

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

古野 東洲・中井 勇

Studies on the Insect Damage upon the exotic Pine-species
introduced in Japan

(No.9) The flagging of Stem and Branch of Pines infested
with Margarodid Scale, *Matsucoccus matsumurae* (KUWANA)

Tooshu FURUNO and Isamu NAKAI

要 旨

本報告には、マツモグリカイガラムシ (*Matsucoccus matsumurae* (KUWANA)) の寄生によりおこるマツ属樹体の湾曲被害を、上賀茂、徳山および白浜の各試験地において調査した結果がまとめられている。

1. 樹体湾曲被害は Critchfield & Little により, Sylvestres 亜節に分類されているマツ属5種と *P. thunbergii* を雌性親として種間交雑された 4 F₁ 雑種で観察された。

2. 樹体の湾曲は、樹齢とともに被害が増大し、植栽後10年以後で急激に被害が増加する傾向がみられた。

3. *P. thunbergii* × *P. khasya* F₁, *P. massoniana*, *P. thunbergii* × *P. massoniana* F₁, *P. thunbergii* × *P. luchuensis* F₁ で湾曲被害が激しく, *P. thunbergii*, *P. densiflora*, *P. tabulaeformis*, *P. thunbergii* × *P. tabulaeformis* F₁ で被害がすくなかった。雄性親のもつマツモグリカイガラムシとの親和性、樹体湾曲の傾向が F₁ 雑種にうけ継がれるようである。

4. マツモグリカイガラムシの寄生は、樹体湾曲をひきおこすとともに、激しい生長減退を生じ、被害木は最後には枯れる。

5. 樹体湾曲を示すマツの針葉は、早期の黄変、落葉により、健全木と比較して相対的にすくなかった。

ま え が き

マツモグリカイガラムシ (*Matsucoccus matsumurae* (KUWANA)) がマツ属に寄生し、一部の種では枯死に至るほど激しい被害をもたらしていることは、徳重¹⁾、竹谷²⁾ によってすでに報告されている。本種の被害木の幹、枝が湾曲、垂下し、その樹皮には凹凸が目立ち、サメ肌を呈する。まず、樹冠下部の枝に湾曲、垂下やねじれがあらわれ、次第に各枝に拡大し、幹にも梢端部から上、中部へ湾曲が進む。同時に、一部の枝が枯れ、樹形は不整となり、被害木は遂に枯死

する。枯死に至るまでには生長の減退もみられる。

京都大学農学部附属演習林では、上賀茂試験地を主に、徳山、白浜試験地に、50種を越える外国産マツが育てられているが、このマツ属見本林、実験林で、マツモグリカイガラムシの寄生が原因と思われる幹、枝の湾曲、垂下がみられるものが目立ってきた。著者らはこのマツ属樹体にみられる樹形の異常を調査し、一部はすでに報告^{3,4)}しているが、既報をも含めて総合的に、被害の進行、被害樹の生育について報告する。

P. massoniana の幹、枝の湾曲部で、マツモグリカイガラムシの寄生を確認いただいた、竹谷昭彦博士（当時林業試験場 関西支場 保護部、現森林総合研究所）に厚く御礼申し上げる。さらに、見本林、実験林の管理、育成に努力されている上賀茂、徳山、白浜の職員各位に深謝する。

調査地の概況および調査マツ属

調査地は上賀茂試験地（京都市北区上賀茂本山）、徳山試験地（山口県徳山市徳山鉢窪）およ

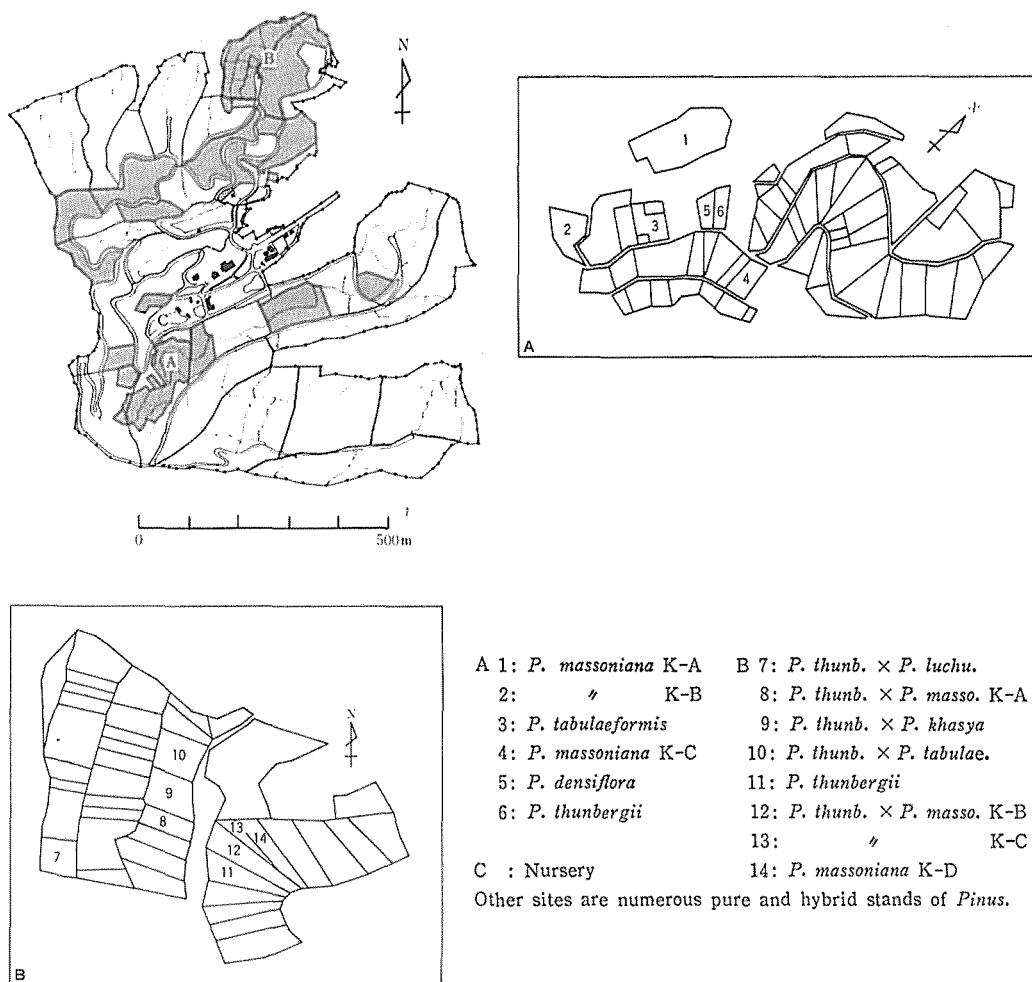


Fig. 1 Planting area of pines (shaded area) and investigated sites at the Kamigamo Experiment Station.

び白浜試験地（和歌山県西牟婁郡白浜町立ヶ谷）で、上賀茂、白浜の土壌の理化学性は劣り、やせ地である。さらに、白浜試験地はマツ枯れ激害地で、天然のアカマツ、クロマツの大部分は枯死し、上賀茂、徳山においても、マツ枯れの恒常発生が続いている。主調査は上賀茂試験地で行われ、1952年以後順次植栽育成されているマツ属見本林、実験林、交雑によりつくり出された F_1 雑種実験林で行われた。

上賀茂試験地のマツ属見本林、実験林は図-1のように2団地に分かれている。調査されたマツ属は以下の各種である。

P. massoniana : K-A 林分, 1958年植栽で最大個体は胸高直径 38 cm, 樹高 23 cm に育っている。K-B 林分, 1972年植栽。K-C 林分, 1976年植栽, 樹高 5~7 m の若い見本林である。本林分は *P. taiwanensis* として導入されたので、これまでは、その種名で報告した^{3,4)} が、その後の調査で *P. massoniana* と判明した。K-D 林分, 1969年植栽で、大きいものは胸高直径 22 cm, 樹高 15 m に育っている。本林分は *P. thunbergii* と *P. thunb.* × *P. masso.* K-B 林分とともに、生長比較のために隣接して連続に植栽された実験林である。

P. tabulaeformis : 1956年および1970年に植栽された見本林で、前者は6本である。

P. thunbergii × *P. massoniana* (F_1) : 実験林に、3林分 (K-A 林分, 1960年交雑, 1962年播種, 1965年植栽。K-B 林分, 1964年交雑, 1966年播種, 1969年植栽。K-C 林分, 1968年交雑, 1970年播種, 1973年植栽) が育てられている。

P. thunbergii × *P. luchuensis* (F_1) : 1968年交雑, 1970年播種, 1973年植栽で、1林分が育てられている。

P. thunbergii × *P. tabulaeformis* (F_1) : 1977年交雑, 1979年播種, 1982年植栽の1林分と苗畑に植えられたままの23本で、植栽木の樹高は 1.6~2.8 m, 苗畑のものは 2.5~3.5 m である。

P. thunbergii × *P. khasya* (F_1) : 1976年交雑, 1978年播種, 1981年植栽の1林分と苗畑のままの12本で、胸高直径 9.4 cm, 樹高 4.7 m に育った個体もあるが、マツモグリカイガラムシの寄生により生育不良である。

P. thunbergii と *P. densiflora* : *P. thunb.* × *P. masso.* K-B 林分に接する *P. thunbergii* 1林分 (1969年植栽) および見本林内に1972年植栽の各1林分で、樹高 9~12 m に育っている。

徳山試験地には、*P. massoniana*, *P. thunb.* × *P. masso.* (F_1), *P. thunbergii*, *P. densiflora* が同一斜面に連続して、0.08~0.10 ha の小林分に1970年に植栽されている。

白浜試験地には、*P. massoniana* が2カ所に分かれて1959年および1980年に植栽されている。*P. khasya* は1963年に植栽されたが、1981年に残った最後の1本が枯れている。

調 査 方 法

マツモグリカイガラムシによるマツ属の被害状況を、1985年10月から1988年6月まで、つぎのような基準で観察した。

激害：幹の湾曲大きく、枝も湾曲、垂下激しく、一部の枝は枯れ、樹形はくずれて異常である。

中害：幹の湾曲はほとんどみられないが、梢端部がすこし曲がりかかっている程度で、樹冠の中部以下の枝が湾曲、垂下し、樹形もくずれかけている。

微害：幹は直で異常はないが、樹冠下部の枝に湾曲、垂下がみられる。

無害（健全）：樹形に異常はみられない。

以上の樹形の観察とともに、胸高直径測定による毎木を行った。さらに上賀茂試験地の *P. massoniana* K-C 林分で、各被害基準を含む17本を伐採し、幹、枝、針葉の地上部各部重量を求め、樹幹解析を1988年4月に行った。

樹形に異常がみられたマツ属

上賀茂試験地には、前記マツ属以外に、*P. taeda*, *P. elliottii*, *P. pinaster*, *P. sylvestris*, *P. nigra* など50種にも達するマツ属が植栽され、植栽後30数年を経ている種も多いが、いずれも、マツモグリカイガラムシに起因すると思われる樹形の異常は観察されなかった。わが国では、*P. thunbergii*, *P. densiflora*, *P. luchuensis*, *P. massoniana* に対するマツモグリカイガラムシの加害、寄主の幹、枝の湾曲被害についてはすでに報告され^{1,2)}、中国においても、マツモグリカイガラムシを“日本松干蚧”の名で、その加害樹として赤松 (*P. densiflora*)、油松 (*P. tabulaeformis*)、馬尾松 (*P. massoniana*) などがあげられている⁵⁾。

本調査で、樹体に湾曲の異常が認められたのは前記の5種と4F₁雑種で、*P. khasya*を除いて今回、マツモグリカイガラムシの卵のうを樹体湾曲部で観察し、その寄生を確認した。McClure⁶⁾も上賀茂試験地のマツ属で、同種の寄生を確認している。

1. *P. massoniana*

P. massoniana に対するマツモグリカイガラムシの寄生、加害、寄主の樹体湾曲被害についてはすでに報告され^{1,2)}、本調査も例外ではなかった。

上賀茂試験地の最も古い K-A 林分は、1958年には184本が植栽されたが、1988年5月には無被害木14本を含む32本に減少している。1974年に、最初に幹、枝の湾曲の樹体の異常に気が付き、その湾曲部で、マツモグリカイガラムシの寄生を確認した林分で、当時すでに、枯損木22本（すべて樹体が湾曲）を含んで98本に半減していた。その間の16年は、一部を除いて詳しい記録は残されていない。1960年にマツノシンマダラメイガの加害が40本に確認され⁷⁾、当時の総調査木168本で、すでに16本が消失している。1973年に健全木1本が伐られているが、その間の個体数減少についての記録はない。図-2は、1974年現在の確認個体数を基に、本林分の被害の推移を示したものである。当時健全木は35本であったが、1985年には19本に、現在は14本に減少している。1960年のマツノシンマダラメイガの調査時からではわずかに8%が健全に生育しているにすぎない。

P. massoniana はマツノザイセンチュウに比較的抵抗性をもってはいるが、絶対的ではなく、枯損する⁸⁻¹⁰⁾。上賀茂試験地では、恒常的に天然のアカマツがマツノザイセンチュウにより枯損している¹¹⁾。1984年12月の枯損木で、翌年5月にはマツノザイセンチュウは検出されず、さらに1985年12月までの枯損木2本ともにマツノザイセンチュウは検出されなかった。これらの枯損木はいずれも幹、枝の湾曲が激しく、マツモグリカイガラムシの

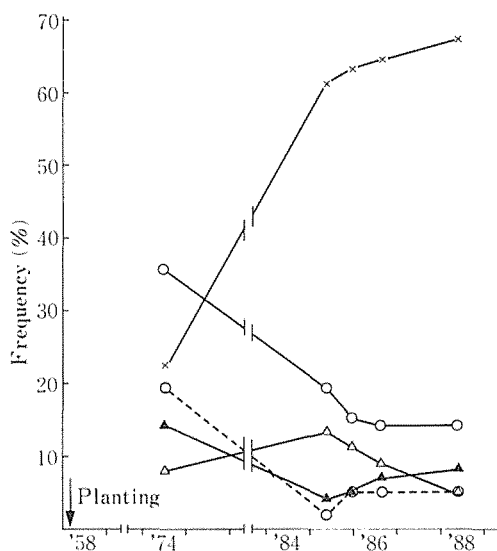


Fig. 2 Annually changes of flagging and withering of *P. massoniana* K-A by Margarodid scale at the Kamigamo Station.

×—×: Withering with flagging
 ▲—▲: Flagging (Severe)
 △—△: " (Medium)
 ○—○: " (Slight)
 ○—○: Healthy

These marks apply from Fig. 2 to Fig. 8.

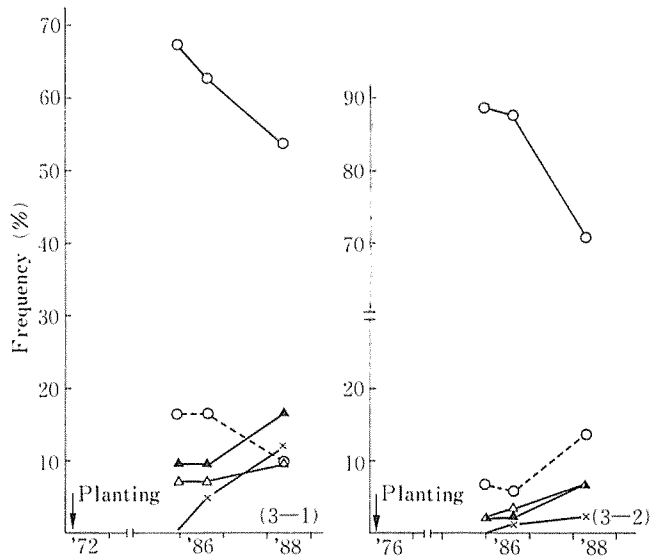


Fig. 3 Annually changes of flagging and withering of *P. massoniana* K-B (3-1) and K-C (3-2) by the scale at the Kamigamo Station.

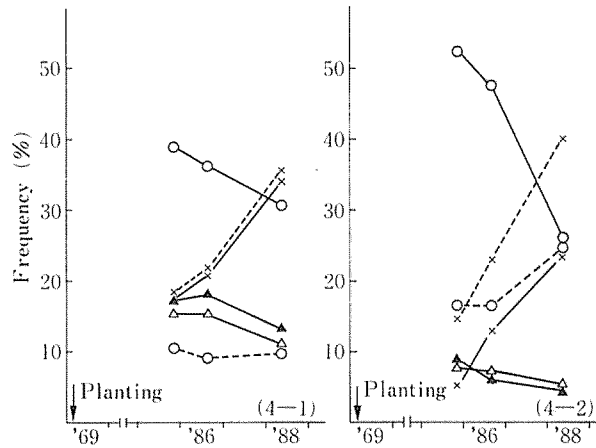


Fig. 4 Annually changes of flagging and withering of *P. massoniana* K-D (4-1) and *P. thunb. x P. masso.* K-B (4-2) by the scale at the Kamigamo Station.

×.....×: Total withering including withering with flagging
This mark applies to Fig. 6 and 7.

寄生が原因である。枯損木すべてについて、マツノザイセンチュウの有無を確認していないが、1974年以後の枯損木は、長年の幹、枝の湾曲を経て枯れている。

K-B および K-C 林分の被害の推移は図-3 のようになる。前者で56%、後者で70%の個体に幹、枝の湾曲がみられず、健全な樹形をしている。枯損木は12%と4%で、幹、枝は湾曲し、マツモグリカイガラムシの加害の結果と推察される。

K-D 林分の被害推移は図-4-1 のように、健全木は144本の31%に減少している。枯損は

1985年には26本であったが、1986年には31本、1988年には51本と増加の傾向にある。なお、51本のうち2本は樹形に異常はなく、他の要因、この場合、周囲のマツ枯れ発生から推察して、マツノザイセンチュウが考えられる。

徳山試験地の1970年植栽の *P. massoniana* 林分は、1988年には149本のうち健全木は50本（34%）に減少している（図-5-1）。上賀茂試験地のものに比べて、幹、枝の湾曲の微害のものが比較的多く、枯損したのもすくない。

白浜試験地の1959年植栽の *P. massoniana* S-A 林分は、現在は22本が確認されるが、植栽時の本数が不明である。面積から推察して現在はほぼ半数になっている可能性がある。健全木は5本で、激しい幹、枝の湾曲のものは13本で半数を越えている。S-B 林分は1980年に植栽されて最も若い。1986年2月には、植栽された11本のすべてが健全であったが、1988年6月には、1本の下枝がやや湾曲の徴候を示していた。

2. *P. thunbergii* × *P. massoniana* (F₁)

本 F₁ 雑種4林分の調査結果は図-4-2、図-5-2、図-6のようになる。

上賀茂試験地に育っている K-A (38本)、K-B (158本)、K-C (102本) の3林分はともに、1985年には、無被害木は50~55%であったが、1988年には25%前後に減少し、3/4の個体が枯損または樹形異常となり、年々被害が増大している。徳山試験地の本 F₁ 雑種林分 (207本) は、上賀茂試験地の3林分に比べて被害はすくない。1985年には枯損2本を含む15%のものが異常木であったが、1988年には枯損木は15本（うち幹、枝の湾曲5本）で、異常木は24%に増加している。

上賀茂、徳山両試験地ともに、本 F₁ 雑種は樹形が健全な個体も枯損し、植栽地がマツ枯れ恒常発生地であるため、その原因はマツノザイセンチュウと考えられる。すなわち、上賀茂試験地における1985年の枯損木、K-A 林分の4本（樹形異常2本、正常2本）、K-B 林分の23本（異常8本、正常15本）のすべてから、翌年3月にマツノザイセンチュウが検出されている。

3. *P. tabulaeformis*

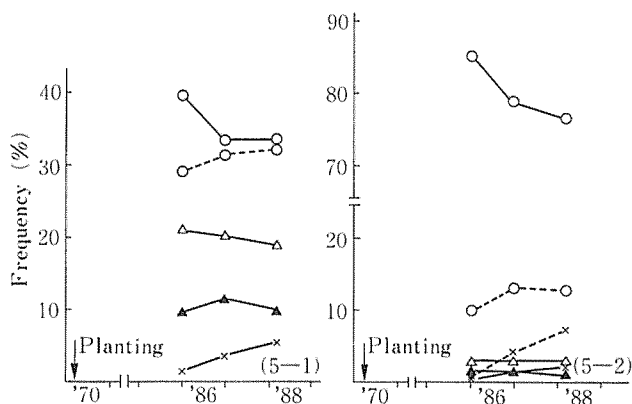


Fig. 5 Annually changes of flagging and withering of *P. massoniana* T (5-1) and *P. thunb.* × *P. masso.* T (5-2) by the scale at the Tokuyama Station.

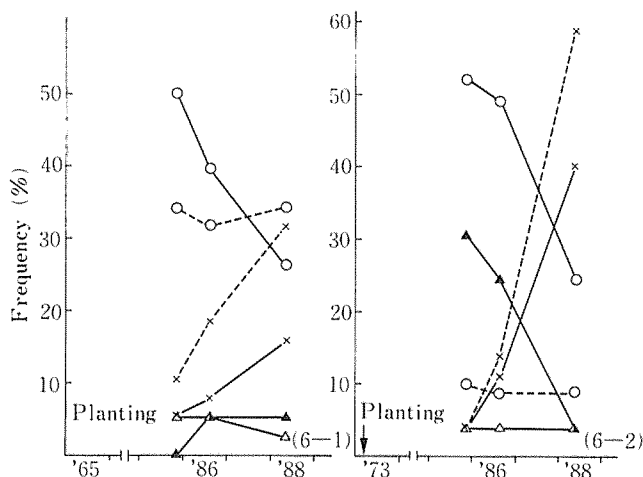


Fig. 6 Annually changes of flagging and withering of *P. thunb.* × *P. masso.* K-A (6-1) and K-C (6-2) by the scale at the Kamigamo Station.

McClure¹²⁾ は、中国における本種へのマツモグリカイガラムシの寄生、加害を確認している。上賀茂試験地には、1956年植栽の6本と1970年植栽の17本が見本林に育てられているだけである。前者は1985年に幹、枝の激害木1本と他にわずかに下枝の湾曲が認められるものが1本みられたが、1988年には激害木は枯損し、微害と見られていた個体はその湾曲が目立たなくなっていた。後者は1985年には、3本に幹、枝の湾曲がみられ、そのうち2本が翌年に枯れ、1988年には、その枯損木2本、微害木1本、正常木14本となった。本種の調査本数がすくない欠点はあるが、樹齢で異なる両者で、被害率に大差がないことは、*P. massoniana* のように高樹齢のものほど幹、枝の湾曲被害が増大していたのと異なる結果となった。

4. *P. thunbergii* × *P. tabulaeformis* (F₁)

1977年に交雑した1グループが苗畑でそのまま放置された23本と1982年植栽の81本に分かれて育っている。苗畑のものは樹高2.5~3.5mで大きいが、幹、枝の湾曲はみられず健全な樹形で育っている。植栽木にのみ被害がみられるが、両者を合わせて1985年以後の被害の推移を示すと

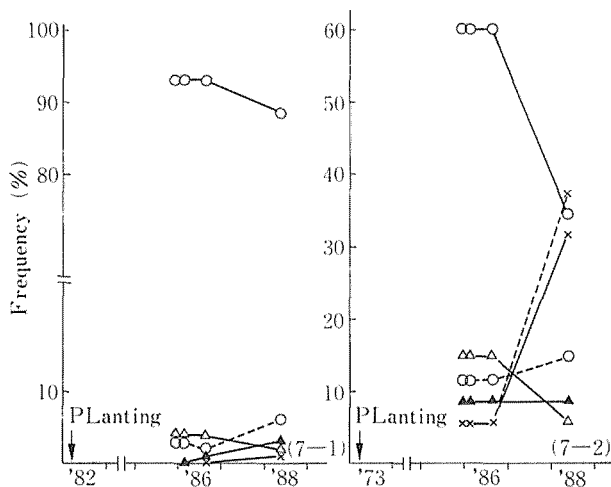


Fig. 7 Annually changes of flagging and withering of *P. thunb.* × *P. tabulae*. (7-1) and *P. thunb.* × *P. luchu*. (7-2) by the scale at the Kamigamo Station.

図一7—1のようになる。1988年の被害木は12%で、1985年に比べて被害はやや進行している。*P. massoniana* や *P. thunb.* × *P. masso.* (F₁) のように樹齢とともに被害が増加するのか、雄性親の *P. tabulaeformis* のような結果になるかは、今後さらに時間を待たねばならない。

5. *P. luchuensis* と *P. thunbergii* × *P. luchuensis* (F₁)

今回は *P. luchuensis* を調査していない。McClure⁶⁾ の上賀茂試験地でのマツモグリカイガラムシの寄生の確認、徳重¹¹⁾、竹谷²⁾ の報告から、マツモグリカイガラムシの加害を推察することはできる。

P. thunb. × *P. luchu.* (F₁) は実験林に1973年に35本植栽されている。

1986年には、枯損を含んで幹、枝の湾曲被害は40%であったが、1988年には66%に増加している(図一7—2)。枯損木13本のうちの2本は樹形に異常はなく、マツノザイセンチュウによる枯損と思われる。

6. *P. khasya* と *P. thunbergii* × *P. khasya* (F₁)

P. khasya は白浜試験地に、1963年に800本植栽されたが、1981年に最後に残った個体が枯れ、本調査の対象にならなかった。しかし、それまでの断片的な観察記録(1972年1月観察、樹幹直9本、曲大20本、曲小10本、胸高直径2.6~6.1cm、樹高2.2~3.9m)、写真(II-2)により、幹、枝の湾曲は激しく、加えて、植栽地がマツ枯れ激害地であった¹³⁾ため消失したものと思われる。1980年の樹幹湾曲枯損木からはマツノザイセンチュウは検出されなかった⁹⁾。

P. thunb. × *P. khasya* (F₁) は、図一8のように、本調査で最も激しい被害が確認された。1976年の交雑で得られた本 F₁ 雑種は、1981年に91本が実験林に植栽され、12本は苗畑に残された。1985年には、すでに幹の湾曲とともに29本が実験林で枯れ、樹形の健全木は、実験林5本、苗畑

3本の計8本しか残っていない。以後1988年まで枯損木（実験林59本、苗畑8本）や樹幹湾曲木が急速に増加し、健全木はわずか1本になった。苗畑の枯損木ではマツノマダラカミキリが後食しなかったことは確認され、マツモグリカイガラムシの寄生、加害が枯損の原因である。

7. *P. thunbergii* と *P. densiflora*

マツモグリカイガラムシが *P. thunbergii* や *P. densiflora* に寄生することは知られているが、本調査では、両種とも目立った樹体湾曲の被害はなかった。*P. thunbergii* は、*P. thunb.* × *P. masso.* K-B 林分に接した同齢の林分で、71本中、1985年に3本、1988年には5本に増加し、わずかな湾曲が下枝にみられたにすぎない。他方、上賀茂試験地の見本林に植えられた（1972年植栽）*P. thunbergii* 90本には全く被害はみられず、徳山試験地の *P. thunbergii* も樹体湾曲の被害はみられなかった。

上賀茂試験地の *P. densiflora* の林分は1985年に55本のうち6本に被害（中害1、微害5）がみられたが、1988年には、被害は進行していなかった。なお、試験地構内の天然のものにも樹体が湾曲しているものが散見される。徳山試験地の *P. densiflora* は調査木158本すべて健全であった。

以上のようにマツモグリカイガラムシの寄生、加害が確認されたマツ属は、すべてが Critchfield & Little¹⁴⁾ の分類による *Sylvestres* 亜節に、Show¹⁵⁾ や石井¹⁶⁾ による *Lariciones* 亜節に含まれている。マツバノタマバエが本亜節と非常に高い親和性を示した^{17,18)} こととともに、マツモグリカイガラムシの本亜節との親和性には注目しなければならない。マツバノタマバエの場合、本亜節の調査種は1種を除いてすべての種に虫喫が確認された¹⁸⁾ が、本調査では、樹体異常がみられない種も多い。*P. nigra*, *P. sylvestris*, *P. pinaster* は上賀茂試験地ですでに樹齢30年に達しているが、樹体の湾曲はみられない。*P. hwangshanensis*, *P. yunnanensis* は樹齢5年以下の幼樹で、樹体湾曲の徴候はない。白浜試験地の *P. merkusii*（樹齢15年、胸高直径19 cm）は健全に生育している。*P. luchuensis* は生育不良で、1986年秋に残っていた1本が枯れ、本調査では樹体の湾曲を確認していない。上賀茂試験地で、これまでに本種の見本林の育成を試みても生育不良で、大きく育たないのは McClure⁶⁾ が確認し、徳重ら¹⁾ も報告しているように、マツモグリカイガラムシの寄生が重要な要因である可能性がある。

以上のほか、上賀茂試験地に植栽されている *Sylvestres* 亜節以外に分類されるマツ属では、樹体の湾曲被害はみられない。

被害木の生長

マツモグリカイガラムシの寄生により幹、枝の湾曲、垂下による樹形異常がおこり、さらに生長減退もおこる。

P. massoniana K-A 林分は、1985年12月には、健全木の平均胸高直径 27.1 ± 5.2 cm、樹体湾曲の微害木は 23.2 ± 4.6 cm、中害木は 21.8 ± 4.0 cm、激害木は 13.2 ± 4.0 cm で、1988年5月には、それぞれ 28.4 ± 5.6 cm, 25.9 ± 5.1 cm, 26.1 ± 4.3 cm, 21.4 ± 4.0 cm となり、健全木に比

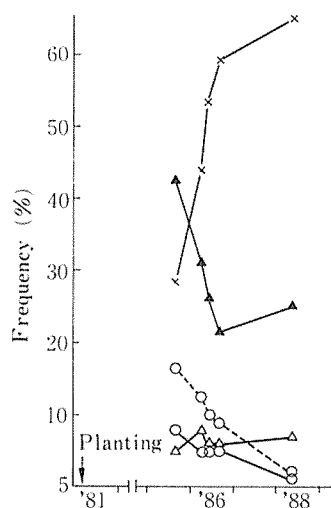


Fig. 8 Annual changes of flagging and withering of *P. thunb.* × *P. khasya* by the scale at the Kamigamo Station.

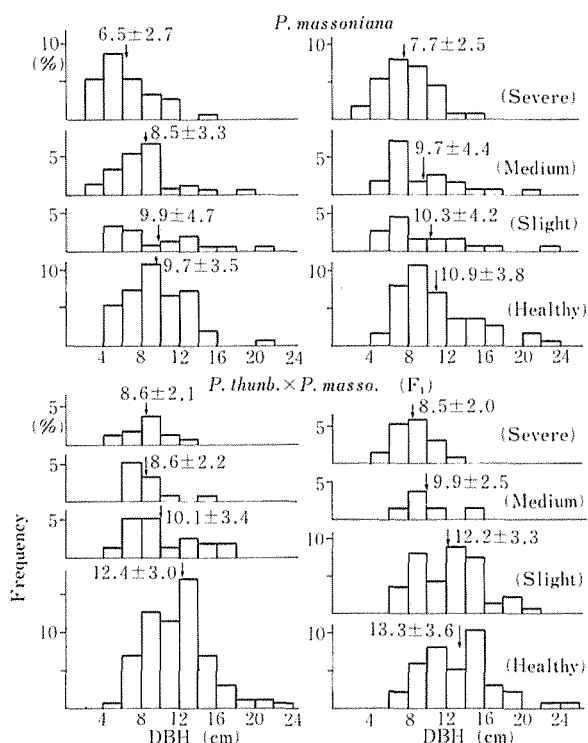


Fig. 9 Frequency distributions of diameter at breast height of *P. massoniana* K-D and *P. thunb. x P. masso.* K-B in October, 1985 (left) and May, 1988 (right).

べて樹体湾曲木の生育は悪い。1969年植栽の *P. massoniana* K-D 林分, *P. thunb. x P. masso.* K-B 林分の胸高直径の分布は図-9 のようになり, 樹体湾曲の激しいものほど胸高直径の細いものが多い。マツモグリカイガラムシの寄生は, 樹体湾曲をもたらすとともに, 直径生長が悪くなることは明らかである。

P. massoniana K-C 林分の樹幹解析結果より, 皮なし幹材積の年生長経過を示すと図-10 のようになる。

1976年の生長減退は植栽の影響である。健全木 (a, b) の年生長経過に比べて, 樹形異常木では年生長量はすくなく, とくに激害木 (e, f) で目立っている。f 個体では, 植栽後1981年までは健全木より良い生長を示していたにもかかわらず, 1982年以後急激に年生長量が悪くなっている。e 個体では, 1986年と1987年の生長減退が激しいが, 1983年以後も健全木に比べて生長減退の傾向があらわれている。これらの個体では, 1985年には, 幹, 枝の湾曲はすでに激害と判定されたが, さらに数年さかのぼる被害が推察される。それぞれ微害, 中害と判定された c および d 個体は, 健全木に比べて生長減退が認められるが, 激害木にみられるような激しいものではない。1982年には最小であった健全木の b 個体は, 1987年には, 樹体が湾曲した c~f の各個体より幹材積は大きく育っている (図-11)。マツモグリカイガラムシの寄生が影響する生長減退が激しいことがわかる。

マツモグリカイガラムシの寄生をうけたマツは, 幹, 枝の湾曲, 垂下とともに針葉の早期の黄変, 落葉, 枝枯れがおこる^{1,2)}。本調査においても, 激害木で, 上部から4枝階目の枝以下に, 枝枯れが目立ち, 或る枝階のすべての枝が枯れていた個体もあった。

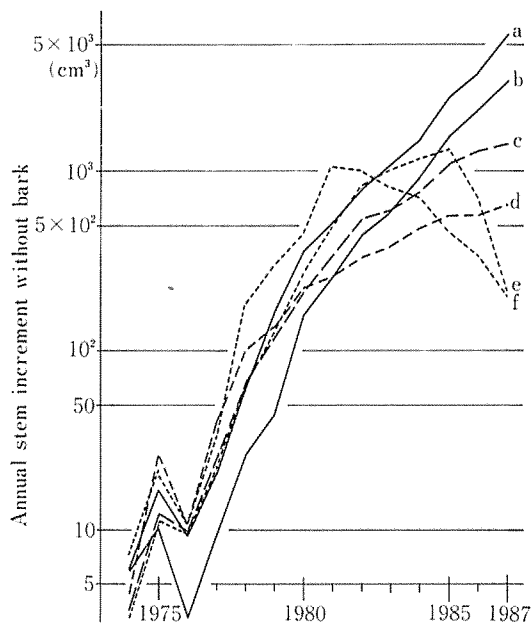


Fig. 10 Annual stem increment without bark of *P. massoniana* K-C at the Kamigamo Station.

a and b: Healthy
c: Flagging (Slight)
d: " (Medium)
e and f: " (Severe)

These symbols apply to Fig. 11.

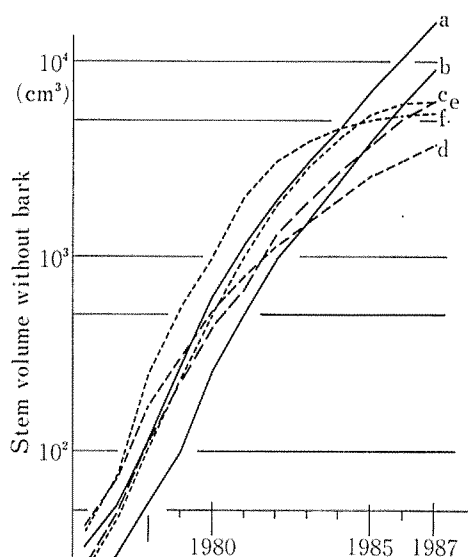


Fig. 11 Growth curves of stem volume without bark of *P. massoniana* K-C at the Kamigamo Station.

枯損枝を除き、幹と枝に対する葉量の関係を求めると図-12のようになる。枝量に対する葉量、幹と枝量に対する葉量ともに健全木に比べて、マツモグリカイガラムシの寄生木の葉量がすくなく、とくに激害木の葉量がすくないことが明らかになった。被害木の針葉の早期の黄変、落葉のためであろう。相対的に健全木より軽い葉量の個体で、幹、枝が湾曲下垂することは、竹谷²⁾が「寄生をうけた結果、材が部分的にえ死し、材質がもろくなり」と報じ、材質の変化を示唆しているように、マツモグリカイガラムシの寄生、加害による材組織の変化が原因と考えられる。

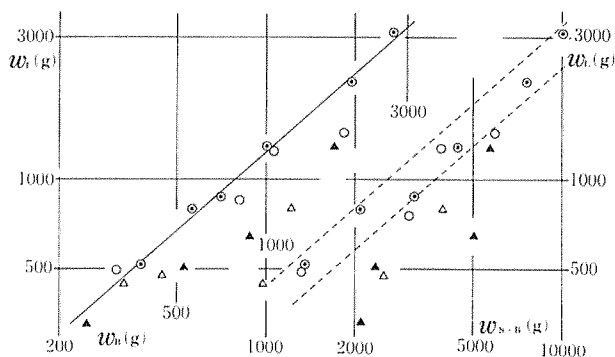


Fig. 12 Relations of w_L (leaf dry weight) to w_B (branch dry weight) and w_{S+B} (stem and branch dry weight) of *P. massoniana* K-C at the Kamigamo Station.

◎: Healthy
○: Flagging (Slight)
△: " (Medium)
▲: " (Severe)

総 括

マツモグリカイガラムシのマツ属への寄生の結果、特定のグループに属するマツ属に、幹、枝の湾曲、枝の部分枯れなどの現象があらわれ、生長減退をおこし、最後には枯死に至る被害がみられることが明らかになった。とくに、わが国原産の *P. thunbergii* や *P. densiflora* に比べて *P. luchuensis* を含む *P. massoniana*, *P. khasya* など東南アジア原産種が激害をうけることは、今後これらの樹種の植栽、育成には細心の注意が必要となる。このうち、*P. massoniana* については、*P. thunbergii* を雌性親とした F_1 雑種を人為的に容易につくり出すことができ、この F_1 雑種が比較的生長も良いことから、早くから注目された^{19,20)}。上賀茂試験地において、初期の交雑から30年近く経過し、数多くの調査、研究の対象となり、とくにマツノザイセンチュウに比較的抵抗性を示すことが判明して^{8,10)}、マツ枯れ跡地対策樹種として期待されることになった。しかし、本調査からは、この一般的な期待を十分に裏付ける結果は得られず、逆に否定的な結果となった。

本調査各種の植栽後の年数に対応して、健全木の生存率を示すと図-13のようになる。

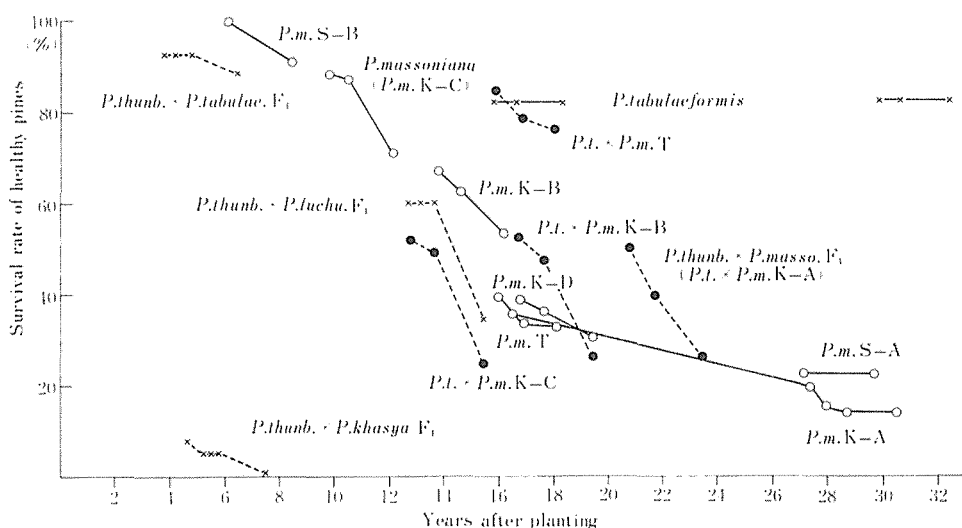


Fig. 13 Changes of survival rate of healthy pines with years after planting at three (Kamigamo, Tokuyama and Shirahama) Stations.

P. m. : *P. massoniana*, *P. t.* : *P. thunbergii*

K: Kamigamo, T: Tokuyama, S: Shirahama

P. massoniana は、植栽後10年位までは目立った本数減少を示していないが、以後は比較的急テンポで健全木が減少していることが明らかになった。30年経過した上賀茂試験地の K-A 林分と白浜試験地の S-A 林分では、健全木は20%またはそれ以下に減少してしまっている。*P. thunb.* × *P. massoniana* (F_1) では、植栽されている場所によって差がみられるが、上賀茂試験地の3林分では、植栽本数の1/4以下に健全木が減少している。徳山試験地の本 F_1 雑種は隣接する *P. massoniana* に比べて明らかに被害はすくないが、上賀茂試験地の林分のように、年の経過とともに被害が増大することを否定する材料はない。

P. thunb. × *P. luchuensis* (F_1) は、樹形の外観や針葉の色が *P. thunbergii* に近いが、両親ともに

マツノザイセンチュウに弱く、マツモグリカイガラムシによる被害も加わり、とくに注目することはできない。

P. thunb. × *P. khasya* (F₁) は植栽後8年で全滅状態である。

P. tabulaeformis のマツモグリカイガラムシによる被害が *P. massoniana* のように樹齢とともに増加していないことは、*P. thunb.* × *P. tabulae* (F₁) がマツノザイセンチュウに対して抵抗性がある¹⁰⁾ ことに加えて、マツモグリカイガラムシによる被害が微害で、雄性親のように、もし現状の微害のままで推移するならば、本 F₁ 雑種の今後の利用に期待がもたれる。しかし、反面、本 F₁ 雑種がマツバノタマバエに対して、他種に比べて、比較的感受性である¹⁸⁾ ことに留意しなければならない。

あ と が き

本調査の結果、マツモグリカイガラムシが *Sylvestres* 亜節に属する一部のマツ属と、さらに *P. thunbergii* との交雑種に寄生し、幹、枝の湾曲、垂下などの激害を与えることが判明した。とくに、マツ枯れ跡地後継樹として期待されている *P. thunbergii* × *P. massoniana* (F₁) の被害が確認され、樹齢とともに被害が増大することから、今後の利用に対して注意を喚起したい。

引 用 文 献

- 1) 徳重陽山・森本 桂：マツの枝曲り病。日林九州支論。23. 183~184, 1969
- 2) 竹谷昭彦：マツモグリカイガラムシに関する研究 1 個生態。林試研報。246. 1~9, 1972
- 3) 古野東洲・中井 勇：マツモグリカイガラムシの寄生によるマツ属樹体の湾曲について。97回日林論。461~462, 1986
- 4) ————：マツモグリカイガラムシによるマツ属樹体の湾曲被害。日林関西支論。37. 256~259, 1986
- 5) 中国林業科学研究院：中国森林昆虫。中国林業出版社。北京。pp 137~145, 1983
- 6) McCURE, M. S. : Susceptibility of Pure and Hybrid Stands of *Pinus* to Attack by *Matsucoccus matsumurae* in Japan (Homoptera: Coccoidea: Margarodidae). Env. Ent. 14. 535~538, 1985
- 7) 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. 107~125, 1963
- 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) 古野東洲：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, 1982
- 10) ————・二井一禎：マツ属の生育におよぼすマツノザイセンチュウの影響。京大演報。57. 112~127, 1986
- 11) 中井 勇・二井一禎・赤井竜男：マツ材線虫病の感染源に関する生態学的研究 (II) —非激害型アカマツ林分におけるマツノマダラカミキリの生態とその駆除方法について—。京大演報。57. 14~25, 1986
- 12) McCURE, M. S., DAHLSTEN, D. L., DEBARR, G. L. & HEDDEN, R. L. : Control of Pine Bast Scale in China. J. For. 81. 440. 475~478, 1983
- 13) 古野東洲・大島誠一・上中幸治：マツ枯れ激害地—白浜試験地における天然生アカマツ、クロマツの枯損と生存木について。京大演報。56. 32~47, 1984
- 14) CRITCHFIELD, W. B. & E. L. LITTLE JR. : Geographic Distribution of the Pine of the World. U. S. Forest Serv. 97pp, 1966
- 15) SHAW, G. R. : The Genus *Pinus*. Riverside Press. 96pp, 1914
- 16) 石井盛次：マツ属分類の再検討。アカマツに関する論文集。111~142, 1954
- 17) 古野東洲・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) ————：同上 第8報 マツバノタマバエの加害について—統一。京大演報。59. 16~30, 1987
- 19) 中井 勇・藤本博次・稲森幸雄・伊佐義朗・佐野宗一：マツ類の交雑育種に関する研究(1)クロマツ種内交雑ならびに他のマツ類数種との種間交雑の可能性。京大演報。39. 125~143, 1967

- 20) 中井 勇: マツ属 2 種類の混合花粉の受粉による F_1 苗木の出現とその生長. 林木の育種. 81. 13~15, 1973

Résumé

The margarodid scale, *Matsucoccus matsumurae* (KUWANA), is a native of Japan. The flagging by the attacks of this scale upon the exotic pines had been investigated at the three Experiment Stations of Kyoto University Forest, Kamigamo in Kyoto prefecture, Tokuyama in Yamaguchi prefecture and Shirahama in Wakayama prefecture from 1985 to 1988.

The flagging were observed in two native pure pines, *P. densiflora* and *P. thunbergii*, three exotic pure pines, *P. massoniana*, *P. tabulaeformis* and *P. khasya*, and four F_1 hybrids, *P. thunb.* $\times$ *P. masso.*, *P. thunb.* $\times$ *P. tabulae.*, *P. thunb.* $\times$ *P. khasya* and *P. thunb.* $\times$ *P. luchu.* These pines have been classified into subsection Sylvestres by Critchfield & Little.

The flagging damages of stem and branches increased with age of these pines, furthermore, increased rapidly after ten years from planting.

Two native pines, *P. densiflora* and *P. thunbergii*, were most resistant and a pure and three hybrids pines, *P. massoniana*, *P. thunb.* $\times$ *P. khasya*, *P. thunb.* $\times$ *P. masso.* and *P. thunb.* $\times$ *P. luchu.*, were respectively susceptible. The damages of *P. tabulaeformis* and *P. thunb.* $\times$ *P. tabulae.* were a little.

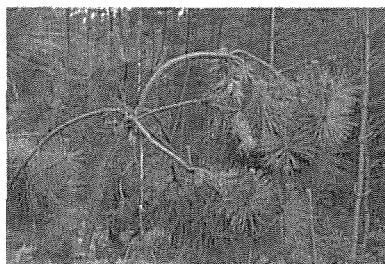
It seems that the susceptibility of paternal parents to the scale have been conferred upon the F_1 progeny resulted from crosses with *P. thunbergii*.

The foliage discolors, the stem and branches become bent and distorted, and the growth of the flagging tree is less than that of the healthy tree. The flagging tree dies within five to ten years.

Plate I



(1)



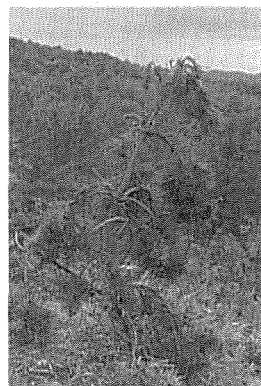
(2)



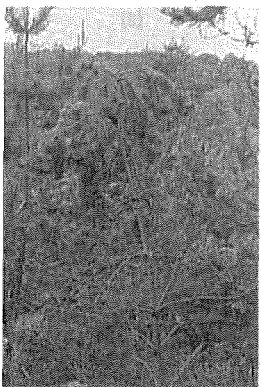
(3)



(4)



(5)



(6)

Plate I Various flagging of five F_1 hybrids by attacks of *Matsucoccus matsumurae*

1. *P. thunb.* $\times$ *P. khasya* in nursery
2. *P. thunb.* $\times$ *P. khasya*; planting in 1981, severe flagging
3. and 4. *P. thunb.* $\times$ *P. masso.* (DBH: 11.0 cm and 11.8 cm, K-B stand, photo. in 1986.3 and 1988.5); planting in 1969, advance of flagging damage from medium to severe
5. *P. thunb.* $\times$ *P. tabulae.*; planting in 1982, severe flagging
6. *P. thunb.* $\times$ *P. luchu.* (DBH: 7.7 cm); planting in 1973, severe flagging



(1)



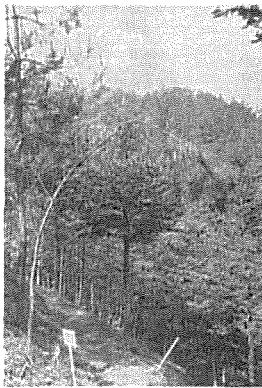
(2)



(3)



(4)



(5)



(6)



(7)



(8)

Plate II Various flagging of four pure pines

1. *P. densiflora* (DBH : 13.0 cm, natural) ; severe flagging
2. *P. khasya* (DBH : 7.5 cm) ; planting in 1963 at the Shirahama Station, severe flagging and withering in November, 1981
3. *P. tabulaeformis* (DBH : 19.2 cm) ; planting in 1956, severe flagging and withering in May, 1988
4. *P. massoniana* (DBH : 6.4 cm, K-C stand) ; planting in 1976, severe flagging
5. *P. massoniana* (DBH : 3.8 cm, K-C stand) ; severe flagging
6. *P. massoniana* (DBH : 10.8 cm, K-C stand) ; medium flagging
7. *P. massoniana* (K-A stand) ; planting in 1958
8. *P. massoniana* (DBH : 24.2cm, K-A stand) ; severe flagging