

採種林造成に関する試験（I）

アカマツ・カラマツ試験地の設定と

3年間の調査結果

浅 川 澄 彦⁽¹⁾

藤 田 桂 治⁽²⁾

1. ま え が き

林木育種事業の進展にともない、精英樹のクローンによる採種園の造成が着々とすすんでおり、将来の造林事業は、採種園で生産される優良なタネによってまかなわれるはずである。しかしながら、採種園が十分な量のタネを供給できるようになるまでには、まだかなりの年数がかかりそうな状況であるため、それまでの間につかう造林用のタネの素質をできるだけ高める暫定措置として、現実林分の中に、形質のすぐれた採種林を指定し、ここからタネをとるように定められている。

採種林で効率的にタネを生産するためには、樹種の特性に応じた合理的な施業を行わなければならないが、現実の採種林では積極的な施業がほとんどされていないし、またどのように施業したらよいかということになると、案外具体的な資料がすくない。

本試験は、採種林の結実を量的、質的に向上するための施業方法について、ひとつの資料を提供することを直接の目的としているが、その研究成果は、将来の採種園の施業にたいしても2、3のヒントを与えるものと考ええる。まだ試験中途であり、詳細な検討は後報にゆずることにするが、試験をはじめてからすでに3年を経過し、アカマツについては、3回の結実調査を実施してかなりいろいろな資料がえられたので、一応これまでの調査結果の概要をとりまとめることにした。カラマツについては、間伐がおくれて実質的な試験開始が1年おくれたことと、従来ほとんど結実していない林分であったために、なかなか具体的な資料がえられなかったが、環状剥皮にたいする各処理区の反応をみるという考え方で、昭和40年秋には若干の成果がえられた。その結果についても後報にゆずることにする。

2. 試験実行のための関係機関

本試験の立案、調査、とりまとめは林業試験場が担当しているが、現地における管理、保護、作業は関係営林署が担当されている。試験をはじめてから現在まで、直接お世話をいただいた関係部局の係官は下記のとおりであるが、とくに試験が軌道にのるまでご配慮をいただいた林野庁業務課種苗班種苗係長河合達夫技官、現地で諸調査にあたって下さったおおくの係官、作業員の方々もふくめて、ご協力にたいしてここにあつくお礼を申しのべます。

(1) 造林部造林科種子研究室・農学博士

(2) 土壌調査部土壌肥料科土壌肥料研究室

(アカマツ)

東京営林局造林課 育種係長 竹内虎太郎技官
 笠間営林署経営課 元課長 海藤精一郎技官
 前課長 大木洵技官
 現課長 安島昭技官
 “ 笠間第1担当区 前主任 山崎清技官
 現主任 峯島満男技官
 “ 友部苗畑 前主任 園田恒男技官
 現主任 小倉秀男技官

(カラマツ)

長野営林局造林課 育種係長 内堀祐治事務官
 白田営林署経営課 前課長 青柳茂男技官
 現課長 清水隆行技官
 “ 白田担当区 前主任 (故)黒須昭吾技官
 現主任 牧野俊春技官

またカラマツ試験地について、いろいろな討議に加わっていただき、直接協力もしていただいた関東林木育種場長野支場経営課長の百瀬行男事務官にも、ここにあつくお礼を申し上げます。

本試験は、造林部育種科科長岩川盈夫技官を中心にして、土壤調査部土壤肥料科科長塘隆男技官・造林部育種第1研究室長岡田幸郎技官、前種子研究室長土井恭次技官、現種子研究室長小沢準二郎技官および著者らが討議しながらすすめてきたが、現地における諸調査、施肥は主として著者らが担当してきたので、4節の土壤調査結果および5節の施肥に関連した記載は藤田が、そのほかについては浅川がとりまとめにあたった。試験地設定以来ご指導をうけてきた造林部長加藤善忠技官、試験のすすめ方について討議をしていただいた上記の方々、とくにとりまとめにあたっていろいろなご意見をいただいた岩川科長、塘科長、小沢室長の3方、および調査、とりまとめに協力していただいた育種第1研究室員三上進技官、種子研究室員長尾精文、横山敏孝両技官に心からお礼を申しのべます。

3. これまでの研究

採種林施業における中心は、採種木の間隔を、面積あたりの種子生産量をできるだけ多くするように調節することであるが、さらに肥培管理などによって花芽分化を促進し、分化した雌花からは、できるだけよいタネが多くとれるようにし、また結実による養分の補給を考へて、作柄の低下をすくなくすることも大切である。ここでは、本試験で処理としてとりあげた採種木の間隔と、施肥の効果についての内外の研究を中心にして、関連したこれまでの報告を要約することにする。

なお採種林の取扱い方を解説した総説、単行書などがすでにいくつか公にされており²¹⁾²⁶⁾³⁷⁾³⁸⁾⁴⁰⁾⁴¹⁾⁴²⁾、とくに柳沢がとりまとめた“採種林施業の基礎と方法”⁴²⁾は、最近の主要な内外の報告を紹介し、それらをもとにして、採種林の施業方法を具体的に解説している。

また MATTHEWS は、はじめ欧米の研究を中心として種子生産に関する問題点を紹介した⁶⁴⁾が、その後ふたたび、わがくにの主要な報告もとりいれて、林木の種子生産に関する総説⁶⁵⁾をとりまとめており、

後者は邦訳も出版されている。このほか、英国における採種林の取扱いを中心とした総説もみられる (FAULKNER, 1962)⁵⁴⁾。

3—1. わがくににおける調査・研究

わがくには、採種木の間隔や施肥によって、採種林の結実量がどのようにかわるかをしらべた研究はあまり多くない。母樹林が注目されるようになった初期の報告は、いろいろな母樹の結実量を調査し、その樹齢や環境条件との関連について論じたものが多い。

まず青森営林局管内、岩手県下のアカマツについて、品種別、環境別、樹齢別に行なっている結実量の調査は、すでに十年以上を経過している。第1報³⁶⁾では、孤立木の場合には、樹齢がたかくなるにつれて球果生産量がいちじるしく増加したが、林分の場合にはあまり増加しなかったこと、精選種子の量は孤立木、林分の場合とも、60～80年生の母樹がもっとも多かったことを報告している。第2報³⁷⁾では前報とことなり、球果生産量がもっとも多かったのは孤立木で10～20年、林分で20～40年で、60年以上では半減したとのべている。球果の大きさも20～40年生がもっとも大きく、タネも高齢のものほど小さいとのべている。第3報²⁵⁾では、球果生産量は40～60年生がもっとも多いが、収率は60～80年生がもっともよかったとしている。その後第4報から第7報にわたって¹⁸⁾¹⁹⁾³²⁾³³⁾、樹齢別の歩どまりのちがいをくりかえし検討しているが、要するに、球果生産量とともに、結実の作柄によってかなりかわるものようである。

おなじような母樹についての調査が、青森営林局管内の35～45年生のカラマツについても行なわれている⁴⁾⁵⁾²⁰⁾。それによると、豊作年のこの樹齢のカラマツでは、孤立木の場合の1本あたりの球果は約20 kg、林分の場合には、1本あたり約5 kgである。カラマツの結実は豊凶がいちじるしいことが知られているが、豊凶のあらわれかたと前年の雨量との関係をしらべたところ、前年の4～10月の降水量をとった場合、680 mm以下のときに翌年が豊年となっており、また前年の6～8月の降水量をとると、325 mm以下の場合に翌年が豊年になっているといわれる。なおカラマツの結実と気象条件との関係については、北村⁹⁾や柳原³⁹⁾が検討をこころみているが、とくに後者は、稲作と気象の関係にもちいられた気象総合値をもとめて従来の豊凶年度と対比した結果、前年の6月下旬および7月上旬の値が2以上のとき、すなわちこの時期に高温、多照、多雨であると、あくる年は概して豊作になっているとのべている。

青森営林局管内のクロマツの母樹林の調査²⁴⁾³⁴⁾³⁵⁾によると、30年前後、60年以上、100年以上の3段階にわけてみたところ、60年以上のものがいちばん結実量が多く、並作のときで、1本あたりの球果生産量は7.7～8.8 kgと報告している。しかし作業工程を考えあわせると、30年前後のものももっとも有利であるという結論にたっており、その翌年の凶作のときで、球果採取工程は、1人1日2 kgから14 kgとなっている。同じ林分についてのその後の調査によると、タネの精選度は樹齢のたかい方がよいようである。

一方、長野営林局管内のカラマツ母樹林のタネ採取実績⁴⁴⁾をみると、15年生で採種林に指定し、25年生のとき ha あたり平均166本に間伐した林では、間伐後3年目に約75%が結実し、1本あたりの球果量は約43 l——およそ16 kgであった*1。なお、大豊作の年に事業的に採取した例では、約300本の平均で1本あたりの球果11.6 kg、精選種子0.8 kgである*2。

*1 他の例と比較してすこし多すぎるようであるが、一応原報どおりの数値(升単位)を換算して引用した。

*2 坂口勝美博士の調査結果(御料林178号, 1943)による。

Table 1. ニホンカラマツ採種林の ha あたり成立基準本数
Standard number of seed trees per ha in the seed stands of *Larix leptolepis*
(After YANAGISAWA, 1964⁴³⁾).

樹齡 Age	青森営林局資料 Aomori Regional Office's		長野営林局資料 Nagano Regional Office's* ³	高橋松尾氏資料 After Mr. TAKAHASHI's* ⁴	嶺一三教授資料 After Prof. MINE's* ⁵
	A * ¹	B * ²			
10	625	—	700	—	1,780
20	366	—	490	—	1,111
30	236	—	340	364	750
40	204	440	240	274	546
50	138	275	170	236	422
60	100	200	120	212	348
70	100	155	—	195	306
80	—	125	—	178	—

(Notes) *¹ 青森営林局苗畑提要

Nursery Handbook, Aomori Regional Office, 1948.

*² 同上 造林課資料

Materials from Silviculture Division, Aomori Regional Office, 1957.

*³ 長野営林局造林課資料

Materials from Silviculture Division, Nagano Regional Office, 1951.

*⁴ カラマツ林業総説

Monograph of Japanese larch, 1960.

*⁵ 収穫表調製業務研究資料

Materials for preparing yield tables No. 12, 1955.

採種林の立木本数を調節して、結実量にたいする影響をしらべた具体的な例はわがくにはほとんどないが、カラマツについては上の表 (Table 1) のような目標をしめた例があり⁴²⁾⁴³⁾、また松井¹¹⁾ もカラマツについて、胸高直径の函数として ha あたりの本数を算定する次のような公式を示している。

$$N = \left(\frac{100}{aD + b} \right)^2$$

ただし、 N : ha あたりの本数、 D : 胸高直径 (cm)、 $aD + b$: 樹幹距離 (m)

この式で、間伐の程度に応じて係数 a, b の値をきめているが、採種林の場合に強度間伐 ($a=0.17, b=0.6$) をとるとすると、胸高直径にたいする計算本数は次のようになる。

胸高直径 (cm)	10	12	14	16	18	20	22	24	26
本数/ha	1,884	1,436	1,129	906	745	625	529	458	398

実際に採種林試験地を設定した例をみると、カラマツでは、約 950~1,250 本の林分を、2 回の間伐で約 350~650 本に疎開した例²⁹⁾ があり、またトドマツ天然生林の場合³⁾ には、広葉樹もふくめて ha 約 500本から 200 本に、ha 約 850 本から 400 本にした例があるが、後者の場合、のこした 400 本のうち半分は広葉樹で、のこしたトドマツの一部とともに空間補充用に考えている。このほか、民有林のカラマツ採種林の本数規整状況と採種木の形状をしらべた報告⁷⁾ もある。

柳沢⁴²⁾ は、樹高、枝下高、クローネ直径、林地の傾斜方向と角度、およびクローネの受光をねらいとした太陽高度を総合的に考慮し、トドマツ、エゾマツ、カラマツについて、それぞれ適当な樹幹距離を算

出する公式を示している。カラマツの例でみると、

$$D = \frac{(H-a) \mp \frac{C}{2} \tan \beta}{\tan \alpha \pm \tan \beta} + \frac{C}{2}$$

のような計算式を示している。ここで D は樹幹距離, H は樹高, a は枝下高, C はクローネ直径, α は太陽高度, β は林地の傾斜角で, 南斜面の場合には $-\frac{C}{2} \tan \beta$, $+\tan \beta$ をとり, 北斜面の場合にはこの逆で, 平坦地の場合は $\tan \beta=0$ となる。はじめ柳沢は, 従来のいろいろな資料を検討した結果, カラマツの場合には, α として夏至の日南中太陽高度をとることをすすめた⁴²⁾ が, その後の論文⁴³⁾ で, α のいろいろな値にたいして樹幹距離をもとめる図表を作製している。

なお, 檜村ら⁶⁾ はブナの天然更新に関連して, 立木本数による結実量のちがいを報告している。それによると, ha あたりの本数を約 460 本, 145 本, 90 本, 35 本にした場合, 1 本あたりの結実量はそれぞれ約 3,250 粒, 9,550 粒, 10,750 粒, 22,300 粒で, 疎開によって 1 本あたりの結実量がふえることがわかるが, 面積あたりの結実量は, 調査した範囲では本数の少ない方が少ない。

施肥の影響については, まず小山・岩田¹⁰⁾ がスギ, ヒノキについて, 他の処理と併行して硫酸アンモニヤ 48 kg/a (N: 10 kg), 過リン酸石灰 148 kg/a (P_2O_5 : 24 kg), 硫酸カリ 214 kg/a (K_2O : 32 kg) を施用した例があるが, はっきりした成果はえられていない。高樋・豊岡²⁹⁾ もカラマツについて, 硫酸アンモニヤ 500 g/本, 過リン酸石灰 500 g/本, カリ 150 g/本の 3 種類をくみあわせて, 施用時期もかえた計画を報告しているが, 結果はまだ発表されていない。

その後小沢²²⁾²³⁾ は, 15年生のカラマツについて春, 秋と施肥時期をかえ, 硫酸アンモニヤ 200 g/本 (N: 42 g/本), 過リン酸石灰 500 g/本 (P_2O_5 : 80 g/本), 硫酸カリ 300 g/本 (K_2O : 144 g/本) をいろいろにくみあわせて, 施肥が結実におよぼす影響をしらべている。その結果, 当年生枝の伸長がよい個体はほとんど花芽がつかないが, この傾向は P 無施用区でいちじるしい。また P 無施用区, K 無施用区は枝の伸長がよく, 花芽のつき方がわるいが, P 単用区, K 単用区, N 無施用区は枝の伸長がわるく花芽が多い。施肥の効果は傾斜 (約 25°) の上と下でことなり, また施用時期については P 単用区, K 単用区でちがいがみとめられ, カリは春, リン酸は秋に施用した方が効果が大きかった。

また佐藤²⁷⁾ は 35 年生のクスノキをおよそ半分に疎開して, ほかの処理とともに, N:P:K が 0:2:3 になるように母樹 1 本あたり過リン酸石灰 400 g, 木灰 1,200 g を施用しているが, 施肥の効果はとくにみとめられない。

最近苗木をつかって, 光や水分条件, 施肥などが花芽分化や花性分化にどのような影響をおよぼすかをしらべた数篇の研究があるので, 参考のために引用する。橋詰⁹⁾ によると, 3 年生のアカマツでは施肥の効果は植栽密度によってことなり, 密植 (16本/m²) の場合には, 窒素あるいはリン酸の施用で側生花の雌性化がうながされるが, これらを併用すると効果はさらに大きいとしている。一般的にいて, リン酸を施用すると着花が促進されるが, その効果は疎植の場合のほうが大きかった。一方右田は, スギ苗をつかって, 施肥¹³⁾, 光線¹⁴⁾¹⁵⁾, 土壌水分¹⁶⁾ などの因子と花芽着生状態の関係を研究しているが, 尿素肥料を土壤施用または葉面散布したところ, 後者では樹高成長が促進され, 花芽の形成がすくなかった。遮光によっても花芽の形成がおさえられることをたしかめ, また土壌水分を調節した実験では, いちばん水分の多い条件のものは成長がわるく, 花芽を多く形成した。この条件のものは, 苗木の地上部, 地下部とも他にくらべて C/N がたかいとしている。

球果の着生のしかたや球果の形質についてくわしくしらべた 2, 3 の報告をみると、まず堤・山崎⁸⁰⁾はタテヤマスギについて、次のようなことをあきらかにしている。樹齡と球果数とはあまり関係がないが、成長量あるいは枝条量と球果数とはほぼ正比例する。西、南側は、東、北側より球果数が多いようであるが、枝の長さとは関係がない。大部分の球果は、クローネの梢にちかい 1/3 の部分の枝につくが、梢から 3~5 m 下方にもっとも多い。年による球果着生量の変動は個体によってことなり、結実のすくないものは豊凶の差がいちじるしい。また疎開した林のほうが大きな球果をつけるが、1 球果あたりのタネの粒数は、球果の大小にかかわらずほぼ同じである。

一方佐藤⁸¹⁾は、エゾマツについて次のような傾向をみとめている。球果生産量は胸高直径、樹齡の増加にもなってふえ、一般的にはクローネの上部と南側に多く、下部ほど減少する。クローネのなかでの球果のつきかたは樹齡によってことなり、幼齡、小径木では上に多く、直径、樹齡が増加するにつれて下にも着生するようになる。球果の大きさは、クローネの南側についたもののほうが大きいようであるが、樹齡によってもことなり、幼齡のものほど大きいらしい。なお、幼齡のときはクローネの上のものの方が大きい、老齡になると下のほうが大きくなる。

山内⁸²⁾が引用しているところによると、オウシュウアカマツのタネの生産量は、クローネの高さによって差がないらしいが、タネの大きさおよび重さは、クローネの下部ほど大きくなり、一方発芽力はクローネの上部ほどよいといわれる。わがくにでは、長谷川²⁾がヒノキについてしらべた例があり、クローネの上部より中位および下部についたタネのほうが 1,000 粒重が大きく、発芽率もよいとされている。クローネのなかで球果がどのようにしているかは、トドマツについてもしらべられている¹²⁾。

最近松浦¹²⁾は、トドマツの数林分についての資料をもとにして、球果生産量を推定する方法と結実作柄の予知のしかたについて報告しているが、1,000 本中 20~25 本の結実量を調査すれば、精度 0.20 でその林分の結実量を推定できるとしている。

なお岐阜県林業試験場において、本試験と平行してアカマツ採種林の試験に着手しているが、これは間伐、無間伐と施肥を組み合わせた試験と、同じに間伐したところで、施肥の内容と時期を組み合わせた試験の 2 種類からなっている。すでに、昭和 38, 39 両年の調査結果をあわせて第 1 回の報告が公表されている³¹⁾が、むしろ昭和 40 年以後の調査に大きな期待がかけられている。

3-2. 欧米における調査・研究

欧米には、本数密度や肥培などが結実におよぼす影響をしらべた報告がかなり多くみられるが、はじめに疎開——受光伐と結実量の関係をしらべたものから要約する。

WENGER (1954)⁷⁷⁾がテータマツ (*Pinus taeda*) の 27, 33, 43 年生の林で行なった試験では、胸高直径、樹高、クローネの幅と長さ、樹齡、最近の結実量がにたものを対にして、15~18 m の間隔で 156 本えらんだ。各対のうちの 1 本について、クローネの 2.5~3 倍の成長空間を与えるように周囲木を伐採した (1946~47 年) ので、疎開木のまわりは半径 6 m にわたって伐開されたことになる。1951 年まで、毎年双眼鏡によって球果をかぞえたほか、1949 年以後は、供試木の 1/3 を毎年伐倒して球果の実数もしらべた。調査結果によると、疎開後はじめての夏すでに花芽分化が促進され、したがってそれから 2 年目の結実量がふえ、ひきつづく 2 年間も対照木の結実量とかなりのちがいがみとめられた。なお、疎開木の球果のほうが大きいこともわかった。EASLEY (1954)⁵⁸⁾もおなじテータマツで、結実量は間伐後、3, 4 年目にいちじるしくふえ、5 年目にはいくらかへることを報告している。

FLORENCE & Mc WILLIAM (1956)⁶⁵⁾ は、スラッシュマツ (*Pinus elliottii* var. *elliottii*) (13.5年生)、テーダマツ (12.5年生)、アローカリヤ (*Araucaria cunninghamii*) (16年生, 18年生) について、立木本数と結実量などの関係をしらべている。立木本数と球果数——調査木にのぼって測定——の関係をみると、樹種によってちがいはあるが、1本あたりの球果数は、立木本数がへるにつれて増加し、面積あたりの球果数は、ある立木本数のところで最大になる。球果の大きさについては、もっとも疎開したときに、もっとも大きい球果がみられた。1球果あたりのタネの粒数については、まちまちの結果がでていますが、これは花粉濃度と関係があるらしいとしている。タネの活力については、立木本数との間にははっきりした関係がみとめられなかったが、充実率は本数がふえると減少する傾向があり、これも花粉の量と関係があると考えている。これらの研究成果にもとづいて、13~16年生のスラッシュマツ (樹高約15m) は、5.8×5.8m 間隔にうえておく (ha あたり約300本) と、ha あたり約12,400個の球果がとれ、約30kgのタネを期待できるとしている。

いろいろな伐り方をした、35年生のヴァージニヤマツ (*Pinus virginiana*) の林で、天然下種更新試験を行なった結果でも、疎開後タネの生産量がふえるのは3年目であるという (SUCCOFF & CHURCH, 1960)⁷⁵⁾。ALLEN & TROUSDELL (1961)⁴⁶⁾ もテーダマツの林分について、タネ受器 (seed trap) をもうけて13年間つづけて記録をとった結果、間伐によって結実量が増加すること、間伐による結実量の差は、凶作の年に大きいことをあきらかにした。また間伐は結実量をふやすばかりでなく、健全なタネの割合もいちじるしく大きくするという。なおこの報告でも、作柄が年によっていちじるしくかわることがのべられているが、約50kmまでの林分は、互にた作柄の変動を示すらしい。しかし、個体としての結実の豊凶と、林分としての豊凶とは必ずしも一致しないという報告がある (FRITZ, 1947)⁵⁷⁾。

BILAN (1960)⁴⁸⁾ は、当初2.1×2.1mの間隔にうえた21年生のテーダマツについて、疎開を主とした試験を行なった。この林分は、1948年にhaあたりおよそ44m³の小径木間伐を行なっており、試験をはじめたとき (1952年) の樹高は17m、胸高直径は25cm、クローネの占有面積は18m²——したがってクローネ直径は約4.8m、クローネの長さは樹高の約43%であった。約20haの林分から、単木的に220本の試験木をえらび、そのうちの110本は、試験木のクローネのまわりが1.8mあくように疎開し、のこりの110本はそれまでのままに放置した。この試験では、このような受光伐と機械的処理の関係もしらべているが、ここでは前者だけについて紹介する。受光伐区の結実量は、伐採後3年目には無間伐区の約7倍、4年目には約4倍となり、また1球果あたりの健全なタネの数も、受光伐区は後者の約2倍になった。受光伐区は直径成長がよいばかりでなく、クローネ占有面積がいちじるしく増加し、枝の枯上りもみられなかった。これに反して、無間伐区は樹高がのび、クローネの長さがみじかくなった。このほか、クローネ上部の1~2年生の枝について、炭水化物、全窒素の量をしらべた結果、全炭水化物量、C/N比とも結実量とは相関がなく、むしろ全窒素量が結実量と関係があった。1951~3年の全球果数の対数を X_1 、1952年4月のクローネ占有面積 (f^2) を X_3 、上記の全窒素含有率を X_4 として、1954年と1955年の結実量を次のような関係式であらわしている。

$$\text{疎開木} \quad \text{Log}(y+1) = 0.534 + 0.543 X_1 + 1.789 X_4$$

$$\text{無間伐木} \quad \text{Log}(y+1) = -0.062 + 0.700 X_1 + 0.0029 X_3$$

その後 PHARES & ROGERS (1962)⁷⁰⁾ は、haあたり約1,400本、樹高17m、胸高直径16.8cm (2.5~30.5cm)、胸高断面積合計31.3m²/haの35年生のエチナーマツ (*Pinus echinata*) の林で、立木本数

を ha あたり約 500 本から約 1,400 本まで 5 段階にかえて、結実量をしらべた結果を報告している。それによると、立木本数が少ないほど結実量が多く、ここでこころみた疎開の範囲では、面積あたりの最大生産量はえられなかった。しかし、この程度の林分の最大結実量は、胸高断面積合計 $5.8 \text{ m}^2/\text{ha}$ (約 250 本/ha) ~ $8.1 \text{ m}^2/\text{ha}$ (約 350 本/ha) の範囲でえられるだろうと推定している。この試験では、立木本数とタネの品質との間にははっきりした相関がみとめられなかった。

疎開するとなぜ結実量がふえるかについては、これまでいろいろな説明がされている。たとえば BILAN (1960)⁴⁸⁾ は、疎開したところと疎開しないところで光のつよさと土壤水分を比較測定して、疎開によってこれらの条件がいちじるしく改善されることをしめした。また PHARES & ROGERS (1962)⁷⁰⁾ も、光の量と土壤有効水分が増加して、クローネの発達がよくなることが一因だろうとしている。光が花芽形成に重要な役割をもっていることは、こんだ林分では、優勢木、準優勢木のクローネの上部にしか花がつかないという観察や、一般にクローネの陽光のあたる側のほうがよく花がつくという事実によってもあきらかである。しかし、WENGER (1957)⁷⁸⁾ は、光の量がふえたことより、むしろ採種木に有効な土壤水分がふえたためであろうとのべており、その理由として、疎開前から優勢だった木でさえ結実量がふえることをあげており、採種園では灌水をするとよいかもしれないとのべている。もっとも、これは比較的雨の少ない地方でのことで、2 年前の 5~7 月の雨量が 250~640mm の範囲で、雨量が多いほど翌々年の結実量(テーダマツ)が多くなっているが、雨の多いところでは同じような説明ができるかどうかは疑問である。

このほかに、栄養条件も当然改善されるはずであるが、これらの因子が複合して、雌花を多くつけるようにはたらくのと同時に、雄花の量がいちじるしく増加することも重要な因子だと考えられている。前にあげた FLORENCE & Mc WILLIAM (1956)⁵⁵⁾ によれば、雄花の数も本数密度がひくいほど多くなり、面積あたりになると、ある本数のところ——ここでつかっているテーダマツの場合には ha あたり 260 本——にピークがみられた。また SARVAS (1962)⁷¹⁾ は、本来もっとタネがとれるはずなのに、実際のタネの量が少ないのは、花粉が不足しているためであることを強調している。

結実量におよぼす施肥の効果に関連して、土壤の肥沃度とタネの品質については、一般にやせたところでできたタネは品質がわるく、したがってこういうタネからの苗木も丈夫ではないといわれている。YOUNGBERG (1952)⁷⁹⁾ はオウシュウトウヒ (*Picea abies*) については、いちじるしくやせた砂質土壤では、かるくて発芽率のわるいタネがとれ、レジノザマツ (*Pinus resinosa*) の場合にも、大体同じことがいえそうだとしている。そしてやせた土壤に施肥した場合には、結実量への影響はとくにいちじるしくあらわれている (HAUSSER, 1960)⁶⁰⁾。一方、樹高をメヤスにして区分した 3 つの地位での結実調査によっても、地位のよいところのほうがずっと多くのタネができることが知られている (SARVAS, 1962)⁷¹⁾。

花芽形成、結実におよぼす施肥の影響については、一般にプラスの効果が報告されているが、個々の結果はきわめてまちまちで、MATTHEWS (1963)⁶⁵⁾ がわがくにの研究もふくめて要約しているように、窒素の施用がきいているとするもの、リン酸が効果があるとするもの、カリがよいとしているもの、窒素とリン酸、あるいはリン酸とカリの併用が効果があるとするもの、そして 3 要素の施用によってよい結果をえているものに大別できる。以下に個々の報告を要約する。

PAUL & MARTS (1931)⁶⁹⁾ が行なったダイオウマツ (*Pinus palustris*) (100~250 年、樹高 18m、胸高直径 15~56 cm) の施肥試験では、施肥区の結実量をもっとも多かったが、結実量と年輪成長の間には逆の相関はみとめられなかった。CHANDLER (1938)⁴⁹⁾ は、ブナの 1 種 (*Fagus grandifolia*) とサトウカエデ

(*Acer saccharum*) で、窒素肥料 (硫酸アンモニアと硝酸ソーダの等量混合) の施用が結実量におよぼす影響をしらべ、いずれにも効果をみとめているが、とくにサトウカエデでいちじるしかった。結実量は両方ともふえたが、サトウカエデでは、健全なタネの割合、1粒あたりの乾燥重量もふえた。DETWILER (1943)⁶¹ もカシの1種 (*Quercus alba*) で、10:4:6の混合肥料を施用して約4倍の結実量をえた。

WENGER (1953)⁷⁶ は、25年生 (胸高直径32cm) と40年生 (胸高直径37cm) のテードマツのクローネの外側約60cmのところ、7-7-7の混合肥料を1本あたり11.4kgおよび22.8kg施用したが、とくに効果をみとめなかった。その理由として、試験をはじめるとき疎開したので、その影響が大きくて肥料の効果がはっきりしなかったのか、あるいはこのくらいの大きさの木にたいしては、施用量が十分でなかったためだろうとしている。

ALLEN (1953)⁴⁶ は、試験木のまわりを5~6mあけたダイオウマツについて、1949年2月と翌々年2月に、5-15-5の肥料を直径20cmのものには約9kg、直径25cmのものには約14kg、直径30cmのものには約20kgあたえたが、1、2年目には反応はなく、3年目に対照の約12倍、4年目には約4倍の球果をつけた。

環状剥皮や根切りなどの処理とともに、マツ、トウヒ、カバの結実におよぼす施肥の影響をしらべた BERGMAN (1955)⁴⁷ は、カリの施用と根切りが、樹勢やタネの品質にわるい影響をあたえないで、開花を促進する効果があることを報告している。サトウマツ (*Pinus lambertiana*) では、リン酸アンモニア (16-20-0) を施用した例があるが、個体によって結実量がいちじるしくことなっている (SCHUBERT, 1956)⁷²。

NĚMEC (1956)⁶⁸ は、玄武岩粉末 (basalt meal) —CaO: 8.80%, MgO: 9.10%, K₂O: 1.11%, P₂O₅: 1.40% — をクローネの下に m² あたり 8kg 施用したところ、タネの形成を促進しただけでなく、結実年の間隔もちぢまり、葉分析の結果によると、施用したものの P, Ca, Mg, 炭水化物含有率が多かったとのべている。

HOEKSTRA & MERGEN (1957)⁶¹ は、7年生と21年生のスラッシュマツで施肥試験を行なっている。7年生のものについては、3-12-6肥料を1本あたり2.3kg, 4.6kg, 6.9kg施用しているが、ほかの促進処理とともに施肥の効果もみとめられている。21年生のものについては、7-7-7の肥料、3-18-6肥料をそれぞれ1本あたり9.1kg, 18.2kg施用しているが、前者を9.1kgあたえたものは花芽が増加したが、その量を18.2kgにしてもそれ以上の増加はみられなかった。一方、後者を9.1kgあたえたものは効果がなく、18.2kgあたえた場合に花芽が増加した。このような結果から、花芽分化においては、窒素のあるレベルが重要なのだらうと考えている。一方、MERGEN & VOIGT (1960)⁶⁷ の報告には、8年生 (2.4×2.4m間隔、胸高直径8.6cm、樹高5.0m) と22年生 (6.1×6.1m間隔、胸高直径28.7cm、樹高17.1m) のスラッシュマツについて、まえの報告と同じ内容の施肥試験の結果がのべられている。この場合、はじめは最低量区にあわせて全区等量施用し、それより多い分は、6週間おいてから施用している。したがって、3-12-6の肥料を1本あたり6.9kg施用した区は、6週間おきに3回にわたって2.3kgずつ施用している。8年生の方では、クローネ中央にある当年のびた側枝の針葉と枝を、はじめの施肥後20か月して採取しN, P, Kをしらべている。それによると、いずれも施肥によって増加するらしいが、統計的に増加がたしかめられたのは窒素だけであった。一方22年生の方では、球果・タネの形質をしらべているが、この場合にも球果ははじめの施肥後20か月してとっている。球果はながさをはかり、充実種子について絶乾重、灰分含量、N, P, K含有量、発芽率、メバエの性質などをしらべている。それに

よると、球果の長さにはちがいはいはみとめられないが、タネの大きさ（容積）、重さは施肥によってはっきり増加し、またこれらのタネからそだてたメバエは、対照区のタネからのメバエにくらべて大きく、N、P、Kの含有率がたかかった。

STEINBRENNER *et al.* (1960)⁷³⁾ は、ダグラスファー (*Pseudotsuga menziesii*) の20年生 (15~22年生) の林で、胸高直径 15.2 cm 以上、樹高 12~14m の木を対象にして、施肥量と施肥時期を組み合わせた次のような試験を行なった。この林は、試験開始前 ha あたり約400本あったが、クローネの間が1.5mあくよりに伐採したため、ha あたり約190本になった。施肥には、窒素肥料として硫酸アンモニヤを、リン酸肥料として過リン酸肥料をもちい、N : P₂O₅ を次のような割合にした4種類とした。すなわち、110 kg/ha : 110 kg/ha、110 kg/ha : 220 kg/ha、220 kg/ha : 110 kg/ha、220 kg/ha : 220 kg/ha とした。最初の年 (1955年) には7月、9月の2時期に施用し、翌年、翌々年はいずれも5月に施用した。1年目 (1956年) の結実量は、対照区で球果数 4,650 個/ha、タネ 1.33 kg/ha であったのにたいして、N(110)-P(110) 区は球果数 16,830個/ha、タネ 5.04 kg/ha、N(220)-P(220) 区は、球果数 25,850個/ha、タネ 11.56 kg/ha であり、そのほかの結果とあわせ考えると、成長、結実量とも窒素のレベルに依存しているらしく、また窒素を多くあたえてリン酸を併用すると結実量が増加し、球果も大きくなるらしい。1957年の花の調査によると、N(220)-P(220) 区の♂花は対照区の3倍、♀花は2倍であったとしている。

ダグラスファーの結実におよぼす施肥の影響をしらべた STOATE *et al.* (1961)⁷⁴⁾ は次のような結果を報告している。はじめに行なった秋施肥では、花芽が分化をおわった10月に、硝酸アンモニヤ(a)、硫酸アンモニヤ(b)、リン酸アンモニヤ(c)、N-P-K 混合肥料(d)、過リン酸肥料(e)をそれぞれ施用したところ、(b)、(c)、(d) 区の次の年の球果が、数も多く形も大きかった。一方、春同じ肥料をあてたところ、(a)、(d) 区で、その年の花芽分化がいちじるしく促進された。そこで硝酸アンモニヤだけについて、ha あたり約450 kg—N : 約 150 kg/ha—を施用して適期を検討した結果、花芽がよく分化したのは、芽がひろく時期 (5月上旬) に施肥したものであった。硝酸アンモニヤの春施肥の効果は、林分についての大規模な試験でもたしかめている。

まえにあげた HAUSSER (1960)⁶⁰⁾ は、土壌がわるくて成長のわるい 20~30 年生のマツに施肥を行なった結果、球果は約 10 倍、タネは約 8 倍とれた。タネの 1,000 粒重も約 25% 大きかったが、発芽率、発芽勢、メバエの成長には差がみとめられなかった。このほか、ホトイスブルース (*Picea glauca*) とレジノザマツ (*Pinus resinosa*) でも、硝酸アンモニヤで花芽分化を促進できるという報告 (HOLST, 1961)⁶³⁾ があり、またマツのある交雑種の苗木でも、温度、湿度条件を急にかえ 12-12-12 肥料を葉面散布して、雌雄花を分化させることに成功した例がある (MERGEN, 1961)⁶⁶⁾。

わがくにの文献もふくめて、結実と施肥の関係についてあげてきた多くの文献では、施肥によるプラスの効果は報告しているが、最近ダイオウマツについて試験をした CROKER (1964)⁵⁰⁾ は、結実は個体の遺伝的な性質によって支配されていることを強調している。胸高直径約 36 cm のおよそ 60 年生のダイオウマツについて、5年間つづけて毎春 8-13-5 肥料を ha あたり約 2,130 kg 施用し、灌水も行なって結実量をしらべた。はじめの2年の調査で個体の結実性をみて、ひきつづく5年間の結実量をこれで補正してくらべてみると、統計学的には施肥の効果はみとめられなかったとしている。もちろん個体の結実性が重要な因子であることはひろくみとめられており——たとえば WENGER (1954)⁷⁷⁾、ALLEN (1953)⁴⁵⁾、採種木をえらぶ場合に、その結実性——過去の結実状況——を十分考慮しなければならないことを再認識させ

るには意味があるが、だからといって、これだけの結果で、施肥より遺伝的な結実性のほうが重要であるというのは、施肥の効用にたいして誤解をまねくおそれがある。

結実量と採種木の大きさとの関係についても 2, 3 の報告があるが, HOLMES & MATTHEWS (1951)⁶²⁾ および WENGER (1954)⁷⁷⁾ によれば, それぞれコルシカマツ (*Pinus nigra* var. *poiretiana*) とテーダマツについて, 胸高直径と球果数のあいだに相関がみとめられている。一方 DOWNS & McQUILKIN (1944)⁶³⁾ は, 5 種のカシ類について, 木の大きさと結実量をしらべ, 実の数はクローネの大きさと, したがってまた胸高直径と関係があるが, しらべた胸高直径の範囲でずっと増加するもの, ある大きさのところからほぼ一定になるもの, ある大きさのところからむしろ減少するものの 3 型があることを報告している。

FOWELLS & SCHUBERT (1956)⁶⁶⁾ は, カリフォルニアのマツ地帯における 28 年間の結実量調査にもとづいて, 主としてポンデローザマツ (*Pinus ponderosa*), サトウマツ, ホワイトファー (*Abies concolor*) について, きわめて広汎な資料を報告している。ここでは, 本試験に関連のあるものだけをみると, 結実習性は樹種によってことなり, ほとんど大部分の球果は優勢木につき, これら優勢木のなかでは, 木の大きさと結実のあいだに次のような関係があった。ポンデローザマツは, 約 97 cm の胸高直径のものまでは胸高直径がふえるにつれて結実量もふえたが, それ以上になるとむしろ減少した。サトウマツでは, 胸高直径が大きいほど結実量が多く, ホワイトファーでは, 中位の木のほうが大きい木より多かったが, これはいろいろな原因でクローネがいたむためだとしている。このような特性にもとづいて, タネとり用として適した木を, DUNNING の区分によって各樹種ごとにきめている。これらの採種木の面積あたりの材積と, タネの生産量とのあいだにつよい相関がみとめられている。

まえにあげた FAULKNER (1962)⁶⁴⁾ の論文は, 英国における採種林の造成計画とその進行状況, 施業方法の大要をかなり具体的にとりまとめているので, 最後にややくわしく紹介してみたい。まず調査林分をプラス, 準プラス, 普通, およびマイナスの 4 つに区分し, 前 3 者を種子源としている。ここで種子源 (seed source) というのは, 成長がよく, 健全な, よい形質をもった林木群と定義しているが, 各種種子源は次のように説明している。

プラス種子源: 恒常的, 集約的な種子採取に適しているもので, 針葉樹については 30 年生以上, 広葉樹については 40 年生以上の林分で, 優勢木のうちの少なくとも 75% が成長がすぐれ, 樹幹が直通で, 枝が比較的小さく, こじんまりしたクローネのものからなっており, とくに形質のわるい木はごくまれか全然ないような林分である。また特定の病虫害にもかかっていないものでなければならない。

準プラス種子源: わるい形質の木をのぞくような操作によって, 将来プラス区分に格上げできそうなもので, 次の 2 種類の林分を含んでいる。

- (a) 林齢はまえとおなじであるが, 優勢木の 50~75% がうえにのべたようなよい形質のもので, 特定の病虫害にもかかっていないものである。
- (b) 針葉樹の場合 30 年生以下, 広葉樹の場合 40 年生以下であっても, 特に将来性のある林分で, しかも特定の病虫害にかかっていないものである。

普通種子源: 注意ぶかく採種木をえらべば, 種子採取に適しているもので, 林齢はプラス種子源の場合と同じであるが, 優勢木の 25~50% がうえにのべたようなよい形質のもので, 特定の病虫害にかかっていないものである。

マイナス林分は, 種子採取にむいていないもので, 優勢木の 75% 以上が形質がわるい場合か, 特定の

病虫害におかされている場合である。以上のような基準にくわえて、不良形質のオヤ木の花粉から隔離するために、ちかくに形質のわるい広面積の林分がないことも条件としている。これらの基準を総合した上で、各種子源の中の不良木をのぞき、採種木がクローネをよくはれるように疎開したものを、はじめて採種林 (seed stand) とよんでいる。なおアメリカ合衆国では、この場合の採種林にあたるものを種子生産区域 (seed production area) とよんでいる。

このようにして誘導した採種林をどのように取り扱ったらよいかについて、項目をわけておよそ次のように概説している。採種木のえらび方：成長がよく、形質もよい優勢木で、しかも過去に結実した形跡のあるものとし、ha あたりの本数は、優勢木が樹高にたいして次のような範囲を考えている。間伐：このような基準にしたがって、はじめはとくにクローネをつよく疎開すべきであるが、とくに採種木の南側にあるもの、あばれ木は除去する。間伐はできるだけつよく、くりかえして行ない、若い林分、壮齡林分はおよそ 10 年で最終本数になるようにする。施肥：採種木が平均に配置している場合には、2 N : 1 P : 2 K 肥料を ha あたり約 630 kg、4 月の成長期直前にバラマキ施用するのがよいが、点在している場合や、群状に配置している場合には、クローネ直径の 1.5 倍の円内に、m² あたり約 70 g を施用するようにすすめている。地表管理：つよく疎開し施肥を行なう結果、地表には雑草がしげるのが普通であるが、これは下木植栽あるいは除草剤によっておさえることができる。除草剤を利用すると、タネを採取するときに便利である。

樹高 (m)	針葉樹普通採種林 広葉樹採種林(本/ha)	プラスおよび準プラス 針葉樹採種林(本/ha)
9	250~370	370~490
12	200~290	290~390
15	150~220	220~290
18	120~170	200~250
21	100~150	170~220
24	90~120	150~200
27	70~110	140~170
30	60~100	120~150

4. 試験地の設定

当初、アカマツ、カラマツ、スギの3樹種について同時に試験をはじめの予定であったが、都合によりとりあえずアカマツ、カラマツについて試験地を設定した。

試験林分は、立木の密度、成長、形質、樹齡、結実状況および土壤条件を主として環境条件を予備的に調査し、立木の状態、土壤条件ができるだけ均質なところを選定するようにつとめたが、いろいろな理由で、必ずしも満足な林分をえらぶことができなかつた。ことに、当初期待していたようなもう少し若い林齡の林がみあたらなかつたことは、はなはだ残念であった。

設定した林分については、間伐の程度と施肥をくみあわせた試験区を設け、一定の要領で毎年調査を行ない、結実状況、タネの品質の推移、および結実と成長の関係などを明らかにすることとした。試験期間は、さしあたり昭和 37 年から5年とした。

試験地設定のときの成長状態の調査は、アカマツ、カラマツとも次の方法で行なった。

胸高直径：胸高位置 (1.20 m) の直径を、直径巻尺をもちいて 0.5 cm 単位で測定。

樹高：ブルーメ・ライス測高器をもちいて、10 cm 単位で測定。

枝下高：樹高とおなじ方法で測定。

クローネ高：(樹高一枝下高) により計算。

クローネ直径：傾斜方向と、これに直角な方向の2方向について、巻尺でクローネのひろがりをも 10 cm 単位で測定して平均。

4-1. アカマツ

所在 茨城県笠間市本戸字コブタ国有林
茨城経営計画区笠間事業区35林班
い、は小班

所管 東京営林局笠間営林署

(1) 設定時の状況

昭和36年12月、上記コブタ国有林近辺 (Fig. 1) において概査を行なった結果、35林班い、は小班に試験地を設けることにきめ、所定の調査を行なった。その後若干区画を変更する必要があり、昭和37年2月に第2回調査を実施し、Fig. 2 のように区画を設定した (Fig. 1 参照)。各プロットの大きさは、実距離でおよそ 50×25 m ($1,250 \text{ m}^2$) とし、各プロットの間には深さ 30 cm、幅 30 cm の溝を掘って、表層の吸収根が区画のあいだで交錯するのをさけた。

当初の立木本数、成長状況を Table 2 に

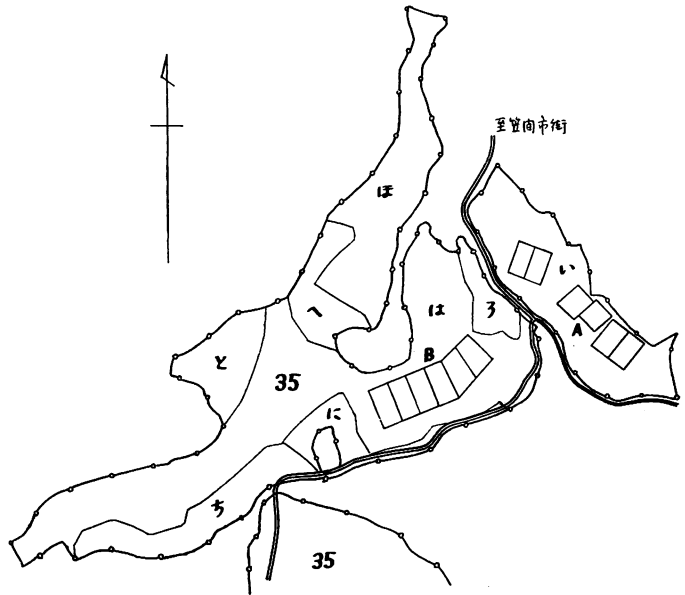
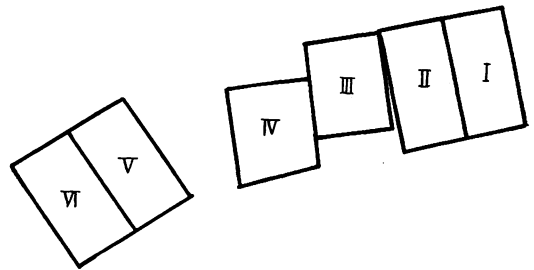


Fig. 1 アカマツ採種林試験地の位置図、茨城県笠間市本戸字コブタ国有林茨城経営計画区、笠間事業区、35林班、い、は小班 (およそ 10,000 分の 1)
Location map of pine experimental stands in Ibaragi-Ken.

い小班 (Block A)



は小班 (Block B)

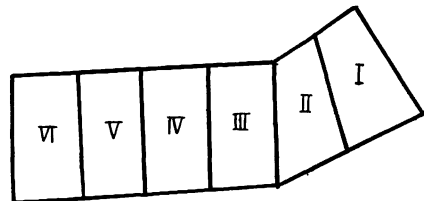


Fig. 2 アカマツ採種林試験地の区画图
Location map of plots in each block of pine experimental stands.

Table 2. アカマツ採種林試験地の
Initial growth condition of

ブロック Block	プロット Plot	当初立木の平均 Average of original trees				
		本数 Number	胸高直径 DBH cm cm	樹高 H m m	クローネ高 CH m m	クローネ直径 CD m m
い小班 A	I	99	24.0±4.2	15.4±2.1	3.5±1.4	4.3±0.9
	II	91	24.3±5.6	16.5±1.7	4.2±1.4	4.4±1.2
	III	111	21.8±5.0	14.0±1.8	3.9±1.2	4.1±1.1
	IV	107	21.1±4.1	15.2±1.3	4.3±1.6	3.8±0.9
	V	96	24.1±4.5	20.2±1.6	4.9±1.8	4.3±1.1
	VI	125	21.4±4.6	16.7±1.6	4.1±1.9	3.5±1.0
は小班 B	I	79	25.4±4.5	17.6±2.0	5.2±1.6	4.6±1.1
	II	92	23.1±5.1	16.7±1.9	5.6±1.6	4.4±1.2
	III	92	22.9±4.7	16.1±2.2	5.3±1.8	4.6±1.2
	IV	76	25.2±4.2	17.3±1.7	5.5±1.4	5.0±1.0
	V	73	26.0±4.7	18.2±1.8	6.1±1.8	5.4±1.5
	VI	72	26.1±5.0	18.6±1.7	6.2±1.5	4.9±1.1

Notes : DBH : Diameter at breast height, H : Height, CH : Crown height, CD : Crown diameter.

しめす。この林分は、明治末期に皆伐したあと天然更新によって成立したもので、森林調査簿によると、昭和40年で林齢は $\frac{30 \sim 64}{54}$ 年となる。なお、昭和36年12月調査のさい、い小班の数本について成長錐をいれて調べた結果、これらの調査木の樹齢はおよそ45~50年と推定された。

(2) 試験地の土壌

本試験地は、茨城県八溝山地の南部にあたり、起伏の大きい山地形の山腹下部斜面に位置している。土壌の表層は40~50cmの関東ロームが被覆し、その下部は深層風化した花崗岩に移行している。一般に表層は腐植含量が少なく、土壌の堅い適潤性褐色森林土壌(B₀(d)型)である。

試験地の選定にさきだって簡易試孔を行ない、その結果を考慮して、Fig. 1のように西南斜面(い小班--Block A)と南東斜面(は小班--Block B)の2か所にそれぞれ0.75haあて設定した。

西南斜面(い小班)の試験地の土壌は、A₀層の発達が悪く、A層は薄く腐植の浸透は浅い。B層は花

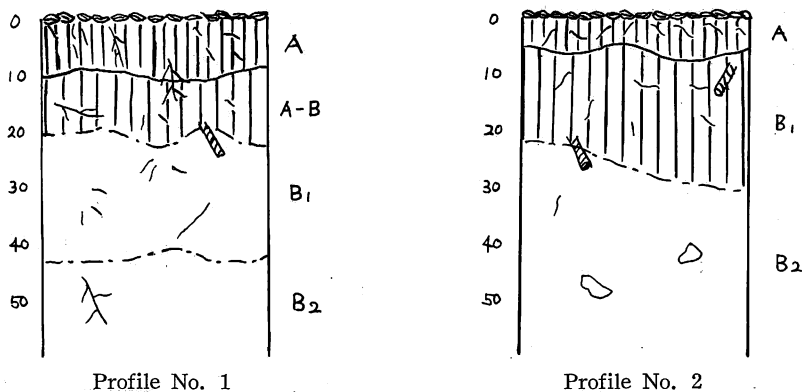


Fig. 3. アカマツ試験地の土壌代表断面
Profiles in pine experimental stands.

設定時の成長状態

pine experimental stands.

残存木の平均 Average of remaining trees				調査木 (5本) の平均 Average of 5 sample trees						
本数 Number	胸高直径 DBH		樹高 H		胸高直径 DBH		樹高 H		クローネ高 CH	クローネ直径 CD
	cm	cm	m	m	cm	cm	m	m	m	m
99	24.0±4.2		15.4±2.1		25.8±3.3		20.2±3.2		6.7±1.0	4.2±0.8
91	24.3±5.6		16.5±1.7		30.1±4.6		18.8±2.6		7.6±2.3	4.9±0.8
25	25.9±2.1		14.9±2.0		25.0±0.7		16.9±1.2		6.5±0.6	5.0±0.7
27	23.2±3.4		15.8±1.7		23.8±2.4		16.9±2.3		6.6±1.9	5.3±0.6
50	26.2±3.7		20.5±1.6		27.7±4.4		18.6±2.5		6.1±1.2	4.9±0.8
50	24.2±4.6		17.3±1.2		27.9±3.7		17.1±0.7		6.4±0.7	5.3±0.8
50	26.7±4.9		18.1±2.2		25.7±1.9		20.6±1.9		7.7±1.8	5.4±0.3
50	25.1±4.8		17.3±1.9		27.5±1.5		20.2±1.5		7.8±1.0	5.5±0.3
91	23.1±4.6		16.1±2.2		27.2±2.7		18.1±1.1		7.1±1.3	5.3±0.5
76	25.2±4.2		17.3±1.7		25.8±1.0		18.9±0.9		7.5±0.9	5.2±0.6
25	28.6±3.9		18.9±1.3		30.0±1.5		20.1±1.3		7.6±0.8	6.3±1.0
25	26.2±4.8		18.9±1.6		26.5±4.1		19.8±3.3		7.2±1.7	5.7±0.7

Table 3. アカマツ試験地の土壌代表断面の形態
Description of profiles in pine experimental stands.

断面番号 Profile No.	層位 Horizon	厚さ Thickness (cm)	色 Color	土性 ⁽²⁾ Texture	構造 Structure	堅密度 ⁽¹⁾ Compactness
1	A	8~11	10YR 8/4 dark brown	SL	Crumb	1
	A~B	10~13	10YR 4/4 brown	SL	Crumb ~Massive	2
	B ₁	17~23	10YR 4/6 brown	SiL	Massive	2
	B ₂	20+	10YR 4/6 brown	SiL	Massive	3
2	A	5~7	10YR 8/4 dark brown	L	Crumb ~Blocky	1
	B	17~25	10YR 4/6 brown	L	Massive	2
	B ₂	35+	10YR 5/8 yellowish brown	SiL	Massive	3

Remarks

(1) Compactness (堅密度)

- 1: Soil aggregates bound loosely (しょう)
- 2: Soil aggregates bound densely and firmly (軟)
- 3: Soil aggregates bound compactly (堅)
- 4: Soil aggregates bound very compactly (すこぶる堅)

(2) Texture (土性)

- L: Loam (壤土)
- CL: Clay loam (埴質壤土)
- SL: Sandy loam (砂質壤土)
- SiL: Silty loam (微砂質壤土)

崗岩風化にともなう雲母ならびに石英に富んだ小砂礫を含んでいる (Fig. 3—Profile No. 1)。斜面下部の凹地形のところは湿潤で、腐植の浸透は前記土壌よりも深く、土壌も膨潤になっている。

南東斜面 (は小班) の試験地は斜面内の凹凸もほとんどなく、B₀(d)型土壌が均一に分布している。腐植の浸透程度は西南斜面 (い小班) よりも浅く、A層の厚さは 5 cm 程度にすぎない。土壌は堅く一部塊状構造が発達している (Fig. 3—Profile No. 2)。

土壌の代表断面の形態、性状、土壌の理化学的性質は Table 3 および Table 4 のとおりである。

Table 4. アカマツ試験地の土壌の化学的性質
Chemical properties of soil in pine experimental stands.

断面番号 Profile No.	層位 Horizon	深さ (cm) Depth	pH		置換酸度 Y ₁	全炭素 Carbon %	全窒素 Nitrogen %	置換容量 C. E. C. m. e.
			H ₂ O	KCl				
1	A	5~8	5.32	4.22	1.8	4.20	0.27	24.56
	A-B	10~13	5.39	4.42	1.3	2.55	0.18	21.51
2	A	4~6	5.31	4.31	4.2	7.49	0.16	47.18
	B	15~20	5.40	4.78	0.8	2.96	0.26	24.50

4-2. カラマツ

所在 長野県佐久市大字前山字立科国有林

白田経営計画区白田事業区 113 林班に小班

所管 長野営林局白田営林署

(1) 設定時の状況

昭和 35 年 12 月、白田営林署管内において概査を行なった結果、上記 113 林班に小班 (Fig. 4) に試験地を設けることをきめ、成長状態、土壌条件などにもとづいて区画測量を実施した。昭和 36 年 11 月、本調査を行なって Fig. 5 のような区画を設定した (Fig. 4 参照)。プロットの大きさ、プロットのあいだの溝についてはアカマツの場合とおなじである。

この林分は大正 2 年に植栽した人工林で、昭和 36 年 11 月本調査を行なったさいの林齢は 49 年であった。本調査当時の立木本数、成長状況を Table 5 にしめす。

(2) 土壌条件

本試験地は、長野県北八ヶ岳—蓼科山塊の北東山麓にあたり、起伏の大きい山腹斜面に位置している。

Table 5. カラマツ採種林試験地の設定時の
Initial growth condition of larch experimental

ブロック Block	プロット Plot	当初立木の平均 Average of original trees			残存木の平均 Average of remaining trees	
		本数 Number	胸高直径 DBH	樹高 H	本数 Number	胸高直径 DBH
			cm cm	m m		cm cm
S	I	49	24.6±6.0	19.6±3.2	48	24.9±5.8
	II	48	24.5±6.2	21.0±2.0	48	24.5±6.3
	III	49	23.4±5.8	20.4±2.5	26	26.7±5.1
	IV	54	20.9±4.7	19.5±2.2	25	24.6±3.8
	V	46	21.9±5.0	19.9±2.3	12	26.6±2.0
	VI	54	20.0±6.1	17.6±2.7	12	30.3±4.6
N	I	37	27.6±6.0	23.4±2.5	12	33.3±4.5
	II	37	28.1±5.6	22.5±1.9	12	32.8±4.4
	III	42	27.0±5.6	22.4±2.2	24	31.0±3.8
	IV	53	25.5±4.9	23.7±1.4	25	30.4±3.9
	V	47	27.9±5.5	22.2±1.6	47	27.7±5.6
	VI	46	28.3±4.7	21.8±0.8	46	28.3±1.6

Note : Refer to the notes below Table 2 for the abbreviated items.

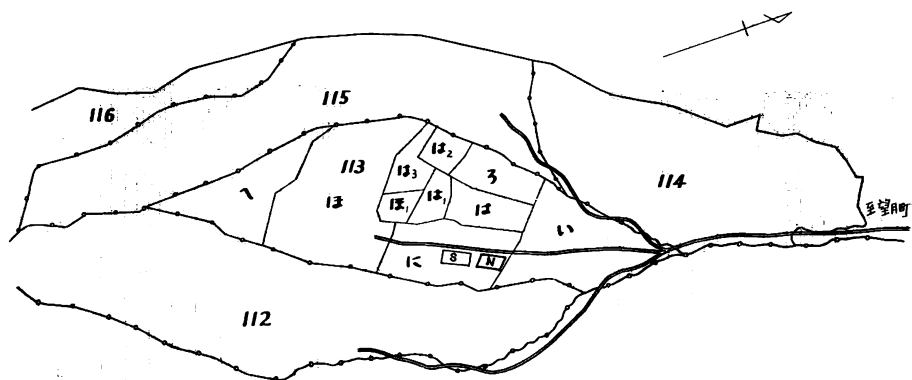


Fig. 4. カラマツ採種林試験地の位置図, 長野県佐久市大字前山字立科国有林
白田経営計画区白田事業区, 113 林班に小班 (およそ 40,000 分の 1).
Location map of larch experimental stands in Nagano-Ken.

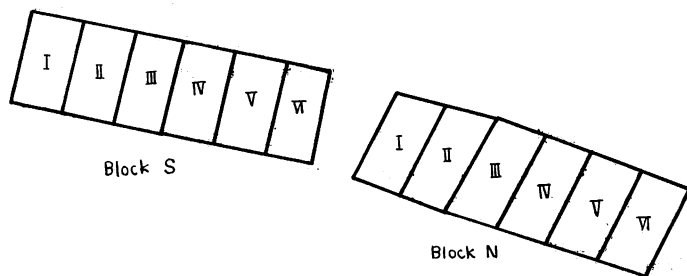


Fig. 5 カラマツ採種林試験地の区画図
Location map of plots in each block of larch experimental stands.

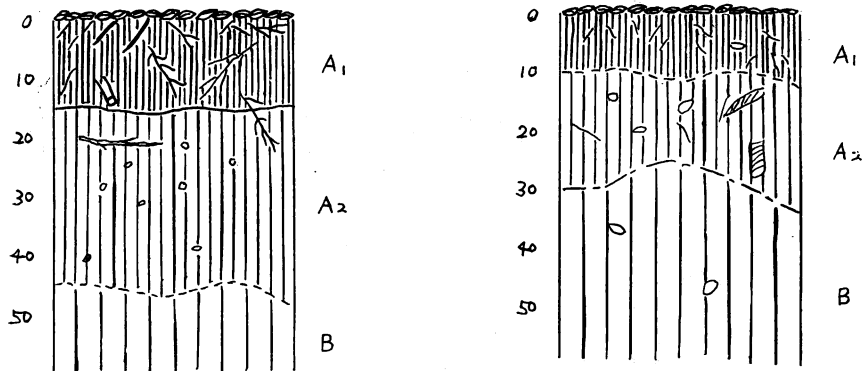
成長状況
stands.

調査木 (5本) の平均 Average of 5 sample trees			
胸高直径 DBH	樹高 H	クローネ高 CH	クローネ 直径 CD
cm	cm	m	m
29.1±3.8	23.4±1.2	12.6±2.9	6.6±0.8
28.9±2.2	21.4±1.9	12.1±2.4	6.3±0.8
30.3±5.5	22.2±2.0	12.8±4.5	6.4±1.8
28.6±3.3	21.6±1.5	12.9±2.9	6.2±1.3
26.1±2.0	19.6±2.0	12.2±1.3	6.2±1.3
31.5±2.2	23.3±0.6	13.7±4.2	7.5±1.7
33.4±4.2	24.6±1.0	14.8±3.4	7.5±0.8
32.0±2.3	25.0±0.8	12.6±2.9	7.0±0.7
30.6±1.9	25.3±0.7	10.4±1.9	6.7±0.6
32.0±2.3	25.2±0.6	10.2±0.6	6.1±0.6
31.6±2.9	25.6±0.7	11.8±1.8	6.0±0.7
30.9±3.3	25.8±0.7	12.3±1.2	6.7±0.6

土壌は適潤性黒色火山灰土壌 (B/b 型) が広く分布している。試験地の選定にさきだって簡易試孔を行ない、この結果を考慮して、Fig. 4 のように北々西下降斜面 (Block N) と北西平行斜面 (Block S) にそれぞれ 0.75 ha あて設定した。

北北西斜面 (Block N) は B/b 型土壌が大部分を占めている。その土壌断面は A 層は腐植に富んだ膨軟な土壌であり、その下部には比較的軟らかい B 層が発達している (Fig. 6—Profile No. 1)。斜面下部と斜面の一部にあらわれる凹地形のところでは、さらに A 層が厚く堆積し、やや湿性な状態を呈している。

北西斜面 (Block S) では、北北西斜面 (Block N) よりも乾性な黒色火山灰土壌 (B/b(d) 型) が均一に分布している。A₁ 層には粒状構造が発達し、A₂ 層では団粒構造—塊状構造が見られる (Fig. 6—Profile No. 2)。



Profile No. 1

Profile No. 2

Fig. 6 カラマツ試験地の土壌代表断面
Profiles in larch experimental stands.

Table 6. カラマツ試験地の土壌代表断面の形態
Description of profiles in larch experimental stands.

断面番号 Profile No.	層位 Horizon	厚さ Thickness (cm)	色 Color	土性* Texture	構造 Structure	堅密度* Compactness
1	A ₁	15	7.5YR 2/8 blackish brown	SiL	Crumb	2
	A ₂	30~34	7.5YR 3/4 dark brown	SiL	Crumb ~Massive	2
	B	15+	7.5YR 4/4 brown	CL	Massive	2
2	A ₁	10~13	7.5YR 2/8 blackish brown	SiL	Granular ~Crumb	1
	A ₂	15~20	7.5YR 2/8 blackish brown	SiL	Crumb ~Massive	2
	B	35+	7.5YR 4/4 brown	CL	Massive	2

* See the remarks of Table 3.

Table 7. カラマツ試験地の土壌の化学的性質
Chemical properties of soil in larch experimental stands.

断面番号 Profile No.	層位 Horizon	深さ Depth (cm)	pH		置換酸度 y ₁	全炭素 Carbon %	全窒素 Nitrogen %	置換容量 C. E. C. m. e.
			H ₂ O	KCl				
1	A ₁	5~10	4.81	4.30	2.50	4.10	0.09	77.62
	A ₂	25~30	4.52	4.12	6.24	8.67	0.08	53.83
	B	50~55	4.12	4.05	4.52	2.76	0.02	27.86
2	A ₁	4~8	4.93	4.33	2.62	6.22	0.06	47.50
	A ₂	15~20	4.66	4.40	2.12	5.29	0.05	39.79
	B	40~45	4.34	4.10	5.13	3.12	0.02	30.06

土壌の代表断面の形態、性状、土壌の理化学的性質は Table 6 および Table 7 のとおりである。

5. 試験地設定後の施業

試験地を設定してから、昭和 39 年末までに行なってきたおもな施業、調査は Table 8 のとおりである。このほか、アカマツについては昭和 38 年より、カラマツについては昭和 39 年より、毎年だいたい 6 月、9 月に 2 回下刈りを行なったが、いずれの場合にも、草は刈りたおしてその場所に放置した。

5-1. 間伐についての考え方と実施方法

疎開はいわゆる間伐によっておこなうが、欧米の文献でよくつかわれる crown release という言葉がしめしているように、クローネの間隔をひろげるのが目的で、本数よりもむしろクローネのひろがりに基づいてすべきである。

クローネを疎開する効果についてはいろいろの考え方があるが、ここでは一応陽光のあたり方を基準にすることとして、柳沢がしめた採種林の疎開基準の計算式⁴²⁾により、アカマツについては設定当時の毎木調査の結果により、またカラマツについては 1 区画の概査の結果により、樹幹距離および ha あたりの本数を計算してみた。

	アカマツ	カラマツ
傾斜の方位	南東～南西	北西
傾斜角 (β)	南にたいして約 15°	北にたいして約 25°
樹高 (H) — 枝下高 (a)	4.8 m	9.0 m
クローネ直径 (C)	4.4 m	5.8 m
クローネ形成角度	65.4°	72.1°
計算式	$D = \frac{(H-a) - \frac{C}{2} \tan \beta}{\tan \alpha + \tan \beta} + \frac{C}{2}$	$D = \frac{(H-a) + \frac{C}{2} \tan \beta}{\tan \alpha - \tan \beta} + \frac{C}{2}$

36°N における時期別 日南中高度 (α)	樹幹距離 (D) (m)	本数/ha	樹幹距離 (D) (m)	本数/ha
夏至 77.5°	[3.1]	[1,024]	[5.5]	[324]
立夏(立秋) 70.3°	[3.6]	[784]	7.3	196
4 月上旬 約 60°	—	—	11.1	81
春分(秋分) 54.0°	4.8	441	14.3	49
立春(立冬) 37.7°	6.2	256	36.7	9
冬至 30.6°	7.1	196	84.4	1

(注) [] 内の数字は計算上の値で、上記のクローネ幅から考えて、現実にはありえない。

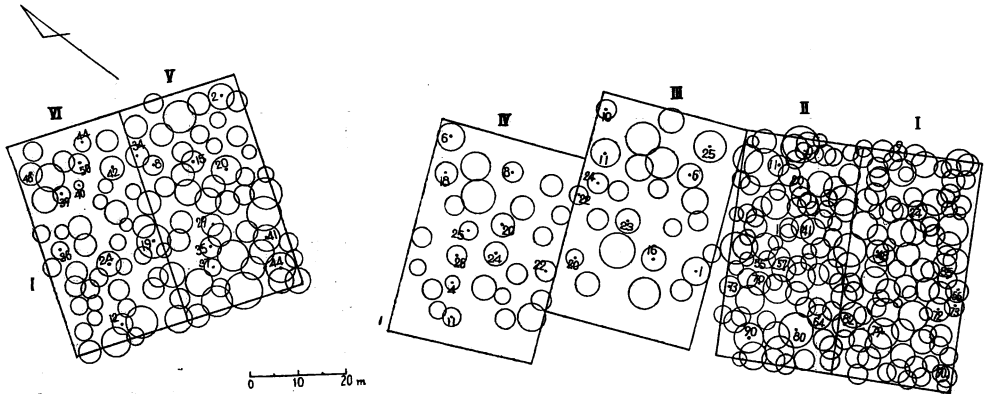
アカマツについては、すくなくとも成長をはじめの直前からクローネの南側全体に陽光があたるようにするという考え方で、弱度間伐区の ha あたり本数を 400 本とし、年間をとおしてクローネの南側全体に陽光があたる ha あたり 200 本を強度間伐区とした。設定したときの ha あたりの平均本数は約 750 本であったから、弱度間伐区はおよそ半分、強度間伐区はおよそ 1/4 になるわけである。

一方カラマツについては、新葉をひらいて成長期にはいる時期に、クローネの南側全体に陽光があたるようにすれば十分だと考えて、強度間伐区を ha あたり 100 本とし、これと当初本数の ha あたり約 400 本のあいだに、ha あたり 200 本の弱度間伐区を設けた。ha あたり 200 本にすると、この林分の場合、

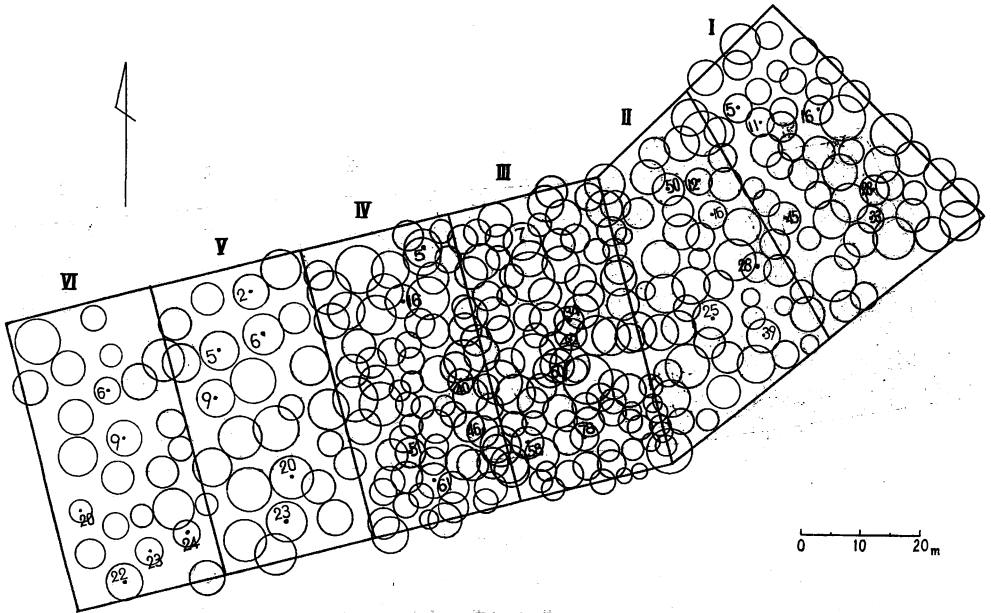
Table 8. アカマツ, カラマツ採種林試験地における施業, 調査一覧表
Summarized table of major treatments and surveys for
pine and larch experimental stands.

ア カ マ ツ <i>Pinus densiflora</i>		
東京営林局笠間営林署 Kasama District Office, Tokyo Regional Office		
年 月 Time	施業または調査	Treatment or survey
1961. 12	試験地設定	First survey for the experimental area
1962. 2	区画一部修正 間伐 { 無間伐区 約750本/ha 弱度間伐区 約400本/ha 強度間伐区 約200本/ha	Partially revising the area Thinning { Non-thinned ca. 750 trees/ha Thinned ca. 400 trees/ha Heavily thinned ca. 200 trees/ha
1962. 4	施肥 { 尿素 N量 66kg/ha 過石 P ₂ O ₅ 量 200kg/ha 塩加 K ₂ O量 200kg/ha	Fertilizing { Urea 66kg/ha as N Calcium superphosphate 200kg/ha as P ₂ O ₅ Potassium chloride 200kg/ha as K ₂ O
1962. 10	結実・成長調査	First survey for cone crop
1962. 12	施肥 { 尿素 N量 30kg/ha 過石 P ₂ O ₅ 量 50kg/ha 塩加 K ₂ O量 15kg/ha 珪酸石灰(CaO:40%) 1,000kg/ha	Fertilizing { Urea 30kg/ha as N Superphosphate Ca 50kg/ha as P ₂ O ₅ Potassium chloride 15kg/ha as K ₂ O Calcium silicate (Calcium oxide : 40%) 1,000kg/ha
1963. 5	施肥 { 尿素 N量 100kg/ha 過石 P ₂ O ₅ 量 200kg/ha 塩加 K ₂ O量 200kg/ha	Fertilizing { Urea 100kg/ha as N Superphosphate Ca 200kg/ha as P ₂ O ₅ Potassium chloride 200kg/ha as K ₂ O
1963. 10	結実・成長調査	Second survey for cone crop
1963. 12	施肥 (1962. 12 におなじ)	Fertilizing—the same as those in 1962. 12.
1964. 5	施肥 { 尿素 N量 50kg/ha 過石 P ₂ O ₅ 量 150kg/ha 塩加 K ₂ O量 150kg/ha	Fertilizing { Urea 50kg/ha as N Superphosphate Ca 150kg/ha as P ₂ O ₅ Potassium chloride 150kg/ha as K ₂ O
1964. 10	結実・成長調査	Third survey for cone crop
カ ラ マ ツ <i>Larix leptolepis</i>		
長野営林局白田営林署 Usuda District Office, Nagano Regional Office		
年 月 Time	施業または調査	Treatment or survey
1961. 11	試験地設定	First survey for the experimental area
1962. 5	施肥 { 硫安 N量 50kg/ha 過石 P ₂ O ₅ 量 150kg/ha 塩加 K ₂ O量 100kg/ha	Fertilizing { Ammonium sulphate 50kg/ha as N Superphosphate Ca 150kg/ha as P ₂ O ₅ Potassium chloride 100kg/ha as K ₂ O
1962. 9	成長調査 施肥 珪酸石灰(CaO:40%)1,000kg/ha	Surveying growth Fertilizing calcium silicate(calcium oxide : 40%)1,000kg/ha
1962. 10	間伐 { 無間伐区 約400本/ha 弱度間伐区 約200本/ha 強度間伐区 約100本/ha	Thinning { Non-thinned ca. 400 trees/ha Thinned ca. 200 trees/ha Heavily thinned ca. 100 trees/ha
1963. 6	施肥 (1962. 5 におなじ)	Fertilizing —the same as those in 1962. 5.
1963. 9	成長調査 施肥 珪酸石灰 1,000kg/ha	Surveying growth Fertilizing calcium silicate 1,000kg/ha
1964. 5	施肥 (1962. 5 におなじ)	Fertilizing —the same as those in 1962. 5.
1964. 6	環状剥皮処理 6本×12プロット=72本	Girdling 6 trees in each plot*
1964. 9	施肥 珪酸石灰 1,000kg/ha	Fertilizing calcium silicate 1,000kg/ha

* The result of girdling test will be reported later.



い小班 Block A



は小班 Block B

Fig. 7 アカマツ試験地における試験木の位置とクローネの大きさ

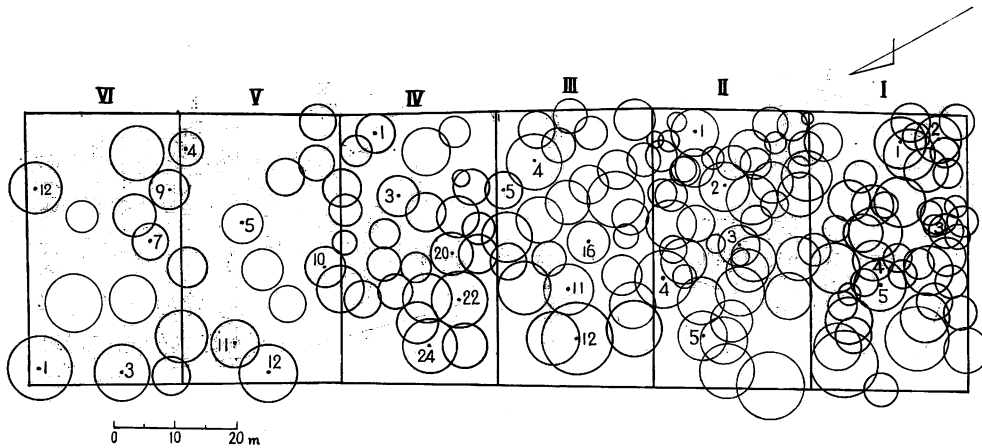
Location of all the trees and their crown area in pine experimental stands. The crown area of each tree is shown as a circle with a diameter of its averaged crown width. The number in a circle shows the sample trees for collecting and counting methods.

5月上旬から8月上旬までは、クローネの南側全体に陽光が当たることになる。

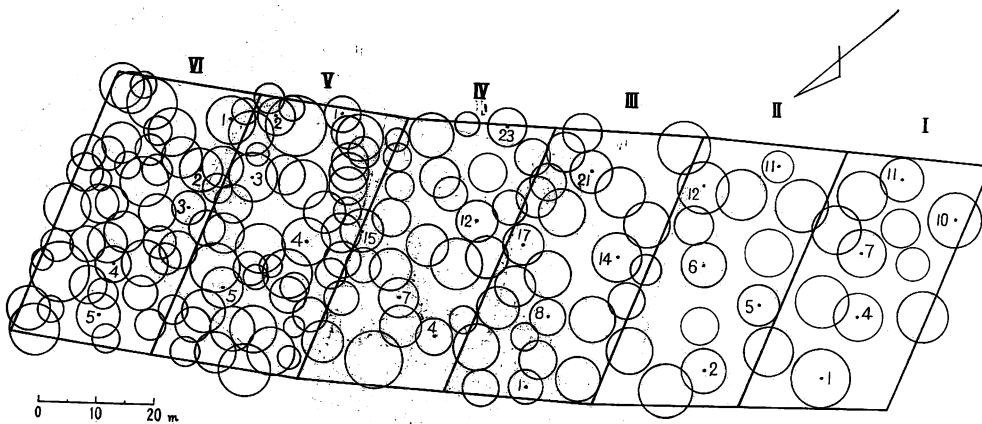
いずれの林分とも、もともと部分的に疎密があったので、間伐木をきめる際になるべく密度がおなじになるようにはしたが、残存木は位置図 (Fig. 7 および Fig. 8) にしめすように部分的にかたよって配置されている。

(1) アカマツ試験地の間伐

Table 2 にしめすように、各プロット内の当初本数はかなりちがっていたので、いろいろな条件を考慮して試験区の配置をきめた。ことに各試験区の周縁に移行帯を設ける面積的なゆとりがなかったので、



Block S



Block N

Fig. 8 カラマツ試験地における試験木の位置とクローネの大きさ

Location of all the trees and their crown area in larch experimental stands. The crown area of each tree is shown in the same way as in Fig. 7. The number in a circle shows the sample tree.

隣接プロットからの影響をできるだけ小さくするように考え、また区域外についてもいくらか間伐して、本数条件を調整した。

間伐は昭和37年2月に行なったが、各区の間伐率、間伐後のクローネ占有面積の割合は Table 9 のとおりである。

(2) カラマツ試験地の間伐

アカマツの場合とおなじように、各プロットの実情、試験区相互間の影響を考へて、Table 5 のように試験区をきめた。間伐は、昭和37年春に行なう予定であったが、現地の事情により、同年10月に実施された。本調査の際の調査資料にもとづく各区の間伐率、間伐後のクローネ占有面積の割合は Table 10 のとおりである。

5-2. 施肥についての考え方と実施方法

Table 9. アカマツ試験地の区画別間伐率とクローネ占有率
Thinning ratio of tree number and crown-occupied area
in each plot of pine experimental stands.

プロック Block	プロット Plot	処理 Treatment		当初本数 Original trees per plot	試験木本数 Remaining trees per plot	ha あたり 本数 Tree number per ha	本数間伐率 Thinning ratio of tree number	クローネ占有面積 Crown-occupied area	
		間伐 Thinning	施肥 Fertilizing					プロットあたり m ² /plot*	無間伐にたいする割合 Ratio to non-thinned in each block
い小班 A	I	無間伐 Non-thinned	Fertilized	99	99	792	0%	1,479	100%
	II	無間伐 Non-thinned	Non-fertilized	91	91	728	0	1,473	100
	III	強度間伐 Heavily thinned	Fertilized	111	25	200	77	514	35
	IV	強度間伐 Heavily thinned	Non-fertilized	107	27	216	75	418	28
	V	弱度間伐 Thinned	Fertilized	96	50	400	48	926	63
	VI	弱度間伐 Thinned	Non-fertilized	125	50	400	60	701	47
は小班 B	I	弱度間伐 Thinned	Non-fertilized	79	50	400	37	1,002	63
	II	弱度間伐 Thinned	Fertilized	92	50	400	46	1,005	64
	III	無間伐 Non-thinned	Non-fertilized	92	91**	728	0	1,578	100
	IV	無間伐 Non-thinned	Fertilized	76	76	608	0	1,526	97
	V	強度間伐 Heavily thinned	Non-fertilized	73	25	200	66	728	46
	VI	強度間伐 Heavily thinned	Fertilized	72	25	200	65	501	32

* The crown area of each tree was calculated as a circle with a diameter of its averaged crown width. Refer to Fig 7.

** One dead tree was cut down.

採種林の肥培管理については、2節に紹介したように、ことに欧米において多くの研究報告がみられるが、肥料設計、施肥の効果などはきわめてまちまちである。本試験ではこれらの資料を参考にし、また各試験地の土壌の性質を考慮して、樹種別にそれぞれ下記のような施肥を行なった。なお肥料の施肥方はいずれも次のようである。施用量の2/3は、プロット内に5m間隔に深さ10~15cm、幅約20cmの溝を掘り、これに施用して土をかけた。残りの1/3は地表全面に散布した。

(1) アカマツ

アカマツ試験地は土壌条件が悪かったので、リン酸・カリは、それぞれ要素量でhaあたり200kgとし、また窒素は窒素過多による結実への悪影響を考慮して、とりあえず要素量でhaあたり66kgを施用することにした。これらの施肥は、林分の栄養状態を現在より高め、連年にわたり種子生産をおこなわせるために行なったものであり、したがって早春に行なうこととした。また球果採取後には採種木の栄養回復を期待し、種子生産により消費された3要素を補なうという考え方から秋にも施用することにした。石灰は落葉や下草類の分解促進をかねて、秋にhaあたり1,000kgを施用した。

(2) カラマツ

カラマツ試験地は土壌条件がアカマツ試験地よりよかったので、早春にhaあたり窒素50kg、リン酸

Table 10. カラマツ試験地の区画別間伐率とクローネ占有率
Thinning ratio of tree number and crown-occupied area
in each plot of larch experimental stands.

プロック Block	プロット Plot	処 理, Treatment		当初本数 Original trees per plot	試験木本数 Remaining trees per plot	ha あたり 本 数 Tree number per ha	本数間伐率 Thinning ratio of tree number	クローネ占有面積 Crown-occupied area	
		間 伐 Thinning	施 肥 Fertilizing					プロット あたり m ² /plot*	無間伐にたいする割合 Ratio to non-thinned in each block
S	I	無 間 伐 Non-thinned	Fertilized	49	48**	392	0%	1,443	100%
	II	無 間 伐 Non-thinned	Non-fertilized	48	48	384	0	1,447	100
	III	弱 度 間 伐	Fertilized	49	26	208	47	1,026	71
	IV	Thinned	Non-fertilized	54	25	200	54	748	51
	V	強 度 間 伐 Heavily thinned	Fertilized	46	12	96	74	410	28
	VI	強 度 間 伐 Heavily thinned	Non-fertilized	54	12	96	78	571	40
N	I	強 度 間 伐 Heavily thinned	Fertilized	37	12	96	68	628	40
	II	強 度 間 伐 Heavily thinned	Non-fertilized	37	12	96	68	570	37
	III	弱 度 間 伐	Fertilized	42	24	192	43	923	59
	IV	Thinned	Non-fertilized	53	25	200	53	850	55
	V	無 間 伐 Non-thinned	Fertilized	47	47	376	0	1,553	100
	VI	無 間 伐 Non-thinned	Non-fertilized	46	46	368	0	1,505	97

* Refer to the note with an asterisk below Table 9.

** One dead tree was cut down.

150 kg, カリ 100 kg を施用することにした。石灰は、アカマツ林と同じように ha あたり 1,000 kg を秋施用した。

6. 成長および結実の調査方法

試験区内の全本数について詳細な測定を行なうことは實際上不可能なので、それぞれ調査木を選定して、これらについて次のような方法で調査を行なった。

6-1. 成長調査

はじめ1プロットあたり5本の調査木をえらんだが、アカマツについては、昭和38年10月の調査から1プロットあたり6本とした。

(1) 樹高：巻尺と測量用の組立てポールをもちいて1cm単位で実測する。

全樹高(H)：胸高位置（色ペンキで印付け）までの高さ(H-1.20)mを測定し、あとから(測定値+1.20)mを計算する。2年目からは、次項の伸長量を加えて樹高とする。

伸長量(ΔH)：測定できる場合には巻尺で直接はかり、梢まで登れない場合には、ポールをあてて概測する。

(2) 枝下高(cL): 原則として最下枝 (色ペンキで印付け) までの高さを, 巻尺をもちいて 1 cm 単位で実測する。実際には, 胸高位置までの高さ ($cL-1.20$)m を測定し, あとから (測定値+1.20)m を計算する。2 年目からは最下枝が枯れたものだけについて測定する。

(3) クローネの大きさ

クローネの高さ (CH): ($H-cL$)m で計算する。

クローネの幅 (CR): 傾斜の上側 (CR_1), 傾斜の上側からみて右手 (CR_2), 傾斜の下側 (CR_3), のこった方向 (CR_4) の 4 方向について, もっともながい 1 次枝のつけねと先端をむすぶ直線距離を, ポールで実測する。ただし昭和 37 年秋だけを測定してあるので, 続報で 5 年後の値と比較して報告する。

(4) 直径: 直径巻尺をもちいて 0.5 cm 単位で測定する。

胸高直径 (DBH): 胸高位置 (1.20 m) の直径。

樹高の $\frac{1}{3}$ 高の直径 ($D \frac{H}{3}$): 昭和 36 年秋の樹高の下から $\frac{1}{3}$ の高さ (ペンキで印付け) の直径。

樹高の $\frac{2}{3}$ 高の直径 ($D \frac{2H}{3}$): 同上の下から $\frac{2}{3}$ の高さ (ペンキで印付け) の直径。

このほかアカマツでは, 各プロットごとに任意にえらんだ 16~20 本について, 胸高直径を測定した。

6-2. アカマツ試験地の結実調査

採種林の結実量をもとめる場合, まず単木の結実量をどのようにしらべるかが問題になるが, いずれにしても全立木を調査することは現実的になかなかむずかしいので, 調査木をきめて, それらについていろいろな方法で調査することがおおい。この場合, 調査木の本数をどのくらいにすべきかであるが, 理論的には, 一度全体の結実量のバラツキをしらべて, それにもとづいて調査木本数をきめるべきである。すでに紹介したように, 松浦¹²⁾ はトドマツについての資料をもとにして, 1,000 本の林分の結実量を推定する場合, 精度を 0.20 にすると, 20~25本の調査木についてしらべればよいとしている。また GYSEL (1958)⁶⁸⁾ はカシ類について, 同一林分の結実量を推定する場合にはすくなくとも 15 本必要であるとしており, この場合にも標準誤差は平均値の 10~25% になっている。しかしここでは, 調査期間が限られていた関係で, は小班は 1 プロットあたり 6 本, い小班は 37 年秋だけ 1 プロット 6 本, 38 年以後は 10 本の調査木について測定することにした。

単木の結実量のしらべ方についても, これまでいろいろな方法がしられているが, ここでは, は小班については全球果をもぎとる方法, い小班については樹上でかぞえる方法を採用した。数をかぞえる方法によれば, 枝をいためないですみ, したがって将来の結実量に影響することはないが, 針葉が密な場合には球果をかぞえにくく, とくに球果数が多いときほどみおとす割合が大きいがわかった。

(1) 球果採取法による調査

鉄製組立登木器*(写真 5, 6) によって調査木にのぼり, 高枝切 (写真 7) とよばれるハサミをつかって, なるべく枝を切らないよう全球果を採取した。しかし, 実際にはかなり小枝を切らなければならなかったもので, 幼球果や冬芽の中にあるはずの花芽も切りおとしていないはずである。

* 王子製紙工業株式会社林木育種研究所所長千葉茂氏が考案された。

(2) 球果計数法による調査

上の場合とおなじように調査木にのぼり、梢端から1次枝階に番号をつけ、枝階——1次枝別に球果をかぞえて総数をもとめた。球果をかぞえたあと、球果、タネの形質をしらべるために、一部の球果をもぎとったが、とくに多く結実したものをのぞいて、調査に十分な数をとることはむずかしかった。

(3) クローネ直下からの球果計数法による調査

クローネの直下からみえる球果をかぞえた。クローネの下からであれば、もっと多くの球果を数えることができるが、立木密度がちがうとおなじように調査できないので、どの区もクローネの直下をまわって数えられるだけのものとした。しかし、針葉の疎密によってかなり見え方がちがうこともたしかである。下から双眼鏡で球果数をかぞえ、これに係数(1.5)をかけて全球果数をもとめている例(FOWELLS & SCHUBERT, 1956)⁵⁶⁾もあるが、ここでは一応なまの測定値を示す。

(4) 調査年度、調査方法ごとの調査木本数

前項のクローネ直下からの計数法を概数法とよぶことにして、は、い両小班の1プロットあたりの調査木本数を一覧表にすると次のとおりである。

(年度)	(調査期間)	(は小班)		(い小班)	
		(採取法)	(概数法)	(計数法)	(概数法)
昭和37年	10月8日~18日	6本	19本	6本	20本
昭和38年	10月3日~10日	6	16	10	20
昭和39年	10月7日~15日	6	16	10	20

ただし、昭和37年の概数法調査木は、い小班の一部をのぞいてほかの2法のものとは別であるが、昭和38年、39年の同法調査木は、ほかの2法の調査木をふくんでいる数である。

また採取法、計数法とも、6本は昭和37年から固定、計数法ののこり4本と、は、い両小班の概数法

Table 11. 球果乾燥器によるアカマツの
Quality of pine seeds extracted by a specially

個体番号 Tree No.	N-5 ^{*5}					い 小 班 混 合 Mixture from Block A ^{*6}				
	項目 Items	時間 Time ^{*1}	タネの重さ Seed wgt. ^{*2}	割合 % ^{*3}	1,000粒重 1,000-Seed wgt.	発芽率 G.P. ^{*4}	時間 Time ^{*1}	タネの重さ Seed wgt. ^{*2}	割合 % ^{*3}	1,000粒重 1,000-Seed wgt.
乾燥方法 Drying method	陽 光 Sunlight drying	—	g	—	g	%	—	g	—	g
人 工 Artificial heating	12	3,300	1.0	7.22	—	4	65,295	18.6	6.65	
	8	205,932	63.6	8.25	87.5	4	151,937	43.3	6.94	
	6	99,610	30.7	8.10	95.0	4	109,499	31.2	6.73	
	4	24,398	6.9	6.36						
球果にのこったタネ Remaining seeds in cones	—	15,150	4.7	—	—	—	—	—	—	

(Notes) ^{*1} Time for drying in hours, without special note. ^{*2} Weight of seeds extracted in 28 days. ^{*3} Initial water content of cones was ca. 83% in dry basis (ca. 45% in basis).

専用調査木それぞれ 10 本とは、昭和 38 年から固定した。

(5) 球果、タネの形質調査

採取した球果は、林業試験場にもちかえて次のような調査を行なった。

球果：数、量、重さ、大きさ、3要素含有率

タネ：重さ、量、数、1,000

粒重、1球果あたり

のタネの重さと粒

数、発芽勢、発芽率、

3要素含有率

ただし、3要素含有率は別に報告する予定である。

(6) タネの調製方法

重さをはかった球果は、数日間陽光乾燥したあと、試作したいわゆるタンブラー (tumbler) を内蔵した球果乾燥器 (Fig. 9) にかけて、50°C 以下で球果を乾燥しながらタネをおとした。こころみに、あるオヤ木の球果については、陽光乾燥を行なわないで

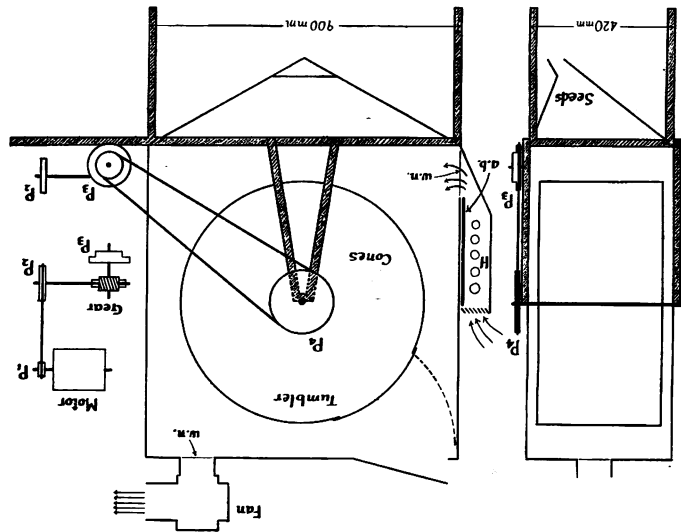


Fig. 9 球果乾燥器概略図

Cone drier with tumbler, installed with a heating unit and ventilation fan. A heating unit consists of three 300-watt heaters and a variable 1,000-watt heater. Tumbler of 10 rotations per minute is covered with a 4-mesh wire netting which is changeable. H: heaters, P: pulleys, a. b. : asbestos board, w. n. : wire netting.

タネの調製結果

designed cone-drier, as shown in Fig. 9.

I-45					II-16					IV-5				
時間 Time	タネの重 Seed wgt.*2	割合 %*3	1,000粒重 1,000-Seed wgt.	発芽率 G.P.*4	時間 Time	タネの重 Seed wgt.*2	割合 %*3	1,000粒重 1,000-Seed wgt.	発芽率 G.P.*4	時間 Time	タネの重 Seed wgt.*2	割合 %*3	1,000粒重 1,000-Seed wgt.	発芽率 G.P.*4
days	g		g	%	days	g		g	%	days	g		g	%
4	10,108	9.2	6.31	87.0	10	16,197	9.6	6.75	94.5	7	6,880	3.3	6.17	85.8
2.5	81,581	73.8	5.95	88.8	2.5	113,338	67.3	6.73	91.8	4	141,768	67.5	5.67	95.3
2.5	18,782	17.0	5.82	83.8	3	26,269	15.6	6.33	92.0	4	59,243	28.2	6.53	89.0
										4	1,742	0.8	6.07	—
—	—	—	—	—	—	12,603	7.5	—	—	—	0.350	0.2	—	—

during the indicated drying time. *3 Percentage to the total. *4 Germination percent green basis). *6 Initial water content of cones was ca. 46% in dry basis (ca. 31% in green

この球果乾燥器にかけてみたが、この場合のタネのおち方とその品質は Table 11 のとおりであった。

7. 3年間の調査結果

7-1. アカマツ試験地の成長量の推移

調査木についての3年間の成長調査の結果は Table 12 のとおりであるが、これと Table 2 にしめし

Table 12. アカマツ試験地の調査木に
Surveying data on 6 sample trees per plot for three

い小班 Block A

プロット Plot	処 理 Treatment		年度 Year	樹 高 Total height	伸 長 量 Annual in- crease of height	胸高直径 Diameter at breast height	$D-\frac{H}{3}$	$D-\frac{2H}{3}$	枝 下 高 Clear length	クローネ高 Crown height
	間伐 Thin- ning	施肥 Ferti- lizing								
				m m	m m	cm cm	cm cm	cm cm	m m	m m
I	NT	F	1962	19.34±1.40	0.15±0.05	26.8±3.8	21.3±2.7	16.1±1.9	13.09±0.82	6.25±1.21
			1963	19.52±1.42	0.18±0.06	26.8±3.8	21.7±3.0	16.3±2.0	13.27±0.96	6.25±1.21
			1964	19.72±1.41	0.21±0.05	26.8±3.8	22.1±3.1	16.5±2.2	13.38±1.10	6.34±1.36
II	NT	N	1962	19.00±1.28	0.19±0.06	28.5±4.4	21.8±2.4	16.0±2.1	12.51±0.26	6.50±1.25
			1963	19.13±1.31	0.13±0.07	28.6±4.6	21.8±2.4	16.0±2.1	12.51±0.26	6.62±1.28
			1964	19.27±1.31	0.14±0.04	28.7±4.5	21.8±2.4	16.2±2.0	12.72±0.47	6.56±0.97
III	HT	F	1962	15.77±1.46	0.12±0.04	25.5±0.8	21.2±1.5	15.1±1.5	10.18±0.93	5.59±0.82
			1963	15.88±1.77	0.12±0.05	25.7±0.9	21.3±1.6	15.3±1.2	10.18±0.93	5.70±0.85
			1964*	15.50±1.09	0.07±0.03	25.6±0.7	21.3±1.4	15.9±1.4	10.00±0.92	5.50±0.59
IV	HT	N	1962	16.06±1.66	0.14±0.05	25.2±1.3	20.7±1.2	14.8±1.3	9.31±1.17	6.75±0.77
			1963	16.19±1.71	0.13±0.07	25.3±1.3	20.7±1.2	14.9±1.2	9.31±1.17	6.88±0.82
			1964	16.28±1.73	0.09±0.02	25.8±1.5	21.0±1.2	15.2±1.3	9.70±1.55	6.58±0.73
V	T	F	1962	18.96±1.12	0.15±0.03	28.3±2.0	22.8±1.3	16.4±1.5	13.13±1.04	5.83±0.65
			1963	19.09±1.11	0.13±0.02	28.4±2.2	22.8±1.3	16.5±1.5	13.13±1.04	5.95±0.65
			1964	19.23±1.14	0.14±0.07	28.7±2.3	23.1±1.2	17.1±1.4	13.13±1.04	6.09±0.69
VI	T	N	1962	17.60±1.06	0.18±0.05	27.8±3.2	22.8±2.7	15.9±1.3	10.44±1.16	7.16±1.08
			1963	17.76±1.03	0.16±0.06	28.1±3.0	23.2±2.7	16.0±1.3	10.44±1.16	7.32±1.06
			1964	17.91±1.02	0.15±0.02	28.3±3.2	23.6±2.5	16.5±1.4	10.63±1.17	7.28±0.83

- (Notes) 1. NT : Non-thinned, T : Thinned, HT : Heavily thinned.
 2. F : Fertilized, N : Non-fertilized.
 3. $D-\frac{H}{3}$ or $D-\frac{2H}{3}$ means the diameter at one third of a total height or at two thirds, respectively.

Table 13. アカマツ試験地の各プロットから任意に
Surveying data on DBH of randomly sampled 16 to 20 trees per

い 小 班 Block A

プロット Plot	処 理 Treatment	年 度 Year	胸 高 直 径 DBH	プロット Plot	処 理 Treatment	年 度 Year	胸 高 直 径 DBH
			cm cm				cm cm
I	NT-F	1962	24.9±3.8	IV	HT-N	1962	22.6±3.7
		1963	26.0±3.0			1963	23.2±3.0
		1964	26.0±3.3			1964	23.6±3.0
II	NT-N	1962	23.4±5.2	V	T-F	1962	25.6±3.7
		1963	25.7±6.4			1963	25.4±2.8
		1964	26.7±6.3			1964	25.9±2.7
III	HT-F	1962	26.1±6.2	VI	T-N	1962	23.9±5.8
		1963	26.7±6.0			1963	24.3±3.7
		1964	27.4±6.4			1964	24.3±3.7

- (Note) 1. The same trees were surveyed for 1963 and 1964.

た試験地設定のときの資料をくらべると、3年間の成長の推移がわかる。これまでの調査結果では、間伐の程度、施肥によって、とくに成長に影響があらわれているとはいえないようである。

また各プロットに任意にえらんだ16~20本について測定した胸高直径をくらべてみても、施肥方法のあいだに差はみとめられない (Table 13)。

ついでに3年間の成長資料
years (1962 to 1964) in pine experimental stands.
は小班 Block B

プロット Plot	処 理 Treatment		年 度 Year	樹 高 Total height	伸 長 量 Annual in- crease of height	胸高直径 Diameter at breast height	$D \frac{H}{3}$		$D \frac{2H}{3}$		枝 下 高 Clear length		クローネ高 Crown height	
	間伐 Thin- ning	施肥 Ferti- lizing					cm	cm	cm	cm	m	m	m	m
I	T	N	1962	18.36±1.15	0.15±0.05	25.8±1.6	21.8±1.5	16.8±1.6	12.68±0.58	5.67±1.17				
			1963	18.49±1.14	0.13±0.06	26.0±1.6	21.8±1.7	16.9±1.5	12.68±0.58	5.81±1.24				
			1964	18.64±1.10	0.15±0.05	26.5±1.6	22.3±1.7	17.3±1.5	12.78±0.42	5.87±1.02				
II	T	F	1962	18.26±0.61	0.18±0.07	27.6±0.9	22.8±1.0	15.6±0.9	11.73±0.80	6.54±0.93				
			1963	18.40±0.60	0.14±0.09	27.9±0.9	23.0±1.0	15.8±0.9	11.73±0.80	6.68±0.95				
			1964	18.58±0.64	0.18±0.09	28.3±0.9	23.0±1.0	16.2±0.8	11.73±0.80	6.86±1.02				
III	NT	N	1962	17.40±1.20	0.18±0.08	26.4±1.8	22.4±1.8	15.5±1.0	10.88±1.26	6.53±1.12				
			1963	17.59±1.21	0.19±0.05	27.0±1.9	22.4±1.8	15.7±1.1	11.01±1.22	6.58±1.31				
			1964	17.76±1.22	0.17±0.04	27.3±1.9	23.1±2.1	16.3±1.2	11.01±1.22	6.75±1.32				
IV	NT	F	1962	17.70±0.57	0.17±0.07	26.0±1.5	21.8±0.8	15.6±1.2	11.29±0.85	6.41±0.58				
			1963	17.85±0.57	0.15±0.03	26.2±1.5	21.8±0.8	15.7±1.1	11.29±0.85	6.56±0.58				
			1964	18.03±0.54	0.18±0.06	26.4±1.5	22.0±0.6	16.0±1.0	11.29±0.85	6.74±0.63				
V	HT	N	1962	18.91±0.96	0.14±0.02	30.8±1.9	25.3±1.8	18.3±1.4	11.76±0.73	7.15±1.03				
			1963	19.03±0.95	0.13±0.02	31.2±2.2	25.7±1.6	18.5±1.4	11.76±0.73	7.27±1.01				
			1964	19.15±0.92	0.13±0.05	31.3±2.1	26.1±1.7	19.2±1.4	11.99±0.56	7.16±0.92				
VI	HT	F	1962	19.15±1.00	0.18±0.06	28.3±1.4	23.3±1.3	16.6±1.2	12.23±1.16	6.92±0.70				
			1963	19.29±1.00	0.14±0.05	28.3±1.4	23.3±1.5	16.7±1.2	12.23±1.16	7.06±0.74				
			1964	19.74±0.75**	0.15±0.04**	28.6±1.3	23.8±1.3	17.2±1.2	12.77±0.85	6.97±1.40				

* Showing the average of 5 sample trees, because the sample tree No. 1 fell down by the typhoon on Sept. 25, 1964.

** Showing the average of 5 sample trees, because the sample trees No. 22 and No. 23 fell down by the typhoon on Sept. 25, 1964, and H and Δ H could not be surveyed on No. 23 tree.

えらんだ16~20本の胸高直径測定結果
plot for three years (1962 to 1964) in pine experimental stands.

は 小 班 Block B									
プロット Plot	処 理 Treatment	年 度 Year	胸高直径 DBH		プロット Plot	処 理 Treatment	年 度 Year	胸高直径 DBH	
			cm	cm				cm	cm
I	T-N	1962	26.8±4.2		IV	NT-F	1962	25.3±4.1	
		1963	26.7±2.4				1963	26.4±3.9	
		1964	27.0±2.4				1964	26.3±3.0	
II	T-F	1962	25.2±4.4		V	HT-N	1962	27.5±4.6	
		1963	28.1±3.6				1963	28.5±3.9	
		1964	28.5±3.7				1964	28.5±4.4	
III	NT-N	1962	22.2±4.4		VI	HT-F	1962	26.5±4.4	
		1963	23.3±4.1				1963	27.6±3.7	
		1964	23.7±4.3				1964	28.3±3.6	

Table 14. アカマツ試験地, は小班の
Summarized table of cone and seed crop from each sample
for three years

プロット Plot	調査木 番号 Tree No.	球 果 Cone										
		重 さ Weight			数 Number			1 個 の 平均 重 Average wgt. per cone			重 さ Weight	
		1962	1963	1964	1962	1963	1964	1962	1963	1964	1962	1963
I	5	793	15	304	129	3	58	6.15	5.00	5.24	27.8	0.8
	11	1,518	37	631	304	10	174	4.99	3.70	3.63	83.4	2.3
	16	343	25	1,407	77	6	283	4.45	4.17	4.97	15.4	1.6
	28	237	486	233	35	85	51	6.77	5.72	4.56	10.6	17.2
	33	74	23	86	18	17	33	4.11	1.35	2.61	2.0	0.1
	45	2,981	236	3,942	539	40	770	5.53	5.90	5.12	114.1	10.1
Avg. of (I)		991	137	1,101	184	27	228	5.40	5.11	4.82	42.2	5.4
II	12	806	409	3,055	108	45	402	7.46	9.09	7.60	31.3	20.8
	16	3,707	2,350	4,003	564	388	596	6.57	6.06	6.72	172.9	115.9
	25	397	854	3,287	63	165	528	6.30	5.18	6.22	19.9	50.9
	28	1,348	19	1,839	248	5	291	5.44	3.80	6.32	89.0	1.1
	39	363	24	2,196	51	4	344	7.12	6.00	6.38	13.1	1.4
	50	390	181	3,007	65	36	512	6.00	5.03	5.87	15.6	9.7
Avg. of (II)		1,169	640	2,898	183	107	446	6.39	5.97	6.50	57.0	33.3
Avg. of (I+II)		1,080	388	1,999	183	67	337	5.89	5.79	5.94	49.6	19.3
III	7	377	95	115	85	31	70	4.44	3.06	1.64	9.5	4.2
	34	58	48	48	10	12	11	5.80	4.00	4.36	2.9	2.1
	42	106	292	80	21	72	17	5.05	4.06	4.68	5.3	16.5
	50	67	433	161	7	54	21	9.57	8.02	7.68	2.9	20.7
	58	2,055	49	307	292	8	50	7.04	6.13	6.13	81.9	2.2
	78	641	107	226	132	22	53	4.86	4.86	4.26	24.1	4.8
Avg. of (III)		551	171	156	91	33	37	6.04	5.15	4.22	21.1	8.4
IV	5	6,144	458	508	828	77	88	7.42	5.95	5.77	223.8	24.0
	16	527	187	372	137	38	72	3.85	4.92	5.16	29.6	11.4
	40	1,122	988	1,066	272	265	203	4.13	3.73	5.25	33.0	11.7
	46	339	140	761	41	16	91	8.27	8.75	8.36	13.4	6.7
	51	1,262	31	2,882	215	5	416	5.87	6.20	6.93	54.6	1.9
	61	326	115	564	65	21	113	5.02	5.48	4.99	14.3	6.2
Avg. of (IV)		1,620	320	1,026	260	70	164	6.24	4.55	6.26	61.5	10.3
Avg. of (III+IV)		1,085	245	591	175	52	100	6.19	4.74	5.88	41.3	9.4
V	2	282	213	391	48	31	97	5.88	6.87	4.03	11.5	7.7
	5	688	532	4,159	152	135	1,167	4.53	3.94	3.56	23.3	16.0
	6	2,153	104	3,247	534	33	1,031	4.04	3.15	3.15	44.4	1.9
	9	665	163	1,134	89	31	192	7.47	5.26	5.90	29.1	7.4
	20	239	12	1,900	39	3	389	6.13	4.00	4.88	9.6	0.9
	23	358	16	162	72	5	42	4.97	3.20	3.85	17.5	0.9
Avg. of (V)		732	173	1,832	156	40	486	4.70	4.37	3.77	22.6	5.8
VI	6	473	676	3,529	81	128	576	5.84	5.28	6.13	16.7	14.9
	9	2,542	8	8,333	470	1	1,435	5.41	8.00	5.81	119.3	0.5
	20	1,233	933	8,740	150	153	1,202	8.22	6.10	7.27	50.1	46.8
	22	31	190	890	4	34	119	7.75	5.59	7.48	1.0	9.6
	23	13	62	388	3	15	71	4.33	4.13	5.46	0.6	3.5
	24	2,712	218	582	534	51	112	5.08	4.27	5.20	123.4	14.0
Avg. of (VI)		1,167	348	3,744	207	64	586	5.64	5.46	6.39	51.8	14.9
Avg. of (V+VI)		950	261	2,788	181	52	536	5.24	5.04	5.20	37.2	10.3
Avg. of (I+III+V)		757	160	1,029	144	33	282	5.28	4.83	4.11	28.6	6.5
Avg. of (II+IV+VI)		1,319	436	2,555	217	80	398	6.09	5.05	6.42	56.8	19.5

3年間の結実調査結果総括表
 tree in the pine experimental stand—Block B
 (1962 to 1964).

1964	タ			ネ			Seed					
	1,000粒重 1,000-seed weight			粒数 Number			1球果あたりのタネの重さ Seed wgt. per cone			1球果あたりのタネ数 Seed No. per cone		
	1962	1963	1964	1962	1963	1964	1962	1963	1964	1962	1963	1964
g	g	g	g				g	g	g			
12.6	6.83	7.23	6.45	4,066	110	1,956	0.215	0.265	0.219	32	37	34
23.8	5.29	5.16	4.73	15,764	446	5,034	0.274	0.230	0.137	52	45	29
69.0	5.99	5.24	5.67	2,570	312	12,175	0.200	0.273	0.244	33	52	43
9.9	5.79	6.01	5.33	1,822	2,859	1,849	0.301	0.202	0.192	53	34	36
1.3	5.49	5.18	6.21	373	28	204	0.114	0.009	0.037	21	2	6
133.3	5.96	6.17	5.65	19,136	1,630	23,584	0.212	0.251	0.175	36	41	31
41.6	5.79	5.96	5.58	7,289	898	7,467	0.230	0.199	0.184	40	33	33
174.5	5.40	9.26	9.05	5,797	2,248	19,286	0.290	0.463	0.434	54	50	48
150.7	6.64	7.47	9.45	26,036	15,516	15,948	0.307	0.299	0.265	46	40	28
154.2	8.36	9.34	9.98	2,382	5,486	15,450	0.316	0.309	0.289	38	33	29
105.9	7.71	8.26	8.43	11,542	138	12,559	0.359	0.228	0.362	47	28	43
90.4	7.84	8.31	9.26	1,675	174	9,765	0.258	0.361	0.259	33	44	28
132.1	6.32	6.44	6.79	2,466	1,505	19,461	0.240	0.269	0.258	38	42	38
134.6	6.85	7.99	8.74	8,316	4,173	15,412	0.311	0.311	0.306	45	39	35
88.1	6.36	7.62	7.71	7,803	2,535	11,439	0.270	0.288	0.262	43	38	34
9.4	5.68	4.57	7.93	1,672	930	1,188	0.112	0.137	0.135	20	30	17
1.7	5.49	5.48	5.07	521	387	328	0.286	0.177	0.157	52	32	31
4.5	5.35	5.89	5.69	999	2,807	794	0.255	0.230	0.267	48	39	47
5.6	8.38	7.45	7.09	345	2,773	790	0.413	0.382	0.269	5	51	38
14.2	8.63	9.53	8.18	9,486	234	1,738	0.280	0.279	0.286	32	29	35
8.6	4.91	6.47	6.67	4,910	745	1,288	0.182	0.219	0.160	37	34	24
7.3	7.06	6.43	7.18	2,989	1,313	1,021	0.231	0.256	0.201	33	40	28
21.1	5.91	9.44	7.88	37,875	2,547	2,681	0.270	0.312	0.236	46	33	30
20.3	5.78	7.06	8.07	5,126	1,611	2,518	0.216	0.299	0.282	37	42	35
35.0	4.93	5.28	5.72	6,687	2,221	6,126	0.121	0.044	0.172	25	8	30
9.6	7.29	8.71	4.64	1,833	765	2,066	0.326	0.416	0.107	45	48	23
124.9	7.01	9.05	9.11	7,789	215	13,706	0.254	0.389	0.301	36	43	33
24.1	6.43	7.56	7.15	2,230	819	3,367	0.221	0.295	0.215	34	39	30
39.2	5.99	7.57	7.71	10,257	1,362	5,077	0.237	0.147	0.239	39	19	31
23.3	6.23	7.00	7.63	6,623	1,338	3,049	0.235	0.181	0.232	38	26	30
11.7	6.05	5.52	4.66	1,895	1,395	2,514	0.239	0.248	0.121	39	45	26
158.0	5.77	5.29	5.26	4,031	3,029	30,032	0.153	0.119	0.137	27	22	26
34.6	6.45	6.27	4.38	6,887	299	7,908	0.083	0.057	0.035	13	9	8
45.6	6.88	5.70	6.71	4,234	1,302	6,798	0.327	0.240	0.235	48	42	35
79.3	6.74	5.46	4.59	1,681	165	17,284	0.247	0.300	0.202	43	55	44
7.6	6.19	5.84	5.85	2,819	161	1,299	0.242	0.188	0.181	39	32	31
56.1	6.28	5.49	5.12	3,591	1,059	10,973	0.145	0.145	0.117	23	26	23
133.4	7.38	6.84	8.24	2,257	2,174	16,186	0.206	0.116	0.231	28	17	28
499.7	6.46	8.63	7.69	18,462	62	64,985	0.254	0.535	0.346	39	12	45
355.8	5.33	5.70	6.61	9,404	8,186	53,830	0.334	0.306	0.297	63	54	45
30.2	8.18	9.38	9.51	118	1,023	3,174	0.241	0.282	0.257	30	30	27
21.6	4.93	5.80	7.09	113	604	3,041	0.186	0.233	0.305	38	40	43
33.4	7.59	6.97	7.83	16,264	2,062	4,265	0.231	0.275	0.298	30	39	38
179.0	6.67	6.36	7.38	7,770	2,342	24,247	0.250	0.233	0.303	38	37	41
117.6	6.55	6.08	6.68	5,680	1,700	17,610	0.205	0.200	0.219	31	33	33
35.0	6.19	5.99	5.40	4,623	1,090	6,487	0.199	0.198	0.140	32	33	26
117.6	6.46	7.43	8.26	8,781	2,626	14,912	0.262	0.244	0.306	41	33	37

Table 15. アカマツ試験地は小班の3年間の区画別結実量
Cone and seed crop in each plot of the pine experimental stand—Block B for three years (1962 to 1964).

プロット Plot	処 理 Treatment	本 数 Number of trees in plot	年度 Year	調査木6本の平均 Avg. of 6 sample trees				面積あたりの結実量 Cone and seed crop per a unit area							
				球果 Cone		タネ Seed		球果数Cone number		球果重Cone weight		タネの重さ Seed weight		タネの数 Seed number	
				重さWgt.	数 No.	重さWgt.	数 No.	Per plot*	Per ha	Per plot*	Per ha	Per plot*	Per ha	Per plot*	Per ha
I	T—N	50	1962	991 ^g	184	42.2 ^g	7.289	9.200	73.600	49.6 ^{kg}	396.4 ^{kg}	2.11 ^{kg}	16.88 ^{kg}	364	2.916
			1963	137	27	5.4	898	1.350	10.800	6.9	54.8	0.27	2.14	45	359
			1964	1.101	228	41.6	7.467	11.400	91.200	55.1	440.4	2.08	16.66	373	2.987
II	T—F	50	1962	1.169	183	57.0	8.316	9.150	73.200	58.5	467.6	2.85	22.79	416	3.326
			1963	640	107	33.3	4.173	5.350	42.800	32.0	256.0	1.67	13.33	209	1.669
			1964	2.898	446	134.6	15.412	22.300	178.400	144.9	1159.2	6.73	53.86	771	6.165
III	NT—N	91	1962	551	91	21.1	2.989	8.281	66.248	50.1	401.1	1.92	15.36	272	2.176
			1963	171	33	8.4	1.313	3.003	24.024	15.6	124.5	0.77	6.14	119	956
			1964	156	37	7.3	1.021	3.367	26.936	14.2	113.6	0.67	5.34	93	743
IV	NT—F	76	1962	1.620	260	61.5	10.257	19.760	158.080	123.1	985.0	4.67	37.36	780	6.236
			1963	320	70	10.3	1.362	5.320	42.560	24.3	194.6	0.78	6.28	104	828
			1964	1.026	164	39.2	5.077	12.464	99.712	78.0	623.8	2.98	23.81	386	3.087
V	HT—N	25	1962	732	156	22.6	3.591	3.900	31.200	18.3	146.4	0.56	4.51	90	718
			1963	173	40	5.8	1.059	1.000	8.000	4.3	34.6	0.15	1.16	26	212
			1964	1.832	486	56.1	10.973	12.150	97.200	45.8	366.4	1.40	11.23	274	2.195
VI	HT—F	25	1962	1.167	207	51.8	7.770	5.175	41.400	29.2	233.4	1.30	10.37	194	1.554
			1963	348	64	14.9	2.342	1.600	12.800	8.7	69.6	0.37	2.98	59	468
			1964	3.744	586	179.0	24.247	14.650	117.200	93.6	748.8	4.48	35.80	606	4.849

* Plot area : 1,250m².

Table 16. アカマツ試験地い小班における3年間の球果数の推移
Cone crop in each sample tree of the pine experimental stand—Block A for three years (1962 to 1964).

プロット Plot	調査木 番 号 Tree No.	球果数 Cone number		
		1962	1963	1964
I	9	103	11	22
	24	55	31	56
	48	127	10	58
	55	73	8	41
	56		37	159
	72		72	227
	73		5	4
	79	322	147	133
	82	56	140	40
90		13	46	
Avg. of (I)		123	(47) 58	(79) 58
II	11	64	41	26
	20		0	0
	41	46	58	53
	55		36	89
	57	55	23	59
	64	108	11	40
	70	205	10	54
	73		5	8
	80		134	304
90	273	50	207	
Avg. of (II)		125	(37) 32	(91) 73
Avg. of (I+II)		124	(42) 45	(85) 66

プロット Plot	調査木 番 号 Tree No.	球果数 Cone number		
		1962	1963	1964
III	1	132	178	159
	6	306	60	289
	10	582	29	247
	11	231	120	165
	16	145	66	614
	20		1	88
	22		67	108
	23	4	1	9
	24		74	129
	25		166	211
	Avg. of (III)		233	(76) 76
IV	4		5	145
	6	61	59	75
	8	10	0	17
	11	144	1	27
	18	28	67	13
	20		1	206
	22		55	86
	24	134	9	168
	25		174	361
26	144	6	26	
Avg. of (IV)		87	(38) 24	(112) 54
Avg. of (III+IV)		160	(57) 50	(157) 151

プロット Plot	調査木 番 号 Tree No.	球果数 Cone number		
		1962	1963	1964
V	2	207	19	140
	8	103	12	128
	15	131	220	326
	20	122	98	142
	29		30	148
	34		0	57
	35	122	69	170
	37		55	52
	41		22	91
	44	217	8	22
Avg. of (V)		150	(53) 71	(128) 155
VI	12	93	12	15
	19	575	12	230
	24	45	100	26
	36		28	4
	39	348	44	174
	40		13	18
	42	94	253	103
	44		9	267
	48		12	70
	50	13	21	61
Avg. of (VI)		195	(80) 124	(97) 102
Avg. of (V+VI)		173	(67) 97	(112) 128
Avg. of (II+IV+VI)		136	(52) 60	(100) 76
Avg. of (I+III+V)		169	(59) 68	(136) 153

(Note) 1. The cone number in parenthesis is based on the average of 10 sample trees.

7-2. アカマツ試験地の結実量・タネの品質の推移

(1) 結実量の推移

35 林班は小班の各プロット 6 本の調査木について行なった調査結果は、Table 14 のとおりである。この表の調査木平均によって、各試験区あたりの結実量の計算をしてみると Table 15 のようになる。い小班については、球果数だけについて 3 年間の個体別の変化 (Table 16) と、調査木平均による区画別結実量 (Table 17) をしめす。また採取法・計数法による結果と概数法による結果を比較したのが Table 18 である。

間伐、施肥の両処理が球果数におよぼす影響は、昭和 39 年秋の結果からはじめて期待できるはずであるから、これら各処理の影響や相互作用は、すくなくともあと 2 回の調査結果をまたないと解析できない。したがって本報告では、現在までの調査結果がしめしているおよその傾向をあげるだけにとどめる。

(i) このアカマツ試験地の結実状況をみると、昭和 38 年は全般に昭和 37 年よりすくなく、昭和 39 年に回復している。昭和 39 年における回復のしかたは、処理によってことなっているようである。

(ii) 個体によって結実の豊凶にはかなりくいちがいがあがるが、各プロットごとに、調査木 6 本のあい

Table 17. アカマツ試験地い小班の 3 年間の区画別結実量
Cone crop in each plot of the pine experimental stand—Block A
for three years (1962 to 1964).

プロット Plot	処 理 Treatment	本 数 Number of trees in plot	年 度 Year	球 果 数 Cone number		
				調査木あたり Per sample tree	プロットあたり Per plot	ha あたり Per ha
I	NT—F	99	1962	123	12,177	97,416
			1963	58	5,742	45,936
			1964	58	5,742	45,936
II	NT—N	91	1962	125	11,375	91,000
			1963	32	2,912	23,296
			1964	81	7,371	58,968
III	HT—F	25	1962	233	5,825	46,600
			1963	76	1,900	15,200
			1964	247	6,175	49,400
IV	HT—N	27	1962	87	2,349	18,792
			1963	24	648	5,184
			1964	50	1,350	10,800
V	T—F	50	1962	150	7,500	60,000
			1963	71	3,550	28,400
			1964	155	7,750	62,000
VI	T—N	50	1962	195	9,750	78,000
			1963	124	6,200	49,600
			1964	102	5,100	40,800

(Note) 1. The cone number in parenthesis is based on the average of 10 sample trees. Refer to Table 16.

2. Plot area is about 1,250m²

Table 18. アカマツ試験地の結実調査における調査方法間の比較
Comparison among three surveying methods in estimating the cone crop of pine.

い小班 Block A

プロット Plot	処 理 Treatment	年 度 Year	調査木あたり球果数 Cone number per surveyed tree			
			概数法 Round method (A)	計 数 法 Counting method		B A
				Cone number (B)	Accuracy	
I	NT-F	1962	14±13	123±102	0.33	9
		1963	17±9	47±55	0.35	3
		1964	10±8	79±71	0.27	7
II	NT-N	1962	10±10	125±93	0.29	13
		1963	18±13	37±39	0.32	2
		1964	11±11	91±93	0.31	8
III	HT-F	1962	36±36	233±199	0.30	6
		1963	11±10	76±62	0.20	7
		1964	45±23	202±166	0.20	5
IV	HT-N	1962	19±19	87±61	0.25	5
		1963	49±5	38±55	0.36	1
		1964	27±18	112±111	0.25	4
V	T-F	1962	7±6	150±49	0.13	21
		1963	13±7	53±66	0.11	4
		1964	26±13	128±85	0.19	5
VI	T-N	1962	22±23	195±221	0.43	9
		1963	12±12	80±111	0.39	7
		1964	24±17	97±95	0.28	4

は小班 Block B

プロット Plot	処 理 Treatment	年 度 Year	調査木あたり球果数 Cone number per surveyed tree			
			概数法 Round method (A)	採 取 法 Collecting method		C A
				Cone number (C)	Accuracy	
I	T-N	1962	48±34	184±202	0.42	4
		1963	21±8	27±31	0.44	1
		1964	14±10	228±282	0.47	16
II	T-F	1962	37±41	183±200	0.42	5
		1963	30±20	107±150	0.54	4
		1964	23±10	446±118	0.10	19
III	NT-N	1962	35±27	91±110	0.48	3
		1963	8±7	33±25	0.30	4
		1964	9±8	37±24	0.29	4
IV	NT-F	1962	59±73	260±292	0.44	4
		1963	9±4	70±99	0.55	8
		1964	12±6	164±134	0.32	14
V	HT-N	1962	62±80	156±190	0.43	3
		1963	6±7	40±49	0.44	7
		1964	26±22	486±491	0.36	19
VI	HT-F	1962	26±28	207±236	0.41	8
		1963	10±8	64±62	0.35	6
		1964	39±28	586±190	0.11	15

採種林造成に関する試験 (I) (浅川・藤田)

だの順位のかわり方をみると次のとおりである。

3 年間順位がおなじ	い小班 3 本	は小班 1 本
順位の差が 1 階級	4	11
” 2 ”	14	9
” 3 ”	8	6
” 4 ”	4	6
” 5 ”	3	3
計	36	36

すなわち、順位のいれかわり方のすくない個体の方が多く、およそ 60% は 2 階級のあいだでいれかわっているにすぎない。一方、最高から最低にかわるようなものもあるが、こういう個体は 10% 以下である。3 年間順位がかわらなかった 4 個体のうちの 3 本は、ずっと最高のもので、あとの 1 本はずっと最低であった。

(iii) 球果 1 個あたりの重さについては、無施肥区全体についてみると年々減少する傾向がみとめられ、施肥区では 2 年目の比較的凶年にやや減少して、3 年目にはふたたび増加する傾向がみとめられ、一見、施肥の効果があるようにも思われるが、個体ごとにみるとかなりまちまちである。これらの傾向は本数条件によってつよめられているようで、無間伐区ではマイナスの効果がつよく、間伐区ではプラスの効果がつよめられている。

(iv) タネの 1,000 粒重は、無施肥区全体についてみると年々減少し、施肥区では年々増加する傾向がみとめられるが、個体ごとにみるとやはりまちまちである。おなじオヤ木のスギのタネをおよそ 20 年にわたってしらべた例¹⁷⁾でも、かなりの変化がみとめられているから、よほどはっきりしたちがいがなければ結論をだすのはむずかしい。

(v) 球果 1 個あたりのタネの重さおよび粒数についても、無施肥区全体でみるとしだいに減少する傾向があり、施肥区は 2 年目にいくらか減少して、3 年目にはふたたび増加しているが、個体ごとにみるときわめてまちまちである。

(vi) は小班の各プロットの調査木の平均球果数あるいは重さについて、1 年目にたいする 3 年目の割合をみると、無間伐区では減少しているが、間伐区では 2 ~ 3 倍に増加しており、その増加率は強度間伐区の方が大きい。また同じ本数条件では、施肥区の方の増加の割合が大きい。

(vii) 無間伐区の本数にたいして、強度間伐区は 1/4 の本数しかないが、おそらく前項にのべたような事実が影響して、は小班では、間伐後 2 年目には強度間伐区の面積あたりの結実量が無間伐区をうまわった。ただ強度間伐区と弱度間伐区の単木あたりの結実量はそれほどちがわないため、これまでのところでは、弱度間伐区の結実量が多すぎる。なお、い小班についてはこういう事実ははっきりみとめられない。

(viii) クローネの下から肉眼でみえる球果をかぞえる概数法による結果と、採取した球果数（採取法一は小班）および樹上でかぞえた球果数（計数法一い小班）との関係をみると、採取法は概数法の約 8 倍、計数法は概数法の約 7 倍の値を示している。計数法のたしからしさを、あとから枝をきりおとし球果をかぞえてたしかめてみたところ、球果のつき方が多いほどみおとす率が多けれども、いずれにしても採取法よりは過小の値がえられるようである。概数法はきわめて容易であるから、面積あたりの球果数を

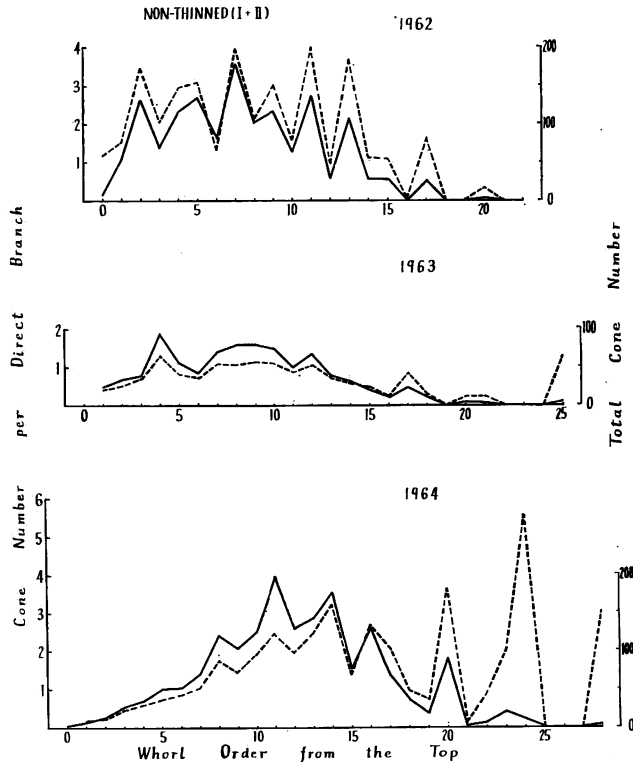
もとめるだけならば、できるだけ調査本数を多くして概数法で調査し、その平均値を8倍して本数をかければよさそうである。

(ix) 結実量といろいろな成長調査結果とのあいだの関係については、樹高、胸高直径、クローネ高、green ratio(クローネ高÷樹高×100)、クローネ幅などの因子と、単木の球果数とをくらべてみたが、いずれもまったく相関がみとめられなかった。

(2) 枝階別の球果のつき方

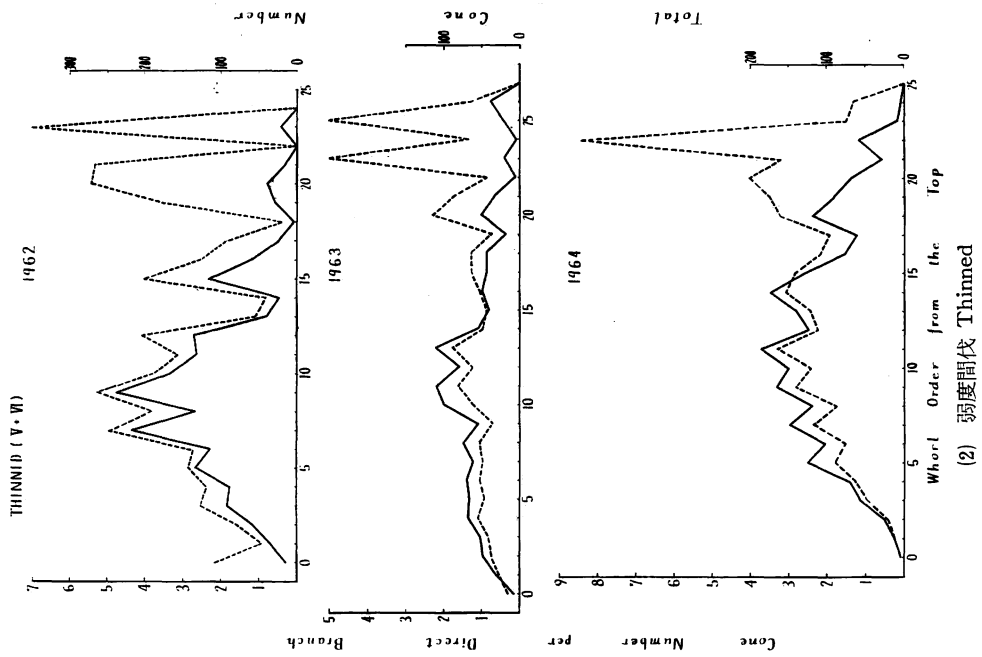
い小班の調査木については、球果着生量をしらべる方法として、枝階別の1次枝ごとに球果の数をかぞえ、それらを合計して1本のオヤ木の球果数をもとめた。すでにのべたように、この方法は実際に球果を採取する方法よりも過小の値をあたえるし、またタネの品質をしらべるのにはもちろんむいていないが、クローネのなかで球果がどのように分布しているかについて、およその傾向をしることができる。

調査結果をとりまとめるについて、個体ごとの資料も検討してみたが、とくに多くついていた個体はともかくとして、1本ごとでは傾向をつかむことはむずかしかった。そこで次のように区分して、その中の

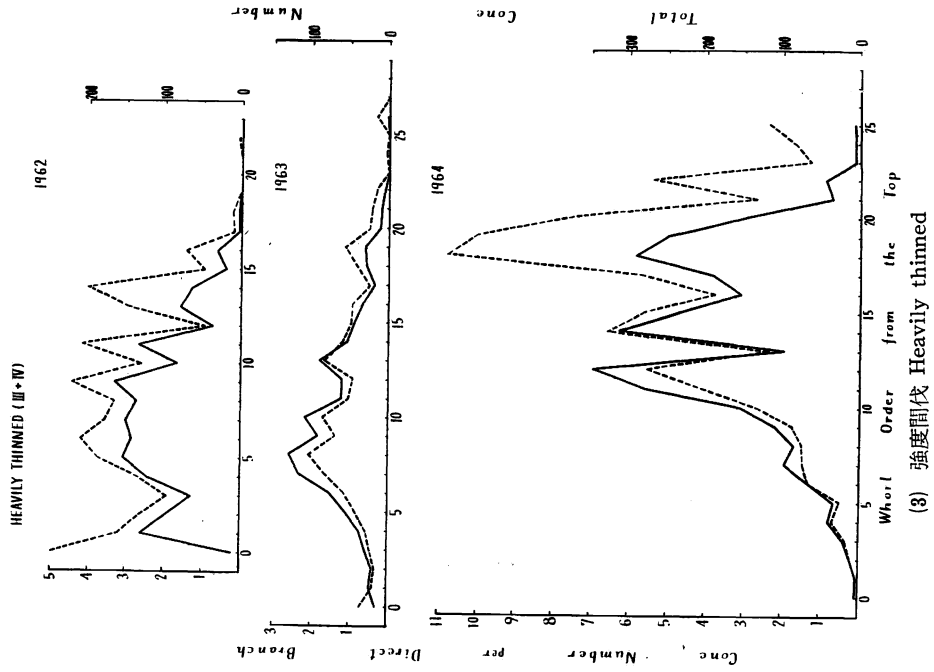


(1) 無間伐 Non-thinned

Fig. 10 アカマツの枝階別にみた球果分布——本数密度別
ただし、実線は各枝階の球果総数、点線は各枝階の1次枝総数、
破線は1次枝1本あたりの球果数をそれぞれ示している。
Coning in the crown of pine tree with reference to thinning ratio. Solid, dotted, and broken lines show the total cone number, number of direct branches, and cone number per direct branch, respectively.



(2) 弱度間伐 Thinned



(3) 強度間伐 Heavily thinned

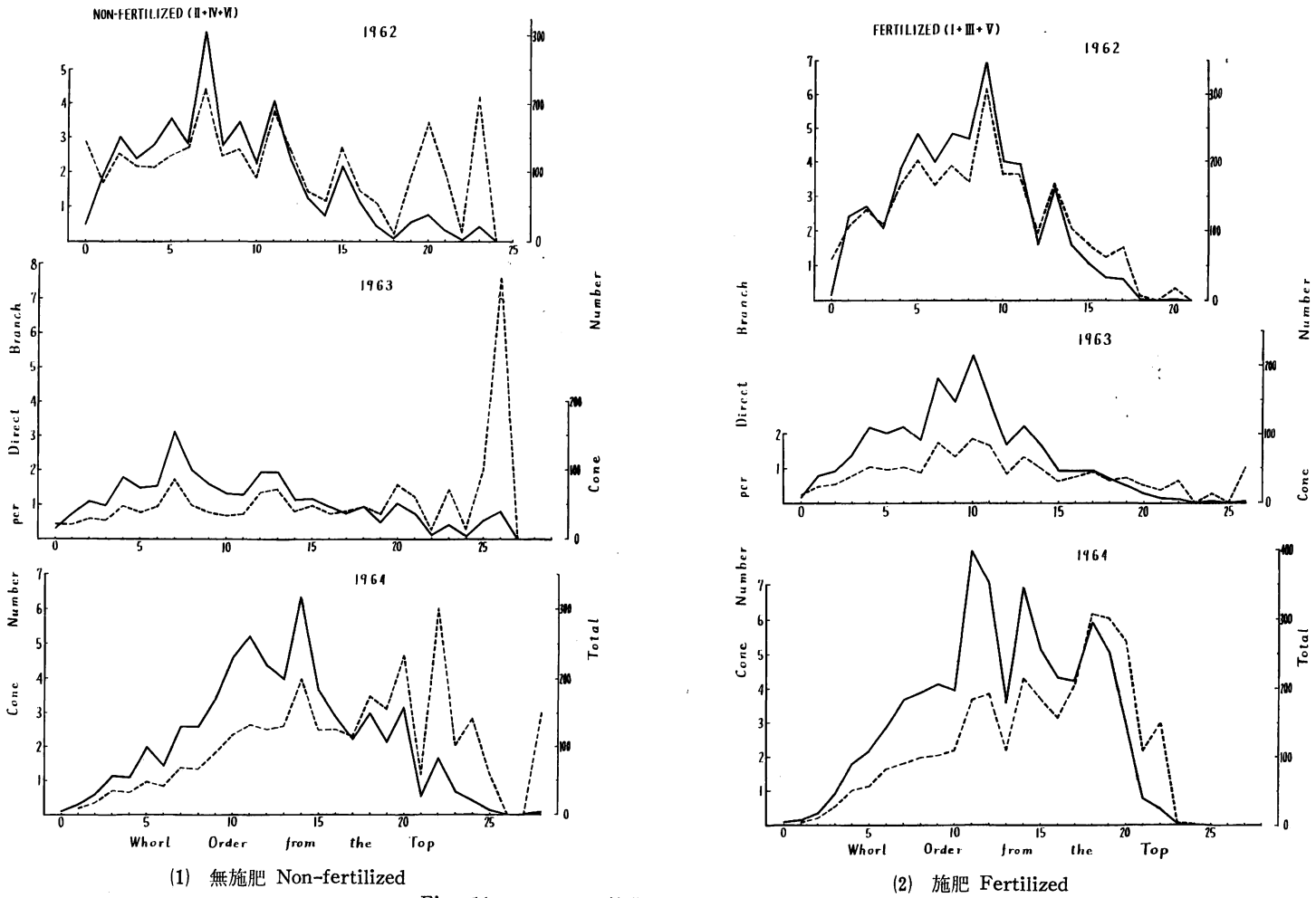


Fig. 11 アカマツの枝階別にみた球果分布——施肥別
 Coning in the crown of pine tree with reference to fertilizing. Refer to Fig. 10.

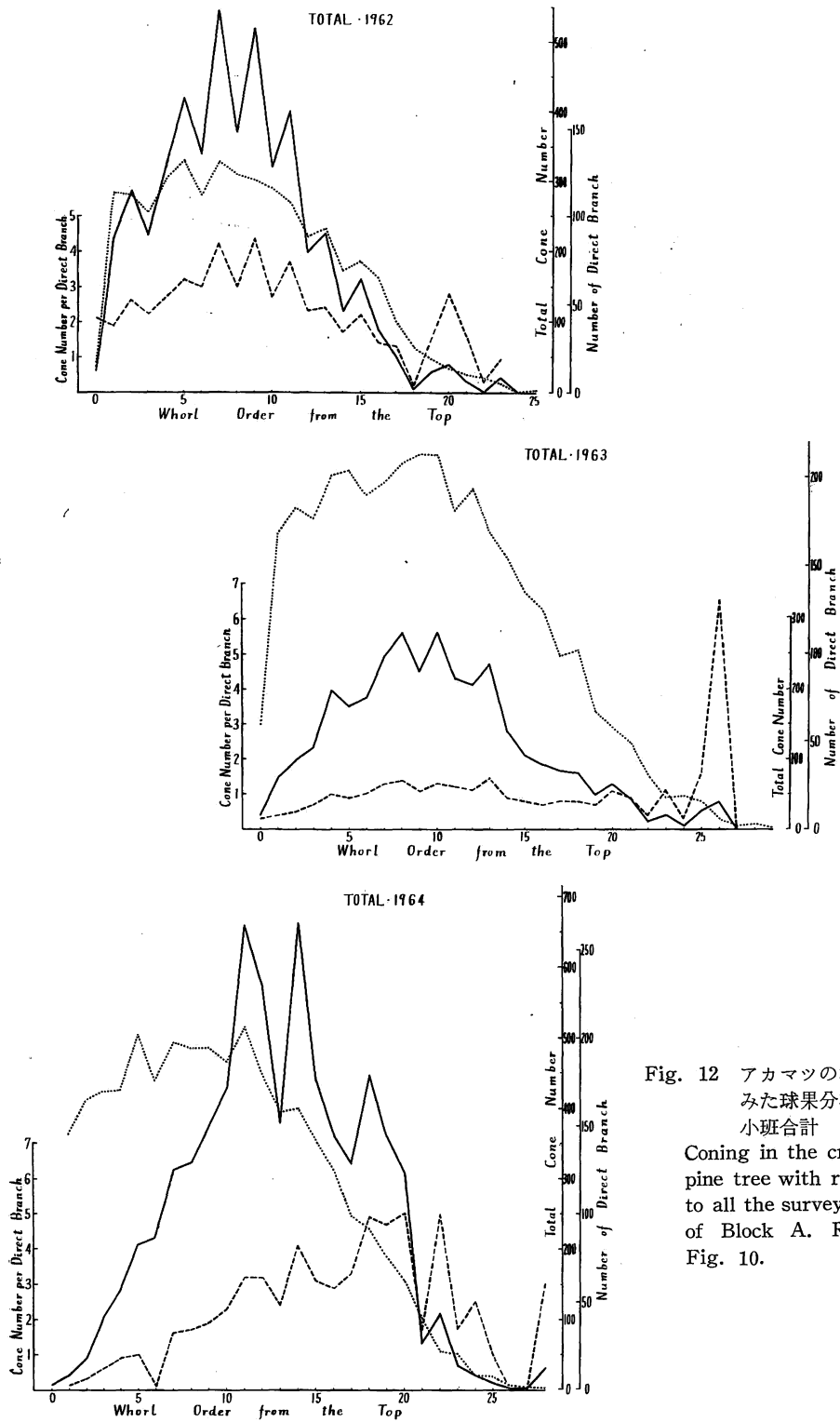


Fig. 12 アカマツの枝階別にみた球果分布——い小班合計

Coning in the crown of pine tree with reference to all the surveyed trees of Block A. Refer to Fig. 10.

調査木について、枝階ごとに合計した数字を図にしめすことにする。ひとつは本数密度別で、無間伐 (I + II)、間伐 (V + VI)、強度間伐 (III + IV) ごとに合計した (Fig. 10)。肥培条件については、無施肥 (II + IV + VI)、施肥 (I + III + V) にわけて合計し (Fig. 11)、別に全体についても合計してみた (Fig. 12)。全調査木について合計した Fig. 12 をみると、昭和 37 年の結果ではクローネの上から 1/3 あたりがいちばん多いが、39 年には中央付近がいちばん多い。これは強度間伐区で、球果が下枝に多くつくようになったためと思われる (Fig. 10)。昭和 39 年の球果は、昭和 37 年の夏に分化した雌花から発達したものであるから、昭和 37 年 2 月に行なった強度間伐によって、下枝の花芽分化が促進されたことがわかる。

クローネのなかでの球果のつき方については、2 節で紹介したような 2, 3 の報告があるが、最近 HARD (1964)⁶⁹ もレジノザマツ (*Pinus resinosa*) で、クローネを 10 等分してしらべた結果、若い木では中央付近に多いが、樹齢のたかい木ではクローネ上部の方が多いことをあきらかにしている。しかし上へのべたように、クローネの疎開の程度によって、球果の垂直分布はかなりかわるものである。

これまでのところでは、クローネのなかでの球果のつき方にたいする施肥の影響はあきらかでない。

(3) 発芽勢・発芽率の比較

全球果を採取したは小班のものだけについて、3 年間の個体別のタネの発芽勢および発芽率を Table 19 に、発芽経過を Fig. 13 にしめす。なお発芽試験は、 $25 \pm 1^\circ \text{C}$ の普通の定温器で、0.8% の寒天液をもちいて行なったが、発芽粒をしらべるときは散光があたった。

これらの結果をみると、無処理のタネを普通の方法で試験した場合、発芽勢、発芽率とも個体によっていちじるしくことなり、同じ個体については、年によっていちじるしくなるものと、比較的にたものとがみとめられる。ところが発芽試験のまえにあらかじめ 2°C で冷処理 (3 週間) すると、発芽勢、発芽率ともいちじるしく向上し、ほとんどすべてのオヤ木のタネが 90% 以上の最終発芽率をしめた。これらのことから、ここでしらべた 36 本のオヤ木のタネは、個体によって休眠の程度がいちじるしくことなることがわかった。

間伐や施肥のような処理が発芽にどんな影響をあたえるかについては、上へのべたように個体によるちがいが大きいため、このような試験の結果から結論をだすことはさしひかえた方がよいように思われるが、発芽によい条件さえあたえてやれば、どの採種木のタネもほとんど完全に発芽するから、すくなくとも発芽力には大きな影響をあたえていないように思われる。しかし、発芽後のメパエの成長については、さらに研究の余地はある。

7-3. カラマツ試験地の成長量の推移

カラマツ試験地については、昭和 39 年秋には成長調査を行なわなかったのもので、昭和 37 年、38 年の 2 か年間の調査結果 (Table 20) をとりまとめるにとどめた。

8. 摘 要

採種林の取扱い方法にたいする基礎資料をえる目的で、アカマツ、カラマツについて、本数密度 3 段階とそれぞれ施肥、無施肥を組み合わせた 6 種類の区を設けた試験地を、昭和 36 年末から同 37 年はじめにかけて設定した。

カラマツ試験地はまだ結実調査を行なえる段階になっていないが、アカマツについてはすでに 3 回の結

Table 19. アカマツ試験地は小班の調査木の3年間のタネの発芽勢、発芽率一覧表
Germination energy (in 10 days) and percent (in 21 or 28 days) of seeds from each sample tree in the pine experimental stand—Block B for three years (1962 to 1964).

Plot I (T-N)					Plot II (T-F)					Plot III (NT-N)				
個体番号 Tree number	年度 Year	発芽勢 G. E. in 10 days	発芽率 G. P. in		個体番号 Tree number	年度 Year	発芽勢 G. E. in 10 days	発芽率 G. P. in		個体番号 Tree number	年度 Year	発芽勢 G. E. in 10 days	発芽率 G. P. in	
			21 days	28 days				21 days	28 days				21 days	28 days
5	1962	6.0	19.5	28.3	12	1962	24.0	56.8	65.0	7	1962	40.8	70.5	77.0
	1963	0.9	1.8	4.5		1963	15.3	46.3	53.3		1663	34.0	83.0	87.4
	1964 ^N _P	2.3 66.9	14.4 87.3	22.7 —		1964 ^N _P	6.7 80.0	37.8 91.0	56.9 —		1964 ^N _P	41.1 95.0	87.9 96.3	92.6 —
11	1962	59.5	92.0	94.3	16	1962	73.8	91.0	92.1	34	1962	22.8	—	63.4
	1963	39.3	88.7	91.3		1963	38.5	76.3	80.6		1963	6.4	35.9	40.9
	1964 ^N _P	18.1 95.0	84.6 98.3	90.4 —		1964 ^N _P	62.4 98.3	84.2 99.7	88.3 —		1964 ^N _P	20.1 —	59.9 —	63.9 —
16	1962	74.3	90.8	92.5	25	1962	3.5	44.0	59.3	42	1962	10.0	—	88.0
	1963	58.7	84.7	87.7		1963	4.7	28.0	39.7		1963	9.0	88.7	94.3
	1964 ^N _P	30.5 97.3	78.2 99.7	87.6 —		1964 ^N _P	0.7 82.9	40.9 96.6	70.8 —		1964 ^N _P	11.4 80.7	67.1 96.0	79.6 —
28	1962	14.8	36.0	47.8	28	1962	79.3	93.2	94.1	50	1962	7.1	—	51.8
	1963	14.3	40.7	50.7		1963	30.4	58.4	68.0		1963	8.4	55.2	63.5
	1964 ^N _P	4.7 95.6	29.5 98.3	41.4 —		1964 ^N _P	21.4 94.7	60.5 97.3	78.6 —		1964 ^N _P	7.0 86.3	41.8 95.0	56.5 —
33	1962	33.7	—	66.4	39	1962	80.0	95.8	96.0	58	1962	56.0	86.3	90.3
	1963	32.1	46.4	57.1		1963	34.5	76.4	81.6		1963	32.1	86.3	91.9
	1964 ^N _P	23.2 —	76.3 —	85.4 —		1964 ^N _P	46.8 97.3	82.6 98.0	90.0 —		1964 ^N _P	22.3 95.0	72.3 96.0	80.3 —
45	1962	48.1	79.6	87.7	50	1962	32.5	66.3	73.5	78	1962	41.5	80.5	84.0
	1963	72.7	89.0	91.3		1963	25.7	66.3	69.3		1963	9.1	60.3	72.4
	1964 ^N _P	28.9 96.3	63.8 98.3	71.1 —		1964 ^N _P	19.5 93.3	56.5 97.6	71.7 —		1964 ^N _P	11.7 96.0	78.5 97.7	88.9 —

個体番号 Tree number	年度 Year	発芽勢 G. E. in 10 days	発芽率 G. P. in	
			21 days	28 days
5	1962	69.3	89.9	93.3
	1963	52.8	91.0	96.3
	1964 ^N	36.8	89.5	94.9
	1964 ^P	97.2	97.2	—
16	1962	83.3	93.8	95.8
	1963	83.3	96.7	98.3
	1964 ^N	27.3	63.0	80.3
	1964 ^P	97.3	99.0	—
40	1962	65.6	93.7	95.5
	1963	52.8	89.3	91.3
	1964 ^N	48.7	80.9	89.6
	1964 ^P	99.0	99.0	—
46	1962	87.8	94.8	95.5
	1963	75.0	93.3	95.3
	1964 ^N	18.5	61.1	73.2
	1964 ^P	71.7	94.1	—
51	1962	80.8	96.0	96.3
	1963	35.2	80.8	85.4
	1964 ^N	21.0	70.0	84.7
	1964 ^P	97.0	98.7	—
61	1962	54.3	84.3	86.0
	1963	43.6	87.2	89.7
	1964 ^N	19.7	59.9	72.6
	1964 ^P	97.3	98.7	—

個体番号 Tree Number	年度 Year	発芽勢 G. E. in 10 days	発芽率 G. P. in	
			21 days	28 days
2	1962	60.0	80.5	85.3
	1963	31.9	69.8	76.1
	1964 ^N	23.7	44.0	54.7
	1964 ^P	89.6	96.5	—
5	1962	53.3	77.5	79.5
	1963	27.2	92.3	95.6
	1964 ^N	7.4	44.5	58.5
	1964 ^P	74.2	91.9	—
6	1962	58.8	84.6	91.0
	1963	57.4	88.7	93.0
	1964 ^N	11.7	44.0	63.7
	1964 ^P	94.3	97.0	—
9	1962	49.8	77.8	78.5
	1963	53.7	83.7	89.7
	1964 ^N	57.3	81.3	83.3
	1964 ^P	97.7	99.0	—
20	1962	20.5	67.0	74.8
	1963	11.1	56.9	68.6
	1964 ^N	4.4	38.0	58.9
	1964 ^P	57.5	89.0	—
23	1962	30.0	62.5	67.5
	1963	12.3	36.4	50.6
	1964 ^N	18.0	46.0	53.3
	1964 ^P	97.0	98.7	—

個体番号 Tree number	年度 Year	発芽勢 G. E. in 10 days	発芽率 G. P. in	
			21 days	28 days
6	1962	49.0	72.5	77.8
	1963	32.2	66.4	74.8
	1964 ^N	28.4	63.5	73.6
	1964 ^P	94.3	96.7	—
9	1962	88.3	97.5	98.0
	1963	37.5	75.0	75.0
	1964 ^N	77.9	92.6	94.0
	1964 ^P	99.0	99.3	—
20	1962	34.0	87.5	91.0
	1963	30.6	79.2	84.4
	1964 ^N	31.0	63.3	74.3
	1964 ^P	96.3	98.3	—
22	1962	9.3	—	56.8
	1963	15.3	66.8	75.9
	1964 ^N	2.0	24.0	37.0
	1964 ^P	91.7	96.0	—
23	1962	14.2	—	57.5
	1963	15.3	59.0	67.7
	1964 ^N	6.7	41.7	53.7
	1964 ^P	79.9	96.0	—
24	1962	60.4	91.2	95.8
	1963	39.7	85.9	90.9
	1964 ^N	19.7	62.3	82.0
	1964 ^P	92.3	99.0	—

(Notes) 1. The letters N and P in 1964 show the germination results of non-prechilled and prechilled seeds, respectively.

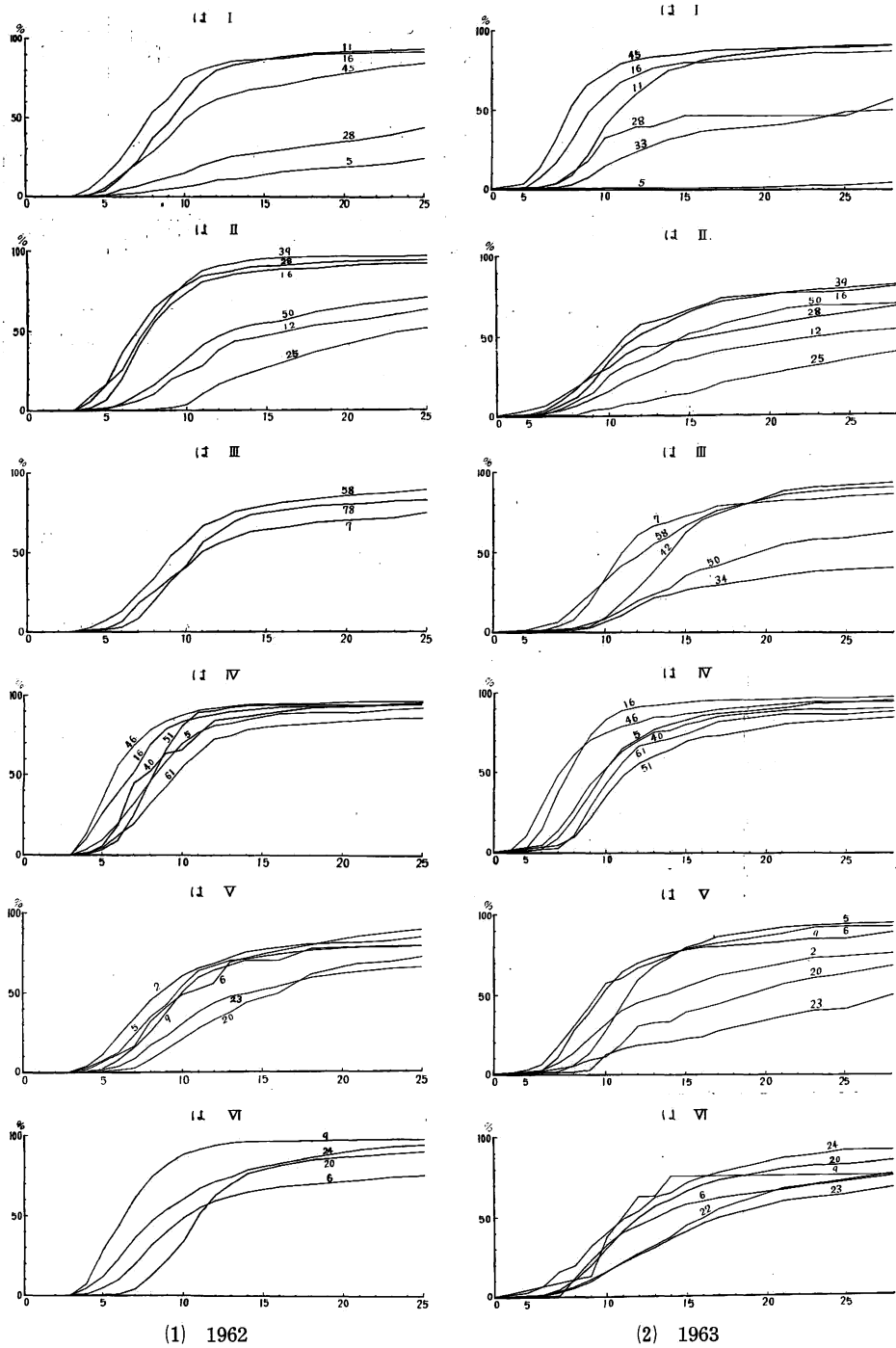
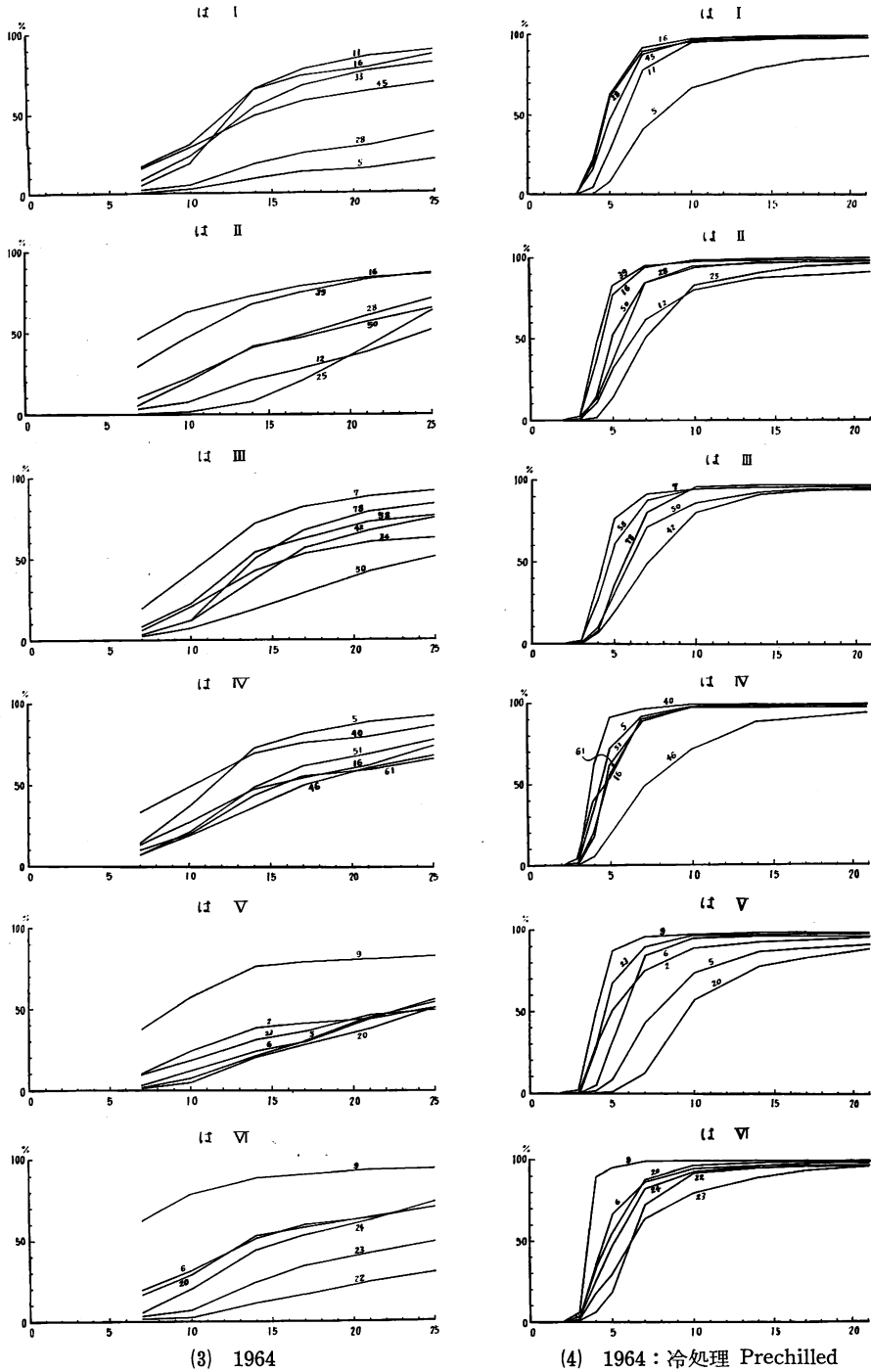


Fig. 13 アカマツ試験地は小班の調査木
 Germination curves of the seeds of 1962, 1963, and 1964 from each sample tree in 2°C. Ordinates : germination percent. Abscissae : time in days after sowing or after number on each curve shows that of sample tree (Refer to Table 19).



の3年間のタネの発芽経過

the pine experimental stand—Block B. Prechilled: prechilled for three weeks at transfer to germination temperature ($25 \pm 1^\circ\text{C}$) in case of prechilled seeds. The

Table 20. カラマツ試験地の調査木
Surveying data on 5 sample trees per plot for two years

Block S

プロット Plot	処 理 Treatment		年度 Year	樹 高 Total height	伸 長 量 Annual increase of height	胸高直径 Diameter at breast height	D - $\frac{H}{3}$		D - $\frac{2H}{3}$		枝 下 高 Clear length
	間伐 Thin- ning	施肥 Ferti- lizing					cm	cm	cm	cm	
I	NT	F	1962	23.04±1.79	0.28±0.04	29.3±4.0	24.5±2.8	16.9±1.9	10.98±2.06		
			1963	23.37±1.76	0.33±0.04	29.7±3.7	25.2±2.6	17.4±1.4	10.98±2.06		
II	NT	N	1962	22.35±2.74	0.26±0.04	28.8±2.8	24.8±2.2	16.4±2.2	9.42±2.51		
			1963	22.60±2.79	0.25±0.05	29.2±2.7	25.1±2.2	16.9±2.0	9.42±2.51		
III	T	F	1962	22.28±2.29	0.29±0.07	30.1±6.1	26.0±5.3	16.9±2.8	8.33±3.82		
			1963	22.60±2.31	0.32±0.08	30.8±6.0	26.6±5.4	17.5±3.0	8.33±3.82		
IV	T	N	1962	21.08±1.42	0.32±0.06	28.6±3.9	24.0±2.2	15.3±1.0	8.04±2.98		
			1963	21.33±1.44	0.25±0.04	28.9±3.8	24.8±2.3	15.7±0.3	8.04±2.98		
V	HT	F	1962	20.49±1.61	0.36±0.17	25.9±2.3	22.3±1.8	15.0±1.3	8.13±1.75		
			1963	20.73±1.62	0.24±0.04	26.6±2.2	22.8±2.0	15.3±1.0	8.13±1.75		
VI	HT	N	1962	23.00±0.79	0.30±0.08	31.9±2.2	26.8±3.0	17.3±1.4	9.35±3.36		
			1963	23.26±0.80	0.26±0.07	32.1±2.4	27.3±1.8	17.7±0.6	9.35±3.36		

(Note) 1. Refer to the notes below Table 12 for the abbreviated items.

実調査を実施したので、これまでの調査結果を一応中間的にとりまとめ、それについて若干の検討を行なった。アカマツについても、間伐・施肥による本格的な影響があらわれるのは、昭和 39 年秋の結実からのはずであり、これらの施肥の影響についていろいろな解析を行なうためには、すくなくともあと 2 回の結実調査を行なわなければならない。しかしこれまでの資料からも、間伐によっていちじるしく結実量が増加すること、その増加率は施肥によって向上すること、および間伐によってクローネ下部の枝に球果が多くつくようになることなど、いくつかの傾向がみとめられた。

文 献

- 1) 千葉 茂：トドマツ天然林の採種林への誘導，北海道の林木育種，**3**，1，pp. 3~7，(1960)
- 2) 長谷川孝三：林木種子の活力に関する実験的研究，帝林，東京林試報，**4**，3，pp. 1~355，(1943)
- 3) 橋詰隼人：アカマツ花性分化の人工管理 (IV)，花性分化におよぼす袋掛および施肥の影響，鳥取大演報，**2**，pp. 1~8，(1961)
- 4) 石田友安：カラマツ母樹と母樹林について，青森造技研 **3**，pp. 206~209，(1950)
- 5) 石田友安：カラマツ母樹と母樹林について，同上 **5**，pp. 3~5 (1952)
- 6) 樫村大助・斉藤久夫・貴田 忍：ブナ林における傘伐作業試験 (第 II 報) 種子の落下，日林誌，**35**，9，pp. 282~285，(1953)
- 7) 川口 優：民有林におけるカラマツの採種林施業と 2，3 の問題，北海道の林木育種，**5**，1，pp. 25~26，(1962)
- 8) 菊地勝三：あかまつ母樹と豊凶度による球果採取量と精選度の関係 (第 2 報)，青森造技研，**2**，pp. 42~44，(1949)
- 9) 北村次男：カラマツ種子の豊凶と気象の関係について，長野造技研 pp. 109~113，(1955)
- 10) 小山良之助・岩田善三：すぎ・ひのきの人為結実に関する研究 (第 1 報)，日林誌，**33**，4，pp. 104

についての2年間の成長資料
(1962 & 1963) in larch experimental stands.

Block N

プロット Plot	処理 Treatment		年度 Year	樹高 Total height		伸長量 Annual increase of height		胸高直径 Diameter at breast height		$D \frac{H}{3}$		$D \frac{2H}{3}$		枝下高 Clear length	
	間伐 Thinning	施肥 Fertilizing		m	m	m	m	cm	cm	cm	cm	cm	cm	m	m
I	HT	F	1962	25.07±1.49	0.34±0.07	34.0±4.4	29.3±3.4	19.7±2.6	10.20±2.51						
			1963	25.43±1.56	0.36±0.11	34.4±4.2	29.4±3.3	19.8±2.5	10.38±2.47						
II	HT	N	1962	25.41±1.42	0.28±0.04	32.3±2.3	26.9±3.0	16.9±1.4	11.28±1.08						
			1963	25.72±1.44	0.31±0.09	32.7±2.3	27.4±2.8	17.4±1.8	11.43±1.06						
III	T	F	1962	25.97±1.46	0.29±0.07	30.5±1.8	26.4±2.2	16.9±1.5	12.82±2.64						
			1963	26.33±1.44	0.36±0.11	31.2±1.8	26.5±1.9	17.1±1.6	12.82±2.64						
IV	T	N	1962	25.59±1.54	0.31±0.05	32.1±1.2	27.0±1.2	17.4±0.7	15.13±0.88						
			1963	25.97±1.52	0.38±0.08	32.8±2.2	27.2±1.4	17.9±0.4	15.13±0.88						
V	NT	F	1962	24.94±1.03	0.24±0.08	31.4±2.9	26.3±2.2	16.5±1.8	12.54±0.52						
			1963	25.30±1.15	0.36±0.14	31.8±3.0	26.5±2.0	16.8±1.6	12.54±0.52						
VI	NT	N	1962	24.98±1.56	0.23±0.10	31.0±3.6	26.0±2.2	16.8±1.3	13.47±2.54						
			1963	25.39±1.55	0.41±0.02	31.5±3.7	26.4±2.4	17.6±1.1	13.47±2.59						

~105. (1950)

- 11) 松井善喜：カラマツ——経営編，（北方林業叢書8） pp. 1~140, 北方林業会，(1957)
- 12) 松浦 堯：トドマツ採種林における球果生産量の推定と結実豊凶予知方法，林試北海道支年報，1962, pp. 1~10 (1963)
- 13) 右田一雄：尿素的施肥とスギ苗の花芽着生，日林誌 42, 1, pp. 49~51 (1960)
- 14) 右田一雄：遮光および日長がスギ苗の花芽着生におよぼす影響，同上 42, 2, pp. 49~51, (1960)
- 15) 右田一雄：1年間遮光した後のスギ苗の花芽着生，同上 42, 5, pp. 181~182, (1960)
- 16) 右田一雄：土壌水分がスギ苗の花芽着生におよぼす影響，同上 42, 12, pp. 441~444, (1960)
- 17) 中村賢太郎・郷 正士・長谷川サト：スギの木のタネの品質は年によってかわるか，日林誌 36, 1, pp. 1~2, (1954)
- 18) 小畑三朗：あかまつ母樹（品種別，環境別，年令別）と豊凶度に依る球果採取量と精選度との関係，青森造技研，9, pp. 40~45, (1956)
- 19) 小畑三朗：同上，同上 10, pp. 27~32, (1958)
- 20) 小野武之助：からまつ母樹及母樹林について，青森造技研，1, pp. 22~24, (1948)
- 21) 小沢準二郎：採種林の造成，函館管林局，pp. 1~34, (1952)
- 22) 小沢準二郎：カラマツ結実促進試験（予報），枝条の伸長と冬芽の着生について，林試北支業報特別報告，2, pp. 44~49, (1954)
- 23) 小沢準二郎・松崎昭三郎：カラマツ結実促進試験(1)，花芽着生におよぼす施肥の効果，林試北支業報特別報告，4, pp. 58~71, (1955)
- 24) 佐々木兼一：クロマツ母樹及母樹林について，青森造技研，5, pp. 1~2 (1952)
- 25) 佐々木正二・佐藤京一・菊地勝三：あかまつ母樹（品種別，環境別，年令別）と豊凶度に依る球果採取量と精選度との関係（第3報），青森造技研，3, pp. 5~11, (1956)
- 26) 佐藤正左右：林木育種と母樹林の取扱方，北方林業，7, 4, pp. 8~10, (1955)
- 27) 佐藤敬二：クスノキの品種と結実促進，山林，785, pp. 29~32, (1957)
- 28) 佐藤義夫：エゾマツ球果の生産形質に関する2, 3の考察，北大演研報，12, 2, pp. 133~166, (1942)

- 29) 高樋 勇・豊岡 洪：カラマツ母樹林設定に関する試験，樹氷，1953 (3/4)，pp. 24~30，(1953)
- 30) 堤 時夫・山崎亮一：立山杉の母樹林施業法に関する調査（第1報），結実に関する2，3の考察，昭14，日林講，pp. 357~362，(1939)
- 31) 戸田清佐・山口 清・竹下純一郎：アカマツ採種林の結実促進試験（第1報），岐阜林試報，9，pp. 15~22 (1965)
- 32) 渡辺 邦：アカマツ母樹（品種別，環境別，年令別）と豊凶度に依る球果採取量と精選度との関係，青森造技研，5，pp. 6~13，(1952)
- 33) 渡辺 邦：同上，同上 6，pp. 30~35，(1953)
- 34) 山形栄之進：クロマツ母樹及母樹林について，同上 2，pp. 40~42，(1949)
- 35) 山形栄之進：同上（第2報），同上 3，pp. 186~188，(1950)
- 36) 山口久一・菊地勝三・氏家賢治：あかまつ母樹と豊凶度に依る球果採取量と精選度の関係，同上 1，pp. 18~22，(1948)
- 37) 山内倭文夫：造林に使うタネのえらびかたとそのよりどころ，山林，828，pp. 46~52，(1953)
- 38) 山内倭文夫：母樹林を育てる理論と方法，山脈，4，8，pp. 25~56，(1953)
- 39) 柳原利夫：カラマツの花芽分化期と結実の豊凶について，北海道の林木育種，3，1，pp. 7~14，(1960)
- 40) 柳沢聰雄：造林に使うよいタネをうるために，山林，828，pp. 39~45，(1953)
- 41) 柳沢聰雄：母樹林と採種園，育林綜典，東京，pp. 158~164，(1955)
- 42) 柳沢聰雄：採種林施業の基礎と方法，北海道林木育種叢書，3，江別，pp. 1~136，(1961)
- 43) 柳沢聰雄：カラマツ類の結実促進，北方林業，16，2，pp. 35~41，(1964)
- 44) 吉田洋一・竹花修次・村田 実：上田営林署管内カラマツ母樹林における種子採集の実績について，長野造技研，1957，pp. 106~110，(1959)
- 45) ALLEN, R. M.: Release and fertilization stimulate longleaf pine cone crop. Jour. For. 51, 11, pp. 827, (1953).
- 46) ALLEN, P. H., & TROUSDELL, K. B.: Loblolly pine seed production in the Virginia-North Carolina coastal plain. Jour. For., 59, 3, pp. 187~190, (1961).
- 47) BERGMAN, F.: (Research on inducing fruiting of pine, spruce, and birch.) Svenska Skogsvardsför. Tidskr., 53, 3, pp. 275~304, (1955).
- 48) BILAN, M. V.: Stimulation of cone and seed production in pole-size loblolly pine. For. Sci., 6, 3, pp. 207~220, (1960).
- 49) CHANDLER, R. F., Jr.: The influence of nitrogenous fertilizer applications upon seed production of certain deciduous forest trees. Jour. For., 36, 8, pp. 761~766, (1938).
- 50) CROKER, T. C., Jr.: Fruitfulness of longleaf trees more important than culture in cone yield. Jour. For., 62, 11, pp. 822~823, (1964).
- 51) DETWILER, S. B.: Better acorns from a heavily fertilized white oak tree. Jour. For., 41, 12, pp. 915~916, (1943).
- 52) DOWNS, A. A., & McQUILKIN, W. E.: Seed production of southern Appalachian oaks. Jour. For., 42, 12, pp. 913~920, (1944).
- 53) EASLEY, L. T.: Loblolly pine seed production areas. Jour. For., 52, 9, pp. 672~673, (1954).
- 54) FAULKNER, R.: Seed stands in Britain and their management. Quart. Jour. Forest. 56, 1, pp. 8~22, (1962).
- 55) FLORENCE, R. G., & McWILLIAM, J. R.: The influence of spacing on seed production. Zeitschr. für Forstgen. u. Forstpflanzenzüch. (Silvae Genetica), 5, 4, pp. 97~102, (1956).
- 56) FOWELLS, H. A., & SCHUBERT, G. H.: Seed crops of forest trees in the pine region of

- California. USDA Tech. Bull., No. 1150, pp. 1~48, (1956).
- 57) FRITZ, E. : Seed production of a sugar pine tree. Jour. For., **45**, 3, pp. 201~203, (1947).
- 58) GYSEL, L. W. : Measurement of acorn crops. For. Sci., **2**, 4, pp. 305~313, (1956).
- 59) HARD, J. S. : Vertical distribution of cones in red pine. Lake States For. Expt. Sta., Res. Note LS-51, pp. 1~2, (1964).
- 60) HAUSSER, K. : Düngungsversuche zu Kiefern mit unerwarteten Auswirkungen. Allg. Forstzeitschr., **15**, 3/4, pp. 497~501, (1960). (For. Abstr. **22**, No. 510, 1961 による).
- 61) HOEKSTRA, P. E., & MERGEN, F. : Experimental induction of female flowers on young slash pine. Jour. For., **55**, 11, pp. 827~831, (1957).
- 62) HOLMES, G. D., & MATTHEWS, J. D. : Girdling and banding as means of increasing cone production in pine plantations. For. Comm. For. Record No. 12, pp. 1~8, (1951).
- 63) HOLST, M. J. : Experiments with flower promotion in *Picea glauca* (MOENCH) VOSS. and *Pinus resinosa* AIT. Recent Advances in Botany (Univ. of Toronto Press), pp. 1654~1658, (1961). (For. Abstr. **23**, No. 5056, 1962 による)
- 64) MATTHEWS, J. D. : Production of seed by forest trees in Britain. Rept. on For. Res., Forestry Comm., 1953/54, pp. 64~78, (1955).
- 65) MATTHEWS, J. D. : Factors affecting the production of seed by forest trees. For. Abstr. **24**, 1, pp. i-xiii (1963).
- 66) MERGEN, F. : Natural and induced flowering in young pine trees. Recent Advances in Botany (Univ. of Toronto Press), pp., 1671~1674, (1961).
- 67) MERGEN, F., & VOIGT, G. K. : Effects of fertilizer applications on two generations of slash pine. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., **24**, 5, pp. 407~409 (1960).
- 68) NĚMEC, A. : (Improving the seeding of *Fagus sylvatica* by soil improvement.) Práce vyzkum. Ust. lesn. CSR No. 11, pp. 5~25, (1956). (For. Abstr. **19**, No. 2911, 1958 による)
- 69) PAUL, B. H., & MARTS, R. O. : Controlling the proportion of summerwood in longleaf pine. Jour. For., **29**, 5, pp. 784~796, (1931).
- 70) PHARES, R. E., & ROGERS, N. F. : Improving shortleaf pine seed production in Missouri. Jour. For. **60**, 5, pp. 322~324, (1962).
- 71) SARVAS, R. : Investigation on the flowering and seed crop of *Pinus silvestris*. Comm. Inst. Forest. Fen. **53**, 4, pp. 1~198, (1962).
- 72) SCHUBERT, G. H. : Effect of fertilizer on cone production of sugar pine. Calif. For. & Range Expt. Sta., Res. Notes No. 116, pp. 1~4, (1956).
- 73) STEINBRENNER, E. C., DUFFIELD, J. W., & CAMPBELL, R. K. : Increased cone production of young Douglas-fir following nitrogen and phosphorus fertilization. Jour. For., **58**, 2, pp. 105~110, (1960).
- 74) STOATE, T. N., MAHOOD, I., & CROSSIN, E. C. : Cone production in Douglas fir. Emp. For. Rev., **40**, 2, pp. 104-110 (1961).
- 75) SUCOFF, E. I., & CHURCH, T. W., Jr. : Seed production and dissemination by Virginia pine. Jour. For., **58**, 11, pp. 885~888, (1960).
- 76) WENGER, K. F. : The effect of fertilization and injury on the cone and seed production of loblolly pine seed trees. Jour. For., **51**, 8, pp. 570~573, (1953).
- 77) WENGER, K. F. : The stimulation of loblolly pine seed trees by preharvest release. Jour. For., **52**, 2, pp. 115~118, (1954).
- 78) WENGER, K. F. : Annual variation in the seed crops of loblolly pine. Jour. For., **55**, 8, pp.

567~569, (1957).

- 79) YOUNGBERG, C. T.: Effect of soil fertility on the physical and chemical properties of tree seed. Jour. For., **50**, 11, pp. 850~852, (1952).

Studies on the Management of Seed Stands (I)

The establishment of experimental seed stands of *Pinus densiflora* and *Larix leptolepis* and the results obtained for three years (1962 to 1964)

Sumihiko ASAKAWA and Keiji FUJITA

Our program of forest tree improvement is progressing steadily, and a large part of planned seed orchards have already been established with the clonal materials from selected plus trees. It will still take more than ten years, however, to produce enough seeds in those orchards for our silvicultural use, and so the seeds will also have to be collected in selected seed stands till then. To produce more seeds in seed stands, some treatment suitable for each species will be needed. The purpose of the studies is to contribute to better management of seed stands; especially to find out the proper stand density and to examine the effect of fertilizing. The outline of experimental stands for both species and some results with pine for three years (1962 to 1964) are reported in this paper.

Historical Review

Many of the previous papers in Japan, the United States, European countries, and others are reviewed with special reference to the relationship between stand density or fertilizing and flowering or coning of forest tree species. Table 1 shows some examples on the standard number of trees per ha in the seed stands of *Larix leptolepis*.

Establishment of Experimental Stands

The experimental stands of red pine (*Pinus densiflora*) are located on the south-west slope (Block A) and south-east slope (Block B) of hilly area in Kobuta National Forest, Ibaragi-ken (Kasama District Office, Tokyo Regional Office) (Fig. 1). The stands were regenerated naturally after the clear cutting around 1911 and so the stand age was about fifty-four—thirty to sixty-four—in 1965. Surface soil of 40 to 50 cm deep is the so-called “Kanto loam”, containing a little humus. The soil below the surface is from granite. The type of soil is classified into the moderately moist brown forest soil (B_d(d)-soil). Some characters of the soils are shown in Fig. 3, Table 3, and Table 4.

The experimental stands of larch (*Larix leptolepis*) are located on the north-north-west slope (Block N) and north-west slope (Block S) of the north-east foothill of Mts. Yatsugatake-Tateshina in Tateshina National Forest, Nagano-ken (Usuda District Office, Nagano Regional Office) (Fig. 4). The trees were planted in 1913, and so the stand age was forty-nine in 1961, when the experiment was started. The soil in Block N is classified into the moderately moist black (ash) soil (B_h-soil), and that in Block S into the dry black (ash)soil (B_h(d)-soil). The horizon A is rich in humus, and its depth is rather variable place to place, especially in Block N. There is a certain depth of B horizon below the horizon A. Some characters of the soils are shown in Fig. 6, Table 6, and Table 7.

For both species, two blocks are established and each block includes six plots (Figs. 2 and 5). The area of each plot is about 1,250 m² (50 m×25 m). Each plot is separated by a ditch of 30 cm deep and 30 cm wide. Initial growth conditions of both species are shown in Table 2 (pine) and Table 5 (larch). Here, a height-finder, “Blume-Leiss”, was used for total height and clear

length, a diameter tape for the diameter at breast height, and an ordinary measuring tape for crown diameter. The crown diameter of each tree was averaged for two directions; the direction of slope and the direction perpendicular to the former.

Treatments after the Establishment

In the experiments, major treatments are thinning and fertilizing. The kind of each treatment and its content are calendared in Table 8.

Thinning: The original density of experimental stands was about 800 trees per ha in pine and about 400 trees per ha in larch. The thinning ratio for each species was determined as follows: to take account of tree height, clear length, crown diameter, slope and solar angle.

	[Red pine]	[Larch]			
[Slope (β)]	South, ca. 15°	North, ca. 25°			
[Tree height (H) —Clear length (a)]	4.8 m	9.0 m			
[Crown diameter (C)]	4.4 m	5.8 m			
[Formula for the distance between trees (D)]	$D = \frac{(H-a) - \frac{C}{2} \tan \beta}{\tan \alpha + \tan \beta} + \frac{C}{2}$	$D = \frac{(H-a) + \frac{C}{2} \tan \beta}{\tan \alpha - \tan \beta} + \frac{C}{2}$			
[Time]	$\left(\begin{array}{c} \text{Angle of} \\ \text{solar} \\ \text{culmination} \\ \text{on } 36^\circ \text{ N} \\ (\alpha) \end{array} \right)$	[Trees per ha]	[Trees per ha]		
[Summer solstice (June 22)]	77.5°	m (3.1)	(1,024)	m (5.5)	(324)
[Around May 6 or Aug. 8]	70.3°	(3.6)	(784)	7.3	196
[Around the beginning of April]	ca. 60°	—	—	11.1	81
[Vernal equinox (Mar. 21) or Autumnal equinox (Sept. 23)]	54.0°	4.8	441	14.3	49
[Around Feb. 4 or Nov. 8]	37.7°	6.2	256	36.7	9
[Winter solstice (Dec. 22)]	30.6°	7.1	196	84.4	1

(Note) Numbers in parentheses are theoretical.

In case of this size of pine tree, the south side of whole crown will be exposed to the sunlight all the year round if the stand density is adjusted to about 200 trees per ha. If adjusted to about 400 trees per ha, on the other hand, it will be exposed to the sunlight from the vernal to the autumnal equinox. The former is about one-fourth of the original density, and the latter is about one-half.

In larch, new leaves open in the middle of April around the experimental stands. Therefore, the density of about 100 trees per ha was chosen, so that the south side of whole crown would be exposed to the sunlight from the beginning of April to the first part of September. This density is about one-fourth of the original. About 200 trees per ha, one-half of the original, were taken for weakly thinned plots. In this case, the south side of whole crown will be exposed to the sunlight from the beginning of May to early August.

The location and approximate crown areas of all the trees in the experimental plots are shown

in Figs. 7 (pine) and 8 (larch). The thinning ratio and total crown area of each plot are shown in Tables 9 (pine) and 10 (larch).

Fertilizing: In the light of previous references, three plots of each block were fertilized as follows: In pine, 200 kg per ha each of P_2O_5 and K_2O were given as calcium superphosphate and potassium chloride, respectively, and 66 kg per ha of N were given as urea in spring. After collecting cones, some quantity of each mineral (as shown in Table 8) was given in late fall, when 1,000 kg per ha of calcium silicate were also given to promote the decomposition of leaf litter and grasses. In larch, on the other hand, 50 kg of N, 150 kg of P_2O_5 , and 100 kg of K_2O , all per ha, were given in spring, because the soils were more fertile than in pine stands. In the fall, 1,000 kg per ha of calcium silicate were given for the same reason as in the case of pine.

Two-thirds of fertilizers were applied into ditches of 10 to 15 cm deep and about 20 cm wide, which were dug out in parallel crosses, and covered with some thickness of soil. The remaining third was scattered onto the whole area of plot.

Methods for Surveys

Various surveys have been done on a certain number of sample trees from each plot, which are different according to the kind of survey.

Surveying growth: Total height (H), annual increase of height (ΔH), and clear length (cL) are measured by a tape-line and graduated poles. For crown width, the longest branches of four directions were measured by graduated poles. The diameters at breast height, and at one-third and at two-thirds of the 1961 height were measured by a diameter tape.

Surveying cone and seed crops:

(a) Cone crop was surveyed by the following three methods; (1) collecting, (2) counting, and (3) round methods. A special iron ladder (Photos 5 and 6), including one base piece and nine intermediate pieces, was used for the former two methods. (1) Collecting method: Usually small twigs with cones or cones themselves were cut down by special shears (Photo 7), on a tree. (2) Counting method: Each whorl was numbered from the top of each tree, and the cones on each direct branch of whorl were counted on a tree. Then the number was summed up for each whorl or for each tree. (3) Round method: Cones were counted mostly under the crown, so that the cones on the upper part of crown could not be observed, especially in the case of the trees having dense leaves. The number of sample trees for each method and for each block in each year is as follows:

(Year)	(Period for survey)	(Block B)		(Block A)	
		(Collecting)	(Round)	(Counting)	(Round)
1962	Oct. 8 to 18	6	19	6	20
1963	Oct. 3 to 10	6	16	10	20
1964	Oct. 7 to 15	6	16	10	20

Six sample trees for collecting method in Block B and for counting method in Block A are just the same from 1962 to 1964. Remaining four sample trees for counting method in Block A and the sample trees for round method in both blocks are the same both in 1963 and 1964.

(b) The following items were examined for cones and seeds. For cones; number, volume, weight, size, and the content of N, P_2O_5 , and K_2O . For seeds; weight, volume, number, 1,000-seed weight, germination energy, germination percentage, and the content of N, P_2O_5 , and K_2O . Mineral contents will be reported in a later paper.

(c) Ordinarily the cones from one tree were dried by a special cone-drier with tumbler (Fig.

9) below 50°C, after being dried in the sunlight for several days, and the seeds were extracted down onto the bottom of drier. Some data with this drier are shown in Table 11.

Results obtained for Three Years (1962 to 1964)

(a) Surveyed data on the growth of pine experimental stands are shown in Table 12. The diameter at breast height was also measured on 16 to 20 trees sampled at random from each plot (Table 13). There is no special tendency in the relationship between growth and thinning or fertilizing, at least, so far.

(b) Various data of cone and seed crops in pine are summarized in Tables 14 and 16. Tables 15 and 17 show the cone and seed crops per plot or per ha, based on the average of sample trees. In Table 18, the results by round method are compared with those by collecting or counting method.

In red pine, ordinarily it takes about two years from flower differentiation to cone maturity, and so the real effect of thinning, early spring in 1962, and fertilizing should appear first on the crop of 1964, if any. However, there might also have been some effect of these treatments on the 1962 crop and 1963 crop. Actually, there are recognized several tendencies, which are as follows:

(1) In the pine experimental stands, the 1963 crop is generally poorer than the 1962 crop and the 1964 crop is generally better than the 1963 crop. The recovering rate in 1964 seems to be dependent on the combined treatments.

(2) The annual shift of crop size varies with individual trees, and there is the following shift for three years in ranking among six sample trees in each plot. About 60% of sample trees shifted only with the difference in rank of less than two. Only 10% of surveyed trees shifted from the top to the bottom, and *vice versa*. Three of four individuals with no difference in rank for three years were the top among six, and one of them was the bottom.

(3) The weight per cone and the seed number and weight per cone tend to decrease year by year in non-fertilized plots, while in fertilized plots those decrease in the second year (1963) and increase in the third year (1964). With individual trees, however, those are considerably different. The tendencies mentioned above are intensified by the density of stand; that is, the minus effect is intensified in non-thinned plots, while the plus effect is intensified in thinned plots.

(4) The 1,000-seed weight decreases gradually in non-fertilized plots, while in fertilized plots it increases year after year. However, its shift is also variable with individuals, and so more data are needed to draw a definite conclusion.

(5) Concerning the averaged cone number or weight of the sample trees in each plot, the ratio of the third year's to the first year's crop decreases in non-thinned plots, while in thinned plots it increases two or three times as much. The increasing rate is more in heavily thinned plots, and more in fertilized plot in the case of the same density.

(6) Although the tree number of heavily thinned plots is only one-fourth of non-thinned plots, the crop size per plot in heavily thinned plots is more than that in non-thinned plots. However, the crop size per plot in weakly thinned plots is more than that in heavily thinned plots, because the crop per tree does not differ much between them, and the tree number of the former is twice the latter. The same tendency is not recognized on the results of Block A.

(7) The data by collecting method (Block B) or by counting method (Block A) are about eight or seven times as much as the data by round method, respectively. To estimate only the cone number, the round method should be very useful, where the averaged number of surveyed

trees should be increased eightfold.

(8) There is no correlation between the cone number per tree and total height, diameter at breast height, crown height, green ratio, or crown diameter, at least, so far.

(c) Coning in the crown of pine tree is shown in Figs. 10 to 12. One tree did not bear enough cones to show a certain tendency in coning, and so the number of cones was summed up for a certain group of sample trees. Figs. 10, 11, and 12 show the coning with reference to stand density, fertilizing, and total area of Block A, respectively. Generally, the cones are concentrated in the middle third of crown, but in heavily thinned plots the cones are concentrated in the lower half of crown in 1964 fall. This fact may indicate that flower differentiation is stimulated or coning is improved in the lower branches with heavy thinning.

(d) The germination energy and percentage of seeds from each individual are shown in Table 19, and the germination curves are shown in Fig. 13. The seeds were germinated on an agar bed in an ordinary germinator (at $25 \pm 1^\circ\text{C}$) and exposed to diffused light while counting germinating seeds every few days.

Unless the seeds are prechilled, those from some individuals germinate very slowly, and the germination energy and percentage are very different with individuals. The seeds from some individuals show almost the same germination behavior every year, but those from others show different behavior year by year. If prechilled, however, the seeds from most individuals showed the final germination percentage of over 90%. The fact suggests that seed dormancy varies greatly with individuals. From the results obtained so far, it seems that the germinability of seeds is not affected by the treatment like thinning or fertilizing.

(e) Surveyed data on the growth of larch experimental stands are shown in Table 20. The survey was not done in 1964.

Résumé

The experimental stands of pine and larch were established at the end of 1961 to obtain some practical information on the management of seed stands. Each of those includes two blocks, and one block consists of six plots for the combined treatments of thinning ratio and fertilizing. In pine stands, the survey for cone and seed crops has already been done three times. The real effect of the treatments on seed production can be discussed only after observing further two-year crops, but the data surveyed so far and some tendencies in them are tentatively reported in this paper. The definite tendencies are as follows: The crop size is greatly increased by thinning. This increasing rate is improved by fertilizing. The coning on the lower branches of crown is increased by thinning. In larch stands, the first survey on cone crop will be done in the fall of 1965.

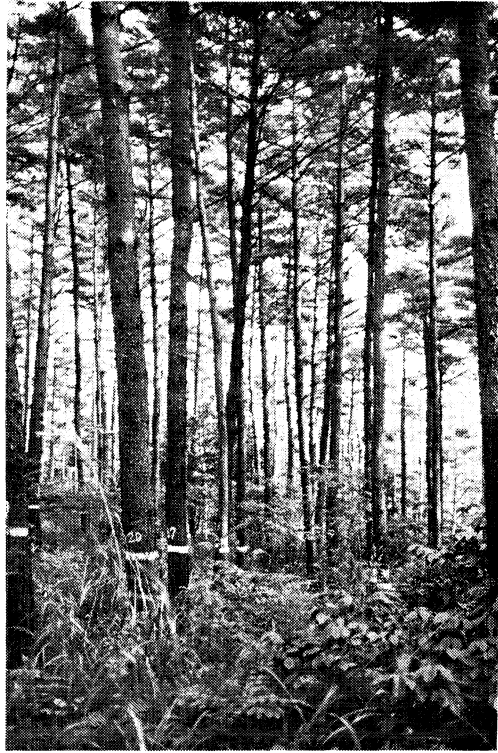


Photo. 1 アカマツ試験地, は小班, 無間伐
Non-thinned plots, Block B, Pine exper-
imental stands.



Photo. 2 アカマツ試験地, は小班, 弱度間伐
Thinned plots, Block B, Pine
experimental stands.



Photo. 3 アカマツ試験地, は小班, 強度間伐
Heavily-thinned plots, Block B,
Pine experimental stands.

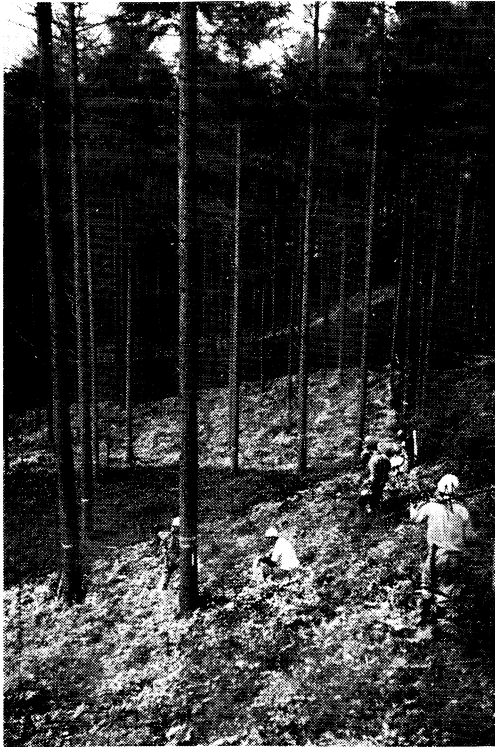


Photo. 4 カラマツ試験地

Nブロック、手前から強度間伐、弱度間伐、無間伐の各区、白くみえるところは施肥区で珪酸石灰をばらまいたところ

Block N, Larch experimental stands: From this side, heavily-thinned, thinned, and non-thinned plots. The areas looking white are fertilized plots.



(1) Showing base.



(2) Showing upper parts.

Photo. 5 組立て登木器を使用して調査木にのぼる状況 (アカマツ試験地)

A special iron ladder set for the sample tree, Pine experimental stands.

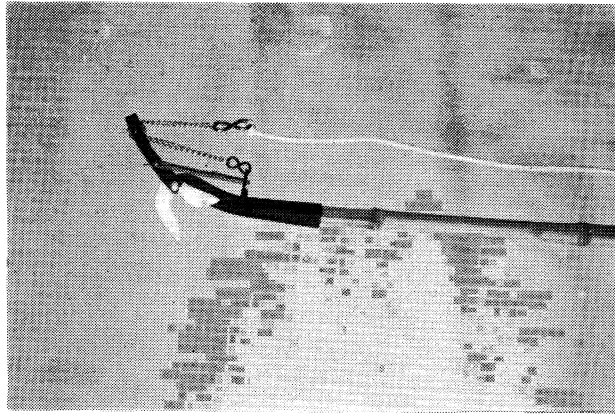


Photo. 7 高枝切

Shears to cut off cones and twigs with cones.

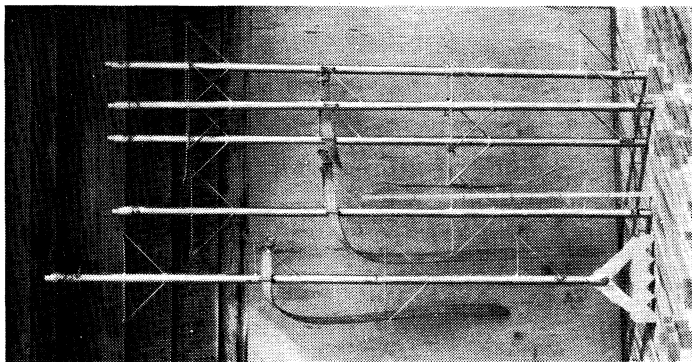


Photo. 6 組立て登木器

A special iron ladder, designed by Mr. СНИЕВ, Oji Institute for Forest Tree Improvement.