

第4章 *Nectria cinnabarina*によるカキ紅粒がんしゅ病

第1節 研究史

子のう菌類に分類される*Nectria*属は、果樹類などの永年性の樹木類に寄生し、胴枯れ性病害を引き起こすものが多い。世界的にみると、*Nectria*属のなかで最も重要な植物病原菌は、*Nectria galligena* Bresadolaである。本菌は、欧州や北米などにおいてリンゴやセイヨウナシの枝幹部に寄生し、海外では*Nectria* cankerまたはEuropean cankerと呼ばれている。本菌による病害は、我が国においては、富樫（1950）がリンゴ癌腫病として記載しているが、本病の発生例については具体性を欠いており、再検討が必要と指摘されている（工藤, 1978）。

一方、同じ*Nectria*属に属する*Nectria cinnabarina* (Tode: Fries) Friesは、紅粒がんしゅ病の病原菌として知られ、世界中に広く分布している（Cunningham, 1922；富樫, 1950）。海外においては、*N. galligena*による病害と区別して、coral spot, twig canker,あるいは*Nectria* twig blightと呼ばれている。ただし、*N. galligena*による病害と比較して、*N. cinnabarina*による病害の被害程度は低く、海外においては本病の発生は、経済上あまり重要視されてこなかった。しかし、米国におけるリンゴの'Rome'での発生事例のように、特定の圃場で突発的に発生し、かなりの被害を生じる場合がある（Thomas and Burrell, 1929）。

*N. cinnabarina*による紅粒がんしゅ病は、我が国においてはナシ、リンゴ、クリ、クルミ、クワ、チャ、カエデ、ケヤキ、トネリコ類、ナラ類、ニレ類、ツバキ、ブナなどに発生することが知られている（日本植物病理学会編, 2000）が、このうち、遠藤（1929）がクワの紅粒がんしゅ病として、本邦で初めて記載した。その後、富樫（1950）は、リンゴの紅斑性がんしゅ病として記載し、ナシやスグリへの寄生性についても観察している。ナシで本病の発生が顕在化したのは1972年頃からで、秋田県のニホンナシ栽培地帯において多発生した後、山形県、富山県、千葉県、長野県などでも本病による被害が報告されるようになった（加藤ら, 1976；工藤, 1978）。また、近年、鳥取県においても本病が散発的に発生しており、一部のナシ園では枝枯れや胴枯れによってかなりの被害が認められている。工藤（1978）は、ナシ紅粒がんしゅ病の病斑部から得られた分離菌株の病原性について詳細に調査し、接種試験によるとナシでは「幸水」および「長十郎」で本病の典型的な病徴が再現されたが、「二十世紀」

では明瞭な症状を示さなかったとしている。また、リンゴ、クリ、カキなどに接種して分生子褥の形成を実験的に観察している。

こうしたなか、2005年1月に鳥取県内のカキ栽培圃場に栽植されている「西条」において、枝幹部に鮮やかな紅色の小粒を無数に形成し、枝枯れや胴枯れなどを引き起こす病害が発生した（Yasuda and Izawa, 2007b）。本病の病徴は、ナシやクリに発生する紅粒がんしゅ病の病徴に類似していたが、これまでカキでは本病の自然発生は報告されていなかったため、本研究において詳細な調査を行った。

第2節 病徴

本病の発生は、2005年1月に鳥取県東伯郡北条町（現在の北栄町）の現地圃場で確認された。枝幹部の病斑はやや不明瞭であったが、発病部位は剪定箇所を中心とした枯れ込み部分に多い傾向であった。病斑上には冬期に鮮やかな紅色の小粒が出現した（Fig. 29a）。これは分生子褥上に形成された分生子の塊であり、乾燥している場合は、やや白色がかったが、降雨などによって水分を含んだ場合は、鮮やかな淡紅色となり、雨水などによって分生子が樹皮表面を流下した。分生子褥の形成は、晩秋から翌年の早春にかけて観察されたが、4月頃にはほとんどが消失した。また、分生子褥の周辺に赤褐色で球状の子のう殻が形成される場合が認められた（Fig. 29b）。これらの特徴的な標徴から、本病は*Nectria*属菌による病害であると考えられた。なお、発芽後の生育期においては、病斑部より先端の枝幹部では枝枯れや胴枯れなどの症状が認められたが（Fig. 29c）、本病による被害程度は比較的低いものと考えられた。

第3節 分離菌の同定

1. 病斑部からの菌の分離

材料および方法

2005年1月に、鳥取県東伯郡北条町（現在の北栄町）の現地圃場から子のう殻を多数形成したカキ罹病枝を採取した。これを流水中でよく洗った後、水道水で膨潤させ、子のう殻から溢出した子のう胞子を少量の滅菌蒸留水で懸濁した。この懸濁液を白金耳で僅かにすくい取り、2%素寒天平板培地に画線し、光学顕微鏡（Nikon

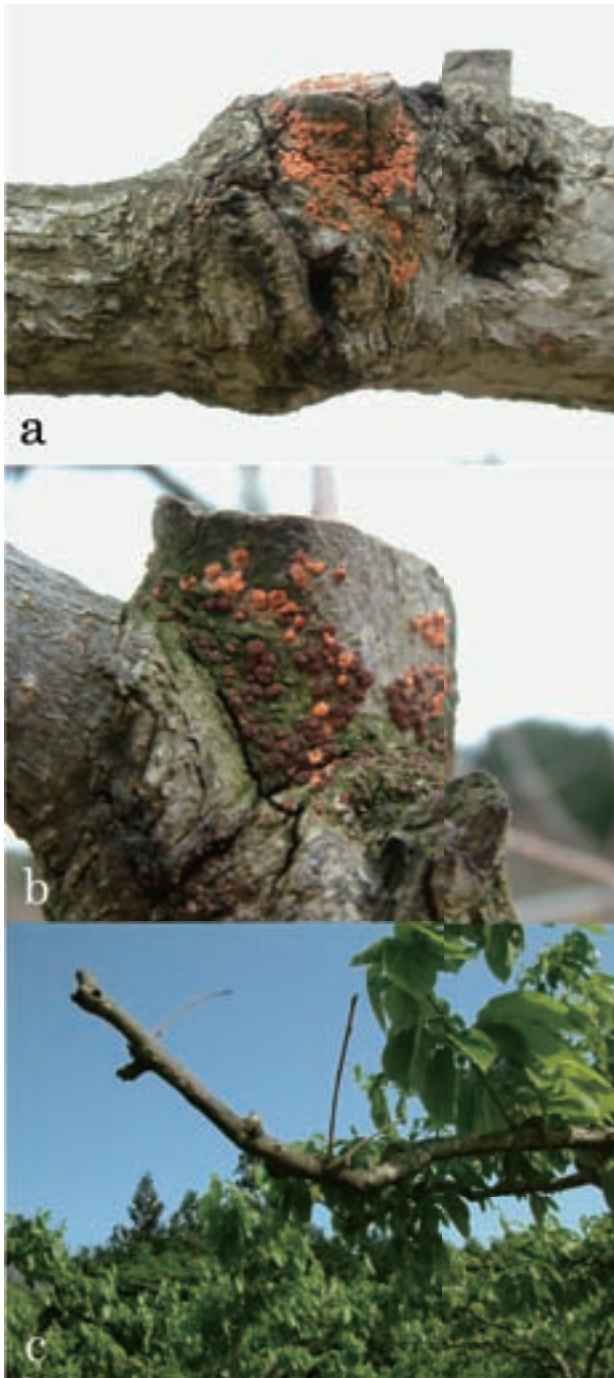


Fig. 29. Natural symptoms of *Nectria* twig canker of Japanese persimmon cv. Saijyo.

- a. Sporodochia formed on a pruning stub.
- b. Perithecia and sporodochia, formed on a pruning stub.
- c. Twig blight on a diseased branch.

Labophot) 下で単子のう胞子を素寒天ごと切り出して、PDA平板培地に置床した。

結 果

単孢子分離によって、やや肌色がかった白色の菌叢の糸状菌が得られ (Fig. 30a), 異なる罹病枝から同一性状

の菌が高率に分離された。PDA平板培地で25℃ (暗黒下), 7日間培養した結果, 培養菌叢上には分生子などの形成は認められなかった。得られた単孢子分離菌株のうち, SA001株 (=MAFF 239776) を供試して, 以下の実験を行った。

2. 形態観察および菌の同定

材料および方法

菌の形態観察は, 罹病枝上に形成された子のう殻内の子のう胞子および分生子褥上の分生子の形態を詳細に観察し, 既報 (Hickey, 1990; 工藤, 1978; 富樫, 1950) のものと比較した。

また, 分離菌株のPDA培地上での菌糸生育に及ぼす温度の影響を調査した。菌株をPDA平板培地で25℃ (暗黒下), 7日間培養した後に直径4mmのコルクボーラーで菌叢を打ち抜き, 含菌寒天ディスクとした。これを新しいPDA平板培地の中央に置床し, 5, 10, 15, 20, 22.5, 25, 30, 35℃で5日間培養 (暗黒下) した後, 生育した菌叢の最大直径を計測した。

結 果

罹病枝上の子のう殻の形成は晩秋から認められ, その後翌年の早春にかけて発達した。子のう殻は, 暗赤色, 球状, 直径300-400 μ m, 数個~数十個が群生して, カキ枝幹部の樹皮表面に外生した (Fig. 30b)。子のう殻内には, 多数の子のうと糸状体が充満しており (Fig. 30c), 降雨などで膨潤すると子のう殻頂部の殻孔より, これらが溢出した。子のうは一重壁, 円筒形~棍棒状, 大きさ75-90 \times 10 μ m, 通常8個の子のう胞子を1列または2列に内包した (Fig. 30d)。子のう胞子は, 楕円形, 無色, 中央の横隔壁より2室に分かれ, 大きさ12-20 \times 4-6 μ mであった。

また, 罹病枝上には晩秋から翌年の早春にかけて鮮やかな紅色の分生子褥の形成が認められ (Fig. 30e), 直径1-3mm, 表面に分生子を豊富に形成した。分生子柄は分岐し, 隔膜を有し, フィアロ型分生子形成細胞より分生子を形成した。分生子は, 楕円形, 無色, 単胞, 大きさ4.5-6.5 \times 2.0-2.5 μ mであった (Fig. 30f)。

また, 各分離菌株を異なる温度条件下で5日間培養した結果, 5-30℃で菌糸伸長が認められたが, 22.5-25℃付近が生育至適温度と考えられた (Fig. 31)。なお, 暗黒条件下で培養した場合, PDA培地上には分生子褥の形成は認められなかった。

以上の形態等と既報 (Hickey, 1990; 工藤, 1978; 富樫, 1950) の記載値との比較などから (Table 19), カキ罹病枝上の糸状菌および分離菌株SA001を *N. cinnabarina*

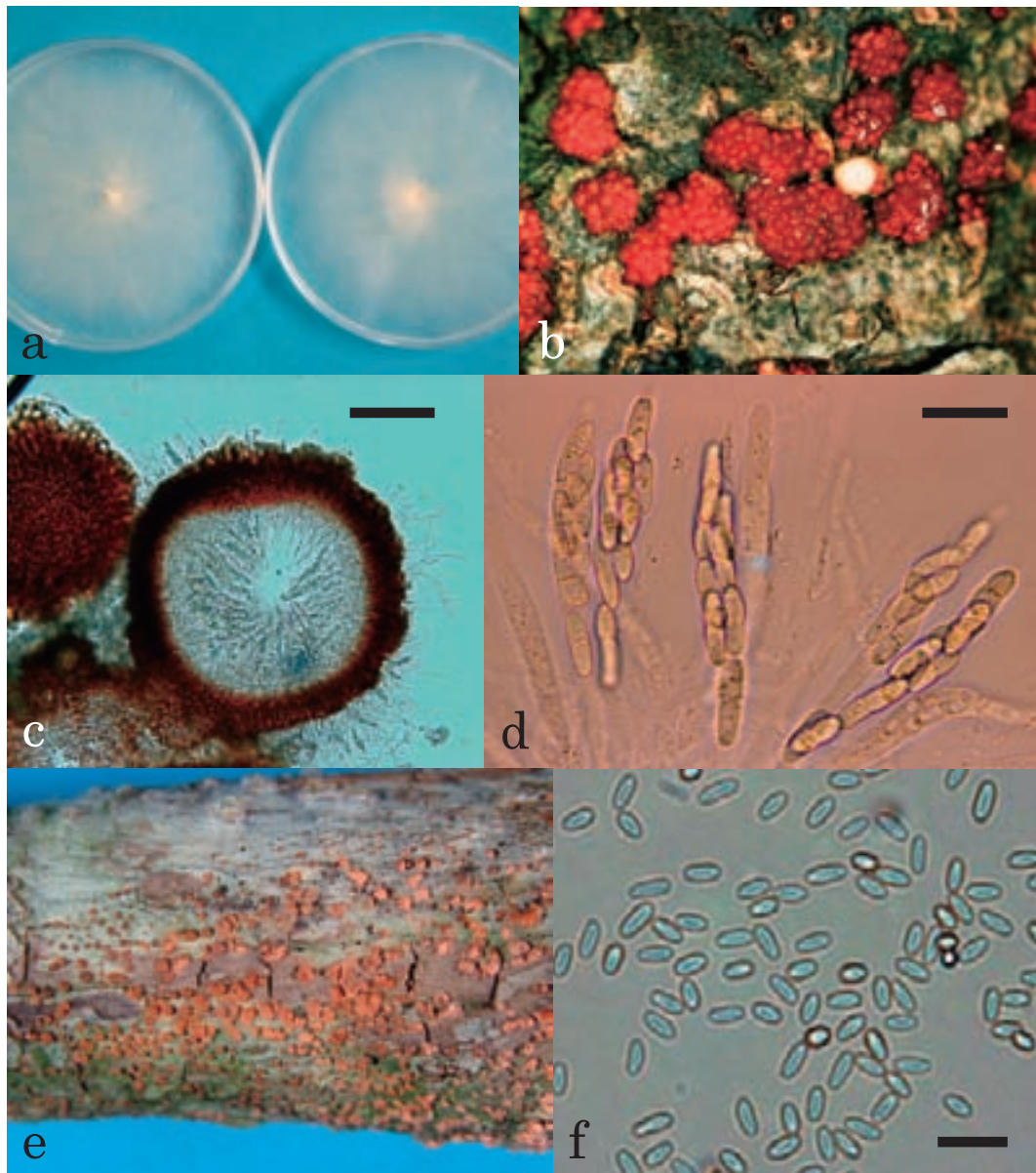


Fig. 30. Cultural and morphological characteristics of *Nectria cinnabarina*, the pathogen of Nectria twig blight of Japanese persimmon.

- a. Colonies formed on potato dextrose agar (PDA) at 25°C in the dark for 7 days. (left, surface view; right, reverse view)
 b. Perithecia formed on a diseased branch of Japanese persimmon.
 c. Cross section of perithecium. Scale bar, 100 μm.
 d. Asci and ascospores. Scale bar, 20 μm.
 e. Sporodochia formed on a diseased branch of Japanese persimmon.
 f. Conidia formed on Sporodochia. Scale bar, 10 μm.

と同定した。

第4節 分離菌の病原性

材料および方法

第3節で得られた分離菌株SA001を供試して、カキ樹に対する病原性を調査した。ポット栽培のカキ‘富有’および‘西条’の枝の表皮を約1cmの長さに削り、十

分に熱したはんだごてで有傷部を軽く焼いた後に、PDA平板培地で14日間前培養（25°C，暗黒下）した接種菌の含菌寒天を接種し、接ぎ木用のパラフィンテープで被覆した。パラフィンテープは14日後に除去し、その後は慣行栽培に従って管理した。接種箇所はポット当たり5箇所とし、各品種当たり2反復で試験を行った。分離菌の接種は2005年3月に行い、その後、約1年間にわたって発病の有無を調査した。

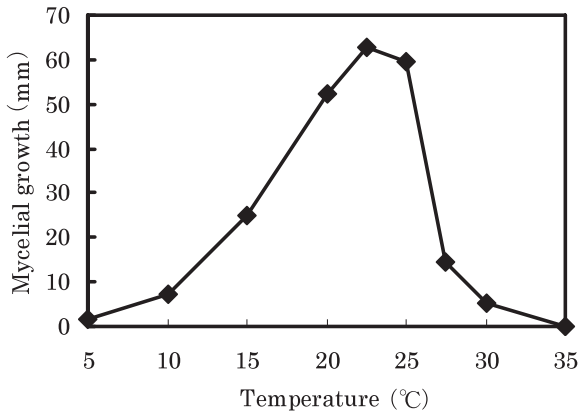


Fig. 31. Influence of temperature on mycelial growth of *Nectria cinnabarina*. An agar disk (4 mm diameter) of the isolate SA001 grown on PDA at 25°C in the dark for 7 days was transferred to unused PDA plates. After incubation at various temperatures in the dark for 5 days, colony diameters were measured.

結 果

2005年3月に、分離菌株SA001を接種したポット栽培のカキ‘富有’および‘西条’は、接種後約1か月経過した時点で接種部位の周辺の樹皮に亀裂が生じ、やや陥没した病斑が形成されたが、病斑と健全部との境界は不明瞭であり、接種部位付近から発生した新梢の枝枯れは認められなかった。接種後約7か月が経過した2005年10月には、接種部位の周辺に分生子褥の形成が認められ、やがて気温の低下とともに発達した (Fig. 32a)。分生子褥の形成は、翌年の3月頃まで認められたが、5月頃になると消失した。また、病斑上の一部には2005年12月頃から子のう殻の形成が認められた (Fig. 32b)。これらの病斑部からは接種菌が高率に再分離された (Table 20)。本研究によって、*N. cinnabarina*の病原性が立証されたが、本菌によるカキ病害は本邦未記録であったため、病名をカキ紅粒がんしゅ病 (英名: coral spot, twig canker, または *Nectria* twig blight) と提唱した (Yasuda and Izawa, 2007b)。

第5節 考 察

紅粒がんしゅ病を引き起こす *N. cinnabarina* は、世界中に分布する糸状菌であり、多くの宿主植物に対する寄生菌、または枯死した枝幹部や地表面に残された剪定残さ上における腐生菌として生活している。本菌の宿主範囲は、ナラ、クヌギ、ケヤキ、ブナ、スグリなどの広葉樹をはじめ、ナシ、リンゴ、クリ、クルミなどの果樹作

物が知られている (日本植物病理学会編, 2000)。また、工藤 (1978) は、本菌のカキに対する病原性を室内接種試験によって観察したが、自然発病によるカキでの発生は本研究によって初めて明らかとなった (Yasuda and Izawa, 2007b)。

世界的にみると、果樹作物の本病による被害は、同じ *Nectria* 属に属する *N. galligena* のがんしゅ病と比較してほとんど問題にならないとされ、経済上あまり重要視されてこなかった。しかし、米国においては、過去にアンズやリンゴなどでかなりの被害を生じた事例が報告されており (Cunningham, 1922; Thomas and Burrell, 1929)、我が国においても1970年代に日本海側の各県を中心にニホンナシでの本病の多発が報告されている (工藤, 1978)。工藤 (1978) は、ニホンナシで本病が突発的に多発した背景には、防除体系の変遷に伴う病原菌密度の増大と栽培品種の罹病性によるところが大きいとしている。本菌は広い宿主範囲を有するため、果樹園の周辺の広葉樹で普遍的に発病している可能性が十分にあり、好適な気象条件などの環境要因が整えば、近隣の果樹作物に感染し、突発的に本病が多発するものと考えられる。また、本病の多発地域が日本海側に集中することは、その病徴が厳冬期を除く低温期に明瞭になることに関連し、気象要因に大きく影響されているためと思われる (工藤, 1978)。本菌は、冬期の低温条件であっても菌糸生育が認められ、樹体内に侵入した菌糸は木質部内を進展する。また、雪害による折損部や凍霜害による被害部、さらに栽培管理で生じる剪定切り口は好適な侵入部位と考えられる。本研究で調査を行ったカキ紅粒がんしゅ病の発生圃場では、分生子褥および子のう殻の形成は、そのほとんどが剪定切り口周辺に観察されており、露出した剪定切り口が主たる感染部位であったと考えられる。カキの場合、品種による罹病性の差は、今回試験に供試した‘富有’と‘西条’ではほとんど同程度と考えられたが、その他の品種については不明である。しかし、これらのカキ品種は、全国的に古くから栽培されている品種であるため、鳥取県内で本病の発生が認められた事例は、栽培品種の罹病性よりも、むしろ気象条件や果樹園周辺の植生など環境的な要因に因るところが大きいと思われる。本病の発生が認められたカキ園は谷間の水田転換園であり、周辺をナシ園や広葉樹の雑木林に囲まれていた。近隣のナシ園では、本病の発生は観察されなかったため、周辺の広葉樹の雑木林で寄生または腐生生活をしていた病原菌が、第一次伝染源であったと推察された。

また、本病の伝染源は分生子と子のう胞子であるが、それぞれの胞子の役割はやや異なっていると考えられ

Table 19. Morphological comparison of *Nectria cinnabarina* on different host plants

Host plant	Sporodochium	Conidium	Perithecium	Ascus	Ascospore
Japanese persimmon (the present study)	Bright pink, 1-3mm in diameter	Single, ellipsoidal, hyaline, 4.5-6.5 × 2-2.5µm	Globose, dark-red, 300-400µm in diameter	Cylindrical to clavate, 75-90 × 10µm	Eight, two-celled, colorless, elliptical, elongate, with obtuse end, 12-20 × 4-6µm
Japanese pear ¹⁾	Coral red, 1-3mm in diameter	Single, ellipsoidal, hyaline, 3-8 × 3 µm	Umber to burned umber	75-90 × 10µm	Eight, two-celled, colorless, 13-20 × 5 µm
Apple ²⁾	Bright coral red, 1-3mm in diameter	Single, ellipsoidal, hyaline, 6 × 2.5µm	Globose, 250-400µm in diameter	Cylindrical to clavate, 70-90 × 10µm	Ellipsoidal, two-celled, colorless
Apple ³⁾	Bright pink or coral red, spherical, cushion-shaped, 2 mm in diameter	Single, ellipsoidal, hyaline, 4-6 × 2 µm	Globose, granular, bright cinnabar red, 375-400µm in diameter	Clavate, 50-90 × 7-12µm	Eight, two-celled, colorless, elliptical, elongate, with obtuse end, 12-20 × 4-6µm

1) Kudo (1978).

2) Togashi (1950).

3) Hickey (1990).



Fig. 32. Symptoms reproduced on potted trees of Japanese persimmon cv. Fuyu in 8 months after inoculation with *Nectria cinnabarina* SA-001.

- a. Sporodochia formed on epidermis.
b. Perithecia formed on barks.

る。分生子は分生子褥上に塊状に形成され、乾燥条件下では乾固してほとんど分散しない。しかし、降雨などによって十分水分を含むと孢子塊が軟化し、病斑部から樹

皮の表面を伝わって流下、または雨水とともに近距離に高濃度で伝搬される。一方、子のう胞子は十分な水分を含むと子のう殻の殻孔から放出され、風雨によって比較的広い範囲に分散するとされている(工藤, 1978)。さらに、病原菌の感染時期については、各胞子の形成が認められる晩秋期から早春期までと考えられる。罹病樹の病斑部では、晩秋期から分生子褥が発達し、3月頃まで分生子の形成が認められ、子のう殻は冬期に成熟し、早春期にかけて子のう胞子の飛散が認められる。しかし、これらの病原菌の活動時期と宿主植物の感染可能部位との関連から推論すると、晩秋期には雪害による折損部や凍霜害による被害部や剪定切り口が存在せず、分生子褥状に分生子の形成は認められるものの、子のう胞子は未成熟の状態であり、病原菌の感染の機会にはあまり多くないものと考えられる。一方、早春期には、冬期に生じた雪害による折損部や凍霜害による被害部や剪定切り口によって生じた感染可能部位が樹上に多数存在し、分生子に加えて、子のう胞子も十分に成熟しているため、病原菌の感染の可能性が高いと考えられる。なお、近年は暖冬化傾向が強く、鳥取県内では雪害や凍霜害はほとんど認められないため、実際には剪定切り口からの病原菌の感染が多いものと推察された。

本病の防除対策を行うためには、病原菌の発生生態などから耕種の防除が最も効果的であると考えられる。分生子褥や子のう殻の形成が認められる病斑部は樹皮表面を削っても、病原菌が内部の木質部に残るため、可能な限り罹病枝は剪除して病原菌密度を低減する必要がある。また、本菌は腐生性も強いいため、枯死した枝などは全て除去しておき、地表面に剪定残さを長期間放置しないことが重要である。これまでに、ナシなどで本病が多発した場合、地表面に長期間放置された剪定残さ上に本菌の分生子褥が多数形成され、その剪定残さが置かれた

Table 20. Pathogenicity of *N. cinnabarina* SA001 to Japanese persimmon^{a)}

Cultivar	Treatment ^{b)}	Disease incidence	Reisolation of inoculum
Fuyu	Inoculation	10/10	10/10
	Control	0/10	—
Saijyo	Inoculation	10/10	10/10
	Control	0/10	—

a) Disease incidence was evaluated by twig blight and emergent of sporodochia on barks. +, pathogenic; —, non pathogenic. Inoculation tests were replicated in ten pruning stubs.

b) Small mycelium plugs after cultivation on PDA plates at 25°C for 14 days were applied on fresh pruning stubs of potted trees of Japanese persimmon cvs. Fuyu and Saijyo after scorching by a soldering iron. Small plugs of PDA media were applied as control treatment.

上方棚面の枝幹部に、本病の発生がしばしば観察されている。また、剪定作業の終了したカキ樹の剪定切り口には、チオファネートメチルペースト剤などを塗布し、カルス形成による癒合促進を図ることが有効な防除対策と

考えられる。また、雪害などで大きく裂けた枝幹部は粗くなった傷口を削り、ペースト剤や樹脂などで傷口をふさぐ外科的治療を行うことが有効と考えられる。