

連作ハウス周辺土壌からのショウガ根茎腐敗病菌Pyhium zingiberum の検出

誌名	日本植物病理學會報 = Annals of the Phytopathological Society of Japan
ISSN	00319473
著者名	一谷,多喜郎 新須,利則
発行元	日本植物病理學會
巻/号	47巻2号
巻号補足	
掲載ページ	p. 158-165
発行年月	1981年4月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



連作ハウス周辺土壌からのショウガ根茎 腐敗病菌 *Pythium zingiberum* の検出*

一谷多喜郎**・新須利則***

Takio ICHITANI** and Toshinori SHINSU***: Detection of *Pythium zingiberum* Causing Rhizome Rot Disease of Ginger from Soils of Surrounding Area of Continuous Indoor Cropping for Immature Rhizome Production*

Abstract

This study deals with the relation of distribution of the pathogen causing rhizome rot disease of ginger in soils adjacent to plastic houses to the disease outbreak in continuous indoor cropping for immature rhizome production. At least three species of *Pythium* were found in soils adjacent to plastic houses. *Pythium zingiberum*, which is less abundant than the other species, was found to be pathogenic to the young ginger plants. No definite role of the pathogen for primary infection was found although the fungus was detected in soils adjacent to the house with history of rhizome rot disease. The population of pathogen decreased rapidly in dumping place for ginger refuse. The pathogen in sufficient inoculum potentials for disease outbreak was detected most often along the drainage canal where ginger rhizomes were washed.

(Received August 21, 1980)

緒 言

連作ハウスにおける *Pythium zingiberum* によるショウガの根茎腐敗病に対しては、暫定的な防除対策が立てられていて一応の成果をあげているが^{1,5)}、最終的な防除法は確立されていない。施設における本病の防除法を確立するために、これまでにハウス内外で本菌の検出を試み、4か年にわたりその動向を調べてきた^{3,4,8,10)}。まず、ハウス内における本菌の消長を調べて本病発生との関係を求め、本病を初発生の段階で封じ込む必要があることを明らかにした^{1,5)}。しかし、根茎肥大期(4~5月)にハウス外側から本菌がハウス内部へ侵入してくると考えられる事例を各地区でしばしば観察したので、ハウス周辺土壌における汚染状況を調査した結果^{3,8)}、ハウスのビニールの外側、病株

を含むショウガ廃棄物の捨場、さらに出荷時にショウガの洗いが流入する排水溝から本菌が検出された。

ここでは、連作ハウス周辺部における *P. zingiberum* による汚染地点の分布と各地点における本菌の消長について報告する。また、汚染土壌の感染力についても考察した。

本研究を行うに当たり、終始有益な助言を賜った前大阪府立大学田上義也教授、種々ご協力を頂いた和歌山農業改良普及所坂東忠光技師、さらに本論文をまとめるに当たり、種々ご意見を頂いた高知大学小倉寛典博士に心からお礼を申し上げる。

材料および方法

調査ハウスと周辺土壌の採取 調査の対象にしたハウスの概観と新ショウガ栽培の概要は既報^{1,10)}のと

* 本論文の一部は日本植物病理学会で発表した^{3,8)}。

** 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, Nagasaki 854, Japan

おりで、6～12年間新ショウガを連作し、毎年根茎腐敗病が多少発生している産地である。調査は1976年から1980年まで5か年にわたって行った。ハウス周辺の土壌はハウス内の土壌^{1,10)}に類似した砂土である。

供試土壌は、ビニールハウスに近接する外側、罹病組織片を含むショウガやあと作物の遺体廃棄物、および残渣が堆積する場所(捨場、排水溝)から採取した。ビニールハウスに近接する外側の採土地点付近には、ハウスの出入口、くい類およびかん水用の水道せんが設置されていた。土壌の採取、その処理調整などは既報¹⁰⁾のとおりである。

***P. zingiberum* の検出・定量と生育・生存形態の観察** *P. zingiberum* の土壌からの検出・定量と生育・生存形態の観察は、既報^{2,7,12)}の直接分離法(精度は $10^1 \sim 10^4$ 個繁殖体/g乾土¹¹⁾)と希釈平板法(精度は $10^3 \sim 10^5$ 個繁殖体/g乾土¹¹⁾)で行った。

分離菌の病原性と汚染土壌の感染力 分離した

P. zingiberum を含む *Pythium* の病原性は、ショウガ幼植物を用いた土壌接種法⁹⁾により検定した。

感染力試験は、汚染土を Fig. 1 における④の地点から採集し、4個の径30cmの素焼鉢に入れ、そのうち2個を高圧間欠滅菌して対照区とした。既報⁶⁾の方法によって、種ショウガ(現在までに根茎腐敗病の発生歴がない奈良市産¹⁾)が保菌していないことを確かめ、さらに表面消毒を施し、萌芽させて完全葉が3, 4枚目となったものを1鉢当たり3個体ずつ植え、温室(12～37℃)条件下で生育させた。ショウガの生育状況と出現した病的症状を記録し、また発病部位から病原菌の分離を行い、感染力を判定した。

結 果

常発ハウスの外側土壌からの *P. zingiberum* の検出

1978年まで対象ビニールハウスを定期的に観察して

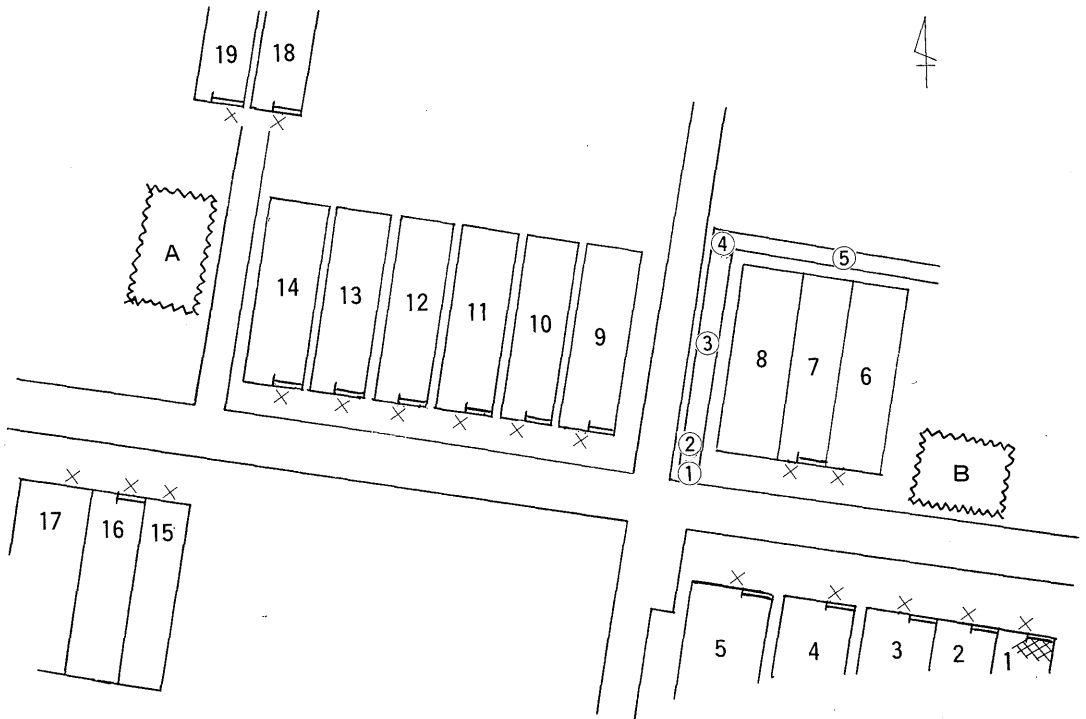


Fig. 1. Plastic houses and their surrounding soils examined.

1-19: Plastic house number. House No. 1 has the history of rhizome rot disease of ginger for several years before 1978 and house No. 15 has no disease occurrence so far.

A: Dumping place of ginger refuse used before 1977 and after 1979.

B: New dumping place made and used in 1978.

①-⑤: Sampling plot number in the drainage canal starting from washing place for ginger rhizomes.

Table 1. Frequency of detection of *Pythium zingiberum* from diseased ginger plants and their rhizospheres in plastic house with history of rhizome rot disease (1977)

Position of ginger plant in the row ^{a)}		Terrestrial stems	Rhizomes	Roots	Seed pieces	Rhizosphere	
						Soils	Plant residues
Diseased ginger plants	1	4/15 ^{b)}	4/15	4/15	1/15	11/64	53/64
	2	1/10	1/10	1/10	0/10	0/64	12/64
	3	0/10	1/10	1/10	0/10	0/64	1/64
Healthy ginger plant	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	12	0/10	0/10	0/10	0/10	0/64	0/64

a) Plant No. 1 indicates the stem of the first incidence of the disease in shaded area of plastic house No. 1 in Fig. 1. Plants 2, 3 and 12 indicate the order of the stems from plant No. 1.

b) Sample pieces of about 5 mm in length were collected from each discolored area of the plant parts and were cut into 2 segments after surface-disinfection. Almost all segments were placed onto isolation medium. The ratio of samples from which *P. zingiberum* was isolated to those examined was calculated. Soils and plant residues were collected from ca. 10 cm depth.

いたところ、毎年の梅雨期になると、Fig. 1, ハウス No. 1 に示した斜線部に ショウガ根茎腐敗病が発生することが明らかとなった。ハウス内部の土壌は毎年種 ショウガの植え付け前に消毒し、またその後この部分からは *P. zingiberum* が検出されない点から考えて、梅雨時にハウス外部の土壌などから病原菌が侵入し、発病をひきおこしていると考えられる。なお、このハウスのビニールは地中約 20cm の深さに埋められていて、ショウガ栽培期間中土壌をハウス内外に分け隔てている。

1977年、この部分のビニール内側に最も接近した部分に初発病株が発生し、そこを出発点として二次伝染が進行していることが示唆された。そこで同ハウスの初発病株をはじめとして、同一畝に生育しているショウガの地上茎、根茎などの各部位から *P. zingiberum* の検出を試み、その結果を Table 1 に示した。その結果、初発病株とその根圏からの検出率が最も高く、初発病株からハウス内部へ離れたショウガの各部位から得た試料では検出率は低かった。1979年にも調査対象外のハウスで類似した結果を得ている。

上述の常発ハウスではショウガの収穫後、D-D剤によって土壌は処理され、あと作にナスが植えられた。Table 1 から初発病株は土壌伝染の結果発病したと考えられたので、ショウガ収穫 20 日および 40 日後に Table 1 に示したショウガ株 No. 1, 2, 3, 12 の跡から病原菌の検出を試みたところ、初発病株跡の土壌から検出され、土壌伝染を裏づけるもう 1 つの結果が得られた。しかし、第一次伝染源であると考えられたハウス外（ビニールから約 15 cm 離れた地点）の土壌からは *P. zingiberum* が全く検出されず（Table 2）、非

病原性の *P. spinosum* が極めて低率であったが分離された。その他調査対象の全ハウスの出入口の、くいおよびかん水用水道せんのあるハウス外の 18 か所（Fig. 1 の×印の位置）より同様に土壌を採集し、1978年と1979年の本菌の活動期に検出を試みたが、病原菌は全く検出されず、伝染源がハウスの外部にあるという結果は得られなかった。

つぎに、上述のハウスのビニールにさらに近接（約 5 cm）した土壌から病原菌の検出を試みたところ、活動期に認められることがあり、農薬をかん注した後には検出されなくなった。なお、根茎腐敗病未発生のハウス（Fig. 1, ハウス No. 15）のビニールに近接した土壌からは、本菌は全く検出されなかった（Table 2）。

作物廃棄物捨場からの *P. zingiberum* の検出

1977年までの 6 年間、病株を含むショウガとあと作物の捨場として使われてきた場所（Fig. 1-A）は感染源としての役割を果たしていると考え、病原菌の検出を試みたところ、1978年の春から初夏にかけて一時的に本菌が検出されたが、夏以降には検出されなくなった。1978年には新しい捨場（Fig. 1-B）が設定され、そこでは翌年の初夏に本菌が検出された。しかし、捨場からの本菌の検出とハウス内における根茎腐敗病の発生程度との間には、Table 3 に示されているように、一定の関係がみられなかった。

排水溝からの *P. zingiberum* の検出

出荷時にはショウガの洗いが洗場から排水溝へ流入するが、通常は水のないこの排水溝から *P. zingiberum* が 4 か年にわたって検出されている。なお、排水溝の他の地点に比べて Fig. 1 に示した④と⑤の

Table 2. Frequency of detection of *Pythium zingiberum* from soils adjacent to the houses with or without history of rhizome rot disease of ginger^{a)}

Sampling location	Date of detection	Ratio ^{b)}	Disease severity in the year ^{c)}
About 15 cm apart from plastic sheet	Dec. 1977	0/64	Severe
	Feb. 1978	0/96	
	Mar. 1978	0/160	
	Apr. 1978	0/80	Slight (None)
	May 1978	0/80 (0/80)	
	June 1978	0/72 (0/72)	
	Aug. 1978	0/80 (0/80)	
Less than about 5 cm apart from plastic sheet	Sept. 1978	0/80 (0/80)	None (None)
	Oct. 1978	3/80	
	Mar. 1979	0/80 (0/160)	
	Apr. 1979	0/80 (0/160)	
	June 1979	1/160 (0/160)	
	Sept. 1979	0/80 (0/160)	None (None)
	Nov. 1979	0/80 (0/160)	
	Jan. 1980	0/80 (0/80)	
	Mar. 1980	0/80 (0/80)	
	Apr. 1980	0/80 (0/80)	

a) In December, 1979, echlomezol was applied as a drench around sampling plot adjacent to the house with history of the disease occurrence.

b) Ratio: Same as in Table 1. Soil was collected from the place adjacent to the house with history of the disease. The ratios in the parenthesis are those in soils adjacent to the house without history of the disease.

c) Severe: More than 250 soft rot stems. Slight: Less than 50 soft rot stems. None: No soft rot stems. These soft rot stems were figured up in 10a of field with history of the disease. Disease severities in the parenthesis are those in the house without history of the disease.

Table 3. Frequency of detection of *Pythium zingiberum* from soil in two dumping places (A and B) of ginger refuse

Date of detection	Ratio ^{a)} of detection from :		Disease severity in the year ^{c)}
	A ^{b)}	B ^{b)}	
Feb. 1977	0/160		Severe
Dec. 1977	0/56		
Feb. 1978	0/72		Slight
Mar. 1978	1/160		
Apr. 1978	0/80		
May 1978	3/80		
June 1978	0/72		
Aug. 1978	0/72		
Sept. 1978	0/80		Slight
Mar. 1979	0/80	0/80	
Apr. 1979	0/80	0/80	
June 1979	0/80	2/80	
Nov. 1979	0/80	0/80	
Jan. 1980	0/80	0/80	Slight
Mar. 1980	0/80		
Apr. 1980	0/80		

a) Ratio: Same as in Table 1.

b) A: Dumping place of the plant debris used before 1977 and in 1979.
B: Dumping place used in 1978.

c) The disease severity was estimated in the houses adjacent to the dumping places (A and B) by the same criteria shown in Table 2.

Table 4. Frequency of detection of *Pythium zingiberum* from soil samples of several plots along the drainage canal starting from washing place of ginger rhizomes

Date of detection	Sampling plots along the drainage canal ^{a)}					Disease severity in the year ^{b)}
	①	②	③	④	⑤	
July 1977	2(O, Hp) ^{c)}	1(Uc)	2(Hp, H)	3(H, Hp, Uc)	3(2H, O)	Severe
Aug. 1977	0/32 ^{d)}	0/64	0/32	4/42	13/64	
Dec. 1977	0/64	0/56	0/56			
Feb. 1978	0/80	0/80	1/80			Slight
Mar. 1978	0/80	0/80	0/80			
Apr. 1978	0/80	0/80	1/80			
May 1978	0/80	0/80	0/80	1/80	0/80	
June 1978	0/72	0/72	0/72	1/72	0/72	
Aug. 1978	0/72	0/72	0/72	5/72	4/72	
Sept. 1978	0/80			13/80		Slight
Mar. 1979				1/80		
Apr. 1979				1/80		
June 1979		0/80		1/80	7/80	
Nov. 1979				1/80	1/80	
Jan. 1980				1/80	1/80	Slight
Mar. 1980			0/80	0/80	1/80	
Apr. 1980			0/80	0/80	2/80	

a) See Fig. 1.

b) Disease severity: Same criteria shown in Table 2. The disease severity was estimated in the houses adjacent to the drainage canal.

c) Number of propagules/g dry soil, and origin of colony determined by soil dilution plate and low power microscopic observation (H:Hypha including sporangium, Hp:Humus particles, O:Oospore, Uc:Unclassified).

d) Ratio: Same as in Table 1.

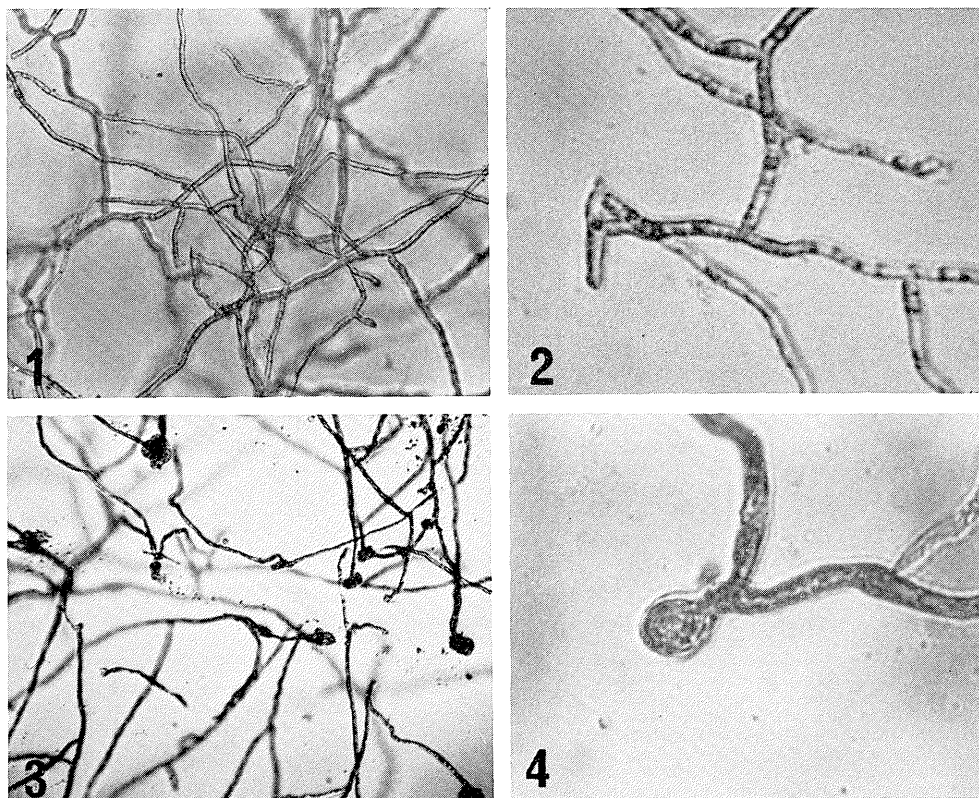


Fig. 2. Hypha or sporangium (1, 2), and zoospores (3, 4) giving rise to colony on soil dilution plates.

Table 5. Origin of colonies of *Pythium zingiberum* and damping-off of plants in naturally infested soil by flooding of drainage water with soil into the plastic house with an automatic watering system (1977)^{a)}

Date of investigation	Colonies originated from:		Total no. of damping-off of terrestrial stem
	Hypha or sporangium	Zoospore	
June 16	4	26	0
June 26	52	218	15

a) Soil was infested by flooding of drainage water into the house in June 14 and echlomezol was applied once as a drench in June 16.

地点からは、より多く本菌が検出された。これらの検出割合とハウス内における根茎腐敗病の発生との間には、Table 4 に示されているように一定の関係がなかった。

汚染土壌の感染力

1977年の梅雨時（6月14日）に Fig. 1 に示した排水溝の③地点の近くのハウス側の堤防が決壊し、汚染

土が雨水と共にハウス No. 8 内に流れ込んだ。その2日後に流れ込んだ個所の土壌中から *P. zingiberum* の菌糸片または胞子のう状のものと共に遊走子が観察された (Table 5, Fig. 2)。そこで、同日エクロメゾール乳剤（2,000倍、5 liter/m²）を流入個所の株元にかん注したが、約1週間経過して数株が発病した。その状況を Table 5 および Fig. 3 に示す。



Fig. 3. Damping-off of ginger plants raised on naturally infested soil by flooding water flowed into the plastic house from the adjacent infested drainage.

その後2か年にわたり、排水溝の各地点から本菌の検出を試みた結果、特に④および⑤は完全な汚染地点であることが明らかにされた (Table 4 参照)。

Table 6 に示すように、1980年1月18日に採集した④地点の汚染土に移植したショウガは、はじめの2週間は正常な生育を示したが、3週間目に生育の減退が認められはじめ、9週間を過ぎると地上総茎数も若干減少し、黄化・立枯れ茎を生じた (Fig. 4-1)。その地際部から *P. zingiberum* が分離された。4か月目には汚染土区の地上茎はすべて倒伏した (Fig. 4-2)。

分離菌の病原性

本調査で分離した *Pythium* の代表的菌株を鉢植えのショウガ幼植物に対して土壌接種したところ、Table 7 に示すように *P. zingiberum* は病原性で、



Fig. 4. Suppressed growth and partial damping-off (1), and complete damping-off (2) of ginger plants in 6 and 13 weeks, respectively, after transplanting into naturally infested soil obtained from drainage canal starting from washing place of ginger rhizomes.

Right: Autoclaved naturally infested soil.

Left: Naturally infested soil.

P. aphanidermatum と *P. spinosum* は非病原性であった。

Tabel 6. Damping-off of ginger plants grown in naturally infested soil taken from the drainage canal where ginger rhizomes are being washed (1980)^{a)}

Date and matters for investigation		Infested soils taken from drainage canal	
		Autoclaved	Unautoclaved
Apr. 7	Growth	Normal	Normal
Apr. 14	Growth	Normal	Somewhat delayed
May 30	Average number of healthy terrestrial stem/pot	9	2
	Average number of yellowed terrestrial stem/pot	0	3
	Average number of damping-off of terrestrial stem/pot	0	1
	Detection (ratio) of the pathogen	Roots	0/ 8
		Terrestrial stems	1/ 8
		Rhizosphere soil	3/ 16
June 23	Damping-off	No damping-off	Complete damping-off

a) Soil samples were collected in Jan. 18. Three young potted disease-free ginger plants with 3-4 true leaves were transplanted per pot (30 cm in diam.) in Mar. 24.

Table 7. Pathogenicity of *Pythium* spp. isolated from the surrounding soil in plastic houses with history of rhizome rot disease of ginger^{a)}

Place collected	<i>Pythium</i> spp. (Isolate no.)	Frequency of isolation ^{b)}	No. of seedling used	No. of rot and damping-off of seedling after incubation(days)	
				4	10
Drainage starting from washing place of ginger rhizomes	<i>P. aphanidermatum</i> (6279)	8	5(4) ^{c)}	0(0)	0(0)
	<i>P. zingiberum</i> (6283)	3	5(4)	5(4)	
	<i>P. zingiberum</i> (6284)	3	5(4)	5(4)	
Dumping place of ginger refuse	<i>P. aphanidermatum</i> (6308)	63	5(4)	0(0)	0(0)
	<i>P. zingiberum</i> (6307)	4	5(4)	0(0)	2(0)
Soil adjacent to plastic house with history of rhizome rot of ginger	<i>P. spinosum</i> (6369)	8	5(4)	0(0)	0(0)
Uninoculated control			5(4)	0(0)	0(0)

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

b) The ratio of soil samples where each of the 3 species of *Pythium* was isolated to those examined (632) was calculated. Samplings were done at eight different times from 1977 to 1978.

c) The numerals in the parenthesis are number of seedling in replication.

考 察

調査した約40aのハウス周辺の土壌(砂土)では、四季を通じて少なくとも3種の *Pythium* が検出・分離されたことから、これらの菌が土壌中に生息していると考えられる。そのうち、*P. spinosum* はハウス内外の土壌から検出されたが、ショウガに対しては病原性を示さなかった。*P. aphanidermatum* はあと作物(カブ、ダイコン、ナス)およびショウガ廃棄物の捨て場でひんぱんに検出され、ショウガの洗いが流入する排水溝でも認められた。しかし、*P. aphanidermatum* にもショウガに対する病原性が認められず、これは既報の結果⁹⁾と一致した。また、これら2種の *Pythium* はいずれも罹病組織内からは分離されず、根茎腐敗病に関与していないと考えられる。ただし、*P. aphanidermatum* については、立毛中にショウガの根茎を腐敗させるとも言われている¹³⁾ので、さらに検討を要する。

上述の2種の *Pythium* とは異なり、ショウガの根茎腐敗病をおこす *P. zingiberum* は、本病の常発ハウスまたはその隣接ハウスのビニール外側付近の土壌、捨て場や排水溝の土壌から、低率ではあるが乾土1g当たり $10^1 \sim 10^3$ 個の繁殖体として検出された。本菌のショウガに対する発病最少菌量は明らかでないが、常発ハウス付近の土壌中あるいは排水溝で長期間生存し続けており、第一次伝染源としての可能性が強く示唆された。本菌は根茎腐敗病株を含むショウガ廃棄物の

捨て場から一時的に検出されるが、そこでは消滅が速いようである。ショウガ根茎表皮片などが収穫時に洗水と共に流入し堆積する排水溝の土壌の汚染度は、根茎表皮片などが多く堆積しやすい地点ほど高かった。排水溝の汚染土は、ハウス内に混入すると遊走子の活動も認められ、感染力も確認された。

以上の結果から、ショウガの根茎腐敗病菌 *P. zingiberum* による汚染地はショウガ連作ハウスの周辺部に存在し、本菌が継続的に集積すると感染力も認められることが明らかになった。しかし、汚染土における本菌の衰退は速かで、引き続いて集積することがなければ、本菌をハウス周辺部に封じ込めることは容易であると考えられた。

一方、常発ハウスのビニール外側付近の土壌の汚染調査でみられたように、きわめて少数個生存する *P. zingiberum* が第一次伝染源になり得るか否かは、本報告に関する限り明らかにすることができなかった。しかし、本菌が検出限界以下の菌数でハウス周辺部に生存する場合でも、ハウス内部へ侵入し根茎腐敗病をおこすと考えられる事例が各地区で観察されており、この場合の発病環境要因の解析を行うことは今後の問題として残されている。

摘 要

本研究は、連作ハウス周辺土壌中におけるショウガ根茎腐敗病菌 *P. zingiberum* の分布、消長ならびに感染力について調べたものである。

1. 調査ハウスの周辺土中には少なくとも 3 種の *Pythium* が生息しており、そのうち *P. zingiberum* のみがショウガに明らかな病原性を示した。周辺の汚染土からの *P. zingiberum* の分離率は、四季を通じて平均数パーセントであった。

2. 常発ハウスのビニール外側付近の土壌には本菌が生存しているが、第一次伝染源としての役割は明らかでなかった。

3. ショウガ廃棄物の捨場には本菌が生存しているが、比較的短期間に検出されなくなった。

4. ショウガの洗いが流入する排水溝には、本菌が長期にわたって生存しており、明らかに感染力を有していることが認められた。

引用文献

1. 一谷多喜郎 (1980). 関西病虫研報 22: 7-11.
2. 一谷多喜郎 (1980). 同上 22: 75.
3. 一谷多喜郎 (1980). 日植病報 46: 389.
4. 一谷多喜郎・坂東忠光 (1978). 同上 44: 86.
5. 一谷多喜郎・坂東忠光・西村庄作 (1980). 同上 46: 87.
6. 一谷多喜郎・築尾嘉章 (1980). 同上 46: 541-543.
7. 一谷多喜郎・新須利則 (1978). 同上 44: 369-370.
8. 一谷多喜郎・新須利則 (1979). 同上 45: 101-102.
9. 一谷多喜郎・新須利則 (1980). 同上 46: 435-441.
10. 一谷多喜郎・新須利則 (1981). 同上 47: 151-157.
11. 一谷多喜郎・田中安彦・田上義也 (1980). 同上 46: 86-87.
12. 望月寛人・一谷多喜郎・田上義也 (1975). 関西病虫研報 17: 115.
13. Shahare, K. C. and Asthana, R. P. (1962). Indian Phytopath. 15: 77-78 (Rev. Appl. Myc. 42: 41).