ショウガの根茎腐敗病をおこす *Pythium zingiberum* とその分布*

一谷多喜郎**・新須利則***

Takio ICHITANI** and Toshinori SHINSU***:
Pythium zingiberum Causing Rhizome Rot of
Ginger Plant and Its Distribution*

Abstract

During the past four years, a fungus causing rhizome rot of ginger has been isolated from soils and plants of both protected and outdoor ginger-growing areas throughout the cultivation season. The fungus could be consistently isolated from various parts of rotten ginger, especially from the basal part of terrestrial stem and rhizomes regardless of stages of disease development and locations. The fungus was isolated not only from soils in which ginger is being grown, but in places where ginger has previously grown. The fungus was isolated with high frequency from the lots devoted to intensive ginger cultivation through the years. The main morphological characteristics of the isolated fungus were identical with those of *Pythium zingiberum* Takahashi.

(Received February 22, 1980)

緒 言

外国では、立毛中にショウガ根茎の腐敗をおこす病原菌として *Pythium myriotylum* など数種の *Pythium* ^{2,7,8)}, basal rot をおこす *Sclerotium rolfsii* ¹⁾, さらに皮層の著しい腐敗、根基部維管束の変色、地上部の萎凋をおこす *Fusarium oxysporum* f. *zingiberii* ¹¹⁾ などが知られている。

わが国では、高橋¹⁰⁾が初めてショウガの立枯れと根茎の軟腐をおこす *Pythium zingiberum* Takahashi を記載した。その後、桂・谷岡⁶⁾は本菌の形態に若干の疑問をもち、*Pythium* sp. として各種の接種試験を行い、病名を根茎腐敗病と新称した。また、Waterhouse ¹²⁾は蔵精器が蔵卵器柄を時々2～数回巻くという原記載¹⁰⁾から、*P. zingiberum* は *P. volutum* の異名でないかと考えている。このように、*P. zingiberum* の原記載に若干の疑問が持たれ、その分類学的位置も不明

瞭であったが、根茎腐敗病の生態と防除に関する研究は進められてきた⁹⁾。

ここでは、1976年から現在まで、わが国各地の作型が異なるショウガ産地で根茎腐敗病菌を分離し、原記載¹⁰⁾ならびに桂・谷岡⁶⁾の記載と比較検討して *P. zingiberum* と同定し、その分布状況を調べた。

本研究を行うに当たり、種々有益なご助言を賜わった前大阪府立大学教授田上義也先生、病原菌を送付して頂いた高知大学小倉寛典博士、被害株の採集時に便宜を計られ、また標本の送付をお願いした各農業試験場の方々にお礼申し上げる。

材料および方法

供試菌株 筆者が作型と発生時期が異なる7府県下14市町村のショウガ産地で採集した被害株、送付されてきた4県下5市町村の標本、およびそれらの畑土から菌を分離した。

* 本論文の一部は日本植物病理学会で発表した^{4,5)}。

** 大阪府立大学農学部 College of Agriculture, University of Osaka Prefecture, Sakai, Osaka 591, Japan

*** 長崎県総合農林試験場 Nagasaki Agricultural & Forestry Experiment Station, Isahaya 854, Japan

検出割合 被害株を地上茎基部、根茎、根の3部位に分け、腐敗が進行中の互いに独立した病斑ごとに1個の切片(約1×1×5mm)を切りとった。表面消毒後、各切片を2分した小片を40ppm ストレプトマイシン添加 Bacto-CMA 上に移し、10, 35Cの2温度下で菌の分離を行った。土壌を9メッシュの篩をとおして直接分離法³⁾により、畑土からの菌の分離を行った。土壌が過湿の場合には、あらかじめ1~2日間風乾した。

形態記載 小麦胚芽油(日本インペックスKK製)添加 Bacto-CMA, V-8 ジュース寒天, Schmitthenner 氏の培地¹²⁾, トウモロコシ煎汁寒天(CMA, トウモロコシ粗粉“なんば”20g/l)の4種類を培地として用い、常法により形態を記録した。

病原性 ジャガイモ煎汁寒天あるいはV-8ジュース液体培地を用い、本菌を26C, 3~7日間培養して寒天と共にホモブレNDER(佐久間製作所製)によっ

て菌体を磨碎、あるいは液体培養の場合は菌体を蒸留水で洗浄後磨碎した。外見上病徴を示さない種ショウガ(大ショウガ)をあらかじめ表面消毒し、滅菌土中で催芽させ育成した幼植物(鉢植草丈約26cm)に、菌液を固形培養の場合は表層土に混合し、液体培養の場合は土壌表面にかん注することによって接種した。30Cの散光下に5~10日間静置し、地際部の水浸状変化または倒伏個体数を調べて病原性の程度をみた。

結 果

病 徴

あらかじめ厳選した外見上無病徴の根茎を、さらに消毒して種ショウガとし、土壌消毒をしたかん水装置のある現地のビニールハウス内に植え付け、病徴の進展を観察した。種ショウガ由来の病徴は、ショウガの比較的早い生育期に認められ、土壌由来の病徴は中期以降に認められた。生育初期には、出芽中の新芽は地

Table 1. Frequency of detection of *Pythium* spp. from rotten rhizomes of ginger plants in different localities

Type of cultivation	Prefecture, city (No. of places collected)	Date of detection	<i>Pythium</i> spp.	Ratio ^{a)} (%)
Outdoor culture for rhizome production	Kochi (10)	Nov., 1976	<i>P. zingiberum</i>	143/600 (24)
	Kyoto, Kameoka (5)	Aug., 1977	<i>P. aphanidermatum</i>	6/240 (3)
			<i>P. zingiberum</i>	8/240 (3)
	Kyoto, Miyazu (6)	Nov., 1977	<i>P. zingiberum</i>	44/144 (31)
	Nara, Nara (1)	Sept., 1977	Undetected	0/152 (0)
	Nara, Gose (1)	Sept., 1977	<i>P. zingiberum</i>	13/80 (16)
Protected culture for immature rhizome production	Osaka, Kaizuka (1)	July, 1976	<i>P. zingiberum</i>	11/60 (18)
	Osaka, Kaizuka (1)	July, 1977	<i>P. zingiberum</i>	9/48 (19)
	Wakayama, Wakayama (2)	July, 1976	<i>P. zingiberum</i>	22/144 (15)
	Wakayama, Wakayama (2)	Mar., 1977	<i>P. zingiberum</i>	81/152 (53)
	Wakayama, Wakayama (2)	May, 1977	<i>P. zingiberum</i>	307/534 (57)
	Wakayama, Wakayama (2)	July, 1977	<i>P. zingiberum</i>	116/168 (70)
	Wakayama, Wakayama (2)	Apr., 1978	<i>P. zingiberum</i>	7/248 (3)
	Wakayama, Wakayama (2)	May, 1978	<i>P. zingiberum</i>	238/552 (43)
	Wakayama, Wakayama (2)	June, 1978	<i>P. zingiberum</i>	100/504 (20)
	Wakayama, Wakayama (2)	May, 1979	<i>P. zingiberum</i>	12/40 (30)
	Wakayama, Wakayama (2)	June, 1979	<i>P. zingiberum</i>	13/30 (43)
	Wakayama, Wakayama (2)	July, 1979	<i>P. zingiberum</i>	11/40 (28)
Blanching for ginger sprout	Aichi (4)	Apr., 1978	<i>P. zingiberum</i>	197/584 (34)
	Chiba, Narita (2)	Apr., 1978	<i>P. zingiberum</i>	701/976 (72)

a) One farm or plastic greenhouse was selected in each locality and 3 typically rhizome-rotted stands were collected at random. After surface-sterilizing, pieces of about 5 mm in length were dissected, followed by cutting into 2 segments. Almost all segments were placed on isolation medium. The ratios of samples from which *P. zingiberum* were isolated to all assayed samples were calculated.

Table 2. Detection of *Pythium zingiberum* from various parts of rotten ginger plants and its cultivation media in different localities

Type of cultivation	Place collected	Date of detection	Parts detected ^{a)}
Outdoor culture for rhizome production	Kochi prefecture		
	Hayama	Nov., 1976	stem, rhizome, root
	Iino	Nov., 1976	stem, rhizome, root
	Kagami	Nov., 1976	rhizome, root, soil
	Kahoku	Nov., 1976	stem, rhizome
	Noichi	Nov., 1976	root
	Kyoto prefecture		
	Kameoka, Chiyokawa	Aug., 1977	stem, rhizome, root, soil
	Kameoka, Yobe	Aug., 1977	root, soil
	Miyazu, Nakamura	Nov., 1977	stem, rhizome, soil
	Miyazu, Nakamura	Oct., 1978	root
	Miyazu, Ogo	Nov., 1977	soil
	Miyazu, Shingu	Nov., 1977	soil
	Miyazu, Waki	Aug., 1978	rhizome, root, soil
	Nara prefecture		
	Gose, kushira	Sept., 1977	rhizome, root, soil
Protected culture for immature rhizome production	Nagasaki prefecture		
	Azuma	Aug., 1976	stem, rhizome, soil
	Osaka prefecture		
	Kaizuka, Sawa	July, 1976	stem, rhizome, root, soil
	Kaizuka, Sawa	July, 1977	stem, rhizome, root
	Wakayama prefecture		
	Wakayama, Matsue	July, 1976	stem, rhizome, root, soil
	Wakayama, Matsue	Mar., 1977	stem, rhizome, root, soil
	Wakayama, Matsue	May, 1977	stem, rhizome, root, soil
	Wakayama, Matsue	May, 1978	stem, rhizome, root, soil
	Wakayama, Matsue	May, 1979	stem, rhizome, root, soil
	Wakayama, Matsue	July, 1979	stem, rhizome, root, soil
	Wakayama, Hokokubashi	July, 1976	stem, rhizome, root, soil
	Wakayama, Nakasu	July, 1976	stem, rhizome, root, soil
Blanching for ginger sprout	Aichi prefecture		
	Saori	Apr., 1978	stem, rhizome, root, bed sand
	Heiwa	Apr., 1978	stem, rhizome, root, bed sand
	Chiba prefecture		
	Narita, Koizumi	Apr., 1978	stem, rhizome, root, bed saw-dust
	Narita, Shimizu	Apr., 1978	stem, rhizome, root bed soil

a) The assay was made with plant samples such as basal part of terrestrial stem (stem), rhizome, root, and with growing media such as soil, sand and saw-dust.

中で淡黄色から淡褐色に腐敗し、地上にあらわれて間もない地上茎は、地中にある基部から上方の地際部に掛けて、暗褐色から暗緑色に腐敗して倒伏した。また、つぼ枯れになる生育の中～後期には、出芽後かなりの期間（1か月前後）を経て伸長の止まった地上茎でも、地際部の葉鞘部が僅かに暗緑色の病斑を形成し、上部が黄変、倒伏した。いずれの生育期でも、地際部の被害は新根茎の腐敗に進展することが多い。

病原菌の形態

Plate I. に示すように、遊走子のうは糸状で (Plate I. 1, 2), 分枝して発達した不正形は少ない。藏卵器は頂生、球形 (Plate I. 3), 径26~34 μ m, 壁薄く平滑で、ごくまれに1個の突起をもつ (Plate I. 4)。藏精器はこん棒状、円筒状、通常2~4個絡まって側着、異株生である (Plate I. 5)。卵胞子は壁の厚さ約1 μ m, 平

滑、球形、径21~30 μ mで藏卵器内に通常非充満性である (Plate I. 6)。本菌は球形あるいは不正形の vegetative hyphal body¹²⁾ を形成し、これらは容易に発芽管により発芽する (Plate I. 7, 8)。CMA培地上での菌糸生育温度は、最低約8℃, 最適34℃付近、最高40~43℃である。

分離菌株(UOP 274)は、IFO 30817として発酵研究所(大阪)に保存している。

分布

各地のショウガ根茎の腐敗部から *Pythium* spp. を検出したところ (Table 1), 作型, 地域, 年次, 発生時期を問わずに *P. zingiberum* が一般に分離された。ただ、亀岡市で採集した典型的な根茎腐敗症状株からは低率であったが、*P. aphanidermatum* が *P. zingiberum* に混じって分離された。また、奈良市では根

Table 3. Pathogenicity of *Pythium* spp. isolated from rotten rhizomes of ginger plants grown in different localities^{a)}

<i>Pythium</i> and Isolate no. (Prefecture collected)	No. of seedlings used	No. of rotten and damped-off seedlings incubated for (days):							
		2	3	4	5	6	7	9	10
<i>P. aphanidermatum</i> 3806-1(Kyoto)	4 (5)	1		1(3)		(3)			(5)
6661(Kumamoto)	6 (4, 5)					0(0, 0)		0(0, 1)	
<i>P. ultimum</i> 211(Nagasaki)	4 (2)			0		(0)	0		
212(Nagasaki)	4			0			0		
213(Nagasaki)	4			0			0		
<i>P. zingiberum</i> 19-2(Kochi)	4 (3)	2		4(3)					
246(Nagasaki)	3		3						
251(Nagasaki)	3		3						
252(Nagasaki)	3 (4)	(3)	3	(4)					
274(Wakayama)	4 (3, 8)					0(1, 0)		1(3, 8)	
282(Nagasaki)	3		3						
873-3(Wakayama)	4 (3)	2		3(1)		(3)			
3687(Osaka)	5 (3)	2		5(3)					
3807-1(Kyoto)	4 (5)	0		0(0)		(1)			(1)
3973-1(Kyoto)	4 (3)	4		(3)					
4472-1(Nara)	4 (3)	2		4(3)					
4569-2(Hyogo)	5 (3)	4		5(3)					
6316(Chiba)	5 (4)			4(4)					5
6395(Aichi)	5 (4)			5(4)					
6656(Kumamoto)	5 (5, 6)					0(0, 0)		5(4, 4)	
6687(Gunma)	6 (3)					6(1)		(3)	
Uninoculated control	6(4, 5)			0(0, 0)					0(0, 0)

a) Inoculum was added to the soil where the seedlings of about 26 cm high are growing.

(): replications.

茎腐敗病の発生歴がこれまでになく、*Pythium* も全く検出されなかった。

つぎに、根茎腐敗症状株の各部位、その生育土あるいは促成軟化栽培用の床土から *P. zingiberum* の検出を試みた (Table 2)。その結果、普通栽培では症状が認められていても、菌が地上茎基部から分離されないことがあり、生育土のみから分離されることもあって、菌の検出部位と地域、年次、発生時期との間に一定の関係が認められなかった。ただ、ビニールハウス栽培あるいは促成軟化栽培では、生育土をはじめ供試した全部位から菌が常に分離された。

この外に、1977年から1978年にかけて、群馬県吾妻町、姫路市、静岡市の普通栽培地域から郵送されてきた被害標本について検索したところ、生育土を含めてショウガの各部位から、*P. zingiberum* が検出された。

病原性

1975年に長崎県吾妻町、森山町で分離された *P. ultimum* を含めて、分離菌のショウガ幼植物に対する土壌接種を行った (Table 3)。亀岡市で分離した1菌株以外のすべての *P. zingiberum* に病原性が認められた。*P. aphanidermatum* の病原性は明らかでなかった。*P. ultimum* は非病原性であった。

考 察

外国では、*P. myriotylum* などが立毛中のショウガの根茎を腐敗させるといわれている^{2,7,8)}。しかし、ここで分離した *P. zingiberum* は、蔵精器の形態と数、蔵精器と蔵卵器の性状、蔵卵器の大きさにおいて、これらの菌とは異なっている。

桂・谷岡⁹⁾が報告した *Pythium* sp. と *P. zingiberum* の原記載¹⁰⁾との違いは、遊走子の大きさ、卵孢子壁の厚さ、蔵卵器柄をらせん状に巻く蔵精器の有無にある。本実験に供試した菌はこれらの点で桂・谷岡⁹⁾の結果と一致し、卵孢子壁の厚さは令により異なったにもかかわらず、原記載¹⁰⁾の厚さのものは認められなかった。また、蔵精器が蔵卵器柄を巻くこともきわめてまれであった。一方、本実験では原記載¹⁰⁾、および桂・谷岡⁹⁾と異なり、供試26菌株では胞子のうは糸状が多く、卵孢子は令が進むとほとんどの菌株で非充満性になった。

上述のように、本供試菌と原記載¹⁰⁾および桂・谷岡⁹⁾の記載の間には若干の不一致が認められるが、その他の主要な形質が原記載¹⁰⁾に一致しているので、供試菌は *Pythium zingiberum* Takahashi であると同定した。

Waterhouse¹²⁾ は *P. zingiberum*¹⁰⁾ を *P. volutum* に含まれると考えているが、蔵精器が蔵卵器柄を巻くことはきわめてまれであること、菌糸の生育温度、殊に最高温度が異なることを考慮すると、両菌を同一種と見なすことはできない。

1977年、亀岡市の5か所中2か所の根茎腐敗症状株から、低率(3%)に *P. aphanidermatum* が *P. zingiberum* に混じって分離され、田上(1978, 私信)も熊本県で同菌1株を多数の *P. zingiberum* と共に分離している。*P. aphanidermatum* が分離されたのは、1975年以降これら2例のみで、同菌の病原性は全く認められないか、あるいは明瞭でなかった。したがって、*P. aphanidermatum* は根茎腐敗株から分離される⁹⁾が、非病原性の *P. ultimum* と共に本病の病原菌であるとは考えられない。また、これまでに遊走子を形成するが、有性器官未詳の菌が病原菌のうち約1%分離されている。これらはその菌糸と菌そうの性状、菌糸の生育最高温度から、*P. zingiberum* であると推定された。

P. zingiberum は腐敗したショウガの各部位、特に地上茎基部と根茎、栽培歴のあるまたは栽培中の畑土から、年次と地域を問わずに分離され、集約度の高い作型ほど高率に検出された。一方、本病発生歴のない奈良市米谷町では本菌が全く検出されず、さらに同地区6か所の連作畑を3か年にわたり調査しても、本菌は全く分離されなかった⁹⁾。なお、本菌は、非耕地土、ショウガ栽培歴のない既耕地土、それらに生育する植物根から現在までのところ全く分離されていない(一谷, 未発表)。

以上の結果から、*Pythium zingiberum* Takahashi はわが国におけるショウガの根茎腐敗病菌であり、その栽培土壌から容易に検出されることが明らかになった。

摘 要

1976年から4年間、わが国各地のショウガ産地で根茎腐敗病菌を分離し、その菌学的検索を行ったところ、主要な形態は *P. zingiberum* と一致した。本菌は腐敗したショウガの各部位、特に地上茎基部と根茎、栽培歴のある畑土および栽培中の畑土から、年次、地域、作型を問わず、本病の発生初期から終期にかけて一般に分離され、集約度の高い作型ほど高率に検出された。*P. zingiberum* はわが国におけるショウガの根茎腐敗病菌であり、その栽培土壌から容易に検出することができる。

引用文献

1. Haware, M. P. and Joshi, L. K. (1975). Rev. Pl. Path. 54 : 272.
2. Haware, M. P. and Joshi, L. K. (1976). *Ibid.* 55 : 64.
3. 一谷多喜郎 (1980). 関西病虫研報 22 : 75.
4. 一谷多喜郎・新須利則 (1977). 日植病報 43 : 337-338.
5. 一谷多喜郎・新須利則 (1978). 同上 44 : 369-370.
6. 桂 琦一・谷岡義春 (1967). 関西病虫研報 9 : 49-55.
7. Middleton, J. T. (1943). Torrey Bot. Club Mem. 20 : 1-171.
8. Shahare, K. C. and Asthana, R. P. (1963). Rev. Appl. Myc. 42 : 41.
9. 新須利則 (1978). 植物防疫 32 : 467-470.
10. 高橋 実 (1954). 日植病報 18 : 113-118.
11. Trujillo, E. E. (1963). Phytopathology 53 : 1370-1371.
12. Waterhouse, G. M. (1967). C. M. I. Mycol. Pap. 109 : 1-15.

Plate I. *Pythium zingiberum*.

- 1, 2: filamentous zoosporangium (arrow).
- 3: terminal oogonium.
- 4: oogonium with a projection (arrow).
- 5: oogonium with diclinous antheridia.
- 6: oospore not filling the oogonium (arrow).
- 7, 8: germinating vegetative hyphal bodies.

Plate I