

東北地方におけるカラマツ落葉病抵抗性交配苗の検定*

横 沢 良 憲⁽¹⁾・佐 藤 邦 彦⁽²⁾・佐 保 春 芳⁽³⁾
庄 司 次 男⁽⁴⁾・柴 田 忠 松⁽⁵⁾

Yoshinori YOKOZAWA, Kunihiro SATO, Haruyoshi SAHO,
Tsugio SHOJI and Chumatsu SHIBATA : Tests of Needle
Cast Resistance in Control-pollinated Families of
Japanese Larch carried out in Tohoku Region

要 旨：“カラマツ落葉病抵抗性の遺伝様式に関する研究”の一環として東北支場では長野県浅間検定林および岩手県網張検定林において選抜されたクローン間の交配家系を用い、病落葉を感染源とする病葉接種により、各家系間の抵抗性発現状況を調査した。菌糸接種によらず病葉接種としたのは各種の予備接種実験において、盛岡の気象条件下では後者のほうがより確実に発病する結果が得られたためである。判定は主として針葉に占める病斑（変色）面積の割合により行った。

浅間検定林選抜クローン間の交配家系では、一般的に抵抗性×抵抗性の家系は発病程度が軽く、感受性×感受性の家系は発病度が高い傾向がみられ、とくに TR-1011×1019 および 1040×1011 の家系は感受性が高い傾向を示した。

網張検定林選抜クローン間の家系においても若干の例外を除くと上記とほぼ同様の傾向を示した。

全体としてみると、抵抗性あるいは感受性クローンが片親の場合、F₁ 家系はそれぞれ抵抗性あるいは感受性の側にかたむく傾向が現われ、今後の抵抗性育種に希望をもてる結果が得られたものと考えられる。

目 次

ま え が き	108
1 カラマツ落葉病抵抗性交配方法の予備実験	108
1-1 カラマツ落葉病抵抗性交配の接種方法の検討	108
1-1-1 病原菌の菌糸を噴霧接種する方法	108
1-1-2 越冬病落葉を接種源とする方法	108
1-1-3 考 察	113
1-2 カラマツ落葉病の発病に及ぼす環境諸条件の影響	113
1-2-1 検定苗の苗齢と発病との関係	113
1-2-2 植栽密度と発病との関係	114
1-2-3 接種源としての越冬病落葉を敷きつめる時期と発病との関係	114
1-2-4 考 察	114
1-3 被害表示方法と試料採取時期の検討	114
1-3-1 被害表示方法の検討	114
1-3-2 試料採取時期の検討	115
1-3-3 考 察	115
2 カラマツ落葉病の抵抗性の検定	115
2-1 簡易接種検定圃場の設定	115

1979年6月22日受理

保 護—21 For. Prot.—21

*：林業試験場プロジェクト研究「カラマツ落葉病抵抗性の遺伝様式の解明に関する研究」業績-VI

(1) (2) (3) (4) (5) 東 北 支 場

2-2 接 種 方 法	118
2-3 試料および検定	118
2-4 交配苗の検定材料および結果	118
2-4-1 精英樹(♀)×落葉病抵抗性個体(♂)間交配苗の検定	118
2-4-1-1 浅間検定林からの選抜クローンを母材料とする交配苗の検定	118
2-4-1-2 網張検定林からの選抜クローンを母材料とする交配苗の検定	119
2-4-1-3 考 察	119
2-4-2 落葉病抵抗性クローン間の交配苗の検定	119
2-4-2-1 浅間検定林からの選抜クローンを母材料とする交配苗の抵抗性検定	119
2-4-2-2 網張検定林からの選抜クローンを母材料とする交配苗の検定	126
2-4-2-3 考 察	126
引 用 文 献	127
Summary	127

ま え が き

カラマツ落葉病の被害地での調査結果からカラマツ属の種間および種子産地間に発病程度に差があることが報告されている(柳沢¹¹⁾, 小野⁷⁾, 高橋・佐保¹⁰⁾, 佐藤・横沢・庄司⁸⁾, 千葉・永田¹⁾, 千葉ら²⁾, 佐藤⁹⁾)。さらに抵抗性次代検定林が設定され, クローン間に差があることが報告されている(千葉ら³⁾, 横沢・佐藤・庄司¹⁴⁾)。次に交雑育種の場合に交配苗を大量かつ早期に検定する必要にせまられ, 病原菌の人工接種による早期検定の可能性について検討されてその見通しが得られた(千葉ら⁶⁾, 林ら⁴⁾⁵⁾)。

上述の研究につづいてカラマツの抵抗性遺伝様式の解明の研究が本場造林部遺伝育種科の企画によって進められ, 筆者らは供試材料について抵抗性の検定を分担した。本論文はその検定結果を述べるものであるが, 平行して補足的に進められた検定の際の発病と環境および検定方法の検定結果をもあわせて報告することとする。

1 カラマツ落葉病抵抗性検定方法の予備実験

1-1 カラマツ落葉病抵抗性検定の接種方法の検討

1-1-1 病原菌の菌糸を噴霧接種する方法

通常の接種試験に用いられる場合と同様, 培養した菌糸を細片にして噴霧する方法が試みられた。菌株は C M-21 (1968 年, 山梨県南都留郡鳴沢村で採集, 分離)を用いた。これを 1% しょ糖加用麦芽汁(麦芽 15% 含有)培養液に 15 日間振盪培養し, その菌糸塊を殺菌水で水洗し, 菌体 4 g に 300 ml の殺菌水を加えてミキサーにかけ, 菌糸細片を作り, この菌糸細片を供試苗に噴霧接種した。

接種予備実験は, 1972 年 6 月 27 日に行われた。あらかじめ 20 cm 径素焼鉢に 5 本ずつ 2 年生苗を植えておき, 接種前に苗木の枝の先端から 5 cm の部位に幅 5 mm のビニールテープまたは白ペンキで印を付け, これらの苗木に上述の接種用の菌糸細片を苗木 1 本当たり 10 ml 噴霧した。接種後 15 日間はビニール袋で覆い, 直射日光を避けて日陰に放置した。

1-1-2 越冬病落葉を接種源とする方法

自然状態と同じく, 越冬した病落葉から放出される胞子を接種に用いることを考えて, 激害地から越冬した病落葉を採取し苗木に敷きつめる方法が試みられた。供試苗を m^2 当たり 36 本植えとし, その根元

Table 1. カラマツ実生苗における接種源の違いと発病 (1972年)
 Relation between types of inocula and occurrence of needle cast
 on Japanese larch seedlings (1972)

病原菌の接種感染源 Inoculum	供試針葉の種類 Needles examined	調査苗木本数 Numbers of seedlings examined	発病程度区分による苗木本数(本) Numbers of seedlings divided by disease grade						発病指数* Disease index
			健全 ^{a)} Healthy	微 ^{b)} Resistant	軽 ^{c)} Slightly resistant	中 ^{d)} Slightly susceptible	重 ^{e)} Moderately susceptible	激 ^{f)} Susceptible	
菌糸細片 Spraying mycelial suspension	短枝葉(苗床) Needles on dwarf shoot (Nursery)	23		8	11	4			1.8
	" (鉢植え) (Pot)	24		1	15	8			2.3
病落葉敷きつめ Spreading fallen diseased needles	" (苗床) (Nursery)	49		9	17	13	7	3	2.6
菌糸細片 Spraying mycelial suspension	長枝葉(苗床) Needles on shoot (Nursery)	23		18	5				1.2
	" (鉢植え) (Pot)	24	4	8	12				1.3
病落葉敷きつめ Spreading fallen diseased needles	" (苗床) (Nursery)	49	2	8	13	20	6		2.4

- a) 健全苗木本数 発病なし No diseased needles,
 b) 微害苗木本数 まれに発病を認める Few diseased needles,
 c) 軽害苗木本数 少数の針葉に発病を認める A few diseased needles,
 d) 中害苗木本数 c と e の中間 Between c & e,
 e) 重害苗木本数 非常に多くの針葉に発病を認める A great many diseased needles
 f) 激害苗木本数 ほとんどの針葉に発病を認める Abundant diseased needles

* 発病指数 Disease index = $\frac{0a+1b+2c+3d+4e+5f}{N}$
 調査本数 Numbers of seedlings examined $N=a+b+c+d+e+f$.

Table 2. カラマツ交配個体の落葉病予備実験結果 (1973年)
Results on preliminary investigation of hybrids against needle cast (1973)

接種方法 Inoculum	交配家系 Materials pollinated		調査苗木数 Numbers of seedlings examined	発病程度区分による苗木本数 (本) Numbers of seedlings classified by disease grade					発病指数* Disease index
	♀	♂		微 ^{b)} Resistant	軽 ^{c)} Slightly resistant	中 ^{d)} Slightly susceptible	重 ^{e)} Moderately susceptible	激 ^{f)} Susceptible	
病落葉敷きつめ Spreading fallen diseased needles	岩村田12号	TR 1074	24	2	14	6	2		2.3
	IWA-12	" 1056	20	7	11	2			1.8
	"	" 1030	20	1	14	5			2.2
	"	自然交配**	19	5	10	4			1.9
	"	精英樹混合***	18	2	11	5			2.2
	白田5号	TR 1074	25	5	15	4	1		2.0
	USU-5	" 1056	13	1	7	4	1		2.4
	"	" 1030	17	3	12	2			1.9
	"	自然交配**	20	1	11	7	1		2.4
	"	精英樹混合***	21	1	12	7	1		2.4
菌糸の噴霧接種 Spraying mycelial suspension	岩村田12号	TR 1074	16	12	4				1.6
	IWA-12	" 1056	18	3	5	9	1		2.4
	"	" 1030	20	12	6	2			1.5
	"	自然交配**	10	5	4	1			1.6
	"	精英樹混合***	19	12	7				1.4
	白田5号	TR 1074	22	10	8	4			1.7
	USU-5	" 1056	21	13	7		1		1.5
	"	" 1030	22	17	4	1			1.3
	"	自然交配**	16	10	6				1.4
	"	精英樹混合***	23	10	11	2			1.7

* b)~f) Table 1 参照 See the footnote in Table 1.

** 自然交配 Pollinated naturally.

*** 精英樹混合 Pollinated with mixed pollen of plus trees.

Table 3. カラマツの苗齢と落葉病の発生との関係
Relation between the age of larch seedlings and the occurrence of needles cast

苗 齢 (まきつけ年) Year of seedlings (Years sown)	床替本数 (m ² 当り) Numbers of seedlings trans- planted	調査本数 Numbers of seedlings examined	発病程度区分による苗木本数 (本) Numbers of seedlings classified by disease grade				発病指数* Disease index	備 考 Remark
			健 ^{a)} Healthy	微 ^{b)} Resistant	中 ^{c)} Slightly sus- ceptible	激 ^{d)} Sus- ceptible		
1 年生 1971 1-year-old	49	80						1972年 短枝葉 Needles on dwarf shoot in 1972
2 年生 1970 2-year-old	49	21						
3 年生 1969 3-year-old	36	65		7	8	50	4.3	
4 年生 1968 4-year-old	25	20		1	4	15	4.4	
5 年生 1967 5-year-old	16	20		4	12	4	3.0	
1 年生 1971 1-year-old	49	80	22	42	12	4	1.2	1972年 長 枝 Needles on shoot in 1972
2 年生 1970 2-year-old	49	21	4	11	6		1.4	
3 年生 1969 3-year-old	36	65	29	36			0.6	
4 年生 1968 4-year-old	25	20	9	11			0.6	
5 年生 1968 5-year-old	16	20	12	8			0.4	
1 年生 1972 1-year-old	49	68						1973年 短枝葉 Needles on dwarf shoot in 1973
2 年生 1971 2-year-old	49	54			5	49	4.8	
3 年生 1970 3-year-old	36	12		1	8	3	3.3	
4 年生 1969 4-year-old	25	24		2	15	7	3.4	
5 年生 1968 5-year-old	16	11		4	7		2.3	
1 年生 1972 1-year-old	36	68			34	34	4.0	1973年 長 枝 Needles on shoot in 1973
2 年生 1971 2-year-old	36	54		31	23		1.9	
3 年生 1970 3-year-old	16	12		9	3		1.5	
4 年生 1969 4-year-old	16	24		24			1.0	
5 年生 1968 5-year-old	9	11		11			1.0	

a') 健全苗木本数 Numbers of healthy seedlings

(発病なし No diseased needles),

b') 微害苗木本数 Numbers of resistant seedlings

(針葉の 1/3 以上の発病 Less than 1/3 needles were affected),

c') 中害苗木本数 Numbers of moderately susceptible seedlings

(1/3~2/3 以下の発病 1/3~2/3 needles were affected),

d') 激害苗木本数 Numbers of susceptible seedlings

(2/3 以上発病 More than 2/3 needles were affected).

* 発病指数 Disease index = $\frac{0a' + 1b' + 3c' + 5d'}{N}$ $N = a' + b' + c' + d'$

に激害地から運んだ病落葉が m^2 当たり 500 g ずつ敷きつめられた。

発病調査は、9月4日にビニールテープで印をつけた内側の接種時に開葉していた短枝葉と長枝葉について行われた。発病程度の表示方法は、程度により5区分し苗木の個体ごとに短枝葉と長枝葉に分けて集計された。

調 査 結 果

1972年の予備実験では Table 1 に示すように苗床で接種した場合は、発病はごく軽度であったが、鉢植苗に対する接種は長枝葉、短枝葉ともによく発病した。

1973年は、交配苗を用いて上記両方法を比較するための予備実験が行われた。供試苗は関東林木育種場長野支場において交配されたものである。噴霧接種の場合は、接種後ビニールトンネルを作り内部に水を噴霧して発病を促すために湿度を保つように心がけた。他方、越冬病落葉は5月27日 m^2 当たり 500 g を敷きつめその後、苗木の上から黒色寒冷しゃ 1 枚をかけ乾燥した日は1日2回噴霧散水した。1973年の場合1年生の供試苗で短枝葉の着生が少なかったため長枝葉を採集した。発病調査は9月13日に交配個

Table 4. カラマツ苗の植栽密度と落葉病の発生との関係 (1973年)

Relation between transplanting density and the occurrence of needle cast (1973)

植栽密度 Density of trans- planting in $1 m^2$	供試本数 Numbers of seedlings examined	発病程度区分による苗木本数 (本) Numbers of seedlings classified by disease grade				発病指数* Disease index	くもの巢病 の発生程度 Grade of web-blight
		健 ^{a)} Healthy	微 ^{b)} Resistant	中 ^{c)} Slightly susceptible	激 ^{d)} Susceptible		
25	46		23	23		2.0	
36	70		7	42	21	3.4	
49	94		9	54	31	3.5	
64	102		3	53	46	3.8	+
81	144			72	72	4.0	++
100	136		3	24	109	4.6	+++~++++

*, a')~d') Table 3 参照 See the footnote in Table 3.

Table 5. 病落葉の敷きつめ時期と

Relation between timing of spreading fallen diseased

病落葉の敷きつめ時期 Time of spreading fallen diseased needles	調 査 本 数 Numbers of seedlings examined	発 病 程 度 Numbers of	
		健 全 ^{a)} Healthy	微 害 ^{b)} Resistant
5 月前半 The first half of May	72		4
〃 後半 The second half of May	85		
6 月前半 The first half of June	66		7
〃 後半 The second half of June	81		3
7 月前半 The first half of July	90		73

*, a)~b) Table 1 参照 See the footnote in Table 1.

体ごとに5本の枝から各20枚ずつ計100枚の針葉について前記5区分による調査が行われた。その結果を Table 2 に示す。

1-1-3 考 察

抵抗性比較のためには微害から激害まで発病状況を幅広く出現させることが重要である。そして、大量の苗への接種もその後の管理も共に容易であることが望ましい。今回行なった予備実験から先ず菌糸細片噴霧法は次の欠点を持っていることが明らかになった。すなわち、1) 大量の菌糸を培養し、しかも接種適期に合わせて接種源として好適状態の生育おう盛な培養菌糸を準備する必要があること。2) 接種後にビニールトンネルを作るが、その内部の温度、湿度を調節することが困難であることの2点がある。他方病落葉を敷きつめる場合は病葉から放出される胞子がある期間にわたるため、接種時期の明確化ができないことを欠点としている。しかしある期間放出される胞子によって自然状態に近い感染が行われるために、同一家系の供試苗はほぼ均等な発病状況を示すことも明らかになった。しかも寒冷しゃ1枚を用いて覆い、散水も楽であるために、大量に接種を行うには、越冬病落葉を敷きつめて、接種源とする方法は好都合である。

1-2 カラマツ落葉病の発病に及ぼす環境諸条件の影響

1-2-1 検定苗の苗齢と発病との関係

予備実験として接種に好適な苗齢を知る目的で越冬病落葉を敷きつめる方法を用い、1972, 1973年の2か年実験を行った。

第1回は、1972年4月13日に1~4年生の苗木を用い、苗木の大きさに対して適当と思われる密度に植栽し、それらの苗の下に5月22日、越冬病落葉を敷きつめ、6月10日から黒色寒冷しゃで被陰した。初期発病は7月下旬に観察され、9月3日に病葉の落下する直前に発病調査をした。発病程度の表示は、個体ごとに全針葉に対する罹病葉の比率を肉眼的に微害、中害、激害の3区分とし、さらに苗齢ごとに平均する方法を用いた。第1回は長枝葉のみの調査でその結果を Table 3 に示す。1~2年生苗は短枝葉の着生が少なく調査から除外した。長枝葉と比較した発病程度の場合3~4年生苗がもっとも高く、5年生苗では低くなる傾向が認められた。また短枝葉は長枝葉より発病程度が高くなった。

第2回は、1973年4月15日に植栽、6月14日病落葉を敷きつめ、9月4日に調査を行った。この結果

落 葉 病 の 発 生 と の 関 係 (1973年)

needles and the occurrence of needle cast (1973)

区 分 に よ る 苗 木 本 数 (本) seedlings classified by disease grade				発 病 指 数* Disease index
軽 害 ^{c)} Slightly resistant	中 害 ^{d)} Slightly susceptible	重 害 ^{e)} Moderately susceptible	激 害 ^{f)} Susceptible	
42	10	16		2.5
68	12	5		2.3
50	9			2.0
73	5			2.0
17				1.2

は Table 3 に示すように、第 1 回と同様の傾向が認められた。

1-2-2 植栽密度と発病との関係

検定苗の植栽密度が疎であると、根本に陽光が当たり乾燥しがちになり密に過ぎると、下部の針葉が早期に落ちてしまうので、植栽密度は接種試験にとって重要なことである。このために適当な密度を知る目的で 2 年生苗を 6 種類の密度に植栽し、病落葉を敷きつめて、1973 年に実験が行われた。その結果、Table 4 で明らかなように、 m^2 当たりの植栽密度が高いほど発病が高くなるが発病むらが大きくなる。また疎であれば発病が少なくなる。

1-2-3 接種源としての越冬病落葉を敷きつめる時期と発病との関係

地上に落ちた越冬病葉から放出される胞子によって新感染が行われる本病では、胞子の放出時期を考えて、接種源としての病落葉を敷きつめる時期を決定する必要がある。この目的で 2 年生苗を m^2 当たり 49 本植えて準備し、1973 年 5 月前半から 7 月前半まで 5 回にわたって病落葉を敷きつめて発病状況が観察された。

その結果を Table 5 に示す。Table 5 より明らかなように 7 月前半を除きそれ以前であれば好結果が得られた。

1-2-4 考 察

1. 検定苗の苗齢と発病との関係

カラマツ 1 年生苗では、短枝葉が少なく、発病程度を長枝葉と比較しなければならない。長枝葉の場合は、ペンキ等で印を付けない限り接種時以降の伸長部分を区別することができないので、苗木の個体間の比較には、短枝葉の着生が多くなる 2~3 年生苗が望ましい。

2. 植栽密度と発病との関係

m^2 当たりの植栽本数が少ないと落葉病の発生が低くなり、高密度に植栽すれば、発病が大きくなるが発病むらが生ずる。 m^2 当たり 64 本に達すると実験中にくもの巢病の発生が多く、落葉病の発病程度の判定が困難になる。したがって、接種検定には、 m^2 当たり 49 本 (7×7) が最適な植栽密度と考えられる。

3. 接種源としての越冬病落葉を敷きつめる時期

病落葉が一度乾燥してしまうと胞子の放出が悪くなることも考えられることから、盛岡市の気候上乾燥期を避けて 5 月後半から 6 月前半に病落葉を敷きつめることが望ましい。この時期はさらに野原・陳野⁶⁾、横沢・佐藤¹²⁾、横沢¹³⁾の観察による胞子放出期の直前にも当たり、敷きつめた病落葉から効率よく胞子が放出されると思われる。

1-3 被害表示方法と試料採取時期の検討

1-3-1 被害表示方法の検討

上記の予備実験と異なり、精密な比較のできることを考えて、交配苗に対して、新しい方法が試みられた。すなわち、供試苗 1 個体ごとに 5~10 本の枝を任意に選び、それらの枝に着生している各短枝葉が採集された。その数は各短枝から何枚という方法ではなく、短枝葉の合計が 50~100 枚になるように無作為採集する方法がとられた。次に針葉 1 枚ごとに病斑の面積がその針葉 1 枚の全面積に対して占有する面積比を求め、0~20, 21~40, 41~60, 61~80, 81~100 各 % の 6 段階に区分した。各区分ごとに、それに属した針葉の本数を数えた。この結果によって病斑面積率別出現割合は、各区分内の針葉本数を、総合計

調査針葉数に対する比率として示した。また各苗木ごとに、病斑面積比で区分したものを平均し、それを再び6段階に区分したものを個体別病斑面積率出現割合として示した。

このような方法で実行した例を Table 6 に示す。これは Table 5 までの激、中・微に区分する方法より極めて多くの時間を要するが、求める結果をうまく表現できることが明らかになったので交配苗の抵抗性検定にはこの方法が用いられた。

1-3-2 試料採取時期の検討

落葉病は1か月前後の潜伏期間を経て7月中～下旬から発病するが感染期から発病調査までの期間は60～90日を必要とする。

被害が進んでくると、罹病葉はある時点で急激に落葉することが観察されている。従って落葉が開始する時点では、重度の罹病葉はすでに落ちてしまって軽度の罹病葉のみが残されていることになる。この場合に針葉を採集するならば、その罹病木は実際の状況よりはるかに軽度に算出されてしまう。このような理由で抵抗性検定のために針葉を採集する時期は極めて重要である。この目的で各種カラマツ類を苗畑に植え継続的に観察された。その結果、感受性のグイマツから落葉が始まり、次いで、グイマツとの交配種が続き、抵抗性候補となっているカラマツの落葉は最後となった。しかし8月下旬から9月下旬までの観察では、9月下旬には、すでに抵抗性候補木も落葉が進み、調査対象にはなり得ないことが明らかになった。候補木の落葉開始が9月中旬頃であったことから抵抗性検定のための針葉採集は9月上旬が好適であると判断された。

1-3-3 考 察

抵抗性検定に最も適した被害表示方法としては、病斑面積率別出現割合を算出することであるとの結論に達した。この場合は、その交配組み合わせが供試される各種の交配組み合わせ群に対して、どの位置にあるかを知ることができる。また同じ試料から算出される個体別病斑面積率出現割合では、その交配組み合わせが、各個体でどの程度のばらつきがあるかを知ることができる。このことは発病指数が低くてもばらつきが多ければ、落葉病抵抗性候補木とするにはあまり好適ではなく、望ましい交配組み合わせは、発病指数もあまり大きくなく、しかも個体間のばらつきの少ないものが求められることとなる。このような理由から、抵抗性検定を目的とする場合は、病斑面積率出現割合と、個体別病斑面積率出現割合の両者を算出することが必要となる。

次に試料の採集時期は、落葉期に入る前がよいと思われるので継続的に観察している間に9月上旬がその時期と判断された。しかしその年の天候によりその時期が左右されるので、十分注意して採集時期を決定しなければならない。

2 カラマツ落葉病の抵抗性の検定

2-1 簡易接種検定圃場の設定

予備的な各種実験から接種を効果的に実行するには、いくつかの条件が必要である。1) 適当な湿度を保ちうること、2) あまり高温にならないことが特に重要である。これらの条件を満たすために東北支場構内の苗畑に簡易接種圃場が設置された。この大きさは、18×16 m で周囲に高さ 80 cm の板囲いを設けた。この内部に幅 1 m で長さ 15 m の苗床を 9 本作り、各床面に対して高さ 50 cm にビニールホースを張り、ホースに小孔を開けて噴霧散水できるようにした。従って、床面や苗木に対し、適時湿度を与えるこ

Table 6. 精英樹 (♀)×落葉病抵抗性 (♂) 間の交配苗に対する接種実験結果¹⁾ (1975年)
Results of inoculation experiments in seedlings of hybrids between plus-trees and resistant clones¹⁾ (1975)

交 配 家 系 Pollination		供試苗数 Numbers of seedlings examined	病斑面積率区分ごとの苗木本数 (本) Numbers of seedlings classified by area of discoloration on needles						発病指数* Disease index	調査針葉数 Numbers of needles examined	病斑面積率ごとの罹病針葉出現割合 (%) Percentage of needles classified by area of discoloration on needles						平 均 Average
♀	♂		A	B	C	D	E	F			0	I	II	III	IV	V	
白 田 5 号	TR 1074	45		5	35	5			2.0	2457	3	30	39	18	9	1	30.9
USU-5	" 1056	42		21	20	1			1.5	2078	12	47	26	8	6	1	21.6
"	" 1030	36		9	27				1.8	1782	5	46	31	13	3	2	24.3
"	自然交配**	37		2	18	17			2.4	2378	3	21	21	34	14	7	41.5
"	精英樹混合花粉***	41		3	26	12			2.2	2018	2	29	33	17	13	6	35.8
岩村田12号	TR 1074	29		2	25	2			2.0	1417	8	27	40	14	9	2	29.8
IWA-12	" 1056	42		10	31	1			1.8	2139	7	27	48	13	4	1	27.3
"	" 1030	42		3	33	6			2.1	2123	4	28	44	12	7	5	31.4
"	自然交配**	41		4	27	10			2.1	2239	3	26	44	14	8	5	32.9
"	精英樹混合花粉***	38		1	22	13	2		2.4	1965	2	20	42	14	12	10	39.0

* 発病指数 Disease index = $\frac{0A+1B+2C+3D+4E+5F}{N}$

$N=A+B+C+D+E+F$

** 自然交配 Pollinated naturally,

*** 精英樹混合 Pollinated with mixed pollen of plus trees.

Percentage in area of discoloration

A : 0%
B : 1 ~ 20
C : 21 ~ 40
D : 41 ~ 60
E : 61 ~ 80
F : 81 ~ 100

Percentage in area of discoloration

0 : 0%
I : 1 ~ 20
II : 21 ~ 40
III : 41 ~ 60
IV : 61 ~ 80
V : 81 ~ 100

1) 抵抗性クローンは富士山で選抜され1958年に接木増殖して1962年に浅間検定林に植栽されたものである。

精英樹は1959年に接木増殖して関東林木育種場クローン集植所に植栽されたものである。

Scions of resistant clones were carried from Mt. Fuji and were grafted in 1958. Then, those were planted at Asama test plantation in 1962.

On the other hand, scions of the plus trees were collected from various parts of Japan and were grafted in 1959. Those grafted seedlings were planted at the clone bank in Kanto Forest Tree Breeding Institute.

Table 7. 精英樹 (♀) × 落葉病抵抗性 (♂) 間の交配苗に対する接種実験結果¹⁾ (1976年)
Results of inoculation experiments in seedlings of hybrids between plus-trees and resistant clones¹⁾ (1976)

交 配 家 系 Pollination		供試苗数 Numbers of seedlings examined	病斑面積区分ごとの苗木本数 (本) Numbers of seedlings classified by area of discoloration on needles						発病指数* Disease index	調査針葉数 Numbers of needles examined	病斑面積率ごとの罹病針葉出現割合 (%) Percentage of needles classified by area of discoloration on needles						平 均 Average
♀	♂		A	B	C	D	E	F			0	I	II	III	IV	V	
白 田 5 号	TR 1074	29		19	8	2			1.4	1441	40	22	22	12	4		17.6
USU-5	" 1056	25		20	5				1.2	1256	36	37	19	5	3		14.0
"	" 1030	34		19	14	1			1.5	1279	23	32	21	15	9		23.3
"	自然交配**	22		7	13	2			1.8	1297	21	25	20	19	15		28.5
"	精英樹混合花粉***	28		19	9				1.3	1448	32	33	23	7	5		17.2
岩村田12号	TR 1074	22		17	5				1.2	1179	40	32	19	5	4		14.2
"	" 1056	29		27	2				1.1	1648	45	32	15	5	3		12.3
"	" 1030	40		21	17	2			1.5	2018	33	32	17	10	8		18.9
"	自然交配**	28		13	15				1.5	1442	30	31	18	11	10		21.0
"	精英樹混合花粉***	27		6	21				1.8	1517	30	26	18	14	12		23.4

*, A)~F), 0)~V), 1) Table 6 参照 See the footnote in Table 6.
 ** 自然交配 Pollinated naturally,
 *** 精英樹混合 Pollinated with mixed pollen of plus-trees.

とができる。散水量は一定の水圧が保持できないが乾燥した日は接種源として敷きつめた落葉病が十分湿るように1日1回1時間の散水を行った。さらに黒色寒冷しゃで上から覆い直射日光を避けて高温になることを防いだ。

2-2 接 種 方 法

接種方法は前述のように、越冬病落葉を適期に検定する苗木の下に敷きつめる方法が用いられた。病落葉の敷きつめは、1975年5月16日と1976年5月17日に実施された。病落葉は、 m^2 当たり500gであってなるべく均一に敷きつめられた。その後、黒色寒冷しゃ1枚を用いて苗木と上記ビニールホースを共に覆う作業が行われた。この寒冷しゃは2か月間使用され後に取りはずされた。噴霧散水は上記の通り行われた。

2-3 試料および検定

供試苗は、1974年に m^2 当たり49本(7×7)の密度に2回繰り返してランダム配置に植栽され、接種の行われた1975年は、そのまますえ置き、第2回の1976年には m^2 当たり25本(5×5)の密度に床替えされた。1976年には3年生苗となり下枝が重なり合う状況となったため、植栽密度を変えざるを得なかった。

抵抗性検定苗の針葉採取は、これまでの予備実験の結果から短枝葉についてのみ行なわれた。採取は、各枝から3個の短枝葉を合計5本の枝について行うようにし、集められた針葉は個体別に紙袋に入れて0°Cの低温で保存された。その後、これらの各個体別針葉の各50~100枚を無作為に選び出し、針葉1枚ごとに病斑面積率を測定する作業が行なわれ、1交配家系ごとに全針葉の病斑面積率別出現割合と個体別病斑面積率出現割合の算出が行なわれた。

試料採集は、1975年9月1日と1976年9月8日に行われ、この時、くもの巢病の発生している個体は除外された。

2-4 交配苗の検定材料および結果

2-4-1 精英樹(♀)×落葉病抵抗性個体(♂)間交配苗の検定

2-4-1-1 浅間検定林からの選抜クローンを母材料とする交配苗の抵抗性検定

供試材料は次の組み合わせによる交配苗である。

a) ♀. 臼田5号と岩村田12号：関東林木育種場で選抜した精英樹である。

b) ♂. TR-1074, TR-1056, TR-1030：長野県小諸市岩村田営林署浅間国有林内に設定されている浅間検定林内の落葉病抵抗性クローンである。TR-1074, TR-1056は抵抗性でTR-1030は中度抵抗性と判定されている。ほかに比較のために、自然状態での受粉家系と、精英樹の混合花粉家系がある。

これらの交配苗は、関東林木育種場長野支場で養苗され、1974年早春に林試東北支場に送られて供試された。使用した苗の数は1交配家系ごとに50本、交配家系数10であったので苗木の合計は500本となった。

1975年の実験結果はTable 6に示すように、精英樹に落葉病抵抗性のものを交配した家系に抵抗性を示す個体が多かった。これに反し自然交配および精英樹混合花粉の家系では感受性個体が出現する割合が多かった。供試した各個体とも病斑面積率出現割合を見た場合は、各家系とも健全から最重害まで罹病針葉が分布していた。ただし、抵抗性を交配した家系では、軽度の方に区分される針葉が多く、自然交配と混合花粉の家系の場合は中程度に入る針葉が多かった。

1976 年の実験結果は Table 7 に示すように、1975 年の場合よりやや軽度の発病状況となっていた。しかし全般的には 1975 年と同様の傾向を示した。

2-4-1-2 網張検定林からの選抜クローンを母材料とする交配苗の抵抗性検定

供試材料は、前項とは異なり、北海道、東北関東各林木育種場で選抜した精英樹を母樹とし、これに花粉親として、網張検定林（岩手県岩手郡雫石町、雫石営林署網張国有林）においてすでに第一次検定を終わっている落葉病抵抗性選抜クローン TR-1004 を用いて交配して得られた家系である。TR-1004 に対しては環状剥皮をして着花促進を行った。得られた種子を養苗して、1974 年に林試東北支場に送られて来た苗は、1 家系 50 本、交配系統数 13、個体数にして 650 本である。

1975 年の実験結果は Table 8 に示すように、各家系とも発病程度が高く、各クローン間で差が認められるものの、極端に悪いものも、また極端によいものも見当らなかった。

1976 年の実験結果も Table 9 に示すように前年と同様の傾向であった。

2-4-1-3 考 察

1975 年と 1976 年の実験結果で明らかになったことは、臼田 5 号と岩村田 12 号の間では、同一の花粉親であれば交配家系間（例えば、臼田 5 号×TR-1074 と 岩村田 12 号×TR-1074）を比較すると抵抗性の差は認められなかった。しかし同一母樹でも中度抵抗性 TR-1030 の花粉を用いた交配家系の場合も、やはり軽度の発病状況であった。自然交配の場合は発病状況はやや重度となった。興味あることは、精英樹の混合花粉を用いた交配苗は、母樹は同じであっても、抵抗性クローン花粉を用いた交配家系よりも、常に重度の発病状況を示したことである。同一精英樹間（自家受粉）の苗がないので精英樹本来の抵抗性を知ることができないが、この精英樹混合花粉を用いた交配苗から推測できることは、精英樹の落葉病抵抗性はやや低いということである。

1975 年より 1976 年の結果の方が全般的にやや軽度になったが、1976 年の場合は苗木がやや大きくなり、植栽間隔を広げたために軽度の乾燥があったのではないかと考えられる。ある期間生育すると、枝も伸び葉も茂って地表に日光は当たらないが、病落葉を敷きつめた頃は、まだ日光が地面に当たる程度の茂り方であった。従って前年の状況より、やや乾燥気味であり、胞子の感染に対して前年より不利であったと考えられる。

2-4-2 落葉病抵抗性クローン間の交配苗の抵抗性検定

2-4-2-1 浅間検定林からの選抜クローンを母材料とする交配苗の検定

浅間検定林に植栽されている各種クローンは、千葉ら³⁾によって第一次検定が行われた。そのなかで抵抗性クローン 2 個体（TR-1074 と TR-1056）および中度抵抗性クローンのうち 5 個体（TR-1051, TR-1040, TR-1019, TR-1014, TR-1011）が交配のために母樹として選抜された。交配は関東林木育種場長野支場で行われ、播種養苗された。東北支場へは 1974 年春にこれらの 1 年生苗（1 家系 50 本、交配家系 27、総個体数 1,450 本）が送られてきた。

検定作業は前記の方法で行われた。1975 年の結果を Table 10 に示す。Table 10 で明らかなように、抵抗性の TR-1074 と TR-1056 を交配して得られた苗木は一般的に健全葉と微害葉が多く認められた。これに反し中度抵抗性同志の交配苗では、上記抵抗性組み合わせより発病程度の高い傾向が認められた。これらのうち発病程度の特により高い家系は、♀ TR-1011×♂ TR-1019 と ♀ TR-1040×♂ TR-1011 であった。

Table 8. 精英樹(♀)×落葉病抵抗性(♂)間の交配苗に対する接種実験結果¹⁾(1975年)
Results of inoculation experiments in seedlings of hybrids between plus-trees and resistant clones¹⁾(1975)

交 配 家 系 Pollination		供試苗数 Numbers of seedlings examined	病斑面積率区分ごとの苗木本数(本) Numbers of seedlings classified by area of discoloration on needles						発病指数* Disease index	調査針葉数 Numbers of needles examined	病斑面積率ごとの罹病針葉出現割合(%) Percentage of needles classified by area of discoloration on needles						平 均 Average
♀	♂		A	B	C	D	E	F			0	I	II	III	IV	V	
遠 野 1 号 TON-1	TR 1004	50		7	37	6			2.0	2536	12	32	31	9	5	11	30.4
" 2	"	50		17	31	2			1.7	2548	20	26	39	6	3	6	24.8
白 石 11 号 SHI-11	"	41		14	24	3			1.7	2037	19	37	23	8	6	7	25.1
" 12	"	48		14	31	3			1.8	2424	18	29	23	7	7	6	26.6
盛 岡 3 号 MOR-3	"	48		19	26	3			1.7	2443	25	27	28	9	5	6	24.5
" 13	"	40		26	12	2			1.4	1986	27	37	20	9	4	3	19.7
網 走 34 号 ABA-34	"	47		12	33	2			1.8	2410	16	37	29	7	6	5	24.6
大 槌 1 号 OTU-1	"	35		12	21	2			1.7	1821	27	30	28	4	4	7	22.5
" 3	"	34		7	24	3			1.9	1723	17	32	26	11	7	7	27.7
胆 振 1 号 IBU-1	"	34		6	26	2			1.9	1719	13	35	29	9	5	9	28.3
中新田 3 号 NKA-3	"	40		10	25	5			1.9	2055	12	32	33	12	6	5	27.8
岩村田 4 号 IWA-4	"	43		14	28	1			1.7	2171	18	35	27	9	4	7	25.2
川 井 3 号 KAW-3	"	49		9	37	3			1.9	2519	11	30	37	12	6	4	27.9

* A)~F), 0)~V) Table 6 参照 See the footnote in Table 6.

1) 抵抗性クローンは富士山で選抜され、1961年に接木増殖して1965年に網張検定林に植栽されたものである。

精英樹は1956年に接木増殖して東北林木育種場クローン集植所に植栽されたものである。

Scions of resistant clones were carried from Mt. Fuji and were grafted in 1961. Then, those were planted at Amihari test plantation in 1965.

On the other hand, scions of the plus-trees were collected from various parts of Japan and were grafted in 1956. Those grafted seedlings were planted at clone bank in Tohoku Forest Tree Breeding Institute.

Table 9. 精英樹 (♀) × 落葉病抵抗性 (♂) 間の交配苗に対する接種実験結果¹⁾ (1976年)
Results of inoculation experiments in seedlings of hybrids between plus-trees and resistant clones¹⁾ (1976)

交 配 家 系 Pollination		供試苗数 Numbers of seedlings examined	病斑面積率区分ごとの苗木本数 (本) Numbers of seedlings classified by area of discoloration on needles						発病指数* Disease index	調査針葉数 Numbers of needles examined	病斑面積率ごとの罹病針葉出現割合 (%) Percentage of needles classified by area of discoloration on needles						平 均 Average
♀	♂		A	B	C	D	E	F			0	I	II	III	IV	V	
遠 野 1 号 TON-1	TR 1004	39		35	4				1.1	1957	36	33	23	7	1		14.4
" 2	"	39		27	12				1.3	1992	32	29	23	12	4		18.6
白 石 11 号 SHI-11	"	38		28	10				1.3	1938	47	25	13	8	7		15.3
" 12	"	35		22	13				1.4	1821	23	40	23	11	3		18.5
盛 岡 3 号 MOR-3	"	37		28	9				1.2	1895	29	41	18	8	4		16.3
" 13	"	39		31	8				1.2	1939	41	31	18	5	5		14.5
網 走 34 号 ABA-34	"	40		25	14	1			1.4	2051	28	29	29	13	1		18.8
大 槌 1 号 OTU-1	"	27		24	3				1.1	1320	38	39	17	2	4		12.8
" 3	"	35		29	6				1.2	1750	42	28	22	6	2		13.8
胆 振 1 号 IBU-1	"	31		24	7				1.2	1576	33	37	18	10	2		15.5
中新田 3 号 NAK-3	"	26		14	12				1.5	1277	29	32	22	15	2		18.7
岩村田 4 号 IWA-4	"	38		31	6	1			1.2	1888	36	34	18	8	4		15.6
川 井 3 号 KAW-3	"	35		24	11				1.3	1777	35	28	19	10	8		19.1

* A)~B), 0)~V) Table 6 参照 See the footnote in Table 6.

1) Table 8 参照 See the footnote in Table 8.

Table 10. 落葉病抵抗性系統間の交配に対する接種実験結果¹⁾ (1975年)
Results of inoculation experiments in seedlings of hybrids between resistant clones¹⁾ (1975)

交 配 家 系 Pollination		供試苗数 Numbers of seedlings examined	病斑面積率区分ごとの苗木本数 (本) Numbers of seedlings classified by area of discoloration on needles						発病指数* Disease index	調査針葉数 Numbers of needles examined	病斑面積率ごとの罹病針葉出現割合 (%) Percentage of needles classified by area of discoloration on needles						平 均 Average
♀	♂		A	B	C	D	E	F			0	I	II	III	IV	V	
TR 1056	TR 1056	50		8	41	1			1.9	2581	11	28	39	16	4	2	27.1
" 1074	" 1056	44		13	31				1.7	2223	15	38	27	11	8	1	23.9
" 1056	" 1074	40		17	21	2			1.6	2034	15	45	24	6	4	6	22.9
TR 1074	TR 1040	46		16	30				1.7	2393	11	42	30	10	6	1	23.3
" 1056	" 1040	41		10	30	1			1.8	2033	12	38	29	11	8	2	25.4
" 1074	" 1051	45		9	29	7			2.0	2384	7	34	35	13	6	5	29.1
" 1074	" 1014	46		6	36	4			2.0	2357	7	30	40	10	7	6	30.3
" 1056	" 1051	40		4	25	11			2.2	1999	5	32	29	13	8	13	35.7
" 1074	" 1019	43		3	35	5			2.0	2157	5	36	30	13	9	7	31.7
" 1056	" 1019	44		4	38	2			2.0	2225	7	34	31	13	7	8	31.3
TR 1040	TR 1056	38		14	24				1.6	1975	15	43	26	8	6	2	22.1
" 1040	" 1074	37		19	18				1.5	1842	26	35	20	11	6	2	21.0
" 1014	" 1056	41		12	25	4			1.8	2280	10	40	33	6	3	8	26.2
" 1051	" 1074	42		8	32	2			1.9	2164	12	34	32	12	6	4	26.8
" 1014	" 1074	47		13	34				1.7	2345	12	44	30	5	4	5	23.2
" 1011	" 1074	42		6	24	12			2.1	2119	9	30	31	15	9	6	31.5
" 1011	" 1056	45		11	30	4			1.8	2326	16	32	30	9	4	9	27.6
TR 1014	TR 1051	34		13	17	4			1.7	1814	8	42	30	12	5	3	25.4
" 1014	" 1040	48		8	31	9			2.0	2434	10	30	29	17	9	5	31.0
" 1051	" 1040	42		18	18	6			1.7	2066	22	35	23	11	4	5	23.2
" 1040	" 1019	39		8	29	2			1.8	1841	12	37	33	11	2	5	25.0
" 1040	" 1011	46		5	27	14			2.2	2380	7	23	34	20	8	8	35.3
" 1051	" 1014	44		11	29	4			1.8	2271	8	35	33	14	5	5	28.4
" 1014	" 1051	42		11	27	4			1.8	2053	14	34	28	12	6	6	27.4
" 1014	" 1011	46			42	4			2.1	2382	7	29	37	13	7	7	31.7
" 1014	" 1019	39		13	19	7			1.8	1936	10	33	31	15	5	6	29.0
" 1051	" 1019	34		3	24	7			2.1	2730	5	22	43	17	7	6	33.9
" 1011	" 1014	42		4	36	2			2.0	2317	15	31	30	14	5	5	27.1
" 1011	" 101-	43			33	10			2.2	2353	2	27	29	24	11	7	31.4

*, A)~F), 0)~V) Table 6 参照 See the footnote in Table 6.

1) 抵抗性クローンは、1962年に浅間検定林に植栽された。供試苗はそれらのクローンを母材料として1971~1972年に交配して得られたものである。

In 1972 resistant clones were planted at Asama test plantation, and the examined seedlings were obtained by hybridization between those clones in 1971 and 1972.

Table 11. 落葉病抵抗性系統間の交配苗に対する接種実験結果¹⁾ (1976年)
Results of inoculation experiments in seedlings of hybrids between resistant clones¹⁾ (1976)

交配家系 Pollination		供試苗数 Numbers of seedlings examined	病斑面積率区分ごとの苗木本数 (本) Numbers of seedlings classified by area of discoloration on needles						発病指数* Disease index	調査針葉数 Numbers of needles examined	病斑面積率ごとの罹病針葉出現割合 (%) Percentage of needles classified by area of discoloration on needles						平均 Average
♀	♂		A	B	C	D	E	F			0	I	II	III	IV	V	
TR 1056	TR 1056	35		35					1.0	1735	58	27	8	4	3		9.2
" 1074	" 1056	37	1	23	13				1.3	2076	31	27	22	12	7	1	21.1
" 1056	" 1074	38	3	35					0.9	1963	63	24	8	4	1		7.5
TR 1074	TR 1040	38	1	34	3				1.1	1896	43	38	11	6	2		11.5
" 1056	" 1040	38		34	4				1.1	1892	45	27	15	10	3		14.3
" 1074	" 1051	35	1	26	8				1.2	1788	47	25	14	9	5		14.7
" 1074	" 1014	38		29	9				1.2	1839	35	32	19	10	4		16.7
" 1056	" 1051	32	1	23	8				1.2	1570	39	33	17	7	4		14.7
" 1074	" 1019	32		19	13				1.4	1775	33	26	27	8	6		18.9
" 1056	" 1019	37		25	11	1			1.4	1853	28	36	22	8	6		18.4
TR 1040	TR 1056	32		29	3				1.1	1564	45	32	15	5	3		12.3
" 1040	" 1074	31		25	6				1.2	1552	32	33	27	7	1		15.6
" 1014	" 1056	26		17	9				1.3	1427	26	30	20	14	10		23.0
" 1051	" 1074	32		16	16				1.5	1585	25	35	22	12	6		20.3
" 1014	" 1074	38		34	4				1.1	1945	50	24	16	5	5		13.2
" 1011	" 1074	38		21	16	1			1.5	1940	32	31	19	11	7		19.2
" 1011	" 1056	36		24	12				1.3	1816	48	23	13	8	8		15.8
TR 1040	TR 1051	37	1	28	8				1.2	1874	41	28	19	10	2		14.9
" 1014	" 1040	40		34	6				1.2	2054	40	39	12	5	4		12.8
" 1051	" 1040	38		27	11				1.3	1880	31	32	25	8	4		17.5
" 1040	" 1019	31		5	20	6			2.0	1532	22	22	20	25	11		28.4
" 1040	" 1011	38		23	15				1.4	1909	32	36	20	11	1		15.8
" 1051	" 1014	36		20	16				1.4	1805	31	48	15	5	1		12.5
" 1014	" 1051	36		30	6				1.2	1785	39	33	14	10	4		15.3
" 1014	" 1011	33		16	17				1.5	1633	32	32	16	10	10		20.0
" 1014	" 1019	24		10	12	2			1.7	1285	22	30	19	18	11		25.4
" 1051	" 1019	34		15	18	1			1.6	1651	27	27	27	13	6		21.5
" 1011	" 1014	33		28	5				1.2	1668	38	34	21	6	1		13.4
" 1011	" 1019	37		6	23	8			2.1	1829	13	28	22	10	17		31.3

*, A)~F), 0)~V) Table 6 参照 See the footnote in Table 6.

1) Table 10 参照 See the footnote in Table 10.

Table 12. 落葉病抵抗性および感受性系統間の交配苗に対する接種実験結果¹⁾ (1975年)
Results of inoculation experiments in seedlings of hybrids between resistant and susceptible clones¹⁾ (1975)

交 配 家 系 Pollination		供試苗数 Numbers of seedlings examined	病斑面積率区分ごとの苗木本数 (本) Numbers of seedlings classified by area of discoloration on needles						発病指数* Disease index	調査針葉数 Numbers of needles examined	病斑面積率ごとの罹病針葉出現割合 (%) Percentage of needles classified by area of discoloration on needles						平 均 Average
♀	♂		A	B	C	D	E	F			0	I	II	III	IV	V	
TR 1004	TR 1006	40		22	18				1.5	2001	22	40	22	8	4	4	21.0
" 1004	" 1014	36		19	17				1.5	1760	21	41	26	6	3	3	19.7
竜ヶ森 9号 RYU-9	TR 1014	46		20	25	1			1.6	2296	15	41	26	10	3	5	23.5
"	" 1013	42		14	25	3			1.7	2124	10	35	33	13	5	4	27.0
"	" 1006	42		12	22	8			1.9	2136	16	29	27	14	9	5	28.8
"	" 1004	33		6	27				1.8	1733	6	36	44	6	4	4	26.2
TR 1006	竜ヶ森 5号 RYU-5	33		2	27	4			2.1	1644	10	26	33	16	8	7	32.4
" 1004	"	31		6	19	6			2.0	1575	15	34	23	13	7	8	28.9
" 1014	"	49		13	35	1			1.8	2530	18	35	27	10	4	6	24.8
竜ヶ森 5号 RYU-5	TR 1014	38		26	12				1.3	1947	37	21	31	8	1	2	17.9
"	" 1013	46		9	34	3			1.9	2298	13	38	25	10	6	8	27.7
"	" 1004	45		25	20				1.4	2333	17	35	30	7	4	7	25.1
"	" 1006	44		8	25	11			2.1	2229	15	25	27	17	10	6	31.5
竜ヶ森 9号 RYU-9	竜ヶ森 2号 RYU-2	46		20	22	4			1.7	2356	25	17	38	15	3	2	24.5
"	" 9	22		10	10	2			1.6	1109	25	29	23	14	4	5	24.1
"	気仙沼 1号 KES-1	45		11	28	6			1.9	2231	15	24	38	13	7	3	27.9
竜ヶ森 9号 RYU-9	竜ヶ森 1号 RYU-1	45		12	28	5			1.8	1784	24	18	31	20	5	2	26.4
"	野辺地 1号 NOH-1	44		11	29	4			1.8	2217	15	28	36	13	4	4	26.5
"	竜ヶ森 5号 RYU-5	45		5	22	18			2.3	2279	7	27	28	19	11	8	35.5
竜ヶ森 5号 RYU-5	竜ヶ森 9号 RYU-9	46		11	30	5			1.9	2311	20	31	23	13	6	7	27.0
"	" 2	42		7	32	3			1.9	2134	19	27	28	12	5	9	28.7
"	気仙沼 1号 KES-1	47		5	38	4			2.0	2365	11	24	36	17	5	7	31.5
竜ヶ森 5号 RYU-5	野辺地 1号 NOH-1	37			31	6			2.2	1863	8	22	34	23	5	8	34.6
"	竜ヶ森 5号 RYU-5	39		1	25	13			2.3	1982	7	21	29	24	11	8	37.7
"	" 1	39			27	12			2.3	1951	6	21	31	24	10	8	37.6

*, A)~F) Table 6 参照 See the footnote in Table 6.

1) 抵抗性クローンは、1965年に網張検定林に植栽された。供試苗はそれらのクローンを母材料として1972年に交配して得られたものである。

In 1965 resistant clones were planted at Amihari test plantation, and the examined seedlings were obtained by hybridization between those clones in 1972.

Table 13. 落葉病抵抗性および感受性系統間の交配苗に対する接種実験結果¹⁾ (1976年)
Results of inoculation experiments in seedlings of hybrids between resistant and susceptible clones¹⁾ (1976)

交 配 家 系 Pollination		供試苗数 Numbers of seedlings examined	病斑面積率区分ごとの苗木本数 (本) Numbers of seedlings classified by area of discoloration on needles						発病指数* Disease index	調査針葉数 Numbers of needles examined	病斑面積率ごとの罹病針葉出現割合 (%) Percentage of needles classified by area of discoloration on needles						平 均 Average
♀	♂		A	B	C	D	E	F			0	I	II	III	IV	V	
TR 1004	TR 1006	31	1	25	5				1.1	1512	44	26	19	9	2		14.2
" 1004	" 1014	30		27	3				1.1	1425	45	29	15	8	3		13.5
竜ヶ森 9 号 RYU-9	TR 1014	36		33	3				1.1	1809	45	36	15	3	1		10.3
"	" 1013	35	2	26	7				1.1	1764	34	36	22	6	2		14.6
"	" 1006	38		35	3				1.1	1915	39	36	19	4	2		12.7
"	" 1004	37		29	7	1			1.2	1819	38	31	21	9	1		14.6
TR 1006	竜ヶ森 5 号 RYU-5	30		19	10	1			1.4	1341	35	30	19	11	5		17.7
" 1004	"	27		18	7	2			1.4	1317	39	22	19	14	6		19.1
" 1014	"	34		20	14				1.4	1727	34	25	25	9	7		19.4
竜ヶ森 5 号 RYU-5	TR 1014	26		13	12	1			1.5	1195	38	21	19	17	5		19.8
"	" 1013	37		19	17	1			1.5	1793	32	27	20	15	6		20.4
"	" 1004	39		10	26	3			1.8	1750	18	20	27	30	5		28.6
"	" 1006	39		34	5				1.1	1955	35	35	20	7	3		15.1
竜ヶ森 9 号 RYU-9	竜ヶ森 2 号 RYU-2	33		27	6				1.2	1624	41	38	12	4	5		12.9
"	" 9	21		12	8	1			1.5	992	36	27	21	13	3		17.6
"	気仙沼 1 号 KES-1	38		30	8				1.2	1954	33	31	20	13	3		17.7
竜ヶ森 9 号 RYU-9	竜ヶ森 1 号 RYU-1	31		21	10				1.3	1447	34	30	18	15	3		18.0
"	野辺地 1 号 NOH-1	34		22	12				1.4	1773	32	28	20	14	6		20.0
"	竜ヶ森 5 号 RYU-5	35		23	12				1.3	1707	42	26	16	10	6		16.6
竜ヶ森 5 号 RYU-5	竜ヶ森 9 号 RYU-9	40		27	13				1.3	1991	41	26	16	11	6		17.1
"	" 2	27		23	4				1.1	1146	56	14	15	8	7		14.8
"	気仙沼 1 号 KES-1	37		20	17				1.5	1849	25	31	29	10	5		20.3
竜ヶ森 5 号 RYU-5	野辺地 1 号 NOH-1	26		1	25				2.0	1269	12	23	32	23	10		30.4
"	竜ヶ森 5 号 RYU-5	28		1	26	1			2.0	968	10	21	42	18	9		30.0
"	" 1	30		3	25	2			2.0	1436	11	26	34	19	10		29.3

*、A)~F)、0)~V) Table 6 参照 See the footnote in Table 6.

(1 Table 12 参照 See the footnote in Table 12.

1976 年の検定結果を Table 11 に示す。1976 年は 1975 年よりやや軽の発病状況となったが、全般的な傾向としては、1975 年と同様であった。

2-4-2-2 網張検定林からの選抜クローンを母材料とする交配苗の検定

網張検定林は植栽後、すでに一次検定が終わり、抵抗性クローン (TR-1004, TR-1006, TR-1013, TR-1014)・弱感受性クローン (竜ヶ森 2 号・竜ヶ森 9 号および気仙 1 号)・感受性クローン (竜ヶ森 1 号, 竜ヶ森 5 号, 野辺地 1 号) が明らかになっている。これらを材料として東北林木育種場で交配が行われ、得られた 1 年生苗が本検定に供試された。これらの苗木のうち 1 家系 50 本, 交配系統数 25, 個体数 1,250 本が選出され、簡易接種圃場内に植栽された。

接種は前項と同様で、1975 年の調査結果を Table 12 に示す。1975 年には微害が多く出現したが、一般的に抵抗性同志の交配ではやはり抵抗性個体が出現した。これに対し、感受性同志の交配苗は、明らかに他と比較して著しい発病状況が認められた。

1976 年の調査結果を Table 13 に示す。1976 年は全般的に 1975 年より軽度の発病状況となり、健全葉と微害葉の出現する割合が増加した。ただ一般的な傾向としては、1975 年の検定と同じであった。

2-4-2-3 考 察

1975 年と 1976 年は接種源として病落葉が用いられ、短枝葉が調査対象とされた。その結果、浅間、網張両検定林のカラマツを母材料とし他のいくつかの個体も加えて交配して得られた F_1 家系は、それぞれ次のような抵抗性の傾向を示した。

- 1) 抵抗性同志の交配による F_1 苗はやはり抵抗性であった。
- 2) 中度抵抗性のものに抵抗性のものを交配した場合は、抵抗性から中度抵抗性であった。
- 3) 中度抵抗性同志による交配の場合は比較的良好に発病した。
- 4) 弱感受性と抵抗性のものの交配の場合は比較的良好に発病した。
- 5) 弱感受性同志の場合は良好に発病した。
- 6) 感受性同志の交配の場合は最も良好に発病した。

これらの検定結果から抵抗性のものをどちらの親にしても、 F_1 は抵抗性の側に寄るように思われる。全く反対に感受性のものをどちらかの親にしても F_1 は感受性となるようであり今後の育種の目的によって好ましい交配の組み合わせが決定されると考えられる。

野外において苗木に接種検定する場合は、供試苗の発病程度は色々の条件によって左右される。とくにその年の気候が越冬病落葉の胞子放出までの成熟と感染後の発病にいたるまで大きく影響する。したがって越冬病落葉を接種源とする場合は、年によって発病程度のばらつきが生ずるので苗木の抵抗性検定は少なくとも 5 年間繰返し検定することが望ましい。また発病程度は健全から激害まで幅広く発病し、その中心が微害～中害程度に発病した年に比較すれば検定が容易である。

なお供試した検定材料の中に本病に感受性として選定された。竜ヶ森 1 号, 竜ヶ森 5 号, 竜ヶ森 9 号, 野辺地 1 号, 気仙沼 1 号は先枯病抵抗性クローンであり、これらの交配家系の中には両病に抵抗性を示す個体が出現する可能性が考えられる。

引用文献

- 1) 千葉 茂・永田義明：カラマツ属育種に関する研究（2） 12回日林北海道支部大会講，114～119（1963）
- 2) 千葉 修・浜 武人・佐藤邦彦・小野 馨：カラマツ落葉病に関する調査研究，林試研報，178，48～71（1965）
- 3) 千葉 修・小林享夫・林 弘子・佐藤邦彦・横沢良憲・庄司次男：カラマツ落葉病抵抗性早期検定法（木本作物の育種），木本作物育種研究グループ，37～51（1973）
- 4) 林 弘子・小林享夫・千葉 修・竹花修次：カラマツ落葉病抵抗性の早期検定（Ⅰ）：交配実生苗に対する大量接種方法の検討，86回日林大会講演集，394～395（1975）
- 5) 林 弘子・小林享夫・陳野好之・佐々木克彦・田村弘忠・青柳茂男：カラマツ落葉病抵抗性の早期検定（Ⅱ）：耐病性選抜クローンの交配群に対する接種，396～397（1975）
- 6) 野原勇太・陳野好之：カラマツ落葉病に関する調査研究，林試研報，178，30～47（1965）
- 7) 小野 馨：北海道におけるカラマツ落葉病，北方林業，8，148～151（1956）
- 8) 佐藤邦彦・横沢良憲・庄司次男：カラマツ属の落葉病と先枯病に対する耐病性，72回日林大会講，301～303（1962）
- 9) 佐藤邦彦：東北地方における造林樹種とその品種の病害抵抗性（5），東北の林木育種，26，1～3（1970）
- 10) 高橋延清・佐保春芳：各種カラマツ類の落葉病に対する抵抗性比較，9回日林北海道支部大会講，18～20（1961）
- 11) 柳下聡雄：カラマツの育種，林業技術，175，26～29（1956）
- 12) 横沢良憲・佐藤邦彦：カラマツ落葉病の発生と感染時期における降雨との関係，日林東北支部会誌，21，136～138（1965）
- 13) 横沢良憲：カラマツ落葉病菌子のう胞子の放出および発病と気象要因との関係，日林東北支部会誌，26，135～136（1974）
- 14) 横沢良憲・佐藤邦彦・庄司次男：カラマツ先枯病と落葉病抵抗性次代検定林の発病経過，林業技術研究集録，青森営林局，79～82（1974）

Tests of Needle Cast Resistance in Control-pollinated Families of Japanese Larch carried out in Tohoku Region

Yoshinori YOKOZAWA⁽¹⁾, Kunihiro SATO⁽²⁾, Haruyoshi SAHO⁽³⁾,
Tsugio SHOJI⁽⁴⁾ and Chumatsu SHIBATA⁽⁵⁾

Summary

The needle cast by *Mycosphaerella larici-leptolepis* K. ITO et K. SATO is one of the most destructive diseases of the Japanese larch, *Larix leptolepis* GORDON. The studies on the susceptibility against the needle cast have been made since 1970 under the project for the genetical analysis on the disease resistance. During the study, the accurate measurement was necessary to evaluate

Received June 22, 1979

(1), (2), (3), (4), (5) Tohoku Branch, Forestry and Forest Products Research Institute, Morioka, Japan.

the disease index among seedlings of hybrids between resistant and resistant, resistant and susceptible, susceptible and susceptible clones and so on. For this purpose inoculation techniques had been examined in various ways. Preliminary inoculation experiments were made by means of spraying mycelial suspension and also of spreading infested litter collected in a heavily affected plantations on the nursery beds. Poor results were obtained by spraying mycelial suspension, because of difficulties in controlling the environmental factors after inoculation. On the contrary, the best results of the test were obtained by spreading infested litter under seedlings which are planted in spacing of 49 (7×7) per 1 m².

Since the way of inoculation had been confirmed, most of experiments were conducted by means of spreading litter. On May 16, 1975 and May 17, 1976, the infested litter were collected in some heavily affected plantations and were carried into the Forestry and Forest Products Research Institute. Then, the needles were spread on the floor of the inoculation nursery. The discoloration on inoculated needles started in late July and it became clearer in late August.

At the beginning of experiment, the age of the seedlings were so young that only needles on long shoots were available for inoculation. In this case, it was difficult to identify the inoculated needles from the needles grown after inoculation. On the older seedlings, the development of needle rosettes is well in advance of spore dispersal, so that the effects of inoculation were more clearly observed.

The inoculation experiments in 1974 were carried out spraying mycelial suspension on one-year-old seedlings. The results were quite unsatisfactory. The experiments in 1975 were made by spreading infested litter on the beds of two-year-old seedlings. The results were the best among experiments for three years. In 1976 the three-year-old seedlings were inoculated by means of litter. The results were clear enough to estimate the clonal contribution to the resistance or susceptibility.

The generalized conclusions of these inoculation experiments can be stated as follows:

- 1) Seedlings from cross combinations of resistant and resistant clones were mostly resistant against the needle cast fungus, with only a few of susceptible one (Tables 10~13).
- 2) Seedlings from combinations of susceptible and susceptible clones were mostly susceptible, and a few were found to be moderately resistant (Tables 12 and 13).
- 3) Seedlings from combinations of plus-tree clones and resistant male parents were generally improved in their resistance (Tables 6~9).