

## 論 文

スギ黒点枝枯病菌, *Stromatinia cryptomeriae*, の寄主範囲窪野 高德<sup>1)</sup>・市原 優<sup>2)</sup>Host range of the causal pathogen, *Stromatinia cryptomeriae*  
Kubono et Hosoya, of Japanese cedar twig blightKUBONO Takanori<sup>1)</sup> and ICHIHARA Yu<sup>2)</sup><sup>1)</sup> 森林総合研究所

Forestry and Forest Products Research Institute, 1 Matsunosato, Tsukuba-City, Ibaraki 305-8687, Japan

<sup>2)</sup> 森林総合研究所東北支所

Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Shimo-kuriyagawa, Morioka, Iwate 020-0123, Japan

Received Nov 2, 2009 / Accepted Dec 16, 2009

## Summary

The twig blight of Japanese cedar (*Sugi*; *Cryptomeria japonica* D. Don) is distributed widely throughout Japan and is a serious disease in cedar plantations. So far, it was made clear that the ascospore of the pathogen (*Stromatinia cryptomeriae*) infected into the host from the male strobili of *Cryptomeria japonica* and *Chamaecyparis obtusa*. Then, new hosts of this disease were detected by the field investigation. As a result of the investigation, *Thujopsis dolarata* var. *hondai* and *Biota orientalis* were found as new hosts. And also, the pathogenicity tests on five conifer trees showed that *Thujopsis dolarata* var. *hondai* was the most resistant. However, the pathogenicity of the pathogen was not shown to be host specific.

Key words : *Cryptomeria japonica*, Japanese cedar twig blight, pathogenicity, inoculation test, host range

キーワード : スギ, 黒点枝枯病, 病原性, 接種試験, 寄主範囲

## I. はじめに

スギ黒点枝枯病はスギの重要な枝枯性病害である。本病の発見は古く、1925年に「スギ樹枝枯病」の病名で報告された(北島, 1925)。その後、病名は「黒点枝枯病」と改名され、病原学的研究が続行されたが、真の病原菌を発見するまでには至らなかった(伊藤, 1965)。しかし、1993年筆者らによって本病病原菌の完全世代が発見され、新種として *Stromatinia cryptomeriae* Kubono et Hosoya と命名記載された(Kubono and Hosoya, 1994)。また、1996年に本病原菌の子のう胞子がスギの雄花から侵入・感染することが判明し、本菌の特異な感染戦略が示された(窪野, 1996a; 1996b)。

以上のような一連の研究によって、長年不明であったス

ギ黒点枝枯病の感染機構が解明され、本菌はスギの雄花から侵入する希有な花器感染病菌であり、スギ樹に対してのみ病原性を持つ特異な病原菌と認識されてきた(窪野, 1995; 1996a)。ところが、2000年に9年生ヒノキ人工林において、本菌による枝枯被害が発見され「ヒノキ黒点枝枯病(新称)」と命名された(窪野・市原, 2001)。その後のヒノキ林における病害調査によって、ヒノキ黒点枝枯病は福島県、宮城県及び岩手県の3県に発生が認められ、ヒノキ黒点枝枯病が東北地域の広い範囲に発生していることが確認された。そこで、筆者らは2001年以降、スギ及びヒノキ以外の本菌の宿主を探索する研究を続けてきた。各種針葉樹の雄花に着目して、スギ及びヒノキ花粉の飛散時期と類似する雄花を持つ針葉樹を中心に、自然界における黒点枝枯病の発生有無について探索を行った。また同時に、ス

ギ黒点枝枯病菌を用いて各種針葉樹に人工接種試験を行い、本菌の病原性及び寄主範囲を確認する実験も実施した。その結果、ヒバ及びコノテガシワにおいて、新たに黒点枝枯病菌による枝枯障害が発見され、本菌の多犯性が示されたので、本報では、今回新たに見つかったヒバ及びコノテガシワの2樹種における病徴及び標徴を報告するとともに、本菌を用いた各種針葉樹に対する接種試験結果を基に、本菌の寄主範囲について考察する。

## II. 材料と方法

### 1. 病徴及び標徴観察

各種針葉樹における花粉飛散時期を文献より調べ（浅川ら, 1981; 長野ら, 1992）, 2001年及び2002年の3月下旬～7月上旬にかけて花粉を飛散させるヒバ（*Thujopsis dolabrata* var. *hondai* Sieb. et. Zucc.）, コノテガシワ（*Biota orientalis* (Sieb. et. Zucc.) Endl.）, サワラ（*Chamaecyparis pisifera* (Sieb. et. Zucc.) Endl.）, アカマツ（*Pinus densiflora* Sieb. et. Zucc.）及びクロマツ（*Pinus thunbergii* Parl.）の5樹種に対し、本病の標徴の一つである菌糸膜の出現有無と緑葉上における壊死病斑の有無についてフィールド調査した。コノテガシワ、サワラ、アカマツ及びクロマツの調査は、森林総合研究所東北支所実験林内に植栽された樹種を対象に行った。また、ヒバに関しては、青森県林業試験場十和田支場に植栽されたヒバ採種園を対象に調査を実施した。緑葉上に壊死病斑及び菌糸膜が確認されたものは、80%エチルアルコール及び0.1%昇汞水による表面殺菌を行ったのち、PDA寒天培地（ジャガイモ・グルコース寒天培地）上に移植して、本菌の分離を試みた。

### 2. 菌叢接種試験

2003年の3月下旬、森林総合研究所東北支所実験林内に植栽されている約10年生スギ（*Cryptomeria japonica* D. Don）, 約25年生ヒノキ、約20年生コノテガシワ、約40年生ヒバ及び約10年生サワラの5樹種に対し、菌叢を用いた接種試験を実施した。接種源はSK9910-1（スギ病斑部から分離した菌株）、HK-0006-1（ヒノキ病斑部から分離した菌株）、KK0010-1（コノテガシワ病斑部から分離した菌株）及びHibK0206-1（ヒバ病斑部から分離した菌株）の合計4系統の黒点枝枯病菌を使用した。PDA培地上で培養した菌株を100ccフラスコ内の「米ぬか+ふすま培地（米ぬか：ふすま：水＝1：1：2）」に移植し、約2週間培養した菌体を接種源とした。接種方法は、各接種用樹種木から接種枝（branch）を4本選別し、1本のbranchから10本の接種用小枝（twig）をランダムに選んだ。すなわち、同一樹種

から4本のbranchを選び、branch毎にそれぞれの樹種から分離された黒点枝枯病菌を10本の小枝に接種した。これらの小枝の頂芽を解剖ハサミで切り落とし、傷口部に接種源を置き、セロハンテープで固定させた（有傷接種法）。対照区も同様に同一の樹種から1本のbranchを選び、branchから10本の小枝を選び、傷口部に無菌の「米ぬか+ふすま培地」を置き、セロハンテープで固定した。接種約1ヶ月後に、すべてのセロハンテープを取り外し、接種部位に形成された壊死病斑長を記録した。得られた壊死病斑長のデータについては、StatView v.5.0を用いて解析を行った。Kolmogorov-Smirnovの正規性検定を行ったところ、一部のデータで正規性の保証が得られなかったため（ $P>0.05$ ）、Kruskal-Wallisの順位検定を行い、病斑の大きさに対する樹種及び菌株の影響を評価した。

## III. 結果及び考察

### 1. 病徴及び標徴

花粉飛散時期がスギ及びヒノキと類似する針葉樹を中心に本菌の感染有無を調査した結果（図-1）、新たにヒバ及びコノテガシワの2樹種において本病の自然感染が認められ、黒点枝枯病菌は多犯性の病原菌であることが確認された（図-2～5）。2樹種の病徴及び標徴はスギ及びヒノキのものと一致した。ヒバ及びコノテガシワ葉上に形成された壊死病斑及び菌糸膜から本菌の分離を行った結果、菌叢上にスギ黒点枝枯病菌の不動精子（spermatia）の形成は認められなかったが、本菌に酷似する暗緑褐色の菌叢を得た。また、病斑の進展過程を調べた結果、初期病斑が雄花着生枝から発生していることから、2樹種の感染部位は雄花である可能性が示唆され、本菌の感染戦略における雄花の重要性が再確認された。一方、アカマツ及びクロマツでは、自然感染が認められなかった（図-1）。アカマツ

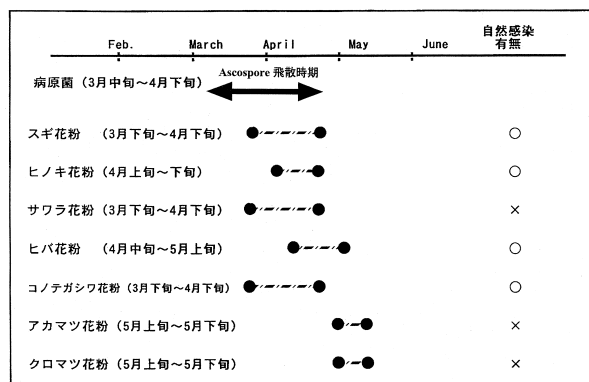


図-1 Ascospore飛散時期と各樹種花粉飛散時期との関係及び黒点枝枯病の自然感染有無(岩手県)

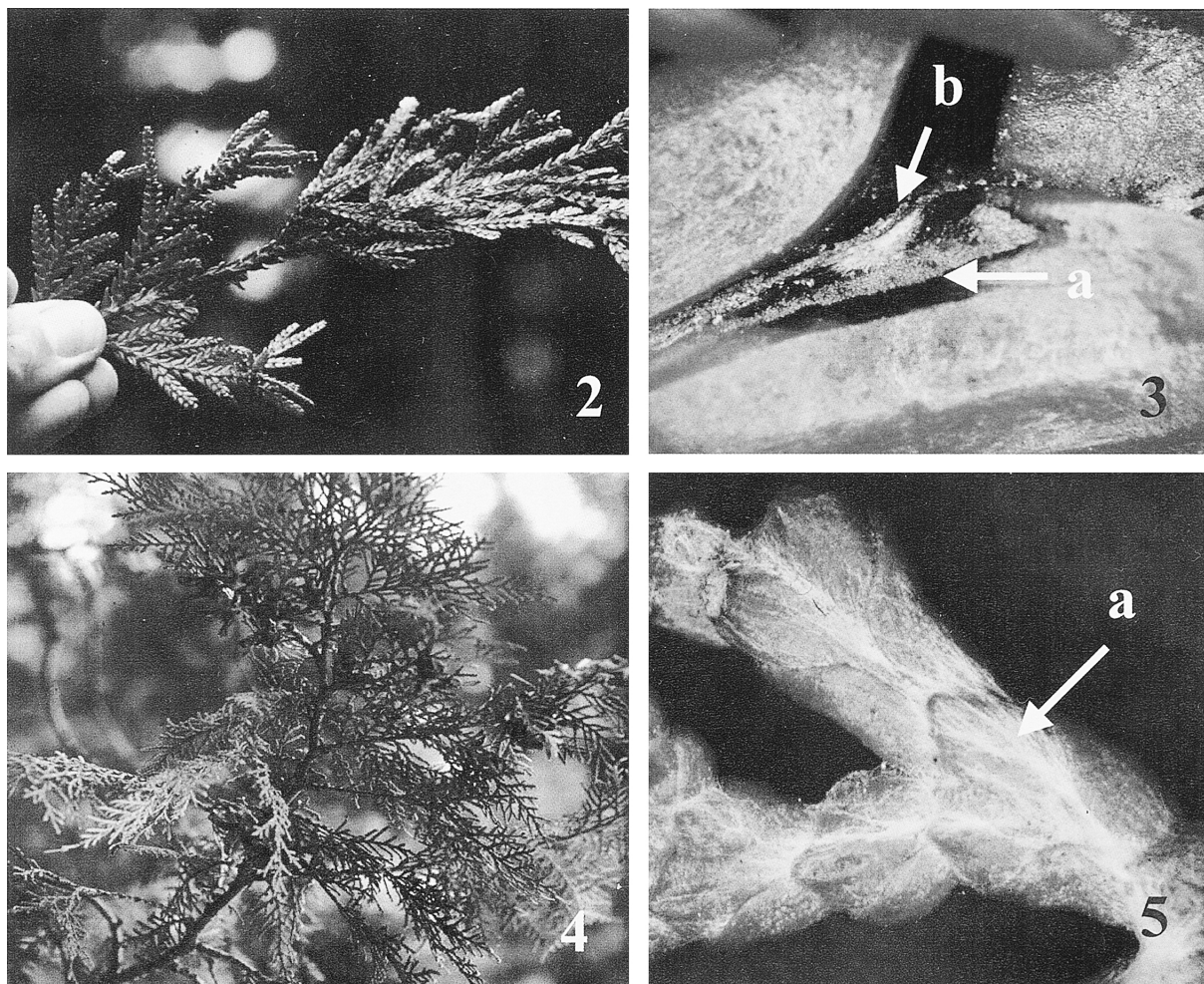


図 - 2 黒点枝枯病菌によって枯死したヒバ側枝  
 図 - 3 ヒバ葉に形成された病斑 (a) と白色菌糸膜 (b)  
 図 - 4 黒点枝枯病菌によって枯死したコノテガシワ側枝  
 図 - 5 コノテガシワ葉上に形成された白色菌糸膜 (a)

及びクロマツの花粉飛散時期はおおむね5月上旬から始まることから、本菌子のう胞子の飛散時期(3月～4月)とこれら2樹種の花粉飛散時期にズレがあり(図-1)、5月上旬には本菌子のう胞子の飛散がすでに終了していることから、自然界ではアカマツ及びクロマツに発病枝が認められなかったものと推察された。

以上のことから、今回のフィールド調査によって新たに発見された病害を、ヒバ黒点枝枯病及びコノテガシワ黒点枝枯病と命名することを提案する。また、これまでに命名されているスギ黒点枝枯病(伊藤, 1954)及びヒノキ黒点枝枯病(窪野・市原, 2001)の2病害を含めて、病原菌 *Stromatinia cryptomeriae* による枝枯病を「スギ・ヒノキ科黒点枝枯病」と総称することも合わせて提案する。

## 2. 接種試験

接種試験の結果を表-1に示す。供試した4菌株すべて

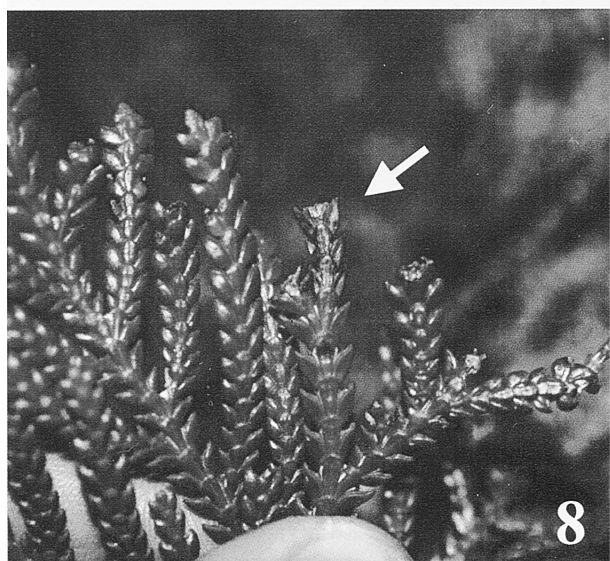
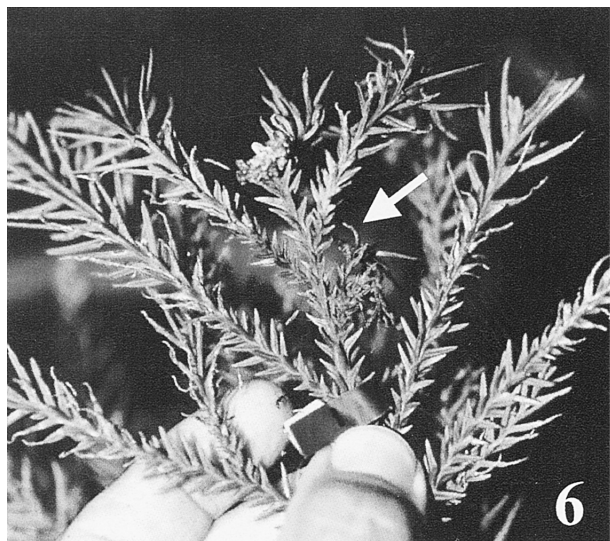
において発病が確認されたが(図-6～13)、樹種間では病斑の大きさに有意な差( $P=0.0002$ )がみられた。4種の菌株を同一樹種に接種した際に形成された各樹種毎の平均壊死斑長は、スギで15.8mm、ヒノキで16.0mm、ヒバで7.9mm、コノテガシワで13.1mm、サワラで17.3mmであった。ヒバにおける壊死斑が最も小さかったが、他の4樹種の壊死斑長には違いがみられず、ほぼ同じサイズであった。当初、スギの被害が自然界で目立つことから、スギは本菌に対して感受性が高く、また、スギ被害枝から分離されたスギ株が最も強い病原性を持つと予想したが、接種結果ではそのような傾向は見られなかった。一方、ヒバにおける壊死病斑が接種した樹種の中で最も小さい病斑(平均7.9mm)に留まったことから(表-1)、ヒバは本菌に対し抵抗性である可能性が示唆された。

菌株間では病斑の大きさに有意な差はみられず( $P=0.3961$ )、明らかな交互作用もみられなかったことから( $P$

表 - 1. 各種菌株を用いた接種試験によって形成された壊死斑長

菌 株 ／ 樹 種	接種 方法	スギ株		ヒノキ株		コノテガシワ株		ヒバ株		(接種区)	(対照区)	
		接種 本数	平均壊死 斑長±S.E.	接種 本数	平均壊死 斑長±S.E.	接種 本数	平均壊死 斑長±S.E.	接種 本数	平均壊死 斑長±S.E.	全平均 壊死斑長 ±S.E.	処理 本数	平均 壊死斑長 ±S.E.
ス ギ	有傷	10	17.4±14.5	10	21.3±15.8	10	15.5±12.2	10	8.9±10.8	15.8±5.2	8	1.2±0.5
ヒノキ	有傷	10	19.0±6.0	10	10.8±4.8	10	19.5±5.6	10	14.5±10.5	16.0±4.1	8	1.2±0.3
ヒ バ	有傷	10	9.8±7.5	10	7.5±7.0	10	7.7±4.7	9	6.5±3.7	7.9±1.4	8	1.4±0.4
コノテガシワ	有傷	10	12.9±6.8	10	10.8±2.5	10	14.3±4.2	10	14.5±6.9	13.1±1.7	8	1.5±0.6
サワラ	有傷	10	20.0±12.5	10	22.5±14.1	10	11.3±0.3	10	15.4±9.8	17.3±5.0	8	1.2±0.3

注) 接種区; 有傷 + 菌接種, 対照区; 有傷のみ, 平均壊死斑長; 接種枝及び処理枝に形成された壊死斑長の平均値 (mm)  
S.E.; 平均値 ± 標準偏差 (mm)



- 図 - 6 スギ株をスギに接種した結果, 形成した枝枯症状  
 図 - 7 ヒノキ株をヒノキに接種した結果, 形成した壊死斑  
 図 - 8 ヒバ株をヒバに接種した結果, 形成した壊死斑  
 図 - 9 コノテガシワ株をコノテガシワに接種した結果, 形成した壊死斑



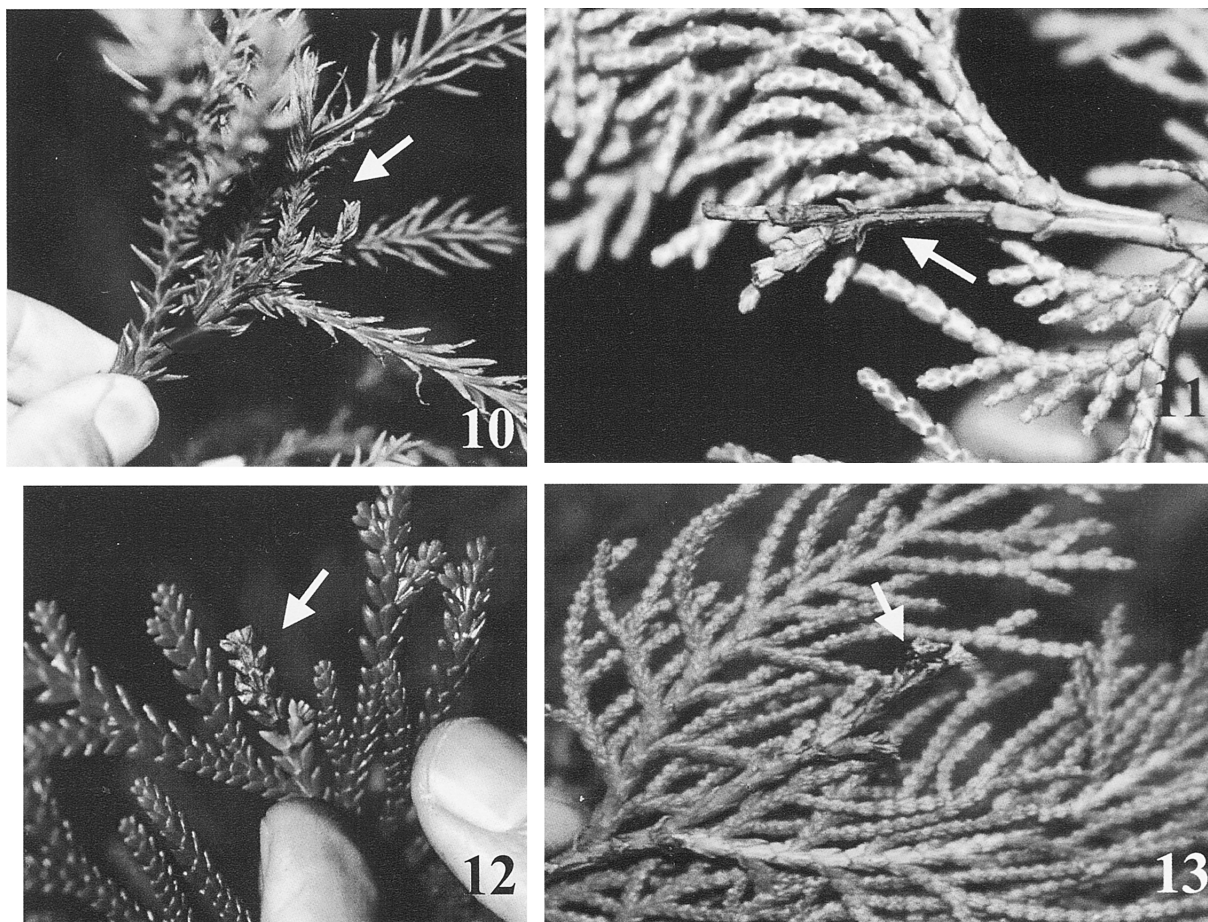


図 - 10 ヒノキ株をスギに接種した結果、形成した枝枯症状  
 図 - 11 ヒバ株をヒノキに接種した結果、形成した壊死斑  
 図 - 12 ヒノキ株をヒバに接種した結果、形成した壊死斑  
 図 - 13 ヒノキ株をコノテガシワに接種した結果、形成した壊死斑

>0.05), 病原性の分化 (寄生性の分化) は起こっていないものと考えられた。一方, 対照区では, すべての処理部において 2 mm 以下の壊死斑に留まった (図 - 14)。

黒点枝枯病における壊死斑の形成範囲は, 緑葉上を進展する菌糸膜の伸長量に比例することから (Kubono, 1994), それぞれの樹種における葉面環境が本菌菌糸膜の生育に深く関与していることが推察された。菌糸膜の伸長に影響を与える葉面環境として, 針葉上のワックスが指摘されていることから (佐藤・堤, 1978), スギ, ヒノキ, コノテガシワ, サワラ及びヒバの葉上における菌糸膜の伸長程度と各樹種の葉面ワックス成分との関係を明らかにすることは重要な課題である。また, 菌糸膜はクチクラ層を貫入したり (窪野, 2000; Kubono *et al.*, 2001), 気孔から組織内に侵入することから (窪野, 2000; Kubono *et al.*, 2001), 各樹種の表皮構造の違いも, 病斑の形成範囲に影響を与えたものと推測された。今回の接種試験によって, ヒバに対する病斑形成が小範囲に留まった要因を明らかにすることは,

本菌に対する樹木の抵抗性機構を解明する上で重要な事項である。

一方, 野外調査の結果, 新たにヒバ及びコノテガシワに本病の発生が確認されたが, 今回の接種試験においてこれら 2 樹種に病斑が形成されたことから, 本菌がヒバ及びコノテガシワに対しても病原性を有することが立証された。また, 接種試験の結果, 自然界では被害が発見されなかったサワラに発病が確認されたことから (図 - 15), サワラも本菌の寄主範囲に入る可能性が示唆された。サワラの花粉飛散時期と本菌子の胞子の飛散時期はほぼ一致していることから (図 - 1), サワラもまた自然界において本菌による枝枯被害を受けている可能性がある。

本研究によって, スギ及びヒノキ以外で新たに 2 種の針葉樹において, 黒点枝枯病菌による被害が自然界に存在することが判明した。これまでに黒点枝枯病による被害は全国のスギ林で報告されているが, ヒノキの黒点枝枯病の報告は少ない。その原因は, 本菌が緑葉部のみを枯らし, 木

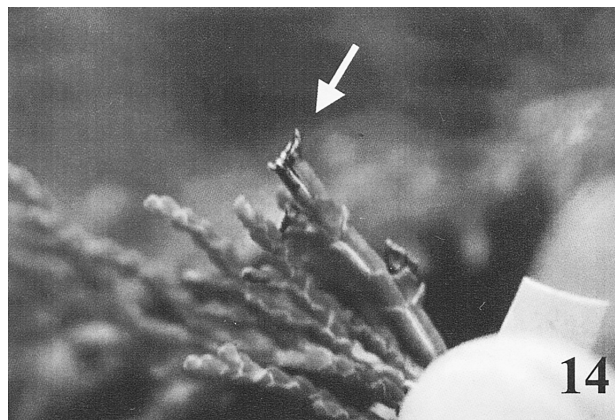


図 - 14 対照とした有傷処理によって、形成した壊死斑

図 - 15 ヒバ株をサワラに接種した結果、形成した壊死斑

表 - 2. 各種菌株を用いた接種後の菌糸膜出現率

接種源 / 樹 種	スギ株		ヒノキ株		コノテガシワ株		ヒバ株		菌糸膜出現平均率* (%)
	接種 本数	菌 糸 膜 出現率 (%)	接種 本数	菌 糸 膜 出現率 (%)	接種 本数	菌 糸 膜 出現率 (%)	接種 本数	菌 糸 膜 出現率 (%)	
ス ギ	10	100	10	80	10	70	10	60	77.5 ±
ヒ ノ キ	10	100	10	100	10	100	10	80	95.0 ±
ヒ バ	10	70	10	80	10	100	9	100	87.5 ±
コノテガシワ	10	80	10	100	10	100	10	90	92.5 ±
サワラ	10	100	10	90	10	100	10	90	95.0 ±

\*平均値 ± 標準誤差

化した組織は侵さないという生態的特徴によるところが大きいと考えられる (Kubono, 1994)。つまり、ヒノキ、ヒバ及びコノテガシワの枝葉の構成は、緑葉と木化した枝組織とが明瞭に区別されており、病斑形成範囲も緑葉部に限られていることから、病斑は木化した枝で止まっている場合が多い。これに対し、スギの枝葉の構成を考えると、葉と枝の形態的区別が明瞭ではなく (尾形・荻山, 2001)、枝条における緑葉部の占める割合が、ヒノキ、ヒバ及びコノテガシワに較べて大きいことから、一旦発病すると広範囲に菌糸体の侵入を受けて褐変を生じ、スギでは激しく樹冠が侵されるものと推察される。

今回の実験では、黒点枝枯病菌による寄生性の分化は認められなかったが、スギ黒点枝枯病は、しばしばスギ林に大発生を引き起こす病害であることから、今後も本菌の病原性について検討を加え、「なぜ本菌が我が国全土のスギを宿主となし得、特に重大な被害を引き起こしたか？」を学術的に明らかにしていく予定である。

## 引用文献

浅川澄彦・勝田 征・横山敏孝 (1981) 日本の樹木種子 (針葉樹編). 150pp, 林木育種協会, 東京.

伊藤一雄 (1954) スギの「枝枯病」について. 森林防疫ニュース 24 : 239-240.

伊藤一雄 (1965) スギの黒粒葉枯病と黒点枝枯病 - 大発生にちなんで. 森林防疫ニュース 14 : 38-40.

北島君三 (1925) すぎ樹枝枯病二就テ. 林業試験場研究報告 26 : 147-166.

Kubono, T. (1994) Symptom development of the twig blight of Japanese cedar causing by *Gloeosporidina cryptomeriae*. Journal of Japanese Forestry Society 76 : 52-58.

Kubono, T. and Hosoya, T (1994) *Stromatinia cryptomeriae* sp. nov., the teleomorph of *Gloeosporidina cryptomeriae* causing twig blight of Japanese cedar. Mycoscience 35 : 279-285.

窪野高德 (1995) スギ黒点枝枯病の病原菌と感染機構. 林業と薬剤No.133 : 1-5.

窪野高德 (1996a) スギ黒点枝枯病の伝染環. 日本林学会誌 78 : 162-168.

窪野高德 (1996b) スギ黒点枝枯病の病原菌と発生生態. 森林防疫45(2) : 22-28.

窪野高德 (2000). スギ黒点枝枯病の感染機構. 日本植物病理学東北部会創立35周年記念誌「東北地方における植物病理学のフロンタライン」, 302pp.

Kubono, T., Ito, S. and Sahasi, N. (2001) Penetration and infec-

tion processes in Japanese cedar twig blight caused by *Stromatinia cryptomeriae*. Journal of Forest Research 6 : 214-246.

窪野 高德・市原 優 (2001) *Stromatinia cryptomeriae* Kubono et Hosoyaによるヒノキ黒点枝枯病 (新称). 東北森林科学会誌 6 : 73-78.

長野 準・西間三馨・岸川禮子・佐橋紀男・横山敏孝 (1992) 日本列島の空中花粉( ). 103pp, 北隆館, 東京.

尾形啓明・荻山紘一 (2001) スギの健全葉, 罹病葉および枯死葉におけるワックス関連成分の構成酸組成の比較. 東北森林科学会誌 6 : 21-28.

佐藤大七郎・堤 利夫 (1978) 樹木 - 形態と機能 -. 309 pp. 文永堂, 東京.

## 要 旨

スギ黒点枝枯病菌は花粉飛散中の雄花から感染し, 激しい枝枯症状を引き起こす樹木病原菌である。これまでの研究によって, 本菌はスギとヒノキを侵すことが判明している。そこで, スギ及びヒノキ花粉の飛散時期と類似する針葉樹に着目して, 本菌の新たな寄主の探索を実施した。その結果, ヒバ及びコノテガシワの2樹種において, 新たに本菌による枝枯障害が発見され, 本菌の多犯性が確認された。また, 本菌を用いてスギ, ヒノキ, ヒバ, コノテガシワ及びサワラに対して接種試験を行った結果, 樹種間で病斑の大きさに有意な差が認められ, 5樹種の中でヒバが本菌に対して最も抵抗性であることが示唆された。