

(研究資料)

カラマツ落葉病抵抗性個体間ならびに
抵抗性個体と精英樹との交配結果*渡 辺 操⁽¹⁾・野 口 常 介⁽²⁾
茶 屋 場 盛⁽³⁾・川 村 忠 士⁽⁴⁾Misao WATANABE, Tsunesuke NOGUCHI, Sakari CHAYABA and
Tadashi KAWAMURA : Results of Artificial Crossing between
Resistant Clones to Needle Cast Disease and between
Resistant and Plus Tree Clones in Japanese Larch
(Research note)

要 旨 : カラマツ落葉病抵抗性の遺伝様式の解明に供する検定用種苗を生産するために、抵抗性個体、感受性個体ならびにカラマツ精英樹クローンをを用いて、1971年と1972年の2年間にわたって140組み合わせの人工交配を行い、約29,000本の苗木を生産した。

人工交配における2年間の平均結果率は82.4%、種子の精選率7.3%を得た。得られた種子の稔性をソフテックスで調べ、内容充実率をもとめた結果では全体の平均で21.0%であった。

1973年春に、これらの種子を苗畑に播種したが、その露地での発芽率は全体の平均で19.4%を示し、ソフテックスで検定した種子の内容充実率から推定した値と良く一致した。まきつけ数に対する秋の得苗率は平均17.5%であった。

I は じ め に

カラマツ落葉病の遺伝様式の解明のための研究材料として、抵抗性を異にする母樹間の人工交配によって生産された苗木が必要であり、この共同研究の目的を達成するために、東北林木育種場は、人工交配による種苗生産部門を担当した。

この報告では東北林木育種場が担当した交配の経過とその成果について述べる。

II 材料および方法

II-1. 母樹の選出

共同試験実施要領に基づく母樹の選出は、1970年林業試験場東北支場保護部と共同で実施した。選出した母樹は Table 1 (1), (2) に示す。

Table 1 (1) に示す落葉病抵抗性、同感受性個体は、過去に林業試験場保護部で選抜したもので、1965年青森営林局雫石営林署綱張国有林191林班内に植栽されていた中から、林業試験場東北支場保護部樹病

1979年6月22日受理

造林—30 Silviculture—30

* : 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-IV

- (1) 東北支場 (元 東北林木育種場)
- (2) 東北林木育種場
- (3) 青森営林局 (元 東北林木育種場)
- (4) 関東林木育種場 (元 東北林木育種場)

研究室の発病調査の結果を基準にして選出した。その選出時の母樹の樹高は 3.1~6.2 m, 胸高直径は 3.2~5.1 cm であった。

Table 1 (2) に示す精英樹クローンは、東北林木育種場のクローン集植所 (1960 年, 1962 年設定) に植栽されている中から、すでに着花が認められているものと、着花が期待できそうなものを対象に選出した。選出時の各精英樹クローンは樹高が 4.5~8.5 m, 胸高直径 4.5~15.0 cm であった。

II-2. 交配の経過

交配は 1971 年と 1972 年の 2 年間にわたって実行した。交配にさきだって、1970 年と 1971 年に各母樹に対し環状剥皮処理を行い、花芽の着生を促した。

両年とも交配のための袋かけは、精英樹クローンについては、4 月上旬に、授粉は 4 月中旬に行った。抵抗性と感受性個体は精英樹クローンよりも若干海拔の高い場所に植栽されているため、袋かけを 1971 年は 4 月中旬後半に、1972 年は 4 月中旬前半に行い、授粉は 1971 年には 4 月下旬後半に、1972 年には 4 月下旬前半に行った。授粉に使用した花粉は両年とも切枝法で採取した新鮮なものを用いた。授粉後、約 1 か月めに交配袋を取り除いた。

球果採取は、抵抗性と感受性個体については両年とも 9 月中旬前半に、精英樹については 9 月下旬前半に行った。採取した球果は直ちに温室内に広げ、自然乾燥によって種子の抽出をはかったが、種子の自然

Table 1 (1). カラマツ落葉病抵抗性・感受性個体間の交配組合せ
Mating combinations among resistant, moderately resistant and susceptible clones

花粉親 Pollen parent		落葉病抵抗性クローン Resistant clone				落葉病中度抵抗性クローン Moderately resistant clone			落葉病感受性クローン Susceptible clone		
		T33R-1004	T33R-1006	T33R-1013	T33R-1014	竜ヶ森 2 Ryugamori	竜ヶ森 9 Ryugamori	気仙沼 1 Kesennuma	竜ヶ森 1 Ryugamori	竜ヶ森 5 Ryugamori	野辺地 1 Nohezi
抵抗性 Resistant clone	T33R-1004	○	○		○					◎	
	T33R-1006									●	
	T33R-1013										
	T33R-1014									◎	
中度抵抗性 Moderately resistant clone	竜ヶ森 2 Ryugamori										
	竜ヶ森 9 Ryugamori	◎	○	○	○	◎	○	●	○	○	○
	気仙沼 1 Kesennuma										
感受性 Susceptible clone	竜ヶ森 1 Ryugamori										
	竜ヶ森 5 Ryugamori	●	●	●	◎	●	●	●	●	●	●
	野辺地 1 Nohezi										

注 Note : ○ 1971 年交配 Pollinated in 1971 ◎ 1971 と 1972 年に交配 Pollinated in 1971 and 1972.
● 1972 年交配 Pollinated in 1972

Table 1 (2). カラマツ精英樹と抵抗性・感受性個体間の交配組合せ
Mating combinations between plus-tree clones and resistant, moderately resistant and susceptible clones

母樹親 Seed parent (plus-tree)	花粉親 Pollen parent	落葉病抵抗性クローン Resistant clone				落葉病中度抵抗性クローン Moderately resistant clone			落葉病感受性クローン Susceptible clone			精英樹 混合花粉 Mixed pollen of plus tree clones
		T33R-1004	T33R-1006	T33R-1013	T33R-1014	竜ヶ森 2 Ryugamori	竜ヶ森 9 Ryugamori	気仙沼 1 Kesennuma	竜ヶ森 1 Ryugamori	竜ヶ森 5 Ryugamori	野辺地 1 Nohezi	
金木 Kanagi	6											
むつ Mutu	5											
むつ Mutu	6											
盛岡 Morioka	2	⊙	⊙		⊙	●			●	⊙		○
盛岡 Morioka	3	⊙								⊙		
盛岡 Morioka	13	⊙	⊙		⊙	●			●	⊙		⊙
盛岡 Morioka	14											
盛岡 Morioka	15											
盛岡 Morioka	16											
盛岡 Morioka	17											
川井 Kawai	2	●	●		●					●		●
川井 Kawai	3	●	⊙		●		●		●	●		●
遠野 Toono	1	○	○	●	○	●	●		●	○		○
遠野 Toono	2	⊙	⊙		⊙					⊙		●
大槌 Oozuti	1	⊙			●		●			⊙		●
大槌 Oozuti	3	⊙	⊙		○	●	●		●	○		○
中新田 Nakaniida	3	○	○		○					○		○
白石 Siroisi	11	⊙	⊙	●	⊙	●	●		●	⊙		○
白石 Siroisi	12	●	●		●					●		●
白石 Siroisi	13	●	●		●	●				●		●
白石 Siroisi	14									●		
白石 Siroisi	15	○										
網走 Abasiri	34	○	⊙	●	○	●	●		●	⊙	●	○
石狩 Isikari	7	●	⊙		●					⊙		●
空知 Sorati	15				●							
胆振 Iburi	1	⊙	○	●	○	●	●		●	⊙		○
上田 Ueda	1									○		
岩村田 Iwamurata	9	⊙	⊙		⊙		●			⊙		○

注: 精英樹混合花粉は精英樹 (28クローン) の中で雄花の着生が認められなかったクローン (むつ 5, 盛岡 17, 白石 14) を除いた残り 25クローンの花粉を等量混合して用いた。

Note: Mixed pollen of plus tree clones is prepared from a equivalent volume of pollen collected from twenty-five plus tree clones except three plus tree clones, Mutu 5, Morioka 17, and Siroisi 14, which produced no pollen.

脱粒の悪い球果については、ピンセットを用いて人為的に種子を取り出した。得られた種子は、1973年3月まで温度1.0~2.0°C、湿度40~45%の種子貯蔵庫の中に貯蔵した。

II-3. 養苗の経過

苗木の養成は東北林木育種場の苗畑で1973年~1974年にかけて行った。

まきつけは1973年4月中旬に行い、まきつけに先だて、畑地には根切虫駆除のため殺虫剤(ダイアジン2%粉剤)を20 g/m²すき込んだほか、交配種子はウスプルン水溶液(1,000倍)で消毒した。まきつけ量は4 g/m²とし、焼土を用いて覆土した。

発芽後の管理は、発芽がみられた5月上旬に立枯病予防のためタチガレン700倍水溶液を数回散布した以外は、一般に行われている管理法に従った。翌1974年には床替を行った。

養苗期間中は立枯病はほとんど認められなかったが、ネキリムシによる食害と立枯病の罹病苗が若干認められた。

III 結果と考察

Table 1 (1), (2) には2か年にわたって実施した交配の規模を示した。この交配組み合わせは、当初の交配計画より、その規模を若干縮小している。その理由は、抵抗性と感受性個体の樹体が小さく、花芽の着生量が少なく、しかも、これらに対する開花の促進や花性転換の処理効果がでなかったことによるものである。

Table 2 と 3 には両年の人工交配の結果を示した。人工交配による球果の採取量についてみると授粉後に晩霜の被害をうけたものがあってもかかわらず、大部分の組み合わせから多くの球果が得られ、結果率は両年ともほぼ同じで、平均すると82.4%であった。

種子の生産量を各組み合わせごとの平均精選率でみると、1971年では、5.8~10.8%、1972年は3.3~8.1%の範囲で、2年間の平均では7.3%であった。人工交配に使用した母樹を種類ごとに区分して精選率を比較すると、1971年では抵抗性と感受性個体間の交配において平均8.0%、これに対し精英樹を雌親として用いた交配組み合わせでは平均8.5%と、ほとんど同じ値を示した。1972年の交配では、抵抗性と感受性個体間で平均5.7%に対し、精英樹を雌親にした交配組み合わせでは平均7.1%と少し高い値を示した。一般的に、両年とも中度抵抗性個体の花粉を用いた組み合わせに結果率や精選率に低い値が出ているが、この原因は中度抵抗性個体の雄花の着生が極端に少なく、そのため無理な花粉の採取を行った関係で、未熟な花粉が交配に使用されたためによるものではないかと思われる。

一般に、カラマツの精選率は重量率でみると、粗選で7.0%、精選で5.0%といわれており¹⁾、また、石田²⁾は3か年にわたってカラマツの精選率を調査したところ、約3.7~8.0%であったと述べており、これにくらべるとこの交配結果では精選率の若干高い組み合わせもあり、この理由としては、自然脱粒の悪い球果から人為的にピンセットで完全に種子を抽出したことによるものと考えられる。

Table 4 には得られた種子の充実率や苗木の生産状況等を総括して示した。

人工交配によって得られた種子から、どの程度の苗木生産が可能であるかを推定するため、ソフテックス(軟X線装置)による写真撮影によって、ごく一部の組み合わせを除いて交配種子の内容充実率を調べた。

1組み合わせあたりの種子数が少ないので、各組み合わせごとの種子の内容充実率は0~68%とかなり

Table 2. 1971 年の人工交配結果
Cone and seed yields in the controlled pollinations in 1971

母樹親 Seed parent	花粉親 Pollen parent	交配組合せ数 Number of mating combinations	採取球果数 Number of cones (個)	平均結果率 Rate of cone yield (%)	合計採種量 Seed weight (g)	平均精選率 Rate of seed weight to cone weight (%)
抵抗性 クローン Resistant clone	抵抗性 Resistant clone	3	9	50.0	2.3	10.8
	感受性 Susceptible clone	2	15	95.5	5.0	10.0
中度抵抗性 クローン Moderately resistant clone	抵抗性 Resistant clone	4	86	97.0	33.6	6.4
	中度抵抗性 Moderately resistant clone	2	44	100.0	15.9	5.8
	感受性 Susceptible clone	3	63	94.3	27.8	6.7
感受性 クローン Susceptible clone	抵抗性 Resistant clone	1	80	80.0	1.3	8.1
	中度抵抗性 Moderately resistant clone					
	感受性 Susceptible clone					
精英樹 クローン Plus tree clone	抵抗性 Resistant clone	35	689	77.8	189.6	9.0
	中度抵抗性 Moderately resistant clone					
	感受性 Susceptible clone	14	139	78.9	46.6	8.6
	精英樹混合花粉 Mixed plus tree clone	9	482	78.8	132.2	8.3
全 体	Total	73	1,661	83.6	454.3	8.2

Table 3. 1972 年の人工交配結果
Result of cone and seed yield produced by controlled pollinations in 1972

母樹親 Seed parent	花粉親 Pollen parent	交配組合せ数 Number of mating combinations	採取球果数 Number of cones (個)	平均結果率 Rate of cone yield (%)	合計採種量 Seed weight (g)	平均精選率 Rate of seed weight to dry cone weight (%)
抵抗性 クローン Resistant clone	抵抗性 Resistant clone					
	感受性 Susceptible clone	3	34	82.7	7.9	6.6
中度抵抗性 クローン Moderately resistant clone	抵抗性 Resistant clone	1	4	5.7	0.2	3.3
	中度抵抗性 Moderately resistant clone	2	33	100.0	8.2	4.8
	感受性 Susceptible clone					
感受性 クローン Susceptible clone	抵抗性 Resistant clone	4	89	92.8	28.1	8.1
	中度抵抗性 Moderately resistant clone	3	68	98.7	11.1	4.0
	感受性 Susceptible clone	3	70	96.0	17.1	7.2
精英樹 クローン Plus tree clone	抵抗性 Resistant clone	41	1,063	83.6	253.6	8.1
	中度抵抗性 Moderately resistant clone	16	465	86.9	91.7	7.5
	感受性 Susceptible clone	24	626	82.1	116.2	6.8
	精英樹混合花粉 Mixed plus tree clone	8	255	83.9	56.5	6.6
全 体	Total	105	2,707	81.2	590.6	6.3

Table 4. 人工交配苗
Nursery data of seedlings

母 樹 親 Seed parent	抵抗性クローン Resistant clone		中度抵抗性クローン Moderately resistant clone		
	抵 抗 性 Resistant clone	感 受 性 Susceptible clone	抵 抗 性 Resistant clone	中 度 抵 抗 性 Moderately resistant clone	感 受 性 Susceptible clone
系 統 数 Number of families	3	3	4	3	3
総 マ キ ツ ケ 数 Number of seeds sown	427	2,517	7,580	5,468	6,017
種子の平均内容充実率(%) Rate of full seed	28.3	39.3	28.5	10.2	22.3
平均発芽率(%) Germination rate	25.0	32.1	29.1	15.9	26.6
総 得 苗 数 Number of seedlings in autumn produced	150	720	1,892	829	1,357
平均得苗率(%) Tree per cent	23.4	30.1	25.5	15.9	22.7

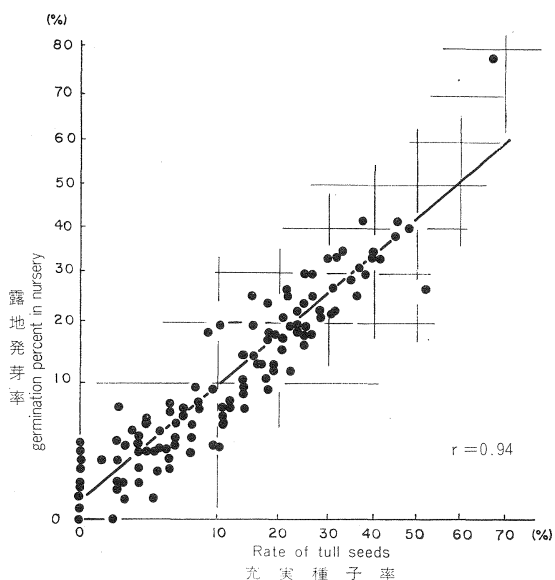


Fig. 1 充実種子率と露地発芽率

A relation of germination percent in nursery to the rate of full seeds.

のバラツキがみられたが全体を平均すると 21.0%であった。抵抗性、感受性個体間の交配からは 25 組み合わせ中 19 組み合わせについて調べたところでは充実率は 20.0% 以上を示した。精英樹を雌親として用いた組み合わせの中では、遠野 1 号、2 号、大槌 3 号、中新田 3 号、網走 34 号などで比較の高い充実率を示したが、その他の多くの組み合わせでは充実率が低かった。なかでも精英樹と中度抵抗性個体との交配では充実率が低く、平均するとわずかに 2.1% であった。この原因は前にも述べたように未熟花粉の使用によるものと思われる。

ここでは自然交配からの充実率を調べていなかったが、斎藤ら³⁾が採種園で自然授粉によってできたニホンカラマツの種子を切断法によって内容充実率を調べたところによれば、クローンによって違いはあるが 1.0~10.5% の範囲で、平均内容充実率が 6.5% であったと述べており、この人工交配での平均充実率 21.0% に比べると相当低い値である。また同氏ら⁴⁾は、カラマツ採種園で、人工交配の種子と自然交配の種子を切断法によって内容充実率を比較しているが、前者が平均 8.9% に対し、後者は平均 5.2% と若干人工交配で得られた種子の充実率が高い値を示したが、極端な違いを見ていない。しかし、交配適期中、数回花粉を人工媒助した場合、自然交配種子の内容充実率の平均 7.1% に対し、人工媒助して得た種子の内容充実率は平均 23.8% と極端に高い値を示している。カラマツの種

ば、クローンによって違いはあるが 1.0~10.5% の範囲で、平均内容充実率が 6.5% であったと述べており、この人工交配での平均充実率 21.0% に比べると相当低い値である。また同氏ら⁴⁾は、カラマツ採種園で、人工交配の種子と自然交配の種子を切断法によって内容充実率を比較しているが、前者が平均 8.9% に対し、後者は平均 5.2% と若干人工交配で得られた種子の充実率が高い値を示したが、極端な違いを見ていない。しかし、交配適期中、数回花粉を人工媒助した場合、自然交配種子の内容充実率の平均 7.1% に対し、人工媒助して得た種子の内容充実率は平均 23.8% と極端に高い値を示している。カラマツの種

の 養 苗 結 果 総 括
produced by controlled pollinations

感受性クローン Susceptible clone			精英樹クローン Plus tree clone				計 Total
抵抗性 Resistant clone	中度抵抗性 Moderately resistant clone	感受性 Susceptible clone	抵抗性 Resistant clone	中度抵抗性 Moderately resistant clone	感受性 Susceptible clone	精英樹 混合花粉 Mixed plus tree clone	
4	3	3	52	16	27	16	137
5,373	2,415	3,677	108,579	23,606	44,364	48,381	258,404
34.1	33.3	16.2	15.3	2.1	9.2	13.1	21.0
32.4	21.8	14.7	13.1	2.6	7.7	12.3	19.4
1,597	415	414	12,189	529	3,168	5,612	28,872
29.7	19.0	12.7	11.4	2.3	7.0	10.6	17.5

子の稔性を上げるために，授粉適期中人為的に数回繰り返し授粉するのも1つの方法かも知れない。

苗畑で発芽がみられてから約40日後の6月中旬に各組み合わせごとに発芽本数を調べた結果，全体の平均露地発芽率は19.4%であったが，中には80%近い発芽率を示した組み合わせもあり，その範囲は0~79%と大きかった。

種子の内容充実率と露地発芽率との関係は Fig. 1 のとおりで，両者は比較的良好に一致する傾向が認められた。

秋における得苗率は発芽調査時の本数に対し全体で87.0%であった。まきつけ数に対する得苗率は，抵抗性，感受性個体間交配では22.4%，精英樹を用いた交配では7.8%で，全体の平均では17.5%であった。

IV 摘 要

カラマツ落葉病抵抗性の遺伝様式解明のための検定用種苗を生産するため，抵抗性個体，感受性個体ならびに精英樹クローンを用いて人工交配を実施し，次の成果を得た。

1) 人工交配は1971年と1972年の2年間にわたって実行したが，母樹の花芽着生量とのかね合いから，当初の計画を下回る140組み合わせとなった。

2) 交配の結果は，結果率82.4%，種子の精選率7.3%で，交配の年度による違いはほとんどみられなかった。なお，一般に自然交配よりも精選率が若干高くなったのは，脱粒の悪い球果から種子をピンセットで抽出したためである。

3) ソフトックスによる種子の内容充実率の調査結果は全体の平均は21.0%で，抵抗性，感受性個体間の交配組み合わせの平均は26.5%と高かった。しかし，精英樹を雌親として用いた交配組み合わせでの平均が9.9%と低かった。これは中度抵抗性個体を花粉親にした組み合わせが2.1%と極端に低いことによるもので，この原因は未熟花粉の使用によるものと思われる。

4) 1973年に実行した種子のまきつけ成績は，露地発芽率で平均19.4%，まきつけ数に対する秋の得

苗率は平均 17.5% であった。露地発芽率は種子の内容充実率から推定した値とよく一致した。

(注) 交配についての年次ごとの詳細については、カラマツ落葉病の遺伝様式の解明に関するプロジェクト研究推進会議資料 (昭和 46 年～52 年) を参照されたい。

引用文献

- 1) 高橋松尾：カラマツ林業総説，日本林業技術協会，pp. 381, (1960)
- 2) 石田友安：カラマツ母樹と母樹林について，第 5 回青森宮林局造林技術分担研究報告会記録，3～5, (1952)
- 3) 斎藤幹夫・渡部 実：カラマツ採種園の着花および稔性について，第 70 回日林講演集，214～218, (1960)
- 4) 斎藤幹夫・丸岡富次郎・西岡利忠：カラマツ採種園における諸調査 (2)，北海道の林木育種，7(2)，13～25, (1965)

Results of Artificial Crossing between Resistant Clones to Needle Cast Disease and between Resistant and Plus Tree Clones in Japanese Larch

Misao WATANABE⁽¹⁾, Tsunesuke NOGUCHI⁽²⁾, Sakari CHAYABA⁽³⁾
and Tadashi KAWAMURA⁽⁴⁾

Summary

For studying the inheritance of resistance to needle cast disease in Japanese larch (*Larix leptolepis* GORD.), 140 mating combinations of controlled pollination were made in 1971 and 1972 between resistant clones and between resistant and plus tree clones. The number of seedlings obtained from these matings was about 29,000.

The rate of cone yield was 82.4 per cent and the rate of seed weight to dry cone weight was 7.3 per cent on an average of two years.

The rate of full seeds to total seeds that examined by means of soft-Xray photography was 21.0 per cent on an average in all combinations. These seeds were sown in the nursery in spring of 1973. The field germination percentage was 19.4 on an average and was in good agreement with the rate of full seeds. Tree per cent in the first autumn was 17.5.

Received June 22, 1979

(1) Tohoku Branch Station (Formerly, Tohoku Forest Tree Breeding Institute).

(2) Tohoku Forest Tree Breeding Institute.

(3) Aomori Regional Forestry Office (Formerly, Tohoku Forest Tree Breeding Institute).

(4) Kanto Forest Tree Breeding Institute (Formerly, Tohoku Forest Tree Breeding Institute).