

五葉マツ類発疹さび病菌のさび胞子の発芽 および小生子の落下と発芽

横 田 俊 一⁽¹⁾

Shun-ichi YOKOTA: Studies on Aeciospore Germination, and Casting and Germination of Sporidia of the White Pine Blister Rust Fungus

要 旨：五葉マツ類発疹さび病菌のさび胞子は10~25°Cの範囲で発芽し、15~20°Cが適温と考えられる。発芽を開始するのに必要な時間は15°Cで4時間であった。冬胞子寄主を有する系統と、マツ直接感染型あるいは冬胞子寄主不明の系統とでは、さび胞子の発芽管の形態が著しく異なることが明らかとなった。さび胞子を散光の当たる室内に置くと、乾燥の有無にかかわらず、2か月後には発芽能力が失われた。しかし冷暗所では5か月余にわたって発芽能力が保持された。

5日間にわたって経時的に小生子の落下と発芽に及ぼす温度の影響を試験した。その結果、5°C区では常に小生子が大量に落下し、小生子の落下とそれにひきつづく小生子の形成が盛んに行われていることをしめた。10°C、15°C区では小生子の形成は次第に低下し、20°C区では試験開始時に形成されていた小生子が落下したあとは形成されないことをしめた。いっぽう0°C区では88時間以降に大量の落下が観察された。落下した小生子は0~20°Cの範囲ではよく発芽をするが、発芽管の長さから判断すると10~15°Cが適温と考えられる。20°C区では発芽管は太く短く、感染には不都合と考えられた。0°Cで発芽すると細い発芽管を伸長させる直接発芽型が、5~15°Cでは直接発芽をするものと、いったん二次(三次)小生子を形成した後に発芽して細い発芽管を伸長させる間接発芽型の両タイプが観察された。

I ま え が き

五葉マツ類発疹さび病は *Cronartium ribicola* J. C. FISCHER ex RABENHORST によっておこるもので、本病菌は冬胞子世代とさび胞子世代で互いに異なる寄主に寄生する。アジア地域に発生している本病のさび胞子寄主としては、ハイマツ、ストロブマツおよびチョウセンゴヨウ(実験的には他の数種の五葉マツ)が知られており、冬胞子寄主としてはシオガマ属植物とりわけシオガマギクとまれにスグリ類(実験的には多くのスグリ属植物)が明らかにされている。

五葉マツ類からシオガマ類には本病菌のさび胞子により、またシオガマ類から五葉マツ類には小生子によって伝染する。したがって、さび胞子と小生子の発芽に関する情報は本病の発生予察や危険地帯区分などを行う上の基礎資料となるものと考えられる。本病菌の胞子の発芽に関する研究は、外国では古くから進められてきたが、アジア地域で行われた報告は全くない。そこで本病菌のさび胞子と小生子を用いて行った発芽ならびに小生子の落下(飛散)に関する実験結果を報告する。

II 供試材料と実験方法

1. さび胞子の発芽実験

1-1. さび胞子の発芽と温度の関係

供試材料：1972年秋に、帯広営林局中標準営林署214林班内、1966年植栽のストロブマツ罹病木を

札幌市の 林業試験場北海道支場構内に移植した。1973 年 5 月 9 日にこれらの罹病木に発生したさび孢子を採集して供試した。

実験方法：上記さび孢子を water agar (素寒天培地) 上に散布し、5°C から 30°C の範囲で 5°C きざみに設置し、20 時間後にランダムに 100 個の孢子の発芽の有無を測定した。測定は 2 回くり返した。これとは別に経時的に発芽の進行を調べるために、同年 5 月 23 日に上記罹病木から採集直後のさび孢子けん濁液を作り (Tween 20 を加用)、Van Tieghem cell 法により、室温 (約 15°C)、散光条件のもとで発芽経過を観察した。

1-2. 発芽に伴う発芽管の形態

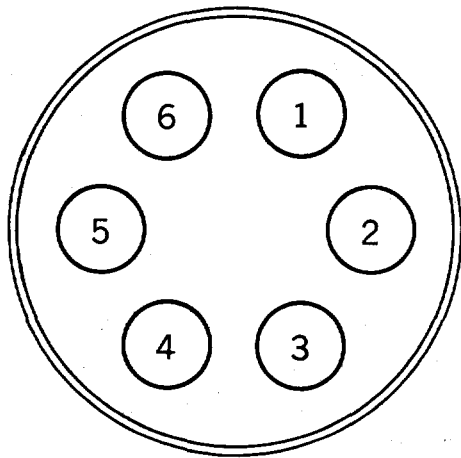
供試材料：次の 3 か所から採集したさび孢子を用いた。

- (1) 上記の北海道支場構内に移植した中標津産ストロームマツ罹病木上、1973 年 5 月 9 日採集
- (2) 大麓山 (山部東大演習林) のハイマツ罹病木上、1973 年 7 月 5 日採集
- (3) 大雪山のハイマツ上、1973 年 7 月 14 日採集 (北海道林試小口健夫博士による)

実験方法：スライドグラス上に water agar の薄い膜を作り、この上に上記のさび孢子を散布したのち、湿度を保ったペトリ皿の中に入れ、15°C に保ち、20 時間後に鏡検した。

1-3. さび孢子貯蔵中の寿命

供試材料：上記ストロームマツから 1973 年 5 月 9 日に採集したさび孢子 (1-1. と同じ材料) を秤量管に入れ、これらをそれぞれ①実験室の散光の当たる場所、②実験室内の暗黒に保ったデシケーターの中、③0~3°C の冷暗所の 3 か所に設置し、経時的にさび孢子をとり出して water agar 上に散布し、15°C、20 時間後の発芽の有無で寿命を推定した。



Under-surface of a Petri dish

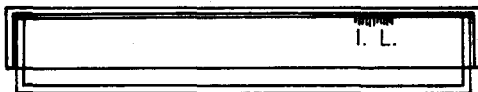


Fig. 1. 小生子の落下と発芽試験の方法
Method of casting and germination of sporidia.
I. L. : Infected leaf with telial columns.

2. 冬孢子の発芽に伴う小生子の落下と発芽

供試材料：1979 年 9 月 25 日に、札幌 (現北海道) 営林局苫小牧営林署管内 7 哩地点から、冬孢子毛を多数有するシオガマギクを採集した。冬孢子毛を有する罹病葉を 1×1 cm の大きさに切りとり、これらをろ紙に水を含ませて湿度を 100% に保ったペトリ皿に入れて、10°C に 24 時間保って冬孢子を発芽させた。発芽によって多数の小生子が形成された冬孢子毛の表面は白粉におおわれた状態となる。このような葉片を供試した。

実験方法：ペトリ皿に water agar を流し、ペトリ皿の中心から外に向かって半径の 1/2 辺りの裏面にワセリンで供試葉片をはりつけた。Fig. 1 にしめされるように 6 個の小円を底部に描き、一定時間ごとにペトリ皿のふたを 60° 回転させ、小生子が次の新たな小円上に落下するようにした。121 時間後にペトリ皿内の寒天を小円状に切りとってスライドグラス上に置き、ラクトフェノール

Table 1. さび胞子の発芽におよぼす温度の影響
Effect of temperature upon germination of aeciospores

温度 Temp. (°C)	くり返し Repeat	胞子数 Spores counted	発芽数 Spores germinated	発芽率 % of germination	平均 Mean (%)	備考 Remarks
5	1	100	0	0	0	室温にもどすとよく発芽した Germinated well at room temperature (15°C)
	2	100	0	0		
10	1	100	83	83	81	
	2	100	79	79		
15	1	100	93	93	95	
	2	100	96	96		
20	1	100	97	97	95	
	2	100	92	92		
25	1	100	13	13	14	
	2	100	14	14		
30	1	100	0	0	0	
	2	100	0	0		

・アニリンブルーで染色した後、カバーガラスをかけて鏡検し、小生子の落下および発芽状況を調査した。実験は5°C きざみに0~20°Cの範囲で行った。

III 実験結果

1. さび胞子の発芽実験

1-1. さび胞子の発芽と温度の関係

Table 1 にしめされるように、発疹さび病菌のさび胞子は、温度が10~25°Cの範囲で発芽することが観察された。しかし、10°Cでも81%という高い発芽率をしめすことから、これよりも低い温度でも発芽するものと考えられる。5°Cでは発芽しなかったが、室温にもどすと正常に発芽した。15、20°Cではともに95%という値をしめすことから、これらは発芽最適温度であろう。25°Cでは急激に発芽率が低下した。

また、Table 2 にしめされるように、15°C 散光条件のもとでは、さび胞子は実験開始後4時間で発芽を開始した。6時間後では約半数が発芽し、7時間後では70%以上の発芽が観察された(Plate 1)。

1-2. 発芽に伴う発芽管の形態

発芽管の形態は次のとおりである。シオガマガキを冬孢子寄主とする系統のさび胞子(北海道支場構内のストロブマツ上)は、発芽に際して数

Table 2. さび胞子発芽の進行 (15°C)
Progress of germination of aeciospores (15°C)

経過時間 Time lapsed (hr.)	胞子数 Spores counted	発芽数 Spores germinated	発芽率 % of germination
4	314	10	3
5	342	29	9
6	251	115	46
7	244	174	71

本の発芽管を生ずるが、それらのうちの1本が分岐しながらよく伸長する。特別な構造は見られない。大麓山産のさび胞子の発芽管は直線的に伸長し、分岐せず、一定の長さに達すると先端が膨大して付着器様構造をしめすものが半数以上をしめる。そしてそこからさらに出芽状に小突起が生じ、これが菌糸状（発芽管状）に伸長する。大雪山産のさび胞子の発芽管も大麓山産のものによく似ているが、発芽管はより大きく短く、分岐せず、先端に付着器様構造を生じ、さらに出芽状に菌糸を伸長する。これらは Plate 2 にしめされるとおりである。

1-3. さび胞子貯蔵中の寿命

Table 3 にしめされるとおり、室内で散光が当たる条件に置かれた場合は、乾燥の有無にかかわらず、2か月後には発芽能力を失った。ただし、乾燥状態にあれば、1か月後の発芽率は乾燥しない場合よりもはるかに高い値をしめしていた。発芽能力を失ったさび胞子の色は、新鮮な時の鮮橙黄色から白色に変わっていた。

これに対して特に乾燥しなくとも暗黒、低温に保たれたさび胞子は2か月後に約80%が発芽し、3か月後でも約60%の発芽率をしめし、5か月を経過してようやく発芽能力を失った。

2. 冬胞子の発芽に伴う小生子の落下と発芽

2-1. 小生子の落下

Table 4 は小生子の落下と発芽をしめしてある。ペトリ皿の小円 No. 1 内には、0~20°C の温度条件のもとで、実験開始後16時間までに落下した小生子がそれぞれ121時間置かれた場合の発芽の状況をしめしている。同様に、小円 No. 6 内には、それぞれの温度のもとで実験開始後112~121時間の範囲内に

Table 3. さび胞子貯蔵中の寿命
Longevity of aeciospores related to storage conditions

発芽試験日 Date of test	処 理 Treatment	胞子数 Spores counted	発芽数 Spores germinated	発芽率 % of germination	備 考 Remarks
June 7, '73	室 内 Room	331	154	46.5	
	デシケーター, 暗黒 Desiccator, dark (room)	269	207	77.0	
	0~3°C, 暗 黒 Dark	246	221	91.6	
July 10, '73	室 内 Room	147	0	0	} 胞子は白色に変色 Color of spores turned to white
	デシケーター, 暗黒 Desiccator, dark (room)	104	0	0	
	0~3°C, 暗 黒 Dark	115	91	79.1	
Aug. 15, '73	0~3°C, 暗 黒 Dark	330	190	57.6	
Oct. 30, '73	0~3°C, 暗 黒 Dark	616	9	1.5	

1973年5月9日試験開始時の発芽率は95% (Table 1 参照)

Germination percentage at the start of the test on May 9, 1973, was 95% (see Table 1).

Table 4. 小生子の落下, 発芽と温度との関係
Effect of temperature upon casting and germination of sporidia

温度 Temp. (°C)	*	落下時間 (発芽観察までの時間) Casting hours (hr. allowed to germinate)	落下状況 Sporidial casting	発芽状況 Germination of sporidia (%)	最大発芽管長 Max. length of germ tube (μm)	備考 Remarks
0	1	0~16 (121)	+	≒ 100	150	直接発芽のみ Direct germination only
	2	16~40 (105)	-			
	3	46~64 (81)	-			
	4	64~88 (57)	-			
	5	88~112 (33)	+++	78	12	
	6	112~121 (9)	+++	68	8	
5	1	0~16 (121)	+++	≒ 100	200	直接発芽と間接発芽 Direct and indirect germination
	2	16~40 (105)	+++	≒ 100	200	
	3	40~64 (81)	+++	≒ 100	200	
	4	64~88 (57)	++	≒ 100	100	
	5	88~112 (33)	+++	≒ 100	40	
	6	112~121 (9)	+++	30	10	
10	1	0~16 (121)	+++	≒ 100	300	同上 Do.
	2	16~40 (105)	+++	≒ 100	300	
	3	40~64 (81)	+++	≒ 100	250	
	4	64~88 (57)	+	≒ 100	175	
	5	88~112 (33)	++	84	100	
	6	112~121 (9)	±	≒ 100	25	
15	1	0~16 (121)	+++	≒ 100	300	同上 Do.
	2	16~40 (105)	+++	≒ 100	250	
	3	40~64 (81)	+	≒ 100	200	
	4	64~88 (57)	+	≒ 100	150	
	5	88~112 (33)	+	≒ 100	150	
	6	112~121 (9)	-			
20	1	0~16 (121)	+++	≒ 100	150	同上 Do. ほとんどの発芽管は短く太い Mostly thick, short germ tubes
	2	16~40 (105)	-			
	3	40~64 (81)	-			
	4	64~88 (57)	-			
	5	88~112 (33)	-			
	6	112~121 (9)	-			

* Fig. 1 参照 See Fig. 1

±: 10×15の顕微鏡視野内によく探して見つかる程度 Rare in the microscopic field of 10×15
 +: " 10以下 less than 10
 ++: " 11~100 11~100
 +++: " 100以上 more than 100

落下した小生子が9時間置かれた場合の発芽をしめしている。

小生子が大量に落下し発芽すると肉眼でも白いマス (mass) として容易に確認できた。小生子は、5°C 区では常に大量に落下し、10°C 区では40~64時間区までは5°C 区と同様に大量に落下したが、それ以後の落下は減少しはじめ112~121時間区ではほとんど落下しなくなった。15°C 区は10°C 区よりも早く40時間以後に小生子落下の減少がおこった。20°C 区では開始直後の0~16時間内だけ落下し、以後は全く小生子の落下は見られなかった。

0°C 区はこれらとは異った状況をしめた。すなわち、開始直後にごくわずかの小生子が落下したにとどまり、16~88時間までは全く落下せず、88時間以降に大量に落下した。

2-2. 落下した小生子の発芽 (Plate 3)

寒天上に落下した小生子は実験した0~20°C の範囲ではいずれも発芽が認められた。小円 No. 6 に落下した小生子は、落下後最高で9時間を経過したにすぎないが、0°C 区でも68%が発芽しているので、発芽はかなり短時間でおこることが知られた。発芽管の長さは10、15°C 区では最高300 μ m、5°C 区では200 μ m、0、20°C 区では150 μ mであった。

発芽に当たり、発芽様式は温度によって二通りに分けられる。すなわち小生子から数個の発芽管が現れ、そのうちの1本がそのまま伸長を続ける型 (直接型) と、太く短い発芽管が現れ、その先端部に再度小生子が形成され (二次小生子)、二次小生子に当初の小生子の細胞内容が移行すると二次小生子は離脱して直接型の発芽をする型 (間接発芽型) とである (BEGA 1960)。0°C 区の小生子は、すべてが直接発芽型をしめた。5~20°C の範囲で発芽した小生子は、間接、直接両型が現われた。20°C 区では、発芽管は著しく太く短く、異常を呈した。

IV 考 察

発疹さび病菌のさび胞子の発芽と温度の関係について、DORAN (1919) は5~19°C を発芽可能な温度範囲とし、最適温度は12°C とのべている。しかし HIRT (1937) は28°C まで発芽可能とのべ、VAN ARSDEL ら (1956) は4~16 (最適) ~28°C が発芽可能な温度範囲で、0および36°C に8~9時間さらすと発芽を促進すると報告している。筆者の実験では、さび胞子は5~25°C の範囲で発芽し、HIRT (1937) や VAN ARSDEL ら (1956) の報告と一致した。また DORAN (1919) は発芽には8~10時間を要するとのべているが、筆者の実験では4時間で十分であり、彼の場合よりもかなり短時間で発芽しうることが明らかとなった。

Plate 2 にしめされるように、筆者の実験に関する限り、発芽管の形態は二通りあるように思われる。すなわち、一つは大麓山や大雪山産のように、ほとんどの発芽管はそれ程伸長せず、いったん先端が膨大して付着器あるいは vesicle 状構造を作り、さらにそれから直線状に菌糸を伸長させるタイプである。大雪山産の発芽管は著しく太く、短かった。他は、中標津産のさび胞子のように、発芽管は分岐しながらよく伸長するもので、付着器様構造は作らない。

SAHO と SHAW (1965) はモンチコラマツ発疹さび病菌 (冬胞子寄主はスグリ類) のさび胞子を PDA 上あるいはスライドグラス上で22°C で発芽させ、発芽管の形態を観察した。この場合、両者とも発芽した胞子の約40%のものが、短い発芽管に vesicle を作った。この vesicle は付着器を想像させるとのべている。また佐保と高橋 (1973) は、さび胞子発芽管内の核の行動を観察するために、大麓山のハイマツ上の

発疹さび病菌 (冬孢子寄主をもたないマツ直接感染型 pine-to-pine のさび病菌で、のちに *Peridermium yamabense* と命名された発疹さび病菌, SAHO, 1981), 中標津産ストロブマツ上の発疹さび病菌およびモンチコラマツ上の発疹さび病菌のさび胞子を寒天上で 18~22°C で発芽させた。その結果ハイマツ上のものは発芽管先端はややとがり、膨大は見られず、ストロブマツ上のものは発芽管先端は膨大し、モンチコラマツ上のものは一度発芽管の先端が膨大した後、再び伸長すると報告している。平塚 (1968) は *Cronartium flaccidum* のさび胞子が発芽するに当って、冬孢子寄主を有するレース (race) は、通常、発芽すると発芽管は不規則に分岐しながらおう盛に伸長を続け、隔膜は形成されないが付着器様構造がしばしば観察されるのに対し、マツ直接感染型のレースでは発芽管はまっすぐで分岐せず、その伸長には限度があり、1~4 隔膜を有し、そのいずれかの細胞、とくに基部細胞から、二また状 (dichotomous) に分岐がおこると述べている。

以上のべたように、さび胞子の発芽管の形態は、冬孢子寄主を有するレースと pine-to-pine のレースとで必ずしも同一結果をしめさないようである。しかし筆者の実験結果から類推すると、大雪山産のものは大麓山産のものによく似た発芽管の形態を示すことから、冬孢子寄主をもたない pine-to-pine のレースではないかと考えられるが、五葉マツ類への接種試験を欠いているので確証はない。

小生子の落下試験の開始時には、冬孢子は十分に発芽した結果、多量の小生子が形成されていた。したがって、5, 10°C 区では、小生子の落下と平行して小生子の形成も進行し、とくに 5°C 区では毎回多量の落下がおこったものと考えられる。15°C 区では、開始当初は多量の小生子が落下したが、3 回目以降は小生子の形成が悪くなったものと判断され、20°C 区では当初形成されていた小生子が落下したあとは、新たな小生子の形成が停止したものと考えられる。0°C 区の小生子の落下状況は説明がつきにくい、第 5, 6 回目に多量の小生子落下がおこったことは事実である。

本病菌の小生子の形成と落下に関する報告を検討してみよう。HIRT (1935) によると、小生子が作られはじめてから落下するまでの最小時間は、夏の夜には 11 時間ほどであり、気温は 0~1°C から 21°C の範囲内で小生子の形成が可能であるという。また小生子は冬孢子毛の先端から作られはじめ、次第に基部に向かって形成が進み、通常冬孢子毛ができてから 60 時間後に先端部に小生子が作られ、96 時間後には 45% の冬孢子の先端から上半分までの間に小生子が作られるという。BEGA (1959) によると、冬孢子毛が小生子を落下させるに要する時間は平均 8 時間で、小生子の数と落下継続時間は冬孢子毛の大きさと新鮮さによるとのべている。本病菌以外では、*Cronartium fusiforme* の場合、冬孢子毛を飽和湿度状態に保つときは、4 時間で小生子の落下がおこるという報告がある (POWERS and RONCADORI, 1966)。これらの報告を参照すると、本実験に関する限りでは、小生子は次々と作り出されるはずで、その形成の遅速は温度条件に左右されるところが大きいものと考えられる。

小生子の発芽の観察によると、すくなくとも 0~20°C の温度範囲で発芽可能であった。小生子は、その発芽に当って、直ちに正常な発芽管を伸長させる場合 (直接発芽, BEGA 1960) と、発芽管は太く短く先端がとがり、その先に再び小生子 (二次小生子) を形成する場合 (間接発芽, BEGA 1960) とがある。二次小生子に細胞内容物が移行してしまうと、二次小生子は飛散落下して、直接発芽をする。直接発芽型では、小生子から数個の発芽管が現れ、そのうちの 1 個が伸長していく。本実験では 0°C で発芽した小生子はすべて直接発芽型をしめしたが、5~20°C 区では直接発芽と間接発芽をするものが混在していた。また 20°C 区では、発芽管は異常に短く太いものが大部分で、おそらく感染には不適當と考えられた。

HIRT (1935) は小生子の発芽に関する実験を行い、小生子は (0~1)~21°C で発芽し、0~1°C では発芽管は正常に伸長し、10~18°C の範囲内では二次小生子が作られてから通常の発芽管が伸長し、21°C では発芽管は短小で感染力はないと推定した。BEGA (1960) によると小生子がさまざまな pH をもつ寒天上で発芽するとき、0.5~1°C から 28°C まで発芽し、15°C の場合 pH 3 ではすべてが直接発芽型をし、pH 4 と 5 でも 95% の小生子は直接発芽型をしめした。間接発芽型による二次小生子は pH 4~11 まで生じ、とくに pH 7~10 の範囲では 50~90% に達した。しかし五葉マツの針葉上で発芽すると、温度とは無関係にほとんど 100% の小生子が直接発芽をし、寒天上とは異って 2~3 本の発芽管が等しく伸長した。したがって、間接発芽型をするのは発芽にとって不都合な環境をしめしているのであろうと推論している。また HANSEN と PATTON (1975) は、二次小生子は孢子周囲の余剰な水分によって生ずる特殊な発芽タイプであり、その形成は温度に左右されないと述べ、不都合な環境からの分散と意味づけている。PATTON (1967, 1972) によると、小生子の発芽には、直接発芽型としては細い発芽管を伸長させる場合と太く短い発芽管を伸長させる場合があり、また二次小生子を作る間接発芽をする場合の三タイプがあり、特に寒天上では二次小生子を形成する間接発芽型の割合が大きくなるという。また、直接発芽による細い発芽管は気孔を貫通して気孔内 vesicle を作ることから、感染にとって重要な意味をもつと考えている。

このように、二次小生子の形成については諸説がある。筆者の実験条件の中で異っているのは温度だけで、寒天の pH は 5.8 程度で一定、湿度もペトリ皿内部は 100% とみてよい。ここで直接発芽は 0°C で見られるだけで、二次小生子を生ずる間接発芽は 5~20°C で生じた。発芽管の伸長は 10°C が最大で、20°C では太く短い発芽管が大半であった。したがって、間接発芽型が必ずしも不都合な環境を反映するものとは考えにくいということができよう。

引用文献

- 1) BEGA, R. V. : The capacity and period of maximum production of sporidia in *Cronartium ribicola*. *Phytopathol.* **49**, 54~57, (1959)
- 2) ———— : The effect of environment on germination of sporidia in *Cronartium ribicola*. *Ibid.* **50**, 61~69, (1960)
- 3) DORAN, W. L. : The minimum, optimum, and maximum temperature of spore germination in some Uredinales. *Ibid.* **9**, 391~402, (1919)
- 4) HANSEN, E. M. and R. F. PATTON : Types of germination and differentiation of vesicles by basidiospores of *Cronartium ribicola*. *Ibid.* **65**, 1061~1071, (1975)
- 5) HIRATSUKA, Y. : Morphology and cytology of aeciospores and aeciospore germ tubes of host-alternating and pine-to-pine races of *Cronartium flaccidum* in northern Europe. *Can. J. Bot.* **46**, 1119~1122, (1968)
- 6) HIRT, R. R. : Observations on the production and germination of sporidia of *Cronartium ribicola*. *Bull. N. Y. State Coll. For., Syracuse Univ.* **8**(3), 7~25, (1935)
- 7) ———— : The possibility of *Ribes* infection by aeciospores of *Cronartium ribicola* at temperatures above 19°C. *Phytopathol.* **27**, 104~106, (1937)
- 8) PATTON, R. F. : Factors in white pine blister rust resistance. *Proc. XIVth IUFRO Congress*, Sept. 4~9, 1967, Munich, Germany. Part III, Sect. 22 and International Working Group 22/24, 926 pp., (1967)
- 9) ———— : A brief conspectus of pathology and genetics of *Cronartium ribicola* as

- related to resistance. *Biology of Rust Resistance in Forest Trees* : Proc. NATO-IUFRO Advanced Study Institute, Aug. 17~24, 1969, USDA For. Serv. Publ. No. 1221, 431~444, (1972)
- 10) POWERS, H. R. and R. W. RONCADORI : Teliospore germination and sporidial production by *Cronartium fusiforme*. *Pl. Dis. Repr.* **50**, 432~434, (1966)
- 11) 佐保春芳・高橋郁雄 : ハイマツの枝に寄生する銹菌 (予報)——銹胞子発芽管内の核の観察, 日林北支講, **22**, 110~112, (1973)
- 12) SAHO, H. : Notes on the Japanese rust fungi VII. *Peridermium yamabense* sp. nov., a pine-to-pine stem rust of white pines. *Trans. mycol. Soc. Japan* **22**, 27~36, (1981)
- 13) ——— and C. G. SHAW : Production of vesicles on artificial media by aeciospores of *Cronartium ribicola*. *Mycologia* **57**, 663~665, (1965)
- 14) VAN ARSDEL, E. P., A. J. RIKER and R. F. PATTON : The effect of temperature and moisture on the spread of white pine blister rust. *Phytopathol.* **46**, 307~318, (1956)

図版説明

Plate 1. 中標津産ストロブマツ上のさび胞子の発芽過程 (15°C)

- a. 4時間後に発芽はじまる
- b. 5時間後
- c. 6時間後
- d. 7時間後

Plate 2. 発芽管の形態

- a. シオガマギクを冬胞子寄主とするストロブマツ上のさび胞子 (中標津産)。発芽管は分岐しながらよく伸長する。
- b. 冬胞子寄主不明のハイマツ上のさび胞子 (大雪山産)。発芽管は太く短く, 先端に付着器様構造を作り, さらに細い菌糸を生ずる。分岐せずによく伸長するものも見られる。
- c. ハイマツ上の pine-to-pine 系統さび胞子 (大麓山産)。発芽管は分岐せず, 先端に付着器様構造を作り, さらに細い菌糸を生ずる。分岐せずによく伸長するものもみられる。

Plate 3. 小生子の発芽

- a. 多くの小生子が9時間以内で発芽しはじめた (0°C, 直接発芽)。
- b. 1本の発芽管のみが伸長する (0°C, 121時間後, 直接発芽)。
- c. 5°C, 33時間後。直接, 間接両タイプの発芽が見られる。
- d. 1本の発芽管のみが伸長する (5°C, 81時間後)。
- e. 5°C, 57時間後の発芽状況。
- f. 10°C, 33時間後の発芽状況。
- g. 15°C, 105時間後の発芽状況。

Explanation of plates

Plate 1. Process of germination of aeciospores on *Pinus strobus* (Nakashibetsu) at 15°C

- a. Germination began 4 hours after the start of the test
- b. After 5 hours
- c. After 6 hours
- d. After 7 hours

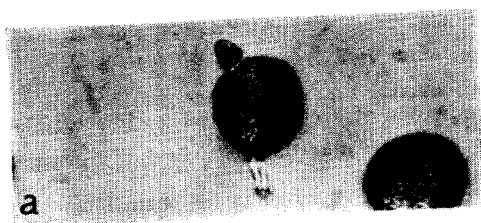
Plate 2. Morphology of germ tubes (15°C, 20 hours)

- a. Aeciospores on *P. strobus* (telial host : *Pedicularis resupinata*, Nakashibetsu). The germ tube grew well with branching.

- b. Aeciospores on *P. pumila* (telial host : unknown, Mt. Taisetsu). Germ tubes were thick and stort, not branched, and made haustoria-like structures, from which thin hyphae appeared. Sometimes no haustoria-like structure was made, and well-streched, thin germ tube without branching was observed.
- c. Aeciospores on *P. pumila* (pine-to-pine rust, Mt. Dairoku). Germ tubes did not branch, and made haustoria-like structures, from which thin hyphae appeared. Sometimes no haustoria-like structure was made, and well-streched, thin germ tube without branching was observed.

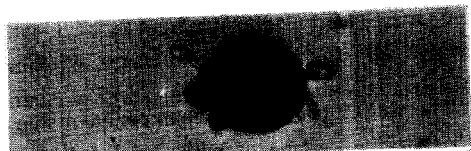
Plate 3. Germination of sporidia.

- a. Many sporidia germinated within 9 hours at 0°C (direct germination).
- b. One germ tube became dominant (after 121 hours at 0°C, direct germination).
- c. Germination after 33 hours at 5°C. Direct and indirect germination occurred.
- d. One germ tube became dominant (after 81 hours at 5°C).
- e. Germination after 57 hours at 5°C.
- f. Germination after 33 hours at 10°C.
- g. Germination after 105 hours at 15°C.



a

— 30 μ m



b



c

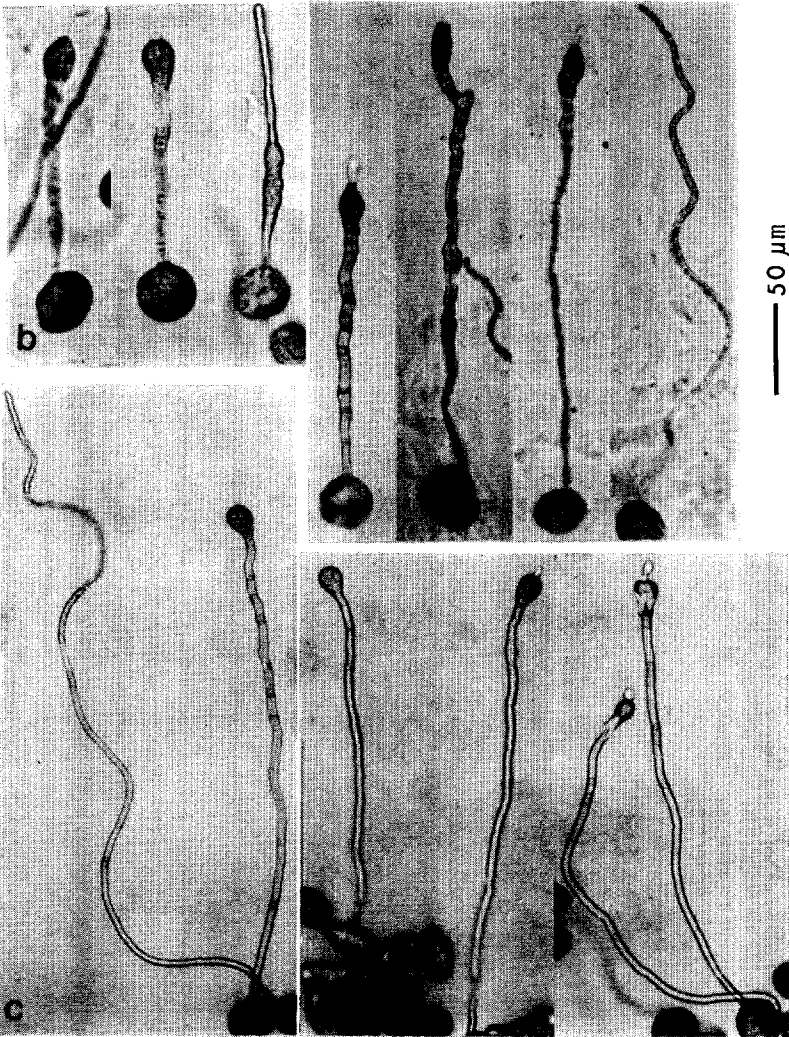


d

— 100 μ m



— 30 μm



— 50 μm

