

*Melampsora hypericorum*による セイヨウキンシバイ (ヒペリカム) さび病の発生

堀江博道・竹内 純・柿嵐 眞*・佐藤豊三*²
(東京都農業試験場・*筑波大学農林学系・**農業生物資源研究所)

First Occurrence of *Hypericum calycinum* Rust Disease Caused by *Melampsora hypericorum*

Hiromichi HORIE¹, Jun TAKEUCHI, Makoto KAKISHIMA and Toyozo SATO

摘 要

セイヨウキンシバイさび病が植栽地や生産圃場に広く発生し、被害を及ぼしていることを明らかにした。病原菌は形態的な特徴および接種試験から *Melampsora hypericorum* と同定された。セイヨウキンシバイ、トモエソウ (接種) およびキンシバイ (接種) は、わが国における *M. hypericorum* の新宿主である。本菌の夏孢子発芽適温は10~18 °C であり、露地での発病蔓延期の平均気温とよく一致する。

セイヨウキンシバイ (*Hypericum calycinum* L.; オトギリソウ科オトギリソウ属) はブルガリア、トルコなどに自生する常緑または半常緑の木本性植物であり、学名から、一般には「ヒペリカム (ヒペリカム)」あるいは「ヒペリカム・カリシナム」と呼ばれることが多い。本種は増殖が容易であり、植栽後は、地下茎の各節から高さ30~40cm程度の茎が密に直立し、6~7月には黄色の花を多数着けるので、景観的に優れ、また、剪定がほとんど不要であるなど、管理に比較的手間がかからない。このため、わが国では1990年代に入ってグラウンドカバープランツとして急速に生産が増え、各地の緑地に植栽されてきた。

オトギリソウ属にはキンシバイやピヨウヤナギなど低性の緑化樹木が含まれる。同属樹木にはうどんこ病、灰色かび病など少数の病気が記録されているが、最近まで生産上および管理上問題となる病気は発生していなかった。ところが、東京都においては1994年以降、セイヨウキンシバイの生産圃場および緑地の植栽にさび病菌による病害 (さび病) が広範囲に発生し、甚大な被害を及ぼしている (堀江ら, 1995)。

本報告では、東京都における本病の発生状況、病原菌の形態および同定、病原菌のオトギリソウ属植物に

対する病原性、夏孢子発芽と温度の関係などについて述べる。

発生調査にご協力いただいた東京都中央農業改良普及センター、同・西多摩農業改良普及センター、同・建設局公園緑地部計画課ならびに生産者の方々、供試植物を提供いただいた東京都薬用植物園、およびホームページからアメダス気象データを引用させていただいた東京管区気象台に厚くお礼申し上げる。

材料および方法

1. 発生状況

1) 病 徴

セイヨウキンシバイ植栽地および生産圃場において本病の発生状況を調査し、また、採集した被害茎葉をもとに標徴を観察、記録した。

2) 発病の推移

発病の推移を検討するため、東京都立川市において、1 km四方内にあり、当初の発病程度が異なる露地の植栽A~Eの5地点を選び、1995年5~8月に1週間間隔で発病程度を調査した。植栽ごとに観察定点を決め、その地点で任意の100茎枝について、茎枝ごとに発病率と落葉状況を調査し、発病度を求めた。発病度は次の指数、0~5で示した。指数0:発病なし。

1 Address: Tokyo Metropolitan Agricultural Experiment Station, 3-8-1 Fujimi-cho, Tachikawa, Tokyo 190-0013, Japan
2003年4月23日受領

指数1(微発生):2~3葉にわずかに発病。2(少発生):発病葉率が30%未満で胞子堆(夏胞子堆;後述)発生も少ない。指数3(中発生):発病葉率30%以上70%未満,胞子堆の発生は中程度。指数4(多発生):発病葉率70%以上で胞子堆の発生が多いが,落葉はわずか。指数5(甚発生):発病葉率70%以上に発生し,落葉も多い。発病度は次式によった。発病度 = (該当の指数 × 茎枝数) × 100 / (5 × 100)。

3) 発生状況調査

東京都全域における発生状況を把握するため,1995年7月24~31日に7区5市の植栽地20地点および生産圃場3地点,合計23地点,1996年には1995年の調査地点のうち植栽地13地点および新たに1市1町の植栽地5地点,合計18地点について調査を行った。各地点ごとに3か所で各100茎枝を任意に選び,茎枝ごとに,前述の発病程度を調査し,発病度を求めた。3か所の発病度の平均値を調査地点の発病度とした。

2. 病原性の確認

病葉上に発生したさび病菌の病原性を調査するため,1995~2003年にセイヨウキンシバイおよび他のオトギリソウ属植物に対して接種を行った。供試植物として,オトギリソウ属のセイヨウキンシバイ,トモエソウ(*Hypericum ascyron*),ピウヤナギ(*H. chinensis*),オトギリソウ(*H. erectum*),トモエオトギリ(*H. olympicum*),キンシバイ(*H. patulum*),セイヨウオトギリソウ(*H. perforatum*),種不明の栽培品種'ヒドコート(Hidcote)'の7種1品種を用いた。セイヨウキンシバイ葉上に自然発生した胞子(夏胞子;後述)を供試して,以下の3種類の方法により接種を行った。

胞子懸濁液を 10^4 個/mlに調整し,これを供試植物に噴霧接種した。殺菌水を含ませた数mm角の濾紙に胞子をなすり付け,これを供試植物の葉裏面に貼り付けて接種した。胞子を供試植物の葉裏面になすり付けて接種した。接種は各植物3株以上供試し,2~4回反復した。各処理とも接種後に供試植物をポリバケツ内に静置し,上面をポリエチレンフィルムで密閉し,2~3日間高湿度に維持した。その後,植物をガラス室内または実験室内で1か月間管理した。なお,接種期間および接種14日後までの平均気温(東京都府中市におけるアメダス測定値;後掲の気温も同様)は16.9~20.9であった。また,1995年5月15日に,上記の供試植物各5株をさび病が発生しているセイヨウキンシバイの植栽中に鉢ごと埋め込み,発病の有無を2か

月間観察した。

3. 病原菌の形態観察

セイヨウキンシバイ罹病葉上の胞子堆および胞子の形態を観察するため,胞子堆の徒手切片および罹病葉上からメスを用いてかきとった胞子を,それぞれラクトフェノールで封入してプレパラートを作成し,光学顕微鏡で観察した。なお,胞子の大きさは,光学顕微鏡に付属している画像解析装置を用いて測定した。胞子の表面構造については,試料台上に固定した標本上の胞子堆を,白金・パラジウムで蒸着し,走査型電子顕微鏡(日立S-4200型)を用いて観察した。

4. 胞子発芽と温度の関係

本病の発生推移と気温の関係を検討するため,異なる温度における胞子の発芽率および発芽管長を調査した。直径9cmのシャーレに1.8%素寒天平板培地を作成し,5,10,15,20,23,25および30℃にそれぞれ設定した定温器に各3シャーレを6時間以上置き,培地の温度を定温器の温度と一致させた。次いで,セイヨウキンシバイ葉上に自然発生したさび病菌胞子を面相筆により採集して,殺菌蒸留水に懸濁させ,これを先に準備した平板培地上に白金耳で塗布し,各温度区とも暗黒下で静置した。塗布後,24時間および48時間後に各温度区でシャーレあたり100個,区合計300個について胞子発芽率を求め,24時間後に同じく発芽胞子について各区シャーレあたり30個,区合計90個の発芽管長を計測した。なお,発芽管が胞子の短径と同長以上に伸長した場合を発芽とした。

結 果

本病菌は,後述のように,*Melampsora hypericorum*と同定され,罹病部に発生する胞子堆および胞子は,それぞれ夏胞子堆,夏胞子であることが確認された。従って,以下の記述では「夏胞子堆」および「夏胞子」を用いる。

1. 発生状況

1) 病 徴

露地植栽においては,本病は当年新葉が展開するとまもなく発生しはじめた。初め葉表に小葉脈に囲まれて,淡緑色~黄色,1~2mm大の角斑が隣接または散生して多数生じた。葉裏の病斑は淡黄色となり,すぐに黄色,粉状の夏胞子堆を豊富に形成した(第1図)。葉表の病斑はのちに淡褐色,紅色,褐色を呈し,発生が多いと互いに融合し,病斑部を中心に褐変して,徐々に葉枯れを起こした。病葉は下葉から萎凋,乾燥

し、のちに落下し、落葉が著しい場合には茎枝は枯死した(第1図)。また、病斑および夏孢子堆が萼や緑枝に発生することもあった。

夏孢子堆は発病してすぐに形成され、露地では、5月には夏孢子の量が最も豊富であり、6月下旬から7月にかけては新たな夏孢子形成や発病は減少した。秋季に新葉が展開する場合は夏孢子堆が新発生するが、量的には春～初夏の発生に比べて顕著に少なかった。なお、施設栽培では、周年にわたり葉上に夏孢子堆が確認でき、当年新葉には3月に発病が認められた。

本病はしばしば植栽全面に発生し、落葉と枝枯れのために植栽全体が褐変した。発病が激しい場合には、地下茎や根部にも枯れが生じるため、翌春の萌芽が少

なくなり、植栽の回復には管理を施しても数年を要した。

2) 地点による発病推移の違い

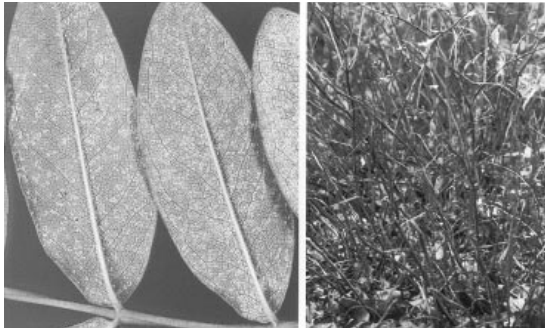
1995年5月における立川市5地点の発病程度は、調査開始時点で地点A:発病度52, B:24, C, DおよびE:無発病と異なっていた(第2図)。地点Aは4月中旬から発病しており、調査開始後の蔓延も急激で、5月中旬には発病度80を越え、6月には激しい落葉と茎枝の枯れが目立ち始めた。地点BでもAと同様に発病が進んだ。当初は発病度0であった地点Cは5月に急激に蔓延し、20mほどしか離れていない地点Bと同様の発病推移を示した。地点DおよびEは発病が緩慢で6月下旬から7月上旬にはほぼ発病のピークに達し、その後の病勢の進展はほとんどなかったが、7月以降は落葉が多くなったため、発病度はやや上昇した。

3) 東京都における発生状況

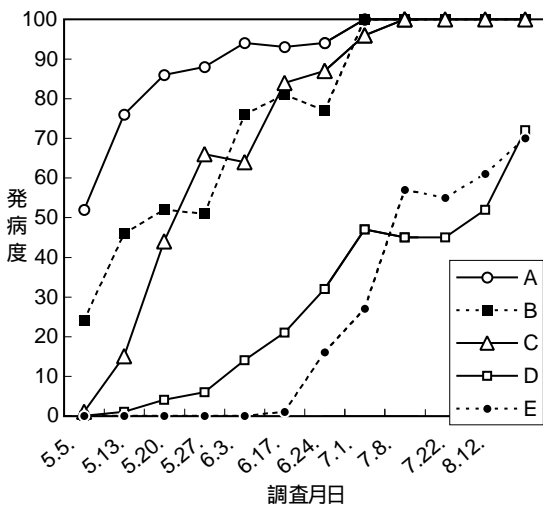
1995年7月24~31日に調査したセイヨウキンシバイ植栽地および生産圃場23地点すべてにおいて、さび病の発生が認められた。そのうち13地点では発病度50以上の多発生を示した。1996年には調査18地点のうち8地点においては多発生であったが、一方で、1995年に発病度10~35を示した4地点では発病が認められなかった。両年の調査結果から、本病は東京都の生産圃場、植栽地を問わず、広範囲に発生していることが明らかとなり、また、比較的発生の少なかった地点では、年により発病に差異のあることが判明した。

2. 病原性の確認

病原菌の夏孢子をおトギリソウ属植物に対して接種した結果、接種方法の違いによる発病の差異は認められず、セイヨウキンシバイではいずれの方法でも接種5~7日後に葉表面に病斑を生じ、すぐに葉裏に多数の夏孢子堆を形成した(第1表)。また、トモエソウおよびキンシバイにも接種10~14日までに病斑上に小型の夏孢子堆を少数形成した。その他の供試植物では病変は認められなかった。以上の結果、セイヨウキンシバイ上の夏孢子はセイヨウキンシバイに対して顕著な病原性を示し、病徴を再現し、夏孢子堆を豊富に形成した。また、今回の接種試験では、本病菌は供試した他のおトギリソウ属植物の中ではトモエソウとキンシバイにわずかに病原性を示したが、両植物の感受性はセイヨウキンシバイに比べて明らかに低かった。その他の植物は感受性をまったく示さなかった。また、



第1図 セイヨウキンシバイさび病の病徴
左) 葉裏全面に夏孢子堆が発生する。
右) 葉枯れと茎枯れを起こす。



第2図 セイヨウキンシバイさび病の発病推移
(1995年, 立川市)
注) A-E: 調査地点

発病しているセイヨウキンシバイの植栽に置いた供試植物も接種の場合と同様の結果であった。

3. 病原菌の形態および同定

病原菌の形態観察の結果、セイヨウキンシバイ罹病葉上の胞子堆は、葉の裏面の表皮下に存在し、胞子は鎖状に形成されており、胞子堆の周囲には、痕跡的な護膜細胞が認められた（第3, 4図）。胞子は、楕円形~亜球形で、大きさは14.5~24.5×13~19.5 μm、壁の厚さは1.5~2.5 μmであった（第4図）。また、表面

には特徴的な刺が全面に分布していた（第3図）。これらの形態的特徴をHiratsuka et al. (1992) の記載と比較検討した結果、この胞子堆および胞子は、*Melampsora hypericorum* Winterの「夏胞子堆」および「夏胞子」であることが明らかとなった。

本種は、ヨーロッパ、インド、ロシア、中国、台湾、韓国、日本などに広く分布し、多くのオトギリソウ属植物に寄生することが知られ、ヨーロッパなどではセイヨウキンシバイも宿主として報告されているが、日本でのセイヨウキンシバイ上での発生は記録されていなかった（Hiratsuka et al., 1992; Wilson and Henderson, 1966）。また、接種試験で確認されたトモエソウとキンシバイも、日本では初めての宿主の記録となる。

4. 夏胞子発芽と温度の関係

夏胞子の発芽温度を調査した結果、夏胞子を培地に塗布して24時間後には5~25の温度区で発芽が認められ、特に10では発芽率46.5%ともっとも高く、次いで18の38.3%であった（第5図）。5でも発芽率は16.9%と比較的高率であったが、一方、23, 25では、それぞれ2.3, 0.7%と極めて低い発芽率であり、27, 30では発芽が認められなかった。48時間後の発芽率は、10では71.5%に上昇し、5~20の間で42%以上であった。しかし、23, 25では発芽が進まず、それぞれ、4.5, 2.3%と低く抑えられた。24時間後の発芽管・菌糸長について、最長は15の平均176 μm、次いで18の157 μmであり、5では29 μmと短かった。

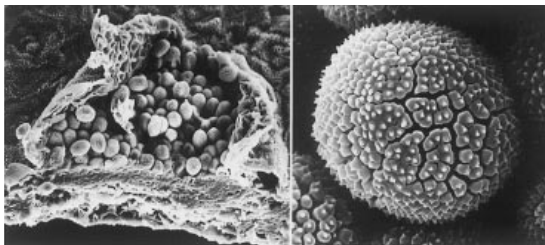
考 察

わが国におけるセイヨウキンシバイさび病の発生は

第1表 オトギリソウ属 (*Hypericum*) 植物に対するセイヨウキンシバイさび病菌夏胞子の接種結果

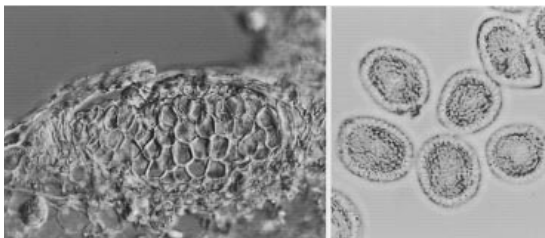
供試植物 (学名)	感受性
セイヨウキンシバイ (<i>Hypericum calycinum</i>)	++
トモエソウ (<i>H. ascyron</i>)	±~+
ビヨウヤナギ (<i>H. chinensis</i>)	-
オトギリソウ (<i>H. erectum</i>)	-
トモエオトギリ (<i>H. olympicum</i>)	-
キンシバイ (<i>H. patulum</i>)	+
セイヨウオトギリソウ (<i>H. perforatum</i>)	-
‘ヒドコート (Hidcote)’	-

注) 感受性 ++: 夏胞子堆が多数発生。+: 夏胞子堆が少数発生。±: 病斑は発現するが夏胞子堆は認めず。 -: 病斑出現せず。



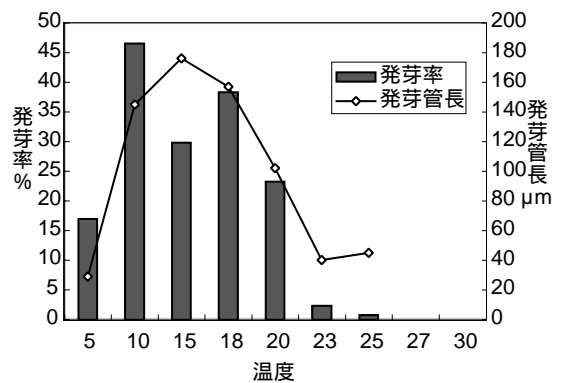
第3図 セイヨウキンシバイさび病菌 (1)

左) 夏胞子堆: 護膜細胞, 夏胞子。
右) 夏胞子。表面に刺が分布する。



第4図 セイヨウキンシバイさび病菌 (2)

左) 夏胞子堆: 夏胞子が連鎖する。
右) 夏胞子。



第5図 温度別の夏胞子発芽および発芽管伸長 (24時間後, 素寒天培地)

堀江ら (1995) および中川 (1995, 1997) が、同時期に個別に公表した。中川は千葉県柏市の公園に1993年に1 ha以上の広さで新規に植栽されたセイヨウキンシバイに、1994年5月、一部にさび病が発生、1995年にほぼ全体に蔓延したこと、また、同時期に千葉市の公園でも約2 aのセイヨウキンシバイ植栽が類似の過程で発病したことを報告している。著者らも同様の観察経過を得ている。すなわち、東京都立神代植物園 (調布市) および東京都農業試験場 (立川市) の植栽において、1994年、一部にさび病の発生を初確認し、ついで、1995年4月以降、同植栽で極めて激しい発病を認めた。本病は東京都、千葉県のほか、兵庫県 (長田ら、2002) から報告されており、また、著者らは茨城県、埼玉県、神奈川県、愛知県、京都府でセイヨウキンシバイ植栽にさび病の発生を確認している。今回の調査結果から、本病は植栽地に広範囲に分布拡大していることが明らかとなった。各地で一斉に発病する原因としては、一般に罹病苗の流通・植栽および気象条件が重要である。

罹病苗の流通に関して、セイヨウキンシバイはグラウンドカバープランツとして需要が極めて高く、植栽が急速に増えたが、輸入業者から国内の生産業者、植栽・施工業者への流通経路は比較的単純である。今回の調査および長田ら (2002) により、生産圃場において発病が認められていることから、保菌苗が広範囲に植栽された可能性があり、健全苗を供給することが強く求められる。最近、切り枝で果実を觀賞するヒペリカム・アンドロサエマム (*Hypericum androsaemum* L.) の営利的栽培が増えているが、東京都において種苗会社から同苗を導入した時点ですでにさび病の発生が認められていた事例 (堀江ら、2003) があることも、セイヨウキンシバイさび病が苗により分布拡大した傍証となる。

1994~1996年の3~6月における1 mm以上の降水日数を比較すると、1994年は3月が6日、4月が9日、5月が9日、6月が9日、計33日、1995年は、それぞれ16日、10日、11日、18日、計55日、1996年がそれぞれ7日、5日、9日、9日、計30日であり、3年間の中では1995年が特異的に降水日数が多い。以上の年次の発生状況および気象条件から、ヒペリカムさび病は植栽時あるいは植栽まもなくから潜在的に発生していたものの、大きな被害とはならず病原菌密度が徐々に高まり、1995年3~6月の気象条件により本病の広

範囲の蔓延に至ったものと推察される。

年間の発病推移に関して、長田ら (2002) は兵庫県の露地および施設圃場において、いずれも秋冬季に調査しており、露地圃場では調査開始した9月には発病の増加が緩慢であったが、11月初旬から11月第4半旬までほぼ直線的に増加し、一方、施設での発病は11月初旬であることを述べている。長田らは春~夏季の調査を明示していないが、著者らの調査では露地では5~6月の発病が顕著であり、秋季の発病は春から初夏までの発病程度に依存することが推測できる。露地植栽では春~初夏の甚大な発病により緑地植栽としての損失が大きくなると、当年の回復は認めず、さらに、匍匐茎の枯死により次年以降にも大きな影響を及ぼす。施設においては1月頃から新鮮な夏胞子が増殖しており、盛夏期を除いて圃場に夏胞子堆が存在する。なお、上記のヒペリカム・アンドロサエマムの施設栽培 (ビニルハウス、無加温) の例では、著者らは2~3月に激しい発病を観察している。

接種試験に供したキンシバイ属植物の中ではセイヨウキンシバイのみが高い感受性を示した。著者らは、本試験結果を裏付ける事例として、激しく発病したセイヨウキンシバイ植栽の中に植えられたキンシバイがまったく発病していないことを観察している。一方、東京都において、接種試験では発病しなかったビヨウヤナギにさび病の発生を確認している (堀江ら、2003)。これらオトギリソウ属植物間の相互接種試験は未実施であるが、木本植物では同一樹種でも個体による病原菌に対する感受性の変異が大きいが考えられるため、本病菌の宿主範囲が拡大する可能性は否定できない。

本病菌夏胞子の発芽と温度の関係について、今回の発芽試験結果から、10~18℃が発芽および発芽管・菌糸伸長に適し、23℃を超えると発芽率が著しく低下することを明らかにした。植栽における本病の発生推移をみると、4月に新葉が発生する直後から発病しはじめ、その後、5~6月に急速に蔓延し、7月以降は病勢が停滞する。平均気温の平年値は4月上旬~6月下旬が11.5~21.5℃であり、実験室内での発芽適温によく合致し、気温が発病の推移に大きく影響することが明らかとなった。施設では気温や湿度などの環境条件が露地とは顕著に異なるため、上述のように異なる発生長を示すと考えられる。

生産圃場での防除対策として、竹内・堀江 (1996)

および長田ら（2002）は本病の防除にE B I剤などが有効であることを明らかにしている。しかし、いずれも農薬登録適用拡大が済んでいない現状であり、早急に適用農薬を整備する必要がある。また、苗生産圃場では生産効率を重視して灌水過多になりがちであり、圃場が発病に好適な環境条件下にある。さらに、生産現場では本病菌の発生生態などの情報が少なく、罹病した親株から苗を増殖している現状もあるため、本病の防除にあたっては様々な手段を複合的に講じる必要がある。

引用文献

- Hiratsuka et al. (1992) The Rust Flora of Japan. Tsukuba Shuppankai, Tsukuba. p. 285.
- 堀江博道ら（1995）日植病報 61：604（講要）.
- 堀江博道ら（2003）関東病虫研報 50：113 - 116 .
- 長田靖之ら（2002）関西病虫研報 44：29 - 31 .
- 中川茂子（1995）47回日林関東支論：93 - 94.
- 中川茂子（1997）森林防疫 46：32 - 33.
- 竹内 純・堀江博道（1996）関東病虫研報 43：145 - 147 .
- Wilson, M. and D. M. Henderson (1966) British Rust Fungi. Cambridge Univ. Press, Cambridge. pp. 70 - 71.