

## *Pyrenochaeta terrestris*によるショウガ紅色根茎腐敗病(新称)の発生

矢野和孝・川田洋一  
(高知県農業技術センター)

### Pink rhizome rot of ginger (*Zingiber officinale*) caused by *Pyrenochaeta terrestris*

By Kazutaka YANO and Youichi KAWADA (Kochi Prefectural Agricultural Research Center, Hataeda Nankoku, Kochi 783-0023, Japan)

A new disease occurred on ginger (*Zingiber officinale*) in Kochi Prefecture, Japan in 2000. The symptom at harvest was brown or pink crack of the rhizome surface with water-soaked rot inside, and some part of the rhizome collapsed in a severe case. The other symptom after storage was pink surface of the rhizome without rot. A fungus isolated from the both symptoms produced black pycnidia on barley straw in the medium. The pycnidia were rostrate, ostiolate, with setae around ostiole, subglobose to lageniform, and 156.1  $\mu$ m in average diameter. Conidia were directly produced from conidiogenous cell of inner wall of pycnidium, hyaline, aseptate, oblong or cylindrical, and 4.4-7.3  $\times$  1.5-2.4 (mean = 5.6  $\times$  1.9)  $\mu$ m in size. The former symptom was reproduced by inoculation test, and the fungus was re-isolated. However, the latter symptom was not reproduced completely. The fungus was identified as *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz, Walker & Larson on the basis of its characteristics. Pink rhizome rot was proposed for the name of the new disease.

### 緒 言

ショウガ(*Zingiber officinale*)はショウガ科に属する植物で、根茎や幼芽を食用に供するほか薬用や調味料の原料などに利用される。高知県では大ショウガと呼ばれる根茎を食用とするショウガが露地や施設で約440ha栽培されており、その生産量は全国第一位である。

2000年11月、高知県高岡郡窪川町の露地ショウガで、収穫時に掘り取ると根茎表面が暗赤色に変色して亀裂を生じたり陥没したりする症状が見つかった。また、2001年3月、同町で根茎貯蔵後に根茎表面が赤色に変色する症状が見つかった。両症状から分離された糸状菌をショウガに接種したところ、原病徴が再現され、本糸状菌を*Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz, Walker & Larson

と同定した。ショウガでは本菌による病害は未記載であることから、新発生病害と考えられたので、その概要について報告する。なお、本研究は平成15年度日本植物病理学会関西西部会で発表した(矢野・川田; 2004)。

本研究実施に当たり、須崎農業振興センター高幡農業改良普及所の原守男専門改良普及員には罹病根茎の採集に御協力いただいた。ここに深く感謝の意を表する。

### 材料および方法

#### 1. 糸状菌の分離と供試菌株

ショウガ根茎の症状部を5mm角に切り出し、2%次亜塩素酸ナトリウム溶液で1分間表面殺菌後、pHを約4に調整したショウ糖加用ジャガイモ煎汁寒

天 (PSA) 平板培地上に置床した。25℃で7日間培養したところ、表面が白色～灰色、裏面が暗赤色～赤紫色の糸状菌が高率に分離された。本菌はその培養菌叢の特徴から *Pyrenochaeta* 属菌と推察されたので、Watson (1961) の麦稈培地を用いて25℃、BLB照射下で21日間培養し、形成された分生子殻中の分生子から単孢子分離した。2000年11月に根茎の亀裂または陥没症状部から得られた高幡1-1、高幡2-1、高幡3-1、高幡4-1、高幡5-1および高幡6-1、2001年3月に根茎表面の赤色部から得られた赤1-1および赤4-1を供試菌株とした。

## 2. 接種試験

### 1) ショウガ根茎への接種

供試菌株をPSA平板培地上で25℃、暗黒条件下で7日間培養後、菌叢周辺部を直径4mmのコルクボーラーで打ち抜いて得た菌叢ディスクをショウガ根茎に有傷および無傷で接種した。有傷接種では、ショウガ根茎の表皮を薄くカッターナイフで削り取り、菌叢ディスクを置いた。無傷接種ではショウガ根茎の表面に菌叢ディスクを直接置いた。なお、無接種には無培養の寒天ディスクを使用した。接種後は25℃、多湿条件下に保ち、接種14日後に発病の有無を調査した。発病部位からは糸状菌の再分離を実施した。

### 2) 土壌接種

ショウガ根茎への接種で病原性の認められた3菌株(高幡2-1、高幡5-1、赤4-1)を土壌ふすま培地(大畑;1995)で25℃、約1ヵ月間培養後、2001年6月11日に1/2000aのワグネルポット当たり約500mlをオートクレーブ殺菌した市販育苗培土(土太郎、スミリン農産工業株式会社製)と混和した。混和後、直ちにショウガを1株植え付け、屋外で管理した。11月16日にショウガを掘り取り、下記の基準に従って調査し、発病株率、発病度を算出した。なお、試験は1菌株につき6ポット使用し、発病の見られた部位の一部から糸状菌の再分離を実施した。

$$\text{発病度} = \frac{\sum (\text{程度別株数} \times \text{指数})}{\text{調査株数} \times 3} \times 100$$

指数 0 : 発病なし

1 : 根茎の一部が発病

2 : 根茎の半分程度が発病

## 3 : 根茎の大部分が発病

## 3. 病原糸状菌の性状調査

### 1) 形態的特徴

土壌接種に用いた供試菌株をブドウ糖加用ジャガイモ煎汁寒天(PDA)平板培地を用い、25℃で培養し、菌叢の性状を観察した。また、これらの菌株をWatson (1961) の麦稈培地上に移植し、25℃、BLB照射下で21日間培養後、形成された分生子殻および分生子の形態的特徴等について調査した。

### 2) 菌糸の生育温度

供試菌株をPDA平板培地上で25℃、14日間培養後、菌叢の周縁部分を直径6mmのコルクボーラーで打ち抜いて得た菌叢ディスクをPDA平板培地上の中央に置床し、5、10、15、20、22.5、25、27.5、30、32.5、35、37.5および40℃で培養した。14日後に菌叢の最大直径を計測し、菌叢ディスクの直径を除いた値を菌叢直径とし、その平均値を算出した。なお、1菌株につき各温度3平板ずつ供試した。

## 結 果

### 1. 病 徴

収穫時の症状は、根茎上部の表面が褐色または暗赤色に変色して亀裂が入り(写真1)、重症株では、症状部が腐敗して組織が崩壊し、えぐり取られたように陥没する(写真2)。いずれも、根茎を切断すると褐色水浸状の腐敗部分が根茎内部に進行しているのが観察される(写真3)。

貯蔵後の症状は、根茎上部の表面が赤色に変色しているが、根茎を切断しても内部の腐敗は観察されない(写真4)。

### 2. 分離糸状菌の病原性

ショウガ根茎への有傷接種では、接種した8菌株のうち5菌株で接種部位の根茎表面が赤色に変色し(写真5)、切断すると根茎内部が褐色水浸状ときに暗赤色に着色して腐敗しているのが観察された(写真6)。無傷接種では、接種した8菌株のうち3菌株で根茎の表面が赤色に変色した(写真7)が、接種部位を切断しても根茎内部には異常が見られなかった(第1表)。なお、いずれも発病部位からは接種菌と同様の糸状菌が再分

第1表 ショウガ根茎から分離された糸状菌のショウガ根茎に対する病原性

分離源の症状	菌株名	有傷接種	有傷接種
根茎の亀裂, 陥没, 腐敗	高幡 1 - 1	2 / 2 <sup>a)</sup>	0 / 2
	高幡 2 - 1	2 / 2	2 / 2
	高幡 3 - 1	0 / 2	0 / 2
	高幡 4 - 1	2 / 2	2 / 2
	高幡 5 - 1	2 / 2	2 / 2
	高幡 6 - 1	0 / 2	0 / 2
根茎表面の赤変	赤 1 - 1	0 / 2	0 / 2
	赤 4 - 1	2 / 2	0 / 2
-	無接種	0 / 2	0 / 2

a) 発病カ所数 / 接種カ所数

第2表 土壌接種によるショウガ根茎から分離された糸状菌のショウガに対する病原性

菌株名	発病株率 (%)	発病度 <sup>a)</sup>
高幡 2 - 1	100	100
高幡 5 - 1	16.7	5.6
赤 4 - 1	33.3	11.1
無接種	0	0

$$a) \text{発病度} = \frac{\sum (\text{程度別株数} \times \text{指数})}{\text{調査株数} \times 3} \times 100$$

指数 0 : 発病なし

1 : 根茎の一部が発病

2 : 根茎の半分程度が発病

3 : 根茎の大部分が発病

第3表 ショウガ根茎から分離された糸状菌の分生子殻および剛毛の特徴

菌株名	分生子殻の大きさ (高さ×幅, μm)	剛毛	
		大きさ (μm)	隔壁の数
高幡 2 - 1	115-280×90-205	25-137.5×3.8-7.5	0-4
	(187.7×136.8)	(75.1×5.6)	(0.87)
高幡 5 - 1	65-250×85-225	12.5-152.5×2.5-7.5	0-7
	(174.7×147.0)	(81.8×4.4)	(2.9)
赤 4 - 1	180-400×105-350	30-195×2.5-6.3	0-7
	(273.7×184.5)	(82.3×4.1)	(2.7)

表中の ( ) 内の数値は平均値

離された。

土壌接種では、いずれの供試菌株も根茎表面に2 mm～1 cm程度の褐色または暗赤色の病斑が見られ(写真8), 切断すると根茎内部が褐色水浸状に腐敗していた。発病程度の高かった高幡2-1接種区では根茎表面に亀裂が入る症状が再現された(写真9, 第2表)。しかし、根茎内部の腐敗を伴わず、表面が赤色に変色する症状は見られなかった。また、高幡2-1接種区では根が褐変しているのが観察された(写真10)。なお、いずれも根茎の発病部位および根の褐変部位からは接種菌と同様の糸状菌が再分離された。

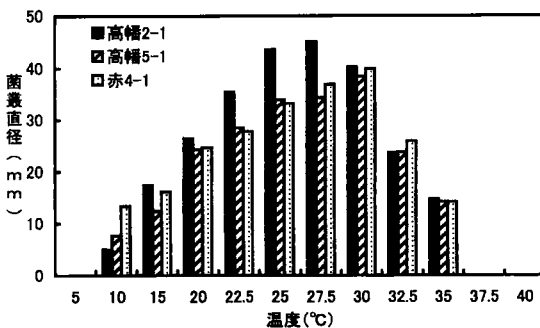
### 3. 病原糸状菌の性状

#### 1) 形態的特徴

供試菌株のPDA平板培地上での菌叢は、短いピロッド状の気中菌糸を有し、色は灰色～灰白色で、裏面は暗赤色～赤紫色に着色した(写真11)。同培地上では分生子を形成しなかったが、Watson(1961)の麦稈培地上に移植したところ、麦稈上または麦稈近くの培地上に亜球形～フラスコ型で頂部に孔口を有し、表面に剛毛を有する黒色の分生子殻を形成し(写真13, 14), その直径は85-350(平均: 156.1)  $\mu\text{m}$ であった。剛毛の色は褐色、大きさは25-195 $\times$ 2.5-7.5(平均: 79.7 $\times$ 4.7)  $\mu\text{m}$ 、隔壁の数は0-7(平均: 2.2)であった(第3表)。分生子は分生子殻内壁の分生子形成細胞から形成され、無色、単胞、長楕円形または円筒形(写真12)でその大きさは4.4-7.3 $\times$ 1.5-2.4(平均: 5.6 $\times$ 1.9)  $\mu\text{m}$ であった。

#### 2) 菌糸の生育温度

いずれの菌株も10～35℃で生育し、5, 37.5お



第1図 ショウガ根茎から分離された糸状菌の温度別菌糸生育

よび40℃では生育しなかった。菌糸の生育適温は、高幡2-1では27.5℃、高幡5-1および赤4-1では、30℃であった(第1図)。

### 考 察

2000年11月に高知県高岡郡窪川町で、ショウガの収穫時に根茎表面が褐色～暗赤色に変色して亀裂が生じ、内部が褐色水浸状に腐敗する症状から分離された糸状菌は、根茎への有傷接種で根茎内部が腐敗する病原性が認められ、土壌接種においても同様の症状が再現されたことから、本症状の病原糸状菌であると考えられた。

2001年3月に同町で貯蔵後のショウガ根茎の表面が赤色に変色し、根茎内部の腐敗を伴わない症状から分離された糸状菌は、根茎への有傷接種や土壌接種で根茎内部の腐敗を引き起こしたが、内部の腐敗を伴わず、根茎表面のみが赤変する症状は再現されなかった。しかし、前述の根茎内部が腐敗する症状から分離された糸状菌の一部において、根茎への無傷接種で内部腐敗を伴わない表面のみの赤変を引き起こしたことから、本糸状菌が病原である可能性が示唆された。ショウガは、収穫後洗浄せず、根茎に土壌が付着したまま貯蔵するため、収穫時に本症状が見つかることはなく、貯蔵後、出荷前に根茎を洗浄して初めて発見される。このことから、本症状が貯蔵中に生じる可能性も考えられたため、収穫後の根茎に接種し、貯蔵中の発生についても検討してみたが、再現できなかった(未発表データ)。従って、本症状の発生時期や発生条件等、詳細な検討が更に必要と考えられる。

ショウガに病原性の認められた糸状菌は、Watson(1961)の麦稈培地上で孔口の周囲に剛毛をもつ分生子殻を形成し、分生子は無色、単胞、長楕円形または円筒形であった。このような特徴を持つ糸状菌は、*Pyrenochaeta* 属菌に属すると考えられ、日本には3種が存在する(我孫子; 1992)。このうち、*P. oryzae* は分生子柄が分岐し、分生子の形が紡錘形(Punithalingam; 1980)、*P. lycopersici* については、分生子柄が比較的長く分岐し、分生子の大きさがやや小型(Schneider & Gerlash; 1960)という点でショウガ分離菌と異なる。また、近年Watanabe & Imamura(1995)はリンドウ紅色根腐病の病原菌に*P. gentianicola* を提案し

第4表 ショウガから分離された糸状菌と既報の *Pyrenochaeta* 属菌の分生子の大きさの比較

病原菌名	菌株名	分生子の大きさ ( $\mu\text{m}$ )	文献
ショウガ菌	高幡2-1	4.9-6.8 $\times$ 1.5-2.4 (5.5 $\times$ 1.9)	--
	高幡5-1	4.4-7.3 $\times$ 1.5-2.4 (5.5 $\times$ 1.8)	
	赤4-1	4.9-6.8 $\times$ 1.9-2.4 (5.7 $\times$ 2.1)	
<i>Pyrenochaeta terrestris</i>	—	5.1-6.1 $\times$ 1.7-2.1	Schneider &
<i>Pyrenochaeta lycopersici</i>	—	4.4-5.1 $\times$ 1.2-1.5	Gerlach (1960)
<i>Pyrenochaeta oryzae</i>	—	4-6 $\times$ 1.5-2	Punithalingam (1980)
<i>Pyrenochaeta gentianicola</i>	—	2.8-5(-5.2) $\times$ 0.5-1.5(-2.5)	Watanabe & Imamura(1995)

ているが、本種の分生子はショウガ分離菌より小さい。ショウガ分離菌の分生子の大きさを既報の *Pyrenochaeta* 属の4種と比較したところ、*P. terrestris* の分生子の大きさとほぼ一致し(第4表)、分生子の形や色、菌叢が赤紫色に着色する特徴とよく一致した。これらのことから、本分離菌を *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz, Walker & Larson と同定した。

*P. terrestris* による病害は、根が紅変し、根腐を引き起こす病害が多い(児玉ら; 1976, 佐藤ら; 1993, 重松ら; 1985, 高橋ら; 1997)。しかし、ショウガの根茎表面に亀裂が入り内部が腐敗する症状株の根腐による生育中の異常は観察されておらず、接種試験においても根が褐変したものの、地上部の生育不良は観察されなかった。本症状は、根腐よりも収穫後に発見される根茎での発生が目立つことから、他の作物における病名とは異なる紅色根茎腐敗病 (pink rhizome rot) と呼称することを提案したい。

### 摘 要

- 2000年11月に高知県高岡郡窪川町のショウガで収穫時に根茎表面が褐色または暗赤色に変色し、亀裂、陥没を生じ、内部が褐色水浸状に腐敗する症状が見つかった。また、2001年3月に貯蔵後のショウガ根茎の表面が赤変するが内部の腐敗を伴わない症状が見つかった。
- これらの症状から分離された糸状菌をショウガに接種したところ、前者では同様な症状が再現されたが、後者は完全な症状の再現まで到らなかった。また、本糸状菌をその形態的特徴か

ら *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) Gorenz, Walker & Larson と同定した。

- 本糸状菌によるショウガの病害は、これまで未報告であるので、その病徴等から紅色根茎腐敗病 (pink rhizome rot) とすることを提案した。

### 引用文献

- 我孫子和雄 (1992) : *Pyrenochaeta*, 植物病原菌類図説 (小林享夫・勝本 謙・我孫子和雄・阿部恭久・柿島 真編) 全国農村教育協会, 東京 : 366-367.
- 児玉不二雄・菅原之雄・横山竜夫 (1976) : *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen.) Gorenz, Walker & Larson によるタマネギの紅色根腐病について. 日植病報, 42 : 320-321.
- 大畑寛一 (1995) : 病原菌の接種法. 作物病原菌研究技法の基礎—分離・培養・接種—(大畑寛一ら編), 日本植物防疫協会, 東京 : 15-18.
- Punithalingam, E. (1980) : *Pyrenochaeta oryzae*. CMI description of pathogenic fungi and bacteria. No. 666. Commonwealth Mycological Institute, Kew.
- 佐藤豊三・香川晴彦・深見正信・佐藤京子 (1993) : メロン紅色根腐病(新称)の病原菌 (*Pyrenochaeta terrestris*) について. 日植病報, 59 : 97.
- Schneider, R. and Gerlach, W. (1966) : *Pyrenochaeta lycopersici* nov. spec., der erreger der korkwurzelkrankheit der tomate. Phytopath. Z., 56 : 117-122.
- 重松 統・児玉不二雄・寺中理明・奥田誠一・夏

- 秋知英 (1985) : *Pyrenochaeta terrestris* によるネギおよびトマトの紅色根腐病 (新称). 日植病報, 51 : 95.
- 高橋尚之・森田泰彰・矢野和孝・佐藤豊三・富岡啓介・小金澤碩城 (1997) : *Pyrenochaeta terrestris* によるグロリオサ紅色根腐病 (新称). 日植病報, 63 : 526.
- Watanabe, T. and Imamura, S. (1995) : Pink root rot, a revised name of brown root rot of gentian, and the causal fungi, *Pyrenochaeta gentianicola* sp. nov. and *P. terrestris* in Japan. Mycoscience, 36 : 439-445.
- Watson, R. D. (1961) : Rapid identification of the onion pink root fungus. Pl. Dis. Rep., 45 : 289.
- 矢野和孝・川田洋一 (2004) : *Pyrenochaeta terrestris* によるショウガ紅色根茎腐敗病 (新称). 日植病報, 70 : 73.

## 写真説明

### 1-4 病徴

- 1 : 根茎表面に生じた亀裂
- 2 : 腐敗が進行して陥没した根茎
- 3 : 内部が褐色水浸状に腐敗した根茎
- 4 : 根茎内部の腐敗を伴わない表面の赤変

### 5-10 分離糸状菌 (菌株名 : 高幡 2-1) の接種により生じた症状

- 5 : 有傷接種 (25℃, 14日後)
- 6 : 有傷接種により内部が腐敗した根茎 (25℃, 14日後)
- 7 : 無傷接種 (25℃, 14日後)
- 8 : 土壌接種により生じた根茎の褐色小病斑
- 9 : 土壌接種により再現された根茎の亀裂
- 10 : 土壌接種により褐変した根の症状

### 11-14 分離糸状菌 (菌株名 : 高幡 2-1) の形態

- 11 : PDA平板培地上での菌叢 (左 : 表面, 右 : 裏面, 25℃, 23日間培養)
- 12 : 分生子の形態 (スケールバー : 5 μm)
- 13 : 麦桿上に形成された分生子殻
- 14 : 分生子殻の形態 (スケールバー : 50 μm)

