

上賀茂試験地に育てられている外国産マツの生育

上賀茂試験地マツ属研究グループ
(代表 古野東洲)

ま え が き

京都市街地の北部郊外に位置する京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地には、世界に分布する約100種のマツの多くが導入され、各種の試験研究に利用されている。戦後、現在地に移転以来、集められたマツは83種に達し、一部の種の幼齢期における生育については、すでに報告されている。^{1,2,3)}しかし、これまでに一度もその生育について報告されずに生育をつづけている種もあり、野外に植えられた種では、すでに球果を着け、充実した種子を実らせている種も多い。しかし、東南アジア原産種やメキシコ南部地域原産種で、上賀茂試験地の冬の温度に耐えられない種はガラス室で育てられ、生育が規制されているものもある。一般に導入された外来種は在来種に比べて激しく病虫害を受ける場合があり、上賀茂試験地に植えられたマツ属も例外ではなかった。例えば、*Pinus pinaster* AIT. や *P. radiata* D. DON のようにマツノシンマダラメイガ (*Dioryctria splendidella* H.S.) によって大被害を受けた種もみられる⁴⁾。反面、あまり虫害も受けなくて、優良な生育を示しているものもある。

本報告は上賀茂試験地において、導入されたいろいろなマツがどのように生育してきたか、これまでの断片的な記録をひもとき、マツ属見本林の各種マツの現状とともに生育経過についてとりまとめたもので、スラッシュマツ (*P. elliotii* ENGEM.)⁵⁾、テーダマツ (*P. taeda* L.)⁶⁾、ストロブマツ (*P. strobus* L.)⁷⁾ 各実験林を対象とした成長と現存量に関する報告と一連のものである。

調査には上賀茂試験地の全職員(古野東洲、中井 勇、中根勇雄、加藤景生、古村弘美、藤本博次、田中弘之)があたり、資料の整理およびとりまとめは古野、中井が担当した。本報告をとりまとめるにあたり、上賀茂試験地に勤務され、マツ属の見本林の育成に努められた数多い先輩の教職員各位に厚くお礼申し上げる。

上賀茂試験地の概況および調査方法

上賀茂試験地は北緯35° 04′、東経135° 45′、京都市北区上賀茂本山2に在る。土壌は砂岩、粘板岩を母材とし、赤褐色を呈し、理化学性が著しく劣る痩せ地である。自然植生はヒノキ、アカマツにソヨゴ、リョウブ、コナラなどの広葉樹類が混交した二次林で、その成長は良くない。この二次林を伐り開いて各種の導入樹種が見本林、見本樹として植えられている。調査は、1990年8月以後、まず、球果の着生の有無や球果の大きさ、種子量、発芽の良否などについて行い、

さらに、実験林を除く、見本林、見本樹の胸高直径、樹高を測定した。また、1990年9月19日には台風19号により、見本林に風倒の被害が生じたので、倒木を供試して樹幹解析を行った。

結果および考察

本調査は、見本樹や見本林を対象とした。これまでの成長と現存量を調査した実験林^{5,6,7)}に比べて見本林は植栽本数も少なく、植栽間隔が広く、林分としてよりも見本樹に準ずるものと考えた方がよく、集団としての生育状況を論じたものではない。

1. 個体の成長

上賀茂試験地の最大の個体は構内に植えられている *P. elliotii* で、胸高直径71.0cm、樹高25.0mに育っている。樹高ではこの *P. elliotii* よりも見本林の *P. massoniana* LAMB. が26.0mに育ち大きいですが、*P. elliotii* が構内に見本樹として植えられているので、枝張りも大きく、巨大に見える。さらに、胸高直径62.0cm、樹高23.0mに育っている構内の *P. elliotii* は試験地内に育っているマツ属の中で2位の巨樹である。毎木調査の結果を示すと表-1のようになる。構内のものは見本樹で、単木として生育しているが、見本林のものは単木のものに比べれば少しは隣接木との競合もある程度考えられる。

毎木調査による各種の最大個体の年平均直径成長量を求めると図-1のように、同様年平均樹高成長量は図-2のようになる。

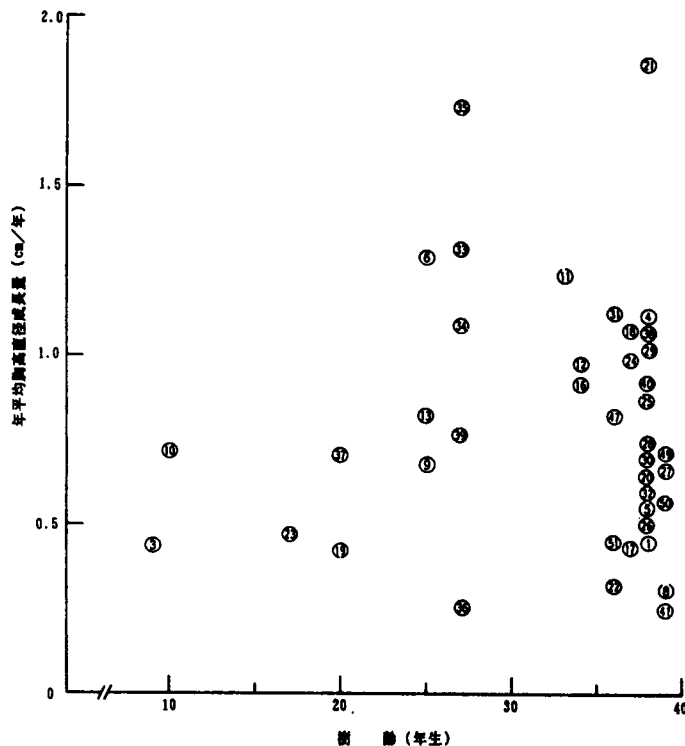


図-1 上賀茂試験地で育っているマツ属の最大個体の年平均胸高直径成長量
(番号は種類を表している。表-1 参照)

表-1 上賀茂試験地で育っているマツ属の生育状況

分布地域	軟硬 松類	番 号	種 名	樹 齢 (年)	生育場所	胸高直径 平均 (最大) (cm)	樹 高 平均 (最高) (m)	虫 害 状況	着 果 状況
アジア	軟松類	1	<i>Pinus armandi</i> FRANCHET	38	見本林	9.3(17.1)	7.66(10.20)	+	○
		2	<i>P. bungeana</i> ZUCC.	27	構 内	5.0	3.60	-	○
		3	<i>P. fenzeliana</i> HAND.-MAZ.	9	見本林	3.4(4.0)	3.34(3.80)	-	-
		4	<i>P. griffithii</i> MCCRELLAND	38	構 内	42.4	17.00	+	◎
		5	<i>P. koraiensis</i> S. & Z.	38	見本林	17.5(21.0)	10.10(11.90)	-	◎
		6	<i>P. morrisonicola</i> HAYATA	25	〃	21.8(32.3)	13.45(17.00)	-	○
		7	<i>P. pentaphylla</i> MAYR	*50	構 内	43.0	17.50	-	○
		8	<i>P. parviflora</i> v. <i>glauca</i>	39	見本林	10.5(12.2)	8.00(8.50)	-	○
	硬松類	9	<i>P. densiflora</i> S. & Z.	25	〃	17.1	15.00	+	◎
		10	<i>P. huangshanensis</i> HSIA	10	〃	3.4(7.2)	2.88(4.50)	++	○
		11	<i>P. massoniana</i> LAMB.	33	〃	28.7(40.9)	18.19(26.00)	+++	◎
		12	<i>P. tabulaeformis</i> CARR.	34	〃	23.5(33.2)	14.30(19.30)	+	◎
		13	<i>P. thunbergii</i> PARL.	25	〃	20.4	15.00	+	◎
アメリカ	軟松類	14	<i>P. monticola</i> DOUGL.	26	〃	13.7(21.4)	7.63(8.30)	+	○
		15	<i>P. quadrifolia</i> SUD.	4	〃	-	1.74(2.20)	-	-
		16	<i>P. strobus</i> L.	34	〃	28.5(31.3)	22.38(24.00)	+	◎
		16	<i>P. strobus</i> L.	*50	構 内	52.3	20.00	+	◎
	硬松類	17	<i>P. banksiana</i> LAMB.	37	見本林	12.2(15.9)	9.44(13.40)	-	◎
		18	<i>P. clausa</i> (Champ.) VASEY	37	構 内	40.0	19.50	-	◎
		19	<i>P. contorta</i> DOUGL.	20	見本林	6.1(8.4)	4.26(6.50)	+	○
		20	<i>P. echinata</i> MILL.	38	〃	18.0(25.7)	11.20(20.80)	-	◎
		21	<i>P. elliotii</i> ENGELM.	38	〃	22.5(36.3)	17.60(25.00)	-	◎
		21	<i>P. elliotii</i> ENGELM.	38	構 内	71.0	25.00	-	◎
		22	<i>P. jeffreyi</i> GREV. & BALF.	36	見本林	8.8(11.5)	5.44(8.00)	++	○
		23	<i>P. muricata</i> D.DON	17	〃	4.6(8.0)	3.14(3.60)	+++	○
		24	<i>P. palustris</i> MILL.	37	〃	31.0(36.5)	18.79(20.50)	-	◎
		24	<i>P. palustris</i> MILL.	*50	構 内	51.4	19.25	-	◎
		25	<i>P. ponderosa</i> LAWS.	38	見本林	11.7(14.8)	5.32(6.50)	+	-
		25	<i>P. ponderosa</i> LAWS.	38	構 内	34.0	12.10	+	-
		26	<i>P. pungens</i> LAMB.	38	見本林	18.0(25.5)	9.27(11.00)	-	◎
		26	<i>P. pungens</i> LAMB.	38	構 内	20.5	7.60	-	◎
		27	<i>P. radiata</i> D.DON	39	見本林	19.6(25.8)	8.77(11.50)	+++	○
		28	<i>P. rigida</i> MILL.	38	〃	19.7(27.2)	15.64(14.00)	-	◎
		29	<i>P. taeda</i> L.	38	〃	24.8(34.3)	14.23(22.00)	-	◎
		29	<i>P. taeda</i> L.	37	〃	28.9(38.0)	18.18(23.00)	-	◎
		30	<i>P. virginiana</i> MILL.	38	〃	16.7(26.6)	11.23(19.50)	-	◎
		30	<i>P. virginiana</i> MILL.	38	構 内	26.6	14.0	-	◎
メキシコ	軟松類	31	<i>P. ayacahuite</i> EHRENBURG	38	見本林	21.5(26.7)	11.57(13.00)	+	◎
		31	<i>P. ayacahuite</i> EHRENBURG	36	構 内	31.4(40.6)	14.75(18.00)	+	◎
		32	<i>P. ayacahuite</i> v. <i>brachyptera</i>	38	見本林	16.7(26.2)	8.67(10.30)	+	○
	硬松類	33	<i>P. durangensis</i> MARTINEZ	27	〃	28.4(35.3)	12.50(13.50)	+	-
		34	<i>P. engelmannii</i> CARR.	27	〃	14.7(29.4)	9.93(13.30)	-	-
		34	<i>P. engelmannii</i> CARR.	27	構 内	23.4	12.00	-	-
		35	<i>P. greggii</i> ENGELM.	27	見本林	26.0(47.0)	14.27(20.00)	-	◎
		35	<i>P. greggii</i> ENGELM.	27	構 内	29.6	15.5	-	◎
		36	<i>P. hartwegii</i> LINDL.	27	見本林	7.0	3.90	+	-
		37	<i>P. leiophylla</i> SCH. & DEPPE	20	〃	11.3(14.1)	7.08(7.60)	-	-
		38	<i>P. patula</i> SCHL. & CHAM.	38	〃	25.3(40.0)	10.76(15.00)	-	◎
		39	<i>P. rudis</i> ENDL.	27	〃	12.2(14.8)	6.4(6.50)	-	-
		39	<i>P. rudis</i> ENDL.	27	構 内	20.7	9.30	-	-
ヨーロッパ	軟松類	40	<i>P. peuce</i> GRISEBACH	38	見本林	20.7(34.4)	11.36(16.50)	-	◎
		41	<i>P. halepensis</i> MILL.	39	〃	9.8	6.00	+	○
	硬松類	42	<i>P. laricio</i> v. <i>calabrica</i> LOUD.	38	〃	18.6(23.5)	8.83(13.50)	+	○
		43	<i>P. laricio</i> v. <i>corsicana</i> LOUD.	38	〃	16.1(21.3)	7.09(10.50)	+	○
		44	<i>P. laricio</i> v. <i>pallasiana</i> ENDL.	37	〃	21.4(22.4)	9.45(9.50)	+	○
		45	<i>P. mugo</i> TURRA	25	構 内	-	0.65(0.80)	-	○
		46	<i>P. mugo</i> v. <i>rostrata</i> HOOP	38	〃	6.8	2.90	-	○
		47	<i>P. nigra</i> ARN.	36	見本林	23.8(29.7)	11.6(13.00)	+	◎
		48	<i>P. nigra</i> v. <i>austriaca</i> ASCHRS.	38	〃	14.6(21.2)	6.60(9.70)	+	○
		49	<i>P. pinaster</i> AIT.	39	〃	20.7(27.5)	13.97(19.00)	+++	◎
		50	<i>P. pinea</i> L.	39	〃	18.3(22.4)	7.50(8.20)	+	-
		51	<i>P. sylvestris</i> L.	36	〃	12.0(15.3)	6.60(8.10)	+	○

樹齢：*印は推定、虫害状況はマツクイムシ被害を除く（-：被害なし，+：軽度な被害，++：中程度の被害，+++：激度の被害），着果状況（-：着果なし，○：着果確認，◎：多量着果）を示す。

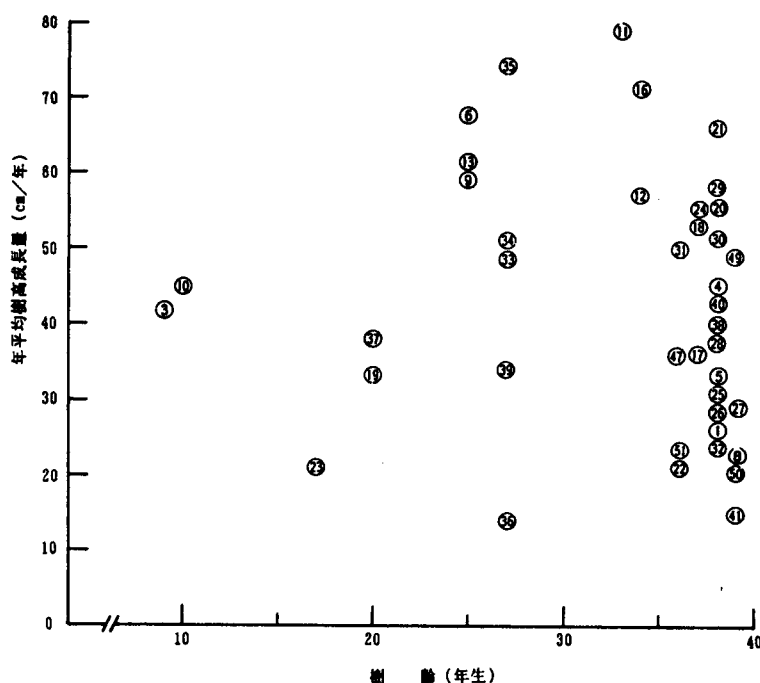


図-2 上賀茂試験地で育っているマツ属の最大個体の年平均樹高成長量
(番号は種類を表している。表-1 参照)

胸高直径成長量において、年平均で1cmを越えて生育したものは、*P. elliotii*, *P. greggii* ENGELM., *P. durangensis* MARTINEZ, *P. morrisonicola* HAYATA, *P. massoniana* LAMB., *P. ayacahuite* EHRENBERG, *P. griffithii* McCLELLAND, *P. engelmannii* CARR., *P. clausa* (CHAPM.) VASEY, *P. patula* SCHL. & CHAM., *P. taeda* などであり、樹高成長量では、60cmより大きく伸長しているものは、*P. massoniana*, *P. greggii*, *P. strobus*, *P. morrisonicola*, *P. elliotii*, *P. taeda*であった。このような成長は上賀茂試験地に植栽した25年生のアカマツ (*P. densiflora* S. & Z., 年平均直径成長量0.68cm, 樹高成長量57cm), クロマツ (*P. thunbergii* PARL., 年平均直径成長量0.82cm, 樹高成長量60cm) の優良木の成長量より良いと思われるものである。これらの種は主として北アメリカ大陸東南部および東南アジア原産のもので、とくに直径、樹高成長ともに優良なものは前者に3種、後者に2種が含まれる。*P. taeda*, *P. elliotii* はわが国には生育の良い種として早くから導入され各地に植栽されている種であるが、*P. greggii*, *P. morrisonicola* はそれほど多くは導入されていない。*P. massoniana* は後述するが、マツノザイセンチュウに対する抵抗性⁸⁾と、クロマツとの交雑が容易⁹⁾なことから注目されている種である。

反面、北アメリカ大陸西部およびヨーロッパ原産種に、成長の悪い種が多い。とくに *P. ponderosa* LAWS., *P. jeffreyi* GREV. & BALF., *P. sylvestris* L., *P. halepensis* MILL.などは生育が不良で、見本樹の育成も困難な状況である。さらに *P. armandi* FRANCHET, *P. koraiensis* S. & Z., *P. parviflora* v. *glauca*, *P. banksiana* LAMB., *P. contorta* DOUGL., *P. muricata* D. DONなどもあまり良い成長はしていない。また *P. pungens* LAMB., *P. radiata*, *P. leiophylla* SCH. & DEPPE, *P. rudis* ENDL., *P. nigra* ARN., *P. pinea* L.などは直径成長に比べて樹高成長が悪い。樹齢の増加につれて樹高成長が早く衰えてきたのかも知れない。

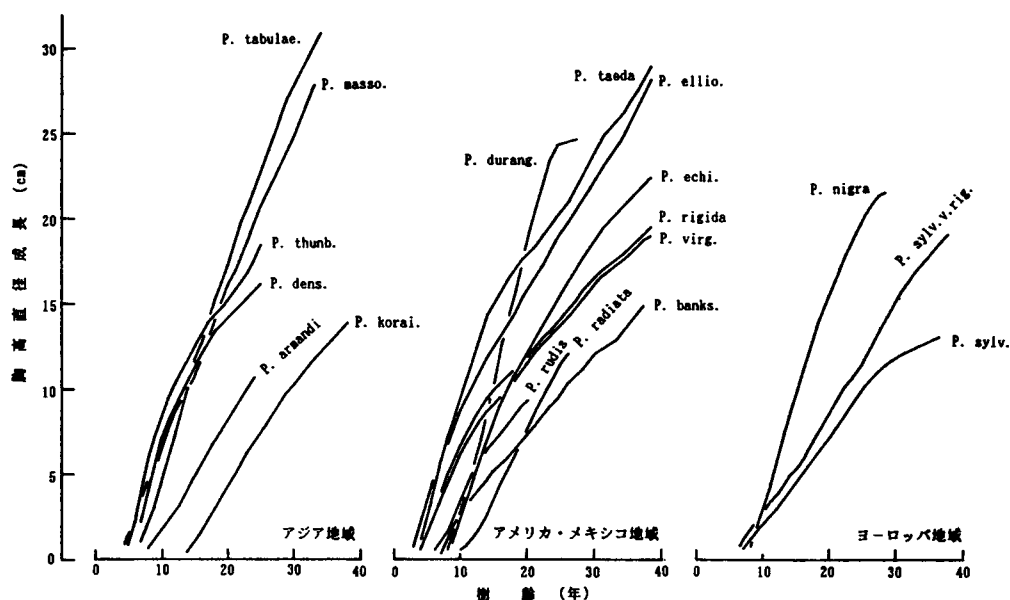


図-3 各種マツの原産地域別にみた胸高直径の成長経過

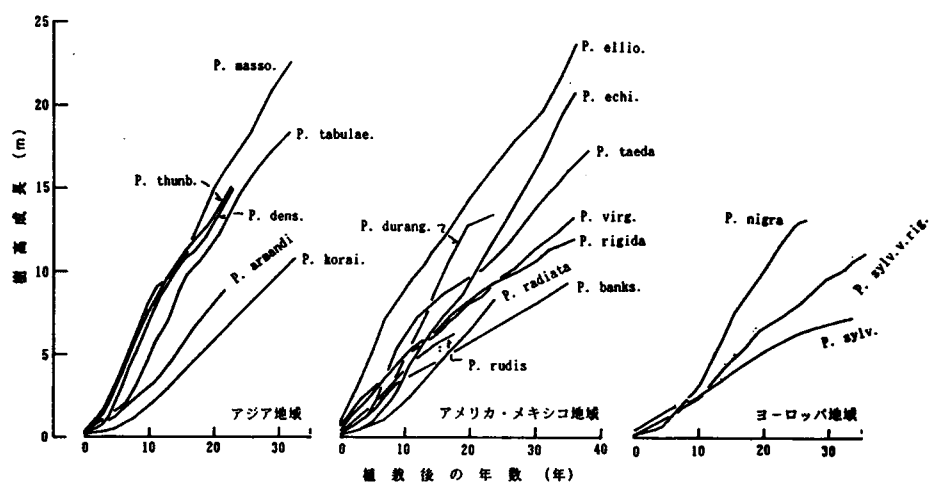


図-4 各種マツの原産地域別にみた樹高の成長経過

風倒木を供試して樹幹解析を行った結果より樹高成長経過、胸高直径成長経過を示すと図-3、4のようになる。樹幹解析に供した個体は必ずしも種の最大個体ではないので、直接の比較は無理であるが、図-1および2で成長が良いと判定した各種の成長が良いことがわかる。なお、*P. tabulaeformis* CARR. がアカマツやクロマツ、*P. massoniana* と比較して遜色ない成長を示しているのは、この供試木が植栽木の最大個体であったためである。アジア原産種では *P. tabulaeformis*、*P. massoniana*、アカマツ、クロマツの成長が良く、*P. armandi*、*P. koraiensis* の成長が悪い。とくに *P. massoniana* は樹高、直径成長ともに良い。アメリカ原産種では *P. elliotii* の樹高成長が幼齢時から良いことが目だつ。直径成長では、*P. elliotii*、*P. taeda* が幼齢時から良く、メキシコ原

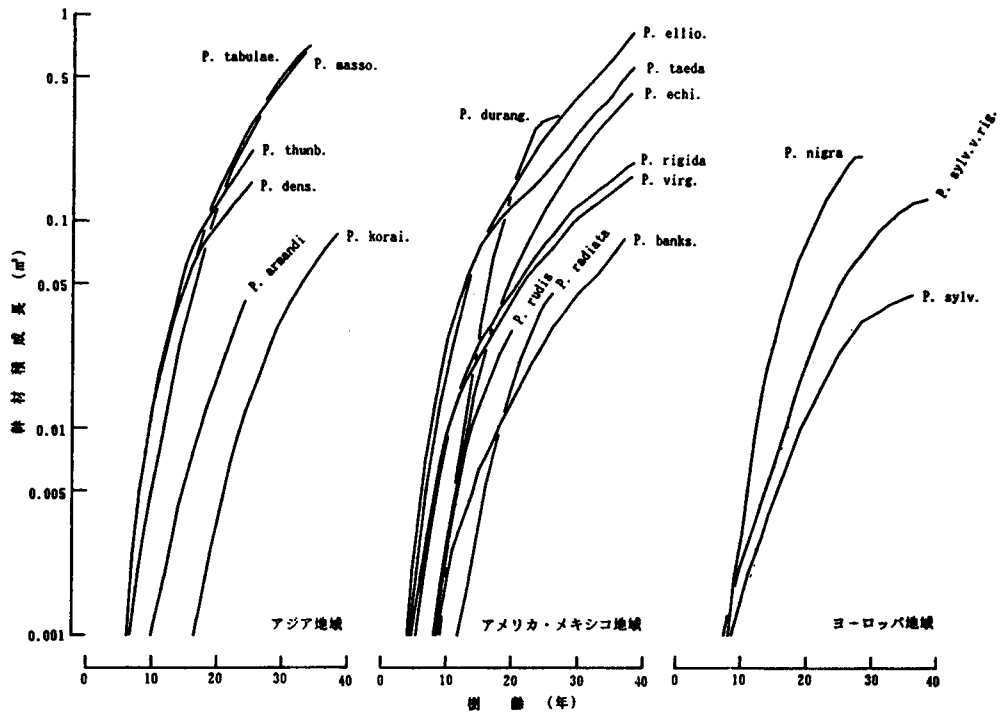


図-5 a 各種マツの原産地域別にみた幹材積の成長経過

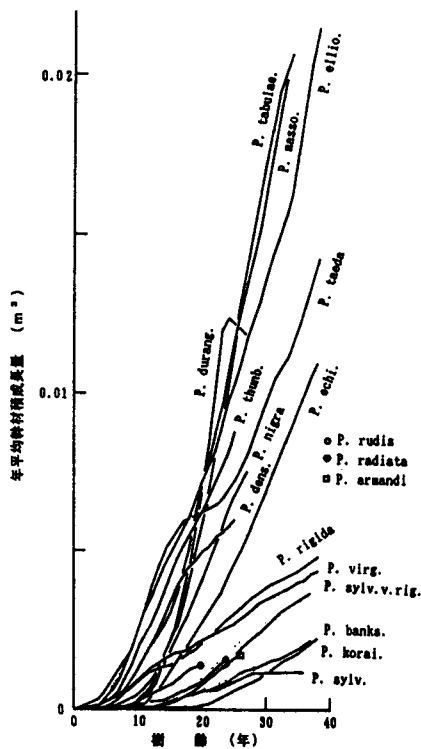


図-5 b 各種マツの幹材積の年平均成長経過

産種の *P. durangensis* が8～9年生以後急速に盛んになっている。*P. echinata* MILL. もそれほどではないが、10年生以後の成長が良い。*P. rigida* MILL., *P. virginiana* MILL. では幼齢時の成長に比べて年とともに次第に直径成長が衰えている。*P. rudis* (メキシコ原産), *P. radiata*, *P. banksiana* の成長は悪い。なお、*P. radiata*⁴⁾ では幼齢時苗畑で育てられた個体で、相当に良い成長を示した例があるが、本種が非常に病虫害をうけ易く、とくにマツノシンマダラメイガの被害をうけ易い種であり、見本林の調査個体は多分、幼齢時に相当の被害を受けたものと考えられる。見本林で唯一生存している初期植栽の最大個体は39年で胸高直径25.8cm、樹高11.5mに達している。直径で *P. echinata* に、樹高で *P. virginiana*, *P. rigida* の生育に相当し、病虫害を比較的免れたものでは、この程度の生育はす

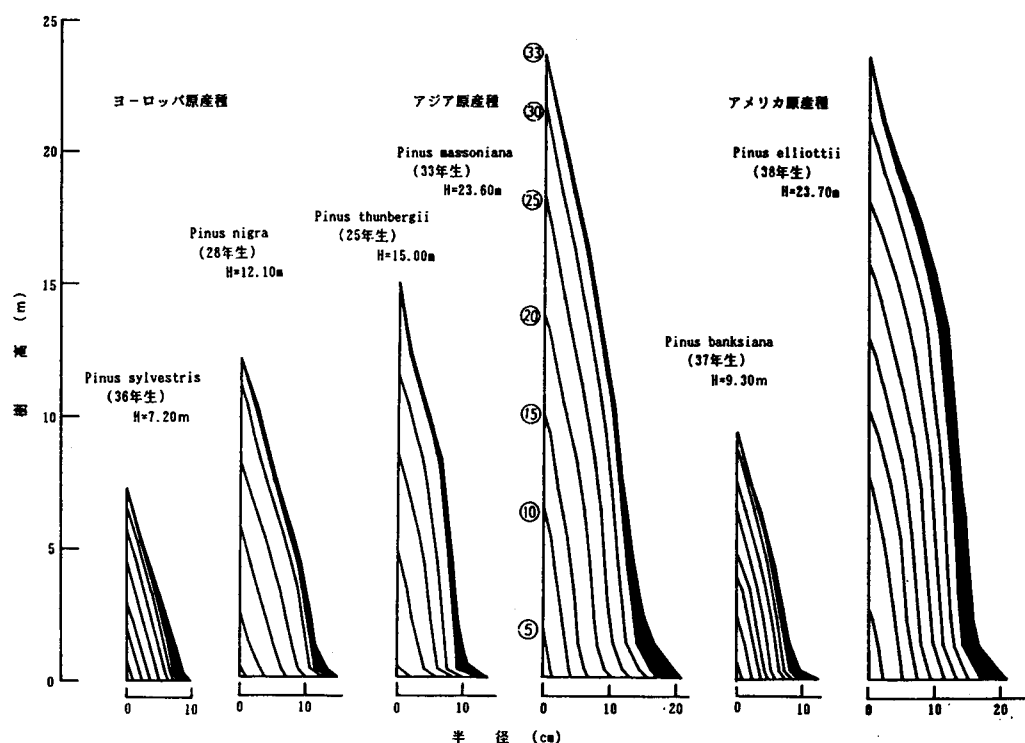


図-6 各原産地域の代表的なマツの樹幹解析図

るものと考えられる。ヨーロッパ地域原産種では、*P. massoniana*, *P. elliotii* の成長に匹敵するような種はなく、*P. nigra* は *P. rigida*, *P. virginiana* に似た成長を示しているが、*P. sylvestris* の成長が悪いことが目立っている。

幹材積成長量の経過を示すと図-5a のようになる。胸高直径、樹高の成長経過では推察されるが、*P. taeda*, *P. elliotii*, *P. massoniana* の成長は良い。*P. tabulaeformis*, *P. durangensis* の成長も良く、前者では図-1、図-2 で明らかなように、年平均直径成長で0.98cm、樹高成長で57cmを示している。後者は直径成長がとくに良く、平均で1.31cmの成長を示しているため、さらに、この個体の成長の頭打ちは最近3～4年前から急速に目打ち、1990年秋にはほとんど枯死寸前の状況を示していたためである。この供試木にはマツノマダラカミキリの後食痕が多数みられたので伝播されたであろうマツノザイセンチュウの影響も考えられるが、マツノザイセンチュウは確認しなかった。図-5b のように、幹材積の年平均成長量は *P. durangensis* で樹齢15年頃よりとくに良く、前述のような危害がなく順調に生育を続けられれば、*P. elliotii*, *P. massoniana* に匹敵するような良い生育をするのではないかと推察される。幹材積の年平均成長量が現状で衰えていないものは *P. tabulaeformis*, *P. massoniana*, *P. elliotii*, *P. taeda*, クロマツ, *P. echinata*, *P. nigra* などで、アカマツではやや衰えがみられる。*P. rigida*, *P. virginiana* では幼齢時から平均した成長経過を示し、とくに *P. virginiana* の見本林は比較的優良な成長を示している。成長の悪い種では *P. sylvestris* が目立ち、ついで、*P. banksiana* の悪さが目立っている。*P. sylvestris* v. *rigensis* は *P. sylvestris* に比べて良い成長を示していたが、*P. taeda*, *P. elliotii* などの優良グループに比べれば相当に成長は悪い。なお、この個体は1990年にマツノザイセンチュウの侵入により枯損した。

樹幹解析結果の一部を示すと図-6のようになる。クロマツ、*P. elliottii*, *P. massoniana*, の成長が良く、とくに後2者の成長が良い。*P. sylvestris*, *P. nigra*, *P. banksiana* では前の3種に比べて悪く、とくに *P. sylvestris* の悪いことは明白である。

2. 球果と種子

上賀茂試験地に植栽されたマツ属の最高樹齢は39年にも達し、初期計画により植栽された多くの種ではすでに球果が着生し、樹下には更新した稚樹もみられる。1990年に着果状況の調査とともに球果を採取し、その大きさ、種子の充実状況を調査した。

着果状況は表-1に示した通りで、42種(変種を含む)に着果が確認された。そのうち22種には多量の球果が確認され、すでに正常な着果状況と判断した。*P. armandi* や *P. morrisonicola* では、樹齢は25年を過ぎているが、2~3年前前から着果し始めたようで、まだ目立つほど多量の球果はみられない。

表-2 上賀茂試験地で育っているマツ属の球果の大きさと種子数

分布地域	軟硬 松別	番 号	種 名	球果の大きさ		種 子 数		
				長 径 (cm)	短 径 (cm)	総種子数	充実種子数	充実率 (%)
アジア	軟松類	1	<i>Pinus armandi</i> FRANCHET	8.9±0.3	4.5±0.2	16.3±7.4	1.1±6.8	28.3
		4	<i>P. griffithii</i> MCCRELLAND	12.8±1.4	2.2±0.6	35.3±14.7	10.7±7.8	30.3
		5	<i>P. koraiensis</i> S. & Z.	10.6±1.3	5.8±0.5	69.7±30.6	28.1±17.1	40.3
		6	<i>P. morrisonicola</i> HAYATA	11.9±0.3	3.5±0.4	2.5±1.5	0.0	—
		7	<i>P. pentaphylla</i> MAYR	5.7±0.1	2.5±0.1	27.0±10.5	14.9±6.3	55.0
	硬松類	9	<i>P. densiflora</i> S. & Z.	4.2±0.4	2.2±0.2	41.4±12.4	37.4±12.1	90.3
		11	<i>P. massoniana</i> LAMB.	6.0±0.3	3.7±4.4	44.0±17.8	33.6±21.4	76.4
		12	<i>P. tabulaeformis</i> CARR.	4.6±0.4	2.6±0.5	40.2±6.2	7.1±3.1	17.7
		13	<i>P. thunbergii</i> PARL.	6.3±0.3	3.6±0.2	83.1±7.6	79.9±7.0	96.2
	アメリカ	14	<i>P. monticola</i> DOUGL.	13.6±1.0	3.0±0.3	10.0±2.9	9.3±3.4	93.0
		16	<i>P. strobus</i> L.	10.1±7.0	1.8±1.3	33.5±9.4	30.4±8.6	90.8
		17	<i>P. banksiana</i> LAMB.	5.3±0.2	1.8±0.1	30.7±12.4	9.7±5.9	31.6
		20	<i>P. echinata</i> MILL.	6.3±0.4	2.3±0.2	17.5±7.1	15.5±7.8	88.6
		21	<i>P. elliottii</i> ENGELM.	9.6±1.0	4.0±0.4	4.8±8.3	1.1±2.7	22.9
		26	<i>P. pungens</i> LAMB.	7.8±0.4	5.8±0.5	81.8±26.1	68.5±26.4	83.7
		28	<i>P. rigida</i> MILL.	6.5±0.3	3.8±0.2	55.3±17.6	47.3±19.6	85.5
メキシコ	硬松類	29	<i>P. taeda</i> L.	8.4±0.7	3.7±0.5	45.4±15.2	21.3±8.3	33.6
		30	<i>P. virginiana</i> MILL.	5.0±0.8	2.2±0.2	44.1±12.7	38.6±13.2	87.5
		31	<i>P. ayacahuite</i> EHRENBURG	11.5±1.2	2.4±0.2	13.0±4.1	7.5±4.2	57.7
ヨーロッパ	硬松類	35	<i>P. greggii</i> ENGELM.	9.5±1.3	3.5±0.2	38.1±11.6	22.2±14.5	58.3
		38	<i>P. patula</i> SCHL. & CHAM.	5.4±0.2	2.7±0.1	49.8±2.6	4.0±0.7	8.0
		40	<i>P. peuce</i> GRISEBACH	14.0±2.5	2.5±0.3	12.7±5.8	3.6±2.4	28.4
ヨーロッパ	硬松類	47	<i>P. nigra</i> ARN.	5.2±0.5	2.3±0.2	21.9±6.7	16.7±5.8	76.3
		49	<i>P. pinaster</i> AIT.	11.0±1.1	5.8±0.3	67.6±23.8	49.1±18.6	72.7
		51	<i>P. sylvestris</i> L.	4.3±0.4	2.4±0.3	21.2±11.5	0.2±0.8	0.8

採取した各種それぞれ20球果について、その大きさおよび充実種子を調査した結果を表-2に示す。*P. morrisonicola* にはまだ充実種子はみられなかった。

上賀茂試験地で実った球果を SHAW¹⁰⁾ が示している原産地での球果の大きさと比較したのが図-7である。点線は SHAW の示した球果の長径の平均値の±20%の範囲を示している。

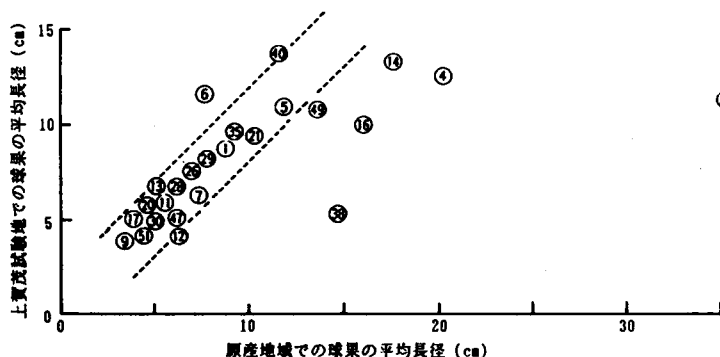


図-7 各種マツの原産地域と上賀茂試験地で生産された球果の長径比較
(番号は種類を表している。表-2 参照)

P. morrisonicola の球果が原産地より長く、*P. monticola*, *P. griffithii*, *P. strobus*, *P. ayacahuite*, *P. patula* の球果の長さが短かった。また、*P. peuce* でやや長く、*P. tabulaeformis*, *P. pinaster* でやや短かったが、その他の種の球果はほぼ原産地のものと大差ないものと思われる。

1 球果あたりの胚珠数と種子数の関係を示したのが図-8である。総胚珠数に対する総種子数¹¹⁾が多かったのは、クロマツ、*P. koraiensis*, *P. pentaphylla* で、ついで *P. griffithii*, *P. strobus*, *P. massoniana*, アカマツ、*P. tabulaeformis*, *P. pungens*, *P. rigida*, *P. pinaster*, *P. virginiana* で、*P. tabulaeformis*, *P. griffithii* を除いて充実率も高く、1 球果あたり多くの種子が実っている。

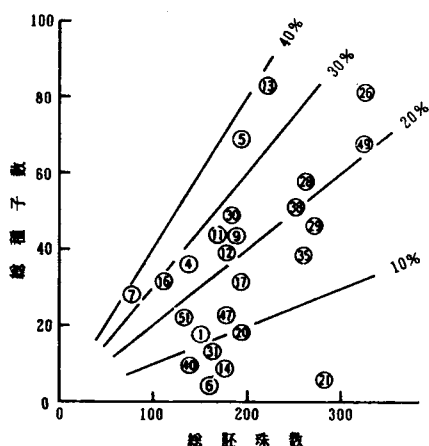


図-8 各種マツの1 球果当りの総胚珠数に対する総種子数の関係
(番号は種類を表している。表-2 参照)

P. morrisonicola, *P. monticola*, *P. peuce*, *P. ayacahuite*, *P. elliotii*, *P. echinata* の6 種では胚珠の崩壊が激しく、1 球果当りの総胚珠数の10%も種子が形成されていない。さらに20%未満の6 種を加えて、球果は実ったが、種子の充実にはさらに樹齢が加わる必要があると思われる。

充実種子が得られたのは、表-2 の25 種に加えて *P. clausa*, *P. muricata*, *P. radiata* の3 種の計28 種である。多くの種子が得られた種では100粒を、それ以下の種では得られた総種子を供試し、1991 年5 月15~20日に播種し、8 月上旬までの発芽を調査したところ、*P. monticola* および *P. koraiensis* を除く26 種が発芽した。*P. koraiensis* の種子は種皮が厚くて吸水が遅く発芽が遅れることを考えると、この調査期間では発芽が0 であることも¹²⁾

表-3 各種マツの発芽状況

		発芽率			
0 %	~20%	~40%	~60%	~80%	~100%
<i>P. koraiensis</i>	<i>P. echinata</i>	<i>P. griffithii</i>	<i>P. pungens</i>	<i>P. nigra</i>	<i>P. densiflora</i>
<i>P. monticola</i>	<i>P. armandi</i>	<i>P. tabulaeformis</i>	<i>P. radiata</i>	<i>P. greggii</i>	<i>P. massoniana</i>
	<i>P. pentaphylla</i>	<i>P. ayacahuite</i>	<i>P. taeda</i>	<i>P. thunbergii</i>	<i>P. rigida</i>
	<i>P. patula</i>	<i>P. pinaster</i>	<i>P. elliotii</i>		
	<i>P. muricata</i>		<i>P. banksiana</i>		
	<i>P. clausa</i>		<i>P. virginiana</i>		
	<i>P. peuce</i>		<i>P. strobus</i>		

この発芽試験に用いた種子は精選したものであり、シイナ種子の大部分は除かれている。播種床は植木鉢に腐葉土と砂を混合したものをを用い、温室内に設置した。灌水等の管理は特別には行われなかった。播種は5月16~20日に行い、発芽調査は播種後約80日後の8月7日に打ち切った。

やむを得ない。本種の発芽能を否定するのではなく、これまでに発芽した記録¹²⁾はあり、本調査の種子も発芽力を持っているものと考えたい。

80%以上の発芽率を示したものは3種で、とくに *P. rigida* では100粒中95粒が播種から21日で発芽し終った。また、*P. ayacahuite*, *P. pinaster*, *P. pungens* では発芽勢が弱く、播種から50数日間徐々に発芽を続けている。表-3にみられる発芽率の低い種も、今後個体の生育につれて、次第に多くの充実種子が得られ、また発芽率も良くなるものと考えたい。

3. 生育に影響を与える諸危害

成長の良い種や個体でも、病虫害、気象害など、受ける諸危害によっては植栽木の生育が悪くなる。上賀茂試験地においても例外ではなく、個々の持っている良い成長も、それら危害によっては生育が悪くなる種がある。現在までに諸危害で目立った事故と、その危害をうけた種の生育状況は次のとおりである。

3-1. マツノザイセンチュウに対する抵抗性

マツノザイセンチュウ (*Bursaphelanchus xylophilus* STEINER & BUHRER) に対するマツ属の抵抗性については、これまでに接種試験⁸⁾や、枯死状況の調査¹³⁾など多くの報告があり、ある程度の結論は得られている。上賀茂試験地におけるマツ枯れ状況は恒常発生型¹⁴⁾であるが、最近次第に枯損量が多くなり、1991年の枯れは前年の約2倍に達している。上賀茂試験地にみられる現状は次のようである。

A) 抵抗性が強い種

これまでにマツノザイセンチュウによって枯れなかった種は *P. elliotii*, *P. taeda*, *P. palustris*, *P. echinata*, *P. virginiana*, *P. pungens*, *P. morrisonicola* の8種である。しかし、これらの種で *P. elliotii*, *P. taeda* は白浜試験地において枯損が確認され、*P. palustris* の枯損も確認されている¹³⁾。これらの種は *P. morrisonicola* を除いてすべてアメリカ原産種である。なお、*P. fenzeliana* は現在健全であるが、植栽後数年でまだ判定は困難である。さらに *P. pentaphylla*, *P. clausa* は健全に育っている。なお、*P. rigida* には枯死個体がみられるが、接種試験⁸⁾で強抵抗性は確認されている。

B) 抵抗性が弱い種

クロマツがマツノザイセンチュウに弱いことは周知の事実であるが、*P. muricata*, *P. radiata*,

P. pinaster, *P. nigra*, *P. sylvestris*, *P. koraiensis* の各種も植栽木の多くが被害をうけている。とくに *P. radiata*, *P. muricata*, *P. sylvestris*, *P. koraiensis* で枯損は激しく、見本林の多数が枯れ、その維持も困難な現状である。

C) 抵抗性のやや強い種

アジア原産種では *P. massoniana*, *P. bungeana*, *P. griffithii*, *P. hwangshanensis*, *P. tabulaeformis* で、アメリカ原産種は *P. monticola*, *P. strobus*, *P. banksiana*, メキシコ原産種は *P. ayacahuite*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. greggii*, *P. patula*, *P. rudis*, ヨーロッパ原産種は *P. peuce*, *P. pinea* である。これらのうち、*P. greggii*, *P. rudis* は白浜試験地で次に述べるやや弱い種に含まれる程の被害をうけている。また、*P. monticola*, *P. patula*, *P. peuce* ではこれまでに1本しか枯れていない。さらに *P. strobus* は1991年にはじめて枯損木がみられた種である。なお、*P. massoniana* は一般に考えられている程の対マツノザイセンチュウ抵抗性はみられない。本種はクロマツとの交雑が容易で、マツノザイセンチュウ抵抗性をも F₁ 雑種が受け継ぐので^{8,15)}、マツ枯れ地域における後継樹として注目されているが、反面マツモグリカイガラムシ (*Matsucoccus matsumurae* (KUWANA))¹⁶⁾、マツバノタマバエ (*Thecodiplosis japonensis* UCHIDA et INOUE)¹⁷⁾ に感受性であることも引き継がれ、このマイナス要因が大きな欠点となっている。*P. tabulaeformis* も同様にクロマツと容易に交雑可能で⁹⁾、この F₁ 雑種の方が利用価値が高いかも知れない。しかし、*P. tabulaeformis*¹⁸⁾ が原産地の中国で、マツモグリカイガラムシの被害を相当に激しく受けているようで、この点は十分に考慮する必要がある。しかし、現状では *P. thunbergii* × *P. massoniana* F₁ 雑種ほどの被害は受けていない¹⁶⁾。

D) 抵抗性のやや弱い種

表-4のうち、以上3グループに入らなかった種が含まれる。とくに *P. armandi*, *P. ayacahuite* v. *brachyptera* では最近2~3年の枯損が目立ってきている。今後の経過には注意を払う必要がある。

3-2. 虫害

マツ属には多くの害虫類が存在している。現在上賀茂試験地のマツ属で目立っている虫害はマツモグリカイガラムシ、マツバノタマバエ、マツノシンマダラメイガである¹⁹⁾。

A) マツモグリカイガラムシ (*Matsucoccus matsumurae* (KUWANA))

本害虫の被害をうけて樹体が湾曲している種は *P. massoniana*, *P. tabulaeformis*, *P. hwangshanensis* である。とくに *P. massoniana* は本害虫の激害をうけている。もし本害虫の加害を回避できれば、図-1, 2にみられるように上賀茂試験地の優良生育種の一つにあげられるが、その見本林の個体が植栽後10数年頃から湾曲し、次々と枯れている。

B) マツバノタマバエ (*Thecodiplosis japonensis* UCHIDA et INOUE)

本種は CRITCHFIELD²⁰⁾ が分類した *Sylvestres* 亜節に含まれる種を加害することが確認されている。*P. massoniana*, *P. tabulaeformis* の被害が目立っている。

C) マツノシンマダラメイガ⁴⁾ (*Dioryctria splendidella* S.-H.)

P. pinaster や *P. radiata* が樹幹、梢端部に被害をうけ幹折れ、枝抜けがみられる。その他 *P. massoniana*, *P. ayacahuite* v. *brachyptera*, *P. halepensis*, *P. nigra*, *P. pinea*, *P. sylvestris*, *P. griffithii*, *P. durangensis*, *P. ponderosa* などにも被害がみられる。

D) その他

マツカレハ (*Dendrolimus spectabilis* BUTLER)²¹⁾ は現在、上賀茂試験地ではほとんどみられないほど生息していない。マツノキハバチ (*Heodiprion sertifer* GEAFFROY) が1986年に *P. hwangshanensis* の針葉を食害したが1回限りであった。

3-3. 冬期の低温

マツ属には、東南アジアやアメリカ大陸の低緯度地帯に原産する種もあり、上賀茂試験地の冬の低温（平年の最低気温は $-3 \sim -8^{\circ}\text{C}$ ）に耐えられない種がある。これらの種は加温していないガラス室で育てている。ガラス室の大きさに制限があり、伸びすぎた個体は上部を切断しなければならず、成長量を求めることはできない。

ガラス室で育てている種は、*P. canariensis* SMITH, *P. caribaea* MORELET v. *hondurensis*, *P. cooperi*, *P. douglasiana* MARTINEZ, *P. funebris* KOMAROV, *P. gerardiana* WALL., *P. herrerae* MART., *P. khasya* ROYLE, *P. lawsonii* ROEHL, *P. maximartinezii* RZEDWSKI, *P. merksii* DE VRIESE, *P. michoacana* MARTINEZ, *P. oocarpa* SCHIEDE, *P. pseudostrobus* LINDL., *P. resinosa* AIT., *P. roxburghii* SARG., *P. teocote* SCHL. & CHAM. の17種である。なお、*P. resinosa* は原産地の緯度からでは上賀茂試験地の野外でも育たねばならないが、過去に幾度試みても育たなかった。現在はガラス室で上賀茂試験地で育った最大の個体（樹高5 m）になっている。また、*P. gerardiana*, *P. roxburghii* も同様の理由でガラス室で育てている。

4. 総括

上賀茂試験地に育てられているマツ属の現状について述べてきたが、現在までの生育状況を総合的に判断すると、

4-1. 生育の良好な種

在来種のアカマツ、クロマツと比較して生育の良好と考えられる種は *P. elliotii*, *P. taeda*, *P. strobus* である。*P. massoniana* は成長は良いが、幼齢時のマツノシンマダラメイガ⁹⁾、植栽後10数年以後のマツモグリカイガラムシ¹⁶⁾による被害のために大きな打撃をうけている。マツモグリカイガラムシによって樹体湾曲被害を受けた個体がマツノザイセンチュウの侵入によって枯死が早められるような傾向もみられ、*P. massoniana* の今後の生育には赤信号がともっている。

4-2. 比較的生育の良好な種

本グループにはマツノザイセンチュウに抵抗性を示す各種を加えたい。*P. palustris*, *P. rigida*, *P. virginiana*, *P. echinata*, *P. pungens*, *P. clausa* などのアメリカ原産種、アジア原産種の *P. morrisonicola*, メキシコ原産種の *P. greggii*, *P. patula*, ヨーロッパ原産種の *P. peuce* などが含まれる。

4-3. 生育の悪い種

前述のマツノザイセンチュウに対し抵抗性の弱い種はここに含まれる。さらに、*P. contorta*, *P. jeffreyi*, *P. ponderosa*, *P. halepensis* なども明かな原因は不明であるが、上賀茂試験地では生育が悪く、見本樹、見本林の各個体は次々と衰弱している。

あ と が き

上賀茂試験地に植栽されている51種のマツについて、現在の生育状況を調査した結果、在来種のアカマツ、クロマツよりも良い生育を示しているものは *P. elliotii* など2, 3種に過ぎなかった。しかし、植栽地の土壌が相当に痩せているので、もう少し良い土壌環境に植栽すれば、次位の各種もある程度のよい生育を示す可能性は期待されよう。さらに、すでに28種に種子が実り、後継樹の育成が可能であることが確認できた。上賀茂試験地においては、これらの自力生産による材料によって、さらにマツ属に関する諸研究を発展させたい。

引用文献

- 1) 中井 勇・伊佐義朗・橋本英二：京都大学上賀茂試験地における外国産マツ類の生育について. 京大演集報 8. 1~34, 1965
- 2) 伊佐義朗 編：京都大学上賀茂試験地に導入された外国産樹種とその生育状況. 京大演集報 9. 1~37, 1970
- 3) 中井 勇・大畠誠一：マツ属の幼齡期における生育について. 京大演集報 13. 33~52, 1978
- 4) 古野東洲・岡本憲和・四手井綱英：外国産マツ属の虫害に関する研究 第1報 マツノシンマダラメイガについて. 京大演報 34. 107~126, 1963
- 5) 上賀茂試験地マツ属研究グループ：スラッシュマツ林の成長と現存量. 京大演集報 19. 36~48, 1989
- 6) ———：テーダマツ林の成長と現存量. 京大演集報 20. 88~99, 1990
- 7) ———：ストブマツ林の成長と現存量. 京大演集報 22. 67~78, 1991
- 8) 二井一禎・古野東洲：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, 1979
- 9) 中井 勇：硬松類の種間交雑の可能性. 日林誌 68. 406~416, 1986
- 10) SHAW, G. R.: The genus Pinus. 96pp, Riverside Press, Cambridge, 1914
- 11) 中井 勇・加藤景生・古野東洲：マツ属数種の種子形成について. 日林関西支講 39. 29~32, 1988
- 12) ———：マツ属種子の吸水と発芽. 日林関西支講 37. 35~38, 1986
- 13) 古野東洲：外国産マツ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 34. 16~30, 1982
- 14) 中井 勇・二井一禎・古野東洲：上賀茂試験地におけるマツノマダラカミキリの羽化消長とマツ枯れ発生の季節変化. 京大演集報 22. 55~66, 1991
- 15) 古野東洲・二井一禎：マツノザイセンチュウを接種したクロマツ×タイワンアカマツ (F_1) の生育について. 95回日林論 477~478, 1984
- 16) ———・中井 勇：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 38. 18~32, 1988
- 17) ———・曾根晃一：外国産マツ属の虫害に関する研究 第5報 マツバノタマバエの加害について. 京大演報 50. 12~23, 1978
- 18) 中国林業科学研究院：中国森林昆虫. 中国林業出版社, 北京, 137~145, 1983
- 19) 古野東洲・中井 勇：マツ属 9 F_1 雑種にみられる虫害について. 102回日林論 印刷中, 1991
- 20) CRITCHFIELD, W. B. and LITTLE, E. L. Jr.: Geographic distribution of Pines of the world. U.S. Dept. Agr. For. Serv., 1966
- 21) 古野東洲・岡本憲和：外国産マツ属の虫害に関する研究 第2報 マツカレハ幼虫の摂食について. 京大演報 35. 207~216, 1964

Plate I

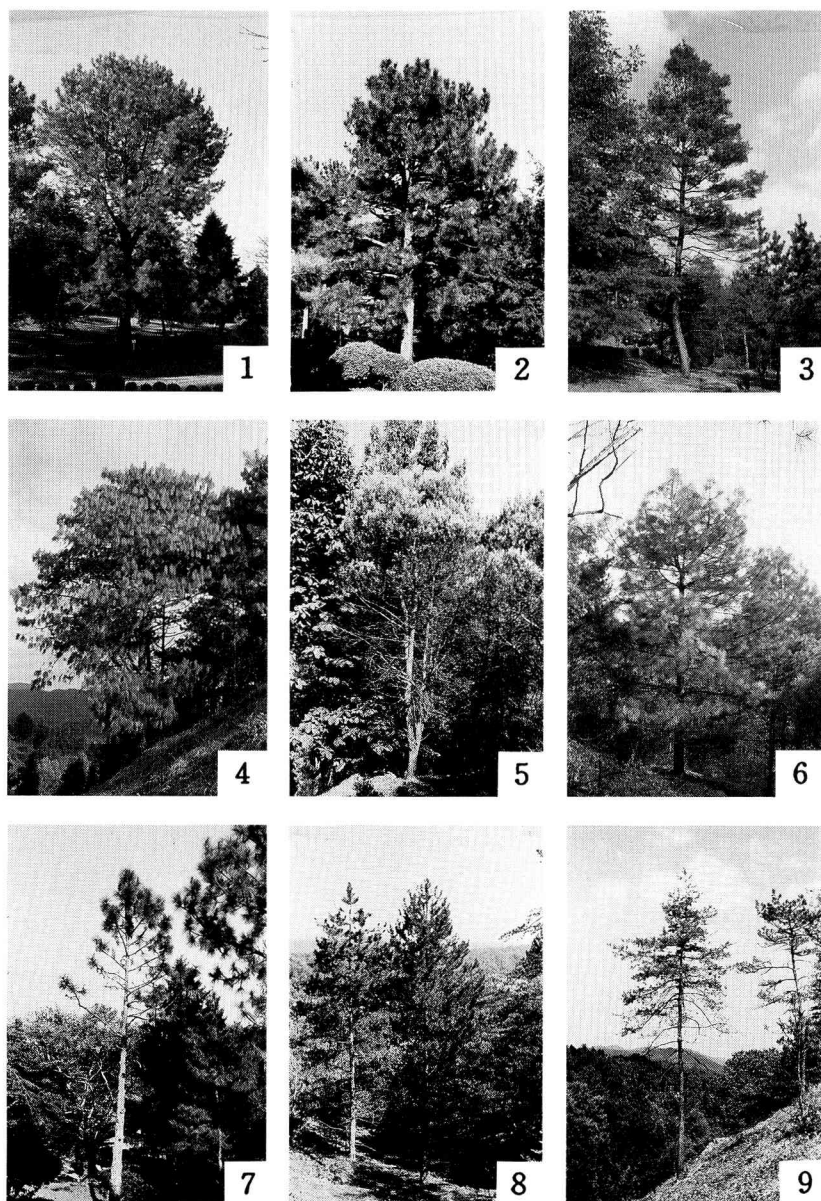


Plate I 上賀茂試験地に育つマツ属

1. *Pinus elliottii* ENGELM. (構内, 樹齡38年, 胸高直径71cm, 樹高25.00m)
2. *P. palustris* ENGELM. (構内, 樹齡50年, 胸高直径51.4cm, 樹高19.25m)
3. *P. clausa* (CHAMP.) VASEY (構内, 樹齡37年, 胸高直径40.0cm, 樹高19.50m)
4. *P. patula* SCHL. & CHAM. (見本林, 樹齡38年, 胸高直径40.0cm, 樹高12.10m)
5. *P. pinea* L. (見本林, 樹齡39年, 胸高直径19.4cm, 樹高8.20m)
6. *P. durangensis* MARTINEZ (見本林, 樹齡27年, 胸高直径33.9cm, 樹高12.00m)
7. *P. ponderosa* LAWS. (構内, 樹齡38年, 胸高直径34.0cm, 樹高12.10m)
8. *P. nigra* ARN. (見本林, 樹齡38年, 胸高直径27.7cm, 樹高13.00m)
9. *P. sylvestris* L. (見本林, 樹齡36年, 胸高直径15.3cm, 樹高8.10m) この個体は1991年11月マツノザイセンチュウにより枯死した

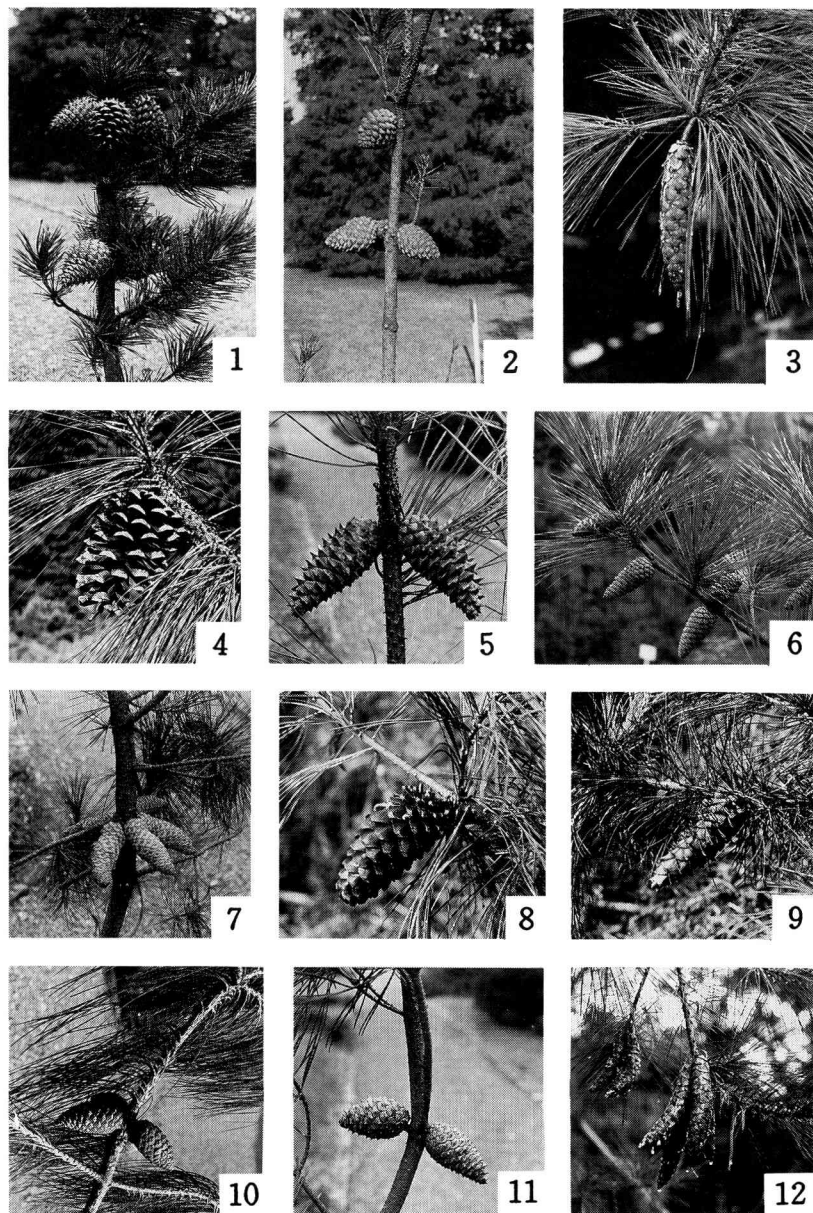


Plate II 上賀茂試験地で結実したマツ属の球果

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. <i>Pinus pungens</i> LAMB. | 2. <i>P. radiata</i> D.DON |
| 3. <i>P. monticola</i> DOUGL. | 4. <i>P. palustris</i> MILL. |
| 5. <i>P. pinaster</i> AIT. | 6. <i>P. taeda</i> L. |
| 7. <i>P. greggii</i> ENGELM. | 8. <i>P. armandi</i> FRANCHET |
| 9. <i>P. morrisonicola</i> HAYATA | 10. <i>P. patula</i> SCHL. & CHAM. |
| 11. <i>P. clausa</i> (CHAMP.) VASEY | 12. <i>P. griffithii</i> MCCRELLAND |