

長野県木曽谷に発生したアカマツ葉さび病

浜 武 人⁽¹⁾Taketo HAMA: Needle Rust of *Pinus densiflora* Sieb. etZucc. caused by *Coleosporium phellodendri* KOMAROV

in Kiso Valley, Nagano

要 旨：1959年春、長野県木曽谷に *Coleosporium phellodendri* Kom. によるアカマツ葉さび病が約31haにわたって大発生したのであるが、これは本菌の中間寄主キハダを製薬原料として林内に成立させたためであった。被害木は全般的に生育不良で枯死木も若干生じた。被害発生地における本菌小生子の感染距離は風下で約200mであった。また本菌の小生子はアカマツ侵入感染後、精子器、銹子のうを1年後に生ずる場合と2年後に生ずる場合のあることが野外観察と接種試験によって確かめられた。

本病防除のため中間寄主キハダを切除焼却した結果、その後葉さび病の被害は全く認められなくなった。キハダからマツへの伝染期以前にキハダを切除することは、本病の防除法として有効だと考えられる。

は じ め に

キハダ類を中間寄主とするアカマツの葉さび病菌は、草野俊助が1895年東京大学植物園で採集した標本に基づき、DIETEL³⁾ が1901年に命名発表した *Coleosporium phellodendri* DIETEL とされていたが、W. L. KOMAROV²⁴⁾ が1899年中国(満州)で採集した資料によって発表した *Coleosporium phellodendri* KOMAROV と同一菌であることが判明したため、現在は先命権により KOMAROV による学名が用いられている⁴⁾。そしてこの菌は、日本(北海道²⁸⁾、本州⁴⁾、四国¹¹⁾、九州¹²⁾)、韓国¹⁸⁾ および中国(満州⁴⁾) だけに分布する東亜特産種とされている。

近年わが国各地において、各種マツ属の幼齢造林木に各種の葉さび病の被害発生報告が数多くなされているが¹⁾¹⁶⁾²⁰⁾、本菌がアカマツに大きな被害をあたえたという報告はなかった。ところが1959年木曽地方のヒノキ地帯にアカマツの大面積造林が行なわれ、同時にここに自生するキハダを残して製薬原料として利用しようとしたところ、本菌による葉さび病の被害が大面積にわたって発生した。本病病原菌の分類学的記述は少なくないが⁸⁾⁴⁾⁵⁾¹¹⁾¹²⁾¹³⁾¹⁶⁾¹⁹⁾²¹⁾²³⁾²⁴⁾、疾べいとしての報告ははなはだ乏しい。それで筆者は木曽谷における大被害の発見以来、その被害状況、病徴、標徴、生活史などについて調査研究を行ない、結果の一部はすでに報告済みであるが^{6)~10)}、ここではその後得られた知見をも加えて一括報告する。

この調査研究を実施するにあたっては、林業試験場保護部長伊藤一雄博士、同樹病研究室長小林享夫博士をはじめとする多くの方々にご指導とご協力をいただいた。本報文を草するにあたり、ここに改めて関係各位に対し厚くお礼申しあげる。

1. 被害の発見経過

王滝村では古くから、キハダの乾燥表皮に含まれるベルベリン ($C_{20}H_{19}O_5$) をもとにした健胃整腸剤“百草”が製造されてきた。そして、この薬は1952年日本薬局法でオオバクエキスとして正式認可されると急速に需要がのびて、王滝村および近村の3会社あわせて年間1億円近くの売上げをしめす産業に発展した。しかし、生産量の増加にともない原料キハダはしだいに不足しはじめ、1956年ころからは年間必要乾燥皮約70,000kgのうち地元では約1,000kg (約1%) 程度しか供給できない状態となった。それで、この対策として村当局ならびに地元関係者は、王滝村付近でできる限りキハダを確保するため、雑木林中およびヒノキ、カラマツ、アカマツ造林地中に自生するキハダはすべて保護育成する方針をたて、村民もすべてこの方針に従った。同村樽沢地籍にもこの方針にもとづいたアカマツ造林地が約50haつくられたが、1959年5月中旬、この造林地中に後述するところの *C. phellodendri* による葉さび病が大面積に発生していることが発見された。

2. 被害概況

(1) 被害地の環境

元来、木曽郡王滝村の御岳山麓に広がる高原地帯は採草地として利用されてきたが、1957～61年の5か年におよそヒノキ30%、サワラ10%、カラマツ30%、アカマツ30%の比率で約1,000haに及ぶ造林が進められた。葉さび病の発生した樽沢地籍のアカマツ造林地もこの一部であるが、ここには以前からかなりの数のキハダが自生していたという。この被害地最下部の標高は約1,300m、最上部約1,450m、南むき10～25度の傾斜で土壌は御岳山火山灰を主体とする黒色土壌である。長野営林局管内気象観測統計書¹⁸⁾に

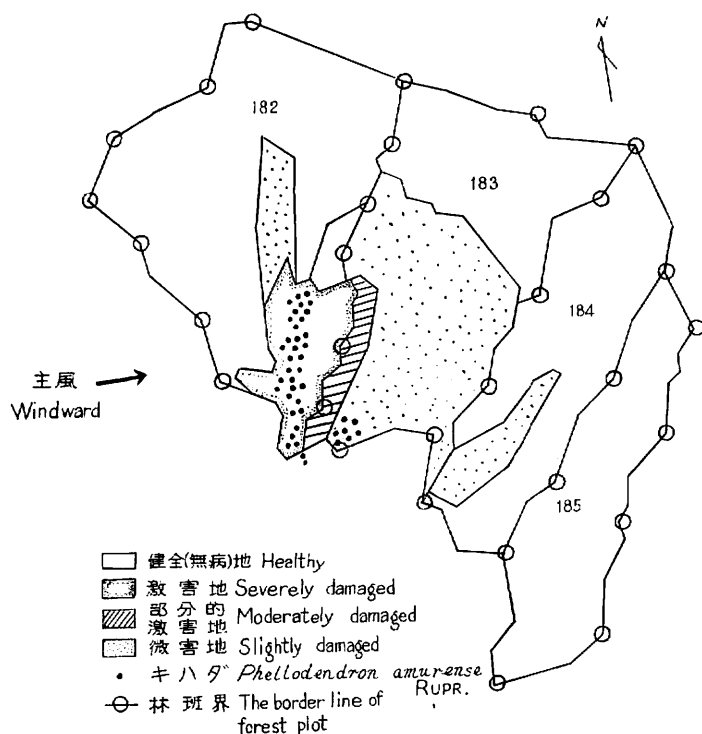


Fig. 1 アカマツ葉さび病発生地略図

Map of distribution of the needle rust of pine caused by *Coleosporium phellodendri* at Ôtaki, in Kiso Valley, Nagano.

よれば、付近の王滝村田島における 1958 年の年間平均気温 9°C 、年間降水量約 2,500mm で、降水量はかなり多いが、1958 年から 1959 年春にかけて特に平年とかわった気象は認められていない。

（2）被 害 面 積

このアカマツ葉さび病の被害発生面積は約 31ha であった。このうち、被害が顕著で葉の色が赤褐変している激害地は約 3.5ha、全体としては葉色に変化はみられないが部分的激害地は約 2.5ha、罹病木が点々と認められる微害地は約 25ha という状態であった (Fig. 1)。

（3）被 害 状 況

激害地約 3.5ha の中から 1959 年秋に枯死木が数本発生し、枯死しなかったものも 1960 年春の調査時には、無被害の付近同齡木にくらべると、成長ははなはだ不良であった。そして部分的激害地、微害地においても、罹病木の成長は健全木よりかなり不良であった。また被害は 4～5 年生造林木にははなはだしく、当年度植栽木および 2～3 年生造林木には軽微であった。さらに、この被害地を翌年の 1960 年 5 月に調査したところ、前年の激害地区付近のアカマツの中に、前年生針葉は全く侵されないで、前々年生針葉だけに、さび胞子が形成されている被害木十数本が発見された。

1959 年 5 月発見当時の被害木は、すべて前年生針葉が侵されていたことから考えて、この葉さび病菌はアカマツに侵入して、翌年発病する場合と、なお 1 年潜伏して 2 年後に発病する 2 とおりの場合のあることが推測された。

（4）中間寄主キハダの分布と被害状況

1959 年 5 月に発見された葉さび病の病状は一見して *Coleosporium asterum* (DIET.) SYD. によるものと似ていたが、被害林内のキ科植物上には夏胞子が認められなかった。そこで、本葉さび病菌の鑑定を願った伊藤博士からの示唆にしたがい、同年 7 月上旬に再度調査したところ、林内および付近のキハダ葉上におびただしい夏胞子の形成を確認し、同博士の指摘のとおり *Coleosporium phellodendri* KOM. による葉さび病にはば間違いないことがわかった。そこで、中間寄主であるキハダの分布と被害のかたについて調査したところ、激害地および部分的激害地の西側には多数の大小のキハダが散在し、被害はこの東側にひどく発生していることが判明した (Fig. 1)。

Fig. 1 に示されるようにここには樹高 15m 以上の大木が 4 本、樹高 0.3～3 m 程度のものが約 40 本、総計では約 50 本近いキハダがある。この樽沢地帯は南が谷になっていてここには幅 5 m ほどの林道と幅 10m ほどの川が南東方向へ流れているが、主風は御岳おろしの西風である。この風によってキハダの集団自生地の東側にキハダ罹病葉が散乱して落ち、さらにこの葉上の病原菌（小生子）が東側のアカマツ葉上に飛散して大被害をもたらしたものと推定され、主風前面に大きなキハダが多数とり残されたことが、今回の被害を大きくした原因の一つと考えられる。

（5）キハダの莖の色と葉さび病の発生程度

被害地内のキハダには茎が白色のものと赤色のものの 2 種類があって、前者の葉裏にはおびただしい夏胞子・冬胞子が形成されて黄変し、早期落葉の上軟化腐敗するものが多かったが、後者のそれは夏胞子および冬胞子の形成は比較的少なく、早期落葉も比較的少なかった。このように罹病程度に相違の生ずる理由は明らかでないが、後者が罹病程度が少なくても、感染源となる小生子の形成期間は前者よりかなり長くなるので、結局この両者は中間寄主としては同一視してよいであろう。なお、茎の色は分類学的には問題にならず、いずれもオオバノキハダ (*Phellodendron amurense* RUPR. v. *japonicum* OHWI) と同定され

た*。

(6) 小生子によるキハダからマツへの感染距離

平塚¹⁶⁾は *Coleosporium* 属の小生子感染最長距離は 30~40m であろうと推定し、また佐保²²⁾は樹高約 8 m のヒロハノキハダからの *C. phellodendri* 小生子の感染最長距離は 120m であったと報告している。今回の被害地では風上にキハダ罹病木が多数存在した関係からか、約 200m の風下のアカマツにもかなりの罹病木が認められた。したがって、中間寄主が主風前面に多数存在し、しかも主風がかなり強い時は、*C. phellodendri* の小生子感染距離は両氏らの報告よりかなり長くなるものと思われる (Fig. 1)。

3. 病 徴, 標 徴

(1) アカマツ上の病徴, 標徴

11月~12月アカマツ葉上に大きさ 0.5~1.0mm のろう褐色の黒点すなわち病原菌の精子器が生じ、これは越冬後4月上旬に成熟する。4月下旬~5月上旬、長さ 0.5~4 mm、幅 1~2 mm、だ円形もしくは長だ円形、黄白色の隆起が葉の基部から先端に及ぶほぼ全面に現われ、同時に葉の表面には黄褐色の小さな斑点が散生する (Plate 1, A~C)。そして、黄白色に隆起した鏽子のう (Plate 1, D) でつつむ薄紙状の膜は、やがてさけて内部から鏽胞子がおびただしく飛散するようになる (Plate 1, E)。この時期に罹病葉にふれると、手や衣類は無数の鏽胞子によって黄色く汚染される。被害をうけた葉は鏽子のうが形成されるころにはやや黄褐色を呈し、胞子が飛散し終わるとしだいに生氣を失い、徐々に灰白色に変じてやがて枯死するが、この枯葉は直ちに脱葉することなくその後しばらく枝に付着している。なお本病の被害の現われかたは一律でないが、侵されたアカマツは生育が著しく衰え、被害のはなはだしい場合には枯死する。

(2) キハダ上の病徴, 標徴

オオバノキハダには茎の白いものと赤いものの2種類があり、その発病程度にはかなりはっきりした差異が認められた (Plate 2, C)。すなわち感受性が高いと思われる茎の白い樹ではその葉が本病に侵されて夏胞子の目だつようになるのは、6月下旬~7月中旬で、罹病葉の表面は黄色味をまし、裏面に黄白色の微細な夏胞子堆がおびただしく認められ (Plate 2, D)、ときに黄色の病斑を生ずる。そして、発病程度の著しいものから落葉が始まる。さらに8月下旬になると、葉の表面は黒褐色、裏面はやや赤味をおび、9月中旬には多数の黄赤色の冬胞子が混生しはじめ、橙黄色の小生子の形成も認められる (Plate 2, E)。このような罹病樹は健全木に比し約1か月早く落葉する。茎の赤いものでは夏胞子、冬胞子の形成がかなり少ない上、変色の程度は軽く、終始緑色がつよく落葉時期も前者ほど早くない。

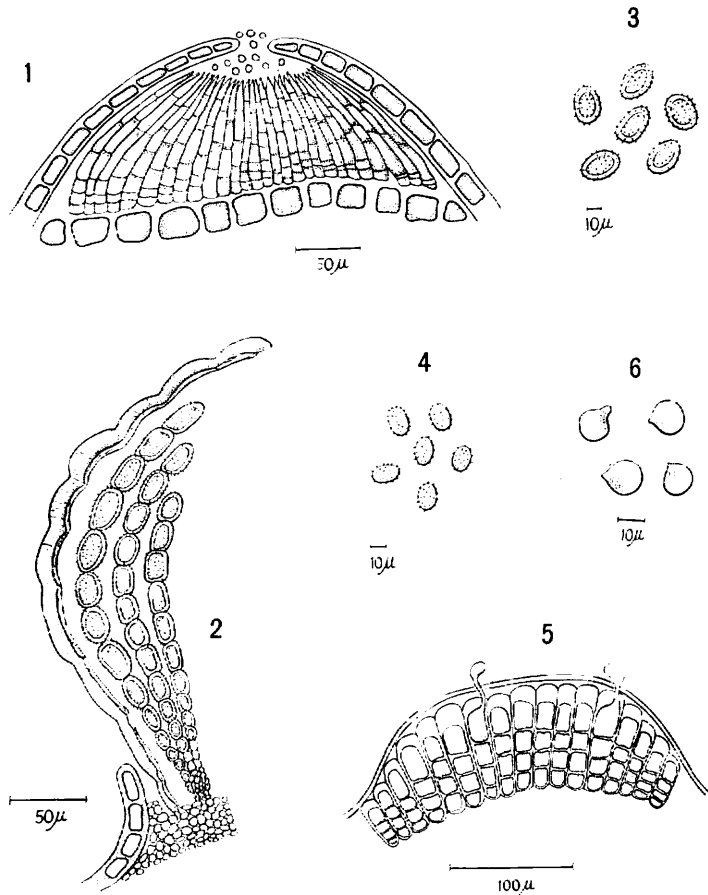
4. 病 原 菌

本菌の精子器は葉の外面に散在、長さ 0.4~1.0 mm、幅 0.4~0.5 mm、高さ 75~125 μ 、ろう褐色、精子はだ円形、平滑、無色、大きさ 3~5 $\times$ 3 μ 。鏽子のうは葉の両面に列をなし、長さ 0.5~40mm、幅 0.5~2.5 mm、黄色の擬護膜は 32~52 $\times$ 18~32 μ 、いぼのある細胞よりなり、細胞外壁はかなり厚く大きき 13~16 μ 、内壁 3~4 μ 。鏽胞子は亜球形、広だ円形まれに長だ円形、高さ 1 μ のいぼを密生し、30~

* 造林部草下正夫技官の同定をいただいた。記して謝意を表する。

Table 1. アカマツ葉さび病菌 *Coleosporium phellodendri* KOMAROV の各胞子の測定値
Dimensions of aecidiospore, uredospore, teleutospore and sporidium of *Coleosporium phellodendri* KOMAROV (μ)

研 究 者 Author	銹 胞 子 Aecidiospore	夏 胞 子 Uredospore	冬 胞 子 Teleutospore	小 生 子 Sporidium
KOMAROV ²⁴⁾ (1899)		18~24×26~31	22~35×60~110	
SACCARDO ¹⁹⁾ (1902)		17~26×24~30	22~35×60~110	
伊藤 (1938) ⁵⁾ S. Ito	22~32×32~40	19~27×20~30	18~30×60~110	
浜 (1962) ⁸⁾ HAMA	20~33×30~40	13~18×25~28	18~25×70~100	15~18×20~25
佐保 (1962) ²¹⁾ SAHO	21~28×30~39	16~22×24~30	18~30×60~110	



1. 精子器および精子 Pycnidium and pycnosporous
2. 銹子 の う Aecidiosrus
3. 銹 胞 子 Aecidiospores
4. 夏 胞 子 Uredospores
5. 冬 胞 子 Teleutospores
6. 小 生 子 Sporidia

Fig. 2 アカマツ葉さび病菌 *Coleosporium phellodendri* KOMAROV.

40×20~33 μ , 膜の厚さ3~5 μ 。夏孢子堆は葉の裏に散生黄色い病斑を生じ1~2mmの円形。夏孢子は球形, だ円形大いばを粗生し13~18×25~28 μ , 膜は無色厚さ2~3 μ 。冬孢子堆は葉裏に群生し小円形, 径0.2~0.6mm, 淡橙黄色。冬孢子は円柱状棍棒型, 頭部円形でこの厚さ10~20 μ , 基部多くは円形, 大きさ70~100×18~25 μ 。小生子はだ円形, 膜は無色, 厚さ1 μ 内外, 内容橙黄色で大きさ15~18×20~25 μ 。

Table 1 にはいままでに報告された *Coleosporium phellodendri* KOMAROV の測定値を示すが, 筆者の測定値はこれらの値とほぼ一致する (Plate 1, D~E; 2, D~E; 3, A~D; Fig. 2, 1~6; Table 1)。

5. 病原菌の2, 3の生理的性質

(1) 銹胞子の発芽に及ぼす温度の影響

懸滴培養による銹胞子の発芽と温度との関係を示せば Table 2 のとおりで, ある範囲内の温度条件下では, 適湿が与えられれば短時間で発芽孔から発芽管を伸長し, 最適温度は15~25°C, とくに15°C 付近で発芽率が最高でかつ発芽管の伸長も最もよかった (Table 2)。

(2) 銹胞子の発芽管の伸長速度

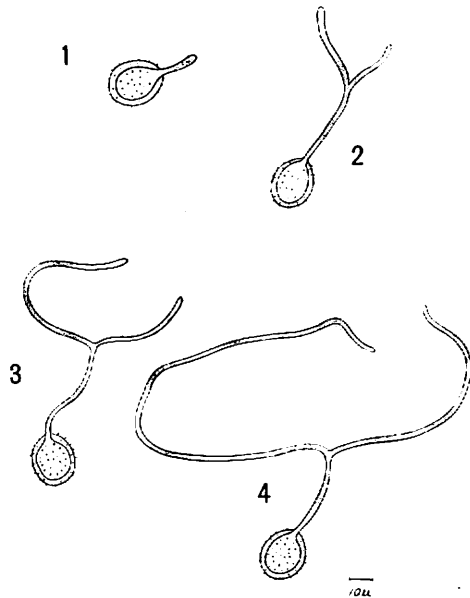
蒸留水および水道水中における25°Cでの銹胞子の発芽状況はつぎのとおりである (Table 3)。まず

Table 2. 銹胞子の発芽と温度との関係
Effects of temperatures on germination of aecidiospores of *C. phellodendri* (after 30 hours)

温度 Temperatures	発芽率 Germination percentage	最大発芽管長 Largest length of germ-tube
°C	%	μ
5	12	20
15	47	400
25	30	310
30	0	0

Table 3. 銹胞子の発芽管の伸長速度
Length of germ-tubes of aecidiospores in *Coleosporium phellodendri* related to time passed, at 25°C

時間 Time passed (hr.)	発芽管の長さ (μ) Length of germ-tube	
	蒸留水 Distilled water	水道水 Tap water
1	0	0
2	0	0
3	0	0
4	0	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0
8	0	0
12	20	30
16	80	50
24	200	95
30	220	130
48	280	332
60	620	700



1. 12時間後 (after 12 hours)
2. 16時間後 (after 16 hours)
3. 24時間後 (after 24 hours)
4. 48時間後 (after 48 hours)

Fig. 3 アカマツ葉さび病 *Coleosporium phellodendri* Kom. 銹胞子の発芽 (25°C)

Germination of aecidiospores of *Coleosporium phellodendri* Kom. kept at 25°C.

Table 4. 銹胞子の発芽管の伸長速度
Germination of aecidiospore of
C. phellodendri at 87% relative
humidity and 25°C

時間 Time passed (hr.)	発芽管の長さ(μ) Length of germ-tube
1	0
2	0
3	15
6	56
12	183
24	201
48	221
60	720

Table 5. 銹胞子の生存力
Longevity of aecidiospore of *C. phellodendri*

経過日数 Days passed	保存場所 Places kept	屋内 Indoor Temp. 2.5~28°C R. H. * 60~70%	屋外 Out door Temp. 0.4~35°C R. H. 50~60%
0日 (V-30 '62)		47%	47%
30 (VII-1 '62)		4	1.5
60 (VIII-1 '62)		3	0.5
90 (IX-1 '62)		0	0
100 (X-1 '62)		0	0
120 (XI-1 '62)		0	0

* R.H.……関係湿度 Relative humidity.

10時間後発芽孔から小突起を生じ、しだいに伸びて約12時間後には20μ前後の長さになる。16時間後には急速にのびはじめ菌糸は分枝を生じ、発芽管長約100μ前後となり、伸びた菌糸には銹胞子中の黄色い果粒の移行している状態がみられた。24時間後には菌糸はさらにのびて約200μ前後に達したが、黄色い果粒は100μ前後から先にはしだいに少なくなって無色の菌糸となっていた。48時間後には菌糸は約300μ前後になり、ますます分岐がふえ、60時間後にはこの長さは600μ前後となって、多数に分岐した菌糸は無色のものばかりとなった (Fig. 3)。この実験の結果では、水道水でも蒸留水でも発芽率および発芽管の伸長経過にはさしたる相違はみられなかった。

次に、染色ビン（5枚立）の中にKClの飽和溶液をいれ、空中湿度を87%に規正した場合には、懸滴培養にくらべて発芽の開始時間が著しく早まり、3時間後にはすでに15μ、12時間後に180μ、24時間後に200μ、48時間後に220μ、60時間後には720μを記録した (Table 4)。

以上2つの試験結果、本菌の銹胞子は水中においた場合よりも、空中湿度87%の部屋においた場合の方が速く発芽することが明らかになった。

(3) 銹胞子の生存力

他の葉さび病菌の銹胞子の生存力に関しては、従来いくつか実験結果の報告がみられるが^{14,15)}、*C. phellodendri* についての報告はまだみあたらないので筆者は次のような実験を行なった。1962年5月30日に、アカマツ葉上に形成された銹胞子を直径1cm、長さ3cmのガラス管に約10白金耳量採集し、これに棉栓を施しさらに径4cm、長さ7cmのガラス小びんにいれ、下に綿をおいてびんが動かないようにした。うえ、これを直射日光の全くあたらない屋内日陰と屋外の日光の直射する場所におき、1か月ごとに銹胞子の発芽を懸滴培養法で調べた。実験着手時に47%の発芽率を示した銹胞子は屋内、屋外いずれの場合も30日後には急速に発芽率は低下し、60日目ではさらに低くなり、90日後には全く発芽力を失った。なお、屋内の日陰においた場合のほうが、陽光の直射する屋外においた場合より、わずかに発芽率は高かった (Table 5)。

6. 接 種 試 験

本菌の病原性を確かめるため、アカマツおよびキハダにそれぞれ次の接種試験を行なった。

(1) アカマツへの接種試験

実験—1

a) 実験方法

1959年8月28日オオバノキハダ罹病葉を採集し、冬孢子、小生子の形成を確認してから、ワラを半分ほど入れたミカン箱の中に50枚入れ、鉢に植えたアカマツ4年生2本の下において自然状態に保った。比較対照木2本は、罹病葉のかわりに健全葉をもちいたほかは接種木と同様の処理をした。

b) 結 果

接種105日後の1959年12月10日に精子器の形成を認め、さらに229日後の翌1960年4月10日に銹孢子の形成を確認した。なお精子器は形成後約90日の1960年3月10日に消失し、銹孢子はほぼ60日後の6月10日に飛散して認められなくなった。

なお、比較対照木には全く発病が認められなかった。

実験—2

a) 実験方法

1968年9月15日木曽分場構内にあるオオバノキハダ上に *C. phellodendri* の小生子形成を顕微鏡で確かめてから、アカマツ3年生鉢植苗木6本を殺菌水でよく洗い、この葉に罹病葉を2枚ずつまきつけ、ひもでしばり、殺菌水をふきつけたビニール袋でおおい25°Cに24時間おき、このあとビニール温室中に入れた。比較対照木の4本は罹病葉のかわりに、健全葉をもちいたほかすべて接種木と同じ処置をおこなった。なお接種したキハダの罹病葉および比較対照木の健全葉は9月19日にとり除いた。

b) 結 果

接種60日後の1968年11月15日に若い精子器の出現が認められ、翌年4月にはこれが成熟して褐色となり精子も認められた。1969年は精子器はこのままで越年し、接種翌々年の1970年3月上旬に消失した。そして銹子のうが出現したのは接種562日後の1970年5月11日であった。その後6月下旬まで銹孢子の飛散が認められた。接種によって得られた銹孢子をヒロハノキハダへ1970年5月20日に接種し、10日後の5月30日に夏孢子が葉裏に出現するのを確認した。

なお、比較対照木には全く発病が認められなかった。

(2) キハダへの接種試験

実験—3

a) 実験方法

王滝村樽沢の被害地で採集した *C. phellodendri* の銹孢子を1960年6月1日蒸留水にといてから、鉢植したオオバノキハダ3年生2本の葉裏へ筆で塗布した。ビニール袋でおおって20°Cに24時間保ったあとビニール袋をはずして屋外においた。比較対照木の2本には蒸留水で接種木と同じ処理をおこなった。

b) 結 果

接種8日後の6月8日に夏孢子の発生を確認し、さらにこれから82日後の9月1日に冬孢子の発生を認めた。

比較対照木には発病は認められなかった。

実験—4

a) 実験方法

1968年6月3日、北海道山部町東京大学北海道演習林内のアカマツ幼齢林で採集された *C. phellodendri*

による被害葉の銹胞子を用いて、鉢植えのオオバノキハダ3年生2本の葉裏へ6月11日に実験—3と同じ方法で接種した。比較対照木の2本には罹病葉のかわりに健全葉をもちいたほかは、すべて接種木と同じ処置をおこなった。

b) 結 果

接種14日後の6月25日に夏胞子の発生を確認し、さらにこれから60日後の8月25日に冬胞子の発生を確認した。

比較対照木には発病は認められなかった。

7. 本 菌 の 生 活 史

本菌は精子世代（Ⅰ）、銹胞子世代（Ⅱ）をアカマツ針葉上で、夏胞子世代（Ⅲ）、冬胞子世代（Ⅳ）、小生子世代（Ⅴ）をキハダ葉上で過ごすものであるが、野外観察および接種試験によれば次のとおりこの菌は1年間で生活史を完了する場合と、2年間要する場合があることが明らかにされた。

（1）生活史を1年で完了する場合

精子器は秋おそくアカマツ針葉上に現われ、翌年3月上旬ころ完熟する。この後同一針葉上に4月上旬ころ銹子のうが現われ、銹胞子は6月上旬ころまで飛散がみられる。キハダ葉上へ飛来した銹胞子によって生ずる夏胞子堆、夏胞子は6月上旬から11月上旬の落葉期ころまで認められ、小生子は8月中旬から10月上旬ころまで形成された。

（2）生活史を2年で完了する場合

前と同じく秋おそくアカマツ針葉上に現われた精子器は、越年後も成熟することなくそのままの状態を続け、さらに今一度越年後の3月上旬ころ完熟する。そして同じ針葉上に5月上旬ころ銹子のうが現われるが、その後の生活史は1年の生活史をもつものの場合とほぼ同様である。

8. 中間寄主の切除による本病の防除

平塚¹⁶⁾は日本に産するマツ類の葉さび病菌は、ハイマツに寄生する *Coleosporium pinicola* (ARTH.) JACKSON 以外は、すべて異種寄生性で、冬胞子寄主はマツ属以外の植物であるから、それらの防除にはそれぞれの中間寄主の除去が有効であるとのべている。

本病の場合、冬胞子寄主の除去によって防除効果が得られるかどうかを知る目的で次の処理を行なった。

（1）キハダの切除

キハダの葉裏には感染源となる小生子がつくられるから、切除は早ければ早いほどよいはずであるが、種々の事情からかなりおくれで1959年8月4日に実行され、被害地約31ha中に散在する大小のキハダはほとんどすべて伐倒された。大きい木は樹高約20m、小さいものは10～20cmのキハダ数百本が約1日ではほぼ全部伐倒され、これらは数か所に集めて焼却された。伐倒時のキハダの葉は黄色味がかかったものも多く、裏面には多数の夏胞子の形成が肉眼で明りょうに認められた。なおアカマツに枯死木のでた激害地付近約1haには、1959年9月25日と10月12日にダイセン水和剤500倍液が散布された。

（2）伐倒処分後の発病状態

伐倒後はとくにキハダの萌芽に注意して観察しつつけたが、盛夏に伐倒したためか、一部にわずか萌芽

をみとめただけにとどまった。そしてこの萌芽上の葉には夏胞子、冬胞子の形成は全く認められなかった。こえて1960年4月上旬から5月上旬にアカマツを調査したが、激害地付近で前々年葉の侵された（生活史2年の型）十数本の罹病木を見出した以外、新しい罹病アカマツは発見されなかった。薬剤散布をしたところとしないところの相違はとくにみられなかった。次に6月上旬から7月上旬にキハダの調査を行なったが、萌芽はごくわずかで、しかもこの葉上に夏胞子は全く認められなかった。さらに翌1961年4月上旬から8月中旬にかけて数回調査したが、造林地内にアカマツ罹病木は全く認められず、わずかに萌芽しているキハダにも夏胞子は全く認められなかった。

9. 考 察

本葉さび病菌の異種寄生性は、平塚（1928）^{16）}によりアカマツ針葉上の銹胞子をキハダへ接種することによって証明されているが、キハダ上の小生子によるマツへの接種試験は行なわれていない。

筆者（1962）^{9）}はさきに、アカマツは小生子感染後の翌年に発病すると報告したが、その後の調査から、感染後約2年後に発病する場合もあることが推測され^{10）}、改めて行なった接種試験からはこのことが事実であることが確かめられた。しかしながら、本菌の小生子がアカマツに侵入して発病にいたるまでに、約1年後と約2年後の2つの場合の生ずる理由については、接種時期、接種菌量の多少、気象条件などがあげられるが今回の実験の範囲ではこれらのいずれとも判断しなかった。

なお佐保（1963）^{20）22）}も筆者とは全く別に北海道において小生子接種実験を行ない、アカマツをはじめとする数種の二葉松が感染後翌々年に銹胞子を形成して発病することを報告した。また、野外観察で翌年発病するものも認められると報告（1962）^{20）}している。感染2年後に発病する場合について両者の報告を比較してみると、佐保の実験では小生子接種後精子器形成まで69日、精子器形成から銹胞子形成まで620日であり、筆者のそれは精子器形成まで60日、銹胞子形成まで562日である。精子器形成までの期間はほぼ同じとみてよいが、銹胞子形成では筆者の実験の場合が58日短くなっている。これはたぶん両地の気象条件の相違によるものであろう。なお、北海道産と長野県産のアカマツ葉さび病菌が、キハダ葉上で同一の病徴を示すかどうかを確かめるための実験では、両者の夏胞子と冬胞子の発生に若干の相違はみられたものの最終的の病状は全く同様であることが確かめられた。なお平塚（1928）^{16）}、佐保（1963）^{22）}はキハダに銹胞子を接種し10日後に夏胞子の発生をみたと報告しているが、筆者の2回の実験では8日後と14日後であったことから、銹胞子がキハダに侵入して夏胞子を形成するまでの期間は1～2週間と考えてよからう。またその後、冬胞子が形成されるまでの報告はないが、筆者の実験では60～80日であることが判明した。

本葉さび病菌が1年と2年の2とおりの生活史をもつことは、アカマツにとっては2か年にわたって被害の発生することを意味するから本病の防除上注意を要する。また本病の生活史は地域により差のあることが予想されるので、本病に関しては発生した各地域において生活史を確かめる必要があらう。なお、亀井^{17）}は本病がアカマツの少ない北海道北部においても、キハダにきわめてふつうにみられる病害であることから、アカマツの存在を必須とすることに疑義をもつ見解を公表した。筆者も周りにアカマツのみられない木曽谷のヒノキ純林中にあるキハダの発病例をしばしば認めているが、この点に関してはポプラ葉さび病で知られているような（千葉・陳野^{21）}）夏胞子越冬によるものであるか、アカマツ針葉上の銹胞子の飛散距離ないし範囲がきわめて遠くて広いものであるか明らかでない。

中間寄主キハダを伐倒後、3か年間にわたって調査した結果、伐倒翌年度から *C. phellodendri* によるアカマツ葉さび病は全く認められなくなった。本病発生の場合、下刈り作業と同時に、中間寄主であるキハダの伐倒除去を併用すれば、いずれの地方においても被害を最小限に止めることができるものと思われる。キハダの自生数は一般に比較的少ないことから、さしたる手間はかからずに下刈りに組み込むことができ防除効果をあげられよう。

なお本病には、2か年にわたる生活史をもつものがあって、被害のでた翌年度も同じようにアカマツに発病の認められる場合があるので、キハダの伐倒は1年だけでなく、翌年萌芽してくるものも今一度切除することが必要である。もちろん、この方法で留意すべきことは、キハダの伐倒時期である。今回のキハダは8月上旬に伐倒された。そして、この時にはまだ冬胞子、小生子が発生していなかったので有効な結果がえられたものと思われる。マツへの感染源となる小生子の形成は地域によってかなり差があると思われるが、効果的な防除を行なうには、冬胞子の形成前もしくは発芽前にキハダを除去する必要がある。

文 献

- 1) 千葉 修：マツ類の葉さび病について，森林防疫ニュース，6，142～146，（1957）
- 2) CHIBA, O. and Y. ZINNO; Uredospores of the poplar leaf rust, *Melampsora larici-populiana* KLEB., as a source of primary infection. Jour. Jap. For. Soc., 42, 406～410, （1960）
- 3) DIETEL, P.: Uredineae japonicae II. Engl. Bot. Jahrb., 28, 287, （1900）
- 4) 伊藤誠哉・平塚直秀：八甲田山採集錆菌目録，札幌博物学会報，9，271，（1927）
- 5) ———：大日本菌類誌，養賢堂，2の2，196～197，（1939）
- 6) 浜 武人：コレオスポリウム・ヘロデンドリ菌によるアカマツの葉さび病，森林防疫ニュース，9，48～52，（1960）
- 7) ———：アカマツ葉さび病の防除，同上，10，52～54，（1961）
- 8) ———：アカマツ葉さび病 *Coleosporium phellodendri* Kom. に関する研究（I）被害状況，病態および防除法，72回日林講，285～288，（1962）
- 9) ———：同上（II）本病病原菌の生活史（アカマツ及びキハダの発病様相），同上，288～291，（1962）
- 10) ———：同上（III）錆胞子の発芽および生存力，病原菌の生活史の新知見，74回日林講，313～315，（1963）
- 11) HIRATSUKA, N. and T. YOSHINAGA.: Uredinales of Shikoku. Mem. Tottori Agr. Coll., 3, 269, （1935）
- 12) ———：Uredinales collected in Kiushu (I), (II). Jap. Jour. Bot., 11(1), 38～43, 11(10), 702～711, （1935）
- 13) ———：Uredinales collected in Korea II. Mem. Tottori Agr. Coll., 5(3), 231～236, （1935）
- 14) 平塚直秀：植物錆病とその病原菌，アズミ書房，53～58，（1951）
- 15) ———：植物錆菌学研究，笠井出版，200～203，（1955）
- 16) ———：マツの葉さび病，日林誌，42，4，151～156，（1960）
- 17) 亀井専次：樹病診断，日林協，26～27，（1950）
- 18) 長野営林局：気象観測統計書，（昭和31～33年），（1959）
- 19) SACCARDO: Sylloge Fungorum, XIII. 317, （1902）
- 20) 佐保春芳：北海道で見出されたマツ属の葉さび病について，11回，日林北支講，21～23，（1962）
- 21) ———：日本産錆菌ノート，日菌会報，3，130～133（1962）
- 22) ———：Coleosporium phellodendri Kom. 小生子接種試験，日植病報，28，3，182～184，

(1963)

- 23) TOGASHI, K.: Fungi collected in the islands of Rishiri and Rebun, Hokkaido, Jap. Jaur. Bot., 2, 93, (1924)
- 24) KOMAROV, W.L.: Diagnosen neuer Arten und Formen. Hedwigia, 39, 4, 125, (1900)

図 版 説 明

Explanation of plates

Plate 1

- A. アカマツ 2 年生罹病木
Two-year-old seedling of *Pinus densiflora* SIEB. et Zucc., attacked by *Coleosporium phellodendri* Kom.
- B. アカマツ 5 年生罹病木
Ditto, five-year-old tree.
- C. アカマツ針葉上に形成された銹子のう (×3)
Peridermia of *C. phellodendri* formed on needles of *Pinus densiflora* SIEB. et Zucc. (×3)
- D. 銹子のうの拡大 (×15)
Peridermia of *C. phellodendri* Kom. on *Pinus densiflora* SIEB. et Zucc. (×15)
- E. さび胞子飛散後の銹子のう (×15)
Ditto (×15)

Plate 2

- A. 被害地内のオオバノキハダ (壮齡木)
Phellodendron amurense Rupr. in the damaged plantation.
- B. 同 上 (幼齡木)
Ditto (white ring)
- C. キハダの罹病状況
a. 健全 (茎赤), b. 微害 (茎赤), c. 激害 (茎白)
Phellodendron amurense Rupr. attacked by *C. phellodendri*, a. Healthy b. Slightly c. Severely.
- D. キハダ葉上の夏胞子堆
Uredosori of *C. phellodendri* on the leaf of *Phellodendron amurense* Rupr.
- E. キハダ葉上の冬胞子堆
Teleutosori of *C. phellodendri* on the leaf of *Phellodendron amurense* Rupr.

Plate 3

- A. アカマツ葉さび病 *C. phellodendri* Kom. の銹子のう (×60)
A peridermium of *C. phellodendri* (×60)
- B. 同 上 さび胞子 (×400)
Aecidiospores of *C. phellodendri* (×400)
- C. 同 上 夏胞子 (×400)
Uredospores of *C. phellodendri* (×400)
- D. 同 上 冬胞子 (×150)
Teleutospores of *C. phellodendri* (×150)
- E. 同 上 小生子 (×600)
Sporidia of *C. phellodendri* (×600)

**Needle Rust of *Pinus densiflora* SIEB. et ZUCC. caused by
Coleosporium phellodendri KOMAROV in Kiso Valley, Nagano**

Taketo HAMA⁽¹⁾

Summary

In May, 1959, a remarkable outbreak of a needle rust caused by *Coleosporium phellodendri* KOM. was found in a young plantation of Japanese red pine, *Pinus densiflora* SIEB. et Zucc., in Kiso Valley, Nagano prefecture, the central part of the main island of Japan. Pine trees grown in 6 ha. were severely affected. The disease spread to the western direction from the eastern part of the plantation where about fifty trees of *Phellodendron amurense* Rupr. have been maintained.

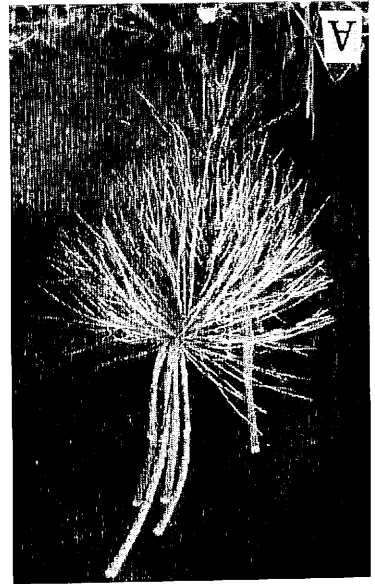
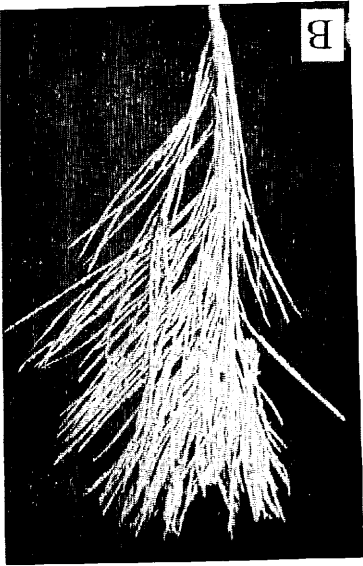
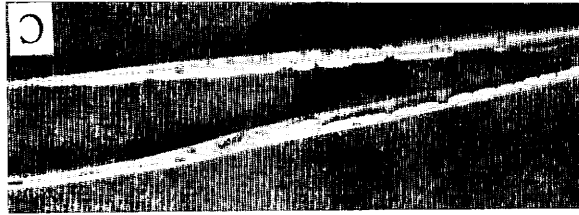
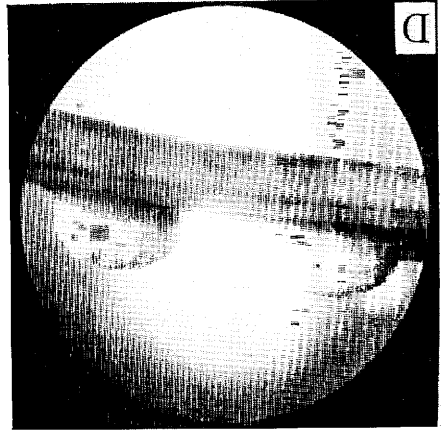
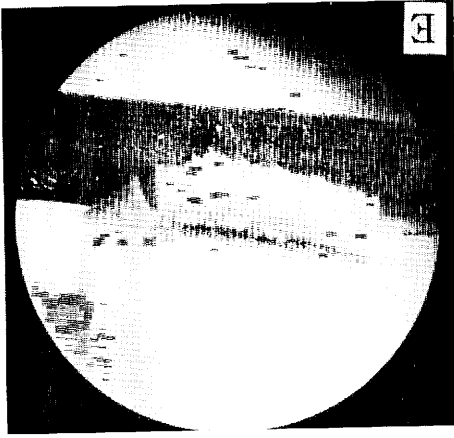
Aecidiospores were produced on one- and two-year-old needles through April to early June. They germinate well at 15° to 20°C, and germ-tube bears within 12 hours. Aecidiospores infected leaves of *Phellodendron* tree and incubation period was recorded as one to two weeks. Formation of uredospores on *Phellodendron* leaves was observed through June to November, and teleutospores through August to October. Teleutospores germinated and produced sporidia during August to mid-October.

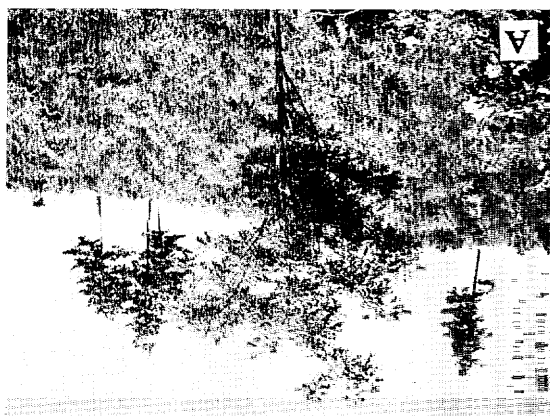
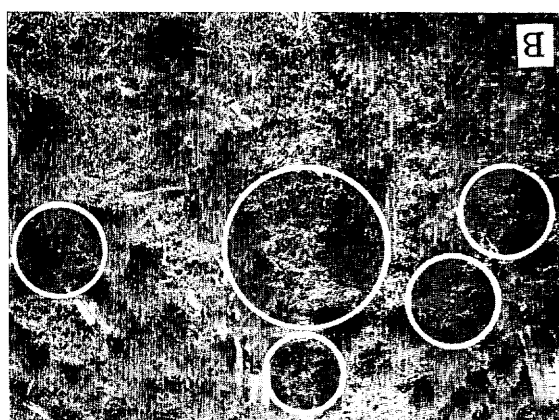
In the case of sporidium infection, a different incubation period was recorded. In the first case aecidiospores developed on one-year-old needles in the next spring from infection. In the other case, no symptoms appeared in the next spring and formation of aecidiospore was observed in the second spring on two-year-old needles.

Eradication of *Phellodendron* trees from the pine stand was proved to be effective to control this rust disease.

Received March 15, 1972

(1) Laboratory of Forest Protection, Kiso Sub-branch Station, Government Forest Experiment Station, Kiso-fukushima, Nagano Prefecture, Japan.





長野県木曽谷に発生したアカマツ葉さび病 (部)

