0	16.4±3.30	20	VII上
4	6.0~13.0	9.8±1.73	18	5.0~18.0	12.9±3.56	28	VII
5	6.0~13.0	9.7±1.52	16	8.0~23.0	15.8±3.90	25	VII
平均	8.8~19.0	14.2±2.56	18	9.6~25.0	16.9±3.89	23	
6	8.0~19.0	13.6±2.69	20	8.0~26.0	16.3±4.64	28	IV
7	7.0~16.0	13.0±2.29	18	6.0~24.0	14.7±4.39	30	IV
8	7.0~14.0	10.4±1.91	18	6.0~20.0	11.6±3.12	27	V下
平均	7.3~16.3	12.3±2.34	19	6.7~23.3	14.2±3.98	28	
9	10.0~20.0	16.5±1.80	11	10.0~26.0	18.1±3.92	22	III
10	6.0~17.0	13.8±2.00	14	10.0~32.0	20.1±4.57	23	V
11	7.0~17.0	13.2±2.30	17	10.0~36.0	20.1±5.39	27	V
12	5.0~16.0	10.5±2.33	22	10.0~24.0	16.4±3.49	21	VI
平均	7.0~17.5	13.5±2.16	16	10.0~24.0	18.7±4.30	23	

注：地位は北海道林業改良普及協会：北海道のカラマツ林収穫表，北海道主要造林樹種収穫表と成長量に関する資料第1編70~71p. 1976と比較して決める。

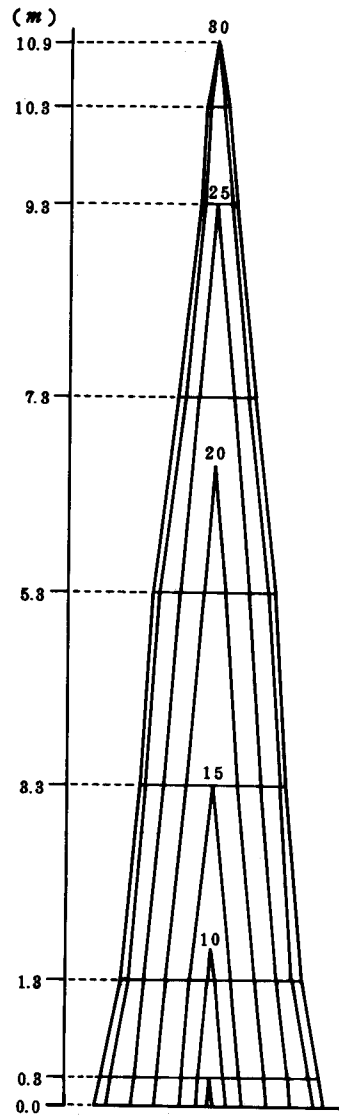
析解（以下析解木）の樹齡，樹高，胸高直径，全枝葉生重量等を表-23に示し，樹幹析解図を図-6，-7に示した。

析解木1は調査地1の中であって，斜面はほぼ平坦で，土壤は肥沃，風当りも少なく，環境条件の良い所である。これに対して析解木2は調査地4に隣接し，主林道切土面の上部の急斜面に位置し，風当りの強い所である。この環境の違いであろうか，析解木1，2の差異は大きい。いま全枝葉についてみると，地上3~4 mまで一様に枝打ちされているので正確には比較は出来ないが，全枝葉の生重量は析解木1が202 kg，析解木2は78 kgで，これを年平均生重量になおすと，前者は7.5 kg，後者は2.6 kgと両者の比は2.9：1である。

枝葉の着生量は同化量に関係して，樹木の生長に影響するので，表-24の年平均生長量を用いて析解木1を樹齡30年生に換算し，析解木1，2の順で各形質を比較すると，樹高19.3 m，10.9 m，胸高直径31.3 cm，16.8 cm，材積0.5471 m³，0.1136 m³となり，両者の比は樹高で1.8：1，胸高直径で1.9：1，材積で4.8：1と析解木1は析解木2より著しく大きい。



図一六 カラマツ樹幹析解木1の樹幹析解図
Fig. 6. Diagram of stem analysis of *L. kaempferi* (1).



図一七 カラマツ樹幹析解木2の樹幹析解図
Fig. 7. Diagram of stem analysis of *L. kaempferi* (2).

北海道大学桧山地方演習林のカラマツ造林地の生長は調査地全体として、近隣のカラマツ造林地よりも生長が良く、全道的にみてもⅠ～Ⅶ等の区分のうちⅢ等地と優れている方である。しかし個々の調査地をみると、その差は大きい。これは地形・樹冠の形状の観察等により、環境因子特に風による影響が大きいと考える。この調査の結果からカラマツは他の樹種に比較して、特に風の影響を受けやすいと考える。

表-22 林齢25年生カラマツ人工林林分材積
Table 22. Growing stock of various artificial *L. kaempferi* forests in 25 year age

収穫表名	地 位	中央木		ha 当 り			収穫表名	地 位	中央木		ha 当 り			
		樹高	胸高直径	本数	幹材積	年平均生長量			樹高	胸高直径	本数	幹材積	年平均生長量	
(1) 北海道 国 有 林	12	m	cm	本	m ³	m ³	(3) 拡大造林	特等	m	cm	本	m ³	m ³	
	11	17.9	19.1	945	219	8.76		I	17.9	19.3	680	171	6.84	
	10	16.5	18.1	1,015	202	8.08		II	15.8	17.8	739	142	5.68	
	9	15.1	17.1	1,090	184	7.36		III	13.8	16.4	803	115	4.60	
	8	13.6	15.9	1,160	166	6.64		(4) 北海道	I	11.8	15.0	880	92	3.68
	7	12.2	14.8	1,235	146	5.84			II	18.9	21.2	697	230	9.20
	6	10.8	13.7	1,300	126	5.04			III	17.3	19.6	762	197	7.88
	5	9.3	12.5	1,375	105	4.20			IV	15.7	17.9	840	165	6.60
	4	7.9	11.4	1,450	84	3.36			V	14.1	16.4	929	140	5.60
	3	6.5	10.2	1,515	60	2.40			VI	12.5	14.9	1,033	116	4.64
(2) 北海道 民 有 林	I	5.0	9.2	1,590	35	1.40	VI	10.9	13.5	1,157	94	3.76		
	II	19.1	21.4	710	239	9.56	VII	9.3	12.1	1,313	74	2.96		
	III	17.8	20.6	751	219	8.76	(5) 帯広地方	I	16.6	20.6	736	180	7.20	
	IV	16.3	19.3	818	194	7.76		II	14.2	16.6	918	143	5.72	
	V	14.7	18.0	899	169	6.76		III	11.8	12.6	1,100	118	4.72	
	VI	13.1	16.5	1,017	144	5.76								
	VI	11.5	14.8	1,181	119	4.76								

注：北海道林業改良普及協会

- (1) 北海道国有林のカラマツ林収穫表
北海道主要造林樹種収穫表と成長量に関する資料 第1編 67p. 1976
- (2) 北海道民有林のカラマツ林収穫表 同68p. 1976
- (3) 拡大造林のカラマツ林収穫予想表 同69p. 1976
- (4) 北海道のカラマツ林収穫表 同70p. 1976
- (5) 帯広地方のカラマツ林収穫予想表 同72p. 1976
より林齢25年を引用した。

表-23 カラマツ樹幹析解木の概況
Table 23. Properties of *L. Kaempferi* trees used for stem analysis, and their circumstances

樹幹析解木の番号	位 置	標 高	傾 斜	方 位	植 栽 年	調 査 年	の調 査 樹 齢時	樹 高	胸 高 直径	枝 下 高	樹 冠 幅	枝 葉		周 囲 の 林 分
												全 生 重量	年 平均 生重量	
1	林班 6	m 115	度 13	E	1961	1985	年 27	m 17.4	cm 28.2	m 4.9	m 5.3	kg 202	kg 7.5	調査地 1
2	3	150	36	S70E	1958	1985	30	10.9	16.8	4.6	7.1	78	2.6	調査地 2

注：植栽は2年生苗を用いて5月におこない、調査は10月におこなった。

表-24 カラマツ樹幹析解木(1)の生長計算表
Table 24. Stem analysis of *L. kaempferi* trees(1)

齡 階 (年)	樹 高					材 積				
	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率
	m				(%)	m ³				(%)
5	1.30	1.30	0.26	0.26	—	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	—
10	6.30	5.00	1.00	0.63	37.12	0.0148	0.0148	0.0030	0.0015	—
15	11.30	5.00	1.00	0.75	12.40	0.0895	0.0747	0.0149	0.0060	43.33
20	14.10	2.80	0.56	0.71	4.53	0.2355	0.1460	0.0292	0.0118	21.35
25	16.67	2.57	0.51	0.67	3.41	0.4129	0.1774	0.0355	0.0165	11.89
27	17.40	0.73	0.37	0.64	2.17	0.4925	0.0796	0.0398	0.0182	9.21

齡 階 (年)	胸 高 直 径					胸 高 断 面 積				
	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率
	cm				(%)	m ²				(%)
10	7.48	7.48	1.50	0.75	—	0.0044	0.0044	0.0009	0.0004	—
15	15.38	7.90	1.58	1.03	15.51	0.0186	0.0142	0.0028	0.0012	33.42
20	21.74	6.36	1.27	1.09	7.17	0.0371	0.0185	0.0037	0.0019	14.81
25	26.47	4.73	0.95	1.06	4.02	0.0550	0.0179	0.0036	0.0022	8.20
27	28.15	1.68	0.84	1.04	3.12	0.0622	0.0072	0.0036	0.0023	6.34

表-25 カラマツ樹幹析解木(2)の生長計算表
Table 25. Stem analysis of *L. kaempferi* trees(2)

齡 階 (年)	樹 高					材 積				
	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率
	m				(%)	m ³				(%)
5	0.30	0.30	0.06	0.06	—	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	—
10	1.63	1.33	0.27	0.16	40.29	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	—
15	3.30	1.67	0.33	0.22	15.15	0.0039	0.0037	0.0007	0.0003	81.14
20	6.63	3.33	0.67	0.33	14.98	0.0209	0.0170	0.0034	0.0010	39.91
25	9.30	2.67	0.53	0.37	7.01	0.0604	0.0395	0.0079	0.0024	23.65
30	10.90	1.60	0.32	0.36	3.23	0.1136	0.0532	0.0106	0.0038	13.47

齡 階 (年)	胸 高 直 径					胸 高 断 面 積				
	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率
	cm				(%)	m ²				(%)
10	0.61	0.61	0.12	0.06	—	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	—
15	4.28	3.67	0.73	0.29	47.65	0.0014	0.0014	0.0003	0.0001	—
20	9.10	4.82	0.96	0.46	16.29	0.0065	0.0051	0.0010	0.0003	35.94
25	13.49	4.39	0.88	0.54	8.20	0.0143	0.0078	0.0016	0.0006	15.10
30	16.80	3.31	0.66	0.56	4.49	0.0222	0.0079	0.0016	0.0007	9.20

1985年(昭和60) 松山支庁管内の民有林カラマツ造林地のI 齢級わずか5 haであることが示すごとく³³⁾, 材価の低迷, 販路の狭隘さもさることながら, カラマツの造林適地が少なくなったことも造林面積の減少の大きな要因であろう。渡島半島特に松山支庁管内は日本海からの季節風をうけて, 風が強いのが特長であり, 道央・道北にくらべて造林地はさらに限定され, 今後カラマツ造林地の増加を期待することはむずかしい。

北海道大学松山地方演習林では林齢25年で, 平均樹高14.2 m, 平均胸高直径16.9 cm, ha 当り材積232 m³, ha 当り年平均生長量9.70 m³が期待され, スギの林齢20年, ha 当り年平均生長量10.66 m³, トドマツの林齢21年, ha 当り年平均5.79 m³と比較すると, カラマツはスギとトドマツの中間の生長を示すことになる。

しかし風当りの少ない沢地を選べば林齢25年でha 当り材積401 m³, 年平均生長量17.43 m³と平均値の1.8倍の生長も可能である。

この章では導入樹種であるスギとカラマツの生長について述べたが, 両樹種とも環境条件に影響されやすく, 松山地方は風が強いいため, 風による影響を受けやすい。特にスギは経済性を考慮した場合の北限であり, 両樹種とも風当りの少ない沢筋等を選んで造林すると, 良く生長するが, 環境条件の悪い標高の高い所や風衝地では生長が著しく減少する。

第4章 郷土樹種の造林

1) トドマツ (*Abies sachalinensis* MASTERS)

(1) 分布と造林の歴史

トドマツの天然分布の南限は北海道松前林務署管内大沢にあり, また江差営林署江差事業区36-40林班はアオトドマツとヒノキアスナロの混生した林が天然記念物に指定されている。これをはじめ渡島・松山支庁管内にもトドマツ天然林は存在するが, しかし道央, 道北のような大きな面積の純林は少なく, 森林面積の78%を占めるブナ等広葉樹の中に小面積で点在しているのが現状である。

北海道におけるトドマツの造林の歴史は比較的新しく, 渡島・松山支庁管内にも古い造林地は少ない。しかし近年は造林不成績地例えば風衝地, 3代目造林地などスギ造林適地の減少, 先枯病, 特に風の強い日本海岸でのカラマツ造林の不成績などの理由から, これらの樹種に代ってトドマツの造林が盛んになった。松山管内民有林の樹種別・齢級別・造林地面積をみると, 1984年(昭和59) 現在のカラマツはVI 齢級1,728 haを最大に, I 齢級はわずか5 haであるのに対して, トドマツVI 齢級252 ha, II 齢級2,376 ha, I 齢級2,630 ha³³⁾であることが, この辺の事情を良くものがたっている。今後造林環境がますます悪化し, 道南では適応性の大きいトドマツの造林が盛んになる傾向があるとき, 松山支庁管内でどの程度の生産が期待出来るか, 北海道大学松山地方演習林とその周辺のトドマツ人工林を調査し, さらに道央・道北のものと

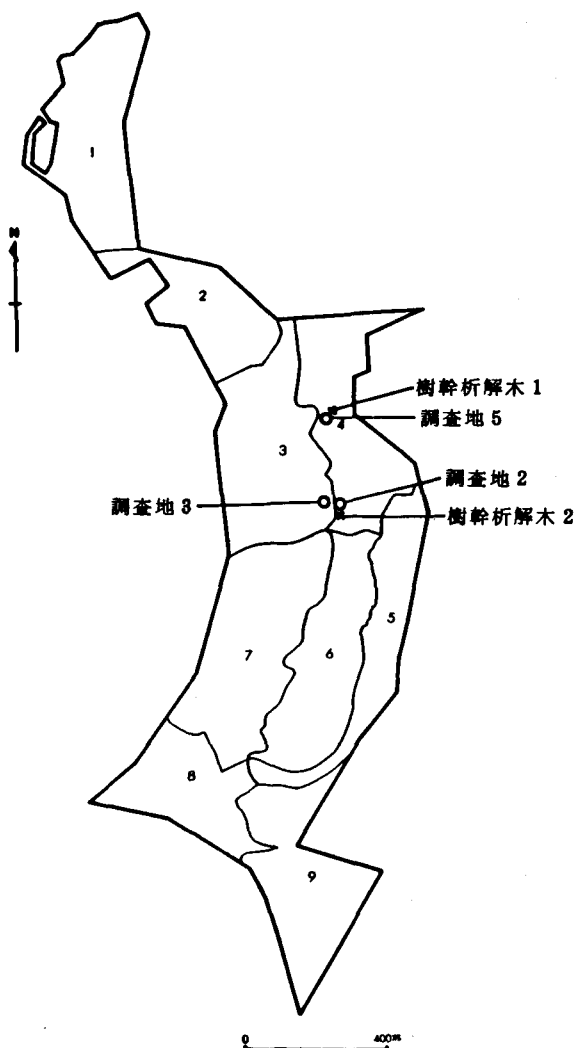


図-8 トドマツ調査地及び樹幹析解木採取地の位置
Fig. 8. Location of the experimental plots of *Abies sachalinensis*.

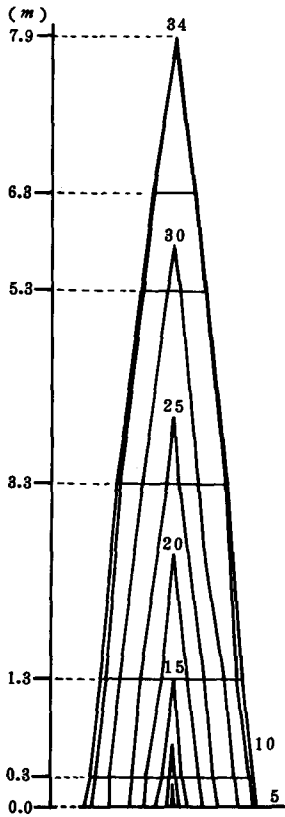
表-27は調査地1~17の林分構造と地位を示したものである。地位については函館・松前経営区トドマツの収穫表³⁶⁾を参考に樹高を主体とし、他を勘案して各調査地の地位を判定した。さらに比較検討のため旭川・名寄・美深経営区などのトドマツ人工林収穫表を表-28に示した³⁶⁾。トドマツ造林木の詳細な生長を調べるため、代表的な2本のトドマツを選び樹幹析解を行った。樹幹析解木の概況を表-29に示し、これらの生長計算表を表-30, -31, 樹幹析解図を図-9, -10に示した。

比較検討することを目的として行った。

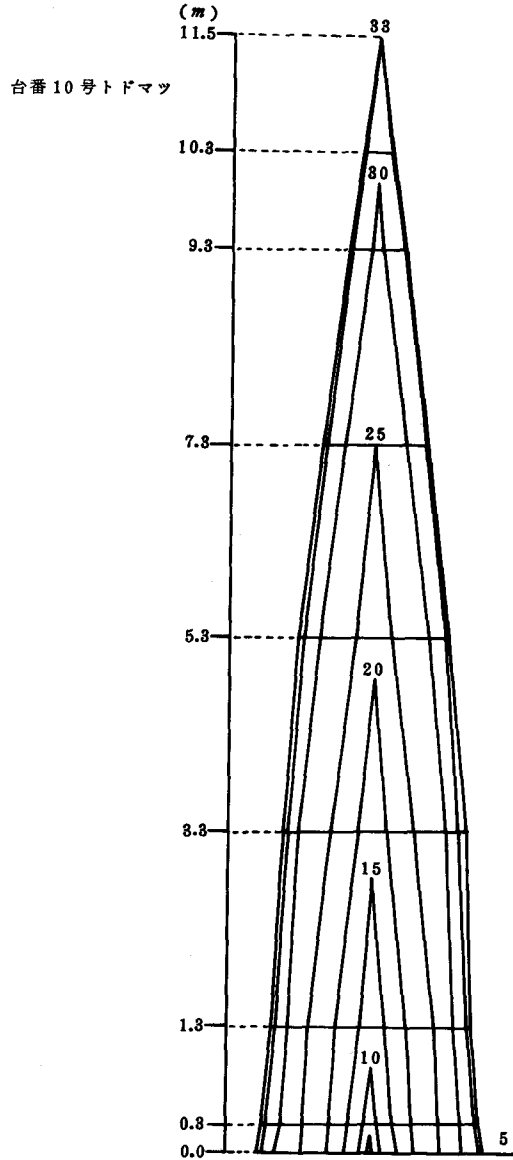
(2) 生育状況

調査地の位置は図-8, 調査結果は表-26に示すとおりであり、北海道大学桧山地方演習林, 北海道松前林務署, 函館営林支局江差営林署で、それぞれの管内のトドマツ造林地のうち造林成績が比較的良好な箇所を調査地とし、不成績造林地は調査から除いた。

調査箇所は北海道大学桧山地方演習林, 松前林務署各6箇所, 江差営林署5箇所である。調査時の林齢は北海道大学桧山地方演習林の15年生の2箇所を除いていずれも20-27年生であり、林齢・ha当り本数・材積, 年平均生長量の順で、各地域の平均値を述べると、北海道大学桧山地方演習林21年生, 2, 645本, 116 m³, 5.79 m³, 松前林務署23年生, 1, 514本, 120 m³, 5.35 m³であって、江差営林署26年生, 1, 940本, 190 m³, 7.34 m³である。



図一9 トドマツ樹幹析解木1の樹幹析解図
 Fig. 9. Diagram of stem analysis of *A. sachalinensis* (1).



図一10 トドマツ樹幹析解木2の樹幹析解図
 Fig. 10. Diagram of stem analysis of *A. sachalinensis* (2).

(3) 環境と生長

土壌はスギ造林の項で述べたように崩積土であって、樹木の生育に適している。

調査地の概況と林分構造：表一26, 一27によると北海道大学桧山地方演習林の調査地6箇所の平均樹齢21年生で平均樹高6.6 m, 平均胸高直径9.5 cm, ha 当り本数2,645本, 材積116

m³であり、年平均生長量 5.79 m³である。これを表-28 の林齢 21 年生トドマツ人工林材積と比較し、主として樹高と ha 当り材積を勘案して地位を判定すると、

- (1) 拡大造林では特等地、
- (2) トドマツ人工林では I 等地の下、
- (3) 函館・松前経営区では I 等地

に該当している。

調査地 1～6 の個々の調査地では林齢・樹高・ha 当り材積ともそれぞれ異なり、したがって地位も各個で変化するが、総合的に見て I 等地より若干劣っている。これを (4) 旭川経営

表-26 トドマツ調査地の概況

Table 26. Outlines of *Abies sachalinensis* plantations examined

調査地	個所	調査	植栽年	年調 月査	の 林 調 査 時 年	の 面 積 地 m ²	本 調 査 数	ha 当り		
								本 数	材 積 m ³	年 平 均 生 長 量 m ³
1	北大 1	林班	1969	1983.10	15	78	53	3,397	146	9.73
2	4		1957	"	27	540	87	1,611	170	6.30
3	3		1958	"	26	289	64	2,215	113	4.35
4	1		1969	"	15	94	60	3,191	90	6.00
5	4		1957	"	27	305	69	2,262	109	4.04
6	1		1969	"	15	94	60	3,191	65	4.33
平均					21	233	66	2,645	116	5.79
7	松前 163		1958	1980.7	23	400	91	2,275	265	11.52
8	167		1957	"	24	400	60	1,500	171	7.13
9	"		1961	"	20	990	112	1,131	134	6.70
10	"		1958	"	22	400	52	1,300	58	2.64
11	177		"	"	23	400	57	1,425	52	2.26
12	162		"	"	23	400	58	1,450	42	1.83
平均					23	498	72	1,514	120	5.35
13	江差 277		1958	1983.12	26	556	100	1,799	301	11.58
14	143		1959	"	25	435	100	2,299	197	7.88
15	348		1958	"	26	500	100	2,000	167	6.42
16	42		1957	"	27	625	100	1,600	158	5.85
17	279		1958	"	26	500	100	2,000	129	4.96
平均					26	523	100	1,940	190	7.34

注：北大→北海道大学桧山地方演習林
 松前→北海道松前林務署
 江差→函館営林支局江差営林署

区, (5)名寄・美深経営区とくらべると, 樹高より判定すれば, II等地であるが, ha 当り材積を勘案すれば I 等地より少し劣るとみられる。即ち北海道大学桧山地方演習林のトドマツ造林地の生長は道央・道北の I 等地より少し劣る程度の生長を示していることになる。

表-26, -27 より松前林務署, 江差営林署の林齢 21 年生を推定すると, 樹高・胸高直径・ha 当り本数・幹材積の順で松前林務署は 8.4 m, 10.6 cm, 1,646 本, 110 m³となり, 江差営林署は 8.1 m, 11.0 cm, 2,313 本, 153 m³となる。これと北海道大学桧山地方演習林トドマツ人工林 21 年生の成績を比較すると, 北海道大学桧山地方演習林は両署よりも劣っていると判断される。

4 林班のトドマツ人工造林地内より代表的なトドマツを選び, 樹幹析解を行った。樹幹析解木 (以下析解木) の樹齢・樹高・胸高直径・全枝葉生重量等を表-29 に示し, 樹幹析解図を図-9, -10 に示す。析解木 1 は調査地 5 に隣接し, 斜面の傾斜が急で, 地形的に風の取赦す

表-27 トドマツ調査地の林分構造と地位

Table 27. Stand structure and site class in *A. sachalinensis* plantations examined

調査地	樹 高			胸 高 直 径			地 位
	最小~最大	平均と標準偏差	係変数動	最小~最大	平均と標準偏差	係変数動	
	m	m	%	cm	cm	%	
1	2.6~9.5	5.1±0.89	17	2.0~12.5	8.5±1.79	21	I 上
2	7.0~12.0	10.1±1.23	12	9.0~20.0	14.5±3.08	21	I
3	4.0~11.0	8.1±1.99	25	3.0~18.0	10.2±3.27	32	II
4	2.0~5.4	4.2±0.96	23	2.5~10.5	7.2±1.95	27	II
5	4.0~11.0	7.9±1.34	17	4.0~16.0	10.4±2.79	27	II下
6	2.2~5.0	4.0±0.73	18	2.0~9.0	6.1±1.65	27	II下
平均	3.6~9.0	6.6±1.25	19	3.8~14.3	9.5±2.47	26	
7	6.0~17.0	12.0±2.50	21	6.0~28.0	13.5±4.83	36	I 上
8	7.0~14.0	11.3±2.49	22	6.0~22.0	13.9±4.44	32	I 上
9	7.0~15.0	10.4±2.11	20	8.0~26.0	14.8±4.42	30	I 上
10	4.0~12.0	7.9±2.21	28	4.0~16.0	9.7±3.69	38	I
11	2.0~10.0	7.0±1.71	24	2.0~20.0	9.4±3.23	34	II
12	2.0~11.0	6.8±2.04	30	2.0~18.0	8.1±3.13	39	II
平均	4.7~13.2	9.2±2.21	24	4.7~26.7	11.6±4.06	35	
13	7.0~18.0	13.4±2.92	22	8.0~30.0	15.7±5.18	33	I 上
14	6.0~15.0	10.6±2.05	19	6.0~20.0	12.7±3.22	25	I 上
15	4.0~14.0	8.9±2.15	24	6.0~24.0	13.6±3.51	26	II上
16	4.0~16.0	8.8±2.51	29	6.0~28.0	14.3±4.85	34	II
17	4.0~15.0	8.2±2.40	29	5.0~22.0	11.9±3.67	31	II
平均	5.0~15.6	10.0±2.50	25	6.2~24.8	13.6±4.08	30	

注: 地位は北海道林業改良普及協会: 函館・松前経営区トドマツ, 北海道主要造林樹種収穫表と成長量に関する資料第1編, 31p.1976と比較して決める。

るところで非常に風当りが強く比較的土壌もやせている所である。析解木2は調査地2の中にあつて、かつスギ調査地1に隣接し、斜面の傾斜もゆるく比較的土壌も肥沃で、風当りも少なく、環境条件の良い所である。表-27により調査地5は地位II等地下、調査地2はI等地であ

表-28 林齢21年生トドマツ人工林分材積

Table 28. Growing stock of various artificial *A. sachalinensis* forests in 21-year age

収 穫 表 名	地 位	中 央 木			ha 当 り		
		樹 高 m	胸 直 cm	高 径 cm	本 数	幹 材 積 m ³	年 平 均 量 m ³
(1) 拡 大 造 林	特等	7.4	8.5		2,583	62	3.0
	I	6.4	7.2		2,680	42	2.0
	II	5.3	6.1		2,943	42	2.0
	III	4.3	4.8		2,956	30	1.4
(2) トドマツ人工林	I	10.5	12.9		1,910	155	7.4
	II	8.9	11.0		2,070	103	4.9
(3) 函館・松前経営区	I	7.5	10.2		1,904	79	3.8
	II	6.1	8.1		1,988	47	2.2
(4) 旭川経営区	I	9.0	12.2		1,666	114	5.4
	II	9.8	7.3		1,923	72	3.4
(5) 名寄・美深経営区	I	11.3	8.5		1,830	102	4.9
	II	8.7	6.7		1,967	56	2.7

注：北海道林業改良普及協会：

- (1) 拡大造林のトドマツ人工林収穫予想表 北海道主要造林樹種収穫表と成長量に関する資料第I編、28p.1976。
- (2) トドマツ人工林収穫予想表 同30p.1976。
- (3) 函館・松前経営区トドマツ 同31p.1976。
- (4) 旭川経営区トドマツ 同32p.1976。
- (5) 名寄・美深経営区トドマツ 同33p.1976。
より引用し、林齢21年に換算した。

表-29 トドマツ樹幹析解木の概況

Table 29. Properties of *A. sachalinensis* trees used for stem analysis, and their circumstances

樹幹析解 木の番号	位 置	標 高 m	傾 斜 度	方 位 S20W	植 栽 年 1957	調 査 年 1985	の調 林査 齢時 年	樹 高 m	胸 高 直 径 cm	枝 下 高 m	樹 冠 幅 m	枝 葉		周囲の 林 分
												全生 重量 kg	年平均 生重量 kg	
1	林班 4	150	22	S20W	1957	1985	34	7.9	13.6	2.2	3.5	53	1.6	調査地5
2	4	115	12	E	1958	1985	33	11.5	19.8	5.2	3.5	81	2.5	調査地2

注：植栽は5年生苗を用いて、5月におこない調査は10月におこなった。

るので、析解木1, 2の地位もII等地下, I等地と判断される。地上2 mまで枝打ちされているので正確に比較することは出来ないが、析解木1, 2の順で全枝葉の生重量は53 kg, 81 kgであり、これを樹齢で除した年平均枝葉の生重量は1.6 kgと2.5 kgで1.6倍の差がみられた。

枝葉の着生量は樹木の生長に関係するので、表-30, -31の析解木1, 2の生長計算表より各形質を両者同じ樹齢の34年に換算して析解木1, 2の順で記すると、樹高7.90 m, 12.01 m, 胸高直径13.64 cm, 20.73 cm, 材積0.0590 m³, 0.1948 m³である。析解木1と2の比は樹高で1.5倍, 胸高直径で1.5倍, 材積で3.3倍であり、析解木2は析解木1に比較して非常に生長が良い。両者は140 m離れ、環境条件も異なるが、生長に大きな差異を生じさせた一番大きな因子は風である。

析解木1の地区は冬の日本海から吹く西風・春の津軽海峡から脊梁山脈を山越えに吹く東風の通り路である天ノ川より直角に入った沢で、沢沿いに吹く風が収斂して吹き上げてくる地形になっており、収斂された風は風速を増してこの部分を越えて演習林内へ吹き込んでくる風の通路になっているため、強い風をうける場所である。

第3章1)スギで述べたごとく、課題「上ノ国試験林における小面積皆伐作業の研究(ブナ林の小規模施業)」の試験地(伐区)の更新としてトドマツが植栽された。ここでは北海道大学桧山地方演習林に隣接し、北海道大学桧山地方演習林よりも標高が高く、環境条件の悪い所の

表-30 トドマツ樹幹析解木(1)の生長計算表
Table 30. Stem analysis of *A. sachalinensis* trees (1)

階 齡 (年)	樹 高					材 積				
	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率
	m					m ³				
5	0.19	0.19	0.04	0.04	—	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	—
10	0.59	0.40	0.08	0.06	25.44	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	—
15	1.30	0.71	0.14	0.09	17.12	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000	—
20	2.55	1.25	0.25	0.13	14.43	0.0017	0.0015	0.0003	0.0001	53.43
25	3.97	1.42	0.28	0.16	9.26	0.0089	0.0072	0.0014	0.0004	39.25
30	5.80	1.83	0.37	0.19	7.88	0.0290	0.0201	0.0040	0.0010	26.65
34	7.90	2.10	0.53	0.23	8.03	0.0590	0.0300	0.0075	0.0017	19.43

階 齡 (年)	胸 高 直 径					胸 高 断 面 積				
	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率
	cm					m ²				
20	2.77	2.77	0.55	0.14	—	0.0006	0.0006	0.0001	0.0000	—
25	6.29	3.52	0.70	0.25	17.83	0.0031	0.0025	0.0005	0.0001	38.88
30	10.52	4.23	0.85	0.35	10.84	0.0087	0.0056	0.0011	0.0003	22.92
34	13.64	2.52	0.63	0.38	6.71	0.0146	0.0059	0.0015	0.0004	13.82

表-31 トドマツ樹幹析解木(2)の生長計算表
Table 31. Stem analysis of *A. sachalinensis* trees (2)

齡 階 (年)	樹 高					材 積				
	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率
	m				(%)	m ³				(%)
5	0.21	0.21	0.04	0.04	—	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	—
10	0.90	0.69	0.14	0.09	33.79	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000	—
15	2.80	1.90	0.38	0.19	25.49	0.0018	0.0017	0.0003	0.0001	78.26
20	4.90	2.10	0.42	0.25	11.85	0.0114	0.0096	0.0019	0.0006	44.66
25	7.30	2.40	0.48	0.29	8.30	0.0465	0.0351	0.0070	0.0019	32.48
30	9.97	2.67	0.53	0.33	6.44	0.1172	0.0707	0.0141	0.0039	20.31
33	11.50	1.53	0.51	0.35	4.87	0.1754	0.0582	0.0194	0.0053	14.38

齡 階 (年)	胸 高 直 径					胸 高 断 面 積				
	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率	総生長	定期生長	連年生長	平均生長	生長率
	cm				(%)	m ²				(%)
15	2.65	2.65	0.53	0.18	—	0.0006	0.0006	0.0001	0.0000	—
20	7.32	4.67	0.93	0.37	22.54	0.0042	0.0036	0.0007	0.0002	47.58
25	13.06	5.74	1.15	0.52	12.28	0.0134	0.0092	0.0018	0.0005	26.12
30	17.05	3.99	0.80	0.57	5.48	0.0228	0.0094	0.0019	0.0008	11.22
33	19.81	2.76	0.92	0.60	5.13	0.0308	0.0080	0.0027	0.0009	10.55

表-32 1975年(昭和50)のトドマツの成績調査
Table 32. Results of growth of *A. sachalinensis* plantation examined in 1975

伐区No.	樹種	樹齡	調 査 本数計	原 植 本 数	現 存 本 数	樹 高	被 害 本数計	伐区面積	備 考
11~19	トド マツ	11	688	3,000	$\frac{2,530}{2,000\sim 2,800}$	$\frac{2.8}{1.3\sim 5.5}$	15 (2)	1.0	原植本数と 現存本数は ha当りの本数

注：計()は平均，表-16注と同じく，21pより引用。

トドマツの生長と北海道大学桧山地方演習林のトドマツの生長を比較検討しようとするものである。

試験地の概況，保育は表-33他に示されている。トドマツ造林木の成績調査は1975年(昭和50)におこなわれ，調査結果は表-32，表-33に示される。まず林齡11年の被害率が2%と，同じ場所に設定されたスギの試験地1~8の被害率5%よりも低いこと，試験地11-19の地位はすべてI等地であって，スギの試験地1~8の地位がII，III等地であるに比較して，地位が高いことが特徴としてあげられる。

表-33 トドマツ試験地(伐区)の地況・林況

Table 33. Land and forest descriptions in *A. sachalinensis*-experimental plots

伐区 No	面積	植栽 本数	方位	傾斜	関係的位置	標高	主な被害	樹高	地位	その他
11	1.0	3,000	S	緩~中	山腹上部	340~360	ネズミ	3.5	I	トドマツ
12	"	"	S	中~急	"中部	305~330		3.2	I	"
13	"	"	NE	緩~中	" "	240~280		3.3	I	"
14	"	"	SE	緩~中	"下部	190~240		3.6	I	"
15	"	"	SW	中~急	沢に近い山腹	240~290		2.2	I	"
16	"	"	NW	" "	" "	220~250		2.0	I	"
17	"	"	W	" "	" "	240~250		2.0	I	"
18	"	"	"	緩~中	" "	240~280		2.4	I	"
19	"	"	N	中	山腹中部	225~250		2.6	I	"

注：表-16注と同じく、22pより引用

表-34 北海道大学桧山地方演習林と松前経営区のトドマツの生長

Table 34. Growths of *A. sachalinensis* plantations in Hiyama Exp. For. and Matsumae Pref. For.

北海道大学桧山地方演習林					松前経営区 168, 169 林班				
調査地	標高	調査時 林齢	樹高	年平均樹 高生長	試験地	標高	調査時 林齢	樹高	年平均樹 高生長
	m	年	m	m		m	年	m	m
1	173	15	5.1	0.34	11	340~360	11	3.5	0.32
2	110	27	10.1	0.37	12	305~330	"	3.2	0.29
3	130	26	8.1	0.31	13	240~280	"	3.3	0.30
4	165	15	4.2	0.28	14	190~240	"	3.6	0.33
5	130	17	7.9	0.46	15	240~290	"	2.2	0.20
6	155	15	4.0	0.27	16	220~250	"	2.0	0.18
					17	240~250	"	2.0	0.18
					18	240~280	"	2.4	0.22
					19	225~250	"	2.6	0.24
平均	144	21	6.6	0.34	平均	265	11	2.8	0.25

注：松前経営区168, 169林班は表-16注と同じく22pより引用

北海道大学桧山地方演習林のトドマツ調査地1-6は標高平均144m, 平均樹齢21年, 平均樹高6.6m, 年平均樹高生長0.34mであり, 松前経営区168, 169林班のトドマツ試験地11~19は標高平均265m, 平均樹齢11年, 平均樹高2.8mで, 年平均樹高生長0.25mであって, 後者の年平均樹高生長は前者の年平均樹高生長の74%である(表-34)。ha当り材積についてはここで論じないが, 北海道大学桧山地方演習林のトドマツの生長は松前経営区168, 169林班のトドマツの生長より良いといえる。この原因の一つに標高差があり, すでに第3章で述べたご

とく、風の強い桧山地方では標高の高いことは気象害等環境条件の悪化につながり、天然分布ではトドマツの南限に近い当地方ではその影響による生長の減退と考える。

トドマツはスギ・カラマツの造林不適地に近年盛んに植栽されてきており、道南では環境条件の悪い所に比較的適した樹種である。特に標高の高い、寒冷地、風衝地に良く耐えて良好な生育を示しているが、北海道大学桧山地方演習林の一般造林地のトドマツは松前林務署、江差営林署のトドマツより生長が若干悪く、かつ前掲収穫表³⁶⁾のI等地より若干劣り、林齢21年でha当り116 m³、年平均生長5.79 m³である。

2) ヒバ (*Thujopsis dolabrata* var. *hondae* MAKINO)

(1) ヒバ造林の歴史

青森のヒバはいうまでもなく日本三大美林の一つであり、青森県津軽・下北半島に広く天然分布している。北海道におけるヒバの分布は上ノ国町天ノ川と厚沢部町厚沢部川にはさまれた地域に密に、その周辺に疎に分布して、熊石町見市川上流地帯を北限とし、例外的に茂辺地川上流に分布している⁵⁾。ヒバは地質学的に古生層地帯に多く分布し、それ以外の地質・特に天ノ川以南の新第三紀層には分布しないといわれている。実際天ノ川以南で今日天然木といわれているものは、北海道大学桧山地方演習林に1本と上ノ国神社境内に数本みられるのみで、林の形をなしているものは見当たらない。しかし人工植栽すると、天ノ川以南でも立派に成林している^{38,63)}。

ヒバ材の特徴は湿気に強く耐朽性に富み、シロアリなど虫喰いに強い、比較的硬く、圧縮力に強く、木目緻密で美しく、狂いが少ないなど建築用材として優れた性質をもっている^{5,73)}。ヒバは桧葉・桧と称し、歴史的には一時期松前藩の重要な財源として、遠く大阪まで運ばれた事実があり、桧山奉行所が桧山の名の起源で、今日の江差町の基となった。ヒバは今日でも建築材としての評価は高く、林業経営の面からも耐病性、耐陰性が強く、複層林造成の下層木として最適の樹種と考えられる。周藤によると、函館営林支局館事業区内に1931-1943(昭和6~18)年まで択伐跡地へ補助造林としてヒバを植栽したものが、246 ha(混交林を含む)現存すると報告している⁹⁴⁾。しかし長伐期のためか、道南にスギという優れた造林樹種があるためか、戦後に植栽された事例は非常に少ない。

北海道大学桧山地方演習林ではスギーヒバ、ブナーヒバ二段林施業の下層木として、1971年(昭和46)より植栽しているが、天ノ川以南で戦後植栽された事例は松前林務署³⁸⁾と北海道大学桧山地方演習林のみであると思われるので、その成績を報告し⁵⁹⁾、前に植栽された3つの事例及び他の樹種と生長等を比較検討することにした。

(2) 生長比較

調査は1983年(昭和58)9月に行った。調査地1~8について位置は図-11、概況は表-35、-36に示す。

土壌はスギの調査地と同じくB₀型であり、上木は調査地5(見本林内)以外はスギ、カラ

表-35 ヒバ調査地の概況
Table 35. Outline of *Thujaopsis dolabrata* plantations examined

調査地	林班	標高	斜面の方位	傾斜度	植栽年月	樹齢	産地	上木	相対照度	調査本数	調査面積	本ha当数	状苗木態の
		m	度		年月	年			%	本	m ²	本	
1	6	110	東	6	1971.5	13	江差町	スギ	17	153	455	3363	山取苗
2	7	200	東	8	1975.5	9	"	ブナ他樹	23	114	900	1267	直さし
3	7	160	東	8	1971.5	13	椴法華村	カラマツ	25	115	360	3194	さし木苗
4	1	50	北西	7	1974.5	10	上ノ国町	ブナ他樹	32	112	296	3784	直さし
5	7	210	東	4	1975.5	9	"	—	100	32	81	3951	山取苗
6	6	120	東	6	1979.10	4	輪島市	スギ	15	125	455	2747	さし木苗
7	6	120	東	6	1979.10	4	(マアテ)	"	15	197	590	3339	"
8	6	120	東	6	1979.10	4	(クサアテ)	"	15	124	442	2805	"

注：調査地は北海道大学桧山地方演習林である。

表-36 ヒバ調査地の林分構造
Table 36. Stand structure of young *T. dolabrata* plantations examined

調査地	苗長			根元直径			枝張			1979~1983年枯損率	摘用
	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数		
	cm	cm	%	cm	cm	%	cm	cm	%		
1	20~175	73.4±33.53	46	0.8~3.8	1.9±0.64	34	40~170	87.1±26.48	30		
2	20~70	44.6±10.58	24	0.7~2.0	1.2±0.28	23	20~100	62.9±16.06	26		
3	35~330	140.7±62.74	45	0.6~7.2	3.1±1.35	44	40~220	122.2±40.46	33		
4	20~75	45.8±11.72	26	0.5~1.6	1.1±0.27	25	20~90	56.9±14.03	25		
5	55~230	145.5±49.34	34	1.5~5.0	3.3±0.97	29	80~170	120.2±24.31	20		
6	30~85	58.2±11.26	19	0.8~2.3	1.5±0.35	23	30~110	65.2±15.51	24	33.9%	輪島産
7	30~90	52.1±9.71	19	0.7~2.5	1.3±0.31	24	40~110	67.5±14.19	21	1.5	輪島産
8	20~60	34.4±7.90	23	0.4~1.3	0.7±0.19	27	10~55	31.3±10.30	33	23.0	江差産

マツ、ブナ等広葉樹である。調査地9, 10, 11は明治から昭和初期に植栽された樹齢54~82年生の古い造林地で、高齢の造林地の一事例として概況と林分構造を表-37, -38に示した。調査地9, 11は天ノ川以南北海道大学桧山地方演習林につながる古生層にあって、土壌が深くB_D型である。調査地10は天ノ川以北八幡岳のヒバ天然林につながる豊部内川流域にあって、地質は古生層、土壌は表土が浅く、角礫の多いB_D型である。図-12は胸高直径と樹高の関係を示した樹高曲線で、調査地9, 10, 11のヒバの樹高と胸高直径の関係がわかる。

調査地1は相対照度17%、13年生で樹高平均73cm、最大175cmである。枝張りは平均87.1cm、最大170cmと樹高と枝張りがほぼ同じ大きさであり、樹形が正三角形をなしているのが稚樹時期のヒバの特徴で、同じ傾向は調査地3~6, 8にも見られる。下枝を伸長させ

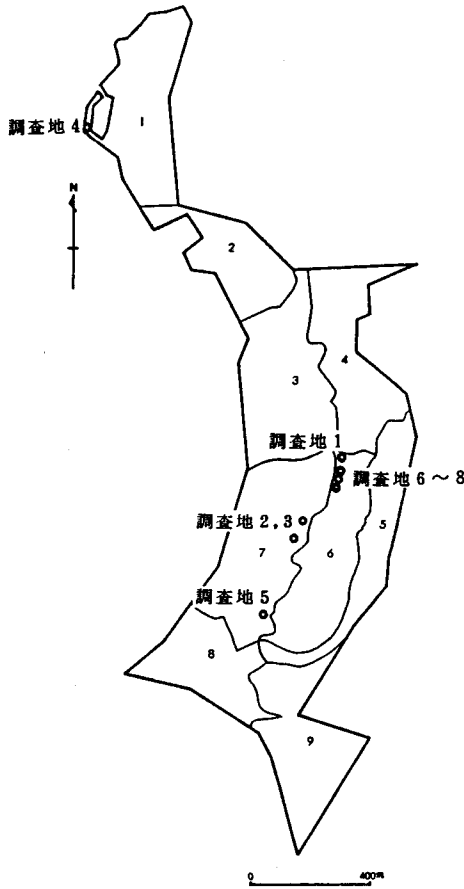


図-11 ヒバ調査地1~8の位置
 Fig. 11. Location of the experimental plots of *Thujopsis dolabrata*.

て伏条更新を計る方法を行なっている地方もあるが、下枝の過度の伸長は雪害を受ける恐れがあるので、良材を得るためには早い時期に落した方がよい。スギに対するこの作業を桧山地方では裾払い、裾枝落とし、泥枝落としと称して、保育の重要な作業の一つになっている。

調査地2, 3, 4をみると、樹齢と相対照度に多少の差はあるが樹高の差は著しい。いま樹高を樹齢で除した年平均樹高生長量をみると、調査地2, 3, 4の順で5.0 cm, 10.8 cm, 4.6 cmと調査地3の年平均樹高生長量は調査地4のその2.3倍、調査地2のその2.2倍である。これは上木がカラマツとブナの違によることかもしれないが、それについてはまだ明らかにされていない。調査地6, 7, 8は石川県輪島市産のマアテ、クサアテと江差町産のヒバの生長を比較しようと設定した試験地である。現在樹齢4年生であるが、樹高、根元直径、枝張りでは調査地8（江差町産）が著しく劣り、枯損率では調査地7（輪島産クサアテ）が非常に低い。

表-37, -38, 図-12にすでに成林しているヒバ人工林について概況、林分構造、樹高曲線を示した。調査地9は植栽当初より今日まで

表37 ヒバ造林木調査地の概況
 Table 37. Outline of *T. dolabrata* plantations examined

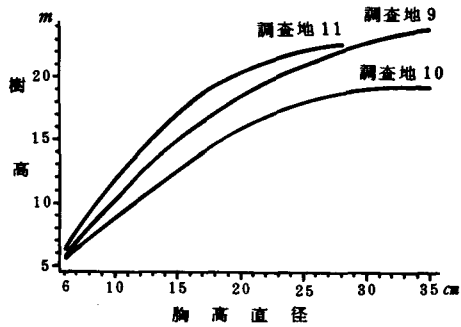
調査地	所在地	標高	斜面の方位	傾斜度	植栽年	樹令	植栽面積	調査面積	調査本数	ha 当り		
										本数	材積	年平均生長
9	松前林務署172林班	m	東	度	年	年	ha	ha	本	本	m ³	m ³
10	江差町字桧岱	50	北	35	1902	82	4.00	0.15	121	807	248	3.02
11	上ノ国字町小森	160	北	38	1919	64	0.06	0.06	50	833	171	2.67

注：調査地11の植栽年は推定である。

表一38 ヒバ造林木調査地の林分構造
Table 38. Stand structure of *T. dolabrata* plantations examined

調査地	樹 高			胸 高 直 径		
	最小～最大	平均と標準偏差	変動係数	最小～最大	平均と標準偏差	変動係数
9	m 4～26	m 17.9±3.42	% 19	cm 6～35	cm 20.3±5.33	% 26
10	6～21	14.5±3.43	24	7～35	19.8±5.13	26
11	4～23	15.9±5.51	35	6～28	15.4±5.33	35

良く保育されているためか、平均樹高 18 m, ha 当たり材積 402 m³と生長が非常に良い。調査地 10 は当初広葉樹の下にさし木したまま永く放置され、現在の所有者になった最近 20 年間、良く保育されてきたためか最近生長が良くなった¹⁰⁴⁾。調査地 11 は植栽当初は良く手入れされたが、その後の保育が十分でなかったところで、胸高直径, ha 当たり材積も小さい。いま平均樹高/平均胸高直径の形状比をみると、調査地 9, 10, 11 の順で 88, 73, 103 と調査地 11 が一番大きい。これと図一12 の樹高と胸高直径の樹高曲



図一12 ヒバ造林木の樹高曲線
Fig. 12. Height curve of planted *T. dolabrata* trees.

線をくらべると、調査地 9～11 のなかで、調査地 11 は各胸高直径に対して形状比が大きく完満であり、調査地 10 は各胸高直径に対して形状比は小さく梢殺であるといえよう。ちなみに松前経営区 33 林班 (池の岱) 1911 年 (明治 44) 植栽の 75 年生のヒバ人工林は平均樹高 18.0 m, 平均胸高直径 31.7 cm, ha 当たり本数 210 本, 材積 185 m³, 年平均生長 2.47 m³で、形状比 57 である⁶³⁾。

ヒバはさし木による増殖が可能な樹種であるので、北海道大学桧山地方演習林では上木がある場合は母樹より枝をとり、土壤改良剤 EB_a で処理して直接山地へ直挿しする方法^{42,69)}、袋さしする方法³⁹⁾をとることにより 80% 近い活着率を得ることが出来、実生等による育苗より簡単かつ安価に植栽出来るようになった。

北海道大学桧山地方演習林におけるヒバの人工林は相対照度 30%, 13 年生で平均樹高 140 cm を期待することが出来る。したがって十分な保育が行なわれると、調査地 9 に示されるように、天ノ川以南でも 54 年生で平均樹高 18 m, 胸高直径 20 cm, ha 当たり本数 1270 本, 材積 402 m³, 年平均生長量 7.44 m³ を期待出来る。ヒバについての林分収穫表がないので、スギについて比較すると、北海道渡島地方のスギ林分収穫表³⁶⁾の地位 II 等地と III 等地の中間に相当し、十分に保育すればスギに劣らない生長が期待出来、なおかつ安価に新植出来るなど、桧山地方では重

要な造林樹種になると考えられる。

3) ブナ (*Fagus crenata* BLUME)

(1) ブナの更新

道南の森林にとってブナは重要な樹種である。南は九州高隈山から北は北海道黒松内まで広く分布し¹⁹⁾、ブナは単一樹種としてはわが国において最大の面積と蓄積を持つといわれている⁶¹⁾。実際に渡島・松山両支庁の森林総蓄積の76.4%が広葉樹で、このうち47.9%がブナである。すなわち両支庁の森林蓄積の36.6%がブナ一樹種で占められていることになる²⁵⁾。このように森林の中で重要な位置を占めているにもかかわらず、これまで林業的にあまり高い評価が与えられなかった。

優良なブナ材は一部建築用材とされていたが、大部分は薪炭材として消費され、しかも木炭では上質のナラ・イタヤ炭に対して、並質の格付しか与えられなかった⁶⁵⁾。1955年(昭和30)以降は枕木、製箱材、ベニヤ材の需要が増加し、乾燥技術の発達により、ドア材・枠材・スキー・机・家具と今日同様の用途に供せられるようになった²⁷⁾。その後木材需要の増大にともなって伐採が増加し、伐採地が奥地化するとともに伐採跡地の更新方法が問題となり、資源の減少ともあいまって、ブナの天然更新に対する関心がたかまってきた。

北海道南部では比較的標高の低い里山に、未利用のブナ二次林が発達している場合が見られるが、これらに施業を加え、生長をうながし有効に資源化することが提唱されるようになった。樵(ブナ)という字で表わされるように、今まで木材としての地位が低かったためか、「ぶなの文献とその抄録」⁴⁵⁾に記載されている主要論文434編のうち、ブナ材の利用、ブナ林の施業に関する研究が多く、ブナの更新とその後の保育に関する論文はほぼ48編で非常に少ない⁶²⁾。

ここでは a) 天然更新したブナの消長, b) 地表かき起しにより更新したブナ稚苗の生長, c) ブナの人工植栽, d) ブナ林の成立について検討した。

(2) 更新試験

a) 天然更新したブナ試験地⁵⁸⁾

概況と調査方法: 1982年(昭和57)5月大量にブナが更新したので、北海道松前経営区115, 173, 179林班に天然更新したブナ稚苗に対して1区1m²(1×1m)の試験区を表一39~40のごとく19箇所設定した。試験地1~3は173林班ブナ保存林林道わきのブルドーザで地はぎした平坦な裸地(無植被)で、上木もなく相対照度(以下照度)100%である。試験地4~6は十分にうっ閉したブナ保存林内の歩道上で、照度2.5%と極端に暗く、林床にはオオカメノキ、ツルシキミ、オオバクロモジ、ツタウルシなどが生じていた。試験地7~9は179林班、林道わきの盛土した平坦な裸地(無植被)で、西側が高い法面、東側は数本のブナの大木に囲まれ、南北に開かれているが、直射日光は1日4~5時間しか入らない所である。試験地8はダイオ化成KK製ダイオネット810番1枚を用いて庇陰したので、照度28%になり、試験地9は同2枚用いて庇陰して、照度11%になった。試験地7は対照区で照度100%である。同

表—39 試験地設定箇所とブナ本葉の状態

Table 39. Seasonal features of leaves of *Fagus crenata* in experimental plots

試験地	林班	設定箇所	相対照度	発芽数 82年 6月 18日	本葉の褐変状態												本葉の褐変が状態3以上になった本数(%)											
					7月8日	16日	28日	8月6日	25日	9月7日	30日	10月11日	683年 8月22日	8月23日	9月30日	7月8日	16日	28日	8月6日	25日	9月7日	30日	10月11日	683年 8月22日	8月23日	9月30日		
1	173	林道わき	100	54(100)	1.6	1.7	1.8	2.2	3.2	4.0	4.6	5.0	1.1	1.8	4.2	3(6)	3(6)	3(6)	7(13)	33(61)	48(89)	49(91)	52(96)	1(2)	7(13)	36(67)		
2	"	"	100	87(100)	1.3	1.7	1.8	2.3	3.1	3.9	4.5	5.0	1.0	1.7	4.2	2(2)	1(1)	3(3)	21(24)	49(56)	73(84)	73(84)	82(94)	0(0)	6(7)	60(69)		
3	"	"	100	64(100)	3.6	3.8	3.8	3.6	4.0	3.9	4.1	4.9	1.3	2.4	2.6	44(69)	48(73)	49(77)	44(69)	52(81)	49(77)	48(73)	36(56)	2(3)	8(13)	12(19)		
平均			100	68.3(100)	2.2	2.4	2.5	2.7	3.4	3.9	4.4	5.0	1.1	2.0	3.7	16.3(24)	17.3(25)	18.3(27)	24.0(35)	44.7(65)	56.7(83)	56.7(83)	56.7(83)	1.0(1)	7.0(10)	36.0(53)		
4	173	うっ閉した林内	2.5	47(100)	2.3	2.4	2.4	2.8	2.8	2.9	3.2	1.7	1.0	3.2	2.7	14(30)	15(32)	15(32)	19(40)	19(40)	19(40)	23(49)	7(15)	0(0)	9(19)	5(10)		
5	"	"	2.5	99(100)	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.5	2.6	1.5	1.0	1.2	1.8	28(29)	28(29)	28(29)	28(29)	18(19)	37(37)	39(39)	7(7)	0(0)	2(2)	8(8)		
6	"	"	2.5	52(100)	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.9	3.1	1.7	1.0	1.6	1.6	15(29)	15(29)	15(29)	15(29)	24(46)	25(48)	27(52)	5(10)	0(0)	4(8)	3(6)		
平均			2.5	66.0(100)	2.2	2.3	2.3	2.4	2.4	2.8	3.0	1.6	1.0	2.0	2.0	19.0(29)	19.0(29)	19.3(29)	20.7(31)	23.7(36)	27.0(41)	29.7(45)	6.3(10)	0.0(0)	5.0(8)	5.3(8)		
7	179	林道わき	100	27(100)	-	-	1.1	1.1	1.9	2.2	4.3	5.0	1.0	1.3	2.7	-	-	1(4)	1(4)	1(4)	4(15)	22(81)	27(100)	0(0)	1(4)	9(33)		
8	"	林道わき日陰	28	40(100)	-	-	1.0	1.0	1.6	2.2	4.0	4.9	1.0	1.3	2.9	-	-	0(0)	0(0)	2(5)	10(25)	37(93)	40(100)	0(0)	3(8)	15(38)		
9	"	"	11	36(100)	-	-	1.2	1.2	1.2	2.0	3.6	4.6	1.2	1.5	2.6	-	-	2(6)	2(6)	0(0)	5(14)	26(72)	33(92)	1(3)	2(6)	10(28)		

注：試験地7, 8, 9は1982年7月28日より調査はじめる。本葉褐変の状態は本葉全体が正常な緑色を1, 完全な褐色か、落葉したものを5, 半分褐変したものを3, それぞれの中間を2, 4として各個体を記載した。

じ手法で115林班に試験地10~13を設定した。

試験地14, 15は林道の切取面の中腹に、極端に高い密度で種子が発芽した箇所をえらんだ。試験地16~19は試験地1~13の1982年(昭和57)の結果をふまえて照度と水分の関係を調査すべく、115林班試験地14, 15の近くに1983年(昭和58)5月に設定した。

調査は試験地1~6については種子の発芽が出そろったと思われる1982年(昭和57)6月18日より、試験地7~9は庇陰枠が設置された1982年(昭和57)7月28日より約2週間おきにおこなわれた。

調査方法は調査開始時に各個体に番号を付し、葉の色調と形の変化に主眼をおいて、他に主軸の変化を記載した。葉の色については、本葉が正常な緑色であるものを1、完全に褐変し

表一40 各調査日ごとのブナの生存本数と生存率
Table 40. Survivals of *F. crenata* seedlings examined at each period

試験地	相対照度	発芽数 1982年 6月18日	生存数と百分率										1983年8月23日~9月30日葉が小、極小の本数	
			1982 7.8	16	28	8.6	25	9.7	30	10.11	1983 6.22	8.23		
1	100	54 (100)	54 (100)	54 (100)	54 (100)	54 (100)	54 (100)	54 (100)	53 (98)	52 (96)	39 (72)	43 (80)	43 (80)	34 (79)
2	100	87 (100)	84 (97)	83 (95)	82 (94)	83 (95)	83 (95)	83 (95)	83 (95)	83 (95)	73 (88)	76 (92)	74 (89)	58 (76)
3	100	64 (100)	63 (98)	63 (98)	63 (98)	63 (98)	63 (98)	63 (98)	63 (98)	37 (58)	28 (44)	27 (42)	25 (39)	10 (37)
平均	100	68.3 (100)	67.0 (98)	66.7 (98)	66.3 (97)	66.7 (98)	66.7 (98)	66.7 (98)	66.3 (97)	57.3 (84)	46.7 (68)	48.7 (71)	47.3 (69)	34.0 (70)
4	2.5	47 (100)	43 (91)	43 (91)	43 (91)	42 (89)	42 (89)	41 (87)	41 (87)	23 (49)	7 (15)	13 (28)	11 (23)	9 (69)
5	2.5	99 (100)	96 (97)	96 (97)	96 (97)	96 (97)	96 (97)	96 (97)	96 (97)	66 (67)	21 (21)	33 (33)	29 (29)	14 (42)
6	2.5	52 (100)	52 (100)	52 (100)	52 (100)	52 (100)	52 (100)	52 (100)	52 (100)	29 (56)	21 (40)	21 (40)	21 (40)	5 (24)
平均	2.5	66.0 (100)	63.7 (97)	63.7 (97)	63.7 (97)	63.3 (96)	63.3 (96)	63.0 (95)	63.0 (95)	39.3 (60)	16.3 (25)	22.3 (34)	20.3 (31)	9.3 (42)
7	100	-	-	-	27 (100)	27 (100)	27 (100)	27 (100)	27 (100)	27 (100)	22 (81)	23 (85)	23 (85)	11 (48)
8	28	-	-	-	40 (100)	40 (100)	40 (100)	40 (100)	40 (100)	40 (100)	33 (83)	33 (83)	33 (83)	14 (42)
9	11	-	-	-	36 (100)	36 (100)	36 (100)	36 (100)	36 (100)	34 (94)	22 (61)	23 (64)	23 (64)	13 (57)

たものを5とし、半分褐変したものを3、それぞれの間を2、4として記載した。生存については発芽当年の1982年(昭和57)は主軸が折れたり、枯れたり腐敗したりして、すでに地上部がなくなったもののみを枯損とし、早い時期に落葉しても、主軸が健全なものは生存とみなした。1983年(昭和58)については6月22日~9月30日一度も開葉しなかったものは、主軸が健全でも枯損とみなした。1983年(昭和58)の本葉の大きさについては、冬芽が異常に小さかったり、開葉が遅れたもののなかに葉の大きさが極端に小さいものがみられたので、葉小、葉極小と記載した。表-42のかん水とは7日間降雨のない場合に10 l/m²散水したことで、無かん水とは自然にまかせたことである。なお照度計は米国ラムダ社製・万能光度計LI-185 A、センサーはLI-210 Sを用い、常法により各試験地100回測定 of 平均値で表示した。

結果：本葉の褐変の状態と褐変が状態3以上になった本数を表-39に示す。試験地は試験地1~3の照度100%区(以下100%区)と試験地4~6の照度2.5%区(以下2.5%区)に大別されるが、これらの各調査日の褐変状態を見ると1982年(昭和57)8月6日までは大差ないが、8月25日以降順次差が広がってきた。1982年(昭和57)10月11日には2.5%区で二次生長が見られ、完全な緑の状態1が多くなった反面、100%区は大半が落葉して状態5になった。

この傾向は本葉の褐変が状態3以上になった本数にもよく現われ、1982年(昭和57)8月25日100%区で平均65%、2.5%区平均36%と両者の百分率に大差がみられた。

表-40は生存数を調査したものである。100%区、2.5%区とも1982年(昭和57)9月30日までは生存率に大差はないが、10月11日以降順次差が大きくなり、1983年(昭和58)9月30日には100%区の生存率は平均69%に対して2.5%区は平均31%と半分になった。葉の大きさを葉身の長・短径(mm)で表わすと正常型54×29、小型26×14、極小型13×7と測定され、葉面積比では100:23:6と正常な型に対して小・極小型は極端に小さく、正常な生長は期待出来ない。1983年(昭和58)8月23日の生存本数を100として8月23日~9月30日の葉の小、

表-41 各調査日ごとのブナの生存本数と生存率
Table 41. Survivals of *F. crenata* seedlings after germination

試験地	林班	設定箇所	斜面の方位	相対照度	1982年		生存本数と百分率								1983年9月30日	
					5月30日		1982年		1983年		1983年		褐変の状態3以上の本数	葉が小極小の本数		
					本	%	6月14日	7月16日	26日	8月25日	5月30日	9月30日				
10	115	林道法面	北	100	本 87(100)	% 87(100)	本 87(100)	% 87(100)	本 83(95)	% 83(95)	本 72(83)	% (100)%	本 29	% (40)%	本 0	% (0)%
11	115	"	北	100	本 147(100)	% 147(100)	本 146(99)	% 146(99)	本 145(100)	% 143(97)	本 129(88)	% (100)	本 49	% (38)	本 0	% (0)
12	115	林道法面 日陰	北	28	本 114(100)	% 114(100)	本 112(98)	% 111(97)	本 109(96)	% 81(71)	本 93(82)	% (100)	本 4	% (4)	本 8	% (9)
13	115	"	北	11	本 94(100)	% 94(100)	本 94(100)	% 94(100)	本 88(94)	% 42(45)	本 48(51)	% (100)	本 10	% (21)	本 7	% (15)

注：試験地14.15は1982年7月16日より調査はじめる。

極小型の出現率は100%区が70%で2.5%区の42%よりも著しく高かった。なお1983年(昭和58)6月22日と8月23日で生存数が増加したのは、遅れて開葉したものがあつたためである。

表-41は115林班に設けた試験地の調査結果である。試験地10~13は相対照度をかえ、表-40の試験地7~9に対比させたもので、1983年(昭和58)9月30日の照度100%、28%区の生存率約80%に対し照度11%区の生存率51%と著しく低い。表-43の試験地14, 15は著者らが調査したなかで、 m^2 当りの発芽数が最高であつたので、これらの変化を調査した。発芽後4年経過した1985年(昭和60)10月の生存数は570本/ m^2 、450本/ m^2 と高い密度を保つていた。

表-42 光と水分によるブナの生存本数と葉の状態

Table 42. Survivals and features of leaves of *F. crenata* under various light and moisture conditions

試験地	林班	設定箇所	方斜面位の	照相度対	処 理	1983年5月30日		1983年9月30日		1983年9月30日	
						開 葉 数		生 存 本 数		褐変の状態3以上の本数	
				%		本	%	本	%	本	%
16	115	林道法面	南西	100	かん水	476	(100)	471	(99)	86	(18)
17	115	"	"	100	無かん水	283	(100)	324	(114)	37	(13)
18	115	林道法面 目	"	13	かん水	307	(100)	295	(96)	6	(2)
19	115	"	"	13	無かん水	295	(100)	281	(95)	6	(2)

注：かん水区は7日間以上降水がないとき、 $10 l/m^2$ 散水した。

表-42は試験地1~15の1982年(昭和57)の調査結果から葉枯性病害発生率と照度と水分の関係を調べるため設定したものである。

その結果生存率は設定したかん水区、無処理区に関係ない。1983年(昭和58)9月30日の褐変状態3以上の本数は100%区の平均15.5%に対して、13%区は平均2%であつた。

考察：調査結果より、1982年(昭和57)では100%区は2.5%区にくらべて、早い時期から葉の褐変が進み、褐変の状態3以上の本数の差も大きくなつてゐることから、試験地7~9を勧案しても、照度が高いほど、葉の褐変が進むといえよう。葉が褐変する原因を究明するため1982年(昭和57)7月~9月にわたつて、葉枯性病害の標本を定期的に東京大学北海道演習林の高橋郁雄氏に送付し、同定して載いたところ、その多くの病班により、*Botrytis cinerea*, *Discosia* sp.及び*Pestalotia* sp.等が検出され、これらの病原菌のなかで、特に*Discosia* sp.が高い頻度で分離されたとの報告を受けた。このことにより葉の褐変、落葉にはこれらの病原菌が関与していることが明らかになり、さらに高橋氏の現地の調査から、これらの菌は常に母樹の葉に附着していることが判明した。これらは任意寄生菌で、葉がなんらかの被害を受けて活力がなくなつたとき、菌に侵入されるので、一次的な原因が他にあるはずである。

ここにモデル化したブナの主軸の生長過程を述べる。冬芽が開葉すると、まず主軸が細いひものように伸長し、伸長が終ると先端に小さな冬芽を作る。その後開葉して主軸が肥大し、

翌年に向けて冬芽が大きくなり、時には二次生長して、秋には落葉する。それゆえ早い時期に落葉しても、冬芽が出来ているかぎり、枯損したとはかぎらない。当年生稚苗については折れたり、腐朽して主軸が消失してしまったか、一年生稚苗については主軸があっても一年間全然開葉しなかったものを枯損と判定した。

生存率についてみると表-40 より 100%区は 2.5%区よりも 2 倍以上高い。この傾向は試験地 7~13 にもみられ、照度の高い試験地は低いものにくらべて生存率が高い。これは褐変の進む度合が速くても、十分な光により短期間に同化物質を多く貯蔵出来るためである。

表-43 高密度に更新したブナ稚苗の年度別生存率
Table 43. Survivals of densely regenerated seedlings of *F. crenata* in different years

試験地	林 班	設定箇所	斜 面 の 方位	相 照 対 度	項 目	1982年 7 月	1983年 9 月	1984年 10 月	1985年 10 月
				%					
14	115	林道法面	南 西	100	本 数(本) 生存率(%)	987 100	639 65	605 61	570 58
15	115	林道法面	南 西	100	本 数(本) 生存率(%)	631 100	524 83	465 74	450 71

注：試験地面積 1 m² (1 × 1 m) である。

高い密度で発芽した試験地 14, 15 (表-43) は 4 年たっても、いぜん他区にくらべて十分高い密度を保っている。今後どのように推移するか、十分観察しなければならない。

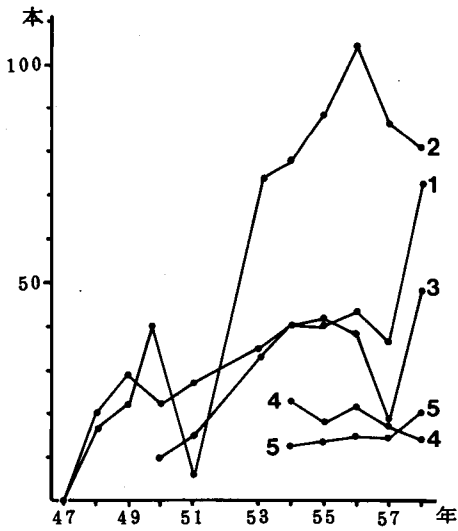
葉枯性病害の発病をうながす一次的要因を探るため、表-42 の試験地を 1983 年(昭和 58) 設定した。その結果褐変の状態 3 以上の本数は、100%区が 13%区にくらべて著しく高い。このことから同病が発病する要因は水分の多少ではなく、照度の高・低である。

虫害の同定は 1982 年(昭和 57) 8 月 25 日と 1983 年(昭和 58) 8 月 23 日に、北海道立林業試験場道南支場館和夫主任によって行われ、ブナヘアブラムシの寄生が認められ、これも葉枯性病害発生原因となっていた。この外に食葉性害虫によると思われる食痕がみられたが、これらは全体として大きな数ではなかった。

これらのことから次のことがいえる。100%区は葉枯性病害にかかりやすいが、生存率が高い。2.5%区は病害にかかりづらいが、光不足のため生存率が低く、これは数年で消失してしまう。この研究から著者はブナ芽生えが健全に生長するためには適度の庇陰が必要であると考えた。その相対照度が何%であるのが最適であるか今後の詳細な研究によらねばならないが、照度 28%区と 11%区の生存率に大きな差があることに十分注目する必要がある。

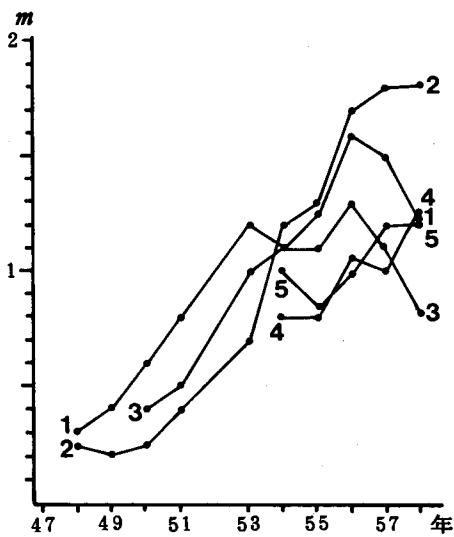
b) かき起し等地表処理地に天然更新したブナの試験地

概況： 田中¹⁰⁰⁾は 1972 年(昭和 47) 10 月北海道有林松前経営区 173 林班(上ノ国町字宮越)



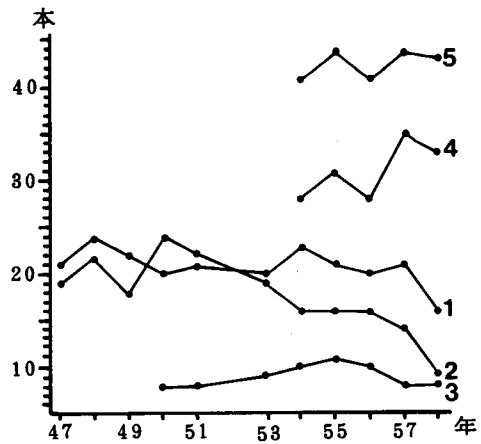
注：田中勇：地表かき起しとブナの更新について
北演試験年報1983, 27, 1984より引用。

図-13 各プロットにおけるチシマザサの本数
Fig. 13. Number of *Sasa kurilensis* in the experimental plots.



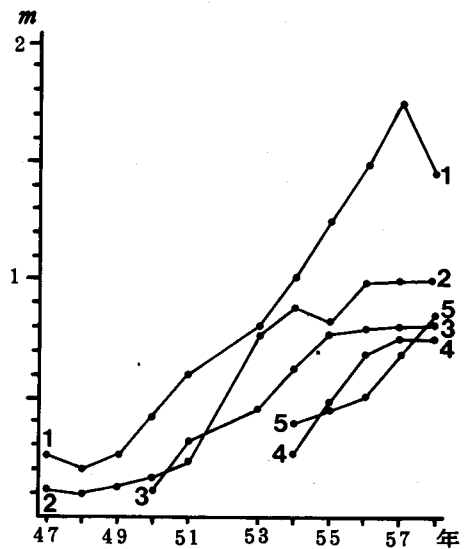
注：図-13注と同じ。

図-14 各プロットにおけるチシマザサの桿長
Fig. 14. Culm height of *S. kurilensis* in the experimental plots.



注：図-13注と同じ。

図-15 各プロットにおけるブナの本数
Fig. 15. Number of *Fagus crenata* seedlings in the experimental plots.



注：図-13注と同じ。

図-16 各プロットにおけるブナの樹高
Fig. 16. Height of *F. crenata* seedlings in the experimental plots.

に新設された林道沿いの盛土地に試験地 1, チシマザサ (以下ササ) 刈払い地に試験地 2 を設定した。1973 年 (昭和 48) 試験地 1, 2 の近くでブルドーザによる地表かき起しがおこなわれたので, 弱度にかき起されたところに 1975 年 (昭和 50) 10 月試験地 3, 中度にかき起されたところに 1979 年 (昭和 54) 10 月試験地 4, 5 を設定した。試験地は 1 区 1 m^2 ($1 \times 1 \text{ m}$) である。1979 年 (昭和 54) 以降は毎年 10 月ササの本数・稈長, 発生したブナの本数・樹高を測定した。試験地 2 のササ刈払区は 1972~1976 年 (昭和 47~51) まで毎年 1 回ササを刈払ったが, ブナの樹高が 25 cm を越えた 1977 年 (昭和 52) 以降刈払を中止した。

調査結果と考察: 調査結果は図-13~16 に示す。各年のササの稈長, ブナの樹高は試験地の中で一番高い値を示した。

ササについて: 図-13, -14 より試験地 2 のササは本数 $80 \text{ 本}/\text{m}^2$, 稈長 1.8 m と最も大きかった。他の試験地のササは年ごとの本数の変動は大きい, 試験地間の順位は 1978 年 (昭和 53) 以降あまり変動はない。しかし稈長は各試験地とも変動が大きく, 一定の傾向はみられない。

ブナについて: ササに比較して各試験地のブナの本数の年度ごとの変動は少なく, 各試験地間の順位もほぼ一定しており, 試験地 5 が $38 \text{ 本}/\text{m}^2$ で一番多い。最大樹高はいずれも毎年大きく生長しているが, 試験地間の順位の変動は少なく, 試験地 1 が 1983 年 (昭和 58) 樹高 1.5 m で一番大きかった。

試験地は八平岳山頂 (標高 519 m) に連なる稜線にあって風当りが強く, 一部ウサギの食害がみられるなど環境条件のきびしい所であるが, ブルドーザによるかき起等地表処理によって更新したブナは 10 年後 1 m^2 当たり平均 17 本生存し, 樹高は最大 1.5 m が期待される。

c) ブナの人工造林試験地

概況: 全国的にみてブナの人工造林は 1869 年 (明治 2) 函館営林署七飯苗畑に植栽されたガルトネル・ブナ林¹³⁾をこう矢とするが, この他明治年代に 1 例, 昭和年代に 20 例の報告があるのみ¹⁰³⁾, 事例は非常に少ない。田中¹⁰⁰⁾が北海道大学松山地方演習林に 1972 年 (昭和 47) 10 月ブナを植栽したのもこの中の 1 例で, 日本では極めて早い時期の植栽例であり, ここでは植栽後 12 年間の調査についてのべる。

調査方法と結果: 試験地は一年生山取苗を植栽した試験地 1~5, 種子を林地に直播した試験地 6~9 に分けられる。試験地の概況は表-44, -45 に示す。

山取苗植栽の試験地 1~5 について, 下刈は植栽年の 1973 年 (昭和 48) は 5 回, 1974~1975 年 (昭和 49~50) は年 2 回行ない, 試験地 3, 4 については 1973 年 (昭和 48) $10 \text{ l}/\text{m}^2$ の撒水を 5 回行なった。

種子直播の試験地 6~9 は 4 林班の試験地 4 に隣接した 1957 年 (昭和 32) 植栽, 樹高 2.5 m 16 年生トドマツ造林地の列間に 6.6 m^2 ($6.6 \times 1 \text{ m}$) で設定した。試験地の反復と大きさについては, 試験地 8 は 1 m^2 3 回反復, 試験地 6 は 0.7 m^2 2 回反復, 試験地 7, 9 はそれぞれ

表-44 プナ山取苗植栽試験の概況

Table 44. Outlines in experimental plots for natural seedlings replanted

試験区	林班	標高	斜面の方位	林床植生	風あたり	植栽年月	植栽面積	植栽本数	m ² 当植栽本数	49年10月m ² 当り生存本数	57年10月m ² 当り生存本数	59年10月m ² 当り生存本数	備考
1	4	130	北	クマイザサ	弱	47.11	10	500	50	3.9	2.3	1.8	13年生樹高4mスギ造林木の列の間に植栽する
2	4	130	北	クマイザサ	弱	47.11	4	250	63	25.5	17.0	16.5	"
3	4	145	南	クマイザサ	中	48.5	6	300	50	41.7	39.5	41.2	16年生樹高2.5mトドマツ造林木の列の間に植栽する
4	4	145	南	クマイザサ	中	47.11	1	60	60	44.0	41.0	41.0	"
5	2	220	北	ススキクマイザサ	強	47.11	187	430	2.3	—	0.3	0.3	尾根筋の未立木地カバ、ヤナギと混植する

注：田中勇：プナの人工造林について，北演試験年報，1984，54～56，1985より引用。

表-45 種子直播植栽試験の概況

Table 45. Outlines in experimental plots for direct seeding

試験区	播種年月	播種面積	播種粒数	m ² 当り播種粒数	m ² 当り発芽本数	発芽率	被覆物の厚さ	49年寒冷紗の枚数	51年10月m ² 当り生存本数	59年10月m ² 当り生存本数
6	48.10	1.5	300	200	32	16%	1cm	1枚	28本	29.3本
7	48.10	1.1	180	164	37	23%	0	1	40	41.8
8	48.10	3.1	620	200	34	17%	2	1	30	31.6
9	48.10	0.9	110	122	14	12%	2	2	11	12.2

注：表-44 注と同じ。

1.1m²，0.9m²の1回のみである。除草は年2回，3年間行ない，庇陰は1974年(昭和49)には寒冷紗を表-45のとおり1枚(一部2枚)かけ，1975～1977年(昭和50～52)には1枚かけた。種子発芽後の覆わらとしてススキを用いた。

生存率について：山取苗植栽試験については1972年(昭和47)11月又は1973年(昭和48)5月の植栽本数を100として，1984年(昭和59)までの各試験地の生存率の変化を図-17に示す。試験地3・4は植栽時に撒水したため活着率が高く，その後は減少率も小さく，植栽後12年で試験地3が82%，試験地4が68%の生存率を示した。これに対して風当りの強い試験地5

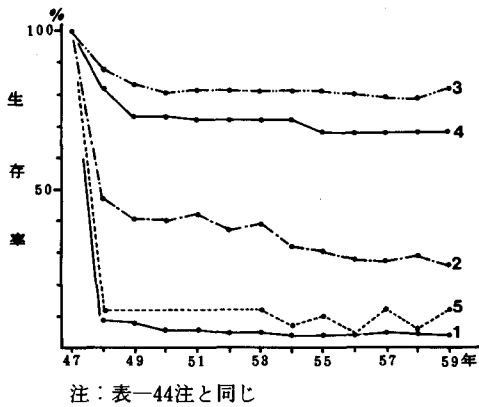


図-17 各試験区の山取苗の生存率

Fig. 17. Survivals of natural *F. crenata* seedlings in the experimental plots.

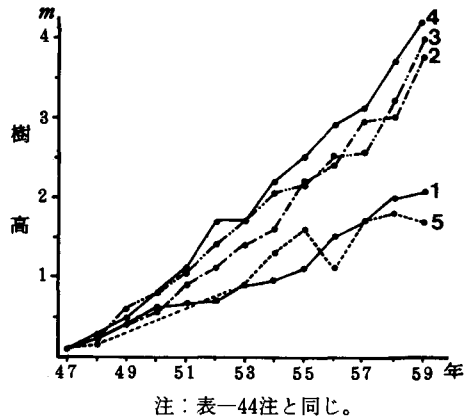


図-19 各試験区の山取苗の樹高

Fig. 19. Height of natural *F. crenata* seedlings in the experimental plots.

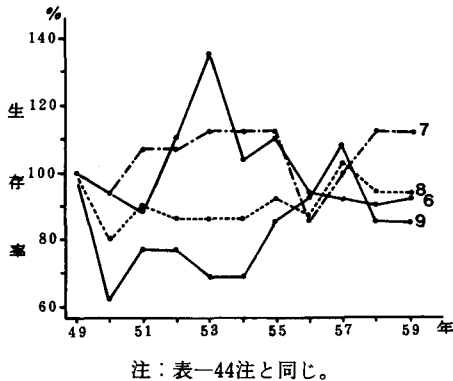


図-18 各試験区の種子直播苗の生存率

Fig. 18. Survivals of sowed *F. crenata* seedlings in the experimental plots.

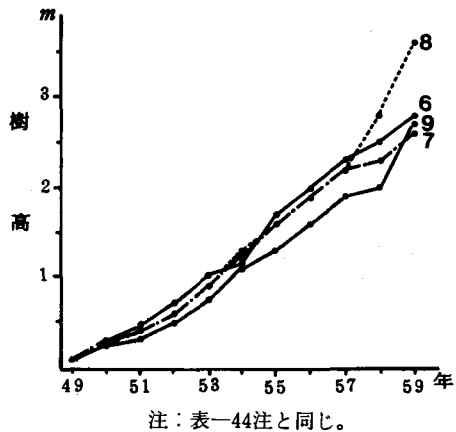


図-20 各試験区の種子直播苗の樹高

Fig. 20. Height of sowed *F. crenata* seedlings in the experimental plots.

は活着率が著しく低かったが、植栽時に撒水しない試験地1, 2でも同じ傾向がみられた。活着後の枯損率は小さいので、植栽時には活着するよう十分注意する必要がある。

種子直播試験については、播種後1年たった1974年(昭和49)10月の生存数を100として、その後の生存率の変化を図-18に示す。ブナの稚苗は野兎鼠の害、雪折等の被害をうけやすく、被害をうけると萌芽したり、側枝が伏条化して生存本数が増加する場合がある。試験地6~9は生存率の変動が激しく、一定の傾向は見られない。

樹高について：各試験地内の一番高い樹高の値をその試験地の樹高として、各年の樹高の変化を図-19, -20に示す。いま樹齢11年生の樹高をみると試験地2~4(昭和57年)の順

で296, 256, 310 cm 平均287 cm, 試験地6~9(昭和59年)の順で280, 260, 360, 270 cm 平均293 cmである。試験地1, 5は両者とも170 cmである。同じく樹齢11年生の生存本数をみると, 表-44, -45より試験地2~4では平均32.5本/m², 試験地6~9では平均28.7本/m²であるに対して, 試験地1は1.8本/m², 試験地5は0.3本/m²である。試験地2~4, 6~9に比較して, 試験地1, 5は生存率も樹高も低い。立木密度と樹高にはなにか関係があるであろう。ちなみに両者の間の相関係数は $\gamma=0.6103$ である。風衝地である試験地5を除いて, 他の試験地はほぼ同じ環境条件にある。

これらをまとめると, プナ1年生山取苗の造林, 播種造林において, 11年生で立木密度30本/m²であれば, 樹高約3 mが期待される。植栽当初の生存率に十分注意せねばならない。

(3) プナ林の成立

調査は1981年(昭和56)9月に行われ, 調査地の位置は図-21に示したように標高365 mの大平山の山麓の勾配24度と比較的急しゅんな東斜面に位置し, 標高は250 m前後である。調査地1は50×20 m, 調査地2は40×25 mの0.1 haで, 互いに550 m離れている。土壌は適潤性森林土壌(B₀型)で, 1948年(昭和23)の空中写真によると¹⁰⁷⁾, 林相は沢の中は密, 斜面を上るにつれて疎になる広葉樹林であった。北海道大学が演習林として取得する前年の1955年(昭和30)調査地1の周辺は製炭業者に, 調査地2の周辺は造材業者に立木処分され, 皆伐された。伐採に関する記録は見当たらないが, 当時調査地1付近で製炭に従事した地元住民の話によると, 胸高直径5 cm以上の立木は製炭原木に伐採されたということである。調査地2周辺の造材業者による伐採はその性質上, 利用経級(胸高直径約10 cm)以上のもののみが伐採されたと思われる。

調査地は胸高直径1 cm以上を対象として, 直径巻尺により0.5 cm単位, 樹高は目測により1 m単位で測定して, 北海道立木幹材積

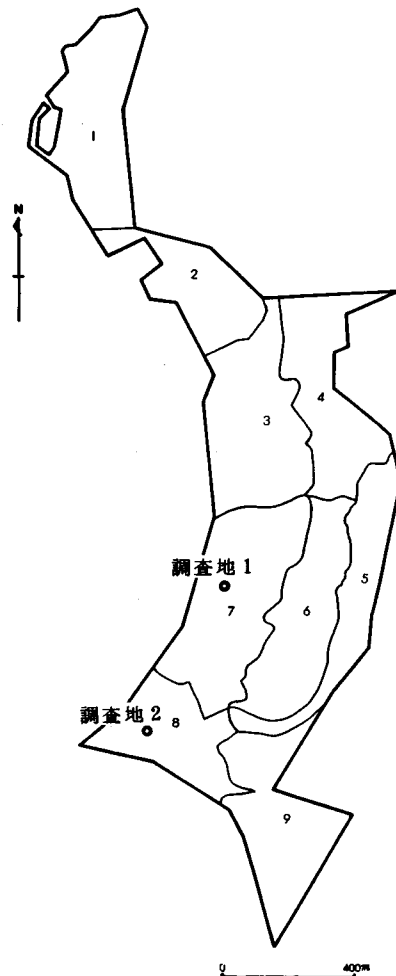


図-21 プナ調査地1, 2の位置図

Fig. 21. Location of the experimental plots of *F. crenata*.

表-46 樹種別本数・材積
Table 46. Outlines of natural secondary forests examined

プロット	樹種	1967年				1981年			
		本数	材積	百分率		本数	材積	百分率	
				本数	材積			本数	材積
		本	m ³	%	%	本	m ³	%	%
1	ブナ	3,800	53.490	75.2	78.0	6,660	132.280	73.0	80.4
	ナラ類	780	9.490	15.4	13.8	1,050	17.950	11.5	10.9
	イタヤ類	180	1.630	3.6	2.4	720	5.020	7.9	3.1
	ハウノキ	—	—	—	—	220	1.760	2.4	1.1
	ダケカンバ	140	1.790	2.8	2.6	210	5.070	2.3	3.1
	アオダモ	—	—	—	—	80	0.930	0.8	0.5
	シナノキ	10	0.410	0.2	0.6	70	1.200	0.7	0.7
	ハリギリ	60	0.610	1.2	0.9	40	0.070	0.4	0.0
	その他	80	1.160	1.6	1.7	70	0.260	1.0	0.2
	計	5,050	68.580	100.0	100.0	9,120	164.540	100.0	100.0
2	ブナ	2,670	71.490	61.4	68.7	4,810	107.280	67.9	73.4
	ナラ類	290	3.330	6.7	3.2	170	4.050	2.4	2.8
	イタヤ類	100	1.660	2.3	1.6	940	4.330	13.3	3.0
	ハウノキ	—	—	—	—	10	0.040	0.1	0.0
	ダケカンバ	1,010	20.330	23.2	19.5	690	21.610	9.7	14.8
	アオダモ	—	—	—	—	400	6.570	5.6	4.5
	シナノキ	30	0.870	0.7	0.8	30	1.140	0.4	0.8
	ハリギリ	10	0.110	0.2	0.1	—	—	—	—
	その他	240	6.340	5.5	6.1	30	1.080	0.6	0.7
	計	4,350	104.130	100.0	100.0	7,080	146.100	100.0	100.0

注：プロット1, 2とも0.1haを1.0haに換算した。

表⁷⁵⁾により幹材積を求めた。その結果は表-46, 表-47に示した。調査地1, 2の近くの試験地外で胸高直径が10 cm以上, 4~10 cm, 4 cm以下のブナ各々約10本, 合計56本について, 地際と胸高(1.2 m)から円板を採取した。これらはおおむね試験地の上層・中層・下層木に相当する。採取した円板の年輪を数え表-48に示し, さらに胸高部位の円板では樹皮を除いた外側より1 cm間隔にある年輪を数え, プレスラー式による生長率を計算し表-49に示した。表-50では地際と胸高まで生長に要した年数の分散分析の結果である。

調査地1, 2のブナ林の成立について考える。まず萌芽により更新したと仮定した。しかし1981年(昭和56)の調査で1955年(昭和30)伐採時の伐根は全く認められなくて, 現在生立している樹の根部にも伐根を巻き込んだと思われる隆起は見つけられなかった。地際から採取したブナの円板にも, 伐根を巻き込んだ腐朽は見つけられなかった。これらのことから萌芽により成立したと考えるより, 実生により成立したと考えるのが正しい。実生により成立した

表一47 調査年別・樹種別・径級別本数

Table 47. Stand composition of natural secondary forests examined in 1967 and 1981

プロット	樹種	径級		2 cm		4		6		8		10		12		14		16	
		年	1967	1981	1967	1981	1967	1981	1967	1981	1967	1981	1967	1981	1967	1981	1967	1981	
1	ブナ		1470	本	1680	2280	1080	970	580	500	350	370	100	450	10	310		140	
	ナラ類		70		300	270	300	310	130	210	50	110		50		30			
	イタヤ類		360		90	170	80	100		60	10	20				10			
	ハウノキ		70			70		60		10				10					
	ダケカンバ				50	30	40	60	50	30		80		10					
	アオダモ		20			20		20		10		10							
	シナノキ					20		20		10	10	20							
	ハリギリ		30		40	10				20									
	その他		10		20	60	40			10		10							
	計		2030		2180	2930	1540	1540	790	830	430	610	100	520	10	350		140	
2	ブナ		660		440	1660	720	750	700	450	440	410	300	370	60	300		130	
	ナラ類				140	20	90	40	50	40	10	60		10					
	イタヤ類		470		30	320	40	70	20	70			10	10					
	ハウノキ					10													
	ダケカンバ				200	30	290	140	330	150	150	220	40	110		40			
	アオダモ		120			80		60		50		60		10		10			
	シナノキ									20		10	30						
	ハリギリ						10												
	その他		20		60		70		60		10		10		30			10	
	計		1270		870	2120	1220	1060	1180	760	610	780	370	510	90	350		140	
プロット	樹種	径級		18cm	20	22	24	合計本数		平均胸高直径									
		年	1967	1981	1967	1981	1967	1981	1967	1981	1967	1981							
1	ブナ		110		40		20		3800	6660	6.0±2.23cm		5.9±4.17cm						
	ナラ類								780	1050	5.8±1.80		6.4±2.67						
	イタヤ類								180	720	5.2±1.56		3.7±2.43						
	ハウノキ								-	220	-		4.3±2.55						
	ダケカンバ								140	210	6.0±1.75		7.5±2.40						
	アオダモ								-	80	-		4.9±2.66						
	シナノキ								10	70	10.0±-		6.6±2.10						
	ハリギリ								60	40	5.3±2.07		2.3±0.65						
	その他								80	70	6.3±1.98		3.3±0.49						
	計		110		40		20		5050	9120	6.4±1.65		4.9±1.73						
2	ブナ		40		10	20			2670	4810	7.8±2.73		6.5±4.16						
	ナラ類								290	170	5.6±1.96		7.7±2.22						
	イタヤ類								100	940	6.4±2.46		3.2±1.94						
	ハウノキ								-	10	-		4.0±-						
	ダケカンバ								1010	690	7.1±2.18		8.8±2.38						
	アオダモ		10						-	400	-		5.9±3.91						
	シナノキ								30	30	8.7±1.25		9.7±0.76						
	ハリギリ								10	-	6.0±-		-						
	その他								240	30	7.4±3.26		6.8±7.94						
	計		50		10	20		20	4350	7080	7.0±1.08		6.6±2.22						

注：プロット1, 2とも0.1haを実測し, 1.0haに換算した。

とすれば、現存する幼樹は何年前に発生したかということになるが、表—48、—50によるとA、B、Cが調査地1、2でそれぞれ有意であることにより、はじめに胸高直径の一番大きいC(およそ現在の上層木)が発芽し、その後10~17年でB(中層木)、さらに15年後にA(下層木)が発芽してきたということになる。発芽後胸高まで生長に要した年数は調査地1、2ともにA、B、C間で有意でないことにより、この森林では芽生えから胸高まで生長に要する年数は胸高直径の大小に関係なく、6.7~9.9年かかる。

表—48によるとC(胸高直径10 cm以上)の樹の地際の年輪数は調査地1で最大48、平均42.1、調査地2で最大60、平均51.1であった。現在調査地の林冠の上層を形成している木は調査地1では平均して1939年(昭和14)に発芽し、調査地2では1930年(昭和5)に発芽したもので、最大では1921年(大正10)発芽のものもある。平均値では1955年(昭和30)の伐採時には調査地1は16年生で、調査地2は25年生であったが、表—48によると16年生、25年生のブナの胸高直径は2 cmと5 cmであり、これを樹高曲線から樹高を求めると3 mと5 mである。以上をまとめると、北海道大学桧山地方演習林が林地を取得した1956年(昭和31)には平均値で調査地1は樹高3 m、胸高直径2 cm、調査地2は樹高5 m、胸高直径5 cmのブナが生育していたことになる。

調査地1、2の1967年(昭和42)と1981年(昭和56)の樹種別本数、材積とその百分率をha当りに換算したものが表—46である。樹種では調査地1は両年とも本数でブナが70%をこえ、ナラ類が次に多い。ha当り本数は1967年(昭和42)5,050本から1981年(昭和56)9,120本と1.8倍に増えたが、増えた樹種はブナが主であり、ついでイタヤ類であった。

調査地2は両年とも本数でブナが60%をこえるが、調査地1にくらべて若干少ない。ha当り本数は1967年(昭和42)4,350本から1981年(昭和56)7,080本と1.6倍に増えたが、増えた樹種はブナが主で、次にイタヤ類であり、ダケカンバは大きく減じた。材積でも本数と同じ傾向がみられた。

樹種別、径級別本数を1967年(昭和42)と1981年(昭和56)でくらべたものが表—47である。さきに述べたごとく調査地1、2とも1967年(昭和42)にくらべて1981年(昭和56)は本数が急増しているが、その主なものはブナの胸高直径2 cmと4 cmの径級である。1967年(昭和42)には4 cmより小さいものは調査しなかったが、1981年(昭和56)は1 cm以上のものを全部調査したこと、1967年(昭和42)に調査外であったものが多数4 cm以上になったことのため、ブナの本数が増加した。同じようなことがイタヤ類についてもいえるが、ダケカンバは減少した。

ここで胸高直径4 cm以上の木の本数をみると、1981年(昭和56)に胸高直径4 cm以上の本数は調査地1で7,090本、調査地2で5,810本であり、同じ傾向がみられた。このことは平均胸高直径にも現われ、小さい径級の本数が増加したため1967年(昭和42)と1981年(昭和56)ではブナ、イタヤ類の平均胸高直径が減少している。ちなみに1981年(昭和56)の枯

表-48 ブナの胸高

Table 48. Diameter of breast height and

プロット	項目	A (胸高直径 < 4 cm) $\bar{x} \pm \delta_{n-1}$										B				
1	胸高直径	1	1	1.5	2	2	2	2.5	2.5	2.5	3	2.0±0.67	4.5	5	5	5.5
	地際の年輪数	9	15	13	19	20	12	24	25	15	18	17±5.16	30	34	26	28
	胸高の年輪数	5	5	8	12	9	7	15	14	9	14	9.8±3.74	22	25	15	16
	胸高まで生長に要した年数	4	10	5	7	11	5	9	11	6	4	7.2±2.82	8	9	11	12
プロット	項目	A (胸高直径 < 4 cm) $\bar{x} \pm \delta_{n-1}$										B				
2	胸高直径	1.5	2	2	2	2.5	3	3	3	3.5	2.5±0.66	5	5	6	6	6.5
	地際の年輪数	14	21	17	22	21	22	22	20	20	19.9±2.71	25	26	38	36	30
	胸高の年輪数	7	9	11	14	13	14	15	13	12	12.0±2.60	19	17	25	17	23
	胸高まで生長に要した年数	7	12	6	8	8	8	7	7	8	7.9±1.69	6	9	13	9	7

注：おおむねAは下層木，Bは中層木，Cは上層木である。

表-49 プレスラー式による半径1 cm 毎の生長率

Table 49. Growth rate calculated by PRESSLER's equation at each 1-cm in diameter

プロット	0~1 cm					1~2 cm					2~3 cm					3~4 cm									
	本	樹	生	生	の半径	本	樹	生	生	の半径	本	樹	生	生	の半径	本	樹	生	生	の半径					
	九	八	一	年	数	材	積	よ	量	率	材	積	よ	量	率	材	積	よ	量	率	材	積	よ	量	率
1	9120	175	12.0	6.9	8.7	7090	105	8.9	8.5	7.0	4160	61	5.5	9.0	7.2	2620	34	3.5	10.2	6.7					
2	7080	153	9.2	6.0	9.6	5810	91	7.3	8.0	7.9	3690	53	5.3	10.0	6.9	2630	28	3.1	11.0	6.6					

注：プロット1，2とも0.1haを1.0haに換算した。

損は調査地1でブナ49本，ナラ類3本計52本，調査地2でブナ18本，ダケカンバ16本，ナラ類7本，イタヤ類4本，アオダモ3本，シナノキ2本計50本で調査地1，2に差はなかった。

1981年(昭和56)の各調査地の実測値より樹高曲線を求め，プレスラー式⁷⁶⁾により半径1 cm 毎の生長率を求めたのが表-49である。1981(昭和56)調査地1の生長率6.9%は調査地2の6.0%より高いが，半径2~3 cmの区で調査地2の生長率10%が調査地1の9%より高く

直径と地際の年輪数

annual ring number at ground of *F. crenate* trees

(4 cm ≤ 胸高直径 < 10 cm) $\bar{x} \pm \delta_{n-1}$	C (10cm ≤ 胸高直径) $\bar{x} \pm \delta_{n-1}$
5.5 6.5 7 7 7.5 9 6.3 ± 1.40	10 10 10.5 10.5 11 11.5 12 12 12.5 11.1 ± 0.93
31 30 34 37 35 35 32 ± 3.53	39 39 38 47 43 44 48 42 39 42.1 ± 3.69
21 25 27 25 29 30 23.5 ± 5.04	32 30 32 35 38 38 44 37 34 35.6 ± 4.25
10 5 7 12 6 5 8.5 ± 2.72	7 9 7 12 5 6 4 5 5 6.7 ± 2.50

(4 cm ≤ 胸高直径 < 10 cm) $\bar{x} \pm \delta_{n-1}$	C (10cm ≤ 胸高直径) $\bar{x} \pm \delta_{n-1}$
6.5 7.5 7.5 8 9 6.7 ± 1.30	1.0 10.5 11 11 11 12 13 14.5 11.6 ± 1.48
41 31 42 37 38 34.4 ± 6.02	50 48 44 55 45 47 60 60 51.1 ± 6.42
28 28 32 29 35 25.3 ± 6.24	38 43 40 42 38 39 42 48 41.3 ± 3.33
13 3 10 8 3 8.1 ± 3.51	12 5 4 13 7 8 18 12 9.9 ± 4.70

表-50 地際と胸高まで生長に要した年数の分散分析
Table 50. Analysis of variance for age required for growing to breast height at plots 1 and 2

要 因	プロット 1		プロット 2	
	自由度	平均平方	自由度	平均平方
A・B・C 地際の年輪数	2	1,525.0362***	2	2,066.2894***
く り か え し	9	33.0146*	9	43.5847
誤 差	17	9.6330	15	18.7933
全 体	28		26	
A・B・C 胸高まで生長に要した年数	2	8.5717	2	10.0018
く り か え し	9	10.7489	9	6.0001
誤 差	17	5.3740	15	15.6441
全 体	28		26	

注：* 5%水準で有意, *** 0.1%水準で有意。

なっている。

26年前の1955年(昭和30)に調査地1は製炭業者, 調査地2は造材業者によってこの森林が皆伐されているが, 現在中・上層木はこのとき伐採されずに残されたものである。すでに述べたごとく正しい記録はないが, その性質上造材業者(調査地2)に比較して製炭業者(調査地1)の伐採率は高いと考えられるが, 残された木の大きさは前述のように推定した。表一

49によると調査地1の生長率が調査地2の生長率をこえたのは半径1~2 cmのときで、半径0~1 cmと半径1~2 cmの平均年数を加えた15.7年前からである。このことは調査地1の伐採率が調査地2の伐採率より高いと推定したことに関係あると考えられた。即ち高い伐採率が当時下層木であった調査地1のブナの生育を促進して、伐採率の低い調査地2の生長率を超越したと考えられる。

1981年(昭和56)試験地附近のブナ林は豊作年であったが、観察により調査地1, 2とも胸高直径約10 cmのブナにわずか、同約16 cmのブナに相当量の種子の結実が見られた。胸高直径1 cm以下のブナは年輪数から1955年(昭和30)の上木伐採後発生したものと考えられるが、結実状況とあわせてブナの天然更新は1955年(昭和30)以降もつづいていると考える。

いままで述べた調査地1, 2を今後どのように取扱っていくか。松山地方の海岸線、平野部に近い里山に広く分布するブナ等広葉樹二次林への施業、あるいは奥地ブナ林をも含めた、ブナ林施業の体系化にもつながる問題である。

この問題について大金ら^{83,84)}の報告があるので、それについて論じたい。

北海道大学松山地方演習林のブナ二次林、調査地1, 2のような高密度に更新した幼齡林は例外的で、一般的にはササが林床を覆っている松山地方では、ブナの更新はなかなか困難であり、更新時の本数密度の低い場合の方が多い。大金は「ドイツ、スイス等のブナ施業林の収穫表の本数と比較すると、松前地方の幼齡林は本数が非常に少なく、壯齡林はほぼ大差なく、老齡林は若干密となっている。しかし壯齡林以降は自然淘汰の関係もあって、極端な差はないようである」と述べ、また「幼齡林は一斉林、壯齡林は若干複層林、老齡林は2段林または一斉林に近い林型となっている」と記している⁸³⁾。

ブナ林は調査地1, 2のように炭焼き、一般造材等の皆伐後に一斉更新した事例が多く、壯齡林では生長が遅れたブナや他の樹種が下層木化し、一時的に複層林化する場合がある。特にブナは耐陰性が強いため、更新時に初期生長の早い樹種の下層木となっても被圧されることなく、順次これらの木の樹高を越えて上層木となり、複層林となっている場合も観察され、例えば調査地2のブナとイタヤ類・ダケカンバとの関係にその傾向がみられる。

大金は調査地1に新しく標準地を設定し、さらに松前経営区内にも標準地を設定したが、その調査結果を表-51に示す。ここでは胸高直径6 cm以上のものを測定しているため、(7)林班30年生(著者の前述調査1に相当する)はha当り4,420本であるが、50年生2,840本、80年生1,420本、200年生555本であり、同じ順序でha当り材積174 m³、202 m³、275 m³、510 m³の林が標準地となっている。

標準地の幼齡林は本数密度が高く、松山地方のブナ林はこれまで除間伐されたことのない林が多いため、形質不良木の多い林分となっている。このため本数密度の調整と不良木整理のため間伐をせねばならない。

広葉樹の間伐の方法はいくつかあるが、そのうち松山地方のブナ林に適するものを表-52

表一51 各標準地の概要

Table 51. Outlines of various standard plots in broad-leaved forests

林 班	(7)	167	20	169	116
林 齢	30年生	50年生	80年生	150年生	200年生
標準地面積 ha	0.05	0.05	0.10	0.36	0.20
標準地 本数 材積 m ³	225(185) 8.675(7.375)	142(96) 10.144(6.277)	142(99) 27.548(22.535)	92(52) 72.325(66.300)	111(89) 102.06(97.776)
ha 当り 本数 材積 m ³	4,420(3,620) 173.50(147.50)	2,840(1,920) 202.88(125.54)	1,420(990) 275.48(225.35)	255(144) 198.86(184.17)	555(445) 510.30(488.88)
ブナ 本数% 混交率 材積%	81.9 85.0	67.6 61.9	69.7 81.8	56.5 91.7	80.2 95.8
胸高直径 cm	平均 9.4(9.5) 最小~最大 6~18	平均 11.6(10.9) 最小~最大 6~26	平均 15.5(16.7) 最小~最大 6~48	平均 26.7(36.1) 最小~最大 6~74	平均 26.2(30.5) 最小~最大 6~70
樹高 m	平均 8.8(8.8) 最小~最大 3~13	平均 10.1(9.8) 最小~最大 4~15	平均 13.2(13.3) 最小~最大 6~25	平均 14.4(17.6) 最小~最大 3(5)~27	平均 17.3(19.5) 最小~最大 5~29

注：() 内はブナの数値。() 内林班は北海道大学桧山地方演習林，他の林班は北海道有林松前経営区である。

大金永治：ブナ林施業に関する基礎的研究，9，北海道，札幌，1985より引用。

表一52 広葉樹の間伐の方法

Table 52. Some thinning methods for broad-leaved forests

河田式樹形級区分

〈幹級〉

- A 優勢にして，形質美なるもの，即ちフランス式の a に相当す。
 B 優勢にして，形質に欠点あるもの，即ちフランス式の b に相当す。
 B' 優勢にして，形質に欠点あることは B と同様なるも，今日直ちにこれを間伐するときは，その結果生ずる疎間大に失するおそれあるもの。
 C 林内に存する普通の劣勢木にしてフランス式の c に相当す。
 D C と高さの関係において同様なるも，梢頭すでに枯れて頗死の状態にあるもの・はなはだしく幹形の不良なるもの。
 E 高さの優劣を問わず伝染性の病木・その他倒木・傾木・枯木など林分構成の一部と認められぬもの。

〈取り扱い〉

- A は全部残存せしむ。
 B にして直接 A と競争しつつあるものは伐る。B にして直接 A と競争の位質にあらざるものはそのまま残存せしむ。
 B' に対しては，適当に枝打ちまたは又木の一方をはずすなど手入れをしてその勢いを削ぐも間伐はせざるものとす。
 C はそのはなはだしく密立せざる限り原則として全部残存せしむ。
 D は原則として全部伐る
 E は原則として全部伐採するものなるも，林冠のうっ閉調節上残すを有利と認めかつ外科的手術を施し，薬液の塗布によって病原を駆除しうるものに対しては，適当なる手段を構じたる上残存せしむるも差し支えなし。

デンマーク式樹形級区分

- A. 主木——通直なる樹幹ならびに均整なる樹冠を有するものにして，これを残存し，その生育を助長促

進せしむるもの。

- B. 有害副木 — 主木の樹冠維持その他に支障を及ぼさんとするもので、これが除去を要するもの。
- C. 有害副木 — 主木の枝下を長くせしめ、これを保護するため残存せしむべきもの。
- D. 中立木 — 上記A, B何れに属するか不明なもの、したがって間伐木の印つけに際してまずもって伐採を見合わせ、これが決定は次回以降に延期する。中立木はしばしば最後の間伐時期まで残るものもある。

フランス式樹形級区分

- a. 立ち木 — 優勢木にして形質、美良なるもの。
 - b. 優勢木にして形質上欠点あるもの、これのみを間伐する。
 - c. すでに劣勢となりし樹木で、林木の一部として残存せらるべき資格のあるもの
- 注：元来は「幹級区分」「樹型級区分」「樹冠区分」など種々の表現をされているが、ここでは「樹形級」に統一した。

注：表-51の注と同じで15p.より引用。

に示した。

「幼齡林では上層木の不良木を伐採する保育伐、壯齡林は形質不良木の残存している林分に適用する河田式、老齡林は一定程度整理され、不良木の少ない林分に適用するデンマーク式またはフランス式をそれぞれ適用するのが良いであろう」と大金は述べ、ブナだけの純林は出来るだけ避けるべきであるとしている⁸⁹⁾。

幼齡林は生長が早いので強く伐採しても良いが、この場合樹冠の配置を十分考慮せねばならない。ブナ等広葉樹はうっ閉が破られ樹幹に直射日光があたると不定芽を出し、このため将来形質不良木となる可能性がある。不定芽が大きな枝とならず枯れたとしても、そのまま幹材の中に巻込まれ、葉節と称される利用上の欠点となる可能性があるため、間伐には十分注意を払わねばならない。林冠の密度を調整するため上層木を伐採するが、樹幹から不定芽の発芽を防ぐため、必要な下層木は残すというのがフランスの上層間伐であるが、河田式はこれを取入れており、幼齡林の間伐には適している。

老齡林は生長がすでにおとろえているので、十分注意して弱度に数回にわけて更新伐を行う必要があることを大金は述べているが、すでに記したごとく、ブルドーザ等による地表かき起しの更新補助作業は林床にササ類の多い箇所では有効な手段である。

以上をとりまとめるとブナ林の施業は漸伐作業をとるのが望ましい。種子が直接鉱物質に着床しないと、発芽後の稚苗が乾燥のため枯死する、稚苗期の光の要求度は今迄考えられていたよりも予想以上に大きいというブナの樹種の特性から、更新には地表処理が有効であり、画伐的伐採も有効である。

この章では郷土樹種であるトドマツ、ヒバ、ブナの造林について述べたが、天然分布している樹種は永い年月の自然淘汰により、道南の環境条件下で生存しうる性質を獲得してきた。その意味では道南の寒冷強風地帯における森林造成に適した樹種であり、第3章の導入樹種よりも適応範囲は広い。しかし松山地方はトドマツの南限、ヒバ・ブナの北限に近く、このことはその樹種の生活限界に近いということで、その意味ではきびしい環境条件下にあるといえる。

道南でのこれらの樹種の造林には技術的に未発達の部分もあるので、樹種の特性を考え、この章の調査結果を十分考慮して森林造成を行う必要がある。

第5章 強風地帯の森林

1) 海岸段丘における林帯造成

(1) 林帯造成の目的

上ノ国町字大崎の海岸について、藤原らは「この附近は汀線沿いの平地はなく、すぐ高さ20~30 mの崖となり、この崖をあがると平坦地が約500 m続いて、比高約20 mの2回目の段丘に達する。そのあとは解析の進んでいない比較的起伏のゆるやかな丘陵地帯となっている」と述べている⁹⁾。

この大崎海岸のように、桧山地方の日本海沿岸はいくつかの大きな川の河口の平野部と数箇所の砂浜を除いて、汀線沿いに平地は少なく、高さ数十米の海岸段丘がすぐ海にせまっている。この段丘の上は比較的ゆるやかな平坦部がつづいて、2段目の段丘に達する場合が多いが、ときには直接山地へ連なっていることもある。

この汀線部から海岸段丘へつながる斜面、及び段丘の上部は緒言で述べているごとく、永い間の乱伐・日本海特有の強い季節風により沢沿いの地を除いて、樹木は樹高1~2 mのカシワ等の疎林が部分的に残っているのみで、多くはササ類、オオイタドリ、ススキ等の植生が優占している所となっている。

この章の目的は例えば上ノ国町八幡牧野のような海岸段丘の上に作られた放牧兼採草地、畑地人家のための防風林の造成、あるいは海岸緑化のため海岸段丘に森林帯を造成しようとする場合、どのような方法をとるのが良いか、図-22の位置図に示す字大崎・字勝山、鷗島の成功例を比較しながら検討した。

(2) 旧庁舎の防風林

北海道大学桧山地方演習林は1956年(昭和31)上ノ国町字大崎にあった米空軍上ノ国派遣隊、通称レーダー基地の兵舎を大蔵省よりゆずりうけて、演習林事務所として発足した。旧庁

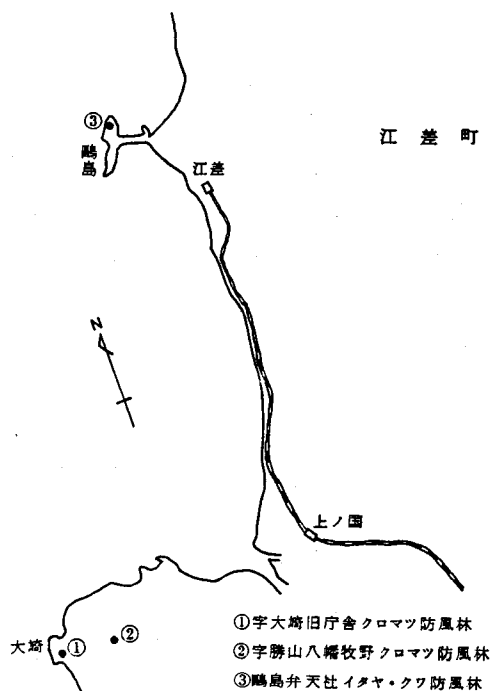


図-22 調査地位置図
Fig. 22. Location around the experimental plots in Hiyama district.

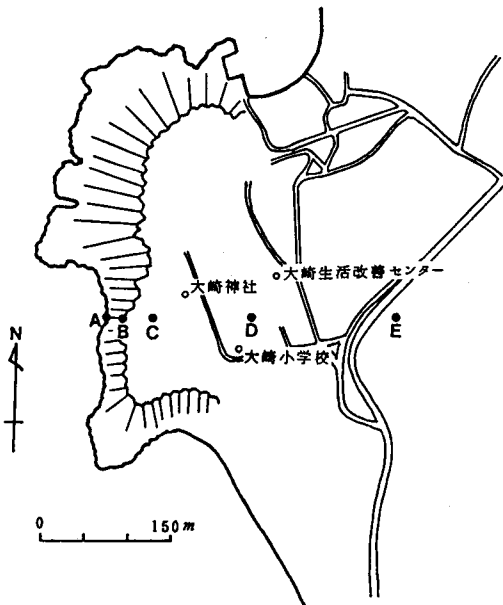


図-23 上ノ国町字大崎旧庁舎位置図

Fig. 23. Location around the experimental plots at Osaki.

舎周辺の地形の平面図(図-23)と縦断図(図-24)に示されるとおり、この附近は海拔約35mの日本海へ突出した台地状の岬であって、庁舎の西100mに大崎燈台があり、さらに西へ約100m進むと汀線に達する。

岬は風の強いところであるが、これを防ぐ樹木が一本もなかったため、防風林の造成を目的として庁舎周囲に1957年(昭和32)5月よりクロマツ・ハコネウツギ(別名ゲンペイウツギ、以下ウツギ)を植栽した。年別新植面積・補植・下刈等は表-53に示すとおりである。1956年(昭和31)5月にウツギを試験的に植栽したが、全滅したとされている。1957年(昭和32)に植栽したクロマツは平均苗長28cm、青森県産3年生実生苗を大野町より購入し、ウツギは松前町字江良より長さ30cmのさし穂を購入し、直挿した。植栽方法はクロマツは1.2m×1.

35mの方形植え(6,173本/ha)、ウツギは幅2~3mの生垣になるよう、苗間0.2mで列状に数列の挿木植栽である。

春から夏にかけての冷涼な東風と、冬季の日本海特有の強い西風によって、植栽した苗木は激しく揺り動かされ、根の発根活着はきわめて低かった。特に建物の西側で、海岸に面したところは風当りが強かったので、数回補植、越冬のため稲わらを苗木に巻くなど、根気強く作業をくり返し、漸く活着本数が増えた。いったん活着した苗木は次の補植苗を保護する役割を果し、しだいに成林し、今日の防風林となった。定期的な成績調査、育林台帳、1983年(昭和

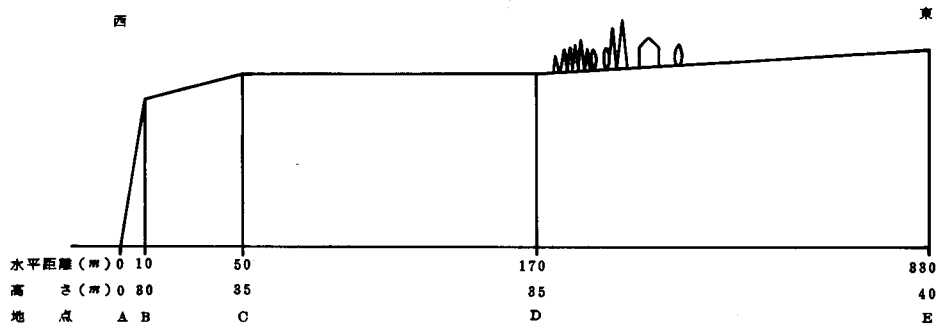


図-24 上ノ国町字大崎北海道大学檜山地方演習林旧庁舎周辺地形縦断図

Fig. 24. Vertical section at Osaki.

表-53 字大崎におけるクロマツ・ハコネウツギその他の保育
 Table 53. Tendings for *Pinus thunbergii*, *Weigela coraeensis* and others planted at Ohsaki

番号	植栽年月	面積	クロマツ	ハコネウツギ	刈									備考
					1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1966		
1	1957.5	0.4	500	3,000	1	2	1	2	4	4	3	1	番号1の補植 クロマツ ウツギ その他 1958年5月 500本 3,000本 150本 1959 5 2,000 1962 5 1,000 1963 5 1,000	
2	1958.5	0.2	1,500	2,000			4	3	4					
3	1959.5	0.1	1,000				4							
合計		0.7	3,000	5,000										合計 2,500 5,000 150

注：その他はシモニードロ100本、ヒメコマツ50本である。

表-54 クロマツ・ハコネウツギの生長経過
 Table 54. Growth of *P. thunbergii* and *W. coraeensis* measured from 1957 to 1983

樹種	項目	1957年	1958年	1959年	1960年	1961年	1962年	1963年	1964年	1965年	1966年	1983年
クロマツ	樹高	cm 28	cm 35	52				cm 63	cm 69			cm 554 (B.H.D)
	根元径	0.8	1.0	1.3				1.9	2.1			11.9
	植栽本数	500	2,500	3,500	3,500	3,500	4,500	5,500	5,500	5,500		
	生存本数	410	2,500	1,500				1,356	1,307			569
	調査本数											53
ハコネウツギ	樹高	30	60	105								320 (B.H.D)
	根元径	1.0	1.5	1.8								6.4
	植栽本数	3,000	8,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	
	生存本数	1,290	2,000									782
	調査本数											18

注：B.H.Dは胸高直径を表わす。

58)の調査結果より得られた植栽本数、生存本数、生長の経過を示すと表-54のようになる。図-25は建物・クロマツ・ウツギの配置を示したものである。防風林のなかで、建物等に影響されることが少ないと認められる部分(図-25 B, C)に带状区を設定した。その平面図、側面図を図-26に示した。クロマツ・ウツギの現況を知るため、図-25のA及び带状区内のB, Cのクロマツの樹高、胸高直径をとりまとめて表-55に示し、それらの分散分析の結果を表-56

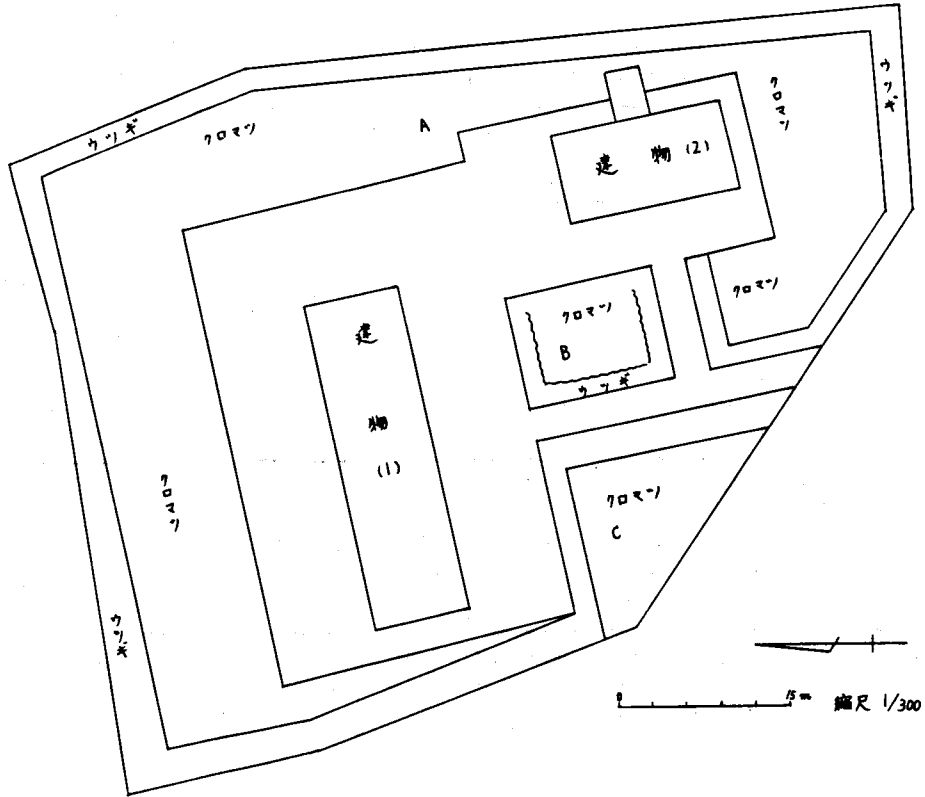


図-25 旧庁舎建物等配置図

Fig. 25. Location of the experimental plots at Osaki.

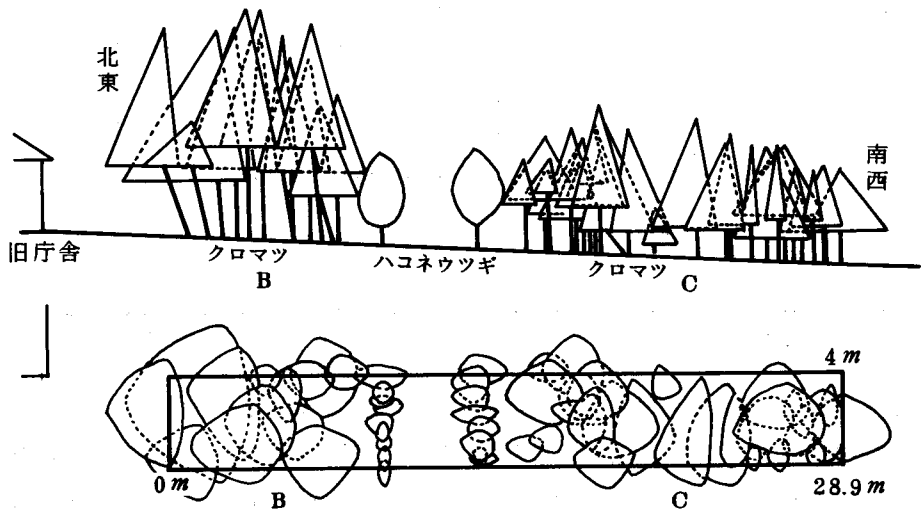


図-26 旧庁舎防風林帯状区

Fig. 26. Belt transect diagram of the experimental plot at Osaki.

に示した。

1970年(昭和45)北海道大学桧山地方演習林の庁舎は上ノ国町字大留に移転し、1970年(昭和45)字大崎の旧庁舎数は所有者に返却された。返却後に所有者によって建物周囲のクロマツの一部が伐採された。現在の防風林の面積はクロマツ1,374 m²、ウツギ695 m²合計2,069 m²となっており、1959年(昭和34)クロマツ・ウツギの植栽面積7,000 m²より著しく減少している。

クロマツについてみると、表-54及び図-25 A, B, Cの毎木調査により、新植・補植を含めて1963年(昭和38)には7,000 m²、5,500本(7,857本/ha)植栽されたものが、1983年(昭和58)には1,374 m²に569本(4,141本/ha)が現存しており、生存率53%となっている。

ウツギについてみると、1964年(昭和39)の成績調査時の見取図と1983年(昭和58)とは大きな変化がみられないので面積が同じであるとすると、植栽面積は695 m²である。1959年(昭和34)累計挿木本数10,000本に対して、生存本数2,000本、1983年(昭和58)生存本数782本で生存率約39%である。旧庁舎より大留へ庁舎を移転した際、ウツギも一部移植したが、その数は大きな数ではない。

図-26をみると、クロマツの樹冠は重なり合って十分にうっ閉し、林内は非常に暗くなっている。このため林床の植生はほとんど認められず、クロマツの落葉が地表に堆積し、若干のツルシキミがみられるのみである。

表-55 各調査地におけるクロマツの林分構造
Table 55. Stand structure of *P. thunbergii* plantations

調査地	調査地			樹 高			胸 高 直 径			枝 下 高		
	面積	本数	ha当り本数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数
	m ²	本	本	m	m	%	cm	cm	%	m	m	%
A	30	11	3,667	3.0~7.0	4.9±1.23	25	5.0~25.0	13.1±6.47	49	1.0~3.0	2.1±0.57	27
B	28	13	4,643	5.0~10.0	8.4±1.59	19	10.0~23.0	15.8±4.00	25	2.0~4.0	3.1±0.58	19
C	54	29	5,370	2.0~6.5	4.5±1.12	25	5.0~16.0	9.7±2.89	30	0.6~3.0	1.7±0.59	34
合計	112	53	4,732	2.0~10.0	5.5±2.04	37	5.0~25.0	11.9±4.80	40	0.6~4.0	2.1±1.24	59

調査地	樹 冠									ha当り材積
	長			短			面 積			
	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	
	m	m	%	m	m	%	m ²	m ²	%	m ³
A	0.7~5.5	2.8±1.42	51	0.7~4.4	2.2±1.09	50	0.38~19.01	5.8±5.24	90	205.3
B	1.4~6.7	3.4±1.41	41	1.3~5.2	2.7±1.06	39	1.43~27.36	8.1±6.72	83	498.2
C	1.0~4.5	2.4±1.00	40	0.7~3.2	1.9±0.85	45	0.55~9.90	4.2±3.04	72	147.0
合計	0.7~6.7	2.7±1.24	46	0.7~5.2	2.1±0.99	47	0.38~27.36	5.5±4.83	88	250.0

表-56 調査地A・B・Cのクロマツの分散分析
 Table 56. Analysis of variance for the growth of *P. thunbergii*
 at A, B, and C plots

項目 変動因	樹 高				胸 高 直 径			
	平方和	自由度	平均平方	分散比	平方和	自由度	平均平方	分散比
調査地	136.7126	2	68.3563	91.0810***	355.3011	2	177.6506	10.0938***
くりかえし	64.1064	28	2.2895	3.0506*	457.1970	28	16.3285	0.9278
誤 差	16.5112	22	0.7505		387.2000	22	17.6000	
全 体	217.3302	52			1199.6981	52		

注：* ***はそれぞれ5%，0.1%水準で有意差あり。

図-26では主風の西風の影響を受け、クロマツの樹高は南西で4 mに対し、北東で9 mであり、主風の方角に対してあきらかな樹高の勾配が認められる。植栽当初防風に重要な役割をはたしたと思われるウツギは後に生垣として刈込まれた。これらのクロマツの平均樹高・平均胸高直径等は表-55に示し、調査地Aを加えた分散分析の結果を表-56に示す。

表-56によると、調査地A, B, Cの間では樹高、胸高直径とも0.1%水準で有意であった。調査地A, B, Cの平均樹高は表-55より、それぞれ4.9 m, 8.3 m, 4.5 mと調査地間に差が認められているが、この差は風上、風下の位置に関係しており、風の影響と思われる。調査地Aが調査地Bより樹高が低いのは、図-25にみられるごとく調査地Aの風下である南西部は

表-57 上ノ国町字大崎クロマツ防風林外の植生
 Table 57. Vegetations at outside of *P. thunbergii*-windbreaks at Ohsaki

調査地	項 目	エゾニウ	ス ス キ	エゾヨモギ	オオイタドリ	コガネギク	マルバトウキ
1	本数	8	7	10	12		
	平均草丈(cm)	85.6	171.4	71.0	191.7		
	標準偏差	± 3.55	± 31.85	± 22.95	± 50.60		
	草丈最小~最大(cm)	20~150	150~230	40~110	100~265		
2	本数	7	10	5	1	14	3
	平均草丈(cm)	50.0	170.5	102.0	180.0	36.1	36.7
	標準偏差	± 75.06	± 21.27	± 30.33		± 10.03	± 5.77
	草丈最小~最大(cm)	20~220	140~200	60~130		25~50	30~40
3	本数	5	64			8	4
	平均草丈(cm)	32.0	188.5			71.3	32.5
	標準偏差	± 2.74	± 28.56			± 71.45	± 2.89
	草丈最小~最大(cm)	30~35	130~240			20~170	30~35

注：調査地の大きさは1 m² (1 m×1 m) である。

樹のない空地になっていることが原因である。

海拔高 35 m, 日本海に著しく突出し, 強い海風に吹きさらされている岬に, 1957 年(昭和 32)以降多くの努力によって防風林として, クロマツ人工林を造成することに成功した。この経験により周囲にウツギを生垣様に植栽して, クロマツを植えると, 26 年で平均樹高 5.5 m, 胸高直径 11.9 m, 最大樹高 10 m の生長が期待され, その生存率は約 50% である。

しかしこのような人工を加えない所に, 任意に 1 m² (1 m×1 m) の調査地を 3 箇所設定し, その植生を調査した結果を表-57 に示す。この表に示されるとおり, 調査地 1, 2, 3 の順で草本は 1 m² 当り 37 本, 40 本, 77 本であり, 優占種もオオイタドリ, コガネギク, ススキであって, 木本は 1 本も見当らなかった。木本はこの調査地のみならず, 岬全体にも見られなかったもので, なんら人工を加えず, 自然に放置したままでは, 数十年を経てもこの地区では森林は形成されない。

(3) 牧野のクロマツ防風林

八幡牧野は上ノ国町字勝山にあって, 天ノ川の左岸の平野部につづく標高約 100 m の稜線を中心に, 海岸線近くまで広くひろがっている面積 550 ha の上ノ国町有牧野である。

八幡牧野の沿革をみるとつぎのとおりである。

上ノ国は北海道で最も古くから拓らけた地域で, 八幡牧野には松前藩初代藩主武田信広(1413~1494 年) の居城・勝山館が⁶⁴⁾あって, その勢力は当時の蝦夷地では最大であり, 城内では製鉄・製陶もおこなわれ⁴⁹⁾, 周辺の森林は建築用材・日常生活あるいは製陶・製鉄の工業用薪炭として伐採され, 海岸近くの森林は鯨の魚粕製造用薪炭その他漁業資材として多量に伐採された。これについては 1788 年(天明 8) 幕府巡見使随員の古川古松軒の東遊雑記⁵³⁾にも記され, 1807 年(文化 4) 西蝦夷地日記にも, 「上ノ国諸在併せて 200 戸, 馬 200 頭算した」⁶⁴⁾とあり, 1858 年(安政 4) 島義勇(後の北海道開拓首席判官) の日記等にも記載されている⁵³⁾。このように上ノ国は古く幕藩時代から道南でも馬の産地として有名であった。明治以降も馬産地としての名声は高かったが, 零細な馬飼育農家のため 1898 年(明治 31) または 1902 年(明治 35) 上ノ国村外六ヶ村が共同放牧場として, 国有地の無償貸付を受けたのが八幡牧野の始まりである⁶⁵⁾。1920 年(大正 9) 上ノ国村より国へ提出した未開地売払願には「上ノ国は本道樞要の和馬の産地であること。八幡牧野は古来放牧地として共同使用されていたが, 未開地処分法の実施に伴ない無償貸付けを受けて, 素地のまま使用して来たものであること。もしこの地が個人または私法人の所有となるなら, 全村の農業畜産におよぼす打撃は甚大で本村の発展は望むことができない」とある⁶⁵⁾。

1928 年(昭和 3) に国より 559 ha の売払いを受け村有八幡共同放牧場となり, 上ノ国村の農畜産に重要な役割をはたしてきたが, 素地のまま使用してきたとはいえ永年放牧地として使用されてきたため, 樹木は伐採され牧草地化されてきた。1953 年(昭和 28) より上ノ国町単独, 1955~1958 年(昭和 30~33) は道営事業として草地造成がおこなわれ, その後の補修・管理を

へて、今日見られるような548 haの集約的な草地となり、沢地の一部を除いて一面の未立木地となった。

今日八幡牧野は短角牛（肉牛）の生産基地として、農民にとって重要な放牧場となっているが、汀線より山稜に至るまで大面積で未立木地化したため、いろいろな障害が生じてきた。例えば稜線部の強風による牧草の生育不良、草地の荒廃・放牧牛の休憩場の不足などであるが、漁業関係ではコンブ等の生育不良によっておきる磯焼け現象、根付魚の減少など前浜漁業の不振も海岸林の荒廃に関係があるといわれ、北海道特に道南の日本海岸の前浜漁業の大きな問題となっている。このような状態になったため、北海道桧山支庁は1957年（昭和32）よりクロマツを主とした防風林造成に着手した。

まずこの牧野の日本海に面した西斜面の汀線より約400 m内陸に入った地点で、汀線に平行に幅約120 m、延長約950 m、11.4 haのクロマツ防風林が第一線の防風林として1957年（昭和32）より1975年（昭和50）までに造成された。以下同様に第二線は汀線より約1,300 m離れて延長760 m、7.6 ha、第三線は汀線より約1,900 m離れた稜線近くに延長565 m、4.4 ha合計延長2,275 m、23.4 haが順次造成された。さらに一部改植が1983年（昭和58）に行われるなど、今日もなお造成への努力が続けられている。

保安林指定は1967年（昭和42）より順次行われた。保安林の指定目的等を知るため1967年（昭和42）指定の保安林台帳³⁵⁾のうち記載のある項目を表-58に示した。保安林指定の目的としては風害の防備とし、沢地の天然萌芽林を含めて造成されたクロマツ林他が指定されている。

クロマツ林の現況を見るために、1957年（昭和32）に植栽された第一線防風林内に7箇の調査地を設けた。調査地1～4は面積100 m²（10 m×10 m）、調査地5～7は幅3 m、長さ71～81 m、面積213～243 m²の帯状区であり、その位置は図-27に示し、調査地5を通るA、Q線についての縦断図を図-28に示す。

地形は汀線より東へ20 mと60 mの地点で勾配を大きく変化させながら、11.6%の平均勾配で汀線より約700 m離れた地点に達する。ここに調査地を設けたが、標高は80～85 mで比較的平坦な海岸段丘の西及び南西斜面に面している。1957年（昭和32）施工の防風林のうち構造に関係する部分を抜粋すると³⁴⁾、施業面積5.0 ha、根曲竹の稈を用いた防風垣工2,000 m、植栽工はクロマツ18,000本3.0 ha、ヤマクワ・アカマツ6,000本1.0 ha、ウツギ6,000本1.0 haである。1968年（昭和43）この防風林を保護するため、防風林の東側に新しく3.3 haの防風林を設け、防風工2,851 mでギンドロ埋枝工424 m、ヤナギ埋枝工780 m、埋枝工合計1,204 mが行われている。

調査は1987年（昭和58）7月に行ったが、各調査地におけるクロマツの樹高、胸高直径及びha当り本数等は表-59に示すとおりである。調査地5（調査地6、7は省略）については平面図と側面図を図-29に示し、調査地1～7の林分構造を表-59に示し、樹高と胸高直径の相

表-58 上ノ国町字勝山クロマツ防風林保安林台帳
 Table 58. Descriptions of *P. thunbergii*-windbreak protection forest at Katsuyama

所在場所		桧山郡上ノ国町字勝山520-1番地						
森林所有者 住所氏名		桧山郡上ノ国町字上ノ国196 桧山郡上ノ国町						
指定の目的		風害の防備						
面積	全面積	不動産登記簿 不実測又は見込		{ ㊦ 536.4341ha 536.4341				
	保安林面積	台帳 不実測又は見込		{ — 19.6879ha				
指定手続の経過		法第30条の告示年月日及び 番号		昭和42年9月7日 道告示第1571号				
		法第33条第1項の告示 年月日及び番号		昭和42年12月5日 道告示第2151号				
指定時の現況		地況	位置	上ノ国町市街 南方約1.0km	地質	新第3紀層	土壌	火山灰土
			傾斜	0~5°	標高	100m	降水量	1,300mm
		樹種及び 混合歩合	クロマツ0.8 その他0.2	林令	12	疎密度	疎	
		蓄積 (ha当り)	-m ³	下層 植生	ミヤコササ その他雑草	生育 状況	不 良	
受益 対象	範囲種類数量等	勝山地区町営牧野一帯放牧地537ha						
	既往の被災状況等	特記被災なし						
指定事由		保安林整備計画に基き指定する 勝山の町営牧野内に造成した防風林と天然萌芽林の一部を指定する						
指定施業要件の内容及び 施業等の沿革		具体的 内容は 附表の 通り	伐採 種別 面積	伐採種 択伐	規定第10条1項による面積 19.6879ha			
他の法令との関係		なし						

関を図-30に示した。

調査地5, 6, 7は各調査地点の防風林の西端(海側)より東端(山側)までを連らなる帯状区であるため、季節風の西風をうけて生長の悪い海側より、風下になる生長の良好な山側まで連続して測定している。

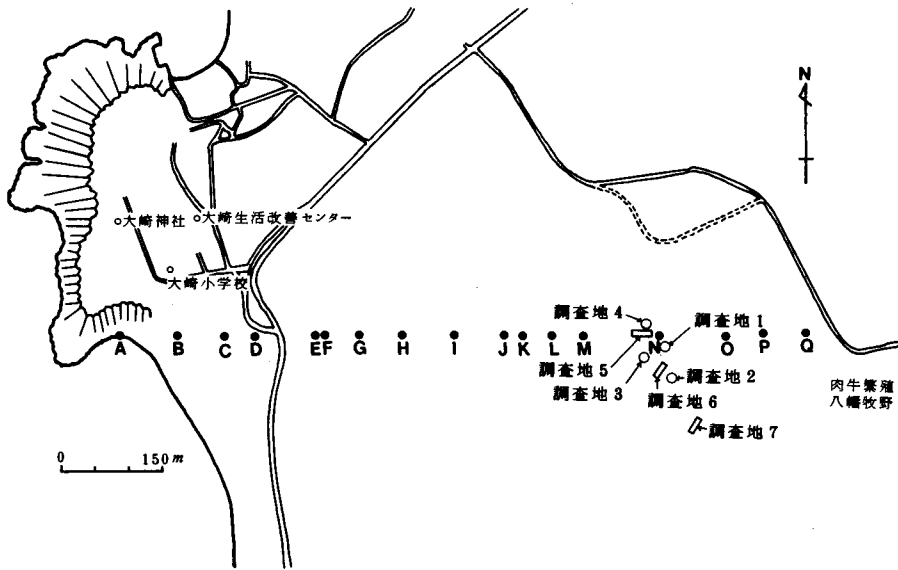


図-27 上ノ国町字勝山牧野のクロマツ防風林調査地位位置図
 Fig. 27. Location of the experimental plot of *Pinus thunbergii*.

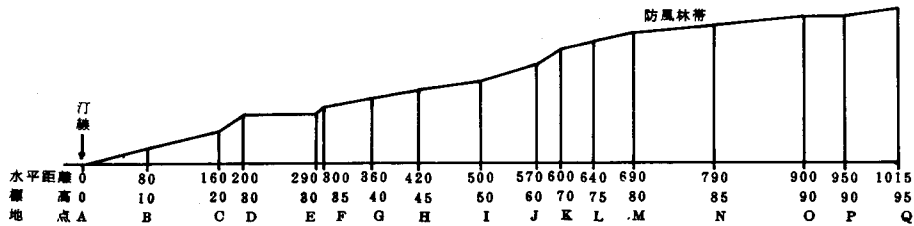


図-28 上ノ国町字勝山牧野林付近縦断面図
 Fig. 28. Vertical section of grazing forest at Katsuyama.

記録はないが、現存の本数と残されている伐根から、植栽後数回除伐が行われている。このため調査地ごとの ha 当り本数に変動がみられ、現在 ha 当り平均本数は 2,966 本であるが、最小 1,800 本から最大 4,074 本までその差は大きい。樹高についてみると、調査地 1~4 は調査箇所を林内の中央部に 10 m×10 m の正方形にとったため、林相がそろい樹高 9.5 m を最大とし最小 5.0 m で、変動係数も 10~18% と比較的小さいが、調査地 5~7 は 3 m×(70 m~116 m) の長い帯状に調査箇所を設けたため、最小 2.1 m 最大 11.0 m で変動係数も 21~26% と大きい。胸高直径についてみると、高密度による樹木の競合関係は直径に現われるといわれるが¹⁶⁾、胸高直径は最小 5.0 cm 最大 26.0 cm で、変動係数も平均 29% と大きい。さらに ha 当り材積は最小 67 m³ から最大 236 m³ と 3.5 倍も差がある。

調査地 5, 6, 7 についてみると平均樹高 6.9 m で、平均胸高直径 12.8 cm であり、調査

表—59 各調査地におけるクロマツの林分構成
Table 59. Stand composition of *P. thunbergii* plantations examined

調査地番号	調査地			樹高			胸高直径			枝下高		
	面積	本数	ha当り本数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数
1	m ²	本	本	m	m	%	cm	cm	%			
1	100	33	3,300	6.0~9.5	8.3±1.10	13	8.0~19.0	12.7±3.26	26			
2	100	32	3,200	6.0~8.5	7.6±0.71	10	7.0~17.0	12.8±2.96	23			
3	100	18	1,800	5.0~9.0	7.8±1.43	18	7.0~22.0	15.4±4.79	31			
4	100	29	2,900	5.0~7.5	6.6±0.79	12	6.0~20.0	12.0±3.57	30			
5	213	63	2,958	3.4~9.0	6.5±1.37	21	5.0~21.0	13.5±3.99	30	1.0~5.5	3.0±0.98	33
6	225	57	2,533	3.8~9.5	6.9±1.51	22	5.0~26.0	13.3±4.36	33	1.4~5.0	3.0±0.96	32
7	243	99	4,074	2.1~11.0	7.3±1.87	26	5.0~19.0	11.5±3.54	31	1.3~5.0	3.1±0.92	30
全体	1,081	331	3,062	2.1~11.0	7.2±1.55	22	5.0~26.0	12.7±3.89	31	1.0~5.5	3.0±0.95	33
調査地番号	樹冠									ha当り材積	備考	
	長径			短径			面積					
	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数			
1										m ³	生長良好な個所	
2										213.7	"	
3										183.2	生長標準的な個所	
4										160.7	"	
5	1.0~5.5	3.0±1.01	34	1.0~4.2	2.4±0.80	33	0.79~15.55	6.2±3.82	62	66.6	トランセクトA	
6	1.4~5.4	2.9±0.95	33	1.1~4.9	2.4±0.85	35	1.21~20.78	6.0±4.00	67	68.3	" B	
7	0.8~4.7	2.6±0.92	35	0.8~4.2	2.1±0.81	39	0.50~13.17	4.7±3.29	70	84.4	" C	
全体	0.8~5.5	2.8±0.97	35	0.8~4.9	2.3±0.83	36	0.50~20.78	5.5±3.69	67	144.7		

地5の平面図、側面図(図—29)より、東・西の林縁部は中央部より立木密度が高く、風力に対する保護効果が認められる。図—30の樹高と胸高直径の相関係数 $\gamma = 0.6262^*$ (0.1%水準で有意)は図—29とあわせて考えると、同じ樹齢であっても樹高の低い西端部は胸高直径も小さく、樹高の高い東端部は胸高直径も大きいことを示している。また調査地5は西端から東端へ明らかな林冠勾配が認められるが、これは日本海からの季節風(西風)に影響されたものである。

防風林の林冠は一応うっ閉されているが、随所に閉鎖の破れた個所がある。防風林の林内と周辺部に各々任意に1 m²(1 m×1 m)の調査地3箇所を設け、植生調査をしたものが表—60、—61である。林内は林外に比較して陽光も弱く、湿度も適度に保たれているため、草本の種類は多く、一部には木本も見られたが、植生の本数密度は低く、草丈も小さく、植生が貧弱である。

一方林外は強い光と風、時には潮害を受けることもあって⁹⁾、環境条件はきびしいためか、

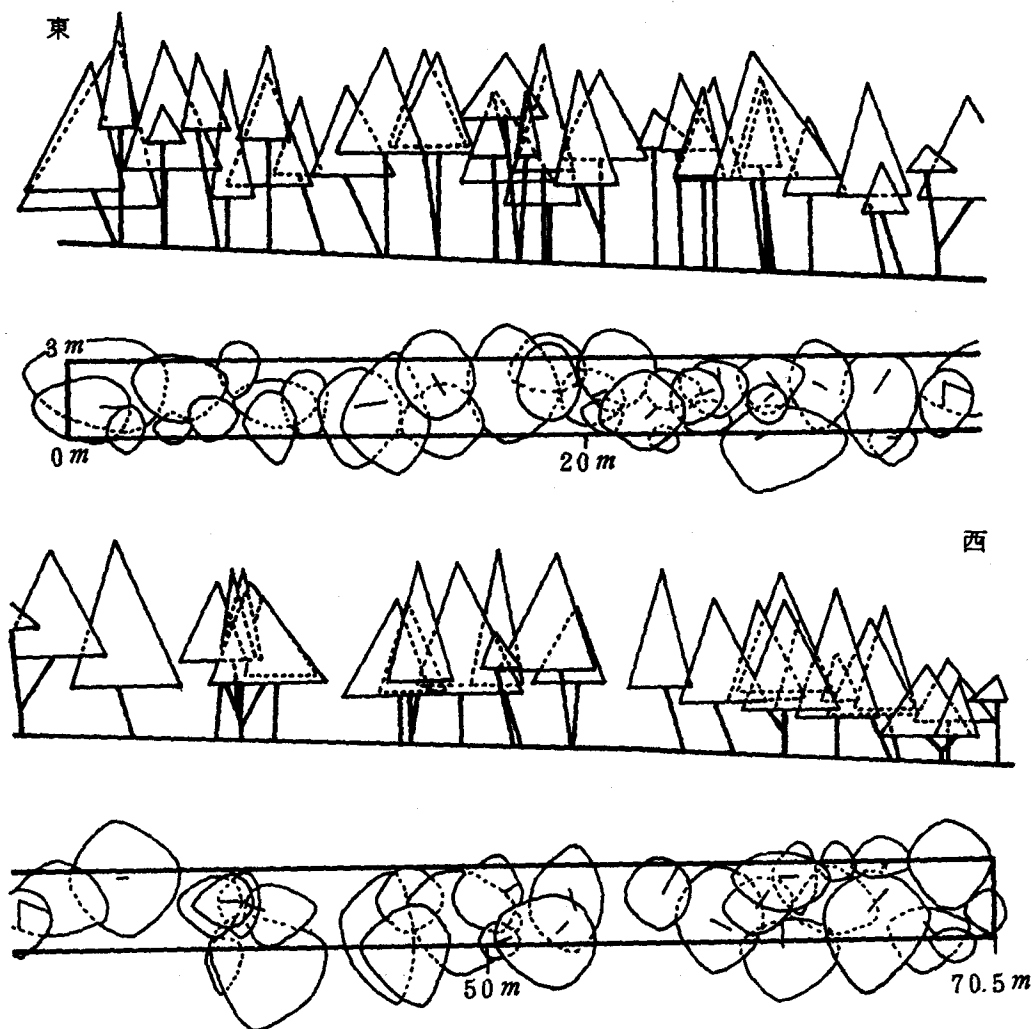


図-29 上ノ国町字勝山牧野のクロマツ帯状区

Fig. 29. Belt transect diagram of the experimental plot of *P. thunbergii* at Katsuyama.

草本の種類は少なく、エゾヨモギ、ススキとそれにクマイザサなどがそれぞれ大きな群落をつくって広い面積を優占していた。本数密度は 1 m^2 当り 100 本をこえる箇所もあり、草丈も 1 m 以上のものが多かった。しかし調査地の中には 1 本の樹木も見出せなかった。

クロマツ防風林の調査地は標高 80~85 m にあって、冬期間は日本海の強い季節風(主として西風)にさらされ、春から夏には冷たい東風を受け、ときには塩害をうけるなどきびしい環境条件にあるが、1957年(昭和32)に 6,000 本/ha 植栽されたクロマツは、26年経過した今日でもおよそ 3,200 本/ha (53%) 生存し、調査木の樹高は最高 11 m、最低 2 m 平均 7.2 m であ

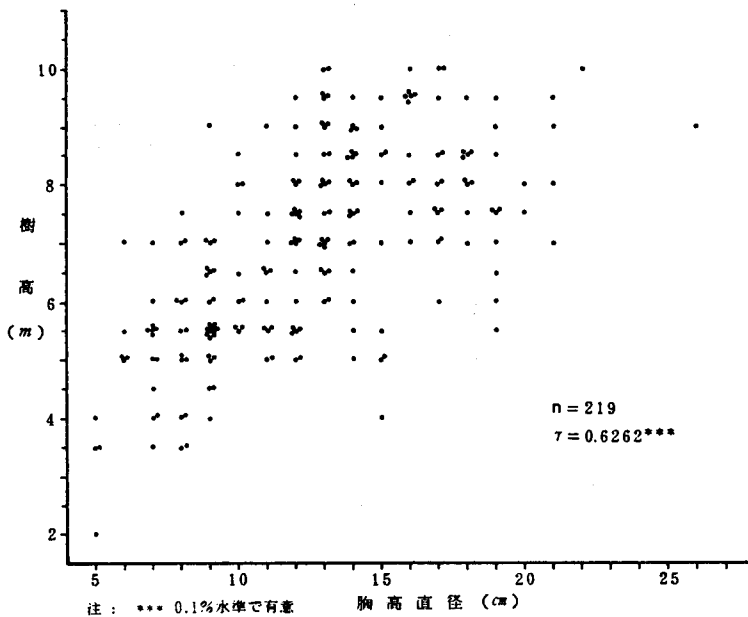


図-30 樹高と胸高直径の相関

Fig. 30. Correlation between height and diameter of breast height of *P. thunbergii*.

表-60 上ノ国町字勝山クロマツ防風林内の植生

Table 60. Vegetations in *P. thunbergii*-windbreaks at Katsuyama

種 類	調査地	1	2	3
	本数・草丈等			
イヌワラビ	本数又は被度	3本	5本	1本
	平均草丈 (cm)	36.7	51.0	70.0
マルバトウキ	本数又は被度	8本	1本	
	平均草丈 (cm)	21.9	40.0	
コガネギク	本数又は被度	20%	20%	
	平均草丈 (cm)			
ヤブマメ	本数又は被度	10%	10%	
	平均草丈 (cm)			
ヤナギダテ	本数又は被度	14本		
	平均草丈 (cm)	39.3		
キンミスヒキ	本数又は被度	4本		
	平均草丈 (cm)	16.3		
トラノオ	本数又は被度	30%		
	平均草丈 (cm)			
ノイバラ	本数又は被度		3本	
	平均草丈 (cm)		41.7	
スゲ類	本数又は被度		10%	5%
	平均草丈 (cm)			
ユキザサ	本数又は被度			6本
	平均草丈 (cm)			13.3
オーチャードグラス	本数又は被度			20%
	平均草丈 (cm)			
ミスナラ	本数又は被度			1本
	平均草丈 (cm)			15.0

注: 調査地の大きさは1 m² (1 m×1 m) である。

表-61 上ノ国町字勝山クロマツ防風林外の周辺部の植生
 Table 61. Vegetations at the outside of *P. thunbergii* windbreaks at Katsuyama

調査地	項目	クマイザサ	エゾヨモギ	ススキ	イヌワラビ	合計本数
1	本数	80	28			108本
	平均草丈(cm)	79.5	101.1			
	標準偏差	±7.42	±17.50			
	草丈 最小~最大(cm)	65~90	60~125			
2	本数	14	60			74
	平均草丈(cm)	74.3	123.2			
	標準偏差	±12.69	±29.01			
	草丈 最小~最大(cm)	45~90	70~160			
3	本数	4	6	94	2	106
	平均草丈(cm)	58.8	70.0	173.7	90.0	
	標準偏差	±6.29	±20.00	±30.20	±14.14	
	草丈 最小~最大(cm)	50~65	50~100	120~210	80~100	

注 調査地の大きさは1㎡(1m×1m)である。

る。同じく胸高直径では最高26cm最低5cm平均12.7cmであり、防風林として機能しはじめている。しかしクロマツを植栽しなかった箇所は表-61にあるとおり、樹木は1本もみとめられず、調査地以外を広く見渡しても沢地、くぼ地のような箇所に、矮性化したケヤマハンノキ、ダケカンバが数本点在しているのみである。これらの箇所にはすでにクマイザサ・ススキ等が優占し、地表を密に覆ってしまったことを考慮すると、森林が完全に破壊されてしまったような所では、なんら人工を加えず自然に放置しては、今後数十年経過しても森林の回復を期待することは出来ない。

(4) 海岸風衝地の防風林

a) 鷗島の防風林

松前藩はエゾ地と本州との物資の交流する港を箱館・松前・江差の三港とし、1630年(寛永6)出入りする物資に課税する沖ノ口番所を設置した⁹⁾。これは桧山沿岸は山が海にせまり、日本海特有の強い季節風とあいまって良港が少なく、江差港は季節風である西風を鷗島で防ぎ、東方の山によって東風を防ぐ、水深の深い桧山管内第一の天然の良港であったことによる。

上ノ国から江差・厚沢部にまたがるヒバ天然林伐採のため、1678年(延宝6)桧山奉行所が設置され、松前藩の重要な財源として、ヒバの伐採が大規模にすすめられると、江差町は木材の移出港として、さらに鯨漁の発展にともない江差町周辺、さらに熊石以北の西エゾの物資

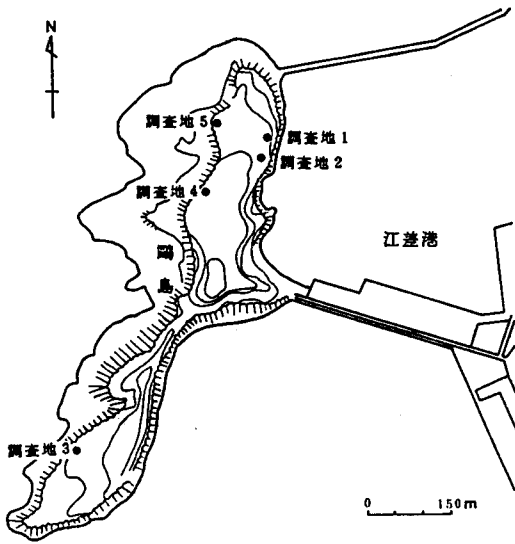


図-31 江差町鷗島調査地位置図
 Fig. 31. Location of the experimental plots at Kamomejima.

の集散地として今日の貿易港のごとく、出船入船3,000隻と松前藩の経済の中心地として繁栄を極めた⁸⁾。1615年(元和元)鷗島の上に弁天社(現在巖島神社)が建立され、江差町繁栄の基となる海運の守り神として、厚い信仰に守られてきた⁸⁾。

鷗島の概形は図-31に示すとおり、本土より約400m離れた、長さ1,000m幅200~300m、標高は最高27.4mの南北に細長い島である。江差測候所の記録によると、江差町の各月の最多風向は西、南西、西北西等およそ西方向から吹く風が第1位を占め⁷⁾、外洋に面する鷗島の西側の斜面はこの西風のため樹木は1本も生育せず、島に保護されている東側の斜面にはイタヤカエデ、ヤマグワの天然林が岩肌をおおうかたちで、樹幹を変形させて成林している。

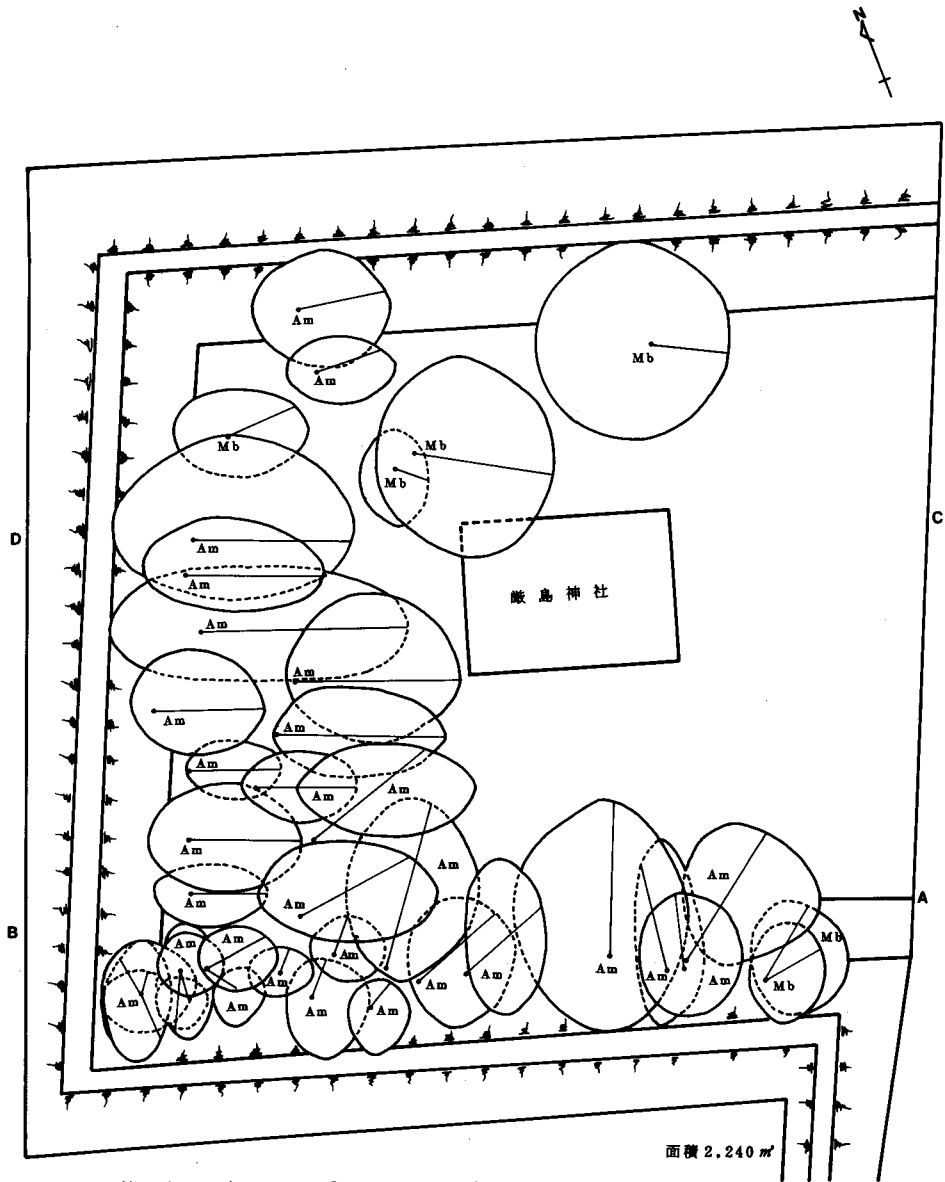
台地状になった島の上部は西斜面同様天然生の樹木は一本も生育せず、以前防災林造成のために植えられ、わずかに残存しているクロマツ・ハコネウツギと、ここで報告する調査地1、2のイタヤカエデ、ヤマグワの人工林のみである。

巖島神社の社を強い季節風から保護するため1858年(安政5)江差町有志によって、2,446m²の地の周囲に高さ約4m、延長126mの土壘が築かれ、イタヤカエデ、ヤマグワが植栽され

表-62 江差町鷗島調査地1、2のイタヤカエデ・ヤマグワの樹高階別本数
 Table 62. Numbers of *Acer mono* and *Morus bombycis* trees sorted by height grade at plots 1 and 2 in Kamomejima

調査地	樹種(本)	樹高(m)												計		
		1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	3.0~3.5	3.5~4.0	4.0~4.5	4.5~5.0	5.0~5.5	5.5~6.0	6.0~6.5	6.5~7.0	7.0~7.5		7.5~8.0	8.0~8.5
1	イタヤカエデ	1				1	1	6	3	6	2	6	3	3	1	33
	ヤマグワ						1	2	1	1		1			6	
	合計	1				1	2	8	4	7	2	7	3	3	1	39
2	イタヤカエデ	4	9	3	2	3	4	2							27	
	ヤマグワ	4	1	2			6	1							14	
	合計	4	13	4	4	3	10	3							41	

た。さらにこれに隣接させる 2,240 m²の地に 1900 年(明治 33) 皇太子殿下御婚礼記念碑(大正天皇のこと)を建て、その周辺にイタヤカエデ、ヤマグワ、クロマツ、カラマツ、サクラ等 400 本の苗木を植え、周囲を高さ約 2 m, 延長 130 m の土塁で囲った。



注：Am…イタヤカエデ，Mb…ヤマグワ。

図-32 鷗島調査地1の平面図

Fig. 32. Plane diagram of the experimental plot (1) at Kamome-jima.

巖島神社のイタヤカエデ・ヤマグワの植栽年について正しい記録はないが、古い樹は土壘作設時に植栽されたと推定され、樹齢約126年であり、これを調査地1とした。皇太子殿下御婚礼記念碑周辺に植栽された苗木のうち、クロマツ・カラマツ・サクラは消失し、イタヤカエ

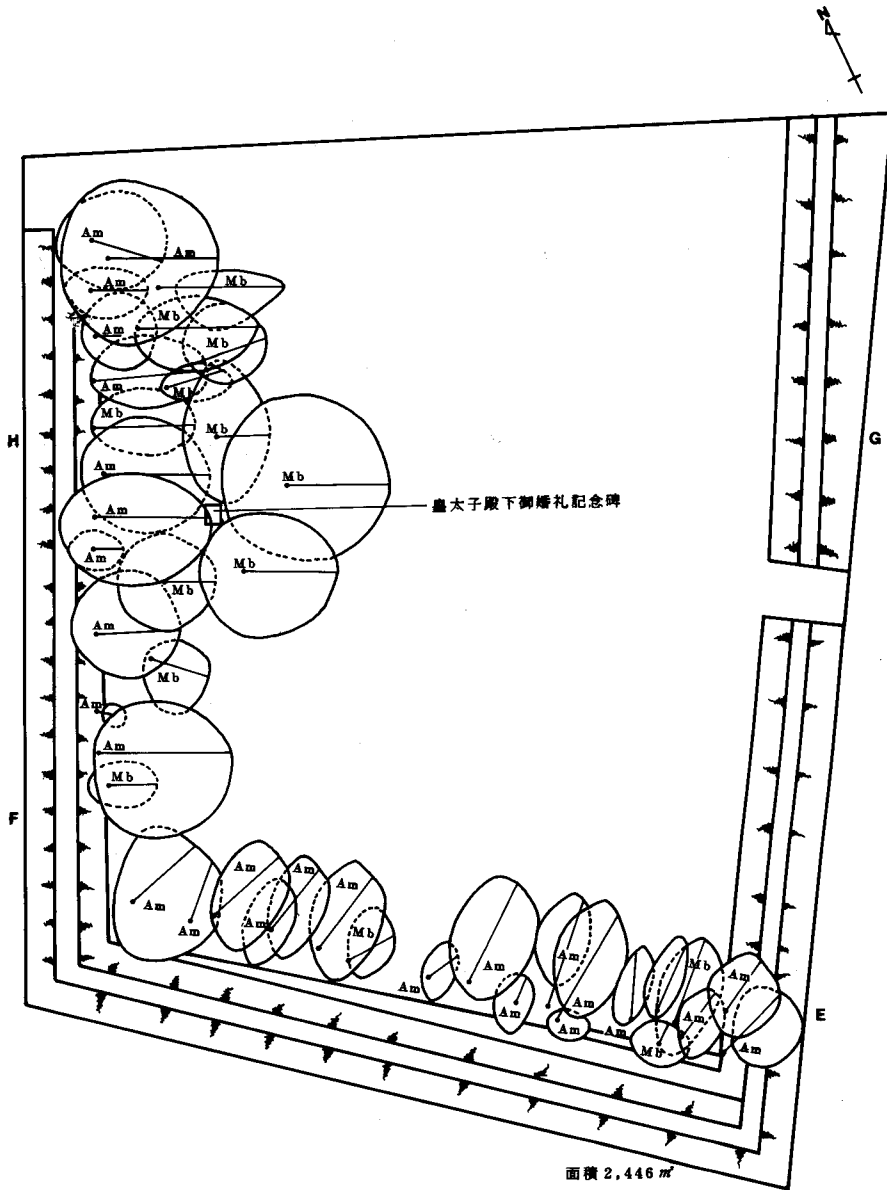


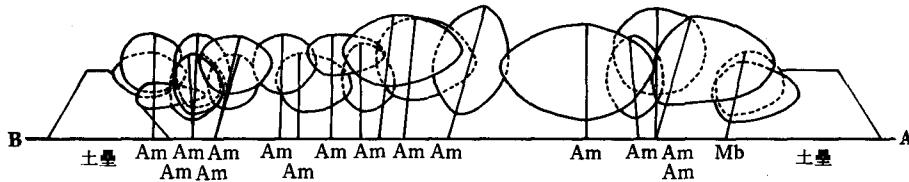
図-33 鷗島調査地2の平面図
 Fig. 33. Plane diagram of the experimental plot (2) at Kamome-jima.

表-64 調査1, 2のイタヤカエデ・ヤマグワの林分構造
Table 64. Stand structures of *A. mono* and *M. bombycis* forests examined at plots 1 and 2

調査地	樹種	調査地			樹高			胸高直径			枝下高		
		面積	本数	ha当り本数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数
		m ²	本		m	m	%	cm	cm	%	m	m	%
1	イタヤカエデ		33	337	2.2~8.5	6.2±1.34	22	16.0~46.0	25.9± 8.58	33	0.8~3.5	1.8±0.64	36
	ヤマグワ		6	61	4.5~7.0	5.5±0.89	16	13.0~46.0	28.0±13.11	47	1.0~3.0	1.8±0.83	46
	全体	981	39	398	2.2~8.5	6.1±1.30	21	13.0~46.0	26.3± 9.27	35	0.8~3.5	1.8±0.66	37
2	イタヤカエデ		27	640	1.5~4.5	2.9±0.89	31	8.0~38.0	17.4± 6.10	35	0.5~2.0	1.1±0.34	31
	ヤマグワ		14	332	2.0~4.5	3.3±0.91	28	7.0~21.0	13.6± 3.84	28	0.8~2.0	1.3±0.39	30
	全体	422	41	972	1.5~4.5	3.0±0.91	30	7.0~38.0	16.1± 5.70	35	0.5~2.0	1.1±0.37	34

調査地	樹種	樹冠									ha当り材積
		長径			短径			面積			
		最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	
		m	m	%	m	m	%	m ²	m ²	%	m ³
1	イタヤカエデ	2.9~15.8	7.0±2.98	43	2.8~ 9.0	4.7±1.76	37	6.4 ~88.1	29.1±22.37	77	81.4
	ヤマグワ	5.1~10.5	7.4±2.56	35	3.6~10.0	6.1±2.89	47	14.4 ~82.5	39.8±31.76	80	
	全体	2.9~15.8	7.1±2.89	41	2.8~10.0	4.9±1.99	41	6.4 ~88.1	30.8±23.86	77	
2	イタヤカエデ	1.4~ 8.7	5.2±1.76	34	1.3~ 8.6	3.7±1.81	49	1.54~58.76	17.2±13.23	77	50.2
	ヤマグワ	3.1~ 9.0	5.4±1.76	33	1.6~ 8.8	3.8±1.95	51	5.8 ~62.2	18.5±15.68	85	
	全体	1.4~ 9.0	5.3±1.74	33	1.3~ 8.8	3.8±1.83	48	1.5 ~62.2	17.6±13.93	79	

樹高6.1mは調査地2の平均樹高3.0mより大きい。一般的には樹齢126年と84年の差によると考えられるが、著者は両調査地の土壘の高さ4mと2mの差によると考えた。樹高と土壘の関係は図-34~-37のとおりである。図-34, -36は西・南二方向に土壘があり、図-35, -37は西の一方向に土壘がある。いずれも樹高はこの土壘の高さに影響され、土壘の高さより



注: Am…イタヤカエデ, Mb…ヤマグワ。

図-34 鷗島調査地1 A~B地点の側面図

Fig. 34. Side view of the experimental plot (1) between A and B at Kamome-jima.

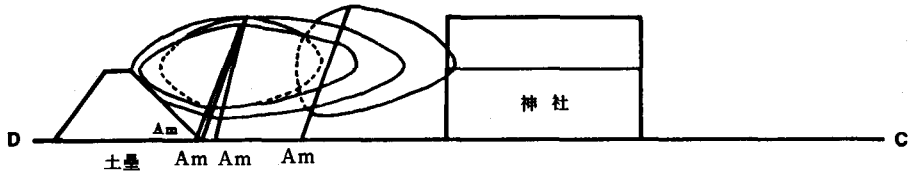


図-35 鷗島調査地1 C~D地点の側面図

Fig. 35. Side view of the experimental plot (1) between C and D at Kamome-jima.

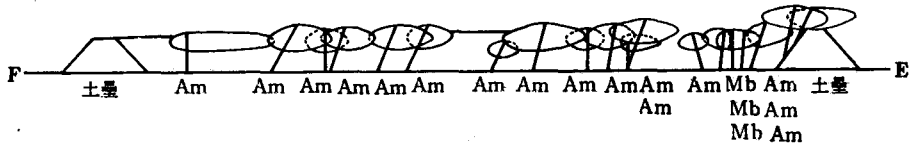


図-36 鷗島調査地2 E~F地点の側面図

Fig. 36. Side view of the experimental plot (2) between E and F at Kamome-jima.

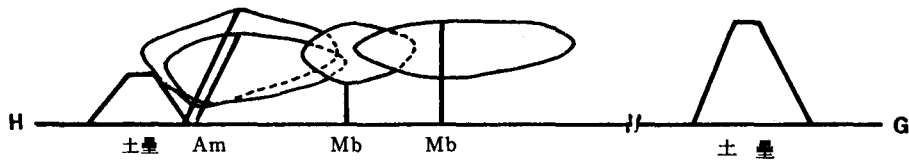


図-37 鷗島調査地2 G~Hの側面図

Fig. 37. Side view of the experimental plot (2) between C and D at Kamome-jima.

表-65 防風土壘と防風柵の比較

Table 65. Comparison between earth bank and fence for the windbreak

項	目	土 壘 工	柵 工
耐	久 性	永久である	数年で倒壊する
造	成 費	安価である。他の地拵え工種と組合 わせる	高価である。修繕費がかさむ
材	料	現地にある	入手・運搬しなくてはならない
機	械 化	容易である	容易でない。他の作業の機械化を妨 げる
前	生 林 と の 関 係	土壘そのものが前生林の生育の場と なる	倒壊して前生林を害しやすい。草本 を繁茂させ、雪害も生じやすい

注：斉藤新一郎：寒冷地方の海岸平野における防災林の造成方法に関する研究，北海道林業試験場研究報告，22，196，1984。

著しく高い樹がないことは、側面図より良く理解される。

齊藤が防風保護工として土壘と柵工を比較している項目を表-65 に示す⁸⁹⁾。島という地形的特徴と安政・明治という時代を考えると、「地はぎ土をそのまま土壘築設に利用することができるから、土壘工の経費はほとんど不要である。」「土壘築設のための土の運搬はきわめて容易である」⁸⁹⁾という様にはならないが、耐久性、前生林との関係については土壘工は柵工に比較して著しく秀れていることがわかる。設立当初土壘は調査地1では社の保護、調査地2では樹木の保護をそれぞれ主体とし、いずれも恒久的防風保護工としての考えが強かったと推定される。この土壘が防風林の林縁部を構成し、防風林成立に重要な役目をはたしてきたであろうし、今日でもその働きは変わっていない。

胸高直径については樹木の競争は樹高より直径に現われるといわれ¹⁷⁾、ここでも胸高直径階別分布は大きくひろがり、樹高に比べて変動係数も大きく、調査地1, 2でも分布が大きく重なっている。樹冠の大きさを図-32, -33 及び表-64 で見ると、大小の差が非常に大きい。面積の変動係数も80%近く、南側土壘に植えられた樹の樹冠は西側の土壘に植えられた木の樹冠に比較して小さいものが多い。これは土壘の位置と最多風向と関係あるかもしれないが、いま樹冠の面積と樹高・胸高直径との相関について考える。調査地1, 2の樹冠面積と胸高直径、樹冠面積と樹高との相関図を図-38~41 に示す。これに見られるように、調査地1, 2とも

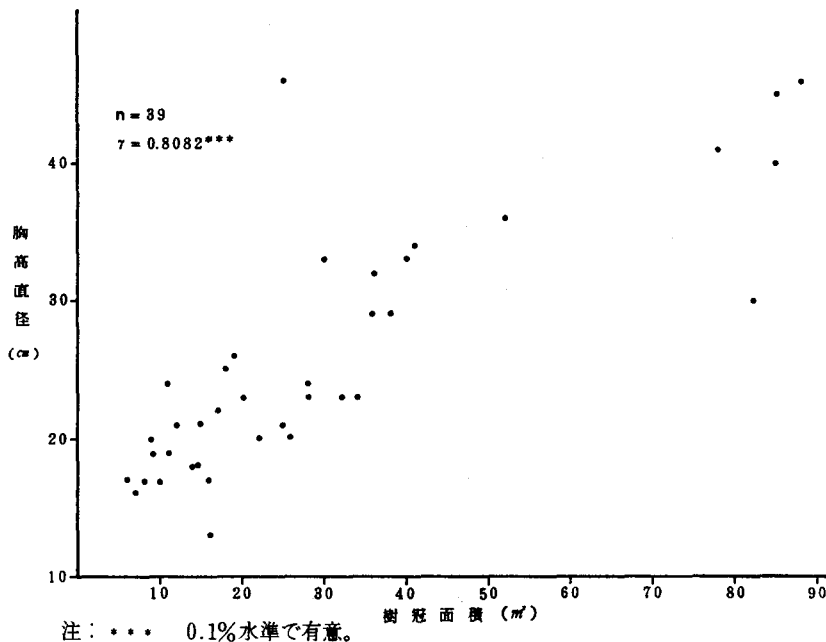
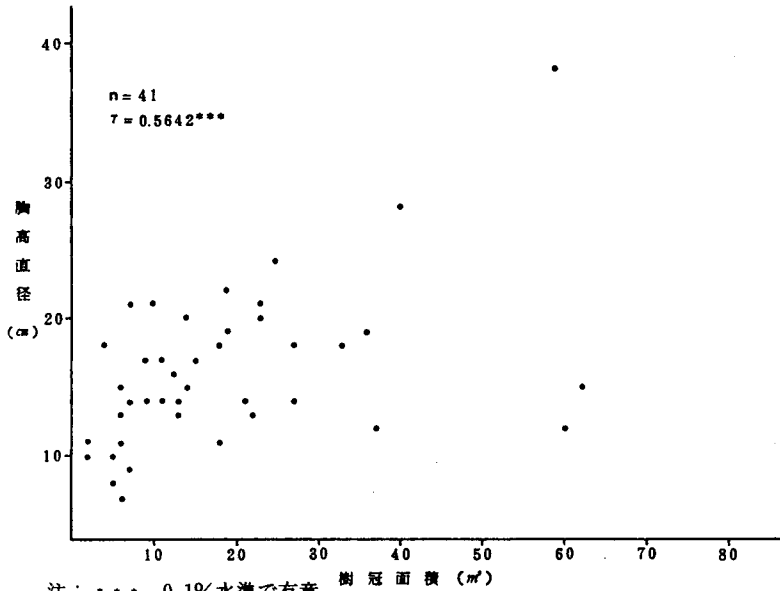


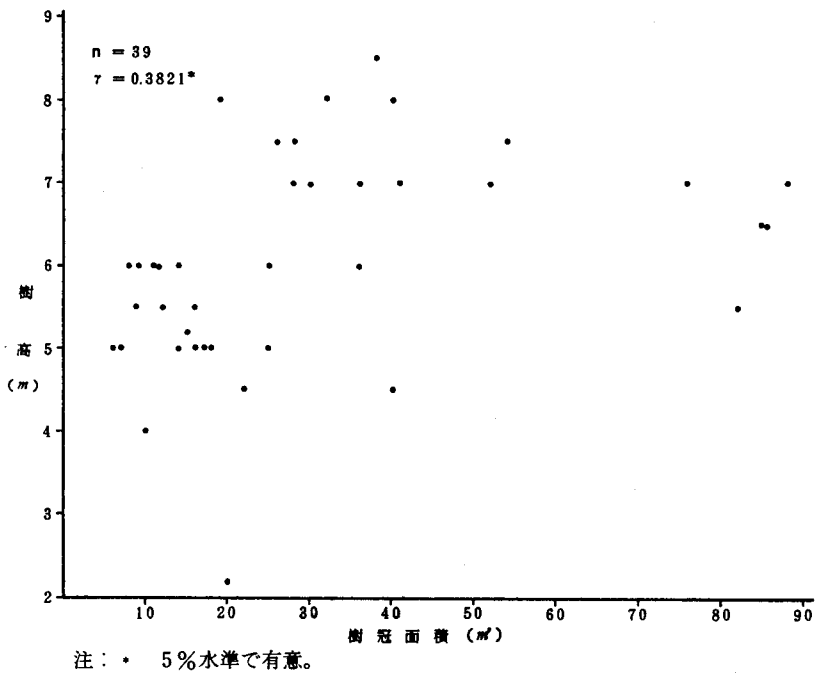
図-38 調査地1の胸高直径と樹冠面積の相関

Fig. 38. Correlation between diameter of breast height and area of crown in the experimental plot (1).



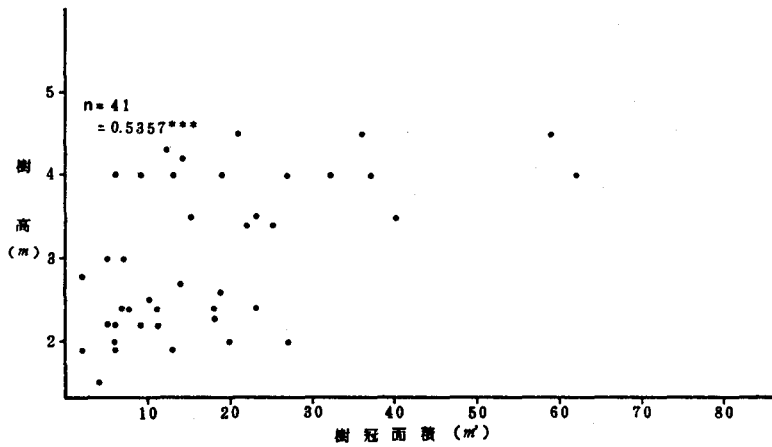
図一39 調査地2の胸高直径と樹冠面積の相関

Fig. 39. Correlation between diameter of breast height and area of crown in the experimental plot (2).



図一40 調査地1の樹高と樹冠面積の相関

Fig. 40. Correlation between tree height and area of crown in the experimental plot (1).



注：*** 0.1%水準で有意。

図-41 調査地2の樹高と樹冠面積の相関

Fig. 41. Correlation between tree height and area of crown in the experimental plot (2).

樹冠面積と胸高直径の相関係数はそれぞれ $r=0.8082$ (d, f=37), $r=0.5642$ (d, f=39) で 0.1%水準で有意であった。樹冠面積と樹高の相関係数は調査地1, 2の順で $r=0.3^{\circ}21$ (d, f=37), $r=0.5357$ (d, f=39) で、それぞれ5%, 0.1%水準で有意であった。これらのこと

表-66 調査地3, 4, 5の植生

Table 66. Vegetations at plots 3, 4 and 5

調査地	項目	ススキ	エゾモギ	オオイタリ	マルバトウキ	ヨツバヒヨドリ	キバナカワラマツバ	コガネギク	ノブドウ	ノラニンジン	マイズルソウ	合計本数
3	本数	56	10	8	9	1						84
	平均草丈 (cm)	132.2	62.0	95.6	38.3	120						
	標準偏差	±23.80	±15.67	±14.25	±6.12							
	草丈最小~最大	100~185	30~85	80~120	30~50							
4	本数	3	16				9	1	1	1		31
	平均草丈 (cm)	76.7	59.7				41.7	95	45	40		
	標準偏差	±15.28	±16.68				±6.12					
	草丈最小~最大	60~90	35~90				30~50					
5	本数	5	14	10	2	1					8	40
	平均草丈 (cm)	144.0	93.6	207.0	85.0	35					19.5	
	標準偏差	±16.73	±20.20	±74.09	±7.07						±1.60	
	草丈最小~最大	130~170	60~130	100~300	80~90						17~22	

注：調査地の大きさは1 m² (1 m×1 m) である。

から樹冠の大きな木は樹冠の小さい木よりも樹高・胸高直径とも大きいと言える。特に樹冠と胸高直径との相関は高い。

樹木の生存している所を調査地として ha 当り生立本数をみると、調査地 1 は 398 本、調査地 2 は 972 本で、調査地 2 が圧倒的に ha 当り本数が多い。しかし ha 当り材積では調査地 1 が 81.4 m^3 で、調査地 2 の 50.2 m^3 より 1.6 倍多い。このことは平均樹高・平均胸高直径が調査地 1 は調査地 2 に比較して十分大きく、本数の少ないことを補っているためである。このように土壘工で保護されている調査地 1, 2 では表-64 のように平均樹高 4.5 m と胸高直径 21.2 cm の樹木が生育するが、人工造林を行なわなかった地域の植生は表-66 の調査に示したように未立木地となっている。植生調査地は鷗島の西斜面及び島の台地で、いずれも強い季節風を受けるところに、任意に 1 m^2 ($1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$) を選定した。これらの調査地はそれぞれ特徴をもち、ススキを主とする場所 (調査地 3)、エゾヨモギを主とする場所 (調査地 4)、エゾヨモギとオオイトダリの混生している場所 (調査地 5) であったが、木本は一本もなかった。調査地以外でもハマナスの群落はみとめられるが、高木種は認められなかった。

これらのことから風衝地である鷗島の西斜面及び台地では天然更新による森林の回復を期待することはできない。東もすでに述べているごとく²¹⁾、このような場所では防風保護工としての土壘は人工林造成にとって不可欠な手段であるといえることができる。

b) 砂坂海岸林

砂坂海岸林の位置は図-42 に示すとおり、松山郡江差町字柳崎に位置し、江差町市街地の北方 8 km、厚沢部川河口に接し、東は国道 229 号線を画して、後方の集落および水田地帯に連らなっている。この海岸林は海岸に沿って長さ 1.5 km、幅 0.5 km 前後の帯状をなし、総面積は 88 ha で厚沢部町低平地臨海部のおよそ全線にわたっており、所轄は函館管林支局松山管林署である²⁴⁾。

1678 年 (延宝 6) 江差町に松山奉行がおかれ厚沢部川流送のヒバの土場として柳崎は相当の賑をみせており、近くの厚沢部目名には 1718 年 (享保 3) に集落があったと記録され、妻の湯 (五厘沢) は 1788 年 (天明 8) にすでに有名になっているなど砂坂をとりまく周囲にはいくつかの集落があったにもかかわらず海岸林は伐採されず、温存されていた。

海岸林が荒廃した原因について正しい記録は残されていないが明治末期、ニシンに見放された沿岸漁民たちが、生活の糧を求めて、附近一帯に繁茂していたカシワ・ミズナラ・イタヤ類等の美林を乱伐した結果¹¹⁾11~4 月に吹く日本海特有の強い西風により、厚沢部川上流より生産された土砂が強い波浪とともに海岸に打上げられ、飛砂となって内陸部へ移動し、砂じんの一部は厚沢部町市街地まで飛来し、農地、人家に著しい被害を及ぼした。厚沢部川北岸にあった部落は対岸の現在の位置に移動しなければならぬ程荒廃し、飛砂地化したという。

海岸林の成立により現在は飛砂もおさまり、田畑は再び沃地に変り、更に新たに 50 ha の造田が行なわれ、年産 30,000 トンの米穀地帯を作りあげた。かつては人家もまばらであった中崎

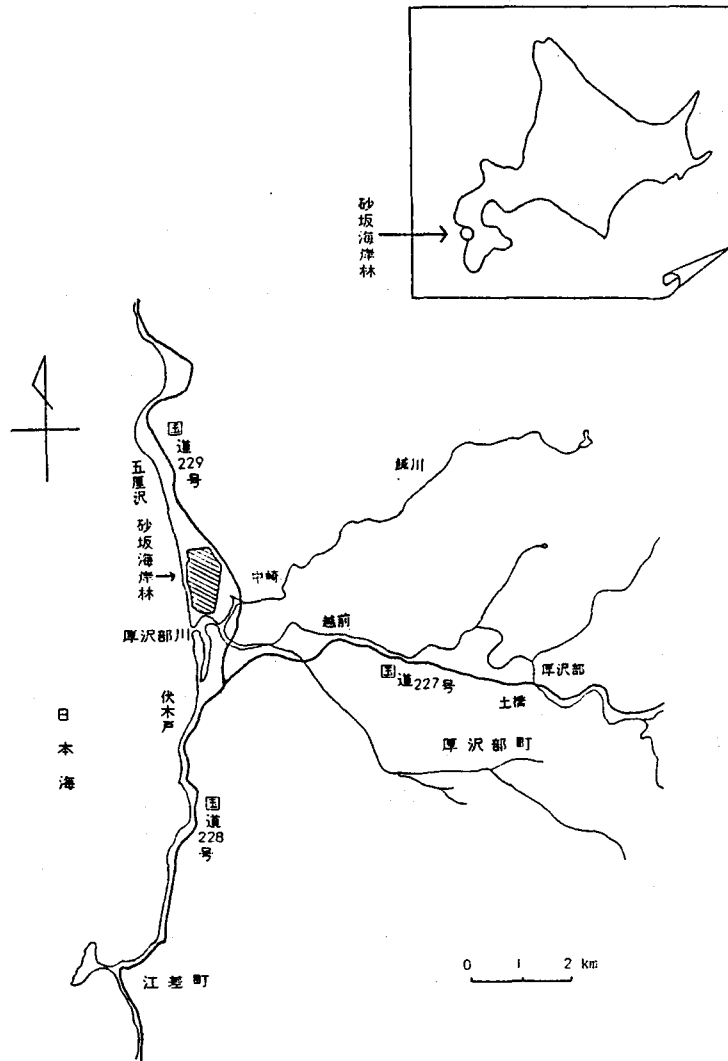


図-42 砂坂海岸林の位置

Fig. 42. Location of the littoral forest at Sunasaka.

地区は砂の被害が治まるにつれて、おいおい人家が立並び今では154戸を数え、町民プール、老人ホーム、コミュニティーセンター等各種公共施設が建つまでに至った²³⁾。

この海岸林造成によりもたらされた経済的効果は年間数十億円とも言われ正確には評価しがたいが、一般的な保安林の効果、森林の公益的機能に論ぜられていると同様⁶⁶⁾、ここでもその効果は十分認められる。

海岸林の造成事業の経過

これについては多くの研究者が報告しているので^{11,22,23,24,89)}、ここでは概略をのべる。本州

の海岸林の多くがそうであるように砂坂でも後背地の農地を飛砂の埋没から保護し、食糧増産を目的として¹⁰⁸⁾、1934年(昭和9)国有未開地砂丘26haを国有林に編入、飛砂防備保安林に指定して荒廃砂地を復旧することになった。翌1935年(昭和10)砂丘の基礎調査と試験植栽がおこなわれ、1938年(昭和13)より本格的に植栽がおこなわれた。1963年(昭和38)クロマツ等70haに植栽して新植は一応完了し、その後は保育事業へと移り今日に至っており、北海道では一番古いクロマツ海岸林であり、ここには海岸林造成の先駆的の事業の跡が良くみられる。

表-67に1958年(昭和33)における樹種ごとの生存率を示す¹¹⁾。まず表にあらわされた樹種33種のうち、生存しているものは8種で、高木性樹種ではクロマツ、イタヤカエデ、カシワ、ヤチダモで、低木性樹種としてアキグミ、イタチハギであり、本来高木種であるギンドロ、ポプラは叢生化し低木状を呈している。

低木性樹種は高木性樹種の前生樹あるいは下層植生の役割をはたし、クロマツを最優占させる結果となった。当然ながら本数・生存率でクロマツが主役であり、1981年(昭和56)のクロマツの成績を表わした表-68²⁴⁾より、植栽年度の古いことも含めて、い、ろ、は、に、小班のクロマツが平均樹高14m、平均胸高直径11cmと一番大きい。

ここは海岸林の西端汀線と東端国道229号のほぼ中央にあって(図-43)、汀線と砂地、海浜植物地帯、低木性樹林帯、高木性樹林帯の関係は図-44⁹³⁾によくあらわされ、クロマツはこれらの樹種の相互関係のなかで成立していると考えられる。

現況をよりよく理解するために成林の過程で生じたいくつかの問題点を取上げて次に示す。

a) クロマツが海岸林の樹種として優れていることは日本各地の海岸林の実例からたしかなこと、荊住は深い砂質土壌で最大根系が570cmに及び、B_p型土壌で最大430cmに達すると報告している^{50,51)}。乾燥しやすい砂地や風の強い場所に適している樹種であるが、異郷土樹種のもつ弱点は過去・現在が優れていると評価されても、将来に対して不安が残るということである。天然分布している樹種は数千年の歴

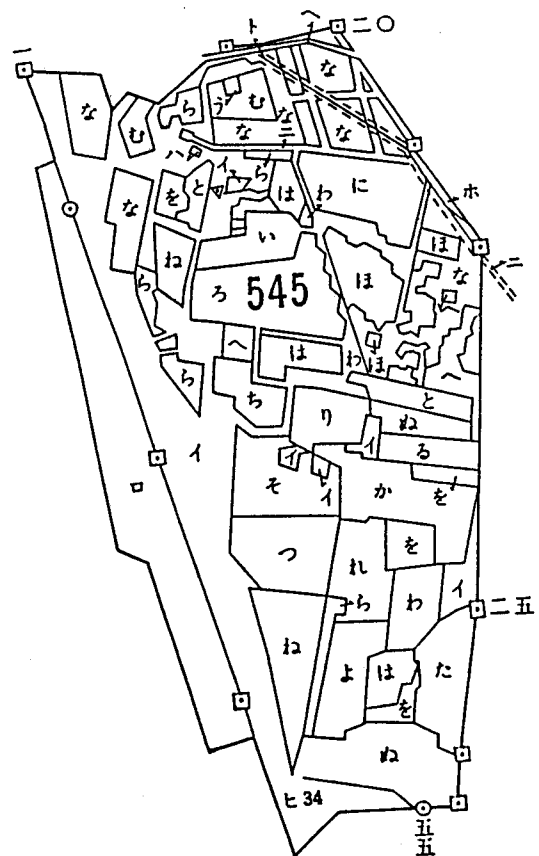


図-43 砂坂海岸林現況図
Fig. 43. Map of Sunasaka littoral forest.

表-67 植栽樹種の生存率と成績
 Table 67. Survivals of various trees planted in Gamushi National forest

昭和33年度末現在

樹 種	新 植 本 数	補 植 本 数	合 計 本 数	現 在 本 数	現 在 率
ク ロ マ ツ	478,600	462,810	941,410	326,930	35.7 %
イ タ ヤ カ エ デ	29,100	11,900	41,000	2,000	4.9
ト ド マ ツ	475	—	475	0	0
満 州 ク ロ マ ツ	46	400	446	0	0
カ シ ワ	9,500	10,900	20,400	900	4.4
ポ プ ラ	29,000	5,300	34,300	7,800	22.7
ア キ グ ミ	235,100	73,400	308,500	143,000	46.5
サ ワ グ ル ミ	612	—	612	0	0
ブ ナ	46	—	46	0	0
イ ボ タ	36	—	36	0	0
ネ グ ン ド カ エ デ	52	—	52	0	0
サ イ カ チ	39	—	39	0	0
ド ロ	52	—	52	0	0
ウ ツ ギ	38	—	38	0	0
カ ラ マ ツ	202	—	202	0	0
ヤ チ ダ モ	28,947	20	28,967	1,200	4.1
ス ギ	18	—	18	0	0
ヒ バ	50	—	50	0	0
キ リ	50	—	50	0	0
ナ ナ カ マ ド	—	10	10	0	0
ク リ	—	50	50	0	0
サ ク ラ	—	10	10	0	0
ク ル ミ	—	50	50	0	0
ト チ	—	20	20	0	0
ネ ム ノ キ	50	—	50	0	0
ナ ラ	50	—	50	0	0
ア カ ダ モ	50	—	50	0	0
ア カ シ デ	50	—	50	0	0
ギ ン ド ロ	21,100	9,000	30,100	5,200	17.3
ヒ メ ヤ シ ヤ ブ シ	31,000	—	31,000	0	0
ハ ン ノ キ	8,800	—	8,800	0	0
ゴ ヨ ウ マ ツ	125	—	125	0	0
イ タ チ ハ ギ	5,000	—	5,000	2,100	42.0
合 計	878,188	573,870	1,452,058	489,430	33.7

注：俄虫営林署：砂坂海岸林，18p. 1961より引用。

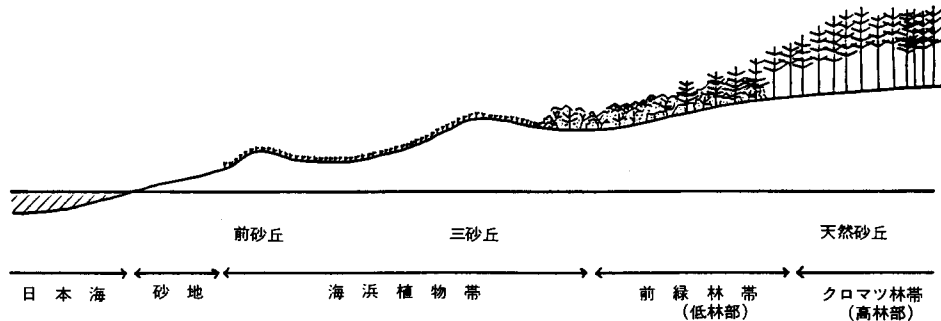
表-68 砂坂海岸林の現況表

Table 68. Outlines of littoral forests at Sunasaka

(S. 56年調査)

小班	植栽年度	面積 (ha)	樹種	ha当り 本数	総本数	胸高直径(cm)		樹高(m)	
						最大	平均	最高	平均
い	S.14	1:00	クロマツ	2,020	2,020	18	14	12	11
ろ	15	5:00	"	1,420	7,100	"	"	11	"
は	16	3:00	"	2,340	7,020	"	"	12	"
に	17	3:00	"	1,620	4,850	"	"	"	"
ほ	18	3:50	"	2,320	8,120	16	"	11	"
へ	19	3:00	"	1,660	4,990	"	"	"	10
と	21	1:50	"	2,830	4,240	"	"	10	"
ち	22	1:22	"	1,340	1,630	"	"	"	"
り	23	1:30	"	2,660	3,460	"	12	"	9
ぬ	24	1:00	"	2,360	2,360	"	"	"	"
る	25	1:00	"	2,160	2,160	14	"	9	8
を	26	3:00	"	2,090	6,270	"	"	"	"
わ	27	3:00	"	2,130	6,380	"	"	"	"
か	28	3:00	"	2,840	8,520	12	10	"	7
よ	29	2:00	"	2,800	5,600	"	"	8	"
た	30	2:00	"	2,380	4,760	"	"	"	6
れ	31	2:00	"	3,580	7,160	"	"	7	"
そ	32	2:50	"	2,360	5,900	8	7	"	"
つ	33	3:50	"	2,520	8,820	"	"	"	"
ね	34	5:59	"	1,980	11,090	12	"	6	5
な	35	9:28	ヤチグモ外	3,220	29,840	10	"	"	"
ら	36	2:15	クロマツ	3,990	8,570	8	6	4	3
む	37	2:02	"	2,050	4,150	"	"	"	"
う	38	0:08	"	3,750	300	4	4	3	"
イ〜ト									
"	48	1:45	イタチハギ	4,130	6,000	—	—	—	—
"	49	0:70	"	7,140	5,000	—	—	—	—
"	50	0:30	"	8,330	2,500	—	—	—	—
"	51	0:40	"	8,000	3,200	—	—	—	—
"	52	0:30	"	8,670	2,600	—	—	—	—
"	53	0:30	"	8,330	2,500	—	—	—	—
"	54	0:30	"	10,000	3,000	—	—	—	—
"	55	0:70	"	6,430	4,500	—	—	—	—
"	56	0:70	"	3,860	2,700	—	—	—	—
計		69:79							
砂地 その他		18:00							
計		18:00							
合計		87:79			186,500				

注：桧山営林署：砂坂海岸林，44p. 1981より引用。



注：坂本知己：砂坂海岸林の更新に関する研究、卒論6P. 1979より引用

図一44 砂坂海岸林の汀線からクロマツ林帯まで
Fig. 44. Side view of Sunasaka littoral forest.

史の中で、自然淘汰の結果生き残ったものであるから、そうした不安は少ない。今までの例として苗木の生長にともない、1958年(昭和33)よりゾウリムシ類、メイガ類、ハマキ類等昆虫の発生による被害がある¹¹⁾。さらに1976年(昭和51)ごろよりマツバナタマバエ²⁴⁾の被害があらわれ、種々の防除の結果現在小康状態を保っているが、このような被害がいつ発生するかまったく予測ができない。

b) 単一樹種クロマツで構成され過密であること。

安全率・早期うっ閉による共同効果を考え、植栽当初は十分余裕をもった本数で密度高く植栽されたと考えられるが、表一67によると予想以上にクロマツの現存率(35.7%)が高かったため、今日高木の81%がクロマツ一樹種で占められる結果となった。北海道でのクロマツの林分収穫予想表はなく、参考としてヨーロッパクロマツについてみると、40年生で樹高15.7m、胸高直径20.5cm、ha当り937本、同じ順序で35年生14.4m、18.9cm、1,023本である。又宮城県アカマツ林分収穫表地位III等40年生と35年生を樹高、胸高直径、ha当り本数の順で記すると、11.3m、10.3m、18.4cm、16.4cm、965本、1,109本である。クロマツとアカマツの樹種の違い、保安林と一般造林との目的の違いのなかで両者を比較することは無理であるが一応これらを表一68と比較すると、ha当り本数は40年生で約2倍、35年生で約2.7倍砂坂海岸林の方が多い。

著者の現地での観察でも枝下が高く枯上り、樹幹が細く、形状比(樹高/胸高直径)が高く、過密な状態であることが良くわかる。クロマツは陽樹であるため、密度に対しては敏感に反応し、過密に対しては落葉し、枝が枯上ってくる。

林木は集団として健全であると同時に、個体もまた健全であることが望まれる。そうでなければ外部からの害により林分が被害をうけると一度に崩壊してしまう恐れがあり、また個々の木の不健全さが林分内部からの破壊につながる恐れがある。

砂坂海岸はいうまでもなく保安林であって、林木の生産そのものは問題でなく、樹木が生

存し、森林が成立し、保安目的である飛砂防止の機能を発揮していることに重要な意義があり、このため健全な森林が恒久的に維持されることが望まれる。クロマツを密植して早くうっ閉させ、森林を成立させたが、結果としてもやし状の細い木の過密な単純一斉林となってしまったことは否めない。この次の段階として海岸林としての機能をそこなわないようにして、密度を下げ、単純林を混交林へ誘導し、後継樹の更新を計らねばならない。

九州大学早良地方演習林(海岸クロマツ林)を対象として柿原⁴⁷⁾は100年以上の老齢木であっても周囲の疎開により直径生長が非常に増大したと報告している。ここでは海岸林としての機能を数多い細い木で維持するか、数少ない太い木で維持するかの問題で、数少ない太い木で維持する方が、森林として安全であり、かつ単木として健全である。砂坂海岸林は1953年(昭和28)より除伐をはじめ、1975年(昭和50)より積極的な間伐をおこなっているが²²⁾、より一層この作業をすすめて樹木の生長を促し、個々の樹木の健全化を計りたい。隣接した北海道松山支庁のクロマツ海岸林の間伐試験にも間伐による生長量の増大が示されており⁶⁷⁾、当面過密林分の間伐が大きな課題であろう。

c) 更新について

更新についてはどのような樹種をどのような方法で更新させるかが砂坂海岸林を今後経営していくうえで大きな問題である。間伐がすすめられている現在、林床にはクロマツ、カシワ、ミズナラ、コナラ等が更新してきている。一部にはトドマツ、ギンドロの小面積造林地がある。

近藤らは砂地クロマツ林のマツクイムシ、ゾウムシ類等の被害を報告しているが^{54,55,56)}、砂坂海岸林でも同様の被害をうけている。これら生物害の発生を防ぐためにも、広葉樹の導入が必要である。即ち針葉樹の単純一斉林から針広混交林の複層林への移行が必要である。混交林の効果は生物害予防のみならず、多様であり今さら著者が述べるまでもなく、林相の複雑化、これにともなう昆虫・鳥等生物相の多様化、落葉落枝の分解促進などがあげられ、多様な被害に対応出来る林分になる。

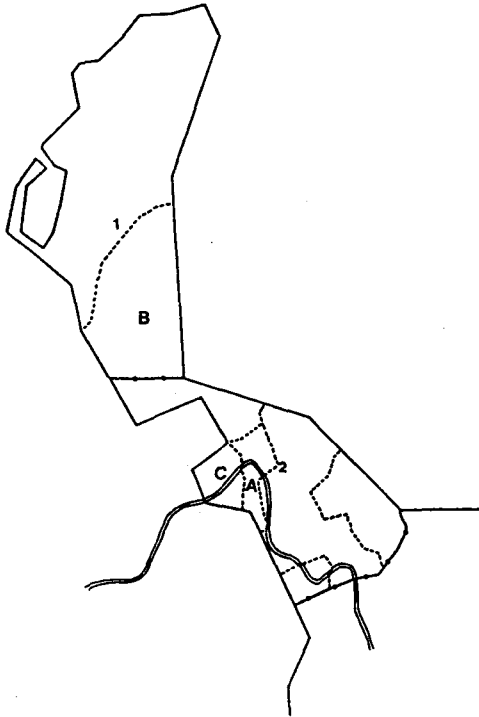
砂坂海岸の郷土樹種はコナラ、ミズナラ、カシワ、イタヤカエデ、アカイタヤであり、斉藤・東^{21,22,88)}の考えによると砂坂海岸林はナラ類、イタヤ類の林であるべきであるという。その意味ではクロマツは異郷土樹種であり、危険性もあろうが、しかし本州では数百年たったクロマツ海岸林が存在することを考えればそれ程不安定であるとも言えない。

現実に日光が入るようになった林床にナラ類、イタヤ類が天然更新していることを見ると、将来クロマツとナラ類、イタヤ类等広葉樹の混交林への誘導することが、両者の特長を取り入れて一番望ましいと考える。こうすることはまた生物害を鳥などの天敵をもって防除することにつながるであろう。

2) 山稜風衝地における林帯造成

(1) 調査地概況

ここで述べる調査地は図-45に示すとおりA~C区(以下本調査地)からなり、北海道大



図一45 山陵風衝地の造林調査地位置図
Fig. 45. Location of the experimental plots in wind-exposed place.

学桧山地方演習林の1林班, 2林班にあって, 標高は140~220mの範囲である。北海道大学桧山地方演習林の標高30~370mからみると, ほぼ中位の高さにあつて, 決して高い標高ではないが, 北は天ノ川に向けて広く開け, 東西の標高が低いため, 細長い尾根型地形をなし, 冬日本海からの西風, 春から夏にかけて津軽海峡から脊梁山脈を越えて吹きつける冷たい東風を本調査地はまともに受けて, 樹木が著しく生長を阻害されていることは変形した樹冠等より理解される。

本調査地で直接風速を測定したことはないが, 上ノ国町字大留の北海道大学桧山地方演習林庁舎に近い, 国鉄上ノ国駅で測定した結果(1979年7月~1981年6月)および隣接した江差測候所での測定結果を示すと表一69に示すとおりである。「北海道の気候」によると北海道内23の気象官署観測所のうち平均風速が一番強いのは江差測候所の5.8m/秒であつて, ついで

寿都測候所の5.6m/秒, 留萌測候所の5.1m/秒である⁷⁾。国鉄上ノ国駅(標高2m)では風速6.2m/秒と表一69の中で一番強い。本調査地は標高と地形的要素を考慮すると道内でも有数の強風地であるといえる。本調査地が未立木地化した原因は樹木の伐採・放牧・畑作・大平鉱山の採掘等人為的なものであると考える。

風速が樹木の生育にどのように影響するかについてはトドマツ, アカエゾマツ, カラマツ

表一69 上ノ国町及び周辺の風速
Table 69. Wind speed in Kaminokuni and other districts

観測所等	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均	統計年数	備考
札幌管区气象台	1.9	1.9	2.3	2.9	2.8	2.7	2.4	2.2	2.0	1.9	2.0	1.7	2.2	6	風車型自記風向風速計
小樽測候所	3.0	2.8	2.8	2.6	2.2	1.7	1.6	1.9	2.2	2.6	2.7	2.8	2.4	6	"
寿都 "	6.2	6.0	5.8	5.9	5.6	5.8	5.4	5.0	4.8	4.9	5.4	5.5	5.6	6	"
江差 "	7.8	7.6	7.0	5.6	4.3	3.5	3.3	3.6	4.5	5.4	7.9	8.6	5.8	14	風杯型風程式風速計
国鉄上ノ国駅*	8.2	7.6	6.8	6.3	5.7	5.6	4.8	5.5	4.4	5.4	6.9	6.9	6.2	2	風車型自記風向風速計
函館海洋气象台	2.6	2.6	3.0	3.1	2.7	2.4	2.1	2.4	2.4	2.6	2.8	2.6	2.6	6	"

注: 表一3注と同じく, 24~40Pより引用。*は表一2注と同じ。

の苗木を用いた武藤の詳細な研究があって、それによると、

「①各樹種とも、幹の上長生長、肥大生長は風を強くうけるほど悪くなる。

②葉長、葉幅も風を強くうけるほど減少し、カラマツでは葉重においてもこの傾向がみとめられる。

③生重量、風乾重量も風を強くうけるほど減少する。トドマツとアカエゾマツでは秒速2～3 mの風をうけた苗木と3～4 mの風をうけた苗木の生育の差はあまり大きくないが、カラマツではこの両者の間にも大きな差がみとめられる。

④アカエゾマツでは風をうけても各器官の占める割合に大きな差がみとめられないが、風を強くうけるほどトドマツでは枝及び葉の占める割合が減少し、根は増加し、カラマツでは枝および葉の占める割合が減少し、幹及び根の占める割合が増加する」と述べている。

表-70～-72は武藤がおこなった実験の結果⁷¹⁾であるが、風速0 m/秒区の風乾重量を100として、風速3～4 m/秒区の全体の風乾重量は表-70のトドマツでは55.0%、表-71のアカエゾマツでは59.4%、表-72のカラマツでは40.4%に減少することを示している。

この実験は各樹種とも2年生苗木を用いた室内実験で、実験方法は「羽根の径40 cm市販の扇風機で6月10日から9月30日まで風を当てた。朝夕30分間扇風機を休ませた以外は苗木に連続して風を当てた⁷¹⁾」としている。現実の天然林では苗長10 cm前後の2年生の小さな苗木が1日23時間、連続して約110日間も風に当たることはないが、風速2～3 m/秒、3～4 m/秒は決して強い風ではなく、年平均風速6.2 m/秒の上ノ国町ではむしろ風の少ない状態と考えられる。風の樹木に対する影響としては根返り、幹折れ、枝折れなど台風等による被害を

表-70 トドマツ苗木の生重量および風乾重量

Table 70. Green and air-dried weights of *A. sachalinensis* seedlings

試験区 (風速/秒)	生重量 (mg)			風乾重量 (mg)				
	全体	地上部	根	全体	幹	枝	葉	根
標準区 0 m	5737.6 ±3323.2	3772.9 ±2348.2	1964.7 ±1038.7	2632.1 ±1512.3	598.4 ±329.1	185.6 ±151.8	970.8 ±588.0	877.2 ±459.5
2～3 m	3691.8 ±2043.7	2338.6 ±1694.1	1353.2 ±630.6	1654.0 ±921.8	381.5 ±278.0	90.7 ±90.4	583.2 ±375.5	592.3 ±235.2
3～4 m	3263.1 ±1507.3	2019.1 ±943.6	1244.0 ±568.7	1447.0 ±647.5	317.9 ±97.7	76.4 ±93.5	501.2 ±175.7	551.4 ±280.7
試験区比数 (標準区 100%)								
2～3 m	64.3	62.0	68.9	62.8	63.8	52.3	60.1	67.5
3～4 m	56.9	53.5	63.3	55.0	53.1	41.2	51.6	62.9

武藤憲由：間寒別流域の森林経営と保全に関する基礎研究—北海道主要造林樹種の生育におよぼす風の影響—北演業資7 3 p, 1963より引用。

第一に考えがちであるが、外見上樹木の形態にあまり変化をあたえない風速3~4 m/秒の風が、樹木の生長に大きな影響を与えていることは否定出来ない事実である。見かたを変えると一時的な被害をあたえる台風等よりも、恒常的被害をおよぼすこのような弱い風の方が、森林の形成に大きな影響を与えているといえる。

森林が破壊し、消滅してしまつて数十年間ササ類やススキが優占して、自然のままでは森林の早期回復が期待出来ない本調査地とその周辺のような環境条件のきびしい所では、木材生

表-71 アカエゾマツ苗木の生重量および風乾重量
Table 71. Green and air-dried weights of *Picea glehnii* seedlings

試験区 (風速/秒)	生重量 (mg)			風乾重量 (mg)				
	全体	地上部	根	全体	幹	枝	葉	根
標準区 0 m	3566.6 ±1184.3	2477.9 ±860.3	1088.7 ±571.7	1738.1 ±587.7	3559.9 ±197.9	206.5 ±107.3	660.6 ±265.3	515.1 ±259.0
2~3 m	2315.0 ±1301.7	1550.5 ±884.5	764.5 ±495.0	1163.3 ±594.7	242.5 ±74.1	106.6 ±80.5	458.3 ±263.2	355.9 ±236.8
3~4 m	1957.6 ±1116.2	1373.0 ±723.4	584.6 ±392.8	1032.7 ±475.0	223.1 ±79.9	127.1 ±125.6	381.4 ±244.8	301.1 ±182.8
試験区比数 (標準区 100%)								
2~3 m	64.9	62.6	70.2	66.9	68.1	51.6	69.4	69.1
3~4 m	54.9	55.4	53.7	59.4	62.7	61.5	57.7	58.5

注：表-70注と同じく5 pより引用。

表-72 カラマツ苗木の生重量および風乾重量
Table 72. Green and air-dried weights of *Larix kaempferi* seedlings

試験区 (風速/秒)	生重量 (mg)			風乾重量 (mg)				
	全体	地上部	根	全体	幹	枝	葉	根
標準区 0 m	19259.6 ±10097.3	13246.2 ±6683.4	6013.4 ±3556.4	6783.3 ±3342.7	1136.9 ±716.5	889.1 ±642.5	2895.1 ±1612.0	1862.2 ±1027.0
2~3 m	12898.5 ±7285.4	8637.6 ±5737.8	4260.9 ±1974.9	4319.6 ±2577.8	824.6 ±465.4	475.0 ±473.2	1749.3 ±1247.2	1270.8 ±580.8
3~4 m	8300.3 ±5440.1	5350.6 ±3432.8	2949.7 ±2007.3	2741.1 ±1822.7	550.6 ±378.0	296.8 ±263.4	1017.5 ±741.3	876.2 ±583.0
試験区比数 (標準区 100%)								
2~3 m	67.0	65.2	70.9	63.7	72.5	53.4	60.4	68.2
3~4 m	43.1	40.4	49.1	40.4	48.4	33.4	35.1	47.1

注：表-70注と同じく8 pより引用。

産を第一とした林業をおこなう以前に、森林そのものを造成することが重要な課題となってくる。そこでは生産される木材の価値を問うことではなく、森林のもつ公益的機能を評価することが重要であるということになる。ササ類やススキが優占した本調査地に1962年(昭和37)以降トドマツ、エゾマツ、アカエゾマツ、ブナ、ダケカンバ、ヤナギ類の造林を行っている。今日生存している造林木の生長を解析することにより、風衝地における造林に1つの指針を得ることが出来ると考えこの調査を行なった。その結果はつぎのとおりである。

(2) 造林試験

a) 調査地概況：当調査地は図-45 A区内で、標高190~220 mの突出した中尾根の稜線にあって、東西と北側が広くひらけており、北海道大学桧山地方演習林の中で最も風当たりが強く寒冷な造林地の1つである。隣地との境界に近い所の横断面図は図-46のとおりである。

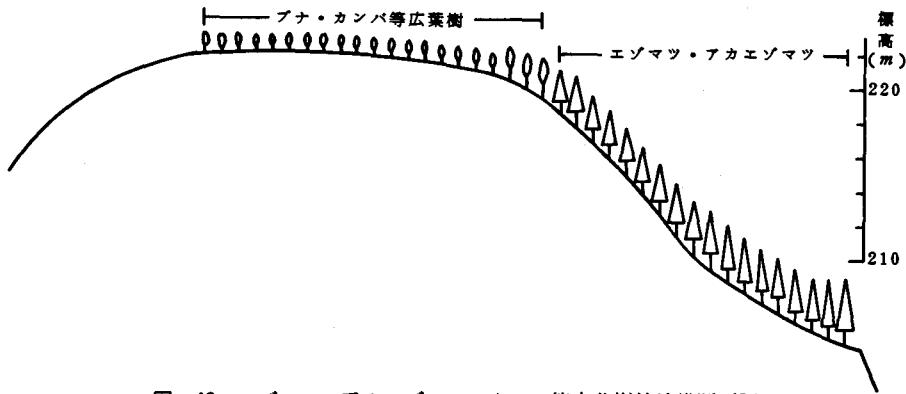


図-46 エゾマツ・アカエゾマツ・カンバ等広葉樹林地横断面図

Fig.46. Side view of the forests of *Picea jezoensis*, *P. glehnii*, and *Betula* spp. etc.

ブナ等広葉樹の造林地は稜線の比較的平坦な部分にあって、ダケカンバ、ブナ、ヤナギ類を樹種ごとに列状に植え、これを交互に混交させて植栽している。エゾマツ、アカエゾマツ造林地はカンバ等広葉樹植栽地につづく斜面にあって、2樹種混交して長さ18.6 m、幅12 m、面積223 m²に5条に植栽されている。

b) エゾマツ・アカエゾマツ

これらの平均樹高・胸高直径を表-73に示した。22年生の平均樹高はエゾマツで2.4 m、アカエゾマツで2.1 m、年平均上長生長はエゾマツ約11 cm、アカエゾマツ約10 cmである。これに対して北海道大学桧山地方演習林の他の樹種の年平均上長生長はトドマツ造林地調査地3、地位II等地26年生で平均樹高8.1 m、年平均上長生長31 cm、カラマツ調査地3、地位IV等地25年生で平均樹高9.7 m、年平均上長生長39 cm、スギ調査地3、地位II等地24年生で平均樹高10.0 m、年平均上長生長42 cmである。これらとエゾマツ、アカエゾマツの年平均上長生長10 cm、11 cmを比較すると、樹種・樹齢の違いがあって正確に比較出来ないが、風衝地の

表-73 風衝地におけるエゾマツ、アカエゾマツ、カンバ等広葉樹造林木の生長
 Table 73. Growth of *Picea jezoensis*, *P. glehnii* and broad-leaved trees in wind-exposed site

調査地	樹種	林班	標高	斜面の方位	傾斜度	植栽年月	調査時の樹令	植栽面積	調査面積	調査本数	ha当り本数	樹高			胸高直径				
												最小~最大	平均と標準偏差	変動係数	最小~最大	平均と標準偏差	変動係数		
1	エゾマツ アカエゾマツ	2	214 ~220	東	30	1962年	22	6.700	223	36	1,614	m	1.4~3.8	2.4±0.49	20	cm	1.0~8.0	4.3±1.75	41
						5月				37	1,659	m	1.0~3.8	2.1±0.66	31	cm	1.0~8.0	3.2±1.77	55
2	ダケカンバ ヤナギ類 ブナ	2	220 ~222	東 ・ 西	0~ 10	1972年	11	910	686	109	1,589	m	1.4~4.0	2.6±0.54	21	cm	1.0~7.0	3.0±1.04	35
						11月				27	394	m	1.0~3.0	1.9±0.54	28	cm	1.0~4.0	1.6±0.88	55
										25	364	m	0.4~1.8	0.8±0.35	44	cm	1.0~2.0	1.3±0.58	45

注：調査地1, 2とも樹種ごとに交互に列条植えて混植となっている。1983年9月調査。

エゾマツ、アカエゾマツの年平均上長生長はさきに述べたトドマツ等の1/3~1/4の低さである。生存率についてみると調査地とその周囲の植栽木454本中22年後の現存本数345本、生存率76%と高い生存率を示しているが、これは環境条件の悪い所にも耐えうるという樹種の特性によるところが大きいと考えられる¹⁰⁶⁾。調査木のうちエゾマツ9本にカサアブラが寄生していたが、樹木の生長には影響はみられず、きわめて健全に生育している。

c) 広葉樹

ブナ、ダケカンバ、ヤナギ类等広葉樹の造林地は図-45 A区に示し、エゾマツ、アカエゾマツ造林地との位置的關係は図-46の横断面に示す。表-73の調査地2は1983年(昭和58)9月調査時の林分構造を示し、ダケカンバ、ヤナギ類、ブナ3樹種が列条に交互に植栽されている。図-46に示される尾根筋の風衝地ではダケカンバ11年生の平均樹高は他2樹種より大きい。

ブナについては1972年11月山取苗を植栽後8回成績調査されている。その結果を表-74に示すと、雪折れ、野兎による食害等のため樹高に変動があるが、1984年(昭和59)10月で平均樹高は0.89m、生存率は37%である。北海道大学桧山地方演習林4林班標高140mのブナの造林地は1972年(昭和47)11月2年生山取苗250本/4m²(63本/m²)を植栽し、1984年(昭和59)10月の調査では12年生で65本/4m²(16本/m²)生存、樹高は最小0.7m、最大3.77m、平均1.75mであって、生存率は26%であった。標高220mの風衝地の12年生のブナの平均樹高は標高140mの比較的風当りの少ない12年生のブナの平均樹高の約1/2しか生長出来ないが、生存率は後者よりも11%高かった。

表一74 風衝地に植栽されたブナ山取苗の樹高
 Table 74. Height of natural *F. crenata* seedlings replanted in wind-exposed site measured from 1972 to 1984

項 目	1972	1973	1978	1979	1980	1982	1984
生 存 数(本)	126	85	47	46	45	46	47
生 存 率(%)	100	67	37	36	36	37	37
最小~最大(cm)	4~27	5~30	30~90	40~130	30~160	30~170	30~170
平 均(cm)	10.8	13.8	61.2	73.1	87.6	65.0	88.9
標 準 偏 差	±4.08	±6.06	±14.86	±24.66	±27.81	±25.1	±36.73
変 動 係 数(%)	38	44	24	34	32	39	41

注：1972年11月山取苗を新植，以後調査は各年10月におこなう。
 田中勇氏資料（未発表）より引用。

d) 対照区

植栽地以外の植生をみると，草本ではクマイザサとススキが優占し，木本では樹高1 m以下のタニウツギ，オオバクロモジ，シナノキ，ミズナラが点在する状態であって自然のままでは森林の早期回復は期待出来ない。

この章では強風地帯の森林造成について論じた。ここでは海岸に近い旧庁舎，字勝山，砂坂のクロマツ防風林，鷗島の土壘を用いた広葉樹林と内陸の山稜部の森林造成に分けられる。

海岸近い無立木地に森林を造成するにはまず第一にハコネウツギ，イタチハギ等の前生樹を育てることが必要である。多くの試行錯誤をへて前生樹が成立すると，周囲の環境条件も改良され，その後に植栽されるクロマツ等の生育を容易にする。

前生樹を用いず土壘・根曲竹の稈を用いた防風垣工を造成して，これにかえる場合もある。土壘は恒久的な工作物として，防風林の林縁部の役割をはたし，有効な方法である。

根曲竹の稈による防風垣工も土壘同様の役割をはたし字勝山では成功したが，防風垣の破損にともない，成立しかかった防風林が消滅する例が多く見られる。

内陸の山稜部の強風地帯ではエゾマツ，アカエゾマツ，ダケカンバ，ブナ，ヤナギ類を植栽した。その生長は一般造林の1/2~1/4であるが，生存率は高いので，永い時間が必要であるが，成林の見込みはある。

いずれの場合もこの様な強風地帯に人工を加えず，自然のままに放置しておれば，森林の早期回復は期待出来ないであろう。

第6章 雪崩防止林の造成

1) 対象地の概況

大平山は標高365 mで周辺の標高約200 mのなだらかな山地に対して著しく突出した状

態を呈している山である。したがって冬期間の日本海をわたる強い西風、春から夏にかけて津軽海峡から吹く寒冷な東風に吹きさらされ、樹木の生育には環境条件の良くない所である。

地質学的には古生層の目名川層であって、粘板岩、砂岩、チャート等からなり、周囲の新第三紀層と異なっている¹⁶⁾。このためか大平山の近くに鉱化剪断層が走っていて、それに沿って桂岡鉱山他3つの鉱山がつらなっていたが¹⁶⁾、現在は廃鉱となっている。

この鉱山の1つ大平鉱山は大平山の南部約1kmの所に位置し、厚志内沢をはさんで桂岡鉱山と関連して黄鉄鉱等¹⁶⁾を露天掘するなどして、昭和26年頃より相当数の生産をあげていた。これらに必要な生活物資等の運搬のため、麓の小森部落と鉱山を結ぶ道路は大平山の北側では稜線沿に、およそ現在の北海道大学桧山地方演習林の1, 2林班を經由して、大平山の西側へ出る道であった。その規模も馬の荷駄運搬を主としていたため、当時の空中写真によると、今日の歩道程度のものである。大平山山頂周辺及び道路沿いの土地の所有者の多くは当時不在地主であったため、これらの地域は鉱山へ通う荷駄、あるいは地元で多数飼育されていた馬の放牧地として盛んに利用されていた。このため樹木は各種資材として伐採されたり、放牧に不要なものとして焼払われたりして、今日見られるように、大半がササ類、ススキで覆われた未立木地化してしまった。一部伐採・焼却をまぬがれた木の樹冠は偏形化し、矮性化して、いわゆる風衝樹形をなして、単木あるいは小集団で点在しているにすぎない。また稜線部とその周辺で比較的平坦な部分は戦後の食糧難時代に畑地化したか、その後放置されたまま樹木の更新もなく未立木地化したところもある。

その後大平鉱山、桂岡鉱山の閉鎖、食糧事情の好転、馬の飼育頭数の激減等大平山の山頂周辺に関係する条件が変化しても、一度無立木地化した地域は、寒冷で風衝地であるなどきびしい気象条件のためなかなかもとの森林へ回復することが出来なかった。さらに北海道大学桧山地方演習林の所在する大平山東側稜線は冬期間日本海から吹く西風によって生ずる雪庇が起因となり、雪崩常習地となった。また積雪の移動による崩壊地もあり、風・雪崩が樹木の更新をさまたげ、無立木地となっている。この無立木地の一部に1968年(昭和43)11月丸太梓組による面状基礎工を施工し、ドロノキ、ヤナギ、トドマツを植栽して、今日トドマツ人工林が成立した(図-47 A区)。なだれが防止されたことにより、この周辺にトドマツ造林地B・Cを1975, 1976年(昭和50, 51)に造成した。さらにA区の成功によってD~Hの順で面状基礎工(通称なだれ防止工)を1978~1982年(昭和53~57)まで拡大した。I区は対照区としてなんら施業をおこなわなかった地域である。この調査の目的は1968年(昭和43)に積雪斜面に森林を造成した地域(A区)とそうでない地域(E~J区)とでどのように差異があるか、両者を比較検討しようとするものである。調査はA~J区それぞれでおこなわれ、調査地は南北に走る大平山の稜線の東斜面にあって標高170~270m、平均斜度34度である。

2) 施工前の調査地

A区に面状基礎工を施工した1968年(昭和43)11月以前の状態がどのようなであったか、

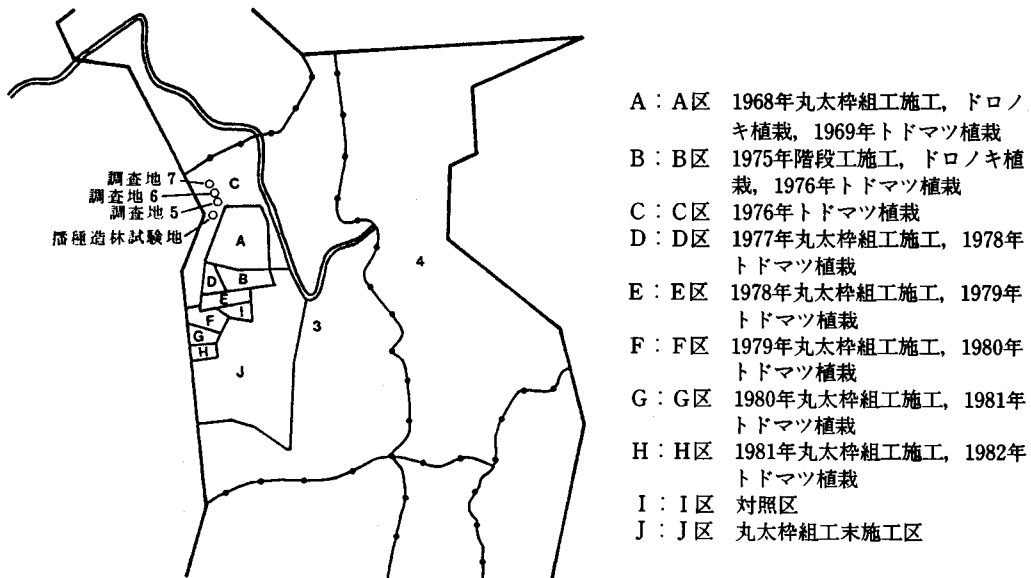


図-47 積雪傾斜面における森林造成試験地位置図

Fig.47. Location of the experimental plots for silviculture in the slopes.

今日直接調査することは出来ないが、当時の樹木の状態については山村ら¹¹⁶⁾、斉藤ら⁹⁰⁾、雪崩については若林ら¹¹⁴⁾の報告があるので、その他の資料を加えて次に記す。

A区附近の気象は表-75に示す。観測地の江差測候所は江差町内、北海道大学桧山地方演習林構内、国鉄上ノ国駅は上ノ国町字大留にあって、いずれも海岸に近く標高数mの低い所である。中須田観測所・松前林務署桂岡苗畑は北海道大学桧山地方演習林(字小森)に隣接する平野部(標高10~20m)であり、北海道大学桧山地方演習林3林班は本調査地より東に約200m離れた、標高140mの地点である。A区の直接の気象資料はないので表-75より推定すると、気温は年平均8℃である。年降水量についてはA区(標高170~270m)より南に約3km離れたキザエモンの沢(標高200~400m)で1959~1960年(昭和34~35)村井ら⁷⁹⁾による観測記録を表-76に示す。桂岡(苗畑)とキザエモンの沢の月別雨量に $\gamma=0.9869$ ($d \cdot f = 5$, 0.1%水準で有意)の相関が認められ、桂岡の年降水量1,750mmよりキザエモンの沢では2,329mm、A区では約2,300mmと推定される。積雪深については1960年(昭和35)2月A区を含めた隣接する大安在川流域の積雪を調査した井上ら⁴¹⁾の報告によれば表-77のとおりであり、さらに若林ら¹¹⁴⁾によると大平山東斜面における1963年(昭和38)3月の積雪深は137cmと記録されているが、これは多雪年であって、平年の最深積雪は約1mと推定される。若林らは「調査地におけるなだれの全容を写真15に示す。A地点はクラックが大きく、下部積雪には圧縮シワを生じ、ところどころ座屈破壊をした部分も認められる。地元の人の話ではここ2・3日前からなだれが出はじめたということであるが、この典型的なグライド領域はもっと以前から顕著な動きを示し

表一75 調査地附近の気象

Table 75. Climatic data shown near experimental sites

月別平均気温 (°C)

観測地	月												年平均	統計期間	統計年数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
江差測候所 ¹⁾	-1.5	-1.2	1.8	7.1	11.5	15.4	19.9	22.2	18.6	12.8	6.5	1.2	9.5	1952~1980	28
桧山地方演習林構内	-2.3	-2.6	0.8	6.6	11.2	15.6	20.4	22.2	17.9	11.4	5.5	1.4	9.0	1980~1984	4
中須田観測所 ²⁾	-2.7	-2.4	0.8	6.6	11.5	15.3	19.8	21.6	17.6	11.3	5.1	0.0	8.7	1953~1980	27
松前林務署 ⁴⁾ 桂岡苗畑	-3.0	-2.0	2.5	7.0	12.8	15.7	19.8	21.7	17.7	11.8	5.6	-0.8	9.0	1956~1960	5
桧山地方演習林3林班	-2.7	-2.8	-1.5	5.9	10.6	13.9	18.7	20.9	16.5	11.6	6.0	-0.6	8.0	1969~1973	4

月別降水量 (mm)

観測地	月												年雨量	統計期間	統計年数
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
江差測候所 ¹⁾	115	87	76	89	85	98	131	137	159	104	106	104	1,291	1952~1980	28
松前林務署 ⁴⁾ 桂岡苗畑	205	190	172	133	65	118	97	155	177	140	123	175	1,750	1956~1960	5
中須田観測所 ³⁾	161	119	101	101	89	91	121	155	180	124	127	113	1,480	1953~1980	27

注：1)~3)は表一3注と同じく40p, 238p, 242pより引用。

4)は村井延雄、東三郎、藤原渥一郎：ブナ林水源地帯における流域保全に関する研究—北海道天ノ川支流アツシナイ—、北演業資3, 5 p.1962より引用。

表一76 キザエモン沢とその近くの月別雨量

Table 76. Monthly precipitation at Kizaemon-sawa and its neighbourhoods

年	月	江 差	桂 岡	湯 の 岱	キザエモン
1959.	9	97.9	175	161	243
	10	83.3	121	100	167
1960.	5	61.7	—	—	96
	6	202.5	205	167	279
	7	100.7	53	56	62
	8	69.3	105	150	114
	9	179.4	185	244	243
	10	46.5	59	84	94
	計	841.8			1,298

注：藤原渥一郎・村井延雄・東三郎：水源地帯における砂石の移動に関する研究(1)北海道天ノ川流域キザエモン沢について、日林講17, 321p.1961より引用。

表-77 標高と積雪深
Table 77. Relation between elevation and depth of snow

標高 (m)	積雪深 (cm)
0~60	18
60~100	47
100~200	75
200~300	96
300~400	117
400~500	138
500~600	158
600以上	158

注：井上桂・遠藤泰造：奥地林の実態と水資源に関する研究—大安在川流域の積雪量について—日林北支講9, 51p.1960より引用。

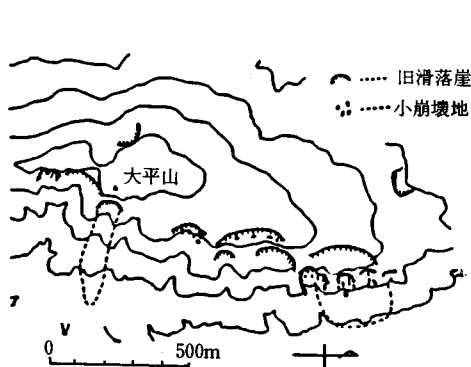
表-78 1964年(昭和39)の調査地の崩壊地の面積

Table 78. Areas of slided land at experimental plots in 1964

大きさ (㎡)	箇所数 (%)	合計面積 (㎡) (%)
1~10	53 (66)	233 (23)
11~20	9 (11)	136 (14)
21~30	10 (13)	280 (28)
31~40	4 (0)	141 (14)
41~50	3 (0)	150 (15)
51~60	1 (0)	60 (6)
Total	80(100)	1,000(100)

注：若林隆三・山村勝：桧山地方におけるなだれの諸形態(I)。日林北支講17, 111p.1968より引用。

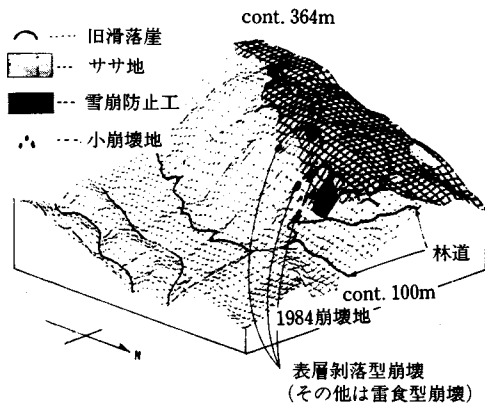
ていたのではなからうか。ヒダの部分にもぐってその巨大な雪塊の接地部を観察してみると、ササの稈や葉はもとよりカン木の根をしっかりとくわえこみながら滑動している。小崩壊地を削ってきた雪塊であろう。写真20のように筋をなして土壌が付着している積雪底面もある。このような「雪食現象」によって小崩壊地は維持拡大されているのであろう。「調査地では融雪時、なだれ時の雪食によって小崩壊地を生じ、それらの大きさは表-78に示すごとく1~30㎡程度の規模のものが多く」と報告し、雪崩が崩壊地を発生させることを述べている^{109,114}。また岡本らは空中写真を用いて調査地A区一帯に図-48, -49に示される古い地すべり崩壊地形を多数



注：岡本光之・東 三郎：大平山地すべり跡の小崩壊について。日林北支講33, 218Pより引用。

図-48 旧滑落崖の位置

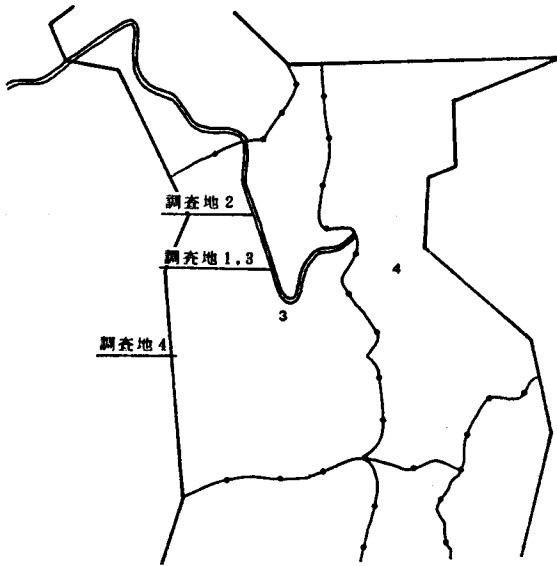
Fig. 48. Location of old slided land.



注：図-48注と同じで220Pより引用。

図-49 3次元マップによる表現

Fig. 49. Three dimensional diagram of the slided land.

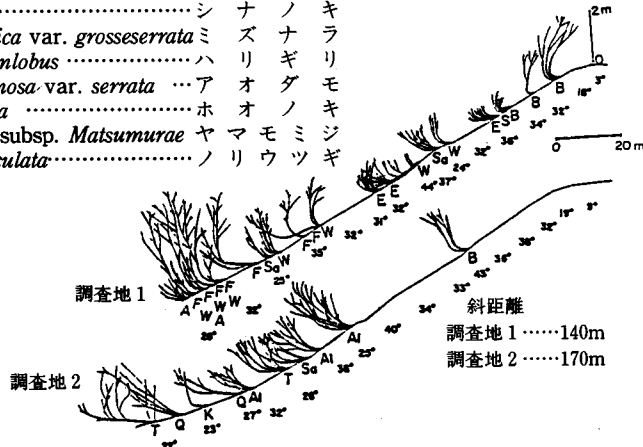


注：山村勝・斉藤新一郎：北大檜山演習林
なだれ地の樹木特徴。
日林北支講16,136P1967
斉藤新一郎・大森俊雄：尾根付近の樹
木のなだれ被害の一例。
雪氷 31(3)24P 1969より引用。

図-50 植生調査地 1~4 位置図

Fig. 50. Location of the experimental plots 1~4 for the examination of vegetation.

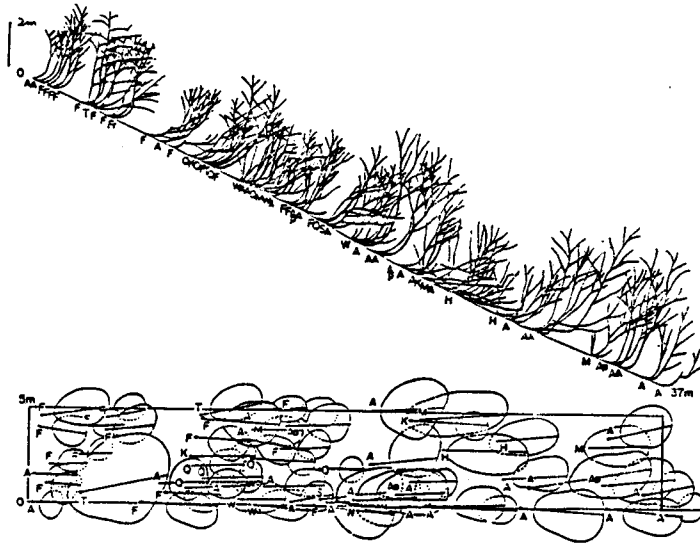
- | | | |
|----|--|---------|
| B | : <i>Betula Ermani</i> | ダケカンバ |
| S | : <i>Sorbus commixta</i> | ナナカマド |
| E | : <i>Elaeagnus umbellata</i> | アキグミ |
| W | : <i>Weigela hortensis</i> | タニウツギ |
| Sa | : <i>Salix Reinii</i> | ミネヤナギ |
| F | : <i>Fagus crenata</i> | ブナ |
| A | : <i>Acer Mono</i> | イタヤカエデ |
| Al | : <i>Alnus pendula</i> | ヒメヤシアブシ |
| T | : <i>Tilia japonica</i> | シナノキ |
| Q | : <i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i> | ミズナラ |
| K | : <i>Kalopanax septemlobus</i> | ハリギリ |
| Fr | : <i>Fraxinus lanuginosa</i> var. <i>serrata</i> | アオダモ |
| M | : <i>Magnolia obovata</i> | ホオノキ |
| Ap | : <i>Acer palmatum</i> subsp. <i>Matsumurae</i> | ヤマモミジ |
| H | : <i>Hydrangea paniculata</i> | ノリウツギ |



注：山村 勝・斉藤新一郎：北大檜山演習林なだれ地の樹木特徴。
日林北支講16,137P 1967より引用。

図-51 調査地 1 (上)と調査地 2 (下)の傾斜と樹木

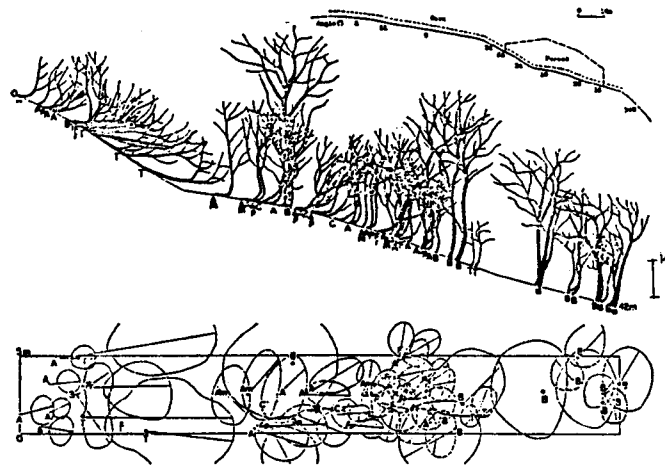
Fig. 51. Features of the trees grown in the slopes 1 and 2 examined.



注：図-51注と同じで、138Pより引用。

図-52 調査地3 带状区

Fig. 52. Belt transect diagram of the experimental plot 3.



- A : *Acer mono* MAXIM. ……………イタヤカエデ
- Am : *A. mono* var. *marii* KOIZUMI, ex NEMOTO ……ベニイタヤ
- Ap : *A. palmatum* var. *matsumurae* MAKINO ……ヤマモミジ
- B : *Betula ermanii* CHAMISSO ……………ダケカンバ
- C : *Cornus controversa* HEMSLEY ………ミズキ
- F : *Fagus crenata* BLUME ……………ア
- Fl : *Fraxinus lanuginosa* SIEB. et Zucc. アオダモ
- Ps : *Prunus sargentii* REHDER ……………エゾヤマザクラ
- Tj : *Tilia japonica* SIMONKAI ……………シナノキ

注：斎藤新一郎・大森俊雄：尾根付近の樹木のなだれ被害の一例
雪氷31(3) 24 1968より引用。

図-53 調査地4 带状区

Fig. 53. Belt transect diagrams of the experimental plot 4.

認めており、「4~230 m²の小崩壊地が、古い崩壊地形の中に散在しているのが確認された⁷⁹⁾」と述べている。さらに「小崩壊地のうち、面積が小さいものはこの「雪食」によるものと思われる。それに対し、やや面積の大きい崩壊地は規模からみて、表層剥落型崩壊であると思われる⁷⁹⁾」と述べ、雪食型と表層剥落型の2つの崩壊地が存在することを述べている。

また中村らは図-49を用い、「連続して洗條斜面が分布している区域に崩壊・侵食・なだれ等が発生している⁷²⁾」と報告している。

表-79 带状区の樹木(1)
Table 79. Tree species at belt transect plots(1)

イ タ ヤ カ エ デ				ブ				ナ				ア オ ダ モ				ノ リ ウ ツ ギ			
No.	H	D	D'	No.	H	D	D'	No.	H	D	D'	No.	H	D	D'	No.	H	D	D'
1	2.5	2	4.5	3	3.5	5	7	11	3.5	4.5	7	49	4	3	7				
2	2.4	2.5	4.5	4	4	4.5	8					50	3.5	4	8				
12	4	5	6	5	3.7	5	12					本数	平均値						
14	3	3	4	6	2.8	2	3	ハ リ ギ リ				2	3.8	3.5	7.5				
22	2.5	3	5	7	3	2.5	4	No.	H	D	D'								
24	3.5	4.5	6.7	9	3.8	4.5	9.5	⑰	2.5	2	4	タ ニ ウ ツ ギ							
25	4	4.5	6	10	4.5	5	15	⑱	4	9	15	No.	H	D	D'				
29	3.5	5	8	13	3.2	6	17	本数	平均値			23	2.7	2	5				
33	3.7	3.5	5	⑮	1	—	16	2	3.3	5.5	9.5	28	2.5	3	6				
38	5	6	9	18	4	6	11					39	2.5	3	6				
40	7	9	13	20	5	8	15					本数	平均値						
41	5.5	6	10	30	4.5	4	8	シ ナ ノ キ				3	2.6	2.7	5.7				
42	7	12	18	⑲	1	—	6	No.	H	D	D'								
④④	7	13	18	⑳	4.5	8	16	8	4.5	8	13								
45	4	5	7	㉑	5	17	20	19	4	7	8	ホ オ ノ キ							
48	4.5	7	7	本数	平均値			本数	平均値			No.	H	D	D'				
51	3.7	5	6	15	4.0	6.0	11.2	2	4.8	7.5	10	26	4	5	6				
52	6	8	12									47	4	5	6				
53	7	13	20	ミ ズ ナ ラ								54	3.5	6	8				
56	6.5	10	17	No.	H	D	D'	ヤ マ モ ミ ジ				本数	平均値						
57	4.5	6	14	16	3	5.5	8	No.	H	D	D'	3	3.8	5.3	6.7				
58	4.5	8	14	21	2.5	2	4	㉒	5	7	9								
59	2.5	3	8	27	2.5	4.5	6	43	4.5	7	10								
				36	2.5	4	7	55	5	6	9	ナ ナ カ マ ド							
本数	平均値			本数	平均値			本数	平均値			No.	H	D	D'				
23	4.5	6.3	9.7	4	2.6	4	6.3	3	4.8	6.7	9.3	35	4.5	9	16				

(注) H: 樹高 m
 D: 胸高直径 (地上1.3m高) cm
 D': 地際直径 (0.3m高) cm
 ・ブッシュ状のものは最大の幹のものをとった。
 ・Noの○は幹折れ, 幹割れを示す。
 ・Noは上から順にとった番号である。
 図-51注と同じで139pより引用。

一方樹木の形態については山村ら、斉藤らが報告しているの、両者あわせて調査地1～4とし図-50に示す。調査地4は斉藤ら⁹⁰⁾によって1968年(昭和43)6月に調査された。調査地1, 2ではそれぞれ長さ140m, 170mの直線上について地形と樹種と樹木の傾斜の関係を図-51に示し、調査地3, 4はそれぞれ長さ37m, 42m, 幅5mの帯状区を図-52, -53に示す。さらに調査地3, 4の樹種別・樹高・胸高直径・地際直径及び樹幹の状態をそれぞれ表-79, -80に示す。

図-51より調査地1, 2について山村らは「斜面の上部ではダケカンバで、小崩壊地の散在する急傾斜の斜面中部は樹木が少なく樹高も低いが、ヒメヤシヤブシ、ミネヤナギ、アキグミなどがある。下部では樹木が多くなって樹高も高く、ミズナラ、ブナ、イタヤカエデが多くなり、さらにに下方の樹木が密生した天然林へと続いている¹¹⁶⁾」と報告している。調査地1,

表-80 帯状区の樹木(2)
Table 80. Tree species at belt transect plots(2)

イタヤカエデ				ダケカンバ				シナノギ				ベニイタヤ			
No	H	D	D'	No	H	D	D'	No	H	D	D'	No	H	D	D'
1	3.5	4	7	6	5	8	26	7	3	10	14	12	6	8	14
2	3.3	5	8	18	12	26	30	8	3	7	10	13	6	11	13
3	3	5	8	40	4	7	8	10	4	10	15	25	6	8	9
4	3	5	12	41	11	19	28	11	3	19	22	30	5	6	8
5	3.5	7	10	42	10	22	25	43	3	6	8	本数	平均値		
14	7	11	13	45	9	19	21	44	3	6	9		4	5.8	8.8
17	4.5	6	13	46	4	7	8	本数	平均値						
20	4	5	8	47	7	13	15		6	3.2	9.7	13.0	ア オ ダ モ		
21	3	4	6	48	7	17	20					No	H	D	D'
24	6	8	11	49	4.5	7	9	ヤマモミジ				9	3.5	10	16
26	5	5	8	50	4.5	10	11	No	H	D	D'	28	6	10	15
31	5	7	8	51	7	14	17	15	5	9	14	本数	平均値		
32	4.5	4	5	本数	平均値			19	4.5	10	12		2	8.8	10.0
35	7	11	14		12	7.1	14.1	18.2	22	4.5	6	13			
36	5.5	10	13	ブナ				本数	平均値			ミズキ			
37	4.5	6	9	No	H	D	D'		3	4.7	8.3	13.0	No	H	D
38	5	5	8	33	5	6	9					16	6	12	15
39	7.5	12	13	34	4	4	6	サクラの1種				23	4.5	5	9
本数	平均値			本数	平均値			No	H	D	D'	本数	平均値		
	19	4.5	6.3		9.2	2	4.5	5.0	7.5	7	5.5		10	12	2

(注) H: 樹高m
D: 胸高直径(地上1.3m高)cm
D': 地際直径(0.3高)cm
・ブッシュ状のものは最大の幹のものをとった。
・Noの○印は幹折れ, 幹割れを示す。
・Noは上から順にとった番号である。
図-53と同じで26pより引用。

2では樹木が少なく樹高も2 m以下で、平均傾斜32度の急斜面は標高230~260 mの間にあって、斜面最上部は冬期間大平山の尾根を越えてくる西風により雪庇の発達する部分である。調査地1の下方斜面につづく調査地3について、表-79により山村らは「樹種11,本数は59で、樹木の少ない斜面中部より上でみられたダケカンバ、ヒメヤシヤブシ、ミネヤナギ、アキグミはこの林分にはみられない。帯状区の中ではイタヤカエデ、ブナの順で、本数が多く樹高・胸高直径も大きい。また前者は下部、後者は上部に多い¹¹⁰⁾」「測定した地際直径と胸高直径とを比較すると、両者の差が大きく、根元から急激に細くなっている¹¹⁰⁾」と報告している。図-51調査地2の斜面下部と図-52の調査地3は調査地1, 2の斜面上部に比べて樹高も高く、樹木の本数密度もあきらかに高い。これらは標高180~230 mに位置し、落下した雪庇・雪崩は標高約200 mの等高線沿いで止ることが観察されているが、このことと関係あるであろう。

尾根筋に近い、地形的に傾斜ゆるやかで（平均斜度20度）やや凹地の調査地4（図-53）では斉藤らは「尾根付近の緩傾斜地では積雪の移動（クリープ）による樹木被害は比較的小さく、幹折れ、枝抜けはほとんど見られない。しかし樹幹の根曲りは著しく、地表近くの直径は急に増大する。ここの木、特にダケカンバはなだれ常習地のそれよりも樹高、直径とも大きい。風も樹木の生長に大きく影響するらしい」と調査結果を要約している⁹⁰⁾。

雪崩の破壊力は強力で、樹木を根こそぎにして、小崩壊地を発生させたり、樹幹の折れ破損等をひきおこし、樹型を著しく変形、あるいは損潰させることはしばしばみられ、雪崩の発生する急斜面について若林ら、斉藤らの報告にもくりかえし述べられており、雪崩の影響が少なくなるに相応して樹高が高くなることも述べているが、風の影響も見逃せない事実であるということが1968年（昭和43）以前の調査地の状況である。

3) 雪崩防止工

(1) 経緯と現況

1968年吉田賛、大森俊雄は「雪なだれ及び風衝無立木地における造林方式の研究」という課題で、東三郎、斉藤新一郎の熱心な協力を得て、雪崩常習地に森林の造成を試みた^{112,115)}。3林班の大平山稜線につづく東斜面の1968年（昭和43）以前の状態は2)で述べたごとく、雪食型崩壊地がたえず発生して、崩壊地の植生が回復するとまた次の崩壊が起きるなど、急斜面の雪崩多発地では自然の状態では森林の成立は不可能であった。比較的雪崩発生が少ない緩傾斜地でも雪圧等により樹木は斜面下方へ強く押しつけられ、樹幹の破損・折れ、樹形の変形ははげしい。さらに夏季の斜面下方から吹き上げる風によって樹幹は斜面上方へゆすぶられるため、樹木の細根の切断は頻繁におこなわれ、また一年を通して吹く強い風は樹木の生長を著しく害して、健全な森林の成立は望めなかった^{111,115)}。

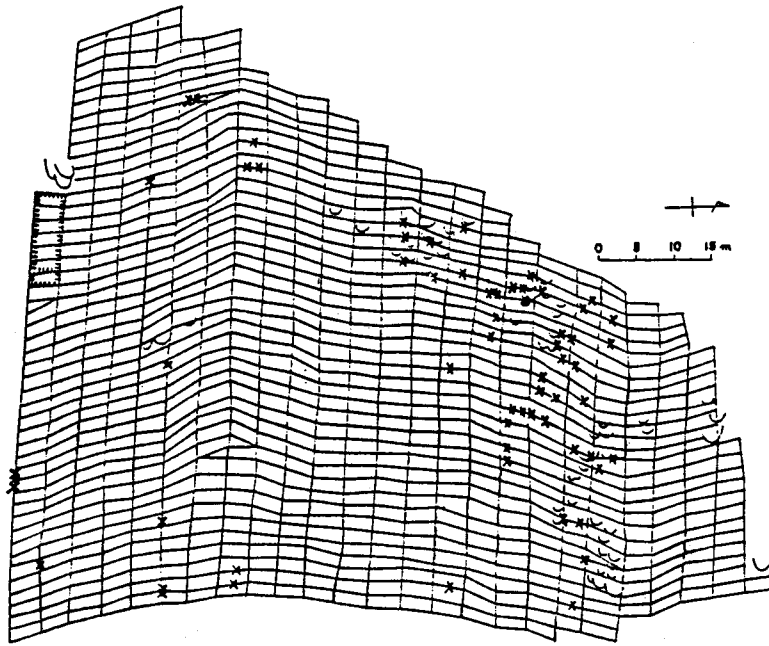
東は「植生侵入や導入（山腹工・林帯造成）には、裸地であるが表土の移動しない不動点を面的にかつ計画的に配置することが重要である²⁰⁾」とし、丸太や古レール、軽量鉄骨を用いた枠を山腹・崩壊斜面に配置した面状基礎工を提唱し、実践した。

表-81 試験地の概況
Table 81. Outline of experimental plots

項 目	内 容
位 置	北海道松山郡上の国町字小森
林 班	北海道大学松山地方演習林3林班
地 質	古生層 目名川層
標 高	190~250m
斜 面 方 位	E
平均傾斜角	34°
施 工 区 域 (平面図上)	水平方向最長98m 縦断方向最長78m 面積0.6ha
施工区地況 付近生育樹種	面積1~30m ² の露岩地と雪食小崩壊地約10ヵ所 イタヤカエデ, ダケカンバ, ブナ, シナノキ, ミズナラ, ミネヤナギ ヒメヤシャブシ, タニウツギ
サ サ 稈 長	1.2~2.0m

注：図-54 注と同じで50Pより引用。

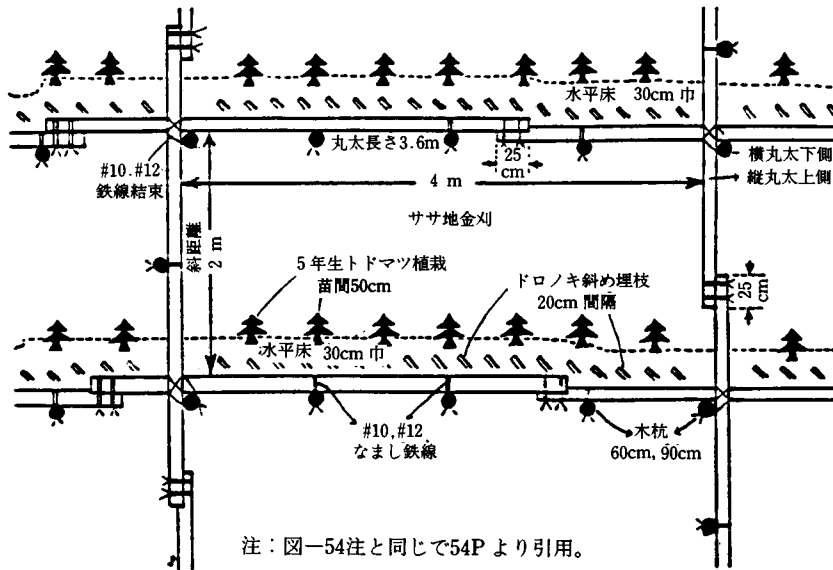
ここで述べる雪崩防止工は基本的にこの考えにのっとり、斜面積雪のグライド（底面移動）を枠組された丸太で停止させて表土の大きな移動を止め、さらにヤナギ、ドロノキの埋枝工によって短期間でヤナギ、ドロノキを成林させ、表土不動点を面的に確保し、さらにトドマツの植栽によって恒久的に安定した森林の成立を計ろうとすることを目的としたものであって、図-47 A区に面積0.6 ha（実行面積0.65 ha）の試験地（表-81）を設定した。丸太の枠組工とヤナギ・ドロノキの埋枝工は1968年（昭和43）9~10月におこなわれ、1969年（昭和44）5月トドマツが植栽（10,000本/ha）された。以降丸太枠の補修は1971年（昭和46）まで毎年つづけられたが、若林らは「丸太枠組工による全層雪崩防止効果は顕著であり、隣接未施工地にはほとんど毎冬1~数回の雪崩が観察されるのに比して、施工地では雪崩の発生がまだ一度も観察されていない¹¹⁵⁾」と1976年（昭和51）報告している。このようにして表土が安定すると施肥、下刈等手入れとあいまってヤナギ、ドロノキの生長が旺盛になり、枝葉を十分張らせて風、乾燥などの局所的気象を柔げ、混植しているトドマツの生長を助けたことは確かである。表-82にトドマツ・ドロノキの生長を示す。1981年（昭和56）6月に15%、1982年（昭和57）6月に6%、1984年（昭和59）8月に10%（本数百分率）のトドマツの除伐をおこなった。今日では枠組した丸太はほとんど腐朽し、部分的に姿をとどめているにすぎないが、いつの時点まで丸太枠組工が斜面積雪グライドを防止していたかさだかでない。著者の観察では1979年（昭和54）では枠組した丸太はほとんど腐朽していて強度は零に等しく、トドマツ造林木のみで積雪グライドを止めていることが認められた。現在（1984年）は4,230本/haのトドマツの純林で、平均樹高は生長の良い下部で4.1m、生長の悪い上部で2.5mとなり、当初の目的は



注：若林隆三・吉田 賢・大森俊雄：北海道大学檜山地方演習林のナダレ常習地における森林造成試験，北演業資16,57P, 1976より引用。

図一54 1971年5月までの杵丸太折損箇所 (×印) および1969年9月に組み直した杵の位置 (左上)

Fig. 54. Fence constructed for the prevention of avalanche.



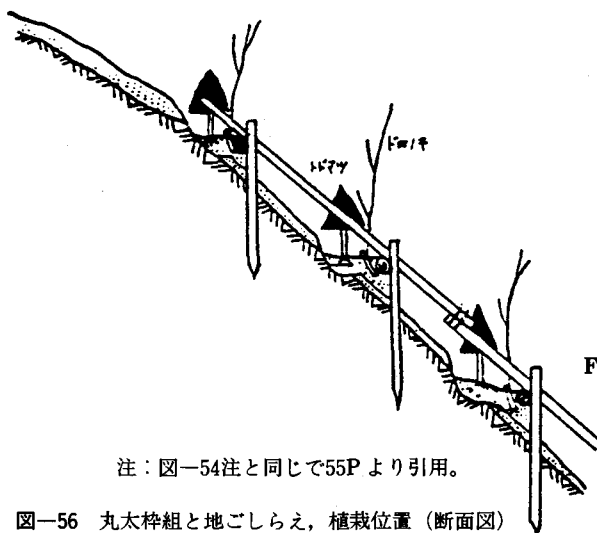
注：図一54注と同じで54Pより引用。

図一55 丸太杵組と植栽位置

Fig. 55. Fence made of logs and planted trees.

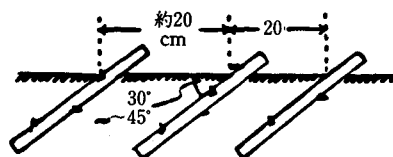
十分達せられた。広葉樹としてはウツギ、イタヤ類、ダケカンバ、ナラ類と植栽されて生き残ったヤナギ、ドロノキが点在する程度である。

丸太枠組工の施工とヤナギ・ドロノキ・トドマツの植栽については若林ら¹¹⁵⁾の報告を引用すると次のとおりである。「丸太枠組工の配置図は図-54に示す。材料は北海道大学苫小牧地方演習林産カラマツ、ヨーロッパトウヒの間伐材を主とし、ミズナラ、シラカンバの小径木を用いた。各格子は水平方向4 m、垂直方向2 mを1単位とし、杭丸太の打設、丸太の重合・緊縛等は図-55、-56のとおりである。さらにトドマツ、ドロノキの植栽方法は図-56、-57に示す。用いた土は横丸太のすぐ上側を唐鍬を用いて、土壌を耕耘して幅30 cmの水平床面をつくり、埋枝・植栽した。ドロノキは北海道大学雨竜地方演習林133林班産2年生枝、長さ30 cmのさし木28,000本で、トドマツは上ノ国町森林組合湯の岱苗畑産2回床替5年生2号苗(苗長25 cm



注：図-54注と同じで55Pより引用。

図-56 丸太枠組と地ごしらえ、植栽位置(断面図)
Fig. 56. Side view of fence and planted trees.



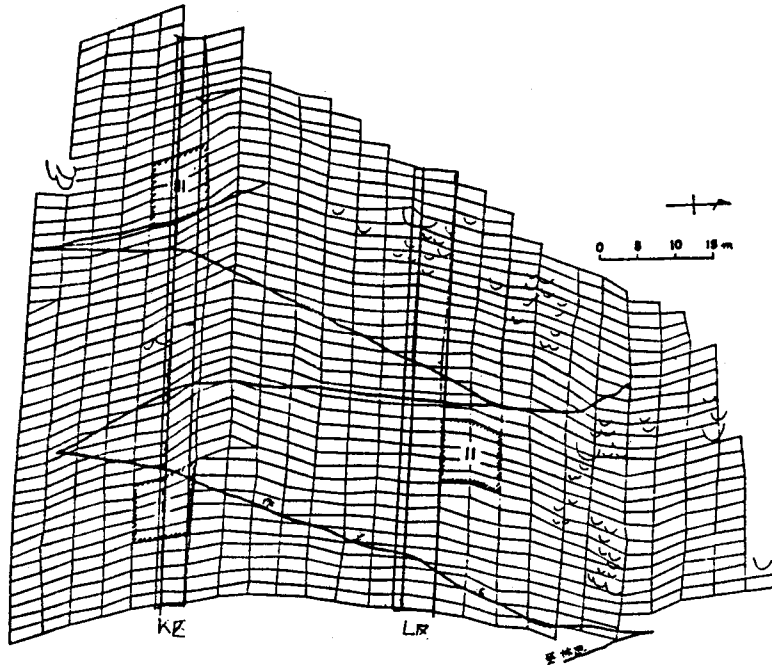
注：図-54注と同じ。

図-57 ドロノキ埋枝工(等高線方向側面図)
Fig. 57. Cut of *Populus maximowiczii* buried for the prevention of avalanche.

以上) 6,000本を用いた。写真17は丸太枠組工完成直後の状況を示す。枠組の破損と補修箇所は図-54に示す。1969年(昭和44)9月に42箇所総延長160 mの丸太が折損し、とりかえられた。1971年(昭和46)までに毎年100~220本の木杭が破損したので、とりかえるなどの補修が必要であった。折損箇所は表土剥落崩壊地に多く見られた。このことは当然ながら積雪グライドが激しく、折損した木杭を鉄棒(直径12~18 mm、長さ50 cm)にとりかえ、同時に打込み本数を多くした。しかしこれらの鉄棒は随所で曲げられるなど積雪グライドは強いものであった。」

(2) 植栽木の保育

植栽木の保育として下刈は植栽後9年間、年2回、1978年(昭和53)は1回おこなって終了し、1973年(昭和48)に1回施肥して、植栽木は順調に生長した(写真18)。成績調査は固



注：I, II, III 1972, 1974, 1976年の固定標準地
K区, L区 1981, 1983年の固定標準地。

図-58 植栽木の固定標準地

Fig. 58. Fixed standard plots for the planted trees.

定標準地 I, II, III (図-58) について, 1972, 1974, 1976 年 (昭和 47, 49, 51) にそれぞれおこなわれ, 1974 年 (昭和 49) の調査結果は表-83 に示す。これによると平均樹高はドロノキ 2.06 m, トドマツ 1.06 m であって, 生存率はドロノキ 81% (2,808 本/ha), トドマツ 87% (8,700 本/ha) であった。1975 年 (昭和 50) トドマツの生長をさまたげる樹高 1.3 m 以上のドロノキを除伐したため, トドマツが優占し, 残存のドロノキはトドマツに被圧されて多くは枯損してトドマツの純林となった。1981 年 (昭和 56) 6 月トドマツが過密になったため, 本数で 15% 除伐したが, この年の冬福井県を中心とする裏日本一帯に通称 56 雪害と呼ばれる大雪害が発生した。このトドマツ植栽地も被害を受けて, 主として冠雪害による倒木約 6% (本数百分率) を翌 1982 年 (昭和 57) 6 月伐採した。さらに 1984 年 (昭和 59) 8 月 10% (同) を除伐し, 今日 ha 当り 4,230 本が成立している。トドマツに加わる積雪の沈降圧をやわらげるため, 1980 年 (昭和 55) 地上 0.5 m まで枝打ちを行った。

斜面の部位によりトドマツの生長に著しく差が認められたので, 斜面の上端より下端まで連続した変化を調べるため, 以前の固定標準地を一部含めるようにして 1980 年 (昭和 55) 固定標準地を K 区, L 区の 2 つを新しく設定し, 各区のトドマツの樹高が著しく変化する地点をとらえて上部・下部に 2 分した。

表—82 雪崩防止工のトドマツ・ドロノキの生育状況 (固定標準地による)

Table 82. Growths of *A. sachalinensis* and *Populus maximowiczii* planted for the protection of avalanche

年齢 (調査年)	4(1972)	6(1974)	8(1976)	11(1980)		15(1983)
トドマツ	0.8m	1.1m	1.6m	2.3m (上部)	(6,000本/ha)	2.5m (4,700本/ha)
ドロノキ	1.5	2.1	枯死多し	3.1m (下部)		4.1m

注：1984(昭和59年)8月に10%除伐をおこない、4,230本/haとなった。

注：北海道大学桧山地方演習林長期計画。北演業資19, 20P, 1984より引用。

表—83 植栽5年後の樹高 (年平均伸長量) 1974年6月 (cm)

Table 83. Tree height of *A. sachalinensis* and *P. maximowiczii* in 5 years after planting

観 察 区	標 準	最 長	
ド ロ ノ キ	I	255 (51)	346 (69)
	II	210 (42)	268 (54)
	III	158 (32)	224 (45)
	平 均	206 (42)	279 (56)
ト ド マ ツ	I	106 (17)	141 (23)
	II	109 (17)	135 (22)
	III	102 (16)	129 (20)
	平 均	106 (17)	135 (22)

注：図—54 注と同じで58Pより引用。

表—84 調査区別樹高階別本数

Table 84. Numbers of trees sorted by height examined at K and L plots in 1983

調査区	樹高 (m) 部位	0.0~1.0	~1.5	~2.0	~2.5	~3.0	~3.5	~4.0	~4.5	~5.0	~5.5	~6.0	計
		K	上部		2	5	15	34	26	10	4		
下部						2	8	15	20	11	8		64
計			2	5	15	36	34	25	24	11	8		160
L	上部	4	18	16	13	11	5	2	1				70
	下部				1	12	24	18	19	13	2	2	91
	計	4	18	17	13	23	29	20	20	13	2	2	161
L・L	合計	4	20	22	28	59	63	45	44	24	10	2	321

注：1983年9月調査、樹種はトドマツ (*Abies sachalinensis* MAST.) である。

1983年(昭和58)9月に測定したK区の带状区の側面図・平面図を図-59①~59②に示す。トドマツの樹高階別、胸高直径階別本数を表-84、-85に示す。表-82より1983年(昭和58)のトドマツの平均樹高は上部で2.5m、下部で4.1mであるが、この樹高の差は図-59①、-59②でも明らかに認められ、さらに表-84の樹高階別本数の分布から見ても明らかである。胸高直径階別本数分布では上部、下部の差は樹高階別分布ほど明らかではない。

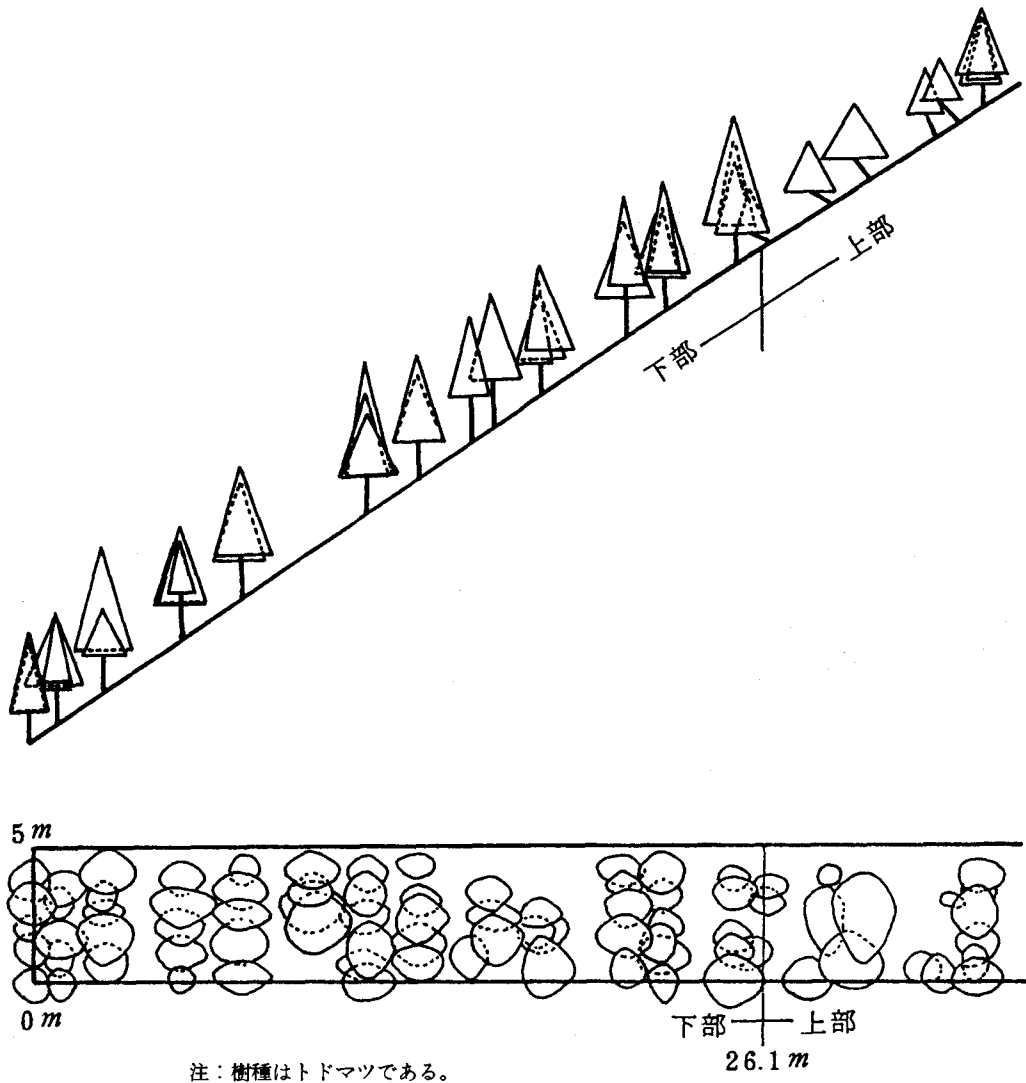
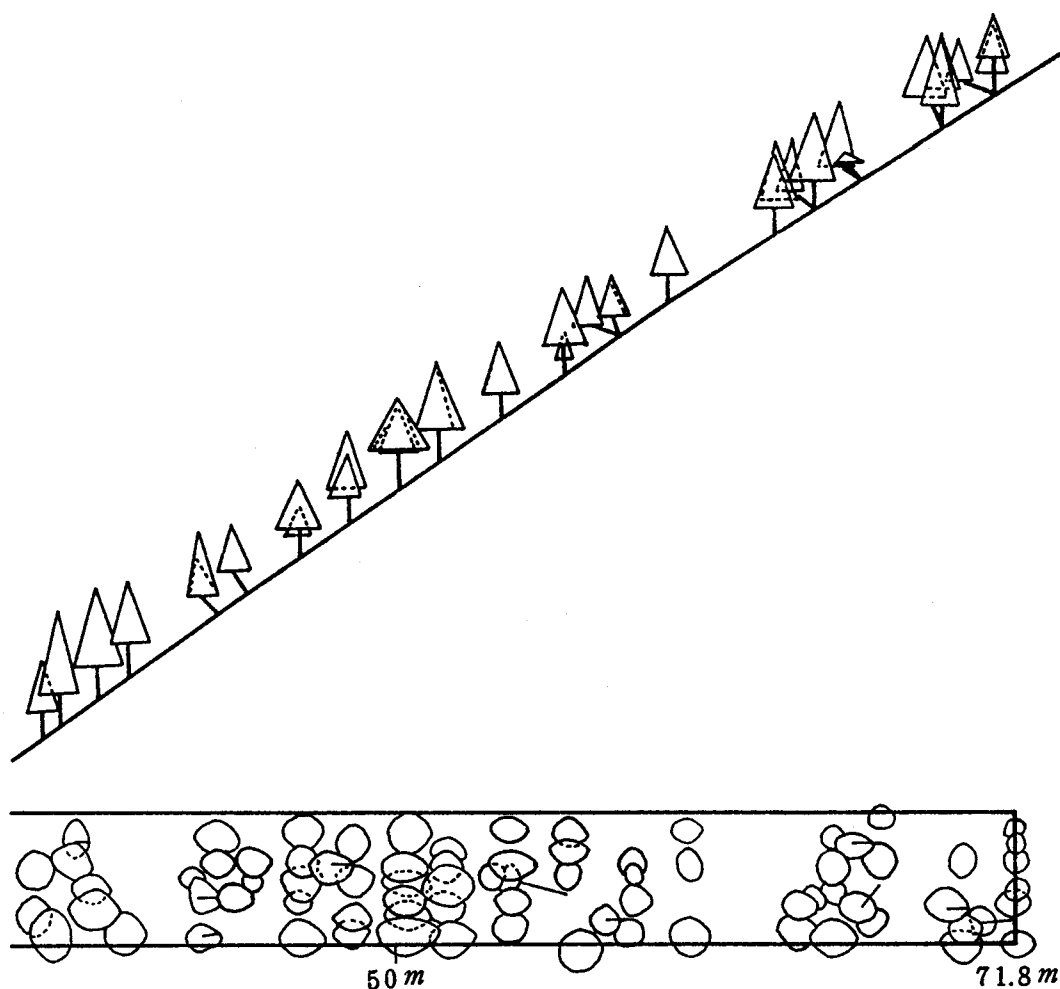


図-59① 1984年(昭和59)K区带状区

Fig. 59. ① Belt transect diagrams of the experimental plot K in 1984.



注：図-59①のつづきである。

図-59② 1984年（昭和59）K区带状区

Fig. 59. ② Belt transect diagrams of the experimental plot K in 1984.

(3) 林分構造

1980, 1983年（昭和55, 58）の固定標準地のトドマツの林分構成を表-86に示す。いま1980年（昭和55）の伐採前と1983年（昭和58）のいくつかの形質について比較する。ha当り成立本数は1980年（昭和55）5,956本から1983年（昭和58）4,686本へと79%に減じた。この減少は2回の除伐によるもので、1回目の除伐は一部に偏在することなく、植栽地全体に均一に不良木を伐採し、2回目の除伐は雪害木のみ伐採したものであって、K区、L区、上部、下部に恣意的におこなわれたものではない。

表-85 調査区別胸高直径階別本数
 Table 85. Numbers of trees sorted by diameter at breast height examined at K and L plots

調査区	胸高直径 (cm) 部位	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計
		K	上部	1	8	9	24	27	17	7	3	
	下部		1	2	10	11	16	13	4	5	2	64
	計	1	9	11	34	38	33	20	7	5	2	160
L	上部	11	19	15	10	6	7		1		1	70
	下部		1	2	15	29	13	15	12	2	2	91
	計	11	20	17	25	35	20	15	13	2	3	161
K・L	合計	12	29	28	59	73	53	35	20	7	5	321

注：1983年9月調査，樹種はトドマツ (*Abies Sachalinensis* MAST.) である。

K, L区全体で平均樹高1980年(昭和55)2.7mが1983年(昭和58)3.2mへと19%増大した。平均胸高直径も同じく1980年(昭和55)3.5cmから1983年(昭和58)5.0cmへと43%増加した。これをK, L区とも下部/上部の比を1980, 1983年(昭和55・58)の順で比較すると、樹高ではK区で1.27から1.45, L区では1.67から1.90へと増加している。同じく胸高直径について下部/上部の比をみると、1980, 1983年(昭和55, 58)の順でK区では1.39から1.27へ, L区では2.21から1.81へと減少している。これらのことから斜面上部と下部ではトドマツ植栽木の樹高・胸高直径とも下部は大きい、その差は樹高ではますます増大し、胸高直径では減少している傾向がみられる。表-86より樹冠の面積についてもK・L区とも下部は上部より大きい傾向がみられた。表-84, -85よりK・L区全体の上部・下部の樹高と胸高直径について分散分析をおこなった結果を表-87, -88に示すが、両者とも0.1%水準で有意であった。1983年(昭和58)9月の調査ではK・L区全体で平均樹高上部で2.57m, 下部で3.98m, 平均胸高直径上部で4.1cm, 下部で5.9cmであったので、下部のトドマツは上部のトドマツより大きいと言えよう。このようにして成立したトドマツ植栽木は今日丸太枠の腐朽にともない、これによって雪崩の発生を防止している。これによって、下方の斜面はじめ周辺が安定して、さらに周辺に造林地を拡大することが出来た(図-47C区)。

1975年(昭和50)9月図-47に示されるB区即ち図-58の丸太枠組工に隣接する南側斜面0.33haの地区に等高線沿いに2m間隔で幅30cmの水平床(階段工)を作製、長さ20~25cmのドロノキの枝をha当り8.632本さし木し、翌1976年(昭和51)5月トドマツ苗木ha当り6,640本植栽した²⁶⁾。ドロノキは隣接する図-47A区(以下枠組工)に植栽してあるドロノキより採穂し、トドマツは名寄育種試験場産である。1982年(昭和57)10月の成績調査²⁷⁾によ

表-86 雪崩防止工に植栽したトドマツの林分構造
 Table 86. Stand structure of *A. sachalinensis* forest planted for the protection of avalanche

			固定標準地				標高			胸高直径			樹冠									
			面積		ha当り 本数	長さ	最小~最大	平均と 標準偏差	変動 係数	最小~ 最大	平均と 標準偏差	変動 係数	長径			短径			面積			
			本数	ha当り 本数									最小~最大	平均と 標準偏差	変動 係数	最小~最大	平均と 標準偏差	変動 係数	最小~最大	平均と 標準偏差	変動 係数	最小~最大
55年	伐採前	K	上部	230	127 ^本	5,522	46 ^m	1.1~3.8 ^m	2.6±0.55 ^m	21%	1~7 ^{cm}	3.3±1.35 ^{cm}	41%	0.5~1.7 ^m	1.1±0.32 ^m	29%				0.2~2.3 ^{m²}	1.0±0.45 ^{m²}	45%
			下部	130	77	5,923	26	1.1~4.6	3.3±0.71	22	1~8	4.6±1.57	34	0.7~1.9	1.3±0.32	25				0.4~2.8	1.5±0.61	41
			計	360	204	5,667	72	1.1~4.6	2.9±0.69	24	1~8	3.9±1.48	38	0.5~1.9	1.2±0.30	25				0.2~2.8	1.2±0.56	47
		L	上部	140	85	6,071	28	0.6~3.3	1.8±0.62	34	1~4	1.9±1.34	71	0.3~1.5	0.7±0.32	46				0.1~1.8	0.5±0.39	78
			下部	185	119	6,432	37	1.1~4.6	3.0±0.72	24	1~7	4.2±1.51	36	0.5~1.7	1.2±0.26	22				0.2~2.3	1.2±0.49	41
			計	325	204	6,277	65	0.6~4.6	2.5±0.91	36	1~7	3.5±1.61	46	0.3~1.7	1.0±0.36	36				0.1~2.3	1.0±0.57	57
	K・L計		685	408	5,956	137	0.6~4.6	2.7±0.82	30	1~8	3.5±1.73	49	0.3~1.9	1.1±0.37	34				0.1~2.8	1.1±0.58	53	
	伐採木	K	上部	230	27	1,174	46	1.2~3.6	2.6±0.59	23	1~6	3.1±1.30	42	0.5~1.6	1.0±0.38	38				0.2~2.0	1.1±0.54	49
			下部	130	2	154	26	1.5~2.6	2.1±0.78	37	1~4	2.5±2.12	85	0.8~1.2	1.0±0.28	28				0.5~1.1	0.8±0.45	56
			計	360	29	806	72	1.2~3.6	2.5±0.60	24	1~6	3.0±1.32	44	0.5~1.6	1.1±0.32	29				0.2~2.0	1.0±0.53	53
		L	上部	140	7	500	28	0.7~2.3	1.9±0.33	17	1~3	1.9±0.90	47	0.4~1.1	0.8±0.23	29				0.1~1.0	0.5±0.28	56
			下部	185	26	1,405	37	1.1~3.7	2.5±0.69	28	1~6	2.9±1.35	47	0.5~1.4	1.0±0.22	22				0.2~1.5	0.8±0.33	41
計			325	33	1,015	65	0.7~3.7	2.3±0.67	29	1~6	2.9±1.18	41	0.4~1.4	1.0±0.24	24				0.1~1.5	0.8±0.35	44	
K・L計		685	62	905	137	0.7~3.7	2.4±0.64	27	1~6	2.9±1.33	46	0.4~1.6	1.0±0.31	31				0.1~2.0	0.9±0.45	50		
伐採後	K	上部	230	100	4,348	46	1.1~3.8	2.6±0.54	21	1~7	3.4±1.36	40	0.5~1.7	1.1±0.30	27				0.2~2.3	1.0±0.42	42	
		下部	130	75	5,769	26	1.1~4.6	3.3±0.69	21	1~8	4.7±1.54	33	0.7~1.9	1.3±0.32	25				0.4~2.8	1.5±0.61	41	
		計	360	175	4,861	72	1.1~4.6	2.9±0.69	24	1~8	4.0±1.47	37	0.5~1.9	1.2±0.29	24				0.2~2.8	1.2±0.56	47	
	L	上部	140	78	5,571	28	0.6~3.3	1.8±0.64	36	1~4	1.9±1.37	72	0.3~1.5	0.7±0.33	47				0.1~1.8	0.5±0.40	80	
		下部	185	93	5,027	37	1.8~4.6	3.2±0.65	20	1~8	4.5±1.36	30	0.5~1.7	1.3±0.24	18				0.2~2.3	1.3±0.47	36	
		計	325	171	5,262	65	0.6~4.6	2.5±0.94	38	1~8	3.7±1.66	45	0.3~1.7	1.0±0.38	38				0.1~2.3	1.0±0.60	60	
K・L計		685	346	5,051	137	0.6~4.6	2.7±0.85	31	1~8	3.6±1.77	49	0.3~1.9	1.1±0.37	34				0.1~2.8	1.1±0.59	54		
58年	K	上部	230	96	4,174	46	1.4~4.3	2.9±0.60	21	1~8	4.7±1.49	32	0.8~3.6	1.4±0.45	32	0.7~2.1	1.2±0.28	23	0.4~5.7	1.4±0.85	61	
		下部	130	64	4,923	26	2.8~5.4	4.2±0.62	15	2~10	6.0±1.74	29	1.0~2.5	1.7±0.36	21	0.9~2.5	1.4±0.30	21	0.8~3.9	2.0±0.80	40	
		計	360	160	4,444	72	1.4~5.4	3.4±0.86	25	1~10	5.2±1.72	33	0.8~3.6	1.5±0.43	29	0.7~2.5	1.3±0.30	23	0.4~5.7	1.6±0.86	54	
	L	上部	140	70	5,000	28	0.6~4.2	2.0±0.79	40	1~10	3.2±1.83	57	0.4~2.2	1.0±0.41	41	0.2~1.8	0.8±0.36	45	0.1~3.1	0.7±0.59	84	
		下部	185	91	4,919	37	1.9~6.0	3.8±0.77	20	2~10	5.8±1.61	28	0.9~3.0	1.7±0.37	22	0.7~2.0	1.3±0.29	22	0.5~4.0	1.8±0.71	39	
		計	325	161	4,954	65	0.6~6.0	3.1±1.19	38	1~10	4.7±2.1	45	0.4~3.0	1.4±0.53	38	0.2~2.0	1.1±0.42	38	0.1~4.0	1.3±0.86	66	
K・L計		685	321	4,686	137	0.6~6.0	3.2±1.05	33	1~10	5.0±1.96	39	1.4~3.6	1.5±0.49	33	0.2~2.5	1.2±0.38	32	0.1~5.7	1.5±0.87	58		

注：調査地の幅はいずれも5m。

表-87 トドマツ造林木の上部・下部別樹高の分散分析

Table. 87. Analysis of variance for tree height of *A. sachalinensis* planted in upper and lower sites

要 因	平 方 和	自由度	平 均 平 方	F
上部・下部	160.9106	1	160.9106	*** 221.6094
反 覆	79.3373	165	0.4808	0.6622
誤 差	111.8144	154	0.7261	
全 体	352.0623	320		

注：***0.1%水準で有意である。

表-88 トドマツ造林木の上部・下部別胸高直径の分散分析

Table. 88. Analysis of variance for diameter at breast height of *A. sachalinensis* planted in upper and lower sites

要 因	平 方 和	自由度	平 均 平 方	F
上部・下部	276.0821	1	276.0821	*** 85.3027
反 覆	458.8894	165	2.7811	0.8593
誤 差	498.4179	154	3.2365	
全 体	1233.3894	320		

注：***0.1%水準で有意である。

表-89 丸太枠組施工斜面のトドマツ樹高 (cm)

Table. 89. Tree height growth of *A. sachalinensis* planted in the avalanche-protection works made of logs

		標 準 値		年 伸 長 量		最 大 値	
年 月		'74. 6.	'76. 8.	'69~'74	'74~'76	'74. 6.	'76. 8.
観 察 区	I	106	187	17	41	141	291
	II	109	149	17	20	135	240
	III	102	146	16	22	129	205
平 均		106	161	17	28	135	245

注：観察区 I ~ IIIは図-12と同じ。

れば、図-47 B区(以下階段工)に植栽した7年生トドマツの樹高は0.3~1.4mの範囲にあって、平均0.72m、生存本数はha当り6,417本で、ドロノキが若干生存していた(標準地面積120m²、調査本数77本)。枠組工に1969年(昭和44)5月に植栽された8年生トドマツの成績調査(表-89)より7年生トドマツの樹高を推定すると、最大2.17m、平均1.33mである。いま枠組工と階段工の順で同じ樹齢の7年生のトドマツの樹高等を比較すると、植栽当初の状態は両者ともドロノキとトドマツの混植で、最大樹高2.17mと1.4m、平均樹高1.33mと0.

72 mである。植栽年月が1969年(昭和44)5月と1976年(昭和51)5月と異なるので正確には比較出来ないが、杵組工の樹高は階段工の樹高に比べて非常に高いといえよう。両者とも同一斜面にあって、環境条件、植栽状況も同じと考えられるが、植栽個所が階段工は水平床30 cmの斜面片崩の階段工のみであるのに対して、杵施工区は同じ水平床30 cm(図-56)の階段工に丸太杵組工を施工している点が異なっている。すなわち丸太杵組工は積雪のグライドをおさえることにより、トドマツの生長に関係する積雪のマイナス面をおさえていると考えられる。

4) 積雪移動と崩壊地

前述したように丸太杵組による面状基礎工により雪崩・積雪グライドが発生しなくなると、周辺の積雪は安定し図-47 C区のようにトドマツ造林地の拡大が可能になった。しかし、雪崩防止工が施工されない地域は今日どのように変化してきたかを経年的に写された空中写真を用いて崩壊地を中心に調査し、雪崩防止工施工地と対比させようとするものである。

(1) 崩壊地の実態

用いた空中写真の撮影年月、写真番号、引伸倍率等は表-90に示す。1948年(昭和23)は

表-90 崩壊地測定に用いた空中写真

Table 90. Aerial photographs used for the interpretation of slided lands

撮影年月	写真番号	高度	測定地 平均標高	レンズの 焦点距離	倍率	一辺の引 伸倍率
		m	m	cm		倍
1948年5月	14	5,000	210	2.1	22,810	3.0
1960年4月	山158 C3-7	5,220	225	2.1	23,790	2.5
1964年8月	山382 C1-6	5,040	225	2.1	22,930	2.5
1968年5月	山527 C14-7	4,880	225	2.1	22,170	2.5
1972年6月	山636 C15-6	4,980	225	2.1	22,640	2.5
1977年9月	山765 C11-7	4,440	225	2.1	20,070	2.5
1982年6月	82-3 C4-7	4,770	225	2.1	21,640	2.5

引伸率3倍、1960年(昭和35)以降は引伸率2.5倍の写真を立体鏡を用い、白色又は淡く着色していても周囲と著しく異なる色を示し、現在植生がまったくないか、植生の回復が不十分なものを崩壊地と判定し、ミニマスターを用いてその大きさを0.5 mmの格子の数で測定した。その後密着版相当(1.0倍)に換算し、倉持ら⁶⁰⁾、藤原ら¹⁰⁾の方法により補正して各崩壊地の面積を算出した。これら崩壊地は図-47積雪斜面における森林造成試験地位置図のA~Jの区画によって区分し、大きさによって分類して表-91に示す。

図-47注に示すごとくA区は1968年(昭和43)に丸太杵組工が作られ、C区は1976年(昭和51)通常の造林法によりトドマツが植栽された。E, F, G, Hは1978年(昭和53)以降丸太杵組工が作られたが、今日(1984年)まだその効果が十分みとめられないので、I, Jと同じく無処理区として取扱った。

(2) 崩壊地の推移

まずA～J区の崩壊地についてみると、ha 当り個数と面積の順で1948年20.6個、1,669 m²であったのが1977年には2.8個、260 m²と減少し、植生回復の傾向を示している。前述昭和56年の56雪害の影響をうけて、当地方も大雪となり、大平山に多くの雪崩や積雪グライドが発生し、1982年(昭和57)には崩壊地は3.5個と増加した。さらに各区についてみると、まずA区では1968年以前は各年ともA～J区に対して崩壊地のha 当り個数は多く、一崩壊地当り面積は小さかった。これはA～J区に比較して小さな崩壊地が数多くあることを意味して、A、B、D区に共通している傾向である。これに反してE～J区では1968年以前A～J区よりも崩壊地のha 当り個数は少なく、一崩壊地当りの面積は大きい。このことは年別、面積階別個数の分布状態にもよくあらわれて、A、B、D区では小さい面積階に分布が集中し、E～J区では広く分布している。

1968年(昭和43)A区に丸太枠組工が設定されると当然ながら崩壊地は全くなくなり、岩石の露頭部分や植生回復不十分な個所が崩壊地として記録されたが、それらも1977年(昭和52)には消滅してしまった。A区に積雪グライドが発生しなくなると、周囲のB、C、D区ともその影響をうけてか、1972年(昭和47)以降崩壊地のha 当り個数と面積は減少した。

ここで地表に丸太枠組工、階段工、トドマツ等植栽の地表処理がなされたA、B、C、D区となんら処理がなされないE～J区について比較する。1948年以降各区とも崩壊地のha 当り個数、ha 当り面積は減少の傾向を示しているが、一崩壊地当り面積を1948年(昭和23)と1982年(昭和47)とで比較すると、A、B、C、D区では減少しているがE～J区では増加している。一例として、特徴ある崩壊地の各年別面積の変化を表-92に示す。岡本ら⁷⁹⁾も述べているが、本調査においてもいくつかの地表処理は雪崩・積雪グライドによる雪食型崩壊地の発生を抑え、植生回復により小規模な崩壊地は個数を減じ、一崩壊地当りの面積を小さくする傾向がみられたが、表-92に示す比較的大きな表層剥落型崩壊地はその時々面積を変えながらも、1948年(昭和23)より34年たった1984年(昭和59)においても植生回復は期待出来ない状態である。このことからA、B、C、D区とE～J区を比較してA、B、C、D区では雪食型崩壊地が多く、E～J区では表層剥落型崩壊地が多かったといえよう。これは崩壊地の年別、面積階別個数分布表でA、B、C、D区では面積の小さい方に崩壊地が分布し、E～J区は面積が大きい方にも分布していることでも理解されよう。岡本ら⁷⁹⁾、中村太士ら⁷²⁾も述べているが、これらの発生要因には地形的なものと雪崩・積雪グライド、融雪水、降雨等があり、表-92に示したごとく表層剥落型崩壊地の植生回復は自然のままではむずかしく、人為的補助が必要であろう。

(3) 新規発生の崩壊

図-47のI区は面積0.1 haでE及びF区に挟まれた尾根筋にあって、積雪グライドが発生する個所である。このためE、F区の丸太枠組工に対する対照区(無処理区)として長期観察

の年度別個数と面積

lands sorted by year at various plots

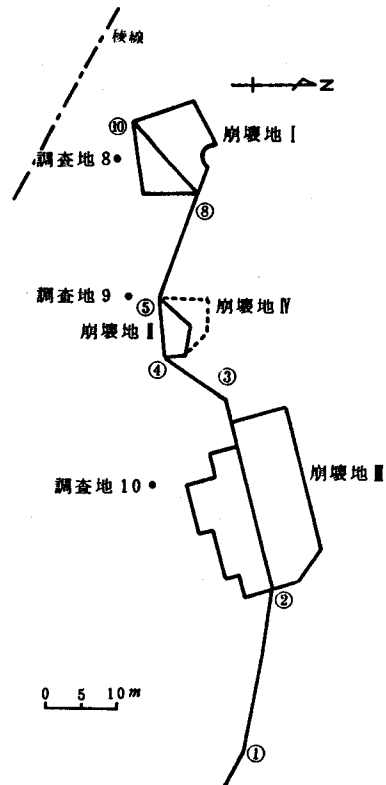
~85	~90	~95	~100	~150	~200	~250	~300	~350	~1,000	1,001 ~	数合 計	崩 壊 地	総 面 積	ha 当 り崩 壊 数	ha 当 り崩 壊 地 面積	一崩 壊 地 当 り 面 積
												個	m ²	個	m ²	
						2						20	984	33.3	1,640	49.2
												15	281	25.0	468	18.7
												12	212	20.0	353	17.7
	1											10	327	16.7	545	32.6
												4	74	6.7	123	18.4
												0	0	0.0	0	0.0
												0	0	0.0	0	0.0
			1									20	487	82.3	2,004	24.3
												11	185	45.3	761	16.8
												14	212	57.6	872	15.1
												23	415	94.7	1,708	18.0
												8	164	32.9	675	20.5
												2	52	8.2	214	26.1
												8	132	32.9	646	16.5
1	1	1		1	1							22	1,063	13.9	671	48.3
												22	328	13.9	207	14.9
												16	249	10.1	157	15.5
				1								15	291	9.5	184	19.4
												6	126	3.8	79	20.8
			1									4	138	2.5	87	34.8
												4	75	2.5	47	18.8
												6	84	53.6	750	14.0
												3	29	26.8	259	9.7
												6	55	53.6	491	9.2
												6	53	53.6	473	8.8
												0	0	0	0	0
												0	0	0	0	0
												0	0	0	0	0
												0	0	0	0	0
	1	2		9	2	1	1	1	2	1		50	6,942	15.7	2,178	138.7
	1								1			32	2,017	10.0	633	63.3
		1		1	1				1			21	1,672	6.6	524	79.4
	1			2	1	1				1		38	3,031	11.9	951	79.9
					1					1		8	1,455	2.5	456	182.4
						1			1			10	1,297	3.1	407	131.3
1									1			8	1,268	2.5	398	159.2
1	2	3	1	10	3	3	1	1	2	1		118	9,560	20.6	1,669	81.0
	1								1			83	2,840	14.5	496	34.2
		1		1	1				1			69	2,400	12.0	419	34.9
				3	1	1				1		92	4,117	16.1	719	44.7
	2				1					1		26	1,819	4.5	318	70.7
						1			1			16	1,487	2.8	260	92.9
1			1						1			20	1,475	3.5	258	73.7

表-92 標示された崩壊地の年別面積
Table 92. Areas of slided lands observed from 1948 to 1982

撮 影 年	崩 壊 地
	m ²
1948	383
1960	308
1964	198
1968	226
1972	192
1977	205
1982	278

のため、1979年(昭和54)に区画されたものである。1981年(昭和56)の大雪(前述56雪害)のため、I区とその下の斜面に図-60に示される崩壊地I、IIが発生し、さらに1984年(昭和59)崩壊地IIIが発生した。これら崩壊地の面積・斜度等は表-93に示す。現地の観察によると崩壊地Iは表層剥落型で、今日でも剥落面から砂利が生産され、植物の侵入はみられない。崩壊地IIは雪食型であって面積も小さく、植生の回復した約半分を崩壊地IVとしたが、4年間で主として草本による植生が回復しており、空中写真で認められた崩壊地消滅の一つの事例であろう。

崩壊地IIIは1984年(昭和59)5月に発生した大規模な表層剥落型の崩壊地であって、樹木を含めた表層の土砂は約78m²斜面を約35m滑落し、林道を埋没して停止した。現在これには剥落面にナイロン製の網を張って表土の安定を計り、さらに丸太枠組工によって積雪グライドを防ごうとしている。これら3つの崩壊地はいずれも32~39度の急な傾斜地のほぼ一直線上に発生しているのが特徴である。これら3つの周縁に天然更新したミズナラを見ると、樹高はほぼ等しいが、平均根元年輪幅に一つの傾向を示している(表-93)。稜線に近い崩壊地Iと斜面下方の崩壊地IIIの高低差は約34mで、崩壊地IIIはそれだけ積雪グライドや雪崩の発生頻度は少なくなり、さらに下方にはブナ等を中心とした樹高5~7mの広葉樹林があって、下から吹上げる風などの保護帯の働きを示すなど、崩壊地IとIIIでは環境条件に大きな差があると考えられ、それがミズナラの平均根元年輪幅に表われたと理解される。ちなみに崩壊地IIは高低差も含めて両者の中間的環境条件であるといえよう。



注：崩壊地I、IIは1981年、崩壊地IIIは1984年に発生した。
崩壊地IVは崩壊地IIの植生回復した部分。

図-60 I区内の崩壊地の位置

Fig. 60. Location of slided land of the experimental plot I.

表-93 1981年以降I区に発生した崩壊地
Table 93. Various slided lands observed since 1981

崩壊地	発生年	面積	の斜度 剥落面	ミズナラ					植生回復 した面積
				樹高	胸高直径	根元直径	根元年輪数	平均根元輪幅	
I	1981	108	32	3	6.0	9.2	35	1.3	0
II	1981	23	39	3	3.0	5.4	19	1.4	0
III	1984	295	35	4	7.0	10.8	26	2.1	0
IV	1981	14	39						14

注：ミズナラは崩壊地周縁に更新したものをを用いる。測定は1985年7月である。

(4) 植生の推移

本調査地 (A~J区) のそれぞれ特徴ある植生を表-94, -96 に示す。表-94 は広葉樹播種造林試験地で図-47 に示されるよう、稜線に近い比較的平坦な部分に1965年 (昭和40) 11月吉田ら¹¹⁾によってケヤマハンノキ、ダケカンバ、イタヤ類、ナナカマド、ブナの5樹種について、各樹種1区1㎡50回反復で合計250区250㎡に播種造林されたが、雪崩等により消失してしまい、1984年 (昭和59) に現存しているケヤマハンノキ3㎡、ダケカンバ5㎡を調査したものである。表-95の調査地5~7は図-47 C区にあって、広葉樹播種造林試験地に隣接した未立木地である。E~J区の植生の大部分はやや密なクマイザサとシダ類などあるが、一部に矮性化した木本の群落が見られる。表-96の調査地8~10は図-60に示すが、I区とその斜面下方に1981, 1984年 (昭和56, 59) 発生した崩壊地があり、これに隣接した天然更新地を調査

表-94 広葉樹播種造林試験地の成績

Table 94. Results of the experimental plots made by direct sowing of broad-leaved trees

樹種	要因	1	2	3	4	5	平均
ケヤマ ハンノキ	本数	6	5	5			5.3
	樹高(m) 最小~最大	1.6~3.0	2.6~3.0	2.0~3.0			1.6~3.0
	平均樹高(m) と標準偏差	2.18±0.538	2.76±0.152	2.60±0.442			2.49±0.470
	変動係数(%)	25	6	17			19
ダケ カンバ	本数	4	4	5	5	6	4.8
	樹高(m) 最小~最大	2.2~3.2	2.4~3.5	2.0~3.0	1.2~2.0	1.0~1.8	1.0~3.5
	平均樹高(m) と標準偏差	2.60±0.455	2.90±0.535	2.44±0.493	1.76±0.358	1.50±0.303	2.17±0.659
	変動係数	18	18	20	20	20	30

注：播種年月1965年11月、調査年月1984年11月、各調査地の面積は1㎡、調査地の位置は図-1に示す。

表-95 C区内未立木地の植生
Table 95. Vegetation at treeless land in C plot

調査地	種類	標準地 面積	本数	草丈(m) 最小~最大	平均草丈(m) と標準偏差	合計本数	備考
5	クマイザサ	1 m ²	35	0.6~1.1	0.74±0.167	120	本数密度で ススキ優占
	ススキ		85	1.6~1.9	1.75±0.107		
6	クマイザサ	1	53	0.4~0.8	0.52±0.094	112	
	ススキ		59	1.2~1.8	1.62±0.157		
7	クマイザサ	1	185	0.5~0.9	0.67±0.089	213	本数密度で クマイザサ優占
	ススキ		28	1.8~2.1	1.88±0.116		

注：調査地の位置は図-1に示す。

表-96 調査地8, 9, 10の植生
Table 96. Vegetation at plots 8, 9 and 10

調査地	8				9				10			
	項目 樹種	高さ			本数	高さ			本数	高さ		
最小 ~最大		平均 標準偏差	変動 係数	最小 ~最大		平均 標準偏差	変動 係数	最小 ~最大		平均 標準偏差	変動 係数	
ヤナギ類	27	0.4~1.0	0.73±0.141	19	28	0.6~1.2	1.00±0.184	18	3	1.8~2.0	1.87±0.115	6
イタヤ類	18	0.3~0.7	0.48±0.111	23	1		1.00		5	1.5~2.5	2.20±0.400	18
ケヤマ ハンノキ	2	0.9~1.0	0.95±0.071	7	4	0.7~2.1	1.30±0.606	47				
ミズナラ					4	1.3~1.7	1.53±0.206	13				
シナノキ	4	0.5~0.7	0.54±0.089	16								
タニウツギ	8	0.3~0.7	0.54±0.130	24	9	0.7~1.4	0.97±0.206	21	15	1.0~2.0	1.58±0.343	22
オオバ クロモジ	8	0.4~0.8	0.61±0.136	22	5	0.8~1.3	1.08±0.192	18				
クマイザサ	121	0.2~0.7	0.45±0.086	19	97	0.3~1.1	0.68±0.153	23	15	0.3~1.0	0.69±0.221	32
ススキ	32	0.5~2.0	1.15±0.568	49	14	0.8~2.0	1.45±0.478	33				
シダ類	4	0.4~0.6	0.48±0.096	20	9	0.4~0.6	0.48±0.083	17				

注：調査地8~10の面積は各々6m²で、位置は図-17に示す。

地とした。このため崩壊地I, IIIと同様、調査地8と10には約34mの高低差があり、調査地9と10では約17mの高低差である。表-94をみると、ケヤマハンノキ3m²で16本、ダケカンバ5m²で24本であって、平均樹高は19年生でケヤマハンノキ2.5m、ダケカンバ2.2mであった。表-95はトドマツ植栽地の中に生じた未立木地であって、ここではm²当り100本以上のササ・ススキが優占して、地表を密におおってしまい、樹木の天然更新は認められなかった。

表-96についてみると、例えばヤナギ類のように調査地8, 9, 10の順で平均樹高0.73m,

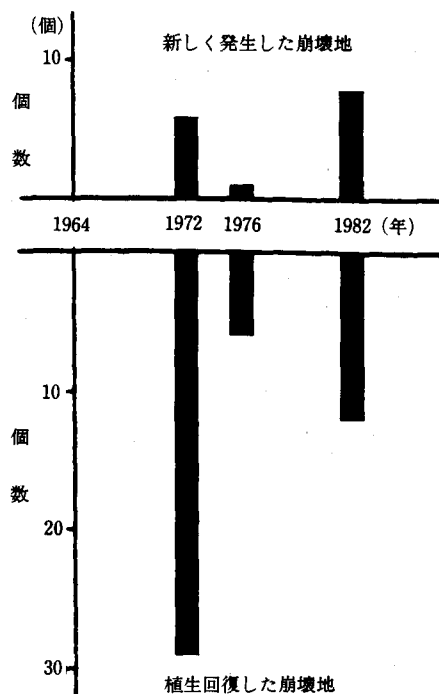
1.00 m, 1.87 m と調査地の斜面の上部・下部と樹高に関係あるように見られる。このことは3つの調査地に共通して生育する樹種イタヤ類, タニウツギでも明らかであり, 2つの調査地に存在する樹種ケヤマハンノキ, オオバクロモジでもこの傾向はみられる。さらにクマイザサ, ススキにも同様な傾向がみられる。

木本の m^2 当り本数をみると, 調査地8, 9, 10の順で11.2, 8.5, 3.8本となって, 調査地8は調査地10に比べて本数が非常に多い。同様にクマイザサの m^2 当り本数をみると, 20.2, 16.2, 2.5本とやはり調査地8の本数は調査地10に比べて非常に多い。ススキの本数についても調査地8と9の間に同様な傾向がみられる。これらをあわせ考えると, 草本, 木本とも調査地8は調査地10に比べて樹高(草丈)が低く, m^2 当り本数が多いといえる。いいかえると調査地8では樹高(草丈)の低いものが数多く生育し, 調査地10は樹高(草丈)の高いものが数少なく生育しているといえよう。調査地8~10は本調査地(A~J区)の斜面のほぼ中央部から下部にあって, (3)で述べた崩壊地I, II, IIIの関係と同様積雪グライドや雪崩の発生頻度の大小, 斜面下方のブナ等広葉樹林の保護効果が調査地8と10の植生の差異を生じた原因と考える。調査地9は両者の中間である。

(5) 山地保全の必要性

上ノ国町は桧山管内でも畜産のさかんところで, 特に馬産についてはニシン漁の資材運搬等労役に用いられ, 古くは1618年(元和4)より幕藩時代の種々の記録に残されている⁶⁴⁾。明治以降国有林未開地私下出願の理由として牧畜があげられ, 山地稜線部の比較的平坦な部分が放牧地化して, 漸次森林が消滅していったことは事実である。

大平山山頂につながる稜線部と, 本調査地(A~J区)の森林がいつごろから消滅したかは不明であるが, 1948年(昭和23)の空中写真にはすでに森林はなく, 相当数の崩壊地が存在していたことが判読される。さらに大平鉦山の開発・戦後の食糧難時代, 鉦山の閉鎖, 馬産の衰退などをへて今日の状態となった。崩壊地について岡本ら⁷⁹⁾が図-61に示しているごとく, 一方では新しく崩壊地が発生しながら, 他方では古い崩壊地が植生回復によって消滅するなど, 年による増減はあるが, 全体として1948年



注: 図-48注と同じく219Pより引用。

図-61 崩壊地の消長(前空中写真年度との比較)
Fig. 61. Flow of slid land
(by comparison with aerial photographs).

(昭和23)より1982年(昭和57)までの間に崩壊地は減少の傾向を示している。当然のことながらA区は1968年に設定された丸太枠組工によって、崩壊地の新しい発生はなくなり、既存の崩壊地も年をへて植生が回復して消滅した。

これに対して地表処理されていないE~J区の崩壊地の減少はA区のようにではなく、I区のように現在新しく崩壊地が発生しているところもある。こうした地表の不安定性、積雪グラインド等による樹木への損傷、斜面の上部・下部の違いによる環境条件の差異は更新した木本・草本に大きな影響を与え、それらは結果として樹高(草丈)、 m^2 当り本数の差異となってあらわれてくることになる。

この章をまとめると次のことがいえよう。

1) 本調査地(A~J区)のような平均勾配34度の急な無立木地化した斜面では積雪グラインド・雪崩等により常に雪食型・表層剥落型崩壊地が発生する危険にさらされ、更新した樹木の生育にとって不安定な環境である。

2) こうしたところに天然更新した樹木は比較的環境条件の良い所で、ミズナラは26年生で樹高4 m, 人工播種造林ではケヤマハンノキは19年生で平均樹高約2.5 m, 最大樹高3.0 mが記録されている。

3) 丸太枠組工等地表処理により積雪の移動を静止させ、トドマツ、ドロノキ、ヤナギ類を混植する方法をとると、トドマツは15年生で平均樹高3.2 m, 最大樹高6.0 m, ha当り4,200本の森林が造成されることが期待されよう。

4) 丸太枠組工等地表処理がなされない箇所は、崩壊と植生回復のくり返しが今日でもおこなわれており、高木林の成立は期待し難い。

第7章 結 言

北海道大学桧山地方演習林創設以来30年を経過し、当初上ノ国村より譲りうけた未立木地の大半は元木源太郎氏、大森俊雄氏、湊克之氏ら地方演習林長と職員のとゆまない努力によって、今日みられるようなスギの造林地に変った。

この間のスギ造林は北海道南部の温暖なる地域とはいえず、樹種自体外来種であり、しかも標高の高い所は寒冷な強風地帯であるため、成林までの苦労は並たいていのもではなかったと想像される。

著者は1979年(昭和54)桧山地方演習林長として配置換になって以来、これらの試験地を引継ぎ、林業生産および環境保全の一定の方向へ誘導すべく、現地試験と考察を重ねてきた。

30年という時間は森林造成にとって大きな節目であり、すでに60年を経ている和歌山地方演習林がかつて30年前に経験したことをふまえて、つぎの発展をねらって目的・方法・成果を要約するの必要を感じる。

かつて鱈漁で繁栄をきわめた江差町は、その繁栄の基となった鱈粕製造や生活物資として海岸まで繁茂していた森林を伐りつくし、今日慢性的な水不足に悩まされている。これはしばしばみられる環境破壊による都市の水枯れ現象であり、水源林の必要性を町民が自から体験するところであるが、一たび破壊された森林はなかなか回復出来ない現状にある。

こうした周囲の状況に対応して、北海道大学桧山地方演習林と周辺の森林造成の実態を相互に比較検討しながら、今後の桧山地方の森林経営の方向づけをすべく、ここにまとめた。

本論文では第2章に「桧山地方はトドマツの南限、ブナ・ヒバの北限、スギ造林の北限近くにあって、これらの樹種にとっては環境条件のきびしい地域である」としている。さらに日本海から吹く強い季節風によって、北海道でも有名な風の強い地域であり、多くの風衝地が存在し、ここでは強風での森林造成を問題点としてとり上げた。社会的条件としては林業は歴史的に産業として地域経済を支えてきたが資源の減少と環境保全の問題が生じてきた今日、新しい視点に立った森林経営の必要を感じたことを述べた。

第3章・第4章ではまず北海道大学桧山地方演習林の既存の造林地を調査検討した。第3章では導入樹種としてスギについて述べた。桧山地方は経済性を考えたスギ造林の北限であるが、風当りの少ない沢筋に植栽されたスギは北海道のスギ造林地の地位I等地に相当し、林齢20年生でha当り材積213 m^3 、年平均生長量10.7 m^3 とスギ造林に適している。しかし標高の高い風当りの強い所に植栽されたスギは地位IV等地に相当し、同じく標高の高い松前経営区168, 169林班のスギも地位II, III等地と標高の違いによる地位の変動は大きい。

カラマツについては現存のもの大半は戦後植栽されたもので、風当りの少ない個所では林齢23年生でha当り蓄積401 m^3 、年平均生長量17.4 m^3 で隣接せる松前林務署、江差営林署より優れており、地位I等地であるが、風当りの強い個所は地位VII等地と悪い。

郷土樹種のトドマツは天然分布の南限に近く、収穫表では地位I等地より若干劣るが、風衝地の悪い環境条件にも耐えてよく生長してある。

ヒバは天然分布では北限であって、針葉樹で一番重要な樹種であり、桧山地方に適した多くの特性をもっている。今まで天然林に依存しすぎ、造林技術的に未熟な点もあったが、本論文ではスギに匹敵する生長を示していることを明らかにしたので、技術上の問題を克服して、積極的に森林経営に取り入れていくべきである。

ブナについては今までの針葉樹偏重から広葉樹見なおしの時代になった今日、加工技術の発達により道南ブナの重要性が評価されてきた。しかし今まで利用面のみ強調されて、更新の面はなおざりにされてきたが、本論文では更新に成功した例をあげ、間伐の方法にもふれた。今後は作業種をも含めた北限ブナ林の経営技術の向上を計らねばならない。

以上はすでに森林が造成されている所について述べたが、第5章・第6章では無立木地に積極的に人工を加えて森林を造成した例を述べた。前にも述べたごとく、集落の発達により都市化するとともに環境破壊がはじまり、都市周辺が無立木地化することは例を上げるまでもな

いが、桧山地方では地域産業を支えるという大義のため、無計画に森林を伐採してきたことは否定出来ない。これによって生じた多くの環境劣化に対し、先人の努力によって森林が回復され、環境劣化を克服した事例を上げている。

第1は砂坂海岸林88haの成功であり、北海道大学桧山地方演習林旧庁舎、及び牧野(字勝山)の防風林の造成である。第2は土壘の保護工により鷗島に広葉樹林を成林させたことである。第3は雪崩常習地に森林を造成させたことを述べている。

地域産業として林業が存在し、地域住民が生活している以上、経済林としての森林造成が恒久的に必要なである。桧山地方では風が樹木の生長を阻害する大きな要因となっているので、風当りの少ない箇所を選んで造林すれば、スギ、カラマツ、トドマツでは地位I、II等地に相当する生長が期待される。

次に環境破壊によって無立木地化した所に再び森林を造成しようとする場合には、積極的に人工を加えて森林の造成を計らねばならない。造成しようとする箇所はいずれも環境条件の劣悪な箇所であり、森林の造成をはばむ因子は多様であって、それぞれの環境条件にあった手法を使わなければならない。

無立木地に森林を造成する方法を次のように考えた。

1. 土砂が移動して植生のない箇所では植生を回復させること。
2. 次に前生樹を成立させること。
3. 高木林を造成すること。

である。

森林の造成を阻む因子が風であるときは、前生樹としてハコネウツギ、イタチハギなどであり、ときには土壘のような恒久的な施設で代りうる場合もある。因子が雪崩であれば雪の移動を止めるのが丸太枠組工で、ヤナギ、ドロノキが前生樹となる。

高木林の樹種としては海岸ではクロマツ、山稜部風衝地ではトドマツ、エゾマツ、アカエゾマツ、広葉樹があげられる。いずれも最初は樹種本来の生長は期待出来ず、叢生化、矮性化、生長の著しい遅れがみられるが、森林が成立されるにつれて、環境条件が順次改善され、樹種本来の性質を発揮するであろう。

経済林は環境林としての機能をもつが、環境林必ずしも経済林になるとはかぎらない。しかしこのようにして造成された高木林が、部分的には経済性をもっている場合もあるが、次の世代にはより一層樹種本来の性質を発揮して経済林となりうる場合もあり、又改良された環境条件のなかで、経済林となりうる樹種に変えることも出来るなど、森林の持つ公益的機能をそこなわないようにしながら、いろいろな展開が可能になる。

摘 要

研究目的： 桧山地方の海岸あるいは内陸部の風衝地に成林した人工林及び一部天然生二次林を解析し、このような環境条件のところに森林を造成する方法について提言したものである。

研究対象地： 主として北海道大学桧山地方演習林と上ノ国町、江差町、松前町である。

研究対象地の気候、地質： 上ノ国町は年平均気温約9℃、降水量1,300mm、年平均風速6.2m/秒で地質は北海道大学桧山地方演習林は古生層、上ノ国町は主として新第三紀層よりなる。

研究方法： プロット調査を原則とし、樹高、胸高直径、樹冠幅を測定し、必要に応じて帯状区法を用い、航空写真による測定も併用した。また出来るかぎり過去の施業記録、発表論文を集めて、今日までの生長の経過を明らかにした。

研究対象樹種： 導入樹種としてスギ、カラマツ、郷土樹種としてトドマツ、ヒバ、ブナ、防風林用樹種としてクロマツ、広葉樹、山稜部風衝地用樹種としてエゾマツ、アカエゾマツ、ブナ等広葉樹、雪崩防止林用樹種としてトドマツである。

調査結果： 北海道大学桧山地方演習林のスギ造林地の成績は平均して地位I等地に相当して生長良いが、しかし風のあたる所ではIV等地となり生長が悪い。カラマツは平均してIII等地であるが、風のあたらない沢筋はI等地で、風衝地はVII等地と変動が大きい。

トドマツは風のあたらない所はI等地、風衝地はII等地と風による影響は少ない。ヒバは人工造林の例が少なく、ヒバの収穫予想表もないので、地位の判定をスギと比較すると、スギのII等地とIII等地の中間に相当し、特に耐陰性が強いという特性を活かして、二段林の下層木として造林するのが良い。ブナについては天然更新、人工更新、天然生二次林の解析と施業について述べている。

防風林用樹種のクロマツ・広葉樹については防風林そのものについて述べている。宇大崎旧庁舎クロマツ林は未立木地にハコネウツギの前生樹を成立させることにより、クロマツ防風林が形成された。字勝山牧野のクロマツ防風林は防風垣工により形成された。江差町鷗島の広葉樹防風林は土壘を築いて前生樹に代えた例を示した。砂坂海岸林についてはクロマツ林の今後の施業法について論じ、山稜部風衝地に植栽されたエゾマツ、アカエゾマツは通常の生長の $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{4}$ であるが健全であり、時間はかかるが将来成林の見込がある。

雪崩防止林についてはまず丸太枠組工によって積雪の移動を止め、前生樹としてヤナギ類、ドロノキを植え、トドマツを植えて成林させた。これにより雪食型、表層剥落型崩壊地はなくなった。

結言として、経済林の造成には風衝地をさけて造林すると生長は大変良い。防風林等風衝地に森林を造成せねばならないときには、植生を回復させ、前生樹を成立させ、その後高木林を造成する。防風林であっても森林の公益的機能をそこなわないようにして、将来経済林になる可能性はある。

文 献

- 1) 相内泰三：風衝地に生育する樹木の樹冠形態・構造の変化。北大演研報，40，741—751，1983。
- 2) 青森県林政課：青森県スギ林施業体系基準。8—31，1981。
- 3) 厚沢部町：桜島厚沢部町の歩み。第二巻，311—337，1981。
- 4) 土壤調査法編集委員会編：野外研究と土壤図作成のための土壤調査法。491—493，博友社，東京，1978。
- 5) 江差営林署：ヒバ林に関する参考資料。1—4，1985。
- 6) 江差町：江差町史。5，204—391，1982。
- 7) 江差町：江差町史。6，381，1983。
- 8) 江差町：江差町史年表。江差町史，6，1983。
- 9) 藤原滉一郎・梅島嗣郎：海岸段丘における潮風中の塩分分布について。北大演研報，21，454—463，1962。
- 10) 藤原滉一郎：航空写真による林地崩壊に関する研究。北大演研報，27，297—345，1970。
- 11) 俄虫営林署：砂坂海岸林。38 pp. 1961。
- 12) 御料林技術資料刊行会：樹海を育てた日日。497—499，北海道林業会館，札幌，1978。
- 13) 函館営林局計画課：ガルトネル・ブナ林。北方林業，37，332—334，1985。
- 14) 函館営林支局：函館営林局史。223，林野弘済会，函館，1967。
- 15) 長谷川 潔・松下勝秀：上ノ国村地質図。北海道立地下資源調査所，1965。
- 16) 長谷川 潔・松下勝秀：上ノ国村の地質。8—17，北海道立地下資源調査所，1965。
- 17) 林 重佐・酒井寛一：スギの生長と個体間競争。日林誌，54，218—225，1972。
- 18) 林 弥栄：日本産針葉樹の分類と分布。42，図57，農林出版，東京，1960。
- 19) 林 弥栄：有用樹木図説（樹木編）。196，誠文堂新光社，東京，1969。
- 20) 東 三郎：治山計画論。46—50，林野庁，林業講習所北海道支所，1968。
- 21) 東 三郎：環境林をつくる。35—122，北方林業会，札幌，1975。
- 22) 東 三郎：砂坂海岸林における環境保全基礎調査。51—119，96，水利科学研究所，1977。
- 23) 桧山営林署：砂坂海岸林。42 pp. 1974。
- 24) 桧山営林署：砂坂海岸林一緑へのあゆみ一。47 pp. 1981。
- 25) 北海道：北海道林業統計。8—96，1984。
- 26) 北海道：北海道山林史。96—665，1953。
- 27) 北海道大学演習林：桧山地方演習林長期計画。北演業資，19，5，1985。
- 28) 北海道大学演習林：和歌山地方演習林長期計画。北演業資，18，24，1984。
- 29) 北海道大学演習林：和歌山地方演習林造林地調査成績。経営研究資料，1，1—42，1983。
- 30) 北海道大学桧山地方演習林：桧山地方演習林育林台帳第52号。1976。
- 31) 北海道大学桧山地方演習林：桧山地方演習林人工造林地成績報告。1982。
- 32) 北海道桧山支庁：桧山の林業。1，1983。
- 33) 北海道桧山支庁：桧山の林業。10，1985。
- 34) 北海道桧山支庁：保安林台帳。北海道告示第2151号，1967。
- 35) 北海道桧山支庁：保安林台帳。竣工経費及び構造表，1968。
- 36) 北海道林業改良普及協会：北海道主要造林樹種収穫表と成長量に関する資料第1編。31—105，1976。
- 37) 北海道林業改良普及協会：北海道主要造林樹種収穫表と成長量に関する資料第II編。24，1977。
- 38) 北海道林務部：ヒバ天然林育成経過試験。林業経営試験，22—24，1984。
- 39) 本城尚正：ヒノキ山地直さしの新技術。京都の林業，192，1974。
- 40) 市村猛樹・小川晶央・駒崎里美・五関一博・佐藤卓也・高橋早弓・中村道人：森林土壤調査報告。5，1985。
- 41) 井上 桂・遠藤泰造：奥地林の実態と水資源に関する研究—大安在川流域の積雪水量について。日林北支誌，9，48—52，1960。
- 42) 糸井善平：北面における寒害防止法について。業務研究発表集，7，東京営林局，1975。

- 43) 伊藤源作: 北海道林業史の研究(1)松前藩の林政に就いて。北大演研報, 14, 52-56, 1948.
- 44) 伊藤源作: 奥地林の実態と水資源に関する研究。天の川流域を中心とする森林史的研究。日林北支講, 8, 88, 1959.
- 45) 岩野三門: ふなの文献とその抄録。130 pp, 日本ふな材協会, 東京, 1969.
- 46) 岩手県林業水産部: 岩手県民有林スギ収穫予想表等作成に関する基礎調査書。17-21, 1983.
- 47) 柿原道喜: 海岸クロマツ林の成長(1)老齢木の単木成長。日林論, 95, 87, 1-88, 1984.
- 48) 上ノ国町: 上ノ国町新総合発展計画。4, 1981.
- 49) 上ノ国町教育委員会: 史跡上之國勝山館跡VI-昭和59年度発掘調査整備事業概報。51, 1985.
- 50) 苅住 昇: 樹木根系図説。562-563, 誠文堂新芝社, 東京, 1979.
- 51) 苅住 昇: 森林の根系の構造と機能。北方林業, 26, 179-181, 1974.
- 52) 櫻山徳治・高橋啓二・土井恭二・坂上幸雄: 林木の気象被害。84-89, 日林協, 東京, 1974.
- 53) 小林優幸: 菅江真澄と江差街道。103-104, みやま書房, 1984.
- 54) 近藤芳五郎・長井 稔: 砂丘クロマツ林におけるマツクイムシ被害に関する知見(I)。砂丘研究, 29, (2), 15-21, 1982.
- 55) 近藤芳五郎・行生豊彦: 砂丘クロマツ林におけるマツクイムシ被害に関する知見(II)。その発生と寄生について-砂丘研究。30,(2), 37-41, 1983.
- 56) 近藤芳五郎・行生豊彦: 砂丘クロマツ林におけるマツクイムシ被害に関する知見(III)。シラホシゾウ属の干渉。砂丘研究, 31,(2), 1-6, 1984.
- 57) 工藤 弘: プナ二次林の生長について。日林北支講, 30, 63-66, 1981.
- 58) 工藤 弘・石橋貞保: プナの更新(1)プナ芽生えの消長。日林北支講, 32, 172-175, 1983.
- 59) 工藤 弘・田中 勇: 上ノ国町におけるヒバ造林地の成績。日林北支講, 32, 237-239, 1983.
- 60) 倉持寿史・藤原滉一郎: 航空写真からの崩壊地測量について。日林北支講, 13, 23-26, 1964.
- 61) 倉田益二郎: プナ林更新の「なぞ」をのぞく。現代林業, 193, 66-69, 1982.
- 62) 倉田益二郎: プナ林復元技術に関する研究第1報, はじめに。東京農業大学緑化学工学研究室, 1985.
- 63) 松前林務署: 池の岱造林地概要。1979.
- 64) 松崎岩穂: 上ノ国村史。8-293, 1956.
- 65) 松崎岩穂: 続上ノ国村史。277-336, 1962.
- 66) 三村龍円: 林業・木材産業。林業技術, 521, 20-21, 1985.
- 67) 三佐川谷宣: 江差町海岸砂地造林地の成績について。59年度林業技術研究発表大会論文集, 北海道林業普及協会, 1985.
- 68) 宮城県森林造成課: 宮城県民有林材積表および林分収穫表。50-65, 1978.
- 69) 森元安治: スギクロン山地直さし試験I。関東林木育種場年報, 8, 59-69, 1971.
- 70) 村井延雄・東 三郎・藤原滉一郎: 水源地帯における砂石の移動に関する研究1。北海道天ノ川流域キザエモ沢について, 日林講, 71, 321, 1961.
- 71) 武藤憲由: 間寒別流域の森林経営と保全に関する基礎的研究-北海道主要造林樹種の生育におよぼす風の影響。北演業資, 7, 2-13, 1963.
- 72) 中村太士・新谷 融・東 三郎: 斜面態区分による侵食微地形の抽出手法。日林講, 96, 597-598, 1985.
- 73) 中野敏夫: アテの耐久性について。林業技術, 516, 37-45, 1985.
- 74) 中島広吉: 樹幹析解。142 pp. 柴田書房, 1931.
- 75) 中島広吉: 北海道立木幹材積表。17-18, 興林会北海道支部, 札幌, 1948.
- 76) 中山博一: 林木材積測定学。201-202, 金原出版, 東京, 1962.
- 77) 日本気象協会北海道本部: 北海道の気候。24-40, 1982.
- 78) 大石慎三郎: 田沼意次と蝦夷探検(下)。図書, 3, 36-41, 岩波書店, 東京, 1985.
- 79) 岡本光之・東 三郎: 大平山地すべり跡地の小崩壊地について。日林北支講, 33, 218-220, 1984.
- 80) 大金永治: 林業における生産力と経営組織-北海道松山郡上ノ国村における私有林経営の分析-日林講。75, 46-49, 1964.
- 81) 大金永治: 植栽林における収穫試験の構想と課題。日林北支講, 17, 30-32, 1968.

- 82) 大金永治：上ノ国試験林における小面積皆伐作業の研究(ブナ林の小規模施業)。林業経営試験, 238—247, 北海道, 札幌, 1969.
- 83) 大金永治：ブナ林施業に関する基礎的研究。ブナ林に関する報告書, 82 pp. 北海道, 札幌, 1985.
- 84) 大金永治・菅野高穂・工藤 弘：ブナ林施業に関する基礎的研究。日林論, 95, 153—154, 1984.
- 85) 大井次三郎：日本植物誌, 55, 至文堂, 東京, 1965.
- 86) 渡島支庁：おしまの民有林, 1—9, 1982.
- 87) 斉藤恵己：振興地域をゆく一和歌山県古座川町。現代林業, 2, 54, 1981.
- 88) 斉藤新一郎・東 三郎：天北地方における海岸砂丘の火山灰層と天然林成立の関係。北大演研報, 28, 422—471, 1971.
- 89) 斉藤新一郎：寒冷地方の海岸平野における防災林の造成法に関する研究。157—195, 北海道, 札幌, 1984.
- 90) 斉藤新一郎・大森俊雄：尾根付近の樹木のなだれ被害の一例。雪氷, 31, 24—27, 1969.
- 91) 坂口勝美：間伐のすべて・53, 日本林業調査会, 東京, 1980.
- 92) 坂口勝美監修：スギのすべて, 325—362, 全国林業改良普及協会, 東京, 1969.
- 93) 坂本知己：砂坂海岸林の更新に関する研究。卒論, 6, 1979.
- 94) 周藤 真：道南きおけるヒバ林施業の歴史の変遷—館事業区を中心として—。北方林業, 32, 214—218, 1980.
- 95) 菅谷貫一氏友人の会：御料林と国有林, 138—148, 共同出版社, 札幌, 1979.
- 96) 平 英彰：スギ幼齢木の根元曲り形成過程。日林誌, 67, 11—19, 1985.
- 97) 高橋邦秀：トドマツ・アカエゾマツ苗木の耐乾性に関する研究。林試験報, 313, 111—160, 1981.
- 98) 高篠和憲・若林隆三・落合博貴：雪崩防止工地のトドマツ造林成績。日林北支講, 25, 83, 1976.
- 99) 武田久吉：邦産松柏類図説, 157, 産業図書株式会社, 東京, 1954.
- 100) 田中 勇：地表かき起しとブナの更新について。北演試験年報, 1983, 26—27, 1984.
- 101) 田中 勇：ブナの人工造林について。北演試験年報 1984, 54—56, 1985.
- 102) 谷口信一・大金永治：松前林務署管内上ノ国試験林における小面積皆伐施業調査・研究に関する報告書, 49 pp. 北海道, 札幌, 1978.
- 103) 東京農業大学緑化学工研究室：ブナ林復元技術に関する研究第一報, 1—7, 1985.
- 104) 富永 茂：ヒバ林施業について 生長過程の考察。函館営林支局業務報告会, 26, 1980.
- 105) 上原敬二：樹木大図説, 128, 有明書房, 東京, 1961.
- 106) UJIE Masao. KUDO Hiromu. KATAYOSE Takashi: Properties of Soils and Japanese Cedar Planted in Hiyama Experiment Forest. 北大演研報, 42, 559—584, 1985.
- 107) 氏家雅男・長町吉雄・西 義雄：北大桧山地方演習林の土壌。日林北支講, 28, 145—147, 1979.
- 108) 若江則忠編：日本の海岸林, 193 pp, 地球出版, 京都, 1961.
- 109) WAKABAYASHI Ryuzo: Beitrag zur Untersuchung von Lowinen im Waldgebiet Hokkaidos. 北大演研報, 28, 259—323, 1971.
- 110) 若林隆三：多雪急斜地幼齢林の根切れ, 傾根, 根曲り対策の力学的考察。日林論, 90, 351—352, 1979.
- 111) WAKABAYASHI Ryuzo: Deformation and Damage to Forest Plants by Snow Forces, IUFRO Proc. Davos Seminar Sept. 1978 "Mountain Forests and Avalanches", 205—209, Berne, 1979.
- 112) WAKABAYASHI Ryuzo: Some Promising Afforestation Tests Based on The Laying Out of Logs on Avalanche Sites. IUFRO Proc. Davos Seminar Sept. 1976 "Mountain Forests and Avalanches", 255—260, Berne, 1979.
- 113) 若林隆三：雪崩の世界から, 128—131, 古今書院, 東京, 1981.
- 114) 若林隆三・山村 勝：桧山地方におけるなだれの諸形態(I)。日林北支講, 17, 110—113, 1968.
- 115) 若林隆三・吉田 賛・大森俊雄：北海道大学桧山地方演習林のナグレ常習地における森林造成試験。北演業資, 16, 49—61, 1976.
- 116) 山村 勝・斉藤新一郎：北大桧山地方演習林 なだれ地の樹木特徴。日林北支講 16, 136—140, 1967.
- 117) 吉田 賛・大森俊雄：広葉樹人工下種試験。北大演習林昭和 41 年度試験研究実績報告書, 1967.

付表

植 物 名 一 覧

Summary of Species described in the contents

和 名	学 名 (Latin)
ト ド マ ツ	<i>Abies sachalinensis</i> MASTERS
ヒ ノ キ	<i>Chamaecyparis obtusa</i> SIEB. et ZUCC.
ス ギ	<i>Cryptomeria japonica</i> D. DON
カ ラ マ ツ	<i>Larix kaempferi</i> LAMBERT
ア カ エ ゾ マ ツ	<i>Picea glehnii</i> MASTERS
エ ゾ マ ツ	<i>Picea jezoensis</i> CARR.
ヒ メ コ マ ツ	<i>Pinus parviflora</i> SIEB. et ZUCC.
マンシュウクロマツ	<i>Pinus tabulaeformis</i> CARR.
ク ロ マ ツ	<i>Pinus thunbergii</i> PARLATORE
ヒ バ	<i>Thujaopsis dolabrata</i> var. <i>honde</i> MAKINO
イ タ ヤ カ エ デ	<i>Acer mono</i> MAXIM.
ア カ イ タ ヤ	<i>Acer mono</i> var. <i>mayrii</i> KOIZUMI et NEMOTO
ネ グ ド カ エ デ	<i>Acer negundo</i> LINN.
ヤ マ モ ミ ジ	<i>Acer palmatum</i> var. <i>matsumurae</i> MAKINO
ト チ ノ キ	<i>Aesculus turbinata</i> BLUME
ネ ム ノ キ	<i>Albizia julibrissin</i> DURAZZINI
ケ ヤ マ ハ ン ノ キ	<i>Alnus hirsuta</i> TURCZANINOV
ヒ メ ヤ シ ヤ プ シ	<i>Alnus pendula</i> MATSUMURA
イ タ チ ハ ギ	<i>Amorpha fruticosa</i> LINN.
ダ ケ カ ン バ	<i>Betula ermanii</i> CHAMISSE
ア カ シ デ	<i>Carpinus laxiflora</i> BLUME
ク リ	<i>Castanea crenata</i> SIEB. et ZUCC.
ミ ズ キ	<i>Cornus controversa</i> HEMSLEY
ア キ グ ミ	<i>Elaeagnus umbellata</i> THUNB.
ブ ナ	<i>Fagus crenata</i> BLUME
ア オ ダ モ	<i>Fraxinus lanuginosa</i> SIEB. et ZUCC.
ヤ チ ダ モ	<i>Fraxinus mandshurica</i> var. <i>japonica</i> MAXIM.
サ イ カ チ	<i>Gleditsia japonica</i> MIQ.
ノ リ ウ ツ ギ	<i>Hydrangea paniculata</i> SIEB.
オ ニ グ ル ミ	<i>Juglans ailanthifolia</i> CARR.
ハ リ ギ リ	<i>Kalopanax pictus</i> NAKAI
ミ ヤ マ イ ボ タ	<i>Ligustrum tschonoskii</i> DECAISNE
オ オ バ ク ロ モ ジ	<i>Lindera nmbellata</i> var. <i>membranacea</i> MOMIYAMA
ホ ウ ノ キ	<i>Nagnolia obovata</i> THUNB.
ヤ マ グ ワ	<i>Morus bombycis</i> KOIDZUMI
ギ ン ド ロ	<i>Populus alba</i> LINN.
ド ロ ノ キ	<i>Populus maximowiczii</i> HENRY
ク ロ ボ プ ラ	<i>Populus nigra</i> LINN.
キ リ	<i>Paulownia tomentosa</i> STEND.
エ ゾ ヤ マ ザ ク ラ	<i>Prunus sargentii</i> REHDER

和名	学名 (Latin)
サワグルミ	<i>Pterocarya rhoifolia</i> SIEB. et ZUCC.
カシワ	<i>Quercus dentata</i> THUNB.
ミズナラ	<i>Quercus mongolica</i> var. <i>grosseserrata</i> REHD. et WIL.
ミヤマヤナギ	<i>Sarix reinii</i> FRANCHET et SAVATIER
ツルシキミ	<i>Skimmia japonica</i> THUNB.
ナナカマド	<i>Sorbus commixta</i> HEDI.
シナノキ	<i>Tilia japonica</i> SIMONKAI
ハルニレ	<i>Ulmus davidiana</i> var. <i>japonica</i> NAKAI
オオカメノキ	<i>Viburnum furcatum</i> BLUME
ハコネウツギ	<i>Weigela coraeensis</i> THUN.
タニウツギ	<i>Weigela hortensis</i> K. KOCH
チシマザサ	<i>Sasa kurilensis</i> MAKINO et SHIBATA
クマイザサ	<i>Sasa senanensis</i> REHD.
キンミズヒキ	<i>Agrimonia pilosa</i> LEDEB.
ノブドウ	<i>Ampelopsis brenipedunculata</i> TRAUTV.
ウスバヤブマメ	<i>Amphicarpaea edgeworthii</i> var. <i>trisperma</i> OHWI
エゾニュウ	<i>Angelica ursina</i> MAXIM.
エゾヨモギ	<i>Artemisia montana</i> PAMPAN
ヨツバヒヨドリ	<i>Eupatorium chinense</i> var. <i>sachalinense</i> KITAN.
キバナカワラマツバ	<i>Galium verum</i> var. <i>asiaticum</i> NAKAI
マルバトウキ	<i>Ligusticum hultenii</i> FERNALD
マイズルソウ	<i>Maianthemum dilatatum</i> NELS. et MACBR
ススキ	<i>Hiscanthus sinensis</i> ANDERSS.
オーチャードグラス	<i>Pactylis glomerata</i> LINN.
ヤナギダテ	<i>Polygonum hydropiper</i> LINN.
オオイタドリ	<i>Polygonum sachalinense</i> FR. SCHM.
ワラビ	<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>latiusculum</i> UNDERW.
ノイバラ	<i>Rosa multiflora</i> THUNB.
ユキザサ	<i>Smilacina japonica</i> A. GRAY
コガネギク	<i>Solidago virga-aurea</i> var. <i>leiocarpa</i> MIQ
クガイソウ	<i>Veronicastrum sibiricum</i> PENNELL

注： 本論文に用いた植物名を記載した。

植物名は北方林業会（北海道の樹種とその学名，1981），大井次三郎（日本植物誌，1972）ほかによった。

Summary

The author analyzed the artificial and natural secondary forests grows in wind-exposed seashore or inland sites in Hiyama district, and suggested how to make up new forests under such circumstances. The surveyed forests are situated in Hiyama Experiment Forest, Hokkaido University, Kaminokuni Town, Esashi Town and Matsumae Town in the South of Hokkaido.

As regards the climate, annual mean temperature is about 9°C and total precipitation is 1300mm, and mean wind force is 6.2m per second which blows over the mountains from the Tsugaru Straits in spring and blows from the Sea of Japan during winter. Accordingly, the forests at high mountains and near the seashore are always exposed to strong wind throughout a year, which gives an injurious effect on the growth of tree.

Concerning the geological features, the bed rocks are composed of Palaeozoic strata in Hiyama Experiment Forest, and mainly of Tertiary strata in Kaminokuni Town.

The sampled plots were all examined on height, diameter of breast height, and width of crown of the trees. If necessary, the investigation was carried out by the belt transect method or aerial photographic method. In addition, the past reports relating to these forest managements and studied were collected and referred as much as possible for clarifying the developments of the forests.

The trees of the forests examined in the inland sites are *Cryptomeria Japonica* and *Larix kaempferi* as introduced species, and *Abies sachalinensis*, *Thujaopsis dolabrata*, *Fagus crenata* as native species. The forests for windbreaks are composed of *Pinus thunbergii* as well as some broad-leaved trees at the seashore, while those in mountainous wind-exposed sites are mainly composed of *Picea jezoensis*, *P. glehnii* planted and some broad-leaved trees including *F. crenata*. The trees of *Abies sachalinensis* are also used for the prevention of avalanche.

The results are as follows:

The growth of the *C. japonica* plantation was generally good, corresponding to the first site class. However, it is not good in the plantation at the wind-exposed places corresponding to the fourth class. In the case of *L. kaempferi*, the site class is third on an average, including the first class in the lowland, the wind-unexposed place, and the seventh class in strong wind-exposed place. The forest of *Abies sachalinensis* is not so influenced by wind that the site class is the first or second one in the wind-unexposed plantation or in the wind-exposed one, respectively. Meanwhile, though the plantation of *T. dolabrata* is relatively few and the expected yield table using the site class has not been published, the comparison with *C. japonica* shows the value between second and third class. Accordingly, the author wishes to suggest that it should be planted under other trees so as to make up two-storied forest.

The forest of *F. crenata* was dealt with analysis and management on the natural regeneration, artificial one and secondary forest. The shelter belt of *P. thunbergii* could be formed by planting under advanced planted *Weigela caraensis* forest at Ohsaki, and with windbreak fence at Katsuyama, respectively. At Kamome-jima, the shelter belt forest composed of broad-leaved trees was made up with the construction of earth bank. The littoral forest of *P. thunbergii* at Sunasaka and mountainous wind-exposed forest of *P. jezoensis* or *P. glehnii* were discussed in detail on the future management.

The prevention forest of *A. sachalinensis* for avalanche was formed by stopping of moving snow with the artificial works and planting the advanced *Salix* or *Populus* spp.

It was concluded that the commercial forests should be made up in the wind-unexposed places,

while the silviculture for windbreaks should be done by the introduction of advanced plants, and the conversion to the commercial forest would be possible, if the function was not spoiled.



写真一 1 北海道大学桧山地方演習林遠景 (1985年)

Photo. 1. Distant view of Hiyama Exp. For. Hokkaido Univ. (1985).



写真一 2 北海道大学桧山地方演習林取得時の林相 (1956年)

Photo. 2. Circumstances in the early days of Hiyama Exp. For. (1956).



写真一 3

同 4, 6 林班スギ造林地遠景 (1982年)

Photo.3.

Distant view of *Cryptomeria japonica* forests in the compartments 4 and 6 (1982).



写真一4 同6班スギ造林地(22年生)

Photo. 4. *C. japonica* plantation in the compartment 6 (22 years old).



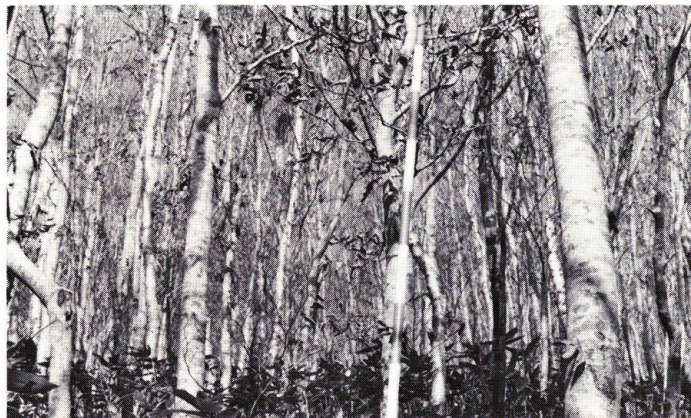
写真一5 同6林班スギ-ヒバ二段林
(スギ22年生, ヒバ11年生)

Photo. 5. Two storied forest (22-year-old *C. japonica* and 11-year-old *T. dolabrata*) in the compartment 6.



写真一6 同4林班ブナ人工植栽地(12年生)

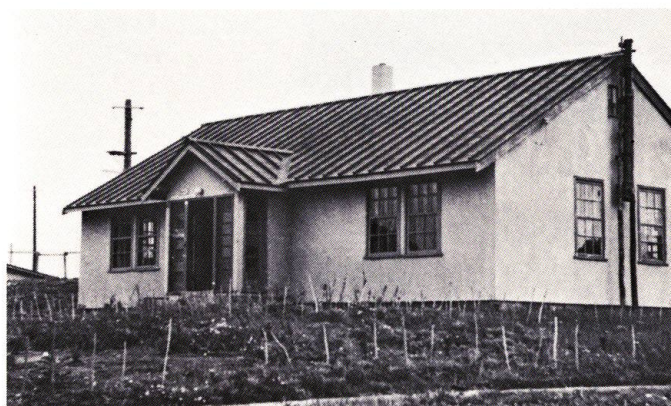
Photo. 6. *F. crenata* plantation in the compartment 4 (12 years old)



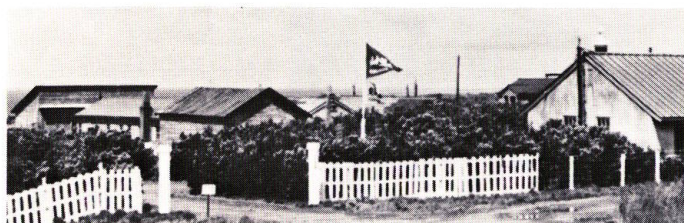
写真一七 同8林班ブナ二次林
Photo. 7. Secondary *F. crenata* forest in the compartment 8.



写真一八 上ノ国町字勝山,
字大崎遠景
Photo. 8. Panoramic view of Katsuyama and Ohsaki areas in Kami-nokuni Town.



写真一九 北海道大学松山地方演習
林旧庁舎ハコネウツギ,
クロマツ植栽地(1957年)
Photo. 9. *Weigela coraeensis* and *Pinus thunbergii* planted in front of the former Hiyama Exp. For. Station (1957).



写真一〇 同1970年
Photo. 10. Ditto in 1970.



写真-11 同1984年
Photo. 11. Ditto in 1984.



写真-12 江差町鷗島土壘工
と防風林 (調査地
2)

Photo. 12. Earth bank
and windbreak
at Kamome-
jima in Esashi
Town (Exp.
plot 2).



写真-13 同調査地 1

Photo. 13. Earth bank
and windbreak
(Exp. plot 1).



写真一14 北海道大学桧山地方演習林
2 林班山稜風衝地エゾマ
ツ、アカエゾマツ人工造林
地

Photo. 14. *Picea jezoensis* and *P. glehnii* planted at mountainous wind-exposed site in the compartment 2.



写真一15 同3 林班雪崩防止工施工以
前の状態 (冬期)

Photo. 15. Circumstances of the compartment 3 before the prevention works of avalanche (winter).



写真一16 同夏期

Photo. 16. Ditto (summer).



写真一17 丸太枠組工施工の状態
(1968年)

Photo. 17. Distant view of the prevention works for avalanche in 1968.



写真一18 同ドロノキ (5年生) に覆
われた状態 (1973年)

Photo. 18. Distant view of the prevention works for avalanche with planted *Populus maximowiczii* trees (5 years old) in 1973.



写真一19 同1981年大雪による雪崩発生の状態（右雪崩防止工施工，左無処理）

Photo. 19. Distant view of the occurrence of avalanche in 1981.



写真一20 積雪のグライドによりササ，低木が引抜かれている状態
Photo. 20. Indications of *Sasa* and shrubs damaged by the glide of snow.



写真一21 1981，1984年無処理区に発生した崩壊地

Photo. 21. Bare land caused by land slide in an untreated place in 1981 and 1984.



写真一22 1984年無処理区に発生した崩壊地（表層剥落型）の状態

Photo. 22. Bare land caused by land slide in 1984 in an untreated place.