

I S S N 0429 - 8403

林 業 試 験 場 時 報

第 3 4 号

昭 和 62 年 3 月

The Bulletin of Fukuoka-ken Forest
Experiment Station

No.34

March 1987

福 岡 県 林 業 試 験 場

福 岡 県 八 女 郡 黒 木 町

Fukuoka-ken Forest Experiment Station

Kuroki, Yame, Fukuoka, 834-12 Japan

内 容

(研 究 報 告)

激害地に残存するマツ家系等の材線虫病抵抗性の誘導……長 濱 三千治…… 1

激害地に残存するマツ家系等の 材線虫病抵抗性の誘導

福岡県林業試験場 長 濱 三千治

The Inductive Resistance of the Survived Pines in Great Damaged Areas against the Pine Wilt Disease

Michiharu NAGAHAMA

要 旨

マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業において、線虫接種検定で生き残ったクロマツ接ぎ木苗は、検定第1次合格クローンでなくても、翌年再度の線虫接種を行なったときに高い生存率を示し、前年の線虫接種により、抵抗性の誘導があることを推察した。

そこで、激害地に残存するクロマツ・アカマツ両樹種の自然交雑実生家系等の材線虫病に対する抵抗性の誘導について、温室に搬入した鉢上げ苗木と苗畑に植栽した苗木で検討した。

病原性が強い線虫 250、500頭 / 1本の少量接種を前接種、10,000頭 / 1本の多量接種を後接種として、クロマツについては、前年7月の後接種で生き残った苗木に更に後接種したものの生存率が最も高く、前年4・5月に前接種して枯死しなかった苗木に、翌年7月に後接種したものの生存率がそれに次いだ。同年4～6月と前年10月に前接種した苗木に7月に後接種したものは、前接種せずに後接種のみを実施した苗木（対照）と同程度の低い生存率であった。

これにより、クロマツの材線虫病抵抗性は7月下旬から8月の高温期の被害によって更に誘導され、翌年の高温期における強い被害に対しても強力な抵抗性を発揮して、高い生存率を示すと思われた。

アカマツは、温室に搬入した鉢上げ苗木では抵抗性の誘導が認められたが、クロマツほど大きな差はなく、苗畑では明確ではなかった。このことは、アカマツが生来もっている抵抗性がクロマツよりも強いためと思われた。

なお、両樹種の材線虫病抵抗性は家系によっても強弱が認められたが、誘導抵抗性についてはアカマツでは家系間差が明確でなく（激害地に残存していて抵抗性が強いのか？）クロマツについては家系による差異が認められ、しかも、温室と苗畑すなわち温度と土壌の乾燥度等により、誘導抵抗性の発現度が変化する家系も認められた。また、苗畑においては、植栽密度が高ければ、材線虫病抵抗性は弱い傾向にあった。

目 次

- I. はじめに
- II. 昭和55年から58年までの経過
- III. 材線虫病抵抗性の誘導実験
- IV. 考 察
- V. むすび

謝 辞

引用文献

Summary.

I. はじめに

松くい虫被害すなわちマツノザイセンチュウによる松枯れ被害^(18,30,52)は、ほとんど全国に及び、現在では北海道、青森県を除く東北地方にまでまんえんしている⁽⁴⁷⁾しかし、その決定的な防除は極めて困難なようであるところから、マツノザイセンチュウ抵抗性品種の育成が重要な問題と考えられている。そこで、我が国ではマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業として、和歌山県以西の近畿・中国5県、四国2県および九州7県と3国立林木育種場により、昭和53年度から実施され、抵抗性第2次検定合格クローンの決定もなされて、それらの接ぎ木クローンによって採種圃の造成が始まろうとしている⁽⁴⁾。

筆者は、このマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業に従事していて、県段階における選抜最終年度の昭和57年度線虫接種検定中に、マツの体内に材線虫病に対する抵抗性が誘導発生される現象を見出し、誘導抵抗性を利用したマツノザイセンチュウ抵抗性苗木の育成研究を思いついた。

後藤は⁽⁹⁾植物の抵抗性について、植物が病原細菌による感染発病の過程で、次のような抵抗反応によって病菌の侵入、増殖を防ぎ、発病を逃れ、被害を軽微にすませようとするとしている。すなわち、

- ① 植物の表面構造による抵抗性
- ② 感染後の防衛組織形成による抵抗性
- ③ 植物体成分による抵抗性
- ④ 過敏反応
- ⑤ 感染後生成する新しい成分による抵抗性
- ⑥ 獲得免疫
- ⑦ 共通抗原の欠除による抵抗性
- ⑧ 宿主特異とレクチン

である。

誘導抵抗性と呼ばれる現象は獲得免疫ともいわれ、近年、ウイルス病、細菌病、糸状菌などの疾病^(6,44)や林木では消原^(24-27,29)がマツの材線虫病で報告しており、加熱死菌または弱病原性系統や他の植物の病原菌等を事前に接種しておくで抵抗性が誘導され、発病しないか、発病しても病徴は著しく軽減されるものである⁽⁶⁾しかし、そ

の獲得免疫の機構については、ある種の酵素が植物体内のフェノール物質と病気にかかって発生する H_2O_2 等と相まって抵抗性を誘導することもあるといわれており⁽⁹⁾その解明は今後の研究の進展に期待される部分が多い。

この報告は、激害地に残存するクロマツ・アカマツの家系等を用いた材線虫病抵抗性の誘導実験から、同じマツノザイセンチュウで病原性が強い系統を少量事前に接種しておく、抵抗性が誘導される現象が見出されたので、現象面だけではあるが、今後のマツノザイセンチュウ抵抗性育種および松くい虫被害防除の参考として、取りまとめたものである。

II. 昭和55年から58年までの経過⁽³⁴⁾

昭和57年度マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業線虫接種検定の時に、前年度の同事業線虫接種検定において、クロマツ接ぎ木クローンで、10本中1～2本生き残った苗木を、その時は、線虫の接種が完全でなかったために生き残ったものと思い、全部枯れるつもりで再度線虫を接種したところ、23本中14本が生き残り、その生存率は60.8%であった。

この生存率は苗畑におけるものであるが、温室の鉢上げ苗木で実施した抵抗性育種事業線虫接種検定で得られた年度別樹種ごとの生存率よりも非常に高かったことから、前年の線虫接種による誘導抵抗性が、翌年まで残存維持されていることを推察した。

なお、昭和55年度から57年度の3か年に実施したマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業の線虫接種検定の結果と57年と58年に実施した誘導抵抗性維持確認のための実験結果を表—1に示す。

この表のとおり、58年には、56年度マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業の線虫接種検定（病原性中庸の線虫系統 島原⁽¹⁵⁾）で生き残ったクロマツ接ぎ木苗に再度線虫接種（病原性が強い線虫系統 S 6-1⁽¹⁵⁾）を行ったところ、その生存率は68.3%の高率を示し、マツの体内に抵抗性が誘導発生し、2年間維持されていることを確認した。

序

マツノザイセンチュウによる松枯損は北海道・青森を除く各地に発生し、農薬によるマダラカマキリの防除、立木駆除等の施行にもかかわらず、沈静まで至っていない。また、社会的問題も含めて、生物学的手法による防除の研究が各方面で行なわれている。

本報告は長濱専門研究員がマツノザイセンチュウ抵抗性育種事業の中で、再度ザイセンチュウを接種することによってザイセンチュウ病抵抗性が誘導されることを発見し、少量接種による誘導抵抗性を確証したものである。すなわち、ワクチン療法に類似するもので学術的にも稀な現象の確認である。

本報告が今後のマツクイ虫防除やその研究の一助になれば甚だ幸いとするものである。

福岡県林業試験場長 中 島 康 博

表—1 昭和55～58年マツノザイセンチュウ抵抗性試験

種 別	樹 種	線虫系統	接種年月日	接種本数	生存本数	生 存 率
昭和55年度マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業線虫接種検定	クロマツ テーダマツ	島 原 〃	55年8月5日 〃	本 3,585 48	本 1,193 48	% 33.3 100.0
昭和56年度マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業線虫接種検定	クロマツ テーダマツ	島 原 〃	56年7月14日 〃	3,060 49	88 13	2.8 26.5
昭和57年度マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業線虫接種検定	クロマツ テーダマツ アカマツ	島 原 〃	57年6月8日 〃 57年7月27日	4,051 29 2,956	244 10 481	5.5 34.5 16.2
昭和57年度材線虫病誘導抵抗性確認試験	※クロマツ (56年検定)	島 原	57年7月27日	23	14	60.8
昭和58年度材線虫病誘導抵抗性確認試験	※クロマツ (56年検定)	S 6-1	58年7月18日	60	41	68.3

※昭和57～58年度材線虫病誘導抵抗性確認試験は56年度検定で生き残ったものを使用して苗畑で実施

Ⅲ. 材線虫病抵抗性の誘導実験

1. 昭和59～60年に実施した抵抗性誘導実験⁽³⁴⁾ (1) 材料と方法

昭和59年の材料は、57年度マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業において線虫接種検定（線虫系統 島原⁽⁴⁵⁾）を実施したクロマツ接ぎ木苗41本とアカマツ接ぎ木苗35本、抵抗性育種事業候補木接ぎ木4年生苗木のクロマツ253本とアカマツ47本、一般造林用クロマツ実生6年生苗木88本、抵抗性育種事業クロマツ第1次検定合格木の自然交雑実生1回床替3年生苗木5家系755本の合計6種類1,219本である。

これらの苗木に、抵抗性誘導のため6月7日1,000頭/1本0.1ccの線虫少量接種（前接種と呼ぶ）を実施して、その後7月15日に抵抗性検定のため10,000頭/1本0.1ccの線虫多量接種（後接種と呼ぶ）を行った。使用した線虫系統は共にS 6-1⁽⁴⁵⁾である。また、線虫の接種は下枝の樹幹に近いところを剥皮して、それぞれの濃度に調整した0.1mlをマイクロピペットで接種した。

60年には、59年に抵抗性誘導実験を実施して生き残った各種苗木に、後接種のみを7月18日10,000

頭/1本0.1cc実施して抵抗性の検定を行った。用いた線虫系統は前年と同じS 6-1⁽⁴⁵⁾である。なお、抵抗性育種事業クロマツ第1次検定合格木の自然交雑実生3年生苗木は59年12月に床替えしている。

(2) 結 果

結果は表—2のとおりである。前接種を実施したのち後接種を行ったものと後接種のみ行ったものを比較しても、59年には全試験を通じて、前接種の加害が進行中に後接種を行って加害を増進させるようなこととなったためか、誘導抵抗性の確認はできなかった。

なお、クロマツの生存率は、一般種子6年生苗木が最小（生存率42.0%、健全率15.9%）で、次いで抵抗性候補木接ぎ木4年生苗木（56.5%、37.1%）で、抵抗性育種事業線虫接種検定実施苗木の生存率が最大（80.5%、80.5%）で、2年前の線虫接種検定による抵抗性の誘発が維持されていることを再確認した。また、クロマツ抵抗性第1次検定合格木の自然交雑実生3年生苗木の生存率は28.6%（健全率28.6%）で、アカマツの生存率は、線虫接種検定苗木と未検定苗木との差異は認められず、抵抗性の誘発有無は判然としなかった。

表—2 昭和59～60年の線虫前・後：後接種結果（苗畑）

調査期日			59 年 前 ・ 後 接 種						60 年 後 接 種									
			S59. 8/9		S59. 9/4		S59. 9/28		S59.9/28	S60. 8/14		S60. 8/29		S60.10/31		S60.10/31		
区 分		供 試 本 数	生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数	生存率	供 試 本 数	生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数	生存率	
クロマツ接ぎ木検定済 4年生苗		前・後接種	16	16	14	16	12	15	15	93.8	32	31	29	23	22	23	21	71.9
		後接種	25	25	25	22	16	18	18	72.0								
		計	41	41	39	38	28	33	33	80.5								
クロマツ接ぎ木4年生苗		前・後接種	151	142	134	110	88	93	66	61.6	93	91	89	76	71	73	70	78.5
		後接種	102	102	99	84	63	50	28	49.0								
		計	253	244	233	194	151	143	94	56.5								
クロマツ一般6年生苗		前・後接種	56	42	35	34	21	22	9	39.3	19	18	17	15	14	14	14	73.7
		後接種	32	32	30	26	10	15	5	46.9								
		計	88	74	65	60	31	37	14	42.0								
アカマツ接ぎ木検定済 4年生苗		前・後接種	16	14	14	13	13	13	13	81.3	31	31	31	31	31	31	31	100.0
		後接種	19	19	19	19	19	19	19	100.0								
		計	35	33	33	32	32	32	32	91.4								
アカマツ接ぎ木4年生苗		前・後接種	27	27	27	26	26	26	26	96.3	43	43	42	42	42	42	42	97.7
		後接種	20	20	19	18	18	18	18	90.0								
		計	47	47	46	44	44	44	44	93.6								
自然交雑実生 3年生苗	5家系全体	前・後接種	400	231	185	118	118	114	114	28.5	178	172	166	145	135	133	133	74.7
		後接種	355	218	176	106	106	102	102	28.7								
		計	755	449	361	224	224	216	216	28.6								
	220号	前・後接種	60	33	22	14	14	14	14	23.3	21	20	20	18	17	17	17	81.0
		後接種	47	28	19	11	11	11	11	23.4								
		小計	107	61	41	25	25	25	25	23.4								
234号	前・後接種	60	22	17	8	8	7	7	11.7	10	10	10	8	6	6	6	60.0	
	後接種	52	21	15	7	7	5	5	9.6									
	小計	112	43	32	15	15	12	12	10.7									
1158号	前・後接種	60	32	31	23	23	21	21	35.0	39	38	37	36	34	34	34	87.2	
	後接種	55	31	29	21	21	20	20	36.4									
	小計	115	63	60	44	44	41	41	35.7									
2098号	前・後接種	80	42	36	25	25	24	24	30.0	35	31	29	29	27	26	26	74.2	
	後接種	65	38	32	21	21	20	20	30.8									
	小計	145	80	68	46	46	44	44	30.3									
3100号	前・後接種	140	103	81	48	48	48	48	34.3	73	73	70	54	51	50	50	68.5	
	後接種	136	99	79	46	46	46	46	33.8									
	小計	276	202	160	94	94	94	94	34.1									

60年の後接種の生存率は、クロマツについては過去に実施した線虫1回目接種の何れの生存率よりもはるかに大きく、前年の線虫接種による抵抗性の誘発維持が明らかであった。

2. 昭和60～61年に実施した抵抗性誘導実験

(1) 材料と方法

60年には、附表のと通りの抵抗性育種事業第1次検定合格木等の自然交雑実生家系2回床替3年生苗木のクロマツとアカマツについて、苗畑に植栽した苗木と温室に搬入した鉢上げ苗木に、線虫前接種を春季4月16日と5月17日の2回に分け、接種頭数をそれぞれ250頭と500頭/1本0.1cc実施して抵抗性の誘発を図り、線虫後接種を7月18日10,000頭/1本0.1cc実施して抵抗性の検定を行った。また、秋季10月7日には、同じ苗畑に同時に床替していた同種の苗木について、前接種を500頭/1本0.1cc実施した。なお、春季における前接種苗木の幾らかは61年の後接種に供試し、

対照の後接種のみの試験区も60年と61年の2年に分けて実施した。

61年には、60年春季、秋季の前接種区と60年の後接種生き残り苗木および60年無接種区的全苗木について、7月1日に後接種10,000頭/1本0.1ccを実施して、誘導抵抗性の検定を行った。用いた線虫は共にS6-1⁽¹³⁾である。

なお、61年10月下旬には、後接種生き残りクロマツ健全苗木と60年秋季に前接種した苗木の隣接の無接種苗木について苗高を測定すると共に、温室における供試苗木の一部について、マツノザイセンチュウの生息状況を調査した。

(2) 結果

結果を樹種と場所ごとに取りまとめたものが表—3で、附表にはそれらを処理ごと家系ごとに詳しく示した。また、温室と苗畑の全試験区で供試されたクロマツ4家系の結果について表—4、表—5に示した。

表—3 昭和60～61年線虫前・後：後接種結果総括

樹種	処 理	60年前・後接種			61年後接種			全数に対する生存率	摘 要 系統数
		全供試 本 数	生 存 本 数	生存率 10/31	供 試 本 数	生 存 本 数	生存率 10/27		
温室 クロマツ	① 一・後：後接種	57	11	19.3	11	9	81.8	15.8	6
	② 前・後：後接種	194	21	10.8	16	12	75.0	6.2	
	③ 前・一：後接種	105	81	77.1	81	32	39.5	30.5	
	④ 一・一：後接種	35	35	100.0	35	6	17.1	17.1	
温室 アカマツ	① 一・後：後接種	50	15	30.0	14	13	92.9	26.0	5
	② 前・後：後接種	188	50	26.6	46	41	89.1	21.8	
	③ 前・一：後接種	114	97	85.1	95	77	81.1	67.5	
	④ 一・一：後接種	31	31	100.0	31	22	71.0	71.0	
苗畑 クロマツ	① 一・後：後接種	81	25	30.9	25	22	88.0	27.2	9
	② 前・後：後接種	291	99	34.0	95	84	88.4	28.9	
	③ 前・一：後接種	147	128	90.1	119	84	70.6	57.1	
	④ 一・一：後接種	36	36	100.0	35	16	45.7	45.7	
苗畑 アカマツ	① 一・後：後接種	60	50	83.3					6
	② 前・後：後接種	201	156	77.6					
	③ 前・一：後接種	66	60	90.9					
	④ 一・一：後接種	19	19	100.0					

表—4 昭和60～61年に実施した材線虫前・後：後接種結果

(1) 温室クロマツ

3 → 4 年生

調査期日	全 試 本 数	60 年 前 ・ 後 接 種				供 本 数	61 年 後 接 種				全 試 本 数	全 対 生 存 率
区 分		8 / 14	8 / 29	10 / 31	10 / 31		8 / 14	8 / 27	10 / 27	10 / 27		
		生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数	生 存 率	生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数	生 存 率	
6 4 号	4 7	33	29	25	23	40.4	1 9	19	14	14	11	21.3
1 0 6 2 号	5 9	39	33	33	24	35.6	2 1	17	15	11	11	18.6
3 1 0 0 号	8 0	64	54	47	40	48.8	3 8	17	14	14	10	17.5
3 1 0 2 号	6 1	38	30	21	17	24.6	1 4	11	6	6	5	9.8
A 4 月/ 250 頭前・後：後接種	3 1	18	15	11	3	6.5	2	2	2	2	1	6.5
a 4 月/ 250 頭前・一：後接種	1 7	16	13	13	13	76.5	1 3	8	7	4	3	17.6
B 5 月/ 250 頭前・後：後接種	3 3	21	15	13	9	15.2	5	4	3	3	3	15.8
b 5 月/ 250 頭前・一：後接種	1 9	16	15	16	15	78.9	1 5	13	9	9	8	47.4
C 一：後：後接種	3 7	26	18	10	8	21.6	8	8	6	6	4	16.2
c 一・一：後接種	2 2	22	22	22	22	100.0	2 2	10	7	6	5	18.1
D 5 月/ 500 頭前・後：後接種	2 6	16	13	7	4	3.8	0					0
d 5 月/ 500 頭前・一：後接種	2 0	16	16	16	16	80.0	1 6	11	8	9	9	40.0
E 4 月/ 500 頭前・後：後接種	3 1	15	12	10	6	12.9	3	2	2	2	1	6.5
e 4 月/ 500 頭前・一：後接種	1 1	8	7	8	8	72.7	8	6	5	4	4	36.4
① 一：後：後接種	3 7	26	18	10	8	21.6	8	7	6	6	4	16.2
② 前・後：後接種	1 2 1	70	55	41	22	9.9	1 0	8	7	7	6	5.8
③ 前・一：後接種	6 7	56	51	53	52	77.6	5 2	38	29	26	24	35.8
④ 一・一：後接種	2 2	22	22	22	22	100.0	2 2	10	7	6	5	18.2
全 体	2 4 7	174	146	126	104	38.1	9 2	64	49	45	39	

表—4 昭和60～61年に実施した材線虫前・後：後接種結果

(2) 苗畑クロマツ

3→4年生

調 査 期 日	全 供 試 本 数	60 年 前 ・ 後 接 種						供 試 本 数	61 年 後 接 種								全 数 に 対 す る 生 存 率
		8 / 14		8 / 29		10 / 31			10 / 31 生 存 率	8 / 14		8 / 27		10 / 27		10 / 27 生 存 率	
区 分		生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数			生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数		
6 4 号	3 6	28	23	21	16	12	12	33.3	1 2	7 7	6 6	6 6	6 6	50.0		16.7	
1 0 6 2 号	4 3	36	30	32	21	20	19	46.5	1 8	17 15	14 14	12 12	12 12	66.7		27.9	
3 1 0 0 号	7 2	64	50	55	42	40	38	55.6	3 9	35 34	34 34	32 30	32 30	82.1		44.4	
3 1 0 2 号	4 7 _{4m²}	41	34	33	27	25	25	53.2	2 3	22 22	21 21	21 21	21 21	91.3		44.7	
A 4月/ 250頭前・後：後接種	2 6	24	17	21	12	12	12	46.2	1 1	10 10	10 10	10 10	10 10	90.9		38.5	
a 4月/ 250頭前・一：後接種	1 1	10	10	10	10	10	10	90.9	9	9 9	7 7	6 6	6 6	66.7		54.5	
B 5月/ 250頭前・後：後接種	2 6	24	18	21	12	9 7	7	34.6	8	8 8	8 8	8 7	100.0		30.8		
b 5月/ 250頭前・一：後接種	1 5	14	14	14	14	14	14	93.3	1 3	11 9	9 9	8 8	8 8	61.5		53.3	
C 一・後：後接種	2 8	21	13	14 8	7 7	7	7	25.0	7	6 5	6 6	6 6	6 6	85.7		21.4	
c 一・一：後接種	1 2	12	12	12	12	12	12	100.0	1 2	8 8	7 7	7 7	7 7	58.3		58.3	
D 5月/ 500頭前・後：後接種	2 7	22	18	16	10 7	6	6	25.9	7	7 7	6 6	6 6	6 6	85.7		22.2	
d 5月/ 500頭前・一：後接種	1 3	10	10	10	10	10	10	76.9	9	9 9	9 9	8 8	8 8	88.9		61.5	
E 4月/ 500頭前・後：後接種	2 7	22	15	13 8	6 6	6	6	22.2	6	6 6	6 6	6 6	6 6	100.0		22.2	
e 4月/ 500頭前・一：後接種	1 3	10	10	10	10	10	10	76.9	1 0	7 7	7 7	6 5	6 5	60.0		46.2	
① 一・後：後接種	2 8	21	13	14 8	7 7	7	7	25.0	7	6 5	6 6	6 6	6 6	85.7		21.4	
② 前・後：後接種	1 0 6	92	68	71 42	34 31	32.1		3 2	31 31	30 30	30 29	30 29	93.8		28.3		
③ 前・一：後接種	5 2	44	44	44 44	44 44	84.6		4 1	36 34	32 32	28 27	28 27	68.3		60.9		
④ 一・一：後接種	1 2	12	12	12 12	12 12	100.0		1 2	8 8	7 7	7 7	7 7	58.3		58.3		
⑤ 10月前：後接種	(160/8 m ²)							(1 6 0)	(83 65)	(73 60)	(70 57)	(43.8)	(43.8)				
⑥ 一・一：後接種	(82/4 m ²)							(8 2)	(40 29)	(32 27)	(30 26)	(36.6)	(36.6)				
全 体	1 9 8	169	137	141	106	97 94	49.0	9 2	81 78	75 75	71 69						

$$\begin{array}{c} | \\ \infty \\ | \end{array}$$

福·岡県林業試験場時報第34号

60年においては、春季4、5月の前接種による抵抗性の誘発は、表—3の60年の①②の生存率を比較すると明らかな差はなく、59年6月の前接種と同様、後接種が前接種の加害を増進させるようなこととなったためか、確認できなかった。なお、線虫接種による生存率はアカマツがクロマツよりも大きく、堂園・清原・橋本^(2,20)など^(16,37,40,49)と同じ傾向であった。また、大山ら⁽³⁹⁾、鈴木^(49,11)と同じように温室での生存率は苗畑における生存率よりも小さかった。なお、前年秋季10月に前接種したものは、61年7月1日に後接種した後も含めて、8月5日頃まで枯損は皆無で、橋本・清原・鈴木^(9,21,23,29)と同じ傾向であった。

61年の後接種によるクロマツの生存率は、60年に後接種して生き残ったものに再接種した場合は、表—1の57～58年誘導抵抗性確認試験の生存率や表—2の60年後接種の生存率と同様な高率を示し、後接種なしの前接種のみでも相当に高率の生存苗木があり、清原^(26,29)の傾向と同じく、抵抗性が誘発維持されていることが判明した。そして、クロマツの誘導抵抗性は苗畑より温室においてより大きく表われていた。ただし、温室における生存率は全般的に苗畑におけるものよりも低く60年の結果や他の報告^(11,39,49,50)と同じように高温と乾燥土壌のもとでは枯損被害が大きいことを示していた。なお、材線虫病抵抗性は誘導抵抗性も含めて、家系によって強弱が認められたが、温室と苗畑すなわち温度と土壤乾燥度により、その発現度が変化する家系も認められた。また、表—4のとおり、苗畑においては植栽密度が高ければ、材線虫病抵抗性は弱く、竹下ら⁽⁵⁰⁾の指摘と同様であった。

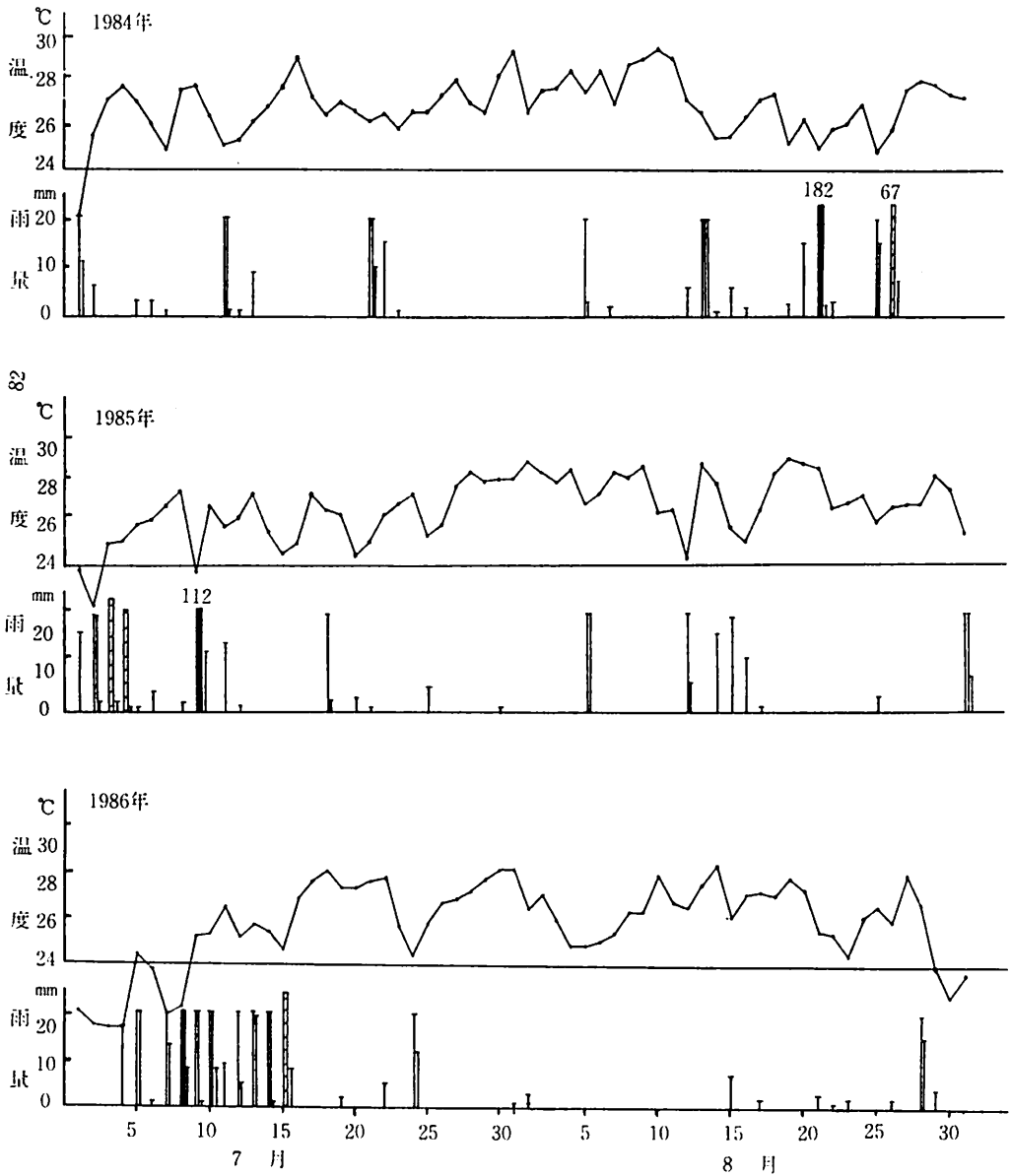
アカマツについては、温室においては抵抗性の誘導があることは判明したが、苗畑における枯損は皆無で、クロマツのような抵抗性の誘発は判然としなかった。このことは、アカマツはクロマツに比べて、それ自体の抵抗性が強いためであろう。

また、クロマツ・アカマツ共に、60年は61年に比べて線虫接種による枯損率が高かったが、これは、59年12月に苗木を床替して、60年7月の後接種と61年7月の後接種の、1年間の生育期間差による苗木の大きさと生育状況の良否がその生存率に表われたものと思われる。加えて、図—1のと

おり、61年は7月下旬に適当な降雨があり、8月上旬の気温も例年よりは低目であったために、マツノザイセンチュウの増殖・加害が進行しなかったためであろう。^(1,7,14,19,21,39,49,50)なお、60年と61年の2年間の通算3回に及ぶ線虫接種では、清原ら⁽²⁰⁾など^(48,51)と同じように、小さい苗木は大きい苗木よりも枯死するものが多かった。

61年11月上旬に、この実験の生存苗木の苗高を測定し、その一部健全苗木について、表—5に示した。60年10月に前接種した苗木は、61年7月に後接種したために、61年7月の後接種のみの苗木とは明らかな生長差は認められないが、後者よりも幾分か苗高が低い傾向にあるようで、春季の潜行的な被害の影響がその生長に若干表われているようである。もちろん、無接種苗木に比べて、61年後接種した苗木の生長は劣っている。特に、60年に線虫接種した苗木は、61年に後接種だけした苗木に比較して明らかな生長差が認められ、マツノザイセンチュウの被害はその苗木が枯死しなくても、生長状況は極端に劣悪化し、古野ら⁽⁵⁾と同じ傾向を示していた。また、生存苗木は写真1～2のような悪い形状を示したものがあり、年を経ると共に生長状況は一層劣悪化し、大山ら⁽³⁹⁾など⁽⁵³⁾が指摘した写真3～4のような曲り木若しくは二又木等となるものと思われる。

なお、61年11月上旬の実験終了期に、温室における供試木のうち、クロマツNo. 64系統苗木についてマツノザイセンチュウの生息状況を調査した。線虫接種により枯死した苗木は、樹体全部にわたって線虫が多数生息していたが、健全な苗木は後接種と前：後接種の区別なく、枝の接種部分および主幹の移行部分についても線虫の生息確認はできなかった。ただし、後：後接種と前・後：後接種して接種部から先が枝枯れしたものについては、枯死枝には多数の線虫が生息していたが、枯れていない部分については線虫の生息はほとんど確認できず、大山ら⁽⁴¹⁾など^(42,43,46,49)と同じ傾向であった。ただし、線虫接種点に早1頭だけ生息していたものがあつたが、枯死部から移動してきたものと思われる。



図一 1 夏季の気象条件 (1984年～1986年)

Ⅳ. 考 察

昭和55年度マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業線虫接種検定から61年の材線虫病抵抗性の誘導実験までの経過結果により、抵抗性が誘導される過程と生存マツの形態形成について考えてみたい。

春季4・5・6月に人工的に前接種されたマツノザイセンチュウでは、これまでの多くの報告^(8, 13, 22, 28, 46, 49)のとおり、7月下旬頃までは枯れが現われず、8月上旬から中旬にかけて枯れがはじめ、特に、7月中旬の後接種があって、前・後の接種が相まって加害を増進するような形で大きな枯損となってゆく。このことは、多くの報告^(1, 7-12, 14, 18, 19, 21-23, 28, 30, 32, 39, 46, 49, 50)が指摘するように、線虫の増殖・加害には25℃を中心とした高温と土壤乾燥による水分生理が大きく関係するのであろう。また、前年秋季の前接種も同年春季の前接種と同じく、橋本ら⁽⁹⁾、清原・鈴木^(21, 23, 29)が指摘したように、夏季高温までの枯死は全然ない。

実験的には7月に後接種すると、気温が高くなるにつれて線虫も増殖しはじめ、夏季の高温と土壤の乾燥からマツが水分生理的な水ストレス⁽⁴⁶⁾を起す時期になって、さらに、線虫の大量増殖と加害を受け、大量苗木の枯死を招く。そして、この時期に枯死を免れて生き残ったものが、翌年夏季の高温期に線虫加害に対する抵抗性を強く表わすところから、この高温期の線虫加害を経過しないと抵抗性は誘導されないものようである。

従って、一般的には6月や7月初めに線虫が樹体に侵入し、マツ自体は夏季高温期になる前に相当な加害を受けて、生育が危いような状態になっていると思われ、それに夏季高温初期の線虫大量増殖による大きな加害が、水ストレスからの生育困難状況にあるマツに相当な打撃となって、抵抗性を誘発する以前に枯死するものと思われる。そして、生き残ったマツは、線虫の増殖が抑制され、消失していることから、線虫の加害から自己を保護するために、線虫を殺すかあるいは生息が困難になるような何らかの抵抗性物質（抗生物質などの生理活性物質か？）が誘導生成されるものと思われる。

この抵抗性は、マツの生育活力と温度および土壌の水分条件等微妙な生理生態的な関係と、マツ自体が有する遺伝的抵抗性の誘導発揮度とがかみ合って誘導生成されるものと思われ、55年度マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業線虫接種検定の生存苗木が多かったのも、前年12月に鉢上げして、温室に搬入し、8月6日の最高気温期に線虫接種を実施したために、マツノザイセンチュウの増殖加害とこれに対するクロマツの抵抗性誘導がかみ合って、7月中旬の線虫接種よりは抵抗性が強く表われ、生存苗木が多くなったものと思われる。

なお、この誘導抵抗性は、1回の線虫前接種により、2年後までは維持されていることは判明しているが、誘導維持の年数については不明である。また、誘導抵抗性に及ぼす前接種の線虫密度の影響およびアカマツとクロマツの樹種間差や系統間差など今後解明されるべき問題は多い。

また、材線虫病被害を受けて生き残った抵抗性マツの形状は非常に悪く、線虫の接種回数が多くなると更らに形状は劣悪化する。これは、小谷・佐々木・山本ら^(45, 47, 54)による線虫が分泌するセルラーゼがマツの柔細胞を溶解破壊するということから起る現象か、森ら⁽³³⁾によるエチレン生成のためか、また、抵抗性物質生成のために起る現象か、今後解明されるべき問題である。

Ⅴ. む す び

マツの材線虫病抵抗性の誘導は、夏季の高温期の加害を経過して出現するもののようであり、クロマツについては、マツノザイセンチュウが同一系統であっても、強い抵抗性が誘導された。

この前接種によるマツの材線虫病抵抗性の誘導機構とその性質を明らかにすることは、未だ充分に解明されているとはいえないマツノザイセンチュウの病原性機構を解明するの一つの手段とも思われ、ひとり植物病理学関係者のみならず、広く植物遺伝・育種学関係者や化学・生化学関係者の積極的な協力が必要と思われる。

そして、マツノザイセンチュウの病原性機構の解明により、病原性発現の人為的制御による新しい防除とマツの持つ誘導抵抗性反応系の被害防除への活用が展開されるものと思われる。

謝 辞

この研究を実施するにあたり、植物病理関係について種々のご教示とマツノザイセンチュウの提供をいただいた当場小河誠司専門研究員、供試材料の育成管理と線虫接種に協力をいただいた福島敏彦専門研究員、宮原文彦主任技師、田形正義技師、山本雅敏技師、甲斐田哲雄技師ほか造林課の皆さん、本文の取りまとめに協力をいただいた宮原文彦主任技師と野田 亮技師、および、研究の遂行全般にご鞭撻とご配慮をいただいた中島康博場長、池田一雄前場長、小川一夫庶務課長の皆さんに厚くお礼を申し上げます。

引 用 文 献

- 1) 堂園安生・清原友也 (1971) : 菌糸培養法によるマツノザイセンチュウの増殖温度, 日林九支研論25, 160~161
- 2) ———・————・橋本平一 (1973) : マツ種類別にみたザイセンチュウの樹体内移動, 日林九支研論26, 183~184
- 3) ———・吉田成章 (1974) : *Botrytis cinerea* 菌上におけるマツノザイセンチュウの増殖に対するロジスチック曲線の適用, 日林誌56, 146~148
- 4) 藤本吉幸 (1985) : マツノザイセンチュウ抵抗性育種事業 —これまでの成果— 林木の育種137, 11~14
- 5) 古野東洲・二井一植 (1982) : マツノザイセンチュウ接種クロマツの生育 —とくに生存木の生育について— 日林論93, 409~410
- 6) 後藤正夫 (1981) : 新植物細菌病学, 173~194, ソフトサイエンス社, 東京
- 7) 橋本平一・堂園安生 (1973) : マツ丸太中における材線虫の増殖, 日林九支研論26, 185~186
- 8) ———・清原友也・堂園安生 (1973) : マツの健全木中における材線虫生息の可能性, 日林九支研論26, 189~190
- 9) ———・———— (1973) : マツノザイセンチュウの樹体内移動 (Ⅲ), 日林論84, 330~332
- 10) ———・———— (1975) : マツノザイセンチュウ接種木におけるいわゆる「持ち越し」について, 日林九支研論28, 169~170
- 11) ———・堂園安生・清原友也・鈴木和夫 (1976) : マツノザイセンチュウの密度別接種および分枝接種後の樹幹内の線虫密度, 日林九支研論29, 203~204
- 12) ———・千原賢次 (1976) : 温度変化をあたえた条件下におけるマツノザイセンチュウ接種苗の加害性について, 日林論87, 237~238
- 13) ———・高木潤治・佐々木重行 (1981) : マツの材線虫病の治療効果について, 日林論92, 373 ~ 375
- 14) 堀田 隆・橋本平一・増田隆哉 (1975) : 温度条件の変化とマツノザイセンチュウの動態および加害性との関係, 日林論86, 303~304
- 15) 茨城親義・大庭喜八郎・戸田忠雄・橋本平一・清原友也 (1978) : マツノザイセンチュウ23系統のクロマツ苗木に対する病原性のちがい, 日林九支研論31, 211~212
- 16) 金川 侃・岸 洋一 (1982) : 選抜木とその自然交雑苗のマツノザイセンチュウ病抵抗性, 日林論93, 193~195
- 17) 喜多 弘 (1986) : 森林被害の状況, 山林1230, 55~60
- 18) 清原友也・徳重陽山 (1971) : マツ生立木に対する線虫 *Bursaphelenchus* sp. の接種試験, 日林誌53, 210~218
- 19) ——— (1973) : マツノザイセンチュウを接種したクロマツ苗の発病に及ぼす温度の影響, 日林誌84, 334~335
- 20) ———・堂園安生・橋本平一・小野 馨 (1973) : マツノザイセンチュウの接種密度と加害力, 日林九支研論26, 191~192
- 21) ———・鈴木和夫 (1975) : クロマツ樹体内におけるマツノザイセンチュウの季節的消長, 日林論86, 296~298
- 22) ———・————・橋本平一 (1975) : 接種初期のマツノザイセンチュウの動態, 日林論86, 299~300
- 23) ———・———— (1976) : 接種時期を異にしたマツ樹体内でのマツノザイセンチュウの個体数推移, 日林論87, 227~228
- 24) ——— (1981) : マツノザイセンチュウ弱病原性線虫の前接種による強病原性線虫の加害性の抑制 (予報), 日林論92, 371~372
- 25) ——— (1982) : マツ材線虫病における誘導抵抗性, 日林九支研論35, 161~162
- 26) ——— (1983) : マツ材線虫病に対する誘導抵抗性 —抵抗性誘導におよぼす前接種密度の影響— 日林九支研論36, 191~192

- 27) ——— (1984) : マツ材線虫病に対する誘導抵抗性 —抵抗性誘導の樹種間の比較— 日林九支研論37, 171~172
- 28) ———・堂園安生 (1986) : マツノザイセンチュウの病原力と増殖力の関係, 日林九支研論39, 157~158
- 29) ——— (1985) : マツ材線虫病における誘導抵抗性について, 森林防疫399, 2~5
- 30) 小林享夫 (1980) : 日本植物病理学史, 樹木 19 2~199, 日本植物病理学会
- 31) 真宮靖治・田村弘忠 (1977) : マツノザイセンチュウの接種をうけたアカマツ苗の蒸散量の変化, 日林誌59, 59~63
- 32) ——— (1980) : マツノザイセンチュウの接種による当年生アカマツ苗の発病とその病態解剖, 日林誌62, 176~183
- 33) 森 徳典・井上敏雄 (1986) : マツノザイセンチュウによるマツ樹幹のエチレン生成とその誘導因子としてのセルラーゼ, 日林誌68, 43~50
- 34) 長瀬三千治 (1985) : マツ枯損抗体苗木の育成, 全国林業試験研究機関協議会会誌19, 46~47
- 35) 小河誠司・中島康博・萩原幸弘 (1973) : マツ枯損防止に関する研究資料, 福岡県林業試験場研究資料2, 3~27
- 36) 大庭喜八郎・戸田忠雄・西村慶二・岩下禮治, 松永健一郎 (1977) : マツノザイセンチュウの人工接種による系統別マツ苗の生存率, 日林九支研論30, 67~68
- 37) ———・西村慶二・戸田忠雄・立仙雄彦 (1977) : マツノザイセンチュウの人工接種による母樹別マツ苗の生存率, 日林九支研論30, 69~70
- 38) 大山浪雄・齊藤 明 (1973) : マツノザイセンチュウ接種木の枝曲り病, 日林九支研論26, 197~198
- 39) ———・川述公弘・齊藤 明 (1975) : マツノザイセンチュウ接種クロマツ苗の発病に及ぼす土壤乾燥の影響, 日林九支研論28, 107~108
- 40) ———・————— (1975) : マツ枯損微害地・激害地土壤による栽培マツのマツノザイセンチュウ抵抗性の違い, 日林九支研論28, 109~110
- 41) ———・白石 進 (1980) : マツノザイセンチュウ病抵抗性マツの特性, 日林九支研論33, 205~206
- 42) ———・—————・福島 勉・知念正義 (1983) : 材線虫病抵抗性マツつぎ木クローンにおける抵抗性要因の解析, 日林九支研論, 36, 105~106
- 43) ———・—————・高木哲夫 (1986) : マツノザイセンチュウ病抵抗性マツのつぎ木クローンにおける抵抗性要因の解析, 林木の育種140, 17~21
- 44) 大内成志 (1986) : 植物病害における抵抗性並びに受容性の誘導に関する研究, 日植病報52, 371~373
- 45) 小谷圭司・佐々木恵彦・西山嘉彦・山本直樹 (1985) : マツノザイセンチュウの加水分解酵素によってひき起されるマツの材線虫病の初期症状 —セルラーゼの病原物質としての可能性— (英文), 日林誌67, 366~372
- 46) ———・—————・山本直樹・西山嘉彦・田村弘忠 (1985) : マツの材線虫病の発病との関連でみた2種の類縁線虫 —マツノザイセンチュウとニセマツノザイセンチュウのマツ苗中の分散と増殖— (英文), 日林誌67, 398~403
- 47) 佐々木恵彦 (1986) : マツノザイセンチュウ病とマツノザイセンチュウの排出するセルラーゼとの関係, 研究ジャーナル86—7, 35~41, 農林水産技術情報協会
- 48) 白石 進・大山浪雄・高木哲夫・川述公弘 (1978) : マツ母樹別実生苗に対するマツノザイセンチュウ接種結果, 日林九支研論31, 57~58
- 49) 鈴木和夫 (1984) : マツの水分生理状態と材線虫病の進展, 林試研報325, 97~124
- 50) 竹下敬司・萩原幸弘・小河誠司 (1975) : 西日本におけるマツの立枯れ環境, 福岡県林業試験場時報24, 1~45
- 51) 戸田忠雄・藤本吉幸・西村慶二・山手廣太・前田武彦 (1986) : 交雑マツ (クロマツ×タイワンアカマツ) のマツノザイセンチュウ抵抗性, 日林九支研論39, 67~68
- 52) 徳重陽山, 清原友也 (1969) : マツ枯死木中に生息する線虫 *Bursaphelenchus* sp., 日林誌51, 193~195
- 53) ———・森本 桂 (1969) : マツの枝曲り病, 日林九支研論23, 183~184
- 54) 山本直樹・小谷圭司・佐々木恵彦・西山嘉彦 (1986) : マツノザイセンチュウによるセルラーゼの分泌とその運動軌跡における検出 (英文), 日林誌68, 237~240

summary

The pine grafting plantlets which survived after inoculation test with pine wood nematode (*Bursaphelenchus xylophilus*) showed high survival rate when they were inoculated them once again in the next year.

It seemed that pine's resistance against the pine wilt disease was induced by the inoculation in the previous year, and it might be kept about two years or more.

The induction of resistance were examined on about open pollination seedlings of Kuromatsu (*Pinus thunbergii*) and Akamatsu (*P. densiflora*) which survived in great damaged areas. Some seedlings were potted and carried into greenhouse (on hot and dry condition), and others were left in nursery (on natural condition).

Kuromatsu seedlings which survived after "major inoculation" (10,000 nematodes per one seedling on July in the previous year) showed the highest survival rate after "inoculation test" (10,000 nematodes per one seedling on July in the test year).

Then, the seedlings which survived after "minor inoculation" (250-500 nematodes per one plantlet) on April or May in the previous year showed secondary survival rate.

The seedlings which were done "the minor inoculation" on October in the previous year or on April, May or June in the test year showed low survival rate as much level as control ones.

It seems that since the resistance of Kuromatsu against pine wilt disease were induced by suffering the nematodes' damage in the hot summer (from late July to August), the Kuromatsu showed the strong resistance against the strong attack of the nematodes in next summer, and high survival rate were occurred.

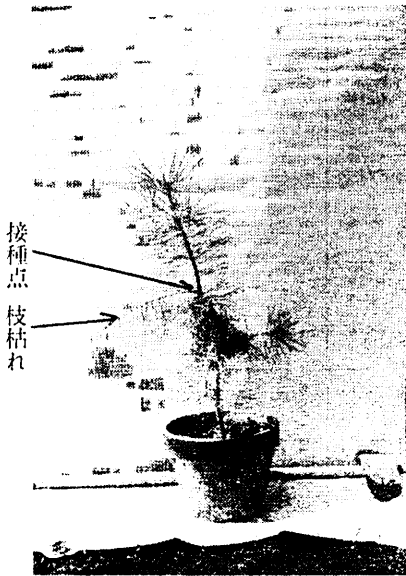
On the other side, the Akamatsu seedlings in a greenhouse showed the induction of resistance, too, but the induction level was lower than that of Kuromatsu. The seedlings in nursery did not show apparent induction.

Since Akamatsu has stronger resistance in itself than Kuromatsu, the difference of induction level between two pine species was occurred.

The resistances among the families in each pine species differed each other. But the difference of inductive resistance were not clear among each Akamatsu families. They survived in great damaged areas by the nematodes, so they might have strong resistances by nature.

Induced resistance of Kuromatsu showed clear differences among families, and in some families the differences between greenhouse seedlings and nursery ones depended on temperature and soil moisture.

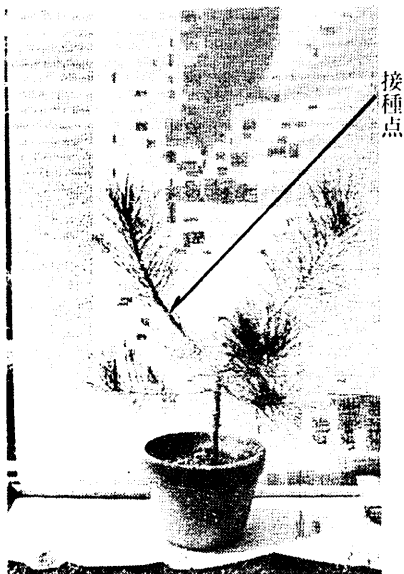
The seedlings in high density condition tended to be lower resistance in nursery.



写真—1 供試生存苗木(枝枯れ)



写真—3 激害地残存木



写真—2 供試生存苗木
(前年梢頭枯れ)



写真—4 激害地残存木

附表—1 昭和60～61年に実施した材線虫前・後：後接種結果

(1) 温室内クロマツ

3→4年生

調 査 期 日	全 供 試 本 数	60 年 前 ・ 後 接 種						供 試 本 数	61 年 後 接 種								全 数 に 対 する 生 存 率
		8 / 14		8 / 29		10 / 31			生 存 率	8 / 14		8 / 27		10 / 27		生 存 率	
区 分	生 存 本 数	健 全 本 数	生 存 本 数	健 全 本 数	生 存 本 数	健 全 本 数	生 存 率	生 存 本 数		健 全 本 数	生 存 本 数	健 全 本 数	生 存 本 数	健 全 本 数	生 存 率		
6 4 号	4 7	33	29	25	23	19	19	40.4	1 9	19	14	14	11	10	10	52.6	21.3
1 0 6 2 号	5 9	39	33	33	24	21	21	35.6	2 1	17	15	11	11	11	11	52.3	18.6
1 1 5 8 号	5 7	42	41	36	28	22	22	38.6	2 1	9	9	8	7	7	7	33.3	12.3
1 2 9 9 号	8 7	67	49	43	36	32	32	36.8	3 0	20	15	13	13	11	9	36.7	12.6
3 1 0 0 号	8 0	64	54	47	40	39	39	48.8	3 8	16	14	14	12	14	10	36.8	17.5
3 1 0 2 号	6 1	38	30	21	17	15	14	24.6	1 4	11	6	6	5	6	5	42.9	9.8
A 4 月/ 250 頭前・後：後接種	4 8	31	27	22	9	5	5	10.4	4	4	4	4	4	4	3	100.0	8.3
a 4 月/ 250 頭前・一：後接種	2 7	25	22	22	22	20	20	74.1	2 0	12	11	7	6	6	6	30.0	23.1
B 5 月/ 250 頭前・後：後接種	5 2	34	24	22	15	7	7	3.5	7	6	5	5	5	5	5	71.4	9.6
b 5 月/ 250 頭前・一：後接種	3 0	25	24	24	23	24	24	80.0	2 4	17	13	12	11	11	10	45.8	36.7
C 一・後：後接種	5 7	44	28	15	12	11	11	19.3	1 1	11	9	9	7	9	8	81.8	15.8
c 一・一：後接種	3 5	35	35	35	35	35	35	100.0	3 5	13	11	9	8	6	5	17.1	17.1
D 5 月/ 500 頭前・後：後接種	4 4	28	21	14	7	3	3	6.8	1	0	0	0	0	0	0	0	0
d 5 月/ 500 頭前・一：後接種	2 9	23	23	23	23	23	23	79.3	2 3	15	10	11	11	10	10	43.5	34.4
E 4 月/ 500 頭前・後：後接種	5 0	23	19	14	8	6	5	12.0	4	4	3	3	2	3	2	75.0	1.0
e 4 月/ 500 頭前・一：後接種	1 9	15	13	14	14	14	14	73.7	1 4	10	7	6	5	5	3	35.7	26.3
① 一・後：後接種	5 7	44	28	15	12	11	11	19.3	1 1	11	9	9	7	9	8	81.8	15.8
② 前・後：後接種	1 9 4	116	91	72	39	21	20	10.8	1 6	14	12	12	11	12	10	75.0	6.2
③ 前・一：後接種	1 0 5	88	82	83	82	81	81	77.1	8 1	54	41	36	33	32	29	39.5	30.5
④ 一・一：後接種	3 5	35	35	35	35	35	35		3 5	13	11	9	8	6	5	17.1	17.1
全 体	3 9 1	283	236	205	168	148	147		1 4 3	92	73	66	59	59	52	41.3	15.1

附表—1 昭和60～61年に実施した材線虫前・後：後接種結果

(2) 温室内アカマツ

3→4年生

調 査 期 日	全 供 試 本 数	60 年 前 ・ 後 接 種						全 供 試 本 数	61 年 後 接 種						全 数 に 対 す る 生 存 率
		8 / 14		8 / 29		10 / 31			生 存 率	8 / 14		8 / 27		10 / 27	
区 分	生存 健全 本数 本数	生存 健全 本数 本数	生存 健全 本数 本数	生存 健全 本数 本数	生 存 率	生存 健全 本数 本数	生存 健全 本数 本数	生 存 率		生存 健全 本数 本数	生存 健全 本数 本数	生存 健全 本数 本数	生存 健全 本数 本数	生 存 率	
2 4 0 号	7 7	63 57	59 49	47 47	61.0	4 4	42 40	38 35	38 36	86.4	49.4				
4 1 2 号	8 7	71 63	60 48	46 46	52.9	4 2	39 34	36 33	34 33	81.0	39.1				
4 1 8 号	7 0	58 43	39 33	30 30	42.9	3 0	25 24	25 24	25 24	83.3	35.7				
4 6 3 号	7 7	61 55	52 36	36 35	46.8	3 6	29 26	26 25	26 24	72.2	33.8				
5 4 2 号	7 2	54 47	49 41	34 34	47.2	3 4	32 32	32 32	30 29	88.2	41.7				
A 4 月 / 250 頭前・後：後接種	4 4	32 24	25 14	9 9	20.5	9	9 9	9 9	9 9	100.0	20.5				
a 4 月 / 250 頭前・一：後接種	2 6	22 21	21 21	21 21	80.8	2 0	18 17	17 16	17 16	85.0	65.4				
B 5 月 / 250 頭前・後：後接種	5 0	35 29	29 18	15 15	30.0	1 2	11 11	11 10	11 10	91.7	22.0				
b 5 月 / 250 頭前・一：後接種	2 6	23 22	22 22	22 22	84.6	2 1	18 17	16 16	16 16	76.2	61.6				
C 一：後：後接種	5 0	39 29	27 17	15 15	30.0	1 4	14 14	13 13	13 13	92.9	26.0				
c 一：一：後接種	3 1	31 31	31 31	31 31	100.0	3 1	26 23	23 22	22 19	71.0	71.0				
D 5 月 / 500 頭前・後：後接種	4 9	35 29	26 17	13 12	26.5	1 3	12 11	10 8	9 8	69.2	18.4				
d 5 月 / 500 頭前・一：後接種	3 3	32 32	32 32	30 30	90.9	3 0	25 21	24 22	23 22	76.7	69.7				
E 4 月 / 500 頭前・後：後接種	4 5	32 22	21 11	13 13	28.9	1 2	12 12	12 12	12 12	100.0	26.7				
e 4 月 / 500 頭前・一：後接種	2 9	26 26	25 24	24 24	82.8	2 4	22 21	22 21	21 21	87.5	72.4				
① 一：後：後接種	5 0	39 29	27 17	15 15	30.0	1 4	14 14	13 13	13 13	92.9	26.0				
② 前・後：後接種	1 8 8	134 100	101 60	50 49	26.6	4 6	44 43	42 39	41 39	89.1	21.8				
③ 前・一：後接種	1 1 4	103 101	100 99	97 97	85.1	9 5	83 76	79 75	77 75	81.1	67.5				
④ 一：一：後接種	3 1	31 31	31 31	31 31	100.0	3 1	26 23	23 22	22 19	71.0	71.0				
全 体	3 8 3	307 265	259 207	193 192	41.9	1 8 6	167 156	157 149	153 146	82.3	39.9				

激虫地に残存するマツ家系等の材線虫耐性性の結果

附表—1 昭和60～61年に実施した材線虫前・後：後接種結果

(3) 苗畑クロマツ

3→4年生

調 査 期 日	全 供 試 本 数	60 年 前 ・ 後 接 種						供 本 試 数	61 年 後 接 種						全 数 に 対 す る 生 存 率		
		8 / 14		8 / 29		10 / 31			8 / 14		8 / 27		10 / 27				
		生 存 本 数	健 全 本 数	生 存 本 数	健 全 本 数	生 存 本 数	健 全 本 数		生 存 本 数	健 全 本 数	生 存 本 数	健 全 本 数	生 存 本 数	健 全 本 数		生 存 率	
区 分																	
6 4 号	3 6	28	23	21	16	12	12	33.3	1 2	7	7	6	6	6	6	50.0	16.7
1 8 0 号	7 5	68	57	60	46	41	37	55.9	4 0	38	36	30	30	28	27	70.0	37.3
1 0 5 0 号	6 8	61	53	57	44	38	37	55.9	3 8	37	36	33	31	30	28	78.9	44.1
1 0 6 2 号	4 3	36	30	32	21	20	19	46.5	1 8	17	15	14	14	12	12	66.7	27.9
1 1 5 8 号	5 4	52	47	48	41	39	37	72.2	3 8	37	36	34	34	31	30	81.6	57.4
1 2 9 9 号	6 8	58	43	44	39	38	37	55.9	3 7	34	34	33	33	31	31	83.8	45.6
3 1 0 0 号	7 2	64	50	55	42	40	38	55.6	3 9	35	34	34	34	32	30	82.1	44.4
3 1 0 2 号	4 7	41	34	33	27	25	25	53.2	2 3	22	22	21	21	21	21	91.3	44.7
3 1 6 3 号	9 2	72	59	65	42	35	32	38.0	3 1	25	22	22	22	15	15	48.4	16.3
A 4月/ 250頭前・後：後接種	7 2	64	45	56	36	30	30	38.9	2 9	28	28	27	26	26	26	89.7	36.1
a 4月/ 250頭前・一：後接種	3 5	30	30	30	30	30	30	85.7	3 1	26	25	20	20	18	18	58.1	51.4
B 5月/ 250頭前・後：後接種	8 1	69	52	60	40	32	26	39.5	2 9	28	25	27	26	27	24	93.1	33.3
b 5月/ 250頭前・一：後接種	4 3	39	39	39	39	39	39	90.7	3 5	32	30	28	28	24	23	68.6	55.8
C 一・後：後接種	8 1	70	48	52	31	25	22	30.9	2 5	24	23	23	23	22	22	88.0	27.2
c 一・一：後接種	3 6	36	36	36	36	36	36	100.0	3 6	29	29	21	21	16	16	44.4	44.4
D 5月/ 500頭前・後：後接種	7 1	58	49	46	28	24	20	33.8	2 2	21	21	20	20	19	19	86.4	26.8
d 5月/ 500頭前・一：後接種	3 5	30	30	30	30	29	28	82.8	2 6	25	23	26	26	22	21	84.6	62.9
E 4月/ 500頭前・後：後接種	6 7	54	37	36	18	13	13	19.4	1 3	12	12	12	12	12	12	92.3	17.9
e 4月/ 500頭前・一：後接種	3 4	30	30	30	30	30	30	88.2	3 1	26	25	23	23	20	19	64.5	58.8
① 一・後：後接種	8 1	70	48	52	31	25	22	30.9	2 5	24	23	23	23	22	22	88.0	27.2
② 前・後：後接種	2 9 1	245	183	198	122	99	89	34.0	9 5	89	86	86	84	84	81	88.4	28.9
③ 前・一：後接種	1 4 7	129	129	129	129	128	127	90.1	1 1 9	109	103	97	97	84	81	70.6	57.1
④ 一・一：後接種	3 6	36	36	36	36	36	36	100.0	3 5	29	29	22	21	16	16	45.7	45.7
全 体	5 5 5	480	396	418	318	288	274		2 7 6	252	241	227	225	206	200	74.6	37.1

附表—1 昭和60～61年に実施した材線虫前・後：後接種結果

(4) 苗畑アカマツ

3→4年生

調 査 期 日	全 供 試 本 数	60 年 前 ・ 後 接 種						供 本 数	61 年 後 接 種								全 対 生 存 率
		8 / 14		8 / 29		10 / 31			生 存 率	8 / 14		8 / 27		10 / 27		生 存 率	
		生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数			生 存 率	生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数	生 存 率		
区 分																	
2 0 1 号	4 8	45	36	45	34	33	33	68.8									
4 1 2 号	6 4	60	57	54	51	53	53	82.8									
4 1 8 号	6 8	61	60	59	57	59	58	86.8									
5 1 8 号	5 9	56	51	51	47	48	47	81.4									
5 4 3 号	6 6	64	63	64	63	62	61	93.9									
5 4 4 号	4 1	35	32	34	30	30	30	73.2									
A 4 月/ 250 頭前・後：後接種	4 6	42	38	39	34	34	33	73.9									
a 4 月/ 250 頭前・一：後接種	1 4	13	13	12	12	12	12	85.7									
B 5 月/ 250 頭前・後：後接種	5 5	52	44	48	40	40	40	72.7									
b 5 月/ 250 頭前・一：後接種	1 9	18	18	18	18	18	18	94.7									
C 一：後：後接種	6 0	54	51	53	49	50	49	83.3									
c 一・一：後接種	1 9	19	19	19	19	19	19	100.0									
D 5 月/ 500 頭前・後：後接種	5 3	49	46	49	42	44	44	83.0									
d 5 月/ 500 頭前・一：後接種	1 7	15	15	15	15	15	15	88.2									
E 4 月/ 500 頭前・後：後接種	4 7	44	40	39	38	38	37	80.9									
e 4 月/ 500 頭前・一：後接種	1 6	15	15	15	15	15	15	93.8									
① 一：後：後接種	6 0	54	51	53	49	50	49	83.3									
② 前・後：後接種	2 0 1	187	168	175	154	156	154	77.6									
③ 前・一：後接種	6 6	61	61	60	60	60	60	90.9									
④ 一・一：後接種	1 9	19	19	19	19	19	19	100.0									
全 体	3 4 6	321	299	307	282	285	282										

激害地に残存するマツ家系等の材線虫耐抵抗性の調査

(1) 温室クロマツ

[illegible]

(2) 温室アカマツ

[illegible]

附表—2 昭和60~61年に実施した材線虫前・後：後接種の家系別結果

(3) 苗畑クロマツ

調査期日		60 年 前 ・ 後 接 種					61 年 後 接 種								全数に 対する 生存率
		S60. 8/14		S60.10/31		S60.10/31	S61. 8/14		S61. 8/27		S61.10/27		S61.10/27		
区 分	供 試 本 数	生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数	生存率	供 試 本 数	生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数	生存 本数	健全 本数	生存率	
64 号															
① 一・後：後接種	6	2	1	0	0	0.0	0								0.0
② 前・後：後接種	19	17	13	3	3	15.8	3	2	2	1	1	1	1	33.3	5.3
③ 前・一：後接種	8	6	6	6	6	75.0	6	3	3	3	3	3	3	50.0	37.5
④ 一・一：後接種	3	3	3	3	3	100.0	3	2	2	2	2	2	2	66.7	66.7
180 号															
① 一・後：後接種	11	10	8	5	4	45.5	5	5	5	5	5	5	5	100.0	45.5
② 前・後：後接種	40	35	26	13	11	32.5	13	13	11	10	10	10	10	76.9	25.0
③ 前・一：後接種	19	18	18	18	17	94.7	17	15	15	12	12	11	10	64.7	57.8
④ 一・一：後接種	5	5	5	5	5	100.0	5	5	5	3	3	2	2	40.0	40.0
1050号															
① 一・後：後接種	12	12	9	4	4	33.3	4	4	4	4	4	4	4	100.0	33.3
② 前・後：後接種	36	31	26	17	16	47.2	17	16	15	16	14	15	13	88.2	41.7
③ 前・一：後接種	15	13	13	12	12	80.0	12	12	12	10	10	9	9	75.0	64.3
④ 一・一：後接種	5	5	5	5	5	100.0	5	5	5	3	3	2	2	40.0	40.0
1062号															
① 一・後：後接種	5	5	3	1	1	20.0	1	1	0	1	1	1	1	100.0	20.0
② 前・後：後接種	27	20	16	8	7	29.6	6	6	6	6	6	6	6	100.0	22.2
③ 前・一：後接種	10	10	10	10	10	100.0	10	9	8	7	7	5	5	50.0	50.0
④ 一・一：後接種	1	1	1	1	1	100.0	1	1	1	0	0	0	0	0.0	0.0
1158号															
① 一・後：後接種	6	6	6	6	6	100.0	6	6	6	5	5	4	4	66.7	66.7
② 前・後：後接種	27	25	20	12	10	44.4	12	12	12	12	12	12	12	100.0	44.4
③ 前・一：後接種	17	17	17	17	17	100.0	16	16	15	14	14	13	12	81.3	76.5
④ 一・一：後接種	4	4	4	4	4	100.0	4	3	3	3	3	2	2	50.0	50.0
1299号															
① 一・後：後接種	11	10	4	1	1	9.1	1	1	1	1	1	1	1	100.0	9.1
② 前・後：後接種	33	27	18	16	15	48.4	15	14	14	14	14	14	14	93.3	42.4
③ 前・一：後接種	19	16	16	16	16	84.2	16	15	15	14	14	14	14	87.5	73.6
④ 一・一：後接種	5	5	5	5	5	100.0	5	4	4	4	4	2	2	40.0	40.0
3100号															
① 一・後：後接種	9	9	6	4	4	44.4	4	3	3	3	3	3	3	75.0	33.3
② 前・後：後接種	36	32	21	13	11	36.1	13	13	13	13	13	13	12	100.0	36.1
③ 前・一：後接種	22	18	18	18	18	81.8	17	16	15	15	15	13	12	76.5	59.1
④ 一・一：後接種	5	5	5	5	5	100.0	5	3	3	3	3	3	3	60.0	60.0
3102号															
① 一・後：後接種	8	5	3	2	2	25.0	2	2	2	2	2	2	2	100.0	25.0
② 前・後：後接種	24	23	18	10	10	41.6	10	10	10	10	10	10	10	100.0	41.7
③ 前・一：後接種	12	10	10	10	10	83.3	8	8	8	7	7	7	7	87.5	58.3
④ 一・一：後接種	3	3	3	3	3	100.0	3	2	2	2	2	2	2	66.7	66.7
3163号															
① 一・後：後接種	13	11	8	2	0	15.4	2	2	2	2	2	2	2	100.0	15.4
② 前・後：後接種	49	35	25	7	6	14.3	6	4	4	4	4	3	3	50.0	6.1
③ 前・一：後接種	25	21	21	21	21	84.0	18	15	12	12	12	9	9	50.0	36.0
④ 一・一：後接種	5	5	5	5	5	100.0	5	4	4	1	1	1	1	20.0	20.0

(4) 苗畑アカマツ

[illegible]

Contents
(Article)

Michiharu NAGAHAMA ; The Inductive Resistance of the Survived Pines
in Great Damaged Areas against the Pine Wilt Disease 1

林 業 試 験 場 時 報
第 34 号

昭和62年3月26日 印刷

昭和62年3月30日 発行

発 行 所 福岡県林業試験場
〒 834-12 福岡県八女郡黒木町今1314-1
電話09434(2)0078

印 刷 麻生園印刷部
福岡県八女郡星野村麻生
電話094352 - 3162

福岡県行政資料	
分類記号 P F	所属コード 0803104
登録年度 62	登録番号 0003