

〔徳島農技セ研報 No. 6〕
27～36 2019

徳島県内のナシ萎縮病常発圃場における チャアナタケモドキ近縁種の子実体発生状況、 樹幹部感染状況及びナシ萎縮病発病関与の可能性^{*1}

今井健司・犬伏要輔^{*2}

Appearance of fruit body, infection status of stem and possibility participation with Japanese pear dwarf disease by related species of *Fomitiporia torreyae* in Orchard having frequently symptoms of Japanese pear dwarf disease in Tokushima prefecture.

Kenji IMAI and Yosuke INUBUSHI

要

約

徳島県内のチャアナタケモドキを病原菌とするナシ萎縮病が常発しているナシ園では、本病原菌を含む多数の木材腐朽菌子実体が確認されているが、菌種や本病発病との関連性は不明である。そこで、本病発病樹率が平均52%である現地ナシ3圃場において、木材腐朽菌の発生樹割合及び菌種について調査した結果、発生樹割合は50%であり、菌種の内訳は、ウズラタケ49%、チャアナタケ、*Phellinus* sp. が20%、16%、チャアナタケモドキが3%であった。ウズラタケ以外はチャアナタケモドキ近縁種子実体であり、それらが多く確認され、本病原菌子実体の発生割合は大幅に少ないことから、近縁種も本病の発病に関与する可能性が疑われた。そこで発病樹率に関する疫学的調査やポット苗を用いた病原性確認試験によって本病との関連性を調べたが、近縁種が発病に関与する可能性は示されなかった。また、樹幹主枝分岐部より木材腐朽菌を分離して求めた樹体感染率からベイズ推定による事後分布を求めた結果、近縁種は発病に関与しない可能性が示された。以上のことから、本調査で確認された近縁種は本病の発病に関与しないことが推察された。

キーワード：ナシ萎縮病、腐朽病害、チャアナタケモドキ、チャアナタケ、ベイズ推定

keyword: Japanese pear dwarf disease, wood decaying fungus, *Fomitiporia torreyae*, *Fomitiporella umbrinella*, bayesian estimation

緒 言

ナシ萎縮病は、春先の展葉直後の葉が萎縮、波打や小型化、葉縁、特に先端部に黒変した枯死部を生ずる等の病徴を示し、重症化すると枝や樹全体の枯死に至る。佐久間ら¹⁾によって日本植物病名目録に記載されてはいた

が、長い間、病原菌は不明であった。本病は木材腐朽菌の *Phellinus* 属菌が病原であることが明らかになった(塩田ら¹²⁾)。その後、金子ら⁴⁾による子実体の形態的特徴からナシ萎縮病菌は *Fomitiporia* sp. (和名：チャアナタケモドキ) と同定され、Ota et al.⁸⁾によって本病原菌の種小名が決定され *Fomitiporia torreyae* となった。

¹本報告の一部は平成28年度日本植物病理学会大会で発表した。 ²現徳島県経営推進課。

第1表 調査圃場の概要

市町村名	圃場番号	品種	圃場面積	調査樹数(2016年) (成木樹※ ¹)
松茂町	M20	幸水	9a	57
松茂町	M36	幸水	20a	109
鳴門市	H12	幸水	20a	85
鳴門市	B7	幸水, 豊水, 新高	40a	221

※1 目視で約15年生以上の樹を成木樹と判断した

ナシ萎縮病菌 *F.torreyae* の生活環については以下のよう
に推定されている。子実体から飛散した担子胞子がナ
シ樹の組織に感染し、樹内部に菌糸を蔓延させ、萎縮病
を引き起こす。その後、樹体の衰弱あるいは枯死に伴っ
て樹上に子実体を形成し、そこから担子胞子を再び飛散
させる。

本病は全国のナシ産地で問題視されており、本県では
1998年頃から本病の発病が顕著になり、2007年の調査結
果から本病は拡大傾向にあることが明らかとなった（辻
ほか、未発表）。

更に現地ナシ園では高齢樹の割合が高いため、*F.
torreyae* を含め多数の木材腐朽菌子実体が発生し、これ
らの感染はナシ樹に対して腐朽病害や本病の原因になる
等、栽培上問題を引き起こしている。

そこで、本県内の本病が常発しているナシ園における
本病の発病状況や木材腐朽菌子実体の発生状況、菌種の
特定及び本病発病樹との関連性について調査した。この
時に採取した子実体から分離した菌による病原性確認試
験も行った。

また、ナシ萎縮病菌がナシ樹に感染する部位として、
樹幹主枝分岐部周辺から最も多く検出されることを塩田
ら¹³⁾、押田¹⁰⁾が報告していることから、本病発病状況の
調査途中で樹幹主枝分岐部を残して廃園となったB7圃
場の樹を対象に主枝分岐部における木材腐朽菌の感染状
況について調査した。

以上の調査からチャアナタケモドキ近縁種が本病の発
病に関与する可能性について報告する。

材料及び方法

1 調査圃場の概要

本病が常発している徳島県鳴門市及び板野郡松茂町の
現地ナシ栽培4圃場（M20, M36, H12, B7）を対象とし
た（第1表）。なおB7圃場は2016年に廃園となり、園
内の全樹が樹幹主枝分岐部を残して切除された（第1
図）。



第1図 B7ほ場におけるナシ樹幹主枝分岐部を
残して樹の主枝が切除された状況(2016年)

2 ナシ萎縮病の発病樹調査

2013～2014年にB7圃場、2014年～2016年にM20、
M36、H12圃場において、本病の病徴が明確となる4～
5月に発病調査を行った。圃場内の全成木樹（目視で約
15年生以上を成木樹と判断）を対象に、展開した新葉に
発現している病徴を目視で調査し、本病の発病樹率を求
めた。

3 木材腐朽菌の子実体発生樹調査と種の分類

2014～2016年にかけて木材腐朽菌の子実体発生が終息
する10～11月にM20、M36、H12圃場において、全成木
樹を対象に調査当年に発生したと見られる木材腐朽菌の
子実体を目視で確認し、発生樹率を求めた。2014年は旧
Phellinus 属(*Fomitiporia* 属, *Fomitiporella* 属, *Fuscoporia*
属等, *Phellinus* 属から新規に分類された属も含めて旧
Phellinus 属とした)子実体のみを対象とした。2015～2016
年は全木材腐朽菌子実体を対象として、累計497樹を調
査した。種の同定は一般財団法人日本緑化センター発刊
「緑化樹木腐朽病害ハンドブック」²⁾を参考に子実体の
外観から分類した。なお旧 *Phellinus* 属の子実体は外観
からの正確な分類が困難であるため、チャアナタケモド
キ、チャアナタケは種特異的プライマーを用いたPCR
法により種の同定を行った。

まず、子実体からの DNA 抽出は、杉山ほか¹⁴⁾の簡易 pK 法を一部改変して用いた。採取した子実体 0.05g を切り取り、ビーズ式細胞破碎装置「MicroSmash™MS-100」(株式会社トミー精工)を用いて破碎し、1 mL の TNE 緩衝液 (10mM Tris-HCl, 150mM NaCl, 10mM EDTA, 1 % SDS) に 20mg/mL のプロテアーゼ K を含む混液にホモジナイズした後、65℃ で 1 時間、インキュベートした。その後、等量のフェノール/クロロホルム/イソアミルアルコール混液 (体積比 25:24:1) を加え十分攪拌した後、15,000rpm で 10 分間遠心分離を行った。上清を回収し滅菌蒸留水で 100 倍希釈したものを PCR の鋳型とした。

チャアナタケモドキの種特異的プライマーは、FP-f2, FP-r1¹⁵⁾、チャアナタケの種特異的プライマーは Fumb-F1, Fumb-R1¹⁶⁾を用いた。

PCR は 1 µl の 鋳 型 DNA 溶 液 と 1 ユ ニ ッ ト の TaqDNA ポリメラーゼ (BIOTAQ™, 東洋紡) を用いて、緩衝液は 5 µl の Ampdirect® Plus 溶液 (株式会社島津製作所) を加え、最終 10 µl に調整して反応させた。反応条件は、①熱変性 (95℃ 30 秒間)、②アニーリング (55℃ 30 秒間)、③伸長反応 (72℃ 30 秒間) を 1 サイクルとし、40 サイクル行った。サーマルサイクラーは (MJ Mini, BIO-RAD) を用いて行った。

全体の子実体発生樹割合は、菌種の発生が重複している樹は 1 樹として割合を求めた。

また菌種が不明な木材腐朽菌は DNA 抽出を行った後、ITS1-F と ITS4-R のユニバーサルプライマーを用いて 1 µl の鋳型 DNA 溶液を用い、前述の PCR を行った。反応条件は、前述の条件と同じで実施した。PCR 産物は FastGene Gel/PCR Extraction Kit (日本ジェネテクス株式会社) を用いて精製後、塩基配列の解析は株式会社シグマアルドリッチ・ジャパンの DNA Sequencing 受託サービスに依頼し、rDNA の ITS 領域の塩基配列に対して NCBI (The National Center for Biotechnology Information) による BLAST 検索により種の推定を行った。

4 子実体発生樹とナシ萎縮病発病樹との相関性

調査 3 圃場 (M20, M36, H12) における旧 *Phellinus* 属の子実体発生樹と本病発病樹との関連性を調べるため、後ろ向きコホート研究の手法を用いた。チャアナタケモドキ、チャアナタケ、*Phellinus* sp. の各菌種の子実体発生樹をリスク要因の行とし、本病の発病結果を列とした 2 × 2 分割表を作成し、Fisher の正確確率検定を用いてオッズ比を求めた (両側検定)。計算には統計アプリ

ケーション R.version3.6.0 を使用した。

5 採取した子実体由来菌株のナシ樹に対する病原性確認

現地圃場より採取した子実体のナシ樹に対する病原性を確認するため、塩田ら¹²⁾の方法に準じ接種試験を行った。子実体からは常法によりポテトデキストロース寒天培地 (PDA, Difco 社) に分離した菌株を用いて、広葉樹オガ粉フスマ培地上で 25℃, 暗黒条件下で 8 週間培養し、得られた 8 菌株を接種源として用いた。供試植物はナシ ‘幸水’ (樹齢 1 年生) を 30L 鉢で養生したものを用いた。1 菌株当たり 7 樹に接種し、菌種毎に 3 菌株、計 21 樹に接種した。チャアナタケモドキは 2 菌株を子実体由来菌株とし、1 菌株は対照菌株として本病の病原菌である PD001 菌株 (腐朽部由来) を接種した。2014 年 7 月 29 日に供試植物の主幹形成層から木質部まで深く切り込みを入れ、接種源を培地ごと埋設し、接種部位をパラフィルムとビニールテープで保護し、無加温ガラス室に静置した。2015 年 5 月 22 日に本病の発病樹を調査した。また材質部の腐朽は 2015 年 8 月 31 日、9 月 2 日に解体調査を行い、接種部から伸長する腐朽長を測定した。

6 木材腐朽菌による樹幹部感染状況の調査

廃園となった B7 圃場を対象に 2016 年 10 月 21 日に木材腐朽菌の樹幹部感染状況を調査した。まず、園内の樹幹主枝分岐部の樹幹周囲長が 30cm 未満を若木樹、30cm 以上を成木樹と定義し、樹幹部の主枝分岐部周辺の樹皮下組織をナタ、ノミで削り出し、腐朽の有無を目視で調査した。更に腐朽組織が明瞭で分離可能と判断した樹は、1 樹当たり 1 回ずつ最も腐朽している白色腐朽組織及び健全部組織との境界組織から、常法により木材腐朽菌の検出を試みた。得られた木材腐朽菌は PDA 平板上で 25℃, 暗黒下条件で静置培養した。平板上の菌叢の形態的特徴、PCR 法、ITS 領域のシーケンス解析を行った。

平板上の菌糸からの DNA 抽出は、菌糸含有培地を 0.05g 切り取りビーズ式細胞破碎装置で破碎し、600 µl の TNE 緩衝液 (0.3% SDS を含む) を加え 2 分間ボルテックスを行った。その後、室温で 20 分間以上静置し、15,000rpm で 5 分間遠心分離を行い、上清を回収し滅菌蒸留水で 10 倍希釈したものを DNA 抽出物とし、PCR の鋳型に用いた。

7 ベイズ推定による樹体感染率の事後分布

ナシ樹幹主枝分岐部の腐朽組織から分離されたチャア

ナタケモドキとチャアナタケの菌種割合について、2項分布による事後分布をベイズ推定により求めた。なお共役事後分布としてベータ分布を用いて計算し、事前分布はジェフリーズの事前分布を適用した。計算には統計アプリケーション R.version3.6.0を使用した。また計算方法については奥村ら⁷⁾を参考にした。

結 果

1 ナシ萎縮病の発病樹率の推移

M20圃場では2003年時点において本病の発病樹率が69%と高く、2016年においても56%とほぼ同じ発病樹率で推移していた。M36圃場、H12圃場では2003年時点では24%、37%とM20圃場と比べて発病樹率は低かった



Truncospora ochroleuca (ウズラタケ)



Fomitiporella umbrinella (チャアナタケ)



Phellinus sp.

旧*Phellinus*属



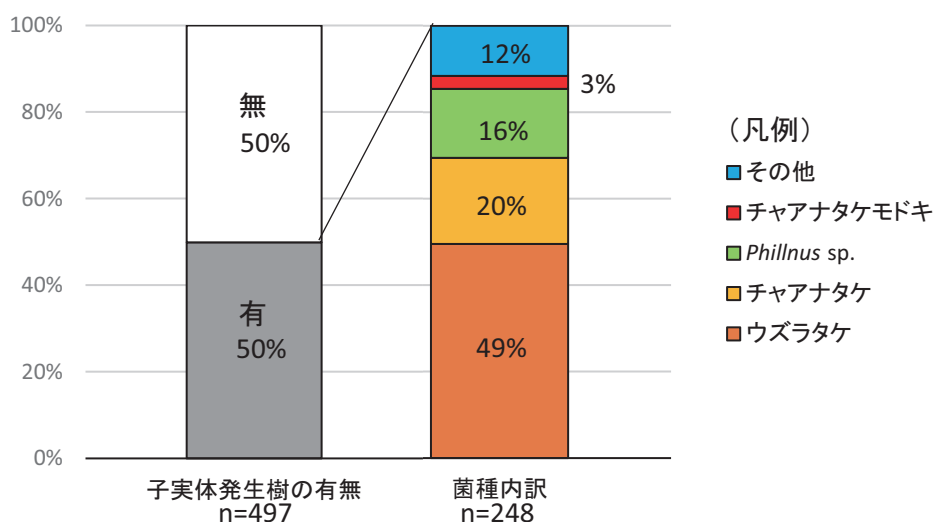
Fomitiporia torreyae (チャアナタケモドキ)

第2図 ナシ萎縮病常発ほ場における発生頻度の高かった主な木材腐朽菌の子実体

第2表 調査3圃場におけるナシ萎縮病発病樹率の推移

	2003年		2007年		2016年	
	調査樹数	発病樹数(率)	調査樹数	発病樹数(率)	調査樹数	発病樹数(率)
M20	64	44 (69%)	60	52 (87%)	57	32 (56%)
M36	128	31 (24%)	118	61 (52%)	109	60 (55%)
H12	138	51 (37%)	112	31 (28%)	85	39 (46%)
平均発病樹率		(43%)		(55%)		(52%)

調査対象樹は成木樹（目視で約15年生以上）とした
2003、2007年の調査結果は辻ら（未発表）による



第3図 ナシ萎縮病常発圃場における木材腐朽菌の子実体発生樹の割合とその菌種内訳
2015～2016年の調査結果（累計）。調査対象は圃場内の全成木樹（15年生以上）
とした。菌種のその他の内訳は、シイサルノコシカケ、コフキタケ、カワラタケ、
ベッコウタケ、シロアミタケ、不明

第3表 *Phellinus* sp.の形態的特徴

	<i>Phellinus</i> sp.	<i>Phellinus torulosus</i> (コルクタケ)※	<i>Phellinus setulosus</i> (カシサルノコシカケ)※	<i>Phellinus igriarius</i> (キコブタケ)※	<i>Phellinus gilvus</i> (ネンドタケ)※
子実体	半背着生/傘有	半背着生/傘有	半背着生/傘有	半背着生/傘有	半背着生/傘有
孔口の数/mm	5～6	5～8	4～6	4～5	6～8
傘肉色	橙黄色	橙黄色	橙黄色	焦茶色	狐色～茶色
担子孢子 形	円形・無色	円形・無色	類球形・無色	類球形・無色	広楕円形・無色
大きさ	4.5×3.6μm	4～6×3～4μm	6～9×5.5～8.5μm	5～6×4～5μm	4～5×3～4μm
剛毛体	有	有	稀に有	有	有

※「緑化樹木腐朽病害ハンドブック」より、形態的特徴に近い菌種を示した

が、2016年は55%、46%とM20圃場とほぼ同じ水準にまで発病樹率が高くなっており（第2表）、依然として本病の発病樹率は高止まりしている結果となった。

2 木材腐朽菌子実体の発生状況

調査圃場で確認された主な木材腐朽菌の菌種を第2図で示した。調査対象樹の50%で木材腐朽菌子実体が確認され、最も多かった菌種は、ウズラタケ49%であった。次いでチャアナタケ20%、*Phellinus* sp.16%、チャアナタケモドキ3%、その他が12%（シイサルノコシカケ、コフキタケ、カワラタケ、ベッコウタケ、シロアミタケ、菌種不明）の発生樹割合になった（第3図）。

なお *Phellinus* sp.における子実体の形態的特徴は、半背着生の子実体で小型の傘を有し、傘肉色は橙黄色に近い、管孔は1mm間に5～6個、担子孢子は円形・無色で大きさが4.5×3.6μm、子実層には剛毛体を有し、その形態的特徴はコルクタケと最も類似した（第3表）。

更にrDNAのITS領域塩基配列は *Fuscoporia montana*（和名無し）相溶性99.65%（アクセシオン番号

JX484015）、*Fuscoporia torulosa*（和名：コルクタケ）相溶性96.84%（アクセシオン番号AY558649）と2菌種のITS領域と相溶性が高かった。この *Fuscoporia montana*（和名無し）は、日本において発生報告が見られないことから、*Phellinus* sp.の菌種は *Fuscoporia torulosa*（和名：コルクタケ）であると推定した。

3 木材腐朽菌子実体発生樹とナシ萎縮病の相関性

M20, M36, H12圃場における *Phellinus* 属の子実体発生樹と本病の発病樹との相関性を確認するため、後ろ向きコホート研究の手法を用いて調べた結果を第4a表、第4b表、第4c表に示した。調査3圃場におけるチャアナタケモドキ子実体の発生樹と発病樹のオッズ比を求めた結果、M36圃場では2.20、H12圃場では2.31と2圃場でオッズ比は2を超えた。

一方、チャアナタケはM36圃場で1.84とオッズ比は2近くを示したが、他2圃場では、0.35、1.46と低かった。また *Phellinus* sp.はH12圃場で7.07と高い値を示したが、他2圃場では、0.87、1.34と低かった。さらに両

第4a表 M20圃場の木材腐朽菌子実体発生樹とナシ萎縮病の関連性 (2014~16年累計)

菌種名: チャアナタケモドキ				菌種名: チャアナタケ				菌種名: <i>Phellinus</i> sp.			
子実体発生樹	ナシ萎縮病の発病			子実体発生樹	ナシ萎縮病の発病			子実体発生樹	ナシ萎縮病の発病		
	有	無	計		有	無	計		有	無	計
有	2	2	4	有	2	4	6	有	32	19	51
無	98	71	169	無	98	69	167	無	68	54	122
計	100	73	173	計	100	73	173	計	100	73	173
オッズ比	0.73		p 値 = 1	オッズ比	0.35		p 値 = 0.2419	オッズ比	1.34		p 値 = 0.4997
95%信頼区間	0.05 — 10.23			95%信頼区間	0.03 — 2.55			95%信頼区間	0.65 — 2.78		

第4b表 M36圃場の木材腐朽菌子実体発生樹とナシ萎縮病の関連性 (2014~16年累計)

菌種名: チャアナタケモドキ				菌種名: チャアナタケ				菌種名: <i>Phellinus</i> sp.			
子実体発生樹	ナシ萎縮病の発病			子実体発生樹	ナシ萎縮病の発病			子実体発生樹	ナシ萎縮病の発病		
	有	無	計		有	無	計		有	無	計
有	3	2	5	有	11	9	20	有	3	5	8
無	130	191	321	無	122	184	306	無	130	188	318
計	133	193	326	計	133	193	326	計	133	193	326
オッズ比	2.20		p 値 = 0.4015	オッズ比	1.84		p 値 = 0.2402	オッズ比	0.87		p 値 = 1
95%信頼区間	0.25 — 26.66			95%信頼区間	0.67 — 5.19			95%信頼区間	0.13 — 4.55		

第4c表 M12圃場の木材腐朽菌子実体発生樹とナシ萎縮病の関連性 (2014~16年累計)

菌種名: チャアナタケモドキ				菌種名: チャアナタケ				菌種名: <i>Phellinus</i> sp.			
子実体発生樹	ナシ萎縮病の発病			子実体発生樹	ナシ萎縮病の発病			子実体発生樹	ナシ萎縮病の発病		
	有	無	計		有	無	計		有	無	計
有	1	1	2	有	20	34	54	有	3	1	4
無	82	190	272	無	63	157	220	無	80	190	270
計	83	191	274	計	83	191	274	計	83	191	274
オッズ比	2.31		p 値 = 0.5149	オッズ比	1.46		p 値 = 0.2491	オッズ比	7.07		p 値 = 0.08439
95%信頼区間	0.029 — 182.55			95%信頼区間	0.74 — 2.847			95%信頼区間	0.56 — 375.13		

第5表 子実体由来菌株の接種による材質腐朽とナシ萎縮病の発病状況

木材腐朽菌名	菌株名	接種樹数	枯死樹数	材質腐朽樹数	材質腐朽率	材質腐朽長 (平均: mm)	材質腐朽樹に対するナシ萎縮病発病率
チャアナタケモドキ (対照)	PD001 (病原菌)	7	4	2	67%	15.15±6.0	100%
チャアナタケモドキ	13M20A9 13B7J4	14	7	3	57%	8.23±3.3	100%
チャアナタケ	13H12E11 13H12I1 13B7J12	21	5	7	44%	27.59±11.2	0
<i>Phellinus</i> sp.	13M36C25 13H12D14 13M20H3	21	3	7	39%	7.44±4.0	0

菌種とも統計的な有意差 (有意水準 5%) のあるオッズ比は見られなかった。

4 採取子実体から分離した菌株のナシ樹に対する病原性

現地ナシ圃場から採取した子実体より分離した菌株を用いて、ナシ樹 (ポット苗) に対する病原性を確認した結果を第5表に示した。本病の病原菌 (PD001菌株) を接種したナシ樹は翌年の春先の展開する葉に本病特有の病徴が確認された。一方、現地から採取した子実体由来の菌株の中では、チャアナタケモドキのみ、病徴の発現を確認できた。また材質腐朽は全ての菌株で生じ、材質腐朽長 (平均値) が最も長かったのは、チャアナタケ子

実体由来の菌株で27.59mm となった。

5 B7圃場のナシ萎縮病の発病, 旧 *Phellinus* 属子実体の発生及び樹幹部感染状況

B7圃場における品種別の本病の発病樹数と樹幹主枝分岐部の腐朽状況の調査結果を第6表に示した。成木樹における本病の発病樹率は幸水が17%と最も高く、次いで豊水7%, 新高4%であった。若木樹では発病は確認できなかった。樹幹主枝分岐部の腐朽割合は豊水が80%と最も高く、幸水が68%, 新高は11%であった。また若木樹では幸水が44%と最も高かった。

次に樹幹主枝分岐部の腐朽組織から検出された木材腐朽菌について第7表で示した。幸水, 豊水の両品種とも

第6表 B7圃場におけるナシ萎縮病の発病状況と樹幹主枝分岐部の腐朽状況

品種	成木樹数	ナシ萎縮病発病樹数	発病樹率	樹幹主枝分岐部				若木樹数	ナシ萎縮病発病樹数	発病樹率	樹幹主枝分岐部			
				腐朽有	腐朽無	判別不能	腐朽割合				腐朽有	腐朽無	判別不能	腐朽割合
幸水	60	10	17%	38	18	4	68%	9	0	0%	4	5	0	44%
豊水	116	8	7%	87	22	7	80%	5	0	0%	0	5	0	0%
新高	45	2	4%	5	39	1	11%	8	0	0%	1	7	0	13%
計	221	20	9%	130	79	12	62%	22	0	0%	5	17	0	23%

※若木樹と成木樹は樹幹主枝分岐部の周囲長30cmを基準に下回るものを若木、上回るものを成木とした

※ナシ萎縮病の発病樹は2014年に調査した結果を用いた。

第7表 B7圃場における主枝分岐部からの木材腐朽菌の分離状況

樹番号	品種	樹年齢	ナシ萎縮病の発病の有無	樹幹主枝分岐部の腐朽組織からの木材腐朽菌の分離菌種名	BLAST検索の結果（アクセッション番号）、相同性
I4	幸水	成木	有	チャアナタケ	
I6	幸水	成木	無	チャアナタケ	
J2	幸水	成木	無	チャアナタケ	
J8	幸水	成木	無	チャアナタケ	
J9	幸水	成木	有	チャアナタケ	
J12	幸水	成木	有	チャアナタケモドキ	
J15	幸水	成木	有	チャアナタケモドキ	
K4	幸水	成木	無	シイサルノコシカケ	<i>Loweoporus</i> sp. (KJ654481) 91%
K23	幸水	成木	有	ウズラタケ	<i>Truncospora ochroleuca</i> (JX941576) 100%
H9	幸水	若木	無	ニクカワタケ	<i>Periophora incarnata</i> (KU529816) 99%
A23	豊水	成木	有	チャアナタケ	
D6	豊水	成木	有	チャアナタケ	
D18	豊水	成木	無	チャアナタケ	
E4	豊水	成木	有	カワラタケ/ チャアナタケ	<i>Trameles versicolor</i> (KX527881) 100%
E5	豊水	成木	有	チャアナタケ	
E6	豊水	成木	無	チャアナタケモドキ	
E7	豊水	成木	有	ウズラタケ	<i>Truncospora ochroleuca</i> (JX941576) 100%
E14	豊水	成木	無	ウズラタケ/ チャアナタケ	<i>Truncospora ochroleuca</i> (JX941576) 99%

腐朽組織からの分離菌種名は、白色腐朽組織と健全部界の組織からの分離菌株が異なった場合、2種類示した

チャアナタケモドキ、チャアナタケ以外の菌種名についてはBLAST検索による推定結果である

BLAST検索の結果は、最もrDNAのITS領域と相同性が高い菌種を表示した



第4図 若木における樹幹主枝分岐部の感染状況
腐朽組織から分離された推定菌種名はニクカワタケ

に明瞭な腐朽組織からは100%菌が検出された。一方、新高では明瞭な腐朽組織が確認できなかったため、2樹の不明瞭な組織から菌の分離を試みたが、検出されなかった。更に若木1樹からも検出された。rDNAのITS

領域の塩基配列からニクカワタケと菌種を推定した（第4図）。

なお *Phellinus* sp. は両品種とも検出できなかった。

6 ベイズ推定による樹体感染率の事後分布

B7圃場における樹幹主枝分岐部の腐朽組織から検出したチャアナタケモドキ及びチャアナタケの菌種割合の事後分布について第8表に示した。チャアナタケモドキにおける樹体感染率の事後分布における95%信用区間は幸水が4.4%～50.3%、豊水は1.4%～45.4%となり、同様にチャアナタケでは、幸水が22.4%～77.6%、豊水が40.8%～94.4%となった。2014年調査時における本病の発病樹率の事後分布の95%信用区間は、幸水が8.9～27.6%、豊水は3.4～12.8%となった。チャアナタケモドキでは樹体感染率の95%信用区間に本病発病樹率の区間を含んだが、チャアナタケでは樹体感染率の事後分布は本病発病樹率の事後分布と比べ、明らかに高い分布

第8表 B7 樹幹部主枝分岐部における樹体感染率とナシ萎縮病発病樹率のベイズ推定による事後分布

(1) ナシ萎縮病発病樹率 (2014年)

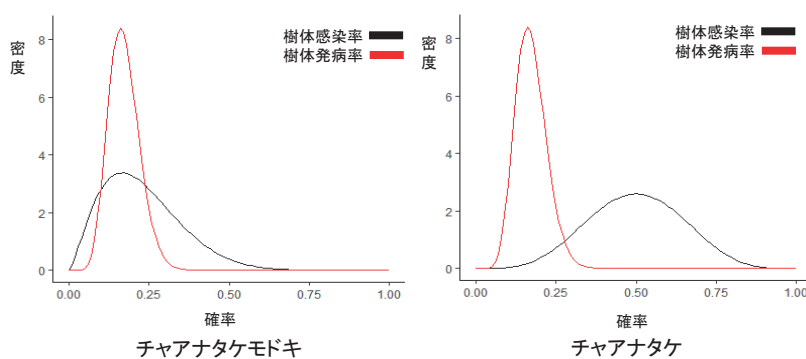
品種	調査樹数	発病樹数	事後分布		
			50%中央値	95%信用区間	
幸水	60	10	16.9%	8.9% ~ 27.6%	
豊水	116	8	7.1%	3.4% ~ 12.8%	

(2) 樹幹部主枝分岐部における樹体感染樹率 (菌種: チャアナタケモドキ)

品種	調査樹数	感染樹数	事後分布		
			50%中央値	95%信用区間	
幸水	10	2	21.0%	4.4% ~ 50.3%	
豊水	8	1	14.2%	1.4% ~ 45.4%	

(3) 樹幹部主枝分岐部における樹体感染樹率 (菌種: チャアナタケ)

品種	調査樹数	感染樹数	事後分布		
			50%中央値	95%信用区間	
幸水	10	5	50.0%	22.4% ~ 77.6%	
豊水	8	6	73.9%	40.8% ~ 94.4%	



第5図 樹体感染率と樹体発病率の事後分布

を示した (第5図)。

考 察

一般的に木材腐朽菌が樹に感染してから子実体が形成されるまでには数年程度かかると考えられる。今回調査した圃場では本病の発病確認から12年以上経過しており、発病樹には本病原菌の子実体を含め、多菌種の子実体を発生させていると推察された。本病の拡大要因の一つとなっていることが疑われた。そこで木材腐朽菌の子実体発生調査を実施した結果、最も多く確認された菌種はウズラタケ49%であった。しかし、この菌種は普遍的

にナシ園に発生が見られることから推察すると本病とは関連性が低いと考えられた。

次に高い割合で確認されたのは本病原菌の近縁種である2種で、チャアナタケ20%、*Phellinus* sp. 16%であった。本病原菌のチャアナタケモドキは3%と著しく少なかった。金子ら⁵⁾は近縁種である *Fomitiporia punctata* (和名無し) が本病に関与していることを報告しており、今回の調査で確認された2種も本病に関与する可能性が疑われた。

そこで、近縁種の採取子実体由来の菌株を用いたナシ樹に対する病原性確認試験を実施したが、病徴の発病を確認したのはチャアナタケモドキのみであった。しか

し、チャアナタケの材質腐朽長は、チャアナタケモドキと比較して3.1倍長くなったことから（第5表）、材質腐朽病害については、チャアナタケモドキよりも強く発病させる可能性が示唆された。そのため、チャアナタケモドキ同様に防除対策を講じていく必要があると考えられる。

木材腐朽菌は、剪定作業による傷口からの侵入が多くみられる（Adaskaveg, et al¹⁾）が、ナシ萎縮病菌では樹幹主枝分岐部周辺から最も多く検出されている（塩田¹³⁾、押田¹⁰⁾）ことから、樹幹主枝分岐部周辺が本病の侵入門戸であると考えられている。

そこで、B7圃場における樹幹主枝分岐部周辺の樹体感染率と本病発病樹率のベイズ推定による事後分布を求めることで、本病に関与する確率を推定した結果、チャアナタケでは明らかに樹体感染率の事後分布が本病発病樹率の事後分布より高い確率分布を示し、本病発病樹率の確率分布に一致しないことから、チャアナタケは発病に関与しない確率が高くなった。

以上のことから、近縁種であるチャアナタケや *Phellinus* sp. が本病に関与する可能性は低く、本調査で観察された種の中ではチャアナタケモドキのみが本病に関与し、また感染源となる子実体の発生樹率は本病の発病樹率より非常に低いものと考えられた。

しかし、チャアナタケモドキの子実体発生数がかなり少ないのにもかかわらず、なぜ本県では本病が拡大傾向にあるのかという疑問が生じる。

チャアナタケモドキはナシ以外にも、庭木として用いられるコウヤマキ⁹⁾や非赤枯性溝腐病が問題となっているサンプスギ³⁾等、多くの樹木を侵す病原菌として報告されている。また、立木には子実体はほとんど形成されず、林地に集積された材（林地残材）に子実体が多く形成される³⁾等、林地外に多く発生が見られたことが報告されている。

これらのことから、ナシ園地周辺に様々な子実体発生源が存在し、それらが感染拡大の一因となっている可能性も考えられるため、今後は子実体発生源として可能性のあるナシ園地の周辺地を詳細に調査する必要がある。

また農林水産省が2017年に実施した全国調査結果によると本病は樹齢15年生以上の高齢樹、特に30～40年生程度の高齢樹に発生が多い傾向がある⁶⁾。しかし、外観上健全な幸水の若木の樹幹主枝分岐部から木材腐朽菌であるニクカワタケ（推定）が分離されたことや、調査圃場における発病樹調査中に、樹齢15年生以下と推定された若木で本病の発症が疑われる3事例を確認したことから、樹齢に関わらず、木材腐朽菌が樹体感染するリスク

があることが示唆された。

このことから、若木の段階から木材腐朽菌に対する積極的な防護対策を講じる必要があるが、有効な対策は圃場内や圃場周辺に存在する感染源である木材腐朽菌子実体の除去しかないため、今後は担子孢子からの樹体への感染予防のための研究を推進していく必要があると考えられた。

摘 要

ナシ萎縮病が常発し、本病の発病樹率が高い3圃場を対象に全木材腐朽菌子実体の発生状況を調査したその結果、本病原菌子実体の発生割合は低く、近縁種2種の割合が高くなったことから、これらの近縁種が本病に関与する可能性が疑われた。しかしポット苗を用いた病原性確認試験や発病樹率に関する疫学的調査、ベイズ推定による樹体感染率の事後分布から、これらの近縁種は発病に関与しないものと推察された。

謝 辞

ナシ萎縮病に関する貴重なご助言ご指導を賜った国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門 中村仁上席研究員にこの場を借りて厚くお礼を申し上げます。

引用文献

- 1) Adaskaveg, J.E., Ogawa, J.M. (1990) : Wood decay pathology of fruit and trees in California. Plant Dis. 74 : 341～352.
- 2) ゴルファーの緑化促進協力会編（2007）：緑化樹木腐朽病害ハンドブック－木材腐朽菌の見分け方とその診断. 日本緑化センター：13～87.
- 3) 岩澤勝巳・幸由利香（2011）：林地残材におけるスギ非赤枯性溝腐病菌の子実体発生. 日本森林学会：D 36（講要）.
- 4) 金子洋平・中村仁・塩田あづさ・鈴木健・服部力・太田裕子・安田文俊・幸田利香・牛尾進吾（2011）：ナシ萎縮病菌 *Fomitiporia* sp. の同定及び定義付け. 日植病報, 77 : 168（講要）.
- 5) 金子洋平・岩波靖彦・塩田あづさ・鈴木達也・鈴木健・幸由利香・牛尾進吾（2014）：*Fomitiporia punctata* の接種によるナシ萎縮病の病徴の再現（病原追加）. 日植病報, 80 : 24（講要）.

- 6) 農林水産省消費安全局植物防疫課 (2017) : ナシ萎縮病の発生状況調査の結果について. 農林水産省 HP, <http://www.maff.go.jp/j/syouan/syokubo/gaicyu/siryou2/>
- 7) 奥村晴彦, 牧山幸史, 瓜生真也, 石田基広 (2018) : R で楽しむベイズ統計入門. 技術評論社.
- 8) Ota Y, Hattori T, Nakamura H, Terashima Y, Miyuki Y, Sotome K (2014) : Taxonomy and phylogenetic position of *Fomitiporia torreyae*, a causal agent of trunk rot on Sanbu-sugi, a cultivar of Japanese cedar (*Cryptomeria japonica*) in Japan. *Mycologia* 106 : 66~76.
- 9) 太田裕子 (2015) : チャアナタケモドキによる樹木病害—サンプスギの非赤枯性溝腐病とその他の樹種の病害について—. 森林防疫 FORESR PESTS, 64 : 25~33.
- 10) 押田正義 (2015) : 萎縮病が発症したニホンナシ「幸水」樹の解体調査. 千葉農林総研研報 (CAFRC Res. Bull), 7 : 95~99.
- 11) 佐久間勉・高村尚武・落合政文・小林正・阿部恭久・田中寛康・高梨和雄 (1993) : ニホンナシに発生するヒポキシロン幹腐病 (新称) と萎縮病. 果樹試報, 24 : 45~59.
- 12) 塩田あづさ・金子洋平・中村仁・安田文俊・押田正義 (2008) : ナシ萎縮病樹から分離された *Phellinus* 属菌の接種による萎縮症状の発生. 日植病報, 74 : 37 (講要).
- 13) 塩田あづさ・金子洋平・中村仁・川瀬信三 (2009) : 現地解体調査からみたナシ萎縮病発症樹における腐朽の存在部位. 園学研. 8 (別 1) : 52.
- 14) 杉山智昭・森満範・宮内輝久・佐藤真由美・中谷誠・原田陽 (2003) : 分子生物学的手法による木材腐朽菌の同定. 北海道林産試験場報, 17 : 6~11.
- 15) 鈴木健・塩田あづさ・金子洋平・鈴木達哉 (2015) : PCR によるナシ萎縮病菌 *Fomitiporia torreyae* の罹病樹からの検出. 関東東山病虫研報, 62 : 67~72.
- 16) 鈴木達也・金子洋平・塩田あづさ・鈴木健・中村仁 (2013) : ナシ萎縮病菌 *Fomitiporia* sp. および類縁菌 2 種の判別プライマーの開発. 日植病, 79 : 188~189 (講要).