

ニンジンしみ腐病の発生生態と防除

岐阜県農業総合研究センター 棚 橋 一 雄*

れたのでその概要を紹介したい。

はじめに

ニンジンにはビタミンAに富む重要な根菜として需要が多く、全国的に種々の作型とそれぞれに適応した品種が栽培されてきた。岐阜県内の一大産地である各務原市は木曾川右岸に位置する火山性の黒ぼく（表層多腐植質黒ぼく土）の畑作地帯であり、従来はムギ・サツマイモ等の畑作が中心であったが、1962年ごろから短根ニンジンの栽培が始まり、年々増加して1968年には冬ニンジン、1970年には春夏ニンジンの指定産地として指定されるなど、全国的にも有数の産地になっている。また、1968年ごろからはトンネル資材等を利用した春夏穫りの新作型も導入され、年2回の栽培がされるようになり、5~7月、10~12月を中心に中京・関西・北陸市場等へ出荷されている。当地域の作型は図-1に示すように1~2月播種、5~7月収穫の春夏作、7~8月播種、10~12月収穫の秋冬作の二作型で、圃場への作付けは、年間1.5~1.6作にも及び、昨年の出荷量は7,800t（春夏ニンジン150ha, 4,200t, 秋冬ニンジン230ha, 3,600t）となっている。

ニンジン根部にしみ症状を呈する障害（通称「しみ症」）は、1970年ごろより発生が認められ、収穫物の発病被害による収量減はもとより、「Post-harvest Disease」としても重要で、品質低下や出荷品への混入による信用低下の要因となっていた。筆者らは生態系活用型農業の試験研究推進（山田, 1992）の中で、しみ腐病の発生要因、防除対策を検討してきたところ、若干の知見が得ら

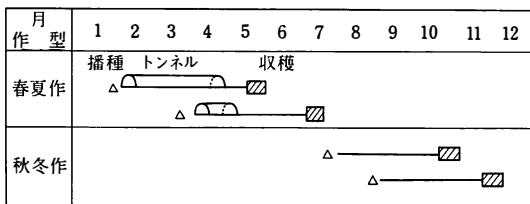


図-1 各務原市におけるニンジンの作型

* 現 岐阜県伊奈波農業改良普及所

Epidemiology and Control of Brown-blotted Root Rot in Carrot. By Itsuo TANAHASHI

I 発生実態

1987年11月に収穫されたニンジンの根部障害について30圃場を対象に調査した結果（北島, 1991）, しみ腐病の被害株率が10%以上あった圃場は約63%あり、一方、無発病圃場は7%で、本病に原因する被害が大きいことが明らかとなった（表-1）。ニンジン栽培圃場は下層に不透水性の黄褐色粘土層があるため、一部に暗渠設備があるものの排水条件が中~不良の圃場が半数以上を占め、しかも5年間に5作以上のニンジンを作付けした圃場が80%以上あり、なかには9~10作の過度の連作圃場も約10%あり、これが本病の多発要因になっていると考えられた（表-2）。

II 病徴

しみ腐病の病徴は、長井ら（1984）の報告にもあるが、茎葉部には被害が認められず、直根部に初め1~2mmの水浸状褐色斑点を生じる。その後、2~5mmの横長で中心部がややくぼんだ褐色の水浸状病斑（いわゆるしみ症状）を形成するが、なかには中央部に縦の亀裂を

表-1 しみ腐病の発生程度別圃場割合（北島, 1991）

圃場の被害株率	発生圃場率
0	6.7%
1~5	16.7
5~10	13.3
10~25	50.0
25~50	10.0
50~	3.3
調査圃場数	30

表-2 ニンジン栽培圃場の条件（北島, 1991）

項目	農家割合
排水状況	良: 30, 中: 53, 不良: 17
暗渠の有無	有: 23, 無: 77
ニンジン作付回数 (1982~86)	4作以下: 10, 5~6作: 33 7~8作: 37, 9~10作: 10, 不明: 10

生じたり、進展すると5 mm以上の大型病斑となり腐敗を伴う場合もあった。また、直根の病斑が収穫期に限られるのに対し、細根の被害は生育初～中期から認められ、収穫時の側根は一部が褐変したり、腐敗しているため脱落しやすくなっていた(図-2)。アメリカではMILDENHALLら(1971)が*Pythium sulcatum*によるBrown rootとして、幼～成植物での主根部の分岐や側根の褐変、KALUら(1976)が、Root diebackとして側根の褐変などの被害を報告している。

III 病原菌

我が国のニンジン根部にしみ症状を示す病害には、*Rhizoctonia solani*による根腐病(長井ら, 1971), *Pythium sulcatum*によるしみ腐病(渡辺ら, 1984, 1986), *Cylindrocarpon obtusisporum*による褐色根腐病(桑田ら, 1985), *Fusarium solani* f. sp. *radicicola*による乾腐病(清水ら, 1985)等が知られている。諸外国では、東スコットランドやカリフォルニアなどで*Pythium violae*によるCavity spotが報告されている(GROOMら, 1985; WHITE, 1986, 1988; VIVODA, 1991)。

ニンジンしみ腐病の病原菌とされる*Pythium sulcatum*は、MILDENHALLら(1971)によりウィスコンシンやフロリダのBrown rootから未同定菌として分離され、その後、PRATTら(1973)により新種として記載されたものである。国内では長井ら(1984)により、千葉市や船橋市で発生しているニンジン直根部のしみ症状の原因が本菌によるものであり、しみ腐病(Brown-blotted Root Rot)と報告された。

一方、本県各務原市の秋冬ニンジン産地で直根部に発生している被害、いわゆる「しみ症」病斑部から病原菌の分離を行った結果(表-3)、*Pythium*属菌が高率に分離された(棚橋ら, 1990)。分離された*Pythium*属菌は渡辺ら(1984, 1986)の報告と同様に、ニンジン直根部に

病原性を示し、CMA培地上での生育は25°Cで7.6～11.3 mm/日と遅く、その形態から*P. sulcatum*と同定された。

収穫後の発病圃場に残る細根からの*Pythium*属菌の分離は、景山ら(1980)の*Pythium*属菌の選択培地(Cornmeal Agar 17g, Pimaricin 5 mg, Agrimycin 100 mg, PCNB(WP75%) 130 mg)を用いて行った。細根は1～2 cmに切断し24時間水洗後、殺菌水で2回洗浄して、濾紙で十分水分を取り除いた後、培地上に置床し1～2日後に伸長してきた菌糸先端部を単菌糸分離し、CMA斜面培地で保存して種の同定を行った。

細根からは生育速度の異なる*Pythium*属菌が分離され、このうち生育速度の遅い菌株の形態を観察すると、胞子のう(Hyphal swelling)は直径6～30 μm(平均15.3 μm)、蔵卵器は表面平滑、頂生または間生でまれに1本の突起が認められ、直径10～25 μm(平均19.2 μm)であった。蔵精器は通常1～2本でまれに3本あり、膨潤で大きくくびれ(みぞ)があり、卵胞子は非充満で表面平滑で9～25 μm(平均17.7 μm)であった。これらの生理的・形態的特徴から、PRATTら(1973)、渡辺ら(1984, 1986)の報告や本県の主根部のしみ症状に関与する菌と同じ、*Pythium sulcatum*と同定され、その分離率は表-4に示した(図-3～5)。

細根から分離される*P. sulcatum*は秋冬ニンジンの収穫直後の11月11日には、70%以上の高い分離率を示したが、その後分離頻度はしだいに低下して、3月には

表-3 ニンジン直根被害部から分離される病原菌(1987)

圃場	発病株率 (%)	供試斑点数	糸状菌の分離率 (%)	
			<i>Pythium</i> 属菌	<i>Fusarium</i> 属菌
1	21	13	85	0
2	23	17	41	12
3	36	24	88	12
4	85	32	67	19
5	32	42	74	19

表-4 ニンジン根部からの*Pythium*属菌の分離

置床部位	供試数	採取日 (月/日)	分離率 (%)	
			<i>P. sulcatum</i>	<i>Pythium</i> sp.*
細根	72	11/11	72.2	4.2
〃	54	1/25	33.3	22.2
〃	55	3/2	1.8	89.1
主根	4	11/11	100.0	0

*: *P. spinosum*, *P. irregulare*

収穫: 11/4, 11/11, 播種: 7/15

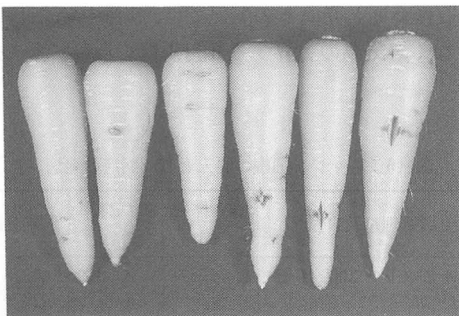


図-2 ニンジン主根の病徴(左:しみ症状, 右:亀裂)

ほとんど分離されなかった。これは細根の腐敗が進み、*P. spinosum* や *P. irregulare* 等の生育の早い *Pythium* 属菌が分離されるようになったためと考えられる。

収穫時に認められる細根部の褐変は、生育初・中期にも認められ、播種75日後(5月中旬)の細根褐変部からも、*P. sulcatum* が分離され、ニンジンの生育の早い時期から細根への感染があるものと考えられた(未発表)。

IV 伝染経路

Pythium 属菌は代表的な土壌伝染性病害の一つであ

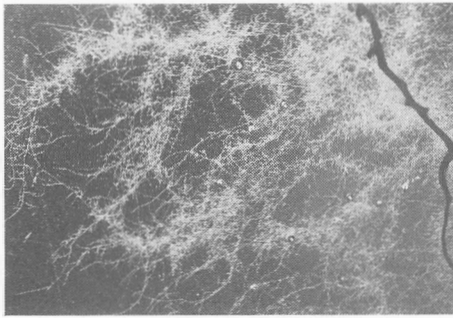


図-3 細根から伸長した *Pythium* 属菌の菌糸

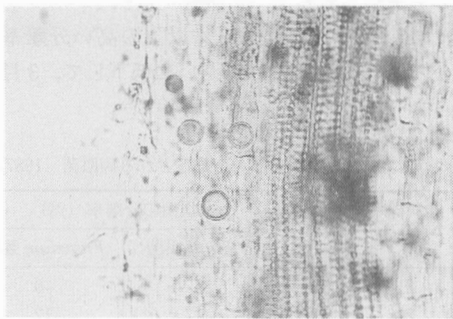


図-4 細根中に認められる *Pythium* 属菌の卵胞子

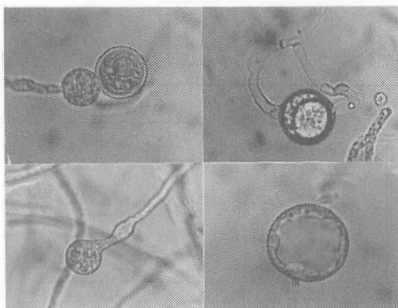


図-5 細根から分離された *P. sulcatum* (景山原図)

り、罹病宿主組織や植物残渣中で耐久体(球状胞子のうや卵胞子)の形で生存し、組織の分解・消失に伴って土壤中に放出される。これら耐久体は長期間生存できると考えられているが(一谷, 1981, 1984; 木曾, 1984; 草刈ら, 1984), その伝染法について解明されている種は比較的少ない。

望月ら(1978)は、*P. aphanidermatum* について畑土壌での生存は残渣上や土壌粒子上の多くが卵胞子の形で、景山ら(1982)はインゲン連作圃場に存在する *P. paroecandrum* や *P. spinosum* について、感染組織中に形成された球状器官(卵胞子や胞子のう)が、その後組織が分解されるのに伴い土壤中に遊離されると報告している。また、東條ら(1992)はそさい畑土壌での *Pythium* 属菌の種類は季節により異なり、その生存形態は季節により変動はあるものの、卵胞子が四季を通じて40%余りを占めているとしている。

ニンジンしみ腐病の発病部位は主根及び細根であるが、収穫後の発病圃場に残る細根が次作の発病に与える影響について検討した(棚橋・景山, 1993)。その結果、発病圃場から採取した細根をクロルピクリン 20 l/10 a 処理した圃場に混入すると、発病圃場で栽培した場合と同様に病徴が再現された(表-5)。前述(表-4)のように細根からは *P. sulcatum* が分離され、発病圃場の細根内には、多数の *Pythium* 属菌の卵胞子が認められていることから(図-4)、細根に感染した *P. sulcatum* が細根とともに土壌中に残り、本菌の主要な伝染源になっているものと考えられた。

V 発生生態

本病の発生に及ぼす気象要因の影響について明らかにするため、収穫前の降水量と気温(1989~92)について調査した結果、本病の発生は収穫前(収穫前10日間)に降雨のなかった1990年には発病が少なく、連続した降雨のあった1991~92年には発病が多かったことから、土壌水分が保持されるような降雨が必要と考えられた。また、収穫時期と発病との関係では、5月中旬や11月収穫で少なく、気温の上昇する6月以降の収穫で多くなっ

表-5 ニンジン細根の混入としみ腐病の発病

土壌処理剤及び量	調査株数 (本)	発病株率 (%)	発病度
クロルピクリン 20 l/10 a	47	29.8	13.8
〃 + 細根	88	68.2	43.2
無処理(発病土)	85	52.9	28.2

表-6 ニンジン収穫期の気象条件(収穫前10日間)としみ腐病の発病

収穫期	降水量(mm)	降水日数(日)	平均気温(°C)	しみ腐病発病株率(%)
1992 5/15	135.5	7	16.3	1.2
5/19	96.5	6	17.1	1.1
6/1	30.5	8	17.8	38.8
1991 6/3	154.5	8	20.3	19.5
1990 5/29	0.0	1	19.6	4.5
1989 11/15	56.0	7	16.3	4.5

表-7 ニンジン収穫時期としみ腐病の発病

播種期	収穫期	調査株数	発病株率	AB品率
1/17	5/15	136(本)	2.2(%)	78.7(%)
〃	5/19	148	5.6	67.6
2/12	6/1	165	38.8	24.8

た(表-6, 7)。深見ら(1988)は収穫時期と発病との関係から5月下旬~6月上旬には発病が少なく、6月下旬~7月上旬の梅雨期には多く、典型的な病斑を認めている。

地温の影響についてはNAGAIら(1986)は、接種試験を行った結果20~30°Cの範囲では25°Cでの発病が最も高かったものの、13~20°Cの範囲でも高い発病を認め、土壌水分との関係では、地温20°Cの場合土壌の過湿が3日間以上で多発したことを報告している。VIVODAら(1991)は*P. violae*によるCavity spotの発病が、15~25°Cの間では15°Cで激しく、温度が上昇するにしたがって低下し、さらに24~48時間の湛水状態で病斑数が増加するとした。

春夏作における窒素施用量としみ腐病の発病について調査した結果、発病は窒素吸収量が多いほど増加する傾向($r=0.813^{***}$)があり、特に窒素吸収量が8 kg/10 a以下では少なく、10 kg/10 aを超えると多発する傾向があった(北嶋, 1991)。

VI 防除対策

1 耕種的対策

春夏作における播種期としみ腐病の発病は表-7に示すように、2月中旬播き6月上旬収穫では発病株率は39%と多かったが、1月中旬播き5月中旬収穫では2.2~5.6%と少なく、早播きによる発病数の減少が期待できた。また、収穫期を中心に保温に利用した中型トンネル資材を利用して雨よけを行ったところ、慣行の露地と比較して発病が約1/6となり、しみ腐病の発生回避効果

表-8 雨よけ被覆としみ腐病の発病

雨よけの有無	調査株数(本)	発病株率(%)
有	258	6.6
無	165	38.8

雨よけ被覆期間: 4月21日~6月1日

収穫期: 6月1日

表-9 土壌処理剤のしみ腐病に対する効果

土壌処理剤及び量	調査株数(本)	発病株率(%)
クロルピクリン 20 l/10 a	47	29.8
ダゾメット 20 kg/10 a	71	40.8
〃 30 kg/10 a	88	10.2
無処理	85	52.9

が高く、正品率も向上した(棚橋ら, 1993)。

2 薬剤

土壌くん蒸剤の効果について7月15日播きの秋冬作ニンジンで検討した結果、播種20日前に処理を行い、2回のガス抜き後播種したところ、ダゾメット微粒剤30 kg/10 aの効果が高く、ダゾメット微粒剤20 kg/10 a、クロルピクリン剤20 l/10 aも有効であった(表-9)。また、WHITE(1986)は*Pythium*属菌によるCavity spotやRoot diebackに対して、臭化メチルによる土壌くん蒸効果を認めている。

深見ら(1987)はしみ腐病に対して、梅雨時のメタラキシル粒剤の効果について生育期散布が、LYSHOLら(1984)、WHITE(1986, 1988)はCavity spotに対して、種子処理及び生育期の土壌灌注効果が高いことを認めているが、WHITEら(1988)は17種の*Pythium*属菌のうち、*P. sulcatum*や*P. dissotocum*等では感受性が低下していることを報告している。

おわりに

ニンジン主根部にしみ状病斑を起こす*P. sulcatum*は、*P. violae*などとともに培地上での生育の遅い種に属し、作物に対する被害も収穫期の主根部に対して著しく、苗立枯れに関与する*Pythium*属菌とは、その感染生理や発生生態は異なり不明な点も多い。これらの種の土壌中における菌量及び生存形態の把握は、防除上重要になると考えられる。VIVODAら(1991)は*P. violae*の定量法として、土壌希釈平板法は*P. ultimum*など生育の早い種が生育するため不適切であり、ニンジン種子によるTrap法により可能であると報告している。また、ニンジン根部の障害には種々の*Pythium*属菌が関与すると考えら

れ (WHITE, 1988; LIDDELLら, 1989), 土壌中における各種 *Pythium* 属菌の生態把握が必要と考えられる。

本県のニンジン産地は都市近郊にあるため, 土壌くん蒸の利用は難しいが, ダズメット剤についてはネコブセンチュウに登録があり, しみ腐病への登録拡大が望まれる。また, *Pythium* 属菌に活性の高いメトラキシル剤は, 作物登録がなく使用できない。筆者らは本病の早播きや雨よけなど耕種防除対策による回避効果を認めた。全圃場に適用することは難しく, さらに有効な防除体系の確立が望まれる。

引用文献

- 1) 深見正信ら (1987): 関東東山病虫研報 34: 85~87.
- 2) ———ら (1988): 同上 35: 69~70.
- 3) GROOM, M. R. and D. A. PERRY (1985): Trans. Br. Mycol. Soc. 84: 755~757.
- 4) 一谷多喜郎 (1981): 植物防疫 35: 123~126.
- 5) ——— (1984): 同上 38: 212~217.
- 6) 景山幸二・宇井格生 (1980): 日植病報 46: 542~544.
- 7) ——— (1982): 同上 48: 308~313.
- 8) KALU, N. N. et al. (1976): Can. J. Plant Sci. 56: 555~561.
- 9) 木曾 皓 (1984): 植物防疫 38: 245~249.
- 10) 北島敏和 (1991): 岐阜県農総研センター研報 4: 1~35.
- 11) 草刈真一・田中 寛 (1984): 第12回土壌伝染病談話会: 86~93.
- 12) 桑田博隆ら (1985): 北日本病虫研報 36: 155~156.
- 13) LIDDELL, C. M. et al. (1989): Plant Disease 73: 246~249.
- 14) LYSHOL, A. L. et al. (1984): Plant Pathology 33: 193~198.
- 15) MILDENHALL, J. P. et al. (1971): Plant Dis. Rep. 55: 536~544.
- 16) 望月寛人ら (1978): 関西病虫研報 17: 115.
- 17) 長井雄治・深津量栄 (1971): 日植病報 37: 369 (講要).
- 18) ———ら (1984): 同上 50: 393 (講要).
- 19) NAGAI, Y. et al. (1986): Ann. Phytopath. Soc. Japan 52: 278~286.
- 20) PRATT, R. G. and J. E. MITCHELL (1973): Can. J. Bot. 51: 333~339.
- 21) 清水節夫ら (1985): 日植病報 51: 333 (講要).
- 22) 棚橋一雄・山田偉雄 (1990): 関西病虫研報 32: 51.
- 23) ———ら (1993): 同上 35: 94.
- 24) ———・景山幸二 (1993): 日植病報 59: 299 (講要).
- 25) 東條元昭ら (1992): 関西病虫研報 34: 11~16.
- 26) VIVODA, E. et al. (1991): Plant Dis. 75: 519~522.
- 27) 渡辺恒雄ら (1984): 日植病報 50: 393~394 (講要).
- 28) WATANABE, T. et al. (1986): Ann. Phytopath. Soc. Japan 52: 287~291.
- 29) WHITE, J. G. (1986): Ann. appl. Biol. 108: 265~273.
- 30) ——— (1988): ibid. 113: 259~268.
- 31) ——— et al. (1988): ibid. 113: 269~277.
- 32) 山田偉雄 (1992): 植物防疫 46: 461~465.

新刊紹介

「日本原色植物ダニ図鑑」

江原昭三 編

A5判, 298頁, 定価13,000円

全国農村教育協会 8月発行

(〒110 東京都台東区台東1-26-6)

「日本原色植物ダニ類図鑑」が全国農村教育協会から出版された。鳥取大学江原教授の編集, 執筆陣は実際に活動している著名な23氏で, 天敵も含むダニの主要種が88種と, ダニ以外の天敵8種が解説されている。ダニにはハダニ類やサビダニ類など, いわゆる害虫のほか, 天敵であるカブリダニ科10種と土中の自由生活者と言われているササラダニ類5種も含まれているが, ササラダニの植物加害, とくに果実の加害は私には新発見である。

本を開いてまず驚くのは写真の大きさと色彩と鮮明さである。あの小さな被写体を深い焦点深度で撮影している技術には感心させられる。私たちも日本植物防疫協会

から果樹の病害虫の本を出版したが, その際, 写真を大きくするか, 小さくして多くを含めるかが議論になった。やはり写真は大きいほうが見やすいと感じた。

種の判別には必要である形態図が掲載されているのは, さすがに分類の専門家が多く参加しているからこそのであろう。被害葉などの写真が含まれているのも, 現場に関係している者には便利である。

第2部として, ダニの検索表を含めて, 生態の概説, 植物別寄生ダニ一覧表のあることは, 他の本を参考にしなくてもすむことが多いので, 読者に親切である。特にハダニ類とフシダニ類の検索表では, 日本産の全種が含まれているので, 農業上重要なグループだけに利用価値が高い。

各ダニの写真と解説が見開きになっているのは, 大変便利であるが, そのためコストが上がったのか, 価格が少々高い(13,000円)のが難点と言えよう。

それにしても, ダニ類の生態や防除に関係している研究室, 研究機関, 大学に, さらに研究者個人にも必須の本の1冊である。 (果樹誌 是永龍二)