

上賀茂および白浜試験地における 外国産マツのマツ枯れ被害

—マツ属のマツノザイセンチュウに対する抵抗性—

古野東洲・中井 勇・上中幸治・羽谷啓造

ま え が き

マツクイムシの被害と考えられ、いろいろと対策が講じられたが、被害を終らせることができなかった日本のアカマツ (*Pinus densiflora*), クロマツ (*P. thunbergii*) の枯死の原因がマツノザイセンチュウ (*Bursaphelenchus xylophilus* STEINER and BUHRER) の発見、加害の確認¹⁾によって明らかになって以来すでに20数年を経過した。枯死原因の発見により、研究も進展し、大いなる効果が期待されたが、マツ枯れは終息する気配はない。近年、京都市周辺ではますます被害が拡大していると思われる。

京都大学農学部附属演習林では昭和30年頃から世界のマツ属を収集し、その生育状況を、上賀茂試験地および白浜試験地で調査している。上賀茂試験地にはガラス室での育成種を含めて、世界に分布しているマツ属各種の約8割を集め、このうち51種は野外に植栽されている。初期に導入された種では植栽後40年を越え、すでに生育の良否も判定され、28種には種子が実っている²⁾。

白浜試験地は、上賀茂試験地より暖かいため、メキシコ原産種や東南アジア原産種が植栽されている。また、早くから日本に導入され、その生育のよいことが確認されていたテーダマツ (*P. taeda* L.) やスラッシュマツ (*P. elliottii* ENGEL.) が植栽密度試験、肥培試験のために実験林として育成されていた。

マツノザイセンチュウによるマツ属の枯死については、その発見以後、接種試験^{3,4)}、被害状況の調査⁵⁻⁹⁾など数多くの報告がある。さらに、二井・古野¹⁰⁾は、すでに多くの外国産マツを対象にマツノザイセンチュウを苗木を含む幼齢木に接種し、マツ属各種の抵抗性を明らかにしている。上賀茂、白浜試験地に植栽された外国産マツが、この接種試験結果を証明している現象もみられるが、反面やや異なった事実もみられる。本報告ではこれらについても現象面で改めて検証する。

上賀茂、白浜試験地に植栽されたマツ属各種のマツノザイセンチュウによる枯死状況については10年前に一部報告⁶⁾しているが、その後の枯死の経過を加えてとりまとめ、総合的にマツ属のマツノザイセンチュウに対する抵抗性を判定した。

マツ属の植栽以後今日まで見本林、実験林の手入れ管理に努力された上賀茂、白浜試験地の関係教職員の各位に厚く御礼申し上げる。

Tooshiu FURUNO, Isamu NAKAI, Kōji UENAKA and Keizō HAYA

The Pine Wilt upon the exotic Pine-species introduced in Kamigamo and Sirahama Experiment Stations of Kyoto University — Various Resistances among Genus *Pinus* to Pine Wood Nematode, *Bursaphelenchus xylophilus* STEINER and BUHRER —

調査地の概況

上賀茂試験地は京都市北区上賀茂本山に、白浜試験地は和歌山県西牟婁郡白浜町立ヶ谷に在り、前者におけるマツ枯れは恒常型で、後者は激害型である。

上賀茂試験地におけるマツ枯れは1965年頃から天然生のアカマツに発生し始め、防除の結果被害は軽微のまま終息するかと思われたが、1976年の最低の被害を境に増大に転じ、とくに1987年には被害本数2,000本、材積300m³を越え、以後収まる気配はない¹¹⁾。試験地内の被害木は毎年必ず伐倒駆除（外国産マツ属見本林がある構内中心部では持ち出して焼却、天然生アカマツの周辺部では薬剤散布）を行っているが、薬剤の効果の不十分さ、試験地外隣接山林の被害木の処理の不十分さも手伝い、マツ枯れを急速に軽減させることは困難な現状である。このような被害量の増大は、上賀茂試験地に導入、収集されているマツ属見本林や実験林へも影響を及ぼし、枯れる個体が現れ、マツノザイセンチュウに対する抵抗性が弱い種では、すでに植栽木すべてが枯死したのも現れている。

白浜試験地におけるマツ枯れも1966年のクロマツの2本から始まり、以後紀南地方にみられた激害の経過を辿り、天然生のクロマツ、アカマツの大部分が枯れている。試験地62haの半分に相当する1～7林班（32ha）では1978年には天然生広葉樹類より梢が上部に出て高く育っているクロマツ、アカマツはその90%を越えるものが枯れている¹²⁾。残されたものも現在はその1/3も生存していない。このようなマツ枯れ激害地に植栽された外国産マツ属も例外ではなく、マツノザイセンチュウに対する抵抗性の弱い種では次々と枯死している。反面、マツ枯れ激害地に植栽されてもテーダマツやスラッシュマツはほとんど枯れず、これまでに数本が枯死しただけで数千本が生育を続けている。

調査結果および考察

1. マツ属の生育状況

上賀茂および白浜試験地に植栽され、調査の対象になったマツ属は変種を含めて、上賀茂試験地では47種類、白浜試験地では19種類で両試験地合わせて52種類である。

表-1, 2には各調査木の現状を、図-1, 2にはそれぞれの植栽位置を示した。

表-1, 2には見本林として少数が集団に植栽されている“見本林”および調査、試験林分として植栽されている“実験林”に分けて植栽地が示されている。

マツ属の生育状況、とくに上賀茂試験地に育てられているものについては、すでに報告した²⁾のでここでは詳しくは述べないが、*P. taeda* や *P. elliotii* のように北米大陸東海岸に原産する種で生育が良く、西海岸原産種では悪いことは明白である。さらに東南アジア（アジア大陸）原産種は生育の良いものが多く、ヨーロッパ大陸原産種の生育は悪い²⁾。

白浜試験地に植栽されたマツ属については、上賀茂試験地におけるような生育状況をまとめた報告はないが、ほぼ上賀茂試験地に準じて、*P. taeda* や *P. elliotii* の生育は良い。しかしメキシコ原産種ではマツ枯れが目立ち、生育は良くない。

2. マツ枯れの現状

2-1. 上賀茂試験地におけるマツ枯れ

植栽以後マツ枯れ以外の原因による減少個体を除いて、生存率を求め、植栽後の年数（林齢）別に示すと図-3のようになる。図中の番号は表-1の種名に付けたものである。

生存率80%以上のものは CRITGHFIELD and LITTLE¹³⁾の分類による *Strobi* 亜節に属するもの6種

表-1 上賀茂試験地での調査木の現況

番号	種名	林齢	生育場所	生存個体の大きさ		生存本数 (本)	生存率 (%)
				胸高直径(cm)	樹高(m)		
1	<i>P. armandi</i> FRANCHET	37	見本林	5~11	6~9	7	38.9
2	<i>P. fenzeliana</i> HAND.-MAZ.	9	見本林	2~4	4~5	8	100
3	<i>P. griffithii</i> McCLELLAND	20	実験林	3~5	4~8	108	83.1
4-1	<i>P. koraiensis</i> SIEB. et ZUCC.	36	見本林	14~19	9~11	52	67.5
4-2	"	22	実験林	13~18	8~11	134	28.5
5	<i>P. morrisnicola</i> HAYATA	27	見本林	17~34	15~18	10	100
6	<i>P. huangshanensis</i> HSIA	8	見本林	3~7	4~6	15	100
8-1	<i>P. massoniana</i> LAMB	34	実験林	24~42	18~22	21	27.6
8-2	"	23	見本林	14~23	15~18	25	67.6
9-1	<i>P. tabulaeformis</i> CARR.	35	見本林	16~34	16~19	3	60.0
9-2	"	21	見本林	5~7	5~7	10	83.3
10	<i>P. monticola</i> DOUGL.	25	見本林	5~21	7~10	4	80.0
11-1	<i>P. strobus</i> L.	38	見本林	10~30	8~14	22	95.7
11-2	"	36	見本林	14~29	12~15	25	100
11-3	"	33	見本林	13~31	15~24	60	96.8
12-1	<i>P. banksiana</i> LAMB.	37	見本林	7~16	6~10	9	69.2
12-2	"	37	採種園	7~13	6~10	8	80.0
13	<i>P. clausa</i> (CHAPM.) VASEY	19	見本林			21	100
14	<i>P. contorta</i> DOUGL.	19	見本林	4~9	5~7	9	33.3
15	<i>P. contorta</i> V. <i>latifolia</i> ENGELM.	23	見本林	4~10	5~7	6	28.6
16-1	<i>P. echinata</i> MILL.	39	見本林	13~26	8~13	22	100
16-2	"	32	見本林	11~35	10~18	23	100
16-3	"	18	実験林	8~19	6~13	140	100
17-1	<i>P. elliptica</i> ENGELM.	39	見本林	18~36	15~25	16	100
17-2	"	35	実験林	13~28	11~21	250	100
17-3	"	31	実験林	17~35	15~26	450	100
18	<i>P. jeffreyi</i> GREV. & BALF.	36	見本林	6~8	4~5	4	36.4
19	<i>P. muricata</i> D. DON	41	見本林	—	—	0	0
20-1	<i>P. palustris</i> MILL.	37	実験林	15~18	15~23	61	100
20-2	"	19	見本林	8~14	7~11	90	100
21	<i>P. ponderosa</i> LAWS.	39	見本林	8~15	5~7	22	46.8
22	<i>P. ponderosa</i> V. <i>spocolum</i>	34	見本林	—	—	0	0
23	<i>P. pungens</i> LAMB.	39	見本林	13~25	7~10	24	100
24	<i>P. radiata</i> D. DDON	40	見本林	10~26	6~13	24	20.4
25	<i>P. rigida</i> MILL.	39	見本林	15~27	12~14	29	93.5
26-1	<i>P. taeda</i> L.	40	見本林	18~37	12~21	20	100
26-2	"	37	見本林	25~40	14~25	25	100
26-3	"	34	実験林	17~35	14~24	350	100
27	<i>P. virginiana</i> MILL.	39	見本林	8~27	13~15	24	100
28	<i>P. ayacahuite</i> EHRENBERG	37	採種園	19~40	12~18	5	41.7
29	<i>P. ayacahuite</i> V. <i>brachyptella</i> SHAW	37	見本林	10~18	9~10	7	33.3
30	<i>P. cooperi</i> BLANCO	26	見本林	8~19	5~9	2	16.7
31	<i>P. durangensis</i> MARTINEZ	26	見本林	28~37	15~16	3	33.3
32-1	<i>P. engelmannii</i> CARR.	26	見本林	8~29	7~11	8	40.0
32-2	"	20	見本林	8~20	7~10	137	79.2
33-1	<i>P. greggii</i> ENGELM.	26	見本林	11~43	7~17	16	72.7
33-2	"	20	見本林	7~15	6~9	22	64.7
34	<i>P. hartwegii</i> LINDL.	26	見本林	7	5	1	20.0
35	<i>P. leiophylla</i> SCH. & DEPPE	20	見本林	8~15	6~9	59	54.6
38-1	<i>P. patula</i> SCHL. & CHAM.	39	見本林	18~41	11~14	9	81.8
38-2	"	26	見本林	15~20	10~13	2	20.0
40-1	<i>P. rudis</i> ENDL.	26	見本林	10~20	6~10	5	41.7
40-2	"	20	見本林	5~16	5~10	92	55.8
41	<i>P. peuce</i> GRISEBACH	38	見本林	10~27	10~14	17	94.4
42	<i>P. laricio</i> V. <i>calabrica</i> LOUD.	37	見本林	12~19	8~11	4	19.0
43	<i>P. laricio</i> V. <i>corsicana</i> LOUD.	37	見本林	6~22	5~10	8	27.6
44	<i>P. laricio</i> V. <i>pallasiana</i> ENDL.	36	見本林	22~23	10~11	2	20.0
45-1	<i>P. nigra</i> ARN.	23	実験林	10~13	6~9	6	6.0
45-2	"	20	見本林	6~15	6~8	13	28.3
46	<i>P. nigra</i> V. <i>austraca</i> ASCHRS.	36	見本林	8~17	6~8	5	23.8
47	<i>P. nigra</i> V. <i>banatica</i>	36	見本林	15~30	11~15	5	21.7
48-1	<i>P. pinaster</i> AIT.	40	見本林	18~28	11~13	10	14.1
48-2	"	35	実験林	17~28	11~16	25	12.0
48-3	"	22	見本林	8~18	7~14	104	47.3
49	<i>P. pinea</i> L.	39	見本林	19~22	7~9	3	23.1
50	<i>P. sylvestris</i> L.	37	見本林	4~8	3~5	2	7.1
51	<i>P. sylvestris</i> V. <i>hamata</i>	19	見本林	5~8	4~7	5	20.0
52	<i>P. sylvestris</i> V. <i>rigensiss</i> LOUD.	38	見本林	—	—	0	0

表-2 白浜試験地での調査木の現況

番号	種名	林齢	生育場所	生存個体の大きさ		生存本数 (本)	生存率 (%)
				胸高直径(cm)	樹高(m)		
3	<i>P. griffithii</i> McCLELLAND	21	見本林	—	—	0	0
7-1	<i>P. khasya</i> ROYLE	19	実験林	—	—	0	0
7-2	〃	8	見本林	3~6	2~4	2	10.0
8-1	<i>P. massoniana</i> LAMB.	34	実験林	14~21	9~15	12	27.3
8-2	〃	12	見本林	16~20	10~12	4	36.4
11	<i>P. strobus</i> L.	12	見本林	5~8	5~6	27	81.8
12	<i>P. banksiana</i> LAMB.	13	見本林	3~4	4~5	5	55.6
17-1	<i>P. elliotii</i> ENGELM.	32	実験林	15~28	13~17	285	98.3
17-2	〃	30	実験林	13~28	16~21	445	98.9
17-3	〃	30	実験林	19~28	14~19	44	95.7
17-4	〃	13	見本林	13~19	11~15	10	100
25-1	<i>P. rigida</i> MILL.	13	見本林	10~12	6~8	16	88.9
25-2	〃	13	見本林	7~10	5~6	8	80.0
26-1	<i>P. taeda</i> L.	32	実験林	16~30	13~18	576	98.5
26-2	〃	13	見本林	13~18	5~6	4	80.0
26-3	〃	12	見本林	21~28	13~18	28	93.3
28	<i>P. ayacahuite</i> EHRENBERG	21	見本林	—	—	0	0
32-1	<i>P. engelmannii</i> CARR.	21	見本林	11~19	4~9	26	29.9
32-2	〃	17	見本林	—	—	0	0
33-1	<i>P. greggii</i> ENGELM.	21	見本林	14~24	9~17	6	9.2
33-2	〃	17	見本林	12~13	9~16	4	30.8
35-1	<i>P. leiophylla</i> SCH. & DEPPE	21	見本林	4~5	3~5	6	6.4
35-2	〃	17	見本林	—	—	0	0
36	<i>P. michoacana</i> MARTINEZ	21	見本林	7~17	5~12	4	22.2
37	<i>P. oocarpa</i> SCHIEDE	21	見本林	11~18	5~8	2	5.1
39-1	<i>P. pseudostrobus</i> LINDL.	21	見本林	7~19	3~7	3	18.8
39-2	〃	17	見本林	16~31	9~13	2	50.0
40-1	<i>P. rudis</i> ENDL.	21	見本林	4~7	3~4	6	6.6
40-2	〃	17	見本林	—	—	0	0
45	<i>P. nigra</i> ARN.	13	見本林	—	—	0	0
48	<i>P. pinaster</i> AIT.	8	見本林	4~6	3~5	8	42.1

(*P. strobus*, *P. monticola*, *P. peuce*, *P. griffithii*, *P. morrisonicola*, *P. fenzeliana*), *Australes* 亜節の6種 (*P. palustris*, *P. taeda*, *P. echinata*, *P. rigida*, *P. pungens*, *P. elliotii*), *Contortae* 亜節の3種 (*P. banksiana*, *P. virginiana*, *P. clausa*), *Sylvestres* 亜節の2種 (*P. tabulaeformis*, *P. huangshanensis*), *Oocarpace* 亜節の1種 (*P. patula*) の17種である。

Australes 亜節の6種は上賀茂試験地に植栽されているすべての種で90%以上の生存率を示し、*P. rigida* を除いて他の5種は未だマツノザイセンチュウによって1本も枯れていない。*Contortae* 亜節の3種では *P. banksiana* に被害がみられるが、他の2種は健全である。採種園に1本植栽されている *P. clausa* は隣に植栽されている *P. ayacahuite* が3本枯れたにもかかわらず健全に生育している(写真No.7)。*P. banksiana* では生存率69%の一群もあり、マツノザイセンチュウ接種試験¹⁰⁾でも一部の個体が枯れているので強抵抗性より次のランクに入るものと考えたい。*Strobi* 亜節の6種は2種を除いて数本の枯死がみられるが、現状ではマツノザイセンチュウに対して強い抵抗性をもっているものと考えられる。しかし、年齢の若い *P. fenzeliana* や調査個体の少ない *P. monticola* の今後の観察は必要と思われる。

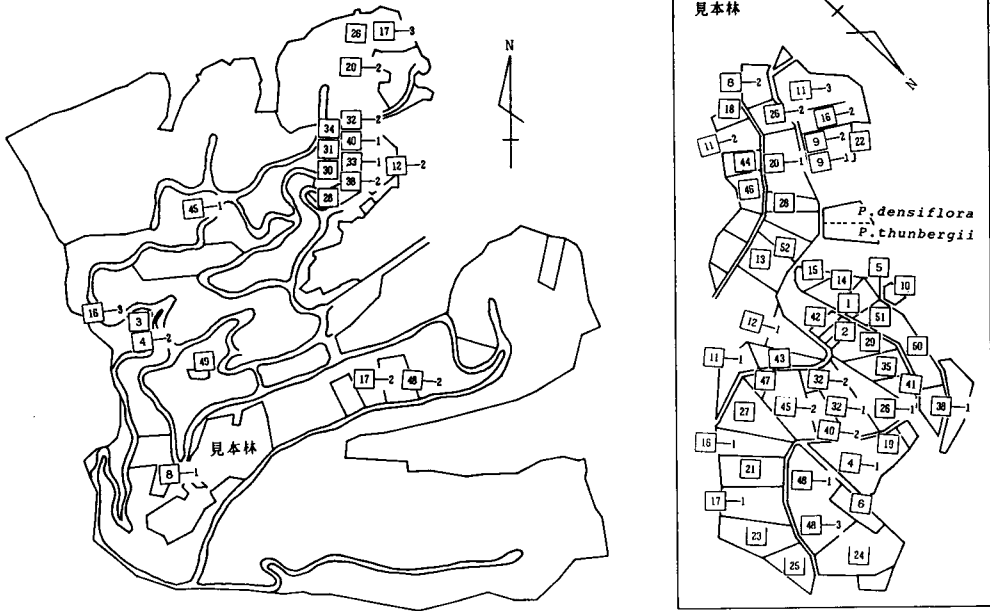


図-1 調査外国産マツ属植栽位置—上賀茂試験地—
(番号は表-1 参照)

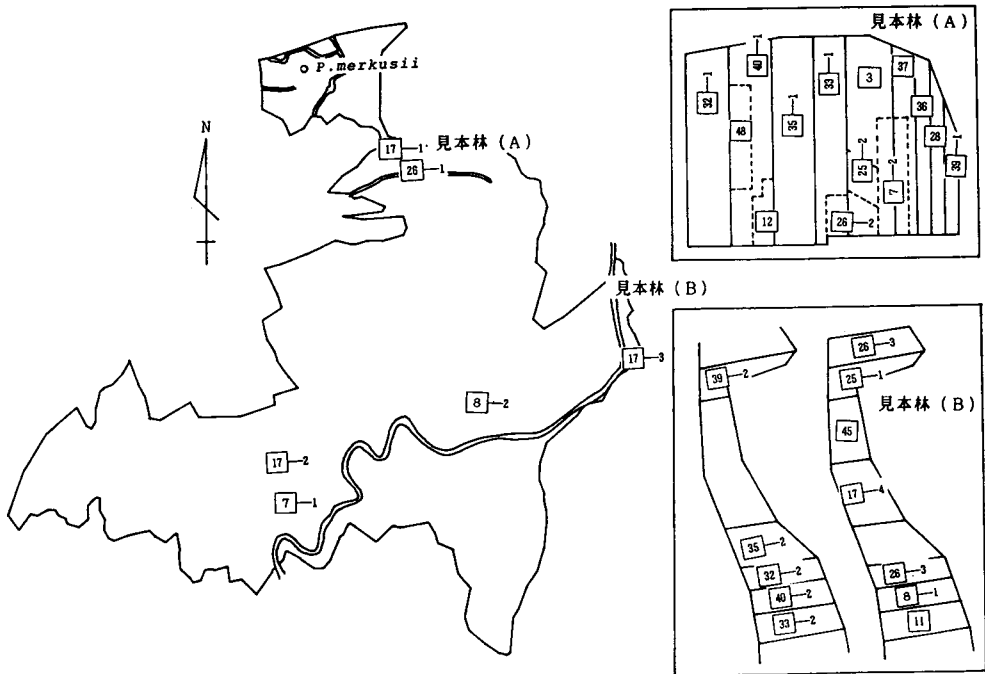


図-2 調査外国産マツ属植栽位置—白浜試験地—
(番号は表-2 参照, 見本林 (A) の点線内, (B) の右側は補植)

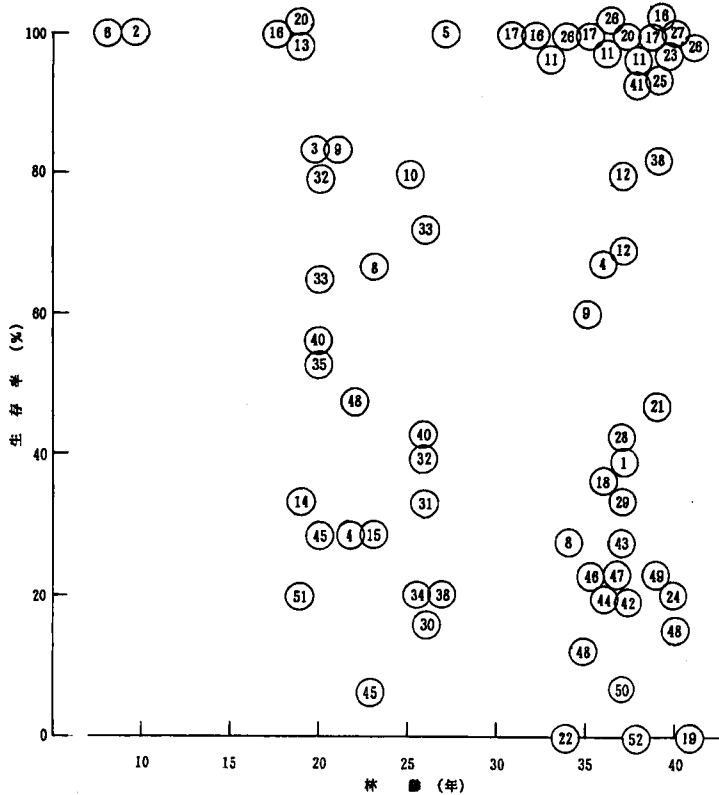


図-3 上賀茂試験地における外国産マツ属の林齢別の生存率

P. tabulaeformis は植栽後21年では生存率は83%であるが35年では60%である。本種は接種試験¹⁰⁾やクロマツとの交雑種 (F₁) での接種試験¹⁴⁾でマツノザイセンチュウに強い抵抗性を示しているため、現状では *Australes* 亜節に含まれる各種ほどではないがマツノザイセンチュウには抵抗性をもっているものと考えられる。*P. patula* では1カ所の被害が軽微であったが、他の1カ所の生存率は20%を示し、2カ所で違った被害状況を示している。本種の属する *Oocarpace* 亜節には *P. radiata* や *P. muricata* のようなマツノザイセンチュウ激害種が含まれる。2カ所合わせて考えると生存率は52%になり、今後被害は進行するものと考えられる。

マツノザイセンチュウに激害をうけて生存率30%以下のものは *Oocarpace* 亜節の3種 (*P. radiata*, *P. muricata*, *P. patula*)、*Ponderosae* 亜節の3種 (*P. ponderosa* v. *spocolum*, *P. cooperi*, *P. hartwegii*)、*Sylvestres* 亜節の4種 (*P. nigra* とその変種, *P. sylvestris* とその変種, *P. pinaster*, *P. massoniana*) と *P. koraisensis* と *P. pinea* である。ここで注目したいのは *P. massoniana* である。本種はこれまでマツノザイセンチュウに対して比較的抵抗性があると考えられていた。見本林の生存率は68%で比較的抵抗性を示しているが、実験林では生存率28%で枯損が激しい。苗木または幼齢木が供試された *P. massoniana* に対するマツノザイセンチュウ接種試験¹⁰⁾で抵抗性を示していたにもかかわらず、このような被害をうけたことは、本種がマツモグリカイガラムシ (*Matsucoccus matsumurae* (KUWANA)) に非常に加害され易いためと思われる¹⁵⁾。マツモグリカイガラムシの寄生で樹勢が弱っているところへマツノザイセンチュウの侵入のために枯死が加速さ

れている可能性がある。今後の本種の利用に際してはこの事実を十分に認識し、細心の注意を払うべきであろう。これまでのマツノザイセンチュウ接種試験で、最も抵抗性が弱かった *P. koraiensis* が強感受性にランクされることは当然と思われるが、一方、見本林では林齢36年でまだ半数以上が生存している。70%以上が枯れた実験林は天然林と接して、見本林とはやや違った環境に育っているが、この実験林においても林齢18年（1988年）時では、天然林の被害が急増していたにもかかわらず枯死率は10%で、大きな被害を示していなかった。図-4のように1988年以後急速に被害が増大し、現在の生存率は29%である。本林分では今後1993年春までにさらに被害は進行する（持ち越し枯れが起こる）ものと思われ、この実験林は激害をうけ当初の目的を達することができないほど林分は壊滅している。

以上の他の種はマツノザイセンチュウに対して抵抗性と感受性の中間と考えられる。*P. engelmannii* や *P. rudis* のように調査カ所により、生存率が50%以上の一群もあれば以下の一群もある。このような種は *P. ayacahuite* も含めて、現在は、強感受性ではなくても年とともにマツノザイセンチュウの被害が積み重ねられていく可能性がある。マツノザイセンチュウに対しては弱い種とみるべきであろう。なお、外国産マツ属見本林には、図-1のようにクロマツ、アカマツも1970年に植栽されたが1982年以後急激に枯損し始め、1990年秋には前者で約90%、後者で約75%が枯れてしまったので現在は別種に改植されている。

本調査の対象となったのは主として見本林として植栽されているものであるが、さらに、試験地には、構内に見本樹として単木的に植栽されているもの、実験林として植栽されているものもある。上賀茂試験地では *P. elliotii* ('66植栽)、*P. taeda* ('58, '61, '62植栽)、*P. rigida* ('67植栽)、*P. banksiana* ('67植栽)、*P. strobus* ('68植栽) の各実験林は *P. banksiana* を除いては図-3に示した結果と同様に健全に生育している。*P. banksiana* 実験林の一部の個体が枯れているが、実験林としては健全と考えてもよく微害である。構内を見本樹も *P. bungeana* が1975年に、*P.*

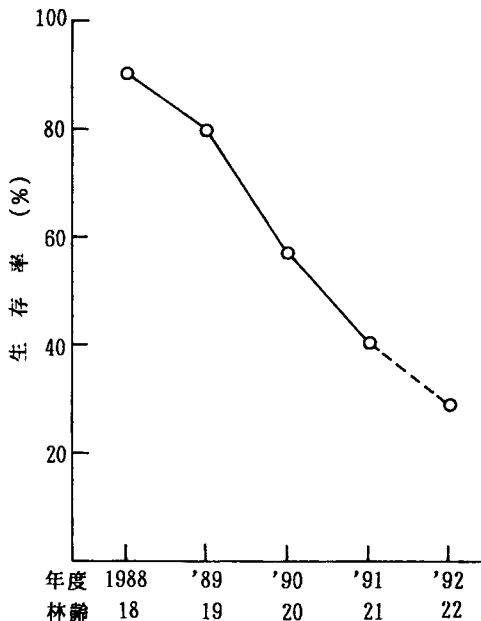


図-4 *P. koraiensis* (4-2) にみられる減少経過

tabulaeformis が1988年に枯死した以外、各種 (*P. strobus*, *P. palustris*, *P. elliotii*, *P. pungens*, *P. virginiana*, *P. ponderosa*, *P. greggii*, *P. engelmannii*, *P. rudis*) は健全である。

2-2. 白浜試験地におけるマツ枯れ
白浜試験地に植栽されたマツ属各種の生存率を林齢（植栽後の年数）別に示すと図-5のようになる。白浜試験地に、はじめて外国産マツが植栽されたのは1959年の *P. massoniana* であるが小数で、多量には1961年3月、*P. taeda* と *P. elliotii* を用いた密度試験と肥培試験のためである。この試験地では密度効果による被圧による枯死を除けば、現在までにマツノザイセンチュウによる枯死とみられるものは *P. taeda* で9本、*P. elliotii* で5本で、枯死率は2%弱である。なお、2林班のメキシコ原産のマツ属見本林（図-2の見本林A）の枯死跡に補植さ

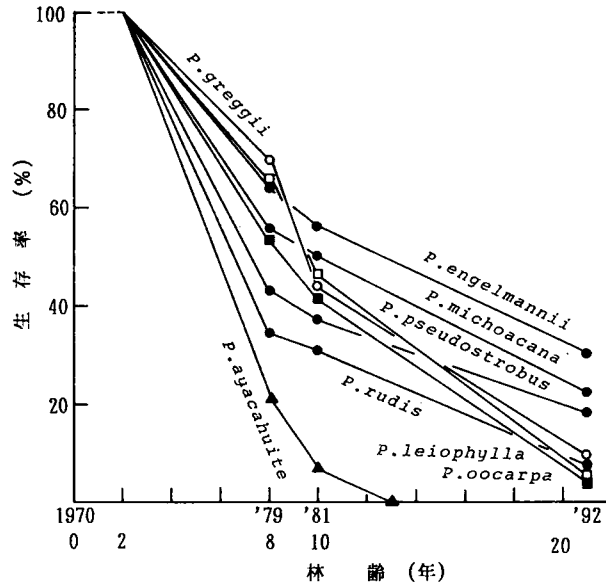


図-6 白浜試験地におけるメキシコ原産種にみられる減少経過

いが、植栽4～5年後には約100本に減少している。当時マツノシンマダラメイガ (*Dioryctria splendidella* H.-S.) の本種の幼齢木への加害が激しかったが主な原因は不明である。以後マツモグリカイガラムシの寄生、加害を示す幹、枝の湾曲がみられる個体が目立ち、マツノザイセンチュウによる枯死を早めたものと考えられる。1977年には残存木4本、1981年11月には最後の1本が枯れている。マツモグリカイガラムシの寄生による樹勢の衰弱が枯死を加速させていると思われるが、*P. massoniana* と同様に、樹形の湾曲、変形を示していない個体も枯れ、さらに植栽後8年で樹形に異常がなく樹高4mに達していないもので生存率が10%であることもマツノザイセンチュウ抵抗性を判断するのに考慮しなければならないであろう。

本調査結果から、*P. thunbergii* × *P. khasya* (F_1) が比較的マツノザイセンチュウに強かった¹⁴⁾ という接種試験について再検討が必要と思われる。上賀茂試験地のガラス室内におけるマツノザイセンチュウ接種試験で17本中11本が枯れ、同時に行ったクロマツの枯死率85%と比べればやや抵抗性が認められるが、白浜試験地での激しい枯死から *P. khasya* のマツノザイセンチュウに対する抵抗性は弱いものと考えられる。

P. massoniana は白浜には多くは植えられていないが、2カ所とも生存率40%以下である。植栽後12年で36%の生存で、マツモグリカイガラムシの加害を考慮してもこの一群の枯死は異常に高い。一方、1959年植栽の *P. massoniana* は1988年に22本が生育し、当時、植栽面積からほぼ1/2に減少していると推定されている。このうちの17本の幹、枝が湾曲していたのを確認¹⁵⁾ しているが、過去にマツモグリカイガラムシの激しい被害をうけたことは明らかである。現在の生存本数は12本(生存率27.3%)で、マツモグリカイガラムシの寄生とマツノザイセンチュウ(枯死木には多くのマツノマダラカミキリの後食痕を確認)によって、このように多数が枯れたものと思われる。

P. nigra は植栽後13年で全個体が枯れ、上賀茂試験地の結果とあわせてマツノザイセンチュウに対して非常に弱いことが明らかになった。注目すべきことは、*P. griffithii* が植栽後8年で

55%が、21年で全部枯れたことである。上賀茂試験地では22年後で、83%が生き残っているのと比べて全く反対の結果が得られた。本種の原産地がヒマラヤ地方で、白浜の気候に合わなかった結果かも知れない。本種が属する *Strobi* 亜節は *P. strobus* や *P. morrisonicola* のような強抵抗性種が属するので、ここでは上賀茂試験地の結果からマツノザイセンチュウ抵抗性種と考えたい。2団地に植栽されている *P. greggii* や *P. pseudostrobus* では年齢の若い方が生存率が高く、年とともに枯損が進行している。

以上のように白浜試験地に植栽されたマツ属各種は上賀茂試験地における同種よりも激しく被害を受け、激害地であった白浜の地域性があらわれている。なお、白浜試験地構内には *P. merkusii* が1本健全に生育し、胸高直径4.5cm、樹高8.5mに育っているが、1本であるので本報告では判断資料から除外した。

3. マツ属の分類よりみたマツノザイセンチュウ抵抗性

CRITCHFIELD and LITTLE¹³⁾がマツ属を分類した各グループ(亜節)によってマツノザイセンチュウ抵抗性の強弱はすでに一部で論じられている^{10,16)}が、本調査マツ属各種について複数種が調査された亜節別に識別すると次のようになる。

- ① *Australes* 亜節：各種すべて抵抗性であった。
- ② *Strobi* 亜節, *Contortae* 亜節：多くの種が抵抗性であったが、一部の種は感受性であった。
- ③ *Sylvestres* 亜節：多くの種が感受性であったが、一部の種は抵抗性であった。



図-7 北アメリカ大陸原産種にみられるマツノザイセンチュウ抵抗性
(○：強抵抗性種, ①：弱抵抗性種, ●：弱感受性種, ●：強感受性種)

④ *Ponderosae* 亜節, *Oocarpae* 亜節: 調査各種すべてが感受性であった。

なお, *P. koraiensis* (*Cembrae* 亜節), *P. bungeana* (*Gerardiana* 亜節), *P. leiophylla* (*Leiophyllae* 亜節), *P. pinea* (*Pineae* 亜節) の各種は感受性であった。

マツバノタマバエ (*Thecodiplosis japonensis* UCHIDA et INOUE) が *P. radiata* の例外を除き, *Sylvestres* 亜節に属する各種だけを加害する¹⁷⁾ほど明確には分かれていないが, マツノザイセンチュウに対する抵抗性の強弱が CRITCHFIELD and LITTLE¹³⁾がマツ属を分類した亜節によって大まかに判断することも可能と思われる。

4. マツ属の原産地別にみたマツノザイセンチュウ抵抗性

マツ属にみられるマツノザイセンチュウ抵抗性をその原産地別に示すと図-7, 8のようになる。*P. taeda* や *P. elliotii* にみられるような強抵抗性と判定した種は白丸, *P. koraiensis* や *P. nigra* のように強感受性と判定した種は黒丸とし, その中間を2クラスに分けて示した。図にはわが国在来種の強感受性であるクロマツ, アカマツ, リュウキュウマツ (*P. luchuensis*) をも示した。また, 変種は種にまとめ, *P. laricio* は *P. nigra* の異名であるので *P. nigra* に加えて判断した。さらに上賀茂試験地の構内の見本樹の枯死 (1975年), 演習林本部試験地の2本の見本樹のうち1本の枯死 (1983年) から抵抗性が弱いものと判断されている *P. bungeana* をも加えた。

地域性が顕著にみられるのは北アメリカ大陸の東と西で, 東海岸に原産するマツ属各種がそらって強抵抗性を示しているのに反し, アメリカ西海岸からメキシコに原産する各種の抵抗性が弱いことである。この東西両地域の抵抗性の違いはマツノザイセンチュウの起源の追究の糸口として何等かの示唆を与えてくれているのかも知れない。

東南アジア (アジア大陸) 原産種では数種を除きマツノザイセンチュウに感受性の種が多い。

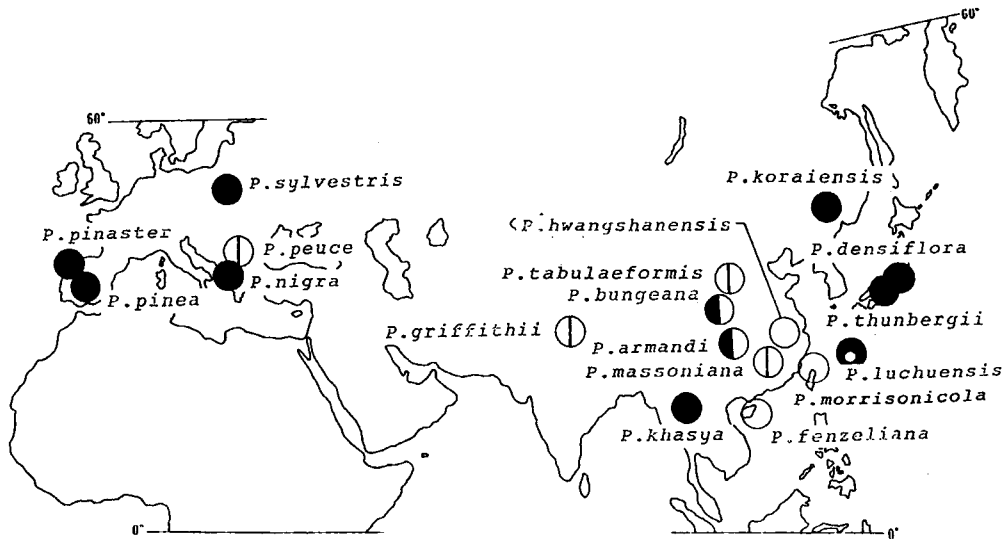


図-8 アジア大陸・ヨーロッパ大陸原産種にみられるマツノザイセンチュウ抵抗性 (記号は図-7参照)

P. massoniana のようにマツモグリカイガラムシの寄生による樹勢の衰弱と相まって枯死が早められる種もあり、さらに、現在では被害が軽微であるが原産地の中国で^{18,19)}マツモグリカイガラムシの加害が確認されている *P. tabulaeformis* の今後の経過には十分注意が必要と思われる。

ヨーロッパ大陸原産種もマツノザイセンチュウに強感受性の種が多い。東南アジア（アジア大陸）、ヨーロッパ大陸原産種のうちで、抵抗性と判断された種で高樹齢のものは *P. peuce*（38年）、*P. morrisonicola*（27年）の2種で、*P. fenzeliana* と *P. hwangshanensis* は植栽後10年に満たない。前者は強抵抗性種が多く含まれる *Strobi* 亜節に属しているで今後も健全で育つ可能性が強いが、後者は、*Sylvestres* 亜節に属し、さらにマツモグリカイガラムシの寄生による幹、枝の湾曲が目立ってきているので、今後は *P. massoniana* のような道をたどり枯れていく可能性が強い。

総 括

上賀茂試験地および白浜試験地に植栽されている外国産のマツ属52種（変種を含む）のマツ枯れの現状を調査し、マツノザイセンチュウに対する各種の抵抗性の強弱について判定した。本調査によりマツ属のマツノザイセンチュウに対する抵抗性はほぼ解明されたと考える。とくにアメリカ大陸東海岸原産各種の強抵抗性は、幼齢木を供試したマツノザイセンチュウ接種試験結果¹⁰⁾を裏付けている。接種試験と枯死状況に大きな違いが現れたのは *P. massoniana* である。本種は接種試験では強抵抗性ではないがそれに次ぐ弱抵抗性と判定されているが、本調査では生存率は低く、この事実だけでは感受性と判断しても間違いはない。しかし、すでに述べたように、*P. massoniana* はマツモグリカイガラムシの被害だけでも年月（7～10年）を経過すれば枯れるため、この樹勢の衰弱の過程でマツノザイセンチュウが侵入して、枯死を加速させている可能性が強い。このことを考慮し、さらに接種試験の結果を重視して本報告では *P. massoniana* はマツノザイセンチュウに対して弱抵抗性と判定した。これらの事象の確認は今後の大きな研究課題であろう。

以上のように、現在、上賀茂、白浜の両試験地に植栽されている外国産マツがマツノザイセンチュウにより如何なる被害をうけているかによって、その抵抗性を判定した。強抵抗性と判定された各種は今後も抵抗性を発揮して生育を続けるものと思われる。反対に強感受性と判定された各種は勿論ではあるが、弱感受性と判定された各種も年の経過により被害は積み重なり、最後には強感受性ともども大多数が枯れてしまうものと考えられる。このような種の育成には何等かの対策を講じる必要があろう。さらに、*P. massoniana* や *P. hwangshanensis* のようにマツモグリカイガラムシに加害され易い種の被害の進行も危惧され、とくにマツノザイセンチュウ抵抗性種としてクロマツとの F_1 雑種の養成が推進されている *P. massoniana* については、本報告にみられるような枯損の事実を無視することはできないと思われる、十分に留意すべきであろう。

引 用 文 献

- 1) 徳山陽山・清原友也（1969）マツ枯れ木中に生息する線虫, *Bursaphelenchus* sp.. 日林誌 51. 193～195.
- 2) 上賀茂試験地マツ属研究グループ（1992）上賀茂試験地に育てられている外国産マツの生育. 京大演集報 23. 90～104.
- 3) 清原友也・徳山陽山（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.

- 4) 峰尾一彦 (1974) 外国産マツに対するマツノザイセンチュウの接種試験. 日林関西支講 25. 312~313.
- 5) 古野東洲・渡辺弘之・上中幸治 (1977) 外国産マツ属の虫害に関する研究 第4報 テーダマツおよびハクショウを加害したマツノマダラカミキリについて. 京大演報 49. 8~18.
- 6) ——— (1982) 外国産マツ属の虫害に関する研究 第7報 マツノザイセンチュウにより枯死したマツ属について. 京大演報 54. 16~30.
- 7) 峰尾一彦・紺谷修治 (1973) マツノザイセンチュウによるフランスカイガンショウの被害. 森林防疫 22. 227.
- 8) 小河試司・萩原幸弘 (1975) マツノザイセンチュウによるスラッシュマツの枯損. 森林防疫 24. 161~163.
- 9) 海老根翔六 (1981) マツノザイセンチュウによるテーダマツの枯損動態 (I) - 3年間の経時変化 -. 92回日林論. 379~380.
- 10) 二井一禎・古野東洲 (1979) マツノザイセンチュウに対するマツ属の抵抗性. 京大演報 51. 23~36.
- 11) 岡本憲和・渡辺政俊・中井 勇・古野東洲 (1990) 上賀茂試験地におけるマツ枯れについて - 発生から1988年までの被害の経緯 -. 京大演集報 20. 26~43.
- 12) 古野東洲・大島誠一・上中幸治 (1984) マツ枯れ激害地 - 白浜誌検地におけるアカマツ, クロマツ枯損木と生存木について. 京大演報 56. 32~47.
- 13) CRITCHFIELD, W. B. & E. L. LITTLE, Jr. (1966) Geographic Distribution of the Pine of the World. 97pp. U. S. For. Serv.
- 14) 古野東洲・二井一禎・中井 勇 (1984) クロマツとタイワンアカマツの雑種 F_2 , マンシュウクロマツ, カーシヤマツとの雑種 F_1 および *P. yunnanensis* のマツノザイセンチュウに対する抵抗性. 日林関西支講 35. 154~157.
- 15) ———・中井 勇 (1988) 外国産マツ属の虫害に関する研究 第9報 マツモグリカイガラムシの寄生による樹体湾曲. 京大演報 60. 18~32.
- 16) 田中 潔 (1973) マツノザイセンチュウに対するマツ属植物の種間抵抗性に関する考察. 森林防疫 22. 7~11.
- 17) 古野東洲 (1987) 外国産マツ属の虫害に関する研究 第8報 マツバノタマバエの加害について - 続 -. 京大演報 59. 16~30.
- 18) 中国林業科学研究室 (1983) 中国森林昆虫. 137~145. 中国林業出版社. 北京.
- 19) McCLURE, M. S., DAHLSTEN, D. L., DEBARR, G. L. & HEDDEN, R. L. (1983) Control of Pine Bast Scale in China. J. For. 81. 440, 475~478.

写真説明

1. *P. rigida* 1989.0.6, 白浜試験地.
マツノマダラカミキリの産卵痕多数, 幼虫が生息.
2. *P. elliotii* 1978.9.26, 白浜試験地.
実験林の優勢木の枯死, マツノマダラカミキリの幼虫が生息.
3. *P. radiata* 1980.11.14, 上賀茂試験地.
マツノマダラカミキリ生息.
4. *P. sylvestris* v. *rigensis* 1990.8.24, 上賀茂試験地.
持ち越し枯れのためマツノマダラカミキリ生息せず.
5. *P. peuce* 1991.12.4, 上賀茂試験地.
枯死はこの一例だけ, 幹の上部にはマツノマダラカミキリが生息.
6. *P. laricio* v. *calabrica* (左) と *P. ayacahuite* v. *brachyptera* (右), 1985.11.7, 上賀茂試験地.
両種ともマツノマダラカミキリ生息せず.
7. *P. ayacahuite* 1992.10.27, 上賀茂試験地.
左の1個体は衰弱が遅くマツノマダラカミキリ生息せず, 隣の健全木は *P. clausa*.
8. *P. patula* 1986.6.16, 上賀茂試験地.
持ち越し枯れ, マツノマダラカミキリ生息せず.
9. *P. durangensis* 1992.10.27, 上賀茂試験地.
マツノマダラカミキリ生息せず.
10. *P. rudis* 1989.10.6, 白浜試験地.
マツノマダラカミキリ生息.
11. *P. leiophylla* 1982.9.28, 白浜試験地.
マツノマダラカミキリ生息せず.
12. *P. khasya* 1979.9.6, 白浜試験地.
衰弱初期, 1カ月後に針葉は褐変.

外国産マツの枯損状況

