

研究・活動紹介

植物病原菌としての *Fusarium* 属菌

とがわ
外側 正之（静岡県立農林環境専門職大学 生産環境経営学部）

I. 経歴

静岡県庁に入庁以後、35年間、一貫して静岡県の「植物保護」業務に携わり、静岡県内における、樹木を含むあらゆる農作物について、病害の診断・調査と、防除対策の研究・指導を行う。具体的には以下の内容で主に「糸状菌」「細菌」による植物病害について担当した。

*伊豆振興センター南伊豆農場・農業試験場南伊豆分場（昭和60～平成元年）

花・観葉植物・伊豆特産野菜の病害虫を担当
主な担当課題「カーネーション立枯病の発生生態と防除」「マーガレット立枯性病害の発生生態と防除」「キヌサヤエンドウ褐紋・褐斑病菌の薬剤抵抗性検定」「グラジオラスアザミウマ（侵入害虫）に関する発生調査と防除試験」「マーガレットに発生するサビヒョウタンゾウムシの発生生態と防除」「ハナショウブ根腐れ症状の発生生態と防除」「ヨーロッパ輸入カーネーションの切片テスト」「キヌサヤエンドウつる枯細菌病の防除」「カーネーション斑点細菌病の防除」「マーガレットさび病の発生実態調査」「カーネーション萎凋細菌病の発生生態と防除」

報告した新病害等

「カーネーション立枯病」（病原菌の追加）「カーネーション芽腐病」（病原菌の再同定・属の変更）「ルスカス斑点病」（新病害）「ルスカス褐斑細菌病」（新病害）「マーガレット菌核病」（新病害）「オリーブ白紋羽病」（新病害）「シラン、ピカクシダ炭疽病」（新病害）「レンギョウ灰色かび病」（新病害）

*柑橘試験場（平成2～平成5年）

果樹の病害を担当
主な担当課題「無機銅剤によるカンキツ黒点病の防除」「イチジク株枯れ症の発生と原因究明」「カンキツ園における腐敗防止剤耐性緑かび病・青か

び病菌の分布」「カンキツかいよう病クリーン実証地区調査事業」「弱毒ウイルスによるカンキツトリステザウイルスの干渉作用利用技術」「キウイフルーツ花腐細菌病の発生生態と防除」「キウイフルーツかいよう病の防除のための薬液樹幹注入法の改善」「育成カンキツのそうか病特性検定試験」「次郎カキの黒斑症状発生原因の解明と防除法の開発」「キウイフルーツかいよう病の冬から春先における激発原因の解明」「ナシの新品種‘喜水’の黒斑病に対する感受性」「キウイフルーツ果実腐敗病菌の薬剤耐性検定」「春先における温州ミカンの枝枯れ症状の原因究明」「ナシ芯腐れ症状の発生と原因究明」

報告した新病害等

「カキ黒斑症」（病原菌の最終同定）「アテモヤ枝枯病」（海外からの侵入病害）「イチジクすそ腐れ症（複数の *Phytophthora* 属菌が関与）」

*中部病害虫防除所（平成6～7年）

中部・志太榛原地区における病害虫を担当
主な担当課題「ミカンハダニ薬剤抵抗性検定」「移動式トラップの実用化試験」「フザリウム菌による各種作物の病害&イネ科雑草における生存」

報告した新病害等

「キンギョソウ茎腐病」（新病害）「メロン褐色腐敗病」（病原菌の追加）

*（統合）病害虫防除所（平成8～11年）

県内全域の病害虫および農薬行政を担当
主な研究課題「イネもみ枯細菌病の発生予察に関する特殊調査」農水省プロジェクト

報告した新病害等

「イチゴ角斑細菌病」（日本における初発、静大と共同で解明）「キヌサヤエンドウ先端黄白化症の原因究明と防除」（長らく生理障害とされてきたが「エンドウつる枯細菌病菌」の分泌する毒素が原因であることを静大・JA伊豆太陽等と共同

で解明)「ハウズキ白斑病・炭疽病」(新病害)「サクラ褐斑病」(新病害)

*農業試験場病害虫部(平成12~19年)

野菜・花・樹木の病害担当

主な研究課題「メロン毛根病の防除対策の確立」「海洋深層水を活用した病害等の防除技術の確立」県プロジェクト「散水蒸気消毒法の確立」(園芸部, 佐藤展之研究員と共同)「放射線を利用した病害虫防除能力および生育促進機能の高い微生物に関する研究」文科省プロジェクト「施設野菜栽培における根圏微生物の活用による環境保全型施肥・土壌病害制御技術」県プロジェクト「養液栽培で発生する病害の原因究明」「ワサビにおける総合的作物管理システム(ICM)の確立」農水省プロジェクト「地域特産作物病害虫の生態解明と防除法の確立」「花き類新病害の分子診断・防除システムの開発」農水省プロジェクト

報告した新病害等

「コリアンダー(シャンサイ・香菜)株枯病」(新病害)「タアサイ萎黄病」(新病害)「ワサビ苗立枯細菌病」(新病害)「カーネーション立枯病」(病原菌の追加, 静大と共同)「ブプレウム菌核病」(新病害)「シソ菌核病」(新病害)「トルコキキョウ立枯病」(病原菌の追加)

*茶業研究センター(平成20~28年)

チャの病害を担当

主な研究課題「重イオンビームを活用したチャの有用形質系統の育成」文科省プロジェクト「感染予測モデルを活用したチャ炭疽病防除支援システムの開発」国庫事業「QoI剤耐性チャ輪斑病菌の発生実態把握と防除法の解明」「チャ赤焼病の生態解明と防除法の開発」国庫事業「チャ輸出促進のためのIPM技術の確立」農水省プロジェクト

報告した新病害等

「チャ苗根腐病」(病原菌の追加と旧来の病原菌の再同定)「細菌による過敏感症状の発生」(静大と共同)「静岡県におけるチャ斑点細菌病の発生」(鹿児島県でのみ発生が知られていた細菌病の再発見, 静大と共同)「チャ赤焼病菌の簡易検出のためのELISA法の開発」(農研・金谷の石川浩一氏の協力を得て作成)

*病害虫防除所(平成29~31年)

県内主要農作物の病害および農薬行政の一環として「農作物病害虫防除基準」編集を担当

主な研究課題「チャ炭疽病菌のDMI剤耐性検定」

(注)下線_____は赤色系*Fusarium*属菌関連, 下線_____は白色系*Fusarium*属菌関連であることを示す。

II. ライフワークである*Fusarium*(フザリウム)属菌について

35年間にわたる静岡県農林技術研究所(旧:農業試験場, 柑橘試験場を含む)および病害虫防除所勤務の中で, 当初は, 大学時代の専門である「細菌」をライフワークにするつもりであったが, 就職して3年目に「カーネーション立枯病」に関する課題を開始, 更に併せて対応していた「カーネーション芽腐病」「カーネーション萎凋病」も含めて, 全て*Fusarium*属菌が原因であることから, 本菌を扱う機会が急速に増えていった。研究中, 松尾卓見氏(元:信州大学)・一戸正勝氏(元:国立衛生研究所・東京家政大学)および駒田旦氏(元:国立東海近畿農業試験場・島根大学)という日本を代表する*Fusarium*研究の第一人者の方々に種々の指導を受けることで, 次第に*Fusarium*属菌をライフワークにしようとする気持ちが深まった。

*Fusarium*属菌は真菌類の中で, 不完全菌亜門(Deuteromycotina)叢生菌綱(Hyphomycetes)分生子座菌目(Tuberculariales)分生子座菌科(Tuberculariaceae)に属する糸状菌である。本属菌の病原性については, 植物や魚類および人の目に対して病原性の有ることが知られているが, その中でも特に植物病原菌として著名であるため, 本属菌が原因となる各種農作物の病害に関する報告は, 世界中で膨大な数の報告が成されている。

これは日本に限って見た場合にも同様である。例えば, 日本における農作物の病害に関する辞書と言うべき, 日本植物病理学会編「日本植物病名目録」(2019年9月版)によれば, *Fusarium*属菌による病害は, 現在までに63科199作物に合計293種類の病名が記載されている(注:集計に際して, 記載内容から日本国内における発生では無いことが明らかな病名は除いた。逆に, 完全時代

しか記載が無い病名の中で、不完全時代が *Fusarium* 属菌であることが明らかな病名は集計に加えている。)が、この数字だけでも、現在の日本において *Fusarium* 属菌が非常に多くの農作物に被害を与えていることは容易に把握される。しかし、ひとたび種名と病害数との関係に目を向けた時、この膨大な数の *Fusarium* 病が実は限られた数種によって引き起こされていることが判明する。すなわち、Wollenweber の分類体系(1935)で Section Elegans に属する *Fusarium oxysporum* (現: *Fusarium oxysporum*-complex), Section Martiella に属する *Fusarium solani* (現: *Fusarium solani*-complex), Section Liseola に属する *Fusarium moniliforme* (現: *Gibberella fujikuroi*-complex) の3種(いずれも主に草本性植物に病原性を有する)に、Section Lateritium に属する *Fusarium lateritium* (主に木本性植物に病原性を有する)を加えた4種で約3/4を占めている。これら4種はいずれも PDA (Potato Dextrose Agar)・PSA (Potato Sucrose Agar) といった代表的な糸状菌用培地上で白色を基調としたコロニーを形成することから、通称「白色系」と呼ばれることが多い種である。この4種はその被害の甚大さゆえに非常に多くの研究が成されてきた。特に病原性に関しては防除との結びつきが大きいため詳細な検討が行われた結果、寄主特異性の有ることが明らかにされ、現在では f.sp.(分化型)といった分類学的用語で寄主との関係が表現されている。ところで上記の白色系に対し、培地上で赤色を基調としたコロニーを形成することから、通称「赤色系」と呼ばれる *Fusarium* 属菌がある。学位論文作成時、「日本植物病名目録(日本植物病理学会編)」(2000)の中でこの赤色系 *Fusarium* 属菌による病害として合計11種35作物、42病害+1症状が知られていた。

この42(+1)という数は白色系の250以上という項目数に比して少数であるというだけでなく、ムギ類赤かび病菌(完全時代 *Gibberella zeae*, 不完全時代 *F. graminearum* (広義))を除いてはほとんど研究されていなかった。これは、ムギ類赤かび病菌を除くと、強い病原性を持つものが白色系に比して少ないことと、その一方で赤色系は実験法の困難さから、分離・同定等に手間取る場合の多いことの2点が考えられた。(*Fusarium* 属菌

であることの第一の認識は、大型分生孢子(または大分生子)と呼ばれる、三日月形・舟形・鎌形の無性孢子を分生子座上に形成する点にあるが、赤色系はそもそも問題として、この大型分生孢子を PDA・PSA といった一般的な培地上で形成しにくい種が多いため、種名の同定以前の問題として *Fusarium* 属菌か否かの判断に窮する場合が少なくない)

しかし、赤色系 *Fusarium* 属菌による病害には、カーネーション立枯病をはじめ興味深い病害があることから、赤色系 *Fusarium* 属菌の中で Section Sporotrichiella, Spicarioides, Discolor, Roseum (分類学者によっては Roseum を Arthroaporiella とする場合がある)に属する幾つかの種に関し、実験法を含め生態や防除法について検討を行ってきたので、それらをまとめるとともに、従来から多くの研究が成されているムギ類赤かび病菌についても、重要な伝染源である子のう胞子の飛散条件を明らかにするとともに、従来ムギを中心として考えられてきた病原菌の生態について、より広い範囲で検討を行ったので、その結果についても述べることで博士論文とした。

なお、博士論文に関しては、現在、日本における *Fusarium* 属菌分類の第一人者となられた青木孝之氏(農水省ジーンバンク)の元で研修を行い、論文作成に必要なデータを揃えることが出来た。また、岐阜大学連合大学院で百町満朗氏(岐阜大学)に主査を、瀧川雄一氏(静岡大学)古田喜彦氏(岐阜大学)大政正武氏(信州大学)に副査を務めて頂くことで博士論文を完成させることが出来た。

博士号取得後も、引き続き、赤色系 *Fusarium* 属菌を中心に、白色系 *Fusarium* 属菌を含めた植物病害の研究を続け現在に至っている。なお、現在は、農作物以外に各種雑草上での生存・生態についても調査範囲を広げている。農作物のみならず、その周辺植物における生存を明らかにしなければ、IPMで求められている各種耕種的防除に対応出来ないと考えるからである。

なお、*Fusarium* 属菌に関しては、非常に多くの種類が含まれるので、全体像を把握するだけでも大変であるが、概略については、下記の「総説」に記載した。

*外側正之(2003)「植物防疫」57巻4号 pp184-187(土壌病害の見分け方④フザリウム菌によ

る病害)

- *外側正之(2005)「植物防疫」59巻10号pp411-414(赤色系フザリウム菌による各種病害および簡易な実験方法)博士論文の内容を一般向けに解説した著作
- *外側正之(2020)「植物防疫」74巻3号pp160-166(「植物防疫講座」病害編26 *Fusarium* 属菌の生態・病原性・実験方法と分類に関する近年の状況。
また、単行本については、下記が日本語による最も詳しい文献となる。
- *「フザリウム-分類と生態・防除-」(2011)駒田旦・小川圭・青木孝之編集, 全農協, pp773.
この中で、外側は「*Fusarium* 菌の同定手順(pp528-541)」「選択培地による菌の検出(pp564-574)および各論(コリアンダー株枯病, カーネーション萎凋病および立枯病)の執筆を担当した。
さらに、以下の菌株を農水省・農業生物資源研究所(ジーンバンク)に寄託している。なお、学名は寄託時の学名である。この中で、*F. graminearum* および *F. oxysporum*, *F. moniliforme* については、遺伝子解析により細分化された結果、現在では学名が変更されている菌株もある。
MAFF239211,239212: メロンつる割病菌
F. oxysporum f.sp. *melonis*
MAFF238421 - 238424: アテモヤ枝枯病菌
F. decemcellulare
MAFF239206,239207: カーネーション立枯病菌
F. avenaceum
MAFF239213,239214: ルスカス斑点病菌
F. moniliforme
MAFF305947-305949: カーネーション芽腐病菌
F. poae
MAFF305950-305952: カーネーション立枯病菌
F. graminearum
MAFF239208-239210: セロリ萎黄病菌
F. oxysporum f.sp. *apii*
MAFF239215,239217: キャベツ萎黄病菌
F. oxysporum f.sp. *conglutinans*
MAFF305935,305936,305945,305946: カーネーション萎凋病菌
F. oxysporum f.sp. *dianthi*
MAFF243307-243314: (病名無し, 健全なススキの葉面上から分離)

F. kyushuense (寄託時には種名が不明であったが、その後、青木孝之氏が1998年に新種記載した種であることが明らかとなった)

最後になるが、駒田旦氏が本原稿を執筆中の2020年12月に亡くなられた(享年89歳)。長年にわたり日本における *Fusarium* 研究の最前線を走り続けられたが、特にそのパワフルな行動力と、菌に衣着せぬ正直な物言いで、若い *Fusarium* 研究者を常に鼓舞し牽引して下さった。ここに追悼の意を表したい。

Ⅲ. 現在の活動

Fusarium に関する研究内容は上述した。これ以外に、農林技術研究所時代の経験を活かし、植物に病原性・寄生性を有する糸状菌・細菌について、病害診断対応および防除法指導を行っている。

Ⅳ. その他(微生物学に関する活動)

10代の頃から、微生物の研究者になりたいと思っていた。その夢が叶えられ20才で「植物病理学」研究室に入って以来、微生物に関する調査・研究を続けているが、微生物の研究者になりたいと思ったきっかけが2点ある。1つは、小学校~高校時代に繰り返しパスツールやコッホの伝記を読んだこと、もう一つが1974年公開の松竹映画「砂の器」(原作:松本清張, 主演:加藤剛・丹波哲郎・森田健作, 音楽監督:芥川也寸志)でハンセン(氏)病と差別の問題を知ったことにある。これに関係して、現在、以下の会員になっている。

- ・日本パスツール財団(個人会員): フランスの本拠地をはじめとして、2019年現在、世界26か国32箇所の研究所・提携機関との間で国際ネットワークを築いている。日本パスツール財団もこの一つであるが、いずれの研究所も企業・団体・個人からの寄付による財源が研究費の中で大きな割合を占めている。日本のパスツール研究所も同様であるため、個人会員となることで研究支援を行っている。

- ・NPO法人ハンセン病療養所世界遺産登録推進協議会(個人正会員): 全国にあるハンセン病の療養所は、いずれの場所も入所者の平均年齢が

80代となり、将来の存続が危ぶまれている。感染症とそれによる差別を考える上で貴重な資料となるべき岡山県の長島愛生園と邑久療養所を世界遺産として残すべく活動を行っている。

V. 経歴・資格の詳細

生年月日：昭和37年(1962年)1月2日

経歴：昭和59年(1984年)3月 静岡大学農学部
農学科「植物病理学研究室」卒業

昭和60年(1985年)3月 静岡大学農学研究科修士課程中退「ナツミカン葉面微生物の季節的変動及びそれらがカンキツかいよう病に与える影響」カンキツ葉の常在細菌 *Erwinia herbicola* が生物防除に使えないかを検討したもの

昭和60年(1985年)4月 静岡県庁入庁(静岡県職員・上級試験合格)

学位・資格：・博士(農学)「赤色系 *Fusarium* 属菌による各種植物病害に関する研究」

岐阜大学連合大学院・平成16年(2004年)9月10日授与・乙92号

(農業改良)普及指導員：平成18年(2006年)合格・第4168号

樹木医：平成23年(2011年)合格・登録番号2034号

所属学会：

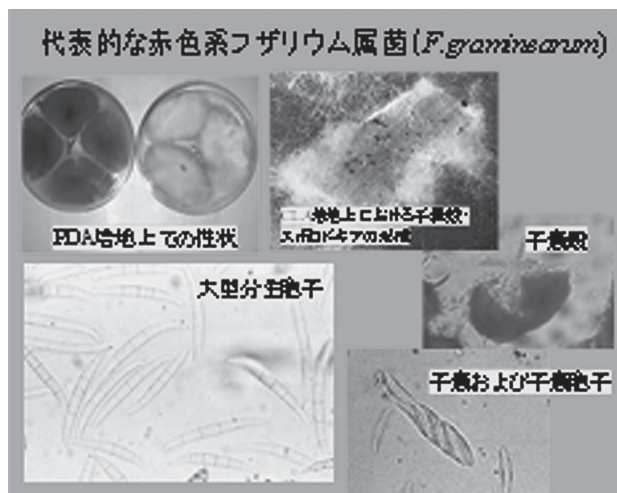
現在も継続中「日本植物病理学会」「日本菌学会」
「日本茶業学会」

現在は退会「土壤微生物学会」「防菌防黴学会」

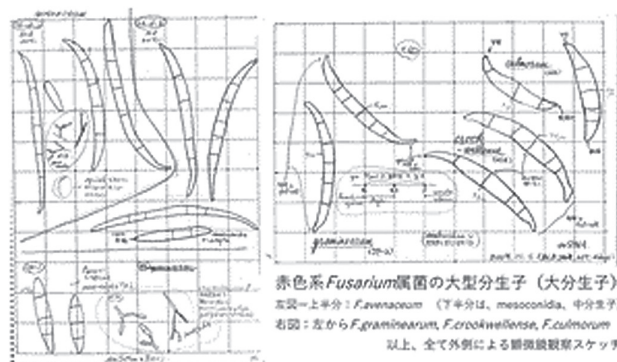
学会等における担当：

「殺菌剤耐性菌研究会」幹事(平成9年～平成30年7月)20年間

「植物病原菌類談話会」幹事(平成17年～現在も継続中)15年目



第1図 代表的な赤色系 *Fusarium* 属菌である *F.graminearum* (広義) の性状・形態



第2図 代表的な赤色系 *Fusarium* 属菌の大型分生子の例 (スケッチ)