

第1編 林業品種の本質

植物或いは動物の諸形質はすべて遺伝子の存在により発現されるのであるが、遺伝子その物が直接各形質を発現するのではなく遺伝子はただその素質 (Anlage) の担荷体にすぎない。したがって或る遺伝子が或る形質を発現する過程において或る種の環境因子の作用を受ければ、終局において現われる形質は異なってくる場合が起るのである。われわれが複雑な林木の形質をみて品種の分類に困難を感じるのも遺伝的構成は同一であるが、第二次的或いは第三次的の環境因子の作用により著しく異なつた形質を現わしている場合が多いからである。特に林木の生長過程においては土壌因子、気候因子等その影響が大きく働き、林木の終局の形態が全く別種または別品種のようにみえることがある。

わが国の主要造林樹種であるアカマツ、クロマツ、スギ等の大部分は、長年月の間には無意識のうちに多少の選抜が行われており、地方的に異なつた林業品種が成立している。しかしながら植物学上の分類或いは農作物等における品種区分とは異なり、林業品種はその本質が曖昧であることが多い。特にスギは林業品種と称せられながらもそれら品種間の形質の相違が何に由来するのであるか判断に苦しむことがしばしばである。現在一般に言いならわされている林業品種は遺伝学または育種学の立場から見直せばいかなるものであろうか。この問題について一応検討してみる必要がある。品種分類の基礎が出来ておらなければ今後育種を行ううえに極めて不便であり、また労多くして効少ない結果となりやすいからである。この意味において、まずスギを実験材料として林業品種の本質の吟味を試みることにした。

一般に植物の生長には或る週期性が存在することが認められている。これには長短種々あり1日または1年或いは数年にわたるものがある (坂村 1943)。生長の週期は生長の速度および時期が植物の器官により或いは同一器官でも部分により異なるために起るのである。一般に生長は徐々にはじまつて次第に速やかとなり、最盛期に達して衰える。しかして或る週期をもつてこれを繰返すのである。この生長の最盛期を Sachs(1872)は最大生長期 (Grosse Wachstumsperiode) と称している (Palladin, W. 1911)。樹木のごとき寿命の長いものでは樹齢により生長の遅速が著しい。また樹種によりそれぞれ特有の曲線を画く。樹木の短期間内における生長の経過を観察すれば樹種により特有の生長経過を示す。このことは多くの学者によつて明らかにされている (Büsgen, M. 1927, 森川 1925, 佐多 1928)。

林木が現に表わしている形態および生理生態的特質がその個体本来のものであるか、或いは環境因子の作用による彷徨変異 (Fluctuation) 或いは一時変異 (Modification) であるかを決定することはなかなか容易ではない。しかしながら、なるべく環境因子を同一にして、換言すれば同一環境のもとに樹木を仕立てることができるならば、本来の形質すなわち遺伝形質の異同を比較することができる筈である。実際にはすべての環境因子を全く同一ならしめることは

困難であるからそのうち若干の因子を同一、または同一に近い状態として満足するほかない。

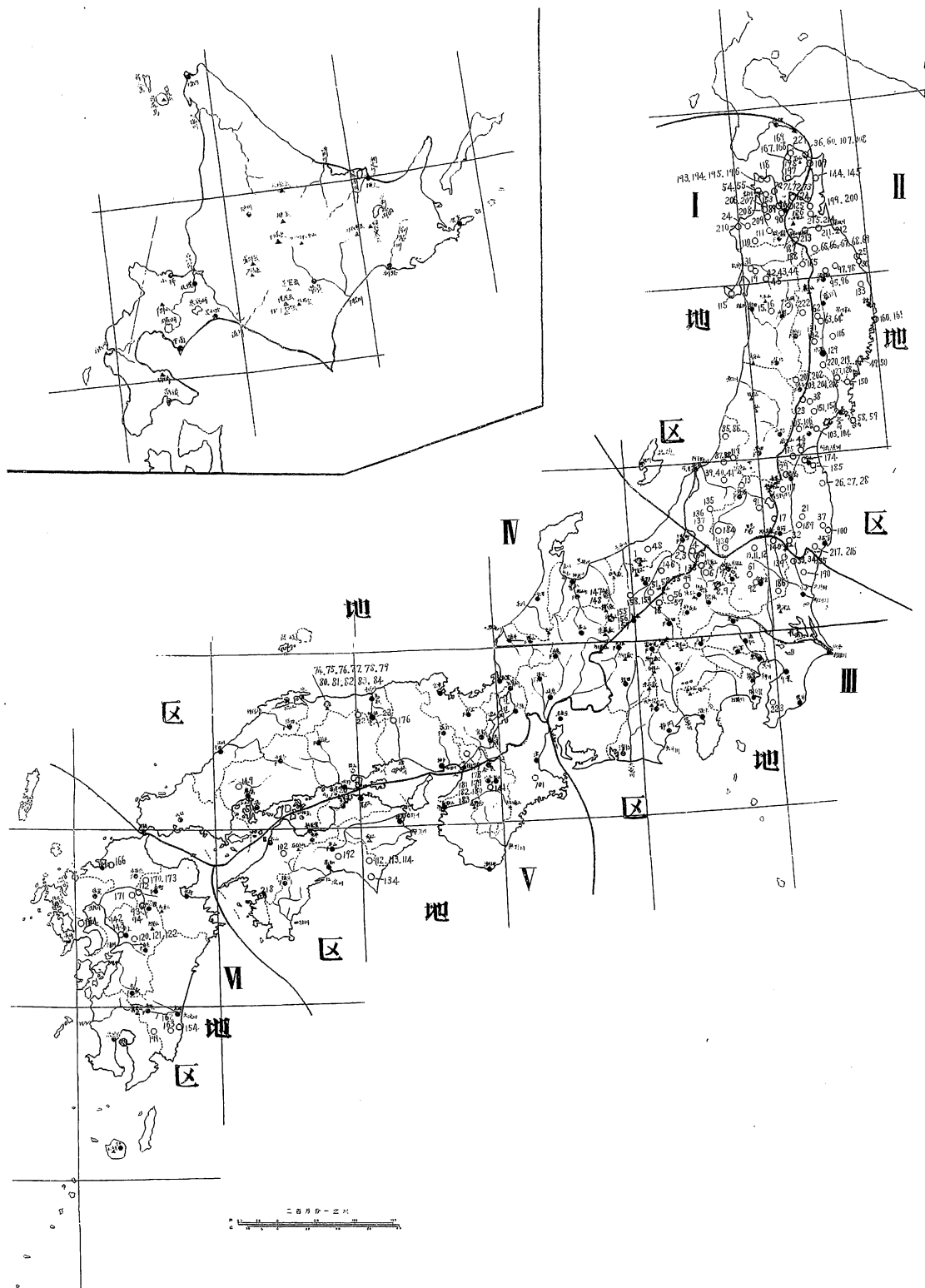
まずスギの苗木の形態および生長の週期に関係する遺伝子がいかなる状態で全国に分布しているか、またいかなる程度の多型性を示すか、すなわちスギの苗木の形質を支配する遺伝子の組合せおよび分布はいか様であるかを探索するために、同一条件のもとに多数の系統のスギの苗木を仕立てて、第1に“多型性と遺伝子の分布に関する実験”を行つた。

種、変種或いは品種等の術語に対しては種々の立場から諸学者により定義が与えられているが、林業品種の本質を把握することは、なかなか困難である。林木の外部形態は種々の条件によつて異なってくることは容易に想像されるところであるが、表面に現われた形質のみをみて、遺伝子による本来の形態であるか或いは環境因子の作用による後天的変化であるかを決定することは不可能である。われわれが普通に林業品種として取扱つている品種の中にはこの両者を混同して論じている場合が多いのではあるまいか。この点を検討するために、低肥スギの数品種の外部形態を調査して、第2に“林業品種の吟味に関する実験”を行つた。

しかして以上2つの実験を通じて林業品種の本質に関して考察吟味を行うこととした。筆者の行つた実験について述べる前に、従来行われているスギ品種に関する研究を略述する。

スギ品種に関する既往の研究

従来スギについて試みられた品種識別の方法は極めて多く、多くの研究者により記載されたスギの変種品種の数は実に250種以上に及ぶ(岡本 1950)。寺崎博士は形態区別の問題をまず年輪の連年生長曲線に基いて研究して内部構造が外部的差異に対応することを立証し、針葉の曲直および樹皮の巻き方によつて分類している(寺崎 1923)。藤岡、高橋両氏(1918)はスギ心材色黒変について、狩野氏(1919)はスギ針葉の着生状態について述べられている。正木氏(1933)はスギを耐寒性品種と非耐寒性品種とに区分し、また針葉、枝条、樹冠、樹相、生育苗木の外部形態、横断面、輪廓、樹脂溝の形状太さおよび針葉先端の内部形態について分類されている。山根、河口(1928)両氏は樹形、樹皮、材質によつて日田地方挿スギ品種を外観的に識別し、見戸氏(1919)も日田スギの種類について述べ、山内氏(1931)もまた日田地方挿スギについて毬果および種子並びに針葉を解剖学的に調査し針葉横断面の輪廓、先端の形状により分類されている。林氏(1928)は九州における挿スギの品種を研究し識別拠点として冬季における針葉の変色程度、樹形、枝の着生状態、枝張り針葉の中軸となす角度、長さおよび密度、樹皮の色、亀裂の有無、幅、剝離方法、心材着色程度、結実性、毬果の形状などを挙げておられる。相馬氏(1936)は九州における挿木スギの種類を樹相、樹皮の色、亀裂の深淺、亀裂の幅、心材の着色、枝の密度、長さ、大きさ、抽出角、落下性、針葉の着生状態、長葉の抽出角度、長葉の彎曲度、大きさおよび葉先の形状、長葉の密度、雄花および毬果の着生の遅速、着生状況、および多少、大いさ、生長の遅速等により分類された。低肥地方の挿スギについては、材の色によりアカスギ、クロスギに分け、さらに枝の大小、抽出角の鋭鈍、針葉の硬



軟、樹皮の色、幹形、材質、生長状況により区別されている(飢肥営林署 1936)。また土肥氏(1928)は、樹形、樹皮、枝および枝葉の着生状態、針葉の色、枝の抽出角、結実性等について品種の区別を行つている。さらにまた大島氏(1931)は秋田スギの樹皮の形状および旋回により、佐藤氏(1929)は針葉の内部構造として針葉断面の形、表皮細胞、気孔、下表皮、葉肉、内鞘、移入組織、維管束、脂管および脂管と維管束との距離を拠点として普通のスギと変異スギについて比較研究されている。また、山崎氏(1931)および鈴木氏(1936)は塩素酸加里に対する抗毒性の強弱により耐寒性の強弱を知ることができると称している。

以上のごとく、多数の研究者により各種形質の相異により品種類別が行われているが、それらの品種識別拠点を大別すれば次の8種に分けることができる。すなわち 1. 生長型、2. 樹形、3. 針葉の外部および内部形態、4. 枝の外部形態および落下性、5. 樹皮の形態、6. 材質、7. 雄花および雌花、8. 抗毒性

これ等多数の形質により品種の類別を行うことは容易なごとく考えられるが、実際は、前述したように、学者によりその観点を異にし、普遍的に各品種の特性を明記することはなかなか困難である。特に実地において山地に生育中の各々のスギについて適確なる品種名を附することは至難の業である。以下その困難なる理由を研究の結果に基いて論じたいと思う。

I 実験方法

〔I〕研究資料

本編における主なる研究資料は次の通りである。

1. 全国より母樹別に蒐集した種子から養成した苗木 21,896 本。
2. 飢肥スギ品種試験地(飢肥営林署部内板谷国有林)。7 品種。各品種 80 本。計 560 本。

〔II〕実験の内容

上記の研究資料についての主なる実験内容は次の通りである。

1. 多型性と遺伝子の分布に関する実験。
2. 林業品種の吟味に関する実験。

〔III〕実験概要

1. 多型性と遺伝子の分布に関する実験

全国のスギの天然林または人工林中各地方の代表的なものから母樹各 1 本を選び、母樹ごとに種子を採集し、同一環境のもとに苗木を養成して各苗木の発現する形質を調査した。すなわち同一母樹から出発した苗木の間の形質の異同および母樹を異にする場合の異同、産地との関係について比較を行い、スギ形質の多型性および遺伝子の分布について実験を行つたのである。

(1) 実験資料

この実験に用いたスギの種子は 1940 年(昭和 15 年)秋、青森、秋田、東京、大阪、高

知、熊本各営林局に依頼し所管各営林署から寄贈を受けたものである。各営林署からは穂果採集とともに筆者の前任地である農林省林業試験場造林研究室あて直送し、速やかに種子を取出し乾燥して貯藏した。翌 1941 年春播種前に定温器内において林業試験場種子鑑定法に準拠して発芽試験を行い、発芽率に応じて播種量を定めて播種し養苗を行つた。

資料は 223 系統の多きにのぼつたが、操作中誤つて他系統の種子を混じたもの、またはほとんど発芽力の無いもの、種子量の少なかつたもの等を除いて養苗を行つた。系統別スギ母樹の生育位置、品種名、方言、樹齡、胸高直径、樹高、枝下高、生育場所、海拔高は第 1 表に示した通りである。

第 1 表 スギ品種系統別母樹の記載

番号	品種変種名 または俗名	樹 令 (年)	胸高 直径 (cm)	樹高 (m)	営林署名	生 育 場 所	海拔高 (m)	天然生、 人工造林 の別
1	地 杉	32	54	24	高 田	新潟県中頸城郡関山村大字関山 五万戸国有林24そ	500	人工
2	ネジリ杉	a.400	88	20	六 日 町	新潟県中魚沼郡田沢村字角間民 有林	480	人工
3	銀 杉	a. 60	18	7.8	六 日 町	新潟県中魚沼郡田沢村大字洋沢 民有林	460	人工
4	地 杉	a. 45	42	25	六 日 町	新潟県南魚沼郡石打村字西山東 山国有林48そ	a.600	人工
5	株 杉	a. 50	26	20	六 日 町	新潟県南魚沼郡土樽村字滝ノ又 国有林	a.550	天然
6	利根地杉	120	94	32	沼 田	群馬県利根郡池田村字迦葉山国 有林68と	700	人工
7	右巻芽杉	39	34	19	沼 田	群馬県利根郡片品村字白井路国 有林24ね	950	人工
8	地 杉	39	32	17	沼 田	群馬県利根郡赤城根村字根利山 国有林26い、	800	
9	地 杉	39	32	19	沼 田	群馬県利根郡赤城根村字根利山 国有林26い、	800	
10	熊 杉	38	36	23	矢 板	栃木県塩谷郡塩原町字東山国有 林72は	560	人工
11	地 杉	38	36	23	矢 板	栃木県塩谷郡塩原町字東山国有 林72は	560	人工
12	地 杉	38	36	24	矢 板	栃木県塩谷郡塩原町字東山国有 林72は	560	人工
13	地 杉	a.100	32	22	喜 多 方	福島県耶麻郡奥川村字正防小屋 国有林	a.500	天然
14	黒 河 杉	160	80	24	敦 賀	福井県敦賀郡栗野村字黒河山国 有林35い、	500	天然
15	地 杉	a. 60	26	18	大 曲	秋田県河辺郡船岡村字上字津野 364番山林	120	天然
16	カネツケ (鉄契付ケ杉)	a. 80	28	17	大 曲	秋田県河辺郡船岡村字小黒川国 有林103ち	100	天然
17	地 杉				坂 下	福島県河沼郡坂下町坂下営林署 部内		
18	地 杉	a. 50	46	16	上 田	長野県小県郡本原村字奈良尾国 有林28い、	1000	人工
19	離 膚	170	85	38	能 代	秋田県山本郡響村字濁川山国有 林60い、	140	天然
20	地 杉				青 森	青森県民有林		
21	地 杉	a.270	80	25	郡 山	福島県田村郡飯豊村字大名内東 堂山境内	600	人工
22	地 杉	a.120	92	24	津 山	岡山県苫田郡上奔原村字遠藤国 有林38い、	1100	天然
23	沖ノ山伏条杉	a.180	63	31	鳥 取	鳥取県八頭郡智頭村字沖ノ山	920	天然
24	矢倉山杉	a. 86	42	20	鯨ヶ沢	青森県西津軽郡赤石村字矢倉山 国有林45る1	240	天然

番号	品種変種名 または俗称	樹 令 (年)	胸高 直径 (cm)	樹高 (m)	営林署名	生 育 場 所	海拔高 (m)	天然生、 人工造林 の別
25	吉 野 杉	43	28	15	久 慈	岩手県九戸郡久慈町字枝成沢山 国有林	150	人工
26	第 一 型	42	30	24	原 町	福島県相馬郡石神村字七曲国有 林34ろ	320	人工
27	第 二 型	42	28	23	原 町	福島県相馬郡石神村字七曲国有 林34ろ	320	人工
28	第 三 型	42	43	26	原 町	福島県相馬郡石神村字七曲国有 林34ろ	320	人工
29		44	34	20	福 島	福島県信夫郡大笹生村字組板山 国有林16と	a. 140	人工
30	秋 田 杉	40	32	18	久 慈	岩手県九戸郡長内村大字小久慈 民有林	80	人工
31	綱 膚	150	84	32	能 代	秋田県山本郡檜山町字母体山国 有林12は	100	天然
32		45	36	20	棚 倉	福島県東白川郡高野村字那須道 国有林14い、	460	人工
33	枝垂レ下リ	48	38	22	大 子	茨城県久慈郡大子町字未沢国有 林122り	160	人工
34	右 巻 キ	48	48	28	大 子	茨城県久慈郡大子町字未沢国有 林122り	160	人工
35	葉垂レ下リ	48	30	24.5	大 子	茨城県久慈郡大子町字未沢国有 林122り	160	人工
36	秋 田 杉	a. 100	54	23	大 畑	青森県下北郡大畑町字葉色山国 有林17い、	40	人工
37		36	46	18	平	福島県石城郡上小川町字勢屋国 有林9ち	400	人工
38		65	42	26	中 新 田	宮城県加美郡広原村字臼子田小 字池ノ沢民有林	130	人工
39	高野杉, 山杉	a. 80	44	21	村 松	新潟県東蒲原郡三川村字松野国 有林24い、	280	天然
40	シロハダ, 山 杉	70	44	19	村 松	新潟県東蒲原郡三川村字松野国 有林24い、	280	天然
41	吉野杉, 垢杉	29	21	12.5	村 松	新潟県東蒲原郡三川村字広場山 国有林14ち	160	人工
42	ア ミ シ ガ	140	62	32	上小阿仁	秋田県北秋田郡上小阿仁村字藤 沢国有林54ろイ	150	天然
43	モ チ シ ガ	160	80	35	上小阿仁	秋田県北秋田郡上小阿仁村字藤 沢国有林54ろイ	140	天然
44	ハナレシガ	150	76	33	上小阿仁	秋田県北秋田郡上小阿仁村字藤 沢国有林54ろイ	150	天然
45	ア カ シ ガ	170	90	35	上小阿仁	秋田県北秋田郡上小阿仁村字藤 沢国有林54ろイ	140	天然
46		50	40	14	白 石	宮城県刈田郡宮村字上ノ原（早 川牧場内）	320	人工
47		50	32	14	白 石	宮城県刈田郡宮村字上ノ原（早 川牧場内）	320	人工
48					高 田	新潟県高田市高田営林署部内		
49	吉 野 杉	35	40	21	盛	岩手県気仙郡未崎村字未崎山国 有林59は	120	人工
50		35	28	20	盛	岩手県気仙郡未崎村字未崎山国 有林59は	140	人工
51		50	44	23	長 野	長野県上高井郡保科村字保科山 国有林61は	630	人工
52		50	42	23	長 野	長野県上高井郡保科村字保科山 国有林61は	630	人工
53	熊 杉	10	6	6	長 野	長野県上高井郡保科村字保科山 国有林64い、	620	人工
54	秋 田 杉	32	24	14	相 内	青森県北津軽郡相内村字太田山 国有林1ろ	60	
55	吉 野 杉	32	15	9	相 内	青森県北津軽郡相内村字太田山 国有林1ろ	60	
56	熊 杉	80	78	33	草 津	群馬県吾妻郡嬋恋村字石津民有 林	1000	人工
57		80	40	24	草 津	群馬県吾妻郡嬋恋村字石津民有 林	900	人工
58		51	43	24	石 巻	宮城県牡鹿郡大原村字谷川山国 有林27い、	80	人工

番号	品種変種名 または俗称	樹 令 (年)	胸高 直径 (cm)	樹高 (m)	営林署名	生 育 場 所	海拔高 (m)	天然生、 人工造林 の別
59	クロスギ、 イヌスギ	a. 50	28	13	石 巻	宮城県牡鹿郡大原村字牧ノ崎 国有林32は	40	天然
60	吉 野 杉	44	16	12	大 畑	青森県下北郡大畑町字朝比奈岳 国有林33に	40	人工
61		30	30	13	今 市	栃木県河内郡大沢村大字大室民 有林		人工
62		49	38	18	盛 岡	岩手県紫波郡水分村字東根山 国有林20、	240	人工
63		51	38	21	花 巻	岩手県稗貫郡石鳥谷町字葛丸川 山国有林113、	200	人工
64	萌 杉 (バエスギ)	a. 60	42	23	花 巻	岩手県稗貫郡石鳥谷町字犬ヶ渡 民有林	a. 100	人工
65	秋 田 杉	26	28	15	三 戸	青森県三戸郡田子町字小国深山 国有林69に	310	人工
66	秋 田 杉	29	30	16	三 戸	青森県三戸郡上郷村字北来満山 国有林47は	200	人工
67	秋 田 杉	35	22	17	三 戸	青森県三戸郡上郷村字遠深山 国有林18、	360	人工
68	吉 野 杉	30	22	14	三 戸	青森県三戸郡上郷村字北来満山 国有林54に	270	人工
69	吉 野 杉	37	26	14	三 戸	青森県三戸郡上郷村字遠瀬深山 国有林18、	340	人工
70	秋 田 杉	34	24	16	蟹 田	青森県東津軽郡蟹田村字火箱沢 東小国山国有林1に		人工
71	吉 野 杉	23	13	8	蟹 田	青森県東津軽郡蟹田村字紅葉坂 民有林	a. 100	人工
72	青森クロハダ	29	24	13	蟹 田	青森県東津軽郡蟹田村字西小国 山国有林62ろ	a. 150	人工
73	秋 田 杉	31	26	16	蟹 田	青森県東津軽郡蓬田村字居家戸 山国有林52、	50	人工
74	大 山 杉	120	86	23	倉 吉	鳥取県西伯郡大山村大山国有林	a. 800	天然
75	大 山 杉	120	85	24	倉 吉	鳥取県西伯郡大山村大山国有林	800	天然
76	大 山 杉	120	77	26	倉 吉	鳥取県西伯郡大山村大山国有林	800	天然
77	大 山 杉	120	97	22	倉 吉	鳥取県西伯郡大山村大山国有林	800	天然
78		70	52	20	倉 吉	鳥取県西伯郡大山村大山神社境内	800	天然
79		70	63	24	倉 吉	鳥取県西伯郡大山村大山神社境内	800	天然
80	大 山 杉	160	113	30	倉 吉	鳥取県西伯郡大山村大山国有林	800	天然
81	大 山 杉	160	113	30	倉 吉	鳥取県西伯郡大山村大山国有林	800	天然
82		30	35	16	倉 吉	鳥取県西伯郡大山村大山神社境内	a. 750	人工
83		60	46	24	倉 吉	鳥取県西伯郡大山村大山神社境内	750	人工
84		60	45	22	倉 吉	鳥取県西伯郡大山村大山神社境内	750	人工
85		85	64	24	村 上	新潟県岩船郡塩野町字米ヶ沢 国有林127は	160	人工
86	千 本 杉	70	40	22	村 上	新潟県岩船郡塩野町字米ヶ沢 国有林127は	160	天然
87		a. 80	70	30	新 発 田	新潟県北蒲原郡菅谷村字石川山 国有林45は	200	天然
88	吉 野 杉	41	42	23	新 発 田	新潟県北蒲原郡菅谷村字石川山 国有林41と	200	人工
89		49	42	24	内 真 部	青森県東津軽郡奥内村字内真部 山国有林17ち	40	人工
90		62	62	27	内 真 部	青森県東津軽郡新城村字新城山 国有林8は	100	人工
91	熊 杉	a. 70	42	19	若 松	福島県北会津郡東山村字羽黒山 国有林9ま1	600	天然
92		50	39	20	今 市	栃木県河内郡城山村字内倉国有 林	320	人工
93	ヤブクグリ	44	34	17	菊 地	大分県日田郡中津江村字柿谷 国有林64を	750	人工
94	ヤブクグリ	44	27	16	菊 地	大分県日田郡中津江村字柿谷 国有林64を	750	人工
95	秋 田 杉	51	24	16	沼 宮 内	岩手県岩手郡御堂村字子抱 国有林20へ	300	人工

番号	品種変種名 または俗称	樹令 (年)	胸高 直径 (cm)	樹高 (m)	営林署名	生 育 場 所	海拔高 (m)	天然生、 人工造林 の別
96	南部杉	51	34	20	沼宮内	岩手県岩手郡御堂村字子抱国有 林20へ	300	人工
97	秋田杉	50	40	20	沼宮内	岩手県二戸郡田部村字七滝沢民 有林	370	人工
98	秋田杉	45	35	17	沼宮内	岩手県二戸郡田部村字七滝沢民 有林	370	人工
99		40	28	10	中之条	群馬県吾妻郡沢田村字高野国有 林29い、	700	人工
100		a.100	82	35	平	福島県双葉郡大久村字大内国有 林61い、	650	天然
101	深山杉	170	84	30	亀山	三重県飯南郡大河内村字深山国 有林7い、	400	天然
102		82	79	30	松山	愛媛県上浄穴郡川瀬村字遅越山 国有林38に1	840	人工
103	秋田杉	58	36	18.5	仙台	宮城県仙台市北六番町国有林77 は	49	人工
104		a.25	25	17	仙台	宮城県仙台市北六番町国有林77 た	49	人工
105	吉野杉	51	55	24	仙台	宮城県宮城郡広瀬村字遠野原国 有林51つ	127	人工
106		51	52	25	仙台	宮城県宮城郡広瀬村字遠野原国 有林51つ	127	人工
107	綱目型杉	a.37	40	15	田名部	青森県下北郡大畑町字大盛山国 有林74へ	60	人工
108	白膚型杉	a.37	37	16	田名部	青森県下北郡大畑町字大盛山国 有林74へ	60	人工
109	吉野杉	32	22	12	田名部	青森県下北郡田名部町字矢立山 国有林35は	200	人工
110	根杉	45	34	18	弘前	青森県中津軽郡西目屋村字大沢 国有林26ぬ	250	天然
111		a.110	52	25	弘前	青森県弘前市新寺町門明寺寺院 境内	40	人工
112	白心	190	60	24	魚梁瀬	高知県安芸郡馬路村大字魚梁瀬 西又東又山国有林129い、	820	天然
113	赤心	230	74	28	魚梁瀬	高知県安芸郡馬路村大字魚梁瀬 西又東又山国有林129い、	820	天然
114	黒心	220	94	33	魚梁瀬	高知県安芸郡馬路村大字魚梁瀬 西又東又山国有林129い、	820	天然
115		a.200	88	23	秋田	秋田県南秋田郡男鹿中村字男鹿 山国有林20は	a.200	天然
116		24	30	18	遠野	岩手県和賀郡谷内村字日ノ欠国 有林107に	400	人工
117	アカスギ	39	26	12	福島	福島県信夫郡土湯村字鶯倉国有 林40い、	500	人工
118	吉野杉	25	16	8	今別	青森県東津軽郡一本木村字袴腰 国有林91は	60	人工
119	千本杉	70	52	22.2	村上	新潟県岩船郡関谷村字玉郷立国 有林13ち	80	天然
120	吉野	38	44	21	熊本	熊本県上益城郡七滝村字吉無田 国有林37ち	600	人工
121	エドアカ、 アカエド	120	84	36	熊本	熊本県上益城郡七滝村字吉無田 国有林33に	690	人工
122	エドグロ、 クロエド	120	82	29	熊本	熊本県上益城郡七滝村字吉無田 国有林32は1	650	人工
123		26	30	10	中新田	宮城県加美郡宮崎村字大森山国 有林1は	339	人工
124	秋田杉	25	22	10	青森	青森県東津軽郡西平内村字月泊 山国有林35は5	100	人工
125	秋田杉	41	34	17	青森	青森県東津軽郡野内村字久栗山 国有林9ろ	50	人工
126	秋田杉	21	22	13	青森	青森県東津軽郡野内村字久栗山 国有林16り	50	人工
127	マスギ	46	44	25	一ノ関	岩手県東磐井郡黄海村字衣井沢 国有林6に	180	人工
128	イヌスギ、 カノコスギ	41	25	15	一ノ関	岩手県東磐井郡黄海村字衣井沢 国有林6ち	150	人工
129					水沢	岩手県胆沢郡水沢町水沢営林署 部内		

番号	品種変種名 または俗称	樹令 (年)	胸高 直径 (cm)	樹高 (m)	営林署名	生 育 場 所	海拔高 (m)	天然生、 人工造林 の別
130		45	34	19	山 口	福島県南会津郡檜枝岐村字上ノ 台 250 番民有林	1000	人工
131		42	28	14	黒 沢 尻	岩手県和賀郡岩崎村字大宮森国 有林27い、	170	人工
132	秋 田 杉	80—90	54	23	黒 沢 尻	岩手県和賀郡岩崎村大字煤孫民 有林	150	人工
133	女 杉	44	27	20	岩 泉	岩手県下閉伊岩泉町字夏節国有 林63と	340	人工
134	吉 野 杉	29	25.5	11.3	野 根	高知県安芸郡北川村字笠木山国 有林23い、	a.500	人工
135		a.45—50	33	20	長 岡	新潟県南蒲原郡森町村大字森字 森民有林	80	人工
136		a.40—45	26	16	長 岡	新潟県北魚沼郡堀之内町大字原 字中ノ段民有林	120	人工
137		a.40—45	30	17	長 岡	新潟県北魚沼郡堀之内町大字原 字中ノ段民有林	120	人工
138		32	24	17	水 上	群馬県利根郡水上村字入山国有 林10上	600	人工
139		16	17	10.1	大 田 原	栃木県那須郡須賀川村大字南方 字上南方下野造林会社造林地	550	人工
140		a. 70	30	a.17	大 田 原	栃木県那須郡須賀村字遅山国有林 27い、	570	天然
141	吉 野 杉	180	80	30	奈 良	奈良県高市郡高取町字高取山国 有林54い、	400	天然
142	黒 心	a. 70	40	20	熊 本	熊本県飽託郡芳野村字金峯山国 有林38り	300	天然
143	半 黒	a. 60	32	18	熊 本	熊本県飽託郡芳野村字金峯山国 有林38り	300	天然
144		40	30	12	横 浜	青森県上北郡横浜村字檜木村社 八幡神社境内	8	人工
145	秋 田 杉	35	30	14	横 浜	青森県上北郡横浜村字檜木村社 八幡神社境内	8	人工
146		60	55	22	飯 山	長野県下高井郡上木島村字中町 民有林	460	人工
147	立 山 杉	a.250	86	27	富 山	富山県中新川郡立山村字ブナ坂 外11国有林17い、	1150	天然
148	立 山 杉	a.200	74	25	富 山	富山県中新川郡立山村字ブナ坂 外11国有林17い、	1150	天然
149	水 内 杉	a.130	73	40	広 島	広島県佐伯郡水内村字恵下谷山 国有林15い、	700	天然
150		35	34	17	高 田	宮城県本吉郡御岳村字娘樂山国 有林50ろ	250	人工
151		32	40	18	中 新 田	宮城県黒川郡大衡村字東石崎14 番民有林	50	人工
152		60	38	12	中 新 田	宮城県黒川郡大衡村中山国有林 75い1	60	天然
153	秋 田 杉	a. 50	50	23	中 里	青森県北津軽郡内潟村字薄市山 国有林28は2	60	天然
154	ヒダリマキ、 ヒネクレ、 ミゾギ	31	42.7	18	宮 崎	宮崎県宮崎郡青島村字小内海国 有林5わ	130	人工
155		36	24	19	松 本	長野県南安曇郡西穂高村字唐沢 国有林18に	900	人工
156		36	22	19	松 本	長野県南安曇郡西穂高村字唐沢 国有林18に	900	人工
157		36	22	18	松 本	長野県南安曇郡西穂高村字唐沢 国有林18に	900	人工
158	山 杉				大 町	長野県南安曇郡大町営林署部内		
159					大 町	長野県南安曇郡大町営林署部内		
160	小 坂 杉	30—35	31	10	宮 古	岩手県下閉伊郡船越村字霞露山 国有林29り3	80	人工
161	小 坂 杉	70—80	60	18	宮 古	岩手県下閉伊郡船越村字霞露山 国有林29り3	80	人工
162	トサグロ	44	46	20.5	猥 肥	宮崎県南那珂郡北郷村大字北河 内字宿野国有林119む	240	人工
163	エダナガ	44	49	22	猥 肥	宮崎県南那珂郡北郷村大字北河 内字宿野国有林119む	250	

番号	品種変種名 または俗称	樹令 (年)	胸高 直径 (cm)	樹高 (m)	営林署名	生 育 場 所	海拔高 (m)	天然生、 人工造林 の別
164	萱 瀬 杉	150	102	23	長 崎	長崎県東彼杵郡萱瀬村萱瀬山国 有林8を	260	人工
165	秋 田 杉	34	27	15	新 町	岩手県二戸郡荒沢村字曲田山国 有林34を	400	人工
166	若 杉	a. 80	48	23	福 岡	福岡県粕屋郡勢門村字若杉山国 有林17い、1	480	天然
167	秋 田 杉	43	46	26	佐 井	青森県下北郡佐井村字湯ノ川越 国 ¹ 有林71と	20	人工
168	吉 野 杉	42	37	22	佐 井	青森県下北郡佐井村字湯ノ川越 国 ¹ 有林71と	20	人工
169	吉 野 杉	a. 26	22	15	佐 井	青森県下北郡佐井村字古佐井黒 岩沢36番地	15	人工
170	ホ ン 杉 インスギ、 カンノウラ	a. 23	20	13	日 田	大分県日田郡小野村字中山民有 林	450	人工
171	インタロ、 ヤブクグリ ウラセバル	34	44	23	日 田	福岡県八女郡星野村字熊渡山国 有林16へ	700	人工
172		50	40	27	日 田	大分県日田郡五和村字三春原	750	人工
173	ト ヤ マ 杉	a. 50	46	24	日 田	大分県日田郡小野村字中山	400	天然
174	吉 野 杉	49	40	18	白 石	宮城県伊具郡丸森町字小塚山国 有林23じ	60	人工
175	吉 野 杉	45	44	25	白 石	宮城県刈田郡七ヶ宿村字稲子山 国 ¹ 有林74を	500	人工
176	実栗、熊杉	a. 120	43	32	山 崎	兵庫県実栗郡奥谷村字音水国 有林11い、	525	天然
177		120	41	14	神 戸	大阪府三島郡豊川村勝尾寺山国 有林	a. 300	人工
178		30	22	18	神 戸	大阪府三島郡豊川村勝尾寺境内	300	人工
179		150	73	35	神 戸	大阪府三島郡豊川村勝尾寺苗圃	300	人工
180		150	66	32	神 戸	大阪府三島郡豊川村勝尾寺苗圃	300	人工
181		30	15	15	神 戸	大阪府三島郡豊川村勝尾寺苗圃	300	人工
182		30	9.5	17	神 戸	大阪府三島郡豊川村勝尾寺苗圃	300	人工
183		5	1.6	1	神 戸	大阪府三島郡豊川村勝尾寺苗圃	300	人工
184		28	14	14	山 口	福島県南会津郡伊北村字新屋敷 下民有林	370	人工
185		46	32	21	白 石	宮城県伊具郡大内村大字大内字 黒佐野	180	人工
186		31	22	13	笠 間	栃木県芳賀郡益子町字大川戸国 有林55ろ	200	人工
187	秋 田 杉	30	32	15	黒 石	青森県南津軽郡竹館村大字小国 字浅瀬石山国 ¹ 有林114	260	人工
188	吉 野 杉、 しろはだすぎ	30	22	10		青森県南津軽郡竹館村大字小国 字浅瀬石山国 ¹ 有林114	260	人工
189	地 杉	40	38	20	石 川	福島石川郡大字岩法寺字観音山 民有林	440	人工
190	神 代 杉	47	44	23	高 萩	茨城県多賀郡国分大字大久保字 中丸国 ¹ 有林245い、	100	人工
191	ハ ン ジ ロ	32	26	17	都 城	宮崎県北諸県郡三股村字轟木国 有林16に	420	人工
192	地 杉	110	84	25	本 山	高知県長岡天坪大字櫨ノ谷字立 割分寒冬山国 ¹ 有林104い、	480	人工
193		20	18	6.6	増 川	青森県東津軽郡三厩村大字増川 字増川山国 ¹ 有林38り	a. 20	人工
194		26	32	14	増 川	青森県東津軽郡三厩村大字増川 字増川山国 ¹ 有林43い、	60	人工
195		39	46	17	増 川	青森県東津軽郡三厩村大字三厩 字三厩山国 ¹ 有林38い、	80	人工
196	秋 田 杉	37	28	9	増 川	青森県東津軽郡三厩村大字字鉄 字字鉄山国 ¹ 有林7い、	8	人工
197	地 杉	38	30	18	脇 野 沢	青森県下北郡脇野沢村民有林	25	人工
198	吉 野 杉	35	22	14	脇 野 沢	青森県下北郡脇野沢村民有林	30	人工

番号	品種変種名 または俗称	樹令 (年)	胸高 直径 (cm)	樹高 (m)	営林署名	生 育 場 所	海拔高 (m)	天然生、 人工造林 の別
199	秋 田 杉	35	30	14	野 辺 地	青森県上北郡七戸町字太田山 105, 1と	a. 40	人工
200	秋 田 杉	50	40	18	野 辺 地	青森県上北郡七戸町字太田115, 1	40	人工
201	栗 駒 杉	30	30	17	古 川	宮城県栗原郡栗駒村字上山山国 有林5か	170	人工
202	自生山杉	a. 35	34	16	古 川	宮城県玉造郡鬼首村字須金岳国 有林25ろ	600—700	天然
203	秋 田 杉	26	30	13	古 川	宮城県玉造郡鳴子町字花淵岳国 有林48は	300	人工
204	鳴子地元杉	26	40	20	古 川	宮城県玉造郡鳴子町字花淵岳国 有林48は	300	人工
205	吉 野 杉	26	31	18	古 川	宮城県玉造郡鳴子町字花淵岳国 有林48は	300	人工
206	秋 田 杉	a. 50	46	19	金 木	青森県北津軽郡金木町大字川倉 字大倉岳国有林95ち	100	天然
207	吉 野 杉	50	36	15	金 木	青森県北津軽郡金木町大字川倉 字大倉岳国有林95ち	100	天然
208	秋 田 杉	35	26	12	金 木	青森県北津軽郡嘉瀬村大字嘉瀬 字西嘉瀬山国有林7は	100	人工
209		33	22	11	金 木	青森県北津軽郡飯詰村字飯詰山 国有林22に	110	人工
210	秋 田 杉	30	24	15	深 浦	青森県西津軽郡深浦町大字深浦 国有林22民有林	50	
211	秋田系地杉	21	20	12	三 本 木	青森県上北郡四和村大字滝沢字 月日山国有林7い	300	人工
212	地 杉	25	20	12	三 本 木	青森県上北郡四和村大字滝沢字 月日山国有林7ぬ	320	人工
213	秋田系秋田杉	34	41	17	三 本 木	青森県上北郡十和田村大字奥瀬 字生内国有林18ろ	200	人工
214	普通杉(地杉)	29	32	14	三 本 木	青森県上北郡大深内村大字深持 字梅山国有林145に2	100	人工
215	吉野系吉野杉	28	30	12	三 本 木	青森県上北郡大深内村大字深持 字梅山国有林145に1	100	人工
216		12	12	6	植 田 町	福島県石城郡川部村大字山玉字 仏具山国有林5い	450	人工
217		12	10	6	植 田 町	福島県石城郡川部村大字山玉字 仏具山国有林5い	450	人工
218					宇 和 島	愛媛県宇和島市宇和島営林署		
219	秋 田 杉	34	22	15	水 沢	岩手県胆沢郡衣川村大字上衣川 字土ヶ銘国有林19は	100	人工
220	吉 野 杉 (マ ス ギ)	34	24	18	水 沢	岩手県胆沢郡衣川村大字上衣川 字土ヶ銘国有林19は	100	人工
221		24	24	12	大 間	青森県下北郡大奥村大字奥戸字 二股山国有林21ち	800	人工
222	オウシュク ス	a. 130	40	a. 33	雫 石	岩手県岩手郡御所村大字鶯宿字 男助山国有林74い	420	天然
223	清 澄 大 杉	a. 1000			千 葉	千葉県安房郡大津町大字清澄清 澄寺境内		

備考 記載なきは不明 a. = 約

(2) 養 苗

養苗は次の2箇所で行った。

A. 赤碕苗畑 (鳥取県東伯郡赤碕町, 倉吉営林署部内)

B. 大津苗畑 (熊本県菊池郡大津町, 熊本営林署部内)

供試系統数 赤碕苗畑 211 系統 大津苗畑 193 系統

播種量 各 5~15gr

播種年月 1941 年 4 月上旬

第1回床替 1942 年 3 月下旬

管 理 発芽後適宜間引。ボルドー液毎年 3 回撒布。施肥は一般事業に準じ均一に行つた。

養苗本数 各所とも各系統 50~200 本, ただし, ごく小数系統は生育苗数少なく 50 本以下。

供試本数 赤碕苗圃 各系統平均 76 本 総計 16106 本
 大津苗圃 各系統 30 本 総計 5790 本

(3) 調 査 方 法

A. 苗木の形質調査—赤碕苗圃において 211 系統について実施

スギのみならず一般に生物個体の表わす形質は詳細に観察すれば多型的であつて同一でないのが普通である。環境が同一であれば, 各個体に表われるそれぞれの形質は, 遺伝的構成が異なるために生じた変異とみなすべきである。或る形質を表わすのに関係する遺伝子は 1 箇の場合もあり, またそれ以上の場合もある。スギにおいてはかような遺伝学的分析はほとんど行われていない。今仮にスギ苗木の或る形質を表わすのに関与する遺伝子がただ 1 箇であり, 優生因子と劣性因子が存在すると仮定し, 遺伝学における方法に準じてホモであるかヘテロであるかに従ひ AA, Aa, aa 等のごとく記載して系統別各苗木の種々の形質について調査を行つた。この場合 AA と aa の中間の形質を表わすものを便宜 Aa として記載した。実地に各苗木の形質の調査を行つた場合, 両極端の個体群は明瞭な差違が認められるが, この 3 段階の区別が困難で連続的変異を示していることが多い。各形質を表わす遺伝子は各々 1 箇ではないものが多いことを暗示している。これらに関する研究は今後の問題として, ここではその第一段階として単一因子によるものと仮定して調査を行つたのである。

調査した形質および記号は次の通りである。

(A) 生 長 型

普通型の生長をなすもの	GG
中間型の生長をなすもの	Gg
矮生型の生長をなすもの	gg

(B) 枝

力枝の角度大なるもの	90° 以上	KK
力枝の角度中間のもの	45°~90°	Kk
力枝の角度小なるもの	45° 以下	kk
枝の着生密度大なるもの		MM
枝の着生密度中間のもの		Mm
枝の着生密度小なるもの		mm

{ 枝の間隔等しいもの	YY
{ 枝の間隔やや等しいもの	Yy
{ 枝の間隔不規則のもの	yy
{ 枝の先端外方に反るもの	NN
{ 枝の先端ほぼ直線的のもの	Nn
{ 枝の先端内方に反るもの	nn
{ 枝に細枝が平面上に着生して各々の枝は羽状をなすもの	FF
{ 枝に細枝がやや立体的に着生して中間型をなすもの	Ff
{ 枝に細枝が立体的に着生して各枝は円錐形をなすもの	ff

(C) 葉

{ 葉の長いもの	12mm 以上	LL
{ 葉の長さ中間のもの	8~12mm	Ll
{ 葉の短いもの	8mm 以下	ll
{ 葉の触感硬いもの		SS
{ 葉の触感中間のもの		Ss
{ 葉の触感軟らかいもの		ss
{ 葉の着生角度大なるもの	60°以上	AA
{ 葉の着生角度中間のもの	30°~60°	Aa
{ 葉の着生角度小なるもの	30°以下	aa
{ 葉の密度大なるもの	1cm 間に 20 本以上	DD
{ 葉の密度中間のもの	1cm 間に 5 本~20 本	Dd
{ 葉の密度小なるもの	1cm 間に 5 本以下	dd
{ 葉の先端外方に反るもの		CC
{ 葉の先端ほぼ直線的のもの		Cc
{ 葉の先端内方に彎曲するもの		cc
{ 葉の厚いもの	葉の中央部 1.5mm 以上	TT
{ 葉の厚さ中間のもの	" 0.5~1.5mm	Tt
{ 葉の薄いもの	" 0.5mm 以下	tt

以上の規約により 1942 年 7 月~10 月の間に調査を行い系統別に各形質の出現率を算出し、さらに地区別に形質因子の分布表および頻度分配表を作製した (第 3, 5 表参照)。

B. 苗木の生長週期の変異性に関する実験—大津苗圃において 193 系統について実施

前記の通り 1941 年 4 月上旬播種, 1942 年 3 月第 1 回床替を行つた苗木について, 各系統別代表的苗木を任意に 30 本を選び番号を附し同年 5 月より毎月 1 回測定日を定めて上長生

長量の測定をなした。ただし、測定日は天候その他の関係により月により多少の相違はあつた。途中で枯死または損傷した苗木は除外した。測定の正確を期するために各苗木に接して長さ約 30cm の竹杭を打込み常にその頂点を基点として測定を行つた。したがつて降雨等の影響によつて測定の基点が移動することはなかつた。測定はすべて mm 単位まで行つた。かくしてきわめて厳正に毎月の上長生長量を測定し、各系統ごとに生長期間を通じての平均総生長量、平均連月生長量を算出した。かくして最大生長の現われる時期および毎月の上長生長の消長を明らかにし、その異同により若干の型に類別し多型性およびそれらと母樹の産地との関係の有無を論じたのである。

2. 林業品種の吟味に関する実験

(1) 試 験 地

飢肥営林署部内、宮崎県南那珂郡北郷村大字河内飢肥事業区板谷国有林 74 林班わ小班内飢肥スギ品種試験地

上記の試験地は、昭和 4 年 3 月、該地方において普通分類されている飢肥スギの代表的品種の母樹から採穂し、挿木苗として養成されたものを区劃別に植栽したものである。植栽当時の帳簿紛失のため、その詳細を知ることは不可能であるが、母樹の選定に注意が払われたことは、この試験地を遠望して、区劃別に生長型、生長量、樹冠の色等いわゆる樹相を異にしている点からもうかがうことができる。

(2) 供 試 品 種

ヒダリマキ、ミゾロギ、ハンダロ、アラカワ、アラドサ、アカ、ハアラ。

(3) 供試品種の採穂採取地

(第 2 表)

第 2 表 飢肥スギ供試品種の採穂採取地

品 種 名	採 穂 地	品 種 名	採 穂 地
ヒダリマキ	不 明	アラドサ	深 瀬
ミゾロギ	鵜 戸	ア カ	板 谷
ハンダロ	広 河 原	ハ ア ラ	深 瀬
アラカワ	〃		

(4) 供 試 本 数

各品種とも 80 本

(5) 調査形質および記号

調査形質としては次の項目を選んだ。

- A. 樹皮 樹皮の形態と振れ
- B. 樹幹 形状
- C. 枝 大きさ、密度、枝下高、抽出角、枯枝自然落下の難易
- D. 針葉 厚さ、着生角

樹皮はアラカワのごときは荒きをもつて特徴とし、また、ヒダリマキのごときは樹皮が左に旋回していることが一大分類拠点とされているので、ここでも調査項目として採用した。樹幹は稍殺の度をもつて分類し、枝は全体的に太いか小さいか、また、粗密の度、抽出角の大小、

枝下高、枯枝の自然落下の難易について調査を行つた。このうち、抽出角は一般に上にゆくにしたがつて小となる傾向があり枝により変化があるので、力枝の抽出角で表わした。また、針葉の形態は着生位置により異なる場合が多いので、東方に抽出した力枝附近の小枝葉を採り一定条件のもとに調査した。スギの針葉は主軸の周囲に輪生し $20^{\circ}\sim 60^{\circ}$ の角度で上方に斜出し、脚部太く先端細く尖りやや彎曲するのが常である。また、厚さ、彎曲（外に反るか、内に反るかまたはほぼ直線的であるか）は直観的に分類した。その排列は一見なんら秩序はないようであるが、詳細に観察すればきわめて規則正しい葉序をなすものである。このことについては山内氏（1931）の研究があり、氏によればスギの葉の葉序は $3/8$ をもつて表わされる。

また、スギの葉は比較的長い部分と短い部分とがある。しかしながら、生長旺盛なる部についてはその差が明らかでない場合もあるが、下枝では一般にその差が顕著である。長い部分は夏季最も生長旺盛なる時に発生したものでありこれを長葉と呼ぶ。短い部分は生長の劣えた時期に発生したものであり短葉と呼ぶ。すなわち、長葉部の始点と短葉部の終点までの部分が1年間の生長である。したがつて、長葉短葉の識別が可能である部分を先端より逆に数えれば発生年度を知ることができる。本調査においては前年度（昭和 21 年）発生した長葉部の最も長い針葉を調査し、また長葉部 2cm 内に着生している葉数をもつてその密度を示した。

各形質の表現に用いた記号は次の通りである。

A. 樹 皮

樹皮の表面平滑なるもの	ZZ
樹皮の表面中間のもの	Zz
樹皮の表面粗荒なるもの	zz
樹皮の振れの大なるもの	JJ
樹皮の多少振れているもの	Jj
樹皮の振れていないもの	jj

B. 樹幹の梢殺度

樹幹円柱状のもの	RR
樹幹中間のもの	Rr
樹幹円錐状のもの	rr

C. 枝¹⁾

枝の大なるもの	II
枝の大きさ中間のもの	Ii
枝の小なるもの	ii

註 1) 力枝を第 1 とし他のものを参考として観察し太さ長さを含めて大小を決定した。

枝の着生密度の大なるもの	MM
枝の着生密度の中間のもの	Mm
枝の着生密度の小なるもの	mm
枝下高(力枝まで) ³⁾ 大なるもの (5.5m 以上)	HH
枝下高(力枝まで) 中間のもの (3.5~5.5m)	Hh
枝下高(力枝まで) 小なるもの (3.5m 以下)	hh
力枝の角度大なるもの (90° 以上) ³⁾	KK
力枝の角度中間のもの (80°~90°)	Kk
力枝の角度小なるもの (80° 以下)	kk
古枝の自然落下性大なるもの	PP
古枝の自然落下性中間のもの	Pp
古枝の自然落下性小なるもの	pp

D. 葉

葉の厚さの厚いもの	TT
葉の厚さの中間のもの	Tt
葉の厚さの薄いもの	tt
葉の着生角度大なるもの (60° 以上)	AA
葉の着生角度中間のもの (30°~60°)	Aa
葉の着生角度小なるもの (30° 以下)	aa

スギの葉は比較的長い部分と短い部分がある。しかしながら生長旺盛なる部分においてはその差が明らかでない場合もあるが、下枝ではその差が顕著である。本調査においては前年度(昭和21年)発生した長葉部の葉について調査した。葉の長さおよび密度は他地方のものと比較した場合、すべて中間のものに属するので実測値で表示した。

(6) 調査年月

昭和22年8月中旬

(7) 調査の方法

赤碕苗畑において行つた苗木の調査に準じ上記の規約に基いて系統別、個体別に各形質の調査を行い各品種に出現する多型性について論じた。

註 2) 枝下高の測定は枯枝、または半枯死の枝着生し、実際上はあいまいとなりやすい場合もあるが、現在生きている枝で最も長大なものを力枝とし、力枝までの高さを枝下高として測定した。

3) KK, Kk, kk の範囲は苗木の場合と異なるので便宜上記のごとく定めた。

Ⅱ 実験結果

〔Ⅰ〕多型性と遺伝子の分布

1. 形態的多型性

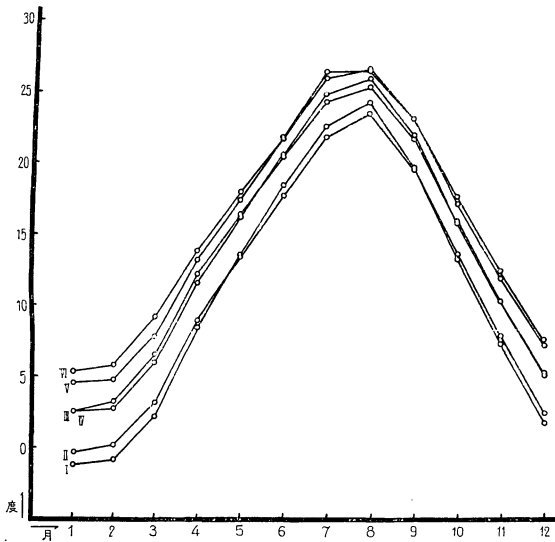
スギの天然分布を全国的に概観すれば、本州中央部を走る分水嶺を境として裏日本側に多

い。また、四国、九州は全般にわたり、至る所にスギの生育を見る。母樹の産地を異にすることによつて、苗木の形質にいかなる変異が現われるか、また各地区別にいかなる形質が多く出現するかということを明らかにするために、まず全国を数地区に区分して論述することとする。

(1) 母樹産地の区分

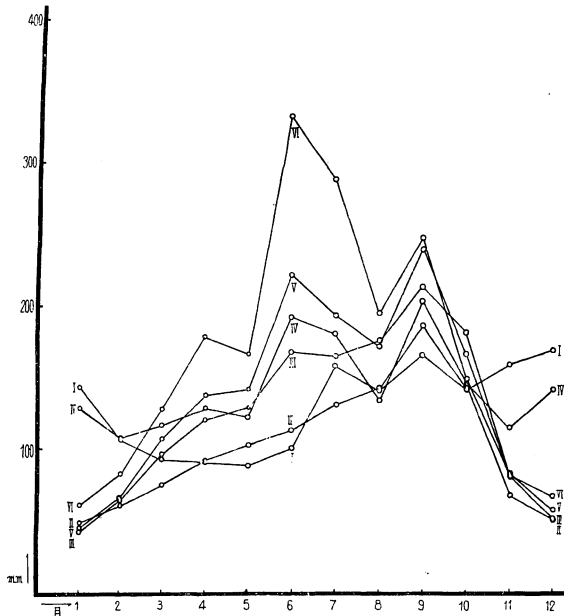
河川氏(1940)によればスギの分布および生長には年を通じての降水量のほか、特に冬期1月2月の降水量が関係することが大である。この関係を考慮して、全国を次の6地区に区分して苗木の形質の地理的分布関係を明らかにすることとした。6地区の区分は全く気象的条件によつたのであり、土地的条件は考慮していないので局部的には差違があるかも知れないが、水平的郷土の区割は大體この区分方法が適當であると思う。Ⅱ地区とⅢ地区は冬期の降水量は類似するが、年を通じて温度の差が大である点が異なる(第2, 3図)。各地区の区割および特徴を簡単に述べれば次の通りである。

Ⅰ地区：本地区は青森県の西部、秋田県、山形県、新潟県の北部および福島県の西部を占める地区であ



中央气象台発行本邦気候表による。統計年次1901~1945年。測候所51箇所の観測値を地区別、月別に平均して作製。

第2図 地区別平均気温



第3図 地区別平均降水総量

る。スギの天然分布は最も多くこの地方に集中し、また、有名な秋田スギ等を産し、日本優良林業の1つとして数えられる地区である。気象現象からみると降水量は12、1月に増加し、4、5、6、9月はいくつて最低の降水量を有する。平均気温はⅡ地区とともに著しく低く、1月および2月は 0°C 以下であるが、8月には 24°C に達する。本地方はスギの天然分布が最も多く集中していることから考えてスギの中心郷土であるとも考えられる。

Ⅱ地区：本地区は青森県の東部、岩手県、宮城県と福島県の東部を含む。スギ天然林の所在は岩手、宮城の県境の東海岸附近に見るのみで降水量は他地区に比し最も少なく（年降水量1212.6mm）、平均気温はⅠ地区に類似して低く、1月および2月は 0°C 前後である。8月にはⅠ地区より約 1°C 低いが毎月の変化はほぼ等温的である。Ⅰ地区とⅡ地区は中央を走る分水嶺を境にして区劃されているのであるが、気象関係で最も著しい差違は冬期（12、1、2月）の降水が極端に異なる点である（第3図参照）。

Ⅲ地区：千葉、群馬、茨城、栃木、埼玉、神奈川、静岡、愛知の各県と東京都、長野県の南部を含む地区で裏日本に属する。スギの天然生の所在は箱根地方、愛知県の東部に少々存在する。冬期の降水量は少ないが夏季には月平均170mm前後に達し、9月には200mmを越え、9月を境として再び低下する。平均気温はⅣ地区と類似しⅠ、ⅡおよびⅤ、Ⅵ地区の中間である。1月および2月は 3°C 前後を示し、8月は $25\sim 26^{\circ}\text{C}$ である。

Ⅳ地区：京都府、富山、石川、岐阜、福井、滋賀、兵庫、岡山、広島、鳥取、島根、山口の各県と新潟県の南部、大阪府、長野県の北部に属する地方である。スギの天然生所在は裏日本、すなわち、日本海側に多く分布している。降水量は中央分水嶺を境にして裏日本に多く、瀬戸内海側は少なくなっている。しかし夏季においては瀬戸内海側もだいたい等雨量である。温度は2月では $2^{\circ}\text{C}\sim 5^{\circ}\text{C}$ の間にあつて8月は 25°C である。

Ⅴ地区：三重、奈良、和歌山の各県と大阪府の南部と四国地方に属する地区である。本地区では、スギの天然生の所在は和歌山県、奈良県の南部、四国の中央部に現われている。降水量は冬期は少ないが夏季にはⅥ地区について大である（6月には220mm）。温度はⅥ地区に類似して温暖であり、Ⅰ、Ⅱ地区に比し 5°C あるいは 5°C 以上高温である。

Ⅵ地区：本地区は九州地方である。スギの天然生分布は熊本県と北九州の一部に現われている。降水量は他地区に比して多く、特に夏季においては最大であり、6月には300mm以上に達する。温度も高く最も温暖なる地区である。

以上6地区に区分したが温度はⅠとⅡが寒冷で、ⅢとⅣが中間、ⅤとⅥが温暖である。降水量が冬期に多い点ではⅠとⅣ地区が類似し、夏季に少ない点ではⅠとⅡ地区が類似する。Ⅲ、Ⅴ、Ⅵの3地区は冬季に少なく夏季に多い点で一致する。温度と降水量を同時に考慮して仮に全国をその類似の度合により2区に大別するとすればⅠ、Ⅱ、Ⅳ地区とⅢ、Ⅴ、Ⅵ地区の2つとなる。前者には寒地および裏日本が属し、後者には暖地および表日本が属する。

さて以上のごとく全国を 6 地区に区分して各系統の母樹を産地ごとに分類し、その所産苗木の形質を吟味することとする。

(2) 母樹の産地と遺伝子の分布

前に述べたような規模のもとに 211 系統の苗木を養成し各種の形質を調査して、母樹の産地ごとに一括分類表示すれば第 3 表の通りである。

第 3 表 形質因子地区別分布表

地 区			I	II	III	IV	V	VI	出現増 加方向					
形 質														
生 長 型	GG	%	99.8	%	99.9	%	100.0	%	100.0	%	97.3	%	99.4	—
	Gg		0.2		0.1		0.0		0.0		2.7		0.6	—
	gg		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	—
枝	角 度	KK	0.2	0.2	3.2	0.8	0.4	0.6	→					
		Kk	67.7	66.0	53.5	65.5	86.9	98.3	⇒					
		kk	32.1	33.8	43.3	33.7	12.7	1.1	←					
	密 度	MM	11.1	9.8	6.3	7.3	6.8	4.5	←					
		Mm	83.8	82.2	85.2	83.6	87.1	91.0	→					
		mm	5.1	8.0	8.5	9.1	6.1	4.5	—					
	間 隔	YY	9.5	13.2	14.6	7.7	14.1	13.2	—					
		Yy	79.8	80.3	80.5	80.4	84.3	84.9	→					
		yy	10.7	6.5	4.9	11.9	1.6	1.9	←					
	反 り	NN	39.2	41.8	40.9	50.6	71.1	74.2	⇒					
		Nn	58.7	56.7	57.1	49.0	28.9	25.8	←					
		nn	2.1	1.5	2.0	0.4	0.0	0.0	←					
	形	FF	40.9	41.2	55.1	56.9	62.5	62.4	⇒					
		Ff	56.3	55.0	42.1	41.8	36.9	37.1	←					
		ff	2.8	3.8	2.8	1.3	0.6	0.5	←					
	葉	長 さ	LL	5.4	7.7	5.2	4.2	7.5	10.2	—				
			L l	77.0	78.5	81.6	75.1	62.8	77.7	—				
			l l	17.6	13.8	13.2	20.7	29.7	12.1	—				
		触 感	SS	7.3	6.5	14.3	2.4	16.0	4.2	—				
			S s	82.4	86.2	82.3	82.9	75.0	86.4	—				
			s s	10.3	7.3	3.4	14.7	9.0	9.4	—				
		角 度	AA	36.3	45.1	47.3	33.7	67.0	57.9	⇒				
			A a	60.3	52.7	52.5	63.8	33.0	41.8	←				
			a a	3.4	2.2	0.2	2.5	0.0	0.3	←				
密 度		DD	14.7	8.4	5.2	10.3	3.0	10.7	—					
		D d	77.9	81.8	80.5	78.9	58.7	79.0	—					
		d d	7.4	9.8	14.3	10.8	38.3	10.3	—					
反 り		CC	20.9	31.1	24.5	18.8	39.0	28.0	—					
		C c	70.9	65.5	71.2	75.3	61.0	69.5	—					
		c.c.c.	8.2	3.4	4.3	5.9	0.0	2.5	←					

地 区		I	II	III	IV	V	VI	出現増 加方向
形 質	T T	5.1	6.3	4.5	2.3	6.4	9.5	—
	T t	78.7	82.6	89.7	77.5	80.5	84.3	—
	t t	16.2	11.1	5.8	20.2	13.1	6.2	—

註 (1) 各欄の数字はそれぞれの地区に分布する形質因子の出現%, すなわち, 各地区における各形質因子の分布の度合を示す。たとえば I 地区は母樹数 66 本であるが, 平均した場合その子孫の苗木には GG 99.8%, Gg 0.2%, gg 0.0% が現われる。

(2) II地区 gg は 0.0 として示されているが実際は 0.0138% である。

(3) 出現増加傾向欄において

— 傾向なきもの → 矢の方向に分布傾向大 ⇨ 特に著しいもの

本表作製の方法について説明するに, たとえば I 地区における枝の密度の形質出現率はそれぞれ, MM (密度大) 11.1%, Mm (密度中) 83.8%, mm (密度小) 5.1% である。しかして I 地区の総件数は 66 件である。各系統について MM, Mm, mm の出現率を求めその平均を算出したのである。生長型 (G) を除いては, 各系統とも同一型のみが出現するということはほとんどなく, 多くの場合は 2 つまたは 3 つの型を生じ, きわめて複雑な雑種性を示した (後述)。本表に示された内容は 従来行われた品種の分布に関する概念とは趣を異にし, 別の観点から品種の形質を眺めたのである。この研究においては 1 母樹からどのような形態を有する子孫が分離するかという点をまず検討した。その一例を挙げれば第 4 表に見るようにきわめて多種多様の形態を分離してくるのである。この事実は遺伝学的に考察すれば, 全く当然のことであるが, 従来林木の品種問題を論議する場合には閑却され勝ちであつた。ここに表示したのは僅かに 2 例に過ぎないが, このような関係は他の系統についても同様である。

個々の系統に現われたこのような多型性を地区別に平均して各形質の分布頻度を比較したように, 地区により形質によつてはその出現率が異つてくるのである。たとえば第 3 表において生長型, 葉の長さ, 触感, 密度, および厚さは北方地方から南方地方へ, 或いはその逆方向への出現頻度の移行はほとんど認められない。不規則に地区別差違が存在するだけである。これ等の形質の発現に関係する遺伝子は他地区別に多少の差違はあるとしても全国的に分布しているものと思われる。しかるに枝の着生角度, 反り, 形 (細枝の着生方向), 葉の着生角度に関係する遺伝子は南北両地区により著しい相違がみられる。たとえば枝の着生角度は北方地区に至るほど小なるものが多く, 中間のものまたは大なるものは南方地区に多く分布する。このことは積雪に対する抵抗上きわめて好都合な形態適応である。換言すれば, 積雪に対して都合よい形態を発現する遺伝子が北方に多く分布していることを証明している。

現今造林用樹種 または品種として各地に増殖されている林木個々のものの素質を検討すれば, 恐らくごく少数のものを除いた大部分のものは雑種性であろう。特に, 天然交雑により種子を得て苗木を仕立てる場合はその子孫の形質は複雑である。形質を多く取り上げれば取り上

第4表 一母樹に由来する

(No. 81 (○印) の天然交雑 F₁ 107 本中番号順に 25 本記載、

形質 番号	GG	Gg	gg	KK	Kk	kk	MM	Mm	mm	YY	Yy	yy	NN	Nn	nn	FF	Ff	ff
1	○△				○△			△	○		○△		○△			○△		
2	○△				△	○		○	△		○△		△	○		△	○	
3	○△				△	○		○	△	△	○		△	○		○△		
4	○△				○△			○△			○△		○△			○	△	
5	○△				○△		○	△			○△		△	○		○△		
6	○△				△	○		○	△		○△		△	○		○△		
7	○△				△	○		○	△	△	○			○△			○△	
8	○△				△	○		△	○		△	○	△	○		△	○	
9	○△				△	○			○△	○△			△	○		△	○	
10	○△				△	○		○△			○△		△	○		△	○	
11	○△				○△			○△			○△		○△			○△		
12	○△				○△			○△			○△			○△		○	△	
13	○△					○△		○	△		△	○	○	△		○△		
14	○△				△	○		△	○		△	○		○△			○△	
15	○△				○△			△	○	○	△		△	○			○△	
16	○	△			○△		△	○		△	○			○△		△	○	
17	○△					○△		△	○		○△			○△		○△		
18	○	△			△	○		○	△	△	○			○△			○△	
19	○△				○△			○	△		○△		△	○		△	○	
20	○△				△	○		○△			○△		△	○		○△		
21	○	△			○△			○△			○△		△	○		○△		
22	○△				△	○		○	△	△	○		△	○		○	△	
23	○△				○△			○	△		○△			○△		○△		
24	○	△			○△			○	△	△	○			○△		○	△	
25	○△				△	○		△	○		○△		△	○		△	○	
計	○25				11	14	1	17	7	2	20	3	4	21		14	11	
	△21	4			23	2	1	13	11	7	18		16	9		17	8	

げるほど各形質について同一である個体の数は減少するはずである。2形質或いは3形質以上を組合わすればある品種に該当する苗木数は急減する。煩雑をさけるために個々の例について

スギ苗木の形質分離の例

No. 91 (△印) の天然交雑 F₁ 99 本中番号順に 25 本記載)

LL	LI	II	SS	Ss	ss	AA	Aa	aa	DD	Dd	dd	CC	Cc	cc	TT	Tt	tt
	○△			○	△		○△			○△			○	△			○△
	△○		○	△			○△		△○				○	△		△○	
	○△			○△			○△			○△			○△			△○	
	△○			○△			○△		△○				○	△		△○	
	△○			○△			○△		△○				○	△		△○	
	○△			○△			○△			○△			○	△		○△	
	△○			○	△		○△			○△			○	△			○△
	△○			○△			○△		△○				○	△			○△
	△○		○	△		△○				○△			○△			△○	
	△○			○△			○△		△○				○	△		○△	
	○△			○△			○△		△○				○	△		○△	
	△○			○△			○△		△○				○	△		△○	
	○△			○△			○△		△○				○	△		△○	
	△○			○△			○△		△○				○	△			○△
	△○			○△			○△		△○				○	△		△○	
		○△		○△			○△			○	△		○	△		△○	
	○△			○△			○△		△○				○	△		△○	
	○△			○△		○		△	△○				○	△			○△
	△○			○△		○	△		△○				○	△			○△
	○△			○△			○△			○△			○△			○	△
	○△			○△			○△		△○				○	△		○	△
	○△			○△			○△			○△		○		△		○	△
	○△			○△			○△		△○				○	△		○△	
	○△			○△		△○				○△		△○					○△
	△○			○△			○△		△○				○△				○△
	12	13	2	23		2	23			25		1	24			7	18
	24	1		23	2	2	22	1	16	8	1	1	4	20		14	11

は述べないが、スギ苗木の現わす形質がいかに多型的なものであるかを第5表により総括して表示することとした。

第5表 形質因子分布頻度分配表

出現率階 (%)		0	1~10	11~20	21~30	31~40	41~50	51~60	61~70	71~80	81~90	91~100	計
形 質	GG										1	210	211
	Gg	197	13	1									211
	gg	210	1										211
枝	角 度	KK	179	19	8	1	1			1		1	211
		Kk	4	2	9	5	12	16	25	9	11	107	211
		kk	60	44	12	10	11	23	19	14	5	7	211
	密 度	MM	43	91	35	11	6	5	1	3	7	7	211
		Mm	0	9	6	3	1		8	13	29	57	211
		mm	58	99	42	4	4	2	2				211
	間 隔	YY	27	84	55	31	11	2		1			211
		Yy						1	8	16	36	64	211
		yy	56	105	20	15	9	5		1			211
	反 り	NN	7	14	13	25	18	3	23	28	27	18	211
		Nn	2	22	27	26	30	19	22	16	15	14	211
		nn	94	110	3	3	1						211
	形	FF	12	24	21	11	12	12	17	18	22	19	211
		Ff	5	40	29	19	17	16	13	16	11	23	211
		ff	118	77	12	4							211
葉	長 さ	LL	87	91	17	6	2	2	1	3		2	211
		Ll	2	3	1	1	3	9	15	8	45	53	211
		ll	21	85	34	32	11	12	11			1	211
	触 感	SS	90	75	16	15	7	7					211
		Ss	2	1	10	3	1	2	10	10	23	60	211
		ss	42	94	54	8	2	5		1	2	1	211
	角 度	AA	6	19	37	24	23	22	18	20	14	17	211
		Aa	2	7	16	12	21	20	21	24	25	35	211
		aa	76	128	3	2	1	1					211
	密 度	DD	28	99	58	16	4	3	2	1			211
		Dd	2	2	1	3	4	5	10	13	35	92	211
		dd	32	113	35	14	7	2	1	1	3		211
	反 り	CC	0	4	5	13	9	14	22	18	30	48	211
		Cc	15	61	41	20	23	13	13	9	7	5	211
		cc	101	76	21	5	2	3	1		1		211
	厚 さ	TT	90	93	17	4	4	3					211
		Tt	0	2	4	2	3	2	11	11	25	61	211
		tt	22	82	35	15	11	8	1	3	3	8	211

註 表内数字は該当系統数，すなわち，頻度を示す。

第5表においてまず枝の反りについてみることにする。外側に多く反るところの NN 形質を示すものを各系統についてみるに、各系統供試本数のうちその 91~100 % NN を有してその他は Nn または nn である系統が 35 系統あり、81~90 % NN を有しその他は Nn または nn である系統が 18 系統あり、同じく 71~80 % NN を有しその他は Nn または nn である系統が 27 系統あるのである。同様に Nn についてみるにそれぞれの系統において 81~90 % が Nn であるものは 14 系統あり、その他は NN または nn である。他も同様である。

本表において興味あるのはたとえば枝の形(細枝の着生方向による形態の相違)のごとく、FF および Ff は多く出る系統もあり、また少なく出る系統もあり、その出現傾向には大小がないが、ff の出現はきわめて小数系統にかぎられていることを示している。しかも立体的な枝の形をした苗木は出現するとしてもその出現%は常に 30% 以下であつて、その形質発現に關与する遺伝子の分布頻度が僅少であることを示している。しかもこの因子は第3表により北方に多く分布していることが分る。すなわち、枝が羽状とならず立体的に円錐状をなす形態を表わす因子は北方に分布し、しかもその分布頻度は低いのである。

また、同様な現象は葉の角度に關与する遺伝子についてもみることができる。北方のスギは葉の角度小なる傾向多く(第3表)、しかもその分布頻度は小である(第5表)。

次に枝の角度についてみるに、これも葉の角度の場合と同様であり、枝の角度小なるものは北方に多く現われる傾向がある(第3表)。しかるに葉の場合と異なりその遺伝子分布頻度は遙かに大であることは第5表によりうかがうことができる。他の形質についてもそれぞれの因子の分布範囲と出現頻度を両表により察知することができる。

以上要するにスギ苗木の各形質の分布範囲と出現頻度はそれぞれ異なつたものであるということが判明した。また、以上述べた研究方法により樹木品種を支配する遺伝子の分布範囲および出現頻度を推定することができる。

(3) 品種形態の多型性に関する考察

佐藤博士に従えば林業上の品種とは、一樹木中において一定の形質を有し、その形質が遺伝子に關係を有する場合、その形質を有する一群の樹木を総称した応用分類学的単位である(佐藤 1943)。すなわち、換言すれば、品種というのは1つの種の中で或る一定形質を支配する因子を共通に持つ個体の一群である。品種には種々の段階がある。たとえば熊本或いは鹿児島地方に広く造林されるメアサのごとく個々の形態が比較的類似している場合もあるが、後に述べる鉄肥スギのごとく、ある一形質のみをとれば同一品種に属するが、2箇以上の形質をとれば異なる小群に分類されなければならない場合もある。しかもその類似の程度は区々である。

また、全国から蒐集した実生スギ苗の形態の調査の結果も或る特定形質は或る系統に多く発現するが、全個体ことごとく同一である場合は少なく、多くの場合は異なつた対立形質を表現する。また、2個以上の形質を同時に考える時はその分離組合わせの数は増加し形質の発現は

複雑となつてくる。

Hardy (1908) によれば一群中において相対立する因子 AA を有する個体と aa を有する個体の数が相異なり、 $q : (1-q)$ の比をもつて分布する場合、これ等の個体が相互間に全く選り好みなく交雑を行うものとすれば、次代の因子型の比は $q^2AA : 2q(1-q)Aa : (1-q)^2aa$ で表わされる。しかし次代の代においても3つの因子型の比には変化がない。

したがつて一群中における遺伝子は或る平衡状態に保たれており、一度現われた因子の出現頻度は交雑によつて減少しない (Dobzhansky 1937)。

しかしながら或る環境因子の圧力、たとえば北方において積雪の害を被りやすい形態を有する苗木は、自然に損傷を受けて枯死する機会が多く、その因子構成を有する個体群は環境因子のために個体数を減ずる機会が多いのである。あるいはまた、或る因子構成を有する品種群内の個体は発生過程において偶然の機会に生育を妨げられるということが起れば、その因子群の個体数は減じ、相対的には他の因子群の個体数が増加して或る地方における分布頻度が異なつてくることが考えられる。

以上の実験結果から「林業品種の差は因子の分布頻度の差に基いて生じたものである」と解釈することができる。すなわち、或る地方の或る品種には或る遺伝子がホモの状態にあつて、一特徴を表現しているが、他の地方の品種には同一遺伝子の分布頻度に差があり、その結果ヘテロのものが多く生じ、その遺伝子の分布頻度が少なければ少ないほどその対立因子の分布頻度が増加する。したがつてそれ等のホモのものが少なくなるので形質を異にする個体数が増大してくることになる。他の地方の品種にはこの遺伝子が欠除しているために形質が異なつていのではないのであつて、その分布頻度の低下が原因なのである。

再び第3表を吟味するに今説明を簡単にするために枝の形態(F)、枝の着生角度(K)および葉の着生角度(A)の三形態を選び、北方と南方、すなわち、第Ⅰ地区と第Ⅵ地区について論述することとする。今これ等について再記すれば次の通りである。

北 (Ⅰ地区)			南 (Ⅵ地区)		
{	FF	40.9 (4)	{	FF	62.4 (6)
	Ff	56.3 (6)		Ff	37.1 (4)
	ff	2.8 (0)		ff	0.5 (0)
{	KK	0.2 (0)	{	KK	0.6 (0)
	Kk	67.7 (7)		Kk	98.3 (10)
	kk	32.1 (3)		kk	1.1 (0)
{	AA	36.3 (4)	{	AA	57.9 (6)
	Aa	60.3 (6)		Aa	41.8 (4)
	aa	3.4 (0)		aa	0.3 (0)

左表中 左の数字は個体を 100 本とつた場合の各形質の出現率であるが 試料を小数とつた場合、たとえば 10 本について形質の出現率を求めれば () 内に示した数字となり、形質によっては出現しないものが多く生ずる。前に述べたようにここに大文字小文字およびその組合せによつて表わしている記号は普通遺伝学において用いられる優性因子、劣性因子、およびその組合わせの場合と類似の意味を有するものであり、各形質は簡単な遺伝子により発現されているものと仮定されている。実験の進行により若干訂正を要する場合も起るであろうが、一応以上のごとき仮定のもとに統計を行つたのである。

上表で明らかなるごとく実験数の多い場合と少ない場合では意味が異なつてくる。たとえば 1000 本の場合は KK は 2 本であるが 100 本の場合は 0.2 であるからこの数の中に含まれる機会は少ない。10 本の場合にはほとんど 0 に近い。このような事実からすべての形質を漏れなく認識するためには、個体本数を相当多数とすることが必要であることが分る。実験個体数の少ない実験結果はその品種群中にごく少数含まれる特異形質を見逃すおそれがあるのである。

また、上表において I 地区は FF, Ff, ff の出現頻度はそれぞれ (4), (6), (0) であり、II 地区では (6), (4), (0) である。すなわち、F 因子は I 地区では II 地区より少なく、反対に f 因子は I 地区の方が多いことを示している。他の因子についても類似の関係がある。

従来林木の品種の類別を行う場合は、眼につきやすい 1 つまたは 2 つの形質が特に強調される場合が多かつたのであるが、本実験結果によれば前にもしばしば述べたように一群中において或る形質に該当する特徴を有する個体数は少なく、特に形質を 2 コ以上採用する時はそれに該当する個体数は著しく減少してくるのである。このことは上表の 3 形質を組合わせて各組合せの出現する頻度を算出すればおのずから一層明らかである。

小群では遺伝子は偶然の機会に失われ、或いは挿入されて一品種を形成する機会が多い。かようなものに自然淘汰が働けば不利な形質を有するものは死滅し、有利な形質を有するものは存続して適応が示される。I 地区における枝や葉の積雪に対する適応形態はかようにして残され一地方品種を形成したものと考えられる。本来の生活形態から云えば、なるべく枝に葉を広げて日光を多量受ける形態がとらるべきである。北方においては積雪に対する抵抗形態をとることが生活に有利であり、したがつかような遺伝子を有するものが多く残り、分布頻度が高くなつたのであろう。

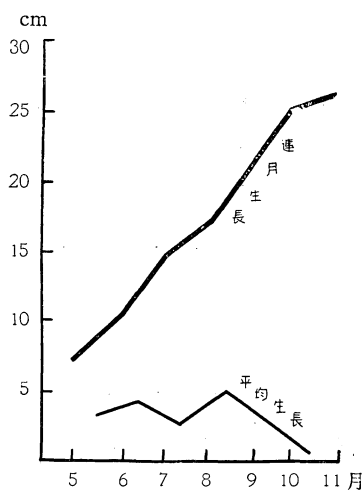
要するにわが国におけるスギの品種は特定の少数のものを除くほかは、種々の形質について同一の遺伝子構成を有する個体群から成立していることは稀である。多くの場合或る因子の分布頻度が比較的多い場合一品種として取り扱われているといふことができる。一群中の多くの個体は遺伝型的に共通の遺伝子を有するが、その群内における遺伝子の偶然のユレによつて異なつた遺伝型を有する個体も含まれることとなる。その結果同一群内に異なつた形態の個体も若干含むこととなる。

かようなものが品種として漠然と取り扱われているのである。スギのごとく挿木によりクローンとして増殖の可能な樹木は、品種の分類類別をさらに厳格に行うことが可能であり、また必要である。

2. 生理的多型性

(1) スギ苗木の一般最大生長期

スギ苗木の最大生長期は何月に現われるかという点を明らかにするためにまず各系統の全苗木について、その毎月の総平均生長量を求めて、これを



第4図 スギ苗木の生長曲線
(全系統平均)

グラフで表わした図(第4図)で明らかなように最大生長期が2回現われている。5月から6月にかけて相当量の生長を示し(3.28cm), 7月には前期生長の最高を示し(4.27cm), 8月には一時衰え(2.38cm), 再び9月に至り後期生長の最高を示す(4.84cm)。しかして再び生長量は次第に減少し, 10月には3.19cm, 11月は1.02cmとなり直線的に降つている。しかして12月には生長はほとんど休止して0に近い。前期生長の最高と後期生長の最高では後者が0.57cm大である。毎月の生長順位は, 9月→7月→6月→10月→8月→11月(大→小)である。11月は大多数の系統が他の5カ月の

第6表 スギ苗木上長生長量の月別順位による類別およびその略称

月別類別	月別生長順位 (大→小)	略称	月別類別	月別生長順位 (大→小)	略称
6月型	6 7 8 9 10 月	6 A	9月型	9 6 7 8 10 月	9 A
	6 7 9 8 10	6 B		9 6 7 10 8	9 B
	6 7 9 10 8	6 C		9 6 8 7 10	9 C
	6 9 7 10 8	6 D		9 6 10 7 8	9 D
7月型	7 6 8 9 10	7 A		9 7 6 8 10	9 E
	7 6 9 8 10	7 B		9 7 6 10 8	9 F
	7 6 9 10 8	7 C		9 7 8 6 10	9 G
	7 6 10 9 8	7 D		9 7 8 10 6	9 H
	7 9 6 8 10	7 E		9 7 10 6 8	9 I
	7 9 6 10 8	7 F		9 7 10 8 6	9 J
	7 9 8 6 10	7 G		9 10 6 8 7	9 K
	7 9 8 10 6	7 H		9 10 7 6 8	9 L
	7 9 10 6 8	7 I		9 10 7 8 6	9 M
	7 10 9 6 8	7 J	10月型	9 10 8 6 7	9 N
	7 10 9 8 6	7 K		9 10 8 7 6	9 P
				10 7 9 8 6	10 A
				10 9 6 7 8	10 B
				10 9 7 6 8	10 C
				10 9 7 8 6	10 D

いずれの月よりも小であるから、これを除外して6~10月の5ヵ月間の生長の消長について考察を試みることにした。

次に苗木の上長生長の型を論ずるにあたり、型の呼称方法を便宜上下記のごとく定めることとする。6月または7月に生長の最大期があるものをそれぞれ6月型、7月型等と言い、各月の生長の順位が9→7→6→10→8月の順序である場合を9—7—6—10—8月型、しかしこれを簡単に呼称するために第6表のごとき記号で示した。たとえば9—7—6—10—8月型は9F型である。他もこれに準ずる。また、8月を境界として6月または7月に最大生長期の存するものを春型、9月または10月に存するものを秋型と称することとする。

以上の測定のごとく全国のスギの総平均月別生長量は9→7→6→10→8月の順序であり9F型に属する。ただし、この場合、6月と10月の生長量はそれぞれ3.28cmおよび3.19cmであつて、その差は僅かに0.09cmである。両月の生長量はきわめて近似している。したがつて9I型とも類似したものである。

以上要するにスギ苗木の生長を総平均して概括的にみれば1年間に2つの最大生長期が現われ、9月および7月にその頂点がある。しかし7月より9月の方が僅かに高い。8月は谷となり9F型の曲線を描くことが明らかとなつた。

(2) 系統別最大生長期の変異

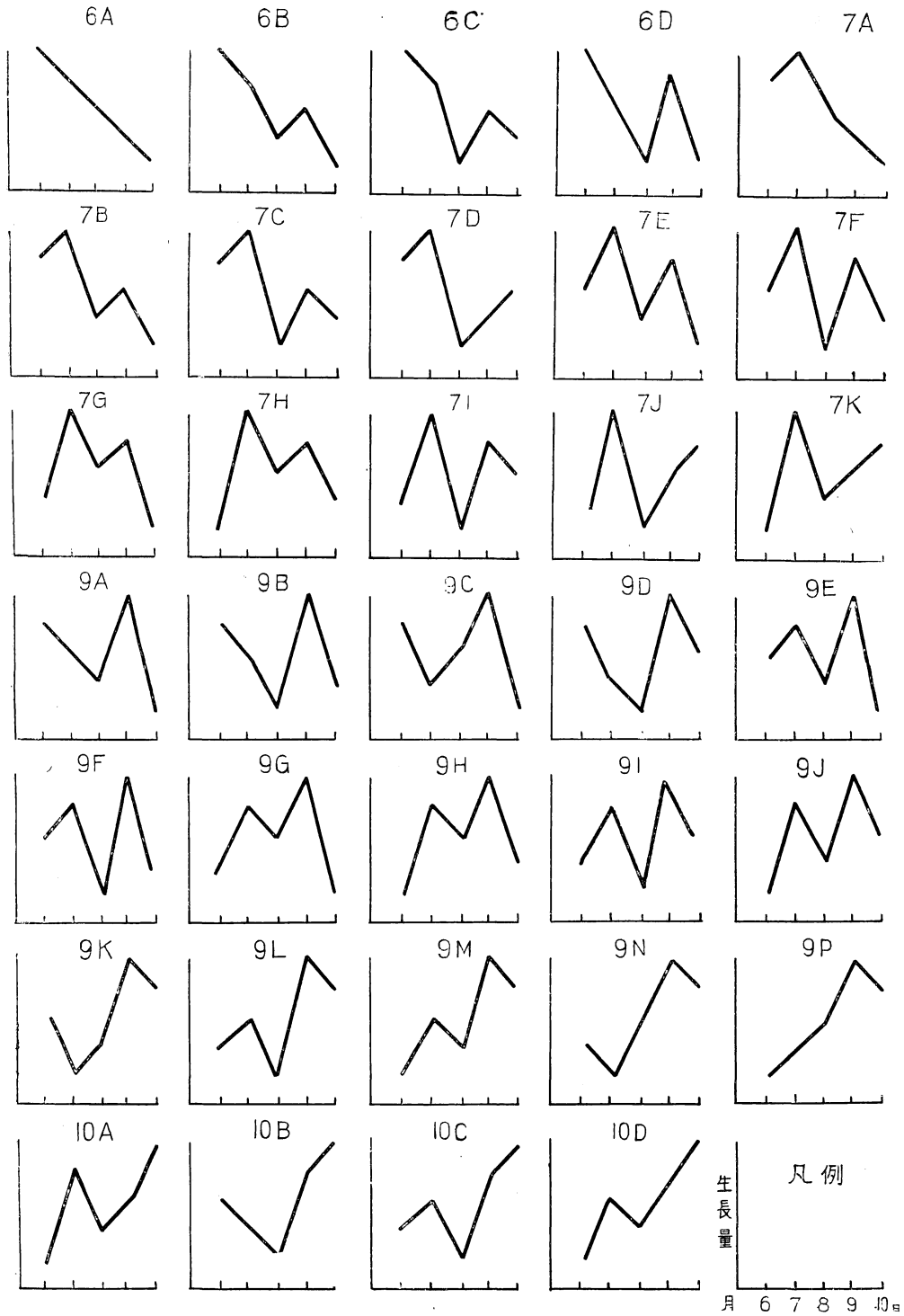
以上は全国より蒐集した193系統による全スギ苗木を総平均して全体的にみた場合の総生長および連月生長の状況であつた。これを系統別に考察すればいかなる変異が現われるであろうか。各系統30本の毎月の生長量を平均して各月の生長順位を定め、模式的に曲線を書いて比較図示すれば第5図の通りである。図により明らかなるごとく生長の最頂点は6, 7, 9および10月のいずれかの月にあり、8月は大多数の系統が谷をなしている。6月の最高型4種類、7月の最高型11種類、9月の最高型15種類、10月の最高型4種類、計34種類である。193系統のスギはそれぞれこのいずれかの生長型に属するわけである。今各型に属する系統数を示せば第7表の通りである。

第7表 スギ苗木生長型(月型別)
分配表

型	実 験 数		出現率 (%)
	型の数	系統数	
6月型	4	8	4
7月型	11	51	27
8月型	0	0	0
9月型	15	128	66
10月型	4	6	3
11月型	0	0	0
計	34	193	100

すなわち、9月に最高の生長をなす系統が最多で193系統中128系統(66%)がこれに含まれている。次が7月型で(27%)、6月および10月型は僅かにそれぞれ4および3%にすぎない。8月が最高であるものは全然ない。

さて、6月に最大の生長をなす6月型のものでは、7月以降は直線的に生長が降るか(6A型)、或いは9月に第2の生長の頂点があるとしても全体的にみれば生長は次第に降下している。この6月型で



第5図 スギ苗木の上長生長にみられる種々の生長型

は 6 A 型を除いては生長低下の谷は 8 月にある。

次に 7 月型のものは、型の数も 6 月型のものより増加している。7 月型の中で 7 A, 7 B および 7 C 型はやや 6 月型と類似している。ただ春季の生長がややおくれ、7 月が最大となつてゐる点だけが相違している。また、7 E, 7 F, 7 G, 7 H, 7 I の 5 種類の型は互に類似している。これ等の型では第 2 の頂点は 9 月で谷は 8 月にある。7 J と 7 K の両型は 9 月よりも 10 月の方が大である。概括的にみれば 7 B ~ 7 I は類似型である。

9 月型のうち、9 A, 9 B, 9 C および 9 D 型は類似するが 9 C 型だけは谷が 7 月にある。すなわち、第 2 の生長開始が他の型のものより早く現われる。9 E, 9 F, 9 G, 9 H, 9 I および 9 J 型はまたそれぞれ類似する。9 K 型は 9 C 型と同じく谷が 7 月にある。この両者はいずれも北方系のものである。9 L 型と 9 M 型は類似する。ただ、9 M の方が 8 月の谷が浅い。9 N 型は谷が 7 月にあり、9 P 型は 9 N 型と類似するが 6 月が最低である点が異なる。これ等を概括的にみれば 9 E ~ 9 M は類似型に属する。

10 月の最高型はちょうど 6 月の最高型を裏からみた関係にある。ただし、この場合 6 A 型の裏に相当する直線的の 10—9—8—7—6 月型は現われなかつた。谷はいずれも 8 月にある。

この実験においては第 5 図にみるごとく 193 系統が 34 種類の型に分類されているが、さらに多くの資料について実験を行うならば、このほかにも若干の型が追加されることも起り得るであらう。

(3) 最大生長期の変異と母樹の産地との関係

前節においてスギ苗木形態の多型性および分布を論ずるにあたり、全国を 6 地区に区分して考察を試みた。本節においても全国を同様に 6 地区に区分して各系統の母樹を産地ごとに分類し、その所産苗木の生長の型を吟味することとする。

193 系統をそれぞれ最大生長期の型別および地区別に分類表示すれば第 8 表および第 9 表にみる通りである。第 8 表にみる通り最も多いのは 9 月型であるがこれはいずれの地区にも出現

第 8 表 スギ苗木の最大生長期の月別地区別分配表

地 区	月 型	月 型					計
		6 月 型	7 月 型	8 月 型	9 月 型	10 月 型	
I 地 区		4	11	0	45	1	61
II 地 区		2	17	0	40	3	62
III 地 区		1	9	0	8	1	19
IV 地 区		0	7	0	29	1	37
V 地 区		1	3	0	3	0	7
VI 地 区		0	4	0	3	0	7
計		8	51	0	128	6	193

註 (1) 表中の数字は系統数を示す。以下 12 表まで同じ。

(2) 9 月型および 7 月型は全地区へ、6 月型および 10 月型は主として寒地へ分布する。

第9表 スギ苗木の最大生長期の型別地区別分配明細表

型 (略称)	地 区						計	型	地 区						計
	I	II	III	IV	V	VI			I	II	III	IV	V	VI	
型								型							
6 A					1		1	9 D	1						1
6 B	2	2	1				5	9 E	5	6	1	2			14
6 C	1						1	9 F	10	4	1	3		1	19
6 D	1						1	9 G	1						1
7 A		1	1				2	9 H				1			1
7 B	2	3	3	1			9	9 I	13	12	3	10	1		39
7 C	2	5	1	2			10	9 J	1	5	2	1	1	1	11
7 D		1					1	9 K				1			1
7 E	1	1	1		1	1	5	9 L	4	8		3			15
7 F	5	3	3	1	1	2	15	9 M	4	1	1	5			11
7 G		3					3	9 N	3						3
7 H				1			1	9 P		1		1			2
7 I	1			1	1		3	10 A		1					1
7 J						1	1	10 B		1					1
7 K				1			1	10 C	1	1		1			3
9 A	1						1	10 D			1				1
9 B	2	2		2	1	1	8								
9 C		1					1	計	61	62	19	37	7	7	193

註 (1) 7F および 9I 型はそれぞれ春型および秋型の代表的型であり、9I 型は曲線の形状が 7F 型を裏からみた関係にある。

(2) 7B—7I 型および 9E—9M 型はそれぞれ 7F および 9I 型に類似する。

(3) 6月型および 10月型は概して寒地型である。

第10表 スギ苗木の春型および秋型
地区別分配表

地区	実験数(系統)		比 率	
	春 型	秋 型	春 型	秋 型
I	15	46	2	8
II	19	43	3	7
III	10	9	5	5
IV	7	30	2	8
V	4	3	6	4
VI	4	3	6	4
計	59	134	3	7

註 (1) 春型とは苗木の最大生長期が 6 月或いは 7 月に現われるもの、秋型とは 9 月或いは 10 月に現われるものをいう。

(2) I, II および IV 地区は秋型が多く現われ、III, V および VI 地区は春型および秋型の比が類似する。

している。7 月型もまた同様である。しかるに 6 月型と 10 月型は多少の例外はあるが寒地に多く現われている。このことは最大生長期の早晩という点から考えれば一見矛盾した現象のようにみえるが、低温という温度の面から考察すれば、これに適応した系統が寒冷地に分布していると解釈することができる。

第 9 表において各地区別分布の状況をみるに、特定の型が特定の地区に分布するということとは比較的少ない。ただ、9N 型のみはその実験数は少ないが、すべて I 地区に分布する。9N 型は第 5 図に示されている通り 9 月、10 月の生長が旺盛で、谷は 7 月にある。10 月型に近い傾向を有する。

毎月の生長を比較した場合大多数の系統は8月が生長の谷をなすことはすでに述べた。しかし8月を境として最大の生長期が前に現われるか、または後に現われるかにより春型と秋型に大別したが、両型の各地区における分布は如何であろうか。第10表はその関係を示したものである。ここで興味あるのはⅠ、ⅡおよびⅣ地区は春型と秋型との比が2:8または3:7で秋型が目立つて多い。しかるにⅢ、ⅤおよびⅥ地区はその比が5:5または6:4で両者の比がほぼ相等しい。Ⅰ、ⅡおよびⅣ地区は気象状態が北方または裏日本側に属する地区で、Ⅲ、Ⅴ、Ⅵ地区は表日本または南方の気象に属する地区である。北方および裏日本側、換言すれば寒冷地には春型よりも秋型の方が遙かに多く分布しているといえることができる。

以上は天然生母樹および人工植栽による母樹より出発した全系統(193)についての結果であったが、この中から天然生母樹から出発した系統だけを選び出して比較を試みることにする。

今極めて概括的に北方と裏日本の気象地帯を「寒地」、南方および表日本の気象地帯を「暖地」と呼称することとして全国を2地区に大別し、寒地にはⅠ、ⅡおよびⅣ地区、暖地にはⅢ、ⅤおよびⅥ地区を包括させるものとする。しかし春型および秋型の分布の比を人工植栽母樹より出発した系統を含んだ場合と、これを除外して天然生母樹より出発した系統のみの場合を比較表示すれば第11表の通りである。

第11表 寒地および暖地における春型および秋型の分布

地区	実 験 数 (系統)				比 率			
	天然生+人工造林		天 然 生		天然生+人工造林		天 然 生	
	春 型	秋 型	春 型	秋 型	春 型	秋 型	春 型	秋 型
寒 地	41	119	6	32	3	7	2	8
暖 地	18	15	3	2	5	5	6	4
計	59	134	9	34	3	7	2	8

註 (1) 天然生とは天然生スギの母樹より採取した系統、人工造林とは人工植栽した母樹より採種した系統の意。

(2) 天然生の場合の方が秋型の分布が寒地に多く、春型の分布が暖地に多い。

すなわち、人工植栽母樹より出発した系統を含んだ場合は、前述の通り春型と秋型が寒地および暖地に分布する比率はそれぞれ3:7および5:5であつて、寒地には秋型が多く分布し、暖地ではその比率がほぼ等しいのである。本来の郷土を有する天然生母樹から出発した系統だけの場合はさらにその比が明確となり、それぞれ2:8および6:4である。すなわち、秋型はその大部分が寒地的のものであり、春型は暖地的である。このことは生長型に関する形質の遺伝子が人工植栽により若干かき乱され、各地に散乱していることを示す。

次に第5図において明らかなごとく一般に各月の生長は6月<7月、7月>8月、9月>10月であるが若干の系統においてははこの一般通則に反する。今この逆の関係、すなわち、6月の生長の方が7月よりも大、またはほぼ等しいものを6月 $\geq$ 7月とし、さらにまた同様に7月 $\leq$ 8

第12表 スギ苗木の特殊生長型の分布

地 区	実 験 数 (系 統 数)				出 現 (%)			
	総 数	6月 $\geq$ 7月	7月 $\leq$ 8月	9月 $\leq$ 10月	6月 $\geq$ 7月	7月 $\leq$ 8月	9月 $\leq$ 10月	計
I	61	26	9	4	43	15	7	65
II	62	20	4	6	32	6	10	48
III	19	3	0	0	16	0	0	16
IV	37	11	2	5	30	5	14	49
V	7	1	0	0	14	0	0	14
VI	7	1	0	1	14	0	14	28
計	193	62	15	16	32	8	8	48

註 (1) 一般に各月の生長は 6月<7月, 7月>8月, 9月>10月が普通であるが, この関係が逆または逆に近い場合を集計したのが本表である。

(2) この特殊型は寒地 (I, II, IV地区) に多く現われる。

月, 9月 $\leq$ 10月なる系統が如何なる地区に多く現われるかを表示したのが第12表である。表で明らかなように 6月 $\geq$ 7月はいずれの地区にも現われるが, 暖地よりも寒地の方がその現われる率が遙かに多い。7月 $\leq$ 8月および 9月 $\leq$ 10月のものはほとんど寒地にかぎられる。ただ, 後者においてその郷土をⅥ地区に有する1系統 No. 170 が例外的に現われた。No. 170の母樹の生育地は大分県日田郡小野村字中山民有林で, 通常ホンスギと称せられ, 生育地の海拔高 450 m, 樹齡 23 年, 樹高 13 m, 胸高直径 20 cm のものであつた。また, この系統の生育型は 7—10—9—6—8 月型 (7 J型) である。この1例を除いてはすべて寒地に属する。この例外の1系統が存した理由は現在のところ不明である。この1例外のほかはすべて寒地に属するという現象は極めて興味深い。

すなわち, 5月から6月にかけて早くから生長を開始し, しかもその生長量は7月の月より大であつたり, 或いは普通の場合は生長の谷が8月にあるが, これよりやや早めに生長が衰え7月が谷となつたり, 或いはまた9月の生長が延びて10月まで極めて旺盛な生長をなすような特殊型はその大部分が寒地性の系統であるということが出来る。換言すればこのような生長をなす型のものが低温という環境に適応して残存し, 寒地に多く分布したといふことができる。

第13表 寒地, 暖地および熊本の毎月の平均気温と平均降水総量

項 目	月別 地区	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10月	11月	12月	全年
平均 気温	寒地	1.6	1.8	5.0	10.7	15.4	19.8	24.1	25.2	21.2	15.0	10.4	4.3	12.8
	暖地	3.9	4.4	7.6	12.9	17.0	21.1	25.3	25.9	22.4	16.7	11.3	6.3	14.6
	熊本	4.4	5.2	9.0	14.2	18.4	22.3	26.2	26.9	23.2	17.2	11.5	6.6	15.4
降水 総量	寒地	121.8	101.6	108.2	118.1	114.3	168.4	170.8	135.4	195.1	145.4	116.4	134.6	1629.8
	暖地	49.3	70.6	147.7	143.2	144.3	233.7	208.4	178.6	231.0	164.5	81.2	58.0	1671.7
	熊本	55.1	73.1	119.9	160.9	158.3	353.4	297.4	164.8	176.0	110.4	68.8	62.6	1801.1

第 13 表にみるごとく寒地における 10 月の平均気温は 15.0°C で、生長は次第に緩慢となる気温である。斯様な地区に郷土を有する系統の苗木を暖地に属する熊本県において育てる場合、その平均気温は 17.2°C であつてしかも 8, 9 月における降水量は相当豊富であり、その影響は 10 月にも及び良好な条件下にあることとなる。したがつて気象的に生長は促進されることとなり 10 月に至るも極めて旺盛な生長をなし、10 月型が出現したものと考えられる。

再び第 5 図および第 9 表について今述べた春型と秋型の関係を考察するに、春型の中で最も多くの系統が現われたのは 7 F 型であつて 15 系統がこれに属する。7 F 型を中心としてこれに類似の型を図で求むれば、7 B ~ 7 I 型がこれに属する。この類似型中で 7 F に次いで多いのは 7 C 型の 10 系統、7 B 型の 9 系統である。次に秋型をみるに最も多いのは 9 I 型の 39 系統である。ここに面白いのは 9 I 型は 7 F 型の曲線を裏からみた全く逆の関係にあることである。さらに 7 C 型および 7 B 型の裏の関係にあるものを求むればそれぞれ 9 L 型、9 M 型である。しかるにこの両型にはそれぞれ 15 および 11 系統が該当し、その分布が比較的多い。7 F 型 (7—9—6—10—8 月型) は春型の最も代表的な型であり、その裏の関係にある 9 I 型 (9—7—10—6—8 月型) は秋型の最も代表的な型である。しかし 7 F 型は各地区に普遍的に分布するに反し 9 I 型は I, II および IV 地区に多く分布する。すなわち、9 I 型はまた代表的な寒地型ともいうことができる。

以上要するに早春旺盛な生長をなしたり、早目に生長の谷が現われたり、或いは晩秋まで生長をつづけたりするのは寒地性の系統に多い。暖地に多く見られる代表的な生育型は春型の 7 F 型であり、寒地に多くみられる代表的な生長型は秋型の 9 I 型であるということを結論することができる。

(4) 生長週期に関する諸説および考察

植物の生長の時期および遅速を支配する因子には遺伝的な内的因子と、降水量、気温、土壤の肥瘠深淺のごとき外的因子の 2 つが考えられる。遺伝的な内的因子によつて種々の形質が現われてくる場合、外的環境因子の作用によつてその発現が、或る制約を受けることがあるが、その作用が極端となれば本来の形質を充分發揮することは不可能なる場合も生ずる。

樹木の生長には上長生長と肥大生長とがあるが、そのいずれも分裂組織の細胞分裂による。しかし細胞分裂の遅速には外的因子が作用することが大である。細胞分裂そのものには 1 日間の消長がある (Kellicott 1904, Lutmann 1911, Karsten 1915, Friesner 1920, Stälfelt 1921, Abele 1926, Kojima 1928, 小野 1937, 酒井 1941)。陣内氏 (1947) によればアカマツの根端細胞においては核分裂は 1 日に 2 回の週期を有し、午前および午後 12 時附近に最大値がある。

樹木の長年にわたる総生長および連年生長に関して樹幹析解によりその生長経過が多くの樹種について研究され (沼田 1923, 吉田 1929, 麻生 1929, 深谷 1930 その他)、生涯を通じて

の最大生長期があることが図示され、また論議されている。また、若干の樹種については毎日の生長量が測定され、生長の小週期が現われることも明らかにされている (Büsgen 1927)。

上長生長と肥大生長とは別箇に考うべきものであり、この両者の生長は必ずしも平行して現われない。鍋木氏 (1919) はマツ類の稚齡期の年生長経過を3月より11月まで観察して次の結果を得ている。すなわち、上長生長はただ1回の最高点を有するが、肥大生長は春秋2回の最高点を有し、上長生長は生長開始後30~40日にして生長力最高度に達し、次いで30~40日にして急激に減退し停止する。ただし、頂芽の生長は90日まで連続する。これに反し肥大生長の方は第一最高点は5月に現われ、第二最高点は9月に現われる。しかして後者の方が大であると。これに対し森川氏 (1925) は同じくマツ類では上長生長は年1回、肥大生長は年3回の週期を有するとした。また、佐多氏 (1929) は苗木の上長生長と気象関係について研究を行い、苗木は樹種によりそれぞれ特徴ある上長生長をなすことを明らかにした。すなわち、農林省林業試験場産 (東京都目黒) スギのごとく夏季1回旺盛な生長をなすものと石川県産スギのごとく春秋2回旺盛な生長をなすものがあり、また、ヒノキ、サワラのごとく7月以降は漸次生長が衰える傾向があるものがあり、カン類のごとく断続的に数回の伸長をなすもの等がある。しかして、クロマツおよびアカマツについては鍋木氏と同様春季ほとんど主なる生長をなし、その後は僅かに新生せる冬芽の伸長をみるに過ぎないことを認めている。松浦氏 (1934) はヒノキ、ベニヒの稚苗の生長期間 (3月~11月) を研究し生長の順位 (大→小) は、(8月, 9月)→(7月, 10月)→(4月, 5月, 6月)→(3月, 11月)であつて、8月または9月に最大生長期があることを明らかにした。なおまた、Pearson (1924) は Western Yellow Pine の生長期について述べ、なお、その他に Howard (1924) 等の記述がある。

かくのごとく稚苗の1年間における週期の回数および最大生長期は樹種により異なるのである。筆者のスギ2年生の多数の系統に関する実験結果は必ずしも最大生長期が春秋2回とはかぎらず、春季または秋期に1回のこともあり、なおかつその時期は系統により異なるものであることが明らかにされたのである。

柴田氏 (1933) はスギ実生稚樹の発生当初から生長経過について調査し、樹幹長以外の發育は一般傾向として受光率の多い所において、また、深土において優れているが、樹幹長のみは受光率の少ない所であつて受光率の多少にかかわらず腐植土において大であることを述べ、樹幹長の生長も外部因子の影響を受けることを結論している。なおまた土壌との関係については田添氏 (1938) の研究があり、稚苗の季節的变化は土壌の種類により異なり、階段の高さは主として土地因子に左右され、気候因子は生長の波の数および長さを支配すると称している。しかしながら著者の実験結果によれば、生長の波の数および長さは必ずしも気候的因子のみによつて左右されることは認めがたい。上長生長が暗所において徒長し、また、適当な養分を与えれば著しく促進されることは日常われわれの目撃するところである。しかしながら一定環境の中

における1年間の生長の消長は古く Bernbeck (1914), Reinke (1876), Miltschke (1890), Jost (1892) 等が主張したように内的因子の作用を認めるのが妥当であろう。筆者が全国を6地区に分ち苗木の最大生長の時期を論じたのは、主として気候的因子をとりあげたこととなる。前述のごとくスギの苗木では最大生長期が1回現われる場合もあるが、大多数の系統は年2回の最大生長期を有する。しかしてその長さは地区により一定の法則は見出し難いようである。生長の波の数および長さを決定するのは気候的因子というよりはむしろ内的の遺伝的要素に基づく解釈するのが妥当であろう。先に述べたようにスギ苗木の生長には多くの型があり、本実験の場合には細別すれば34種類に上つた。このことは生長期に関していわゆる多型性 (Dobzhansky 1941) を示しているのである。すなわち、わが国のスギの品種はこの点についても極めて雑種性に富むものであるといわなければなるまい。

かように最大生長期について多型性を示しながらも、秋型は多く寒地に分布し、また、6月型或いは10月型も多く寒地にかぎられるという事実は、寒冷地という環境に影響されて遺伝子の分布に若干の振れを生じたのであろう。

従来スギの各品種はその地方における特殊な存在として形質の特徴が品種独特のものとして高度に認められることが多かつた。例えば秋田地方のスギ、吉野地方のスギ、宍粟地方のスギ、秩父地方のスギ、屋久島のスギ等はその代表的なものであつた。しかしながらこれ等の代表的なものといえども、その形質を詳細に分析すれば恐らく種々の形質が純粋なものではないのである。このことについては次節において秩父のスギを例にとり詳述することとする。

〔結 論〕

以上要するに本実験において結論されるところは(1)スギ苗木の最大生長期は一般に9月と7月に2回現われるが、2回とはかぎらず稀に1回の場合もある。(2)また、春型は暖地に秋型は寒地に多く分布する。(3)なおまた早春より生長旺盛となり、または生長の谷が早目に現われたり或いは晩秋おそくまで生長を持続するような系統は主として寒地に分布する。(4)かつ生長の週期は遺伝的のものであり、また極めて多型的である。(5)したがってこれに関与する遺伝形質は地方により分布頻度を異にする。

〔Ⅱ〕 林業品種の吟味

1. 秩父スギの形態

秩父地方に植栽されているいわゆる秩父スギにはその形質の異なるもの多く、これ等は多数の研究者により品種として記載区別されている。秩父スギは今を距たること約360年前、すなわち、天正15年(一説によると天正11年)伊藤祐隆秩父に封ぜられて以来、スギの植林を奨励し、爾来遠隔の地からも特異品種の移入が行われ、今日の秩父スギの品種が成立したと称せられている。秩父挿スギに関する既往の研究は極めて多く、これ等の人々により反覆論議されているが、品種の区別は区々であつて同名異品種のものもあり、或いは同一品種で地区により

人により名称を異にした場合もあるようである。同一地区における同一品種でも樹令、撫育法、土地因子(土壌の理化学的組成、含水量、通気等)等の異なるにより形質を異にしている場合があり、飢肥地方の品種の名称ははなはだ錯雑している。また、一方品種類別の対象となる形質ははなはだ多いので厳密に品種の区別を行うことはさらに困難となつてくるのである。

筆者は先ず従来の品種の概念を脱脚して個体別に調査を試みることにした。

すなわち、樹皮の形態、樹皮の剥れ、樹幹の梢殺度、枝の太さ、枝の密度、枝下高、枝の抽出角度、枯枝の自然落下状態、長葉の長さ、長葉の厚さ、長葉の抽出角度、針葉の密度について、各品種区 80 個体を調査した結果は次の通りである。

(1) 樹皮の形態

樹皮の形態は多種多様であつて、小径木では、その特徴を明確につかむことは困難である。大体において平滑なものを ZZ, 中庸のものを Zz, 粗荒なものを zz の 3 種類に区分して調査した結果は次の通りである (第 14 表)。

第 14 表 樹皮の形態

[illegible]

上表によるとヒダリマキ、ミゾロギ、ハングロは平滑なるものが多く、アラドサは中庸であるかまたは平滑なものが多い。アラカワ、アカ、ハアラは粗荒なものが多い。しかし中庸であるかまたは平滑なるものを多少混する。ミゾロギは樹皮に溝があり粗荒なのが一大特徴とされているのであるが、極端に深い溝のあるのは数本認められただけで過半数のものは平滑であつたのは極めて注意を要する。

(2) 樹皮の捫れ

餌肥スギにおいては樹皮が剥れているものが相当多く、特にヒダリマキは樹皮が左に剥けているのが一大特徴と言われている。しかしながら調査した結果は次の通り必ずしも左に剥けているとはかぎらない。剥れの大なるものを JJ, 中なるものを Jj, ほとんど剥れないものを jj で表わしてある (第 15 表)。

第 15 表 樹皮の振れ

[illegible]

第 15 表によればヒダリマキといえども全然振れのないものがほぼ半数存在する事実は注意しなければならぬ。樹皮の振れの現われた品種にはこのほかアヲドサ、ミヅロギおよびハアラがある。振れたものがない品種にはハングロ、アラカワ、アカがある。

(3) 樹 幹

試験木は小径木であつて密植である關係上明確な結果を期待することはできないが樹幹が円柱状のものを RR, 中庸のものを Rr, 円錐状のものを rr として區別調査した結果は第 16 表の通りである。

第 16 表 樹 幹

型 \ 品種	ヒダリマキ	ミヅロギ	ハングロ	アラカワ	アヲドサ	ア カ	ハアラ
RR	30.00	8.75	15.00	27.50	52.50	63.75	23.75
Rr	56.25	42.50	66.25	63.75	42.50	31.25	63.75
rr	13.75	48.75	18.75	8.75	5.00	5.00	12.50
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
平均直径 (cm)	14.52	14.88	16.31	16.07	16.88	15.10	14.65
平均樹高 (m)	12.00	10.45	10.40	10.70	12.40	10.80	10.40

上表において判るようにアカおよびアヲドサは大部分のものが円柱形に近い生長をなし、ハングロ、アラカワ、ハアラ、ヒダリマキが中間のもの多く、ミヅロギはほぼ半数のものが円錐状の生長をなしている。また、樹高と胸高直径の大小をみるに、アヲドサは他を遙かに凌駕し、次はヒダリマキである。ハングロ、アラカワ、アカはこれに劣り、ミヅロギ、ハアラは最も劣る。これらを総合的にみるに現在まで（植栽後 17 年）の生長はアヲドサが肥大、上長生長ともに良好で法正な生長をなし、樹高ではヒダリマキこれに次ぎアカは樹高、直径とも中庸である。したがつて、樹幹の形は最も円柱に近く、また、ハングロ、アラカワは上長生長悪く肥大生長旺盛なるため幹形はやや円錐状をなすもの多く Rr 型が大多数をしめる。ミヅロギ、ハアラは上長、肥大両生長ともに悪く、特にハアラは調査品種中最下位である。直径および樹高は全試験木を毎木調査し、その算術平均を算出して表示したのである。

(4) 枝 の 太 さ

力枝を第 I とし他のものを通俗的に觀察し太さ長さを含めて大とみられるものを II, 中庸のものを Ii, 大体他に比して小なるものを ii の 3 種に区分して調査した結果は第 17 表の通りである。

註 ヒダリマキはミヅロギの別名とされる場合もあるが（飢肥営林署 1936）、本試験地では別の品種として植栽されている。

ロがある。アカ、ハアラは大半のものが中間である。アラカワは中間のものと低いものが多く現われている。ミゾログは低いものが最も多い品種であり、ヒダリマキはこれに次ぐ。いずれの品種も同一部類のもののみでなく、反対の特徴を有するもののあることは他の形質と同様である。

(7) 枝の抽出角度

枝の抽出角度は下方において大であり上部に至るに従つて小となり一定しない。故に本調査においては力枝の抽出角度を目測し 90° 以上を KK, $90^\circ \sim 80^\circ$ を Kk, 80° 以下を kk とし表わした。試験木は小径木であり、やや密植してある関係上これを品種区別の項目に入れるのは不合理な点もあるが、大体の傾向を知るのには支障ないと思う。調査の結果は次の通りである (第 20 表)。

第 20 表 枝の抽出角度

型 \ 品種	ヒダリマキ	ミゾログ	ハンダロ	アラカワ	アラドサ	ア カ	ハアラ
KK	6.25	1.25	0.00	7.50	3.75	7.50	3.75
Kk	67.50	51.25	27.50	47.50	25.00	52.50	21.25
kk	26.25	47.50	72.50	45.00	71.25	40.00	75.00
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

上表の結果をみるに中庸の抽出角の個体が多い品種はヒダリマキ、中庸のものと小なるものが多い品種はミゾログ、アラカワ、アカである。小なるものが多いのはハアラ、ハンダロ、アラドサである。大なる抽出角の個体が全然ない品種はハンダロである。

(8) 枯枝の自然落下状態

小径木、密植、手入不足等の関係で概して枯枝の着生が多く、前項目と同様品種の特徴を充分現わしているとは称し難いが、参考までに調査結果を表示すれば第 21 表の通りである。自然落下性の大なるもの PP, 中庸のもの Pp, 落下困難なるものを pp として表示した。

第 21 表 枯枝の自然落下の状態

型 \ 品種	ヒダリマキ	ミゾログ	ハンダロ	アラカワ	アラドサ	ア カ	ハアラ
PP	8.75	8.75	0.00	0.00	33.75	21.25	0.00
Pp	38.75	51.25	45.00	100.00	47.50	35.00	0.00
pp	52.50	40.00	55.00	0.00	18.75	43.75	100.00
計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

上表で明らかなように落下性大なるものおよび中間のものが多い品種はアラドサ、落下性中庸の品種はアラカワ、落下性中庸のものおよび困難なものが多い品種はミゾログ、ハンダロ、ヒダリマキ、アカ、困難なる品種はハアラである。アラカワは全体が中庸、ハアラはすべて落下困難であり、この 2 品種以外のものは種々の形質のものを混する。

抽出角度大なるものが多い品種はハアラ、大および中庸のものが多い品種はアラドサ、中庸のものが多い品種はヒダリマキ、アカ、アラカワ、ミゾログである。中庸のものおよび小なるものが多い品種はハンδροである。

各品種とも、抽出角大、中、小に分離する。

(12) 針 葉 の 密 度

長葉部 2cm 間に着生している葉数を数え算術平均した結果は次の通りである(第25表)。

第 25 表 針 葉 密 度 (2 cm 間葉数)

品 種	ヒダリマキ	ミゾログ	ハンδρο	アラカワ	アラドサ	ア カ	ハアラ
葉 数	18.26	16.20	18.37	16.77	16.62	16.48	17.40

針葉の密度密なるもの 18 以上 ハンδρο, ヒダリマキ

針葉の密度中庸なるもの 18~16.5 ハアラ, アラカワ, アラドサ

針葉の密度疎なるもの 16.5 以下 アカ, ミゾログ

針葉の長さおよび密度は他地方の品種に比すればいずれも中庸の部類に属するが、飼肥スギ品種の中で細かく比較すれば上記のごとく区別されるのである。

以上各外部形質についてその分配状況並びに出現度の大小を記述したが、これ等の結果を一括し最も多く出現する形質をその品種の代表的形質と仮にみなして表示すれば第26表の通りで

第 26 表 飼肥スギ各品種の形質総括表

品 種		ヒダリマキ	ミゾログ	ハンδρο	アラカワ	アラドサ	ア カ	ハアラ
樹 皮	粗 荒 度	小	小	小	大	(中)小	大	大
	振 れ	(中)小	小	小	小	(中)小	小	(中)小
樹 幹	梢 殺 度	中	大(中)	中	中	(中)小	小	中
	直 径	小	小	大	大	大	中	小
枝	樹 高	大	小	小	小	大	中	小
	太 さ	中	中	中	中	(大)中	中(小)	中
	密 度	中	中	(大)中	大(中)	大(中)	中(小)	大(中)
	枝 下 高	(中)小	小	(大)中	中(小)	大	中	中
抽出角	自然落下	中	中(小)	小	中(小)	小	中(小)	小
		(中)小	中(小)	中(小)	中	(大)中	中(小)	小
長 葉	厚 さ	中	大	中(小)	中	大(中)	大(中)	(中)小
	長 さ	中	小	中	中	大	大	中
	角 度	中	中	中(小)	中	大(中)	中	大
	密 度	大	小	大	中	中	小	中

註 (1) 本表は各品種に出現度の最も高い形質をその品種の代表的形質と仮にみなして表示したものである。決して各品種の全個体がそれぞれの形質に該当するという意ではない。

(2) () 内形質は無()のものに次いで比較的出现度の高い場合(約 40% 以上)を併記したものである。

ある。既往の研究においては各品種の現わす形質は一定のものとして記述され、第 26 表のごとき表現方法が採用される場合が多かつたのである（本表に記入された各品種の特徴は従来それぞれの品種の特徴として記載されたものと一致しない場合がある）。しかしながら本表は各形質について最も多く出現するもののみが、大、中、小の文字により表わされているに過ぎず、実際各品種の個々の形質についてみる時は前述の各表に現わされたように形質の分布は広範囲にわたり、第 26 表にあてはまる個体は極めて少数となつてくることが想像される。すなわち、上表のごとき一律の特徴をもつてその品種全体を律することは不合理なのである。

2. 餌肥スギ品種の多型性

前述したように同品種から出発した子孫といえども形態の特徴を先に考えて該当する個体を選び出していく時は、該当個体数は減少し、他の特徴を有する場合が多く生じてきた。次に各品種について樹皮の捩れ、枝の太さ、枝の密度の 3 形質を例にとり、これ等の各形質を組合せた場合従来の品種に該当する個体数が如何なる変化を示すかということについて述べることにする。

(1) ヒダリマキ (第 27 表)

ヒダリマキの特徴は樹皮が左に巻いていることであるが、実際調査した結果大なり小なり、とにかく左に巻いているものは 51.3 (=8.75+42.50)%であり、各因子についてみると Jj, Ii,

第 27 表 ヒダリマキの形質分配

J J	8.75	J J	I I	3.75	J J	I I	MM	3.75	I I	MM	7.50
		J J	I i	5.00	J J	I i	MM	1.25	I I	Mm	2.50
					J J	I i	Mm	3.75			
J j	42.50	J j	I I	3.75	J j	I I	MM	1.25	I i	MM	15.00
					J j	I I	Mm	2.50	I i	Mm	36.25
		J j	I i	33.75	J j	I i	MM	6.25	I i	mm	21.25
					J j	I i	Mm	17.50	i i	Mm	2.50
					J j	I i	mm	10.00	i i	mm	15.00
		J j	i i	5.00	J j	i i	Mm	1.25	J J	MM	5.00
					J j	i i	mm	3.75	J J	Mm	3.75
j j	48.75	j j	I I	2.50	j j	I I	MM	2.50	J j	MM	7.50
		j j	I i	33.75	j j	I i	MM	7.50	J j	Mm	21.25
					j j	I i	Mm	15.00	J j	mm	13.75
					j j	I i	mm	11.25	j j	MM	10.00
		j j	i i	12.50	j j	i i	Mm	1.25	j j	Mm	16.25
					j j	i i	mm	11.25	j j	mm	22.50

Mm が一番多く 17.50%, jj は 48.75%, Ii は 72.50%, Mm は 41.25% を占めている。また, Ii, Mm を組合せてみると 36.25%, また, jj, Ii は 33.75% を占めている。しかるにそれら jj, Ii, Mm の形質の組合せをとれば 15.00% にすぎない。既往分類によればヒダリマキの樹皮は左に旋廻し枝の太さ中位ということになる。今それに該当するものを第 27 表に求めるに, JJ, Ii, Mm 3.75%, Jj, Ii, Mm 17.5%, これを合計するも 21.25% にすぎない。残りの 78.75% はいずれかの形質が異なり, 従来云われるいわゆるヒダリマキには該当しないこととなる。

(2) ミ ゾ ロ ギ (第 28 表)

第 28 表 ミ ゾ ロ ギ の 形 質 分 配

J J	1.25	J j	I I	1.25	J J	I I	MM	1.25	I I	MM	8.75
J j	1.25	J j	I i	1.25	J j	I i	MM	1.25	I I	Mm	16.25
j j	97.50	j j	I I	27.50	j j	I I	MM	7.50	I I	mm	3.75
					j j	I I	Mm	16.25	I i	MM	5.00
					j j	I I	mm	3.75	I i	Mm	31.25
		j j	I i	43.75	j j	I i	MM	3.75	I i	mm	8.75
					j j	I i	Mm	31.25	i i	Mm	8.75
					j j	I i	mm	8.75	i i	mm	17.50
		j j	i i	26.25	j j	i i	Mm	8.75	J J	MM	1.25
					j j	i i	mm	17.50	J j	MM	1.25
									j j	MM	11.25
									j j	Mm	56.25
									j j	mm	30.00

ミゾロギは樹皮荒く深い溝があることが特徴とされていたが本調査によれば溝があり, 荒いものは 36.25% であつて他のものは平滑なる部に属する (第 14 表)。また, 第 15, 17 および 18 表で明らかなようにそれぞれ jj, Ii, Mm が最も多く, jj は 97.50%, Ii は 45.00%, Mm は 56.25% を占めている。jj, Ii は 43.75%, Ii, Mm は 31.25% で jj, Ii, Mm に該当するものは 31.25% である。また, JJ II MM, Jj Ii MM なる 2 本は別個の品種に属するものとみられる。

(3) ハ ン グ ロ (第 29 表)

第 29 表 ハ ン グ ロ の 形 質 分 配

j j	100	j j	I I	26.25	j j	I I	MM	18.75	j j	MM	36.25
					j j	I I	Mm	7.50	j j	Mm	57.50
		j j	I i	53.75	j j	I i	MM	15.00	j j	mm	6.25
					j j	I i	Mm	36.25			
					j j	I i	mm	2.50			
		j j	i i	20.00	j j	i i	MM	2.50			
					j j	i i	Mm	13.75			
					j j	i i	mm	3.75			

既往の分類法により3つの形質について分類すると上表の jj, Ii, Mm に当る。今それらの各形質についてみると jj は 100%, Ii は 53.75%, Mm は 57.50% であり, jj, Ii, Mm の3形質を合せ考えると 36.25% を占めるだけであり, 残りの 63.75% はいずれかの形質が異なり, 従来云われるいわゆるハンダロには該当しないことになる。

(4) ア ラ カ ワ (第30表)

第30表 アラカワの形質分配

j j	100	j j	I I	8.75	j j	I I	MM	8.75	j j	MM	47.50
		j j	I i	72.50	j j	I i	MM	35.00	j j	Mm	41.25
					j j	I i	Mm	31.25	j j	mm	11.25
					j j	I i	mm	6.25			
		j j	i i	18.75	j j	i i	MM	3.75			
					j j	i i	Mm	10.00			
					j j	i i	mm	5.00			

アラカワは樹皮が荒く枝のやや密なるをもつて特徴とされていたが, 本調査によると前表のように樹皮の荒いものが 76.25% を占めている。また, 枝の密度をみるに MM は 47.50% に過ぎない。

また, 以上3つの形質についてみると jj は 100%, Ii は 72.50% でこの形質に相当するものが最も多く, jj, Ii, MM の3形質を組合わすれば, それに該当するものは 35.00% である。また, 既往分類拠点である樹皮の荒いものと枝の密なるものを組合わせてみると 47.6% である。故に他の 53.4% はいずれかの形質が異なり, アラカワ品種には該当しないことになる。

(5) ア ラ ド サ (第31表)

第31表 アラドサの形質分配

J J	12.50	J J	I I	3.75	J J	I I	MM	3.75	I I	MM	31.25
		J J	I i	8.75	J J	I i	MM	5.00	I I	Mm	12.50
					J J	I i	Mm	3.75			
J j	48.75	J j	I I	30.00	J j	I I	MM	22.50	I i	MM	21.25
					J j	I I	Mm	7.50	I i	Mm	26.25
		J j	I i	17.50	J j	I i	MM	6.25	I i	mm	2.50
					J j	I i	Mm	11.25	i i	Mm	2.50
		J j	i i	1.25	J j	i i	mm	1.25	i i	mm	3.75
j j	38.75	j j	I I	10.00	j j	I I	MM	5.00	J J	MM	8.75
					j j	I I	Mm	5.00	J J	Mm	3.75
		j j	I i	23.75	j j	I i	MM	10.00	J i	MM	28.75
					j j	I i	Mm	11.25	J j	Mm	18.75
					j j	I i	mm	2.50	J j	mm	1.25
		j j	i i	5.00	j j	i i	Mm	2.50	j j	MM	15.00
					j j	i i	mm	2.50	j j	Mm	18.75
									j j	mm	5.00

既往の分類法により分類した結果を3つの形質についてみると jj, Ii, MM で表わされる。その率は jj 38.75%, Ii 50.00%, MM 52.50% である。それら3つの形質を合せ備えるものは 10.00% であり、残りの 90.00% はいずれかの形質が異なり、アブダサ品種には該当しないことになる。

(6) ア カ (第 32 表)

第 32 表 アカの形質分配

j j	100	j j	I I	7.50	j j	I I	MM	3.75	j j	MM	6.25
					j j	I I	Mm	3.75	j j	Mm	50.00
		j j	I i	52.50	j j	I i	MM	2.50	j j	mm	43.75
					j j	I i	Mm	35.00			
					j j	I i	mm	15.00			
		j j	i i	40.00	j j	i i	Mm	11.25			
					j j	i i	mm	28.75			

アカは樹皮が滑らかで枝は短小、かつ疎に着生するのが特徴とされている。しかし本調査の結果、樹皮の荒いものが 78.75% を占め、枝の小なるもの ii 40.00%, 中なるもの Ii 52.50%, 枝の密度疎なるもの mm 43.75% を占めている。樹皮振れず、枝短小かつ疎に着生したもの、すなわち, jj ii mm に該当するものは 28.75% である。しかるに上表の通り最高頻度を示すのは jj Ii Mm の 35.00% である。

このように既往において分類拠点とされた jj ii mm のものは 28.75% に過ぎず、かえつて本調査の結果最も多いのは jj Ii Mm の 35.00% であり、遙かに後者の方が多くなっている。また、残りの多くのものはいずれかの形質が異なり、既往の分類におけるアカには該当しないことになる。

(7) ハ ア ラ (第 33 表)

ハアラは一見葉が荒いための名称であり、調査の結果長さは中にして厚さはやや小さい方に属し、余り彎曲せず抽出角度は大なる故荒いように見える。また、樹皮荒く80本中僅かに1本だけが滑らかで、一般に表皮の一部が剥皮したるものが多い。また、Ii 62.50%, MM 55.00%, jj Ii は 36.25%, Ii MM は 33.75% であり、それらの3つの形質を組合わせた jj Ii MM に該当するのは 18.75% である。また、振れたるものについてみるに JJ+Jj, Ii MM を組合わせると 15.00% を占めている。

このように既往における分類法によると jj Ii MM の形質のものはそれに含まれるもの少なく、81.25% はいずれかの形質が異なりハアラ品種には該当しないことになる。

以上飢肥スギの各品種について、厳密に個体ごとに種々の形質に関して独立的に調査した結

第33表 ハアラの形質分配

J J	1.25	J J	I I	1.25	J J	I I	MM	1.25	I I	MM	18.75
J j	46.25	J j	I I	13.75	J j	I I	MM	12.50	I I	Mm	1.25
					J j	I I	Mm	1.25	I i	MM	33.75
		J j	I i	26.25	J j	I i	MM	15.00	I i	Mm	22.50
					J j	I i	Mm	7.50	I i	mm	6.25
					J j	I i	mm	3.75	i i	MM	2.50
		J j	i i	6.25	J j	i i	MM	1.25	i i	Mm	11.25
					J j	i i	Mm	3.75	i i	mm	3.75
					J j	i i	mm	1.25	J J	MM	1.25
j j	52.50	j j	I I	5.00	j j	I I	MM	5.00	J J	Mm	28.75
		j j	I i	36.25	j j	I i	MM	18.75	J j	Mm	12.50
					j j	I i	Mm	13.75	J j	mm	5.00
					j j	I i	mm	3.75	j j	MM	25.00
		j j	i i	11.25	j j	i i	MM	1.25	j j	Mm	22.50
					j j	i i	Mm	7.50	j j	mm	5.00
					j j	i i	mm	2.50			

果、従来唱えられているそれぞれの品種に該当する個体はきわめて少数であるという事実に遭遇したのである。樹皮の捩れ、枝の太さおよび密度の3形質のみをとつた場合においてさえそれ等の一定特徴を兼ね備える個体の数は少ないのである。すなわち、従来品種を分類する場合には、最も眼につきやすい或る形質のみをもつて品種名を与えていた場合が多いのではなからうか。3コ以上の形質を採用すれば、いずれの品種にも該当しない個体が多く生ずるのである。

〔結 論〕

1. 従来の飢肥スギの各品種について品種識別の特徴を2コ以上採用して調査すれば、それぞれの品種に該当しない個体が相当数含まれる。
2. 飢肥スギは複雑な雑種の混系とみるべきである。
3. 遺伝学的に品種の分類を行うには従来の飢肥スギ品種の概念を脱却して別な観点から分類することが必要である。

Ⅲ 考察および結論

挿木により一定の母樹から増殖が行われた場合はそれ等の子孫は1つのクローンとして繁殖されたのである。したがって母樹の各形質がホモの場合はもちろんのこと、ヘテロの場合においてもそのまま子孫に継承され全く母樹と同一遺伝子構成をなすものであることはいうまでも

ない。しかるに一応それぞれの品種として指定されている母樹から挿木により増殖された子孫の試験木に現われた各形質は必ずしも同一ではなかつたという事実には遭遇した。なぜかような矛盾が起つたのであろうか。

第一に考えられることは試験母樹として用いられた若干のものは、外観的には類似していたが、遺伝的構成は最初から異なつていたのではないかという点である。因子型 Genotype は異なつていても環境因子の影響のために同一または類似の外観的形質を表わす場合が考えられる。例えばミゾログにおける樹皮の溝のごときは、本品種の一大特徴とされているのであるが、遺伝子と環境因子がそれぞれの程度作用し合うものであるかという点は相当吟味を要する。また、枝の太さ、密度、幹の梢殺度等は密植の程度と関連があるであらうし、葉の長さ等も光の強弱、生長度等と関係がある。したがつて、試験母樹が各品種とも1本でなかつたとするならば（おそらく子孫の試験木が多数である点から母樹は数本またはそれ以上に上つたものと想像される）、本試験はその出発点において試料上の誤差が介在していることを想像しなければならない。

第二に考えられることは子孫の試験木の環境因子が不均一であつたために表現形質が異なつてきたのではないかという点である。たとえば養苗中における環境の不一致による根系の相違、植栽時における植付方法の相違、各試験木の育成している場所の微環境的相違等が考えられる。たとえ各個体が同一の遺伝的構成を有する場合でもこれ等の総合結果として表現された形質は異なることが起る場合が容易に想像される。

第三に考えられることは試験木の操作中に他品種を誤つて混入した場合であるが、これはここで論議の必要はない。従来の品種概念に基き各試験区を遠望すればそれぞれ共通の特徴がうかがわれて直観的に品種を異にするものであることを認識することができる。この事実は試験母樹に仮に第一の場合のごとき誤差が介入していたとしてもほぼ同一系統または類似系統の母樹が採択されたものであることを証明している。第二の場合は当然或る程度あり得べきものと考えるのが至当であらう。第一の場合も第二の場合も結局は環境因子に基く表現形質の変化が原因となつて第二代の試験木に形質の複雑性が生じたことになる。飢肥スギに現われている形態の複雑性は遺伝子に基く本来の多型性と環境因子による形態の多型化の総合結果によるのである。品種の見本園たるこの試験地においてさかような混乱が生じている。まして一般の林地における品種類別がいかに至難なものであるかということを深く認識することができる。仮に一応従来の飢肥スギに対する品種概念により品種を分類し、または品種の定義を下して、今ここに或る1本のスギの母樹を指定し、その子孫を挿木により養成したとする。その場合そこに現われる変化性は大体において本実験結果と一致したものであり、類似の形態の分配を示してくるであらう。われわれは農作物や園芸植物におけるごとく比較的環境因子の影響が類似し、その変化性の少ない場合の常識から生れた1クローンの形質の一致性を認容していたのである。立地的に複雑性が多く、また、長年間の生長期間中にその影響を受ける機会の多いスギの

どときは、外観上同一と思われる母樹から、挿木により出発してもかような形態の複雑性が現われ、実生苗によるものほどではないにしても、以上述べたような多型性を示してくるのである。われわれの品種に対する概念は挿スギにおいてすらかようにあいまいであつたのである。

次に〔I〕1. 形態的多型性の節において、実生スギについてその多型性を論じた。各母樹の遺伝的構成はそれぞれ一定のものであるが、それ等に着生する種子の有する遺伝子はそれが自家授粉に由来する場合でも或いは他家授粉に由来する場合でもそれぞれ異なり、多くの形質を採択すればするほど各々の種子の有する遺伝子構成は異なつてくるのである。したがつてその形質は多種多様に上る。しかしながら対象形質の数を小数とれば同一母樹に着生する種子中には若干の同一遺伝子構成を有するものが存在する。しかもそれぞれの形質についてたとえヘテロの状態にあつても表現型 phenotype は同じ優性形質を有するホモのものと同一となり、外観的には全く区別することができない。これ等の同一形質を表わすべきものすなわち遺伝子構成の同一なるものおよびヘテロでも表現型が同一である種子を播種すれば、それらから養成される苗木は同一であるべきである。しかしながら多少環境因子が異なるために変異を表わすことがあり彷徨変異を示す。同一母樹から出発しても或る因子について遺伝的構成を異にする種子が相当数存在すれば彷徨変異曲線は多頂となる。この頂点の数が多ければ多いほど多型性の度は増加する。彷徨変異においては変異は一般に連続的であるが、遺伝子構成を異にする場合は非連続的である。品種間差違の場合はこの非連続的変異が或る系列をなして存在し類似品種から離れた品種へ形質の変化が起る。

非連続変異が或る系列をなしてA種からB種へ移行する好例としてコウゾの品種の変化をあげることができる。コウゾの近縁種にカデノキがあるが、前者は雌雄異株であるのに反し後者は雌雄同株であり、また形態的生理的性質を異にする。コウゾには多数の品種があり、これ等の品種は形態的および生理的性質が異なり、コウゾに近いものからカデノキに近いものまで種々の段階がある。その変化は各品種の形質に表われ、しかも各形質の変化の間には一般に平行性がない。すなわち、A形質の変化とB形質の変化(たとえば葉の形と茎の色或いは生長型等)の方向、程度は一般に関係がない。コウゾ品種の簡単適確な1つの鑑別法として葉の灰像法があるが灰像中に現われる結晶、毛茸の残骸の種類、密度、分布形式をみてもそれ等は品種により異なつた方向に変化して出現し、しかも1形質については品種ごとに非連続的である。それ等の組合せにより品種の類別は容易である(外山 1949)。

これ等の形質の出現は1つ1つがすべて遺伝子によるものであり、リンケージ関係にある形質を除いては全く任意の組合せにより形質が出現するものである。したがつて実生のスギにかような多型性の現象が現われることに何等不思議はないのである。極めて多数の異なつた遺伝子が全く任意の組合せにより種々の群が成立つている場合、その中で特に目立ちやすい特徴を共通に有する一群のものをわれわれは林業品種として取り上げているにすぎないのである。

したがってさらに多くの形質を目標とした場合は品種は小品種に分割されることとなり、その区別が煩雑となってくるのである。

次に〔I〕2. 生理的多型性の節において生理的にも著しい多型性の存在することを証明した。しかも形態の場合においてもまた生理的な場合においても形質発現の遺伝子の分布は地区により異なり、したがって出現頻度も異なってくることを明らかにした。天然においては長年の間に、一地域の遺伝子の分布は一般に或る平衡状態を保つこととなり一定比率をもつて分布するが、人工的に因子を攪乱したり或いは突然変異体による新因子導入の圧力が作用すればこの平衡は破れて或る方向へ形質の変化が現われる (Dobzhansky 1937)。すなわち、この場合は品種は動的であり、たえず変動していることを認識しなければならない。特に人工的に採穂林や母樹林が設定され一定形質のものが増殖される機会が多い場合にははなはだしい。国有林では母樹林を指定して年々特定母樹の種子が各地に分布される機会が多いから林野においてはたえず品種の形質の変動が起つていると考えなければならない。或る一地区に相当数の特異形質を有する品種があり、しかも年々それが各地で増殖される場合には、その特異形質を出現せしめる遺伝子は高速度で広まりつつあるわけである。

一度各地にばら播かれた遺伝子が優良因子であれば好都合であるが、不幸にして不良因子であつた場合特に天然更新の行われる場合は厄介である。また、一地方に優良ならざる遺伝子のものが分布した場合これを駆逐する方法としては不良形質を現わした樹木を伐採すればよいわけではあるが、われわれの目につくものはホモの不良木のみである。不良因子をかくして持っているヘテロのものは認識することができない。したがってわれわれの目につかずにかくれて多数の不良因子が存在する。これ等の中の或るものは次代においてホモとなり不良木として現われ、われわれの林業目的に合致しないものとなる。また、多くの不良因子は同様にヘテロの状態ですらに次の代へ持越される。われわれの目についたホモの不良木を伐採する方法で不良因子を少なくしてゆく育種方法は極めて非能率的である (木原 1942)。生物進化の過程における新品種の形成は突然変異による新因子の導入が極めて効果的である (Dobzhansky 1937)。同様に人工的に優良品種を育成する場合にも現存品種から不良形質を捨ててゆくよりは、優良品種の形質や突然変異体の有する因子を利用してその新形質を導入してゆく方法をとる方が時間と手数がはぶけて効果的である。かような意味において自然に存在する優良品種を研究して自然に発生した突然変異体を利用したり、または人工的に突然変異体を誘発することは意義が深い。その変異体がそのまま実用的となれば幸であるが、たとえ直接実用の域に達しない場合でも、これを育種の母木としてその有する特異因子を次代の植物へ導入して新優良品種の育成を計るべきである。

現存する品種はきわめて多型的のものである。したがって各々の品種の中にはきわめて優良な形質を多数有する個体も混入しているはずである。われわれはかような個体を選び出すこと

もまた育種上軽視することはできない。

以上の観点から次編において天然木中から選出された優良系の例について、さらに第3編において人為的に誘発した突然変異体について逐次述べてゆくこととする。

以上本編における実験結果を総括して次の結論を得た。

- (1) スギの林業品種はきわめて多型性である。
- (2) スギの各種の遺伝形質は分布区域および出現頻度を異にする。しかし分布区域の広狭と頻度の大小とは無関係である。
- (3) 或る地方において比較的眼につきやすく、しかも分布頻度の高い形質を有する一群を林業品種と称している場合が多い。
- (4) 現在のスギの林業品種は本来の遺伝形質と環境因子による後天的変化を区別せずその表現形のみをみて類別されている。
- (5) したがって、彷徨変異、または一時変異をもつて品種としている場合がありその結果品種の混乱をまねいている。
- (6) その結果同名異品種、異品種同名のものが有り得る。
- (7) スギの品種がきわめて多型的であることは優良系統選抜の機会の多いことを暗示している。
- (8) 品種の類別は一応遺伝形質に基いて再検討さるべきである。
- (9) 多型的であり地区により遺伝子の分布頻度を異にすることは逆に言えば人為的に優良因子の分布頻度を高めることが可能であるということと一致する。
- (10) その方法としては優良系統の導入と突然変異体の利用が効果的である。

第2編 クロマツ 26 号の選抜

林木の種は極めて多型的なものであり、各々の形質の発現に關与する遺伝子の分布頻度の差違により、いわゆる林業品種が成立していることを第1編において述べた。1地域内における種は因子数が多ければ多いほど多種多様の形質の組合わせを有することとなり多型性を示す。理論上は優劣因子を併せ有するヘテロの個体が多いのであるが、或る一部の個体は劣悪形質だけをホモに有し、また他の一部の個体は優良形質だけをホモの状態で保有する。優良形質を発現する因子が、或る地方に比較的多く分布すれば、その地域には優良な形質を多く持つ個体の出現が多くなってくる。現在各地において植栽造林されているのは、それぞれその地方に適した品種または系統である場合が多いが、それらに属する各個体は必ずしも同一遺伝子構成を有するとはかぎらない。実生苗においては勿論であるが挿木系のものにおいてすらそうである。その母系が単一でないからである。斯様に多型性を示すことは一方においては選抜淘汰の機会が多いことを示している。これらの混系のなかから優良遺伝子を多く持つ個体を摘出して普及することはわれわれ林業技術者の大きな務めである。農作物や園芸植物においては優良品種が注意深い耕作者によつて耕作中の多数の植物のなかから偶然の機会に発見されて普及されたことがしばしば報ぜられている。林業樹種においては品種の改良が一般農業植物に比すればやや遅れた感があるが一面今後の研究に期待されるところも多いわけである。

第2編においては全く偶然の機会に発見した黒松の一精英樹クロマツ 26 号について、その母樹および子孫の特性を述べ、普及奨励品種として推奨に値するゆえんを明らかにしたいと思う。次にクロマツ 26 号発見の経緯について簡単に述べる。

クロマツ 26 号母樹発見の経緯

大阪営林局管内倉吉営林署部内帽子取国有林 111 林班 (鳥取県東伯郡八橋町) は、黒松および赤松の採種母樹林として設定され、年々相当多量の種子を管内に供給している。昭和 10 年著者がはじめて大阪営林局に職を奉じ、当時の造林試験係を命ぜられ、林木の品種改良試験を開始するに及び、たびたび倉吉営林署へ出張の機会が与えられた。たまたま昭和 11 年秋帽子取国有林へ試験母樹設定のため出張するに当り、倉吉営林署員永田順藏氏の案内により国有林の北方約 100 米、民有防風林中の峯筋道路傍 1.5 米の地点に極めて巨大なる毬果を着生した 1 本の黒松があるのを発見した。普通の黒松に類例をみない巨大毬果を着生していたので、その若干を採取して持ち帰り、種々の調査を試みた次第である。毬果の巨大性に次いで注意をひいたのは種子の巨大性である。これから生じた稚苗も、普通の黒松に比較し強大であつた。形態学的に種々の特徴を有するのみならず、生理生態学的にも普通の黒松と異なることが調査とともに判明してきた。毬果および種子の巨大性がこの優良母樹の発見の動機となつたわけであ

る。この母樹は実験番号が 26 号であつた関係で、この母樹をクロマツ 26 号母樹、これから生じた子孫をクロマツ 26 号 F_1 または優良系クロマツ 26 号と仮称することとした。

I 実験の方法

〔I〕研究資料

本編における主なる研究資料は次の通りである。

1. クロマツ 26 号母樹および対照木
2. クロマツ 26 号母樹および対照木に着生した毬果および種子（天然交雑および人工交雑種子）
3. 同上種子より生じた苗木および幼木 (F_1)
4. F_1 に着生した毬果および種子

〔II〕実験の内容

上記の研究資料についての主なる実験内容は次の通りである。

1. 形態学的特性に関する実験
2. 生理学的特性に関する実験
3. 細胞遺伝学的特性に関する実験

〔III〕実験の概要

1. 形態学的特性に関する実験

(1) クロマツ 26 号母樹

主として針葉の特異性を明らかにした。この実験においてクロマツ 26 号と比較対照した対照木の選定に当つて次の事項に注意を払つた。

- A. 立地条件、環境条件を等しくすること
- B. 樹令、胸高直径、樹高が近似したものであること
- C. 外観は純然たるクロマツおよびアカマツであること
- D. 針葉を採集する枝は充分なる陽光を受けて法正な生長を遂げた力枝または力枝附近のものであること
- E. 針葉は生長を完了した旧葉であること

以上の注意に基いて選定した対照木は次の 8 本である。すなわち、黒松はクロ 1 号～クロ 7 号、赤松はアカ 1 号～アカ 3 号、各供試木の胸高直径は次の通りである。

第 34 表 供 試 木 の 胸 高 直 径

樹 種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
胸 高 直 径	46.5	45.7	39.2	36.7	51.2	46.7	49.4	54.2	41.8

樹高はいずれも約 12～15 米、推定樹令 30～35 年である（以上は 1950 年 4 月 8 日調査）。

実験材料：クロマツ 26 号および対照木 8 本から上述の条件を満足する針葉をそれぞれ約 100 対づつ、すなわち約 200 本を採取し 70% アルコールに浸漬しておき、適宜各 50 対 100 本（ただし、クロ 1 号は 10 対）について次の調査を行つた。

葉の外部形態、内部形態（皮層、気孔、樹脂道、中心柱、維管束）内部形態は主として手切法により検鏡した。

この実験は 1950 年 4 月～1951 年 3 月の間において実施した。

(2) 毬果および種子（天然交雑種子）

1936 年（昭和 11 年）以来現在に至るものを年々採取して予備実験、本実験および追加実験に使用した。対照木は帽子取国有林および隣接村にある西大野国有林（鳥取県東伯郡下北条村）内に約 50 本選定し、番号を付しこのうちから適宜実験に供した。ただしごく一部は宮崎大学農学部内および附属実験林（宮崎市下北方町）内の松毬果および種子を参考に使用した。この実験に供した対照木は後に述べる交雑実験に供したものと同一樹木である。

毬果の大きさ、重量等を大量比較実験したものは 1939 年秋採取のものである。この場合の対照木は 32 本各母樹からは原則として 100 箇の毬果を採取して比較したが、100 箇にみたないものは着生全毬果を使用した。結局クロマツ 26 号 100 箇、クロマツ 1497 箇、アカマツ 659 箇、アイグロマツ 477 箇、合計 2733 箇の毬果を測定比較したのである。

種子は 1946、1947 年産のものを本実験に使用して長径、短径、重量等を比較した。各供試木から 100 粒あて任意に採取して実験に供した。

種子の内部形態の実験に際しては手切法によるほか、ミクロトームを使用して薄片を作つた。後者の場合は種皮を除きパラフィンに埋没して、常法により切断してプレパラートを作製した。厚さは 15～20 μ 、染色はゲンチアンヴィオレット・サフラニン・デラフィールド氏ヘマトキシリン等を適宜使用した。

主なる対照木、すなわち、帽子取国有林および西大野国有林における試験木の特徴を略記すれば次の通りである。

供試木の特性（1940 年 9 月上旬調査）

1 号 クロマツ：H（樹高）2.6 m, h（枝下高）0.3 m, D（胸高直径）3.5 cm, Y（樹令）10 年、人工植栽木、二又、樹皮は平滑で剝離し難い。樹幹通直、外観優良。

2 号 クロマツ：H 3.5 m, h 1.0 m, D 4.5 cm, Y 10 年、人工植栽木、樹皮は鱗甲状で剝離し易い。枝角はほとんど水平、樹幹通直、外観優良。

3 号 クロマツ：H 2.5 m, h 0.3 m, D 2.5 cm, Y 10 年、人工植栽木、三又、樹皮は平滑で剝離し難い。樹幹通直、外観優良。

4 号 クロマツ：H 1.8 m, h 0.2 m, D 4.5 cm, Y 20 年、人工植栽木、樹皮は鱗片状を

呈し剝離し難い。樹幹多少倭性で彎曲し多行性、外觀不良。

5号 クロマツ：H 3.5 m, h 1.1 m, D 4.0 cm, Y 15 年, 人工植栽木, 樹皮は鱗片状で剝離し難い。枝角ほとんど水平, 樹幹は多少彎曲しているが生長良好, 外觀優良。

6号 クロマツ：H 3.0 m, h 0.2 m, D 3.0 cm, Y 13 年, 四又, 人工植栽木, 樹皮は縞状を呈し剝離し難い。枝多く生長やや緩慢, 樹幹通直, 外觀優良木とは称し難い。

7号 クロマツ：H 3.6 m, h 0.2 m, D 5.0 cm, Y 13 年, 人工植栽木, 樹皮は縞状を呈し剝離し難い。水平枝を四方に張る。樹幹通直, 生長良好, 外觀優良。

8号 アイグロ(アカマツの形質8, クロマツの形質2)：H 8.0 m, h 1.9 m, D 26.0 cm, Y 60 年, 人工植栽木, 樹皮は薄く鱗片状を呈して平滑, 剝離し難い。枝は水平に張り樹幹は屈曲し生長緩慢, 外觀不良。

9号 クロマツ：H 14.0 m, h 1.5 m, D 52.0 cm, Y 80 年, 人工植栽木, 樹皮縞状を呈し平滑, 剝離し難い。枝多くほとんど水平に張る。生長緩慢, 外觀やや不良。

10号 クロマツ：H 3.4 m, h 0.5 m, D 6.0 cm, Y 20 年, 人工植栽木, 樹皮は鱗片状を呈し剝離し易い。枝多く樹幹は彎曲し生長緩慢, 外觀不良。

11号 クロマツ：H 2.2 m, h 0.2 m, D 3.0 cm, Y 10 年, 人工植栽木, 樹皮は縞状を呈し剝離し易い。枝四方に張り樹幹通直, 外觀優良。

12号 クロマツ：H 3.1 m, h 0.2 m, D 4.2 cm, Y 10 年, 人工植栽木, 樹皮は縞状を呈し剝離し易い。枝 85° 西方に張る。樹幹通直, 外觀優良。

13号 クロマツ：H 2.5 m, h 0.2 m, D 4.5 cm, Y 10 年, 樹皮は縞状を呈し剝離し難い。枝角約 80° 四方に張る。樹幹通直, 生長良好, 外觀優良。

14号 クロマツ：H 2.5 m, h 0.3 m, D 2.7 cm, Y 10 年, 人工植栽木, 樹皮は平滑で剝離し難い。樹幹やや彎曲して細長, 外觀は優良でない。

15号 錦松(クロマツの一変種?)：H 4.7 m, h 3.2 m, D 2.3 cm, Y 30 年, 人工植栽木, 樹皮縞状で溝深くきわめて厚い。剝離し易い。樹幹やや彎曲, 用材には不向, 樹皮の厚い点が一大特徴, 一般に錦松と称しているが外部形態はほとんど黒松に類似する。やや針葉が短い点を異にするものである。

以上1~15号は鳥取県東伯郡下北条村西大野国有林内に海岸防風林として人工植栽されたものの中から選定した。すべて海岸林と内地の畑地との中間に植栽されたものであるが土壌は砂質壤土である。

26号 クロマツ：H 11.8 m, h 1.9 m, D 37.0 cm, Y 26 年, 天然生, 帽子取国有林111より北方約 100 m 大山農業畑東防風林中峯筋, 道路の西側約 1.5 m の地点にあり, 風衝地帯に当る。したがって樹幹中途よりやや曲り, 型も不均衡に生じて太い, 樹皮はやや厚く剝離困難, 最も特徴とするところは, 新条の生育極めて旺盛, 針葉強大, 巨大毬果を生ずる点であ

る。外観は全く黒松に類する。個人所有であるが倉吉営林署より特別保護を依頼し学術参考木として保存している。外観のみから言えば優良木であることには気がつかない。

27 号 クロマツ：H 21.4 m, h 8.2 m, D 50.0 cm, Y 40 年，天然生，樹皮厚く縞状を呈し剝離困難，枝の着生やや粗，角度水平，北西の方向に枝条数が少ない。幹中途（地上 9.0 m）より曲る。位置谷間，36 号木より 100 m 南方，外観優良。

28 号 クロマツ：H 20.0 m, h 3.4 m, D 43.0 cm, Y 70 年，天然生，樹皮は縞状を呈し密，剝離困難，枝下垂し枝条の数やや多い。東面に枝少ない。樹幹やや曲る。位置西に面し 25 度の傾斜を有する中腹，尾根より 10 m 下方，谷より 15 m 上方，31 号木より 50 m 南方，外観中。

29 号 アカマツ：H 16.0 m, h 5.6 m, D 45.0 cm, Y 50 年，天然生，樹皮はやや鼈甲状を呈して厚く剝離容易，約 4 m 上方は樹肌は鮮明なる紅色を呈する。枝均等に生じ枝節大，樹幹の西北面に大なる枯死枝節あり，これより上方は急に直径小，樹幹やや直。位置，西面 30° の傾斜地にあり，尾根より約 10 m 下方，6 m 下方に 48 号木あり。南方 20 m の峯に 47 号あり，外観中。

30 号 アカマツ：H 12.7 m, h 4.7 m, D 40.0 cm, Y 40 年，樹皮下部はやや縞状を呈し，剝離容易，樹高に比し枝長大 5.5 m に達し枝条が多く，葉は短い。北面には枝が少ない。枝角やや水平。位置，峯筋の平坦地，46 号より南方 15 m，外観中。

31 号 クロマツ：H 20.6 m, h 7.2 m, D 50.0 cm, Y 40 年，天然生，樹皮厚くやや縞状を呈し剝離困難，下部の枝下垂し枝の数多く東北面やや粗であるがほぼ均等に着生している。位置，谷筋，27 号木より約 80 m 南方，細道の東側 3 m 上方，傾斜約 30 度，外観優良。

32 号 アイグロ（クロマツの形質 6，アカマツの形質 4）：H 15.0 m, h 5.60 m, D 45.0 cm, Y 60 年，天然生，樹皮はやや鱗片状を呈し剝離し易い。枝やや粗，樹幹彎曲。位置，峯筋，西面は 20 度の斜面，東方は土手を越えて畑地につづく，49 号より約 70 m 南，外観中。

33 号 アイグロ（クロマツの形質 6，アカマツの形質 4）：H 23.0 m, h 9.0 m, D 45.0 cm, Y 70 年，天然生，樹皮やや鼈甲状，上方は平滑，剝離困難，枝東北面にやや粗，枝角 60°。位置，西面の傾斜約 25° 中腹，32 号木より 50 m 西南谷より上方，外観中。

34 号 アイグロ（クロマツの形質 5，アカマツの形質 5）：H 16.0 m, h 4.90 m, D 40.0 cm, Y 40 年，天然生，樹皮はやや縞状を呈し多少剝離難，枝角約 60°，樹幹通直，位置，28 号の南方約 100 m の地点より谷を西南に向うこと約 70 m その地点より西北約 23° の傾斜面の上，峯筋にあり，外観優良。

35 号 クロマツ：H 16.0 m, h 7.0 m, D 50.0 cm, Y 60 年，天然生孤立木，樹皮はよ

く発達し粗にして凹凸あり、多少不規則で鼈甲状、枝は四方に均等に生ずる。樹幹やや曲、外觀優良。

36号 クロマツ：H 15.0 m, h 6.0 m, D 48.0 cm, Y 60 年, 天然生孤立木, 樹皮はやや縞状を呈し剝離難, 枝均等, 下垂して細長(7~8 m) 節が多い。樹幹曲。位置谷筋, 外觀やや不良。

37号 クロマツ：H 11.0 m, h 4.0 m, D 23.5 cm, Y 40 年, 天然生, 樹皮はやや厚く鼈甲状を呈する。剝離やや難, 枝少なく細枝は下垂する。位置, 峯より西方約 10m の傾斜面にある。外觀中。

38号 アカマツ：H 12.0 m, h 7.0 m, D 28.0 cm, Y 30 年, 天然生, 樹皮は地上 2m 以上は平滑で小鱗状をなし薄片となつて剝離する。下部は縞状をなし, 剝離する。枯枝のあと多く, 節大, 樹勢中, 尾根より 10m 西斜面にあり, 純粹のアカマツではなく, 僅かにクロマツの形質を具有する。外觀やや不良。

39号 アカマツ：H 20.0 m, h 8.0 m, D 50.0 cm, Y 50 年, 天然生, 樹皮は 38 号に類する。枝の着生密, 北側にやや少なく東南に多い。外觀優良。

40号 クロマツ：H 19.0 m, h 8.0 m, D 30.0 cm, Y 40 年, 天然生, 樹皮は中位まで縞状をなし粗にして剝離困難, 枝は下垂し細長, 節高く同節より枝多く生ずる。樹幹やや曲, 外觀中。

41号 クロマツ：H 22.0 m, h 8.0 m, D 47.0 cm, Y 50 年, 天然生, 樹皮は 2m 以上は線状かつ不明瞭な小鱗状をなす。下部は縞が明瞭でない。全幹黒色, 枝は均等に出て水平。位置, 38 号および 39 号より 30m 南東, 40 号附近, 外觀優良。

42号 クロマツ：H 12.0 m, h 7.0 m, D 41.0 cm, Y 50 年, 天然生, 樹皮は縞状と鼈甲状の中間で厚い。3m 以上は不規則な剝離性, 2m 以下はやや明瞭な条がある。枝は彎曲し節高く, 樹幹は曲る。位置 41 号よりさらに 50m 南東, 外觀不良。

43号 クロマツ：H 13.0 m, h 6.0 m, D 41.0 cm, Y 40 年, 天然生, 樹皮は縞状を呈しやや不明瞭, 剝離中, 樹皮多少赤松に類する。枝多く節やや高い。左右に彎曲するものが多い。樹幹やや通直, 42 号, 44 号の中間形質を有する。位置, 42, 43, 44 号は互に 7m 間隔を有する。

44号 クロマツ：H 15.0 m, h 7.0 m, D 39.0 cm, Y 40 年, 樹皮は平滑で縞細小, 剝離困難, 枝は通直で節は近い。樹幹通直。位置, 東傾斜面にある。外觀優良。

45号 アイグロ(クロマツの形質 4, アカマツの形質 6)：H 13.0m, h 6.0m, D 31.5cm, Y 40 年, 樹皮ははなはだ薄く割裂不規則で平滑, 剝離し易い。枝多く脱落不良, 枝水平, 樹幹通直。位置, 44 号の南東東約 20m 峯筋にある。外觀中。

46号 アカマツ：H 15.0 m, h 7.0 m, D 45.0 cm, Y 50 年, 天然生, 樹肌は鮮明なる

紅色を呈し、樹皮薄く上部は鱗片状に剝離容易、下部はやや縞状で凹凸は少ない。枝多く均等、節低く目立たない。樹幹通直。位置、45号より10m 峯に沿つて奥にあり。外觀優良。

47号 アカマツ：H 11.0m, h 4.0m, D 30.0cm, Y 30年, 天然生, 樹皮は46号に類似, 枝西南面によく発達, 枝数中, 樹幹やや彎曲, 外觀やや優良。

48号 アカマツ：H 13.0m, h 5.0m, D 36.0cm, Y 45年, 天然生, 樹肌46, 47号に比し鮮明でない。下部は多少鱗片状を呈し剝離容易, 枝の形状不良, 節痕大。位置, 29号の南下, 外觀中。

49号 アイグロ(クロマツの形質4, アカマツの形質6)：H 14.0m, h 6.0m, D 46.0cm, Y 50年, 天然生, 樹皮縷状または不規則なる亀甲裂を有し, 剝離困難, 大枝の着生粗で小枝比較的多い。節が低い, 樹幹やや彎曲。位置, 畑地に近く平坦地に成立, 外觀中。

50号 クロマツ：H 12.8m, h 3.0m, D 45.0cm, Y 35年, 天然生, 樹皮やや縞状を呈し剝離中, 枝均等に生じて長く6mに達する。枝角70° 針葉強大, 年々巨大毬果を着生する。樹幹多少彎曲, 中心芽止る, 位置, 峯筋防火線中にあり。外觀中。

26号~50号は鳥取県東伯郡赤碕町帽子取国有林および一部その附近の民有林より選定, すべて天然生で国有林の分は母樹林中にあり, 海岸より約1.5~2.5里の地点。

(3) 苗木

苗木の外部形態の観察は帽子取国有林1947年および1948年産の天然交雑種子によつた。すなわち, アカマツ, クロマツおよびクロマツ26号それぞれの種子約100粒をワグナーボットに播種して発芽当初から随時観察して実験に供した。1947年産のものは採種後間もなく11月20日に播種し, 冬期間中はガラス室におき, 4月から野外に出して養苗した。発芽1ヵ月後における実験は主としてこの分によつた。その他は1ヵ年後に形態の比較を行つた。

苗木の内部形態については外部形態におけると同様播種後1ヵ年経過した苗について実験を行つた。調査事項は次の通りである。

A. 針葉

皮膚組織(表皮, 下表皮, 気孔), 葉肉(柔組織), 中心柱(内皮, 維管束)

B. 茎

表皮組織(表皮, 周皮, 皮部柔細胞層, 樹皮), 維管束(篩部, 木部), 樹脂道, 髓
観察の方法は種子の場合に準じた。

2. 生理学的特性に関する実験

(1) 苗木の耐旱性

A 第1実験 稚苗期における耐旱性—稚苗を特定温度に一定時間放置して水分の消失と枯損の関係を明らかにした。

B 第2実験 幼苗期における耐旱性—幼苗を実際山地に植栽した場合の枯損率を比較

しクロマツ 26 号 F₁ の乾燥に対する抵抗性の程度を明らかにした。

A. 稚苗期における耐旱性

(A) 実験資料

1948 年産クロマツ 26 号および同地産クロマツ種子を 1949 年 3 月 11 日播種して生じた稚苗

(B) 播種床

コンクリート植木鉢 (内径上部 37×37 cm, 同下部 28×28 cm, 深さ 29 cm) に圃場の土を均一に盛り条播とした。

(C) 養苗中の管理

この種の実験に際して注意すべきことは、供試苗木養成の環境因子を厳密に一致させることが必要である。特に養苗中のポット内土壌水分の量および養分は均一であることが必要である Shirley and meuli (1939) が、すでに Red pine その他で実験したように灌水回数を少なくして養苗した苗木は然らざるものより耐旱性強く、また窒素肥料 (NH₄)₂SO₃ の量が増加すれば耐旱性は減少し、窒素肥料が少ない場合は磷酸肥料 KH₂PO₄ の量が増加するほど耐旱性も増大するという事実があるからである。筆者の実験の場合はかような実験資料上の誤差の介入することを極力排除するために苗木を養成したポットの土壌は全く均一なものを使用し灌水の回数および量を等しくした。

(D) 供試前処理

根系を損傷しないように注意して掘り取り、流水で土を洗流し 1 晝夜水耕した後乾燥実験に移った。

(E) 乾燥条件

30°C (3 時間処理) 40°C (3 時間処理) 50°C (3 時間処理)

(F) 供試本数

クロマツ 26 号および対照木 (クロマツ) いずれも各処理区ともに 20 本計 160 本

(G) 測定方法

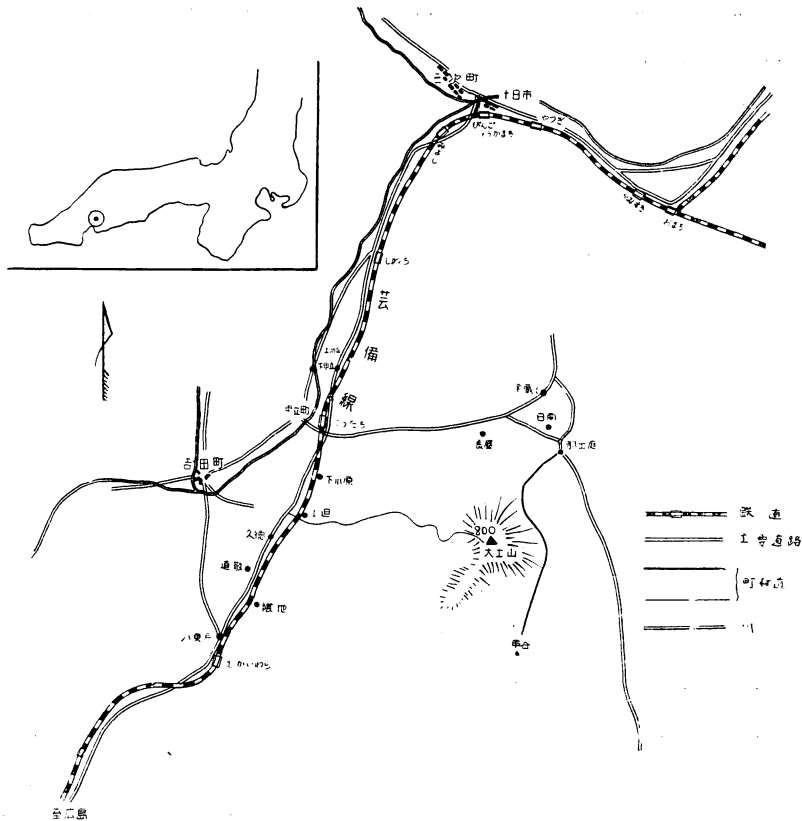
各苗木の乾燥の前後における重量を測定し各処理ごと平均を算出しその減少率を比較した。測定後はさらに水を盛つた広口ビンに移して再び水耕を行い枯死および蘇生率を調査した。

(H) 実験年月日

1949 年 5 月 22 日, 24 日および 31 日

B. 幼苗期における耐旱性

1939 年秋前記帽子取国有林および西大野国有林より供試木個体別に種子を採取し、これを 1940 年 4 月倉吉営林署赤碕苗畑 (鳥取県東伯郡赤碕町) に播種し、翌 1941 年 3 月 1 回床替、さらに 1 カ年据置きの後 1943 年 4 月 4 日掘り取り、直ちに鉄道便にて広島県高田郡向原町三



第 6 図 大土山総合試験地の位置図

次當林署管内大土山松綜合試験地へ輸送し 4 月 7 日植栽開始、4 月 10 日に植栽を終了した。大土山松綜合試験地の状況を述べれば次の通りである。大土山試験地は広島と三次の中間、向原驛下車東北へ約 1 里半の地点にあり、中国山脈の東南部地区に属する。地位中の上、以前はヒノキ林であつた箇所を皆伐して松の試験地とした。西方に約 10° 内外傾斜し南北に長く矩形をなす。面積約 3 ha、前面には池あり風光明媚である。試験地内には多少起伏あり、表土浅き部分もあり、必ずしも土質は均一でない。よつて試験木の植栽に当つては列植えとし、これを繰り返し、その均衡をはかつた。各試験木列間には将来の間伐を考慮して地元産のクロマツを 1 列おきに植栽した。各試験木の距離間隔は約 2 m である。各列は約 50 本植えとし周囲の空地にはすべて地元産クロマツを植栽した。なお、植栽に当つては天候のために一時に植栽することができず、初日植栽の南地区（第 1 地区）と最後に植栽した北地区では後者の方が全体的に枯損が多かつた。かくのごとく局所的にみれば枯損率に関し誤差の介入するおそれがあるが、試験木は相当多数植栽し、しかも前に述べたごとく列植として数回繰り返して植栽したので、全体的にみればこれ等の誤差は平均して消殺され品種の特性を比較するに充分である。植栽後例年にない旱天つづきのため大半を枯損するに至つた。しかし耐旱性の比較にはかえつ

て好都合なる結果となつた。第1回の枯損調査を1944年1月16~18日に実施し、その後随時調査を行つたが、実験結果には1948年11月24~30日実施したものを掲げることとした。供試本数はアカマツ・アイグロマツ・クロマツおよびクロマツ26号それぞれ909, 609, 1061および207本、合計2876本である。

(2) 苗木の抗毒性

A 第1実験 塩素酸加里に対する抗毒性

B 第2実験 食塩水に対する抗毒性

以上2つの実験を行つた。

第35表 苗木の抗毒性に関する実験中の
室内温度および湿度

(正午)

前記稚苗期における耐旱性の実験の場合と同じ種子を、同じく1949年3月11日コンクリート製植木鉢に播種し、7月1日に根を切断しないように堀り取り広口ビンにて2晝夜水耕後、塩素酸加里0.1および0.2%溶液に1晝夜浸漬し、後充分水洗して再び水耕

月 日	温度 °C	湿度 %	月 日	温度 °C	湿度 %
7月1日	23.5	79	7月7日	22.0	80
7月3日	23.8	87	7月8日	24.0	72
7月4日	23.9	88	7月9日	24.0	82
7月5日	23.6	86	7月10日	27.0	80
7月6日	26.1	68.5	7月11日	28.0	81

を継続した。堀り取り後の操作はすべて直射日光の当らない室内において実施した。その間の室温および関係湿度は第35表の通りである。各組の供試本数はそれぞれ20本、計80本である。なお、このほかに全然薬液に浸漬しないものを比較対照とした。これは実験完了まで変化を示さなかつた。

B. 食塩水に対する抗毒性

本実験に使用した苗木は前項Aに使用したものと全く同一である。設備の都合で前試験と同時に実験ができなかつたので、前試験の完了後7月12日に苗木を堀り取つて実験を開始した。食塩水は10%、12%の2区を設けた。その他の操作等は前試験に準じて行つた。比較的高濃度の溶液を使用したのは低濃度ではほとんど害を被らないからである。

以上生理に関する実験は被害の限界を探索するために数回の予備実験を繰り返したうえで、本試験を実施した。

(3) 生 長

A クロマツ26号母樹の生長

B F₁ 稚苗期の生長

C F₁ 幼齡期の生長

以上3つの実験を行つた。

A. クロマツ26号母樹の生長

1952年3月下旬、クロマツ26号母樹生育地に赴き、母樹および対照木クロマツ3本につ

いて調査を行つた。対照木はいずれも隣接木であつて、道路に接して位置し、立地条件はほとんど同一である。樹齢も近似し、クロマツ 26 号 38 年生、対照木 1, 2 および 3 号木それぞれ 38, 47 および 40 年生であつた (1952 年現在)。測定の方法は次の通りである。

クロマツは原則として 1 節間は 1 年間の生長である。したがつて、各節間長およびその中間の直径を測定すれば、樹幹析解に準じて毎年の上長生長、肥大生長および材積成長の状況を計算することができ、また樹幹析解図を作製することができる。以上のようにしてクロマツ 26 号と対照木の生長を比較した。

B. F_1 稚苗期の生長

稚苗期の生長比較のために次の 4 実験を行つた。

(A) 1939 年農林省林業試験場内において播種後約 4 カ月の稚苗 1530 本について、主として上長生長に関して

(B) 1940 年倉吉営林署管内赤碕苗畑において播種後約 1 年 8 カ月の稚苗 3144 本について、主として根元直径生長に関して

(C) 1949 年宮崎大学農学部内において播種後約 4 カ月の稚苗 80 本について重量、幹径、幹長および根長に関して

(D) 1949 年同じく宮崎大学農学部内において播種後約 3 カ月の稚苗 80 本について 17 日間の生長量に関して

それぞれクロマツ 26 号と対照クロマツとの比較実験を行つた。

C. F_1 幼齡期の生長

前述幼齡期における耐旱性に関する実験において 1940 年 4 月播種、1943 年 4 月三次営林署部内大土山松綜合試験地に植栽し、その活着状況を調査したが、その後本試験地において活着したものについて生長量の比較を行つた。

供試本数 アカマツ 133 本、アイグロマツ 91 本、クロマツ 223 本、クロマツ 26 号 69 本、 合計 516 本

生長量の第 1 回調査は 1947 年 8 月 21~22 日

第 2 回調査は 1948 年 11 月 24~30 日

に施行し、各時期における生長量の総平均を算出するとともに両期間 (1 年 3 カ月) 中における生長量の差を比較した。

3. 細胞遺伝学的特性に関する実験

(1) 細胞学的特性に関する実験

クロマツ 26 号は純粹のクロマツであるか、または、雜種性のものであるかを細胞学的に決定するために次の実験を行つた。

1950 年 4 月 4 日~10 日および 1951 年 3 月 20 日~25 日の 2 回にわたりクロマツ 26 号母

樹および対照木の雄花を固定染色して染色体を観察した。固定染色は次の方法によつた。

A. カルノア氏液を入れた試験管およびアルコールランプを現場に用意し、花を採取後鱗片を除去し、直ちに試験管に投じ2～3分間煮沸して固定した。

B. しかる後ナスリツケ法によりアセトカーミンで染色して適当な像を含むプレパラートを封蠟をもつて封じて検鏡した。

(2) 遺伝学的特性に関する実験

A. 稔性に関する実験——クロマツ 26 号を中心として実施

クロマツ 26 号の稔性およびその子孫の形質を調査するため交雑試験を行つた。1937～1939 年予備的実験を行い、1940 年下記のごとく本試験を実施した。

(A) 場所 帽子取国有林および西大野国有林

(B) 交雑母樹(♀) クロマツ 26 号、アカマツ、クロマツ、アグロマツ No. 1～No. 15, No. 26～No. 50 計 40 本

(C) 交雑花粉(♂) 同上母樹花粉のほか、赤崎産アカマツ、熊本産アカマツ、福岡産クロマツ、多行松、リキダ松、その他若干

(D) 交雑数 689 組、交雑毬果総数 2055 箇

(E) 成功交雑数 102 組、成功毬果数 779 箇

(F) 交雑年月日 1940 年5月3日～5月17日

(G) 毬果採取 1941 年10月15日～10月25日

(H) 毬果採取後の処理 倉吉営林署赤崎苗畑種子乾燥場において人工乾燥法により種子を取り出し、交雑の組合わせ別に不稔率その他の調査を行つた。

B. クロマツ 26 号 F_1 の形態分離に関する実験

(A) 1938 年人工交雑を行つて得た種子から生じた稚苗 154 本について形態の分離に関して調査を行つた。

(B) 前記大土山松試験地内に植栽されている天然交雑種子に由来するクロマツ 26 号 F_1 6 個体について、針葉の樹脂道の位置を調査してクロマツ型であるか、アカマツ型であるか或いはまたその中間型であるかを研究した。

C. クロマツ 26 号 F_1 に着生した毬果および種子に関する実験

1948 年クロマツ 26 号天然交雑 F_1 個体 6 本に数箇の毬果が着生したので、これを採取して種子の稔性、重量、翅の形態等に関して調査を行つた。

Ⅱ 実 験 結 果

〔Ⅰ〕 形態学的特性

1. クロマツ 26 号母樹

クロマツ 26 号母樹外観の概略については先に述べたので省略することとし、ここには針葉の特性だけについて述べることにする。

(1) 針葉の外部形態

A. 針葉の長さ

針葉の長さは種、または品種の分類の基礎になることがあるのは Shaw (1914), Beissner-Fitschen (1930), 森川 (1926), 佐藤 (1931) 氏等の述べている通りであり、種類を異にすることによつて長さの範囲を異にするのが普通である。しかしながら同一樹木に着生した針葉の長さには或る範囲内で連続的な変異が認められ、また同一種内の針葉の長さにも或る範囲内での変異がみられる。クロマツ 26 号母樹の針葉が対照のクロマツおよびアカマツに比していかなる程度の長さを有するかを表示すれば第 36 表の通りである。

第 36 表 針 葉 の 長 さ (単位 cm)

樹 種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平 均	13.65	10.96	11.90	13.33	12.23	9.90	10.41	9.43	8.75
最 大	15.33	11.93	13.50	15.14	14.17	12.14	12.30	11.46	9.89
最 小	10.07	10.28	10.65	6.34	7.12	7.00	9.47	5.79	7.01
比 率	102	82	89	100	92	74	78	71	66

対照木として選んだクロマツおよびアカマツは外観は全くそれぞれの種の代表的形態を呈していたものであるが、内部形態学的には多少中間的形態を呈した個体もあるので、これらの中で、最も純粹のクロマツらしく認定されたクロ 3 号をもつてクロマツの代表として指数を 100 とし、比率の算定を行つた。以下各形質について同様である。

上表に示されたように、クロマツ 26 号の針葉の長さは他のいずれより僅かに大で 13.65cm である。対照の 13.33cm に対して 102% に相当する。

B. 針葉の幅および厚さ

アカマツ、クロマツおよびアイグロマツの葉の幅および厚さに関しては二、三の學者の記載があるが、森川氏 (1926) によればアカマツに近いものは葉長、幅、厚さいずれも小にして、

第 37 表 針 葉 の 幅 (単位 μ)

樹種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平均	1932	1434	1466	1579	1690	1459	1105	1198	1036
最大	2076	1562	1733	1712	1947	1691	1230	1338	1197
最小	1733	1327	1370	1455	1455	984	933	1003	915
比率	122	91	93	100	107	92	70	76	66

第 38 表 針 葉 の 厚 さ (単位 μ)

樹種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平均	1258	1018	1097	1059	1184	992	717	780	672
最大	1605	1070	1241	1263	1434	1155	845	1003	756
最小	1134	984	942	920	835	877	546	598	563
比率	119	96	104	100	112	94	68	74	63

クロマツに近づくほど次第に増加し、純粋のクロマツにおいて最大に達するという。筆者の測定した結果は第 37 表および第 38 表に示した通りである。

上表によればクロマツ 26 号は幅および厚さいずれも他を凌駕し平均、最大、最小値いずれも最大である。比率において幅は 122%, 厚さ 119%, 約 20% 増大している。

C. 針葉の長さ、幅、厚さの関係

針葉の長さ、幅、厚さは絶対的なものではなく、環境因子の作用により或る程度の変動を受け、いわゆる、彷徨変異を示す。しかしながらこれら三者を相互的に考慮した形状比は分類学的な指標となしうる (佐藤 1931)。また、断面積および体積の大小は、生理作用の強弱と関係があることを推定することができる。次にこれらの相互関係をみることにする。

(A) 針葉の横断面形状比 (厚さ/幅 $\times 100$)

葉の横断形状比は第 39 表にみる通り、クロマツ 26 号はアカマツに近い。

第 39 表 針葉横断面形状比 (厚さ/幅 $\times 100$) (単位 %)

樹種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平均	65.1	71.0	74.9	67.1	70.1	68.0	64.8	65.1	64.9
最大	80.6	77.4	76.4	84.3	83.7	76.1	73.8	85.9	74.1
最小	56.7	67.1	62.8	54.4	57.3	58.4	52.5	52.8	55.2
比率	97	106	112	100	105	101	97	97	97

(B) 針葉の横断面積 (幅 $\times$ 厚さ $\times \pi/4$)

針葉の横断面積は楕円形とみなして計算した。これを表示すれば第 40 表の通りである。クロマツ 26 号の針葉は幅および厚さとも対照に比し大であるから、当然横断面積は大である。平均、最大、最小値とも大で、その比率においては 145% に及ぶ。対照木中の最大を示したクロ 4 号の 120% に比較しても 25% の増大である。

第 40 表 針葉の横断面積 (幅 $\times$ 厚さ $\times \pi/4$) (単位 mm^2)

樹種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平均	1.91	1.15	1.26	1.31	1.57	1.14	0.62	0.73	0.55
最大	2.51	1.31	1.67	1.61	2.13	1.50	0.79	0.89	0.65
最小	1.54	0.93	1.10	1.10	0.95	0.73	0.44	0.49	0.40
比率	145	87	96	100	120	87	47	56	42

(C) 針葉の縦断面形状比 (幅/長さ×100)

横断面形状比はアカマツとクロマツの中間値を与えたが、縦断面形状比はかえつて対照のクロマツよりは増大の傾向を示し、長さの割合に幅が広がっている (111%)。したがって、外観は粗剛な感じを与えるのである (第 41 表)。

第 41 表 針葉の縦断面形状比 (幅/長さ×100) (単位 %)

樹種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平均	1.42	1.31	1.23	1.28	1.38	1.47	1.06	1.27	1.18
最大	1.95	1.50	1.57	1.43	2.08	1.80	1.25	2.15	1.50
最小	1.18	1.17	1.17	1.04	1.11	1.20	0.86	0.99	1.02
比率	111	102	96	100	108	115	83	99	93

(D) 針葉の体積 (横断面積×長さ)

クロマツ 26 号の針葉は横断面積において 145% を示したが、体積においてはさらに増大し対照の 160% に相当する数値を有する。第 42 表にみる通り平均、最大、最小値とも大である。針葉の体積が大であることは生理作用とも関係が深いことが想像される。

第 42 表 針葉の体積 (断面積×長さ) (単位 mm³)

樹種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平均	260	126	150	162	192	112	65	69	48
最大	328	150	217	329	271	159	90	98	58
最小	179	110	127	80	78	62	45	39	35
比率	160	78	93	100	119	69	40	43	30

D. 葉 鞘

(A) 葉鞘長

針葉の長さは 1.15 cm にして対照の 0.98 cm に対して 117% に相当する (第 43 表)。

第 43 表 葉 鞘 長 (単位 cm)

樹種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平均	1.15	0.93	0.95	0.98	0.97	0.87	0.67	0.73	0.72
最大	1.53	1.05	1.10	1.60	1.10	1.07	0.95	0.81	0.97
最小	0.75	0.84	0.16	0.76	0.81	0.63	0.38	0.50	0.59
比率	117	95	97	100	99	89	68	75	73

(B) 葉鞘長が針葉長に対する割合 ($l/L \times 100$)

第 44 表 葉鞘長が針葉長に対する割合 ($l/L \times 100$)

樹種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平均	8.41	8.52	7.98	7.94	7.91	8.84	6.40	7.77	8.21
最大	13.00	9.74	9.47	13.43	12.64	11.69	8.20	13.64	11.87
最小	6.63	7.29	1.39	5.50	6.03	5.86	4.51	3.45	6.62
比率	106	107	100	100	100	111	81	98	103

第44表にみる通り、クロマツ26号は8.41mmにして、対照の7.94mmに対して106%の比率を示しているが大した変化はない。

以上要するにクロマツ26号の針葉の外部形態は長さ、幅、厚さともに大で、体積においては160%を示し対照木に比して巨大となつている。横断面の形状比はアカマツに類するが、その他の数値はすべてクロマツ的である。

(2) 針葉の内部形態

針葉の内部形態については、表皮、下表皮、気孔、樹脂道、中心柱、維管束の順に記述することとする。

A. 表皮

針葉の横断面において最外圍を取囲むのは表皮である。表皮は1層の表皮細胞から成り、ところどころに気孔が存在している。

クロマツ26号および対照木の表皮細胞の長さおよび幅は第45表に示した通りである。長さおよび幅はそれぞれ 20.1μ 、 18.5μ にして対照木クロ3号を100とした場合それぞれ106および104であつて一般クロマツと大差ない。したがつて、その横断面積においても普通のクロマツと著しい差違のないことは第47表に示す通りである。

第45表 表皮細胞の長さ (単位 μ)

樹種	クロマツ 26号	クロ1号	クロ2号	クロ3号	クロ4号	クロ5号	アカ1号	アカ2号	アカ3号
平均	20.1	25.1	21.1	19.0	20.8	24.5	16.0	15.4	13.4
最大	28	31	28	28	31	31	20	20	17
最小	14	21	14	14	14	10	12	12	12
比率	106	132	111	100	109	129	84	81	71

第46表 表皮細胞の幅 (単位 μ)

樹種	クロマツ 26号	クロ1号	クロ2号	クロ3号	クロ4号	クロ5号	アカ1号	アカ2号	アカ3号
平均	18.47	18.20	18.64	17.78	16.70	19.91	14.54	15.32	14.47
最大	24	24	24	24	28	28	20	23	20
最小	14	14	14	14	14	14	12	12	12
比率	104	102	105	100	94	112	82	86	81

第47表 表皮細胞の横断面積 (長さ $\times$ 幅 $\times\pi/4$) (単位 μ^2)

樹種	クロマツ 26号	クロ1号	クロ2号	クロ3号	クロ4号	クロ5号	アカ1号	アカ2号	アカ3号
平均	291	359	308	265	272	384	183	186	153
最大	467	527	462	527	527	584	314	236	236
最小	189	264	189	154	189	133	133	141	113
比率	110	135	116	100	103	145	69	70	57

B. 下表皮

アカマツおよびクロマツにおいては、表皮の直下に下表皮がよく発達している。特に角隅部

は数層よりなる。層数はアカマツとクロマツでは多少異なり、一般にクロマツの方がよく発達している。また個体により差がある。クロマツ 26 号および対照木について表示すれば第 48, 49 表の通りである。

第 48 表 下表皮細胞層数

樹種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
一 般	2~3	2~3	2~3	2~3	2~3	2~3	1	1~2	1~2
局部的	1, 4	1	1	1, 4	1, 4	1	2		

第 49 表 角隅における下表皮細胞層数（左：右）

樹種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
最 大	5:6	4:4	4:4	4:4	5:5	4:4	2:2	2:3	3:3
最 小	3:3	3:3	2:2	2:3	3:3	2:2	1:1	1:1	1:2
モ ー ド	3:4	3:3 3:4	3:3	3:3	4:4	3:3	2:2	2:2	2:2

同表に明らかなように、クロマツ 26 号は対照木と大差なく、普通 2~3 層、局部的には 1, 4 層、角隅においては 3 または 4 層である。

次に下表皮細胞の長さおよび幅についてみるに第 50, 51 両表にみるように、クロマツ 26 号の下表皮細胞は長さおよび幅それぞれ 23.2μ , 27.1μ であつて対照木と大差なく比率におい

第 50 表 下表皮細胞の長さ（単位 μ ）

樹種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平均	23.17	26.15	23.35	23.04	24.17	22.25	12.51	13.35	11.98
最大	31	35	35	35	35	31	23	23	26
最小	14	14	14	17	14	14	9	9	9
比率	101	113	101	100	105	97	54	58	52

第 51 表 下表皮細胞の幅（単位 μ ）

樹種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平均	27.1	30.9	26.5	26.4	25.5	25.4	19.6	18.9	18.3
最大	35	35	35	38	35	35	29	26	29
最小	17	21	21	17	14	14	15	9	9
比率	103	117	100	100	97	96	74	72	69

第 52 表 下表皮細胞の横断面積（長さ×幅× $\pi/4$ ）（単位 μ^2 ）

樹種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平均	493.4	634.3	485.0	477.4	484.5	443.6	192.8	198.4	171.6
最大	852	962	852	925	852	754	524	347	273
最小	264	264	280	264	189	189	106	120	106
比率	103	133	102	100	101	93	40	42	36

ては 101 および 103% である。横断面積においては $493 \mu^2$, 比率は 103% である。表皮細胞と同様対照木と大差がないといふことができる。

C. 気 孔

気孔の数は環境因子により著しく変化する。年齢によつても異なり、蔭葉と陽葉では差違がある。本実験における供試葉は先に述べたようにこれ等の資料誤差の介入しないように充分注意を払つて採集したものであるから、その差違は個体特有の差違とみるべきである。第 53 表に示された通りいずれも脊面は腹面よりその数が多い。クロマツ 26 号はそれぞれ 14.6 および 8.1 箇, 合計 22.7 箇である。対照木に対する比率は脊面, 腹面および合計それぞれ 120, 118 および 119% で, 約 20% の増加である。アカマツに比すれば約数十% の増加である。

第 53 表 気孔の数 (中央断面)

樹 種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
背 面	14.64	7.80	10.69	12.21	13.12	10.89	9.04	9.46	7.99
腹 面	8.1	4.1	5.7	6.9	7.1	6.0	5.2	5.3	4.8
合 計	22.7	11.9	16.4	19.1	20.3	16.9	14.2	14.7	12.8
比 率	120	64	88	100	107	89	74	77	65
	118	59	83	100	104	88	75	76	69
	119	62	86	100	106	89	74	77	67

第 54 表 気孔の大きさ (前庭)

樹 種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
幅 (μ)	45	49	45	41	47	42	21	21	22
深 (μ)	59	59	56	56	59	56	29	29	35
幅×深 (μ^2)	35	42	31	28	28	35	15	15	15
比 率	42	48	43	41	46	46	19	19	18
	52	59	59	56	59	56	29	29	26
	35	31	35	28	35	28	15	15	12
	1884	2359	1927	1669	2152	1935	403	406	384
	2912	3481	2655	2891	3136	2912	754	754	805
	1225	1302	1225	784	1330	1260	255	255	180
	112	121	110	100	115	105	52	53	53
	101	117	105	100	112	111	47	46	43
	113	141	115	100	129	116	24	24	23

第 55 表 気孔の大きさ (呼吸腔)

樹 種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
幅 (μ)	31	41	34	32	36	35	22	24	28
深 (μ)	45	52	52	45	59	45	38	29	44
幅×深 (μ^2)	21	31	24	34	24	28	15	17	15
比 率	54	58	54	53	57	52	38	36	33
	62	66	69	73	73	69	49	46	58
	38	45	38	35	42	24	26	23	26
	1688	2355	1878	1705	2067	1822	831	850	919
	2655	3234	3658	2790	3894	2772	1558	1476	1610
	945	1652	1178	1080	1176	840	520	391	435
	98	126	107	100	113	109	68	73	87
	101	110	103	100	108	98	71	68	62
	99	138	110	100	121	107	49	50	54

マツの気孔は複雑な形態を呈し陥没して前庭および呼吸腔（内腔）を有する。前庭および呼吸腔の大きさは第 54 および 55 表にみる通りである。クロマツ 26 号の前庭は幅および深さそれぞれ 45, 42 μ であつて、横断面積（幅×深さ）1884 μ^2 、対照木に対する比率はそれぞれ 112, 101 および 113% である。クロ 1 号は 141%, クロ 2 号 115%, クロ 4 号 129%, クロ 5 号 116% で、クロマツ 26 号が必ずしも大ではない。一般のクロマツの変異内にあることが分る。アカマツはいずれも小であつて、30% 以下である。

次に呼吸腔についてみるにクロマツ 26 号は幅、深さおよび横断面積それぞれ 31 μ , 54 μ , 1688 μ^2 で対照木に対する比率はそれぞれ 98, 101, 99% である。ほとんど変化がない。

以上要するに気孔は、その数が約 20% 増大している点が異なり、大きさはほとんど変化がない。

D. 樹脂道

植物の分泌物の量は同種内においても品種により、また系統により異なるのが普通である。これは構造および数と関係し品種改良により極端に発達した品種が育成された例も少なくない。マツにおいて樹脂を分泌するのは分泌細胞であり、10 箇内外の細胞膜の薄い柔細胞より成り、切片を作る際に破壊され易い。その外側に保護鞘細胞があり、これらの内外 2 層の細胞によつて円筒状の樹脂道を形成している。針葉の横断面において底部両側にそれぞれ 1 箇づつの主樹脂道があり、その他の部分に副樹脂道が数箇またはそれ以上散在する。葉肉内の樹脂道の位置はアカマツとクロマツでは異なる。Shaw 氏 (1914), 森川氏 (1926), 佐藤氏 (1931) 等はその関係について述べているが、通常次の 4 型があるとされている。

第Ⅰ型樹脂道（中位 Medial）

この樹脂道は皮膚組織、内皮のいずれにも接触することなく、全く同化組織中に埋没して存在する。クロマツの代表型である。

第Ⅱ型樹脂道（外位 External）

下表皮に内接し、その接触部においては保護鞘細胞を欠除する。アカマツの代表型である。

第Ⅲ型樹脂道（内位 Internal）

内皮細胞に保護鞘細胞が接触している場合で比較的少ない。

第Ⅳ型樹脂道（両位 Septal）

下表皮と内皮に同時に接触している場合で稀にみられる。

以上 4 つの型が存在するが、アカマツとクロマツの中間種においては第Ⅰ型から第Ⅱ型への種々の段階の移行型がみられる。クロマツ 26 号は大部分が第Ⅰ型で、99.7%, ごく少数の 0.3% が第Ⅱ型であり、第Ⅲおよび第Ⅳ型は観察されなかつた。対照木においては、クロ 3 号の 0.15% が第Ⅲ型、クロ 5 号の 0.18% が第Ⅲ型、0.26% が第Ⅳ型であり、その他はすべて第Ⅰまたは第Ⅱ型であつた。第Ⅲ型は第Ⅰ型の変形と考えられ、第Ⅳ型も第Ⅰ型の変形と考

えられるが、詳細は遺伝学的検定を必要とする。クロマツ 26 号は、すべて第Ⅰおよび第Ⅱ型に含まれるので、対照木における第Ⅲ、第Ⅳ型は仮に第Ⅰ型として合算し、クロマツ型（第Ⅰ型）とアカマツ型（第Ⅱ型）に大別して樹脂道数を表示したのが第 56 表である。

第 56 表 樹脂道数および型

樹 種		クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
実験値	アカマツ型	0.03	0	0.20	0.03	0.12	0.69	10.50	10.42	9.56
	クロマツ型	10.09	2.10	7.47	6.56	8.38	7.05	1.08	0.82	0.06
	合 計	10.12	2.10	7.67	6.59	8.50	7.74	11.58	11.24	9.62
比 率	アカマツ型	0.3	0.0	2.6	0.5	1.4	8.9	90.7	93.3	99.4
	クロマツ型	99.7	100.0	97.4	99.5	98.6	91.1	9.3	6.7	0.6
	合 計	154	32	116	100	129	118	176	171	146

同表において比率欄には、各供試木のアカマツ型とクロマツ型の分配比率を、同合計欄はクロ 3 号を 100 とした場合の比率が示してある。クロ 1 号のほかはいずれの個体も両型の樹脂道を共有する。すなわち、樹脂道によるアカマツおよびクロマツの分類は絶対的のものではないように解される。各形質において最もクロマツ的であるクロ 3 号および最もアカマツ的なアカ 3 号においてすらそれぞれ 0.5%、0.6% の他型の樹脂道を混在する。これらの結果からクロマツ 26 号は従来の一般概念によればやはりクロマツの部類に入れられる。

次に樹脂道の数を見るに对照の 6.59 箇に対しクロマツ 26 号は 10.12 箇であり、また、他の対照木に比しても著しく多い。比率において 154% を示し 1 倍半以上である。

樹脂道の横断面は長径がそれぞれ 70.16μ 、 63.25μ であつて、対照木に対して 122%、124% に相当し（第 73 表後述）、その横断面積は $3484\mu^2$ 、対照木の $2304\mu^2$ に対して 151% に相当し大となつている（第 57 表）。

保護鞘細胞数は 13.4 箇で対照木の 11.0 箇に対して 122% に相当する。多少増加していることが分る（第 58 表）。

第 57 表 主樹脂道の横断面積（長径×短径× $\pi/4$ ）（単位 μ^2 ）

樹 種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平 均	3484	1515	3082	2304	4287	2293	1060	1554	1388
最 大	6531	2901	10282	5092	10282	5024	1674	3324	2612
最 小	1760	1154	1044	962	1616	1236	686	531	524
比 率	151	66	134	100	186	100	46	67	60

第 58 表 保護鞘細胞数

樹 種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平 均	13.4	10.4	12.8	11.0	15.3	12.7	9.4	11.6	10.9
最 大	19	12	17	14	22	18	12	16	14
最 小	10	9	9	8	10	9	7	8	8
比 率	122	95	116	100	139	116	86	106	99

保護鞘細胞の横断面積は $697 \mu^2$ で、対照の $602 \mu^2$ に対して 116% に相当し、16%の増大となつている（第 59 表）。

第 59 表 保護鞘細胞の横断面積（長径×短径× $\pi/4$ ）（単位 μ^2 ）

樹 種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平 均	697	575	600	602	575	575	290	338	306
最 大	1044	681	923	923	1044	835	469	469	502
最 小	374	396	396	374	189	320	160	106	160
比 率	116	95	100	100	96	96	48	56	51

分泌細胞数は 10.9 箇で対照の 9.6 箇に対して 113% に相当し、僅かに増大はしているが対照木全体と比較して必らずしも増加しているとはいひ難い（第 60 表）。

第 60 表 分 泌 細 胞 数

樹 種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平 均	10.9	9.3	10.8	9.6	12.6	9.3	8.4	10.1	9.5
最 大	14	11	14	13	16	14	11	13	12
最 小	8	8	8	8	9	7	7	7	7
比 率	113	97	112	100	131	97	87	105	99

分泌細胞の横断面積は $437 \mu^2$ 、対照の $356 \mu^2$ に対して 123% に相当し、20% 以上大となつている（第 61 表）。

第 61 表 分泌細胞の横断面積（長径×短径× $\pi/4$ ）（単位 μ^2 ）

樹 種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平 均	437	263	397	356	360	322	164	183	161
最 大	835	396	769	528	584	615	236	455	271
最 小	189	189	189	189	189	189	85	85	85
比 率	123	74	112	100	101	90	46	51	45

以上要するに、クロマツ 26 号母樹の針葉の樹脂道は約 0.3% がアカマツ型であるが、この程度の混生はクロマツの一般傾向である。樹脂道の数や普通クロマツの約 1.5 倍、同じく横断面積も約 1.5 倍である。これを構成する保護鞘細胞はその数および大きさが増大している。分泌細胞は数も多少増大の傾向はあるが主として大きさが増大し、巨大な樹脂道を形成している。

E. 中心柱

中心柱は内皮により取り囲まれ特徴ある形態を呈している。

(A) 内皮細胞数

内皮は一層の細胞層から成り楕円形をなす。まず、内皮の細胞数をみるに、40.6 箇で、対照の 34.1 箇に対して 119% に相当し約 20% の増加である。針葉の断面そのものが大であるからこれに呼応して内皮も大となつているものと思われる（第 62 表）。

第62表 内皮細胞数

樹種	クロマツ 26号	クロ1号	クロ2号	クロ3号	クロ4号	クロ5号	アカ1号	アカ2号	アカ3号
平均	40.6	31.8	34.6	34.1	35.0	33.1	33.5	34.0	32.4
最大	51	37	43	41	44	40	38	38	38
最小	35	30	31	27	26	28	26	27	29
比率	119	93	101	100	103	97	98	100	95

(B) 内皮細胞の大きさ

内皮を形成する個々の細胞の大きさについてみるに、長径短径それぞれ 57.02μ , 33.07μ , 対照の 56.39μ , 33.14μ に対して 101%, 100% である (第73表)。その横断面積は $1480\mu^2$, 対照の $1467\mu^2$ に対して 101% に相当しほとんど増減がない (第63表)。

第63表 内皮細胞の横断面積 (長径×短径× $\pi/4$) (単位 μ^2)

樹種	クロマツ 26号	クロ1号	クロ2号	クロ3号	クロ4号	クロ5号	アカ1号	アカ2号	アカ3号
平均	1480	1484	1380	1467	1616	1215	724	849	609
最大	2331	2058	2044	2407	2654	1621	1002	1184	1002
最小	923	923	742	791	988	716	447	347	341
比率	101	101	94	100	110	83	49	58	42

(C) 中心柱の大きさ

中心柱の幅は 865.9μ で対照の 718.8μ に対して 120% であり, 20% 大である。中心柱の厚さも大で 546.7μ , 対照木は 468.6μ であるから 117% に相当する。幅も約 20% 大である。その横断面積は 0.37mm^2 で対照の 0.26mm^2 に対して 142% に当り, 約 40% 増大している (第64, 65, 66表)。

第64表 中心柱の幅 (単位 μ)

樹種	クロマツ 26号	クロ1号	クロ2号	クロ3号	クロ4号	クロ5号	アカ1号	アカ2号	アカ3号
平均	865.9	653.8	676.7	718.8	740.2	620.0	519.9	540.9	463.1
最大	1006	706	856	877	942	749	616	651	523
最小	706	599	599	599	513	492	440	440	370
比率	120	91	93	100	103	86	72	75	64

第65表 中心柱の厚さ (単位 μ)

樹種	クロマツ 26号	クロ1号	クロ2号	クロ3号	クロ4号	クロ5号	アカ1号	アカ2号	アカ3号
平均	546.7	431.2	466.0	468.6	500.0	414.0	301.7	315.5	275.5
最大	621	492	535	556	621	514	352	387	317
最小	471	385	385	385	300	342	264	246	230
比率	117	92	99	100	107	88	63	67	59

第 66 表 中心柱横断面積 (幅×厚さ× $\pi/4$) (単位 mm²)

樹 種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平 均	0.37	0.22	0.25	0.26	0.29	0.20	0.12	0.13	0.10
最 大	0.49	0.27	0.36	0.35	0.46	0.29	0.17	0.18	0.17
最 小	0.26	0.19	0.20	0.22	0.15	0.17	0.09	0.09	0.07
比 率	142	84	95	100	111	77	47	51	38

(D) 中心柱の形状比

中心柱横断面形状比は 63.1 で対照の 65.8 の 96% に当る。針葉の横断面形状比は 65.1, 対照木は 67.1 であり, 比率は 97% であったから, この両者はほとんど同形状を呈していることになる (第 67 表)。

第 67 表 中心柱横断面形状比 (厚さ/幅×100)

樹 種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平 均	63.1	66.0	68.9	65.8	67.5	66.8	58.0	58.3	59.5
最 大	74.3	72.4	77.4	76.4	91.8	83.3	70.3	68.9	71.4
最 小	58.1	58.2	52.9	55.2	41.6	56.6	51.5	43.2	43.3
比 率	96	100	105	100	103	101	88	89	90

(E) 中心柱の太いさと針葉の太いさの関係

次に中心柱の太いさと針葉の太いさの関係をみる。まず針葉の幅に対する中心柱の幅の割合は第 68 表の通りである。クロマツ 26 号は 44.8 で対照の 45.1 と類似し, その比率は 99% である。次に針葉の厚さに対する中心柱の厚さの割合をみるにクロマツ 26 号は 43.5 μ で対照は 44.3 であり 98% に相当し幅の場合と類似する (第 69 表)。したがって, 横断面積の場合も類似し, クロマツ 26 号 19.5 に対して対照木は 19.5 であり, 99% に相当する (第 70 表)。

第 68 表 針葉の幅に対する中心柱の幅の割合 (中心柱幅/葉の幅×100)

樹 種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平 均	44.8	45.6	46.2	45.1	43.8	42.5	47.0	45.2	44.7
最 大	50.5	51.6	51.2	58.8	59.1	63.0	52.5	52.0	50.8
最 小	38.8	40.5	34.7	37.5	36.7	34.2	41.3	36.7	37.5
比 率	99	101	102	100	97	94	104	100	99

第 69 表 針葉の厚さに対する中心柱の厚さの割合 (中心柱厚さ/葉の厚さ×100)

樹 種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平 均	43.5	42.4	42.5	44.3	42.2	41.7	42.1	40.5	41.0
最 大	50.9	52.4	48.0	55.5	52.0	48.8	54.5	52.9	47.5
最 小	37.3	38.2	36.0	33.9	35.0	36.3	34.0	34.7	34.2
比 率	98	96	96	100	95	94	95	91	93

第70表 針葉の横断面積に対する中心柱の横断面積の割合 (中心柱横断面積/葉横断面積×100)

樹 種	クロマツ 26号	クロ1号	クロ2号	クロ3号	クロ4号	クロ5号	アカ1号	アカ2号	アカ3号
平 均	19.5	19.3	19.6	19.9	18.5	17.7	19.8	18.3	18.3
最 大	23.4	25.8	28.7	30.3	30.4	26.0	30.9	29.8	29.3
最 小	15.7	17.2	11.9	14.1	13.2	14.4	16.2	13.6	14.5
比 率	98	67	98	100	93	89	99	92	92

以上要するに中心柱の幅および厚さはともに約 20%, 面積は約 40% 増大している。しかしてこれを取り囲む内皮細胞の大きさにはほとんど変化はなく, 数は約 20% 増加している。中心柱の横断形状は針葉の横断形状に類似し, その増大率は針葉の増大率とほとんど同程度である。

第72表 クロマツ26号母樹

類 別		葉 の 外 部 形 態									皮			
		針葉 長さ L	針葉幅 a	針葉厚さ b	a/L ×100	b/a ×100	ab $\frac{\pi}{4}$ (A')	A'×L	葉縮 長さ l	l/L ×100	長さ X	幅 Y	XY $\frac{\pi}{4}$	
実 験 値	アカ1号	10.41	1105.36	716.65	1.062	64.83	0.6218	64.73	0.6664	6.402	16.02	14.54	182.85	
	アカ2号	9.43	1197.86	779.48	1.271	65.07	0.7329	69.11	0.7322	7.765	15.43	15.32	185.56	
	アカ3号	8.75	1035.64	672.25	1.183	64.91	0.5465	47.82	0.7186	8.213	13.43	14.47	152.55	
	クロ1号	10.96	1433.85	1017.50	1.308	70.96	1.1452	125.51	0.9336	8.516	25.10	18.20	358.60	
	クロ2号	11.90	1465.81	1097.18	1.232	74.85	1.2624	150.23	0.9490	7.975	21.08	18.64	308.45	
	クロ3号	13.33	1579.34	1058.90	1.280	67.05	1.3128	162.00	0.9796	7.938	19.02	17.78	265.47	
	クロ4号	12.23	1689.73	1184.10	1.382	70.08	1.5706	192.08	0.9674	7.910	20.78	16.70	272.42	
	クロ5号	9.90	1459.08	991.87	1.474	67.98	1.1360	112.46	0.8748	8.836	24.54	19.91	383.54	
クロマツ26号	13.65	1932.88	1257.65	1.416	65.07	1.9082	260.47	1.1480	8.410	20.08	18.47	291.14		
比 率	アカ1号	78	70	68	83	97	47	40	68	81	84	82	69	
	アカ2号	71	76	74	99	97	56	43	75	98	81	86	70	
	アカ3号	66	66	63	93	97	42	30	73	103	71	81	57	
	クロ1号	82	91	96	102	106	87	78	95	107	132	102	135	
	クロ2号	89	93	104	96	112	96	93	97	100	111	105	116	
	クロ3号	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	クロ4号	92	107	112	108	105	120	119	99	100	109	94	103	
	クロ5号	74	92	94	115	101	87	69	89	111	129	112	145	
クロマツ26号	102	122	119	111	97	145	160	117	106	106	104	110		

第73表 クロマツ26号母樹

類 別		樹 脂 道													
		クロ マツ 型	アカ マツ 型	計	直 径			保 護 鞘 細 胞				分 泌 細 胞			
					長径 (X)	短径 (Y)	面積 XY π_4	数	長径 (X)	短径 (Y)	面積 XY π_4	数	長径 (X)	短径 (Y)	面積 XY π_4
実 験 値	アカ1号	1.08	10.50	11.58	41.10	32.85	1059.86	9.42	22.00	16.77	289.62	8.45	16.29	12.84	164.29
	アカ2号	0.82	10.42	11.24	49.66	39.88	1554.46	11.61	23.02	18.69	337.74	10.10	16.72	13.92	182.70
	アカ3号	0.06	9.56	9.62	46.24	38.23	1387.69	10.92	22.37	17.52	307.66	9.42	16.06	12.80	161.37
	クロ1号	2.10	0	2.10	47.35	40.75	1514.67	10.40	30.00	24.40	574.62	9.30	21.95	15.25	262.77
	クロ2号	7.47	0.20	7.67	66.78	58.79	3081.91	12.76	31.29	24.41	599.57	10.86	25.56	19.81	397.48
	クロ3号	6.56	0.03	6.59	57.53	51.01	2303.67	11.00	30.87	24.83	601.70	9.64	23.84	19.03	356.14
	クロ4号	8.38	0.12	8.50	77.45	70.51	4286.88	15.25	30.76	23.80	574.69	12.56	24.53	18.73	360.67
	クロ5号	7.05	0.69	7.74	57.13	51.13	2293.03	12.71	30.66	23.88	574.75	9.35	23.66	17.32	321.69
クロマツ26号	10.09	0.03	10.12	70.16	63.25	3483.52	13.43	34.02	26.09	696.75	10.92	26.46	21.03	436.82	
比 率	アカ1号	16	35000	176	71	64	46	86	71	68	48	87	68	67	46
	アカ2号	13	34733	171	86	79	67	106	75	75	56	105	70	73	51
	アカ3号	1	31866	146	80	75	60	99	72	71	51	99	67	67	45
	クロ1号	32	0	32	82	80	66	95	97	98	95	97	92	80	74
	クロ2号	114	666	116	116	115	134	116	101	98	100	112	107	104	112
	クロ3号	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	クロ4号	128	400	129	135	138	186	139	100	96	96	131	103	98	103
	クロ5号	107	2300	118	99	100	100	116	99	96	95	97	99	91	95
	クロマツ26号	154	100	154	122	124	151	122	110	105	116	113	111	111	123

(F) 維管束

維管束は中心柱のほぼ中央に存在する。

維管束の数はいずれの個体も 2 本であつた。クロマツ 26 号の維管束横断面の長径および短

第 71 表 維管束の横断面積 (長径×短径× $\pi/4$) (単位 μ^2)

樹 種	クロマツ 26号	クロ 1 号	クロ 2 号	クロ 3 号	クロ 4 号	クロ 5 号	アカ 1 号	アカ 2 号	アカ 3 号
平 均	34464	22354	24973	26416	29892	25230	16944	15305	12127
最 大	51815	25196	34498	40270	48633	38936	24062	21473	18732
最 小	23613	19393	19393	17975	11678	17975	11733	8497	6759
比 率	130	85	95	100	113	96	64	58	46

針 葉 の 形 態 総 括 表 (I)

層					気			孔						
下 表 皮 細 胞					数			大 い さ						
長さ X	幅 Y	XY	$\frac{\pi}{4}$	層 数		背面	腹面	計	前		庭		内腔 (呼吸腔)	
				一般	局部				幅	深さ	幅×深さ	幅	深さ	幅×深さ
12.51	19.64	192.87	1	2	9.04	5.18	14.22	20.91	19.25	402.52	22.05	37.69	831.06	
13.35	18.94	198.49	1—2		9.46	5.26	14.72	21.43	18.94	405.88	23.51	36.15	849.89	
11.98	18.25	171.63	1—2		7.99	4.76	12.75	21.54	17.81	383.63	28.19	32.61	919.28	
26.15	30.90	634.31	2—3	1	7.80	4.05	11.85	48.95	48.20	2359.39	40.60	58.00	2354.80	
23.35	26.46	485.01	2—3	1	10.69	5.68	16.37	44.57	43.23	1926.76	34.48	54.46	1877.78	
23.04	26.40	477.48	2—3	1.4	12.21	6.88	19.09	40.52	41.19	1669.02	32.26	52.86	1705.26	
24.17	25.58	484.54	2—3	1.4	13.12	7.13	20.25	46.63	46.15	2151.97	36.34	56.87	2066.66	
22.25	25.40	443.64	2—3	1	10.89	6.03	16.92	42.46	45.58	1935.33	35.03	52.02	1822.26	
23.17	27.13	493.45	2—3	1.4	14.64	8.10	22.74	45.29	41.59	1883.61	31.49	53.61	1688.18	
54	74	40	40	—	74	75	74	52	47	24	68	71	49	
58	72	42	60	—	77	76	77	53	46	24	73	68	50	
52	69	36	60	—	65	69	67	53	43	23	87	62	54	
113	117	133	100	—	64	59	62	121	117	141	126	110	138	
101	100	102	100	—	88	83	86	110	105	115	107	103	110	
100	100	100	100	—	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
105	97	102	100	—	107	104	106	115	112	129	113	108	121	
97	96	93	100	—	89	88	89	105	111	116	109	98	107	
101	103	103	100	—	120	118	119	112	101	113	98	101	99	

針 葉 の 形 態 総 括 表 (II)

中 心 柱							内 皮			維管束 (二つのもの)			
幅 (c)	厚さ (d)	横断 面積 (A'')	横断面 形状比	A''/A' ×100	c/a ×100	d/b ×100	細胞数	細胞 長径 (X)	細胞 短径 (Y)	XY $\frac{\pi}{4}$	長径 (X)	短 径 (Y)	XY $\frac{\pi}{4}$
519.94	301.68	0.1231	58.02	19.80	47.04	42.10	33.51	40.83	22.59	724.04	174.38	123.78	16944.03
540.90	315.45	0.1339	58.31	18.26	45.15	40.46	34.00	43.21	25.01	848.34	164.09	118.82	15305.28
463.10	275.49	0.0998	59.70	18.26	44.56	40.98	32.37	37.02	20.95	608.82	144.61	106.83	12127.22
653.80	431.15	0.2212	65.95	19.32	45.60	42.37	31.75	55.45	34.10	1484.31	206.50	137.90	22353.93
676.73	465.99	0.2476	68.85	19.61	46.16	42.47	34.58	55.31	31.79	1380.27	217.62	146.18	24973.30
718.78	468.59	0.2618	65.82	19.49	45.08	44.25	34.08	56.39	33.14	1466.70	232.35	143.35	26416.29
740.21	499.71	0.2903	67.51	18.48	43.81	42.20	34.99	57.88	35.34	1615.70	243.08	156.65	29891.61
620.01	414.00	0.2014	66.77	17.73	42.49	41.74	33.10	53.56	30.01	1214.66	218.73	146.54	25230.36
865.94	546.74	0.3716	63.14	19.47	44.80	43.47	40.57	57.02	33.07	1480.24	273.45	160.53	34464.13
72	64	47	88	99	104	95	98	72	68	49	75	86	64
75	67	51	89	92	100	91	100	77	75	58	71	83	58
64	59	28	91	94	99	93	95	66	63	42	62	75	46
91	92	84	100	97	101	96	93	98	103	101	89	96	85
93	99	95	105	98	102	96	101	98	96	94	94	102	95
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
103	107	111	103	93	97	95	103	107	110	110	104	109	113
86	88	77	101	89	94	94	97	95	91	83	94	102	96
120	117	142	96	100	99	98	119	101	100	101	118	112	130

径はそれぞれ 273.5μ , 160.5μ である。対照木は 144.6μ , 106.8μ で、その 118% および 112% に相当する (第 73 表)。

次に横断面積についてみるに、クロマツ 26 号は $34464\mu^2$ で対照木の $26416\mu^2$ に対して 130% に該当する。大きな維管束が葉を貫いて存在しているのである (第 71 表)。

クロマツ 26 号母樹の針葉に関する外部形態並びに内部形態の測定平均値および比率を一括して表示すれば第 72 表および第 73 表に示す通りである。

2. 毬果および種子

クロマツ 26 号の母樹に着生する毬果および種子の巨大性は、この母樹発見の直接の原因となつたわけであるが、どの程度の巨大性を有するかということについて順次述べることにする。

(1) 毬果

1939 年産毬果の長径、短径、形状比、重量および容積を測定した結果は第 74 表に示した通りである。本表によれば

クロマツ 26 号の毬果は

大きさ $5.8\sim 10.2\times 3.4\sim 4.4\text{ cm}$ 平均 $8.3\times 3.9\text{ cm}$

形状比 $44.0\sim 56.8$ 平均 47.0

重量 $25.7\sim 70.9\text{ gr}$ 平均 47.9 gr

容積 $38.0\sim 77.5\text{ cc}$ 平均 55.2 cc

対照のクロマツの毬果は

大きさ $2.9\sim 7.3\times 1.5\sim 3.9\text{ cm}$ 平均 $5.2\times 2.7\text{ cm}$

形状比 $44.4\sim 62.2$ 平均 51.9

重量 $4.2\sim 35.2\text{ gr}$ 平均 15.6 gr

第 74 表 毬果の大きさ、形状比、重量および容積 (1939 年産)

樹種	長 径				短 径				形 状 比				
	平均 cm	最大 cm	最小 cm	比率	平均 cm	最大 cm	最小 cm	比率	平均	最大	最小	比率	
対照 {	ア カ マ ツ	4.3	5.9	2.1	83	2.0	2.6	1.5	74	46.5	54.5	32.7	90
	アイグロマツ	5.0	6.8	2.9	96	2.2	3.0	1.5	82	44.0	51.1	38.5	85
	ク ロ マ ツ	5.2	7.3	2.9	100	2.7	3.9	1.5	100	51.9	62.2	44.4	100
ク ロ マ ツ 26 号		8.3	10.2	5.8	160	3.9	4.4	3.4	144	47.0	56.8	44.0	91

樹種	重 量				容 積				測定数 箇	
	平 均 gr	最 大 gr	最 小 gr	比 率	平 均 cc	最 大 cc	最 小 cc	比 率		
対照 {	ア カ マ ツ	6.9	15.8	2.4	44	7.5	16.1	1.7	39	629
	アイグロマツ	11.0	22.8	3.7	71	11.8	20.5	5.8	61	477
	ク ロ マ ツ	15.6	35.2	4.2	100	19.2	38.0	6.2	100	1527
ク ロ マ ツ 26 号		47.9	70.9	25.7	307	55.2	77.5	38.0	288	100

容 積 6.2~38.0 cc

平均 19.2 cc

今クロマツを 100 としてその比率をみれば

大いさ 160×144%

重 量 307%

容 積 288%

であつて、普通のクロマツに比し約 3 倍の実質を有する。

次にクロマツ 26 号および対照木全般について、長径、短径、形状比、重量および容積の分配表を作り、クロマツ 26 号は変異のいずれの部分を含めるかをみたのが、第 75, 76, 77 および 78 表である。○印を附してクロマツ 26 号の所在を示してあるが、形状比を除いては平均値、最大、最小値を問はずいれの場合もクロマツ 26 号は常に右端にあり、最大値を与えている。しかも分配表中の各数値の分布状態からみてクロマツ 26 号は極端に大きく例外的な配置をとる場合が多い。形状比はクロマツよりやや少で、むしろアカマツに近い数値を有する。

第 75 表 毬果の長径および短径分配表 (1939 年産)

長 さ 階 (cm)		1.0~ 1.9	2.0~ 2.9	3.0~ 3.9	4.0~ 4.9	5.0~ 5.9	6.0~ 6.9	7.0~ 7.9	8.0~ 8.9	9.0~ 9.9	10.0~ 10.9	計
長 径	平 均			3	12	15	2	1	①			34
	最 小		4	15	6 13	9 ②	13	4		1	①	
短 径	平 均	3	24	⑦								
	最 小	16	17	15 ①	②							

備考 1. ○は 26 号の所在

2. 長径最小値の最大区 5.0~5.9 において 26 号=5.8 33 号=5.0

3. 短径平均値の最大区 3.0~3.9 において 26 号=3.9 15 号=3.7

4. 短径最大値の最大区 4.0~4.9 において 26 号=4.4 50 号=4.1

第 76 表 毬果の形状比分配表

形状比階	0.30~0.39	0.40~0.49	0.50~0.59	0.60~0.69	計
件 数	2	⑬	13	1	34

備考 ○は 26 号の所在

第 77 表 毬果の重量分配表

重 量 階 (gr)		0~9.9	10.0~ 19.9	20.0~ 29.9	30.0~ 39.9	40.0~ 49.9	50.0~ 59.9	60.0~ 69.9	70.0~ 79.9	計
件 数	平 均	13	14	5	1	①				34
	最 大	4	14	8	6	0	1	0	①	34
	最 小	23	10	①						34

備考 ○は 26 号の所在

第78表 毬果の容積分配表

容積階	0~9.0	10.0~ 19.9	20.0~ 29.9	30.0~ 39.9	40.0~ 49.9	50.0~ 59.9	60.0~ 69.9	70.0~ 79.9	計
平均	12	10	10	0	1	①			34
最大	4	13	9	6			1	①	34
最小	17	11	4	②					

以上は母樹を異にした場合を比較したのであるが、次にクロマツ 26 号母樹に着生した毬果の変異について述べる。その比較のために、アカマツ、クロマツ、アイグロマツの対照木代表としては、長径および短径がそれぞれの平均値に等しいかまたは最も近似値を有する個体を選んだ。すなわち、アカマツは 39 号、クロマツは 27 号、アイグロマツは 34 号を選定して表示した(第79~82表)。

同表で分るようにクロマツ 26 号の毬果は極端に巨大で、数値の分布は右端にある。

中林氏(1944)によればスギでは同一母樹でも年により、また、個体によりかなりの差違があり、高齢となるほど毬果は小となるようである。上の測定は1939年産のものであつたが、約

第79表 クロマツ 26 号毬果の長径分配表

階(種)	2.0~ 2.9	3.0~ 3.9	4.0~ 4.9	5.0~ 5.9	6.0~ 6.9	7.0~ 7.9	8.0~ 8.9	9.0~ 9.9	10.0~ 10.9	測定 数計	長径 平均	比率
樹種												
対照 { アカマツ(39号)	2	15	80	3						100	4.3	83
アイグロマツ(34号)		4	36	56	4					100	5.1	98
クロマツ(40号)			22	62	16					100	5.2	100
クロマツ 26 号				3	8	20	41	25	3	100	8.3	160

備考 対照木の選定に当つては、長径および短径が各樹種の平均値に等しいかまたは最も近似せるものを選んだ。その結果アカマツの代表を 39 号、アイグロマツの代表を 34 号、クロマツの代表を 40 号として比較対照した。第 80, 81, 82 表また同じ。

第80表 クロマツ 26 号毬果の短径分配表

階(種)	1.41 1.51	1.61 1.71	1.82 1.92	2.02 2.12	2.22 2.32	2.42 2.52	2.62 2.72	2.83 2.93	3.03 3.13	3.23 3.33	3.43 3.53	3.63 3.73	3.84 3.94	4.04 4.14	4.24 4.34	4.44 4.54	4.64 4.74	測定 数計	短径 平均	比率
樹種																				
対照 { アカマツ(39号)	1	7	29	56	5	0	1	1										100	2.0	74
アイグロマツ(34号)		1	6	36	38	19												100	2.2	81
クロマツ(40号)					7	18	36	31	8									100	2.7	100
クロマツ 26 号										1	8	19	20	35	11	5	1	100	3.9	144

第81表 クロマツ 26 号毬果の重量分配表

階(種)	0.05 4.9	0.10 9.9	0.15 14.9	0.20 19.9	0.25 24.9	0.30 29.9	0.35 34.9	0.40 39.9	0.45 44.9	0.50 49.9	0.55 54.9	0.60 59.9	0.65 64.9	0.70 69.9	測定 数計	平均	比率
樹種																	
対照 { アカマツ(39号)	17	77	6												100	7.2	60
アイグロマツ(34号)		31	53	16											100	11.5	95
クロマツ(40号)		17	54	29											100	12.1	100
クロマツ 26 号					4	9	7	19	17	15	19	3	5	2	100	47.9	396

第 82 表 クロマツ 26 号毬果の容積分配表

樹 種	階(立方種)								測定 数計	容積 平均	比率
	0.0 9.9	10.0 19.9	20.0 29.9	30.0 39.9	40.0 49.9	50.0 59.9	60.0 69.9	70.0 79.9			
対照 {	アカマツ(39号)	10							10	7.5	44
	アイグロマツ(34号)	1	9						10	12.3	72
	クロマツ(40号)	1	7	2					10	17.0	100
クロマツ 26 号			2	6	8	21	2	1	40	55.2	325

10 年後の 1950 年産の毬果について測定した結果もほぼ同様であつた。

アカマツおよびクロマツの毬果の太いさに関する記載は多数の学者によつてなされている。

佐藤氏(1931)はこれを一括表示されたが、佐藤氏の表に二、三追加してクロマツ 26 号との

第 83 表 マツの毬果の太いさに対する記載一覽表

類 別	著 者 名	年号	毬果の長さ (cm)	毬果の直径 (cm)
ア	Luerssen	1886	4.5~5	3
	Koehne	1893	5~5.5	3
	Beissner	1909	5	3
	Shaw	1914	3~5	
カ	白 沢 保 美	1915	4.5~6.7(1.5~2.0寸)	2.4~3.0(0.8~1.0寸)
	Wilson	1916	3~5	
	Webster	1918	5(2in.)	
マ	工 藤 祐 舜	1922	3~5.1(1~1.7寸)	2.7~3.3(0.9~1.1寸)
	植 木 秀 幹	1926	4.5	3
ツ	Engler and Prantl	1926	3~5	
	Beissner and Fitschen	1930	3~5	
	近 藤 万 太 郎	1934	4.5	3.0
	外 山 三 郎	1951	4.3(2.1~5.9)	2.0(1.5~2.6)
アイグロマツ	植 木 秀 幹	1926	3×2, 3.5×2.3	4×2.5
	外 山 三 郎	1951	5.0(2.9~6.8)	2.2(1.5~3.0)
シラハタマツ	佐 藤 敬 二	1931	4.38±0.010	2.13±0.004
ク	Luerssen	1886	5~6	2.3~3
	Koehne	1893	5~6	3~4
	Beissner	1909	5~6	3~4
	Shaw	1914	4~6	
ロ	白 沢 保 美	1915	4.5(1.5寸)	3.0(1.0寸)
	Wilson	1916	4~6	
マ	工 藤 祐 舜	1922	3.9~6(1.3~2寸)	2.4~3(0.8~1寸)
	Dallimore and Jackson	1923	6.35(約 2 1/2 in.)	
	植 木 秀 幹	1926	4.5~6	3~4
ツ	Engler and Prantl	1926	4~6	
	Beissner and Fitschen	1930	4~6	3~4
	佐 藤 敬 二	1931	4.87±0.009	2.75±0.004
	近 藤 万 太 郎	1934	6	2~3
	外 山 三 郎	1951	5.2(2.9~7.3)	2.7(1.5~3.9)
クロマツ 26号	外 山 三 郎	1951	8.3(5.8~10.2)	3.9(3.4~4.4)

比較を試みたのが第 83 表である。クロマツはアカマツより大で、アイグロマツはほぼ中間的である。

本表によれば、クロマツの毬果の長さは 2.9~7.3 cm、直径は 1.5~4 cm の範囲内にある。しかるにクロマツ 26 号は長径 8.3(5.8~10.2)cm、短径 3.9(3.4~4.4)cm であつて、従来記載されているいずれよりも巨大であることがわかる。

クロマツ 26 号毬果の鱗片の大きさは別に測定を行つていないが、第 2 図版にみる通り一般のクロマツまたはアカマツより大である。

鱗片の大小は間接的には開鱗前後の形態の変化によつて知ることができる。開鱗前後の毬果の形状および重量の変化を示せば第 84 表の通りである。長径は頂端の鱗片が開く関係で一般に多少短くなる。クロマツ 26 号の鱗片は他より大であるから減少度も大である。これに反し短径はいずれも開鱗後の方が遙かに大で、アカマツは平均 1.32 cm、クロマツは 2.46 cm、クロマツ 26 号は 2.59 cm 増大している。形状比は開鱗前が 48 であつたのが 88 となつているが、対照は 45 が 87 となり、ほぼ同程度の変化をなす。重量の変化はクロマツ 26 号が最も大である。平均差が対照の -9.97 gr であるのに対してクロマツ 26 号は -26.36 gr で約 2 倍半の減少である。結局開鱗によつてクロマツ 26 号毬果は長径の減少、短径の増大および重量の減少が最大である。

第 84 表 クロマツ 26 号毬果の開鱗前後における形状および重量の変化 (1947 年産)

樹 種	長 径					短 径				
	開 鱗 前		開 鱗 後		平均差 cm	開 鱗 前		開 鱗 後		平均差 cm
	平均 cm	比率	平均 cm	比率		平均 cm	比率	平均 cm	比率	
ア カ マ ツ	4.097	63	4.097	67	0.000	2.125	73	3.445	64	+1.320
ク ロ マ ツ	6.455	100	6.156	100	-0.299	2.922	100	5.385	100	+2.463
クロマツ 26 号	9.396	146	8.050	130	-1.346	4.496	154	7.090	132	+2.594

樹 種	形 状 比					重 量				
	開 鱗 前		開 鱗 後		平均差	開 鱗 前		開 鱗 後		平均差 gr
	平均	比率	平均	比率		平均 gr	比率	平均 gr	比率	
ア カ マ ツ	52	116	83	95	+31	7.67	31	4.66	32	-3.01
ク ロ マ ツ	45	100	87	100	+42	24.60	100	14.63	100	-9.97
クロマツ 26 号	48	107	88	101	+40	62.10	252	35.74	244	-26.36

以上のように、開鱗の前後において形状および重量に大きな変化があるのは鱗片が大であることと種子の重量が大であることが大きな原因である。本表は 1947 年産毬果 50 箇について調査したもので、開鱗前の数値が第 75 表と多少異なるのは年によつて毬果の大きさに相違があるためである。

(2) 種 子

A. 種子の外部形態

マツの種子の大きさおよび重量等は多くの学者によつて測定が行われている。一括表示すれ

ば第 85 表の通りである。本表中農林省山林局発表 (1942) のアカマツおよびクロマツの種子の重量は林業試験場において大正 2 年以降昭和 16 年に至り、全国の営林局署および民間より種子鑑定を依頼された種子について行つた実験結果である。鑑定件数はアカマツ 1495 件、クロマツ 929 件である。次に筆者が、クロマツ 26 号および対照のアカマツ、クロマツの種子の大きさ重量等について測定した数字を表示すれば第 86 表の通りである。大きさおよび重量は年度により多少異なっているが、クロマツ 26 号が他に比して極めて大であることには変り

第 85 表 マツの種子の大きさに対する記載一覧表

類別	著 者 名	年号	長 さ mm	幅 mm	厚 さ mm	重 量 (1000粒当)gr
ア	白 沢 保 美	1915	4.6(1.5分)	2.1~2.4(7~8厘)	1.5~2	{ 10.125 (121,000粒270奴) 9.325
	本 多 静 六	1924	4.6(1.5分)	2.1~2.4(7~8厘)		
カ	植 木 秀 幹	1926	5~6	3	1.5~2	{ 3.88~13.13 (モード8.38~8.63) 9.275 (7.088~12.647) 8.933
	近 藤 万 太 郎	1934	4~6	2~3		
マ	中 村 得 太 郎	1940	3.1~5.7	1.9~3.4	2.0~3.0	{ 3.88~13.13 (モード8.38~8.63) 9.275 (7.088~12.647) 8.933
	工 藤 祐 舜	1941	4.5	2.3		
ツ	農林省山林局	1942				
	尾 中 文 彦	1943				
アイグロ マツ	外 山 三 郎	1951	4799 (4.121~5.248)	2.710 (2.235~3.147)		
	植 木 秀 幹	1927	5.0~5.5	3.0~4.0		
ク	Koene	1893	5	1.8~3.0 (0.6~1.0分)	2.0~2.5	{ 17.9~15.9 (28,000~34,000粒) 500~540gr
	白 沢 保 美	1951	3.0~6.1(1~2分)	1.8~3.0 (0.6~1.0分)		
ロ	本 多 静 六	1924	3.5(1.2分)	1.8~3.0 (0.6~1.0分)	1.9~2.5 1.75~ 2.11	{ 6.5 6.50~15.50
	植 木 秀 幹	1926	7~8	3~4		
マ	同	1927	4.5~7.6	2.5~4.0	2.0~2.5	{ 6.25~20.25 (モード12.75~13.25) 12.691 (11.019~20.500) 14.345
	近 藤 万 太 郎	1934	3.9~5.8	2.5~3.5		
ツ	狩 野 鉄 次 郎	1937	3.86~5.93	2.53~3.16		
	工 藤 祐 舜	1941	5~7	2~3.5		
クロマツ 26号	農林省山林局	1942				
	尾 中 文 彦	1943				
	外 山 三 郎	1951	5.410 (4.820~6.475)	3.099 (2.853~3.876)		
	外 山 三 郎	1951	7.142 (6.231~7.986)	4.045 (3.611~4.698)		

第 86 表 種子の大きさ、形状比および重量 (1946 および 1947 年産)

樹 種	長 径				短 径				形 状 比		重 量 (1000粒)	
	平均 mm	最大 mm	最小 mm	比率	平均 mm	最大 mm	最小 mm	比率	平均	比率	平均 gr	比率
1946 年産 { アカマツ クロマツ クロマツ26号	4.890	6.432	3.829	90	2.715	3.618	1.803	88	56	98	10.625	74
	5.591	6.831	4.827	103	3.193	4.076	2.489	103	57	100	15.080	105
	6.034	7.685	5.023	112	3.418	5.091	2.625	110	57	100	22.265	156
1947 年産 { アカマツ クロマツ クロマツ26号	4.799	5.248	4.121	89	2.710	3.147	2.235	88	56	98	8.933	62
	5.410	6.475	4.820	100	3.099	3.876	2.853	100	57	100	14.345	100
	7.142	7.986	6.231	132	4.045	4.698	3.611	131	57	100	29.890	208

がない。1946 年は特に毬果の着生が多かつた関係で種子が小型となつてゐるが、長径平均クロマツ 5.59 mm に対してクロマツ 26 号は 6.03 mm であり、短径はクロマツ 3.19 mm に対してクロマツ 26 号は 3.4 mm である。比率においてそれぞれ 112%, 110% である。重量はクロマツ 1000 粒当り 15.1 gr に対してクロマツ 26 号は 22.3 gr であり 156% に相当する。1947 年は平年並の毬果着生状況であつた。この年の種子の大きさは毎年の平均に近いものと思われるが、クロマツ 26 号は長径 7.14 mm, 短径 4.05 mm に達し、クロマツの平均値の 132 および 131% に相当する。重量はクロマツ 14.3 gr に対してクロマツ 26 号は 29.9 gr であり実に 208% に達する。種子の重量が 2 倍以上に達していることは種子内養分の豊富であることを示しているわけである。

以上要するにクロマツ 26 号の毬果および種子は大きさおよび重量が一般のクロマツに比して著しく巨大で、実質は毬果において約 3 倍、種子において約 2 倍である。

B. 種子の内部形態

種子の内部形態学的特性のうち、最も眼につき易いのは種皮の石細胞と胚の大きさである。

(A) 種 皮

種皮は内部組織の保護の用をなし、最下部には固化した表皮細胞がみられ、これに接して数層の石細胞層が存在する。石細胞は厚膜の固化した細胞から成り、その内部には小円形または小楕円形の細胞の内腔がみられる。この小細胞内腔を中心として放射状に不規則な条線を出している。厚膜細胞層には層状構造がみられる。これらの石細胞間にはほとんど細胞間隙はないので、この層によつて完全に水分およびガスの流通が遮断されているものと思われる。したがつて、この層が厚いほど内部の胚は安全に保護されているのである。

第 87 表 種皮の石細胞層数

樹 種	平均	最大	最小	比率
アカマツ	5	5	4	71
クロマツ	7	9	6	100
クロマツ26号	8	9	6	114

先ず石細胞層の数についてみるに、第 87

表に示した通り アカマツ 5 層、クロマツ 7 層、クロマツ 26 号 8 層である。クロマツ 26 号はクロマツに比し 14% 多い。

第 88 表 種皮の石細胞の厚さ

樹 種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ	105.9	142.5	85.0	65
クロマツ	164.0	200.0	140.0	100
クロマツ26号	183.8	225.0	142.5	112

石細胞の厚さは第 88 表に示した通りアカマツ 105.9 μ , クロマツ 164.0 μ , クロマツ 26 号 183.8 μ でクロマツ 26 号は対照のクロマツに比し、その比率は 12% 大である。

したがつて、層全体としての厚さは、厚さ

と層数との相乗積として

$$\text{アカマツ} \quad 105.9 \mu \times 5 = 529.5 \mu \quad 45 (\text{比率})$$

$$\text{クロマツ} \quad 164.0 \mu \times 7 = 1148.0 \mu \quad 100$$

$$\text{クロマツ26号} \quad 183.8 \mu \times 8 = 1470.4 \mu \quad 128$$

上記のごとく表わされるはずであるが、実際にはやや斜めに交互に配列するので、これより若干薄い。石細胞層は部分により厚さが異なるので正確には測定が行いがたい。むしろ以上のようにしてその相乗積で比較する方が妥当のようである。この数値で比較すればクロマツ26号はクロマツより 28% 厚いことになる。

(B) 胚

マツの種子は種皮の内部には養分に富んだ胚乳があり、その内部に大型の胚を藏する。すでに発芽前に胚の各部分は分化し幼根、幼茎および子葉の区別があり、肉眼で充分に観察することができる。

第 89 表 胚 の 長 さ

樹 種	平均 mm	最大 mm	最小 mm	比率
アカマツ	3.80	4.25	3.32	93
クロマツ	4.07	4.41	3.88	100
クロマツ26号	4.73	5.12	4.18	116

まず胚の長さは第 89 表に示した通りアカ

マツ 3.80 mm, クロマツ 4.07 mm, クロマツ 26 号 4.73 mm でクロマツ 26 号の方がクロマツより 16% 大である。

第 90 表 胚の先端の幅 (最大幅)

樹 種	平均 mm	最大 mm	最小 mm	比率
アカマツ	0.85	0.96	0.74	91
クロマツ	0.93	1.02	0.82	100
クロマツ26号	1.05	1.18	0.97	113

次に胚の各部分のうち、最も幅の広い部分すなわち先端子葉の部分は第90表に示したようにアカマツ 0.85 mm, クロマツ 0.93mm, クロマツ 26 号 1.05 mm である。その比率は、クロマツ 26 号の方がクロマツより 13% 大である。

以上のように長さは 15%, 幅は 13% 大であるから、その体積は著しく大である。今仮に胚の形態を円筒形と仮定して計算し、体積を比較すれば次の通りである。

$$\text{アカマツ} \quad (0.85 \times 1/2)^2 \times \pi \times 3.80 = 2.156 \text{ mm}^3$$

$$\text{クロマツ} \quad (0.93 \times 1/2)^2 \times \pi \times 4.07 = 2.765 \text{ mm}^3$$

$$\text{クロマツ26号} \quad (1.05 \times 1/2)^2 \times \pi \times 4.73 = 4.096 \text{ mm}^3$$

その比率はそれぞれ 78 : 100 : 148 となり、クロマツ 26 号はクロマツより 48% 大である。

以上の通り、クロマツ 26 号はすでに胚時代から大であり、有利な形態を有して堅固な厚い石細胞により保護されているのである。

毬果および種子の主なる特徴を一括表示すれば第 91 表に示す通りである。

第 91 表 クロマツ 26 号毬果および種子総括表

類 別	毬 果					種 子										
	長径 cm	短径 cm	形状 比	重量 gr	容積 cc	長径 mm	短径 mm	形状 比	重 量 (1,000粒) gr	石細胞 層の厚さ μ	石細胞 層の厚さ μ	石細胞 層の厚さ μ	胚の長さ mm	胚の幅 mm	胚の体積 mm ³	
実験 値	アカマツ	4.3	2.0	46.5	6.9	7.5	4.8	2.72	56	8.933	5	106	530	3.80	0.85	2.156
	クロマツ	5.2	2.7	51.9	15.6	19.2	5.4	3.10	57	14.345	7	164	1148	4.07	0.93	2.765
	クロマツ26号	8.3	3.9	47.0	47.9	55.2	7.1	4.40	57	29.890	8	184	1470	4.73	1.05	4.096
比率	アカマツ	83	74	90	44	39	89	88	98	62	71	65	45	93	91	78
	クロマツ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	クロマツ26号	160	144	91	307	288	132	131	100	208	114	112	128	116	113	148

以上の要点は次の通りである。

- (1) クロマツ 26 号の毬果は大いさは対照の約 3 倍、形状はややアカマツに類する。
- (2) クロマツ 26 号の種子は重量約 2 倍、形状はクロマツに類する。
- (3) 種子内の胚は約 1.5 倍の大きさを有し、種皮内の厚い石細胞層（約 1.3 倍）により保護されている。

3. 苗 木

(1) 発芽直後の概観

マツの種子をポットに播種し僅かに土を被せ毎日灌水して日光で地表を暖めれば約 1 週間後には発芽を開始する。まず幼根が種皮を破り地中に根を延ばしてくる。次いで幼茎は上部に伸び種皮をつけたまま地上に現われる。概してクロマツ 26 号の発芽は一斉である。地上部が伸び子葉が開くに従いその先端に附着した種皮は脱落する。種皮の脱落は対照のクロマツとクロマツ 26 号では差がある。クロマツ 26 号は 1 週間乃至 10 日速い。発芽の第 1 歩種皮の脱落においてすでに約 10 日の差があり、当初より生長が旺盛である。

稚苗の外観はアカマツは一般にやや繊細、クロマツは強靱な感じを与える。クロマツ 26 号はこれ等とは格段の差があり、極めて強大な感じを与える。

発芽当時の色彩はアカマツとクロマツでは趣を異にするが、クロマツとクロマツ 26 号は類似している。すなわち、アカマツは発芽後約 2 日間は地上部が青緑色であるが、約 1 週間を経過して 3~4 cm くらいの高さに達すれば子葉の直下は青緑色、中央部は赤色となり中部以下は透明な感じの赤紫色（紅紫色）を呈してくる。約 1 カ月を経過すれば地上部は全般的に青の色彩が強くなり、中部以下は鮮かな赤紫色を呈してくる。このころになると根部には根毛を生じ初生葉が僅かに発生する。根部は透明な白色を呈する。

クロマツは発芽直後は不透明な暗緑色を呈するが、1 週間くらい経過すると上部は透明な青緑色を呈する。中部より下部にかけて透明な感じの灰白色に変ずる。約 1 カ月を経過すれば幹部は、上部から下部に至るにしたがい緑色から白色に変じ、中部は微かな橙色を呈している。アカマツの子葉は明るい感じの緑色をなし、クロマツは暗青色を呈する。

クロマツ 26 号は発芽当初から地上部が他よりもやや大きく、暗青色を呈するが、1 週間経過すれば、上部は暗青色、中部は青橙色、下部は透明な白色を呈する。発芽後 1~2 週間ころからその肥大生長旺盛となり、外観的にも他のマツとは著しい相違を現わしてくる。1 カ月後

第 92 表 稚 苗 幹 色 の 変 化

樹種	日 数		1 週 間			1 カ 月			肥大成長
	幹部	幹全体	上部	中部	下部	上部	中部	下部	
アカマツ		青緑色	青緑色	赤 色	赤紫色	青緑色	—	赤紫色	小
クロマツ		暗緑色	青緑色	—	白 色	緑 色	淡橙色	白 色	中
クロマツ26号		暗青色	暗青色	青橙色	白 色	緑 色	淡紫色	白 色	大

には子葉を八方へ拡げその形態は前2者より著しく大となり、かつ幹の上部は緑色、中部は淡紫色、下部は白色を呈する。

以上のように色彩により三者を識別することができるが、これを要約表示すれば第92表の通りである。

(2) 子 葉

子葉の数は、アカマツおよびクロマツにおいては一般に4〜9枚と称せられている(飯塚, 森川 1928, 佐藤 1936)。著者の実験したアカマツおよびクロマツにおいても大体これと一致し、クロマツ 26 号もほぼ同様であつたが、調査結果を表示すれば第93表の通りである。対

第93表 子 葉 数 分 配 表

類別	子葉数	4	5	6	7	8	9	10	計	平均	最大	最小	比率
		本	本	本	本	本	本	本	本	本	本	本	本
実験 数	クロマツ		6	81	129	86	11	1	314	7.1	10	5	100
	クロマツ26号	2	13	111	152	54	4	1	337	6.8	10	4	95.8
百分 率	クロマツ		1.9	25.8	41.1	27.4	3.5	0.3	100				
	クロマツ26号	0.6	3.9	32.9	45.1	16.0	1.2	0.3	100				

照のクロマツの平均は 7.1 本、クロマツ 26 号は 6.8 本で、僅かに少ないが子葉の数はほぼ類似したものといえる。

次に子葉の長さは第94表に示した通り対

第94表 子 葉 の 長 さ

樹 種	平均 cm	最大 cm	最小 cm	比率
クロマツ	2.24	3.28	1.60	100
クロマツ26号	3.08	3.84	2.30	138

照のクロマツは平均 2.24 cm であるがクロマツ 26 号は 3.08 cm であつて、138% に当り 38% の増加である。子葉が大であることは生理作用にも影響しますます物質代謝を旺盛にし生長を促進しているものと思われる。

子葉は多数の初生葉が生じて、やがて通常葉の出来はじめる秋ころ、或いは翌春ころまでには萎凋脱落する。

以上要するにクロマツ 26 号の子葉は早くより開き、その数は対照とほとんど同数であるが、長さは約 38% 長い。

(3) 初生葉

初生葉は子葉の展開後間もなくその中央部、すなわち、苗梢に螺旋状に配列して発生してくる。通常葉のように2本宛発生することはなく1本づつ生ずる。その数は極めて多く変異に富んでいる。一般に第一通常葉発生までの初生葉数は 10 数本ないし 60 本程度であるといわれている。

対照のクロマツは 18〜41 本、平均 29 本であるが、クロマツ 26 号は 24〜51 本、平均 38 本で平均9本多い。比率は 131% に相当する。クロマツ 26 号の方が生長が旺盛であるこ

第 95 表 初 生 葉 の 数

樹 種	平均 本	最大 本	最小 本	比率
ク ロ マ ツ	29	41	18	100
クロマツ26号	38	51	24	131

とを明らかにしている（第 95 表）。

以上要するにクロマツ 26 号の初生葉の数は対照に比し 31% 増大している。

(4) 針葉の外部形態

備考 1949年3月11日播種せるものを5月24日測定

通常葉は生長を遂げた一般のアカマツやク

ロマツにみられる 2 本宛束生した針葉である。初生葉が 10 数本ないし 60 本発生するところから生ずるが、アカマツはクロマツに比して多少おくれる。通常葉の諸項目の測定はアカマツ、クロマツおよびクロマツ 26 号各 20 本を選び、1 本の苗木の下部 5 本目から上へ各 5 本宛の針葉をとり 100 本について測定を行つた。

A. 1 カ年後の発生本数

通常葉の数は苗木の生長の遅速と関係がある。1カ年後における通常葉の数を表示すれば第96表に示す通りである。すなわち、クロマツは平均10本であるが、クロマツ26号は19本

第 96 表 1 カ年後における針葉の数

樹 種	平均 本	最大 本	最小 本	比率
ア カ マ ツ	6.4	16	0	63
ク ロ マ ツ	10.1	19	4	100
クロマツ26号	19.3	29	9	191

生じ約 1.9 倍に相当する。アカマツは最も

少なく約6本で、クロマツの0.6倍にすぎない。アカマツには通常葉の発生しない個体が若干あつた。クロマツ 26号はアカマツに比すれば3倍以上の本数を有することとなる。

B. 針葉の旋回度

2本の針葉を有する通常葉は一般に表裏平行して眞直なもの少なく、若干の捻れを有する。その捻れを生ずる原因については不明であるが、今アカマツ、クロマツ、クロマツ 26 号について比較表示してみると第 97 表の通りである。すなわち、アカマツおよびクロマツは左に旋回するものは、右に旋回するものより少ないが、クロマツ 26 号はかえつて左に旋回するものが多い。左右合計すれば、アカマツは一般に旋回度の大きな針葉が多い。クロマツ

第 97 表 針 葉 の 旋 回 度

樹 種		旋回度	0	1/4	2/4	3/4	4/4	5/4	6/4	7/4	8/4	計
ア カ マ ツ	左直 右計	3	4	11	7	8	5	3			2	40 3
			3	19	16	8	6	5				57
		3	7	30	23	16	11	8			2	100
ク ロ マ ツ	左直 右計	7	8	19	6	3						36 7
			17	25	11	2	1	1				57
		7	25	44	17	5	1	1				100
クロマツ26号	左直 右計	4	9	17	13	9	3					51 4
			8	23	10	2	1		1			45
		4	17	40	23	11	4		1			100

26 号は対照のクロマツに類するが、これより多少旋回度が大である。左右ともモードが 2/4 旋回である点は二者一致する。

C. 針葉の大きさ

(A) 針葉の長さ (第 98 表)

針葉の長さは対照の 5.71cm に対して 7.04 cm であり、123 % に該当し 23 % 増大している。参考までにアカマツも列記してあるが、アカマツに比較すれば、31% 増大しているわけである。

第 98 表 針 葉 の 長 さ

樹 種	平均 cm	最大 cm	最小 cm	比率
ア カ マ ツ	5.27	8.50	2.90	92
ク マ ロ ツ	5.71	9.30	4.00	100
クロマツ26号	7.04	11.30	4.10	123

(B) 針葉の幅 (第 99 表)

針葉の幅は第 99 表に示したようにクロマツ 26 号が最大であつて、対照のクロマツはこれについて大きくアカマツは最小である。その分配状況は 3 者の特徴を表わしている。平均値は対照の 1049 μ に対してクロマツ 26 号は 1100 μ であり、僅かに 5% 増大している。

第 99 表 針 葉 の 幅

樹 種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
ア カ マ ツ	790	983	567	75
ク ロ マ ツ	1049	1300	833	100
クロマツ26号	1100	1500	867	105

第 100 表 針 葉 の 厚 さ

樹 種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
ア カ マ ツ	481	617	333	70
ク ロ マ ツ	691	833	550	100
クロマツ26号	702	933	583	102

(C) 針葉の厚さ (第 100 表)

針葉の厚さも幅と全く同様な傾向がみられる。クロマツ 26 号が最大でその平均値は 702 μ である。対照の 691 μ に比し僅かに約 2% の増大となつている。

第 101 表 針葉の横断面積 (巾×厚さ× $\pi/4$)

樹 種	平均 μ^2	最大	最小	比率
ア カ マ ツ	298292	476111	169913	52
ク ロ マ ツ	568190	850077	359648	100
クロマツ26号	583011	1098608	419917	103

(D) 針葉の横断面積 (第 101 表)

針葉の横断面積は幅および厚さに比例する。針葉の横断面の形状を仮に楕円の 1/2 近似のものとして計算表示すれば第 101 表に示す通りである。対照の 568190 μ^2 に対してクロマツ 26 号は 583011 μ^2 であり約 3% 増大している。

第 102 表 針葉の体積
(長さ×横断面積)

樹 種	平均体積 mm ³	比率
ア カ マ ツ	15.8	49
ク ロ マ ツ	32.2	100
クロマツ26号	41.0	128

(E) 針葉の体積 (第 102 表)

以上のように針葉の長さは 23%，横断面積は 3% 増大しているから当然体積の増大をきたしている。それぞれの平均値の相乗積をもつて体積を表わすものとして表示すれば第 102 表の通りである。すなわち、体積に換算すれば対照木（クロマツ）1 本の針葉は 32.2 mm³ の体積を有し、クロマツ 26

第 103 表 1 年生苗木の針葉総体積

樹 種	平均体積 mm ³	比率
ア カ マ ツ	101	31
ク ロ マ ツ	325	100
クロマツ26号	791	243

号は 41.0 mm^3 である。アカマツは遙かに少なく 15.8 mm^3 である。対照 100 に対してクロマツ 26 号は 128% に当り、アカマツは約半分の 49% である。

D. 1 苗木上の針葉総体積 (第 103 表)

以上のように 1 本の針葉の体積には約 30% の相違があるが、苗木に着生する平均本数を乗じ 1 本の苗木に着生している針葉の全体積を計算すれば第 103 表に示す通りである。すなわち、対照のクロマツ 325 mm^3 に対してクロマツ 26 号は 791 mm^3 の体積を有し 243% に相当する。アカマツは 101 mm^3 の 31% である。クロマツ 26 号は対照の約 2 倍半、アカマツの 8 倍の針葉量を有することになるが、実際は初生葉がなお若干残っており、通常葉の代用をつとめているから全体としての差はこれより大である筈である。いずれにせよ、初生葉から速かに通常葉に生えかわり、2 倍半におよぶ針葉体積をもつて物質代謝を行うことは生長生理上有利であり、旺盛な生活の原動力を刻々補給していることになる。

E. 葉鞘の長さ (第 104 表)

葉鞘の長さは個体により変

第 104 表 葉 鞘 長

異がある。すなわち、クロマツは大体 0.30~0.70 の範囲内にあり、その平均値は 0.51 cm である。これに対してク	樹 種	平均 cm	最大 cm	最小 cm	比率	葉鞘長/ 葉 長	比 率
	ア カ マ ツ	0.48	0.60	0.30	94	9.1	102
	ク ロ マ ツ	0.51	0.70	0.30	100	8.9	100
	クロマツ26号	0.60	0.90	0.40	118	8.5	96

ロマツ 26 号は 0.40~0.90 cm の範囲内にあり平均値は 0.60 cm で前者の 118% に相当する。アカマツは 0.30~0.60 の範囲内にあり平均値は 0.48 cm で 94% に当る。すなわち、クロマツ 26 号が最大である。

次に各樹種の葉鞘長の葉長に対する割合は同表に示したように、アカマツ 9.1% で最大、クロマツ 8.9% でこれに次ぎ、クロマツ 26 号は 8.5% で最小である。普通葉鞘は針葉が伸長を開始すると間もなく完成するので、各個体の葉鞘長は針葉の長短にかかわらずほぼ一定である。したがって、針葉の長いものほどその割合は小となる理である。したがって、針葉の長径と反対に、アカマツ最大、クロマツ中、クロマツ 26 号最小である。

F. 針葉の形状比

(A) 針葉縦断形状比 (幅/長さ×100) (第 105 表)

針葉の各辺の長さについてはすでに述べたところであるが、次にそれ等の相互関係についてみることにする。まず縦断面の形状を長さに対する幅の割合で示すこととし、これを形状比として表示すれば第 105 表の通りである。変異の幅はクロマツ最小で他は類似している。形状比の平均値はアカマツ 1.57、クロマツ

第 105 表 針葉縦断面形状比 (幅/長さ×100)

樹種	階	平均	最大	最小	比率
ア カ マ ツ		1.57	3.0	1.0	84
ク ロ マ ツ		1.87	2.7	1.0	100
クロマツ26号		1.65	3.4	0.9	88

ツ 1.87, クロマツ 26 号 1.65 で、その比率は 84:100:88 である。クロマツ 26 号は、幅および長さいずれも他より大ではあるが、その縦断形状は反つて中間的である。

(B) 針葉横断形状比(厚さ/幅×100) (第 106 表)

横断形状比も縦断形状比と同傾向がある。すなわち、第 106 表に示した通りクロマツは変異の幅少なく、形状比最大であつて 0.661, またアカマツは 0.613, クロマツ 26 号は 0.639 で中間の値を有する。厚さおよび幅はいずれもクロマツ 26 号が最大であつたが、形状比はかえつて中間の値をとる。

第 106 表 針葉横断形状比 (厚さ/幅×100)

樹種	平均	最大	最小	比率
アカマツ	61.3	75	48	93
クロマツ	66.1	75	55	100
クロマツ26号	63.9	78	55	97

以上要するにクロマツ 26 号の稚苗の針葉は、対照木の一般クロマツやアカマツより大きいさ大であり、1 苗木上の総針葉は体積はクロマツの約 2 倍半、アカマツの 8 倍におよぶ。しかるに形状比はかえつてクロマツよりやや小となり、アカマツとクロマツの中間的値をとる。

第 107 表 表皮細胞の長さ

樹種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ	13	16	8	93
クロマツ	14	19	11	100
クロマツ26号	14	19	11	100

第 108 表 表皮細胞の幅

樹種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ	9	14	8	75
クロマツ	12	14	8	100
クロマツ26号	12	16	8	100

(5) 針葉の内部形態

A. 表皮 (第 107, 108, 109 表)

表皮は比較的厚膜の細胞から成り、その外面は外皮でおおわれている。1 年生苗木の針葉では外皮の厚さ 3μ 内外またはこれ以下である。表皮細胞の形状は矩形の角を円くしたような形でやや楕円に類似し、長径の方向に連続して層を形成している。その長さ、幅および横断面積は第 107, 108, 109 表に示す通りである。

第 109 表 表皮細胞の横断面積

樹種	平均 μ^2	最大 μ^2	最小 μ^2	比率
アカマツ	92	138	50	70
クロマツ	132	209	69	100
クロマツ26号	132	239	69	100

備考 横断面積は楕円として計算した。すなわち、
長径×短径× $\pi/4$

本表に示した表皮細胞の各測定値の大きさは各針葉の横断面における背面、すなわち、弧の最上部の細胞について測定したものである。すなわち、100 コの断面よりそれぞれ 1 コ宛計 100 コの細胞について調査したものである。

表皮細胞の長さおよび幅の変異は小であつて、大体細胞の大きさは類似している。長径短径いずれもクロマツ 26 号と対照のクロマツは同値である。アカマツはこれより小である。横断面積もクロマツ 26 号 $132\mu^2$, クロマツ $132\mu^2$ であり相等しい。アカマツはこれに対して $92\mu^2$ で 70% である。横断面はクロマツ 26 号の方が対照のクロマツより大であるから、表皮細胞数はクロマツ 26 号が多い筈である。

以上要するに表皮細胞の大きさは対照と変りがない。その数は対照よりは多い。

B. 下表皮 (第 110, 111, 112 表)

下表皮は表皮の直下に横たわり、その細胞膜は厚くかつ相互に緊密に結合して機械的保険作用をなしている。一般に楕円形類似の六角形を呈し、1ないし2層である。1年生苗木の針葉においては大差は認められないが概してアカマツは1層であるのに反し、クロマツおよびクロマツ 26 号は横断面底辺の両端または他の部分が1～3カ所2層を形成するものが多い。特にクロマツ 26 号は3層の場合もかなりある。

下表皮の長さ、幅および横断面積は第 110, 111, 112 表に示す通りである。

この測定は表皮細胞の場合と同様、断面の背面最上部において表皮細胞を測定した直下のものを測定した。第 110, 111 両表に示されているごとく、長さおよび幅はクロマツが最大で、クロマツ 26 号はこれより数 % 小である。アカマツは遙かに小さいことは表皮の場合と同様である。横断面積はクロマツ 26 号は対照より約 10% 小さい。アカマツは約 40% の減少である。かようにクロマツ 26 号は長さおよび幅は数 %, 面積は約 10% 小であるが、表にみるように長さおよび幅はそれぞれ 1μ の差であり、かつ変異の範囲内にある。

最大最小値を検討するに、長さの最大値は、クロマツ 26 号が 3μ 大であり、幅の最小値は 6μ 大である。また、横断面積の最大最小値も大である。かような点を考えあわせると対照のクロマツとの差はほとんどないものと考えて支障ないであろう。

以上要するに表皮細胞の場合と同様クロマツ 26 号の下表皮の大きさは対照のクロマツに比して大差はない。針葉の断面が大きいのはその数が多いためである。

C. 気孔

(A) 気孔数 (第 113 表)

気孔の数は葉の着生位置、陰陽の差その他により異なることは前述の通りであるが、本実験に使用した各樹種の針葉は全く同一環境のもとに養成した苗木から採取したものであるから、その差は種の特徴を表わしたものといつて差支えないであろう。アカマツ、クロマツおよびクロマツ 26 号はそれぞれ背腹合計 7.9, 12.3, 12.9 箇の気孔を有し比率は 64 : 100 : 105 であ

第 110 表 下表皮細胞の長さ

樹 種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ	19	27	14	83
クロマツ	23	32	14	100
クロマツ26号	22	35	14	96

第 111 表 下表皮細胞の幅

樹 種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ	14	19	11	74
クロマツ	19	24	8	100
クロマツ26号	18	24	14	95

第 112 表 下表皮細胞の横断面積

樹 種	平均 μ^2	最大 μ^2	最小 μ^2	比率
アカマツ	209	403	121	61
クロマツ	343	616	121	100
クロマツ26号	311	622	154	91

備考 横断面積は楕円として計算した。

第 113 表 気 孔 数

樹 種	平均	最大	最小	比 背腹 比率	率 平均値 比率
アカマツ	4.6	6	3	58	64
	3.3	5	2	42	
	7.9	11	5	100	
クロマツ	7.7	11	5	63	100
	4.6	7	2	37	
	12.3	18	7	100	
クロマツ 26号	8.0	12	5	62	105
	4.9	8	2	38	
	12.9	19*	7	100	

備考 * 12+8=19 なるは背腹計, すなわち, 全気孔数の場合 19 を有したるものが最高であつたためである。

第 114 表 気孔前庭の幅

樹 種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ	14	19	8	52
クロマツ	27	41	14	100
クロマツ26号	23	38	16	104

第 115 表 気孔前庭の深さ

樹 種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ	17	22	14	55
クロマツ	31	46	16	100
クロマツ26号	30	51	22	97

第 116 表 気孔前庭の大きさ（幅×深さ）

樹 種	平均 μ^2	最大 μ^2	最小 μ^2	比率
アカマツ	238	418	112	28
クロマツ	837	1444	420	100
クロマツ26号	840	1632	352	100

第 117 表 気孔呼吸腔の幅

樹 種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ	24	35	8	92
クロマツ	26	43	14	100
クロマツ26号	22	41	14	85

第 118 表 気孔呼吸腔の深さ

樹 種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ	47	65	30	96
クロマツ	49	73	32	100
クロマツ26号	47	62	27	96

る。アカマツはクロマツより遙かに少ないが, クロマツ 26 号では 5% 増加している。

(B) 気孔の前庭（第 114, 115, 116 表）

マツ類成木の気孔は陥没性気孔で表皮の変形した孔辺細胞は内部へ向つて発達し前庭と呼吸腔を形成しているが, 1 年生苗木の気孔の形態も変るところはない。前庭および呼吸腔の測定に当つては最大幅および最大深さの部分を選定した。

前庭の幅は, クロマツ 26 号 28μ , 対照 27μ で, 前者は 1μ 大である。アカマツは遙かに小さく 14μ にすぎない。比率においてクロマツ 26 号は 4% の増大である。

深さはこれに反しクロマツ 26 号は 30μ で対照より 1μ 小である。比率は 3% 小である。

横断面積は幅×深さ×a（ただし a は係数）であるが, 仮に幅×深さで表わして比較すれば, 119 表に示したようにクロマツ 26 号 $840\mu^2$, クロマツ $837\mu^2$ でほぼ同値である。アカマツは著しく小さく $238\mu^2$ で 28% にすぎない。

(C) 気孔の呼吸腔（第 117, 118, 119 表）

呼吸腔の大きさの関係は前庭の場合と趣を異にする。すなわち, 第 117 ないし 119 表に表わしたように, 幅はクロマツ 26 号最小で 22μ , クロマツ 26μ , アカマツは中間の 24μ である。比率はクロマツ 26 号は対照より 15% 小である。

深さはクロマツ 26 号 47μ , 対照 49μ で 4% の減少である。アカマツはクロマツ 26

第 119 表 気孔呼吸腔の大きさ (幅×深さ)

樹 種	平均 μ^2	最大 μ^2	最小 μ^2	比率
アカマツ	1128	2275	330	89
クロマツ	1274	2065	665	100
クロマツ 26 号	1034	2065	513	81

号と等しい。

次に呼吸腔の大きさは、クロマツ 26 号 $1034\mu^2$ 、クロマツ $1274\mu^2$ 、アカマツ $1128\mu^2$ でクロマツ 26 号は最小で約 20% 減少している。

前庭と呼吸腔の大きさを合計して比較すれば、アカマツ、クロマツおよびクロマツ 26 号それぞれ $1366\mu^2$ 、 $2111\mu^2$ 、 $1874\mu^2$ であり比率は 65:100:89 である。すなわち、クロマツ 26 号稚苗の気孔の大きさはアカマツとクロマツの中間の大きさを有する。

以上要するにクロマツ 26 号の気孔の数は対照のクロマツよりは多少多いが、大きさは反つて小型でアカマツとの中間である。

D. 樹脂道

針葉の横断面において下表皮の間を占める部分は葉肉で葉緑粒を含み同化作用を営む。この柔組織は 15~100 μ 程度の大きさを有し、円類似形または多角形を呈し他の細胞に比し著しく大である。皺臂数は僅かに認められる程度のものから 30 くらいのものであるが一般には 10 コ内外である。これ等の柔細胞を縦に貫いて樹脂道が存在していること成木の針葉と同様である。

(A) 樹脂道の位置および数 (第 120 表)

成木の針葉におけると同様、アカマツとクロマツとでは樹脂道の位置を異にし、クロマツの樹脂道は主として柔組織中に存在するのに反してアカマツにおいては主として周辺部下表皮細胞に接して存在する。クロマツ 26 号母樹においては大部分がクロマツと同様葉肉柔組織中に存在する。通常葉における樹脂道数は一般に樹齢が高まるとともに増加する (森川 1926)。今クロマツ 26 号稚苗の有する樹脂道の位置および数を表示すれば第 120 表の通りである。

第 120 表 樹脂道の位置および数

樹種	型 樹脂道数	ア カ マ ツ 型					中間型	クロマツ型			計	針葉1本当り	
		5	4	3	2	1	2	1	2	3		樹脂 道数	比率
ア カ マ ツ	1	6	35	52	1	3	2				100	2.47	125
ク ロ マ ツ					2	9	1	88			100	1.97	100
クロマツ26号					2	3	4	88	3		100	1.97	100

備考 アカマツ型 樹脂道が下表皮に接して存在するもの

クロマツ型 樹脂道が葉肉柔組織中に存在するもの

中 間 型 樹脂道が下表皮に接するものと柔組織中に存在するものとを併有するもの

本表で明らかなように、アカマツ、クロマツおよびクロマツ 26 号いずれも中間型および他型のものを若干混じている。すなわち、クロマツおよびクロマツ 26 号においては中間型をそれぞれ 9 および 3% 生じ、アカマツ型をいずれも 2% 生じている。実験に供した種子はいずれも天然交雑に由来するものであるからアカマツの花粉が若干混じて授精したことも想像される。アカマツにおいても全く同様であり、中間型 3%、クロマツ型 2% を生じている。クロ

マツの花粉を受けていることも想像される。クロマツ 26 号はその巨大性に特徴があり、すべての種子はクロマツ型的特性を有していたにもかかわらず、それ等から生じた稚苗の針葉には中間型およびアカマツ型のものを混じていることは注意しなければならない。

樹脂道の数にはクロマツは主樹脂道 2 箇のものが大部分を占め、副樹脂道はまだ発生していない。クロマツ 26 号は対照のクロマツと同様 2 箇を有するものが大半を占めるが、3 箇の副樹脂道を発生した針葉が 3 % である。アカマツは 2 箇のものが半数近くを占め、3 箇以上の副樹脂道を有する針葉が 42 % である。平均樹脂道数はクロマツ 26 号およびクロマツは 1.97 箇、すなわち、約 2 箇であり、アカマツは 2.47 箇である。比率はアカマツの方が 26 % 多い。同一環境に生育しても樹種により樹脂道数の増加に遅速があることがわかる。

以上要するにクロマツ 26 号稚苗の針葉の樹脂道は アカマツ型 および 中間型を 僅かに混ずる。ただしその程度はアカマツおよびクロマツが他型および中間型を混するのと同程度である。また、クロマツ 26 号の樹脂道数は対照と同様である。また、副樹脂道の発生はアカマツ最も早く、クロマツ未だ発生せずクロマツ 26 号はようやく発生開始期に入つたところである。

(B) 樹脂道の大いさ (第 121,

122, 123 表)

樹脂道の形は円に近いが、多少楕円類似形をなしているので、楕円として長径および短径を測定した。アカマツにおいては副樹脂道の発生しているものが多いが、その横断直径は主樹脂道と異なり小である。前述のごとくクロマツにおいては副樹脂道を有するものは 1 個体もなく、クロマツ 26 号は 3 個体が副樹脂道を有していた。しかしこのものはその大いさがほとんど主樹脂道と異ならなかつたので大いさの測定は区別しなかつた。ただ、アカマツのみは区別して測定した。

長径はアカマツにおいては主樹脂道は 22μ であるが、副樹脂道は 15μ であり 7μ の差を有し平均 21μ である。クロマツは 32μ 、クロマツ 26 号は 27μ 、平均値の比率は 66 : 100 : 84 であり、クロマツが最大である。クロマツ 26 号は 16 % 小さい。

短径はアカマツにおいては主樹脂道は 18μ

第 121 表 樹脂道の長径

樹 種		平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ	主樹脂道	22	51	5	69
	副樹脂道	15	38	5	47
	平 均	21	51	5	66
ク	ロ マ ツ	32	59	8	100
ク	ロ マ ツ 26 号	27	54	8	84

備考 1. クロマツには副樹脂道未だ現われない。
2. クロマツ 26 号には副樹脂道を有するものが 3 個体あつたが、主樹脂道とその大きさ異ならず別に記載の必要はないので、アカマツのみ分けて平均または合計を求めた (122, 123 表も同じ)。

第 122 表 樹脂道の短径

樹 種		平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率			
アカマツ	主樹脂道	18	43	3	67			
	副樹脂道	13	35	3	48			
	平 均	18	43	3	67			
ク	ロ	マ	ツ	27	46	5	100	
ク	ロ	マ	ツ	26 号	23	49	8	85

第 123 表 樹脂道の横断面積

樹 種		平均 μ^2	最大 μ^2	最小 μ^2	比率
アカマツ	主樹脂道	349	1554	13	56
	副樹脂道	181	1044	12	27
	平 均	313	1554	12	46
ク ロ マ ツ		679	1962	31	100
ク ロ マ ツ 26 号		481	2289	50	71

であるが副樹脂道 13μ であり 5μ の差を有し、平均は 18μ である。クロマツ 27μ 、クロマツ 26 号は 23μ 、平均値の比率は $67:100:85$ であり、長径の比率と類似する。

横断面積を楕円とみなして計算して比較すれば平均値はそれぞれ $313\mu^2$, $679\mu^2$, $481\mu^2$ である。比率をとれば $46:100:71$ でありクロマツに比しアカマツは 46% にすぎずクロマツ 26 号は 71% でその中間である。稚苗期におけるクロマツ 26% 号の樹脂道の太いさはアカマツとクロマツの中間である。

第 124 表 保護鞘細胞数

樹種	平均 (箇)	最大 (箇)	最小 (箇)	比率	
アカマツ	A	6.8	12	3	73
	B	2.0	4	0	22
	合 計	8.8	12	5	95
ク ロ マ ツ	9.3	16	6	100	
ク ロ マ ツ 26 号	8.8	14	6	95	

註 A クロマツ等に見られる普通の保護鞘細胞。
B 下皮細胞がやや肥厚して保護鞘細胞の役をなすもの。

第 125 表 保護鞘細胞の長さ

樹 種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ	19	27	11	90
クロマツ	21	32	8	100
クロマツ 26 号	19	43	11	90

註 本表においてはアカマツの主副樹脂道の保護鞘細胞は同一に計算した。第 126, 127 表また同じ。

第 126 表 保護鞘細胞の幅

樹 種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ	14	22	8	100
クロマツ	14	24	5	100
クロマツ 26 号	14	22	8	100

第 127 表 保護鞘細胞の横断面積

樹 種	平均 μ^2	最大 μ^2	最小 μ^2	比率
アカマツ	209	466	69	90
クロマツ	231	603	31	100
クロマツ 26 号	209	540	95	90

小である。

保護鞘細胞の幅の平均値はいずれも 14μ で変化がない。保護鞘細胞の幅を長径で除し、その形状比を求めればアカマツ、クロマツおよびクロマツ 26 号それぞれ $74:67:74$ であり、

(C) 保護鞘細胞 (第 124, 125, 126, 127 表)

クロマツおよびクロマツ 26 号は一般に樹脂道が葉肉柔細胞中にある関係で保護鞘細胞は完全であるが、アカマツでは下表皮に接して存在するのでその接面部分は下表皮細胞の細胞膜がやや肥厚して保護鞘細胞の役目を兼ねている。よつてアカマツにおいては本来の保護鞘細胞を A、下表皮細胞の変化したものを B として観察測定した。

保護鞘細胞の数はアカマツは A が主樹脂道 7.0 箇、副樹脂道 5.6 箇、平均 6.8 箇、B が主樹脂道 2.1 箇、副樹脂道 1.8 箇、平均 2.0 箇、合計平均 8.8 箇であり、クロマツ 9.3 箇、クロマツ 26 号 8.8 箇、その比率においてそれぞれ $95:100:95$ でアカマツとクロマツ 26 号は同値で 5% 少ない。保護鞘細胞の形状は楕円類似形であるから太いさの測定は長径短径を測定し、面積は楕円として計算した。

保護鞘細胞の長さの平均値はアカマツ 19μ 、クロマツ 21μ 、クロマツ 26 号 19μ 、その比率は $90:100:90$ である。アカマツとクロマツ 26 号は同値であるが対照より 10%

クロマツ 26 号はアカマツと同値でありクロマツより丸味を帯びている。

保護鞘細胞の横断面積を楕円として計算すればアカマツおよびクロマツ 26 号いずれも $209 \mu^2$ で同値、クロマツは $231 \mu^2$ である。しかるに最大値はアカマツよりクロマツ 26 号の方が大でクロマツは最も変異の幅が大である。比率はアカマツおよびクロマツ 26 号は対照の 90% に相当する。

以上要するにクロマツ 26 号の保護鞘細胞は、対照のクロマツに比し数 (95%), 大いさ (90%) とともにやや小となつてゐるが、大体において類似したものである。アカマツは数、大いさともにクロマツ 26 号と同値である。また形状はアカマツに類する。

(D) 分泌細胞 (第 128, 129, 130, 131 表)

分泌細胞は保護鞘の内側にあり、実際樹脂を含みこれを分泌する細胞である。

分泌細胞の数は、アカマツは主樹脂道 6.3 箇、副樹脂道 5.4 箇、平均 6.1 箇であり、クロマツ 7.2 箇、クロマツ 26 号 7.6 箇である。したがつて、その比率はそれぞれ 85 : 100 : 106 でクロマツ 26 号最も多く、アカマツは最小である。

分泌細胞の大いさはそれぞれの樹脂道の代表的ものを測定して、各樹脂道の平均値を求めた。形状は楕円類似形であるから長径短径を測定し横断面積は楕円として計算した。

第 128 表 分泌細胞の数

樹 種	平均	最大	最小	比率
アカマツ	6.1	10	4	85
クロマツ	7.2	11	4	100
クロマツ26号	7.6	11	4	106

第 129 表 分泌細胞の長さ

樹 種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ	13	19	5	72
クロマツ	18	30	11	100
クロマツ26号	16	27	11	89

註 主副樹脂道の分泌細胞を区別せず計算した。第 130, 131 表同じ。

分泌細胞の長さはアカマツ 13μ 、クロマツ 18μ 、クロマツ 26 号 16μ である。したがつて、その比率は 72 : 100 : 89 である。クロマツ 26 号は対照に比し約 10% 小であり、保護鞘細胞の場合と同様である。

第 130 表 分泌細胞の幅

樹 種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ	8	14	5	80
クロマツ	10	16	5	100
クロマツ26号	10	14	5	100

分泌細胞の幅はそれぞれ 8μ 、 10μ 、 10μ であり比率は 80 : 100 : 100 で、クロマツ 26 号は対照と同値でありアカマツは小である。幅を長径で除し形状比を求めれば、アカマツ、クロマツ、クロマツ 26 号それぞれ 62 : 56 : 63 であり、クロマツ 26 号の形状はアカマツと類似しクロマツより丸味を帯びている。この関係は保護鞘の場合と同様である。

第 131 表 分泌細胞の横断面積

樹 種	平均 μ^2	最大 μ^2	最小 μ^2	比率
アカマツ	82	164	20	58
クロマツ	141	403	31	100
クロマツ26号	126	242	69	89

分泌細胞の横断面積はアカマツ $82 \mu^2$ 、クロマツ $141 \mu^2$ 、クロマツ 26 号 $126 \mu^2$ であ

り,その比率は 58 : 100 : 89 である。クロマツ 26 号は対照のクロマツに比し約 10% 小である。アカマツはこれより遙かに小さい。保護鞘と分泌細胞の大きさの関係は,クロマツ 26 号とクロマツは類似するがアカマツは保護鞘細胞の割合 (90) に分泌細胞の割合 (58) が小となつてゐるのが目につく。

以上要するにクロマツ 26 号の分泌細胞は対照のクロマツに比し数は僅かに大 (106%), 大きさは小 (89%) となつてゐる。この関係は保護鞘の場合と同様である。しかして,樹脂道を取りまく分泌細胞の横断面積を計算すれば (分泌細胞横断面積×分泌細胞数), アカマツ,クロマツ,クロマツ 26 号それぞれ $500 \mu^2$, $1015 \mu^2$ および $958 \mu^2$ となり, クロマツ 26 号はアカマツとクロマツの中間値である。また,分泌細胞の形状はアカマツに類する。

E. 中心柱

葉肉柔細胞群の内側は内皮に接する。内皮は一層の細胞よりなりほぼ楕円形を呈して中心柱を取り囲む。中心柱は主として柔組織より成り,その基本組織の中に維管束が埋まつてゐる。幼齡樹以上になれば通常 2 箇の維管束が完全に離れていわゆる Diploxyton であるが,1 年生

第 132 表 内皮細胞の数

樹 種	平均	最大	最小	比率
アカマツ	23.3	30	17	97
クロマツ	24.0	28	19	100
クロマツ26号	25.1	24	20	105

第 133 表 内皮細胞の長さ

樹 種	平均 μ	最大 ¹⁾ μ	最小 ¹⁾ μ	比率
アカマツ	37	54	14	79
クロマツ	47	76	22	100
クロマツ26号	45	60	24	96

備考 内皮細胞の大きさも 1 葉よりその代表的と思われるものを 1 コあて測定したものであり,厳密な意味における最大最小ではない。第 134, 135 表また同じ。

第 134 表 内皮細胞の幅

樹 種	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ	26	38	14	76
クロマツ	34	51	14	100
クロマツ26号	31	50	16	91

第 135 表 内皮細胞の横断面積

樹 種	平均 μ^2	最大 μ^2	最小 μ^2	比率
アカマツ	755	1611	176	60
クロマツ	1254	2446	242	100
クロマツ26号	1095	1885	301	87

の稚苗に生じた通常葉では単に 1 箇の維管束を有する Haploxyton のものが多い。或いはまたその移行型である 2 箇の維管束が相接近して存在するものとみられる (後述)。

(A) 内皮 (第 132, 133, 134, 135 表)

内皮はほぼ大きさの類似した一層の楕円形細胞から成立つてゐる。しかして内皮そのものがまた大きな楕円形類似形をなしている。

内皮を形成する細胞数はアカマツは平均 23.3 箇, クロマツ 24.0 箇, クロマツ 26 号は 25.1 箇で比率は 97 : 100 : 105 であり, クロマツ 26 号が最大であるがほぼ類似している。

内皮細胞の大きさは 1 針葉内のものは類似するが針葉を異にすれば多少異なる。各針葉ごとに背部中央のものを 1 箇づつ選び測定した。その結果は第 133, 134, 135 表に示す通りである。

すなわち,内皮細胞の長径はアカマツ 37μ .

クロマツ 47 μ , クロマツ 26 号 45 μ , その比率は 79 : 100 : 96 である。クロマツ 26 号は対照に比し 4% 小であるが, 大体において類似したものである。これに反しアカマツは 21% 小である。

短径はアカマツ, クロマツおよびクロマツ 26 号それぞれ 26 μ , 34 μ , 31 μ で, その比率は 76 : 100 : 91 である。ほぼ長径の場合に類似する。

内皮細胞の形状を楕円として横断面積を計算すればそれぞれ 755 μ^2 , 1254 μ^2 , 1095 μ^2 で比率は 60 : 100 : 87 となる。

各平均値の短径を長径で除し形状比を求めればアカマツ 70, クロマツ 72, クロマツ 26 号 69 となり, 形状はアカマツに近いがいずれもほぼ類似している。

以上要するにクロマツ 26 号の内皮細胞の数は対照のクロマツより多いが, 大いさはかえって小さくクロマツとアカマツの中間である。また, 形状はクロマツよりはアカマツに近いが三者間の差違は僅少である。

(B) 中心柱の大きさ (第 136, 137, 138, 139 表)

中心柱の大きさはそれを形成する内皮細胞の大きさおよび数により決まる。中心柱の幅の変異分布は第 136 表にみるようにアカマツ最小, クロマツ中, クロマツ 26 号最大である。その平均値はそれぞれ 340 μ , 450 μ , 467 μ で比率は 76 : 100 : 104 である。すなわち, クロマツ 26 号は対照に比し僅かに大である。

中心柱の厚さはアカマツ, クロマツおよびクロマツ 26 号それぞれ 224 μ , 307 μ , 305 μ で比率は 73 : 100 : 99 である。クロマツ 26 号は対照のクロマツにほぼ等しい。

第 136 表 中心柱の幅

樹種	階 (μ)	201 250	251 300	301 350	351 400	401 450	451 500	501 550	551 600	601 650	計	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ		5	23	40	23	8	1				100	340	467	233	76
クロマツ				2	17	32	40	9			100	450	533	317	100
クロマツ26号				3	6	31	38	18	3	1	100	467	650	333	104

第 137 表 中心柱の厚さ

樹種	階 (μ)	151 200	201 250	251 300	301 350	351 400	計	平均 μ	最大 μ	最小 μ	比率
アカマツ		28	62	9	1		100	224	317	167	73
クロマツ			5	45	45	5	100	307	367	217	100
クロマツ26号			6	52	36	6	100	305	383	233	99

第 138 表 中心柱の横断面積

樹種	平均 μ^2	最大 μ^2	最小 μ^2	比率
アカマツ	59786	97881	32774	55
クロマツ	108448	146442	62211	100
クロマツ26号	111811	187262	75164	103

第 139 表 中心柱の形状比分配表 (厚さ/幅 $\times$ 100)

樹種	階	48 51	52 55	56 59	60 63	64 67	68 71	72 75	76 79	80 83	84 87	88 91	計	平均	最大	最小	比率
アカマツ			7	10	18	29	15	9	4	5	1	2	100	66.4	90	52	97
クロマツ		1	0	3	15	25	31	11	13	0	1		100	68.4	85	50	100
クロマツ26号		1	2	15	17	23	22	11	6	2	1		100	65.4	85	48	96

したがって形状を計算すれば第 139 表に示すようにそれぞれ 66, 68, 65 でアカマツに近いが、3 者はほぼ同様な形状をなしている。

中心柱の面積は、アカマツ、クロマツおよびクロマツ 26 号をそれぞれ $59786 \mu^2$, $108448 \mu^2$, $111811 \mu^2$ となり、比率は 55 : 100 : 103 である。クロマツ 26 号はクロマツより僅かに 3% 大である。アカマツは半分以下である。

以上要するにクロマツ 26 号の中心柱の大きさは対照のクロマツより僅かに大 (3%) であるが、ほぼ類似したものである。形状はアカマツに近いが 3 者間に著しい差はない。

(C) 中心柱の大きさと針葉の大きさの関係 (第 140, 141 表)

次に横断面における中心柱の大小と葉の大小関係について考察することとする。

先ず葉の幅に対する中心柱の幅の割合 (中心柱幅/葉の幅 $\times 100$) は第 140 表に示した通りである。3 種とも正規の分配をなしているが、その平均値はアカマツ、クロマツおよびクロマツ 26 号それぞれ 43.2, 42.9, 42.5 であつてほとんど同値であり、葉の幅には関係がないことがわかる。

第 140 表 葉の幅に対する中心柱の幅の割合 (中心柱の幅/葉の幅 $\times 100$)

樹 種	階	34~35	36~37	38~39	40~41	42~43	44~45	46~47	48~49	50~51	計	平均	最大	最小	比率
アカマツ		1	3	6	19	30	15	17	8	1	100	43.2	50	35	101
クロマツ		1	2	7	20	33	18	13	4	2	100	42.9	51	34	100
クロマツ 26 号		1	3	15	16	26	26	6	6	1	100	42.5	51	34	99

第 141 表 葉の厚さに対する中心柱の厚さの割合 (中心柱の厚さ/葉の厚さ $\times 100$)

樹 種	階	31~34	35~38	39~42	43~46	47~50	51~54	55~58	59~62	63~66	計	平均	最大	最小	比率
アカマツ			1	8	45	37	4	3	1	1	100	46.6	63	38	105
クロマツ		1	4	11	64	19	1				100	44.5	51	32	100
クロマツ 26 号		2	1	33	48	13	2	1			100	43.7	53	31	98

次に葉の厚さに対する中心柱の厚さの割合 (中心柱の厚さ/葉の厚さ $\times 100$) は第 141 表に示した通りである。アカマツは若干大きな階の方へ分布するが、クロマツ 26 号とクロマツはほとんど類似している。その平均値は、アカマツ、クロマツおよびクロマツ 26 号それぞれ 46.6, 44.5, 43.7 であつて、比率は 105 : 100 : 98 である。アカマツが僅かに大となつてゐるほかはほとんど変らない。

以上のように、中心柱の形状は葉の大小と平行的に変化し、葉の幅或いは厚さのおよそ 30~50%, 普通約 40% 内外の大きさを有し、その形状は 3 者間に著しい変化性はない。

(D) 維管束型 (第 142 表)

生長したアカマツおよびクロマツの針葉は一般に 2 箇に分離した維管束を有するが、稚苗期においては全く 1 箇のもの或いは 2 箇となつてもまだ分離せず相接着して存在するものがある。2 箇型のものを Diploxyton, 1 箇型のものを Haploxyton ということ前述した通りであ

る。

アカマツ、クロマツ、クロマツ 26 号満 1 年生稚苗における維管束型の発現状況を第 142 表に示した。すなわち、アカマツでは 1 筒型のものが 21%，クロマツでは 49% であるがクロマツ 26 号は僅かに 11% にすぎない。その他は接触するか分離するかの別はあるが、いずれも 2 筒型のものである。

以上の結果からみればクロマツ 26 号が最も進歩的で発生早く、アカマツこれに次ぎ対照のクロマツが最もおくれている。先に述べた副樹脂道の発生はアカマツが最も早く、3 コ以上の樹脂道を有するものが相当多かつ

第 142 表 維管束型

樹種	型	1 筒型	2 筒型		計
			接 触	完全分離	
アカマツ		21	7	72	100
クロマツ		49	5	46	100
クロマツ 26 号		11	0	89	100

た。特にクロマツは 3 筒を有するものは皆無でクロマツ 26 号は 3 コのものは僅かに 3% であつた。副樹脂道の発生の遅速と正規の 2 筒型の維管束の発生の遅速とは一致せず相反している。すなわち、クロマツ 26 号は維管束では進歩型であり、アカマツは樹脂道で進歩型を示す。対照のクロマツはいずれにおいても劣つている。

以上要するにクロマツ 26 号の維管束は進歩型であり、Diploxyton への分化が速い。アカマツこれに次ぎクロマツは最もおそい。

(E) 維管束の太いさ (第 143, 144, 145 表)

維管束の太いさは 2 筒型のものと 1 筒型のものでは著しく異なる。先ず長径についてみるに、1 筒型のものおよび 2 筒型のものを通じてクロマツ 26 号が最大であり、アカマツが最小である。クロマツ 26 号の 1 筒型のものは実に 219% に達する。

短径においても長径の場合と同様にクロマツ 26 号が最大であつて 1 筒型のものは 119 μ に達している。

横断面積は維管束の形状を楕円形と仮定して計算した。その結果は維管束 1 筒型のものアカマツ 12225 μ^2 、クロマツ 17804 μ^2 、クロマツ 26 号 24194 μ^2 であつて、その比率は 142 : 206 : 280 (ただしクロマツにおける維管束 2 筒型のものを 100 として計算), 2

第 143 表 維管束の長径 (単位 μ)

樹種および型	平均	最大	最小	比率
アカマツ { 1 コ型	179	235	118	152
	2 コ型	98	136	83
クロマツ { 1 コ型	216	265	167	183
	2 コ型	118	186	87
クロマツ 26 号 { 1 コ型	259	285	167	219
	2 コ型	124	193	87

第 144 表 維管束の短径 (単位 μ)

樹種および型	平均	最大	最小	比率
アカマツ { 1 コ型	87	98	68	94
	2 コ型	74	87	50
クロマツ { 1 コ型	105	167	87	113
	2 コ型	93	136	68
クロマツ 26 号 { 1 コ型	119	148	87	123
	2 コ型	93	136	68

第 145 表 維管束の横断面積 (長径 $\times$ 短径 $\times \pi/4$) (単位 μ^2)

樹種および型	平均	最大	最小	比率
アカマツ { 1 コ型	12225	18079	6299	142
	5693	9288	2669	66
クロマツ { 1 コ型	17804	34740	11405	206
	8615	19857	4644	100
クロマツ 26 号 { 1 コ型	24194	33111	11405	280
	9052	21138	4644	105

筒型のものはそれぞれ $5693 \mu^2$, $8615 \mu^2$, $9052 \mu^2$ であつて、その比率は 66 : 100 : 105 である。いずれの場合もクロマツ 26 号は大なる値を有する。特に 1 筒型の場合において著しい。

以上要するに維管束の大きさはクロマツ 26 号は著しく増大している。維管束の大であることは物質代謝が旺盛であることを暗示している。

(6) 茎の内部形態

茎の解剖学的性質は、針葉におけると同様主として満 1 カ年生長した稚苗について実験を行った。

A. 一般特性

満 1 カ年を経過した稚苗の茎の本部は完全に木化してほぼ完成した構造を有する。最外部は表皮により包まれ、その直下には連続して周皮がある。周皮は栓皮（コルク層）と栓皮形成層および栓緑皮の 3 部分から成る。

コルク形成層より外部に形成されたコルク層は茶褐色に着色し、外気との交通を遮断している。コルク形成層より内部は薄い栓緑皮であつて、子葉から上の部分は葉緑粒を含み皮部柔細胞層に連なる。皮部柔細胞層は大きな細胞の間に小細胞あり空隙をみたしている。周皮の内方は維管束に接する。最内部は髄である。測定にあたつては栓緑皮は内部柔細胞層に含めてある。

B. 表皮組織

(A) 表皮 (第 146 表)

横断面においては円類似の 1 層の細胞より成る。子葉以下においては暗褐色または黒褐色となり、子葉から上の部分は淡褐色を呈する。ところどころ切断して下表皮と分離している部分があるが、これは生長とともに将来剥落するからである。その厚さは大体 20μ 程度である。その詳細は第 146 表に示した通りである。子葉より 1 cm 上部における平均値はアカマツ 18μ , クロマツ 21μ , クロマツ 26 号 19μ であり、その比率は 86 : 100 : 90 である。クロマツ 26 号は対照に比し 10% 小である。しかるに子葉より 1 cm 下部における平均値はそれぞれ 20μ , 22μ , 26μ であり、91 : 100 : 118 の比率をなし、クロマツ 26 号は約 20% 大である。アカマツはいずれの部分においても 10% 内外小である。

以上要するにクロマツ 26 号の表皮は対照に比し子葉の上部では小、下部では大である。

第 146 表 表皮の厚さ (単位 μ)

樹 種	位置 項目	子葉より 1 cm 上部断面				子葉より 1 cm 下部断面			
		平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率
アカマツ		18	22	16	86	20	22	16	91
クロマツ		21	27	14	100	22	24	14	100
クロマツ 26 号		19	27	14	90	26	38	19	118

(B) 周皮 (第 147 表)

第 147 表 栓皮 (コルク層) の厚さ (単位 μ)

樹 種	位置	子葉より 1cm 上部断面				子葉より 1cm 下部断面			
	項目	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率
ア カ マ ツ		38	73	27	54	41	76	22	85
ク ロ マ ツ		70	149	27	100	48	81	19	100
クロマツ26号		59	103	27	84	58	84	27	121

表皮の下に配列しコルク層は 1～3 層より成り、その内部と区別される。コルク層は子葉より上部 1cm の部分ではアカマツ 38 μ 、クロマツ 70 μ 、クロマツ 26 号 59 μ であり、その比率は 54:100:84 である。しかるに子葉より 1cm 下部の古い部分においてはそれぞれ 41 μ 、48 μ 、58 μ であり、比率は 85:100:121 である。表皮の場合と同様クロマツ 26 号最大であつて約 20% 増大している。アカマツはいずれの部分においても小である。

以上のごとく、表皮およびコルク層を問わず、クロマツ 26 号の古い茎の部分は厚さが増大している。

(C) 皮部柔細胞層 (第 148 表)

第 148 表 皮部柔細胞層の厚さ (単位 μ)

樹 種	位置 項目	子葉より 1cm 上部断面		子葉より 1cm 下部断面	
		平均	比率	平均	比率
ア カ マ ツ		328	103	92	81
ク ロ マ ツ		318	100	113	100
クロマツ26号		386	121	99	89

周皮の内方皮部柔細胞層は子葉より上部では葉緑粒や澱粉を含有し、実際の厚さは子葉の下部より著しく増大している。子葉より 1cm 上部においては、アカマツ、クロマツ、クロマツ 26 号それぞれ 328 μ 、318 μ 、および 386 μ の厚さを有し、その比率は 103:

100:121 であり、クロマツ 26 号は 21% の増大である。子葉より 1cm 下部においては、それぞれ 92 μ 、113 μ および 99 μ であつて、その比率は 81:100:89 でありクロマツ 26 号は約 10% 小である。

以上のごとく皮部柔細胞層の厚さはクロマツ 26 号は子葉の上部では増大しているが (121%)、下部ではかえつて薄い (89%)。

(D) 樹皮 (皮層) (第 149 表)

将来樹皮を形成する主要素は表皮および周皮特にコルク層および皮部柔細胞層の部分であ

第 149 表 樹皮 (皮層) の厚さ (単位 μ)

樹 種	位置 項目	子葉より 1cm 上部断面		子葉より 1cm 下部断面	
		平均	比率	平均	比率
ア カ マ ツ		384	94	153	84
ク ロ マ ツ		409	100	183	100
クロマツ26号		464	113	183	100

るが、今各層の合計を子葉の上部と下部に分ち一括して表示すれば第 149 表の通りである。

すなわち、子葉より 1cm 上部においてはアカマツ、クロマツおよびクロマツ 26 号それぞれ 384 μ 、409 μ 、464 μ であり、その比

率は 94 : 100 : 113 で、クロマツ 26 号は対照より 10% 以上厚い。

子葉より 1cm 下部においては、それぞれ 153 μ , 183 μ , 183 μ であり、その比率は 84 : 100 : 100 で、クロマツ 26 号は対照に等しい。

以上要するに樹皮はクロマツ 26 号最も厚く（子葉の上部 1cm のところでは 113%）クロマツこれに次ぎアカマツは一般に遙かに薄い。

C. 維管束

周皮に包まれている部分が維管束である。維管束は竝立維管束で外部に篩部を内部に木部を有する。その中間には 1 層の形成層がある。木部中には樹脂道を有する。生長した茎においては篩部にも樹脂道を有するが稚苗においては認められなかつた。

(a) 篩部 (第 150 表)

生長した茎においては篩部は篩管、伴細胞、篩部繊維、篩部柔細胞より成るが、稚苗においてはその分化は充分でない。ここではただ篩部の厚さの比較を行うに止める。

篩部の厚さは子葉の 1cm 上部と 1cm 下部では多少異なる。クロマツ 26 号は、子葉の上部 99 μ , 下部 114 μ であつて、対照の 82 μ および 84 μ に対し比率はそれぞれ 121% および 134% である。アカマツは上部 85%, 下部は 104% である。

要するにクロマツ 26 号の篩部は対照に比し大である。

第 150 表 篩部の厚さ (単位 μ)

樹種	位置	子葉より 1cm 上部断面				子葉より 1cm 下部断面			
	項目	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率
アカマツ		70	100	50	85	87	117	50	104
クロマツ		82	117	50	100	84	100	50	100
クロマツ26号		99	133	67	121	114	183	67	134

(b) 木部 (第 151, 152, 153 表)

木部の主体をなすのは仮導管であるがところどころに縦に貫く樹脂道がみられる。仮導管は中心部の髄に近づくほど小形となり、皮部に近づくにしたがつて大形となる。その形状も一般に髄に近い内部は縦に長く、中ほどにおいては次第に縦横の長さが等しくなり、外部にゆくにしたがって横に長くなってくる。正方形、矩形の角のとれた 5 ~ 6 角形状をなしてやや丸味を帯びた細胞が多い。その大いさは 10 ~ 20 μ 程度である。第 151 表には長径および短径が平

第 151 表 木部仮導管の大いさ (単位 μ)

樹種	位置	子葉より 1cm 上部断面				子葉より 1cm 下部断面			
	項目	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率
アカマツ		13.0	14	11	98	12.8	14	11	97
クロマツ		13.3	16	11	100	13.2	16	11	100
クロマツ26号		14.1	19	11	106	15.0	16	11	114

均して示してある。

クロマツ 26 号は子葉の上部 14.1μ , 下部 15.0μ で対照の 106% および 114% に相当する。アカマツは対照より僅かに小である。子葉の上下による差違は少ない。

第 152 表 仮導管の列数 (単位 箇数)

樹 種	位置 項目	子葉より 1cm 上部断面				子葉より 1cm 下部断面			
		平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率
ア カ マ ツ		23.4	32	13	106	35.0	40	30	117
ク ロ マ ツ		22.0	33	18	100	30.0	41	14	100
クロマツ26号		33.1	49	24	150	45.0	56	31	150

木部細胞(仮導管)の列数は樹種により相当異なる。すなわち、子葉の 1cm 上部ではアカマツ、クロマツ、クロマツ 26 号それぞれ 23 列, 22 列, 33 列, その比は 106 : 100 : 150, 子葉の 1cm 下部ではそれぞれ 35 列, 30 列, 45 列, その比率は 117 : 100 : 150 である。すなわち、クロマツ 26 号は対照の 1 倍半の列数を有する。子葉より上部はあとから生じつつある部分であるから当然その列数は少ない。

木部の直径(髄を含む)は第 153 表に示してある通り子葉の下部が大であるが、上下いずれもクロマツ 26 号は約 1 倍半の大きさを有する。これは細胞の大きさが大きいよりはむしろその数が多いことに基因する。

第 153 表 木部の大きさ (直径) (単位 μ)

樹 種	位置 項目	子葉より 1cm 上部断面				子葉より 1cm 下部断面			
		平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率
ア カ マ ツ		686	1017	458	90	1022	1060	992	106
ク ロ マ ツ		764	1050	483	100	963	1133	784	100
クロマツ26号		1149	1495	808	150	1365	1658	1100	142

以上のごとく、木部仮導管の厚さは 10% 内外大であるが、仮導管の列数は 1 倍半の速度をもつて増大しているものと考えられる。

D. 樹脂道

樹脂道の大部分は木部組織中に縦貫しているものである。このほかに皮部柔細胞層中に若干あるがその数は少ない。かつ子葉の上部に限られ下部には無い。なお、節部にもまだ樹脂道は認められない。

(a) 皮部柔細胞層中の樹脂道 (第 154, 155 表)

皮部柔細胞中には子葉着生部位から上部に樹脂道を有する。その数は少ないが、木部中のものに比すれば大型である。子葉より 1cm

第 154 表 皮部柔細胞中の樹脂道数

樹 種	平均	最大	最小	比率
ア カ マ ツ	5.1	7	3	98
ク ロ マ ツ	5.2	8	3	100
クロマツ26号	6.0	9	4	115

註 子葉より下部の栓緑皮中には樹脂道はない。

上部の横断面内における樹脂道の数は一アカマツ 5.1 コ，クロマツ 5.2 コ，クロマツ 26 号 6.0 コである。その比率は 98 : 100 : 115 でクロマツ 26 号は 15% 多い。

次に樹脂道の横断面の大きさについてみるに，多少扁平であつて，楕円類似形のものが多いから直径は長径，短径の平均を，面積は楕円として計算した。その結果は第 155 表の通りである。その直径は一アカマツ 54 μ ，クロマツ 62 μ ，クロマツ 26 号 63 μ である。比率は 87 : 100 : 101 であり，クロマツ 26 号はほとんど対照と同等である。したがつて面積は大差はない。アカマツは直径 13%，面積 17% 小である。

第 155 表 皮部柔細胞中の樹脂道の大きさ

樹種	種類	直 径 (μ)				面 積 (μ^2)			
	項目	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率
	アカマツ	54	157	8	87	2684	20952	50	83
	クロマツ	62	186	24	100	3224	24038	402	100
	クロマツ26号	63	165	11	101	3244	20771	95	101

(b) 木部中の樹脂道 (第 156, 157 表)

木部中の樹脂道は各部分に存在するが，子葉の上部と下部ではその数を異にする。すなわち，子葉の上部は後から生じた組織である関係上やや少ない。子葉の上部 1 cm の部においてはアカマツ 7.1 コ，クロマツ 7.9 コ，クロマツ 26 号 16.5 コである。その比率は 90 : 100 : 209 で，クロマツ 26 号は 2 倍以上に達する。子葉の下部 1 cm の部分はそれぞれ 13.8 コ，13.8 コおよび 25.2 コ，比率は 100 : 100 : 183 である。クロマツ 26 号は対照の 183% に当るが，これは新生しつつある部分は増大の傾向が顕著であることを示している。

木部中の樹脂道の大きさは，上部に至るほど新生後間もないので小さい理である。子葉の

第 156 表 木部中の樹脂道数

樹種	種類	子葉より 1cm 上部断面				子葉より 1cm 下部断面			
	項目	平均 (コ)	最大 (コ)	最小 (コ)	比率	平均 (コ)	最大 (コ)	最小 (コ)	比率
	アカマツ	7.1	12	3	90	13.8	15	11	100
	クロマツ	7.9	15	4	100	13.8	21	8	100
	クロマツ26号	16.5	33	5	209	25.2	41	17	183

第 157 表 木部中の樹脂道の大きさ

樹種	位置	子葉より 1cm 上部断面								子葉より 1cm 下部断面							
		直 径 (μ)				面 積 (μ^2)				直 径 (μ)				面 積 (μ^2)			
	項目	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率
	アカマツ	16	30	7	76	201	1026	31	58	29	93	11	104	660	4171	88	107
	クロマツ	21	36	11	100	346	1030	88	100	28	61	7	100	615	6020	31	100
	クロマツ26号	21	36	11	100	346	1012	95	100	27	72	12	96	572	3848	154	93

1 cm 上部の部分の樹脂道の直径は、アカマツ 16 μ 、クロマツ 21 μ 、クロマツ 26 号 21 μ で、比率は 76 : 100 : 100 である。クロマツ 26 号は全く対照と同等である。アカマツは直径において 24%、面積において約 40% 小である。

子葉の下部 1 cm の部分の樹脂道の大いさはその直径アカマツ 29 μ 、クロマツ 28 μ 、クロマツ 26 号 27 μ である。その比率は 104 : 100 : 96 である。クロマツ 26 号はかえつて 4% 小であり、アカマツは 4% 大であるが、ほぼ類似したものと云える。面積はその差が多少大となり比率は 107 : 100 : 93 である。

葉においては先に述べたように、クロマツ 26 号はその面積対照の 71% にすぎず、数は同等であつたのに比較して茎の場合はこれと趣を異にしている。

以上要するに茎部におけるクロマツ 26 号の樹脂道は皮部柔細胞層および木部中いすれも大いさは大なる変化はないが数は著しい増加をなしている。

E. 髓 (第 158, 159 表)

髓は茎の横断面の中心部を占める部分で多数の髓細胞から成る。髓細胞は薄膜にして比較的大型、円または円類似形をなす。中心部ほど大なる傾向を有する。

髓の形状はきわめて不規則で円、三角、四角、およびその類似形或いは凹凸ある多角形等あり一定の形状を認めがたい。

先ず髓細胞の大きさをみるに、子葉の上部と下部では僅かに異なり下部の方が大である。子葉の上部 1 cm の箇所においては、アカマツ 21 μ 、クロマツ 23 μ 、クロマツ 26 号 25 μ でありその比率は、クロマツ 26 号は対照に比し約 10% 大である。子葉の下部は 28 μ であり対照の 24 μ に比し 17% 大となつている。

次に髓全体の大いさをみるに、前述の通りきわめて複雑な形状をなしている場合が多いから数箇所を測定してこれを平均して平均直径を求めた。

第 158 表 髓細胞の大いさ (単位 μ)

樹種	位置	子葉より 1cm 上部断面				子葉より 1cm 下部断面			
	項目	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率
アカマツ		21	27	14	91	24	27	19	100
クロマツ		23	30	16	100	24	27	19	100
クロマツ26号		25	41	19	109	28	42	22	117

第 159 表 髓の大いさ (単位 μ)

樹種	位置	子葉より 1cm 上部断面				子葉より 1cm 下部断面			
	項目	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率
アカマツ		201	283	167	74	233	317	167	70
クロマツ		270	317	233	100	333	467	183	100
クロマツ26号		309	467	217	114	338	500	183	101

子葉より 1 cm 上部においてアカマツ 201 μ , クロマツ 270 μ , クロマツ 26 号 309 μ である。比率は 74 : 100 : 114 で, クロマツ 26 号は 15% 増大している。

子葉より 1 cm 下部においては各種とも多少大であり, それぞれ 233 μ , 333 μ および 338 μ である。比率は 70 : 100 : 101 でありクロマツ 26 号はほぼ対照と等しい。アカマツはいずれの部分も 30% 前後小である。

以上要するに, 大体においてクロマツ 26 号の髄は大型となり, また, 細胞も大となつてい

る。

クロマツ 26 号稚苗の形態に関し記述したところを要約表示すれば次の通りである。

第 160 表 クロマツ 26 号

種 別	葉 の 外 部 形 態										皮		
	施廻度	長さ L	幅 a	厚さ b	縦断面 形状比 $\frac{a}{L} \times 100$	横断面 面積 $ab \frac{\pi}{4}$ (A')	横断面 形状比 $\frac{b}{a} \times 100$	体積 $A' \times L$	葉鞘の 長さ (l)	葉鞘長 比 $\frac{l}{L} \times 100$	幅 X	長さ Y	面積 $XY \frac{\pi}{4}$
実験値	mod R. 2/4	cm	μ	μ		mm^2		mm^3			μ	μ	μ^2
	アカマツ	R. 2/4	5.27	790	481	1.57	0.298	61.3	15.8	4.8	91	13	92
	クロマツ	R. 2/4	5.71	1049	691	1.87	0.568	66.1	5.1	89	12	14	132
比率	クロマツ 26号	R. 2/4	7.04	1100	702	1.65	0.583	63.9	41.0	6.0	85	14	132
	アカマツ	—	92	75	70	84	52	93	49	94	102	75	93
	クロマツ	—	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
比率	クロマツ 26号	—	123	105	102	88	103	97	128	118	96	100	100

備考 R = 右廻転 a = 下表皮の層において 1 ~ 3 カ所 2 層のもの b = 下表皮の層において 3

測定番号	樹 脂 道														
	数			大 い さ											
	ク 中 間 型	(中 間 型)	アカ マツ 計	直 径			保 護 鞘 細 胞				分 泌 細 胞				
				長径 X	短径 Y	面積 XY $\frac{\pi}{4}$	数	長径 X	短径 Y	面積 XY $\frac{\pi}{4}$	数	長径 X	短径 Y	面積 XY $\frac{\pi}{4}$	
	%	%	コ	μ	μ	μ ²	コ	μ	μ	μ ²	コ	μ	μ	μ ²	
実験値	アカマツ	2(3)	95	2.47	21	18	313	8.8	19	14	209	6.1	13	8	82
	クロマツ	89	(9)	21.97	32	27	679	9.3	21	14	231	7.2	18	10	141
	クロマツ 26号	95	(3)	21.97	27	23	481	8.8	19	14	209	7.6	16	10	126
比 率	アカマツ	—	—	125	66	67	46	95	90	100	90	85	72	80	58
	クロマツ	—	—	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	クロマツ 26号	—	—	100	84	85	71	95	90	100	90	106	89	100	89

〔Ⅱ〕 生理学的特性

クロマツ 26 号は形態学的のみならず生理学的に種々の特性を有する。以下順次その特徴をのべることにする。

1. 苗木の耐旱性

先に述べたように、クロマツ 26 号発見の動機は毬果および種子の巨大な点にあつたが、その後注意して実験を行つているうちに、移植の際の枯損率が他の苗木に比較して少ないことが分つた。植物の乾燥に対する抵抗性は、形態学的特性、生理学的特性および遺伝的形質に基くのであるが、前二者は間接的に遺伝的要因に支配されるので、耐旱性そのものを支配するのは結局遺伝的のものであつて、先天的に決定されているのである。

耐旱性の強い種類は形態学的に水分消失に対し種々の防止形態を有する。たとえば気孔について Martin 氏 (1930) が玉蜀黍と蜀黍の葉について調べたところによると耐旱性の強い品種である蜀黍の葉の気孔は、これより弱い品種である玉蜀黍の気孔に比しその大いさは 2/3 に

稚苗の針葉の形態総括表

層						気 孔								
下 表 皮			層			数			大 い さ					
幅 X	長さ Y	面積 $\pi \frac{XY}{4}$	背面	腹面	計	背面	腹面	計	前 庭			(呼 吸 腔)		
									幅	深	面積 幅×深	幅	深	面積 幅×深
μ 14	μ 19	μ^2 209	コ 1	コ 1	コ 1	4.6	3.3	7.9	μ 14	μ 17	μ^2 238	μ 24	μ 47	μ^2 1128
19	23	343	1 a ~ 1 b	1 a ~ 1 b	2 (稀3)	7.7	4.6	12.3	27	31	837	26	49	1274
18	22	311	1 a ~ 1 b	1 a ~ 1 b	2 ~ 3	8.0	4.9	12.9	28	30	840	22	47	1034
74	83	61	—	—	—	60	72	64	52	55	28	92	96	89
100	100	100	—	—	—	100	100	100	100	100	100	100	100	100
95	96	91	—	—	—	104	107	105	104	97	100	85	96	81

カ所以上が全部 2 層のもの

中 心 柱						内 皮 細 胞				維 管 束							
大 い さ			針葉との比							維 管 束							
幅 c	厚さ d	面 積 cd× $\frac{\pi}{4}$ (A')	a/c ×100	幅比 c/a ×100	厚さ比 d/b ×100	面積 の比 A'/A' ×100	数	長さ X	幅 Y	面積 XY $\frac{\pi}{4}$	型数	1 コ 型			2 コ 型		
												長径 X	短径 Y	面積 XY $\frac{\pi}{4}$	長径 X	短径 Y	面積 XY $\frac{\pi}{4}$
μ	μ	mm ²					ヶ	μ	μ	μ^2	1 コ 型 : 2 コ 型	μ	μ	μ^2	μ	μ	μ^3
340	224	0.060	66.4	43.2	46.6	30	23.3	37	26	755	21 : 79	179	87	12225	98	74	5693
450	307	0.108	68.4	42.9	44.5	45	24.0	47	34	1254	49 : 51	216	105	17804	118	93	8615
467	305	0.112	65.4	42.5	43.7	26	25.1	45	31	1095	11 : 89	259	119	24194	124	93	9052
76	73	55	97	101	105	67	97	79	76	60	43 : 155	152	94	142	83	80	66
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100 : 100	183	113	206	100	100	100
104	99	103	96	99	98	58	105	96	91	87	22 : 174	219	128	280	105	100	105

第 161 表 クロマツ 26 号

類 別		外 部 形 態										皮 層					節 部
		苗 高		針 葉			直 径			XY $\frac{\pi}{4}$ (A')	表皮	コルク層	皮部細胞層	計(皮層)			
		子葉より下部	子葉より上部	全長	本数	葉長	葉鞘長	横径	縦径						平均		
		cm	cm	cm	本	cm	mm	mm	mm						mm	mm ²	
子葉より 1cm 上部断面	実験値	アカマツ	2.3	4.1	6.4	6.4	3.1	4.1	1.591	1.597	1.594	2.078	18	38	328	384	70
		クロマツ	4.4	2.3	6.7	10.1	3.4	5.0	1.720	1.764	1.742	2.410	21	70	318	409	82
		クロマツ26号	2.2	5.8	8.0	19.3	5.2	5.6	2.258	2.304	2.281	4.112	19	59	386	464	99
	比率	アカマツ	64	178	96	63	91	82	93	91	97	86	86	54	103	94	85
		クロマツ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		クロマツ26号	50	252	119	191	153	112	131	131	131	171	90	84	121	113	121

類 別		外 部 形 態					皮 層					節 部
		直 径		横断面積 XY $\frac{\pi}{4}$ (A')	表皮	コルク層	柔細胞層	計				
		横 径 X	縦 径 Y						平均 X+Y 2 (D')			
子葉より 1cm 下部断面	実験値	アカマツ	mm 1.487	mm 1.513	mm 1.505	mm ² 1.757	μ 20	μ 41	μ 92	μ 153	μ 87	
		クロマツ	1.494	1.501	1.498	1.774	22	48	113	183	84	
		クロマツ 26号	1.987	1.929	1.958	3.985	26	58	99	183	114	
	比率	アカマツ	100	101	100	99	91	85	81	84	104	
		クロマツ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		クロマツ 26号	133	129	131	225	118	121	89	100	134	

すぎなかつたが、数はかえつて 50% も多かつた。気孔が小となり数の増加することは乾燥に対して生理的調節機能を増大した一種の適応現象と認めている。クロマツ 26 号稚苗の気孔は先に述べたように、クロマツに比し多少小型であり数は多かつた。この点は Martin 氏の結果と一致しており、乾燥に対する防禦形態を有しているものと考えることができる。

また、細胞の大きさも耐旱性に関係があり、小さい細胞をもつ植物ほど耐旱性が大であると云われている(大後氏 1943)が、クロマツ 26 号の各種組織の細胞は概してクロマツに類似した大きさを有している。この点からは耐旱性の強弱を論ずることは出来ない。

根の形も耐旱性に関係があり、強大な根を有する品種は当然地中の深い所の水分を吸収することができるので耐旱性が大であることが想像される。クロマツ 26 号の根系は普通のクロマツに比較してその発達が顕著である。

次に耐旱性に対する生理的特性をみるに、Bayles, Taylor および Bartel (1937) によれば小麦における実験結果では、耐旱性の強い品種は乾燥した場合の水分消失速度が遅く、蘇生率が大であつた。また、Sapper (1935) によれば多くの高等植物において耐熱性の強いものは耐旱性も強いことをみている。

(1) 稚苗期における耐旱性

種々の温度で一定時間稚苗を乾燥して水分消失率および枯死率を調べて耐旱性を検定した。

稚苗の茎の形態総括表

木 部										樹 脂 道					髓	
直 径			横断面積 $XY \frac{\pi}{4}$ (A')	仮導管		針葉直 径との 比 D''/D' $\times 100$	針葉断 面積と の比 A''/A' $\times 100$	皮部柔細胞層中			木 部 中			数合計	直径	細胞 の 大 い さ (直 径)
横径	縦径	平均		大い さ	1 列 数			平均 直径 (d)	面 積 $\pi(\frac{d}{2})^2$	μ^2	数	平均 直径 (d)	面 積 $\pi(\frac{d}{2})^2$			
mm	mm	mm	μ^2	μ	コ			コ	μ^2		コ	μ	μ^2	コ	μ	μ
0.692	0.680	0.686	0.340	13.0	23.4	43	18	5.1	54	2684	7.1	16	201	12.2	201	21
0.774	0.754	0.764	0.469	13.3	22.0	44	19.5	5.2	62	3224	7.9	21	346	13.1	270	23
1.167	1.131	1.149	1.058	14.1	33.1	50	26	6.0	63	3244	16.5	21	346	22.5	309	25
89	90	90	72	98	106	98	92	98	87	83	90	76	58	93	74	91
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
157	157	150	226	106	150	114	133	115	101	101	209	100	100	169	114	109

木				部				樹 脂 道				髓	
直 径			横断面積 $XY \frac{\pi}{4}$ (A')	仮 導 管		針葉直 径との 比 D''/D' $\times 100$	針葉断 面積と の比 A''/A' $\times 100$	木 部 中			数合計	直径	細胞 直径
横径 X	縦径 Y	平均 $\frac{X+Y}{2}$ (D'')		大いさ	1 列数			数	平均 直径 d	面 積 $\pi(\frac{d}{2})^2$			
mm 1.023	mm 1.020	mm 1.022	mm ² 0.820	μ 12.8	コ 35.0	68	47	コ 13.8	μ 29	μ ² 660	13.8	μ 233	μ 24
0.957	0.969	0.963	0.735	13.2	30.0	64	41	13.8	28	615	13.8	333	24
1.361	1.368	1.365	1.482	15.0	45.0	70	49	25.2	27	572	25.2	338	28
107	105	106	112	97	117	106	115	100	104	107	100	70	100
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
142	141	142	202	114	150	109	120	184	96	93	183	101	117

その結果は次の通りである (第 162 表)。

第 162 表 稚苗の乾燥抵抗実験

樹 種	稚苗 の日 齢 (日)	乾燥 温度 ℃	乾燥 時間 h	重 量		重 量 差			減少率 %	比率	活着または枯損の別
				乾燥前 mg	乾燥後 mg	平均 mg	最大 mg	最小 mg			
対照(クロマツ)	72	30	3	222	88	134	195	70	60.4	100	活着
クロマツ 26 号	72	30	3	380	197	183	265	110	48.2	80	活着
対照(クロマツ)	74	40	3	349	130	219	400	105	62.7	100	{ 子葉および初生葉変色 し次第に衰弱して枯死
クロマツ 26 号	74	40	3	487	231	256	445	180	52.6	84	活着
対照(クロマツ)	81	50	3	397	105	292	339	169	73.6	100	枯死
クロマツ 26 号	81	50	3	614	170	444	540	30	72.3	98	枯死

備考 (1) 1949 年 3 月 11 日播種

(2) 日齢は播種日から掘取供試日までの日数を示す。

(3) いずれも掘取後 24 時間水耕して実験を開始した。

(4) 供試本数は各組合せとも 20 本。数値はその平均値を示す。

(5) 処理後は約 5~10 日間再び水耕を行い、枯死および蘇生率を調査した。

(6) 減少率 = 重量差 / 乾燥前重量 $\times 100$

(7) 62% 附近が枯死限界のようである。

30°C 3時間乾燥処理区においては苗木 1 本当りの減少率（＝減少重量/乾燥前重量×100）は対照のクロマツが 60.4% であつたのに対してクロマツ 26 号は 48.2% であつて、12.2% 水分の消失量が少ない。対照を 100 として比較すれば 100:80 である。

40°C 3時間乾燥処理区においては苗木の 1 本当り減少率は対照（クロマツ）が 62.7% であつたのに対してクロマツ 26 号は 52.6% であつて、10.1% 水分の消失量が少ない。比率は 100:84 である。

50°C 3時間乾燥処理区においては苗木の 1 本当り減少率は対照（クロマツ）が 73.6% であつたのに対してクロマツ 26 号は 72.3% であり、僅かに 1.3% 少ない。その比率は 100:98 でありほとんど両者相一致する。

以上の実験の結果で明らかなように対照のクロマツに比しクロマツ 26 号は水分の消失率が常に小である。30°C 3時間処理区においてはいずれも全苗木が活着するが、40°C 3時間処理区では対照のクロマツは子葉および初生葉が変化し水耕中に次第に衰弱してついに枯死した。これに反しクロマツ 26 号は活着した。50°C 3時間処理では両者とも枯死した。水分消失率 62% 前後が枯死の限界である。

以上要するに 30°C~40°C 程度の気温による乾燥では、クロマツ 26 号は水分の消失が対照のクロマツに比して著しく少ない。春季の移植または山地植栽の時期の気温は宮崎市附近では平均 10~15°C 前後であり、最高の場合においても 20°C を出ることは少ない（宮崎測候所気象智識普及会気象便覧 1949）。仮に直射日光下において 30°C 3時間の乾燥に遭遇したとしても水分の消失率は対照のクロマツに比しクロマツ 26 号は約 12%（比率において 20%）少ない。この特性は移植に際して活着上きわめて有利な性質といわなければならない。

（2）幼苗期における耐旱性

大土山試験地における実験結果についてのべる。

植栽後における旱天のために全体的に枯損きわめて多く、活着率は低率であつた。第 163 表に示されている通り、アカマツ、アイグロマツ、クロマツおよびクロマツ 26 号それぞれ 21.3, 19.0, 32.7 および 42.5% である（1944 年 1 月調査、植栽後約 9 カ月後）。いずれも植栽本数の半数以下である。これは前述したように 4, 5 月の旱魃によるものである。かくのごとく悪条件下において対照のクロマツ 32.7% の活着に対し、クロマツ 26 号は 42.5% の活着を示し比率において 100:130 であり 30% 大である。

その後も天候および戦乱のための悪条件下にあり、1948 年 11 月の調査では活着本数それぞれ 133, 91, 223 および 69 本であり、活着率はそれぞれ 14.6, 14.9, 21.0 および 33.3% に低下している。しかるに比率においてはクロマツ 100 に対してクロマツ 26 号は 159 であり 59% 大である。すなわち約 1.6 倍の活着比率を示した。すなわち、後年における枯損率もクロマツ 26 号は対照に比して低率である。

第 163 表 大土山試験地植栽のマツ活着率 (全区)

樹 種	植栽 本数 (本)	1944 年 1 月現在				1948 年 11 月現在			
		活着本数 (本)	枯損本数 (本)	活着率 (%)	活着比率	活着本数 (本)	枯損本数 (本)	活着率 (%)	活着比率
アカマツ	909	194	715	21.3	65	133	776	14.6	70
アイグロマツ	609	116	493	19.0	58	91	518	14.9	71
クロマツ	1061	347	714	32.7	100	223	838	21.0	100
クロマツ26号	207	88	119	42.5	130	69	138	33.3	159
合 計	2786	745	2041	26.9	82	516	2270	18.5	88

- 備考 (1) 1940 年 4 月播種, 1941 年 3 月 1 回床替 (於倉吉営林署部内赤碕苗畑)
 (2) 1943 年 4 月植栽 (三次営林署部内大土山試験地)
 (3) 第 1 回枯損調査 1944 年 1 月 16 日~18 日
 (4) 第 2 回枯損調査 1948 年 11 月 24 日~30 日

以上試験地全区における実験結果であつた。前述したように試験地内の地味均一を欠き、また、植栽日が同一日でなかつた関係上、南地区と北地区ではその活着状況に地区別の差があつた。これ等を平均したのが前述の結果であつたが、今植栽初日に植付けを完了した立地条件も比較的近似している第 1 区 (南地区) の活着状況を参考までに掲げることとする (第 164 表)。

第 164 表 大土山試験地植栽のマツ活着率 (第 1 区)

樹 種	植栽 本数 (本)	1944 年 1 月現在				1948 年 11 月現在			
		活着本数 (本)	枯損本数 (本)	活着率 (%)	活着比率	活着本数 (本)	枯損本数 (本)	活着率 (%)	活着比率
アカマツ	294	81	213	27.6	67	63	231	21.4	78
アイグロマツ	240	50	190	20.8	51	39	201	16.3	59
クロマツ	435	179	256	41.1	100	120	315	27.6	100
クロマツ26号	50	37	13	74.0	180	34	16	68.0	246
合 計	1019	347	672	34.1	83	256	763	25.2	91

アカマツ, アイグロマツ, クロマツおよびクロマツ 26 号の植栽本数はそれぞれ 294, 240, 435 および 50 本である。しかして表にみるようにその活着率は 1944 年にはそれぞれ 27.6, 20.8, 41.1 および 74.0% であり, 全区の場合より良好である。特にクロマツ 26 号は活着良好で, 活着比率はクロマツ 100 に対して 180 である。1.8 倍に相当する。

つぎに 1948 年 11 月現在では, 表に示されているように対照のクロマツの活着率 27.6% に対しクロマツ 26 号は 68.0% であり, その比率は 100:246 で約 2 倍半に相当する。かくのごとく第 1 区だけからみればクロマツ 26 号の活着率は極めて優良であるが, 試験木の植栽本数が少ないうらみがあるから, 先に述べた全区の試験結果を参照するのが合理的であろう。

以上要するに山地植栽試験による活着はクロマツ 26 号優秀であり, 対照のクロマツの 1.5~2.5 倍の活着率を有するものと判断して大誤無いものと考えらる。

2. 苗木の抗毒性

品種の識別や耐寒性, 耐病性等を検定する方法として或る種の薬液に対する抗毒性を検し

てその強弱を間接的に検定する方法がしばしば用いられている。山崎氏 (1929, 1931, a, b, c) ははじめ農作物についてかような関係のあることを発見し、その後三木氏 (1933) は枇杷について、堀田氏 (1935) は桑について、志村氏 (1940) は茶樹について同様な研究を行つてゐる。また、山崎氏 (1933) は林木についても実験を行い、スギおよびアカマツ品種の塩素酸加里に対する抗毒性の強弱を調べて、抗毒性の弱い品種は概して耐寒性が強いことを見、中村氏 (1940) もマツの品種についてその傾向を認め、鈴木氏 (1936) はスギについて同様な関係があることを追試している。また、原田・柳沢両氏 (1946) も同様な関係をトドマツについて認めている。氏等はいずれも稚苗期における塩素酸加里に対する抵抗性を検して耐寒性の強弱を論じているのである。品種の鑑別或いは植栽区域の選定上きわめて便利な方法と云わなければならない。

次にクロマツ 26 号および対照木の苗木に対して行つた塩素酸加里および食塩水に対する抗毒性の実験結果についてのべる。2 溶液の実験濃度を選定するまでには数回予備実験を繰り返し、致死濃度前後のものを使用することとした。

(1) 塩素酸加里に対する抗毒性

葉液浸漬中に次第に被害徴候の表われる個体もあるが、多くは葉液浸漬を完了し水耕に移つた後に変化を表わす。被害状況の大小によりこれを 5 段階に分ち、極微害、微害、中害、著害、激害としこれを数値で表わして比較を試みることにした。なお、このほかに全然被害を受けない無害と全く枯死した枯死の両区分を設けた。これ等各区の被害徴候とその度を表わす被害指数は第 165 表に示す通りである。

第 165 表 害 徴 指 数

被害区分	指数	徴	候
無 害	0	害徴を認めない	
極微害	1	下方の初生葉僅かに変色	
微 害	2	幹の下方より 2/3 程度までの初生葉害徴を現わし、かつ各初生葉は 1/3 位まで変色	
中 害	3	全初生葉に害徴現われかつ各初生葉の 1/2 位まで変色	
著 害	4	全初生葉の 2/3 位まで変色	
激 害	5	全初生葉のほとんど大部分変色	
枯 死	6	完全に変色枯死	

塩素酸加里処理後の葉色の変化は比較的急激である。0.1 および 0.2% 溶液では 5 分間水耕すれば各区の抵抗性を充分比較対比することができる。供試木各々の害徴指数を合計平均しこれを表示すれば第 166 表の通りである。日を経るに従い害徴指数は大となる。

先ず 0.1% 区についてみるに第 1 日目は対照 0.55, クロマツ 26 号 1.25 であり、僅かにクロマツ 26 号の方が被害が大である。日を経るに従いいずれの区も害徴が次第に現われるが、クロマツ 26 号の方がはなはだしい。第 5 日目になれば、対照区の 2.85 に対しクロマツ

第 166 表 塩素酸加里抗毒試験

濃度 %	日 数 樹 種	1	2	3	4	5
0.1	対照(クロマツ)	0.55	1.10	2.10	2.50	2.85
	クロマツ 26 号	1.25	2.20	3.05	3.55	4.10
0.2	対照(クロマツ)	1.00	2.00	2.95	3.65	4.30
	クロマツ 26 号	1.95	3.00	4.25	4.60	5.20

備考 (1) 1949 年 3 月 11 日播種, 7 月 1 日 (塩素酸加里の場合)
) および 7 月 12 日 (食塩水の場合) 掘取り, 2 昼夜
 水耕の後 1 昼夜葉液浸漬, 充分水洗後再び水耕
 (2) 掘取後の実験操作はすべて日光の直射を受けない室内
 において実施 (温度および湿度表参照)

26 号は 4.10 であり, 枯死または
 枯死に類する個体が多い。

0.2% 区は, 第 1 日目は対照
 1.00 に対しクロマツ 26 号 1.95
 であり僅かに被害が大であるが,
 第 5 日目には対照 4.30, クロマ
 ツ 26 号 5.20 であり, 大半は枯
 死している。

以上要するに, クロマツ 26 号
 は対照のクロマツに比し塩素酸加里に対する抗毒性は弱い。従来の研究者の結果に従えばクロ
 マツ 26 号は一般クロマツよりも耐寒性が強いということになる。

(2) 食塩水に対する抗毒性

第 167 表に示した通り, 被害の進行速度は塩素酸加里の場合に比較して緩慢である。すなわ
 ち, 10% 区において第 1 日目には, 対照およびクロマツ 26 号の害徴はそれぞれ 0.30 および
 0.30 であり同等であるが, 5 日目にようやく 1.85 および 2.55 となりクロマツ 26 号が僅かに
 大である。11 日目に至れば両者とも被害大となり, それぞれ 4.65 および 5.30 となつて枯死
 または枯死に近いものが多くなる。しかし, クロマツ 26 号の方が概して被害が大である。

第 167 表 食 塩 水 抗 毒 試 験

濃度 %	日 数 樹 種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	対照(クロマツ)	0.30	0.55	1.00	1.45	1.85	2.10	2.55	3.10	3.60	4.15	4.65
	クロマツ 26 号	0.30	0.90	1.40	1.80	2.55	2.65	3.20	3.90	4.45	4.85	5.30
12	対照(クロマツ)	0.30	0.60	0.95	1.55	1.95	2.35	3.00	3.45	4.00	4.30	4.85
	クロマツ 26 号	0.45	1.00	1.40	1.60	2.30	2.80	3.40	3.90	4.40	4.70	5.20

12% 区においても類似するが, 10% 区に比しいずれも被害が顕著に現われる。すなわち,
 第 1 日目において対照のクロマツ 0.30 に対しクロマツ 26 号は 0.45, 第 5 日目にはそれぞ
 れ 1.95 および 2.30 第 11 日目にはそれぞれ 4.85 および 5.20 である。

以上要するに食塩水 10 および 12% 区においては塩素酸加里の場合に比し害徴の変化が緩
 慢である。しかし対照のクロマツに比しクロマツ 26 号は抵抗性が弱い。

山崎氏 (1931) によれば塩素酸加里により植物が害作用を受けるのは塩素酸加里が植物体内
 で還元されて生じた次亜塩素酸の作用によるのであつて, 塩素酸加里そのものの害作用ではな
 いとしている。したがつて品種間の抗毒性の差違は植物体中の還元性物質含有量の多少に基因
 すると称している。

食塩水に対する抵抗性の意義が塩素酸加里に対する場合と類似したものであるか否かは疑問であるが、この両者に対する反応が、敏感度の差違はあつたが同傾向であつたことは興味が深い。食塩水に対する抵抗性の弱いことによつて海岸地帯への植栽には不適であることが暗示されている。

3. 生 長 量

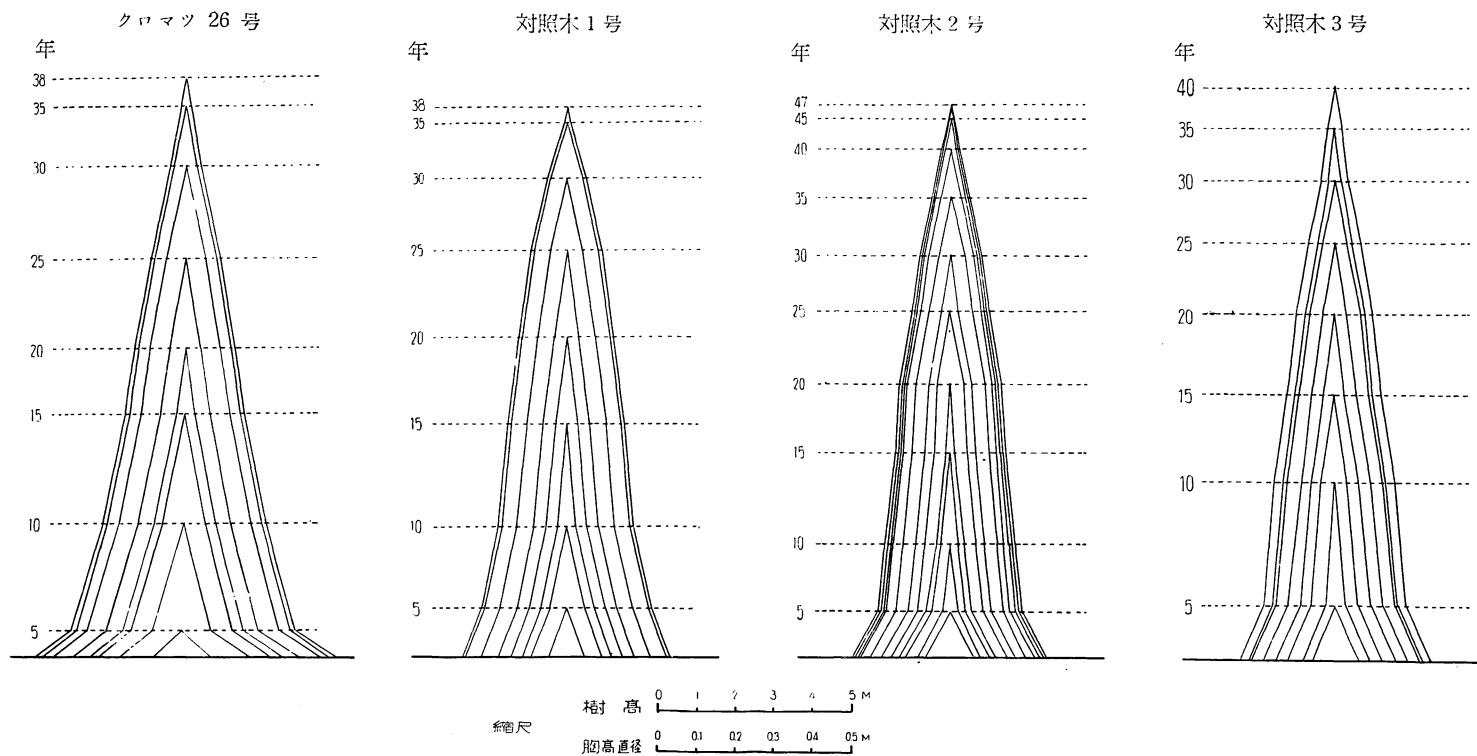
林木の育種の目標には種々あるが、生長量が大きい品種、系統を育成することは最も大きな目的である。生長量が增大すれば、材の軟弱ということも一応考えられるが、使用の目的によつてはかえつて好都合の場合もある。また、生長の速いものが必ずしも材が軟弱であるとは限らない。クロマツ 26 号の稚苗の形態が大きいのは、細胞の大きさが大きいのであるためではなく、概して各器官組織の細胞数が多いためであることは先に述べた通りである。本項においては、先ずクロマツ 26 号母樹そのものはいかなる生育状況を示しているかという点を、樹幹折解に準じた方法で示し、ついでその子孫の苗木について稚苗期および幼齡期の生長が対照のクロマツと比較した場合、いかにどの生長の差違を示すかという点に關しての 実験結果をのべる。

(1) クロマツ 26 号母樹の生長量 (第 168, 169 表。第 7 図)

第 168 表は樹齡を 5 カ年ごとに括約して表示してあるが、實際の測定に當つては毎年生長した部分の節間長および各部の中央直径を測定して、これをそれぞれ計算し 5 カ年ごとに集計して本表を作製した。第 168, 169 表はいずれの供試木も樹齡 38 年現在の胸高直径、樹高および材積を計算して表示したものである。クロマツ 26 号は対照木に比し、樹高生長並びに直径生長いずれも大であるが、特に直径生長が旺盛である。しかもこの生長は現在においても上昇しつつある。38 年現在の樹高は、対照木平均 13.84 m に対してクロマツ 26 号は 15.12 m、比率は 109.2% に當る。胸高直径はそれぞれ 0.40 m, 0.55 m であり、比率は 137.5% であ

第 168 表 クロマツ 26 号母樹および対照木の樹幹折解 (1)

供試木	樹齡	樹 高 H (m)	直 径 D (m)	材 積 V (m³)	供試木	樹齡	樹 高 H (m)	直 径 D (m)	材 積 V (m³)
ク ロ マ ツ 2 6 号	5	0.83	0.580	0.005278	対 照 木 2 号	5	1.24	0.375	0.003504
	10	3.49	0.425	0.054113		10	2.97	0.335	0.011275
	15	6.07	0.315	0.140206		15	5.30	0.285	0.020343
	20	8.08	0.265	0.211750		20	7.13	0.265	0.052044
	25	10.42	0.185	0.463005		25	9.11	0.205	0.118404
	30	12.83	0.080	0.890087		30	10.47	0.160	0.206774
	35	14.39	0.025	1.196950		35	11.97	0.095	0.399314
	38	15.12	0	1.382651		40	13.20	0.045	0.554604
対 照 木 1 号	5	1.27	0.445	0.002493	対 照 木 3 号	45	14.03	0.016	0.647620
	10	3.37	0.350	0.022878		47	14.36	0	0.790147
	15	6.05	0.305	0.048316		5	1.42	0.370	0.004013
	20	8.34	0.245	0.113988		10	4.59	0.315	0.015043
	25	10.61	0.185	0.226426		15	6.88	0.245	0.065238
	30	12.48	0.100	0.503641		20	9.07	0.200	0.145089
	35	13.93	0.015	0.875468		25	10.84	0.140	0.232756
	38	14.32	0	0.998293		30	12.40	0.070	0.353132
						35	13.75	0.037	0.430242
						40	14.79	0	0.800775



第7図 クロマツ 26 号母樹および対照木の樹幹析解図

第 169 表 クロマツ 26 号母樹および対照木の樹幹析解 (2)

供試木	実 験 値			比 率		
	胸高直径 m	樹 高 m	材 積 m ³	胸高直径 %	樹 高 %	材 積 %
クロマツ26号	0.550	15.12	1.382651	137.5	109.2	188.3
対照木 1号	0.440	14.32	0.998293	110.0	103.5	136.0
2号	0.375	12.71	0.497967	93.8	91.8	67.8
3号	0.385	14.49	0.706490	96.3	104.7	96.2
平均	0.400	13.84	0.734250	100.0	100.0	100.0

備考 各供試木の現在 (1952 年) の樹令は、クロマツ 26 号 38 年、対照木 2 号 47 年、対照木 3 号 40 年であるが、各供試木 38 年生現在の胸高直径、樹高および材積を算出したのが上表である。

る。これを材積に換算すればそれぞれ 0.7325 m^3 , 1.38265 m^3 , 比率は実に 188.3% である。クロマツ 26 号は約 2 倍近い材積生長をなしている。この状況は第 7 図においてさらによく認めることができる。このように生長の旺盛である母樹に着生した天然交雑の種子から生じた稚苗および幼齢木はいかような生長をなすであろうか。これについては次節でのべる。

(2) F₁ 稚苗期の生長量

(A) 〔実験 1〕 播種後約 4 カ月後の稚苗の上長生長

結果は第 170 表に示す通りである。対照のクロマツの最大は 37 号の 6.3 cm, 最小は 40 号の 4.9 cm である。これに対してクロマツ 26 号は 6.8 cm を示し最大である。

第 170 表 稚苗の生長量 (1)

番号	樹 種	苗高 cm	測定本数 本	番号	樹 種	苗高 cm	測定本数 本
26	ク ロ マ ツ	6.8	227	38	ク ロ マ ツ	5.3	67
27	ク ロ マ ツ	5.9	93	39	ア カ マ ツ	4.4	53
28	ク ロ マ ツ	6.2	69	40	ク ロ マ ツ	4.9	63
29	ア カ マ ツ	5.0	73	42	ク ロ マ ツ	5.0	150
32	アイグロマツ	5.9	80	44	ク ロ マ ツ	5.6	228
33	アイグロマツ	4.6	82	45	ア カ マ ツ	4.9	66
35	ク ロ マ ツ	5.5	140	49	アイグロマツ	5.5	78
37	ク ロ マ ツ	6.3	61	計	—	—	1530

備考 1939 年 3 月 15 日農林省林業試験場第 4 苗圃へ播種, 1940 年 7 月 18 日苗高測定

(B) 〔実験 2〕 播種後約 1 年 8 カ月の稚苗の根元直径および上長生長

結果は第 171 表に示す通りである。

まず根元直径についてみるにクロマツ 1.94 mm に対してクロマツ 26 号は 2.90 mm, 約 1 mm 大である。比率は 100 : 149 でクロマツの約 1.5 倍に相当する。アカマツおよびアイグロマツはいずれも小である。

苗高は対照のクロマツは平均 6.61 cm であるのに対しクロマツ 26 号は 8.50 cm で、その比率は 100 : 129 である。約 1.3 倍に相当する。アカマツおよびアイグロマツはクロマツ 26

第 171 表 稚苗の生長量 (2)

樹 種	根 元 直 径				苗 高				実験 本数 本
	平 均 mm	最 大 mm	最 小 mm	比 率	平 均 cm	最 大 cm	最 小 cm	比 率	
ア カ マ ツ	1.77	3.5	0.5	91	7.43	12.0	3.0	112	1077
アイグロマツ	1.84	3.5	0.5	95	7.72	15.0	4.0	117	786
ク ロ マ ツ	1.94	4.5	0.5	100	6.61	12.0	2.5	100	1078
クロマツ26号	2.90	5.0	1.0	149	8.50	15.0	3.5	129	203
合 計	—	—	—	—	—	—	—	—	3144

備考 (1) 1940 年 4 月倉吉営林署部内赤崎苗畑 (鳥取県) に播種

(2) 1941 年 3 月に 1 回床替のものを同年 11 月 18~25 日調査

号よりは小であるが、クロマツはいずれよりも大である。直径はこれより小であつた。

以上要するに、クロマツ 26 号は一般のクロマツに比して東京および鳥取両地方において、直径生長も上長生長も極めて旺盛であることが分つた。

(C)〔実験 3〕 播種後約 4 カ月の稚苗の重量、幹径、幹長および根長

結果は第 172 表に示す通りである。クロマツ重量 662.5 mg に対してクロマツ 26 号は 1076.8 mg, その比率はそれぞれ 100 : 163 であり、約 1.6 倍に相当する。幹径、幹長それぞれ 120%, 130% を呈する。根長はほぼ相等しい。

第 172 表 稚苗の生長量 (全期間) (3)

樹種	測定項目	平 均	最 大	最 小	比率
クロマツ	重量 (mg)	662.5	870	360	100
	幹径 (mm)	1.105	1.43	0.92	100
	幹長 (cm)	4.70	6.0	3.5	100
	根長 (cm)	29.24	39.0	19.0	100
クロマツ 26号	重量 (mg)	1076.8	1470	775	163
	幹径 (mm)	1.328	1.53	1.14	120
	幹長 (cm)	6.10	7.5	5.0	130
	根長 (cm)	29.88	40.0	26.0	102

(D)〔実験 4〕 播種後約 3 カ月の
稚苗の一定期間内 (17日間)
における生長量

実験試料は前実験のものと全く同じである。5 月 31 日から 6 月 17 日に至る 17 日間の苗木の生長量を測定した。本数はおのの 40 本である。5 月 31 日調査の苗木と 6 月 17 日調査の苗木は別個体である。一度掘起せば一時生長が停止または衰えることが予想されるから別個体を使用した。

以上のようにして比較した結果は第 173 表に示す通りである。17 日間に 1 本当りクロマツは 68 mg, クロマツ 26 号は 157 mg の生長をなしている。すなわち、その比率は 100 : 231 である。約 2.3 倍の生長をとけている。

備考 (1) 種子 1948 年秋採集のもの (クロマツ種子は宮崎市内宮崎農専下北方実験林産)
(2) 播種 1949 年 3 月 11 日
(3) 播種床 圃場の植土を盛れるワグナーポット
(4) 掘取 1949 年 7 月 1 日
(5) 生育期間 112 日間
(6) 供試本数各種とも 40 本

第 173 表 稚苗の生長量 (一定期間) (4)

樹 種	5 月 31日の 重量 mg	6 月 17日の 重量 mg	生長量 mg	比率	実験数 本
クロマツ	397	465	68	100	40
クロマツ 26号	614	771	157	231	40

備考 (1) 試験材料は前表のものと同様である。
(2) 本表内数字は、5 月 31 日~6 月 17 日 (17日間) 間における 1 本当り平均重量の変化を示す。

以上4つの実験結果を総合して考察すれば、クロマツ 26 号の稚苗の生長は現地産或いは暖地宮崎産クロマツ稚苗と比較して、直径、上長、および重量生長いずれもきわめて旺盛であるといふことができる。

(3) F₁ 幼齡期の生長量

種子の巨大性は稚苗期の生長に関係が深いことが想像される。発芽当初胚乳から充分な栄養物を得て順調に生長することは爾後の生長を有利に導く。スギでは種子の活力の大小は1年生苗木の生長に顕著に影響し、引続き2年生までは影響が残るが、3年生苗になればその影響は消滅して、その後の生長はもつばら環境の優劣および遺伝的素質いかんによつて左右される(外山1948)。この事実は他の樹種に類推される。クロマツ 26 号の苗木が稚苗期において極めて旺盛な生長をなしたのは種子の巨大性による影響ということも一応考慮する必要がある。しかしながら数年或いはそれ以上経過してもなお生長が旺盛であるならば、クロマツ 26 号本来の先天的形質によるものと云わなければならない。本節においてはこの点について吟味を行うこととする。大土山試験地に植栽した試験木のうち活着したものについて生長量の調査を行い、対照のクロマツとクロマツ 26 号の生長量の差違を明らかにしたが、その結果は次の通りである。

(A) 1947 年 8 月現在(樹齡 7 年 4 カ月)(第 174 表)

根元直径生長は対照クロマツの 4.59 cm に対し、アカマツ、アイグロマツ、クロマツおよびクロマツ 26 号それぞれ 4.00, 3.97, 4.59 および 5.56 cm であり、対照クロマツを 100 としてその比率をとれば 87:86:100:121 である。クロマツ 26 号は約 1.2 倍の生長をなす。

樹高生長はアカマツ、アイグロマツ、クロマツおよびクロマツ 26 号それぞれ 1.90, 1.98,

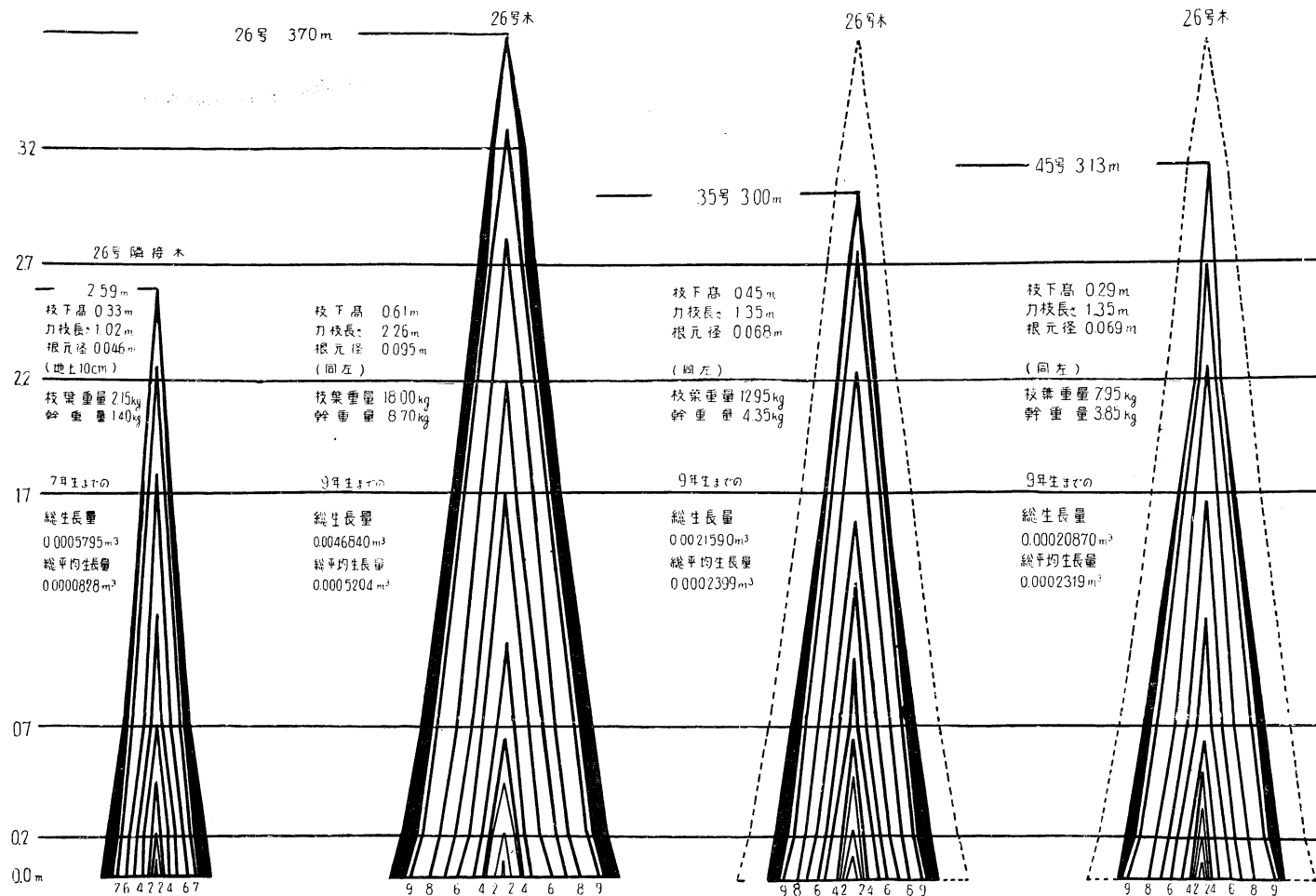
第 174 表 大土山試験地マツ生長量調査

測定年月	樹 種	測 定 値				比 率				実験 数 本
		直径 cm	樹高 m	枝張 m	材積 cm ³	直径	樹高	枝張	材積	
1947 年 8 月現在	ア カ マ ツ	4.00	1.90	0.91	796	87	93	89	71	133
	アイグロマツ	3.97	1.98	0.92	817	86	97	90	73	91
	ク ロ マ ツ	4.59	2.04	1.02	1125	100	100	100	100	223
	クロマツ 26 号	5.56	2.58	1.25	2088	121	126	123	186	69
1948 年 11 月現在	ア カ マ ツ	6.04	2.33	1.15	2225	90	90	89	73	133
	アイグロマツ	5.71	2.47	1.12	2108	85	95	87	69	91
	ク ロ マ ツ	6.72	2.59	1.29	3062	100	100	100	100	223
	クロマツ 26 号	8.46	3.44	1.54	6446	126	133	120	210	69
同上期 間中の 生長量	ア カ マ ツ	2.04	0.43	0.24	1429	96	78	89	74	133
	アイグロマツ	1.74	0.49	0.20	1291	82	89	74	67	90
	ク ロ マ ツ	2.13	0.55	0.27	1937	100	100	100	100	209
	クロマツ 26 号	2.90	0.86	0.29	4358	136	156	107	225	69
合 計	—	—	—	—	—	—	—	—	—	501

備考 (1) 1940 年 4 月播種, 1941 年 3 月 1 回床替(倉吉営林署部内於赤碓苗畑)

(2) 1943 年 4 月植栽(三次営林署部内大土山試験地)

(3) 1947 年 8 月 21~22 日および 1948 年 11 月 24~30 日調査



第8図 クロマツ 26 号幼齡木および対照木の樹幹析解図

2.04 および 2.58 m であり、対照クロマツを 100 としてその比率をとればそれぞれ 93 : 97 : 100 : 126 である。クロマツ 26 号は約 1.3 倍の生長をなす。

これを材積に換算（円錐形として計算すなわち $\frac{1}{3}(D/2)^2 \pi h$ ）すればそれぞれ 0.000796, 0.000817, 0.001125 および 0.002088 m³ である。対照クロマツ 100 に対してクロマツ 26 号は 186 に当り約 1.9 倍の材積を有する。

枝張（最大枝の投影長）の比率は 100 : 123 であつて同じく大である。

(B) 1948 年 11 月現在（樹齡 8 年 7 カ月）

根元直径生長はアカマツ、アイグロマツ、クロマツおよびクロマツ 26 号それぞれ 6.04, 5.71, 6.72 および 8.46 cm であつて、対照クロマツを 100 としてその比率をとればそれぞれ 90 : 85 : 100 : 126 である。クロマツ 26 号は前年に比し 5 % 増大している。

樹高生長はそれぞれ 2.33, 2.47, 2.59 m および 3.44 m であつて、その比率は 90 : 95 : 100 : 133 となり、クロマツ 26 号は前年に比し 7 % 増大している。

材積生長はそれぞれ 0.002225, 0.002108, 0.003062 および 0.006446 m³ であつて、その比率は対照のクロマツ 100 に対しクロマツ 26 号は 210 に相当し実に 2.1 倍に相当する。材積は半径の 2 乗に比例するので、直径の増加は著しい材積の増加をきたす。

クロマツ 26 号の枝張は前年に比し 29 cm の増大であるが、比率においては 120 % であり、対照クロマツに比すれば前年よりかえつて 3 % 減少している。

(C) 15 カ月間の生長量（自 1947 年 8 月至 1948 年 11 月）

根元直径はアカマツ、アイグロマツ、クロマツおよびクロマツ 26 号それぞれ 2.04, 1.74, 2.13 および 2.90 cm であつて、対照のクロマツを 100 としてその比率をとればそれぞれ 96 : 82 : 100 : 136 である。クロマツ 26 号は約 1.4 倍に相当する。すなわち、直径生長は対照に比して次第に増大しつつある。

樹高はそれぞれ 0.43, 0.49, 0.55, 0.86 m であつて、その比率はそれぞれ 78 : 89 : 100 : 156 である。クロマツ 26 号は約 1.6 倍に相当し対照に比較して次第に増大しつつある。

材積はそれぞれ 0.001429, 0.001291, 0.001937 および 0.004358 m³ にして、その比率はそれぞれ 74 : 67 : 100 : 225 である。すなわち、クロマツ 26 号は同期間中に対照のクロマツの約 2.3 倍の生長をなす。

枝張はその比率においてクロマツ 26 号は 107 であつて、かえつて前年より減少しつつあることを示す。

以上説明したように、樹齡 7 年 4 カ月から 8 年 7 カ月の時期におけるクロマツ 26 号の生長は対照クロマツに比し、直径生長は約 1.2~1.4 倍樹高生長は 1.3~1.6 倍材積成長に至つては 1.9~2.3 倍という顕著な生長をなす。第 174 表においてわかる通りクロマツ 26 号の生長は次第に増加の方向に向つてゐる。幼齡期におけるクロマツ 26 号の生長の旺盛であるのは種

子の巨大性に基くものではなく、先天的形質によるものであると考えられる。

宇都宮大学農学部岡本健治氏は、クロマツ 26 号子孫の材質および生長量の優劣を調査する目的をもつて大土山試験地における試験木を伐採し(1949 年 6 月 19 日)樹幹析解を行つた。その結果は第 8 図に示す通りである。クロマツ 26 号、クロマツ (35 号)、アイグロマツ (45 号) および地元産の隣接木(クロマツ)について、各樹種のほぼ平均の根元直径、樹高を有する個体を調査したものである。クロマツ 26 号の生長の巨大性を充分表わしている(外山、永田、岡本、吉田 1952)。

以上要するにクロマツ 26 号の幼齡樹は普通のクロマツに比し直径および樹高生長 1.2 倍以上、材積成長は 2 倍以上の生長をなすことが明らかとなつた。

〔Ⅲ〕 細胞遺伝学的特性

クロマツ 26 号は以上述べたように、外部および内部形態学的、生理学的に種々の特性を有するのであるが、これ等の特性に関する研究はさらに細胞学的および遺伝学的研究と相俟つて充分なる結果を期待することができるのである。しかしながら林木においては、その研究に種々の不便があり、また、開花結実、生殖生理等に関しては不明の点も多く、急にその成果を期待することは困難である。また、マツにおいては授粉後の結実は翌年となり、なおまたその子孫が生長して開花結実し F₁ の種子を得るまでに少なくも 6～7 年以上の年月を要する等の困難がある。従来の実験の結果現在までに判明した事実は九牛の一毛にすぎず、今後の研究に期待するところが多いわけである。ここには、クロマツ 26 号の減数分裂の観察および交雑実験に関する 2, 3 の成果についてのべる。

1. 細胞学的特性

1950 年 4 月上旬および 1951 年 3 月下旬の 2 回にわたりクロマツ 26 号母樹生育地に赴き材料を採取して花粉分裂を観察した。分裂の時期は年により多少の変動がある。クロマツ 26 号の花粉分裂の時期は一般のクロマツより約 7～10 日間遅れる。

雄花は新条の基部にかたまつて生じ黄赤紫色を帯び、基部は楕円、先端は円錐形である。薄い胞子葉が軸のまわりに集まり、各小胞子葉の下面に 2 箇づつの小胞子嚢がみえている。クロマツ 26 号の雄花は一般のクロマツより大である。固定に際しては外側の鱗片をピンセットで除去することが必要である。

平吉、中村、狩野氏(1943)が述べているように、アカマツおよびクロマツは $n=12$, $2n=24$ の染色体を有する。氏等のアイグロマツにおける観察では複合染色体或いは 1 価染色体を見出している。すなわち、17 観察中、

- | | |
|------------------------------------|----------------------------|
| (1) $1_{IV}+10_{II}$ (10 細胞) | (2) $11_{II}+2_{I}$ (3 細胞) |
| (3) $1_{III}+10_{II}+1_{I}$ (1 細胞) | (4) 12_{II} (3 細胞) |

なる結果を得ている。12_{II} は比較的少なく多くは不規則な接合をなし雑種性であることを証明している。

さてクロマツ 26 号花粉分裂においては平吉氏等のアイグロマツの分花分裂において観察したような複合染色体或いは 1 価染色体は全然みられなかつた。同氏等が一般クロマツにおいて観察したのと類似の 12_{II} の分裂像が観察された。すなわち、クロマツ 26 号は細胞学的には雑種のものではなく、普通のクロマツと同じ染色体構成を有することが証明された。

2. 遺伝学的特性

本項においてはクロマツ 26 号の稔性を中心とした交雑実験および F₁ 形態の分離、F₁ に着生した毬果および種子の特性についてのべる。なおまた交雑実験に関連して開花の時期、雌雄花の着生歩合、毬果の開鱗時期に関しても便宜上本項において述べることとする。

(1) 開花時期

植物は種により生長の時期や生殖の時期を異にする。同一種でも地方的に趣を異にする。マツ類は通常 4 月から 5 月にかけて開花し交雑を行うが、水平または垂直分布の異なるにしたがいその適期が異なる。開花の時期に最も大きな影響を与えるのは温度である。北方のものを南方に移植すれば一般に花期は早目に現われる。温度の高低により開花の時期を異にするので同一地方でも年により交雑時期が異なる。

1938 年 (昭和 13 年) 帽子取国有林において行つた観察によれば、クロマツは 4 月 15 日～20 日、アカマツは 25 日ころまでは雄花が飛散しない。交雑を行う場合にはこのころが袋掛けの適期である。交雑の最適期はクロマツ 4 月 22 日～27 日、アカマツは 5 月 1 日～5 日ころであつた。

次に 1943 年 5 月 1 日～5 月 15 日の調査の結果を表示すれば第 175 表の通りである。1938 年に比すれば全般的に 1～2 週間おそい。5 月 2 日の調査では雄花の開花が 0% のものから 100% のものまで種々の段階がある。また、雌花の開花時期も個体により異なり、5 月 1 日から 5 月 12 日まで 10 日以上之差違があり袋掛けの時期を異にする。交雑適期も 5 月 2 日から 5 月 14 日まで種々である。クロマツ 26 号は 5 月 2 日には雄花は全部開花している。花粉飛散は 4 月末から 5 月はじめである。交雑は 5 月 2 日ころを最適とした。クロマツ 26 号の花粉分裂はクロマツよりおくれクロマツとアカマツの間であるが、その後の発達はすみやかで花期は早い方である。

一般にクロマツはアカマツより開花が早い。しかし同じクロマツまたはアカマツでも個体により雄花または雌花の開花時期を異にするものが多い。ある個体は雌花が先に開くが、ある個体では雄花が先に開く。自然においてはなるべく自体の花粉を受けないように雌雄花の開花にずれがあるのである。しかしある個体はほとんど同期に雌雄花が開花する。

アカマツおよびクロマツの花粉の寿命は相当長い。発芽試験を行うには蔗糖 5～20% 加用、

第 175 表 開 花 期

番号	樹 種	5 月 2 日 開花歩合 %	♀ 交雑適期 月日	花 粉 採取適期 月日	番号	樹 種	5 月 2 日 開花歩合 %	♀ 交雑適期 月日	花 粉 採取適期 月日
1	ク ロ マ ツ	90	—	5. 2	31	ク ロ マ ツ	100	5. 3	5. 1
2	〃	—	5. 3	—	32	アイグロマツ	100	5. 4	5. 1
3	〃	90	5. 2	5. 2	33	〃	20	5. 7	5. 6
4	〃	30	—	5. 4	34	〃	—	5. 7	—
5	〃	—	—	—	35	ク ロ マ ツ	80	5. 4	5. 3
6	〃	90	5. 3	5. 2	36	〃	60	5. 6	5. 5
7	〃	—	5. 4	—	37	〃	60	5. 7	5. 5
8	アイグロマツ	0	5. 9	5. 9	38	ア カ マ ツ	0	5.12	5.10
9	ク ロ マ ツ	100	5. 3	5. 1	39	〃	0	5.14	5.12
10	〃	90	5. 3	5. 2	40	ク ロ マ ツ	90	5. 7	5. 6
11	〃	—	—	—	41	〃	80	5. 7	5. 6
12	〃	—	5. 3	—	42	〃	90	5. 5	5. 3
13	〃	—	5. 2	—	43	〃	100	5. 7	5. 1
14	〃	—	—	—	44	〃	100	5. 4	5. 1
15	〃	0	5.10	5.10	45	ア カ マ ツ	0	5.10	5. 9
26	〃	100	5. 2	5. 1	46	〃	0	5.12	5.11
27	〃	60	5. 4	5. 4	47	〃	0	5.13	5.12
28	〃	100	5. 4	5. 1	48	〃	0	5.12	5.10
29	ア カ マ ツ	0	5.11	5.10	49	アイグロマツ	0	5.12	5.11
30	〃	0	5.11	5.10	50	ク ロ マ ツ	60	5. 4	5. 4

備考：(1) 1943 年 5 月 1 日～5 月 15 日調査 (2) —は♀またはなきもの

2% 寒天培養基に培養し 20℃ 中で 48 時間で完全に発芽する。発芽容易であり、寿命も長い。帽子取国有林のようなアカマツおよびクロマツの混生林ではクロマツの花粉がほとんど飛散した後でも、空气中に花粉が浮遊して残るか、または遠隔の地から飛来すれば、花期のおくれたアカマツの胚珠へクロマツの花粉が附着して授粉される機会が起る。クロマツの方が一般に開花期が早いので、クロマツへアカマツの花粉が飛来する機会は前者よりは少ないわけである。しかし第 175 表でわかる通り、クロマツの開花のおそい個体と、アカマツの開花の早い個体はその開花期がある期間は一致するからそれ等の間では交雑の機会があるものと思わなければならない。なおまたアイグロマツは一般にクロマツとアカマツの中間的開花期を有するから三者間の交雑の機会は起り得るものと想像される。

帽子取国有林は日本海岸から直線距離にして約 6～8 km 奥地にあり、海拔高は 200～300m である。海岸よりは 2～3 度気温が低い。帽子取国有林の北方海岸防風林をなす西大野国有林は前所に比し数日開花期が早い。また、西方にそびえる大山の中腹に位する大山国有林は気温は数度低く、年により 4 月上旬まで雪をいただく。大山国有林では一般に開花期は 10 日おそい。かように相隣る同一地区においても海岸からの距離、海拔高等により開花交雑時期は数日～2 週間異なる。

以上のような関係にあるので、アカマツ、クロマツおよびアイグロマツの混生母樹林である帽子取国有林は同林内の各樹木の花粉が互に交雑するほか、前記の西大野、大山等から風に乗つて飛来する花粉によつても多少は交雑の機会に恵まれるものとみななければならない。天然生林である関係で、その祖先においてアカマツ、クロマツおよびアイグロマツ間に複雑な交雑が行われた結果、種々の段階のアカマツとクロマツの雑種が混生していることが想像される。クロマツ 26 号の開花期は早い方に属するからその雌花はクロマツの花粉を受ける機会が多いが、多少はアイグロマツおよびアカマツの花粉も受ける可能性があるともみななければならない。

以上要するにクロマツ 26 号の開花期は早い方に属し、主としてクロマツの花粉を受ける機会が多いが、多少はアイグロマツおよびアカマツの花粉を受ける可能性がある。

(2) 雌雄花着生歩合

アカマツおよびクロマツは雌雄同株であつて、同一個体に雌花および雄花を着生することは周知の通りである。しかしながら各個体ごとに雌花および雄花を着生しているとは限らない。雌雄両花を均等に着生しているものはむしろ少なく、大部分の個体はいずれかを多く着け、極端な場合は全く一方の花を着生しない。クロマツ 26 号と比較のために 30 個体について観察した結果は第 176 表に示す通りである。母樹全体を通観して、最も多く着生しているものを 10、皆無のものを 0 として 10 段階に区別して個体ごとに雌花および雄花の着生歩合を観察し

第 176 表 アカマツ、アイグロマツおよびクロマツの雌雄花分配表

雌花	雄花	母 樹 番 号	母樹 本数	比率
皆 (10)	無 (0)	34	1	3.3
多 (9~7)	少 (1~3)	31, 38, 40, 42, 46	5	16.7
同 (6~4)	同 (4~6)	9, ⑮, 26 27 32 ③③ ③⑤ 37, 39, 41, ④③ 44, 45, 48, 50	15	50.0
少 (3~1)	多 (7~9)	8 10 28 29 30 36 47 49	8	26.7
無 (0)	皆 (10)	4	1	3.3
計		—	30	100.0

註 1. 母樹番号に○印を附したものは雌雄の着花歩合 5:5 にして全く同程度のものである。同欄のその他のものは 4:6 または 6:4 の着花率を有するものである。

2. 本調査は 1943 年 5 月 1 日～5 月 15 日の調査である。

た。しかる後同一個体上の雌雄の着花率を算出して表示したのである。この調査を行つた母樹はいずれも開花期に達した個体だけである。

雌花のみを着生して雄花を全然着生しない個体は 30 個体中 34 号が 1 本だけである。34 号は樹齢約 40 年、雌花は相当多量に着生している。他と比較し全体的にみた場合は約 60% 程度の相当多量の着花率を示している。しかるに全然雌花はみられない。

34 号とは反対に雌花皆無で雄花だけを着生しているものに 4 号がある。4 号は樹齢やや若く約 20 年であるが、雄花は 40% 程度着生しているにかかわらず雌花は全然みられない。

雌花多く (9~7 割)、雄花少ない (1~3 割) ものに 31, 38, 40, 42 および 46 号の 5 本

がある。いずれも 30 年以上であるが、雌性が強い。この反対に雌花少なく (3~1 割), 雄花多い (7~9 割) ものに, 8, 10, 28, 29, 30, 36, 47 および 49 号の 8 本がある。いずれも 30 年生以上 (多くは 40 年以上) であるが雄性が強く雌花が少ない。

雌雄両花を全く同程度 (5:5) に着生しているのは 15, 33, 35, 43 の 4 本あるのみである。ほぼ同等 (6:4 または 4:6) に着生しているものに, 9, 26, 27, 32, 37, 39, 41, 44, 45, 48 および 50 号の 11 本がある。全く同等かほぼ同等であるものは結局 30 本中 15 本でちょうど 50% に相当する。

クロマツ 26 号は雌花 90%, 雄花 70% 程度着生している。すなわち, 雌花対雄花の比は 5.6:4.4 である。僅かに雌花が多いがほぼ相等しいとみられる。着花歩合は良好な方である。

着花状況は年により相違がある。その後 2 回の調査においても 4 号は雌花を着生せず, 34 号は雄花を着生しなかつた。また, 雌花が多いか, 雄花が多いかの傾向は毎年その後各試験木とも同傾向が現われている。

以上の観察結果は資料僅かに 30 個体にすぎず, 比率には誤差の介入するおそれがあるがかような傾向の存在することは否定できない。なおまた, かような傾向はスギにもあり, ヒノキではさらにはなほだしいがここには省略する。

以上要するに, マツの着花歩合は雌雄ほとんど同程度のもの (雌雄性均等) 50%, いずれかが多く一方が少ないもの (雌性強または雄性強) 43%, 全く一方の花を着生しないもの (完全雌性または完全雄性) 7% であるが, クロマツ 26 号は雌雄ほぼ均等に着花する性状を有する。

(3) 毬果の開鱗時期

農作物のみならず一般林木においても果実または種子の成熟期は種により異なる。同一の種または品種内では個体により差違があるが, その変異は区々である。生育環境が異なれば成熟期にも早晚があり, 同一環境でも遺伝的に異なる場合がある。同一地区では気象状況により年によつて異なる。次に, 1940 年および 1941 年帽子取国有林および西大野国有林における観察の結果についてのべる。

1940 年最も早く開鱗をはじめたのは 32 号 (アイグロマツ) で 9 月 27 日に僅かに開鱗し, 同月 23 日には 20% の毬果が開鱗した。32 号は開花も早い。32 号について早かつたのはクロマツ 26 号で 9 月 23 日に開鱗を開始した。次に 10 月 10 日に 9 号 (クロマツ), 33 号 (アイグロマツ), 37 号 (クロマツ) が僅かに開鱗した。その他のものはまだ全然開鱗しない。10 月 20 日前後になつて 28, 44, 45, 46 号がようやく開鱗を開始したにすぎない。その他の大多数の個体は 10 月末或いは 11 月上旬に至りようやく開鱗をはじめた。

1941 年の開鱗の状況は前年とほぼ同様であつたが, これを表示すれば第 177 表に示す通りである。前年と同様 32 号最も早く開鱗し, クロマツ 26 号はこれについて早い。かように毬果の開鱗時期は個体により異なるので採取に際しては時期を失わないように注意しなければな

らない。

以上述べたように、9月20日前後から開鱗をはじめるものから11月上旬に至りようやく開鱗するものまで早いものと遅いものでは約1カ月半の開きがある。アイグロマツは概して早くアカマツとクロマツは遅い傾向がある。しかしてクロマツ26号の開鱗はきわめて早い方に属する。

第177表 毬果開鱗率 (1941年10月16日調査)

(4) 交 雑

植物は交雑の相手によつてしばしば受精力、すなわち、稔性が低下する。稔性が低下すれば実粒の生産少なく種子による増殖は不便となつてくる。したがつて増殖を目的とする場合には一応稔性を調べておく必要がある。この意味においてクロマツ26号を中心として種々の組合わせの交雑を行つた。

受精力を表わすには種々の方法があるが、安田氏 (1940, p. 502) は「受粉花に対する種子数」で示するのが最も合理的であるとした。林木種子特にアカマツやクロマツ等では

番号	樹 種	開鱗率 %	番号	樹 種	開鱗率 %
8	アイグロマツ	20	37	ク ロ マ ツ	30
9	ク ロ マ ツ	20	38	ア カ マ ツ	5
12	ク ロ マ ツ	10	39	ア カ マ ツ	0
26	ク ロ マ ツ	40	40	ク ロ マ ツ	0
27	ク ロ マ ツ	0	41	ク ロ マ ツ	0
28	ク ロ マ ツ	10	42	ク ロ マ ツ	0
29	ア カ マ ツ	5	43	ク ロ マ ツ	0
30	ア カ マ ツ	5	44	ク ロ マ ツ	10
31	ク ロ マ ツ	5	45	アイグロマツ	30
32	アイグロマツ	50	46	ア カ マ ツ	10
33	アイグロマツ	20	47	ア カ マ ツ	0
34	アイグロマツ	5	48	ア カ マ ツ	5
35	ク ロ マ ツ	0	49	アイグロマツ	10
36	ク ロ マ ツ	0	50	ク ロ マ ツ	5

1毬果内に多数の種子が含まれ、種子の外形はほとんど同様でも内容の充実した実粒 (稔粒) と中味の空である秕粒 (不稔粒) とがある (色は白味を帯びる場合に多い)。したがつてこの場合受精力、すなわち、稔性は「受粉毬果に対する実粒種子数」で示し、さらに1毬果内に含まれる実粒と秕粒の比率を実粒率および秕粒率として表わした。また、各組合わせの稔性の比率はクロマツ天然交雑の場合の稔性を100として算出した。次に実験結果についてのべる (第178表)。

A. 稔 性

(A) 天然交雑

第178表における天然交雑の欄をみるに受精力を示すところの1毬果内実粒数は対照のアカマツ、アイグロマツおよびクロマツそれぞれ30.0, 16.7, 54.0粒であるのに対してクロマツ26号は65.5粒である。比率で示せばクロマツ100に対してクロマツ26号は126%に相当する。実粒率も最大でアカマツ、アイグロマツおよびクロマツそれぞれ86.9, 71.6, 84.8%であるのに対してクロマツ26号は96.0%で最大である。普通クロマツよりは稔性 (受精力) が大である点は増殖上有利な点である。

われわれが造林用種子として利用するのはこの天然交雑種子であるが、マツ類の種子はスギ、ヒノキ等と異なり一般に発芽良好であつて、その大部分は80%以上の発芽率を有すること

第 178 表 マツの天然、種間、種内および自家交雑における稔性

組 合 せ	種子数 粒	実粒数 粒	秕粒数 粒	実粒率 %	秕粒率 %	稔性 比率 %	実 験 数	
							組合 せ数 組	穂果数 合計 個
天然交雑	26号(クロ) × 天然花粉	68.20	65.50	2.70	96.04	3.96	121	10
	アカマツ × "	34.50	29.97	4.53	86.87	13.13	56	96
	アイグロマツ × "	23.30	16.67	6.63	71.55	28.45	31	89
	クロマツ × "	63.71	54.02	9.69	84.79	15.21	100	164
種間交雑	26号(クロ) × アカマツ	35.00	33.80	1.20	96.57	3.43	63	4
	26号(クロ) × アイグロマツ	7.20	5.20	2.00	72.22	27.78	10	4
	アカマツ × アイグロマツ	0.50	0.00	0.50	0.00	100.00	0	2
	アカマツ × クロマツ	7.20	5.80	1.40	80.56	19.44	11	5
	アイグロマツ × アカマツ	11.15	9.00	2.15	80.72	19.28	17	24
	アイグロマツ × クロマツ	4.18	1.10	3.08	26.32	73.68	2	35
	クロマツ × アカマツ	27.40	5.10	22.30	18.61	81.39	10	18
	アイグロマツ × リキダマツ	15.40	4.40	11.00	28.57	71.43	8	11
種内交雑	クロマツ × リキダマツ	19.92	0.05	19.87	0.25	99.75	0.1	47
	26号(クロ) × クロマツ	11.15	9.85	1.30	88.34	11.66	18	8
	クロマツ × 26号(クロ)	34.20	25.80	8.40	75.44	24.56	48	31
	アカマツ × アカマツ	34.70	30.40	4.30	87.61	12.39	56	3
自家交雑	クロマツ × クロマツ	36.14	28.21	7.93	78.06	21.94	52	109
	26号(クロ) 自家授粉	28.40	22.70	5.70	79.93	20.07	42	33
	アカマツ "	5.50	2.35	3.15	42.73	57.27	4	8
	アイグロマツ "	9.54	2.24	7.30	23.48	76.52	4	18
合 計	クロマツ "	28.38	14.88	13.50	52.43	47.57	28	60
		—	—	—	—	—	102	779

備考 (1) 1940 年 5 月 3 日～5 月 17 日交雑, 1941 年 10 月 15 日～25 日穂果採集。

(2) 種子数。実粒数および秕粒数は穂果 1 箇当り粒数を示す。

とを認めている。たとえば林業試験場における種子検査成績に徴しても明らかである。その大半は 80% 以上の発芽率を有する。造林用種子の場合は 80～90% の種子よりも 90～100% のものが多いが、これは一般に風選により何ほどかの秕粒が除去されているからである（農林省山林局 1937～1942）。川添、斎藤両氏（1934）はエゾマツ、アカエゾマツおよびトドマツの穂果および種子に関する研究を行い、種子は穂果内における着生部位により秕粒と実粒の割合を異にし、発芽率および発芽速度の異なるのをみているが、一般の天然交雑種子の場合にはこれ等の混合された平均の値が算出されているわけである。

以上要するにクロマツ 26 号の天然交雑では対照のクロマツに比し稔性大（126%）である。アカマツはクロマツに劣り（56%）、アイグロマツは最も劣る（31%）。

(B) 種間交雑

天然交雑の場合に比し概して種子数が少ない。また、受精力も劣る。

（クロマツ 26 号×アイグロマツ）は実粒数 5.20 粒であつて、稔性は低く稔性比率は 10% にすぎない。

アカマツ、クロマツ、アイグロマツ、リキダマツの相互間の交雑はいずれも稔性低く、1 穂果内の実粒数は 10 粒以下である。稔性比率は（アイグロマツ×アカマツ）17% のほかはすべて 10% 前後またはそれ以下である。

以上要するにクロマツ 26 号種間交雑は天然交雑に比し稔性が低い(約 1/2), 対照に比すれば著しく大である。

(C) 種内交雑

ここにいう種内交雑とは同一種内における個体を異にする母木間の交雑, すなわち, (クロマツ 26 号×クロマツ) およびその逆交雑である。

(クロマツ 26 号×クロマツ) では 1 穂果内の実粒数少なく 9.85 粒, 稔性比率 18% であり, その逆交雑ではやや多く 25.80 粒, 稔性比率 48% である。アカマツ相互間およびクロマツ相互間の交雑ではそれぞれ 30.40 粒 56% および 28.21 粒 52% である。

自家不和合性は一般的現象であるが, 或る種または或る品種は, それ等の種または品種間の授粉では結実しない現象のあることが知られている。これを交雑不和合性或いは交雑不稔と称するが, 果樹においてはその例が多い。たとえばナシにおいては, 廿世紀と菊水, 長十郎と青龍, 菊水と祇園, その他(菊池氏 1927) にみられ, サクランボにも同様な現象がある。また, 農作物では柿崎氏(1930) は Brassica において, East (1919, 1923) 寺尾(1934) 戸荊, 河原(1942) 氏等は甘藷において交雑不和合性現象を観察している。また, Alam 氏(1936) は *Eruca sativa* について自家不和合並びに交雑不和合性の程度に著しい差違のあることを報告している。しかして交雑不和合性の原因については, 花粉発芽が不良なる場合(たとえば Wellington 氏(1913) のタバコにおける場合, その他) や花粉は正常に発芽しても花粉管の生長が緩慢或いは異状(たとえば牛越, 徳安両氏(1930) の日本梨における例, その他) である場合等が知られている。

さてマツ類において多くの組合わせの交雑を行つた結果, 次に説明するごとく組合わせによつては稔性がきわめて異なる場合があることが明らかとなつた(第 179 表参照)。

a. クロマツ 26 号×クロマツ諸個体

実験例は少ないが

クロマツ 26 号×9 号(クロマツ)(1)

クロマツ 26 号×36 号(クロマツ)(2)

の 2 例がある。種子数は (1) および (2) それぞれ 18.3, および 4.0 粒であり, 実粒数はそれぞれ 16.2 および 3.5 粒である。先に報告したごとくクロマツ 26 号の穂果は一般に優良種子を多数産するのであるが(外山 1949), この 2 例では稔性は比較的 low, 特に (2) の組合わせでは, 不和合性が強い。2 個の穂果のうち 1 個には全く種子を含まなかつた。かえつて種間交雑であるアカマツの花粉を掛けた場合や, 自家授粉の場合の方が実粒数が多い(それぞれ 33.8 粒および 22.7 粒) のは興味深い。

b. クロマツ諸個体×クロマツ 26 号

6 組の実験例がある。その組合わせは第 179 表にみるごとく次の通りである。

- 27 号 (クロマツ) × クロマツ 26 号(1)
 37 号 (クロマツ) × クロマツ 26 号(2)
 40 号 (クロマツ) × クロマツ 26 号(3)
 41 号 (クロマツ) × クロマツ 26 号(4)
 42 号 (クロマツ) × クロマツ 26 号(5)
 43 号 (クロマツ) × クロマツ 26 号(6)

まず種子数をみるに (2), (3), (4), (5) はほぼ類似し 40 粒前後であるが, (1) はやや少なく 25.8 粒, (6) は 14.5 粒にすぎない。これ等の種子中から秕粒を除いた実粒数は (2), (4), (5) は 35~40 粒, (3) 23 粒 (1) および (6) は 10 粒前後にすぎない。最も悪いのは (6) の 8 粒で最良は (2) の 40 粒であり大差がある。クロマツ同志の交雑であるから類似の稔性を示すことが予想されるが, 事實はこれに反して交雑不和合性の現象がみられる。

第 179 表には参考のために (34 号 (アイグロ) × クロマツ 26 号) の組合わせが附記してあるが, これは完全なる不稔性を示す。

c. クロマツ諸個体 × 9 号 (クロマツ)

実験例は 6 組である。

第 179 表 親和力の相違する例

番 号	組 合 せ	実 験 数				毬果 1 箇当り			実粒率	秕粒率
		毬果数	種子数	実粒数	秕粒数	種子数	実粒数	秕粒数		
26—0	26 号 × 天然花粉	10	682	655	27	68.2	65.5	2.7	96.0	4.0
26—7	26 号 × 9 (クロ)	6	110	97	13	18.3	16.2	2.1	88.2	11.8
26—18	26 号 × 36 (クロ)	2	8	7	1	4.0	3.5	0.5	87.5	12.5
26—19	26 号 × A (アカ)	4	140	135	5	35.0	33.8	1.2	96.4	3.6
26—31	26 号 × 33 (アイ)	4	29	21	8	7.2	5.2	2.0	72.4	27.6
26—S	26 号 × 26 号	33	938	750	188	28.4	22.7	5.7	80.0	20.0
27—13	27 (クロ) × 26 号	5	129	60	69	25.8	12.0	13.8	46.5	53.5
37—2	37 (クロ) × 26 号	11	469	441	28	42.6	40.1	2.5	94.0	6.0
40—8	40 (クロ) × 26 号	2	83	46	37	41.5	23.0	18.5	55.4	44.6
41—8	41 (クロ) × 26 号	6	232	208	24	38.6	34.6	4.0	89.7	10.3
42—10	42 (クロ) × 26 号	1	42	37	5	42.0	37.0	5.0	88.1	11.9
43—7	43 (クロ) × 26 号	6	87	48	39	14.5	8.0	6.5	55.2	44.8
34—9	34 (アイ) × 26 号	9	1	0	1	0.1	0.0	0.1	0.0	100.0
9—0	9 (クロ) × 天然花粉	11	835	710	125	75.9	64.5	11.4	85.0	15.0
12—1	12 (クロ) × 9 (クロ)	9	342	307	35	38.0	34.1	3.9	89.8	10.2
15—9	15 (クロ) × 9 "	3	115	113	2	38.3	37.7	0.6	98.3	1.7
26—7	26 (クロ) × 9 "	6	110	97	13	18.3	16.2	2.1	88.2	11.8
37—15	37 (クロ) × 9 "	1	64	62	2	64.0	62.0	2.0	96.9	3.1
41—13	41 (クロ) × 9 "	5	232	212	20	46.4	42.4	4.0	91.4	8.6
34—13	43 (クロ) × 9 "	13	285	233	52	21.9	17.9	4.0	81.8	18.2
34—16	34 (アイ) × 9 "	5	1	1	0	0.2	0.2	0.0	100.0	0.0

12 号 (クロマツ) × 9 号 (クロマツ)	(1)
15 号 (クロマツ) × 9 号 (クロマツ)	(2)
26 号 (クロマツ) × 9 号 (クロマツ)	(3)
37 号 (クロマツ) × 9 号 (クロマツ)	(4)
41 号 (クロマツ) × 9 号 (クロマツ)	(5)
43 号 (クロマツ) × 9 号 (クロマツ)	(6)

前節 b の場合とほとんど類似の関係がある。(1), (2), (4) および (5) は実粒数いずれも 30 粒以上であり, 特に (4) は 62 粒におよぶ。これに反し (3) は 18 粒にして前 4 者の 1/2~1/3 以下である。

参考のために (34 号 (アイグロマツ) × 9 号) の組合わせを附記したが, (34 号 (アイグロマツ) × クロマツ 26 号) 号の場合と同様稔性はきわめて低く, 5 個の毬果中僅かに 1 粒の種子を有したにすぎない。

以上述べたところはクロマツ個体間の稔性の相違についてであつた。実験数があまり豊富でないうらみがあるが, この実験の結果からクロマツには交雑不和合性の現象があると解して支障ないのではなからうか。

Buchholz 氏 (1944) はマツ属の交雑を行い, 不稔の原因は (1) 毬果内の胚珠の成熟が部分により異なる場合, (2) 授粉が完全に行われない場合, (3) 授精後胚珠が發育しない場合の 3 つがあることを述べている。

先ず(1)の場合についてみるに, 前述したように天然交雑の毬果は一般に結実良好で 1 毬果内の種子量は概して多い。これは同一毬果内の胚珠の成熟が先端と基部では多少異なるが, 各鱗片内の胚珠が成熟するごとに空中に浮遊している花粉粒を受けることができるからであろう。しかしながら同一母木上において同一条件のもとに同時に行われた組合せを異にする交雑において, その含有種子数が著しく異なることのあるのは, 胚珠の成熟時期が異なることだけが原因ではないことを証明している。

(2) の授粉が完全に行われない場合は, 充分注意して行われた人工授粉の場合は通常あり得ない。

(3) の授精後胚珠が發育しない場合は考えられる。実際に毬果から種子を取出す場合, 多数のゴマ粒大の極めて小型の不發育種子 (もちろん中味は空である) が飛出してくることを経験する。場合によると多少大きくなつたものがあり, 普通の秕粒に至るまでの中間的の大きさを有することもある。ただし, かような場合は比較的少ない。この不發育種子が授精後發育を停止したものか, 或いははじめから授精しないものであるかは不明である。マツ属は一般に授精に長期間を要し, 田原氏 (1948, p. 38) によれば授粉は初夏に起り, 授精は翌年の初夏, つづいて胚發生も夏の間に完成する。また, 安田氏 (1947, p. 27) によるも 4~5 月に授粉を

したものは東京では翌春の6月にならなければ授精が行われぬという。この点から考えると授粉した花粉の刺戟により発育しつつあつた胚珠は、翌年に至り授精の行われたものだけが実粒となり、しからざるものは秕粒となるものであり、不発育種子にとどまる小粒の秕粒は授粉による花粉の刺戟が早期に消失したのではなからうか。前述したごとく同一母樹上における異なる組合わせ、或いは同一花粉による異なる組合わせにより生じた毬果中の種子量に著しい差違がみられるのはおそらく上に述べたような事情によるのであろう。これ等に関する詳細は今後の研究に俟つほかない。

要するに種内交雑では天然交雑の場合に劣り平均は中位の稔性を有するが、交雑不和合性の現象がある。

(D) 自家交雑

自家交雑については諸学者により多くの研究が行われている。Dengler 氏 (1932) は *Pinus silvestris* の自家授精種子には秕粒の多いことを観察し、Wettstein 氏 (1940) も同種において自家授精の困難性をみている。Acatay 氏 (1938, 小出氏訳) も自家授精種子は他家授精種子に比し発芽力が劣ると称している。Allen 氏 (1942) は Douglas fir で交雑試験を行い、自家不稔現象のあるのを観察し Johnson 氏 (1945, 1946) は *P. strobus*, *P. silvestris* および *P. resinosa* はいずれも自家授精が極めて困難であることを、*Ulmus* 属でも不稔性が高いという。また、わが国の樹種については森川氏 (1926, マツ), 藤井氏 (1942, マツ), 中村氏 (1943, 一般), 原田および柳沢両氏 (1949, トドマツ) 等も等しく樹木の自家交雑は不稔粒の多いことを述べている。

さてクロマツ 26 号, アカマツ, アイグロマツおよびクロマツの自家授粉の実験においては1毬果当りの実粒数はそれぞれ 22.70, 2.35, 2.24, 14.88 粒であつて一般に稔性が低い、クロマツ 26 号は最も稔性が高い。稔性比率はそれぞれ 42 : 4 : 4 : 28% である。

以上要するにアカマツおよびアイグロマツの自家授粉では稔性が極めて低く自家不和合性の現象を呈するが、クロマツではやや高く特にクロマツ 26 号では自家不和合性の現象は顯著でない。

B. 種子数と実粒および秕粒の関係

1 毬果内の種子数は天然交雑アカマツ, アイグロマツ, クロマツそれぞれ 34.50, 23.30, 63.71 粒であるのに対して、クロマツ 26 号は 68.20 粒であり最大である。種間交雑, 種内交雑, 自家交雑においてはいずれも少なく 36 粒以下であり 10 粒にみたないものも多い。かつ種子の少ないものほど秕粒多く秕粒率は高である。クロマツ 26 号はいずれの組合わせの交雑においても他より秕粒少なく、実粒率が高である (第 178 表)。しかしながら第 179 表に示した通り交雑の相手により稔性を異にし、また、自家授粉は天然交雑の場合の約 1/3 の稔性を有するからクロマツ 26 号のクローンをもつて採種母樹林を設定する場合には混植すべきク

ロマツの父系母樹の選択に注意を払わなければならない。

要するにクロマツ 26 号の 1 毬果内の種子数は他のいずれの組合わせのものより多くかつ実粒率大で秕粒は少ない。

C. 毬果および種子の形態の遺伝

天然交雑の場合と人工交雑の場合、或いは人工交雑のうちでもその組合わせいかんによつて毬果および種子の形態に相違が生ずるか否かについて次にのべることとする。クロマツ 26 号は巨大毬果および種子を生産するので、これ等を比較するのに便利である。

(A) 天然交雑の場合

天然交雑毬果の大きさについてはすでに第 74～84 表に示したところであるが、これ等の表と第 180 表とを比較するに、天然交雑の毬果は人工交雑のものよりも例外なく大である。長径は 2cm 或いはそれ以上大、短径は多少大であり、重量は一般に 20% 或いはそれ以上重い。この現象は同種内交雑においても類似しているのだおそらく袋掛けによる影響であろうと考えられる。同様な現象は原田、柳沢両氏 (1946) もトドマツの人工交配において認めている。

次に大土山試験地植栽の幼齡樹 (天然交雑 F₁) に着生した毬果を採取して調査した。毬果

第 180 表 交雑組合せと毬果および種子の形態 (1941 年 10 月 15～25 日毬果採取)

番 号	組 合 せ	毬 果					種 子		
		実験 数	長径 cm	短径 cm	重量 gr	容積 cm ³	形 態	大きさ	色
26—0	26 号×天然花粉	100	8.3	3.9	47.9	55.2	黒松型、張らみあり	巨大	淡黒灰色
26—7	26 号×9 (クロ)	6	5.8	2.9	17.0	18.5	同	同	同
26—18	26 号×36 (クロ)	2	5.7	3.1	20.0	17.5	同	同	同
26—19	26 号×A (アカ)	4	6.8	3.3	30.0	27.5	同	同	同
26—31	26 号×33 (アイ)	4	6.3	3.1	21.5	19.8	同	同	同
26—S	26 号×26 号	33	6.2	3.2	25.7	24.0	同	同	同
27—13	27 (クロ) × 26 号	5	2.9	1.8	5.0	4.2	黒松型	小	黒 灰 色
37—2	37 (クロ) × 26 号	11	4.6	2.5	14.0	13.5	同	稍大	黒 褐 色
40—8	40 (クロ) × 26 号	2	3.4	2.2	7.5	7.0	黒松型、多少丸味あり	小	灰 黒 色
41—8	41 (クロ) × 26 号	6	5.4	2.6	14.3	15.3	黒松型	大	淡黒褐灰色
42—10	42 (クロ) × 26 号	1	3.3	2.6	10.0	10.0	黒松型、先端稍尖る	大	黒 灰 花
43—7	43 (クロ) × 26 号	6	3.4	2.2	9.0	6.7	黒松型、丸味あり	大	黒 灰 色
34—9	34 (アイ) × 26 号	9	3.8	1.8	6.1	5.4	黒松型に類し先端尖る	中	黒 褐 色 赤松に類似
9—0	9 (クロ) × 天然花粉	100	6.2	3.1	23.3	29.2	黒松型、先端丸い	中	黒 灰 色
12—1	12 (クロ) × 9 (クロ)	9	4.2	2.5	10.7	12.3	黒松型	中	淡 褐 灰色
15—9	15 (クロ) × 9	3	4.6	3.2	10.3	15.0	黒松型、丸味あり	中	淡黒褐灰色
26—7	26 (クロ) × 9	6	5.8	2.9	17.0	18.5	黒松型、張らみあり	巨大	淡黒灰色
37—15	37 (クロ) × 9	1	5.8	2.9	20.0	20.0	黒松型	稍大	黒 褐 色
41—13	41 (クロ) × 9	5	4.5	2.6	14.2	13.4	黒松型	大	淡黒褐灰色
43—13	43 (クロ) × 9	13	4.6	2.9	16.4	15.5	黒松型、丸味あり	大	黒 灰 色
34—16	34 (アイ) × 9	5	3.9	2.0	7.0	6.4	黒松型に類し先端尖る	中	黒 褐 色 赤松に類似

の形態はクロマツ 26 号母樹に着生するものと類似し巨大である。各鱗片の背部には針状のとげを有する点も似ている。

種子は第 181 表に示した通りいずれの個体も例外なく総種子数に対する秕粒数が極めて多く、No. 2 の 42.4% を除けばいずれも 50% 以上であつて最も多いのは No. 5 の 83% である。なおまた、発育不完全粒を相当数含むが、個体により差違がある。試験地の周囲 300～500m の地点には点々とマツの保残木が存在するが、試験地内には花粉を生ずる大木がない。したがつて充分交配が行われなかつたために秕粒が多かつたとも思われる。

1000 粒当りの重量は秕粒を含んで平均 11.83 gr であり、一般のクロマツ種子に比較すればいずれの個体の種子も巨大性を失わない。しかしながら翅の色および形態は個体により著しい差違がある。翅の長さ、最大幅および形状比は第 182 表に示す通りである。

第 181 表 クロマツ 26 号天然交雑幼齡樹 F₁ に着生した種子 (大土山試験地 1948 年産)

番号	総種子数	実粒数	秕粒数	秕粒率	発育不完全粒数	発育不完全粒率	重量 (1000 粒当) 秕粒を含む gr.
No. 1	327	88	207	70.2	32	9.8	12.44
No. 2	179	99	73	42.4	7	3.9	15.77
No. 3	142	37	86	69.9	19	13.4	12.01
No. 4	396	124	176	58.7	96	24.2	16.55
No. 5	54	9	44	83.0	1	1.9	7.24
No. 6	111	30	36	54.6	45	41.4	6.97
(計) 平均	(1209)	(387)	(622)	61.6	(200)	16.5	11.83

備考 (1) 秕粒率は実粒数に対する秕粒数の割合 (発育不完全粒を含まない)

(2) 発育不完全粒率は総種子に対する割合

(B) 同母木×異花粉の場合

クロマツ 26 号に種々の花粉を交雑した場合の毬果および種子の大きさの変化は第 180 表にみる通りほぼ類似した形態をとる。すなわち、毬果は天然交雑の場合に比すれば前述のごとくやや小であるが、一般に巨大性を失わない。しかも花粉の相違により形態は変化しない。種子の形態の巨大性および色についても同様である。

第 182 表 クロマツ 26 号天然交雑幼齡樹 F₁ に着生した種子の翅

番号	類別	長 mm	最大幅 mm	形状比
No. 1		24.0	7.1	29.9
No. 2		23.1	6.2	26.7
No. 3		23.3	7.1	30.0
No. 4		23.5	7.2	30.8
No. 5		21.8	6.0	28.0
No. 6		19.9	5.5	27.4

(C) 異母木×同花粉の場合

同表に種子の異母木にクロマツ 26 号および 9 号 (クロマツ) の花粉を交雑した場合の例を示した。この場合は (B) の場合と異なり、毬果および種子の特徴は全く母木の性質に由来し花粉により影響されることがない。全く区々の結果を生じている。

(D) 種子の生産が僅少または皆無なるとき組合わせの場合

交雑組合わせの如何、特に異種間の交雑においては種子の着生が僅かであるか、または皆無

の場合もあることはすでに述べた通りである。これ等の場合の毬果の形状も全く母木の本来の性質と同様で、花粉の異なること、または種子の少ないことや無いことには関係しない。

以上要するに天然交雑に由来したクロマツ 26 号 F_1 個体上に着生した毬果は母樹とほぼ類似の形態を有し巨大である。なおまた、それ等の毬果の中の種子は巨大である。すなわち、毬果および種子の巨大性は優性形質として F_1 個体に表われている。しかるに翅の色および翅の形態は個体により著しく異なる。しかしながら同一個体のものは同一傾向を有する。この場合 Xenia の現象は認められない。

D. 樹脂道型の遺伝

クロマツ 26 号母樹の針葉の樹脂道はクロマツ型 99.7%, アカマツ型 0.3% の割合で分布し (第 56 表), また, その天然交雑稚苗は針葉の樹脂道がクロマツ型 95%, 中間型 3% アカマツ型 2% の個体を生じた (第 120 表) ことは先に述べた通りである。さらに引き続きクロマツ 26 号人工交雑 F_1 および天然交雑 F_1 の樹脂道型について追加記述することとする。

〔実験 1〕 人工交雑 5 組合せから得た F_1 稚苗 (播種後満 2 カ年)

第 183 表 クロマツ 26 号人工交雑 F_1 の形態

組 合 せ	実 験 数				比 率			備 考
	黒松型	中間型	赤松型	計	黒松型	中間型	赤松型	
26 号×26 号	1			1	100.0	0.0	0.0	1) 芽赤褐色, 葉濃緑色その他は黒松の
26 号×2(クロ)	35			35	100.0	0.0	0.0	形態をなす
26 号×9(クロ)	20			20	100.0	0.0	0.0	2) 芽は赤褐色, その他の形態は黒松型
26 号×13(クロ)	45	2 ¹⁾ 2 ²⁾		47	95.7	4.3	0.0	3) 芽はやや赤褐色, 葉は細長くして柔
26 号×15(錦松)	50		1 ³⁾	51	98.0	0.0	2.0	軟かつ濃緑色, 茎は黄褐色にして外
計	151	2	1	154	98.1	1.3	0.6	観はほとんど赤松

備考 本実験試料は 1937 年春交雑, 1938 年秋種子採取, 1939 年春播種, 1940 年春 1 回床替の後 1941 年 4 月 23 日調査

結果は第 183 表に示す通りである。(26 号×13) において 47 本のうち, 中間型を 2 本生じ, (26 号×15) においては 51 本中アカマツ型を 1 本生じている。父系に用いた 15 号は

第 184 表 クロマツ 26 号天然交雑 F_1 幼齡樹の形態 クロマツ系ではあるが, 通常錦マツと称する樹皮の非常に厚い観賞用品種である。

針葉の 外 形	茎幹色	新条色	実験値	比 率
黒 松 型 {	灰 白	白	42	61
	黄 白	白	21	32
中 間 型 {	灰 白	白	4	5
	黄 白	白	1	1
	灰 白	淡黄褐	1	1
計	—	—	69	100

備考 (1) 1939 年秋天然交雑の種子を採取し翌 1940 年播種, 1 回床替の後 1942 年大土山試験地へ植栽, 1949 年 4 月 29, 30 日調査

(2) 針葉の外形が中間型を示した 6 本の個体について樹脂道の位置を検したがすべてクロマツ型であつた。

〔実験 2〕 大土山試験地植栽の F_1 (天然交雑) 幼齡樹

先に枯損率および生長量の測定を行つた試験木について調査を実施したものである (満 9 年生)。その結果は第 184 表に示す通りである。

試験木の針葉の外観は 69 本中 63 本はクロマツ型を呈し剛直な感じの針葉を有し, 6

本はクロマツとアカマツの中間的外観を呈している。それ等の茎幹の色または新条の色は表に示した通りである。針葉の外観が中間型を示した6本の各個体からそれぞれ5本の針葉を採取してその横断面を鏡検した結果いずれも樹脂道は柔細胞中にあり、下表皮に接するものなくすべてがクロマツ型を示した。

先に述べたようにクロマツ 26 号母樹のみならず、F₁ 個体には天然或いは人工交雑を問わずごく僅かではあるが、中間型或いはアカマツ型の樹脂道のある針葉を持つた個体を生ずる。また、外観はアカマツとクロマツの中間的性質を示しながら樹脂道はクロマツ型である場合もある。クロマツ 26 号母樹は 12_{II} の染色体構成を有し、一般クロマツの染色体構成と同様でアイグロマツではないことを述べたが、それにもかかわらずその F₁ には中間型或いは稀にアカマツ型の外形を示し、中間型の樹脂道のある針葉を有する個体を生ずるのである。一方樹脂道のかような変異性はアカマツおよび一般のクロマツにも存在し、それぞれ他型または中間型の樹脂道のある針葉を有する個体を生ずる。この事実から判断すれば、樹脂道の位置を決定する因子は多数存在しアカマツおよびクロマツいずれの染色体上にも分布し種により、また個体によりその種類と組合わせを異にするもののように思われる。その詳細は今後の研究に俟つばかり。

以上要するにクロマツ 26 号の F₁ には天然交雑のみならず人工交雑においても、アカマツとの中間型の樹脂道を生ずるが、これは一般クロマツおよびアカマツにもみられる現象で、おそらく樹脂道の位置を決定する遺伝子が多数存在するために起る現象であろうと思われる。

Ⅲ 考 察 お よ び 結 論

現今わが国内の各地方において造林され森林の一部を形成しているマツ林は、特異形質を有するいわゆる林業品種或いは地方品種をなしているものもあるが、ただ漠然と植栽されている場合も多い。白旗マツ、茂道マツ、山蔭のクロマツ、日向マツ、むかさマツ等のように、種子産地の名称で呼ばれ、秀れた材質と生長量を有し、一品種または地方品種として認められたものもある。一方地方的に気候風土がマツの生育に適しているために優良マツ林を形成するようになった場合もあるようである。同一地方において同じ名称で呼ばれているマツ林の中にも、詳細に調査を実施すれば、かなり広い範囲の変異を有する。第1編においてスギを例にとつて説明したように、われわれが一般に造林用樹種として用いているのは各種の形質を有する混系であつて、純粋または純粋に近いものはほとんどないといつてよい。特にマツは種子によつて増殖されているので、スギとは格段の相違があり、一林分中に同一形質を有する樹木はほとんどないといつて過言ではないであろう。このように種々の形質を有する林木が雑然と入り混つて一林分を形成している場合、第1編において述べたように比較的分布頻度の高い遺伝子が、その林分を構成する林木の品種としての特徴づけに有力に働いているわけである。山蔭のクロ

マツは通直にして枝下高く優良な樹形を有する個体が多いが、仮にこの形質が山蔭の氣候風土の影響によるものでなく、遺伝子の作用によるものであるならば、山蔭地方にはこのような遺伝子の分布頻度が高いということになる。山蔭地方のマツは生長も良好であるといわれている。これも土地因子または氣候因子の第二次的な作用でなく遺伝子による第一次作用によるものであるならば、この因子の分布も山蔭地方においては多いといわなければならない。大阪営林局管内でも優良母樹林である帽子取国有林は、優良遺伝子の分布頻度が高く、優良形質を有する樹木が多く、加うるに氣候風土の第二次的影響が有効に働いて成立しているのであろう。かように優良形質を多く有する樹木が広く分布している森林では、その中でまた特に優秀な形質を有する個体が存在する割合が、不良林分よりは多いわけである。たまたま巨大な毬果と巨大な種子を着生するという特徴を持っていたために選出されたクロマツ 26 号母樹は強大な形態を有するのみならず生長量きわめて大で、また、種子の生産量も多いという特性を有し、増殖上もきわめて好都合なのである。

クロマツ 26 号母樹は細胞学的には $12n$ の染色体構成を有し、一般クロマツと同様であり雑種性のものではない。クロマツ同種間の交雑によつて生じた優良遺伝子の組合わせを有する個体である。雑種性でないことはまた稔性の高い種子を毎年多量に生ずる事実とも相一致する。クロマツ 26 号母樹そのものに着生した針葉の中のみでなく、その F_1 個体に着生する針葉の中にもアカマツとの中間型またはアカマツ型の樹脂道を有するものを低率ではあるが混じている。しかしながらこのような事実は一般のクロマツおよびアカマツにも普通みられる現象であつて、樹脂道の位置だけでは厳密な分類の基礎にはならないことが分つた。前にも述べたように、このような事実が生ずるのは、樹脂道の位置に関与する遺伝子が単一のものではなく、幾個かの遺伝子が同時に作用していることが想像される。アカマツに固有な染色体とクロマツに固有な染色体が、両種の交雑によつて共有されることとなつて生じたのではなく、おそらく樹脂道の位置に関係する因子は両種に存在し、ある一部は同一である場合もあろうが、大部分はその組合わせと種類を異にするためこのような現象が生ずるものであることが推測される。

これに類似のことはクロマツ 26 号独特の旺盛な生長量についてもいえるのであつて、この母樹の生長増大は種間交雑による雑種強勢の現象ではなくて、種内交雑による遺伝子の組合わせによるものであることが推測される。いずれにせよ、クロマツ 26 号は他に類例をみない優良遺伝子を有する個体である。しかしこの優良母樹から得られる子孫は生長旺盛、耐乾性強く枯損率が著しく少ない特徴を有しているのである。

現今においてはマツ類の増殖はもつばら種子による。クロマツ 26 号には多数の雌花を着生し、また、これより生ずる毬果には普通のクロマツよりは多くの実粒を生ずるので増殖には有利である。しかしながら自家交雑の場合は自家不稔ではないが、天然交雑の場合に比し遙かに稔性が劣り、また、同種間では交雑不和合の現象がある。したがつてクロマツ 26 号母樹で採

種母樹林を造成する場合にはこれと混植すべきクロマツ個体を吟味しなければならない。

クロマツ 26 号母樹そのものを増殖するには、一般のクロマツまたはクロマツ 26 号 F_1 の苗木の新條へクロマツ 26 号の新條を早春接木を行えばよい。かようにして仕立てた接木苗の生長部分はクロマツ 26 号と全く同一形質を有する枝條を生ずる。将来はこのような苗木を造林して母樹林を仕立て、その間に適当なクロマツの父系樹を混植して天然交雑を行わしめ、その種子を採取して増産を計ることができる。

結 論

鳥取県東伯郡八橋町帽子取国有林隣接民有林（倉吉営林署部内）中に発見した優良クロマツ母樹について実験した結果次の成果および結論を得た。この優良母樹をクロマツ 26 号と呼称する。1952 年現在 38 年生。

- (1) クロマツ 26 号母樹の外観は附近の一般のクロマツと著しい相違点はないが、毎年生ずる新條の生長が旺盛である。
- (2) 同母樹の新葉は剛直でその体積は 160% に達する。この増大は主として細胞数の増加による。
- (3) 同母樹の生長力はきわめて旺盛で対照木に比し胸高直径 137.5%，樹高 109.2%，材積は 188.3% すなわち約 2 倍の生長力を有する。
- (4) 同母樹には巨大なる毬果（対照の約 3 倍）および種子（重量約 2 倍）を着生する。この性質は優性形質として遺伝する。
- (5) 同母樹は稔性高く、対照よりは多くの実粒種子を産する。
- (6) 同母樹の F_1 苗木（天然交雑）は強大である。それは細胞数の多いことに基因する。
- (7) 同上苗木は耐旱性および耐寒性強く、山地植栽の際およびその後の枯損率が少ない。
- (8) 同上苗木および幼齡樹の生長はきわめて旺盛である（材積生長約 2 倍以上）。
- (9) クロマツ 26 号母樹の花粉分裂の際の染色体構成は一般のクロマツと同様 12II である。
- (10) 同上母樹は交雑不和合性の性質があるから父系樹の選択には吟味を要する。
- (11) 以上のような特性を有するので、将来はクロマツ 26 号母樹を栄養繁殖して母樹林を造成し優良種子を供給するよう取計うことが望ましい。

第3編 人為突然変異

自然に発生する突然変異体は de Vries や Dobzhansky の言をかりるまでもなく生物進化の原動力となつてゐることは一般の学者のあまねく認めてゐるところである。育種事業は或る意味では人為的進化の促進である。人為的に突然変異体を誘発することは生物の進化を抑進めてゐることとなる。突然変異体の発生方向は一般に不定である。したがつて突然変異体が直ちに育種目的と合致するとはかぎらない。否むしろ従来の実験例によれば実用価値の少ない形質がしばしば発現する。

しかしながら突然変異によつて生じた新因子が1つの品種群中に投入されることによつて生物進化の要因となるならば、人為的に突然変異体を誘発してその新形質を或る品種群中に取り入れることは人為的に新品種を創成することとなる。かようにして作られた新植物からわれわれの利用の目的に合致したものを選び出すのである。

筆者はかような意味において 1936 年以来林木に対する人為突然変異の研究に従事した。本編においては、

(Ⅰ) X-線処理によつて物理学的に誘発されたスギの突然変異体

(Ⅱ) コルヒチン処理によつて化学的に誘発されたクロマツの突然変異体

に關しその誘発過程および突然変異体の形質について述べる。

Ⅰ 実験の方法

〔Ⅰ〕 研究資料

本編における主なる研究資料は次の通りである。

1. 樹 種

アカマツ、クロマツ、スギ、ヒノキその他

2. 産 地

アカマツ、クロマツ (種子) 鳥取県東伯郡八幡町帽子取国有林

同 (幼齡樹) 宮崎市下北方町宮崎大學農学部下北方実験林

スギ (種子) 鳥取県東伯郡大山村大山国有林

同 (幼齡樹) 熊本県菊池郡大津町大津苗畑

ヒノキ (種子) 鳥取県東伯郡大山村大山国有林

3. 研究対象

種子、苗木、幼齡木

〔Ⅱ〕 実 験 内 容

1. X-線処理による人為突然変異

種子に X-線を照射した後播種して次の事項について実験を行つた。

- (1) 変異体の誘発率および残存率に関する実験（アカマツ，クロマツ，スギ，ヒノキ）
- (2) 変異体の形態学的特性に関する実験（スギ）
- (3) 変異体の細胞学的特性に関する実験（スギ）

2. コルヒチン処理による人為突然変異

種子および稚苗にコルヒチン処理を行い次の事項について実験を行つた（コルヒチンはすべてメルク製を用いた）。

- (1) 変異体の誘発率および残存率に関する実験（アカマツ，クロマツ，スギ，ヒノキ，カラマツ，トウヒ，モミ）
- (2) 変異体の形態学的細胞学的特性に関する実験（クロマツ）
- (3) 突然変異体の特性に関する実験（クロマツ）

〔Ⅲ〕 実 験 概 要

1. X-線処理による人為突然変異

- (1) 突然変異体の誘発率および残存率に関する実験

A. 種子の採取年月およびその後の処理

1937 年 11 月採取したものを，赤崎苗畑（前記倉吉営林署部内）に設置されている種子乾燥場において乾燥したのち，翌春まで密封して室内に貯藏した。

B. X-線発生装置

京都大学農学部生物学教室の X-線発生装置を用い，クーリツヂ管球電圧 30 万ボルト，電流の強さ平均 3 ミリアンペア，フィルター無し，距離 20 cm の条件で，種子をシャーレに入れ，約 10 分ごとに攪拌しながら照射を行つた。

C. 照 射 時 間

予備実験の結果短時間では効果が少ないことが分つたので次の通り 8 区に分け照射を行つた。

対照（無照射） 30 分，60 分，90 分，120 分，150 分，180 分，210 分，ただしアカマツおよびクロマツは 210 分を省略した。

D. 供 試 数

各区共 1000 粒づつ照射，ただし播種は各区とも 990 粒。

E. 播種および管理

以上の処理は 1938 年 3 月 25～30 日に行つた。この種子および対照の種子を 1938 年 4 月 5 日前記赤崎苗圃に播種，常法により苗木の養成および管理を行つた。

F. 変異体誘発率の調査

播種当年(1938年)は毎月1回,翌年以降は年3回発芽,枯損,変異体の発生および復帰について調査を行った。

(2) 形態学的特性に関する実験

1941年第3回床替の際変異体を含んで各処理区および対照区いずれも50本宛,苗畑の一畝に定植した。その後ほとんど大部分の変異体は枯死または正常に復帰したが,最後に残ったスギ150分,180分処理区各1本,計2本の変異体を1948年4月宮崎大学農学部苗畑に移植して次の実験を行った。

2本のスギ変異体をそれぞれⅠ号木,Ⅱ号木と仮称し,外形の概略を1948年4月移植の際無処理のもの10本と比較した。形態特に針葉の詳細はその後1949年までの間に行つた。すなわち,播種後満10カ年を経過した幼齡樹について行つた。この場合実生苗の針葉は個体変異が多かつたので対照木は前記大津苗畑産メアサスギ5年生幼木4本を用いた。メアサスギは挿木で増殖されている関係で1クローンと考えられ,他品種に比し,比較的品種の特性が固定しているから対照木としては妥当である。

針葉の形態を比較するに当つては前年に生じたものですでに1カ年近く経過しているものを用いた。変異体はⅠ,Ⅱ号木ともに各々150本,各個体ごとに長葉と短葉の2区に分け,長短葉合して合計600本を観察測定した。4本の対照木は長葉それぞれ15本,合計60本,短葉もそれぞれ15本,合計60本,長葉短葉総計120本を観察測定した。採取に当つては各部分の枝の葉を均等に上面,下面の両面から採取した。

(3) 細胞学的特性に関する実験

A. 観 察 部 位

1949年12月Ⅰ号木およびⅡ号木を植木鉢に移植し温室に入れて発根を促進し,1月15日および4月5日の2回にわたり根端を固定した。

B. 固 定

Flemming氏強液およびNawashin氏液使用,固定は午前11時から午後1時までの間に行つた。

C. 切 断

パラフィン埋藏廻転マイクロトームで10~20 μ に切断。

D. 染 色

Heidenhain氏鉄ヘマトキシリン染色

2. コルヒチン処理による人為突然変異

(1) 突然変異体の誘発率および残存率に関する実験

次のごとく種子浸漬法と滴下法の2方法により処理を行い苗木を育て変異体の誘発率を調査

した。

A. 種子浸漬法

(A) コルヒチン濃度： 0.00 (対照 水処理), 0.05, 0.10, 0.20 % の 4 区

(B) 浸漬期間： 1, 2, 3 日間の 3 区

(C) 組合せ数および供試粒数： 対照区とも 10 区

アカマツ 192 粒, クロマツ 135 粒, スギ 187 粒, ヒノキ 44 粒, カラマツ 134 粒, トウヒ 119 粒, モミ 90 粒。

(D) 浸漬中の温度： 23°C ~ 恒温器使用

(E) 浸漬開始： 1939 年 3 月 12 日午前 10 時

(F) 対照区の処理： 蒸溜水に一昼夜浸漬, 23°C 恒温器中に保つ。

(G) 播種： 処理後直ちに水洗して播種, すべて苗畑の土壌を均一に盛つた直径約 40 cm, 深さ 35cm の植木鉢に播種した。植木鉢は苗畑の土壌中に上部約 5cm を残して埋藏し, 乾燥と過熱を防いだ。

(H) 播種場所： 農林省林業試験場内苗畑 (東京都目黒区下目黒)

(I) 管理： 稚苗期に乾燥のおそれがある場合には随時灌水を行つた。床替は 3 回行い, 3 年目に苗畑の一劃に定植した。その他の管理は一般の場合に準じた。

B. 滴下法

(A) 滴下の方法： 種子発芽して初生葉がわずかに発生したころ, 尖鋭なピンセットで初生葉を除き生長点を露出してスポイトでコルヒチン溶液を 1 滴のせる。生長点の露出は第 1 回の滴下直前に行い, 第 2 回目以降の滴下には行わない。液が風で落ちないように風除けを設けた。

(B) コルヒチン濃度： 0.00 (対照), 0.05, 0.10, 0.20, 0.40, 0.80 % の 6 区

(C) 処理回数： 1~5 回, 隔日処理

(D) 組合せ数および供試本数： アカマツ 11 区 1518 本 クロマツ 18 区
2135 本 カラマツ 5 区 752 本 スギ 5 区 195 本 ヒノキ 5 区
236 本

(E) 播種場所： 農林省林業試験場苗畑

(F) 播種年月日： 1940 年 4 月 24 日

(G) 滴下処理年月日： 前班 (クロマツ) 1940 年 6 月 1 日午前 9 時より開始して正午まで。隔日に同時刻実施。

後班 (アカマツ, スギ, ヒノキ, カラマツ) 同年 6 月 2 日午前 9 時より開始して正午まで。隔日に同時刻実施。

(H) 管理： 浸漬法の場合に準じた。

(I) 倍数体の判定:

a 稚苗および幼苗の判定

肉眼的に外部形態の特徴によつて判定した。細胞学的に判定を行つていないので変異体と呼んで記述する。

b 幼齡樹の判定

形態学的研究のみならず細胞学的に研究を行い、染色体数を決定した。

(J) 調査研究年月日: 当初1年間は毎月5日に、その後は毎年6月5日に定期的に調査した。

(K) 調査: 定期に変異体の発生本数 および 原形への復帰本数を調査して最適の処理方法および発生率を算出した。

(2) 形態学的特性に関する実験

1947 年 4 月変異体 7 本を宮崎大学農学部に移植しそれぞれ (1, 2, 3, 4, 5, 6 および 7 号木と呼ぶ) その外部形態, 針葉および材部の内部形態について詳細な実験を行つた。これと比較に用いた対照木は同校下北方実験林に成育せる代表的な普通のクロマツ 10 本である。調査当時の変異体および対照木の樹齡はいずれも満 7 年生の幼齡樹である。

調査年月は次の通りである。

外部形態および針葉 1947 年 4 月～1948 年 3 月

茎部内部形態 1948 年 4 月～1949 年 3 月

A. 一般外部形態

大きさ, 色, 生長型その他について測定観察を行つた。

B. 針 葉 の 特 性

1, 2, 3, 4, 7 号木はそれぞれ 50 本, 5 号木 22 本, 6 号木 6 本, 合計 278 本, 対照木は各個体からそれぞれ 50 本, 合計 500 本, 以上いずれも前年に生じた針葉を採取し 70% アルコールに貯藏して実験に供した。個体により実験葉数が少ないのは樹体が小で葉数が少ないためである。

C. 材 部 の 特 性

材部の内部形質の実験はすべて直径のほぼ類似した 2 年生の枝について行つた。横断面は 2 年生部の中央部をとつた。当時の樹齡はいずれも満 8 年生である。横断面における測定は対照木 50 視野変異木は多数採取困難であつた関係上 1, 2, 3, 4, 5 および 7 号木それぞれ 7, 10, 8, 5, 2 および 6 視野合計 38 視野について観察を行つた。仮導管の観察は対照木および各変異木約 500 本合計 3596 本について測定を行つた。試料は採取後 70% アルコールに貯藏して実験に供した。材は手切りおよび滑走式マイクロームにより 10~20 μ に切斷 Delafield 氏ヘマトキシリン染色を行い観察した。

仮導管の大きさは材を Schulze 氏分離液にて処理し、仮導管を分離して測定を行つた。なお6号木は極度の矮性を示し枝条少なくやむを得ず材部の実験を見合せた。

(3) 細胞学的特性に関する実験

7本の変異体はいずれも滴下処理によつて発生したものであり、また、多数の変異体は後述するごとく次第に原形に復帰した関係上、地上部の上端部の分裂組織を調べて倍数体であるか否かを決定する必要がある。よつて次のようにして染色体を観察し、倍加の有無を決定した。なお、この研究は1948年4月～1951年5月の間に行つた。

A. 観 察 部 位

4月下旬ないし5月上旬新条に着生している若葉が葉鞘から抜出て生長をはじめたところを見計らい短枝をつけたままで針葉を採取し、ピンセットおよび尖鋭な解剖鋏で、短枝の部分と葉鞘を除去し、杯状になつた針葉の基部を固定する。細胞分裂帯は基部端よりやや上部杯状の中間部である。

B. 固 定

Flemming 氏強液 Nawashin 氏液は結果良好 Benda 氏液は劣る。本実験では前2者を用いた。固定は午前11時から午後2時までの間に行つた。

C. 切 断

パラフィン埋藏 横断(縦断面は像少なく、かつ染色体が縦に長く配列しているので観察に不便) 10～25 μ 切断(染色体が多く、かつ広く散在するので10 μ では染色体が切断される場合が多い。15 μ 以上の方が良結果が得られた。)

D. 染 色

Heidenhain 氏鉄ヘマトキシリン染色

II 実 験 結 果

〔I〕 X-線処理による人為突然変異

1895年 Röntgen, W. K. 氏により X-線が発見されてから、生物に及ぼす影響については広い範囲に研究が行われ、X-線による突然変異は遺伝子の変化ばかりでなく、染色体に対して切断、癒合、欠失、逆位転座等染色体の構造上の変異を相当高頻度に誘発すること、およびその頻度はX-線の質量に比例することが知られた。しかして動物では *Drosophila* を実験材料とした Muller 氏(1927)の劃期的研究があり、植物においては Stubbe 氏(1938)の *Antirrhinum* を材料とした因子突然変異の根本的研究をはじめとして、応用方面では小麦、大麦、玉蜀黍、煙草、馬鈴薯、大根、蚕豆のほか、作物においては非常に多くの研究が行われている。しかしながら林木を対象としたこの方面の実験例は極めて少ない。特に成木の実験例は皆無のようである。

1. 変異体誘発率および残存率

1938 年 3 月下旬前記のように X-線処理をした種子を 4 月上旬播種してその後の発芽状況、枯損状況、原形への復帰状況を調査したが、その年の生長休止期である 11 月上旬までの状況は第 185 表に示す通りであつた。

第 185 表 X-線処理別変異体の誘発率

樹種	処理別	播種粒数	発芽		理論不発芽		原因不明枯損		対照区に対する生存数	可視変異体							変異体	
			本数	%	本数	%	本数	%		線状子葉	幼茎屈曲	生長増大	生長減退	その他	計	発芽本数に対する比率	理論発生数	理論発生率%
アカマツ	対照	990	911	92.2	0	3	0.8	903	—	—	1	—	—	1	0.1	4	0.4	
	30分	990	686	69.3	225	14	2.0	672	—	7	1	4	4	16	2.3	255	28	
	60分	990	552	55.8	359	13	2.4	539	1	6	2	7	6	22	4.0	394	43	
	90分	990	551	55.7	360	19	3.5	532	—	4	3	7	7	21	3.8	400	44	
	120分	990	461	46.6	450	23	5.0	438	—	3	2	4	10	19	4.1	492	54	
	150分	990	475	48.0	436	31	6.5	444	—	2	3	6	10	21	4.4	488	54	
	180分	990	326	32.9	585	14	4.3	312	—	1	1	9	3	14	4.3	613	67	
	計	5940	3051	—	—	114	—	—	1	23	12	37	40	113	3.7	—	—	
クロマツ	対照	990	902	91.1	0	2	0.2	900	—	—	1	—	—	1	0.1	3	0.3	
	30分	990	319	32.2	583	10	3.1	309	1	3	1	4	2	11	3.4	604	67	
	60分	990	381	38.5	521	10	2.6	371	—	7	1	1	3	12	3.1	543	60	
	90分	990	298	30.0	604	7	2.8	291	—	3	2	1	5	11	3.7	622	69	
	120分	990	230	23.2	672	2	0.9	228	—	7	—	—	3	11	4.8	685	75	
	150分	990	245	24.7	657	13	5.3	232	—	8	1	2	3	14	5.7	684	75	
	180分	990	234	23.6	668	8	3.4	226	—	4	1	3	5	13	5.6	689	76	
	計	5940	1707	—	—	50	—	—	1	32	6	11	21	72	4.2	—	—	
スギ	対照	990	317	32.0	0	1	0.3	316	—	—	—	—	—	0	0.0	1	0.3	
	30分	990	87	8.8	230	8	9.2	79	—	—	1	1	1	3	3.4	241	76	
	60分	990	123	12.4	194	12	9.8	111	—	—	1	1	—	2	1.6	208	66	
	90分	990	116	11.7	201	5	4.3	111	—	—	1	1	—	2	1.7	208	66	
	120分	990	111	11.2	206	10	9.0	101	—	—	1	1	—	2	1.8	218	69	
	150分	990	117	11.8	200	12	10.3	105	—	—	1	1	—	2	1.7	214	68	
	180分	990	130	13.1	187	16	12.3	124	—	—	1	2	—	3	2.3	206	65	
	210分	990	83	8.4	234	18	15.2	65	—	—	—	—	—	—	0.0	252	80	
計	6930	767	—	—	81	—	—	—	—	6	6	1	14	1.8	—	—		
ヒノキ	対照	990	348	35.2	0	2	0.6	346	—	—	1	—	—	1	0.3	3	0.9	
	30分	990	229	23.2	119	19	8.3	210	—	1	—	—	2	3	1.3	141	41	
	60分	990	264	26.6	84	23	8.7	241	—	—	1	1	1	3	1.1	110	32	
	90分	990	236	23.8	112	16	6.8	220	—	—	1	1	1	3	1.3	131	38	
	120分	990	195	19.7	153	12	6.2	183	—	—	1	2	1	4	2.1	169	49	
	150分	990	137	13.8	211	9	6.6	128	—	—	1	1	—	2	1.5	222	64	
	180分	990	149	15.1	199	11	7.4	140	—	—	1	1	—	2	1.3	212	61	
	210分	990	160	16.1	188	47	29.4	113	—	—	—	—	—	—	0.0	235	68	
計	6930	1370	—	—	137	—	—	—	1	5	6	5	17	1.2	—	—		

備考 (1) 1938 年 3 月処理の上播種、同年 11 月現在。

(2) 原因不明枯損の大部分は X-線の影響によるものと思われる。

(3) 原因の判明した枯損は主として病虫害によるものであるがこれは除外した。

(4) 対照区に対する生存数は現因判明の枯損を除く。

(5) 210 分區に変異体がないのは枯死のためであらう。

本表を見るに、発芽本数は照射時間が増加するほど低下している。反面不発芽粒が増加しているわけである。この場合不発芽粒の増加は供試粒に含まれている糞粒、虫害粒等 X-線照射の有無にかかわらず元来発芽しない種子の含量によつて左右される。したがつてこれ等の種子を除外して計算する必要がある。発芽すべきはずの種子で X-線照射のために不発芽となつた種子のみを算出しなければならない。対照の発芽粒数（理論発芽数）からそれぞれの実験区の発芽数を減じたる数を理論不発芽数と称することとする。理論不発芽数には原則として X-線照射のために不発芽となつたものだけが含まれているわけである。

次に生育中に原因不明のまま枯死するものが多い。病虫害による枯損は全部除外した。対照区にも僅かに発生したので、原因不明の枯死の全部が X-線の影響とは考えられないが、照射区は対照区に対して各区とも数倍以上の枯損本数を有するので、大部分は照射の影響であると思われる。発芽本数に対する枯損率はほとんど 10% 以下である。照射の長短による変化は著しくない。

可視変異体にはいろいろあるが、その発生本数は照射時間の長短によつて大きな変化はない。その主なるものには次のような変異体がある。

(A) 線 状 子 葉

アカマツおよびクロマツにそれぞれ 1 個体発生。子葉は線状を呈し生長は遅い。

(B) 幼 茎 屈 曲

アカマツ 23 個体、クロマツ 32 個体、ヒノキ 1 個体発生。幼茎が屈曲するものではなはだしいのは釣針状をなし茎の先端は下向に伸長する。次第に生長衰え翌年までに枯死するものが多い。

(C) 発 育 増 大

対照区にも同程度の発育増大個体があるので変異体とは称し難い点もあるが、対照区に比しやや多量に発生している。翌年中にはほとんど全部正常化した。各樹種とも発生。

(D) 生 長 減 退

各樹種とも最も多数発生したが、個体により程度を異にする。大部分は生長障害を起しその多くは枯死した。3 年後にはスギ 5 個体が残存しただけである。現在まで残存しているのはスギの 150 分および 180 分処理区に 2 本あるのみである。

(E) そ の 他 の 変 異

発生異状、葉緑素の欠除、子葉の旋廻、子葉の不均衡、子葉と幼茎の不均衡、根茎発達異状等があり、このうち若干は正常化したが多くのはその年内または翌年中に枯死した。

今、X-線の影響を受けて発芽しなかつた理論不発芽数と、発芽しても原因不明のために枯死した本数および可視変異体の本数を合計して変異体理論発生数と称し、発芽すべき粒数（対照区の発芽数）との比を変異体理論発生率として表わせば同表にみる通りである。非常に高率となり 30~80%、多くは数十%以上である。すなわち、半ば以上の種子が X-線の影響をうけ

ていることとなる。概して照射が長い方が高率である。

かように高率の影響をうけながらその大半が発芽せずに終り、たとえ発芽しても枯死するために可視変異体の数は著しく少ないのである。一例をスギにとつてみるに、180分処理990粒播種のうち130粒発芽13.1%の発芽率である。理論不発芽数187粒であり、発芽すべき粒数に対して69%に相当する。原因不明枯損16本、その枯損率12%可視変異体中生長増大1、生長減退2、計3本である。結局変異体理論発生数206本、その率65%である。しかるに発芽前および発芽後に死滅して僅かに3本を残したにすぎない。3本のうち生長増大の1本は翌年には原形に復帰し、生長減退の2本が変異体として残つただけであつた。これは発芽すべき粒数の0.6%にすぎない。

スギの他の処理区およびアカマツ、クロマツ、ヒノキの各処理区においても同様変異体理論発生率は前述のごとく高率であるにかかわらず可視変異体は少ない。しかし、その程度は樹種により多少異なる。翌年はほとんど大半が枯死または原形に復帰し、現存する変異体は僅かにスギ150分と180分処理区の2本あるのみである。

この実験により明らかにされた要点を列記すれば次の通りである。

- A 照射区は対照区に比し各樹種とも発芽率が減退している。
- B 発芽率の減退の程度は樹種により異なる。
- C 照射時間が長いほど一般に発芽率は低下する。
- D 照射時間の長短による発芽率の低下状況は樹種により異なる。
- E 発芽後原因不明の枯損率は対照区に比して著しく大である。これは恐らく致死的变化を起しているためと思われる。
- F 理論不発芽、原因不明枯損、可視変異体の合計である変異体理論発生率は照射時間が長いほど大である。しかして発生率は照射時間に比例して増大する。
- G 変異体の形質変化は種々であるが、その主なるものには線状子葉、幼茎屈曲、発育増大、生長減退、葉緑体の粉状化および欠除その他がある。
- H 正常化の速度は樹種により異なる。すなわち、アカマツおよびクロマツは最も多く変異体が発生したにもかかわらず最も速く正常化或いは枯死した。ヒノキはこれに次ぎ、スギは比較的変異体の発生率は少ないが永存する。
- I 照射時間の長短と可視変異体発現率との関係は見られない。恐らく照射時間が長くなれば致死性的となり、或る程度以上変化した種子は不発芽となり、たとえ発芽しても枯損するためであろう。

以上要するに、本実験程度の X-線照射を種子に行えばその半ば以上の種子は何等かの影響を受けるが、不発芽に終るものが多く、可視変異体は少ない。たとえ変異体を生じてもその翌年までには枯死または原形に復帰し、後年まで残るものは極めて稀である。したがって乾燥種

子X線処理の場合は相当多量の種子を取扱う必要がある。

2. 形態学的特性

前記の150分および180分処理区スギ変異体2本だけは現在なお生育中である。矮性的であり葉の形態が著しく異なる。以下この2本の変異体について述べていくこととする。

(1) 一般的形態

第186表 一般的形態

樹 種	幹 長 (m)				幹径 (地上 10cm) (cm)				幹径/幹長 (%)	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	5.79	7.10	3.85	100	14.50	25.0	5.3	100	2.5	100
I 号 木	1.35	—	—	23	1.72	—	—	12	1.27	51
II 号 木	1.88	—	—	32	2.62	—	—	18	1.39	56

樹 種	枝 下 高 (m)				枝 張 (cm)				枝下高/幹長 (%)	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	1.94	2.5	1.5	100	133.5	200	71	100	33.5	100
I 号 木	0	—	—	—	42.0	47	26	31	0	0
II 号 木	0.77	—	—	40	50.0	60	30	37	41.0	122

A. I 号 木

(A) 生 育

生育極めて悪く矮性的であることは最も著しい特徴である。幹長は対照木が平均 5.79m であるのに対し 1.35m で 23% に相当する。肥大生長はさらに悪く対照の 14.5cm に対し 1.72cm 12% に当る。したがって樹高に対する肥大生長の割合は対照の 51% であり幹形は細長い。

(B) 樹 相

一見して粗剛尖鋭な感じを与え樹冠著しく不整形で、主幹は地際で二分し一方は生長停頓している。なお、幹足から小さい力枝が4本出ている。

(C) 枝 条

枝条は扁平なものが多く、枝数少なく枝長も短い。対照が 134cm であるのに対し 42cm で 31% にすぎない。枝角は鋭角をなし上向で直線的である。

(D) 針 葉

長葉と短葉の2区に分れ、着生密度著しく小であり直線的で葉角はなはだ大、尖鋭な感じを与えI号木の著しい特徴をなしている。色は淡黄緑色を呈している。なお、葉に畸形型のものがあり、葉長は枝によつて著しい変異がある。

B. II 号 木

(A) 生 育

矮性的であることはⅠ号木と同様であるが、生育はⅠ号木よりやや良好で樹高 1.88 m, 対照木の 32% に当る。幹径 2.62 cm, 18% に当る。樹高に対する割合は対照の 56% で幹形は細長い。

(B) 樹 相

一見して繊弱柔軟な感じを与え、また、枝下高高くして樹冠は上部にあり鈍頭をなし、Ⅰ号木と著しく異なっている。

(C) 枝 条

枝条はⅠ号木と同じく少ないが枝角は比較的鈍角で一応下向に彎曲して柔軟な感じを与える点がⅠ号木と異なっている。畸形的な枝も若干見られる。

(D) 針 葉

長葉と短葉の差著しく、短葉区の長さ大で、Ⅱ号木の一大特徴をなしている。長葉ははなはだ長いのに反し短葉は短かく、葉身は鎌型となり内方への彎曲著しく、葉角は少である。針葉は濃緑色を呈する。

以上要するに全体として矮性的であり生育は極めて劣っている。また、枝の着生少なく葉の着生密度が疎である点が共通である。しかし樹相、枝条および針葉はⅠ号木とⅡ号木とでは著しく異なり、Ⅰ号木は力枝が幹足より多く分岐しているのに対しⅡ号木は樹冠上部にあり、枝条はⅠ号木は扁平で枝角小、直線的であるがⅡ号木は枝角大で彎曲して柔軟な感じを与える。葉針についてもⅠ号木は葉角大で葉身は直線的で粗剛尖鋭な感を与えるのに対しⅡ号木は葉角小で葉身の内彎曲著しく柔軟な感じを与える。また、長葉と短葉との葉長の差ははなはだしく、短葉区の長さが大である。

(2) 針葉の外部形態

A. 葉 区 数

枝の1年間に伸長した部分に着生する針葉を観察するに一般に部分により長さを異にし2区または3区に区別することができる。針葉の長い部分を長葉区、短い部分を短葉区と称し、中間の長さの部分の中葉区と称することとする。

対照木は長葉、中葉、短葉の3葉区から成っているが、変異木はともに長葉と短葉の2葉区から成っている。この葉区数は品種に関係するものと思われるが、変異木では春伸長開始とともに長葉区を形成し、後短葉区を形成する。対照木においては伸長開始時は同様に長葉区を形成し、次で中葉区、最後に短葉区を形成するものと思われる。

B. 葉 区 長

葉区長の長短は変異木特にⅠ号木を著しく特徴づける。長葉区は対照木 100 に対しⅠ号、Ⅱ号木それぞれ 76 および 85 の比をなすが、短葉区においては対照木 100 に対してそれぞれ 51 および 117 であり、Ⅰ号木ははなはだ短い。なおまた、Ⅰ号木は短葉区の変異極めて大で

第 187 表 葉 区 長

樹 種	長 葉 区 (cm)				短 葉 区 (cm)				両 区 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	4.50	7.8	2.1	100	2.50	6.0	0.5	100	3.50	100
I 号 木	3.42	10.9	0.5	76	1.28	10.0	0	51	2.35	67
II 号 木	3.82	10.0	0.5	85	2.92	10.0	0	117	3.37	96

0~10.0 cm であることも形態の異なることを直観して感ぜしめる一原因である。

長短両区平均では対照木の 100 に対し I 号木 67%, II 号木 96% であり, I 号木ははなはだ小である。

以上要するに長葉区は両変異体とも短く短葉区は I 号木がはなはだ短いのにに対し II 号木は逆に長くなっており, II 号木は短葉区が長葉区に対して比較的大きい特徴を有しているのである。

C. 針葉着生密度 (第 188 表)

針葉の着生密度は品種により趣を異にするものである。変異体の単位長さ当りの着生本数を比較表示すれば第 188 表の通りである。長葉区の I 号木の着生本数は 1cm 当り 8.2 本で対照木 10.4 本に対し 79% に当る。II 号木は 8.5 本で 82% に相当する。短葉区は I, II 号木それぞれ 18.8 本, 17.6 本で対照木 18.3 本に対し 103 および 96% で類似している。

両区の平均値は I, II 号木それぞれ 13.5 および 13.1 本で対照の 14.4 本に対しそれぞれ 94 および 91% に当り, 僅かに少なくなっている。

第 188 表 針葉着生本数 (単位 1cm 当り本)

樹 種	長 葉 区				短 葉 区				両 区 平 均	
	平 均	最 大	最 少	比 率	平 均	最 大	最 少	比 率	平 均	比 率
対 照 木	10.4	16	6	100	18.3	27	8	100	14.4	100
I 号 木	8.2	13	5	79	18.8	40	9	103	13.5	94
II 号 木	8.5	13	5	82	17.6	23	8	96	13.1	91

D. 葉区着生本数 (第 189 表)

一葉区に着生している針葉の数は単位当り着生密度と葉区長の相乗積で表わされる。I 号木および II 号木それぞれ対照木に対し長葉区では 60 および 68% に相当し, 短葉区では 52 および 109%, 両葉平均すれば 55 および 87% に相当し, I 号木は約半数, II 号木は 10% 以

第 189 表 葉区全本数

樹 種	長 葉 区		短 葉 区		両 区 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	47	100	46	100	47	100
I 号 木	28	60	24	52	26	55
II 号 木	32	68	50	109	41	87

上の減少である。この事実は当然栄養生活に關係を有することであり, 両木とも矮性型であり, 特に I 号木がその傾向が著しい点と相一致する。

E. 葉 角 (第 190 表)

葉の枝に着いている角度, すなわち, 葉角もスギの品種により種々である。葉角の測定は次のようにして行つた。すなわち, 軸に沿つて垂直に切り落した葉を度数を目盛つた紙上に載せて針葉の中心線と軸に沿つて切つた線とのなす角度を測定した。変異木における葉角の大小は対照木に比較すれば表に示す通り相当の相違を示している。すなわち, I 号木においては長葉短葉いずれも対照木よりは遙かに大となりその比率はそれぞれ 154% および 126% に及ぶ。II 号木においては長葉はやや小となり 98% を示し, 短葉は反対に大となり 137% である。短葉と長葉の平均比率はそれぞれ 139% および 118% であつて対照木より大である。また, I 号木は短葉の方が小であるが, II 号木は長葉の方が小である点も異なる。

要するに I 号木は長短両葉ともにはなはだ大であるが, II 号木は短葉は大であるが長葉は対照とあまり変らない。

第 190 表 葉 角 (単位度)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	41	50	30	100	46	55	35	100	44	100
I 号 木	63	80	50	154	58	70	40	126	61	139
II 号 木	40	50	25	98	63	80	45	137	52	118

F. 針葉の彎曲角および彎曲度 (第 191 表)

杉の針葉は内方または外方に彎曲するか或いは直線的である。この形質は品種の一特徴を成す。変異体におけるこの変化を示すために彎曲角を測定した。彎曲角測定には度数を目盛つた紙上の底辺に中心線の下端が重なるごとく置きながら中心線の先端が度数目盛のいずれかの線と重なるごとく左右に動かす。しかして重なつたときの角度, すなわち, 外角 (α) を読んだ。このようにして測定した結果は第 191 表に示す通りである。

第 191 表 針 葉 彎 曲 角 (単位度)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	11	35	-5	100	8	15	0	100	10	100
I 号 木	12	35	-5	109	6	20	-5	75	9	90
II 号 木	28	40	-15	255	3	15	-10	38	16	160

註 負の符号は外曲りの角度を示す。

上表で明らかなるごとく針葉の彎曲角は長葉においては I 号木の比率 109% で対照木と大差はないが, II 号木においては 255% となり約 2.6 倍の彎曲度を有する。しかるに短葉においては両葉とも対照より小であり, 比率はそれぞれ 75% および 38% である。かくのごとく長葉と短葉では増減の方向が相反する。両葉の平均比率はそれぞれ 90% および 160% である。特

にⅡ号木は著しい。

要するにこの彎曲角も葉角とともに外見上著しい特徴を与えるものでⅠ号木は彎曲角が比較的小で直線的であり、Ⅱ号木ははなはだ大で内曲しており両木は著しく外観を異にする。

針葉の彎曲に対するわれわれの感覚は葉針長を考慮に入れた場合さらに明確となつてくる。したがつて彎曲角を葉長(mm)で除したる商を針葉彎曲度と称し、その比較を試みることにする。

第 192 表 針 葉 彎 曲 度 $\left(\frac{\text{彎曲角(度)}}{\text{葉長(mm)}} \times 100\right)$

樹 種	長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	125	100	210	100	168	100
Ⅰ 号 木	138	110	182	87	160	95
Ⅱ 号 木	185	148	88	42	137	82

針葉彎曲度、すなわち、単位長さに対する彎曲角は表で明らかなごとくⅠ号木の長葉は対照木と大差無く、短葉は長葉より大であるが対照木より小さい。Ⅱ号木は長葉においては著し

く大で 148%，短葉は対照木の 42% にすぎず直線的である。すなわち、長葉は彎曲度が大であるが短葉は直線的であるのが特徴である。両葉平均比率はそれぞれ対照木の 95% および 82% である。

以上要するにⅠ号木の彎曲度は対照木と大差ないが、Ⅱ号木は長葉が著しく彎曲度大で、短葉はかえつてはなはだ小であり、長葉と短葉の極端な差違がここにも見られる。

G. 針 葉 長 (第 193 表)

針葉長もスギの品種により著しく異なる。X-線照射によつて植物の葉の大きさに種々の変化を起した例も少なくない。これもその一例である。Ⅰ号木の長葉は対照とほとんど変りなく、対照の 99% の長さを有するがⅡ号木は著しく大で 172% である。しかるに短葉はそれぞれ 87% および 89% の比を有する。今長葉に対する短葉の割合をとれば特徴が明瞭となつてくる。すなわち、その比は対照木、Ⅰ号木、Ⅱ号木それぞれ 43%，38%，23% であり、Ⅱ号木は短葉に対し長葉が著しく大である。両葉平均においては対照を 100 として比率をとればそれぞれ 95%，148% に相当する。

要するに、Ⅰ号木は長葉、短葉いずれも約 10% 短い、Ⅱ号木は短葉に対し長葉が著しく

第 193 表 針 葉 長 (単位 mm)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	8.8	16.0	4.0	100	3.8	6.0	2.7	100	6.3	100
Ⅰ 号 木	8.7	14.0	3.0	99	3.3	5.6	1.7	87	6.0	95
Ⅱ 号 木	15.1	21.0	8.3	172	3.4	6.5	2.3	89	9.3	148

大である。

H. 針 葉 の 幅 (第194表)

針葉の幅の場合は厚さとややその趣を異にする。すなわち、長葉は対照木に比しⅠ号木73%であつて27%の減少、Ⅱ号木は99%であつて対照木と大差がない。短葉はⅠ号木91%、Ⅱ号木106%であつて前者は僅かに減少、後者は僅かに増加している。両葉の平均はそれぞれ85%および108%である。

第194表 針 葉 の 幅 (単位 mm)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	1.090	1.35	0.65	100	0.763	1.05	0.65	100	0.877	100
Ⅰ 号 木	0.801	1.05	0.55	73	0.693	1.25	0.35	91	0.747	85
Ⅱ 号 木	1.083	1.80	0.72	99	0.810	1.34	0.58	106	0.947	108

I. 針 葉 の 厚 さ (第195表)

品種により針葉の厚さを異にすることは早くより認められている。さて長葉の厚さは対照木に比しⅠ号木は94%、Ⅱ号木117%であつて前者は6%小、後者は17%大である。また、短葉の厚さは対照木に比しⅠ号木103%、Ⅱ号木121%であつてそれぞれ3%および21%増大している。したがつてその長短平均においてはⅠ号木は98%、Ⅱ号木119%である。また、短葉に対する長葉の比率は対照木およびⅠ、Ⅱ号木それぞれ82, 89, 75%であり、対照木と著しい相違はない。

第195表 針 葉 の 厚 さ (単位 mm)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	1.110	1.55	0.85	100	0.802	1.15	0.50	100	0.956	100
Ⅰ 号 木	1.047	1.35	0.65	94	0.824	1.35	0.35	103	0.936	98
Ⅱ 号 木	1.298	1.65	0.95	117	0.970	1.44	0.62	121	0.1134	119

J. 針葉の長さ, 幅, 厚さの関係

(A) 針葉の横断面形状比

横断面の形状を示すには測定値の大小だけでは充分でない。その形状の変化を表わすには前編のマツにおけると同様形状比(幅/厚さ)をもつてするのが妥当

第196表 針葉横断面形状比 (幅/厚さ %)

樹 種	長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	98.2	100	95.1	100	96.7	100
Ⅰ 号 木	76.5	78	84.1	88	80.3	83
Ⅱ 号 木	83.4	85	83.5	88	83.5	86

である。

表により明らかなように対照木は長葉においては98で幅と厚さが大差ないが、Ⅰ号木は77、Ⅱ号木は83でいずれも上下に細長い形をしている。短葉においては対照木が95で長葉よりは僅かに細長い形をなしており、Ⅰ号木およびⅡ号木はいずれも約84である。両葉平均比率はⅠ号木83%、Ⅱ号木86%であり変異木が約10数%細長となつている。

要するに横断面形状比はいずれも厚さが幅より約20%大で、上下に長い菱形をなしている。

(B) 針葉の横断面積

横断面を菱形として計算して表示したのが第197表である。長葉短葉ともⅠ号木は対照木より小、Ⅱ号木は大、その平均においては対照木100に対しそれぞれ

第197表 針葉の横断面積 (単位 mm²)

樹 種	長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	0.95025	100	0.48060	100	0.71542	100
Ⅰ 号 木	0.65867	69	0.44848	93	0.55357	77
Ⅱ 号 木	1.10406	116	0.61708	128	0.86058	120

77 および 120% の比率を有する。短葉に対する長葉の比率を見るに対照木およびⅡ号木は短葉が長葉の約半分（それぞれ51% および56%）であるが、Ⅰ号木は比較的大で68% となつている。

(C) 針 葉 の 体 積

針葉の体積の大小は針葉の長さおよび横断面積が関係するほか、彎曲度が関係する。しかしながら計算を簡単にするために針葉の形は菱錐形として算出を行つた。

第198表 針葉の体積 (単位 mm³)

樹 種	長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	2.7874	100	0.6088	100	1.6981	100
Ⅰ 号 木	1.9101	68	0.4933	81	1.2017	71
Ⅱ 号 木	5.5571	200	0.6994	115	3.1283	184

表で明らかなように顕著な変化がある。すなわち、長短両葉とも対照木に比しⅠ号木は小でありⅡ号木は大である。したがつてその平均においてはⅠ号木は対照木の71%、Ⅱ号木は184% の比率を有し、Ⅰ号木は減少しているのに対しⅡ号木は2倍近くの体積を有する。

(3) 針葉の内部形態

断面は一般に菱形をなし背部の二辺は腹部の二辺よりやや短く、背腹各部はそれぞれほぼ二等辺三角形をなし各辺の中央部には気孔が配列している。表皮系の最外層は角皮でその内部に表皮細胞があり、さらに内部には下表皮細胞が一層稀に二層をなして接している。気孔の存在する場所には下表皮はない。表皮系の内部には葉緑粒を含んだ葉肉があり、この柔軟な細長い細胞が上下に連なり中心柱を支持している。中心柱は上部に木部、下部に篩部があり、この篩部

の下側に樹脂道が接しており周囲は移入組織で囲まれている。樹種道は楕円形で普通は水平に横たわっている。中央横断面について次の順序で記述する。

- A 中央部横断面形状
- B 皮膚組織 表皮, 下表皮, 気孔
- C 葉肉 柔細胞, 葉緑粒
- D 中心柱 移入組織, 維管束
- E 樹脂道 分泌細胞

まず順序として中央部横断面形状から述べることにする。

A. 中央部横断面形状

(A) 断面四辺形の形状 (第 199, 200 表)

第 199 表 背 部 高 (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	490	704	304	100	366	528	272	100	428	100
I 号 木	445	704	240	91	362	704	192	99	404	94
II 号 木	523	760	340	107	470	750	350	128	497	116

菱形近似形で背部腹部各々二等辺三角形形状をなしているが、背部と腹部とはその高さに差があり背部が小である。この背部高を測定して断面形状の観察を行った。表に示されているよ

第 200 表 背部高に対する葉断面厚さの比率

$$\left(\frac{\text{背部高}}{\text{葉断面厚さ}} \% \right)$$

樹 種	長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	44.1	100	45.6	100	44.9	100
I 号 木	42.5	96	43.9	96	43.2	96
II 号 木	40.3	91	48.5	106	44.4	99

うに I 号木および II 号木の長葉は対照に比してそれぞれ 91% および 107% であり短葉はそれぞれ 99% および 128%, 両葉平均比率はそれぞれ 94% および 116% である。対照より I 号木は低く, II 号木は高い。しかしながらこれ等の変化は特別に取り上げるほどの大きな変化ではない。

今述べたのは背部高の実測値の変化であつたが、葉断面厚さに対する背部高の割合は如何とうちに表に示す通りである。本表によれば長葉においては I, II 号木とも対照木に比し僅かに減少し 96% および 91% である。短葉においてはそれぞれ 96%, 106% であり、僅かに増減している。短葉と長葉の平均ではそれぞれ 96%, 99% であり大した差違は表われない。

要するに背部高は実測値においても、また、断面の厚さに対しても長葉短葉ともに変化少なく、断面四辺形の形状はほぼ類似のものであるといふことができる。

(B) 稜 の 形 状 (第 201 表)

横断面各辺の境をなす稜の形状をみるに、背腹二稜は類似し、両側稜はともに同型である。各形状を尖鋭なるものから丸味を帯びる順に A, B, C, D の 4 段階に分類して観察した。

下表により明らかなように長葉において最も多い型は、対照木では背腹稜 D 型、両側稜 B 型で、I 号木、II 号木では背腹稜 C 型、両側稜 C 型である。すなわち、背腹稜と両側稜の形状は同一のものが多くいのである。短葉において最も多い型は対照木では背腹稜 D 型、両側稜 C 型である。I, II 号木もほぼ同じ傾向にあり、背腹稜は I, II 号木とも D 型最も多く、両側稜は I 号木は C 型が多く、II 号木は D 型が多く丸味を帯びている。

長短両葉を平均すれば、背腹稜では C 型は対照木、I 号木、II 号木それぞれ 15, 41 および 64% の出現率を示し D 型はそれぞれ 84, 58 および 33% であり、反対の関係にある。B 型はごく僅かであり、A 型は皆無である。両側稜における長葉と短葉の平均は多少の変化があるが著しくない。

要するに稜の形状は対照木最も丸く I 号木、II 号木の順に尖つている。

第 201 表 稜 の 形 状 (出現率 %)

稜	型	長 葉			短 葉			両 葉 平 均		
		対照木	I 号木	II 号木	対照木	I 号木	II 号木	対照木	I 号木	II 号木
背 腹 稜	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	B	2	2	—	—	1	6	1	1	3
	C	30	53	82	—	29	46	15	41	64
	D	63	45	18	100	70	43	84	58	33
両 側 稜	A	2	10	8	2	3	11	2	7	10
	B	51	38	26	17	30	25	34	34	25
	C	37	44	66	61	48	25	49	46	46
	D	10	8	—	20	19	39	15	13	19

(C) 樹脂道の位置 (第 202, 203 表)

樹脂道は横断面において中央部よりやや下方にあり目立ちやすい位置にある。その位置は I 号木、II 号木では多少異なつている。一応上端部からの実測値でその変異の状態を表示したが (第 202 表)、相対的には葉横断厚さにより異なるはずであるから、別にその比をもつて表わした (第 203 表)。断面上端部からの距離は、長葉においては I 号木平均 638 μ で対照とほぼ同

第 202 表 樹脂道の位置 (上部からの距離) (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	641	816	400	100	510	704	352	100	576	100
I 号 木	638	800	384	100	526	864	288	103	582	101
II 号 木	734	920	500	115	621	850	450	122	678	118

じ、Ⅱ号木は734 μ で115%に相当する。短葉においてはⅠ号木526 μ で対照木の510 μ に対し103%となっており、Ⅱ号木は平均621 μ で122%となり大となっている。両葉平均比率は

第203表 葉断面に対する位置 ($\frac{\text{上端部からの距離}}{\text{葉断面厚さ}}$)

樹 種	長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	57.7	100	63.6	100	60.7	100
Ⅰ 号 木	60.9	106	63.8	100	62.4	103
Ⅱ 号 木	56.5	93	64.0	100	60.3	99

それぞれ101%および118%でありⅡ号木は約20%大となっている。

次に葉断面に対する相対的位置をみるに、Ⅰ号木長葉は断面厚さの60.9%下位、すなわち、中央部より10.9%下側に、Ⅱ号木は56.5%で中央部より6.5%下位にある。短葉においては対照と類似し中央より厚さの14%下位にある。しかして長葉と短葉の平均値はⅠ、Ⅱ号木いずれも対照に似ている。

以上要するに樹脂道の位置は対照に比し著しい変化はない。

B. 皮 膚 組 織

(A) 表 皮

1層の膜の厚い楕円状の細胞からなり周囲は角皮で包まれている。

a. 表皮細胞の長さ (第204表)

表皮細胞の長さは大きな変化はない。すなわち、Ⅰ、Ⅱ号木の長葉は対照木に対して比率91%および108%であり、短葉は99%および101%である。両葉平均比率それぞれ95%および105%であつて、5%の増減があるだけである。

第204表 表皮細胞の長さ (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	14.9	19.0	10.2	100	13.7	19.1	9.5	100	14.3	100
Ⅰ 号 木	13.6	17.5	10.2	91	13.6	17.5	9.5	99	13.6	95
Ⅱ 号 木	16.1	24.0	10.5	108	13.9	20.5	9.2	101	15.0	105

b. 表皮細胞の幅 (第205表)

表皮細胞の幅は、Ⅰ号木は対照木より小または同程度、Ⅱ号木は遙かに大である。したがつて長短両葉平均すればⅠ号木は対照木に対して97%、Ⅱ号木は115%であり、全体的にはⅠ号木小、Ⅱ号木大ということになる。また、長葉と短葉ではいずれが大であるかは、その比率において明示されている通り、Ⅰ号木は短葉が大でありⅡ号木は短葉が小である。変異木はいずれも変異の幅が大である。

第 205 表 表皮細胞の幅 (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両葉平均	
	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率	平均	比率
対 照 木	9.3	12.6	5.1	100	8.8	12.2	6.8	100	9.1	100
I 号 木	8.7	14.1	5.6	94	8.9	14.1	5.8	101	8.8	97
II 号 木	11.3	15.0	5.0	122	9.7	15.5	6.8	110	10.5	115

c. 表皮細胞の大きさ (断面積) (第 206 表)

第 206 表 表皮細胞の断面積および形状比

樹 種	断 面 積 (μ^2)						形 状 比 (幅/長さ $\times 100$)					
	長 葉		短 葉		両葉平均		長 葉		短 葉		両葉平均	
	平均	比率	平均	比率	平均	比率	平均	比率	平均	比率	平均	比率
対 照 木	108.8	100	94.7	100	101.8	100	62.4	100	64.2	100	63.3	100
I 号 木	92.9	85	95.1	100	94.0	92	64.0	103	65.4	102	64.7	102
II 号 木	142.9	131	105.9	112	124.4	122	70.2	113	69.8	109	70.0	111

表皮細胞断面積を楕円と仮定して計算した。I 号木は対照木より小または同程度であり、II 号木は長短両葉とも大である。したがってその平均は I 号木は対照木の 92%，II 号木は 122% である。I 号木は減少，II 号木は増大している。要するに細胞の大きさは I 号木は小，II 号木は大の方向をとっているのである。

d. 表皮細胞の形状比 (第 206 表)

表皮細胞の形状比はいずれも 60～70% 前後である。対照木は長葉，短葉それぞれ 62% および 64%，I 号木は 64% および 65%，II 号木はいずれも 70% である。すなわち，形状比は I 号木は対照木とほぼ同等であり II 号木は数 % 大，換言すれば I 号木より II 号木の方が僅かに丸味を帯びている。

(B) 下 表 皮

表皮の内側に横たわり細胞膜極めて厚く白色透明で相互に緊密に連絡して機械的補強作用をなしているが，気孔の存在する辺の中央部には全く欠除するか或いは点在するのみである。細胞の形状は一般に円形，楕円形，六角，五角形を呈して大きさも相当変異があり腹部のものは大で数も多いが，背部のものは小さく数が少ない。この傾向は短葉に著しい。稀に細胞が 2 層またはそれ以上の層をなしているものがあるが，多いものでも数層を越えない。

第 207 表 下表皮細胞の長さ (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両葉平均	
	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率	平均	比率
対 照 木	17.3	19.9	13.1	100	16.3	21.9	12.6	100	16.8	100
I 号 木	17.5	26.2	12.2	101	17.3	26.7	9.2	106	17.4	104
II 号 木	19.6	27.0	11.3	113	18.0	31.6	14.5	110	18.8	112

a. 下表皮細胞の長さ (第 207 表)

長葉短葉いずれも対照木より大であるがⅡ号木は最大である。両葉平均比率は 104% および 112% である。

b. 下表皮細胞の幅 (第 208 表)

長葉短葉いずれもⅠ号木は僅かに小, Ⅱ号木は長葉大, 短葉小, 結局両葉平均比率はⅠ号木小で 96%, Ⅱ号木は対照と相等しい。

第 208 表 下表皮細胞の幅 (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	16.0	19.0	12.2	100	15.3	21.9	10.2	100	15.7	100
Ⅰ 号 木	15.0	19.7	11.7	94	15.0	21.4	9.2	98	15.0	96
Ⅱ 号 木	17.1	21.0	10.0	107	14.2	20.5	10.9	93	15.7	100

c. 下表皮細胞の大きさ (断面積) (第 209 表)

下表皮細胞の形状をかりに楕円と見做し計算して比較すれば第 209 表の通りである。長葉は, Ⅰ号木の大きさ対照木に比し 95% であつて約 5% 減少。短葉は 104% であり大した変化はない。Ⅱ号木は長葉 121%, 短葉 102% でいずれも大。結局平均比率はⅠ号木 99%, Ⅱ号木 112% であつて, Ⅱ号木は 12% 増大している。

第 209 表 下表皮細胞の断面積および形状比

樹 種	断 面 積 (μ^2)						形 状 比 (幅/長さ $\times 100$)					
	長 葉		短 葉		両 葉 平 均		長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	217.4	100	195.9	100	206.7	100	92.5	100	93.9	100	93.2	100
Ⅰ 号 木	206.2	95	203.8	104	205.0	99	85.7	93	86.7	92	86.2	92
Ⅱ 号 木	263.2	121	200.7	102	232.0	112	87.2	94	78.9	84	83.1	89

d. 下表皮細胞の形状比 (第 209 表)

下表皮細胞の形状比は対照木に比しいずれも小となつている。すなわち, 形態が細長くなつてゐる。その程度はⅡ号木短葉の 16% 減のほかは数%の減少にすぎない。両葉平均ではⅠ号木 8% 減, Ⅱ号木 11% 減である。

e. 下表皮細胞の数 (第 210 表)

一断面に表われた下表皮細胞の数を 4 稜別に測定したが, 一般に腹部に多く, 背部は少なく短葉には欠如しているものさへある。第 210 表には一断面の合計数が示してある。

長葉においてはⅠ号木はその数が対照木の 79% である。Ⅱ号木においては 103% であり, 対照木と大差ない。短葉においてもⅠ号木少なくⅡ号木は対照木とほぼ同様である。結局長短

第210表 下表皮細胞数

樹 種	長 葉				短 葉				両葉平均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	100	128	45	100	54	89	26	100	77	100
I 号 木	79	125	35	79	45	94	11	83	62	81
II 号 木	103	148	68	103	56	100	20	104	80	104

両葉平均においては、対照木に対しI号木 81%、II号木 104% でI号木は少なく、II号木は対照木より僅かに多い。短葉は長葉と比較してその数がいずれも 55% 前後である。

(C) 気 孔

気孔の位置、数、形および大きさ等は品種識別や倍数性植物判定上の標識として用いられているが、本実験における変異木も気孔数は減少して著しい特徴をなしている。気孔についての観察は中央断面に現われた気孔数大きさ等について行つた。

a. 気 孔 数

(a) 上面および下面の気孔数 (第211, 212, 213表)

一般にスギの気孔は、他の植物が葉の下面に多いのに反して上面に多い。上面における気孔数は第211表で判る通り変異木は対照木より長葉短葉両葉とも少なく、特に長葉においてはI号木 60%、II号木 63% 存在するにすぎない。短葉においてもI号木 74%、II号木 65% であつて少ない。このことは変異木の著しい特徴である。また、長葉と短葉では短葉の方が遙かに少なく約 1/2 である。

下面における気孔数は第212表でみるごとく上面と同じく変異木は対照木の約半分である。すなわち、長葉においてはI号木 44%、II号木 55% となり著しい減少を示している。短葉も

第211表 上面の気孔数

樹 種	長 葉				短 葉				両葉平均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	6.7	11	1	100	3.1	7	1	100	4.9	100
I 号 木	4.0	7	1	60	2.3	7	0	74	3.2	65
II 号 木	4.2	10	1	63	2.0	6	1	65	3.1	63

第212表 下面の気孔数

樹 種	長 葉				短 葉				両葉平均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	3.2	9	0	100	2.2	7	0	100	2.7	100
I 号 木	1.4	6	0	44	0.8	6	0	36	1.1	41
II 号 木	1.6	5	0	50	1.5	5	0	68	1.6	59

減少しⅠ号木 36%，Ⅱ号木 68% である。また、両葉の平均比率はそれぞれ 41% および 59% でⅠ号木の方が少ない。

次に上面と下面の気孔数の割合をとれば第 213 表の通りである。

本表においては上面の気孔数に対する下面の気孔数が % で示してある。一般に長葉では少ないが変異木は対照木よりさらに少ない。短葉では対照木に比しⅠ号木は著しく少ないがⅡ号木は大である。両葉の平均比率はⅠ号木少なく 58%，Ⅱ号木は対照木に類似し 95% である。

第 213 表 上下両面における気孔数比
(下面気孔数/上面気孔数×100)

樹 種	長 葉	短 葉	両 葉 平 均	
			平 均	比 率
対 照 木	48	71	60	100
Ⅰ 号 木	35	35	35	58
Ⅱ 号 木	38	75	57	95

(b) 全 気 孔 数 (第 214 表)

上面および下面の気孔数を合計した全気孔数を比較表示すれば第 214 表の通りである。第 211, 212 表からもおおよそ想像されるところであるが、変異木はいずれも極めて少ない。長短両葉平均においてⅠ号木は対照木の 57%，Ⅱ号木は 62% である。また、Ⅰ号木とⅡ号木では後者の方が多少多い。さらにまた、短葉の気孔数が長葉の気孔数に対する割合は対照木 54%，Ⅰ号木 57%，Ⅱ号木 60% であつて対照木ほどは数の違いが大きくない。

第 214 表 上下両面の全気孔数および密度

樹 種	上 下 面 合 計 数						気孔数密度 $\left(\frac{\text{気孔数(コ)}}{\text{葉断面積(mm}^2\text{)}} \right)$					
	長 葉		短 葉		両 葉 平 均		長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	9.9	100	5.3	100	7.6	100	10.4	100	11.0	100	10.7	100
Ⅰ 号 木	5.4	55	3.1	59	4.3	57	8.2	79	6.9	63	7.6	71
Ⅱ 号 木	5.8	59	3.5	66	4.7	62	5.3	51	5.7	52	5.5	51

(c) 気 孔 の 密 度 (第 214 表)

辺の長さに対する気孔数をみるために、辺の長さに比例関係にある横断面積に対する比をとり、かりに気孔密度として表に示した。両葉平均比率は対照木 100 に対してⅠ号木 71%，Ⅱ号木 51% であり特にⅡ号木においては密度は約半数である。

気孔数が全数においてもまた密度においてもはなはだ少ないことは生理作用にも影響を及ぼすものであることが想像される。

b. 気 孔 の 幅 (第 215 表)

気孔の幅は開閉の前後で異なる。測定は開いたものと閉じたものについて行つたが、開いたものはその数が少なかつたので省略した。以下気孔が閉じた場合の孔辺細胞を含めての幅について考察する。深さは不明瞭のため測定するに至らなかつた。

第215表 気孔幅 (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両葉平均	
	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率	平均	比率
対 照 木	27.3	36.0	21.9	100	27.1	38.9	21.9	100	27.2	100
I 号 木	28.1	36.5	21.9	103	28.6	38.9	21.6	105	28.3	104
II 号 木	34.0	57.0	20.2	125	37.0	61.7	24.5	137	35.5	131

表により明らかなように、対照木に対比して、長短両葉ともI号木は大差なく類似しているがII号木は長葉において125%、短葉において137%であり、25%および37%増大している。II号木は変異の幅も大である。短葉と長葉では両変異木とも大差なく、僅かに短葉におけるものが大である。

c. 孔 辺 細 胞 (第216, 217, 218表)

孔辺細胞の長さ、幅、大いさ(断面積)および形状比についてみるに第216~218表に示した通りである。全体的にみて長さ、幅、大いさは、対照木に対比して、I号木はほぼ同等であるが、僅かに減少の傾向を示している。しかるにII号木はかなり増大している。この傾向は今まで述べた各項目においても同様であり、I号木は大いさ減少の傾向ありII号木はこれに反し

第216表 孔辺細胞の長さ (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両葉平均	
	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率	平均	比率
対 照 木	14.2	17.0	12.2	100	14.1	17.0	11.7	100	14.2	100
I 号 木	14.7	19.9	9.2	103	14.1	17.3	9.5	101	14.5	102
II 号 木	19.1	30.0	13.3	134	17.4	22.5	10.0	123	18.3	129

第217表 孔辺細胞の幅 (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両葉平均	
	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率	平均	比率
対 照 木	9.8	12.4	5.1	100	9.8	12.4	7.3	100	9.8	100
I 号 木	9.6	12.9	5.6	98	9.4	12.4	6.8	96	9.5	97
II 号 木	11.5	16.5	8.4	117	10.4	14.5	5.5	106	11.0	112

第218表 孔辺細胞の断面積および形状比

樹 種	断 面 積 (μ^2)						形 状 比 (幅/長さ $\times 100$)					
	長 葉		短 葉		両葉平均		長 葉		短 葉		両葉平均	
	平均	比率	平均	比率	平均	比率	平均	比率	平均	比率	平均	比率
対 照 木	110.1	100	103.5	100	109.3	100	69	100	70	100	70	100
I 号 木	110.8	101	104.8	97	107.8	99	65	94	66	94	66	94
II 号 木	172.5	156	142.1	131	157.3	144	60	87	60	86	60	86

増大の傾向がうかがわれるのである。

次に長さに対する幅の割合を % で表わし、その形状比をみるに両葉平均比率は対照木は 70 % , I 号木 66 % , II 号木 60 % であつて記載の順に細長となつてゐる。

以上要するに気孔数短葉は長葉より少なく、両葉平均いずれも約 60 % で両者とも少ない。I 号木は下面の気孔数著しく少なく (上面の 35 %) , II 号木は対照木と類似する (上面の約 60 %) 。密度いずれも小、特に II 号木は小である。大いさは I 号木は対照木と類似し II 号木は大 (131 %) , 孔辺細胞の大いさも同傾向であり形状は多少細長い。

C. 葉 肉

葉肉は同化柔細胞より成り下表皮と中心柱の間にあり葉緑粒を有し同化作用を営む。

(A) 同 化 柔 細 胞 (第 219, 220, 221, 222 表)

同化柔細胞の長さは長葉、短葉いずれも対照木より大で、両葉平均 I 号木、II 号木それぞれ 125 % および 122 % である。いずれも 20 % 以上増大している。しかるに幅は I , II 号木いずれも 98 % で対照とほとんど変らない。

断面積は長さが増加している関係でそれぞれ 123 % および 119 % でいずれも 20 % 前後の増大である。

第 219 表 同化柔細胞の長さ (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	82.3	111.8	53.5	100	80.0	102.1	58.0	100	81.2	100
I 号 木	114.1	182.3	72.9	139	89.0	123.9	58.0	111	101.6	125
II 号 木	96.6	168.0	23.0	117	101.2	135.0	75.0	127	98.9	122

第 220 表 同化柔細胞の幅 (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	35.1	48.6	26.7	100	32.0	41.3	24.3	100	33.6	100
I 号 木	33.8	51.0	21.9	96	31.7	48.6	21.9	99	32.8	98
II 号 木	36.5	75.0	27.0	104	29.3	42.0	22.0	92	32.9	98

第 221 表 同化柔細胞の断面積および形状比

樹 種	断 面 積 (μ^2)						形 状 比 (幅/長さ $\times 100$)					
	長 葉		短 葉		両 葉 平 均		長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	2268.8	100	2010.6	100	2139.7	100	42.6	100	40.0	100	41.3	100
I 号 木	3029.0	134	2215.8	110	2622.4	123	29.6	69	35.6	89	32.6	79
II 号 木	2769.2	122	2328.8	116	2549.0	119	37.8	89	29.0	73	33.4	81

第 222 表 一針葉横断面柔細胞数

樹 種	長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	418.8	100	239.0	100	328.9	100
I 号 木	217.4	52	202.4	85	209.9	68
II 号 木	398.7	95	265.0	111	331.9	101

横断面形状比は小となり
それぞれ 79% および 81%
で、いずれも約 20% 小で
あり、細胞の形が細長くな
つていることを示してい
る。

次に葉断面積平均を同化柔細胞断面積で除したる商を仮に針葉の 1 断面内の同化柔細胞の数とみなして表示すれば第 222 表の通りである。勿論同化柔細胞には大小あり、また、多少空隙もあるので実際はこれより若干少ない数字となるであろうが大体的見当はつけられる。長葉と短葉で趣を異にし、両葉を平均すれば、対照木に対して I 号木 68%、II 号木 101% であり、細胞数は I 号木は相当少なく II 号木は対照と類似する。

(B) 葉 緑 粒 (第 223, 224, 225 表)

葉緑粒は葉緑素有し同化作用を営み植物生活には必要欠くべからざるものであるが、その大きさ、配列分布は切片の部分により多少の変化がある。色にも多少濃淡がある。概して中心に近いほど、また、下部に位するほど葉緑粒やや大であり色は淡色となる。しかして変異木の葉緑粒は次のような特徴を有する。

葉緑粒は第 223 表に見るように長短両葉において I, II 号両木とも減少している。しかるに葉緑粒の大きさは変異木がかえつて大である。すなわち、長短両葉平均において I, II 号木は対照木に比較して 120% および 122% の大きさである。

次に葉緑粒量の概略を計算するに、今単位面積 (100 平方 μ) 当粒数と大きさ (μ^2) の積をもつて仮に葉緑粒量を示すものとすれば第 225 表にみる通りである。すなわち、I, II 号木い

第 223 表 葉 緑 粒 数 (24 μ^2 当)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	13.0	18	10	100	13.4	16	12	100	13.2	100
I 号 木	9.3	16	5	72	12.1	19	5	90	10.7	81
II 号 木	8.5	23	3	65	12.1	17	9	90	10.3	78

第 224 表 葉 緑 粒 の 直 径 (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	4.9	5.6	4.1	100	4.8	5.6	4.1	100	4.85	100
I 号 木	6.5	11.7	4.4	133	5.1	9.7	3.2	106	5.80	120
II 号 木	6.4	9.0	5.0	131	5.4	7.0	2.0	113	5.90	122

すれも長短両葉とも葉緑粒量が大きく、両葉平均比率は、それぞれ138%および137%である。いずれも約40%の増加である。

葉緑粒に関して附言した

いことは、変異木には葉緑粒の異状体とみられる粉粒が多く存在する点である。粉粒はⅠ号木に特に著しい。粉粒の存在により葉肉は光線の透過がさまたげられて著しく不鮮明となる。粉粒は恐らく X-線照射のために葉緑粒が破壊されたのであろう。

D. 中心柱

中心柱は葉断面のほぼ中央部に在り同化組織に囲まれている。また、維管束の外部は移入組織が樹脂道の接する下部を除いて取り巻いている。移入組織は外層ほど細胞が大きく、漸次同化組織に移行し判然とした区別がみられない。なお、この中心柱内には下表皮様の厚膜細胞はほとんど無いが、ごく稀にⅠ号木短葉に現われている。

維管束の上部は木部で厚膜となり、下部には組織のやや柔軟な篩部がある。篩部の下部には樹脂道が接している。維管束の形は楕円ないし円類似形で、横に扁平となり木部と篩部は直線で境をなしている。

(A) 維管束

まず木部と篩部とを合した維管束について観察することとする。

a. 維管束の大きさ (第 226, 227, 228, 229 表)

維管束横断面の厚さは第 226 表に示す通りⅠ号木は長短両葉とも対照木より小、Ⅱ号木は大

第 226 表 維管束の厚さ (背→腹) (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	63.8	80.2	48.6	100	48.2	58.3	36.5	100	56.0	100
Ⅰ 号 木	49.9	85.0	25.0	78	36.9	60.8	22.4	77	43.4	78
Ⅱ 号 木	79.0	105.0	65.0	124	62.2	95.0	45.0	129	70.6	126

第 227 表 維管束の幅 (左←→右) (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	80.9	123.9	46.2	100	47.5	75.3	29.2	100	64.2	100
Ⅰ 号 木	67.9	106.9	34.0	84	35.8	77.8	14.6	75	51.9	81
Ⅱ 号 木	129.9	198.0	84.0	161	75.1	143.4	26.7	158	102.5	160

第 228 表 維管束の断面積および形状比

樹 種	断 面 積 (μ^2)						形 状 比 (厚さ/幅 $\times 100$)					
	長 葉		短 葉		両 葉 平 均		長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	4053.8	100	1798.2	100	2926.0	100	78.9	100	101.5	100	90.2	100
I 号 木	2661.1	66	1037.5	58	1849.3	63	73.5	94	103.1	102	88.3	98
II 号 木	8059.9	199	3668.8	204	5864.4	200	60.8	77	82.8	82	71.8	80

第 229 表 維管束の断面積と葉断面積との比 (単位 %)

種 樹	長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	0.427	100	0.374	100	0.4005	100
I 号 木	0.404	95	0.231	62	0.318	79
II 号 木	0.730	171	0.595	159	0.663	165

である。長短両葉平均においては I 号木は 78%, II 号木 126% であり著しく減少および増大している。

維管束横断面の幅についても同様な傾向があり、第

227 表に示す通り I 号木は長短両葉とも小、II 号木は大である。長短両葉平均すれば I 号木は対照木の 81%, II 号木は 160% である。I 号木は厚さにおけるとほぼ同様程度の減少であるが、II 号木は厚さにおける場合よりさらに著しい増大を示している。

したがって横断面積においては当然 さらに著しい減少および増大がある筈である。すなわち、第 228 表にみるとく長短両葉平均において I 号木は対照木の 63% にすぎず、II 号木は 200% となり 2 倍の面積を有する。

しかし厚さおよび幅いずれにおいても変異体は変異の幅が大であり、特にその傾向は II 号木において著しい。

次に維管束横断面の形状比 (厚さ/幅 %) をみるに長葉と短葉では若干増減があるが、その平均において対照木 90, I 号木 88, II 号木 72 である。いずれも厚さは幅より小であるが、変異体においては I 号木は対照木と類似し II 号木は約 18% 小である。すなわち、II 号木の方が扁平である。

各変異体の維管束の大きいさと針葉断面の大きいさとの関係を比較するに第 229 表に示す通り I 号木は両葉平均比率対照木の 79% であり小、II 号木は 165% であつて大である。

以上要するに、維管束全体の大いさは対照木に比し I 号木は小、II 号木は大の傾向にあり、またその変異の幅が一般に大である。

b. 木 部 と 篩 部 (第 230, 231 表)

木部および篩部の幅は維管束の幅と同一であり、また厚さは木部の厚さを測定すれば、その残余が篩部の厚さであるから、木部だけの厚さについて観察を行つた。

木部の厚さは第 230 表にみるとく長短両葉とも対照木に比し I 号木は小、II 号木は大であ

第 230 表 木 部 厚 さ (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	27.9	38.9	19.4	100	21.6	31.6	17.0	100	24.8	100
I 号 木	24.1	36.5	14.3	86	18.5	26.7	12.2	86	21.3	86
II 号 木	39.2	51.0	27.0	141	29.9	45.0	15.0	138	34.6	140

る。長短両葉の平均において I 号木は 対照木の 86 %，II 号木は 140 % である。

木部と篩部の厚さの割合が如何になつてゐるかをみるために、木部の厚さに対

第 231 表 木部と維管束の厚さの比

$$\left(\frac{\text{木部厚さ}}{\text{維管束厚さ}} \times 100 \text{ 単位 \%} \right)$$

樹 種	長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	43.7	100	44.8	100	44.3	100
I 号 木	48.3	111	50.1	112	49.2	111
II 号 木	49.6	114	48.1	107	48.9	110

する維管束の厚さの割合を比較すれば第 231 表の通りである。木部は 50% 前後またはそれ以下である。篩部の方が多少大である。長短両葉平均比率においては I 号および II 号木いずれも対照木の 110% 前後である。

以上のごとく木部の厚さのみを比較すれば I 号木小，II 号木大の傾向にあるのであるが、維管束の厚さに対比した場合は比率には大した変化はみられない。

(B) 移 入 組 織

移入組織の外縁は緑色細胞に移行して判然とした境界をなさない。また、移入組織細胞内にも淡色の小さい葉緑粒状のものを有する。

移入組織の幅は長短両葉とも、I 号木は対照木に比較して縮少し、II 号木は著しく増大している。長短両葉を平均すれば対照木 173.4 μ ，I 号木 160.2 μ ，II 号木 268.1 μ 程度であつてその比率はそれぞれ 100 : 92.4 : 154.6 である。II 号木は約 1.5 倍となつてゐる。

移入組織の幅と葉断面幅とを比較するに I 号木長葉では対照木より大であるが短葉では小，II 号木は長短いずれの葉においても大であり、結局長短両葉平均において I 号木は対照木と大差ないが II 号木は著しく大となつてゐるのが目立つてゐる。

E. 樹 脂 道

スギの針葉における樹脂道は同一品種でも立地、樹齡、着生部位等によつて多少相違があるが、一般に長軸を水平方向に有する楕円形樹脂道が多く、他に円形のものや、或いはまた長軸を上下に有する楕円形も僅かにみられる。樹脂道は篩部の下側に接して 1 箇あり、周囲は 2 層ないし 3 層の細胞が連なり、最内層は細胞膜薄く、樹脂の含量多く、ついでその外層も若干の樹脂を含む。故にこれ等を内分泌細胞および外分泌細胞と名付けた。内外両分泌細胞には葉緑

粒状のものを僅かに含み、マツの分泌細胞とはその趣を異にする。

この樹脂道の大いさ、形状および内外分泌細胞について観察したが、その大いさおよび形状は変異木の最も著しい特徴をなしていることが分つた。

(A) 樹脂道の大いさ (第 232, 233, 234, 235 表)

第 232 表 樹脂道の厚さ (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両葉平均	
	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率	平均	比率
対照木	123.0	170.1	63.1	100	102.8	148.2	53.5	100	112.9	100
I 号木	46.1	82.6	24.3	37	44.5	87.5	17.6	43	45.3	40
II 号木	86.6	135.0	51.0	70	71.3	135.0	35.0	69	78.9	70

第 233 表 樹脂道の幅 (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両葉平均	
	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率	平均	比率
対照木	137.9	182.3	72.5	100	115.5	170.1	65.6	100	126.7	100
I 号木	61.7	94.8	34.0	45	54.0	97.2	22.4	47	57.8	46
II 号木	100.5	165.0	66.0	73	71.4	145.0	25.0	62	86.0	68

第 234 表 樹脂道の断面積

樹 種	断 面 積 (μ^2)						形 状 比 (厚さ/幅 $\times 100$)					
	長 葉		短 葉		両葉平均		長 葉		短 葉		両葉平均	
	平均	比率	平均	比率	平均	比率	平均	比率	平均	比率	平均	比率
対照木	13321.7	100	9325.3	100	11323.5	100	89.2	100	89.0	100	89.1	100
I 号木	2233.9	17	1887.3	20	2060.6	18	74.7	84	82.4	93	78.6	88
II 号木	6835.6	51	3998.3	43	5417.0	48	86.2	97	100.0	112	93.1	104

第 235 表 樹脂道の断面積と葉の断面積との比

$$\left(\frac{\text{樹脂道断面積}}{\text{葉断面積}} \times 100 \text{ 単位 } \% \right)$$

種 樹	長 葉		短 葉		両葉平均	
	平均	比率	平均	比率	平均	比率
対照木	0.1402	100	0.1940	100	0.1671	100
I 号木	0.0339	24	0.0421	22	0.0380	23
II 号木	0.0619	44	0.0648	33	0.0634	38

まず樹脂道の厚さについてみるに表に示す通り変異

体は長短両葉とも対照木に比して著しく小である。両葉平均において I 号木は対照木の 40%, II 号木は 70% にすぎない。また、幅に

においても同様で I 号木は 46%, II 号木は 68% であり、厚さの場合に類似する。したがってその断面積は I 号木は僅かに 18% で約 1/5, II 号木 48% で約 1/2 である。

樹脂道の断面積と葉断面積の比をみるに第 235 表にみるごとく、長短両葉とも I, II 号木い

すれも著しく小であり長短両葉平均すればⅠ号木は対照木に比較して 23%, Ⅱ号木 38% にすぎない。

樹脂道の形状も変異木の著しい特徴の 1 つで, 対照木が長軸を水平にもつ正常な楕円形のものゝ有するのに反し変異木は形が不整であり, 楕円のほか, 円類似形, 或いは長軸を上下に持つ楕円形等があり, 一定の形を定めることが困難である。特にⅠ号木は著しい。よつて変異木の形状比をとると変異が著しく大であるが, 平均形状比は第 234 表に示すごとく長葉においてⅠ号木は 74.7% で対照木の 89.2% に比し約 15% も減少し, 扁平な楕円形をなしているものが多い。Ⅱ号木は 86.2% で幾分扁平な楕円形が多いことを示している。短葉においてはⅠ号木は 82.4% で対照木に近いが, Ⅱ号木は 100% で円形である。長葉と短葉を比較してみると, 対照木は長短葉の形状比はほとんど同じであるが, 変異木はいずれも短葉の比率が大となり, 短葉の方が円に近い形態のものが多い。

要するに樹脂道は両変異体とも著しく小であるが, 両者のうちではⅠ号木の方が特に小であるという傾向は他の細胞器管における場合と同様である。

以上要するに樹脂道の位置はⅠ号木は対照と類似し, Ⅱ号木は背部との距たりが長い(約 120%)。横断面の大きさはⅠ号木僅かに 18%, Ⅱ号木 48% である。葉断面との比きわめて小さく, 特にⅠ号木は著しい (23%)。形状は不整なものが多く特にⅠ号木ははなはだしい。

(B) 内 分 泌 細 胞 (第 236, 237, 238, 239, 240 表)

内分泌細胞は樹脂道の最内層をなし, 楕円形の細胞が連なつている。細胞膜薄く, 樹脂を含んでいるがマツのように充満していない。

変異木の内分泌細胞の数は第 236 表にみるごとく長短両葉とも少なくなつている。両葉平均

第 236 表 内 分 泌 細 胞 数

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	24.4	31	15	100	19.2	28.0	15.0	100	21.8	100
Ⅰ 号 木	16.4	28	11	67	13.1	21.0	8.0	68	14.8	68
Ⅱ 号 木	21.0	29	15	86	16.7	23.0	12.0	87	18.9	87

の比率はⅠ号木 68%, Ⅱ号木 87% でありⅠ号木少なくⅡ号木はこれより多い。

内分泌細胞数と樹脂道の厚さとの関係をみるに第 237 表にみるごとく, 長短

第 237 表 内分泌細胞数と樹脂道の厚さの比 ($\frac{\text{数}}{\text{厚さ}} \times 100$ 単位 %)

樹 種	長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	19.8	100	18.7	100	19.3	100
Ⅰ 号 木	35.6	180	29.4	157	32.5	168
Ⅱ 号 木	24.3	123	23.4	125	23.9	124

第238表 内分泌細胞の長さ(単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両葉平均	
	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率	平均	比率
対 照 木	19.0	24.3	14.6	100	20.3	24.3	14.6	100	19.7	100
I 号 木	14.8	19.9	10.2	78	16.2	22.4	12.2	80	15.5	79
II 号 木	17.1	23.4	13.5	90	16.7	27.5	11.5	82	16.9	86

第239表 内分泌細胞の幅(単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両葉平均	
	平均	最大	最小	比率	平均	最大	最小	比率	平均	比率
対 照 木	12.6	16.5	9.5	100	12.1	14.6	9.7	100	12.4	100
I 号 木	11.2	15.6	6.3	89	11.8	15.6	7.0	98	11.5	93
II 号 木	11.8	16.8	9.0	94	13.0	17.5	9.5	107	12.4	100

第240表 内分泌細胞の断面積および形状比

樹 種	断 面 積 (μ^2)						形 状 比 (幅/長さ $\times 100$)					
	長 葉		短 葉		両葉平均		長 葉		短 葉		両葉平均	
	平均	比率	平均	比率	平均	比率	平均	比率	平均	比率	平均	比率
対 照 木	188.1	100	192.9	100	190.5	100	66	100	60	100	63	100
I 号 木	130.2	69	150.1	78	140.2	74	76	115	73	122	75	119
II 号 木	158.4	84	170.5	88	164.5	86	69	105	78	130	74	117

両葉とも変異木はその比が極めて大である。すなわち、長短両葉の平均において対照木100に対してI号木168%、II号木124%である。樹脂道の厚さの割合に内分泌細胞の数がはなはだ多い。特にI号木において著しい。

内分泌細胞の長さは第238表にみるごとく、数の場合とやや類似の関係にあり、長短両葉およびその平均とも変異木は対照木より小であり、また、I号木はII号木より小である。

内分泌細胞の幅は第239表にみるごとく対照木と大差なく、両葉の平均においてはI号木93%、II号木100%である。若干ではあるがI号木よりII号木は大である。

内分泌細胞の厚さおよび幅は大体において変異木が小であるからその断面積は当然小である。すなわち、第240表に示した通り長短両葉とも小となり、その平均比率は対照木100に対しI号木74%、II号木86%である。特にI号木は小である。

内分泌細胞の形状は如何というに同表にみるごとく、長さに対する幅の割合、すなわち、形状比は対照木の長短両葉平均は60%であるのに対し、変異木はそれぞれ73%および78%である。すなわち、変異木の方が丸味を帯びている。その程度はI号およびII号木で大した差違はみられない。

以上要するに変異木の内分泌細胞の数, 大いさは小となり形は丸味を帯びている。なお, I 号木は II 号木に比し各項目ともその程度がはなはだしい。

(C) 外分泌細胞 (第 241, 242, 243, 244, 245 表)

内分泌細胞の外側を囲み, これよりやや大である。樹脂の含量は内分泌細胞より少ない。

外分泌細胞の数は長短両葉とも I 号木は対照木より小, II 号木は大である。両葉の平均をみるに, 対照木 17.8 箇に対し I 号木 13.9 箇, II 号木 19.3 箇, その比率は 100 : 78 : 108 である。

第 241 表 外分泌細胞数

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	19.5	24	13	100	16.0	28	12	100	17.8	100
I 号 木	15.3	21	13	78	12.5	18	7	78	13.9	78
II 号 木	21.7	34	16	111	16.8	23	11	105	19.3	108

内分泌細胞と外分泌細胞のいずれが多いかをみるに, 第 242 表に示すごとく, 長短両葉とも対照木および I 号木は外分泌細胞より内分泌細胞の数が僅かに多い。両葉平均対照木 82%, I 号木 94% である。しかるに II 号木はほとんど両者が同数で 102 % である。

第 242 表 外分泌細胞数と内分泌細胞数との比

$$\left(\frac{\text{外分泌細胞数}}{\text{内分泌細胞数}} \times 100 \right)$$

樹 種	長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	80	100	83	100	82	100
I 号 木	93	116	95	114	94	115
II 号 木	103	129	101	122	102	124

第 243 表 外分泌細胞の長さ (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	27.7	34.0	21.9	100	27.2	33.5	17.7	100	27.5	100
I 号 木	20.5	28.7	14.6	74	24.5	34.0	17.0	90	22.5	82
II 号 木	21.1	27.3	15.0	76	22.2	32.6	14.6	82	21.7	79

第 244 表 外分泌細胞の幅 (単位 μ)

樹 種	長 葉				短 葉				両 葉 平 均	
	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	最 大	最 小	比 率	平 均	比 率
対 照 木	14.5	19.0	9.7	100	14.0	17.5	9.7	100	14.3	100
I 号 木	13.2	18.7	9.7	91	14.8	20.2	9.7	106	14.0	98
II 号 木	14.7	19.5	10.5	101	14.3	23.8	9.5	102	14.5	101

外分泌細胞の長さは変異木の方がいずれも対照木より小である。すなわち長短両葉平均は、対照木 100 に対し I 号木 82%、II 号木 79% であり約 20% 小となっている。

次に外分泌細胞の幅をみるに I 号木の長葉が対照木に対し 91% の比率を示すのほかは僅かに大である。長短両葉平均においては対照木 100 に対し I 号および II 号木はそれぞれ 98%、101% であり大きな変化はない。

第 245 表 外分泌細胞の断面積および形状比

樹 種	断 面 積 (μ^2)						形 状 比 (幅/長さ×100)					
	長 葉		短 葉		両 葉 平 均		長 葉		短 葉		両 葉 平 均	
	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率	平 均	比 率
対 照 木	315.5	100	299.1	100	307.3	100	52	100	51	100	52	100
I 号 木	212.5	67	284.8	95	248.7	81	64	123	60	118	62	119
II 号 木	243.6	77	249.3	83	246.5	80	70	135	64	125	67	129

したがって外分泌細胞の断面積は第 245 表にみるごとく長短両葉平均において対照木 100 に対して I 号木 81%、II 号木 80% となり約 20% 小さい。変異木は一般に細胞断面積小となる。

外分泌細胞の形状比は同表においてみるごとく、長短両葉平均において対照木 52% にしてはなほだ細長く扁平であるのに対し、I 号木は 62、II 号木は 67% で扁平度小でやや丸味を帯びた楕円をなしている。

3. 細胞学的特性

まだ雄花を着生するに至らないので花粉分裂の観察を行うことはできないが、根端細胞の体細胞分裂時における染色体の行動は次の通りであつた。

(1) I 号 木 (第 4 図版)

スギの対照木の根端細胞における染色体は比較的長い。しかるに I 号木においては 1 ないし数本の短い染色体を有し不規則に行動する。おそらく X-線照射により横断されたものと思われる。長い染色体もやや遅れて行動するものがあり、後期の終りごろの像にはよくその特徴が表われる。全体的に不規則な分裂をしているのが特徴である。

(2) II 号 木 (第 4 図版)

I 号木にみるような染色体の小断片はみられないが、分裂像がやや不規則である。染色体の或る物は集団的に行動する傾向があり、普通染色体より遅れて極に向う。この不規則性は程度の相違はあるが大部分の分裂細胞にみられる。

4. 考察および結論

X 線処理のスギ変異体 I 号木および II 号木は、前節において述べた通り 種々の特性を有している。次にその著しい特徴について項目を別けて考察する。

(1) 畸 型 性

いかなる程度を畸型というかは問題であるが、特に顕著な変化をなしている点について述べる。Ⅰ号木においては長短葉とも著しく短い針葉をもつ枝を有する。また、周囲に着生する葉よりも針葉の配列が不整で、葉角および彎曲角が著しく異なる針葉を 2, 3 本混じている枝がみられる。Ⅱ号木においては、枝の分枝点が瘤状に膨れ、また、主軸が生長停頓して側枝がこれに代つて伸びたものがある。かような形態は他の正常なものには全くみられない点から、おそらく突然変異による一種の畸型的形態と思われる。

(2) 矮 性

矮性であることも一種の畸型性である。X-線処理の結果、矮性植物を得た例は稲、小麦をはじめ多くの植物について報告されている。Cook (1914) はこの矮性形質を分類して、全体としては矮性であるが、おのこの器管は縮小しない Brachysm と、全体として矮性である上に各器管も平行して縮小している Nanism (True dwarfing) との 2 つに分類している。しかして従来稲で見出された遺伝的矮性には後者が多いことが報告されている。この矮性であることがスギ変異体の最大の特徴であるが、同じく矮性でもⅠ、Ⅱ号両木間で性質を大いに異にしている。

第 246 表Ⅰ、Ⅱ、Ⅲに示されている通りほとんど大部分の器管、組織および細胞の数、大いさが、Ⅰ号木は小、Ⅱ号木は対照木と類似しているかまたは大である。かりに対照木より小なる場合でもⅠ号木よりはかなり大であるのが普通である。これは比較対照の基準木の種類に基因する結果であつて、総体的にみた場合には、Ⅰ号木は減少の方向にあり、Ⅱ号木は、メアサスギに対して類似または増大の傾向がみられる。例外的な形質とみられるものをあげれば同化組織の柔細胞、葉緑粒の大きさおよび総量をあげることができる。これ等はいずれも対照木に比し 20~40% の増大を示しているがⅠ号木とⅡ号木を比較すれば大きな差違はない。葉緑粒の場合は粉状化しているものがあることに基因しているようにも考えられる。

いずれにせよⅠ号木は縮少、Ⅱ号木は増大の傾向にあるといわなければならない。このことは Cook 氏の分類が適用されるゆえんであるが、突然変異が実際どの範囲まで及んでいるかは断定できない。しかしながら Johnson 氏は向日葵について、X-線処理によつて髓細胞および木質細胞がいずれも小さくなつていと報告しているが、これ等の実験例から類推しても明らかに突然変異の結果であることは間違いない。気孔の数の半減している現象は変異木の一特徴である。

要するにⅠ号木は明らかに Nanism、Ⅱ号木は Brachysm の形態を有しているのである。

(3) 変 異 の 程 度

スギは林業品種が多い上に同一品種でも極めて変異大であり著しい個体変異を示す。しかしⅠ号木とⅡ号木がお互に相反する変異を表わしている現象は、単に個体変異として簡単に片づ

第 246 表 X-線 処 理 ス ギ 針 葉 の

類 別			外 部 形 態								
			葉区長	着 生 本 数		葉角	彎曲角	彎曲度	長 さ L	厚 さ a	幅 b
				1cm 当	1葉区当						
実 験 値	長 葉	対照木	cm	本	本	°	°		mm	mm	mm
		I 号木	4.50	10.4	47	41	11	125	8.8	1.110	1.090
		II 号木	3.42	8.2	28	63	12	138	8.7	1.047	0.801
	短 葉	対照木	3.82	8.5	32	40	28	185	15.1	1.298	1.033
		I 号木	2.50	18.3	46	46	8	210	3.8	0.802	0.763
		II 号木	1.28	18.8	24	58	6	182	3.3	0.824	0.693
	両 葉 平 均	対照木	2.92	17.6	50	63	3	88	3.4	0.970	0.810
		I 号木	3.50	14.4	47	44	10	168	6.3	0.956	0.877
		II 号木	2.35	13.5	26	61	9	160	6.0	0.936	0.747
	率	対照木	3.37	13.1	41	52	16	137	9.3	0.1134	0.947
		I 号木	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		II 号木	76	79	60	154	109	110	99	94	73
比 率	長 葉	対照木	85	82	68	98	255	148	172	117	99
		I 号木	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		II 号木	51	103	52	126	75	87	87	103	91
	短 葉	対照木	117	96	109	137	38	42	89	121	106
		I 号木	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		II 号木	67	94	55	139	90	95	95	98	85
	両 葉 平 均	対照木	96	91	87	118	160	82	148	119	108
		I 号木	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		II 号木	67	94	55	139	90	95	95	98	85
	率	対照木	96	91	87	118	160	82	148	119	108
		I 号木	100	100	100	100	100	100	100	100	100
		II 号木	67	94	55	139	90	95	95	98	85

けるわけにはゆかない。これには、両者間に X-線による全然別方向への遺伝子突然変異の影響を含んでいることも想像される。すなわち、外観的には I 号木が粗剛尖鋭な感を与えるのに対し、II 号木は柔軟繊弱な感を与える。組織細胞の大きさおよび数の最小から最大への変異の範囲をみるに変異木は例外なく変異が大である。この点は また スギ変異体の 1 つの特徴である。特に表皮および下表皮細胞の大きさ、維管束の大きさ、I 号木の内分泌細胞の大きさおよび外分泌細胞数、孔辺細胞の大きさ等は著しく II 号木より I 号木の方が変異が大である傾向がみられる。変異の幅が大である事実は比較的固定しているメアサスギを対照木に選定したことも関係しているであろう。しかしながら対照木は 4 本の合計であるから個体変異を若干含んでいるべきはすである。一方変異体は各個体について観察したのであるから、測定の結果変異体の彷徨変異が大であつたことは X-線の影響であると考えてさしつかえないと思う。

(4) 葉 緑 粒

葉緑粒の変化については X-線処理により稲に白子等の葉緑体異常を生ぜしめた今井氏(1935)をはじめ多くの研究が行われている(中山, 1948, p. 17, 29)。筆者は白子の現象はみなかつたが、I 号木において葉緑粒が碎けて粉状となり葉緑粒大きさの測定に困難を感じ鮮

形態総括表 (I)

			皮				層				
横断面積 ab $\frac{\pi}{4}$ (A')	横断面 形状比 b/a ×100	A'×L	表 皮 細 胞				下 表 皮				
			長 さ X	幅 Y	面 積 XY $\frac{\pi}{4}$	形状比 Y/X ×100	長 さ X	幅 Y	面 積 XY $\frac{\pi}{4}$	形状比 Y/X ×100	数
mm ²		mm ³	μ	μ	μ^2		μ	μ	μ^2		コ
0.95025	98.2	2.7874	14.9	9.3	103.8	62.4	17.3	16.0	217.4	92.5	100
0.65867	76.5	1.9101	13.6	8.7	92.9	64.0	17.5	15.0	206.2	85.7	79
1.10406	83.4	5.5571	16.1	11.3	142.9	70.2	19.6	17.1	263.2	87.2	103
0.48060	95.1	0.6088	13.7	8.8	94.7	64.2	16.3	15.3	195.9	93.9	54
0.44848	84.1	0.4933	13.6	8.9	95.1	65.4	17.3	15.0	203.8	86.7	45
0.61708	83.5	0.6994	13.9	9.7	105.9	69.8	18.0	14.2	200.7	78.9	56
0.71542	96.7	1.6981	14.3	9.1	101.8	63.3	16.8	15.7	206.7	93.2	77
0.55357	80.3	1.2017	13.6	8.8	94.0	64.7	17.4	15.0	205.0	86.2	62
0.86058	83.5	3.1283	15.0	10.5	124.4	70.0	18.8	15.7	232.0	83.1	80
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
69	78	68	91	94	85	103	101	94	95	93	79
116	85	200	103	122	131	113	113	107	121	94	103
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
93	88	81	99	101	100	102	106	98	104	92	83
128	88	115	101	110	112	109	110	93	102	84	104
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
77	83	71	95	97	92	102	104	96	99	92	81
120	86	184	105	115	122	111	112	100	112	89	104

明度が低下しているのを多く観察した。これは I 号木の色が淡黄色を帯びているのとの関係有するようと思われる。なお、葉緑粒の大きさは増大しているのであるが単位面積当葉緑粒数はかえつて少なくなっている。これは葉緑粒の粉状化が起つたためであるとも解釈される。とにかく葉緑粒の粉状化のために鮮明度の低下することは X 線処理の影響であることは確実と思われる。

(5) 樹 脂 道

針葉における樹脂道の大小、形状は同一品種でも立地、樹齡、着生部位によつて多少の相違はあるが、概して品種固有のものであると考えられる。樹脂道の縮小は変異木の最大の特徴であつて、樹脂道の厚さ、幅はともに著しく小となり、その断面積に至つては I 号木は対照木の 1/5、II 号木は 1/2 に縮小している。樹脂道形状については対照木では正常な楕円形をしているが、変異木は著しく不整な形状をしているものが多く、I 号木は特に著しい。内外分泌細胞は樹脂道の縮小に伴い、その数、大きさを減じているのはもち論である。

以上樹脂道の縮小、形状の不整は、品種の差、および個体の彷徨変異に基く差が含まれているとはいえ、明らかに突然変異の結果ということが出来る。しかしこれは変異木がいずれも

第 246 表 X-線 処 理 ス ギ 針 葉 の

類 別			気							孔				同 化		
			数					大いさ	孔 辺 細 胞				柔 細			
			上面 W	下面 Z	計 W + Z	両面比 Z/W × 100	密度		幅	長さ X	幅 Y	面積 XY $\frac{\pi}{4}$	形状比 Y/X × 100	長さ X	幅 Y	面積 XY $\frac{\pi}{4}$
実	長 葉	対照木	6.7	3.2	9.9	48	10.4	27.3	14.2	9.8	110.1	69	82.3	35.1	2268.8	
		I 号木	4.0	1.4	5.4	35	8.2	28.1	14.7	9.6	110.8	65	114.1	33.8	3029.0	
		II号木	4.2	1.6	5.8	38	5.3	34.0	19.1	11.5	172.5	60	96.6	36.5	2769.2	
験	短 葉	対照木	3.1	2.2	5.3	71	11.0	27.1	14.1	9.8	108.5	70	80.0	32.0	2010.6	
		I 号木	2.3	0.8	3.1	35	6.9	28.6	14.1	9.4	104.8	66	89.0	31.7	2215.8	
		II号木	2.0	1.5	3.5	75	5.7	37.0	17.4	10.4	142.1	60	101.2	29.3	2328.8	
値	両葉平均	対照木	4.9	2.7	7.6	60	10.7	27.2	14.2	9.8	109.3	70	81.2	33.6	2139.7	
		I 号木	3.2	1.1	4.3	35	7.6	28.3	14.5	9.6	107.8	66	101.6	32.8	2622.4	
		II号木	3.1	1.6	4.7	57	5.5	35.5	18.3	11.0	157.3	60	98.9	32.9	2549.0	
比	長 葉	対照木	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		I 号木	60	44	55	73	79	103	103	98	101	94	139	96	134	
		II号木	63	50	59	79	51	125	134	117	156	87	117	104	122	
	短 葉	対照木	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		I 号木	74	36	59	49	63	105	101	96	97	94	111	99	110	
		II号木	65	68	66	106	52	137	123	106	131	86	127	92	116	
率	両葉平均	対照木	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
		I 号木	65	41	57	58	71	104	102	97	99	94	125	98	123	
		II号木	63	59	62	95	51	131	129	112	144	86	122	98	119	

矮性であるのに関係があると思われる。

(6) 変 異 の 原 因

X-線照射によつて生ずる突然変異の種類には 遺伝子突然変異, 染色体突然変異, ゲノム突然変異および細胞質の変異が知られている。遺伝子突然変異は稲, 小麦等における矮性, 葉緑体異常等相当高頻度に現われている。染色体の変化の例は比較的少なく, 半数体は木原, 片山氏の小麦をはじめ 9 例, 3 倍体は市島氏 (1934) が稲で誘致に成功し, Tollenaar 氏 (1931) は煙草で 4 倍体と思われるものと異数体を得ている。

木原氏 (1942, 1943) 並びに木原および山下氏 (1947) は一粒系小麦 *Triticum monococcum* および *T. aegilopoides* の休眠種子に 100 KV, 1mA, フィルター無し, 距離 30cm, 100 分および 200 分の X-線照射を行い遺伝子突然変異, 染色体突然変異(相互転座), 細胞質変異(葉緑素)を誘致している。

X-線による突然変異率は 照射量と直線的比例関係があり 波長や強さには無関係である。また, 転座の発生率も遺伝子突然変異の場合と同様放射線の波長に無関係であるという (Muller 1940)。この法則にしたがえば同じ発生条件では照射時間に比例して変異率が多いことになる。

形態総括表 (II)

組 織					維 管 束									
胞		葉 緑 粒			大 い さ					木 部			篩 部	
形状比 Y/X × 100	数	数 (24 μ^2 当)	直径 μ	総量 (100 μ^2 当)	幅 X μ	厚さ Y μ	面積 XY μ^2 (A')	形状比 Y/X × 100	葉面積 との比 A'/A × 100	厚さ Y' μ	細胞径 μ	維管束 との比 Y'/Y × 100	長さ Y'' μ	細胞径 μ
42.6	418.8	13.0	4.9	3335	80.9	63.8	4053.8	78.9	0.427	27.9	5.7	43.7	35.0	4.6
29.6	217.4	9.3	6.5	5569	67.9	49.9	2661.1	73.5	0.404	24.1	5.1	48.3	25.7	4.2
37.8	398.7	8.5	6.4	4859	129.9	79.0	8059.9	60.8	0.730	39.2	7.0	49.6	39.8	6.2
40.0	239.0	13.4	4.8	3233	47.5	48.2	1798.2	101.5	0.374	21.6	5.2	44.8	26.5	4.4
35.6	202.4	12.1	5.1	3480	35.8	36.9	1037.5	103.1	0.231	18.5	4.9	50.1	22.5	4.1
29.0	265.0	12.1	5.4	4157	75.1	62.2	3668.8	82.8	0.595	29.9	6.8	48.1	32.3	6.0
41.3	328.9	13.2	4.85	3284	64.2	56.0	2926.0	90.2	0.4005	24.8	5.5	44.3	30.8	4.5
32.6	209.9	10.7	5.80	4525	51.9	43.4	1849.3	88.3	0.318	21.3	5.0	49.2	24.1	4.2
33.4	331.9	10.3	5.90	4508	102.5	70.6	5864.4	71.8	0.663	34.6	6.9	48.9	36.1	6.1
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
69	52	72	133	167	84	78	66	94	95	86	89	111	72	91
89	95	65	131	146	161	124	199	77	171	141	123	114	114	135
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
89	85	90	106	108	75	77	58	102	62	86	94	112	85	93
73	111	90	113	129	158	129	204	82	159	138	131	107	122	136
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
79	68	81	120	138	81	78	63	98	79	86	91	111	78	93
81	101	78	122	137	160	126	200	80	165	140	125	110	117	136

本実験結果も大体において直線的变化をなし照射時間に比例する。しかしながらスギおよびヒノキの 30 分照射区は発芽率が悪くこの直線からはずれる。その原因は不明である。

次に対照区はいずれも 1% 以下であるから無照射区と 30 分区の間は極めて急に発生率が增加することになる。したがって、低照射の場合はおそらく Muller 氏の法則からはずれるように思われる。

生物体に X-線を照射すると染色体が切断されることがしばしば報ぜられている。その場合切断の頻度は染色体の長さに比例する (Helfer 1941, 松浦および芳賀 1946) という。これは *Drosophila pseudoobscura* および *Trillium kamtschaticum* における実験であるが、仮に林木においてもあてはまるとすれば、スギの体細胞の染色体は長い方に属するから X-線照射によつて切断される機会が多い。I 号木においては切断された染色体の切片がみられ、不規則な分裂をなしている。I 号木の形態が常に矮性的であり、しかも Nanism の形態をとつている大きな原因であろう。

II 号木は単なる遺伝子突然変異であるかまたは転座或いは逆位を起しているのか不明であるが、不規則な分裂をなす細胞が多い点から考えると、染色体に何等かの変化が起つていること

第 246 表 X-線 処 理 ス ギ 針 葉 の

類 別			樹						
			位 置		大 さ				
			背部距離	対葉断面	幅 X	厚 さ Y	面 積 $XY \frac{\pi}{4} (A'')$	形状比 $Y/X \times 100$	葉面積 との比 $A''/A' \times 100$
突 然 変 異 体	長 葉	対 照 木	μ 641	% 57.7	μ 137.9	μ 123.0	μ^2 13321.7	89.2	% 0.1402
		I 号 木	638	60.9	61.7	46.1	2233.9	74.7	0.0339
		II 号 木	734	56.5	100.5	86.6	6835.6	86.2	0.0619
	短 葉	対 照 木	510	63.6	115.5	102.8	9325.3	89.0	0.1940
		I 号 木	526	63.8	54.0	44.5	1887.3	82.4	0.0421
		II 号 木	621	64.0	71.4	71.3	3998.3	100.0	0.0648
	両 葉 平 均	対 照 木	576	60.7	126.7	112.9	11323.5	89.1	0.1671
		I 号 木	582	62.4	57.8	45.3	2060.6	78.6	0.0380
		II 号 木	678	60.3	86.0	78.9	5417.0	93.1	0.0634
比 率	長 葉	対 照 木	100	100	100	100	100	100	100
		I 号 木	100	106	45	37	17	84	24
		II 号 木	115	98	73	70	51	97	44
	短 葉	対 照 木	100	100	100	100	100	100	100
		I 号 木	103	100	47	43	20	93	22
		II 号 木	122	100	62	69	43	112	33
	両 葉 平 均	対 照 木	100	100	100	100	100	100	100
		I 号 木	101	103	46	40	18	88	23
		II 号 木	118	99	68	70	48	104	38

は確実である。その結果として、I号木ほどではないが、矮性となり Brachysm の体制をとっているものと思われる。

X-線照射による突然変異体の育種学的意義については最近問題となつている。木原氏がX-線 100 分照射区から得た一粒系小麦の早熟性は他に不良形質が伴わず花粉も良好で稔性も正常である。Gustafson (1941 a b) は大麦を X-線処理して収量の多い突然変異体を得た。しかしながら1つの優良突然変異体を得るためには同時に 700~800 の不良変異体を誘発しなければならぬといつている。

筆者は、アカマツ、クロマツ、スギ、ヒノキ各種とも約 6000~7000 粒の乾燥種子を X-線処理して、結果において幼齡樹まで育て得た突然変異体は僅かに2本に過ぎなかつた。しかも現在のところいずれも実用的価値は見出してない。しかしながら各種形質および染色体の観察によつて、遺伝子または染色体に変化をきたしていることは明らかとなつた。したがつてこれを母木として交雑を行えばその子孫には遺伝子、または染色体の種々の組合せを持つた個体を得ることができるはずである。われわれはそれ等の中から第二段的に優良なものを選ぶことにしたい。これ等に関しては今後の研究に期待するわけである。

形態総括表 (III)

脂						道					
内 分 泌 細 胞						外 分 泌 細 胞					
数 W	長 さ X'	幅 Y'	単位厚 さ当数 W/Y ×100	面 積 X'Y' $\frac{\pi}{4}$ μ^2	形状比 Y'/X' $\times 100$	数 Z	内分泌細 胞との比 Z/W ×100	長 さ X''	幅 Y''	面 積 X''Y'' $\frac{\pi}{4}$ μ^2	形状比 Y''/X'' $\times 100$
コ	μ	μ	%	μ^2		コ	%	μ	μ	μ^2	
24.4	19.0	12.6	19.8	188.1	66	19.5	80	27.7	14.5	315.5	52
16.4	14.8	11.2	35.6	130.2	76	15.3	93	20.5	13.2	212.5	64
21.0	17.1	11.8	24.3	158.4	69	21.7	103	21.1	14.7	243.6	70
19.2	20.3	12.1	18.7	192.9	60	16.0	83	27.2	14.0	299.1	51
13.1	16.2	11.8	29.4	150.1	73	12.5	95	24.5	14.8	284.8	60
16.7	16.7	13.0	23.4	170.5	78	16.8	101	22.2	14.3	249.3	64
21.8	19.7	12.4	19.3	190.5	63	17.8	82	27.5	14.3	307.3	52
14.8	15.5	11.5	32.5	140.2	75	13.9	94	22.5	14.0	248.7	62
18.9	16.9	12.4	23.9	164.5	74	19.3	102	21.7	14.5	246.5	67
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
67	78	89	180	69	115	78	116	74	91	67	123
86	90	94	123	84	105	111	129	76	101	77	135
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
68	80	98	157	78	122	78	114	90	106	95	118
87	82	107	125	88	130	105	122	82	102	83	125
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
68	79	93	168	74	119	78	115	82	98	81	119
87	86	100	124	86	117	108	124	79	101	80	129

(7) 結 論

アカマツ、クロマツ、スギ、ヒノキの乾燥種子に対して 1938 年 3 月

クーリツジ管球、電圧 30 万ボルト 電流の強さ平均 3 ミリアンペア

フィルター無し、距離 20 輊

照射時間 30 分、60 分、90 分、120 分、150 分、180 分、210 分

の条件により各区それぞれ 990 粒処理を行い、種子を播種して苗木を育て、下記の結論を得た。

1. X-線照射により相当数 (20~80 %) の種子が種々の影響を受ける。その主なるものは不発芽、生育中の原因不明の枯死、発育異状、外部および内部形態の異状。
2. 上記照射範囲内で照射時間と変異体発生率とはほぼ直線的な正比例関係がある。
3. 変異種子の大部分は不発芽に終り、発芽した可視変異体は少ない。たとえ変異体を生じても翌年までにはほとんど大部分が枯死するかまたは原形に復帰する。
4. 以上の処理中現在までに生存変異体として残つたのはスギ 150 分および 180 分処理区から僅かに 2 本 (Ⅰ号木およびⅡ号木) だけである (形態実験は満 11 年生の時実施)。

5. 後年まで生育する樹木の突然変異体を得るには相当数の種子（少なくとも万単位以上）を処理する必要がある。
6. I 号木は Nanism, II 号木は Brachysm の形態を有する。
7. I 号木の体細胞染色体の若干は切断され小片をなすものがあり、全体的に不規則な分裂をなす。
8. II 号木は染色体の小切断はみられないが、分裂がやや不規則である。染色体に変化を受けている。
9. I 号および II 号木の形質の変化は染色体の変化に基因するものと思われる。

〔II〕 コルヒチン処理による人為突然変異

人為的に倍数植物を育成する研究は下等植物の蘚類における Marchal, Elie および Emiel (1906), Wettstein (1923) 等にはじまり、高等植物では Winkler (1916) のトマトとイヌホソツキの接木雑種の研究が嚆矢であろう(西山氏 (1947) による)。その後物理学的並びに生物学的的方法としては交雑法、切断法、多胚種子を利用する方法等が行われ、倍数植物の育成が実施されているが、いずれの植物にも普遍的に応用できるとは限らず、また、その発生率も極めて低率である場合が多い。

倍数性植物は天然にも存在している。広く分布するものは無意識のうちに独立の種として記載分類されている。たまたま細胞遺伝学的研究を行つた結果倍数植物であることが分つた例も少なくない。例えば *Aesculus carnea* は Upcott 氏 (1936) により *Ae. Hippocastanum* ($2n=40$) と *Ae. pavia* ($2n=40$) の交雑によつて成立した異質倍数体 ($2n=80$) であることが証明され、また、平吉、中村両氏 (1943) によれば *Sequoia sempervirens* のゲノム構成は、相同ゲノムの単なる重複ではなく異質 6 倍体であるという。ポプラの 3 倍体は天然にも発見されているが、一方交雑法によつて作られた 3 倍体、4 倍体等が観察研究されている (Bergström 1940)。人為的倍数体を誘発することは従来多くの学者の関心をひいていたにかかわらず手数と工夫を要することが多かつたので特殊な植物にかぎられていたのである。

しかるに 1937 年 Blakeslee, A. F. および Avery, A. G. 両氏のコルヒチン法が紹介されてから多くの植物から比較的容易に倍数体を誘発することができるようになつてきた。その結果育種研究にも広く応用されることとなり、昨今においてはコルヒチン法により誘発された倍数体の例は枚挙に暇ない状態である。林木に対する研究は比較的少ないが、まず、Mirow および Stockwell 両氏 (1939) は *pinus ponderosa* の種子をコルヒチン浸漬法によつて処理し部分的倍数体の実生苗を創成し倍数植物は将来林木育種上有用であろうと結論した。ついで Jensen および Levan 両氏 (1941, *Sequoia gigantea*)、戸田氏 (1942, ハゼノキ)、倉田氏 (1942, キリ)、金沢氏 (1942, 茂道マツ, キリ, 1948, タイワンギリ)、陣内氏 (1947, スギ, カラマツ, アカマツ, クロマツ)、平吉氏 (1947, ヤマハゼ, 1950, キリ) 等の研究が相

ついで発表された。しかるにこれ等の研究の多くは、コルヒチン処理直後、または稚苗期の観察であり、幼齡期以降の倍数性林木に関する研究は少ない。平吉氏 (1950) のキリ倍数体の観察は播種後 4 年に入つた個体について行われた。

種により形態並びに生理生態的性質を異にするので、必ずしも同一方法で誘発できるとはかぎらない。植物により難易があり、また、場合によつては工夫を要する。コルヒチン処理法として最も広く用いられるのは種子或いは植物体の生長点浸漬法および滴下法であるが、その他場合によつてはラノリン法、寒天法、或いは噴霧法およびこれ等の変法が用いられる。いずれの方法が効果的であるかは予測できない場合が多い。

この実験においては、クロマツを中心として、成木の倍数体を育成するにはいかなる処理法が最も効果的であるかをまず検討し、ついでその成木の特性を研究したのである。前述のごとく 1939 年～1940 年多数の林木種子および稚苗に対してコルヒチン処理を行い変異体を得た。現在手許に満 11 年生クロマツ変異体 7 本が生育している。以下その実験結果についてのべることとする。

1. 変異体誘発率および残存率

(1) 種子浸漬法による変異体の誘発

先に述べた実験方法に基きクロマツ、アカマツ、スギ、ヒノキ、カラマツ、トウヒ、モミの 7 樹種をコルヒチン溶液に浸漬して得た変異体は第 247 表に示す通りである。

第 247 表 林木種子のコルヒチン浸漬法による変異体誘発率 [I]

樹 種	濃 度	浸漬日数	播種粒数	発芽粒数	発芽%	2 ヶ月後の 変異体本数	2 ヶ月後の 変異体誘発率*
ク ロ マ ツ	0.0 (対照)	1	15	14	93	0	0.0
	0.05	1	15	15	100	1	7.1
		2	15	13	87	1	7.1
		3	15	15	100	1	7.1
	0.1	1	15	12	80	1	7.1
		2	15	11	73	0	0.0
		3	15	11	73	0	0.0
	0.2	1	15	11	73	0	0.0
		2	15	12	80	0	0.0
		3	15	12	80	0	0.0
	計 (平均)	—	135	112	83	4	(3.2)
ア カ	0.0 (対照)	1	150	116	77	0	0.0
	0.05	1	23	10	44	2	11.2
		2	20	3	15	0	0.0
		3	21	0	0	0	0.0
		1	25	8	32	2	10.4

樹 種	濃 度	浸漬日数	播種粒数	発芽粒数	発芽%	2ヵ月後の 変異体本数	2ヵ月後の 変異体誘発率
マ	0.1	2	20	3	15	0	0.0
		3	22	1	5	0	0.0
	0.2	1	20	8	40	2	12.9
		2	20	4	20	0	0.0
	計 (平均)	—	192	38	20	6	(4.0)
ス	0.0 (対照)	1	15	14	93	0	0.0
	0.05	1	15	12	80	1	7.1
		2	20	12	60	0	0.0
		3	20	10	50	1	5.4
	0.1	1	20	9	45	1	5.4
		2	22	11	50	0	0
		3	20	10	50	0	0
	0.2	1	25	13	52	0	0
		2	25	11	44	0	0
		3	20	7	35	0	0
	計 (平均)	—	187	95	51	3	(1.7)
ギ	0.0 (対照)	1	15	10	67	0	0
	0.05	1	5	5	100	0	0
		2	5	4	80	0	0
		3	5	5	100	0	0
	0.1	1	5	3	60	0	0
		2	5	3	60	0	0
		3	5	2	40	0	0
	0.2	1	4	0	0	0	0
		2	5	1	20	0	0
		3	5	2	40	1	30
	計 (平均)	—	44	25	57	1	(3.4)
ヒ	0.0 (対照)	1	15	11	73	0	0
	0.05	1	15	5	33	0	0
		2	15	3	20	0	0
		3	15	6	40	0	0
	0.1	1	15	6	40	0	0
		2	15	5	33	1	9.1
		3	15	7	47	1	9.1
	0.2	1	14	7	50	1	9.8
		2	15	5	33	0	0
		3	15	3	20	0	0
	計 (平均)	—	134	47	35	3	(3.1)

樹 種	濃 度	浸漬日数	播種粒数	発芽粒数	発芽%	2ヵ月後の 変異体本数	2ヵ月後の 変異体誘発率
ト ウ ヒ ミ	0.0 (対照)	1	15	9	60	0	0
	0.05	1	15	5	33	0	0
		2	15	6	40	0	0
		3	15	10	67	0	0
	0.1	1	9	6	67	0	0
		2	15	7	47	0	0
		3	15	1	7	0	0
	0.2	1	10	9	90	1	16.7
		2	10	5	50	0	0
		3	15	8	53	0	0
	計 (平均)	—	119	57	48	1	(1.4)
	0.0 (対照)	1	15	11	73	0	0
モ ミ	0.05	1	10	3	30	0	0
		2	10	2	20	0	0
		3	10	7	70	0	0
	0.1	1	10	4	40	0	0
		2	10	1	10	0	0
		3	10	10	100	0	0
	0.2	1	10	4	40	0	0
		2	10	3	30	0	0
		3	10	8	80	0	0
	計 (平均)	—	90	42	47	0	(0)

備考 1939 年 3 月 13~15 日播種, 5 月 18 日現在調査の結果を表示した。

* 2ヵ月後の倍数体誘発率は理論発芽数 (すなわち, 対照区発芽率) に対する誘発率をもつて示した。

発芽する種子を観察しているとコルヒチンの影響を受けて種々の形態をした稚苗が得られる (第5図版)。各樹種に共通な一般特性を挙げれば次の通りである。

- A. 根が肥大している。その程度には種々あり, はなはだしいのは球形またはダルマ状をなし伸長も悪い。かようなものはやがて枯損するものが多い。
- B. 茎は太く短くなる。
- C. 子葉も肥大する。中には先端だけ肥大して棍棒状をなす。おそらく子葉発生当時倍数性であつたものが, 後から生じた基部は原型に復帰したのであろう。また, 上向きに生長するものがある。
- D. 葉色は濃緑色となる。
- E. 尋常葉も肥大し太く短くなり, また彎曲するもの, 1本のもの, 2本の針葉が癒合するもの等の畸型的のものが多い。

F. 生長は一般に悪い。

この実験は 供試本数が少ないから 変異体発生率の 多少を 各區別に論ずるわけにはゆかないが発生率は概して低率である。発芽当時変化していたものも日数を経るにしたがい原型に復帰し、或いは間もなく枯損して、2 カ月後に至れば僅かのものが変異体として認められるに過ぎない。ごく一部を除いては数 % 以下であつた。

つぎに倍数体を多数得る目的をもつて 0.1% コルヒチン溶液にクロマツ、アカマツ、スギ、ヒノキの多数の種子を約 5 晝夜浸漬し、しかる後水洗して播種し、発芽本数に対する 2 カ月後の変異体本数を調べた。その結果は第 248 表に示す通りである。発芽前後若干鳥の被害や根切虫

第 248 表 林木種子のコルヒチン浸漬法による変異体誘発率〔II〕

樹 種	発芽稚苗数	2 カ月後における変異体	誘 発 率
	本	本	%
クロマツ	1556	25	1.6
アカマツ	977	20	2.0
ス ギ	555	5	0.9
ヒ ノ キ	985	9	0.9
計(平均)	4073	59	(1.4)

備考 倍数体を多数得る目的をもつて 0.1% コルヒチン溶液に約 5 晝夜浸漬したる後適宜播種して得たものである。

たがいずれも同程度の低率のものであつた。かようにして折角誘発された変異体はスギの 1 個体を除きいずれも 3 年を待たずして形態が原型に復帰するか或いは枯損した。スギ 1 個体は著しく矮性で針葉短大、葉色濃緑色で 4 年目まで生育したが、そのうち針葉に病斑を生じ薬剤を撒布したにかかわらず次第に衰弱しついに 4 年目の夏に枯死した(第 5 図版スギ変異体約 4 年生参照)。

以上要するに林木種子に対し 0.05~2.0 %, 1~数日間コルヒチン浸漬法をほどこして得られる変異体は 2 カ月後には一般に数 % 以下となり、大部分は 3 年内に原型に復帰する。浸漬法により変異体の成木を得ることはなかなか困難のようである。

(2) 生長点滴下法による変異体の誘発

点滴下法の場合は浸漬法の場合とその趣を異にする。実験の結果を表示すれば第 249 表の通りである。誘発率および残存率は浸漬の場合に比較すれば遙かに多い。いずれの樹種も大体同傾向を有するので、まず最も処理本数の多かつたクロマツについて説明する。変異体 1 年目の誘発率および 2 年目の残存率は第 9 図によつてよく理解することができる。

クロマツに関する実験結果を要約すれば次の通りである。

A. 点滴下法による変異体の発生は浸漬法の場合より多い。

による被害等もあり発芽率の低下状況や変異体誘発率を正確に表示することはできないが、大体の傾向をみることはできる。5 樹種合計 4073 本中 59 本の変異体が得られた。発芽本数に対する変異体誘発率はアカマツの 2.0% を除いてはいずれもそれ以下である。極めて低率であつた。

以上の樹種のほか、若干の潤葉樹種子および支那産林木種子について行つ

第 249 表 コルヒチン滴下処理法による変異体誘発率

樹 種	濃 度	処理回数	処理本数	1 年目 誘発本数	1 年 目 誘 発 率	2 年目 残存本数	2 年 目 残 存 率	3 年目 残存本数	3 年 目 残 存 率
ク ロ マ ツ	0.00(対照)	0	129	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	0.05	1	52	1	1.9	0	0.0	0	0.0
	0.10	1	52	1	1.9	0	0.0	0	0.0
		3	221	42	19.0	6	14.3	1	2.4
		4	136	54	29.0	10	18.5	3	5.6
		5	83	37	44.6	11	29.7	2	5.4
	0.20	1	66	5	7.6	0	0.0	0	0.0
		3	178	65	36.5	10	15.4	1	1.5
		4	183	80	42.6	9	11.3	2	2.5
		5	76	39	51.3	5	12.8	1	2.6
	0.40	1	72	7	9.7	0	0.0	0	0.0
		3	203	103	50.7	8	7.8	2	1.9
		4	222	104	46.8	10	9.6	3	2.9
		5	98	62	63.3	3	4.8	0	0.0
	0.60	1	82	9	11.0	1	11.1	0	0.0
		3	145	93	64.1	10	10.8	1	1.1
		4	132	75	56.8	7	9.3	1	1.3
		5	79	38	48.1	1	2.6	0	0.0
	計 (平均)	53	2135	815	(33.2)	91	(11.2)	17	(2.1)
ア カ マ ツ	0.00(対照)	0	125	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	0.05	1	79	1	1.3	0	0.0	0	0.0
	0.10	1	69	1	1.4	0	0.0	0	0.0
		3	175	14	8.0	0	0.0	0	0.0
	0.20	1	70	1	1.4	0	0.0	0	0.0
		3	180	27	15.0	0	0.0	0	0.0
		4	153	51	33.3	4	7.8	1	2.0
	0.40	3	181	60	33.1	3	5.0	0	0.0
		4	183	94	51.4	3	3.2	0	0.0
	0.80	3	222	84	37.8	6	7.1	1	1.2
		4	206	88	42.7	3	3.4	1	1.1
	計 (平均)	27	1518	421	(27.7)	19	(4.5)	3	(0.7)
ス ギ	0.00(対照)	0	28	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	0.05	3	58	2	3.4	0	0.0	0	0.0
	0.05	4	27	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	0.10	3	55	5	9.1	0	0.0	0	0.0
	0.20	3	55	17	30.9	0	0.0	0	0.0
	計 (平均)	13	195	24	12.3	0	0.0	0	0.0

樹 種	濃 度	処理回数	処理本数	1年目 誘発本数	1年目 誘発率	2年目 残存本数	2年目 残存率	3年目 残存本数	3年目 残存率
ヒ ノ キ	0.00(対照)	0	31	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	0.05	3	92	2	2.2	0	0.0	0	0.0
	0.05	4	28	1	3.6	0	0.0	0	0.0
	0.10	3	60	2	3.3	0	0.0	0	0.0
	0.20	3	56	3	5.4	0	0.0	0	0.0
	計 (平均)	13	236	8	3.4	0	0.0	0	0.0
カ ラ マ ツ	0.00(対照)	0	30	0	0.0	0	0.0	0	0.0
	0.10	3	142	10	7.0	0	0.0	0	0.0
	0.20	3	153	21	13.7	0	0.0	0	0.0
	0.40	2	212	26	12.3	3	11.5	0	0.0
	0.80	2	245	60	24.5	5	8.3	0	0.0
	計 (平均)	10	752	117	15.6	8	6.8	0	0.0

B. 当年の発生率は濃度が高いほど、また、処理回数が多いほど高率である。

C. 変異体の2年目残存率は各濃度とも1回処理のものは0または極めて低率である。

D. 0.1% の濃度処理のものは処理回数が多いほど残存率が大である。すなわち、3回
→4回→5回 (小→大)

E. 0.2 および 0.4% 区では 3, 4, 5 回処理区は回数による差違小である。

F. 0.8% 区ではかえつて処理回数が多いほど残存率が小である。すなわち、1回←3
回←4回←5回 (大←小)。これは高濃度多回数処理のものほど、高度の形態の変化
がおこり生活に適せず枯損するものが多かつたことに基因する。

G. 3年目の残存率(1年目誘発率本数に対して残存する率)は濃度および処理回数と
は関係がないようである。ただし、1回処理のものは各濃度とも例外なく残存率0で
ある。

H. 最適処理法は 0.1% 或いは 0.2% 3~5回処理特に 0.1% 4~5回処理(隔日)が
有効である。

クロマツ 2135 本を処理した場合当年の変異体発生本数は 815 本 38.2% に及んだ。2 年目には 91 本残りその残存率は 11.2%, 3 年目にはさらに減少し 17 本が変異体として残り他は全部原形に復帰した。残存率は発生本数の僅かに 2.1% である。従来しばしば唱えられたようにせつかく誘発した変異体は時日を経過するにしたがい大多数は形態が原形へ還元する。結局クロマツにおいては3年目まで変異体として残存したものは2135本の処理に対して17本であり、0.8% に相当する。処理別に最高であつたものは 0.1% 5回, 83 本処理中 2 本残り, 処理本数に対して 2.4%, 発生本数に対して 5.4% に相当する。発生本数に対して残存本数が最高であつたのは 0.1% 4 回処理の 5.6% である。

次に4年目における状態は如何と
いうに、3年目に残つた17本中3
本が還元して14本が残り、さらに
翌5年目には2本復歸して12本が
変異体として残つた。しかして5年
目以降は安定し今日に至るも何等変
化なく健全に生育をつづけている。

アカマツも概して高濃度多回数処
理の方が変異体の誘発率よく0.4%
4回処理が最高である。アカマツの
処理総本数は1518本でありクロマ

ツより少ないので、3年目の残存率をみるにはやや実験数が過少であるが、大体においてクロ
マツと同傾向である。アカマツは1年目に421本、27.7%の変異体を得たが、2年目には19
本、4.5%、さらに3年目には3本、0.7%の変異体が残つたにすぎない。3年目まで辛うじて
変異体としての形態を保持した3本も、翌4年目には1本となつた。この1本は興味ある特徴
を表わして生育していたが、5年目に至りついに形態が普通のアカマツに還元した。4年目ま
では針葉は短大、かつ、濃緑色を呈しややクロマツの変異体に類似していた。ただし、新条の
色は赤褐色を失わなかつた。5年目に至り全く普通のアカマツに復歸し、それまで生長も遅れ
矮性的であつたのが、急に生長も旺盛となつた。

スギは195本の処理に対し1年目に24本、12.3%の変異体を得た。最も有効であつたのは
0.2% 3回処理で、処理本数の30.9%に達した。しかし残念ながら2年目には全部原形に復
歸した。

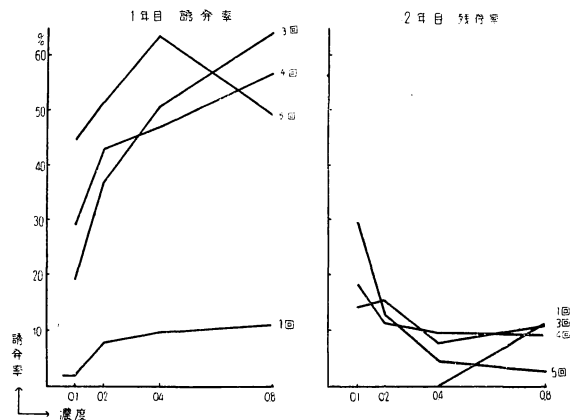
ヒノキは概してスギと同傾向であるが、これより誘発率が低い。すなわち、236本の処理に
対して1年目誘発は8本、3.4%である。これもスギと同様2年目には全部還元した。

カラマツは752本の処理に対して1年目の誘発117本、15.6%であつた。最高は0.8% 2回
処理の24.5%であつたが、2年目残存率はかえつて0.4% 2回処理の方が良好で、212本処
理して2年目に3本、11.5%を得ている。しかしながら2年目まで変異体として残つた合計
8本の個体は翌3年目には全部原形に復歸した。

以上述べたように相当数の個体(クロマツ 2135本、アカマツ 1518本、スギ 195本、ヒノ
キ 236本、カラマツ 752本、合計 4836本)を1~数回処理したにかかわらず5年目以降まで
安定した変異体として得ることができたのは僅かにクロマツの12本があるだけである。

この実験により明らかにされた要点を別記すれば次の通りである。

A. アカマツ、クロマツ、スギ、ヒノキ、カラマツ等のコルヒチン処理による変異体誘



第9図 コルヒチン滴下処理によるクロマツ
変異体の誘発率および残存率

発には種子浸漬法よりは稚苗生長点滴下法の方が有効である。

B. 最適処理法は0.1 或いは0.2% 3~5 回処理, 特に0.1% 4~5 回処理 (いずれも隔日) が有効である。

C. アカマツはクロマツより誘発困難である。

D. スギ, ヒノキ, カラマツはさらに困難である。

E. したがって, 安定した変異個体を得るためには相当多数の個体を処理する必要がある。クロマツでは処理満1年後の変異個体の約1.8%が安定する。

2. 形態学的特性

前述のクロマツ変異体 12 本中7本を宮崎大学農学部苗畑に移植し, 形態および細胞学的特性を明らかにした。先ず一般外部形態からのべる。

(1) 一般的形態

ゲノムの倍加に伴う形態或いは生理的变化については従来多数の学者によつて論ぜられてきたが, 植物の倍数体の有する一特徴として形態的变化が第一に挙げられる。中でも外観的变化として一般に草丈は高く茎太くいわゆる巨大型になる場合や, かえつて草丈低く諸器官が矮小となるいわゆる矮性型を示す場合が知られている。ゲノムの倍加によつて形態的にはかえつて矮小になった例としては木原 (1938, 1939, ケイトウ, 煙草属), Smith (1939, 煙草属), 二日市 (1940, 棉), 島村 (1941, トマト属) の諸氏の実験およびその他多数の報告がある。クロマツ変異体は樹高は低くなっているが, その変異の程度は個体によつて異つている。先ずクロマツ変異体の外部形態的一般特性についてみれば第250表に示す通りである。

第250表 クロマツ変異体の一般的性質 (1947年4月現在)

個体番号	幹 長		幹 径		枝 長		枝 径		枝 数		分枝角		幹径 幹長		枝径 枝長		枝長 幹長	
	実験値 (cm)	比率	実験値 (cm)	比率	実験値 (cm)	比率	実験値 (mm)	比率	実験値	比率	実験値 (度)	比率	実験値 (%)	比率	実験値 (%)	比率	実験値 (%)	比率
対照 (2n体)	170.0	100	5.2	100	53.1	100	6.9	100	21	100	80.2	100	3.1	100	1.30	100	31.2	100
1	84.6	50	1.8	35	15.0	23	5.1	74	10	48	85.0	106	2.1	68	3.40	262	17.7	57
2	74.0	44	2.1	40	19.4	37	5.6	81	8	38	77.8	97	2.8	90	2.89	222	26.2	84
3	60.3	35	1.6	31	13.8	26	4.3	62	17	81	50.0	62	2.7	87	3.12	240	22.9	73
4	63.7	37	1.4	27	9.3	18	4.4	64	13	62	73.6	92	2.2	71	4.73	364	14.6	47
5	35.1	21	1.0	19	8.6	16	4.1	59	3	14	71.6	89	2.9	94	4.77	367	24.5	79
6	25.7	15	0.5	10	3.0	6	3.7	54	3	14	45.1	56	1.9	61	12.33	948	11.7	38
7	70.6	42	2.0	38	11.0	21	5.4	78	15	71	71.8	90	2.8	90	4.91	378	15.6	50
平均	59.1	35	1.5	29	11.4	21	4.7	68	10	48	67.8	85	2.5	81	5.16	375	19.0	62

備考 (1) 幹径 地上 5cm の部分の直径

(2) 枝径 各枝の中央部の直径

(3) 枝長, 枝径, 分枝角は平均値を示す

各測定値は個体により相当の差違が表われている。幹長は 25.7~84.6 cm, 平均 59.1cm となっており, 対照木の 170.0 cm に比較して極めて生長が悪いことがわかる。特に 5 号木および 6 号木は矮小であり, 幹径はさらに小さい。変異木の幹長平均は対照木の 35 %, 幹径平均は 29 % である。

幹長に対する幹径の割合は大体 1.9~2.9%, 平均約 2.5% となつてはいるが, 対照木は 3% 内外であるからこの点はやや類似している。

枝数は 3~17 本, 平均 10 本であり対照木の約半分である。

枝長は平均値の最大は 2 号木の 19.4 cm, 最小は 6 号木の 3.0cm で發育が極めて悪い。総平均は 11.4 cm で対照木の 53.1cm に対し 21% にあたる。

枝の直径の変異は 3.2~9.2mm の範囲内にあり, 平均値の最大は 2 号木の 5.6 mm, 最小は 6 号木の 3.7mm であり, 総平均は 4.7mm で対照木の 6.9mm に対して 68% である。

枝長に対する枝径の割合をみるに各個体の平均はおよそ 2.9~12.3% で総平均は約 5.2% である。しかるに対照木における割合は 1.3% であるから変異体は対照木の 2~10 倍, 平均 3~4 倍となり枝の長さの割合に枝径は大である。変異体の外観を畸異に感ぜしめる一原因は矮小な樹体に太く短い枝が出ている点にある。

分枝角は全体としておよそ 20° (6 号木)~105° (1 号木) の変異を有し平均値の最大は 1 号木の 85°, 最小は 6 号木の 45° であつて総平均は約 68° となつてはいるが, 対照木は大体 80° 内外であるから変異体が僅かに小である。また, 一般に分枝角は上方に行くにしたがい小となる傾向がある。ただし, 分枝角は樹幹を基準として枝の上側の角度を測定したものである。

次に枝の着生位置により変異体の年々の生長量を測定して表示すれば第 251 表にみる通りである。本表により明らかなように各個体は年度により伸長量に著しい差異を表わしている。全体として 1 年間の伸長量は 1.8~2.38 cm の変異の幅を有し, 各個体についてみれば, 2 号木が最大値を, 6 号木が最小値を有する。

以上樹形を支配する外部形態因子について述べたが, 6 号木はほとんどすべての測定値が常

第 251 表 節 間 長 (年度別上長生長量) (単位 cm)

年 度	1940	1942	1943	1944	1945	1946	合 計	平 均
供試木	~1942	~1943	~1944	~1945	~1946	~1947	(幹 計 長)	
1	14.5	7.0	18.3	17.3	7.7	19.5	84.3	14.1
2	6.8	11.3	11.0	23.8	4.3	11.8	69.0	11.5
3	6.3	15.0	12.5	14.0	7.0	5.5	60.3	10.1
4	6.6	4.0	13.8	15.5	7.0	16.8	63.7	10.6
5	3.2	3.8	8.1	10.0	3.5	6.5	35.1	5.9
6	4.2	6.8	1.8	6.2	2.7	4.0	25.7	4.3
7	9.0	19.5	10.0	20.2	5.7	6.2	70.6	11.8
平 均	7.2	9.6	10.8	15.3	5.4	10.0	58.3	9.7

に最小値を示している。他の個体は一貫した傾向がみえない。6号木における矮小なる形態は極端なものであり、一特異性を表わしている。

要するに変異体は矮性的であり太く短い幹から太く短い枝が出ているのが特徴である。すなわち、全体として幹も枝も圧縮された形態をなしている。

(2) 針葉の外部形態

A. 一般的特性

倍数植物の一般的特徴として葉の肥厚、濃緑色ということが挙げられているが、クロマツ変異体も例外なくかような傾向が表われている。この項においては針葉の外部形態の外観的性質について述べる。

(A) 外 観

一般的に言えば太く短く一見して強大な感じを受ける。しかしながらかような感じの程度は各個体によつて異なる。葉の振れの程度は少なく真直に伸びているものが多いが、特に葉の短い個体ほどその傾向が強いようである。7本の変異体のうちで特に7号木は独特の葉状を呈し、基部より先端にかけて弧状に曲つているものが多い。また、6号木は他の個体に比して葉数極めて少なく僅かに枝端に着生しているにすぎない。1, 2号木および3, 4, 5号木はそれぞれ類似している。

(B) 色 彩

一般に濃緑色を呈するが、春季から夏季に移るにしたがつて濃色の度を増し、大體黄緑靨色 (Deep Turtle green) から濃黄緑靨色 (Chromium green) に変つてくる。

(C) 畸 型 葉

対照木に比して畸型葉が著しく多い。一対をなすべき2本の針葉が先端部、中間部または基部に近い部分において癒合して、全く1本の針葉のごとき観を呈するもの、或いは1本の針葉が先端を2つ有するがごとき外観を呈するもの等がある。癒合点から基部に至る間は完全に癒合せず、葉底の片側が僅かに喰込みを生じて癒合前の痕跡を止めているのがみられる。

かような畸型葉を有する程度は個体によつて著しく異なる。最も多いのは7号木で約80本、全葉数の20~30%内外に達している。次は1号木の約50本であるが、最も少ないのは6号木の2本となつている。しかしながらこの本数は實際数よりは少ないであろうと思われる。何となれば苗畑に植栽されている関係上、参観者によつて無意識に人為的に採取されたものが若干なかつたとは断言できないからである。

また、5号木においては一対の針葉が3本となつているものを見出したが、これは普通のクロマツにおいても時折見出し得るものであるから、コルヒチンの影響による変異であるか否かは疑わしい。その他、針葉の位置と葉の変異の大小との間には明瞭なる相関々係はないようである。

B. 針葉の長さ, 幅, 厚さ

針葉の大きさは内部組織とも関係を有し, その大小は生理的に影響するところが大きいであろう。本項においては, 長さ, 幅, 厚さおよびその相互関係についてのべることにする。

(A) 葉の長さ (第252表)

葉の長さは対照に比較して一般に短い。その程度は各個体により異つてゐるが, 全体的にみて 20~99mm の間にあり, 平均値の最大は7号木の 72.7mm, 最小は3号木の 30.0mm で総平均は 52.3mm となり変異の幅の最も大であるのは1号木の 28~88mm でその差はおよそ 60mm となつてゐる。これに対して対照木の平均は 89.8mm であるから一般的に変異体は対照木の 50~80%, 平均約 60% 内外の長さの葉を有することになる。

要するに葉長は著しく短く, 変異体の大きな特性の一つである。

第252表 葉の長さ (単位 mm)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
平 均		55.5	65.7	30.0	44.0	43.7	54.2	72.7	52.3	89.8
最 大		88	82	46	56	64	87	99	—	128
最 小		28	34	20	28	34	21	37	—	56
比 率		62	73	33	49	49	60	81	58	100

(B) 葉の幅 (第253表)

従来倍数植物の葉の肥厚ということは一般的特徴として挙げられてゐる。クロマツ変異体においては例外なくこの傾向を示している。その結果針葉は強壮にみえる。

葉の幅は全体として 1200~2300 μ で平均値の最大は2号木の 1866 μ , 最小は3号木の 1442 μ で総平均は 1684 μ である。そのうち変異の幅の最大なものは2号木の 1420~2300 μ で結局 880 μ の差を有する。これに対して対照木の平均は 1284 μ , 変異の幅は 580 μ である。

要するに変異木の葉の幅は対照木に比し 10~50%, 平均約 30% 広くなつてゐる。

第253表 葉の幅 (単位 μ)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
平 均		1828	1866	1442	1514	1721	1708	1712	1684	1284
最 大		2100	2300	1760	1860	2200	2000	2060	—	1640
最 小		1240	1420	1200	1320	1340	1360	1320	—	1060
比 率		142	145	112	118	134	133	133	131	100

(C) 葉の厚さ (第254表)

葉の厚さは葉の幅におけると同様の結果を示している。すなわち, 葉の厚さは全体としておよそ 900~1560 μ で, 平均値の最大は1号木の 1259 μ , 最小は3号木の約 956 μ で総平均はおよそ 1120 μ 内外で, そのうち最も変異の幅の広いのは7号木の 900~1680 μ であり, 大と小では 780 μ の差を有する。これに対して対照木は 700~1020 μ , 平均 863 μ となつてゐるか

第 254 表 葉 の 厚 さ (単位 μ)

供試木 類 別	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
平 均	1259	1229	956	1001	1143	1090	1169	1121	863
最 大	1480	1480	1220	1260	1560	1340	1680	—	1020
最 小	1040	920	800	820	900	940	900	—	700
比 率	146	142	111	116	132	126	135	130	100

ら、一般的にみて変異体は対照木より約 10~50 %, 平均 30 % 肥厚を示しており、葉の厚さとほぼ近似的に肥厚している。

また、針葉の長さ、幅、厚さの変化と幹長、枝長等の変化との間に平行的の相関々係は認められない。葉鞘については後述するが、葉の長いものが必ずしも葉鞘が長いということもい得ないようである。

以上針葉の長さ、幅、厚さについて述べたが、変異体はいずれの個体も長さが短くなり、幅および厚さは肥厚して太く短くなっている。このことは一般的にいわれているのでその点を吟味することにする。

C. 針葉の長さ、幅、厚さの相互関係

葉の長さ、幅、厚さの相互関係については従来しばしば研究されてきたところであるが、特に倍数植物においては肥厚の度合をみるためにこの点が注意された。まず第一に長さと幅との関係から述べる。

(A) 葉の長さと幅との関係

クロマツ変異体の針葉の長さは短くなり、幅はかえつて大となつていることは前述した。これ等の関係を対照木と比較した場合、如何ようになっていくかということは、一方その生理的、内部形態的の諸項とも関聯して、興味深い問題である。

a. 葉の縦断面積 (長さ×幅× $\pi/4$) (第 255 表)

葉の縦断面積を楕円形の 1/2 に近似の値を有するものとして計算した。この値は葉の下面々積の大小を知るうえに参考となり、また、表面積の広さに対する一定指標ともなりうるものである。

葉の縦断面積、すなわち、(長さ×幅× $\pi/4$) の値は全体的にみておよそ 24~182mm² の間にあり、平均値の最大は 7 号木の 124.5mm²、最小は 3 号木の 43.3mm²、総平均は 96.6mm²

第 255 表 葉 の 縦 断 面 積 (単位 mm²)

供試木 類 別	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
平 均	101.5	122.6	43.3	66.6	75.2	92.6	124.5	96.6	115.3
最 大	162	164	79	91	115	155	182	—	189
最 小	44	54	24	43	46	42	57	—	73
比 率	88	106	38	58	65	80	108	78	100

となつている。このうち最も変異の大なるは7号木であつて $57 \sim 182 \text{ mm}^2$ 、すなわち、 125 mm^2 内外の差を有している。これに対し対照木は $73 \sim 189 \text{ mm}^2$ 、平均 115.3 mm^2 であるから変異体は対照木の 22% の減少を示していることになる。ただし、2 および 7 号木は僅かに対照木より大である。

要するに縦断面積は個体により差があるが、平均値は対照木より約 20% 減である。

b. 葉の縦断面形状比 (幅÷長さ×100) (第 256 表)

葉の縦断面形状比は一定長さに対する幅の割合を % にて算出したものである。すなわち、葉の長さの割合に幅が如何ように広くなつてゐるかを示すものである。葉長が短いということも強大な感じを与えるが、葉の一定長さに対する幅の割合も大いに関係する。長さ、幅が各個体により相当の差違のあることは前に述べたが、幅/長さの場合においても各個体ごとに極端な差違を表わし、各個体の特徴を示している。

第 256 表 葉の縦断面形状比 (巾/長さ×100) (単位 %)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対 照 (2n 体)
平 均		3.29	2.84	4.81	3.44	3.94	3.15	2.35	3.40	1.43
最 大		5.63	4.71	6.96	5.43	6.47	9.52	4.16	—	2.50
最 小		1.93	1.97	3.39	2.59	2.81	1.81	1.66	—	0.90
比 率		230	199	336	241	276	220	164	238	100

全体的にみて変異の幅は 1.66~6.96% の間にあり、平均値の最大は 3 号木の 4.8%，最小は 7 号木の約 2.4% で、総平均は 3.4% となつてゐる。換言すれば葉長が 10 cm の場合に幅は 3.4mm あることになる。このうち最も変異に富むものは 1 号木で 1.93~5.63% の範囲内にあり、大と小では 3.7% の差を有していることになる。これに対して対照木は 0.90~2.50%，平均 1.43% となつてゐるから長さを一定とした場合変異体は対照木の約 2.4 倍の幅を有することになる。しかしながらこれは全体の平均の割合であるが、3 号木は対照木の 3.4 倍の比を有している。

要するに、縦断面形状比は対照木の 1.6~3.4 倍、平均 2.4 倍となり、変異体の一大特性をなしている。

(B) 葉の幅と厚さとの関係

幅と厚さによつて関係づけられる葉の横断面の形状は内部形態にも関係を有し、また、ひいては生理作用にも影響を及ぼす。

a. 葉の横断面積 (幅×厚さ× $\pi/4$) (第 257 表)

葉の横断面積は半楕円形として計算した。

全体的にみて横断面積 (幅×厚さ× $\pi/4$) は $0.84 \sim 2.69 \text{ mm}^2$ の間にあり、平均値の最大は 1 号木の 1.81 mm^2 で総平均はおおよそ 1.5 mm^2 となつてゐる。このうち、最も変異の大なる

第 257 表 葉の横断面積 (単位 mm^2)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
平 均		1.81	1.80	1.08	1.19	1.54	1.46	1.57	1.49	0.87
最 大		2.32	2.67	1.69	1.84	2.69	2.03	2.22	—	1.31
最 小		1.31	1.12	0.77	0.84	1.05	1.00	1.00	—	0.60
比 率		208	207	124	137	177	168	180	172	100

は 5 号木であつて、 $1.05 \sim 2.69 \text{mm}^2$ 、すなわち、 1.64mm^2 の差を有する。これに対して対照木は $0.60 \sim 1.31 \text{mm}^2$ 、すなわち、 0.71mm^2 の差を有し 3 倍強の変異の幅を有する。対照木の平均は 0.87mm^2 であるから変異体は対照木に較べて約 1.7 倍となつている。

この事実は後述する中心柱の面積比と対照して興味深いものがある。また、ここに注意すべきは 1 号木と 2 号木は大体において同値を示して対照木の約 2 倍となり、また、5, 6, 7 号木は近似値を有して全体の平均値に類似し、3 号木のみは他の個体に比して著しく小さく、対照木の 1.2 倍内外である。かように個体によつて類似するものと、趣を異にするものがある。

要するに変異体の横断面積は対照木の約 1.7 倍であるが個体により趣を異にする。

b. 葉の横断面形状比 (厚さ/幅 $\times 100$) (第 258 表)

これは葉の一定幅に対する厚さの割合を%にて示したものである。全体的にみて 51~100% の間にあり、平均値の最大は 1 号木の 68.9%，最小は 6 号木の 63.8% であるが大した違いはみられない。総平均は 66.5% となつている。このうち最も変異に富むものは 7 号木の 51~100% で約 50% の差を有する。これに対し対照木は 53~77%，平均 67.2% となつているから変異体は対照木に比して大差ないことになる。各変異体の比率をみてもいずれも 95~103 の間にあり対照木と類似する。

結局、一般的に言つて葉の横断面の形状は対照木も変異体も変りないと言つて差支えないのである。

第 258 表 葉の横断面形状比 (厚さ/巾 $\times 100$)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
平 均		68.9	65.9	66.3	66.1	66.4	63.8	68.3	66.5	67.2
最 大		97	84	74	79	76	71	100	—	77
最 小		61	55	58	51	61	53	51	—	53
比 率		103	98	99	98	99	95	102	99	100

(C) 葉の長さ、幅、厚さの関係 (第 259 表)

葉の長さ、幅、厚さは諸種の因子に支配されて変りうるものであるが、供試の各変異体は全く同一環境に育成されてきたのであるから各個体間の相互関係を比較することは無意味ではない。また、これ等を通じて栄養器管の大小を比較してみることは樹体の生理作用と關聯して有意義な事柄であらう。この項においては葉の体積を横断面積と長さの相乗積をもつて表わすも

第 259 表 葉 の 体 積 (単位 mm³)

供試木 類 別	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
平 均	100.2	118.3	32.5	52.3	67.5	79.2	114.2	80.6	73.1
最 大	158	175	76	90	107	153	198	—	151
最 小	36	39	16	26	33	35	42	—	46
比 率	128	151	42	67	86	101	146	103	100

のとしてその大小関係の比較を試みることにする。

葉の体積は全体として 16~198mm³ の間にあり、平均値の最大は 2 号木の 118.3 mm³, 最小は 3 号木の 32.5 mm³ で総平均はおよそ 80 mm³ となつている。このうち変異の最も甚しいのは 7 号木で 42~198 mm³, すなわち, 156mm³ の差がある。これに対して対照木は 46~151mm³ で約 105 mm³ の差がある。一般に変異体の方が変異が大で不揃いな葉が多い。対照木の平均値は 78.1mm³ となつてゐるから, 103% に相当する。これは葉の長さが著しく短くなつたにもかかわらず葉の幅および厚さの肥大に基くものであることはいふまでもない。葉の体積の大小と樹体の大小とは一致しない。

要するに葉の体積の平均は対照木とほとんど変わらないが個体により趣を異にする。

(D) 葉 鞘 (第 260 表)

変異体の葉鞘は全体として 3~6 mm の範囲の変異を有し, その平均値の最大は 7 号木の 5.1mm, 最小 3 号木の 3.3mm, 総平均は 4.4mm である。対照木の 74% の長さを有し 26% 小である。

要するに葉鞘の長さはいずれの個体も対照木より短く, 平均は 74% にあたる。

以上要するに, 葉の外部形態のうち, 特に著しい変化は, 葉の長さの減少 (対照木の約 60%), 幅および厚さの増加, ひいては横断面積の増加 (対照木の 172%) である。その結果縦断面形状比は著しい増加をなしている (対照木の 238%)。

第 260 表 葉 鞘 の 長 さ (単位 mm)

供試木 類 別	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
平 均	4.96	4.42	3.34	4.60	4.00	4.33	5.06	4.39	5.93
最 大	6	6	5	6	5	5	6	—	9
最 小	4	4	3	3	3	4	4	—	4
比 率	84	75	56	78	67	73	85	74	100

(3) 針葉の内部形態

葉の解剖学的性質を観察することの必要性については今あらためて説くまでもない。葉の横断面に精通し, 同時に変異の限界を知つておくことは種の識別上価値がある (Shaw 1914)。佐藤氏 (1931) によるばかりでなく, また, 植物の生理生態的研究の基礎となる。林木の倍数体の内部形態に関する研究は比較的少ない。次に針葉の内部形態, すなわち, 解剖学的特性を述

べるにあたり皮膚組織、葉肉、中心柱の順に逐次記述することとしたい。

A. 皮 膚 組 織

従来倍数植物の判定または推定を行う際は皮膚組織が最も都合がよいとされ、重要視されている。一般に表皮細胞は大型となり、また、その変形である気孔の大きさも大となり、単位面積当りの気孔数は減少すると称せられている（宮林 1939, 野口 1941, 金沢 1942 等）。クロマツ変異体においては如何なる変化が表われているであろうか。これをつぎの3つに分けて観察することとする。

(A) 表 皮 (第261表)

倍数植物の表皮細胞の大きさは倍数性の高低と一致する場合が多いことは一般に認められている（宮林 1940, Rasmussen and Levan 1941, 西山 1940, 野口 1940 等）ところであるが、クロマツ変異体においても同様のことが認められる。

すなわち、表皮の厚さは全体的にみれば約 $13\sim 33\mu$ の間にあり、平均値の最大は1号木の 25.8μ 、最小は6号木の 21.0μ となっており、総平均値は 22.5μ である。このうち最も変異に富むものは3号木の $13\sim 33\mu$ 、すなわち、 20μ の差を表わしている。これに対して2倍体は $13\sim 29\mu$ 、平均 19.9μ であるから、変異体は対照木よりも6~30%、平均13%の増加を示している。最大および最小値の一致しているのは2, 5, 6号木である。

第261表 表皮の厚さ (単位 μ)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
平 均		25.8	22.7	21.4	22.5	21.9	21.0	22.2	22.5	19.9
最 大		33	29	33	33	29	29	29	—	29
最 小		20	17	13	17	17	17	13	—	13
比 率		130	114	108	113	110	106	112	113	100

以上の測定は葉の中央部の切片について行つたものであるが、他の部分においてもほぼ同様であり、表皮細胞の大小は一般に整っている。表皮は各部分いずれも1層をなしているから、この測定値は細胞の大小を表わすものと見做してもさしつかえないと思われる。

要するに変異体の表皮細胞はいずれの個体も対照木より大であり、平均13%増大している。

(B) 下 表 皮 (第262表)

下表皮の厚さは他の一般の組織が肥厚の傾向を示しているのに反し、概して薄くなっている。ただし、1および2号木のみは対照木よりも厚くなっている。下表皮細胞は極めて不斉でありその大小も甚しい。各部における細胞層は一般に1~4層をなす。下面の両端部附近においては通常4層程度であるが、稀には7層に達する場合がある。表皮のごとき斉一さはない。特に気孔の孔辺においては不斉となり、大小の細胞が混在している。一般的傾向として曲線状をなす上面側の細胞に比して、下面側の細胞はやや小である。

第 262 表 下表皮の厚さ (単位 μ)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
平 均		39.5	45.2	27.2	34.2	33.1	30.0	33.7	34.7	36.5
最 大		55	62	46	52	49	39	52	—	59
最 小		20	26	17	20	20	20	20	—	20
比 率		108	124	75	94	91	82	92	95	100

下表皮の厚さは全体として $17 \sim 62 \mu$ の間にあり、平均値の最大は 2 号木の 45.2μ 、最小は 3 号木の 27.2μ 、全体を通じての総平均は 34.7μ となっている。このうち最も変異に富むものは、2 号木の $26 \sim 62 \mu$ 、すなわち、 36μ の差を有する。これに対して対照木は $20 \sim 59 \mu$ の間にあり、平均は 36.5μ となっているから変異体の下表皮の厚さは対照木の 95% にあたり僅かに減少している。4, 5 および 7 号木は平均値が類似している。

要するに、下表皮細胞は不齊なもの多く、対照木より小なる個体がある。平均値は僅かに (5%) 小である。

(C) 気 孔

倍数植物の気孔の数 または 大いさ については多数の学者により論議されている。竹中氏 (1947) によれば同質倍数体においては 5 倍体附近まで大いさを増し、異質倍数体においては おそらく 10 倍体以上になつても増大するであろうという。Bergström (1940) はドロノキの 2 倍体と 3 倍体を交雑しその子孫を研究して、気孔の長さを比較し、2 倍体、3 倍体、4 倍体の比率は 100 : 116 : 132 であつた。陣内氏 (1947) がコルヒチン処理により育成されたアカマツ、クロマツ、スギ、カラマツの稚苗における実験では、倍数体の気孔の大いさはいずれも 2 倍体より大であつた。また、出現数はいずれも少なかつた。しかるに Johnsson (1940) のドロヤナギの研究によれば、気孔の大いさは必ずしも 3 倍体が 2 倍体より大であるとはかぎらない。2 倍体にあつても葉の大きな植物では気孔が 3 倍体より大なることもある。金沢氏 (1948 a, b) はタイワンギリおよびカヘデ属の気孔の大いさと染色体数の関係について述べ、気孔の増大は決して倍数性の絶対的指標とはならないが、しかし、選抜をなす場合の予備的調査としては役立つであろうと称し、時によつては例外的場合のあることを指摘している。

以上のごとく気孔の大いさについては種により、また、採取した資料如何により時に例外を示す場合もあるが、大部分の植物においては倍数体は 2 倍体より気孔自身の大いさのみならず閉塞細胞の大いさも拡大の傾向を示し、それに伴つて単位面積あたりの気孔数は減少しているのが普通である。

筆者は気孔については中央横断面に現われた気孔の大いさ、数および単位面積あたりの気孔数について観察した。

a. 横断面上の気孔数 (第 263 表)

第263表 中央横断面上の気孔数

供試木		1	2	3	4	5	6	7	平均	対照 (2n体)
類別										
平均	平 均	16.8	16.1	11.1	16.0	13.0	13.2	14.1	14.3	15.9
最大	最 大	22	20	17	20	17	18	20	—	25
最小	最 小	12	13	7	12	9	8	8	—	10
比率	比 率	106	101	70	101	82	83	89	90	100

中央横断面上における気孔数は全体として 7~22 箇の間にあり、平均値の最大は 1 号木の 16.9 箇、最小は 3 号木の 11.1 箇であつた。総平均は 14.3 箇となつているが、このうち最も変異に富むものは 7 号木で、8~20 箇、すなわち、12 箇の差を有している。これに対して対照木では 10~25 箇、平均 15.9 箇であるから変異体の中央横断面上の気孔数は対照木よりも平均においては 10% 少ない。対照木と対比してその大小を箇別的にみれば 1, 2, 4 号木は僅かに多く、その他はいずれも少ない。

要するに横断面上の気孔数は対照木よりも僅かに多い個体もあるが一般に多少少ない。平均値は 90% である。

b. 気孔の大きさ (第264表)

気孔の大きさは最大幅および最大深さをもつて表わすこととした。スンプ法による測定が困難であつたので、中央横断面に表われた気孔中、ほぼ中央を切断したと思われる気孔の大きさを測定した。

気孔の幅はおよそ 32~58 μ の間にあり、平均値の最大は 2 号木の 46.1 μ 、最小は 4 号木の 41.6 μ 、総平均は 44.7 μ である。これに対して対照木の平均値は 34.7 μ であるから変異体は平均 128% にあたり 28% 増大している。各個体についてみれば対照木よりはいずれも 20% 以上大である。

第264表 気 孔 の 大 い さ

供試木		1	2	3	4	5	6	7	平均	対照 (2n体)
類別										
幅 (μ)	平均	45.8	46.1	44.1	41.6	43.5	44.8	45.2	44.7	34.7
	最大	58	58	58	54	58	51	54	—	45
	最小	32	35	35	35	32	42	35	—	16
	比率	132	133	127	120	125	129	130	128	100
深さ (μ)	平均	97.0	108.4	96.8	95.9	108.2	114.1	104.6	103.6	103.3
	最大	128	144	128	128	128	121	144	—	131
	最小	67	77	70	74	75	109	64	—	86
	比率	94	105	94	93	105	110	101	100	100
巾×深さ (μ^2)	平均	4443	4997	4269	3989	4707	5112	4728	4606	3585
	最大	6960	7930	5590	5400	7000	6020	6960	—	5040
	最小	2800	3150	3200	3040	3830	4370	3070	—	1790
	比率	124	139	119	111	131	143	132	129	100

気孔の深さは全体としておよそ $64 \sim 144 \mu$ の間にあり、平均値の最大は6号木の 114μ 、また、平均値の最小は4号木の 96μ 、総平均は 103.6μ となつている。これに対して対照木の平均値は 103.3μ であるから変異体は対照木とほぼ同値である。個体により多少の大小はあるが大体対照木と類似したものである。

次に気孔の断面積の大きさを幅と深さの積をもつて表わしてみるに、全体として $2800 \sim 7930 \mu^2$ の範囲内にあり、平均値の最大は6号木の $5112 \mu^2$ 、最小は4号木の $3989 \mu^2$ で総平均は $4606 \mu^2$ である。これに対して対照木の平均値は $3585 \mu^2$ となつているから、変異体は対照木の 129% であり、約 29% の増加となつている。しかして各個体とも対照木より大である。

気孔の幅は各個体とも対照木より大であつたが深さは1,3,4号木は若干小であつた。しかるに横断面積、すなわち、幅と深さの積においてはいずれも対照木より遙かに大となつている。

以上要するに、気孔の数は対照木より多い個体と少ない個体があるが、大きさの方は例外なく大である(平均約 30% 大)。

B. 葉 肉

葉肉については同化組織および樹脂道の2つを観察した。

(A) 同 化 組 織

同化組織は炭素同化作用を営み、これを構成する柔細胞には葉緑粒を含んでいる。しかしてこの細胞も他の各組織における細胞と同様、一般に肥大の傾向を示している。しかしながらその程度は細胞によつて趣を異にし、大なるものは直径 180μ にも達する。また、内側の細胞は外側のものよりも大きい傾向を示している。この細胞の大きさと葉の大小の間には平衡関係は認められない。各細胞の形は齊一を欠き皺襞 (arm) を有することは対照木と同様であり、皺襞の長さは一般に外側のものが長い。また、同一細胞の中でも極めて変異に富み、場合によつては、その細胞の反対側のものと連結し1つの隔壁状をなすものがある。この現象は皮膚組織に接した細胞に多くみられる。その長さは、痕跡を残す程度の微小なものから 70μ の長さにあふものがある。1細胞中における皺襞数は $3 \sim 13$ 箇程度であるが、その細胞の位置の内外には関係がないようである。

この組織内では、対照木のものと同様に柵状組織および海綿状組織の区別は明瞭でなく、 $2 \sim 5$ 層をなし、皮膚組織に接する1層のみがほぼ同様な形状を呈している。

1横断面上に表われている細胞数については、対照木との比較は未だ明らかでないが、全体的にみて肥大にともない減少の傾向を示すもののようであり、単位面積当りの細胞数は明らかに減少している。光線吸収面積を大ならしめるといわれる(佐藤氏 1931)皺襞の長さは長くなつてはいるが、その数が全体的にみて減少しているか否かは疑問である。単にそれ等の外部形態上の問題のみで同化能力を云々するのは避けたいのであるが、一般の農業作物においては同化

能力の増大しているものが多いようである。

皺襞の数について森川氏(1936)はいずれのマツにおいても襞の数は各細胞につき3~7個体であるといひ、佐藤氏(1931)は数箇から十数箇と述べている。

筆者の観察によると変異体および対照木いずれも3~13箇の範囲のものが観察され佐藤氏の観察と一致している。

要するに、同化組織は大体において対照木に類似している。

(B) 樹 脂 道 (第265表)

葉の横断面における樹脂道の位置および数はマツ類の分類に重要な位置を占めていることは前にも述べた通りである。樹脂道の数は樹葉の着生位置、被蔭の度等によつても異なる。

クロマツ変異体における樹脂道数は最も注目すべき事項の一つで著しい減少の傾向を示している。全体として0~4箇の間にあり、平均値の最大は6号木の2.33箇であり、最小は3号木の0.78箇で総平均は1.16箇である。これに対し従来の学者の観察では4~14箇(佐藤1931)であり、また、筆者の用いた対照木は2~8箇、平均2.98箇であるから変異体のものは対照木の39%である。ここで注意すべき事項は6,7号木を除く他の全個体が全然樹脂道を有しない葉を多数有している点であつて、その葉数は各個体50本中7~21本に上り、各個体全葉数の14~42%に相当する。その最も多いのは1号木と3号木である。5号木は測定本数が22本であるから、これを換算すると50本のうち15本を有することになり、4号木と大体一致する。これに反し7号木は1~4箇、平均2箇を有し他の変異木と趣を異にする。6号木は試料の関係で供試本数が少ないが平均2.33箇である。

第265表 樹脂道数分配表

樹脂道数 供試本	0	1	2	3	4	5	6	7	8	計	平均	比率
1	21	18	11	—	—	—	—	—	—	50	0.80	27
2	7	23	20	—	—	—	—	—	—	50	1.26	42
3	21	19	10	—	—	—	—	—	—	50	0.78	26
4	15	24	11	—	—	—	—	—	—	50	0.92	31
5	7	10	5	—	—	—	—	—	—	22	0.91	31
6	—	—	5	—	1	—	—	—	—	6	2.33	78
7	—	8	36	4	2	—	—	—	—	50	2.00	67
合計 (平均)	71	102	98	4	3	—	—	—	—	278	(1.16)	(39)
対照 (2n体)	—	—	270	106	43	39	31	10	1	500	2.98	100

樹脂道数の減少は明らかに樹脂量の減少を示唆するものであり、このことは切片を作る場合、樹脂に対する特別の考慮を払わないでも容易にプレパラートを作り得たことから想像することができた。

主樹脂道は葉の基部から先端に至るまで貫通しているが、副樹脂道は葉の生長如何にかかわ

らず中央部附近にかぎられるから樹脂道数の最も多いのは中央部であるといわれている(佐藤 1931)。変異体においてもこれと同様のことが認められた。すなわち、副樹脂道を有するものは少なかつたが、主樹脂道の中央横断面に表われないものは基部或いは先端部においても見出すことはできないようである。樹脂道数が極めて変異性に富むものであるとはいえ、樹脂道の退化して全く無いものについての報告はないようである。各倍数体の組織、器管が拡大または縮少のいずれかの方向を辿るとしても、1 器管が全く消失したという報告は見出すことができなかった。樹脂道の退化の問題は非常に興味深く感ぜられたので第8 図版により退化の順序を示した。

樹脂道の位置はほとんど全部が同化組織中にあり、皮膚組織に接するものはほとんど見出すことはできなかった。しかしながら内皮組織に接しているものは僅かに認められた(第7 図版)。また、中心部組織内においても両維管束の間に樹脂道と思われるものを 2, 3 見出したが、全体の供試葉数に比べて極めて僅かであつた。また、その位置と大小との間には関係は無いようである。樹脂道の大きさも種々あり変異に富むものであるが、一般に対照木に比して大型であり約 180μ にも達するものがある。

保護鞘の大きさおよび数は、樹脂道により一定していない。数の最も多いのは 13 箇に達する。また、分泌細胞はプレパレートによつては明瞭に区別することは困難であつた。数は不規則であるが 7~10 箇内外のものが多い。

要するに変異木は樹脂道が極めて少なく(平均 39%), 全然これを有しない針葉が 14~42% 存在する(ただし、6, 7 号木を除く)。

C. 中 心 柱

中心柱の形態、大小等は従来分類に重きをなしていた。筆者は特に内皮の数量および大小関係に重点を置いて観察を行つた。便宜上まず維管束から述べることにする。

(A) 維 管 束

維管束は各組織中最も複雑であり、一概にその大きさを判断することは困難である。各細胞は一般に大型となり、それに伴つて組織も大型となつている。しかしながら各細胞の肥大は必ずしも比例的には増大していない。これは他の組織細胞におけると同様である。個々の細胞の大きさは変異に富んでいるが他に比すればやや齊一さを保つている。

節部は対照木のそれに比して多少扁平の感じを与え葉の下面に対してハの字型を呈するもの多く、木質部と移入組織(Transfusion Tissue)との境界は明瞭でないものが多い。対照木は一般に 2 つの維管束が円型を帯びその間は移入組織によつて明瞭に 2 つに分けられている。しかるに変異体はその区別が判然としないものが多い。しかしてその形状は両維管束の距離が小なるために楕円形を呈しているものがある。また、両維管束の間の遠いものの中には樹脂道様の組織をなすものもあるが、はたしてそれが樹脂道であるか否かは断言できない。対照木の

クロマツにおいては、維管束の上面に相当接近した箇所に帯状、T字型或いはI字型に連結した厚膜細胞の集合が見受けられる。変異体においてはかかる形状の細胞を観察した場合はほとんど無く、一般に厚膜細胞の数は減少の傾向を示し、個体によつては全く見受けられないものもある。その位置は維管束の上面側に多く、下面側には少ない。

要するに、対照木は2箇の維管束が明瞭であるが、変異木は移入組織との境界が明瞭でないものが多く、区別が判然としない場合が多い。

(B) 内 皮

内皮はマツの葉の横断面には最も鮮明に表われる。内皮の形状は種々の因子の影響により変形しやすい。本実験における測定値は Chamberlain b 液による固定像に対するものである。

内皮の形状は一般に楕円形類似形であるが、葉の下面に近い面は中央に対する彎曲度が大であり、むしろ中窄楕円形と称するのが妥当であろう。しかしながらその彎曲度は、葉の形状によつて支配されることは少ないようである。一般的に言えば変異体の内皮は対照木に比して極めて不斉形である。これは後述する各細胞の大いさの不斉と関連して変異体の形態的特徴として挙げ得るものであろう。

各箇の内皮細胞はそれぞれ両端を相接して環状に配列し、葉肉と境をなしているのであるが、中には1箇の内皮細胞が葉肉に侵入しその部分は2層をなしているもの、或いはまた幾箇かの細胞が相連結して葉肉に突出しあたかも触角のごとき感じを与えるものがある。後者の場合は樹脂道の保護細胞と連結している。しかしかような例は極めて稀に出現する。また、2本の針葉が癒合して1本となつたものの中には両中心柱は連結し、したがつて内皮は完全に癒合し1箇の中心柱の下面が圧迫され、極端なる中窄楕円形を呈するものもある。これ等はいずれも内皮の変形しやすいことを裏書きするものである。

内皮細胞の形状および数は種々で対照木に比して不斉形であることは前に述べた通りであるが、各細胞の大いさは葉の下面に近い側のものが、他の側のものに比し遙かに小である。大なるものは長径約 60μ に達するが、大体 $20\sim 50\mu$ 内外である。細胞数は個体により著しく異なるが、大体葉の大小と比例している。一般に $22\sim 52$ 箇であり 40 箇内外の細胞数を有する葉が多い。対照木のものはこれに比してその数も少なく、金沢氏 (1929) はアカマツ、クロマツいずれも内皮組織細胞数は $23\sim 33$ 箇と述べているがこれと大体一致している。したがつて変異体の内皮組織細胞数は増加の傾向を示しているとみてよい。

以上要するに、変異体の内皮は不斉形であり中窄楕円形が多い。内皮細胞の形状および数も不斉で数は多い傾向がある。

(C) 中心柱の大いさ

中心柱の拡大は変異木において注意すべき事項の1つである。

a. 中心柱の幅 (第 266 表)

第 266 表 中心柱の幅 (単位 μ)

供試木 類 別	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
平 均	888.0	878.8	664.4	698.4	779.4	770.0	839.8	788.4	599.5
最 大	1180	1320	1060	1000	1226	1000	1160	—	800
最 小	660	660	500	400	560	520	600	—	420
比 率	148	147	111	116	130	123	140	132	100

葉の肥厚に伴い中心柱の拡大も直ちに考え得ることであるが、観察の結果は表にみるごとく葉の大小と或る関係を有することが明らかになった。

幅は全体として大体 $400 \sim 1320 \mu$ の間にあり、平均値の最大は 1 号木の 888μ 、最小は 3 号木の 664μ で全体を通じての総平均は 778μ となっている。このうち最も変異に富むものは 2 および 5 号木であつて、その差は 660μ に達している。これに対して対照木は $420 \sim 800 \mu$ 、平均 600μ となっているから変異体は対照木の 132% であり、約 30% の増加を示している。7 本の個体中 3, 4 号木, 1, 2, 7 号木はそれぞれほぼ類似の平均値を示している。全変異木が対照木より大である。また、これ等と葉の幅との関係をみるに、大体において平行的に変異している。

b. 中心柱の厚さ (第 267 表)

表に示すごとく中心柱の幅と同様に増大の傾向を示している。厚さは全体として $300 \sim 820 \mu$ の間にあり、平均値の最大は 1 号木の 632μ 、最小は 3 号木の 413μ 、全体を通じての総平均は 522μ である。最も変異に富むものは 7 号木であり、その差は 460μ に達している。これに対して対照木はおよそ $320 \sim 560 \mu$ 、平均 411μ となっているから 倍数体は平均 27% の増大を示していることになる。

中心柱の厚さも葉の厚さと平行的に変化している。

第 267 表 中心柱の厚さ (単位 μ)

供試木 類 別	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
平 均	632.0	612.2	413.4	449.2	473.6	528.3	550.8	521.9	410.6
最 大	760	760	520	660	600	640	820	—	560
最 小	500	480	300	300	360	430	360	—	320
比 率	154	150	101	109	115	129	134	127	100

c. 中心柱の横断面積 (第 268 表)

中心柱の横断面積は楕円として計算した。全体を通じておよそ $0.13 \sim 0.40 \text{ mm}^2$ の間にあり、平均値の最大は 1 号木の 0.44 mm^2 、最小は 3 号木の 0.22 mm^2 であり、全体を通じての総平均は 0.33 mm^2 である。このうち最も変異に富むものは 2 号木であつて 0.49 mm^2 の差を有している。これに対して対照木は大体 $0.11 \sim 0.35 \text{ mm}^2$ 、平均は 0.19 mm^2 となっているから全体を通じて変異体は対照木の 173% に当り 73% 増大している。

第 268 表 中心柱の横断面積 (単位 mm²)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
平 均		0.44	0.42	0.22	0.25	0.29	0.32	0.36	0.33	0.19
最 大		0.69	0.75	0.40	0.52	0.58	0.50	0.57	—	0.35
最 小		0.30	0.26	0.13	0.15	0.18	0.18	0.19	—	0.11
比 率		232	221	116	132	153	168	189	173	100

針葉の多くの測定値の中で、対照木に対する変異体の比率が最も大なるものは葉の縦断面形状比の 238%, これについて大なるものは中心柱の面積の 173% および葉の横断面積の 172% である。葉の横断面積にほぼ比例して中心柱も大となつていのである。

d. 中心柱の横断面形状比 (厚さ/幅×100) (第 269 表)

中心柱の幅に対する厚さの割合を % で表わしたものである。

表にみるとく形状比は 40~103% の間にあり、平均値の最大は 1 号木の 71.2%, 最小は 5 号木の 60.8% で全体の総平均は 66.1% となつてい。このうち最も変異に富むものは 7 号木であり 63% の差がある。これに対して対照木は 47~91%, 平均 68.5% である。一般的にいつて対照木とほとんど変らない。

第 269 表 中心柱の横断面形状比 (厚さ/幅×100) (単位 %)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
平 均		71.2	69.7	62.2	64.3	60.8	68.6	65.6	66.1	68.5
最 大		88	93	81	80	75	103	103	—	91
最 小		56	52	45	52	49	53	40	—	47
比 率		104	102	91	94	89	100	96	97	100

以上のごとく変異の幅の広いことは中心柱の形状の変りやすい性質を示すものであり、特に 6 および 7 号木における 103% は円形に近い形を示すものであり、一種の畸形的のものである。

以上要するに、変異体の中心柱の幅および厚さはいずれも平均約 30%, 面積は約 70% 増大している。しかるに形状比は対照木とほぼ同様である。

(D) 葉の大小と中心柱の大小との関係

a. 中心柱幅の葉幅に対する割合 (中心柱の幅/葉の幅×100) (第 270 表)

これは葉の幅に対する中心柱の幅を % で表わしたものであるが、葉の内部組織中において中心柱がいかほどの大いさをなしているかを知ることができる。

表に示した通り全体として 29~66.8% の間にあり、平均値の最大は 7 号木の 49.1%, 最小は 6 号木の 45.1% で全体を通じての総平均は 46.8% となつてい。このうち最も変異に富むものは 4 号木であつて約 27% の差を示している。これに対して対照木は 36~60%, 平均 46.7% であるから変異体は対照木とほとんど全く同値である。

第 270 表 中心柱幅の葉幅に対する割合 (中心柱の幅/葉の幅×100) (単位 %)

供試木	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
類 別									
平 均	48.6	47.1	46.1	46.1	45.3	45.1	49.1	46.8	46.7
最 大	65	65	65	56	56	52	66	—	60
最 小	42	40	39	29	41	37	41	—	36
比 率	104	101	99	99	97	97	105	100	100

また、各個体の平均値の間には極端な差違はなく、大体似かよつた数値を示している。全体的にみて中心柱の幅は葉の幅に大体比例して増大の傾向を示しているとみて良いであろう。

b. 中心柱厚さの葉の厚さに対する割合 (中心柱厚/葉厚×100) (第 271 表)

これは葉の一定厚さに対する中心柱の厚さを % で表わしたものであるが、前項と同様な意義を有するものである。

中心柱の葉の厚さに対する割合は およそ 29~69 % の間にあり、平均値の最大は 1号木の 50.2%, 最小は 5号木の 41.4% で、全体を通じての総平均は 46.4% となつている。このうち最も変異に富むものは 7号木であつて、40% の差を有している。これに対して対照木は 38~58%, 平均 47.6% である。平均比率をみるに変異体は対照木の 98% にして大差はない。

第 271 表 中心柱厚さの葉の厚さに対する割合
(中心柱厚さ/葉厚×100) (単位 %)

供試木	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
類 別									
平 均	50.2	49.8	43.2	44.9	41.4	48.5	47.1	46.4	47.6
最 大	59	69	54	54	46	66	69	—	58
最 小	45	44	37	33	31	44	29	—	38
比 率	105	105	91	94	87	102	99	98	100

上表にみるごとく、変異体の各個体の平均値は対照木の平均値より僅かに大なるかまたは小であるが、大体において類似しその差の最も大なるものにおいても 6.2% にすぎない。これは前項の 中心柱/幅 の数値と同様であり、中心柱の厚さは大体において葉の厚さに比例して増減し、変化は少ない。

c. 中心柱面積の葉面積に対する割合 (中心柱面積/葉面積×100) (第 272 表)

これは葉の一定面積に対する中心柱の面積の割合を % で示したものである。前者は葉の (幅×厚さ× $\pi/4$)、後者は中心柱の (幅×厚さ× $\pi/4$) をもつて面積を示すものとした。

表に明らかなるごとく、全体としておよそ 10~34% の間にあり、平均値の最大は 2号木の 23.5%, 最小は 5号木の 18.8%, 総平均は約 22% となつている。これに対して対照木はおよそ 13~32% の間にあり、平均は 22.2% であるから変異体は対照木の 98% に相当し類似している。

第 272 表 中心柱面積の葉面積に対する割合 (中心柱面積/葉の面積 $\times 100$)

(単位: %)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	6	7	平 均	対照 (2n体)
平 均		24.4	23.5	19.9	20.7	18.8	21.8	23.1	21.9	22.2
最 大		33	34	29	28	23	29	34	—	32
最 小		19	16	15	10	13	16	13	—	13
比 率		110	106	90	93	85	98	104	98	100

前述したごとく、葉の面積は対照木の 172%, 中心柱の面積は約 173% である。しかして中心柱面積の葉面積に対する割合は今述べたごとく対照木の 98% に相当する。したがって変異体の葉の面積の増大と中心柱の増大は極めて似たものであることが分る。

以上要するに、葉の大小と中心柱の大小との関係は幅、厚さおよび面積いずれも極めて類似したものである。変異体は平行的に増大している。

(4) 茎の内部形態

林木における倍数体の特性に関する研究は稚苗時代のもの多く、成体について観察の例は少ない。しかも主として茎の外部形態或いは一般的な葉の内部形態の研究が多く、林木育成の主目的たる茎に対する詳細なる研究は少ない。僅かに繊維長の測定があるのみである (金沢, 鍋島, 安藤 1948, タイワンギリ)。特用植物の倍数体の繊維長に関しては西山 (1941, 大麻), 渋谷 (1940, 棉), 山下 (1940, 棉) の諸氏その他の研究がある。

次にクロマツ変異体の茎部の組織, 細胞について実験観察した結果についてのべる。

A. 表皮組織

生長したマツの表皮細胞はすでに剥脱して内部に後生分裂組織に属するコルク形成層を生じ、その分裂によつて淡赤褐色の組織を形成している。これはすなわち栓皮である。先ず栓皮の厚さから述べる。

(A) 栓皮の厚さ (第 273 表)

各個体における平均値は全体として 83~330 μ の間にあり、平均値の最大は 5 号木の 263 μ , 最小は 4 号木の 150 μ である。変異体の総平均は 198 μ , そのうち変異の幅の最大なるものは 7 号木の 117~330 μ で結局 213 μ の差を有する。これに対し対照木の平均値は 133 μ , 変異の幅は 83~180 μ であつて 97 μ の差を有する。したがって、比率において変異体は対照木の 149% に当り約 50% 増大している。

第 273 表 栓皮の厚さ (単位 μ)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	7	平 均 (最大, 最小)	対照 (2n体)
平 均		200	191	182	150	263	200	198	133
最 大		300	250	283	200	330	330	(330)	180
最 小		100	83	100	133	167	117	(83)	83
比 率		150	144	137	113	198	150	149	100

(B) 横断面における栓皮の厚さの割合 (第 274 表)

茎の横断面半径に対する栓皮の厚さの増減についてみるに、全体として 2.0~11.6% の間にあり、平均値の最大は 5 号木の 9.3%, 最小は 4 号木の 5.2%, しかして変異体の総平均は 6.9% である。そのうち変異の幅の最大なるものは 2 号木の 2.0~11.1% で結局 9.1% の差を有する。これに対して対照木の平均は 4.6%, 変異の幅は 2.3~8.8% であつて 6.5% の差を有する。したがつて、変異体はその平均値の比率は対照木の 150% に相当し 50% 増大している。

第 274 表 横断面における栓皮の厚さの割合 (栓皮厚/横断面半径×100)
(単位 %)

供試木 類 別	1	2	3	4	5	7	平 均 (最大, 最小)	対照 (2n体)
平 均	6.9	6.6	6.3	5.2	9.3	6.9	6.9	4.6
最 大	9.4	11.1	8.5	7.0	11.6	9.3	(11.6)	8.8
最 小	3.6	2.0	4.5	4.1	7.0	4.2	(2.0)	2.3
比 率	150	143	137	113	200	150	150	100

以上述べたように変異体は対照木に比し表皮組織の実際の厚さが 49% の増大、茎の横断面半径に対して 50% 大である。このことは葉における気孔の大きさの増大とともに変異体の著しい特徴である。

B. 維 管 束

維管束は茎の主要部分であるが、これを篩部と木部に分けて記述することとする。

(A) 篩 部

篩部は篩管、伴細胞、篩部繊維、篩部柔細胞および篩部樹脂道よりなり、栄養分の通路に当り生理上重要な役割をなしている。変異木のこれ等の構成要素の種類には変るところはないが、篩部樹脂道は対照木とやや趣を異にする。先ず篩部の厚さからのべる。

a. 篩 部 の 厚 さ

篩部の厚さを横断面半径に対する割合 (篩部厚 / 横断面半径×100) をもつて比較すれば第 275 表の通りである。すなわち、全体として 18.2~42.2% の間にあり、変異が大である。平均値の最大は 3 号木の 33.7%, 最小は 5 号木の 22.9%, 変異体総平均は 29.6%, そのうち変異の幅の最大なるものは 2 号木の 28.8~42.2%, その差 13.4% である。これに対して対照

第 275 表 横断面における篩部厚さの割合 (篩部厚/横断面半径×100)
(単位 %)

供試木 類 別	1	2	3	4	5	7	平 均 (最大, 最小)	対照 (2n体)
平 均	30.3	33.3	33.7	30.6	22.9	26.6	29.6	31.6
最 大	36.8	42.2	40.2	37.1	27.5	30.9	(42.2)	60.6
最 小	26.3	28.8	30.1	27.1	18.2	24.1	(18.2)	20.3
比 率	96	105	106	97	72	84	94	100

木の平均は 31.63%, 変異の幅は 40.3% である。したがって, 変異体はその平均値比率において対照木の 94% に当り多少薄くなっている。

要するに変異木の篩部の厚さは対照木と類似するかまたは個体により多少薄くなる傾向がある。

b. 樹 脂 道

篩部内に存在する樹脂道は本部のそれに比較してはなはだ大型ではない。

(a) 樹 脂 道 数 (第 276 表)

篩部樹脂道は点在しその数も少ないので単位面積当りの数を算出することはかえつて誤差をまねくおそれがあるので, 切片内における総数をもつて示すこととした。当初に述べたごとく枝の直径は類似したものを選んで切片を作つたから大略の樹脂道数を察知することができる。

第 276 表 篩 部 樹 脂 道 数

類 別	供試木	1	2	3	4	5	7	平 均 (最大, 最小)	対照 (2n体)
平 均		10.5	9.4	8.7	10.4	6.0	6.2	8.5	13.9
最 大		15	14	12	12	8	15	(15)	24
最 小		8	4	7	8	4	7	(4)	6
比 率		76	67	62	75	43	45	61	100

全体として 4~15 箇存在するが平均値の最大は 1 号木の 10.5 箇, 最小は 5 号木の 6.0 箇である。変異体の総平均値は 8.5 箇, そのうち変異の幅の最大なものは 2 号木の 4~14 箇でその差 10 箇に達する。これに対して対照木の平均は 13.9 箇, 変異の幅は 18 箇である。したがって, 変異体はいずれも対照木より箇数も変異も少なく, その平均値比率は 61% にすぎない。約 40% 減少している。この点は後述する本部においてはその数は大差がないのに対して大きな相違点である。

(b) 樹脂道の大いさ (第 277 表)

次に樹脂道の大いさについてみるに表に示した通り変異体は全体的に大いさ (直径) が小である。全体として 42~123 μ の大いさを有し, 平均値の最大は 2 号木の 108 μ , 最小は 5 号木の 53 μ である。変異体の総平均は 78.5 μ , 変異の幅の最大なものは 1 号木の 65~117 μ でその差 52 μ であるが, 対照木に比較して一般に変異は小である。対照木の平均値は 132 μ であるから変異体の比率は 59% に相当し著しい縮少を示している。

第 277 表 篩 部 樹 脂 道 の 直 径 (単位 μ)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	7	平 均 (最大, 最小)	対照 (2n体)
平 均		95	108	68	85	53	62	78.5	132
最 大		117	123	98	105	58	75	(123)	200
最 小		65	72	48	77	48	42	(42)	50
比 率		72	82	52	64	40	47	59	100

以上篩部内の樹脂道の数および大いさはいずれも約 60% 減少している。今仮に樹脂の分泌量は、樹脂道の数および大いさに比例するものとすれば、分泌量の著しい減少をなしているはずである。葉における樹脂道の退化と考えあわせて変異木の大きな特性である。

(B) 木 部

木部は仮導管が主体をなし、ところどころに点在する樹脂道およびそれに附随する若干の細胞よりなる。

a. 木 部 の 厚 さ (第 278 表)

茎の横断面における木部の厚さは、半径に対する割合、すなわち、(木部厚さ/横断面半径×100) で示した。

全体として 33.0~62.7% の間にあり平均値の最大は 7 号木の 54.3%，最小は 2 号木の 47.3%，変異体の総平均は 50.9% である。そのうち変異の幅の最大なものは 2 号木の 33.0~53.2% で 20.2% の差を有する。これに対して対照木の平均は 44.1%，変異の幅は 47.1% である。したがって変異体はその平均が対照木の 115% に相当し 15% の増大である。

要するに変異体の木部の割合は多少 (平均 15%) 増大している。

第 278 表 横断面における木部厚さの割合 (木部厚/横断面半径×100)
(単位 %)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	7	平 均 (最大, 最小)	対照 (2n 体)
		48.8	47.3	48.4	52.8	53.9	54.3	50.9	
平 均		48.8	47.3	48.4	52.8	53.9	54.3	50.9	44.1
最 大		57.5	53.2	56.2	62.7	54.0	59.9	(62.7)	71.0
最 小		45.4	33.0	37.6	45.5	53.9	46.5	(33.0)	23.9
比 率		110	107	110	120	122	123	115	100

b. 1 年生材幅に対する 2 年生材幅 (2 年生材幅/1 年生材幅×100) (第 279 表)

茎の研究資料は前述のごとくすべて 2 年生枝の中央横断面によつた。2 年生枝における年輪幅の発達をみるに、初年度と 2 年目における木部の幅の間には対照木と変異体ではその発達の状況を異にする。今これを第 279 表についてみるに、1 年生材幅に対する 2 年生材幅 (2 年生材幅 / 1 年生材幅×100) は全体として 49~363% の範囲内にあり、平均値の最大は 4 号木の 196% であつてほとんど 2 倍に近く、最小は 2 号木の 82% である。変異木の総平均は 134% であつてそのうち変異の幅の最大なるものは、4 号木の 52~363%，結局 311% の差を有す

第 279 表 1 年生材の幅に対する 2 年生材の幅 (2 年生材幅/1 年生材幅×100)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	7	平 均 (最大, 最小)	対照 (2n 体)
		162	82	129	196	127	111	134	
平 均		162	82	129	196	127	111	134	104
最 大		236	153	249	363	158	227	(363)	285
最 小		75	54	70	52	96	49	(49)	17
比 率		156	79	124	189	123	107	129	100

る。これに対して対照木の平均は 104 %, 変異の幅は 268 % である。したがって変異木はその平均値が対照木に比較して約 30% の増大である。

以上のごとく、変異体の枝の直径生長は初年度の生長が少なく 2 年度の生長の方が増大する傾向がうかがわれる。

c. 偽 年 輪

変異体の枝の横断面における 1 つの大きな特徴は偽年輪の多いことである。対照木の各切片においてはほとんどこれを認めたもの無く意に止める必要がなかつたのに反し、変異木においては 38 枚の切片中 27 枚のものに 1~数箇の偽年輪を認めた。偽年輪は一般に樹木の生長期における、早魃とか虫害等により生ずるのが普通であるが、これ等実験試料の枝の生長期間中にかような現象はなかつた。したがって、偽年輪発生の原因は内的のものであることが想像される。

d. 春 材 と 秋 材 (第 280 表)

変異体においては偽年輪が多い関係で春材と秋材と区別がつかない場合が多く生じた。その区別のつくものでは、春材に対して秋材幅が著しく大であることが、一大特徴をなしている。その測定結果は表に示す通りである。

春材幅に対する秋材幅 すなわち 秋材率は全体として 46~770% の間にあり、平均値の最大は 4 号木の 402%, 最小は 3 号木の 68% である。しかして 3 号木を除く他のものはすべて対照木より著しく大である。変異体の総平均は 220% で 2 倍以上の生長をなしている。そのうち変異の幅の最大なるものは 4 号木の 192~770% で 578% の差を有する。これに対して対照木の平均値は 83%, 変異の幅は 239% である。変異体はその平均値比率が対照木の 265% に当り、変異木の秋材率は対照木の 2 倍半以上である。

第 280 表 秋 材 率 (秋材幅/春材幅×100)

類 別	供試木							平 均 (最大, 最小)	対照 (2n体)
		1	2	3	4	5	7		
平 均		158	154	68	402	385	151	220	83
最 大		229	211	85	770	389	229	(770)	260
最 小		111	111	46	192	380	104	(46)	21
比 率		190	186	82	484	464	182	265	100

以上のごとく 変異体全体を通じて 3 号木を除く他の個体はいずれも 秋季に旺盛な生長をなす。特に 4 号および 5 号木は 5 倍近くの生長をなしている。かように秋季の生長が著しく顕著なることは耐寒性との関連性が予期される。

e. 仮 導 管

(a) 仮導管排列の斉整度

変異体木部における特徴の 1 つとして仮導管排列の不斉整ということが認められた。すなわち、前項に記述したように偽年輪多くこれに加うるに後述のごとく、仮導管の幅および厚さ

に差違を現わしている。ことに異例的な大型仮導管の存在することに原因するものと思われるが、横断面における放射および切線いずれの方向においても著しく錯雑をきたし対照木と顕著な差違を表わしている。

(b) 仮導管の太さ

(i) 仮導管の長さ (第 281 表)

過去における研究で、仮導管に類したものとしては木繊維の測定があり (金沢, 鍋島, 安藤 1948, 4 倍性タイワンギリ) 倍数体が長さにおいて 30 %, 太さは 44 % 増大をみているが、筆者の実験においては平均値の長さはほとんど差違をみながつた。しかしながらいずれの個体においても変異の幅は大である。

すなわち、仮導管の長さは全体として 216~2464 μ の間にあり、平均値の最大は 4 号木の 1219 μ , 最小は 7 号木の 1020 μ , 変異体の総平均は 1100 μ である。そのうち変異の幅の最大なるものは 7 号木の 216~2415 μ で 2199 μ の差を有する。これに対して対照木の平均は 1097 μ , 変異の幅は 1487 μ である。したがって、変異体はその平均値比率において対照木と同等である。

要するに対照木より変異の幅は大きい、平均値は差がない。

第 281 表 仮導管の長さ (単位 μ)

類 別	供試木							平 均 (最大, 最小)	対照 (2n 体)
		1	2	3	4	5	7		
平 均		1077	1073	1112	1219	1099	1020	1100	1097
最 大		2464	1932	2149	2015	2015	2415	(2464)	1939
最 小		306	283	383	383	316	216	(216)	452
比 率		98	98	101	111	100	93	100	100

(ii) 仮導管の幅 (第 282 表)

仮導管の幅は長さの場合と異なり変異体は対照木に比し増大している。表に示すごとく、全体として 7.5~35.0 μ の範囲内にあり、平均値の最大は 4 号木の 18.4 μ , 最小は 3 号および 5 号木の 16.3 μ である。変異体の総平均は 17.0 μ , そのうち変異の幅の最大なるものは 4 号および 7 号木にしてそれぞれ 7.5~32.5 μ , 10.0~35.0 μ であり 25 μ の差を有する。これに対して対照木の平均は 14.3 μ , 変異の幅は 19.8 μ である。したがって変異体はその平均値比率において対照木の 119% に当り 19% 増大している。

第 282 表 仮導管の幅 (単位 μ)

類 別	供試木							平 均 (最大, 最小)	対照 (2n 体)
		1	2	3	4	5	7		
平 均		16.7	16.4	16.3	18.4	16.3	17.8	17.0	14.3
最 大		32.8	30.6	27.5	32.5	32.5	35.0	(35.0)	28.5
最 小		11.0	8.8	10.0	7.5	10.0	10.0	(7.5)	8.7
比 率		117	115	114	129	114	124	119	100

要するに仮導管の幅は、いずれの変異体も増大し、平均約 20% 増大している。

(iii) 仮導管の厚さ (第 283 表)

仮導管の厚さは幅におけるよりも対照木に比し肥厚度が各個体ともやや大である。すなわち、表に示した通り全体としては $10.9 \sim 19.5 \mu$ の間にあり、平均値の最大は 5 号木の 17.2μ 、最小は 3 号木の 13.3μ である。変異体の総平均は 14.7μ で、そのうち変異の幅の最大なものは 1 および 3 号木であつて、それぞれ $11.6 \sim 17.4 \mu$, $10.9 \sim 16.7 \mu$, 差はいずれも 5.8μ である。これに対して対照木の平均は 11.1μ , 変異の幅は 7.5μ に達する。結局変異体はその平均値比率において対照木の 132% に及び 32% 肥大している。

要するに仮導管の厚さは各変異体とも増大し、平均 32% 増している。

第 283 表 仮導管の厚さ (単位 μ)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	7	平 均 (最大, 最小)	対照 (2n体)
		14.3	13.4	13.3	15.3	17.2	14.8	14.7	
平 均		14.3	13.4	13.3	15.3	17.2	14.8	14.7	11.1
最 大		17.4	16.0	16.7	17.0	19.5	16.0	(19.5)	15.0
最 小		11.6	11.1	10.9	13.6	15.0	13.7	(10.9)	7.5
比 率		129	121	120	138	155	133	132	100

(c) 仮導管の長さ, 幅, 厚さの相互関係

(i) 仮導管横断面形状比 (厚さ/幅 $\times 100$) (第 284 表)

仮導管の幅および厚さは対照木に比しそれぞれ 19% および 32% 増大していることはすでにのべたところである。その肥厚率が若干異なり後者が大である。したがつて、横断面の形状は全体としては丸味を帯びていることになる。その計算値は表に示した通りである。すなわち、対照木においては厚さは幅の 77.5% であるが、変異体はいずれも 80% 以上であつて、特に 5 号木は厚さの方が幅より 5% 大となつている。最小値においても変異体はいずれも対照木よりは数値が大となり丸味を帯びている。最大値も 1 号, 3 号木を除くのほかはいずれも大である。

要するに仮導管横断面形状比は対照木より 12% 大であり丸味をおびている。

第 284 表 仮導管横断面形状比 (厚さ/幅 $\times 100$)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	7	平 均 (最大, 最小)	対照 (2n体)
		85.5	81.5	81.5	83.1	105.5	83.0	86.7	
平 均		85.5	81.5	81.5	83.1	105.5	83.0	86.7	77.5
最 大		158.2	181.9	169.0	226.1	195.0	160.0	(226.1)	172.5
最 小		23.6	36.2	39.6	41.8	46.2	39.5	(35.6)	25.2
比 率		110	105	105	107	136	107	112	100

(ii) 仮導管横断面積 (厚さ $\times$ 幅) (第 285 表)

仮導管の幅, 厚さはいずれも対照木に比して増大しているのであるからその横断面積は当然大である。表にみるごとく、全体として $98 \sim 634 \mu^2$ の範囲内にあり平均値の最大は 4 号木の

第 285 表 仮導管横断面積 (厚さ×幅) (単位 μ^2)

類 別	供試木							平 均 (最大, 最小)	対照 (2n体)
		1	2	3	4	5	7		
平 均		239	220	217	282	278	264	250	159
最 大		571	479	459	551	634	552	(634)	428
最 小		128	98	109	102	150	137	(98)	65
比 率		150	138	136	177	175	166	157	100

282 μ^2 , 最小は 3 号木の 217 μ^2 であるが対照木の平均値 159 μ^2 よりはいずれも相当の増大を示している。平均値の比率をとれば対照木の 136~177% に相当し平均比率は 157% であり, 57% 増大していることになる。

前述した通り長さの変異の幅は相当広いが, 平均値はほぼ同等であつた。したがつて仮導管の体積の増減には大して影響がない。横断面積の比率をもつてほぼ体積の比率を察知することができるので体積については省略する。

要するに仮導管の横断面積および体積は個体により異なるが 36~77%, 平均 57% 増大している。

(iii) 仮導管の縦断面形状比 (幅/長さ×100) (第 286 表)

仮導管の縦断面の形状を比較するためにその形状比を示せば第 286 表の通りである。

第 286 表 仮導管縦断面形状比 (幅/長さ×100)

類 別	供試木							平 均 (最大, 最小)	対照 (2n体)
		1	2	3	4	5	7		
平 均		1.75	1.85	1.58	1.63	1.61	1.84	1.68	1.49
最 大		5.0	5.2	3.9	3.6	4.8	5.9	(5.9)	2.9
最 小		0.8	0.6	0.7	0.6	0.5	0.8	(0.5)	0.8
比 率		118	124	106	109	108	123	113	100

全体として 0.5~5.9% の範囲内にあり平均値の最大は 2 号木の 1.85% にして最小は 3 号木の 1.58% である。いずれの個体も対照木より大である。すなわち, 全体として長さの割合に幅が大となつている。総平均は 1.68%, そのうち変異の幅の最大なものは 7 号木の 0.8~5.9% であつて 5.1% の差を有する。これに対して対照木の平均は 1.49%, 変異の幅は 2.1% である。したがつて変異体はその平均値比率において対照木の 113% に達する。すなわち, 各個体とも長さの割合に幅は大であり, 全体としては 13% の増大となつている。

(d) 仮導管壁の厚さ (第 287, 288 表)

変異体においてことに秋材部の仮導管の厚さが対照木に比し増大しているののであるが, これに伴つて仮導管壁の肥厚が認められた。これを明らかにするために, 各切片内の春材および秋材各部より仮導管の標準的なものを任意にそれぞれ 10 個づつ選び, その測定値を平均して各切片の春材秋材各部の仮導管壁の厚さを算出し, さらにかようにして算出した全部の切片の平均によつて各個体の数値を算出した。これをもつて各個体を代表する仮導管壁の厚さとし対照木

との比較を試みたのである。

第 287 表によれば、春材部仮導管壁の厚さは平均値においては個体により若干の差違を示すが、変異体全体の平均値は 1.74μ であつて、対照木の 1.76μ と大差ない。各個体の変異の幅は 4 号木を除く他の個体は対照木に比しいずれも小である。

第 287 表 春材部仮導管壁の厚さ (単位 μ)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	7	平 均 (最大, 最小)	対照 (2n 体)
		2.10	1.94	1.60	1.90	1.50	1.42	1.74	
平 均		2.10	1.94	1.60	1.90	1.50	1.42	1.74	1.76
最 大		2.50	2.20	1.70	3.00	1.50	1.50	(3.00)	2.50
最 小		1.70	1.70	1.50	1.50	1.50	1.25	(1.25)	1.00
比 率		119	110	91	108	85	81	99	100

第 288 表 秋材部仮導管壁の厚さ (単位 μ)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	7	平 均 (最大, 最小)	対照 (2n 体)
		3.12	3.12	2.80	3.45	2.62	3.00	3.02	
平 均		3.12	3.12	2.80	3.45	2.62	3.00	3.02	2.25
最 大		3.50	3.50	3.28	4.00	2.75	4.00	(4.00)	3.00
最 小		2.75	2.75	2.50	3.00	2.50	2.75	(2.50)	1.50
比 率		139	139	124	153	116	133	134	100

次に第 288 表により秋材部仮導管壁の厚さをみるに、変異体各個体の平均値はいずれも対照木より大であり、総平均値は 3.02μ であつて変異体の 2.25μ に比較すれば 134% に相当し 34% 肥厚している。各個体における変異の幅は 7 号木を除く他の個体はいずれも対照木より小である。

以上要するに変異体の仮導管壁の厚さは対照木に比し春材部は大差がないが、秋材部は各個体とも大で平均 34% 増大している。

(e) 巨大仮導管

今まで述べた仮導管は各横断面に現われる普通の仮導管に関するものである。しかるに変異体においては片切により出現度を異にするが普通 1~3 個の異例的な大型仮導管が発見される。その大いさは春材および秋材を問わず幅 $18\sim 40\mu$ 、厚さ $15\sim 40\mu$ に達する。一般に幅に対して厚さが大である。春材部よりは秋材部の方に多く現われる。巨大仮導管の出現は偽年輪とともに仮導管排列の不斉整の原因となつていこと前述の通りである。

f. 樹 脂 道

針葉および材部の節部における樹脂道はその数が著しく減少し、また、退化している場合も多くみられたことはすでに述べた通りであるが、木部における樹脂道はいかようになつていくか次に述べる。

(a) 樹脂道の分布

樹脂道の分布状況は変異体と対照木では趣を異にする。一般に対照木においては、木部の内

方より外方に向つて分布の頻度が急激に減少するのに反し、変異体ではさほど急激なる減少をみず、切片によつては終始一様な分布を示すものが多い。

(b) 樹脂道数 (第 289 表)

樹脂道数は切片の部分により分布の状況を異にするので切片ごとに任意に 5 箇所を選び、方眼マイクロメーターにより一定面積内の樹脂道数を算定し、しかる後各切片を合計平均し 1mm^2 当り樹脂道数を算出した。表に示したように全体として 2.7~13.5 箇所を有し平均値の最大は 3 号木の 9.79 箇所、最小は 4 号木の 3.60 箇所である。変異体の総平均は 6.80 箇所、その変異の最大なるものは 3 号木の 5.3~13.5 箇所で結局 8.2 箇所の差を有する。これに対して対照木の平均は 6.92 箇所、変異の幅は 12.6 箇所である。したがつて変異体はその平均値比率において対照木の 98% に相当し、全体としては対照木と大差ない。しかしながら個体によつては相当の増減があり一定しない。特に 4 号木では 52% である。

第 289 表 木部樹脂道数 (1mm^2 当り)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	7	平 均 (最大, 最小)	対照 (2n体)
		1	2	3	4	5	7	平均	
平 均		5.68	8.92	9.79	3.60	5.38	7.40	6.80	6.92
最 大		7.6	12.9	13.5	4.5	6.6	6.2	(13.5)	14.7
最 小		3.5	5.9	5.3	2.7	4.2	4.0	(2.7)	2.1
比 率		82	129	141	52	78	107	98	100

(c) 樹脂道の大きさ (第 290 表)

樹脂道の大きさは切片内の樹脂道全部について測定することは到底不可能で、再読や測定もれ等により誤差を生ずるおそれがあるので、各切片ごと任意に 10 箇所を選んで測定し、しかる後各切片ごとにこれを合計平均して樹脂道の大きさを算出した。その詳細は表示した通りである。すなわち、全体としては $20\sim 40\mu$ の間にあり、平均値の最大は 5 号木の 31.7μ 、最小は 7 号木の 23.3μ である。変異体の総平均は 27.3μ 、変異の幅の最大なるものは 2 号木の $25.0\sim 40.0\mu$ で差 15.0μ である。これに対して対照木の平均値は 34.2μ 、変異の幅は 35.0μ である。したがつて、平均値および変異の幅は変異木のいずれの個体も対照木より小である。平均値比率において変異体は対照木の 80% に相当し 20% 減少している。

以上要するに樹脂道数の変化は少ないが大小は減少している。結局葉や節部における樹脂道数の減少と相俟つて全体的に減少の傾向にあることを知ることができる。

第 290 表 木部樹脂道の直径 (単位 μ)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	7	平 均 (最大, 最小)	対照 (2n体)
		1	2	3	4	5	7	平均	
平 均		26.0	30.7	27.1	25.0	31.7	23.3	27.3	34.2
最 大		30.0	40.0	30.0	30.0	37.5	30.0	(40.0)	52.5
最 小		22.5	25.0	20.0	20.0	25.0	20.0	(20.0)	17.5
比 率		76	90	80	73	93	68	80	100

(C) 髓 (第 291 表)

髓は基本組織系の 1 要素であつて茎の横断面ではその中心に位し、薄膜にして比較的大型の細胞よりなる。いうまでもなく髓は初生分裂組織によつてその形成当時においてのみ細胞分裂の機能を有し、形成を終ればもはや永久組織となり細胞分裂をなさないから幼時における測定値によつて径の大小にかかわらず一般傾向をうかがうことができる。髓はほぼ円または楕円形であるが、測定に当つては長短両方向へ測定して平均値で表わした。

表にみるごとく全体として 125~530 μ の範囲内にあり、平均値の最大は 1 号木の 407 μ 、最小は 4 号木の 329 μ である。変異体の総平均は 366 μ 、そのうち変異の幅の最大なるものは 7 号木の 125~530 μ でその差 405 μ に達する。これに対して対照木の平均は 572 μ 、変異幅は 645 μ であつて大である。したがつて変異体はその平均値比率において対照木の 64% に当り約 36% の減少をなしている。

なお横断面半径に対する比率は対照木が約 20% であるのに対して変異体は 11~14%, 平均約 13% である。

第 291 表 髓 の 大 い さ (半径) (単位 μ)

類 別	供試木	1	2	3	4	5	7	平 均 (最大, 最小)	対照 (2n 体)
平 均		407	371	333	329	394	357	366	572
最 大		425	395	355	375	440	530	(530)	790
最 小		175	135	145	225	245	125	(125)	145
比 率		71	65	59	58	69	62	64	100
横断面半径に対 する割合 (%)		14.0	12.8	11.6	11.4	13.9	12.3	12.6	19.7

3. 細胞学的特性

林木の倍数体の観察は発芽当年の稚苗に関するものが多く、成木についての研究は稀である。種子の発芽当時または稚苗期においては 4 倍体または $2n \sim 4n$ のミキソプロイドとして観察され、染色体数の増加が種々の林木について認められていることは先に述べた通りである。変異体誘発率および残存率の項で明らかにしたように、林木の場合は原型への復帰現象（戻る現象）が多いので、安定した倍数体を得ることは一般農作物ほど簡単ではない。変異体が倍数体であるか否かを決定するためには花粉分裂の観察によるのが望ましいのであるが、まだ開花するに至らない場合は体細胞の分裂像によるほかない。この場合注意しなければならないことは、根端細胞の分裂像では意味がない。何となれば地上部は長年月の間には復帰現象が起り梢端や枝条部の細胞は、当初と異なつたものに変化している場合のあることが予測されるからである。特にこの実験の場合のごとく滴下処理により誘発された変異体では地上部の細胞分裂像によらなければ全く意味がない。マツの地上部の細胞分裂像の観察に最も適しているのは早春新条の上に伸びはじめた幼葉の基部である。この部分を前述の実験方法にしたがつて固定染色

の上、永久標本として観察した結果は次の通りである(第9図版)。

- (1) 分裂帯横断面の分裂像は根端細胞の場合と同様多数みられる。
- (2) 分裂像は表皮および葉肉細胞で観察するのが便利である。
- (3) 切片の厚さ 10μ 以下では染色体像が切断される機会が多いので、少なくとも 15μ 以上の厚さで切断する必要がある。
- (4) 染色はむしろ過度に行い(媒染および染色各24時間)、脱染を十分にしキシロールに長時間(2~3時間以上)浸漬して透明化を計れば厚い切片でも透明な良好な像を得ることができる。
- (5) 染色体数は各変異体(1~7号)いずれも48本で4倍性を示した。
- (6) 染色体の形態は各変異体ともほぼ同様に2倍体に類似し長い染色体が多い。
- (7) 完全な核板においては染色体数の異なつた細胞は認められない。
- (8) したがつて各変異体は4倍体であり、混数体ではないことを確認した。

Ⅲ 考 察 お よ び 結 論

従来林木の倍数体誘発に関する実験は多く発表されているが、その大部分は稚苗期までの観察であつて、成木まで育て上げたものについての実験報告は少ない。その大きな原因は、管理に長年月を要する困難さと、もう1つは、折角誘発した倍数体が年月を経るに従ひ原形へ復帰する現象があるからである。筆者は今日まで多数の林木について実験を試みているが、ほとんど大部分の林木が同傾向を有する。クロマツほか、数種類について行つた実験結果は先に述べた通りであるが、いずれも原形への復帰が盛んであり、相当多数の個体を取り扱わなければ後年まで安定して残る個体を得ることは不可能であることが分つた。林木の場合、コルヒチン溶液への種子浸漬は種々の点で不利であつた。コルヒチンの作用を受ければ根は肥大して伸長をさまたげられる。したがつて生長上種々の障害を受けることとなる。また、変化した地上部は比較的容易に原形へ復帰する。すなわち、生長部の細胞すべてが完全には倍化が行われていないものと想像される。これに反し適当に行われた滴下法では変異体の発生率および残存率が大きい。安定した倍数体を得るためには、相当多数の処理を行うことが必要である。安定した変異体はすべて4倍体であつて、混数体ではなかつた。混数体でないことが安定性を与えているように考えられる。

次に、従来、植物の倍数体判定には予備的に外部形態特に気孔の大きさ等の観察が行われているが、確定的には花粉分裂または体細胞分裂時の染色体の観察によらなければならない。しかるに本実験に使用したクロマツ倍数体には雌花は着生したがまだ雄花を生ずるに至らないので、体細胞分裂によるほかなかつた。体細胞分裂の観察には幼葉の基部を使用した。適当な時間に固定された組織においては多数の分裂像を観察することができた。特に滴下処理によつ

第 292 表 ク ロ マ ツ 倍 数 体

類 別		針 葉 の 大 い さ								皮 層		
		長さ	幅	厚さ	縦断面積	縦断面形状比	横断面積	横断面形状比	体 積	葉鞘長	表皮	下表皮
		L	a	b	aL	$aL \times \frac{\pi}{100}$	$ab \frac{\pi}{4}$	$b/a \times \frac{\pi}{100}$	$abL \frac{\pi}{4}$	l	e	h
実 験 値	対照木 (2n体)	cm	μ	μ	mm ²		mm ²		mm ³	mm	μ	μ
	1 号 木	5.98	1284	863	115.3	1.43	0.87	67.2	78.1	5.93	19.9	36.5
	2 号 木	5.55	1828	1259	101.5	3.29	1.81	68.9	100.2	4.96	25.8	39.5
	3 号 木	6.57	1866	1229	122.6	2.84	1.80	65.9	118.3	4.42	22.7	45.2
	4 号 木	3.00	1442	956	43.3	4.81	1.03	66.3	32.5	3.34	21.4	27.2
	5 号 木	4.40	1514	1001	66.6	3.44	1.19	66.1	52.3	4.60	22.5	34.2
	6 号 木	4.37	1721	1143	75.2	3.94	1.54	66.4	67.5	4.00	21.9	33.1
	7 号 木	5.42	1708	1090	92.6	3.15	1.46	63.8	79.2	4.33	21.0	30.0
変異木平均		5.23	1684	1121	96.6	3.40	1.49	66.5	80.6	4.39	22.5	34.7
比 率	対照木 (2n体)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1 号 木	62	142	146	88	230	208	103	128	84	130	108
	2 号 木	73	145	142	106	199	207	98	151	75	114	124
	3 号 木	33	112	111	38	336	124	99	42	56	108	75
	4 号 木	49	118	116	58	241	137	98	67	78	113	94
	5 号 木	49	134	132	65	276	177	99	86	67	110	91
	6 号 木	60	133	126	80	220	168	95	101	73	106	82
	7 号 木	81	133	135	108	164	180	102	146	85	112	92
変異木平均		58	131	130	78	238	172	99	103	74	113	95

第 293 表 ク ロ マ ツ 倍 数 体

類 別		表皮組織 (栓皮)		材 部				仮		
		厚さ	厚さの割合	木部厚さの割合	篩部厚さの割合	年 輪 生長率	秋材率	長 さ	幅	厚 さ
			A	B	C	D	E	L	a	b
実 験 値	対照木 (2n体)	μ	%	%	%			μ	μ	μ
	1 号 木	133	4.6	44.1	31.6	104	83	1097	14.3	11.1
	2 号 木	200	6.9	48.8	30.3	162	158	1077	16.7	14.3
	3 号 木	191	6.6	47.3	33.3	82	154	1073	16.4	13.4
	4 号 木	182	6.3	48.4	33.7	129	68	1112	16.3	13.3
	5 号 木	150	5.2	52.8	30.6	196	402	1219	18.4	15.3
	6 号 木	263	9.3	53.9	22.9	127	385	1099	16.3	17.2
	7 号 木	200	6.9	54.3	26.6	111	151	1020	17.8	14.8
変異木平均		195	6.9	50.9	29.6	134	220	1100	17.0	14.7
比 率	対照木 (2n体)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1 号 木	150	150	110	96	156	190	98	117	129
	2 号 木	144	143	107	105	79	186	98	115	121
	3 号 木	137	137	110	106	124	82	101	114	120
	4 号 木	113	113	120	97	189	484	111	129	138
	5 号 木	198	200	122	72	123	464	100	114	155
	6 号 木	150	150	123	84	107	182	93	124	133
	変異木平均	149	150	115	94	129	265	100	119	132

備考 A. 表皮厚/横断面半径×100 B. 木部厚/横断面半径×100 C. 篩部厚/横断面半径×100

の 形 態 総 括 表 (針 葉)

気			孔			樹脂 道数	中 心 柱						
数			大 い さ				幅 c	厚さ d	横断 面積 $\frac{\pi}{4}$	横断面 形状比 $\frac{d}{c} \times 100$	針葉幅 との比 $\frac{c}{a} \times 100$	針葉厚 さとの比 $\frac{d}{b} \times 100$	針葉横 断面の比 $\frac{c \times d}{a \times b}$
腹面 V	背面 W	計 V+W	幅 x	深さ y	横断面積 xy								
コ	コ	コ	μ	μ	μ ²	コ	μ	μ	mm ²				
5.67	10.25	15.9	34.7	103.3	3585	2.98	599.5	410.6	0.19	68.5	46.7	47.6	22.2
5.66	11.20	16.8	45.8	97.0	4443	0.80	888.0	632.0	0.44	71.2	48.6	50.2	24.4
5.46	10.68	16.1	46.1	108.4	4997	1.26	878.8	612.2	0.42	69.7	47.1	49.8	23.5
4.26	6.88	11.1	44.1	96.8	4269	0.78	664.4	413.4	0.22	62.2	46.1	43.2	19.9
5.24	10.78	16.0	41.6	95.9	3989	0.92	698.4	449.2	0.25	64.3	46.1	44.9	20.7
4.68	8.27	13.0	43.5	108.2	4707	0.91	779.4	473.6	0.29	60.8	45.3	41.4	18.8
4.50	8.66	13.2	44.8	114.1	5112	2.33	770.0	528.3	0.32	68.6	45.1	48.5	21.8
4.96	9.16	14.1	45.2	104.6	4728	2.00	839.8	550.8	0.36	65.6	49.1	47.1	23.1
4.96	9.38	14.3	44.7	103.6	4606	1.16	788.4	521.9	0.33	66.1	46.8	46.4	21.9
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
100	109	106	132	94	124	27	148	154	232	104	104	105	110
96	104	101	133	105	139	42	147	150	221	102	101	105	106
75	67	70	127	94	119	26	111	101	116	91	99	91	90
92	105	101	120	93	111	31	116	109	132	94	99	94	93
83	81	82	125	105	131	31	130	115	153	89	97	87	85
79	84	83	129	110	143	78	128	129	168	100	97	102	98
86	89	89	130	101	132	67	140	134	189	96	105	99	104
88	92	90	128	100	129	39	132	127	173	97	100	98	98

の 形 態 総 括 表 (落)

導 管					樹 脂 道				髓	
横断面積 ab	縦断面 形状比 $\frac{a}{L} \times 100$	横断面 形状比 $\frac{b}{a} \times 100$	春材細胞 膜 厚 さ	秋材細胞 膜 厚 さ	木 部		篩 部		半 径	厚さの 割 合
					数 (1mm ² 当)	直 径	数	直 径		
μ^2			μ	μ	μ	μ	μ	μ	μ	%
159	1.49	77.5	1.76	2.25	6.92	34.2	13.9	132	572	19.7
239	1.75	85.5	2.10	3.12	5.68	26.0	10.5	95	407	14.0
220	1.85	81.5	1.94	3.12	8.92	30.7	9.4	108	371	12.8
217	1.58	81.5	1.60	2.80	9.79	27.1	8.7	68	333	11.6
282	1.63	83.1	1.90	3.45	3.60	25.0	10.4	85	329	11.4
278	1.61	105.5	1.50	2.62	5.38	31.7	6.0	53	394	13.9
264	1.84	83.0	1.42	3.00	7.40	23.3	6.2	62	357	12.3
250	1.63	86.7	1.74	3.02	6.80	27.3	8.5	78.5	366	12.6
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
150	118	110	119	139	82	76	76	72	71	71
138	124	105	110	139	129	90	67	82	65	65
136	106	105	91	124	141	80	62	52	59	59
177	109	107	108	153	52	73	75	64	58	58
175	108	136	85	116	78	93	43	40	69	71
166	123	107	81	133	107	68	45	47	62	62
157	113	112	99	134	98	80	61	59	64	64

D. 2年生材幅/1年生材幅×100

E. 秋材幅/春材幅×100

て得られた倍数体においては、将来は幼葉分裂組織により染色体数の決定をなすのが便利と思う。

かくして証明された変異体は、7本ともすべて4倍性であつた。しかるに、外部形態のみならず、内部形態においても個体により相当の差違を有する。同じクロマツの4倍体でありながら2倍体では到底みることのできない個体差を有する。すなわち、処理前の2倍体における小変異は4倍化によつてその形質の差が大となつている。この実験に使用したクロマツの種子は天然交雑に由来する一般造林用種子であつたが、2倍体における小変異は思わぬ方向へ形質の変化が拡大されて現われてきているのである。この点からも普通に用いられている造林用種子は極めて雑種性であり、遺伝子に差違が多いことが想像される。6号木のごとき極端に形質の異なつた個体が現われ、また、葉における樹脂道の退化程度も個体により異なるのである。かように種々雑多な倍数体を得られることは、一方からいえば育種の可能性が大であることが予期される。種々の程度にアカマツと交雑の行われた中間種の倍数体は、早急に創成する必要がある。極度に進化した植物や、分化した品種では倍数性の利用価値が少ないように思われるが、クロマツのごとき原種そのままで何等の人為的育種の行われていない植物では、倍数性の利用による育種が期待されるであらう。

本年は2号木に雌花を3コ着生し2倍体の花粉によつて受粉が行われた。やがて3倍体も得られるであろうが、以上の見地から多数の4倍体、3倍体その他を作成してそれ等の形質を調査し、最優良の個体を育成することに努力すべきである。

以上本編における実験結果を総括して次の結論を得た。

- (1) クロマツの倍数体を得るには種子浸漬法よりは稚苗（初生葉発生当初）生長点への滴下法が有利である。
- (2) 最適処理法は 0.1 或いは 0.2% 3~5 回処理、特に 0.1% 4~5 回処理（いずれも隔日）が有効である（1年目に半数以上成功）。
- (3) 変異体の稚苗は太く短い針葉を発生し生長劣る。
- (4) 変異体の大多数は原形へ復帰する。
- (5) 復帰現象は数年間続く。
- (6) 満1年後まで残つた変異体の約1.8%が安定する。
- (7) かくして得られた変異体7本はすべて体細胞染色体 48 本を有し4倍体であり、混数体はなかつた。
- (8) 体細胞分裂の観察は幼針葉基部が便利である。
- (9) 幼齡期（7~9年生）の4倍体は、2倍体と著しく形態を異にする。その主なる点は次の通りである。
- (10) 矮性的であり太く短い幹から太く短い枝が出ている。

- (11) 針葉は短大である。
- (12) 針葉における樹脂道が減少し退化の傾向がある。全然これを有しない葉を相当数着生する。
- (13) 気孔は大となる。
- (14) 秋材率が大である。
- (15) 仮導管の横断面積および秋材部の仮導管壁の厚さが著しく大である。
- (16) 各形質の変化の程度は個体により著しく異なる。すなわち、4 倍体の個体変異の差の程度は2 倍体の個体変異の差の程度よりは遙かに大である。
- (17) すなわち、倍数性の利用により相当異なる形質を有する個体を得る可能性が大である。

全編の総括および結論

育種研究には 4 つの段階がある。

- (1) 在来品種の本質を明らかにすること。
- (2) 在来品種から優良品種を選出すること。
- (3) 交雑により優良形質を組合わせること。
- (4) 人為的に突然変異体を誘発して新品種を創成すること。

以上の各段階は順次行われることもあり、また、平行的に研究されることもある。わが国の林学分野における従来の研究は (1) の品種に関するものが大部分を占め、最近になりようやく、(3) の交雑および (4) の人為突然変異の研究が着手されるに至つた。しかして (2) の在来品種から優良品種を選出することに関しては、ごく最近まで積極的には考慮が払われていなかった。ただわが国において古来造林されているものを引つづき増殖しているにすぎない。従来行われた (1) の在来品種に関する研究の多くは、表現型と因子型を区別せず論ぜられた場合が多く、今日の遺伝学の概念に立脚すれば訂正を要する場合が多い。

今回行つた実験においては

- (1) スギを材料として在来品種の形質を種々の角度から検討して、林業品種の本質を明らかにしたこと (第 1 編)。
- (2) 在来クロマツ中から精英樹「クロマツ 26 号」を選出しその特性を明らかにし、普及奨励品種として推奨に価するゆえんを明らかにしたこと (第 2 編)。
- (3) 交雑育種の基礎事項として同上「クロマツ 26 号」を実験材料として交雑実験を行い、生殖生理に関し新知見を得たこと (同第 2 編)。
- (4) X-線処理によりスギの突然変異体を、コルヒチン処理によりクロマツの倍数体を人為的に創成し、その幼齡樹の特性を明らかにした。しかして林木育種に人為突然変異体を利用することの可能性が大であることを証明したこと (第 3 編)。

以上 4 事項について述べ、これを 3 編にわたつて分割記述した。以下その要点を総括的に再記述すれば次の通りである。

I 林業品種の本質

〔I〕多型性と遺伝子の分布

1. 形態的多型性と遺伝子の分布

全国を気象関係により 6 地区に分ち、代表的なスギ母樹 233 本を指定し天然交雑による種子を母樹ごとに採取し、倉吉営林署赤碕苗畑内に同一環境のもとに多数の苗木 (211 系統各系統 100~300 本) を養成した。しかして 2 年生苗木について顕著な各形質を 3 段階に分けて比較調

査する方法により、形質因子の分布範囲および分布頻度の推定を行う一私案を提示した。この方法により次のことを結論した。

- (1) スギ苗木の表わす形質は極めて多型的である。
- (2) 生長型、葉の長さ、触感、密度および厚さ等の形質の発現に関与する遺伝子は地区別に差違はあるが、全国に普遍的に分布し南北による差違は認められない。
- (3) 枝が羽状とならず立体的となり円錐状をなす形態を表わす因子は北方に多く分布するが、その分布頻度は小である。
- (4) 枝の角度小なるものは北方に多く現われる傾向があり、しかもその因子の分布頻度は大である。
- (5) 枝が外方に反ることに関与する因子は全国に分布するが、北方よりも南方に至るにしたがい増大する。しかるに反対に内方に反る形質は北方地区が多く、しかもその分布頻度は小である。
- (6) 北方のスギは南方のスギより葉の角度が小なる傾向が多いが、因子分布頻度は小である。
- (7) この方法によりその他の形質についても因子の分布範囲と出現頻度を推定することができる。

2. 生理的多型性と遺伝子の分布

前記実験に使用したスギ、主要品種系統のうち 193 系統を暖地地区熊本営林署大津苗畑（熊本県大津町）に養成し、その 2 年生苗木の生長量を毎月 1 回精密に測定して生長期の変異と母樹の産地との関係を明らかにした。その結果は次の通りである。

- (1) 全国のスギ苗木（193 系統、各系統 30 本）の上長生長量を総平均して概括的にみれば 1 年間に 2 回の生長週期がある。
- (2) この場合毎月の生長順位は 9 月→7 月→6 月→10 月→8 月である。すなわち、9 月と 7 月に最大生長期が現われ、8 月は生長の谷をなす。
- (3) 産地および系統が異なることにより連月生長曲線には種々の型が現われた。その変異は多くの型（34 種類）に類別された。
- (4) 系統別にみれば最大生長期は年 2 回現われるものが多い。この場合普通 9 月（66%）と 7 月（27%）に頂点がある。
- (5) ただし、稀に 6 月（4%）または 10 月（3%）に頂点を有する系統がある。
- (6) また、稀に年 1 回の最大生長期を有する系統がある。この場合その頂点は 6 月（0.5%）、7 月（1%）、9 月（1%）である。
- (7) 年 2 回の最大生長期を有する系統は一般に 8 月が生長の谷をなす。ただし、7 月が谷をなす系統がある（2%）。

- (8) 各系統の連月生長曲線と母樹の産地との間の一般通則は次の通りである。
- A. 春型（6 月または 7 月に最大生長期がある型）は暖地に，秋型（9 月または 10 月に最大生長期がある型）は寒地に多く分布する。
- B. 暖地に多く分布する代表的生長型は 7F 型（7—9—10—8 月型）であり，寒地に多く分布する秋型の代表的生長型は 9I 型（9—7—10—6—8 月型）である。
- C. 6 月≦7 月 または 7 月≦8 月 或いは 9 月≦10 月 のとき特徴ある生長型は主として寒地に分布する。
- (9) 生長期の変異は多型的である。
- (10) 生長期は遺伝的のものであると解釈するのが妥当である。

〔Ⅱ〕 林業品種の吟味

飼肥スギを実験材料として次の実験を行つた。

飼肥スギは従来若干の品種に類別され，各品種の特徴が列挙されている。飼肥営林署部内板谷国有林に昭和 4 年に設置された品種試験林において，昭和 22 年 8 月 7 品種それぞれ 80 本の個体について各個体別に表現形質を調査して次の結論を得た。

- (1) 従来の飼肥スギの各品種について品種識別の特徴を 2 コ以上採用して調査すれば，それぞれの品種に該当しない個体が相当数含まれる。
- (2) 飼肥スギは複雑な雑種の混系とみるべきである。
- (3) 遺伝学的に品種の分類を行うには従来の飼肥スギ品種の概念を脱却して別な観点から分類することが必要である。

Ⅱ 「クロマツ 26 号」の選抜

鳥取県東伯郡八橋町帽子取国有林隣接民有林（倉吉営林署部内）中に発見した優良クロマツ母樹について実験した結果次の成果を得た。この優良母樹を「クロマツ 26 号」と呼称する。

クロマツ 26 号は樹高 15.12 m，枝下高 1.9 m，胸高直径 55.0 cm，樹齡約 38 年（1952 年現在），天然生，風衝地帯に生育しているために樹幹が中途よりやや曲り，枝も不均衡に生じている。樹皮はやや厚く，剝離困難。最も特徴とするところは新条の生育極めて旺盛，針葉強大，巨大毬果を生ずる点である。外観は全くクロマツに類する。

〔Ⅰ〕 形態学的特徴

1. クロマツ 26 号母樹の針葉

- (1) 針葉の長さは対照に比し僅かに長いが，幅および厚さはいずれも対照木の約 120 %，横断面積は 145 %，体積は 160 % に相当する。
- (2) 横断面形状比はアカマツとクロマツの間である。縦断面形状比はクロマツより大である。したがって剛直な感じを与える。

- (3) 葉鞘長には大した変化はない。
- (4) 表皮細胞の太いさには著しい変化はない。
- (5) 下表皮の細胞層数および太いさには著しい変化はない。
- (6) 針葉の幅および厚さの増大は表皮細胞および下表皮細胞の増大によるのではなく、数の増大によるのである。
- (7) 気孔の数は増加している(約 120%) が、太いさには変化がない。
- (8) 樹脂道の位置はほとんど大多数がクロマツ型であるが0.03%アカマツ型を混する。
- (9) 樹脂道の数は著しく増加し対照木の 154% である。
- (10) 樹脂道の横断面積は増大し 151% である。
- (11) 保護鞘細胞数も多く 122% である。
- (12) 保護鞘細胞の横断面積は増大し 116% である。
- (13) 分泌細胞は数が多少増加の傾向はあるが主として太いさが増大している(123%)。
- (14) 内皮を形成する細胞の太いさには変化はなくその数が増加している(119%)。
- (15) 中心柱の横断面積は増大し 142% となる。
- (16) 中心柱の形状および太いさは針葉断面の形状および太いさに比例して同程度に大となつている。
- (17) 維管束は横断面積増大し 130% である。

以上要するにクロマツ 26 号母樹の針葉は種々の点で増大しているが主として細胞数の増加によるものである。

2. 毬果および種子

- (1) クロマツ 26 号の毬果は巨大であり、太いさは対照の約 3 倍、形状はややアカマツに類する。
- (2) クロマツ 26 号の種子は巨大であり、重量約 2 倍、形状はクロマツに類する。
- (3) 種子内の胚は約 1.5 倍の太いさを有し、種皮内の厚い石細胞(約 1.3 倍)によつて保護されている。

3. 苗 木

クロマツ 26 号天然交雑 F₁ 満 1 年生の稚苗について次の結果を得た。

- (1) 子葉は早くより開きその数は対照とほとんど同数であるが、長さは大である(約 138%)。
- (2) 初生葉の数は増大している(約 131%)。

針葉について

- (3) 対照のクロマツおよびアカマツより大であり、1 苗木上の総針葉体積はクロマツの約 2.5 倍、アカマツの 8 倍におよぶ。しかるに形状比はかえつてクロマツよりやや小

となりアカマツとクロマツの中間的値をとる。

(4) 表皮細胞および下表皮細胞の大きさは対照と変りなく、その数の増加により対照よりは大きな針葉を形成している。

(5) 気孔の数は対照のクロマツより多少多いが、大きさはかえつて小型でアカマツとの中間である。

(6) 樹 脂 道

A. アカマツ型および中間型の樹脂道を僅かに混する。ただし、その程度はアカマツおよびクロマツがそれ等の他型および中間型を混するのと同程度である。

B. 樹脂道数は対照と同様である。

C. 副樹脂道の発生はアカマツ最も早く、クロマツまだ発生せず、クロマツ 26 号はようやく発生開始期に入つたところである。

D. 稚苗期におけるクロマツ 26 号の樹脂道の大きさはアカマツとクロマツの中間である。

E. 保護鞘細胞は数 (95 %)、大きさ (90 %) とともに対照より小であるがアカマツと同値である。また、形状はアカマツに類する。すなわちクロマツ 26 号の保護鞘細胞は数、大きさ、形状いずれもアカマツに類する。

F. 分泌細胞の数は僅かに大 (106 %)、大きさは小 (89 %) である。1 コの樹脂道を取りまく分泌細胞の横断面積はアカマツとクロマツの中間値である。形状はアカマツに類する。

(7) 内皮細胞の数は対照より多いが、大きさはかえつて小さくアカマツとクロマツの中間である。形状はクロマツよりアカマツに近いが三者間の差は僅少である。

(8) 中心柱の大きさは対照木より僅かに大 (3 %) であるがほぼ類似したものである。形状はアカマツに近いが三者間に著しい差はない。

(9) 中心柱の形状は葉の大小と平行的に変化し、葉の幅或いは厚さのおよそ 30~50 %, 普通約 40 % の大きさを有し、その形状は三者間に著しい変化性はない。

(10) クロマツ 26 号の維管束は進歩型であり、Diploxyton への分化が早い。アカマツこれに次ぎ、クロマツ最も劣る。

(11) 維管束の大きさは著しく増大している。

茎について

(12) 表皮およびコルク層は、子葉の上部では小、下部では大である。

(13) 皮部柔細胞の厚さは子葉の上部は約 20 % 増大している。

(14) 樹皮は子葉の上部はクロマツ 26 号最も厚く (113 %) クロマツこれに次ぎ、アカマツは一般に遙かにうすい。

(15) 維 管 束

A 篩部は対照に比し大である。

B 木部仮導管は 10% 内外大であるが、仮導管の列数は 1 倍半である。

(16) 樹脂道は、皮部柔細胞および木部中いずれも対照に比し大いさは大なる変化はないが、数は著しく増加している。

(17) 髓は大型となりまた細胞も大となつている。

〔Ⅱ〕 生理学的特性

クロマツ 26 号母樹およびその子孫の生理的特性を要約すれば次の通りである。

(1) 稚苗は乾燥に対して水分消失が少なく耐旱性が強い。

(2) 山地植栽に際しては旱天が続いても普通の 1.5~2.5 倍の活着率を示す。

(3) 稚苗は塩素酸加里に対する抗毒性が弱い。したがって従来の研究結果に従えば耐寒性が強い。

(4) 稚苗は食塩水に対する抗毒性が弱い。したがって海岸附近への植栽は不適である。

(5) 母樹は対照木に比し直径生長 1.4 倍、上長生長 1.1 倍、材積生長 1.9 倍である。

(6) 稚苗の生長は現地産（鳥取）および暖地産（宮崎）のものと比較して、直径上長および重量生長いずれもきわめて旺盛である。

(7) 幼齡樹の生長は普通のクロマツに比し直径および上長生長 1.2 倍以上、材積生長 2 倍以上である。

(8) 要するにクロマツ 26 号の天然交雑 F_1 は耐旱耐寒性強く、枯損率少なくきわめて旺盛な生長をなす。

〔Ⅲ〕 細胞遺伝学的特性

クロマツ 26 号の細胞遺伝学的特性を要約すれば次の通りである。

(1) クロマツ 26 号母樹は細胞学的には雑種性のもではなく、普通のクロマツと同様な染色体構成 ($12n$) を有する。

(2) クロマツ 26 号母樹の花期は早い方に属し、主としてクロマツの花粉を受ける機会が多いが、多少はアイグロマツおよびアカマツの花粉を受ける可能性がある。

(3) クロマツ 26 号母樹は雌雄ほぼ同等に着花する。

(4) クロマツ 26 号母樹の開鱗はきわめて早い方に属する。

(5) クロマツ 26 号母樹の天然交雑では、稔性大である (126%)。

(6) 同種間交雑では天然交雑に比し稔性が低い (約 1/2) 対照に比すれば著しく大である。

(7) 同種内交雑では天然交雑の場合に劣り、平均中位の稔性を有するが、交雑不和合性の現象がある。

- (8) 同自家交雑では自家不和合性の現象は顕著でない（アカマツおよびアイグロマツは自家不稔現象強く一般クロマツもややその傾向がある）。
- (9) クロマツ 26 号の 1 毬果内の種子数は他のいずれの組合せのものより多く、かつ実粒率大で秕粒率は低い。
- (10) 毬果および種子の巨大性は優性因子として遺伝する。
- (11) 翅の色および形態は交雑の組合せにより著しく異なる。
- (12) 樹脂道の位置を決定する遺伝子は単一ではなく、多数存在するもののようである。

Ⅲ 人為突然変異

X-線処理による人為突然変異，コルヒチン処理による人為突然変異に関する実験結果は次の通りである。

〔I〕 X-線処理による人為突然変異

アカマツ，クロマツ，スギ，ヒノキの乾燥種子に対してクーリツヂ管球，電圧30万ボルト，電流の強さ3 ミリアンペア，フィルター無し，距離 20 糎，照射時間 30 分，60 分，90 分，120 分，150 分，180 分，210 分の条件により各種各区それぞれ 990 粒処理を行い，種子を播種して苗木を育て下記の結果を得た。

1. 変異体誘発率および残存率

- (1) 照射区は対照区に比し各樹種とも発芽率が減退する。
- (2) 発芽率の減退の程度は樹種により異なる。
- (3) 照射時間が長いほど一般に発芽率は低下する。
- (4) 照射時間の長短による発芽率の低下状況は樹種により異なる。
- (5) 発芽後原因不明の枯損率は対照区に比し著しく大である。おそらく致死的变化をきたしているためと思われる。
- (6) 理論不発芽，原因不明枯損，可視変異体合計の変異体理論発生率は照射時間が長いほど大である。しかして発生率は照射時間に比例して増大する。
- (7) 変異体の形質変化は種々であるが，その主なるものには線状子葉，幼茎屈曲，発育増大，生長減退，葉緑体の粉状化および欠除その他がある。
- (8) 正常化の速度は樹種により異なる。すなわち，アカマツおよびクロマツは最も多く変異体が発生したにかかわらず最も速く正常化または枯死した。ヒノキはこれに次ぎ，スギは比較的変異体の発生率は少ないが永存する。
- (9) 照射時間の長短と可視変異体発生率との関係はみられない。おそらく照射時間が長くなれば致死性的となり，或る程度以上変化した種子は不発芽となり，たとえ発芽しても枯死するためである。

2. 形態学的特性

上記処理により誘発された多数の変異体は年月を経るに従い次第に枯損または原形へ復帰し、最後に、スギ150分処理区および180分処理区各1本計2本の変異体を得た。これをそれぞれⅠおよびⅡ号木と称し、その特性を記すれば次の通りである。

(1) 生育型

矮性的である。特にⅠ号木ははなはだしい。

(2) 外観

Ⅰ号木は粗剛尖鋭，Ⅱ号木は柔軟繊細な感じを与える。

(3) 葉区長

Ⅰ号木ははなはだ小，Ⅱ号木は長葉区やや小，短葉区やや大，平均は対照木と類似。

(4) 針葉着生本数

1cm 当り着生本数には大きな変化は無いが，1葉区当りⅠ号木は約半数，Ⅱ号木は10%以上の減少である。

(5) 葉角

Ⅰ号木は長葉短葉ともにはなはだ大である。Ⅱ号木は短葉は大であるが，長葉は対照とあまり変らない。

(6) 彎曲角

Ⅰ号木は彎曲角比較的小で直線的，Ⅱ号木ははなはだ大で内曲しており，両木は著しく外観を異にする。

(7) 彎曲度

Ⅰ号木の彎曲度は対照木と大差ないが，Ⅱ号木は長葉が著しく彎曲度大で短葉はかえつてはなはだ小であり，長葉と短葉では極端に相違する。

(8) 針葉の大きさ

Ⅰ号木は長葉，短葉を問わず体積小，平均約70%，Ⅱ号木はいずれも大，特に長葉は2倍，平均約180%

(9) 針葉の断面積

A. 横断面形状はいずれも厚さが幅より約20%大で上下に長い菱形をなしている。

B. 背部高は，変化少なく断面四辺形の形状は類似している。

C. 稜の形状は対照木最も丸味を帯び，Ⅰ号木Ⅱ号木の順に鋭くなっている。

(10) 樹脂道の位置

著しい変化はない。

(11) 表皮細胞

大きさはⅠ号木小(92%)Ⅱ号木大(122%)である。形状比はⅠ号木約65%，Ⅱ

号木 70% であり後者が僅かに丸味を帯びている。

(12) 下 表 皮

長短両葉で多少異なるが平均すれば I 号木は対照木とほとんど同等, II 号木は 112% で 12% 増大している。形状比は I 号木 II 号木いずれも長葉短葉とも対照木より 8% および 11% 小, すなわち, 多少細長い。下表皮細胞数は I 号木少なく (約 80%) II 号木は対照木より僅かに多い (104%)。また, 短葉では長葉の約半数である。

(13) 気 孔

気孔数は短葉は長葉より少なく, 両葉平均約 60% でいずれも少ない。I 号木は下面の気孔数著しく少なく (上面の 35%), II 号木は対照木と類似する (上面の約 60%)。密度いずれも小, 特に II 号木小 (それぞれ対照木の約 70, 50%)。大いさは I 号木は対照と類似し, II 号木は大 (約 130%)。孔辺細胞の大いさも同傾向であり, 形状は対照木より細長い。

(14) 同 化 柔 細 胞

大いさは I 号および II 号木とも約 120% で約 20% 大。形状は対照木よりいずれも細長い。細胞数は I 号木少なく (約 70%), II 号木は対照木と類似する。

(15) 葉 緑 粒

大いさ大 (I, II 号とも約 120%)。総量大 (約 140%)。数は少ない (約 80%)。粉粒が存在する。特に I 号木に多い。

(16) 維 管 束

横断面積は I 号木は小 (63%), II 号木はきわめて大 (200%) である。形状は I 号木は対照木と類似するが II 号木はこれより扁平である。

(17) 木部の厚さは I 号木小 (86%), II 号木は大 (140%) である。

(18) 移 入 組 織

幅は対照木と比較し I 号木は大差なく, II 号木は大で約 1.5 倍である。

(19) 樹 脂 道

A. 位置, I 号木の背部距離は対照木とほぼ類似し, II 号木はやや大である (約 120%)。

B. 大いさ (横断面積) I 号木は僅かに 18%, II 号木 48% であり, 極めて小さい。

C. 葉断面との比, 極めて小さく I 号木は対照木の 23%, II 号木は 38% に過ぎない。

D. 形状, 対照木に比し不整のものが多く, 特に I 号木は著しい。

E. 内 分 泌 細 胞

数, 大いさは小となり形は丸味を帯びている。なお, I 号木は II 号木に比し各項

目ともその程度がはなはだしい。

F. 外分泌細胞

数はⅠ号木少なく(78%), Ⅱ号木は多少多い(108%)。大いさ小(いずれも約80%), 形状は一般に内分泌細胞より細長いが、照対木よりは多少円味を帯びている。

3. 細胞学的特性

- (1) Ⅰ号木の体細胞染色体の若干は切断され、小片をなすものがあり全体的に不規則な分裂をなす。
- (2) Ⅱ号木は染色体の切断はみられないが、分裂がやや不規則である。染色体に変化を受けている。

〔Ⅱ〕 コルヒチン処理による人為突然変異

アカマツ、クロマツ、スギ、ヒノキ、カラマツその他の種子および稚苗生長点(初生葉発生直後)を種々の濃度のコルヒチン水溶液で処理して次の結果を得た。

1. 変異体発生率および残存率

- (1) 種子浸漬法よりは、稚苗生長点への滴下法の方が有効である。
- (2) 最適処理法は0.1% 或いは0.2% 3~5回処理、特に0.1% 4~5回処理(いずれも隔日)が有効である。
- (3) 変異体は年月を経るに従い大多数の個体が原形へ復帰する。原形への復帰は数年間つづく。
- (4) クロマツでは処理後1カ年間原形へ復帰しなかつた個体の約1.8%が安定する。安定までに5カ年を要する。
- (5) アカマツはクロマツより安定した変異体を得ることが困難である。
- (6) スギ、ヒノキ、カラマツはさらに困難である。
- (7) したがって、安定した変異体を得るためには相当数(千単位以上)の個体を処理することが必要である。

2. 形態学的特性

上記処理により誘発された多数の変異体は年月を経るに従い次第に原形に復帰し処理後5年目には12本を残したのみである。その後は安定し今日に至つた(現在11年生)。うち7本を宮崎大学内苗圃に定植して実験に供した。

変異体の形態学的特性を要約列挙すれば次の通りである。

- (1) 外形—矮性的であり、太く短い幹から太く短い枝が出ている。すなわち、全体として幹も枝も圧縮された形態をなしている。
- (2) 針葉の外部形態

- A. 畸型葉が多い。
- B. 長さが著しく短い（照対木の約 60%）。
- C. 厚さおよび幅が増大，ひいては横断面積が大である（172%）。
- D. 縦断面形状比が著しく大である（238%）。
- E. 体積は照対木とほとんど変らないが個体により差がある。
- F. 葉鞘は短い（74%）。

（3）針葉の内部形態

- A. 表皮細胞はいずれの変異木も照対木より大である（113%）。
- B. 下表皮細胞は不斉なるものが多く，照対木より小なる個体と大いなる個体がある。
平均値は僅かに小である（95%）。
- C. 気孔の数は照対木より多い個体と少ない個体があるが，大いさは例外なく大である
（平均約 130%）。
- D. 同化組織は大体において照対木と類似している。
- E. 変異木は樹脂道がきわめて少なく（平均 39%），全然これを有しない針葉が 14～42
%存在する（ただし，6，7 号木を除く）。
- F. 照対木は 2 コの維管束が明瞭であるが，変異木は移入組織との境界が明瞭でないも
のが多い。したがって区別が判然としない場合が多い。
- G. 変異体の内皮は不斉形であり，中穿楕円形が多い。内皮細胞の形状および数も不斉
で，数は多い傾向がある。
- H. 変異体の中心柱の幅および厚さはいずれも増大し（約 130 %），したがって面積も
増大している（約 170%）。しかるに形状比は照対木とほぼ同様である。
- I. 葉の大小と中心柱の大小との関係は幅，厚さおよび面積いずれもきわめて類似した
ものである。変異体は平行的に増大している。

（4）茎の内部形態

- A. 表皮組織の厚さの割合は増大している（約 150%）。
- B. 篩部の厚さの割合は 照対木に類似するか または 個体により 多少薄くなる傾向があ
る。
- C. 篩部内の樹脂道の数および大いさはいずれも減少している（約 60%）。
- D. 木部の厚さの割合は多少増大している（約 115%）。
- E. 変異体の枝の直径生長は初年度の生長が少なく，2 年度の生長の方が増大する傾向
がうかがわれる。
- F. 変異体には偽年輪が多い。
- G. 変異体は秋材率が大きい（265%）（ただし，3 号木は例外）。

H. 仮導管の排列が不齊整である。

I. 仮導管の長さは大した変化はないが、幅はいずれの変異体も増大し（約 120 %）、また、厚さも大きくなっている（約 130 %）。

J. 仮導管の横断面積および体積は個体により異なるがいずれも増大している（約 160 %）。

K. 縦断面形状比は増大している（約 110 %）。

L. 変異体の仮導管壁の厚さは対照木に比し春材部は大差ないが、秋材部は各個体とも増大している（約 135 %）。

M. 変異体は巨大仮導管（幅 18~40 μ , 厚さ 15~40 μ ）を有する。

N. 木部の樹脂道数は個体により増減があり一定しないが、大いさは減少（平均 80 %）している。葉や、節部における樹脂道数の減少と相俟つて全体的に減少の傾向があるように考えられる。

O. 髓の大いさは減少している（約 65 %）。

3. 細胞学的特性

幼針葉基部分裂帯の体細胞分裂を観察して次の結果を得た。

- （1）染色体は各変異体（1~7 号木）いずれも 48 本で 4 倍性を示した。
- （2）染色体の形態は各変異体ともほぼ同様で、2 倍体に類似し長い染色体が多い。
- （3）完全な核板においては染色体数の異なつた細胞は認められない。
- （4）したがつて各変異体は 4 倍体であり、混数体ではないことを確認した。

以上、本実験により得られた結果を総括的に述べたが、この実験により林業品種は極めて多型性であり選抜淘汰による育種の可能なこと、その一例として精英樹クロマツ 26 号を選出し、その特性を明にしたこと、さらに人為的に突然変異体を創成し、林業においても人為的新品種の合成が可能であることが明らかとなつた。しかしながら人為突然変異体の誘発は一般農作物または園芸植物等と異なり、相当多数の個体を取り扱うことが必要である。林木の育種も決して不可能ではない。一段と注意深い観察力とたえざる努力を必要とする点が他と異なるだけである。

文 献

- Abele, K.: Zur Kenntnis der Kernteilungsperiodizität in den Wurzeln von *Vicia amphicarpa*. *Dort. Bot. Archiv.* 11: 471—474. (1926).
- Acatay, A.: Untersuchungen über Menge und Güte des Samenansatzes in verschiedenen Kronenteilen einheimischer Waldbäume. *Abst. 日林誌* 20, 12. (1938).
- Alam, Z.: Self-sterility in *Eruca sativa* Lam. *Jour. Genetics.* 32: 257—276. (1936).
- Allen, G. S.: Parthenocarpy, parthenogenesis, and self-sterility of Douglas fir. *Jour. Forest* 40: 642—644. (1942).
- 天野良之: イチキの性と染色体. *遺伝学雑誌* 19, 3: 102—103. (*Abst. 日林誌* 25, 10: 512) (1943).
- Anonymous: Tetraploid Apfelfebäume in Schweden. *Schweiz. Zeits. Obst-u. Weinbau.* 52: 480. (1943).
- 青木繁: オキナハマツ種子の良否に対する鑑別法, *シルビア* 3, 1: 39—40. (1932).
- : オキナハマツの毬果並に種子に関する調査研究 (第 1 報), *シルビア* 4, 3. (1933).
- 朝倉為正: 杉種子の産地と生産苗木に就て, *日林誌*, 15, 8. (1936).
- 浅見与七, 杉山直儀: Effect of removing pistillate flowers on sex expression in the cucumber, *Jour. Hort. Assoc. Japan*, 7. (1936).
- 麻生誠: アカマツの肥大生長と上長生長との關係に就て, *日林誌* 11, 2: 1. (1929).
- 馬場賀訓: 造林用優良種子の普及事業に就て, *山林* 618. (1934).
- Bach, F.: Über die künstliche Kreuzung einiger wichtiger Apfelsorten. *Gartenbauwiss.* 1. (1928).
- : Kreuzungsversuche mitt weissen Winterkabvill, eine neue Apfelxenia. *Gartenbauwiss.* 1. (1928).
- : Über Apfelxenien. *Biol. Gen.* 5. (1929).
- Badoux: Untersuchungen über Körnerzahl und Korngrösse der Waldsämereien. *Mitt. d. Schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchswesen.* 4: 249—256. (1895).
- Barnes, A. S. L.: The relation between collecting date and maturity of red pine seed. *Forest, Chron.* 9, 1. (1933).
- Baur: Untersuchungen über den Einfluss der Grösse der Eicheln auf die Entwicklung der Pflanzen. *Forstwissenschaftl. Centralbl.* 605. Heyer, *Der Waldbau* 1893. (1880).
- Bayles, B. B., Taylor, J. W. and Bartel, A. T.: Rate of water loss in wheat varieties and resistance to artificial drought. *Jour. Amer. Soc. Agron.* 29: 40—52. (1937).
- Beissen: *Nadelholzkunde.* 2 Aufl. (1909).
- Beissen-Fitschen: *Nadelholzkunde.* 3 Aufl. (1930).
- Bergström, I.: Tetraploid apple seedlings obtained from the progeny of triploid varieties. *Hereditas.* 24: 210—215. (1938).
- : On the progeny of diploid $\times$ triploid *Populus tremula* with special reference to the occurrence of tetraploidy. *Hereditas.* 26. (1940).
- Bernbeck: Das Höhenwachstum der Bäume. *Bot. Jahrb. v. A. Engler. L. Bd.* (1914).
- Bertog, H.: Die Beschaffenheit des Kiefernnsamens insbesondere seine Selbstgewinnung. *Neudamm.* (1920).
- Blakeslee, A. F. and A. G. Avery: Methods of doubling of chromosomes in plants. *Jour. Hered.* 28: 393—411. (1937).
- Boerner, F.: Geschlechtwechsel bei Weiden. *Mitteilungen d. D. D. G.* 47: 172—174.

- (1935).
- Bray, M. W. and Paul, B. H.: Pulping studies on selected hybrid poplars. Paper Trade Jour. 115, 2: 9—214. (Biol. Abst. 17: 581, 1943). (1942).
- Brieger, F. G.: Selfsterilität und Kreuzungssterilität im Pflanzen und Tierreich. (1930).
 ———: Über die Kreuzungssterilität von Artkreuzungen und ihre Erbllichkeit. Internat. Cong. Bot. 5th. Cambridge 1930 Dept. Proceed. (1930).
- Buchholz, J. T.: The cause of sterility in cross-pollinations between certain species of Pinus, Amer. Jour. Bot. 31. (Abst. サイエンスダイジェスト総合農学 3: 31). (1944).
- Bühler, A.: Saatversuch 1 und 2 Mitteilung. Mitt d. Schweiz. Centralanst. f. d. forstl. Versuchswesen 1: 87—130. (1891).
 ———: Der Waldbau. (1922).
- Büsgen, M.: Bau und Leben unserer Waldbäume. Jena. S. 13—21. (1927).
- Busse, J.: Ein Weg zur Verbesserung unseres Kiefernsaatgutes. Zeitschr. f. Forst-u.-Jagdw. S. 300. (1913).
 ———: Welchen Einfluss übt das Alter der Mutterkiefer auf die Nachkommenschaft? Z. f. F. u. Jw. 257—286. (1924).
 ———: Zur Saatgutsortierung, Z. f. F. u. Jw. 515—521, 231—236. (1924, 1925).
 ———: Einfluss des Alters der Mutterkiefer auf ihre Nachkommenschaft. Mitt. d. Deutschen Dendrologischen Gesellschaft. 61—74. (1931).
- Cieslar: Über den Einfluss der Grösse der Fichtensamen auf die Entwicklung der pflanzen nebst einigen Bemerkungen über Schwedischen Fichten-und Weissföhrensamen. Centralbl. f. d. gesamte Forstw. 149. Heyer-Hess, Der Waldbau I Bd. 1906: 142. (1887).
 ———: Aphorismen aus dem Gebiete der Forstlichen Samenkunde, III. Die Qualität des Fichtensamens nach seiner Lage im Zapfen. Centralbl. f. d. gesamte Forstw. 153. (1893).
- Correns, C.: Untersuchungen über die Xenien bei Zea Mays. Ber. Deut. Bot. Ges. 17. (1899).
 ———: Bestimmung, Vererbung und des Geschlechtes bei den höhern pflanzen. Handb. Vererbungswiss. 3. II. C. (1928).
- Crane, M. B.: Selfsterility and cross-sterility in Plums and cherries. Jour. Genetics. 15: 301—322. (1925).
- 大後美保: 旱害の研究 pp. 215: 56. (1943).
- Dallimore, A. and Jackson, A. B.: Handbook of Coniferae. (1923).
 ———, ———: A Handbook of coniferae including Ginkgoaceae, 2 Ed. London, (1931).
- Davey, A. J. and Gibson, C. M.: Note on the distribution of sexes in Myrica gale. New. Phytol. 16. (1917).
- DeLong, W. A.: Pentosan content in relation to winter hardiness. Scient. Agr. 8: 512—523. (1928).
- Dengler, A.: Waldbau auf ökologischer Grundlage. (1930).
 ———: Künstliche Bestäubungsversuche an Kiefer. Zeit. f. Forst u. Jagdw. 9: 513—555. (Abst. 日林誌 15, 1: 65—66). (1932).
 ——— und Scamoni, A.: Über die Keimungsbedingungen von Waldbaumpollen. Zeit. f. Forst u. Jagdw. (1939).
 ———: Über die Befruchtungsfähigkeit der Weiblichen Kiefelnblüte. Zeit. f. Forst

- u. Jagdw. 1. (1940).
- Dobzhansky, Th.: Genetics and the Origin of Species. 2 Ed. N. Y. (Die genetischen Grundlagen der Artbildung 1939. SS. 252. Berlin). (1937).
- Doi, T. and Morikawa, K.: Analytical Key to the Species of the Genus Pinus, Based on the Anatomical Characters of Leaves. Jour. of the Dep. of Agr. Kyushu Imp. Univ. 2, 6: 1—11. (1929).
- : Anatomical Study of the leaves of the Genus Pinus. Jour. of the Dep. of Agr. Kyushu Imp. Univ. 2: 149—198. (1929).
- East, E. M.: Studies on self-sterility. Genetics. 4: 356—363. (1919).
- : Genetical aspects of self- and cross-sterility. Amer. Jour. Bot. 10: 468—473. (1923).
- Eisenmenger, G.: Samengrösse, Keimkraft und Samenpflanze. Oesterreiche Forst-u. Jagdz. 24, 22: 185—186. (1906).
- Eitingen: Der Wuchs der Eiche Abhängigkeit von dem Gewicht der Eicheln. Forstwiss. Centralbl. 849. (1926).
- Engler, A.: Einfluss des Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse. Mitt. d. Schw. Centralb. f. d. forstl. Versuchsw. 10, 3: 191—336. (1931).
- Ernst, F.: Der Samenretrag von Fichtenbeständen im Jahre 1929/30. F. C. S. 503—512. (1930).
- Friedrich, J.: Über den Einfluss des Gewichtes der Fichtenzapfen und des Fichtensamens auf das Volumen der Pflanzen. Centralb. f. d. ges. Forstw. 29, 6: 233—251. (1903).
- Friesner, R. C.: Daily rhythms of elongation and cell division in root, Amer. Jour. Bot. 7: 380—407. (1920).
- Furst, H.: Die Pflanzenzucht im Walde. 3 Aufl. (1897).
- Gayer, : Der Waldbau. 4 Aufl. (1898).
- Gustafsson, A.: Mutation experiments in barley. Hereditas, 27: 225—242. (1941).
- : Preliminary yield experiments with ten induced mutants in barley. Hereditas. 27: 337—359. (1941).
- Haak, : Untersuchungen über den Einfluss verschiedenen hoher Darrhitze auf Keimprozent des Kiefernnsamens. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 296. (1905).
- : Über die Keimung und Bewertung des Kiefernnsamens nach Keimproben. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 38: 441—475. (1906).
- Hansen, G. M.: Forest genetics comes of age. Amer. Forests. 4: 16 (Abst. 日本農業資料総覧 23, 林業 92). (1949).
- 原田泰: 北方林業樹種の品種問題, 北方林業研究会講演集 1: 103—118. (1940).
- , 柳沢聰雄: 寒帯性樹種の品種改良試験 (第1報) 昭和14年日林大会講演集. (1940).
- : 林学領域に於ける陽光問題, 帝林北海道林試報告 1. (1942).
- , 柳沢聰雄: 森林植物花粉の発芽試験, 昭和18年日林大会講演集. (1944).
- : トドマツ品種の二三の性状に就て, 日林誌 26, 1: 1—10. (1944).
- , ———: トドマツ品種の分類, 寒帯性樹種の品種改良試験 (第1報) 帝林北海道林試報告 2: 1—18. (1946).
- , ———: トドマツの塩素酸加里に対する抗毒性に就て, 寒帯性樹種の品種改良試験 (第2報), 帝林北海道林試報告 2: 19—30. (1946).
- , ———: トドマツ・エゾマツ毬果採集時の二三の基礎調査, 寒帯性樹種の品種改良試験 (第3報), 帝林北海道林試報告 2: 32—44. (1946).

- 原田泰, 柳沢聰雄: 森林植物花粉の発芽試験, 寒帯性樹種の品種改良試験 (第4報), 帝林北海道林試報告 2: 45—70. (1946).
- , ———: トドマツの人工交配に関する研究, 寒帯性樹種の品種改良試験 (第5報), 帝林北海道林試報告 2: 71—100. (1946).
- : トドマツ品種間の二三の性状に就て, 寒帯性樹種の品種改良試験 (第6報), 帝林北海道林試報告 2: 101—112. (1946).
- Hardy, G. H.: Mendelian proportions in a mixed population. *Science*. 28: 49—50. (1908).
- 長谷川孝三: 林木種子の自給と其注意, 帝林林試報告 1, 3: 1—142. (1928).
- : 育苗雑記, 御料林 30. (1930).
- : 林木種子の活力に関する実験的研究, 帝林東京林試報告 4, 3: 1—355. (1943).
- , 野原勇太: 杉苗木の耐寒性に関する一二の観察, 御料林 79. (1934).
- Hassenberger, R.: Fichtenformen und Fichtenrassen in glatter Schneegebirge, *Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. LXXL Jahrg.* 3: 113. (1936).
- 林泰治: 九州地方に於ける挿杉の品種に就いて, 日林誌 10, 1. (1928).
- : 幹型より見た挿杉の多型性に就て, 日林誌 11, 6. (1929).
- 早田文蔵, 佐竹義輔: 日本植物に関する解剖分類学的貢献, 植物学雑誌 43, 506: 73—106. (1929).
- : 複式中心柱に関する一新学説に就きて, 植物学雑誌 43, 511: 347. (1929).
- Helfer, R. G.: A comparison of X-ray induced and naturally occurring chromosomal variations in *Drosophila pseudoobscura*. *Genetics*, 26: 1—22. (1941).
- Hermen, H. and D. H. Scott: A note on natural and colchicineinduced polyploidy in peaches, *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 39: 299. (Abst. 日林誌 23, 10: 586) (1939).
- Heyer-Hess: *Der Woldbau*. I Bd. S. 142. (1906).
- Hilf, R. v.: Wie wirken Erntezeit, Alter des Mutterbaumes und Höhenlage auf die Güte des Fichtensaatgutes? *Z. f. F. u. Jw.* 65—87. (1927).
- 日野巖: 植物疾病に塩素酸加里の利用, 農業及園芸 14, 6. (1939).
- 平吉功: 林木班報告 1, 京大農学部遺伝学研究室時報 2: 34—36. (1941).
- : 林木班の沿革, 京大農学部遺伝学研究室時報第1号 p. 8. (1941).
- : 林木班研究室実施計画, 京大農学部遺伝学研究室時報第1号 p. 17—19. (1941).
- : 森林植物に於ける人為的倍数植物の研究 (第1報), 植物及動物 10, 8: 766—768 (Abst. 日林誌 24, 10: 547). (1942).
- , 中村有一: 森林植物の細胞学並に遺伝学的研究, I. 二三毬果植物の染色体数, 京大農学部講演集, 第2輯: 90—98. (1943).
- , ———, 狩野鉄次郎: 森林植物の細胞学並に遺伝学的研究II, 間黒松 (*Pinus densi-Thunbergii* Uyeki) の成熟分裂に於ける染色体接合と花粉稔性, 生研時報 2: 90—96 (1943).
- : 森林植物に於ける人為倍数植物の研究 II, キリ倍数体に於ける二三の観察, 生研時報 4: 17—21. (1950).
- 日田営林署: アカマツ毬果に関する二三の研究, 熊本営林局研修 115号, 53—58, 116号, 10—18. (1931).
- Hooker, H. D. Jr.: Pentosan content in relation to winter hardiness. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 204. (Cited by *Scient. Agr.* Vol. 8.) (1920).
- 本多静六: 造林学本論の二, 種子及び苗圃 147—180. (1911).
- 堀岡邦典, 野原勇太, 星沢正男: ヒノキ, サハラ交雑の基礎的研究 第1報, 針葉に依るヒノキ, サハラの識別に関する研究, 日林誌 25, 10: 475—482. (1943).
- 堀田禎吉: 桑樹の耐寒性に関する研究, 札幌農林学会報 26, 123. (1935).

- Howard: Height growth of seedlings. *Indian Forester*. No. 1 and 2. (1924, 1925).
- Hujii, K.: Physiological research on the sexuality of the flower of *Pinus densiflora* S. et Z.. *Bot. Mag. Tokyo*. 9. (1895).
- 藤井武彦: 赤松及黒松交媒試験 (第 1 報), 昭和 16 年度 日本林学会春季大会講演集 13—20. (1942).
- 藤岡光長, 高橋憲三: 杉心材黒変に就いて, 林業試験報告 16 号 (1918).
- 深谷留三: 基隆水道水源涵養林に於ける杉単木の生長に就て, シルビア 1, 1: 48—62. (1930).
- 福島: アセナフテン処理による倍数花粉の誘起, 植物及動物 7, 953—956. (1939).
- 船引洪三: 九州産森林植物染色体の研究, 九大農学部演習林報告 15: 124—126. (1947).
- Ichijima, K.: On the artificially induced mutations and polyploid plants of rice occurring in subsequent generations. *Proc. Imp. Acad.* 10. (1934).
- Imai, Y.: Chlorophyll deficiencies in *Oryza sativa* induced by X-ray. 遺雜 11. (1935).
- 飯田文之進: 夏季の冷湿と針葉樹種子の品質関係, 日林誌 17, 10. (1935).
- 生駒義博: 旱魃に弱い植物, 植及動 7, 12, 2087. (1939).
- 稲村時衛: 明治 37 年度熊本大林区署に於ける種子及苗木試験成績, 林業試験報告 2 号, 4—20. (1904).
- 稻吉克明: 仏国海岸松種粒の大小及色が子苗に及ぼす影響, 日林誌 17, 1. (1935).
- 石原供三, 鷺見四郎: 北海道産重要樹種の化学的組成に就て (第 1 報), 日林誌 18, 7. (1936).
- , 松川篤治: 主要林木の品種改良 (第 1 報), 毬果植物二三の交雑試験, 昭和 14 年 日本林学会春季大会講演集 (1939).
- 石尾和作: 試験発芽率と実際発芽率との関係, 大日本山林会報 435 号, 27—37. (1919).
- 岩崎定俊: 秋田杉の適応性に関する研究, 高知林友 244 号 (1941).
- 飯塚晶, 森川均一: 稚苗期の赤松と黒松の解剖学的識別に就て, 九大農学部学芸雑誌 3, 1: 49—59. (1928).
- Jaccard, P. et Frey-Wysling, A.: Recherches comparatives sur la production de résine chez les pins scandinaves et pin indigènes. *Mitteil. der schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchswesen*. 19, 1: 7. (Abst. 日林誌 18, 4: 298—299). (1935).
- Jalava, M.: Havaintoja puum aseman vaikutuksesta puum ominaisunksiin.—Summary: Investigation into the Influence of the Position of a tree in the Stand upon the properties of the Wood. *Acta For. Fennica*. 40: 247. (Abst. 日林誌 18, 5: 375—6) (1934).
- 陣内巖: アカマツの根端細胞に於ける核分裂の日週期, 東大演習林報告 35: 27—34. (1947).
- : コルヒチン処理により育成した二三針葉樹の倍数体, 東大演習林報告 35: 15—25. (1948).
- : 林木に関する総合的研究, 特に外国に於ける最近の林木育種に就て, 駒場農学研究会報, 第 1 報, 123—134. (1948).
- Jensen, H. and Levan, A.: Colchicine-induced tetraploidy in *Sequoia gigantea*. *Hereditas* 27: 220—224. (1941).
- Johannsen, W.: Über Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien. *Jena*. (1903).
- Johnson, L. P. V.: A list of natural and artificial interspecific hybrids in north American forest-tree genera. *Canad. Jour. Res.* 17, Sect. C. (1939).
- : Reduced vigour, Chlorophyll deficiency, and other effects of self-fertilization in *Pinus*. *Canad. Jour. Res.* 23, 5: 145—149. (1945).
- : Fertilization in *Ulmus* with special reference to hybridization procedure, *Canad. Jour. Res.* 24, 1: 1—3. (1946).
- Johnson, H.: Cytological studies of diploid and triploid *Populus tremula* and of crosses

- between them. *Hereditas*. 26: 321—352. (1940).
- : Cytological studies of triploid progenies of *populus tremula*. *Hereditas*, 28: 306. (1942).
- : Triploidy in *Betula alba* L. *Bot. notiser.* 85. (1944).
- : Chromosome numbers of twin plants of *Quercus ribun* and *Fagus silvatica*. *Hereditas*. 32: 469—472. (1946).
- Jost, L.: Beobachtungen über den zeitlichen Verlauf des sekundären Dickenwachstum der Bäume. *Ber. d. deu. Bot. Ges.* 10: 587—605. (1892).
- 鍋木徳二: 稚苗期に於ける松類年生長経過の研究, 日林誌 2. (1919).
- Kagawa, F.: Cytological studies on *Triticum* and *Aegilops*. *Livre jubilaire V. Grégoire*, 3^e partie, (*La Cellule*). 37: 231—322. (1926).
- Kakizaki, Y.: Studies on the genetics and physiology of self- and cross-incompatibility in the common cabbage. *Jap. Jour. Bot.* 5: 133—208. (1930).
- 金沢林助: コルヒチン処理による林木育種の研究, 日林誌 25: 126—131, 170—174. (1942).
- : コルヒチン処理により育成せる合黒松のミキソプロイド, 植・動. 10: 829—831. (1942).
- , 大平正一: 自然に現われた林木のミキソプロイド, 植・動. 10: 1043—1045. (1942).
- , 大村章: コルヒチン処理によつて作成せるキリの四倍体, 植・動. 10: 1122—1125; 11: 829—832. (1942).
- , 瀬頭: カエデ属の気孔の大きさと染色体数, 生物 3: 114—118. (1948).
- , 鍋島, 安藤: 四倍性タイワンギリの外部形態と木繊維, 日林誌 29: 10—14. (1948).
- : 混数体 *Acacia mollissima* の染色体倍加に伴う細胞の形態的变化, 東大演習林報告 35: 1—8. (1948).
- 兼次忠蔵: 赤松樹根の解剖学的性質, 日林誌 17, 7. (1935).
- 狩野幸之助: 挿杉針葉の着生状態に就て, 大日本山学会報 445, 24—27. (1919).
- 狩野鉄次郎: 赤松種粒の大小が苗木の生育に及ぼす影響, 日林誌 19. 9. (1937).
- : スギ種子の産地と所産苗木の形態並に生長との関係, 昭和13年度 日林誌大会号 98—107. (1939).
- : アカマツ種子の産地と所産造林木の生長との関係 (第1報), 昭和 15 年度 日本林学会春季大会講演集 150—155. (1941).
- 梶浦実: 栗樹の剪定と雌花出現との関係, 園芸学会誌 6. (1935).
- 金平亮三: 松属の葉の横断面による樹種の識別, 日林誌 11. (1921).
- Kapper, W.: Samenertrag der Kiefer in Südrussland. *Z. f. F. u. Jw.* 734—740. (1931).
- Karsten, G.: Über embryonales Wachstum und seine Tagesperiode. *Zeits. f. Bot.* 7: 1—84. (1915).
- 片山茂樹, 佐藤敬二, 吉筋正二: 九州に於ける松及び杉の品種並に種子の産地と其生育状態との関係, 九大農学部演習林報告 15: 19—42. (1947).
- 加藤弥栄: 旱害と林地植物, 大阪局報 21: 6—12. (1939).
- 河田杰: 一斉同齡のアカマツ林内に於ける個樹の樹形調査, 林試彙報 4: 69—74. (1921).
- : 四季を道ずる降水量の配布状態がスギ, ヒノキの分布に及ぼす影響, 興林会, 東京 (1940).
- : 茨城県下に於ける茂道松植栽の成績, 日林誌 26, 1: 17—20. (1944).
- 川上親文: 秋田杉材の研究特に酒樽に関する事項に就て, 日林誌 13, 1. (1931).
- Kellicott, W. E.: The daily periodicity of cell-division and of elongation in the root of *Allium*. *Bull. Torr. Bot. Club*, 31: 529—550. (1904).

- Kienitz, M.: Beobachtungen über die Zapfenmenge an Kiefern Winter 1880/81. Z. f. F. u. Jw. 549—554. (1881).
- : Zur Saatgutsortierung. Z. f. F. u. Jw. 710—716. (1924).
- 木原均: 花粉の発芽と培養基上に於ける吸水速度との関係に就きて, 札幌農林学会報 7. (1919).
- : Genomanalyse. I, II. Cytologia I, II. (1930, 1931).
- : 森林植物の遺伝学, 植・動. 6, 10. (1938).
- : 林木に関する遺伝学的知識, 大阪営林局報附録, 第1回営林署員教練講義其二 pp. 20. (1942).
- : X-線照射と突然変異, 農業及園芸 17: 56—57. (1942).
- : X-線処理による一粒小麦の複突然変異, 遺伝学雑誌 19: 136—138. (1943).
- : 人為突然変異と育種, 京大農学部講演集 2: 1—7. (1943).
- : ゲノム分析より見たる *Aegilops* 属の種概念と分類, 生研時報 3: 16—28. (1947).
- , 松村清二: X-線照射による *Aegilops cylindrica* の染色体異状, 木原生研時報 2: 83—89. (1943).
- , 山下孝介: 一粒系小麦の X-線突然変異体の遺伝学的研究, 木原生研時報 3: 29—39. (1947).
- 木原邦雄: 茂道松に就て, 研修 108: 35—39. (1930).
- : 茂道松に就て, 研修 110: 15—24. (1931).
- Kikuti, A.: Self- and cross-sterility in the Japanese pear. Mem. Hort. Soc. New York. 3: 233—241. (1927).
- 鯉淵隆: 杉毬果結実量に就て, 秋田営林局林曹会報 256: 29—34. (1939).
- 小出博: 森林立地の地質学的岩石学的研究 第1報, 東大演習林報告 22: 43—78. (1936).
- : 同 上 第2報, " 24: 1—77. (1937).
- 小出良吉訳: 樹冠各部に於ける種子の量及び質の研究, 日林誌 21, 12. (1938).
- 小泉千浩: 妙見杉に関する二三の研究, 日林誌 18, 9: 645—657. (1936).
- : 妙見杉に就て, 日林誌 19, 7. (1937).
- Kojima, H.: On the relation between cell-division and elongation in the root of *Vicia Faba*. Jour. Dep. Agr. Kyushu Univ. 2: 75—91. (1928).
- 高知営林局造林: 林業用種子遺伝に関する試験, 高知林友 170号. (1934).
- 工藤一郎: 一斉同齡の針葉樹林に於ける樹冠の水平的投影面積及枝下高の変異, 林試彙報 9: 25—71. (1922).
- Kuhn, E.: Physiologie und Vererbung der Selbsterilität bei Blütenpflanzen. Naturwissenschaften. 27: 1—9. (Abst. 生研時報 2: 109—110). (1940).
- 倉田益二郎: 毛茸による特用樹種の品種識別に関する研究, 林試報告 40: 1—148. (1948).
- 鉄塚喜久治: 稲稈の石炭酸による着色性の品種間変異並に夫と稲熱病抵抗性との関係について, 育種研究 1: 43—52. (1942).
- Luerssen: Japanischer Waldbäume. (1886).
- Luncz, G.: The problem of the choice of seeds in forestry. International Review of Agriculture, Year 12, 1. (Abst. 日林誌 13, 5: 333—336) (1931).
- Lutmann, B. F.: Cell and nuclear division in *Closterium*. Bot. Gaz. 51: 401—430. (1911).
- Martin, J. H.: The comparative drought resistance of sorghums and corn. Jour. Amer. Soc. Agron. 22: 993—1003. (1930).
- 牧駿夫: 妙見杉に就いて, 日林誌 11, 4. (1929).
- 正木信次郎: 杉の耐寒性品種に関する研究, 日林誌 15, 8. (1933).
- Marchal, Élie et Émile.: Recherches experimentales sur la sexualité des spores chez les

- mousses diôques. Mem. Acad. Roy. Belg. (1906).
- 松本賢三: スギ及台湾スギの染色体数に就て, 植物及動物 1: 1751—1756. (1933).
- 松尾荘吉: アベマキの林業品種とその識別拠点について, 日林誌 26, 3: 81—89. (1944).
- 松浦一, 芳賀恣: エンレイソウ属染色体研究 IX, X-線に依る染色体変換, 北大理学部紀要 5 輯, 6: 1—10. (1946).
- 松浦作治郎: タイワンアカマツ種子の形質と発芽との関係, 台湾山林会報 69 号 6—11. (1932).
- Mayr: Monographie der Abietineen des japanischen Reiches. (1890).
- : Waldbau auf naturgesetzlicher Grundlage. (1909).
- Michaelis, P. V.: Die Vererbung. Handbuch der Pflanzenzüchtung, 5: 89—149. (1938).
- 三木泰治: 枇杷の品種の耐寒性に就いて, 教育農芸 2, 11. (1933).
- Milschke: Beobachtungen über das Dickenwachstum der Coniferen. Bot. Centralbl. 44: 39. (1890).
- Minckler, L. S.: Genetics in Forestry. Jour. of Forest. 37, 7: 559. (1939).
- Mirow, N. T. and P. Stockwell: Colchicine treatment of pine seeds. Jour. Hered. 30: 389—390. (Abst. 日林誌 23, 10: 586.) (1939).
- 見戸幸太郎: 日田杉の種類に就いて, 山林報 435. (1919).
- 三橋界: 同一母樹の枝の位置に依る種子の変異性, 水原林学会林窓 5, 97—125. (1934).
- 三浦伊八郎, 岩出亥之助, 峰松正雄: 伊豆大島産種子及油に関する研究, 昭和 13 年度日林講演集 590—603. (1939).
- 宮下保雄: 樟種子の産地と其性質, 日林誌 442: 18—22. (1918).
- : 毬果上着性位置を異する松種子の品質, 日林誌 454: 9—11. (1920).
- 宮崎測候所気象智識普及会: 気象便覧. (1949).
- Morgan, T. H.: The theory of the gene. New Haven. pp. 343. (1926).
- (松浦一, 榎藤安武, 明峰俊夫共訳: 遺伝子説, 1928 年増補版 pp. 371)
- 森英男: 果樹園を開くまで (2), 農業朝日 4, 9: 42—45. (1949).
- 森川均一: 赤松と黒松との中間的性質を有する松の葉の解剖学的研究, 九大農学部学芸雑誌 2, 2: 96—113. (1925).
- : 赤松及黒松芽条の伸長生長と肥大生長との関係に就て, 九大農学部学芸雑誌 1, 5: 292—309. (1925).
- , 鯨島宗堅: 赤松及黒松に於ける種子の大小と子葉数との関係, 日林誌 12, 11 号 23—39; 12 号 1—22. (1930).
- : 杉林の生態と土壤条件との関係, 九大農・雑 4 の 4. (1931).
- 森脇大五郎: 中性子と猩々蠅遺伝学, 科学 10: 294—299. (1940).
- Morosow, G. F.: Die Lehre von Walde. (1928).
- Müller, H.: Gradiations between hermaphrodism and Gynodiaecism, Nature. 24. (1881).
- Müller, K. O.: Über die Geschlechtsverteilung und den Eintritt der Geschlechtsreife bei der Waldkiefer (Pinus silvestris L.) Zeitschr. f. Forst- u. Jw. 69: 177—201. (1937).
- Muller, H. J.: Artificial transmutation of the gene. Science. 66: 84—87. (1927).
- Münch, E.: Verhalten der Nachkommen fremder Kiefernrasen. Forstwiss. Centralbl. 126. (1924).
- : Beiträge zur Kenntnis der Kiefernrasen Deutschlands. Allgemeine Forst- und Jagdzeit. 101: 89—123, 151—175. (1925).
- : Bau und Leben unserer Waldbäume. S. 360. (1927).
- Müntzing, A.: The evolutionary significance of autopolyploidy. Hereditas. 21: 263—378. (1936 a).

- Müntzing, A.: The chromosomes of a giant *Populus tremula*. *Hereditas*. 21: 383—393. (1936 b).
- 村地孝一: 中性子の生物に対する作用, 応用物理 8: 38—43. (1939).
- 長尾正人: 育種学大要 (改著) pp. 371. (1949).
- 中泉正徳, 村地孝一: 中性子の生物学的作用に関する文献抄, 植・動 5, 11: 2049—2055. (1937).
- , 木暮慎太, 村地孝一: 家蚕に対する Be+D 線の作用 I, 動物学雑誌 53, 5: 245—257. (1941).
- 中島道郎: 千葉県演習林に於けるスギ, ヒノキの根系に就て, 東大演習林報告 23: 1—40. (1937).
- 中島庸三: アカマツ及クロマツの子葉の数に就いて, 植物学雑誌 33, 285: 17—19. (1919).
- 中村賢太郎, 茅野弘: スギ母樹の年令が子苗の開花結実並に其生長に及ぼす影響 (第1回報告), 東大演習林報告 25号 1—18. (1937).
- : 林木の育種, 日林誌 24, 12: 650—651. (1942).
- : 林木の育種, 育種研究 第2輯 170. (1943).
- 中村三八夫: テトラプロイド柑橘の発見と其の核学的並に育種学的意義, 園芸雑 10: 217—220. (1939).
- 中村得太郎: アカマツに於ける種子の形状比及び色の分類的価値, 東大演習林報告 29: 1—46. (1940).
- 中山発郎: 栗熊杉, 東京林友. (1928—1930).
- 中山包: 稲の突然変異体, pp. 185, 東京. (1948).
- : 植物の生長の遺伝学的考察, 生物学の進歩 第4集, 177—241. (1949).
- Nebel, B. R.: Metaxenia and xenia in apples. *Proc. 6th Intern. cong. Genetics*. 2. (1932).
- , Kertess, M. T.: Metaxenia and xenia in apples. *Gartenbauwiss.* 9. (1934).
- 仁科芳雄, 篠遠喜人: 植物に及ぼす中性子の影響 I, ソバとアサに於ける異常, 理化学研究所彙報 18輯 9号, 721—734. (1939).
- , 森脇大五郎: サイクロトロンよりの中性子を照射して生じたる 狸々蠅の伴性突然変異, 遺伝学雑誌 15. 248—250. (1939).
- Nisina and Moriwaki: Sex-linked Mutations of *Drosophila Melanogaster* induced by neutron radiations from cycrotron. *Sci. Pap. Inst. Phys. Chem. Res.* 36: 419—425. (1939).
- , Sinoto and Sato: Effect of Fast Neutrons upon Plants. II. Abnormal behavior of Mitosis in *Vicia faba*. *Cytologia*. 10, 3: 406—421. (1940 a).
- , ——, ——: Effect of Fast Neutrons upon Plants. III. Cytological Observations on the abnormal Forms of *Fagopyrum* and *Cannabis*. *Cytologia*. 10, 4: 458—466. (1940 b).
- 仁科芳雄, 森脇大五郎: 狸々蠅に於ける遺伝子突然変異の聚集現象に関する一実験, 遺伝学雑誌 17, 171—174. (1941).
- , 佐藤敬二: 中性子の林木種子に及ぼす影響, 日林誌 25, 7: 313—322. (1943).
- 西山市三: 人為倍数植物の研究 (第3報), 四倍性大麻の成熟分裂, 植・動 8: 47—52. (1940).
- : 人為倍数植物の研究 (第5報), 植物及動物 9, 8, 173—179. (Abst. 日林誌 23, 10: 585—586). (1941).
- : 細胞遺伝学研究法, 東京 p. 238—270. (1945).
- Nixon, R. W.: Experiments with selected pollens. *Ann. Date Grower's Inst. Rept.* 3. (1926).
- : The direct effect of pollen on the fruit of the date palm. *Jour. Agric.*

- Res. 36. (1928 a).
- Nixon, R. W.: Immediate influence of pollen. Jour. Hered. 19. (1928 b).
- : Metaxenia in dates. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 32. (1935).
- 野原勇太: 林木の一二遺伝試験に就て (予報), 御料林 179, 184, 185, 186 号及 189 号 (1944). (1943—1944).
- 野口弥吉: 非メンデル式作物育種法, 東京 139—208. (1941.)
- 農林省山林局: 林業試験場に於ける昭和11年—昭和17年度種子検査成績の概要, 山林彙報 32, 4: 1—13, 34, 1: 1—3, 35, 1: 1—13. 林業調査資料 1: 1—28, 2: 1—28. (1937—1942).
- 野崎伸三: 「コルク」原料としてのアベマキ樹皮に就て, 日林誌 18. 12: 1026—1034. (1936).
- 沼田大学: 台湾演習林に於ける二三造林木生長調査報告, 東大農学部演習林報告. 大正 12 年 1—6. (1923).
- 飢肥営林署: 飢肥杉 pp. 44. (1936).
- 荻原貞夫: 荒廃地林の蒸発に関する研究, 東大演習林報告 26: 81—93. (1939).
- 小原静雄: 耐寒性杉の根系に就て, 日林誌 16, 8. (1934).
- 岡本省吾: スギの品種, 佐藤弥太郎監修 杉の研究 27—62. (1950).
- 岡村柳三: 種子の発芽率と生育率に就て, 日林誌 2: 28—31. (1919).
- 大木麒一: 日本産モミ属の種類の解剖学的鑑識に就きて, 植物学雑誌 39, 461: 124—129. (1925).
- 小野記彦: *Crepis capillaris* Wall に於ける核分裂の週期性, 植物学雑誌 51: 554—559. (1937).
- 大島惣郎: 秋田杉の形態に関する考察, 日林誌 13, 6: 405—418. (1931).
- Palladin, W.: Pflanzenphysiologie. s. 218. Berlin. (1911).
- Papajouannon, J.: Über Artbastarde zwischen *Pinus brutia* Ten. und *Pinus helepensis* Mill. in Nordostchalkidiki (Griechenland). Mitt 2 Abb. Forstw. Centralbl. 58, 6: 194—205. (1936).
- Pearson.: The growing season of Western Yellow Pine. Jour. of Agric. Res. 8. (1924).
- Perry, G. S. and C. A. Cover.: Seed Source and Quality. Jour. of For. 31, 1. (Abst. 日林誌 15, 10: 942). (1925).
- Pittauer: Studien über die Vielfarbigkeit von Schwarzkiefern Samenkörnern. Centralbl. f. das ges. Forstw. XL Jahr. 185—202. (1914).
- Reinke, J.: Untersuchungen über Wachstum. Bot. Zeits. 34: 9. (1876).
- Reuss, H.: Die forstliche Bestandesbegründung. s. 49. (1907).
- Rohmeder, E.: Die forstliche Pflanzenzüchtung. Forstw. Centralbl. 2. (Abst. 日林誌 20, 11: 683—692.) (1938).
- Rosa, J. T. Jr.: Investigation on the hardening process in vegetable plants. Missouri, Agr. Exp. Stat. Res. Bull. 48. (1921).
- 酒井寛一: 数種作物の根端細胞に於ける核分裂の週期性, 遺伝学雑誌 17: 35—40. (1941).
- 佐多一至: スギ苗木の形状調査, 林業試験報 14 号 (1924).
- : 苗木の上長生長と気象との関係に就て (第1回報告), 日林誌 10: 11: 16—36. 林業試験報告 29 (1929): 95—142. (1928).
- : シラカシ種粒の大小と所産苗木の生長との関係, 林業試験彙報 30: 1—29. (1930).
- : 林木の生長と気象因子との相関係数並に其造林技術への応用に就ての考察, 鹿児島高農開校 25 周年記念論文集後編. (1934).
- : 杉の品種問題に関する研究の一端 (第1報), 日林誌 23. 9. 491—498. (1941).
- : 杉の品種問題, 特に幼苗に於ける林業品種識別拠点に就て, 大阪営林局報 17, 18 号 附録. (1942 a).

- 佐多一至： 杉の品種問題に関する研究の一端（第 1 報），兵庫県林業試験場，林業試験報告 5：9—16. (1942 b).
- 佐藤重平： 植物に及ぼす中性子の影響，科学 10, 5: 171—176. (1940).
- 佐藤敬二： 杉変異の一实例，林学会雑誌 11, 1. (1929).
- ： 杉挿木に関する理論的研究，東大演習林報告 10 号. 昭和 5 年 (1930).
- ： スギの染色体数に就て，林学会雑誌 12, 7. (1930).
- ： 二三の針葉樹に於ける毬果形状比の分類的価値，林学雑誌 13, 10, 18—60. (1931).
- ： シラハタマツの植物学的研究 特に 葉の解剖学的性質に就て，東大演習林報告 15 号 1—167, 附図 XV. (1931).
- ： マツに関する基礎造林学的研究，第 1 報，毬果の大小が種子の品質並苗木の生育に及ぼす影響，東大演習林報告 16 号，1—27. (1933).
- ： 松縄用マツに関する解剖分類学的研究，東大演習林報告 17 号 1—202. (1933).
- ： 林木の変種及び品種改良，青森営林局，(1934).
- ： マツに関する基礎造林学的研究，第 2 報，結実性の遺伝並苗木の性現象に就て，東大演習林報告 20 号，1—20. (1934).
- ： 青森営林局管内二三主要林木の樹相及林相特に品種並に 更新に関する考察，青森営林局 (1935).
- ： マツに関する基礎造林学的研究，第 3 報，苗木の芽条並に根系の形式とその床替との関係，東大農学部演習林報告 22: 1—42. (1936).
- 佐藤敬二： 林木の遺伝性に関する研究 (1)，日林誌 23, 12: 683—687. (1941).
- ，故小山光男： 林木の遺伝性に関する研究 (2)，クルミの核果の形態の遺伝に就て，日林誌 24, 10: 531—540. (1942).
- ： 林木育種，上下. pp. 521. (1949, 1950).
- 佐藤弥太郎： 杉の研究 (1950).
- 佐藤義夫： エゾマツ毬果の生産形質に関する二三の考察，北大演習林研究報告 12, 2: 134—164. (1942).
- ，山口竹之助： トドマツ品種問題に就て，遺伝学雑誌 18, 2. (1942).
- 沢田利農夫： 本邦産主要林木種子之鑑別法，針葉樹の部，朝鮮総督林業試験場報告 8 号，昭和 3 年 (1928).
- Sax, H. J.: The relation between stomata counts and chromosome number. Jour. of Arnold Arboretum. (Abst. 日林誌 21, 1: 27—29). (1938).
- Sax, K. and Sax, H. J.: Chromosome number and morphology in the conifers. Jour. Arnold Arb. 14. (1933).
- ： An analysis of X-ray induced chromosomal aberrations in Tradescantia. Genetics. 25: 41—68. (Abst. 生研時報 2: 115—116). (1940).
- Schmidt, W.: Bestandesalter und Samengüte in Fichtensamenjahr 1921/22. Z. f. F. u. Jw. s. 460—495. (1923).
- ： Unsere Kenntnis vom Forstsaatgut. Berlin. (1930).
- Schotte, G.: Die Beschaffenheit der Kiefernzapfen und des Kiefern Samens im Erntejahr 1903—1904. Mitt. aus d. forstl. Versuchsanstalt. Schwedens. S. 1—40. (1905).
- ： Über die Variation des schwedischen Kiefernzapfens und Kiefern Samens. Naturwiss. Z. f. Land- u. Forstw. 22—36. (1906).
- Schreiner, F. G.: Some ecological aspects of forest genetics. Jour. of forest. 37, 6: 462. (1939).
- Schreiner, E. J. and J. W. Duffield.: Metaxenia in an Oak species cross. Jour. Hered.

33. (Abst. サイエンスダイジェスト, 総合農学 P. A. No. 119) (1942).
- Schwanitz, F.: Polyploidie und Pflanzenzüchtung. Naturwissenschaften. 28: 353—361. (Abst. 生研時報 2: 107—109). (1940).
- Semit, N.: Keimung und Pflänzlingentwicklung der schwarz und hell gefärbten Kiefern Samen. Mezsaimniecības rakstu Krājums VI Sējums Band, S. 129—130. (1928).
- Shaw, G. R.: The Genus Pinus. Cambridge. (1914).
- 柴田信男: 杉実生稚樹の発生当初よりの生長経過に就て (第1報), 発生当年の成長経過, 日林誌 15: 10: 794—819. (1933).
- 渋谷常紀: コルヒチン処理による棉の長繊維種の創成, 農園 15: 30—32. (1940).
- 繁村親: 甘藷の交配不稔群と其簡易決定法, 育種研究 第2輯 77—88. (1943).
- 志村喬: 茶樹の耐寒性に就て. 日本作物学会記事 12, 2. (1940).
- 白沢保美: 林木種子の産地及遺伝性に関する試験 (第1回報告), 林業試験報告 2: 21—31. (1904).
- : 土壌粒の大小と苗木根組織との関係, 林業試験報告 8号 (1909).
- : 林木育種の産地及遺伝性に関する試験 (第2回報告), 林業試験報告, 10: 1—12. (1913).
- : 杉の変種と品種, 東京林友 24. (1916).
- , 佐多一至: 林木種子の産地及遺伝性に関する試験 (第3回報告), 林業試験報告 29: 37—49. (1929).
- Shirley, H. L.: The relation of drought and cold resistance to source of seed stock. Minn. Hort, 65: 23—24. (1937).
- and Meuli, L. J.: Influence of moisture supply on drought resistance of conifers. Jour. Agr. Res. 59: 1—21. (1939).
- 志佐誠: 植物の不稔性 (1937).
- Skolowski, S.: Biometrische Untersuchungen über die Rassen der gemeinen Kiefer (Pinus silvestris) in Polen. Prace Rolnicze Lasne No. 5. Krakau. (1931).
- Snow, A. G. and Duffield, J. W.: Genetics in forestry. Jour. of Forest. 38, 5: 404. (1940).
- Stålfelt, M. G.: Studien über die Periodizität der Zellteilung und sich daran anschliessende Erscheinungen. Kgl. Svenska Akad. Handl. 62: 1—114. (1921).
- Stubbe, H.: Genmutation. Handbuch der Vererbungswissenschaft (Baur u. Hartmann) Bd. II. F. (1938).
- Sugihara, Y.: On the multipartite chromosome-ring in Cephalotaxus drupacea Sieb. et Zucc. Sci. Rep. Tôhoku Imp. Univ. Ser. 4, 15. (1940).
- Supper, C.: Versuche zur Hitzeresistenz der Pflanze. Planta. 23: 518—556. (1935).
- 吹田信英, 征矢野芳孝: アセナフテンの根に対する影響, 植物及動物 6: 2049—2055. (1938).
- , ———: アセナフテンの使用法, 植物及動物 7: 799—780. (1939).
- 鈴木丙馬: 杉の品種に関する研究 (第1報), 幼苗による杉品種の塩素酸加里に対する抗毒性の検定, 日林誌 18, 10: 825—836. (1936).
- Swingle, W. T.: Metaxenia or the influence of the male parent on the tissue of the mother plant outside of the embryo and endosperm, especially as exemplified in the date palm. Proc. 3rd Pan-pacific Sci. Cong. Tokyo (1926). (1928).
- : Metaxenia in the date palm. Jour. Hered. 19. (1928).
- Sylvén, N.: Om könsfördelingen hos tallen. Meddelanden från Statens Skogsvärsöksanstalt, Häftet 5, Sid. 47. (1908).

- 高杉成道：作物の耐寒性判定法に就て，札幌農林学会報 27, 130. (1935).
 ————：作物の生育期と耐寒性との関係に就て，札幌農林学会報 28, 132. (1936).
 竹中要：倍数性と気孔の大きさとの関係，植物学雑誌 55: 319—323. (1941).
 ————：外 3 氏：倍数性と気孔の大きさとの関係，朝鮮博雑 9: 179—181. (1942).
 ————：ゲノムと形質増大との関係法則の品種改良への応用，遺伝雑 18: 155—156. (1942).
 ————：倍数性と器管の大きさ殊に気孔の大きさに就て，遺伝雑 19: 21—45. (1943).
 ————：倍数体が示す形態的特徴殊に巨大性の極限に就て，農学綜報 第 1 輯，倍数性 85—144. (1947).
 田中波慈女：造林に関する二三の管見，日林誌 34. (1926).
 ————：林木の個性素質及び群落，研修 21, 1: 6—22. (1936).
 田中信徳：倍数性，遺伝学細胞学文献綜説 (1940—1946), 1: 76—92 (1948).
 田中義磨：育種のところどころ (12), 育種と農芸 4, 9: 355—357. (1949).
 田原正人：配偶体と胚の発生 38, pp. 96. (1948).
 田添元：針葉樹種子の大小及胚果着生位置による発芽率の差，朝鮮山林会報 17: 11—15. (1923).
 ————：ツェントグラフ氏の実験せし松種子千粒の重量と発芽力との関係，朝鮮山林会報 20: 6—7. (1923).
 ————：種子粒の大小が苗木に及ぼす影響，朝鮮山林会報 22: 9—11. (1924).
 ————，斎藤雄一：エゾマツ，アカエゾマツ，トドマツの胚果及種子に関する研究，北大演習林研究報告 9, 1: 1—27. (1934).
 田添元：積雪下に於けるクロエゾマツ，アカエゾマツ，トドマツの根の耐寒性について，日林誌 18, 12: 1005—1007. (1936).
 ————：各種土壤に於ける稚苗生長の季節的变化の差異に就て，台湾の山林 148: 134—146. (1938).
 寺尾博：甘藷の品種に於ける交配不稔群，農及園 9: 163—1167. (1934).
 寺崎渡：杉の変態種につきて杉造林家の注意を乞う，大日本山林会報 346: 1: 373: 24. (1913).
 ————：吾国天然林更新に関する臆説と杉の品種に就いて，林曹会報 84. (1923).
 ————：生長曲線式と樹形式とより見たる樹種，品種に関する臆説 (1923).
 ————：天然生スギの分布と天然生スギの品種，日本学術協会報告 4: 460. (1928).
 ————：ヒノキの樹相と遺伝性，大阪営林局みやま 2, 6. (1930).
 ————：管内スギ天然生林の一二箇所瞥見所感，青森営林局 (1930).
 ————：南九州国有林天然生林を視察して，熊本営林局 (1931).
 千葉県山林会：千葉県山武郡に於けるスギ挿木林業本邦代表的優良林業(帝国森林会編)，第 2 輯 (1924).
 Timoféeff-Ressovsky, N. W.: Mutationsforschung in der Vererbungslehre. SS. 181. Dresden und Leipzig. (1937).
 鳥羽次郎：胚果着生位置を異にするエゾマツ，トドマツ種子の品質に就て，北海道林業会報 4 号 6. (1922).
 戸田良吉：コルヒチン処理によつて得たハゼノキの倍数体，植・動 10: 485—487. (1942).
 戸刈義次，河原卯太郎：甘藷の自家並に交配不和合性に関する研究(予報及第 2 報)，育種研究 第 1 輯 83—101 及 102—111. (1942).
 東京営林局：スギ，アカマツの母樹遺伝試験，千葉営林署管内視察提要 23 頁，昭和 4 年. (1929).
 Toumey, K.: Seeding and Planting in the Practice of Forestry. 2nd Edit. (1931).
 外山三郎：森林樹木の品種改良問題，興林こだま 35—36. (1936).
 ————：森林育種に就て，京大農学部遺伝学研究室時報 1: 6—7. (1941).

- 外山三部： 杉種子の発芽率(林木の育種及び其基礎研究 第1報)，生研時報 1: 23—26. (1942).
- ： ポプルス幼苗の生長 (同 第2報)，日林誌 26, 11: 280. (1944).
- ： 杉種子の発芽形式 (同 第3報)，日林誌 26, 11: 280—281. (1944).
- ： 主要林木種子の平均発芽効率 (同第4報)，日林誌 26, 11: 284—287. (1944).
- ： 杉種子の活力と後作用 (同 第5報)，暖地農学 1: 20—30. (1948).
- ： ポプルスの木繊維 (同第6報)，林業試験集報 56: 27—42. (1948).
- ，野辺忠光，増田憲二郎： 倍数性黒松の形態学的特性 (同 第7報)，日本林学会誌 31, 1—2: 28—29. (1949).
- ，安藤正武，黒瀬祐彦： 楮の研究 (2)，灰像法に依る楮品種鑑別 (同 第8報)，日林誌 32, 4: 116. (1950).
- ： 杉苗木最大生長期の変異性に就て (同第9報)，遺伝学雑誌 24, 3—4: 105. (1949).
- ： 杉苗木最大生長期の変異性及母樹の産地との関係に就いて (同 第10報)，熊本営林局参考資料 5: 1—18. (1950).
- ： 餌肥杉品種類別法の批判 (同 第11報)，日林大会 (1949).
- ： 優良系黒松 26 号の特性 (1) (同 第12報)，日林大会 (1949).
- ： 杉苗木外部形質因子の分布及分布頻度 (同第13報)，佐藤弥太郎先生還暦論文集 杉の研究 (1950).
- ，中島湊： X-線による杉突然変異体 (同 第14報)，日林九支研究抄報 1: 74—75. (1950).
- ，桑野武徳： 優良系黒松 26 号の特性 (2) (林木の育種及び其基礎研究 第15報)，日林九支研究抄報 1: 76. (1950).
- ： 松の不稔性に就て (同 第16報)，日林九支研究抄報，1: 77. (1950).
- ，津曲忠俊，日高秀夫： 優良系黒松 26 号の特性 (3) (同 第17報)，日林誌 32, 4: 117. (1950).
- ，永田潤一，岡本健治，吉田光男： 優良系黒松 26 号の特性 (4) (同第18報)，日林誌 32, 4: 142—143; 34, 6: 188—192. (1950).
- ，吉筋正二，尾方信夫： 楮の研究 (3)，品種と繊維の優劣 (同 第19報)，日林九支研究抄報 II: 131—134. (1950).
- ： 林木のコルヒチン処理による倍数体誘発率 (同 第20報)，日林九支研究抄報 3: 15—17. (1950).
- ： 林業品種の本質 (同 第21報)，日林九支大会 (1951).
- ： 楮の研究 (4)，灰像法による楮品種の鑑識 (詳報) (同 第22報)，林業試験報告 (印刷予定) (1954).
- 辻正： 敦賀市松原産マツの葉の解剖学的研究，日林誌 25, 8: 381—384. (1943).
- 内川勇： 日本産竹類の細胞学的研究，遺伝学雑誌 19, 3: 112—113 (Abstr. 日林誌 25, 10: 513). (1943).
- 上田弘一郎： スギ母樹の配置状態並其結実に関する予備的考察，農学関係諸学会連合大会講演集，昭和4年. (1929).
- ： 主要樹種の種子に関する調査，樺太山林会報 18: 25—36. (1933).
- 植木秀幹： 間黒松の産地，水原学報 18, 8: 4. (1925).
- ： 朝鮮の林木，朝鮮林業試験場報告 4: 1—154. (1926).
- ： 朝鮮産赤松の樹相及是が改良に関する造林上の処理に就て，水原高農学術報告 3: 1—263. (1928).
- 上野衛一： 樟樹含脳油量と其の因子に就て (Ueno)，昭和13年度日本林学会講演集，昭和14年3月，669—674. (1939).

- 牛越三男及徳安健太郎： 梨の授粉及受精に関する研究（第 1 報），園芸之研究 25. (1930).
- Upcott, M.: The parents and progeny of *Aesculus carnea*. J. Genet. 33: 135—149. (1936).
- Vonhausen: Grösse der Kultursamen. Allg. Forst- und Jagdzeitung. 69 u. 144. Heyer, Der Waldbau. 1893. s. 135. (1882).
- Vorkampff-Laue: Forstliche Saatzucht. Allg. Forst- und Jagdzeitung. 107: 17. (1931).
- Vries, H. de: Die Mutationstheorie. Bd. 1 und 2. Leipz. (1901—1903).
- Webster, A. D.: Coniferous Tree. (1918).
- Wellington, R.: Studies of natural and artificial parthenogenesis in the genus *Nicotiana*. Amer. Natur. 47. (1913).
- Wettstein, W.: Zur Verbesserung der Schaelweide *Salix americana*. Hort. Züchter. 3: 369—370 (Abst. Plant breed. Abst. 2: 140; 1932). (1931).
- : Züchtungsversuche mit Forstpflanzen. Forstarchiv. 127—129. (Abst. 日林誌 15, 10: 945—946). (1933).
- : Fragen zur Forstpflanzungszüchtung. Naturwiss. 22: 490—491. (1934).
- : Leitungssteigerung durch Herkunftskreuzung bei *Populus tremula*. Naturwiss. 25: 434—436. (1937).
- : Forstpflanzen. Handbuch der Pflanzenzüchtung. Bd. V. 198—217. (1938).
- : Zur Blütenbiologie von *Pinus silvestris*. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 12. (1940).
- Wicks, W. H.: The effect of cross pollination in size, color, shape and quality of the apple. Ark. Exp. Stat. Bull. 143. (1918).
- Wiedemann, E.: Die Versuche über den Einfluss der Herkunft des Kiefernensamens. Zeitschr. f. F. u. Jagdw. 42: 12. (1930).
- Wilson: Conifers and Taxus of Japan. (1916).
- 山田金治: 樺に関する試験 I. 母樹樹齡の老幼と種子発芽及苗木の生長との関係 (1929).
- : 林木種子の産地が種子の形態発芽並に苗木の生長に及ぼす影響 (1931).
- : ランダイスギ及タイワンスギ母樹樹齡の老幼と種子の形態及発芽力との関係試験, 台湾總督府中央研究所林業部報告 12 号 (Abst. 日林誌 14, 7: 607. (1932).
- 山本幸雄: 雌雄異株の植物に及ぼす塩素酸加里の影響に就て, 遺伝学雑誌 12: 73—80. (1936).
- 山内倭文夫: 日田地方挿杉に関する 2, 3 の識別 拠点に就いて, 日林誌 13, 6: 419—436. (1931).
- 山崎守正: 稲品種の塩素酸加里に対する抗毒性の変異及其実用的意義に就て (1929).
- : 小麦及大麦品種の塩素酸加里に対する抗毒性の変異及び相關現象 (1929).
- : 種子及び幼苗に依る作物品種の塩素酸加里に対する抗毒性の検定, 農事試験場彙報 1, 4: 287—301. (1931).
- : 作物品種の塩素酸加里に対する抗毒性の原因に就て, 農林省農事試験場彙報 1, 4: 305—319. (1931).
- : 塩素酸加里に依る植物特異性の鑑別に就て, 科学 1, 7: 931—935. (1931).
- : 作物品種の塩素酸加里に対する抗毒性並に其の生理的意義に関する研究, 日本作物学会紀事 4, 2. (1932).
- : 杉及赤松品種の塩素酸加里 (KClO_3) に対する抗毒性に就て, 植物及動物 1, 7. (1933).
- 柯沢聰雄: 道南地方に於けるトドマツ品種の生長状態寒帯性樹種の品種改良試験(第7報) (1946).
- 安田貞夫: 高等植物生殖生理学, pp. 582. (1947).
- : 種子生産学, pp. 456. (1948).

吉田正男： 台湾演習林に於ける二三樹種植栽林の生長量，構成状態及樹形について，東大演習林報告 9: 1—95. (1929).

Zederbauer, E.: Apfelxenien. Fortsch. Landw. 1. (1926).

Saburo TOYAMA : Studies on Breeding of Forest Trees
(Breeding of Forest Trees and its Fundamental Studies, Report 24)

Résumé

The following four experiments may be considered necessary in order to scrutinize breeding ;

- (1) to find out characteristics of common races.
- (2) to select élite trees from common races.
- (3) to combine excellent characters by crossing.
- (4) to produce new Species or new races through artificial mutation.

These experiments are generally conducted parallely or combined nowadays, but in Japanese forestry circles in the past only the first requisite was generally studied. However, they gradually set about breeding forest trees through selection, crossing and artificial mutation. Concerning selection of élite trees little interest was taken in the past, and common races are being planted by inertia.

Some experiments of common races (I) were carried out without taking any distinction among phenotype, genotype and environmental type of forest trees. These experimental results must be corrected according to the basis of latest genetics.

The writer tried the following four experiments :

(1) The essential qualities of common races of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON) were made clear through the investigations of their characteristics from various angles.

(2) An élite tree "Black pine No, 26" (*Pinus Thunbergii* PARL.) was selected among wild common Japanese black pines, and its character was investigated, and it was shown to be valuable in popularizing. (II)

(3) Some new sex physiological facts were found out through inter-and intra specific crossing in Pinus. (II)

(4) Mutants of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON) by x-ray and tetraploids of Japanese black pine (*Pinus Thunbergii* PARL.) by colchicine treatment were produced, and characters of these young trees (ca. 7 years old at the time of experiment, ca. 14 years old in 1953) were studied. By this experiment the possibility of practical application of the artificial mutation to forest trees was proved. (III)

The results follow :

I. Essential qualities of races of forest trees.

[I] Diversity and distribution in gene.

1. Morphological diversity and distribution in gene.

The writer collected seeds from 223 mother trees of Sugi. The trees were chosen among all common races throughout the country dividing the whole area into 6 regions according to climatic differenced, and sowed the seeds in the ground of Akazaki nursery (Tottori Prefecture). From all races, 100—300 seedlings were raised under the same environment. By distinguishing various remarkable characters among the 2 years seedlings classifying into great (large) (AA), small (little) (aa) and middle characters (Aa etc.), summing up the genes, and locating the limitation and density of distribution of the genes, following results were concluded:

- (1) The characters of Sugi-seedlings are very polymorphous.
- (2) The gene of grown-up-type, length, hardness, density, thickness of leaves etc, are universally distributed throughout the country, and southern and northern types do not differ in the density of distribution.
- (3) The gene in which the branches do not show flatness, but solid and conical character is abundantly distributed in the northern regions, but the density of distribution is small.
- (4) The gene in which the branches appear slightly in angle is apt to be seen in the northern regions, and the density of distribution is large.
- (5) The gene in which the branches bend toward outside is distributed in all the regions throughout the country but the density in the south is larger than that in the north. However the gene in which the branches bend toward inside is distributed more in the north than in the south regions and the density of it is small.
- (6) The gene in which leaves are apt to be formed small in angle is distributed in the northern regions, and the density of distribution is small.
- (7) We can come to the conclusion as to the limit of distribution and density of the gene by this method.

2. Physiological diversity and distribution of the gene.

193 races of Sugi chosen out of those two-year old seedlings were cultivated in the ground of Otsu nursery (Kumamoto Prefecture, which lies in the warm climate region), and their growth of length was minutely examined every month for one year. By this experiment the variation in growth period, relationship between the above and native place of mother trees were determined. In this experiment 30 2-year old seedlings of each race were examined. The results are as follow:

(1) Great growth under the means of length growth of all seedlings appeared twice in a year (Fig. 4).

(2) In this case, the order of growth by months is September→July→June→October→August (Great→small). The great growth periods appear in September and July, and the curve of growth in August greatly falls off.

(3) There appeared various types of current monthly increment, due to the differences of the native places and races. They are classified in 34 types. (Fig. 5).

(4) Many races have twice of their great growth periods, and the maximum appears usually in September (66%) or in July (27%).

(5) But some in rare cases have the maximum in June (4%) or October (3%).

(6) And others in a few cases have the great growth period once in a year.

(7) The seedlings which have great growth periods twice in a year are generally tardy in growth in August, but a few races in their growth fall off in July (2%).

(8) The general laws between the curve of current monthly increment and the native place of mother trees are as follows:

(A) Spring type (the great growth period of this type appears in June or in July) is distributed in warm climate regions and Autumn type (it appears in September or in October) is distributed in cold climate regions.

(B) The typical type in warm climate regions is 7E-type (July→September→June→October→August type), and in cold climate regions is 9I-type (September→July→October→June→August typ) (Fig. 5).

(C) Uncommon types (eg. June $\rightleftharpoons$ July, July August or September $\rightleftharpoons$ October) is distributed mainly in cold climate regions.

(9) The variations of growth periods are diverse.

(10) It seems the growth period characteristic is hereditary.

〔Ⅱ〕 Investigation of forest tree races.

In this experiment “Obi-sugi” was used as sample.

“Obi-sugi” is an inclusive race name in Obi district (Miyazaki Prefecture, Kyushu). “Obi-sugi” is classified into many races, and their characteristics are described. There is an experimental forest in Itaya National forest in Obi district, where 7 races were planted in 1929. The writer examined their phenotypes on 80 individuals in each race. The results follow:

(1) If we examine more than two characters on each tree of “Obi-sugi”, we shall find out that many individuals do not belong to any race.

(2) “Obi-sugi” is a complex population of hybrid.

(3) In order to genetically classify “Obi-sugi”, we must put aside our common knowledge and try from another view point.

Above-mentioned results are summerized as follows:

- (1) The forestry races of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON) are very diverse.
- (2) Each gene of all kinds of Sugi has differences of limitation and density of distribution, and there is no relation between the two.
- (3) The population, of which the individuals are comparatively abundant and have great distributed characters have generally been called the "forestry race" in Japan.
- (4) The races of Sugi at present are simply classified according to phenotype without paying any attention to the difference between the inherent genetical characters and the acquired characters induced by influences of environment.
- (5) The variated plants which are produced by fluctuation or modification are described as races, thus confusing the classification of races.
- (6) It is possible that there exists a different race of the same name or a different name of the same race.
- (7) We may have many chances of selecting élite trees, because the races of Sugi are very diversified.
- (8) The classification of races must be studied over again on the genetical basis.
- (9) As the characters of Sugi are diverse and the density of distribution of the genes is different in each region, so we can broaden the limit of distribution of superior factors by artificial methods.

II. Selection of "Black pine No. 26".

The writer found out an élite tree of Japanease black pine (*Pinus Thunbergii* PARR.) in a private forest in Tottori Prefecture. This élite tree is called "Black pine No. 26" (Photo 1). The height of this élite tree is 15.12 m (control 13.84 m), the diameter at breast height, 0.55 m (cont. 0.40 m), volume, 1.382651 m³ (cont. 0.734250 m³., 188.3% of cont.) and supposed age, 38. The measure was taken in 1952. As the élite tree is growing in a windy place, the stem is rather bended from the center and the branches are irregular.

The bark is more or less thickened and difficult to bark. It has remarkable characteristics that the growth of shoots is very rapid, the needles are large and tough, and that it bears many gigantic cones and seeds every year. Its outward appearance is quite similar to the common Japanese black pine.

[I] Morphological characters.

1. Needles of the mother tree of "Black pine No. 26"

- (1) Length of needles is slightly longer per control, the width and thickness

are ca. 120%, cross section area is 145% and volume is 160% of control.

(2) Form coefficient of cross section (thickness/width $\times$ 100) is between the Japanese black pine and the red pine (*Pinus densiflora* S. et Z.). As the coefficient of longitudinal section of this elite tree is larger than that of control, so we feel toughness of the needle.

(3) There is no variation in the length of sheath.

(4) There is no great variation in the size of epidermis.

(5) There is no great variation in the number of layer and the size of hypodermis.

(6) The increase of width and thickness of needles is produced by increased cells in epidermis and hypodermis, and not by enlarged cells.

(7) The number of stomata is increased (ca. 120% per cont.), but there is no change in size.

(8) The position of resin canal is a black pine type in many cases, but some of it are mixed with a red pine type (0.03%).

(9) The number of resin canal is largely increased, with 154% per control.

(10) Also the cross section area of resin canal is increased, with 151% per control.

(11) The cell number of protecting sheath of resin canal is increased, with 122% per control.

(12) The cross section area of cell of protecting sheath is increased, with 116% per control.

(13) The number of secretory cells is slightly inclined to increase, but chiefly its size is enlarged producing large resin canals (123% per control).

(14) There is no change in the size of endodermis, but its number is increased (119% per cont.).

(15) The cross section area of central cylinder is increased (142% per cont.).

(16) The form and size of central cylinder and of that in cross section of needles are changed with the same ratio per control.

(17) The cross section area of vascular bundle is increased (130% per cont.).

2. Cones and seeds.

(1) The cones of "Black pine No. 26" are very large (ca. 3 times in volume per cont.), and the form is rather similar to red pines (Photo. 2).

(2) The seeds of "Black pine No. 26" are very gigantic (ca. 2 times in weight per cont.), and the form is similar to the control black pine.

(3) The length of embryo in seed is some 1.5 times of the control, and it is protected by thick stone cells (ca 1.3 times per cont.).

3. Seedlings.

The results gained on a full one year old seedling (F_1) by natural crossing follow:

(1) The cotyledon begins to open early, and the number is nearly the same with the control, but the length is larger (ca. 138% per cont.).

(2) The number of primary leaves is increased (ca. 131% per cont.)
About needles.

(3) The needle is larger than that of black pines and red pines of the control, and the volume of all needles on a seedling is 2.5 times larger than that of black pines and 8 times larger than that of red pines of control. But the Form coefficient is a little smaller than that of black pines and stands in the middle between red pines and black pines.

(4) The size of cells in epidermis and hypodermis is the same, but owing to the increase of the number of cells larger leaves are produced.

(5) The number of stomata is more or less larger than that of black pines, but the size is smaller and is between the size of red pines and that of black pines:

(6) The resin canal:

(A) Red pines and intermediate types are mixed, and the degree is nearly the same with the control black and red pines being mixed with another type resin canals.

(B) The number of resin canals is nearly the same with the control.

(C) The development of secondary resin canal quickly appears in red pine, no sign thereof in common black pine, and in "Black pine No. 26" it is just beginning to develop.

(D) The size of resin canal in "Black pine No. 26" in the stage of seedling is between that of common black pine and red pine.

(E) The number (95%), size (90%) and form of the cells of protecting sheath are smaller than those of control and similar to those of red pines.

(F) The secretory cells are a little more numerous (106%), but the size is smaller than per control (89%). The cross section area of secretory cells, which surround a resin canal, is between that of control black and red pines.

(7) The number of endodermis cells is greater than that of the control, but the size is rather smaller and is between control black and red pines. However, these differences are small.

(8) The size of central cylinder is a little larger than control (103%), but it is nearly the same. There is not any great difference among the three.

(9) The form of central cylinder and the form of cross section of a leaf change with the same ratio, and the width and thickness of central cylinder is ca. 30—50%, usually ca. 45% of the leaf and there is no difference in form among those of red pines, black pines and "Black pine No. 26".

(10) The vascular bundle of "Black pine No. 26" is an evolutionary type, and is quickly differentiated for "Diploxyton", next comes that of red pines and that of control blackpines comes most slowly.

(11) The size of vascular bundle is extremely enlarged.

About stems:

(12) Epidermis and cork layer are small above the cotyledons, and large

under them.

(13) The parenchymatous layer of cortex is thickened to ca. 120% per control above the cotyledon.

(14) The bark above the cotyledon is most thickened (113%) in “Black pine No. 26”, followed by control black pines, and then red pines, but that of red pines is generally thin.

(15) The vascular bundle is larger than that of control, and the size of cross section of tracheids is ca. 110%, and the number of layers of it is 1.5 times of control.

(16) There is no remarkable change in the size in phloem and xylem per control, but the number is largely increased.

(17) The diameter of pith and the cells are enlarged.

[Ⅱ]. Physiological characters.

The summerized physiological characters of “Black pine No. 26” are as follows:

(1) The mother tree of “Black pine No. 26” grows very rapidly in volume (ca. 2 times per control) (Fig. 8).

(2) The water loss in seedling is small in dry weather, and the endurance against drought is great.

(3) Even in a long drought, the seedling survives 1.5~2.5 times per control.

(4) The seedlings are weak against the solution of potassium chlorate. According to the past experimental results, they strongly endure the cold.

(5) As the seedlings are weak against the solution of sodium chloride, so they are unfit for planting on the seashore.

(6) The growth of seedlings is very rapid in diameter, height and weight increment, large in comparison with seedlings of the same native place (Tottori Prefecture) and at a warm climate region (Miyazaki Pref.).

(7) Also the growing speed of young trees (8-year old) is great and reaches in volume increment above 2 times per control (Fig. 7).

(8) In short, the F_1 of “Black pine No. 26” produced by natural crossing is strong against drought and cold, and shows a good rate as standing tree and grows rapidly.

[Ⅲ] Cytogenetical characters.

The summerized cytogenetical characters of “Black pine No. 26” mother tree are the following:

(1) The tree in cytological views is not hybrid and has the same chromosome sets as the common black pine (12_{II}).

(2) The flowering period appears early, so that the embryo is liable to be fertilized chiefly with pollen of black pines.

(3) The trees, male or female, bloom nearly at the same time.

- (4) The opening of scales of cone comes early.
- (5) The fertility by natural crossing is the highest (126% per cont.).
- (6) In interspecific crossing, the fertility is lower than a natural crossing (ca. 1/2), but much higher than control.
- (7) In intraspecific crossing, the fertility is lower than the natural crossing, and its mean value is in the middle, and the phenomenon of cross-incompatibility appears remarkably.
- (8) In self-crossing, the phenomenon of self-incompatibility is not noticeable, but in red and hybrid pines, (*Pinus densi-Thunbergii* UYEKI), the self-sterility is great, but common black pine slightly has the tendency and the degree varies among individuals.
- (9) The total number of seeds in a cone of "Black pine No. 26" is found much more than any of the other crossings, and the fertile seeds are many and sterile seeds are few.
- (10) The gene which shows the gigantic character in cone and seed is dominant.
- (11) The colour and form of the wing of seed is greatly different due to combinations of crossing.
- (12) It seems that the genes which determine the position of resin canal are not one, but many factors.

As the progenies of the élite tree "Black pine No. 26" have many useful characters, especially the volume increment being large (ca. 2 times per cont.) and the resistance against dryness strong, so it is desirable to cultivate the parent-stands through vegetative reproduction and to supply superior seeds.

III. Artificial mutation.

The results on artificial mutants, which were induced by treatments of x-ray and of colchicine are as follows:

[I] Artificial mutation through x-ray treatments.

By x-ray radiated from Coolidge's tube in conditions of 30 KV, 3 MA, no filter, 20 cm, 30 60 90 120 150 180 210 minutes, 990 dry seeds in each class were treated, and they were sown, and their seedlings were transplanted and examined. In this case, the following plants were examined:

Japanese red pine (*Pinus densiflora* S. et Z.)

Japanese black pine (*Pinus Thunbergii* PARL.)

Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON)

Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* S. et Z.)

The results follow:

1. Induced ratio and dead ratio of mutants.

(1) Per control class, the percentage of germination of all experimental trees in radiate classes is decreased.

(2) The degree of dropping of percentage of germination is different according to species.

(3) The longer the time of radiation, the less percentage of germination, in usual cases.

(4) The degree of germination produced by the differences of radiating time is different according species.

(5) The death rate of an unknown cause is very great per control.

(6) The longer the time of radiation, the larger the rate of mutants (the ungerminates due to unknown causes plus visible mutants) and the rate becomes larger in proportion to the time of radiation.

(7) There are different types of mutants, chiefly among them are linear cotyledon, bending of young stem. enlargement of development, decline of growth, pulverization or vanishment of chlorophyll grain etc..

(8) The stage of normalization is different according to species. Among Japanese red pines and black pines, the mutants were either normalized or dead at a rapid speed, notwithstanding that the greatest degree of mutants were produced, Hinoki followed; in Sugi the rate of mutants was few, and they remained unnormalized to a considerable extent.

(9) There is no relationship between the time of radiation and rate of mutants, because, if radiated for a long time, they will become lethal and the seeds which are changed beyond a certain degree will become ungerminate, and even if germinated they will die.

2. Morphological characters.

Many mutants, which are produced by the above treatment, were mostly either normalized or dead, and only two mutants, one each in 150 and 180 minutes radiation classes of Sugi, survived. The writer calls these mutants No. 1 and No. 2, and the characters are as follows:

(1) Growth form

The growth form is dwarfish, and especially in No. 1 is noticeable (Photo. 3).

(2) The appearanes.

No. 1 is rough and sharp, and No. 2 is soft and feeble.

(3) Length of the leaf section

No. 1 is very small. In No. 2 the long leaf section is small, short leaf section is more or less large. The mean is similar to control.

(4) There is no great variation in the number of growing leaves in 1 cm, but in one leaf section No. 1 has ca. a half (number of leaves) and No. 2, under 90%.

(5) Angle of leaf

The long leaves and short leaves in No. 1 are very large. In No. 2, short leaves are large, but long leaves are similar almost to control.

(6) Bending angle (The angle through the bending of leaf)

In No. 1 it is comparatively small and almost straight, and in No. 2 it is large and is bending toward inside, therefore they greatly differ in their appearance.

(7) Bending grade (bending angle/leaf length)

In No. 1 it is almost similar to that of control, but in No. 2 the bending grade of long leaves is very large, but that in short leaves is very small, therefore there exists great difference between them.

(8) Volume of needles

In No. 1, the volume of long and short leaves is small, and 71% per control in the mean, in No. 2 both of them is large and reaches 184% per control.

(9) Form of cross section of needles.

1) In cross section, the thickness is (at ca. 120%) larger than the width, and it has an upward and downward long rhombic shape.

2) In the height of dorsal there is little change and the form is similar.

3) The form of edges in control is most roundish, but in the order of No. 1, No. 2, the form is sharpened.

(10) Position of resin canal

There is no great variation.

(11) Epidermal cell

The size of the cell in No. 1 is small (92%), in No. 2, it is large (122%). The form coefficient in No. 1 is 65%, in No. 2, 70%, and the latter is slightly round.

(12) Hypodermis

There are some differences in size between the long leaf and short leaf, but in the mean No. 1, they are almost the same size with those of control, those of No. 2 are larger (112%). The form coefficient of the long and short leaves is smaller than control (90—95%), so the form is long in some degree. The number of hypodermal cells in No. 1 is smaller (ca. 80%), and that of No. 2 is larger, a little larger than that of control (104%).

(13) Stomata

Stomata in short leaves is fewer than that of long leaves, and the mean is few (60%). There is very few stomata in the abdomen of No. 1. (35% per cont.), and No. 2 is similar to control. The density of stomata is small in both, especially in No. 2 (No. 1 ca. 70%, No. 2 ca. 50% per cont.). The size of stomata in No. 1 is similar to control, and in No. 2 it is large (ca. 130%). There is a similar tendency in the size of guard cells, and the form is longer than that of control.

(14) Assimilate parenchymatous cell

The size of the cells in No. 1 and No. 2 shows ca. 120%. The form is longer than that of control. The number of the cells in No. 1 is small (ca.

70%), and in No. 2 it is equal to that of control.

(15) Chlorophyll grain

The size is large (ca. 120% in both No. 1 No. 2), the mass is great (ca. 140%), the number is small (ca. 80%). The powdered grains are mixed, especially in No. 1 there are many.

(16) Vascular bundle

The cross section of the vascular bundle in No. 1 is small (63%), but in No. 2 it is very large (200%). The form of No. 1 is similar to that of control, but No. 2 is more flat than control.

(17) The width of xylem of No. 1 is small (86%), of No. 2 is large (140%)

(18) Transfusion tissue

The thickness of the transfusion tissue in No. 1 is similar to control, but that of No. 2 is large (1.5 times).

(19) Resin canal

(A) The position: The dorsal distance of No. 1 is similar to control, and that of No. 2 is large (ca. 120%).

(B) The size (cross section area): of No. 1 is only 18%, of No. 2 is 48% per control. They are very small.

(C) The ratio per cross section area of the leaf: It is very small, in No. 1 only 23%, in No. 2, 38% per control.

(D) The form: The form is irregular, especially in No. 1.

(E) Inner-secretory cell: the number is decreased and the size is small, and the form is roundish. The degree of changes in No. 1 is larger than in No. 2.

(F) Outer secretory cell: The number in No. 1 is fewer (78%) and in No. 2 it is somewhat greater than in control (108%). The size is small (ca. 80% in both). The form is longer than inner secretry cell, but is rounder than that of control.

3. Cytological characters (Photo. 4).

(1) Some somatic chromosomes in No. 1 were broken into many small fragments, and they were generally irregularly separated.

(2) There is no noticeable fragment of chromosomes in No. 2, but the division is slightly irregular. It seems that the chromosomes have taken some influence of radiation.

[II] Artificial mutation through the treatment of colchicine.

In this experiment next species were used;

Japanese red pine (*Pinus densiflora* S. et Z.)

Japanese black pine (*Pinus Thunbergii* PARR.)

Sugi (*Cryptomeria japonica* D. DON)

Hinoki (*Chamaecyparis obtusa* S. et Z.)

Japanese larch (*Larix Kaempferi* SARG.) etc.

The seeds and the growing point of seedlings (the primary leaves immediately after sprout) were treated in the colchicine solutions of various sorts of density. These results are as follows:

1. Produced percentage of mutants.

(1) Dropping method for the growing point of seedlings is more effective than the soaking method of seeds in solution of colchicine.

(2) The treatment of 0.1 or 0.2% 3~5 times, especially 0.1% 4~5 times every other day is most effective (Fig. 9).

(3) The characters of mutants turn back to its own natural characters as the time passes by and this condition continues several years.

(4) The Japanese black pines, the individuals representing ca. 1.8%, of which characters do not turn back in a year after the treatment, are stabilized. They are stable in five years.

(5) The Japanese red pine is more difficult to obtain the stabilized mutants than the Japanese black pine.

(6) Sugi, Hinoki and Japanese larch are more difficult.

(7) Therefore, to obtain the stabilized mutants of conifers in Japan, more than one thousand individuals must be treated.

2. Morphological characters.

Through the above treatment in 1940 many mutants were obtained, but the individuals in most cases turned back or died, and only 12 individuals were stabilized in the five years after the treatments, and now 13 years old individuals are growing as stable. Among them 7 individuals were transplanted in the nursery of Miyazaki university and were experimented. The morphological characters of mutants are as follows (Photo. 6):

(1) Outer form, dwarfish, large and short branches are grown from the large and short stem, in a word the appearance of the stem and branches are short.

(2) Outer characters of needles:

(A) There are many deformed needles.

(B) The length is very short (ca. 60% per cont.).

(C) As the thickness and the width are increased, so the cross section area is large (172%).

(D) The form coefficient of longitudinal section is very large (238%).

(E) There is no difference in volume per control, but some differences exist among individuals.

(F) The leaf sheath is short (74%).

(3) Inner characters of needles.

(A) The epidermis cells of all mutants are larger than those of control (113%).

(B) The hypodermis cells are not uniform, and their size is different according

to individuals and some larger or smaller than control, the mean is slightly smaller than control (95%).

(C) The number of stomata is different according to individuals, being more or less than control, but its size of all mutants is larger than that of control (mean: ca. 130% per cont.).

(D) The assimilation tissue is generally similar to control.

(E) The number of resin canals of mutants is very few (the mean is 39%), and the needles of 14~42% of mutants (No. 1~5) have not any resin canal (No. 6, 7 are exceptional). This character of mutants is very noticeable (Photo. 7).

(F) The two vascular bundles of control are clearly separated, but in most mutants the border between transfusion tissue and vascular bundles is not so. Therefore of many needles the border between two vascular bundles is not clearly separated.

(G) The endodermis of mutants is not uniform and many of them are constricted elliptical. The form and number of endodermis is different according to individuals, and this is also the case with their needles but their number is apt to be numerous.

(H) The width and thickness of the central cylinder of mutants are greater than those of control (ca. 130%), therefore also its area is larger than that of control (ca. 170%), but the form coefficient ratio is almost similar to control.

(I) The ratio between the size in the width, thickness and area of the cross section of leaves and the size of them of central cylinder are very similar, and in mutants all of their sizes are increased.

(4) Inner characters of stem

(A) The ratio of the thickness of epidermal tissue per cross section of stem is increased (ca. 150%).

(B) The ratio of the thickness of Phloem per cross section of stem is similar or slightly thinner than that of control, but there is a difference among individuals.

(C) The number of the resin canal in phloem is fewer and their size is smaller than that of control (ca. 60%).

(D) The ratio of thickness of xylem per cross section of stem is slightly increased (ca. 115%).

(E) The diameter growth of the two years old branch in the first year is slow, and in the second year quick.

(F) There are many false annual rings in mutants.

(G) The ratio of autumn wood in mutants is very large (265%), but only No. 3 is exceptional.

(H) The arrangement of tracheid is irregular.

(I) There is not much variation in the length of tracheids, but the width (ca. 120%) and the thickness (ca. 130%) of them of all mutants are increased.

(J) The area and volume of cross section of the tracheids of all mutants are increased (ca. 160%), but there are differences among individuals.

- (K) The form coefficient of longitudinal section is increased (ca. 110%).
- (L) The relative thickness of tracheids in mutants shows no great difference in parts of spring wood, but in autumn wood, it is increased in all individuals (ca. 135%).
- (M) There are gigantic tracheids in mutants, and the width is 18~40 μ and the thickness, 15~40 μ .
- (N) The number of resin canal in xylem is various, and there is a difference according to individuals, but their size is small (ca. 80%). And there is a correlative tendency in the above phenomena and also regarding to the decrease of the number of resin canal in leaves and xylem in stem.
- (O) The size of pith is decreased (ca. 65%).

3. Cytological characters.

In the observation of the somatic cell divisions in a division zone of the base in young needles the writer acquired the following results.

- (1) All mutants had 48 chromosomes and they showed tetraploidy.
- (2) The form of chromosomes in mutants is very similar to diploid plants (control), and many of them are long.
- (3) Every one of the mutants had 48 chromosomes in all the cells.
- (4) Therefore, all the mutants (No. 1~7) are tetraploid, and there are not any myxoploid.

The mutants of Sugi which are produced by the artificial radiation of X-ray and the tetraploid of the Japanese black pine are very different from control plants not only in outer characters, but also in inner characters. Especially, in some tetraploid of the Japanese black pine the resin canal of needles is degenerated.

The writer described the experimental results briefly. Through these experiments the writer found that the race of forest trees is very diverse, and that the breeding of forest tree by selection is possible. As an example, "Black pine, No. 26" was selected and its characters were found out and the artificial mutants were also produced by physiological and chemical methods. It is proved that this method is useful in the breeding of forest trees. However, quite different from the agricultural products or garden plants, we must handle many individuals in order to produce artificial mutants in forest trees. It is also not impossible to breed forest trees. And the investigators of the breeding of forest trees should have more acute observation and everlasting endeavour.



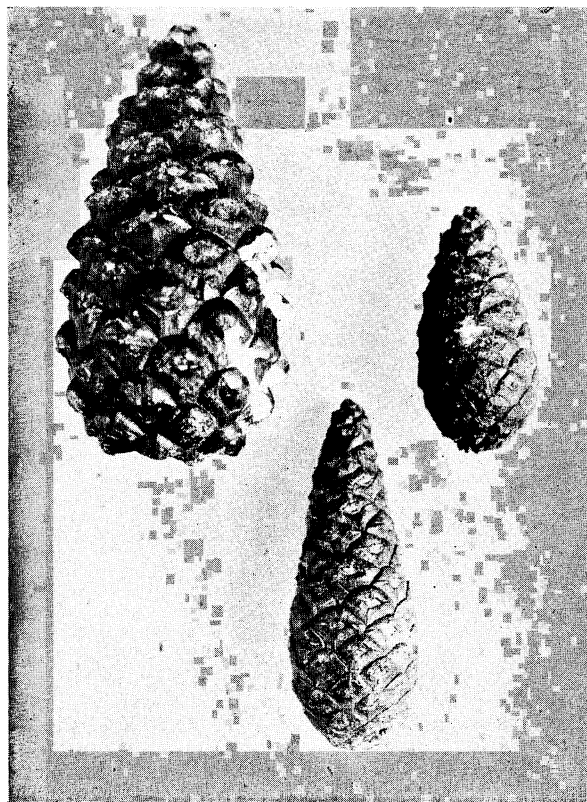
林 況



クロマツ 26 号母樹

第 1 図版 クロマツ 26 号母樹および附近の林況

クロマツ 26 号



クロマツ

アカマツ

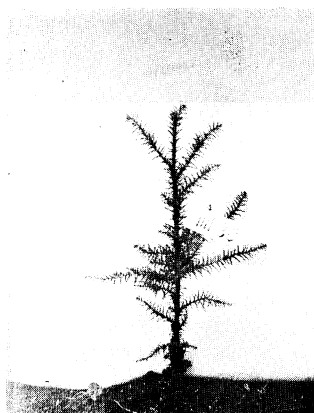
第 2 図版 クロマツ 26 号および対照木の毬果

— Plate 2. —



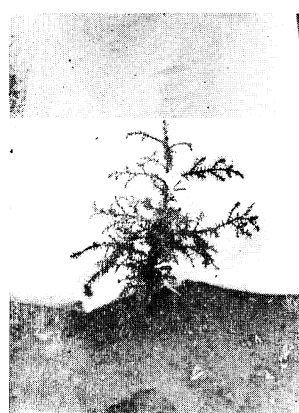
No. 1

乾燥種子 90 分処理 約 3 年生



No. 2

乾燥種子 120 分処理 約 3 年生



No. 3

乾燥種子 150 分処理 約 3 年生



No. 4

乾燥種子 150 分処理 約 5 年生



No. 5

乾燥種子 150 分処理
満 10 年生 (I 号木)



No. 6

乾燥種子 180 分処理
満 10 年生 (II 号木)

第 3 図版 X-線処理スギ突然変異体



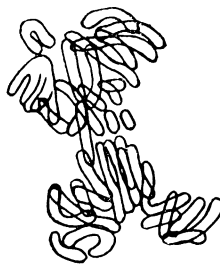
No. 1 対照木



No. 2 I 号木



No. 3 I 号木

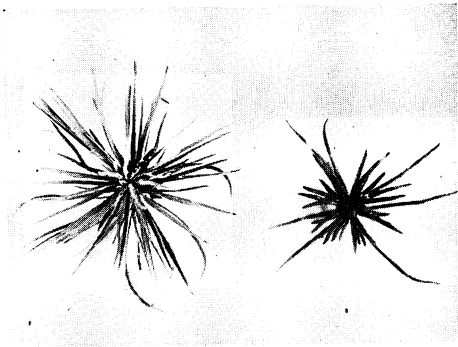


No. 4 I 号木

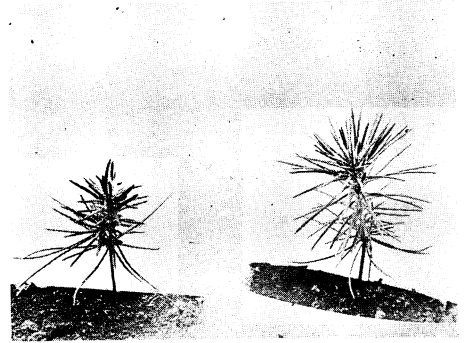


No. 5 II 号木

第 4 図版 X-線処理スギ突然変異体の根端細胞分裂後期の像
(約 2000 倍)



No. 1 クロマツ稚苗
対照木 変異体



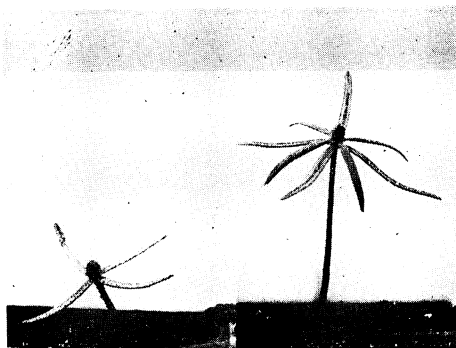
No. 2 アカマツ稚苗
変異体 対照木



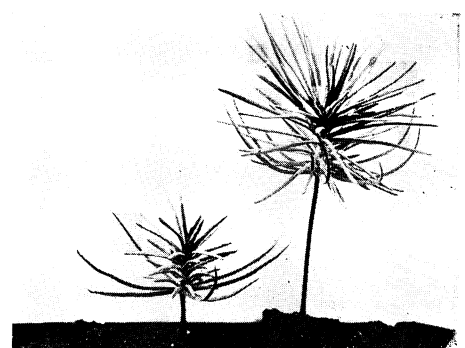
No. 3 クロマツ変異体
3年生



No. 4 アカマツ変異体
3年生

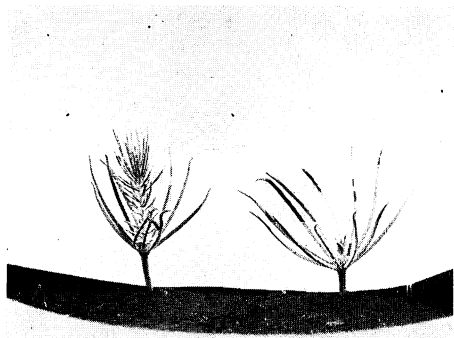


No. 5 モミ稚苗
変異体 対照木

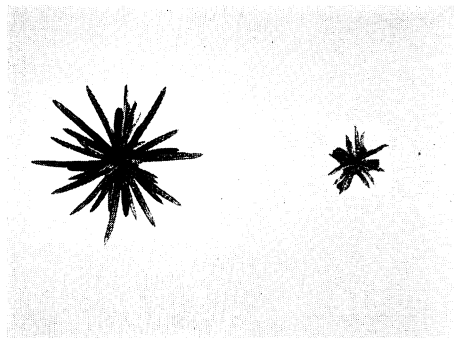


No. 6 クロマツ稚苗
変異体 対照木

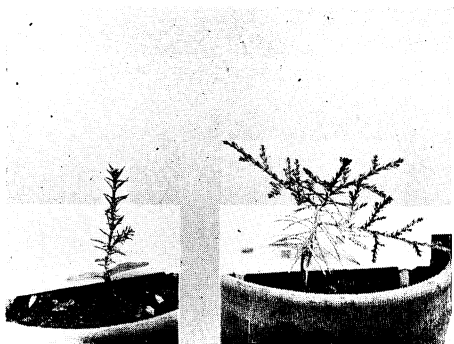
— Plate 4. —



No. 7 ナツトパイン稚苗
対 照 木 変 異 体



No. 8 ヒノキ稚苗
対 照 木 変 異 体



No. 9 ヒノキ稚苗
変 異 体 対 照 木



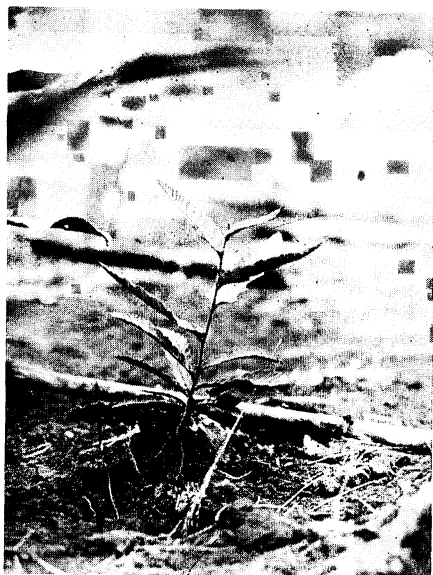
No. 10 スギ稚苗
対 照 木 変 異 体



No. 11 スギ稚苗
変 異 体 対 照 木



No. 12 アベマキ稚苗
対 照 木



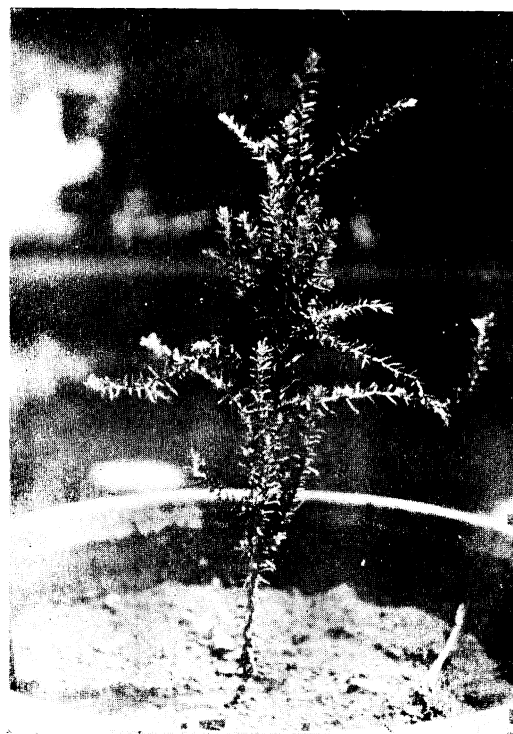
No. 12 アベマキ稚苗変異体



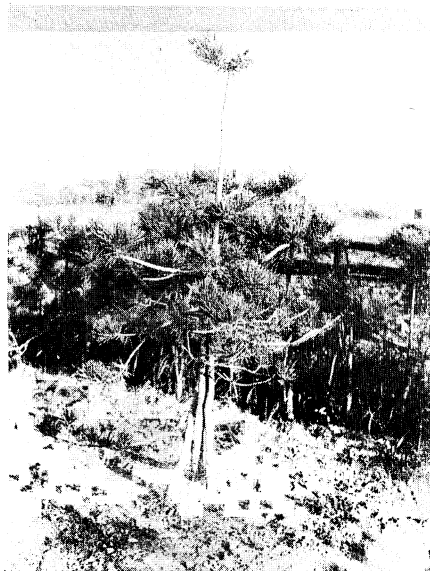
No. 13 クスギ稚苗対照木



No. 13 クスギ稚苗変異体



No. 14 スギ変異体 (約4年生)



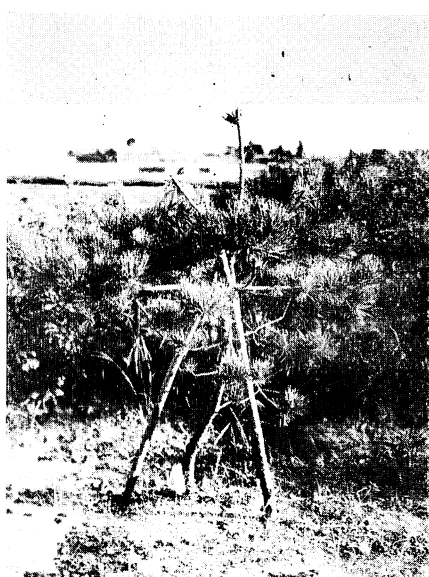
No. 1 クロマツ倍数体 約11年生
(1号木)



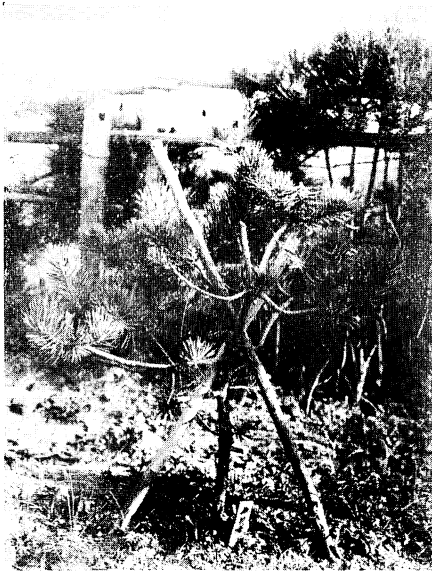
No. 2 クロマツ倍数体 約11年生
(2号木)



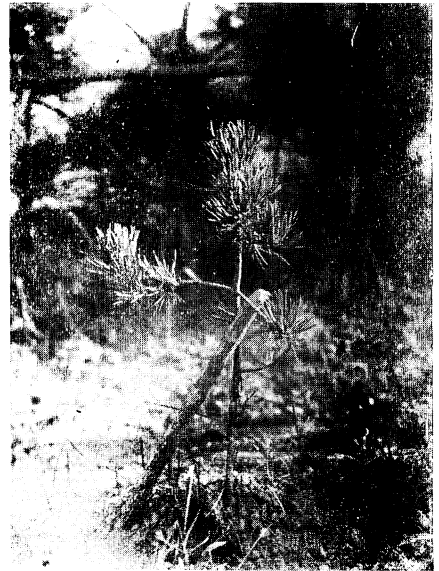
No. 3 クロマツ倍数体 約11年生
(3号木)



No. 4 クロマツ倍数体 約11年生
(4号木)



No. 5 クロマツ倍数体 約11年生
(5号木)



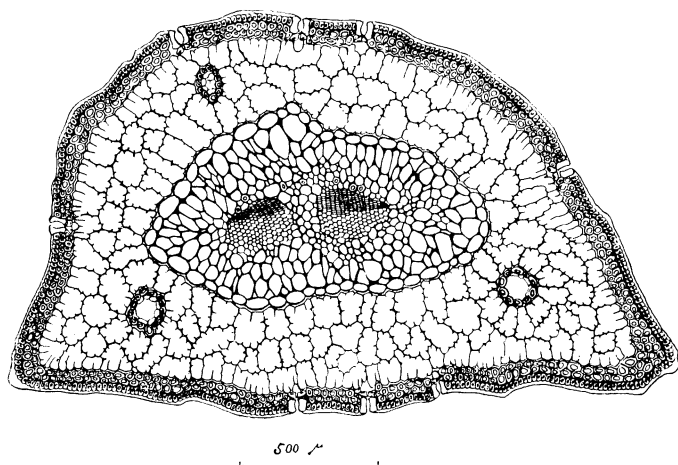
No. 6 クロマツ倍数体 約11年生
(6号木)



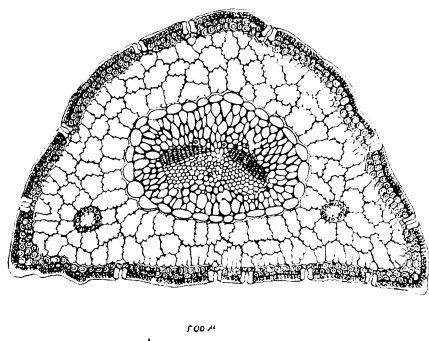
No. 7 クロマツ倍数体 約11年生
(7号木)



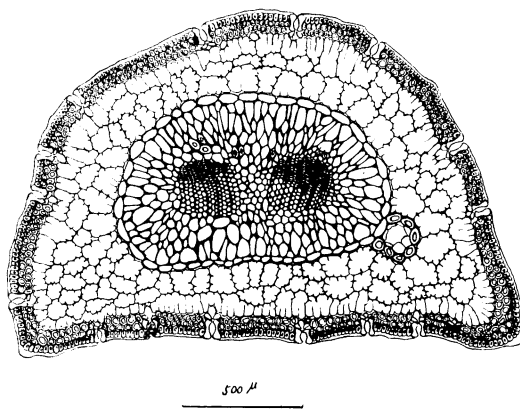
No. 8 7号木の新条



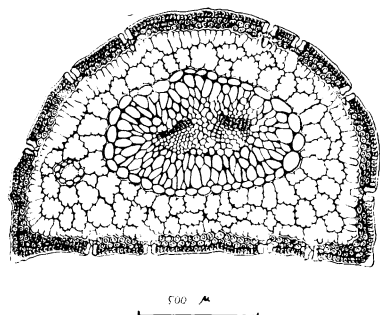
No. 1
内皮の変形し
た葉の横断面



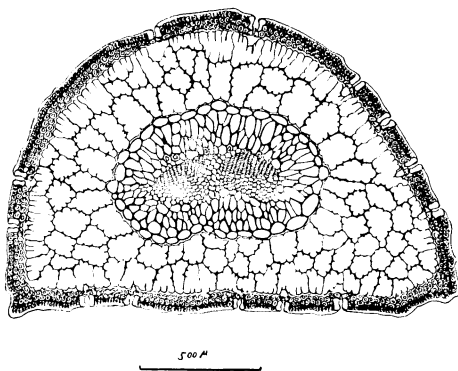
No. 2 樹脂道2箇を有する針葉の横断面



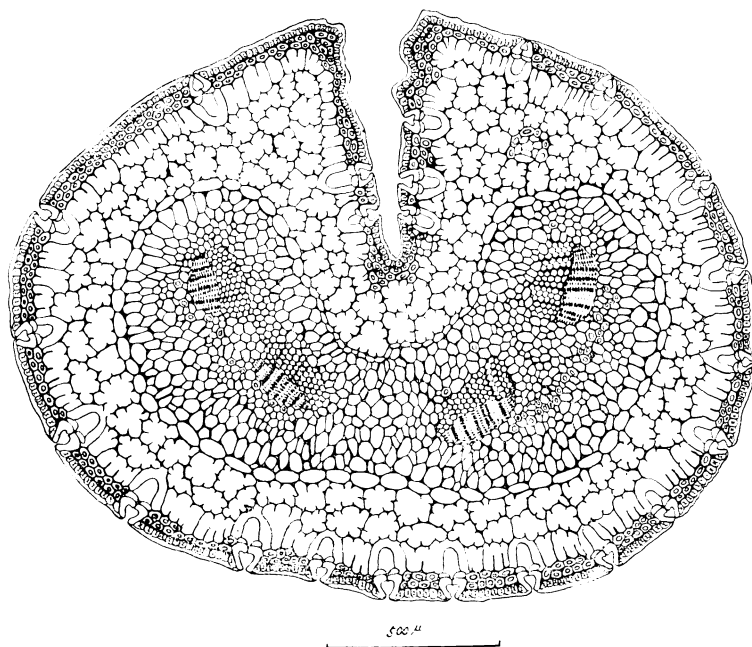
No. 3 樹脂道1箇を有する針葉の横断面
(内皮に接触)



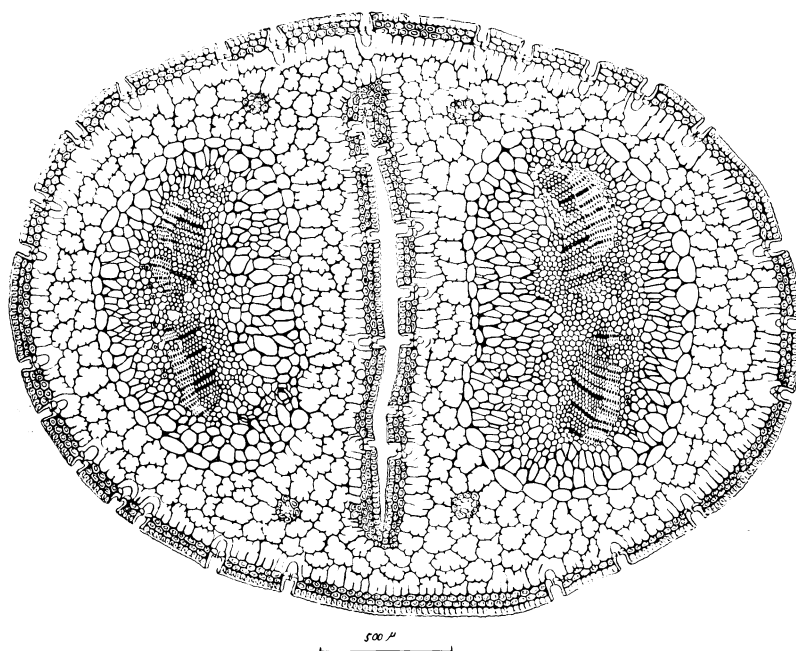
No. 4 樹脂道1箇を有する針葉
の横断面 (葉肉中)



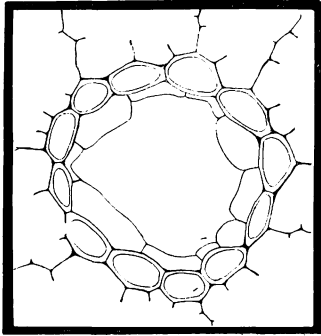
No. 5 樹脂道を欠除する針葉の横断面



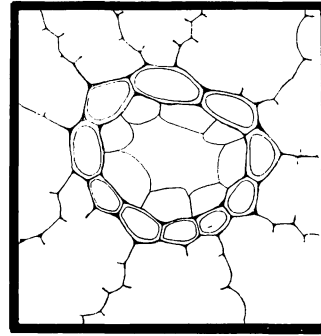
No. 6 癒合針葉の横断面 (I型)



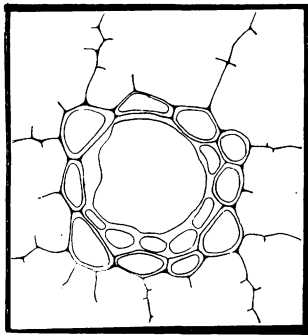
No. 7 癒合針葉の横断面 (II型)



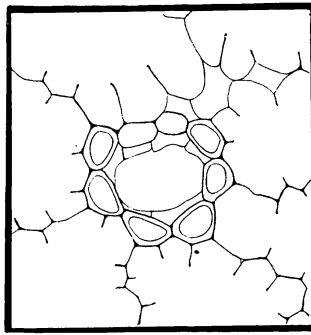
No. 1



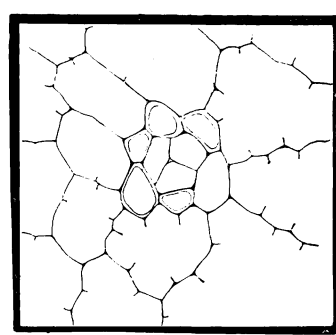
No. 2



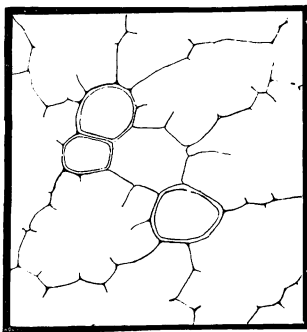
No. 3



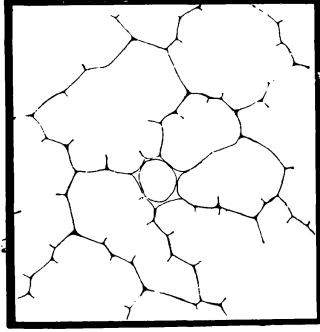
No. 4



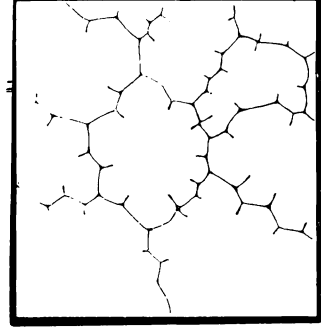
No. 5



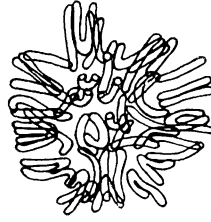
No. 6



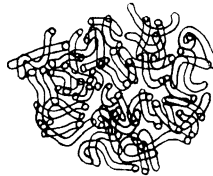
No. 7



No. 8



No. 1 I号木
 $2n=48$



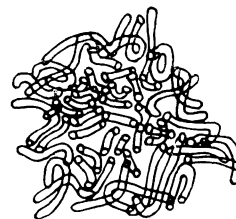
No. 2 II号木
 $2n=48$



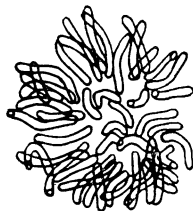
No. 3 III号木
 $2n=48$



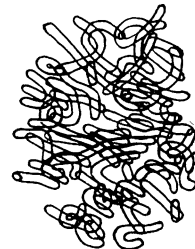
No. 4 IV号木
 $2n=48$



No. 5 V号木
 $2n=48$



No. 6 VI号木
 $2n=48$



No. 7 VII号木
 $2n=48$