

トドマツ枝枯病菌の病原性の菌株間比較

秋 本 正 信*

抄 録

北海道における *Scleroderris lagerbergii* GREMMEN (トドマツ枝枯病菌) の菌株間の病原性の違いを知るため、接種試験を実施した。トドマツから分離された本菌 9 菌株をトドマツに接種した結果、菌株によって病原性に強弱のあることが示唆された。トドマツ、ヨーロッパモミ、シコクシラベ、ストロブマツから分離された本菌 1 菌株ずつを、それぞれ 15 種の針葉樹に接種した。その結果、モミ属から分離された本菌は、トドマツに強い病原性を示したが、マツ属にはほとんど病原性を示さなかった。一方、ストロブマツから分離された本菌は、マツ属に強い病原性を示したが、トドマツに対する病原性は比較的弱かった。このことから、北海道でモミ属に寄生する *S. lagerbergii* と、ストロブマツに寄生する本菌は、病原性に明らかな相違があることを指摘した。

Abstract

Comparison of pathogenicity among isolates of *Scleroderris lagerbergii* GREMMEN from Hokkaido , Japan

Masanobu A KIMOTO

Hokkaido Forest Experiment Station , Bibai , Hokkaido , 097 - 01

[Bulletin of the Hokkaido Forest Experiment Station , No.22 , December , 1984]

Inoculation experiments were carried out to compare pathogenicity of some isolates of *Scleroderris lagerbergii* , the causal fungus of *Scleroderris* canker of *Abies sachalinensis* in Hokkaido . When 9 isolates of the fungus from *A. sachalinensis* were inoculated to 5-year-old seedlings of the conifer , all inoculated seedlings were affected . Judging from the number of shoots killed by the inoculation or the size of lesions , pathogenicity of the fungus from *A. sachalinensis* differed with the isolates to some extent .

Respective isolates of the fungus from *Abies alba* , *A. sachalinensis* , *A. veitchii* var. *shikokiana* and *Pinus strobus* in Hokkaido was inoculated to the seedlings of 15 conifers (2,3,8, and 2 species of *Abies* , *Picea* , *Pinus* , and *Larix* , respectively) . All isolates from the 3 species of *Abies* showed strong pathogenicity to *A. sachalinensis* , but only weak pathogenicity to 1 - 3 of 8 species of *Pinus* . By contrast , the isolate from *P. strobus* showed strong pathogenicity to 7 of 8 species of *Pinus* , but weak pathogenicity to *A. sachalinensis* . These facts indicate that relatively clear difference in pathogenicity exists between *S. lagerbergii* from *Abies* spp . and that from *P. strobus* in Hokkaido.

*北海道立林業試験場〔北海道林業試験場研究報告 第22号 昭和59年12月〕

はじめに

1970年に発見されたトドマツ枝枯病は、最近北海道内の多雪地帯のトドマツ幼齡人工林に広くまん延し、一部の地域では、トドマツ育林上の大きな支障になっている。トドマツ枝枯病菌 *Scleroderris lagerbergii* GREMMEN は、トドマツのほか、一部の地区でストロブマツとヨーロッパモミにも被害を与えている。ところが、ストロブマツの本菌は、柄胞子の形態（大きさ、隔膜数）や病徴の一部（病患部樹皮下の色素沈着）がトドマツやヨーロッパモミ上の本菌とは異なることが知られている（高橋，1973；1975；高橋・鈴木，1975）。また、横田（1983）は一連の接種試験の結果、ストロブマツ上の本菌はトドマツ上の本菌に比べ、多くの針葉樹に対してはるかに病原性が強いことを指摘した。

このように、北海道内に柄胞子の形態や病原性などが異なる *S. lagerbergii* が存在することは、ほぼ明らかであるが、トドマツ上の本菌の菌株間で病原性に違いがあるかどうかは、まだ検討されていない。また、最近、シコクシラベ上にも本菌が発見され、その形態はトドマツやヨーロッパモミ上の本菌と同一であることが確認されているが（秋本，未発表）、シコクシラベ上の本菌の病原性は確かめられていない。本報では、トドマツ上の *S. lagerbergii* の菌株間および分離樹種が異なる本菌菌株間で、病原性にどのような違いがあるかについて検討を加えた。

材料と方法

トドマツから分離した菌株間の病原性比較

当场構内の苗畑に植栽された5年生トドマツの1年生幹の樹皮を1×1mmの大きさに切り取り、2%麦芽エキス寒天で培養した *S. lagerbergii* の菌そうの一部（1×1mm）を寒天ごと接種した。接種部はあらかじめ80%アルコールで表面殺菌を行い、接種後は接種部にビニールテープを巻き、含菌寒天の乾燥と脱落を防いだ。無菌寒天片を接種し、同じ処理を施したものを対照とした。供試菌株は、トドマツから分離した9菌株で、比較のために、ストロブマツから分離した1菌株もあわせて供試した（表-1）。トドマツ菌については、比較的距離が離れた地域から分離されたもので、培養の形状ができるだけ異なるものを供試した。接種は、1981年11月26日に行い、翌年の春から夏にかけて、発病や枯死の有無、病班の大きさ、柄子殻形成の有無などについて調査した。なお、病班形成木で、接種菌の柄子殻が形成されなかった場合は、組織分離を行い、接種菌が回収されたものだけを発病木とみなした。分離培地には、1N塩酸でpH4.0前後に調整した2%麦芽エキス寒天を用い、分離温度は15℃とした。

分離樹種が異なる菌株間の病原性比較

トドマツ（19-8）、ヨーロッパモミ、シコクシラベおよびストロブマツから分離した菌株（表-1）を1菌株ずつ供試した。トドマツ菌については、前項の試験結果をもとに、病原性が比較的強いと考えられる菌株のなかから、菌糸生長速度が速い菌株（19-8）を選んだ。これら4菌株をそれぞれ15種の2～6年生針葉樹苗木（表-4）に接種した。接種方法その他は前項のとおりであるが、接種部は樹種によって異なり、1年生幹、2年生幹、2年生枝のいずれかとした（表-4）。接種は1982年11月25日に行った。

結果と考察

トドマツから分離した菌株間の病原性比較

接種試験の結果を表-2に示した。表中、枯死木とは、大きな病斑が形成され、病斑が幹を1周して上部が枯死した発病木を示している。枯死木の場合、病班の輪郭が不明瞭なため、病斑長の測定から

は除外した。表 - 2 にみられるように、対照木は全く発病しなかったが、供試したすべてのトドマツ菌は接種本をすべて発病させ、明瞭な病斑を形成した（写真 - 1）。また、ほとんどの病斑上に接種菌の成熟柄子殻が多数形成された。このように、すべての菌株がトドマツに明らかに病原性を示すという点で、菌株間に違いは認められなかった。しかし、病斑の大きさについてみると、1 - 4 菌株は、19 - 2 菌株の半分以上にすぎなかった。また、1 - 4 菌株では枯死木がなかったのに対し、19 - 2 菌株では接種木の半数近くが枯死し、大きな病斑を形成したことがうかがえる。このように、病斑の大きさからみた場合、菌株によって病原性に強弱のあることが示唆された。

表 -1 接種試験に用いた菌株
Table 1. Isolates used for inoculation experiments.

供試菌株 Isolate	宿 主 Host	採 集 地 Locality	分離年月 Date of isolation	分離源 Origin
1 - 4	トドマツ <i>Abies sachalinensis</i>	当 別 Tobetsu	June, 1981	単子のう胞子 Monoascospore
1 - 6	"	"	"	"
1 - 9	"	"	"	"
9 - 6	"	稚 内 Wakkanai	"	"
9 - 8	"	"	"	"
9 - 9	"	"	"	"
19 - 2	"	倶知安 Kuttchan	"	"
19 - 3	"	"	"	"
19 - 8	"	"	"	"
2 - 3	ヨーロッパモミ <i>Abies alba</i>	富良野 Furano	"	"
25 - 6	シコクシラベ <i>Abies veichii</i> var. <i>shikokiana</i>	中 川 Nakagawa	June, 1982	"
S - 1*	ストロブマツ <i>Pinus strobus</i>	富良野 Furano	July, 1973	多子のう胞子 Multiascospore

*supplied by Mr. I.TAKAHASHI in 1981

表 -2 トドマツ枝枯病菌のトドマツへの接種結果

Table 2. Results of inoculation experiments with some isolates of *Scleroderris lagerbergii* to seedlings of *Abies sachalinensis*.

菌 株 Isolate	接種木本数 Inoculated	発病木本数 Diseased	枯死木本数 Killed	柄子殻形成病斑数 Pycnidia formation	病 斑 長 Length of lesion (mm)	平均病斑面積 Av.of lesion area (mm ²)
1 - 4	10	10	0	10	12 - 23 (16) *	136
1 - 6	10	10	1	10	16 - 28 (21)	217
1 - 9	0	10	0	10	20 - 29 (24)	223
9 - 6	9	9	3	8	10 - 33 (25)	214
9 - 8	10	10	1	10	23 - 33 (27)	241
9 - 9	10	10	6	10	15 - 27 (23)	185
19 - 2	9	9	4	9	26 - 37 (32)	301
19 - 3	9	9	3	9	15 - 31 (23)	200
19 - 8	9	9	2	9	25 - 40 (30)	325
S - 1	9	9	1	6	10 - 22 (14)	99
Control	10	0				

* () は平均病斑長, Figures in parentheses are mean values.

Inoculation : Nov. 26, 1981 ; Survey : June 16, 1982.

ストロームツ菌 (S - 1) もトドマツに病原性を示したが、病斑は小さめで、トドマツ菌の中で最も病斑が小さかった 1 - 4 菌株とほぼ同等であった。また、発病木の多くに柄子殻が形成されたが、ほとんどが未熟であり、その数も少なかった。

図 - 1 に消雪後の病斑長の推移を菌株ごとに示した。病斑は、4 月初めの消雪後も幾分拡大するが、5 月中・下旬以降はほとんど拡大しなかった。図 - 1 に示さなかった他の菌株も全く同様の傾向を示し、消雪後の病斑長の推移に菌株間の違いは認められなかった。

はじめにも述べたように、トドマツ上の *S. lagerbergii* ストロームツ菌の本菌は、柄胞子の形態 (大きさ, 隔膜数) が異なることが知られている。しかし、これまで同一寄主上で両者の柄胞子の形態を比較した例はない。そこで、本試験でトドマツ上に形成された柄胞子の形態を比較した。表 - 3 に示したように、柄胞子の大きさは、トドマツから分離した菌株間にほとんど違いは認められなかった。また、隔膜数の頻度分布もほぼ同様で、この点でもトドマツから分離した菌株間に違いは認められなかった。ところが、ストロームツ菌から分離した菌株の柄胞子は、トドマツから分離した菌株に比べて明らかに小さく、隔膜数も少なかった。このように、同一寄主上でも、トドマツ菌とストロームツ菌の柄胞子の形態の違いは明らかであった。なお、ストロームツ菌の柄胞子の大きさは、高橋 (1973), 横田 (1983) の測定値より小さめであったが、これは未熟な柄胞子が多かったためと考えられる。



写真 - 1 トドマツ分離株 (19 - 8) 接種によるトドマツ上の病斑

Photo. 1. Lesion on *Abies sachalinensis* inoculated with *Scleroderris lagerbergii* (Isolate 19 - 8).

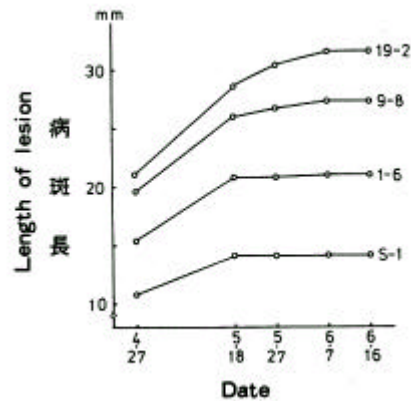


図 - 1 *S. lagerbergii* を接種したトドマツ上の病斑長の推移
Transition of the length of lesions on *Abies sachalinensis* inoculated with some isolates of *Scleroderris lagerbergii*
Inoculation : Nov. 26, 1981.

分離樹種が異なる菌株間の病原性比較

接種試験の結果を表 - 4 に示した。なお、表 - 4 には示さなかったが、各樹種に 2 ~ 3 本供試した対照木に発病は認められなかった。トドマツ菌は、供試した 15 種のうちトドマツ、コンコロールモミ、

表 - 3 接種したトドマツ上に形成された *S. lagerbergii* の柄胞子の大きさと隔膜数

Table 3. Dimension and septation of conidia of *Scleroderris lagerbergii* produced on *Abies sachalinensis* inoculated with the fungus.

菌株 Isolate	大きさ Size	(平均) (Mean) (μm)	隔膜数と頻度 Number of septum and frequency									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 - 4	23 - 70 × 2.5 - 3.5	(56.0 × 2.9)				2	2	2	8	79	6	1
1 - 6	25 - 68 × 2.0 - 3.5	(47.6 × 2.8)				4	3	2	9	72	5	4
1 - 9	31 - 75 × 2.0 - 3.5	(52.5 × 2.8)	4	6	3	19	4	11	9	43	1	
9 - 6	35 - 67 × 2.5 - 3.5	(53.0 × 2.9)		1	1	5	2	6	5	51	22	7
9 - 8	26 - 74 × 2.0 × 4.0	(52.7 × 2.9)	3	15	1	17	3	5	8	39	6	3
9 - 9	25 - 68 × 2.5 - 3.5	(51.2 × 2.9)				4	1	3	10	76	5	1
19 - 2	17 - 76 × 2.5 - 3.0	(51.1 × 2.6)		1		8		9	12	65	3	2
19 - 3	32 - 68 × 2.0 - 3.0	(45.2 × 2.4)		1		22	11	13	17	26	8	2
19 - 8	20 - 79 × 2.0 - 3.5	(52.7 × 2.7)		2		8	11	12	16	29	12	10
S - 1	12 - 29 × 2.0 - 2.5	(22.4 × 2.0)	9	37	10	44						

*調査胞子数は各菌株につき 100 コ。 100 conidia per isolate were examined.

表 - 4 異なる樹種から分離された *S. lagerbergii* の各種針葉樹に対する接種試験結果

Table 4. Results of inoculation experiments to 15 conifers with some isolates of *Scleroderris lagerbergii* from different tree species

供試樹種 Tree species	接種部位 Inoculation site	供試菌株と分離樹種 Isolates used and its host tree species			
		19 - 8 トドマツ <i>Abies sachalinensis</i>	2 - 3 ヨーロッパモミ <i>Abies alba</i>	25 - 6 シコクシラベ <i>Abies veitchii</i> var. <i>shikokiana</i>	S - 1 ストローブマツ <i>Pinus strobus</i>
トドマツ <i>Abies sachalinensis</i>	2年生幹 2Yr. stem	5/5(1), 26 - 27(27) + *	4/5(0), 13 - 25(19) +	5/5(0), 20 - 36(27) +	1/5(0), 7 -
コンコロールモミ <i>A. concolor</i>	"	3/3(1), 16 - 37(27) +	1/3(0), 19 +	1/3(1) -	2/3(0), 16 - 21(19) +
エゾマツ <i>Picea yezoensis</i>	"	1/5(0), 6 +	0/5	3/5(0), 5 - 6(5) +	5/5(0), 8 - 18(12) +
アカエゾマツ <i>P. glehnii</i>	"	2/5(0), 12 - 22(17) +	3/5(0), 6 - 14(9) +	1/5(0), 11 -	4/5(0), 19 - 37(28) +
ヨーロッパトウヒ <i>P. abies</i>	"	0/5	0/5	0/5	0/5
ストローブマツ <i>Pinus strobus</i>	1年生幹 1yr. stem	1/4(0), 6 -	1/5(0), 6 -	2/5(0), 8 - 9(9) -	5/5(0), 9 - 29(17) +
キタゴヨウ <i>P. pentaphylla</i>	2年生幹 2yr. stem	0/5	0/5	2/5(0), 7 - 14(11) +	5/5(1), 16 - 80(39) +
チョウセンゴヨウ <i>P. koraiensis</i>	"	0/3	0/2	1/2(0), 11 +	3/3(3) +
ハイマツ <i>P. pumila</i>	"	0/4	1/5(0), 13 +	0/4	4/4(1), 8 - 31(20) +
アカマツ <i>P. densiflora</i>	1年生幹 1yr. stem	0/5	0/5	0/4	4/4(1), 34 - 57(42) +
クロマツ <i>P. thunbergii</i>	"	0/5	0/5	0/5	5/5(5)
ヨーロッパアカマツ <i>P. sylvestris</i>	2年生枝 2yr. branch	0/9	0/4	0/3	9/9(0), 5 - 21(13) +
モンタナマツ <i>P. mugo</i>	2年生幹 2yr. stem	0/5	0/5	0/5	0/5
カラマツ <i>Larix leptolepis</i>	1年生幹 1yr. stem	0/5	0/5	0/5	1/5(0), 12 +
グイマツ <i>L. emelini</i> var. <i>ianonica</i>	"	0/5	1/5(0) 12 +	0/5	3/5(0), 10 - 15(12)

* 5/5 (1), 26 - 27 (27) + : 接種した 5 本のうち 5 本が発病し、そのうち 1 本は枯死したこと、病斑長の範囲は 26 ~ 27 mm で平均 27 mm であること、柄子殻が形成されたことを意味する。
5/5 (1) means 5 stems were inoculated and 5 of them were infected including 1 killed; 26 - 27 shows the range (mm) of length of lesion and (27) shows the mean value ; means pycnidia formation is positive.

Inoculation : Nov. 25, 1982 ; Survey : July. 11, 1983

エゾマツ、アカエゾマツおよびストロブマツの5種に病原性を示したにすぎず、ストロブマツ以外のマツ属やヨーロッパトウヒ、カラマツ、ゲイマツには病原性を示さなかった。病原性が認められた樹種でも、エゾマツやストロブマツは、トドマツやコンコロールモミに比べて明らかに発病率が低く、病斑も小さかった。

一方、ストロブマツ菌はヨーロッパトウヒ、モンタナマツ以外のすべての供試樹種(13種)に病原性を示した。特にマツ属に対して病原性が強く、モンタナマツを除くと、接種枝幹はすべて発病し、病斑も大きく、枯死するものもめだつた。病原性が認められた樹種のなかでは、トドマツ、カラマツ、ゲイマツは、トウヒ属やマツ属に比べて明らかに発病率が低く、病斑も小さかった。

このように、トドマツ菌がマツ属にほとんど病原性を示さないのに対し、ストロブマツ菌は、多くのマツ属に強い病原性を示し(写真-2)、両者に顕著な相違が認められた。また、トウヒ属に対しても、ストロブマツ菌はトドマツ菌より明らかに強い病原性を示した。ストロブマツ菌はトドマツに対しても病原性を示したが、トドマツ菌に比べ、明らかに発病率が低く、病斑も小さい(写真-3)ことから、ストロブマツ菌のトドマツに対する病原性は、トドマツ菌よりも弱いと考えられた。

ヨーロッパモミ菌とシコクシラベ菌は、トドマツが病原性を示した樹種に、ほぼ同様の病原性を示したほか、それぞれ、ハイマツ、ゲイマツ、あるいは、キタゴヨウ、チョウセンゴヨウにも病原性を示した。しかし、トドマツ菌が病原性を示さなかったこれらの樹種め発病率は低く、病斑も小さかった。このように、これら2菌株は、トドマツにはかなり強い病原性を示すが、マツ属については、一部の樹種に微弱な病原性を示したにすぎない。この点から、ヨーロッパモミ菌とシコクシラベ菌の病原性は、ストロブマツ菌株とは明らかに異なり、トドマツ菌とほぼ同一であるとみなされた。

横田(1983)は、*S. lagerbergii*を用いた一連の接種試験の結果、トドマツ菌はモミ属5種、トウヒ属1種のほかマツ属7種にも病原性を示すことを認めた。供試樹種のうち、トドマツ菌とストロブマツ菌に共通のマツ属5種についてその結果をみると、ストロブマツ菌の、これらマツ属に対する病原性は、トドマツ菌よりはるかに強く、本試験の結果と同様の傾向がうかがえる。

一方、横田(1983)は、ストロブマツ菌はトドマツにも強い病原性を示すことを指摘したが、高橋(1979)によると、ストロブマツ菌はトドマツに病原性を示さなかった。本試験では、ストロブマツ菌のトドマツに対する病原性は、トドマツ菌より弱いとみなされた。接種試験結果のこのような相違は、接種時期や接種部位などの接種条件あるいは供試菌株の違いによるものであろう。

以上の結果から、北海道でモミ属(トドマツ、ヨーロッパモミ、シコクシラベ)に寄生する*S. lagerbergii*とストロブマツに寄生する本菌とは、病原性に違いがあることはほぼ明らかで、その差異は、とくにマツ属で顕著に現われることがわかった。すなわち、モミ属寄生菌はマツ属にはほとんど病原性を示さないか、微弱な病原性しか示さないのに対し、ストロブマツ寄生菌は強い病原性を示す。寄主樹木の属を異にするこれらの菌は、ここで述べた病原性のほかに、柄胞子の形態(高橋,1973;高橋・鈴木,1975;秋本,未発表)、病患部樹皮下の色素沈着(高橋,1975)、培養の性状(横田,1983)などにも違いが認められることから、現在北海道内には2系統(モミ属系統とマツ属系統)の*S. lagerbergii*が存在するといえる。

欧米では、*S. lagerbergii*の寄生は、マツ属を中心に、トウヒ属、トガサワラ属、カラマツ属に及んでいるが(DONAYBAUER, 1972)、これまでモミ属に本菌は発見されていない。このことは、北海道でモミ属に寄生する*S. lagerbergii*は欧米の本菌とは系統が異なることを示唆している。世界的にみると、*S. lagerbergii*は、おもに血清学的反応から、ヨーロッパ系統、北米系統、アジア系統の3つの生理的系統に分けられる(DORWORTH et al., 1975)。このうち、アジア系統は、トドマツから分離された本菌

をもとに名づけられたものである。このことから、現在北海道でモミ属にみられる *S. lagerbergii* は、アジア系統に属すると考えられる。ストロブマツにみられる本菌については血清学的検討がなされていないので、いずれの系統に属するかは明らかではない。

北海道では現在、*S. lagerbergii* の寄主としては、モミ属3種、マツ属1種の計4種が知られているのにすぎない。しかし、欧米での本菌の寄主範囲はかなり広く、北海道でも、接種試験では多くの樹種をおかすことがわかったため、今後も新たな寄主の追加が予測される。欧米の本菌と類似点が多いマツ属系統の本菌（横田，1983）は、これまで道内の限られた地区（富良野市，東大北海道演習林）でしか発見されていないが、本系統は、接種試験によるとマツ属やトウヒ属に対しては、モミ属系統の本菌よりかなり強い病原性を示す。このため、これらの樹種については、マツ属系統の被害に対して注意を払う必要がある。

最後に、本試験のために貴重な菌株を分譲していただいた東京大学農学部附属北海道演習林の高橋郁雄氏に感謝申し上げます。

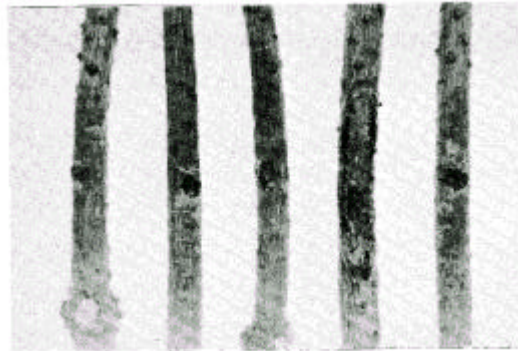


写真 - 2 異なる樹種から分離された *S. lagerbergii* の接種によるキタゴジウ上の病斑
左から順にトドマツ，ヨーロッパモミ，シコクシラベおよびストロブマツ菌接種，対照
Photo. 2. Lesions on *Pinus pentaphylla* resulted from the inoculation with some isolates of *S. lagerbergii* from different tree species. Isolate from *Abies sachalinensis*, *A. alba*, *A. veitchii* var. *shikokiana*, and *Pinus strobus* and control from left to right.

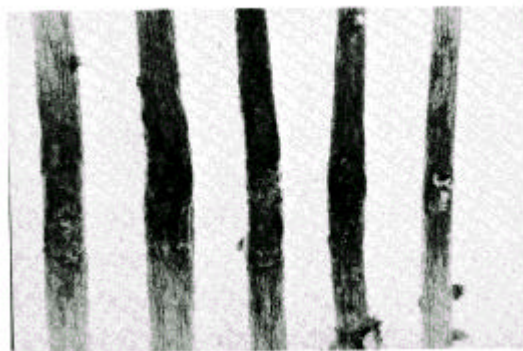


写真 - 3 異なる樹種から分離された *S. lagerbergii* の接種によるトドマツ上の病斑
左から順にトドマツ，ヨーロッパモミ，シコクシラベおよびストロブマツ菌接種，対照
Photo. 3. Lesions on *A. sachalinensis* resulted from the inoculation with some isolates of *S. lagerbergii* from different tree species. Isolate from *Abies sachalinensis*, *A. alba*, *A. veitchii* var. *shikokiana*, and *Pinus strobus* and control from left to right.

文 献

DONAUBAUER , E. , 1972 Distribution and hosts of *Scleroderris lagerbergii* in Europe and North America . Eur . J . For . Path . 2 : 6 - 11

DORWORTH , C . E . and KRYWIENCZYK , J . , 1975 Comparison among isolates of *Gremmeniella abietina* by means of growth rate , conidia measurement , and immunogenic reaction . Can . J . Bot . 53 : 2506 - 2525

高橋郁雄 1973 ストローブマツで発見された *Scleroderris lagerbergii* GREMMEN. 日林北支構 22:106 - 110

—————1975 近年道央で発見された主要樹種の病害. 北方林業 27 : 237 - 241

—————1979 北海道中央部における針葉樹の菌類相と病害に関する研究 —主として子のう菌類,不完全菌類及びさび菌類について—. 北大農演報 69 : 1 - 143

—————・鈴木咲子 1975 *Scleroderris lagerbergii* によるヨーロッパモミの被害. 日林北支講 24 : 61 - 63

横田俊一 1983 北海道におけるスクレロデリス枝枯病, 特に病原菌とその病原性. 林試研報 321 : 89 ~ 116