

アカマツ葉さび病の生態と防除

主任専門研究員 作山 健

要 旨

本県におけるアカマツ葉さび病の種類とその生活史、感染時期および防除法について検討した。

1 葉さび病の種類は次の5種が確認された。

- (1) アカマツ-キク-葉さび病
- (2) アカマツ-ツリガネニンジン-葉さび病
- (3) アカマツ-クサボタン-葉さび病
- (4) アカマツ-ボタンズル-葉さび病
- (5) アカマツ-キハダ-葉さび病

これらのうち、(1)と(2)が多く発生している。

2 アカマツ-キク-葉さび病の生態

- (1) 生活史を見ると柄子は3月下旬～5月上旬、さび胞子は5月中旬～7月上旬、夏胞子は6月上旬～11月上旬、冬胞子は7月中旬～11月上旬、小生子は7月～11月にかけてそれぞれ発生する。
- (2) 小生子によるアカマツへの感染時期は主として8月中旬～10月上旬である。

3 アカマツ-ツリガネニンジン-葉さび病の小生子によるアカマツへの感染時期は主として6月中旬～7月下旬である。

4 アカマツ-クサボタン-葉さび病の場合は主として7月上旬～8月下旬に感染する。

5 アカマツ-ボタンズル-葉さび病の場合は主として7月中旬～8月下旬に感染する。

6 アカマツ-キハダ-葉さび病の場合には主として8月上旬～9月下旬に感染する。

7 本病防除には伝染源となる中間寄主植物を下刈りして除去するのが効果的である。下刈時期は冬胞子・小生子の形成される前、すなわち感染期前に行うことが肝要である。

8 本病防除に有効な薬剤はモノックスとマンネブダイセンMの各500倍液で、散布時期はそれぞれの病菌の感染時期に行うことが肝要である。

1 はじめに

アカマツ葉さび病とはアカマツの針葉がさび病菌に侵かされて、早期に落葉する被害で、5月頃アカマツ針葉上に黄白色のやや突出した膜状物が見られるのが特徴である(写真-1)。

本病は県下各地のアカマツ幼齢造林地や天然生稚樹に広く発生しており、特に北上山系のアカマ

ツ幼齡林に多い。本病の著しい被害を受けた激害木では生長が阻害され、また枯死することもある^{2,5)}。

本病の生態の一部は前に報告したが¹⁾、本報告では前報の生態に加えて、本県におけるアカマツ葉さび病の種類とその生活史、感染時期および防除法を述べる。

2 葉さび病の特徴と種類

アカマツ葉さび病菌の孢子には5種類の孢子形があり、またその生活を行う上で、一種の寄主植物だけでは生活のすべてを過ごすことができず、二つの異なる寄主植物を必要としている。すなわち図-1に示すように、柄子とさび孢子がアカマツに、夏孢子と冬孢子が中間寄主植物に寄生する。

その発生経過は図-1に示すようにアカマツ針葉上のさび孢子が中間寄主植物の葉に感染侵入して夏孢子を形成し、続いて冬孢子を形成する。冬孢子は発芽して小生子をつくり、この小生子がアカマツ針葉に感染侵入して柄子、続いてさび孢子を形成する。そして再びさび孢子が中間寄主植物に感染する経過をたどっている。このように葉さび病菌は生活を行う上で、アカマツと中間寄主植物を必要としている。そしてある種の葉さび病菌は特定の中間寄主植物だけに夏孢子と冬孢子を形成するので、中間寄主植物の種類によって葉さび病菌の種類は異なる。

これまでの実態調査および接種試験結果から、本県において見られた葉さび病の種類は次の5種である。

- 1 アカマツ-キク-葉さび病
- 2 アカマツ-ツリガネニンジン-葉さび病
- 3 アカマツ-クサボタン-葉さび病
- 4 アカマツ-ボタンズル-葉さび病
- 5 アカマツ-キハダ-葉さび病

このうち本県において多い種類は1と2である。



写真-1 アカマツ葉さび病



図-1 アカマツ葉さび病の発生経過

3 生 態

(1) アカマツ－キク－葉さび病

ア 生活史

本病菌の5種の胞子の発生時期を知るため、当场構内の実験林にアカマツとノコンギク、シラヤマギクを混植して本病を発生させて試験地とし、年間を通じて調査した。5種の胞子の発生時期は図－2に示すとおりである。

柄子はアカマツ針葉上に3月下旬から5月上旬まで見られ、特に4月上旬から中旬にかけて多かった。さび子のうは柄子が形成された付近に5月上旬から見られ、5月中旬になると、さび子のうが裂開してさび胞子の飛散が始まる。飛散は5月中旬から7月上旬まで見られ、その最盛期は5月下旬から6月中旬である。さび胞子はノコンギクやシラヤマギクの葉の裏に感染して15日位で夏胞子、50日位で冬胞子を形成する。

夏胞子はノコンギクの葉の裏に6月上旬から11月上旬まで見られ、特に6月下旬から10月上旬に多かった。この夏胞子もノコンギクやシラヤマギクの葉の裏に感染して14日位で再び夏胞子を形成し、40日位で冬胞子を形成する。

冬胞子は7月中旬から11月上旬まで見られ、特に8月上旬から10月中旬に多かった。

また、小生子は7月から11月まで見られた。小生子は後述のように、主として8月中・下旬から10月上旬にアカマツ針葉に感染して、翌年春に柄子を形成し、続いてさび胞子を形成する。

イ 感染時期

5種の胞子のうち、小生子がアカマツ針葉に感染して葉さび病を発生させるのであるが、この小生子がいつアカマツに感染するかを明らかにするため、次の実験を行った。

(ア) 小生子の形成時期

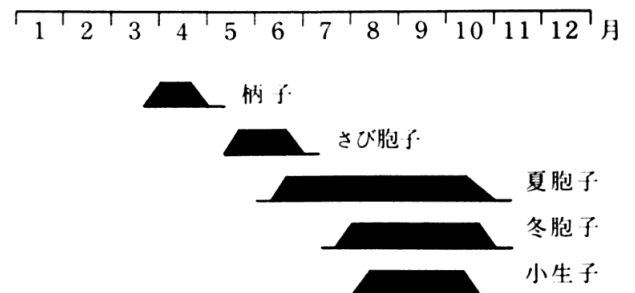
小生子は冬胞子の発芽によって形成されるもので、冬胞子が発芽しなければ小生子は形成されない。そこで時期別に冬胞子の発芽状態を観察した。その結果は表－1に示すとおりで、冬胞子形成期間の7月から11月までは小生子が形成されていることがわかる。また野外で冬胞子は8月上旬から10月中旬にかけて多いことから、小生子も8月上旬から10月中旬にかけて多いことが推定される。

(イ) 小生子による接種試験

小生子の形成期間のうち、7月から10月にかけて毎月1回、小生子をアカマツに接種して葉さび病の発生状態を調べた。その結果は表－2に示すとおりで、9月に接種したアカマツに葉さび病の発生が多く、7月、8月は少なく、10月接種では認められなかった。

(ウ) 小生子の飛散時期

野外における小生子の飛散時期を明らかにす



図－2 アカマツ－キク－葉さび病菌の生活史

表一 1 採取時期を異にした冬胞子の発芽による小生子の形成(アカマツ-キク-葉さび病)

採 取 月 日	ノコンギク		シラヤマギク	
	小生子の 形成量	小生子の 発芽率	小生子の 形成量	小生子の 発芽率
7. 27	+	+		
8. 7	+	+	+	+
8. 22	+	+	+	+
9. 4	+	+	+	+
9. 21	+	+	+	+
10. 6	+	+	+	+
10. 23	+	+	+	+
11. 1	+	+		

小生子の形成量・発芽率 +：少ない Ⅱ：多い

表一 2 冬胞子・小生子によるアカマツへの接種試験結果(アカマツ-キク-葉さび病)

接種月日	さび胞子形成程度	
	ノコン ギク	シラヤマ ギク
7. 27	+	
8. 15	+	+
9. 21	+	+
10. 14	-	-
無接種	-	-

さび胞子形成程度
-：なし +：少ない Ⅱ：多い

るため、ノコンギクの自生地で上面にグリセリンゼリーを塗布したスライドガラスを地面から10cmの高さに針金で水平に設置して小生子の採取を行った。その結果は図一3に示すとおりで、昭和51年は8月下旬から10月中旬に採取され、特に9月下旬から10月上旬に多かった。昭和52年は7月下旬から10月中旬に採取され、特に8月下旬から9月上旬に多かった。

小生子の多数採取された時期が51年と52年とでは約1か月ずれているが、これは降雨量に影響されたものと思われる。すなわち、51年7月の降雨量は52mmで平年の約25%と少なかったために冬胞子・小生子の形成がより遅れたのに対し、52年7月は299mmで平年の約150%と多く、冬胞子・小生子の形成がより早まったために、51年と52年とでは小生子の形成のピークが約1か月ずれたものと推定される。

なお、両年とも雨のあった日より多く小生子が採取された。

(三) 野外における自然感染

冬胞子と小生子が形成されているノコンギクとシラヤマギクの自生地に6月始めよりほぼ15日ごとにポットに植えたアカマツ2年生苗木を11月中旬までセットし、自然感染させて葉さび病の発生状態を調査した。その結果は表一3に示すとおりで、ノコンギク区では8月後半区から10月後半区にかけて発病が見られ、特に8月後半区から9月後半区にかけて発病が多かった。シラヤマギク区では8月後半区から10月前半区にかけて発病が見られた。

以上のことから、小生子のアカマツへの感染時期は主として8月中・下旬から10月上旬であることが判明した。

(2) アカマツ-ツリガネニンジン-葉さび病

ア 生活史¹⁾

調査方法は前項のアカマツ-キク-葉さび病と同じである。5種の胞子の発生時期は図-4に示すとおりである。

柄子はアカマツ針葉上に7月中旬から12月上旬まで見られ、特に8月上旬から9月上旬にかけて多かった。さび胞子は5月上旬から6月下旬にかけて見られ、特に5月中旬から下旬にかけて多かった。

夏胞子はツリガネニンジンの葉に5月下旬から10月下旬まで見られ、特に6月上旬から7月上旬にかけて多かった。冬胞子は6月上旬から10月下旬まで見られ、特に6月中旬から7月下旬にかけて多く見られた。小生子は6月から10月まで見られた。

イ 小生子の飛散時期

冬胞子の形成されているツリガネニンジンの自生地で小生子の採取を行った。その結果は図-5に示すとおりで、昭和51年は6月下旬から7月下旬まで採取された。昭和52年は6月上旬から7月中旬まで採取され、特に6月中旬から7月上旬にかけて多かった。なお、雨のあった日は無降雨日よりも多く的小生子が採取された。

以上のことから、小生子によるアカマツへの感染時期は主として6月中旬から7月下旬であると考えられる。

(3) アカマツ-クサボタン-葉さび病の生活史

5種の胞子の発生時期は図-6に示すとおりである。

柄子はアカマツ針葉上に3月中旬から5月中旬まで見られ、特に4月上旬から下旬に多かった。さび胞子は柄子の形成された付近に5月中旬から6月下旬にかけて見られ、特に5月下旬から6月上旬に多かった。さび胞子はクサボタンの葉の裏に感染して15日位で夏胞子、35日位で冬胞子を形成する。

夏胞子はクサボタンの葉の裏に6月上旬から

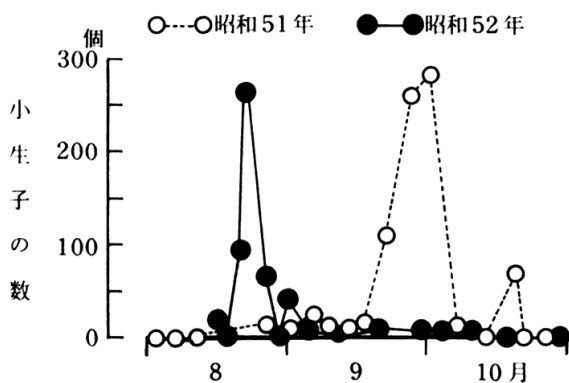


図-3 アカマツ-キク-葉さび病菌の小生子の飛散時期 (小生子の数は1cm²あたり)

表-3 野外における冬胞子・小生子によるアカマツへの感染時期(アカマツ-キク-葉さび病)

放置期間	さび胞子形成程度	
	ノコンギク	シラヤマギク
7月前半	—	—
7月後半	—	—
8月前半	—	—
8月後半	+	+
9月前半	+	+
9月後半	+	+
10月前半	+	+
10月後半	+	—
11月前半	—	—
全期間	+	+
放置しない	—	—

さび胞子形成程度
—:なし +:少ない ++:多い

10月上旬まで見られ、特に6月下旬から7月中旬に多かった。夏胞子はクサボタンに感染して13日位で再び夏胞子、18日位で冬胞子を形成する。冬胞子は6月中旬から10月下旬まで見られ、特に7月上旬から8月下旬に多かった。小生子は6月から10月まで認められた。

小生子によるアカマツへの感染時期は、冬胞子の形成量から見て、主として7月上旬から8月下旬と考えられる。

(4) アカマツ-ボタンズル-葉さび病の生活史

5種の胞子の発生時期は図-7に示すとおりである。

柄子はアカマツ針葉上に8月中旬から翌年2月上旬まで見られ、特に9月上旬から11月下旬に多かった。さび胞子は柄子の形成された付近に5月上旬から6月中旬に見られ、特に5月中旬から下旬に多かった。さび胞子はボタンズルの葉の裏に感染して12日位で夏胞子、22日位で冬胞子を形成する。

夏胞子はボタンズルの葉の裏に6月上旬から10月下旬に見られ、特に6月下旬から8月上旬に多かった。夏胞子はボタンズルの葉に感染して10日位で再び夏胞子、16日位で冬胞子を形成する。冬胞子は6月中旬から10月下旬まで見られ、特に7月中旬から8月下旬に多かった。小生子は6月から10月まで認められた。

小生子によるアカマツへの感染時期は冬胞子の形成量から見て、主として7月中旬から8月下旬と考えられる。

(5) アカマツ-キハダ-葉さび病の生活史

5種の胞子の発生時期は図-8に示すとおりである。

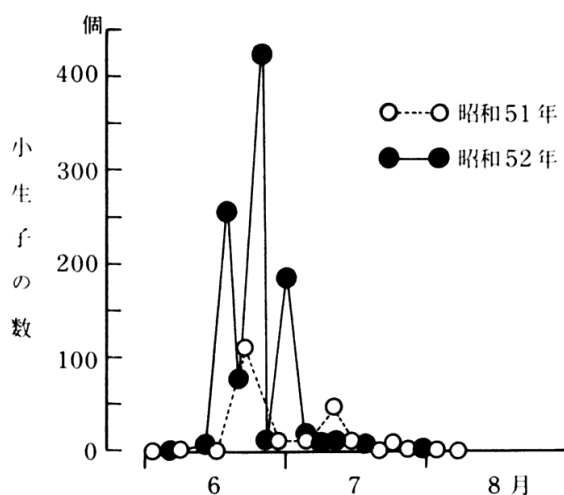


図-5 アカマツ-ツリガネニンジン-葉さび病菌の小生子の飛散時期 (小生子の数は1cm²あたり)

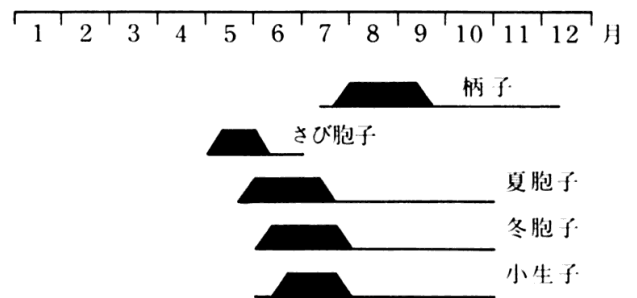


図-4 アカマツ-ツリガネニンジン-葉さび病菌の生活史

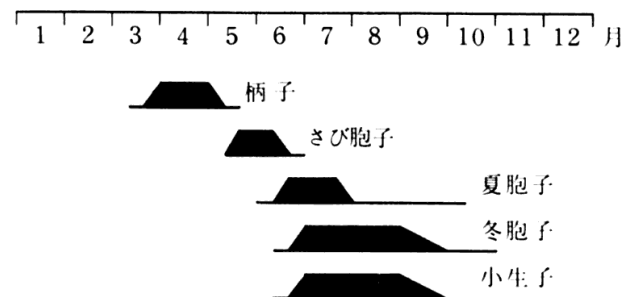


図-6 アカマツ-クサボタン-葉さび病菌の生活史

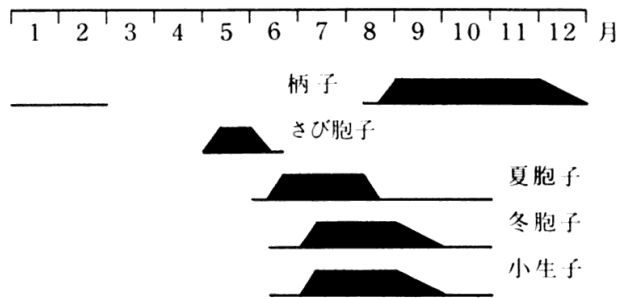


図-7 アカマツ-ポタンズル
一葉さび病菌の生活史

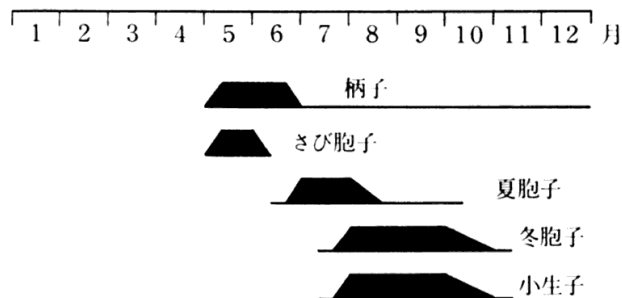


図-8 アカマツ-キハダ-
葉さび病菌の生活史

柄子はアカマツ針葉上に5月上旬から12月下旬まで見られ、特に5月中旬から6月中旬に多かった。さび胞子は5月上旬から6月上旬に見られ、特に5月中旬から下旬に多かった。さび胞子はキハダの葉の裏に感染して15日位で夏胞子、40日位で冬胞子を形成する。

夏胞子はキハダの葉の裏に6月中旬から10月上旬に見られ、特に7月上旬から下旬に多かった。夏胞子はキハダの葉の裏に感染して14日位

で再び夏胞子、40日位で冬胞子を形成する。冬胞子は7月中旬から11月上旬に見られ、特に8月上旬から9月下旬に多かった。小生子は7月から11月まで認められた。

小生子によるアカマツへの感染時期は冬胞子の形成量から見て、主として8月上旬から9月下旬と考えられる。

4 防除法

(1) 中間寄主植物の除去による防除

アカマツ葉さび病菌はいずれも中間寄主植物がなければ生活を行うことはできないので、中間寄主植物を除去することは有効な防除法となる。そこで中間寄主植物を刈り取った後の冬胞子の発芽を見るため、冬胞子の形成されているツリガネニンジン根元から刈り取って、林内地面、林内地上高さ2mおよび風通しの良い室内に保存した場合の冬胞子の発芽による小生子の形成を調べた。その結果は表-4に示すように刈り取り後、小生子の形成が見られたのは4日目までで、7日目以降は見られなかった。

一方、小生子が空気中を飛散してマツに感染する距離について、平塚⁴⁾はその最長距離は30~

表-4 保存条件を異にした冬胞子の発芽による小生子の形成(アカマツ-ツリガネニンジン-葉さび病)

経過日数	区分	林内地面	林内2m	室内
当日		++	++	++
2日後		++	++	+
4日後		++	-	+
7日後		-	-	-
10日後		-	-	-

小生子の形成

-: なし +: 少ない ++: 多い

50mとっており、佐保³⁾は5m以内に感染が多いとっている。筆者¹⁾の実験でもアカマツツリガネニンジン-葉さび病では3~5m以内に感染が多かった。このように小生子のアカマツへの感染距離は比較的短いので、アカマツの近くだけを下刈し除去すればよい。県内における葉さび病菌の種類は5種であり、その主な感染時期は図-9に示すとおりである。このように病菌の種類によって感染時期が異なるので、下刈時期はそれぞれの病菌の小生子が感染する前に実施することが肝要である。

一般にアカマツ造林地の下刈時期は6月上旬~下旬となっているが、6月下旬に実施した場合、すでにアカマツツリガネニンジン-葉さび病では感染が始まっている。したがって植生にあわせて早く下刈りを実施する必要がある。佐保³⁾は適期に下刈りを行って中間寄主植物を除去すれば著しい防除効果が得られることを報告している。

(2) 薬剤による防除

本病防除には中間寄主植物の除去が有効であるが、激発地では薬剤防除も必要な場合がある。玉山村のあるアカマツ幼齢林で本病が大発生しており、中間寄主植物のノコンギクがマツのごく近くまで著しく多く生育していた。下刈した後も夏胞子の形成されたノコンギクがマツのごく近くに多く残っていた。下刈によってマツの根元付近に生育しているノコンギクを徹底的に除去することは困難な作業である。また被害の著しいマツは雑草による被圧とあいまって枯死しているのも観察された。この激発地の一部では薬剤散布の必要性を感じた。そのため、本病に有効な薬剤を見出す目的で次の実験を行った。

ア 苗畑における試験

(ア) 薬剤の予防効果

供試薬剤は表-5に示すとおりであった。当场苗畑に植えたアカマツ2年生苗木に1薬剤あたり6本ずつ各種薬剤を散布した。その4日後に冬胞子の形成されたツリガネニンジンの葉でマツ苗の針葉を包んで病菌を接種した。翌年5月、感染の有無の判定のためさび胞子の形成程度を調べた。

その結果は表-5に示すとおりで、無処理区でさび胞子の形成が多く見られたのに対し、マンネブダイセンM(500倍液)、モノックス(500倍液)、トップジン(1,000倍液)、ベンレート(1,000倍液)の各区ではさび胞子の形成が少なく予防効果が認められた。

(イ) 薬剤の治療効果

当场苗畑に植えたアカマツ2年生苗木の針葉を冬胞子の形成されたツリガネニンジンの葉で包んで病菌を接種した。その4日後に葉を取り除き、1薬剤あたり6本ずつに薬剤を散布した。

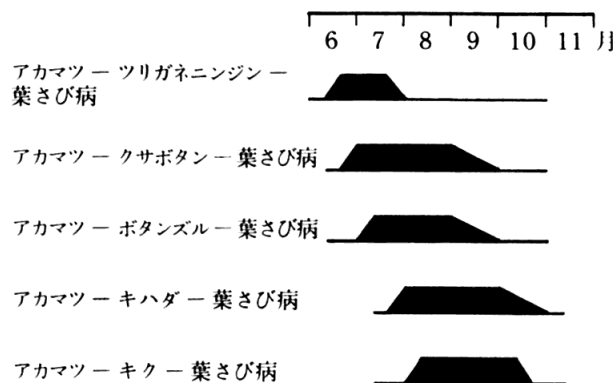


図-9 アカマツ葉さび病菌の小生子による感染時期

その翌年5月にさび胞子の形成程度を調べた。その結果は表-5に示すとおりで、いずれの薬剤にも十分な治療効果は認められなかった。

イ 野外における試験

前項の試験により比較的有望と考えられた3薬剤について自然感染によりその防除効果を検討した。

(ア) アカマツ-ツリガネニンジン-葉さび病

当场構内の実験林内にアカマツとツリガネニンジンを混植して本病だけの発生地を設けて試験地とした。供試薬剤および濃度はマンネブダイセンMの500倍液、モノックスの500倍液とトップジンの1,000倍液である。薬剤散布は昭和52年の①6月18日、②6月28日、③7月10日、④7月20日の4回実施した。翌年5月にさび胞子の形成程度を調べた。

その結果は図-10に示すとおりで、無散布区で罹病率100%に対し、マンネブダイセンMとモノックス区では全く発病が認められなかった。トップジン区では効果が劣った。

(イ) アカマツ-キク-葉さび病

当场実験林内にアカマツとノコンギクを混植して本病だけの発生地を設けて試験地とした。供試薬剤はマンネブダイセンMとモノックスの2種である。薬剤散布は昭和53年の①8月11日、②8月24日、③9月6日、④9月21日、⑤10月4日の5回実施した。翌年5月にさび胞子の形成程度を調べた。

その結果は図-10に示すとおりで、無散布区で罹病率100%に対し、両薬剤区ともに罹病率が少なく防除効果が認められた。

このように葉さび病防除に有効な薬剤は判明したが、その散布時期は病菌の種類によって異なるので、防除にあたってはその種類を明らかにし、適期に散布することが肝要である。

5 むすび-発生予報

以上の調査および試験結果から、本県において発生しているアカマツ葉さび病の種類は5種で、これらの小生子のアカマツへの感染時期は6月中旬から10月上旬にかけてであるが、病菌の種類によってその感染時期は異なることがわかった。また本病を防除するには小生子がアカマツに感染する前に、下刈によってその中間寄主植物を除去するのが最も有効である。

本病の発生を左右するのは林内の中間寄主植物の繁茂状況と感染時期における降雨と考えら

表-5 各種薬剤の予防効果および治療効果

供試薬剤	さび胞子形成程度	
	予防効果 (散布-接種)	治療効果 (接種-散布)
マンネブダイセンM	-~+	+~++
ダイセン	+	+
モノックス	-~+	+~++
サルトン	+~++	+~++
ダイホルタン	++	++
トップジン	-~+	+
ベンレート	-~+	+~++
ポリオキシンAL	++	+~++
ボルドー液	+	+~++
無処理	++	+~++

さび胞子形成程度
-：なし +：少ない ++：多い

れる。すなわち、中間寄主植物の葉に形成された冬孢子から小生子が形成され、この小生子が空中を飛散しアカマツ針葉に感染するので、中間寄主植物が多いほど本病が発生しやすくなる。また雨量が多いほど冬孢子がよく発芽し小生子が多く形成されるので、本病がより多く発生すると思われる。

本県では中間寄主植物としてツリガネニンジンやキク類が多いので、6月中旬から7月下旬にかけて雨量が多いとアカマツツリガネニンジン-葉さび病が発生しやすく、また8月中旬から10月上旬にかけて雨量が多いとアカマツキク-葉さび病が発生しやすいと考えられる。

本病は樹齢に関係なくマツ針葉に発生するが、被害が目立つのは植栽後3～4年位までの幼齢林である。したがって本病防除は4年目位までの幼齢林を対象とする。林地では一般に中間寄主植物の除去によって、実害のない程度までに本病の発生を抑制することができるので、薬剤散布の必要はないと考えられる。中間寄主植物を適期に除去してもなお、激害が発生するような場合のみに薬剤散布を考えるようにしたい。

6 文 献

- 1) 岩手県林業試験場成果報告 第5号, P17～22, (1973). 作山 健: アカマツの葉さび病菌の種類と生態
- 2) 樹病学 P 226, 地球出版, (1971). 千葉 修
- 3) 東京大学農学部演習林報告 第64号, P59～148, (1968). 佐保春芳: 五葉松葉さび病に関する研究
- 4) 日本林学会誌 第42巻, 第4号, P 151～156, (1960). 平塚直秀: マツの葉さび病
- 5) 日本林学会誌 第44巻, 第6号, P 159～162, (1962). 佐保春芳: ストローブマツ葉さび病に関する研究(Ⅳ) 生長におよぼす葉さび病の影響

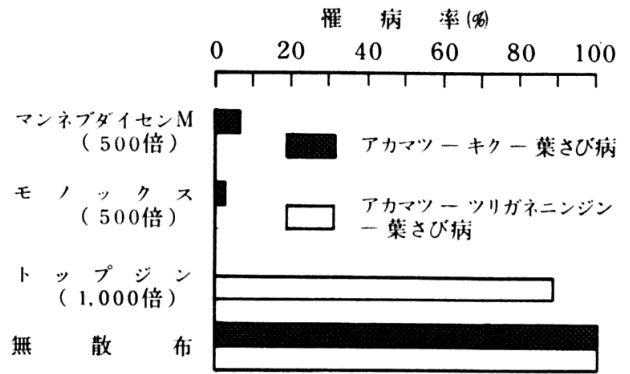


図-10 アカマツ葉さび病の薬剤防除試験結果