

イネに疑似紋枯症を起因する 各種菌核病の診断学的・疫学的研究

門 脇 義 行*

Diagnostic and Epidemiological Studies on Sclerotial Diseases
Pseudo-Sheath Blight Syndrome, on Rice Plants

Yoshiyuki Kadowaki

目 次

<p>第1章 緒 言 3</p> <p>第2章 研究史 4</p> <p>第3章 イネ各種菌核病の病徴と診断 9</p> <p> 第1節 病斑および菌核の形状と形成位 置 9</p> <p> 1. 材料および方法 9</p> <p> 2. 結 果 10</p> <p> 1) 褐色紋枯病 10</p> <p> 2) 赤色菌核病 11</p> <p> 3) 褐色菌核病 12</p> <p> 4) 灰色菌核病 15</p> <p> 5) 球状菌核病 17</p> <p> 6) 褐色小粒菌核病 17</p> <p> 第2節 診 断 法 17</p> <p> 1. イネ各種菌核病の診断学的特異点 17</p> <p> 2. 診 断 法 17</p> <p> 第3節 考 察 21</p> <p>第4章 イネ各種菌核病菌の検出方法 24</p> <p> 第1節 材料および方法 25</p> <p> 第2節 結 果 26</p> <p> 1. 検出用簡易培地の種類とイネ各種 菌核病菌の菌糸伸長との関係 26</p> <p> 2. 水田土壌からのイネ各種菌核病菌</p>	<p>の検出 26</p> <p>3. イネ罹病葉鞘からイネ各種菌核病 菌を検出するに要する期間 28</p> <p>第3節 考 察 28</p> <p>第5章 イネ各種菌核病の発生実態 30</p> <p> 第1節 島根県下から検出されるイネ各 種菌核病菌 31</p> <p> 1. 材料および方法 31</p> <p> 2. 結 果 31</p> <p> 1) 紋枯病様病斑から検出されるイ ネ各種菌核病菌 31</p> <p> 2) 島根県下のイネから検出される 各種菌核病菌とその分布 32</p> <p> 3) 標高・気温と各種菌核病の発生 との関係 34</p> <p> 4) 倒伏程度と各種菌核病菌の発病 との関係 34</p> <p> 第2節 各種菌核病の発生の様相 35</p> <p> 1. 材料および方法 35</p> <p> 2. 結 果 35</p> <p> 1) 上位葉葉鞘への進展 35</p> <p> 2) 各種菌核病の同一水田内におけ る混在 36</p> <p> 3) 各種菌核病の発生とすじ葉枯病</p>
--	---

* 赤名分場

およびごま葉枯病の病斑数との関係 38

4) 無病徴の葉鞘から分離される各種菌核病菌 39

第3節 考察 39

第6章 イネ各種菌核病の水田内分布 42

第1節 水田内における発病株の分布 42

1. 材料および方法 42

2. 結果 44

1) 出穂後の経過日数と水田内分布 44

2) 畦畔からの距離と発病 45

3) 発病株の連続性 45

第2節 各種菌核病の分布様式 45

1. 材料および方法 45

2. 結果 48

1) 水田内の区画と発病 48

2) 各種菌核病の平均こみあい度^{*}(m)と平均発病株数(m) 48

3) 各種菌核病発病調査のためのサンプル数 49

第3節 考察 49

第7章 イネ各種菌核病の発生推移 50

第1節 材料および方法 50

第2節 結果 51

1. 発生推移 51

2. 山間部における褐色菌核病の発生時期と病斑の大きさ 54

第3節 考察 54

第8章 イネ各種菌核病の伝染環 56

第1節 各種菌核病の第一次伝染源 56

1. 越冬状態を異にした場合の各種菌核病菌の活性 56

1) 材料および方法 56

2) 結果 58

(1) 褐色菌核病菌 58

(2) 赤色菌核病菌 60

(3) 褐色紋枯病菌 60

(4) 灰色菌核病菌 62

2. 各種菌核病菌の越冬場所 62

1) 材料および方法 63

2) 結果 64

(1) 冬期または春期の水田における各種菌核病菌の生息 64

(2) 籾から分離される各種菌核病菌 67

(3) 畑地および畦畔などにおける各種菌核病菌の生息 68

第2節 田面における各種菌核病菌の生息推移 68

1. 材料および方法 68

2. 結果 72

1) 本田生育期の田面における各種菌核病菌の時期別消長 72

2) 田面からの各種菌核病菌の時期別分離状況 73

3) 刈り取り後の水田における生息推移 75

第3節 イネ体における各種菌核病菌の生息推移 76

1. 材料および方法 76

2. 結果 77

1) 育苗期間中のイネ苗における各種菌核病菌の生息 77

2) 水田内に仮植された補植用の苗における各種菌核病菌の生息 78

3) 枯死したイネ葉における各種菌核病菌の生息推移 79

4) 本田初期のイネ株に付着している各種菌核病菌の菌核 82

5) イネ株元における各種菌核病菌の保菌消長と成熟期に発病を起因した菌核病菌 82

第4節 各種菌核病菌の上位葉葉鞘への進展経路 85

1. 材料および方法 85

2. 結果 85

1) 本田中期におけるイネ株の保菌部位と発病との関係 85

2) 本田中期における枯死葉の保菌と発病との関係 87

3) 成熟期イネの各種菌核病発病茎における病斑と葉鞘および葉身上の菌分布 88

第5節 各種菌核病菌の土壌中の行動 90

1. 材料および方法 90

2. 結果 91

1) 赤色菌核病菌および褐色紋枯病菌の土壌中における進展 91

2) 赤色菌核病菌保菌土壌からの感染 91

3) 褐色紋枯病菌の土壌への定着 91

4) 菌核病常習発生田の田面に植付けたイネ苗からの各種菌核病菌の検出 92

第6節 イネ褐色紋枯病菌の子実層の形成 92

1. 材料および方法 92

2. 結果 94

1) イネ褐色紋枯病菌の子実層の形成 94

2) イネ褐色紋枯病菌の担孢子 94

第7節 考察 94

第9章 総合考察 99

摘要 103

引用文献 108

Summary 115

図 版 123

第1章 緒 言

イネ紋枯病はわが国のイネ病害のうちでは最も普遍的に発生し、特に、高温の年などに多く、上位葉葉鞘の枯れ上がりや倒伏などにより減収するほか、品質の低下が著しく、いもち病と並びイネの二大病害の一つとなっている。一方、野中ら(1979, 1980)は全国各地から集めた紋枯病様病斑から紋枯病菌のほか、褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌などの各種の菌核病菌を検出し、従来紋枯病として取り扱われた病斑の中には各種の菌核病が混在しており、しかも、全国各地に広く発生していることを明らかにした。これらの各種菌核病は近縁の数種類の病原菌によって起こる病害であるため、病徴が酷似しており、いずれも紋枯病に類似した病斑を葉鞘に形成することから、疑似紋枯病、疑似紋枯症あるいは紋枯病類似症と呼ばれ、次第に注目をあびるようになってきた。

イネの主要病害である紋枯病については研究の歴史も古く、発生生態が明らかにされ(堀・安楽, 1971; 高坂, 1961)、また、年次ごとに発生の概要が取りまとめられ、その発生原因についても解析が加えられている。しかし、その他の菌核病については古くから特定地域における発生の記載(遠藤, 1934; 舟山・平野, 1962; 中田・河村, 1939; 櫻井, 1917)はあるが、全国の発生量に関する報告は少なく、これらの病害が以前から多発生していたものか、あるいは紋枯病にみられるように栽培法の変化、特に、

多肥、密植あるいは稲わらの還元等栽培条件の変動によって発生が増加したものであるかは不明である。いずれにしても現在は全国各地で広く発生がみられる(藤田・竹田, 1989; 稲垣・仲本, 1982; 平山ら, 1982; 市橋・篠田, 1991; 松澤, 1990; 三浦ら, 1988; 野中ら, 1979, 1980; 大兼, 1990; 高木・二井, 1989)。

紋枯病以外の菌核病は紋枯病に比べて、発生時期が遅い(平山ら, 1982; 中田・河村, 1939; 野中ら, 1982; 竹田ら, 1986)こと、病原性が弱く(Chen, 1963; 稲垣ら, 1981; 野中ら, 1982a; 鬼木・渡辺, 1976)、上位葉葉鞘への進展が緩慢なことなどから、紋枯病にみられるような大きな減収をもたらすことは少ないと考えられ、その被害について軽視されてきた。しかし、近年、多発生すると減収をもたらすほか、品質の低下を招くこと(平山ら, 1982; 大兼, 1990; 斉藤ら, 1992; 作井・梅原, 1984; 佐久間ら, 1991a)が明らかにされ、良質米が求められる今日では重要な問題となっている。それぞれの菌核病の発生生態については中田・河村(1939)をはじめ数多くの報告がある。しかし、診断方法、伝染経路をはじめとする発生生態および防除法についてはなお不明な点が多く、早急な解決が求められている。そこで、これら菌核病の発生予察方法と防除対策を確立する一環として、その病徴と診断法、発生実態および伝染環について紋枯病と比較しながら検討した。

本研究は1984年から1994年にわたって行ったが、その大部分は農林水産省有害動植物発生予察事業「イネ疑似紋枯病の発生予察方法の確立に関する特殊調査」の一環として1986~1990年

に実施したものである。これらの成績の一部(磯田, 1987; 門脇, 1990, 1992; 門脇・磯田, 1989 a, 1989 b, 1989 c, 1990, 1992 a, 1992 b, 1992 c, 1992 d, 1993 a, 1993 b; 門脇ら, 1990 a, 1990 b, 1991 a, 1991 b, 1991 c, 1991 d, 1991 e, 1991 f, 1991 g, 1991 h, 1992 a, 1992 b, 1992 c, 1992 d, 1992 e, 1992 f, 1995 a, 1995 b)は既に報告したが、ここに未発表のデータを加え、研究結果全体を取りまとめた。本論文でいうところのイネ各種菌核病とはイネ紋枯病を除外した疑似紋枯症を起因する疾病に関する菌核病のことである。

本研究の実施に当り、佐賀大学名誉教授野中福次博士には研究推進上、終始懇篤な指導を辱うし、本稿の校閲を賜り、精細な批判をいただいた。神戸大学教授(農林水産省農業研究センター元病害虫防除部長)加藤肇博士には研究開始当初から特殊調査の主査として懇篤な指導を賜り、更に、本論文の取りまとめに当たっては綿密な指導と校閲を賜った。また、同大学教授桃井節也博士、同大学教授金田忠吉博士、同大学教授内藤親彦博士からは本論文の取りまとめに際し、有益な教示と校閲をいただいた。農林水産省農業環境技術研究所元環境生物部長吉野嶺一博士、農林水産省農業研究センター病害虫防除部水田病害研究室長内藤秀樹博士、島根県農業試験場元場長尾添茂博士には本研究の実施に当たり懇切な指導と配慮を賜った。ここに謹んで深甚なる感謝の意を表す。日本植物防疫協会理事長梶原敏宏博士、農林水産省九州農業試験場元環境部長堀真雄博士、島根大学助教授荒瀬栄博士、塩野義製薬株式会社油日ラボラトリーズ益子道生博士には研究推進上、種々助言、指導を賜るとともに激励をいただいた。農林水産省野菜・茶業試験場(現農業生物資源研究所)鬼木正臣博士には各種の菌核病菌基準菌株の分譲を賜るとともに病原学的な教示と激励をいただいた。また、チバガイギー株式会社からは*Rhizoctonia*属菌の選択培地に使用したメタラキシルの原体を分譲いただいた。ここに記して厚くお礼申し上げる。

島根県農業試験場元場長山根国男博士には本研究の遂行に多大な援助と指導を賜った。島根県農業試験場前場長山崎保徳氏、同前次長(現

鳥取大学教授)高橋国昭博士、同元病虫科長(現出雲農業改良普及センター所長)多久田達雄氏、同前生物工学科長(現場長)山田員人博士からは絶えず配意と激励を賜った。同元発生子察科主任研究員(現病虫科)磯田淳氏、同主任研究員(現病虫科)塚本俊秀氏には共同研究者として終始協力していただいた。また、発生子察科員各位には種々協力を得た。各種の調査並びに取りまとめに際しては松井明子氏、矢道直子氏、現地試験においては飯石郡赤来町松尾一夫氏、松江市奥谷町片山久義氏、松江市上大野町奥原一夫氏、安来市荒島町福田節夫氏、簸川郡斐川町安食一幸氏の助力に負うところが大きかった。これら関係者に心から感謝の意を表す。

本研究は1986年から5年間「イネ疑似紋枯病の発生子察方法の確立に関する特殊調査」として農林水産省から研究費の助成を受けた。併せて深く感謝の意を表す。

第2章 研究史

イネの菌核病(本論文では*Rhizoctonia*属菌と*Sclerotium*属菌によって起こるイネの病害をイネ菌核病とした)としては紋枯病が1901年ごろから発生していることが確認されており(矢野, 1915)、その病原菌は澤田(1910)によって、白井(1906)が記載したクスノキ白絹病菌(*Hypochnus sasakii* Shirai)と同一菌であることが明らかにされ、鶴田(1916)によってイネ紋枯病と命名された。その後、*Rhizoctonia*属菌および*Sclerotium*属菌によるイネの病害が次々と報告された(舟山ら, 1962; 原, 1930; 中田・河村, 1939; Ryker & Gooch, 1938; 櫻井, 1917; 澤田, 1922; 渡辺ら, 1977)。鬼木(1979)は*Rhizoctonia*属と*Sclerotium*属はともに不完全菌のMycelia Sterilia科に属し、極めて近い類縁関係にあり、菌核を形成することなどから、*Sclerotium*属菌として報告されたものの中には*Rhizoctonia*属菌の特徴(Ogoshi, 1975)を備えたものもあることを指摘し、イネの*Rhizoctonia*病菌として10種を報告した。それによれば、紋枯病菌(鶴田, 1916)(*Rhizoctonia solani* Kühn AG 1 (1 A, sasaki type)), 褐色紋枯病菌(渡辺ら, 1977)(*Rhizoctonia solani* Kühn AG 2-

2 (III B, rush type)), 赤色菌核病菌(中田・河村, 1939)(*Rhizoctonia oryzae* Ryker et Gooch), 褐色菌核病菌(中田・河村, 1939)(*Sclerotium oryzae-sativae* Sawada), 灰色菌核病菌(原, 1930)(*Sclerotium fumigatum* Nakata), 褐色小粒菌核病菌(中田・河村, 1939)(*Sclerotium orizicola* Nakata et Kawamura), 灰色菌核病菌に類似した*Rhizoctonia* sp.(鬼木, 1979), *Rhizoctonia zeae* Voorhees(Voorhees, 1934), ムギ株腐病菌(松浦, 1930)(*Corticium gramineum* Ikata et Matsuura), さび色小粒菌核病菌(舟山ら, 1962)(*Rhizoctonia* sp.)である。後に鬼木ら(1985)は*Sclerotium orizicola* Nakata et Kawamuraは*Rhizoctonia zeae* Voorheesの異名であることを明らかにした。球状菌核病菌(原, 1930)(*Sclerotium hydrophilum* Saccardo)は菌糸は*Rhizoctonia*属菌の特徴を備えているものの、菌核組織に外皮(rind)の分化が認められるため(野中・加来, 1973), *Rhizoctonia*属菌として取り扱っていないが、紋枯病に類似した病斑を形成するため、疑似紋枯症を起因する菌核病菌の一つとして取り扱われている。これらを加えると、現在、イネの病斑形成に関与する*Rhizoctonia*属菌および*Sclerotium*属菌は合計10種類となる。

イネの*Rhizoctonia*属菌および*Sclerotium*属菌による病害のうち、イネの主要病害である紋枯病と他の菌核病を区別するために、イネの葉鞘に紋枯病に類似した病斑を形成する褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌などによる各種菌核病が、疑似紋枯病、疑似病枯症または紋枯病類似症と呼ばれるようになった。

イネの紋枯病以外のそれぞれの菌核病についての研究は古くから行われ(遠藤, 1934; Endo, 1940; 原, 1930; 逸見・横木, 1927; 櫻井, 1917; 澤田, 1922), 中田・河村(1939)はそれまでのイネ菌核病について取りまとめ、疑似紋枯症を起因する各種菌核病のうち、褐色紋枯病以外の菌核病について病徴はもとより病原菌の形態、生理的性質、寄主植物をはじめ、発生生態全般について詳細な記載をした。それぞれの菌核病の病原菌の由来と発生生態を中心と

した研究の概要は下記のとおりである。

褐色紋枯病菌はイグサの紋枯病菌として中田(1933)によって記載され、イネに病原性のあることが明らかにされた(中田・河村, 1939)。その後、本病菌はイグサ紋枯病菌として広く研究が行われたが(松岡, 1963; 西沢・松岡, 1968; 鬼木, 1976)、イネの病原菌としての研究は全く行われなかった。ところが、1959年頃から山口県において、それまで紋枯病の防除に卓効を示した有機ヒ素剤の効果が低減し、本剤耐性の紋枯病菌の出現ではないかと懸念された。この原因の究明に当たった野中(1964)はこれに関与する病原菌は紋枯病菌と異なることを明らかにし、*Corticium* sp.によるものとして報告した。その後、九州地方にも発生していることが明らかにされ、1968年には石川県にも類似した病害が発生していることが確認され、その病原菌は*Pellicularia* sp.によるものとして報告された(竹谷・田村, 1970)。その後の研究でこれらの病原菌は*Rhizoctonia*菌に属し、中田(1933)が報告したイグサ紋枯病菌と同一菌の*Rhizoctonia solani* Kühn AG 2-2 (III B, rush type)であることが判明し、本病菌による病害がイネ褐色紋枯病と命名された(渡辺ら, 1977)。本病は東北地方から南西諸島まで広く分布していることが報告されている(稲垣・仲本, 1982; 平山ら, 1982; 野中ら, 1979, 1980; 鬼木, 1976)。中田・河村(1939)は本病菌は27科87種の植物に病原性のあること、鬼木(1976)はイグサのほかイグサ圃場周辺の7種の雑草に自然発病がみられることを報告した。近年、本病菌と同一の菌糸融合群である*Rhizoctonia solani* AG 2-2がヤマノイモの腐敗症(油本ら, 1972)、トウモロコシ根朽病(西村・工藤, 1988)の病原菌として報告されるとともに、転換畑などではキャベツ、ダイコン、ソバ、エンドウなどの苗立枯病に関わっていることが明らかとなってきた(古屋, 1986; 徳永, 1972)。

赤色菌核病菌はTullis(1934)によって発見され、*Trichoderma lignorum* (Tode) Harzと同定されていた。後にRyker & Gooch(1938)はイネのsheath spotの病原菌として*Rhizoctonia oryzae* Ryker et Goochと命名した。日本においては1931年河村によって既に発生が確認され

ており、1939年に中田・河村(1939)はその病原菌はRyker & Gooch(1938)の報告と同一菌と断定し、イネ赤色菌核病として報告した。本病菌は高温性であるために熱帯地方で発生が多く、日本では発生がほとんどないものと考えられてきた(Hashioka・Makino, 1969)。しかし、イネの作期が早まり、高温時に登熟期を迎えるようになったため、現在は全国各地で発生が確認される(平山ら, 1982; 稲垣・仲本, 1982; 三浦ら, 1988; 野中ら, 1979, 1980; 鬼木・渡辺, 1976; 作井・梅原, 1983)とともに、疑似紋枯症を起因する病原菌のうちでは病原性が最も強く(Chen, 1963; 鬼木・渡辺, 1976)、その主要菌種となっている。本病菌は14科34種の植物に寄生性のあること(稲垣ら, 1978; 中田・河村, 1939)が明らかにされている。

褐色菌核病菌は1919年、澤田(1922)によって台湾で初発見され、*Sclerotium oryzae-sativae* Sawadaと命名された。その後、本病は全国各地に発生していること(遠藤, 1934; 舟山・平野, 1961; 中田・河村, 1939)が報告されるとともに、発生生態および形態について研究が行われ(Endo, 1940; 舟山・盛, 1959; 舟山ら, 1959; 逸見・横木, 1927; 中田・河村, 1939; 西田, 1961a, 1961b)、最近では多方面から検討されている(平山ら, 1982; 稲垣・安達, 1987; Inagaki・Makino, 1974; 野中・加来, 1973)。本病菌は12科47種の植物に寄生性のあること(中田・河村, 1939)が明らかにされている。また、我国では北海道の稲作の北限(遠藤, 1934, 舟山・平野, 1961)から南西諸島(稲垣・仲本, 1982)まで全国で普遍的に発生しており、紋枯病以外の菌核病の中では最も発生が多いこと(平山ら, 1982)が指摘されている。

灰色菌核病菌は1927年に、中田によって発見され、原(1930)によって記載された。中田・河村(1939)によって13科52種の植物に寄生性のあることが明らかにされた。疑似紋枯症を起因する病原菌のうちでは球状菌核病菌と並び病原性が弱く、枯死葉鞘に腐生的に寄生していることが多いと考えられてきた。しかし、近年、発生調査が病原菌の分離に基づいて行われるようになり、また、先の農林水産省発生予察特殊調査の中で、本病菌による新しい病徴(門脇ら,

1991g, 1991h)も発見され、褐色菌核病に次いで発生が多く(平山ら, 1982; 稲垣・仲本, 1982; 門脇・磯田, 1990, 1992b; 高木・二井, 1989)、地域によっては疑似紋枯症を起因する菌核病の中では発生数の最も多いことが明らかになってきた(大兼, 1990)。また、前述のように本病菌は枯死葉鞘から検出されることが多いためにその被害については軽視されてきた。しかし、箱育苗中に発生して、生育障害を起こすこと(栗原ら, 1978)、多湿条件下では急速に蔓延すること、毒物質を産生してイネに悪影響を与えること(門脇・磯田, 1989c)が明らかにされ、現在では疑似紋枯症を起因する病原菌のうちでは主要な菌種となっている。

球状菌核病菌は日本では当初桜井2号菌として取り扱われ(櫻井, 1917)、のちに中田・河村(1939)により、Rothert(1885)によって発見された*Sclerotium hydrophilum* Saccardと同一菌であることが明らかにされた。イネ菌核病菌のうちでは、病原菌の生理生態などに関する研究(Endo, 1940; 逸見・横木, 1927; 櫻井, 1917)の歴史は古い。本病菌はイネのほか、2科10種の植物に寄生性があることが明らかにされている(中田・河村, 1939)。以前には全国各地で広く発生していたようであるが、近年の発生量については不明な点が多い。現在、疑似紋枯症を起因する菌核病の中では病原性が最も弱いことが指摘されている(野中ら, 1990)。

褐色小粒菌核病菌は1934年に、Voorhees(1934)によってトウモロコシのSclerotial rotの病原菌として記載された。その後、Ryker & Gooch(1938)によってイネに病原性のあることが明らかにされた。日本では中田・河村(1939)が本病菌の類似菌として*Sclerotium orizicola* Nakata et Kawamuraによるイネ褐色小粒菌核病を報告した。また、稲垣ら(1977a)は本病菌はアワに病原性のあることを明らかにし、本病菌によるアワの病害を褐色小粒菌核病と命名した。鬼木ら(1985)はその培養的性質、菌核の形態並びに菌糸融合群などから、イネ並びにアワの褐色小粒菌核病菌*S. orizicola* Nakata et Kawamuraとカナダでマツ科樹木の苗木の病原菌として記載された*R. endophytica* var. *filiolata* (Saksena & Vaartaja, 1960)は

Rhizoctonia zeae Voorhees(1934)の異名であることを明らかにした。

灰色菌核病菌類似の*Rhizoctonia* sp.は鬼木(1979)によって1974年に福岡県で発見され、その後、東北地方においても検出された。鬼木(1979)は病原菌、病徴とも灰色菌核病菌に酷似しているが、菌核の形、菌糸融合群が異なることを明らかにし、この分類学的な面については更に検討が必要であることを指摘している。イネにおける発生の実態については不明な点が多い。

ムギ株腐病菌は松浦(1930)によって記載され、Hashioka(1969)によって初めてイネから分離された。鬼木(1979)はイネの苗立枯病と登熟期の紋枯病類似症から、本病菌を検出している。しかし、これ以外の報告は全くなく、病徴並びに発生生態については不明な点が多い。

さび色菌核病菌(*Sclerotium* sp.)は1957年、舟山ら(1962)によってポット栽培のイネで発見された。しかし、現地圃場における発生の記録は全くなく、また、病徴並びに発生生態についても不明の点が多い。

このように、イネ菌核病の発生については多くの報告がなされている(Endo, 1940; 舟山・平野, 1961; 原, 1930; 逸見・横木, 1927; 池屋・笹野, 1956; 中田・河村, 1939; 野中, 1964, 櫻井, 1917; 澤田, 1922; 竹谷・田村, 1970)が、これらの菌核病の発生が特に注目を浴びるようになったのは、野中ら(1979, 1980)が全国各地の紋枯病様の病斑を形成している罹病葉鞘を集め、従来紋枯病として取り扱われた病斑の中に褐色菌核病、赤色菌核病、褐色紋枯病、灰色菌核病、球状菌核病など各種の菌核病が混在していることを報告して以来である。また、水田内には各種の菌核病菌が混在して発生していることが明らかになってきた(平山ら, 1982; 稲垣, 1983; 稲垣・伊藤, 1985; 作井・梅原, 1983)。更に、先に述べたように、1986年に、農林水産省植物防疫課による「イネ疑似紋枯病の発生予察方法の確立に関する特殊調査」が開始され、宮城、山形、栃木、岐阜、富山、兵庫、島根の担当7県によってそれぞれ発生実態について調査が実施された。菌種によって調査県間の発生量に差がみられるものの、各種の菌核病

が全国各地でしかも高率に発生していることが明らかとなってきた(市橋・篠田, 1991; 門脇・磯田, 1990; 松澤, 1990; 三浦ら, 1988; 大兼, 1990; 高木・二井, 1989)。また、これら菌核病は日本のほか、各国のイネ作地帯に広く分布していることが明らかにされている(Chen, 1963; Kim & Yu, 1991; 野中ら, 1983; Ou, 1985; Ryker & Gooch, 1938)。

Rhizoctonia solani Kühnの不完全時代の類別は培養型(渡辺・松田, 1966)または菌糸融合によって(国永ら, 1986; 生越, 1976)行われ、分類の方法が確立されている。イネ各種菌核病菌も菌糸融合群による分類が行われ、褐色紋枯病菌はAG 2-2に所属することが明らかにされている。褐色小粒菌核病菌はWAG-Z, 赤色菌核病菌はWAG-Oに、また、2核の*Rhizoctonia*菌も菌糸融合群によって類別され、褐色菌核病菌はAG-Bb, 灰色菌核病菌はAG-Ba, 灰色菌核病菌類似の*Rhizoctonia* sp.はAG-B, ムギ類株腐病菌はAG-Dに分類されている(Ogoshiら, 1983, 1984)。非特異的エステラーゼのザイモグラムを利用した類別も行われている(国永, 1986; Matsuyamaら, 1978)。また、土壌法によって完全世代を人為的に形成させる手法が確立され(Flentje, 1956; 生越, 1976; Strettonら, 1964)、鬼木ら(1977, 1985, 1986)は褐色紋枯病菌の完全世代は紋枯病菌と同じ*Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk, 赤色菌核病菌および褐色小粒菌核病菌は*Waitea circinata* Warcup et Talbotに所属することを明らかにし、褐色菌核病菌は*Ceratobasidium setariae* (Sawada) Oniki, Ogoshi et Araki(1986)と命名した。稲垣(1990)、稲垣・内記(1987)は赤色菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌にはクローンがあり、同一圃場内に数種のクローンが混在していることを明らかにするとともに、これら菌核病菌の年次変動について詳細な調査を行っている。

イネ各種菌核病の病徴については古くから多くの報告がある(Endo, 1940; 原, 1930; Ryker & Gooch, 1934; 櫻井, 1917; 澤田, 1922)。1939年、中田・河村(1939)は新たな病害の病徴を詳細に記載するとともに、それまで報告された菌核病の病徴を取りまとめ、診断のた

めの検索表を作成した。その後、新しい菌核病としてさび色菌核病(舟木・平野, 1961), 褐色紋枯病(渡辺ら, 1977)および灰色菌核病類似の *Rhizoctonia* sp.による病害(鬼木, 1979)が報告されるとともに、これら病害の病徴と診断法に関する研究(野中, 1969, 1977)が行われた。鬼木(1979)はイネの葉鞘の病斑形成に關与する *Rhizoctonia* 菌とその病徴を取りまとめた。その後も病徴と診断的特徴に関する調査(平山ら, 1982; 牟田ら, 1985)が行われ、更に、先の特殊調査のなかで検討が加えられてきた(藤田・竹田, 1989; 門脇ら, 1991c, 1991f, 1991g)。

各種菌核病の伝染環においては、特に、第一次伝染源を中心に調査が行われ、褐色菌核病菌(Endo, 1940; 逸見・横木, 1927; 平山ら, 1982; 稲垣・牧野, 1979), 赤色菌核病菌(稲垣・牧野, 1979, 1980; 稲垣ら, 1987), 灰色菌核病菌(稲垣・牧野, 1979, 1980)は菌核, 罹病葉鞘内などで越冬することが指摘されている。褐色紋枯病菌についてはイネにおける報告はないが、イグサ紋枯病菌として菌核, 罹病葉鞘内の菌糸および土壌中で越冬すること(松岡, 1963; 西沢・松岡, 1968; 鬼木, 1976)が明らかにされている。また、未耕地土壌並びに畑地には赤色菌核病菌類似菌, *Rhizoctonia solani* AG 2-2などが普遍的に生息していることが報告されている(国永ら, 1978; 下川ら, 1991; 徳永, 1972; 吉田ら, 1986)。しかし、これら第一次伝染源からイネへの伝染, 発病に至る経緯に関する研究は極めて少なく(藤田・竹田, 1989; 平山ら, 1982), 不明な点が多い。

各種菌核病の発生時期に関する報告は多く、これらの菌核病は一般に紋枯病に比べて発生時期が遅く、登熟期に上位葉鞘に進展するものと考えられてきた(平山ら, 1982; 中田・河村, 1939; 野中ら, 1982; 鬼木, 1976; 竹田ら, 1986)。しかし、先の特殊調査の中で、第一次伝染の時期は極めて早く、初発生も早いこと(磯田, 1987; 藤田・竹田, 1989, 門脇・磯田, 1990)が明らかとなってきた。発生要因についても研究が行われ、品種, 栽植密度, 施肥量, イネの体内成分などと発生との関係について検討されている(舟山・盛, 1959; 舟山ら, 1959; 平山ら, 1982; 加藤ら, 1989; 西田, 1961b)。

各種菌核病菌の生理的性質(稲垣・安達, 1987; Inagakiら, 1982; 稲垣・牧野, 1977b; 門脇・磯田, 1989c; 牧野・稲垣, 1977; 中田・河村, 1939; 鬼木, 1979), 形態(Endo, 1940; 稲垣・安達, 1987; Inagaki・Makino, 1974; 稲垣ら, 1978; 中田・河村, 1939; 野中, 1969, 野中・加来, 1973)についても多方面から研究が行われている。このほか、病原性(Chen, 1963; 稲垣ら, 1981; 野中ら, 1980, 1982a; 鬼木・渡辺, 1976), 腐生的性質(稲垣・牧野, 1979, 1980; 稲垣ら, 1987)並びに侵入方法(Bhuiyan・荒井, 1992; Hashioka & Okuda, 1971; 平山ら, 1982; Marshall & Rush, 1980; 野中ら, 1988)についても検討されている。

被害に関する研究は少なく、近年になって、平山ら(1982)は自然発生水田で、赤色菌核病が上位葉鞘に進展すると減収するほか、腹白米の発生などにより米粒品質の低下することを報告している。また、接種試験から各種菌核病の収量, 品質に及ぼす影響が調査され、多発生すれば品質が低下することはもとより、減収に結び付くが、紋枯病に比べてその程度は低いことが指摘されている(松澤, 1990; 大兼, 1990; 斉藤ら, 1992, 1993; 作井・梅原, 1983)。

紋枯病以外のイネ菌核病の防除剤に関する研究が開始されたのは比較的新しく、1959年の山口県における褐色紋枯病に対する有機ヒ素剤の効力低下を解明することを機に始まったと言える。全購連農業技術センター(1968年)によってそれまでの紋枯病防除剤の各種菌核病に対する防除効果が検討された。最近では日本植物防疫協会の委託試験などでは新規農薬を中心として、それぞれの菌核病を対象とした防除効果に関する試験が行われ、農薬の登録も紋枯病のほか、褐色菌核病, 赤色菌核病, 褐色紋枯病などそれぞれの菌核病ごとに行われるようになった。また、先の特殊調査をはじめ、各地で菌核病菌ごとに防除剤, 防除時期のほかに紋枯病との同時防除(平山ら, 1982; 門脇ら, 1992a; 栗原ら, 1978; 長田, 1993; 作井・梅原, 1984; 佐久間ら, 1991b; 高橋・長田, 1993)についても詳細な検討がなされ、現地では紋枯病以外の菌核病の防除も考慮した総合的な薬剤の選定が実施されるようになってきた。

第3章 イネ各種菌核病の病徴と診断

イネ各種菌核病の病徴と診断については既に多くの報告がある(遠藤, 1934; 原, 1930, 平山ら, 1982; 牟田ら, 1985; 中田・河村, 1939; 野中, 1969, 1977; 鬼木, 1979, 渡辺ら, 1977)。しかし、前述のように近縁の数種の病原菌によって起こる病害であり、病斑は類似しており、また、同一菌種においても栽培条件およびイネの生育時期によって各種の病斑を形成するために、肉眼観察による菌種間の識別は困難な場合が多い(稲垣・伊藤, 1985; 牟田ら, 1985; 渡辺ら, 1977)。これら菌核病は菌種によって薬剤の防除効果が異なる(作井・梅原, 1984; 高橋・長田, 1993; 竹田ら, 1986; 竹谷・田村, 1970)ことも指摘されており、その診断法の確立が求められている。そこで、各種菌核病の診断法確立のために、それぞれの病徴並びに診断学的特徴について調査検討した。

第1節 病斑および菌核の形状と形成位置

1. 材料および方法

1) 自然発生および人工接種イネの病徴に関する調査法

1984~'94年の11年間、島根県下の水田における各種菌核病が自然発生したイネおよび稲わら培養菌を株元に挟み込み接種したイネについて、診断の指標となる病徴を中心にイネの生育ステージごとに調査、記録した。病斑各部の名称はできるだけ図1に示す牟田ら(1985)の記載に準じた。なお、現地圃場で調査の対象とした病斑はいずれも、アンチホルミン(5%)20倍液で表面殺菌後、素寒天平板培地に置床し、25°Cの定温条件下に保ち、伸長してきた菌糸の先端部をPSA斜面培地に移植し、菌叢の発育後に基準菌株と対比するか、生越(1976)の方法によって菌糸融合を行い、菌核病菌の種類を同定した。また、分離菌はイネに戻し接種を行い、病原性を確かめた。

2) イネ各種菌核病の病斑と菌核の形状および形成位置の調査法

赤色菌核病は1989年に島根県出雲市松寄下町(品種：日本晴), 同芦渡町(品種：日本晴)お

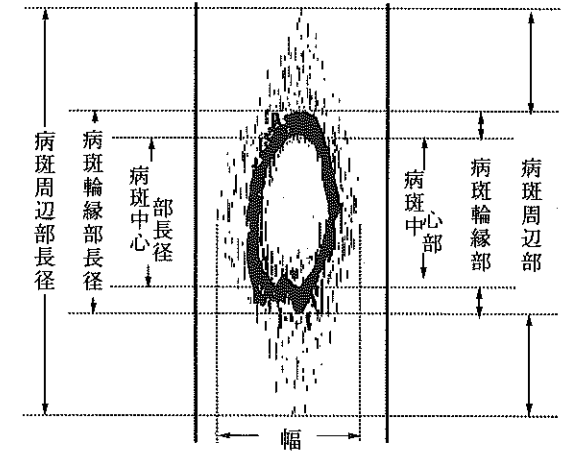


図1 各種菌核病の病斑の模式図と病斑各部の名称(牟田ら1985, 改変)

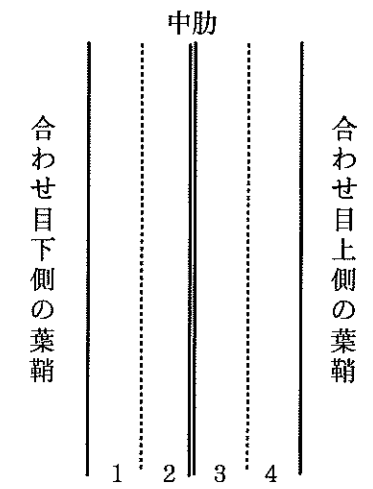


図2 葉鞘の展開図

よび大田市波根町(品種：日本晴)の早植栽培水田、褐色紋枯病は1989年に簸川郡斐川町の早植栽培水田(品種：日本晴), 褐色菌核病は1989年に斐川町の早植栽培水田(品種：コシヒカリ), 灰色菌核病は1989年に出雲市松寄下町の早植栽培水田(モチ)から、いずれも成熟期にそれぞれの発病茎を地際から採取した。各葉鞘ごとに病斑と菌核形成の有無を調査し、病斑を形成している場合は牟田ら(1985)の方法(図1)に準じて病斑中心部, 病斑輪縁部, 病斑周辺部の長径を計測した。各葉鞘の最上位部から稈との着生部までを、上位部, 中位部, 下位部に3等分し、それぞれの部位ごとに病斑および菌核の形成状況を調査した。病斑がゆ合している場合はそれぞれの単独の病斑として計測した。また、数種の病斑を形成する灰色菌核病について

は病斑の種類ごとにそれぞれの形状と形成率を調査した。赤色菌核病については葉鞘を展開後、図2に示す4つの部位における菌核の形成状況を調査した。調査の対象とした病斑からは前項と同様に常法によって菌の検出を行い、当該菌種による病斑であることを確認した。

3) 葉鞘合わせ目における病斑形成位置の調査法

1988年および1989年の9~10月に、島根県下の水田から褐色紋枯病、赤色菌核病、褐色菌核病および灰色菌核病の発病茎を採取し、葉鞘合わせ目付近の病斑形成位置について各葉鞘ごとに、4つの基準①葉鞘合わせ目の下側葉鞘に病斑を形成、②上側葉鞘に病斑を形成、③葉鞘合わせ目の上側と下側の両方の葉鞘に病斑を形成、④葉鞘合わせ目以外の場所に病斑を形成、により調査した。なお、当該菌種が検出されるか、病徴が酷似しており、しかもその上位葉鞘または下位葉鞘の病斑から当該菌種が分離されるか、または当該菌核を形成している病斑を調査の対象とした。

4) イネ褐色菌核病の病斑中心部に形成される褐色の条線についての調査法

1986年9月上旬、隠岐郡西郷町、11月上旬に安来市荒島町の水田から褐色菌核病発病茎を採取し、第2葉鞘から第4葉鞘までに形成された病斑の病斑中心部に形成される褐色の条線の有無とその大きさについて観察調査した。なお、病斑中心部の直径が2mm以下の小型病斑については調査の対象から除外した。また、1988年10月、安来市荒島町の普通期栽培水田(品種：日本晴)から刈り取り直後の褐色菌核病発病茎を採取し、葉鞘位ごとに病斑部を表面、裏面または光に透かして観察調査し、病斑中心部に形成されている褐色の条線の検出率を求めた。なお、調査の対象とした全ての病斑から常法によって菌の分離を行い、本病菌であることを確認した。

2. 結果

1) ~ 4) の調査結果を各菌核病ごとに取りまとめた。その結果は下記のとおりである。

1) 褐色紋枯病 (図版1-1~9)

本病は葉鞘に大型の紋枯病類似の病斑を形成する(図版1-1)。最初は下位葉鞘に輪郭の

不明瞭な長径が5~20mmの楕円~長楕円形の病斑を形成し、その中心部は灰緑色水浸状を呈している。このような病斑ではのちに病斑中心部は灰白色、病斑輪縁部は濃褐色で、それを取り巻く病斑周辺部は褐色~淡褐色となり、健全部との境界は不鮮明である(図版1-2)。中位葉鞘の病斑は病斑中心部が楕円形で灰白色を呈し、病斑輪縁部は褐色でやや幅が広く、その周辺部は黄化している。同一葉鞘の上位部に病斑が形成されると、この黄化部分は葉身にも及び、激しい場合には葉身の基部が黒褐変し、葉枯症状を呈する。病斑輪縁部の拡大にともなって輪紋を形成する場合は観察される(図版1-3)。上位葉鞘では病斑中心部が灰白色で細長く、病斑輪縁部が不鮮明で幅の広い大型病斑(図版1-4)のほか、葉鞘の縁を上から下に伸びる細長い流れ型病斑が形成される(図版1-5)。いずれの病斑でも病斑輪縁部は不鮮明でその一部が欠落していることが多い(図版1-6)。更に、イネの生育後期に上位葉鞘が退色した場合には周辺が不鮮明な灰黒色の病斑が形成される。

病斑は1葉鞘に1~3個形成されるが、1個の場合が多い(表1)。成熟期のイネにおける病斑中心部の長径は24.0~84.0mmで、病斑輪縁部の幅は赤色菌核病に比べてやや狭い(表2)。病斑は葉鞘の上位部に形成されることが多く、下位部では全く認められない(表3)。葉鞘合わせ目付近の病斑は葉鞘を取り巻くか、上側葉鞘に形成されることが多い(表4、図版1-7)。また、栽培時期の早い作型などでは出穂期頃から発病株の病斑の周辺部および無病徴の葉鞘・葉身に白色粉状の子実層が形成される(図版1-8)。子実層の形成は発病株に限られ、無病徴の葉鞘に形成された場合には後にその周辺に新しく病斑が形成される。

菌核は葉鞘の組織内部に形成されることが多く、幅は葉脈に遮られて葉脈間に留まり、短冊状で黒褐色~黒色を呈する(図版1-9)。長さは1~数mmのものが多いが、10mm以上にも及ぶ場合も観察される。このほか、葉鞘と稈の間には扁平、葉鞘内側の組織外面に偏球形の黒褐色の菌核が形成される場合もみられる。

表1 3種のイネ菌核病の病斑および菌核の形成葉鞘率

病名	品種名	葉鞘位 ^{a)}	調査	病斑	1葉鞘当り	菌核
			葉鞘数	形成率	病斑数	形成率
			個	%	個	%
褐色紋枯病	日本晴	止葉葉鞘	30	0	0 (0)	0
		第2葉葉鞘	30	73.3	1.1(1-2)	3.3
		第3葉葉鞘	30	90.0	1.2(1-3)	0
		第4葉葉鞘	30	56.7	1.3(1-2)	10.0
赤色菌核病	コシカரி	止葉葉鞘	160	33.8	1.4(1-2)	0.6
		第2葉葉鞘	160	90.6	1.3(1-3)	13.8
		第3葉葉鞘	160	49.4	1.1(1-3)	32.5
		第4葉葉鞘	159	28.9	1.0(1-2)	47.2
		第5葉葉鞘	129	9.3	1.0(1)	40.3
		第6葉葉鞘	50	4.0	1.0(1)	26.0
褐色菌核病	日本晴	止葉葉鞘	120	25.0	1.7(1-3)	2.5
		第2葉葉鞘	120	69.2	1.3(1-4)	8.3
		第3葉葉鞘	120	52.5	1.4(1-3)	27.5
		第4葉葉鞘	120	54.2	1.2(1-3)	21.7
		第5葉葉鞘	110	27.3	1.2(1-3)	19.1
		第6葉葉鞘	69	10.1	1.0(1)	18.8
褐色菌核病	コシカリ	止葉葉鞘	25	0	0	0
		第2葉葉鞘	25	56.0	3.7(1-10)	4.0
		第3葉葉鞘	25	100.0	4.3(1-10)	32.0
		第4葉葉鞘	21	100.0	3.3(1-8)	76.2
		第5葉葉鞘	9	100.0	2.0(1-4)	33.3

^{a)} 止葉次葉葉鞘を第2葉葉鞘と呼び、下方に3, 4, 5葉葉鞘とした。

^{b)} 最小値-最大値。

^{c)} 調査時期:成熟期。

2) 赤色菌核病 (図版2-1~9)

本病も葉鞘に大型の紋枯病類似の病斑を形成する(図版2-1)。発生初期の病斑は下位葉鞘の基部に形成されることが多く、はじめは長楕円形で病斑全体が紫褐色~黒褐色を呈するが、病斑中心部は退色して灰褐色~淡褐色となり、病斑輪縁部の幅が広い(図版2-2)。中位葉鞘では病斑中心部が淡褐色を呈し、病斑輪縁部は他の菌核病に比べて幅が広く、病斑周辺部と健全部との境界が不明瞭である(図版2-3)。このほか、病斑中心部がやや角ばった不整形で灰白色を呈することがあり、このような病斑ではその中心部が容易に裂開する(図版2-4)。止葉および次葉など上位葉鞘では病斑中心部と病斑輪縁部との境界が不鮮明で、病斑中心部の葉脈は黒褐色、葉脈間は赤味を帯びた淡褐色で、病斑全体が黒褐色を呈する(図版2-

5)。葉鞘合わせ目では下側葉鞘に病斑が形成されることが多い(図版2-6)。この合わせ目の下側の葉鞘に病斑を形成する割合は上位葉鞘で高く、下位葉鞘ではやや低い(表4)。多発水田では止葉葉鞘が侵されて病斑部から折れる茎もみられる(図版2-7)。また、下位葉の葉鞘が無病徴のまま、直上の葉鞘に病斑を形成する不規則型発病茎(吉村, 1955)がかなり観察される。病斑は葉鞘のほか、葉身にも形成され、病斑中心部は円形~楕円形で灰白色を呈し、病斑輪縁部は褐色、周辺部はやや黄化し、その境界は葉鞘と同様に不鮮明である(図版2-8)。

病斑の大きさは数mmのものから、病斑中心部、輪縁部、周辺部に分かれた100mm以上の極めて大型のものまで各種のものがみられる。成熟期の病斑の長径は上位葉鞘ほど大きく、下位葉

表2 3種のイネ菌核病の病斑各部^{a)}の大きさと葉鞘位

病名	品種	葉鞘位	調査 病斑数	中心部直径(A)	輪縁部直径(B)	周辺部直径	(B-A) ^{b)}
				mm	mm	mm	mm
褐色 紋 枯 病	日 本 晴	第2葉葉鞘	23	31.0±5.5(86-3) ^{c)}	31.5±5.5(86-3)	43.0±6.0(103-12)	0.5
		第3葉葉鞘	33	33.9±3.1(71-6)	34.5±3.2(72-6)	46.0±3.2(85-13)	0.6
		第4葉葉鞘	22	27.5±2.4(62-9)	28.0±2.5(62-10)	35.5±2.7(62-16)	0.5
		第5葉葉鞘	1	24.0	24.0	31.0	-
赤 色 菌 核 病	コ シ ヒ カ リ	止葉葉鞘	37	27.9±2.9(83-9)	28.4±2.9(84-10)	40.0±3.8(106-12)	0.5
		第2葉葉鞘	117	25.9±1.4(70-3)	26.7±1.4(71-3)	39.9±2.1(132-4)	0.8
		第3葉葉鞘	58	16.7±1.6(54-3)	17.3±1.6(54-4)	26.4±1.9(79-5)	0.6
		第4葉葉鞘	36	14.0±1.5(44-3)	14.4±1.5(44-3)	19.0±1.9(49-6)	0.4
		第5葉葉鞘	8	15.9±2.4(24-7)	15.9±2.4(24-7)	22.0±3.6(36-8)	-
		第6葉葉鞘	2	8.5±5.5(14-3)	9.5±6.5(16-3)	14.0±8.0(22-6)	-
核 病	日 本 晴	止葉葉鞘	52	30.8±3.0(139-5)	31.4±3.0(140-5)	46.1±4.3(194-6)	0.6
		第2葉葉鞘	107	19.6±1.2(71-2)	21.4±1.3(72-2)	38.3±2.1(133-8)	0.8
		第3葉葉鞘	88	16.7±1.5(70-2)	17.7±1.6(74-2)	28.2±2.3(143-3)	1.0
		第4葉葉鞘	75	12.9±1.1(52-2)	13.3±1.1(52-3)	21.5±1.4(64-3)	0.4
		第5葉葉鞘	35	13.9±2.2(54-3)	14.1±2.2(54-3)	20.2±2.7(66-3)	0.2
		第6葉葉鞘	7	9.3±3.8(29-2)	9.3±3.8(29-2)	13.1±4.2(29-2)	-
褐色 菌 核 病	コ シ ヒ カ リ	第2葉葉鞘	52	9.6±0.9(28-2)	10.0±0.9(29-2)	15.4±1.2(36-5)	0.4
		第3葉葉鞘	108	11.5±0.7(33-3)	11.7±0.7(33-3)	15.7±1.0(56-3)	0.2
		第4葉葉鞘	69	11.4±0.7(26-3)	11.6±0.7(27-3)	14.0±0.8(33-3)	0.2
		第5葉葉鞘	18	9.7±0.9(21-5)	9.9±0.9(21-5)	11.6±0.9(21-8)	-

^{a)} 病斑各部の名称は牟田ら(1985, 図1)に準じた。

^{b)} 病斑輪縁部の幅。

^{c)} 平均±SE(最大-最小)。

鞘になるほど順次小さくなる(表2)。止葉葉鞘などで葉鞘が稈を取り巻いている場合には外見上は数個の病斑を形成しているようにも観察されるが、葉鞘を開くと合わせ目の下側で病斑が繋がっていることが多く、また、外見上無病斑の場合でも、上側の葉鞘に覆われた下側の部分に病斑を形成しているものも観察される。1葉鞘当りの病斑形成数は1個の場合が多いが、2~4個形成している葉鞘もみられ、上位葉葉鞘ほどその割合は高い(表1)。病斑形成率は上位葉葉鞘で高く、病斑の形成位置は上位葉葉鞘では葉鞘の中位部から下位部に、下位葉葉鞘では上位部~中位部に多い傾向がみられるが、一般的には中位部における形成率が高い(表3)。

菌核は石竹~鮭肉色を呈し、葉鞘および葉身の組織内部に形成されることが多く、葉脈に遮られ、短冊状である(図版2-9)。菌核の形成

率は中~下位葉葉鞘で高い傾向がみられる(表1)。菌核は病斑中心部に形成されることはほとんどなく、病斑輪縁部、病斑周辺部のほか、下位葉葉鞘の無病徴の感染枯死部に形成される(表5)。病斑輪縁部では隣り合ったいくつかの葉脈間に連続的に形成されることが多く、また、葉鞘の中肋部付近には少なく、葉舌および葉鞘内外部両端の組織の薄い部分に形成されることが多い(表6)。葉鞘と稈の間のほか、枯死した葉身にもモザイク状に多数の菌核が形成される場合がみられる。

3) 褐色菌核病 (図版3-1~9)

本病は葉鞘に成熟期には中型の紋枯病類似の病斑を形成する(図版3-1)。早期栽培などでは移植1月後頃から、下位葉葉鞘の水際付近に病斑中心部の直径が2~4mmの小型円形病斑が形成される(図版3-2)。病斑輪縁部は明瞭で

表3 3種のイネ菌核病の病斑形成位置と葉鞘位

病名	品種名	葉鞘位	調査 病斑数	病斑形成率		
				上位部 ^{a)}	中位部	下位部
			個	%	%	%
褐色紋枯病	日 本 晴	第2葉葉鞘	23	69.6	30.4	0
		第3葉葉鞘	33	69.7	30.3	0
		第4葉葉鞘	22	59.1	40.9	0
		第5葉葉鞘	1	0	100.0	0
		止葉葉鞘	73	6.9	71.2	21.9
赤色菌核病	コ シ ヒ カ リ	第2葉葉鞘	189	12.2	76.2	11.6
		第3葉葉鞘	84	41.7	48.8	9.5
		第4葉葉鞘	48	41.7	47.9	10.4
		第5葉葉鞘	12	16.7	66.6	16.7
		第6葉葉鞘	2	0	50.0	50.0
		止葉葉鞘	52	48.1	48.1	3.8
褐色菌核病	日 本 晴	第2葉葉鞘	107	28.0	71.0	1.0
		第3葉葉鞘	88	52.3	45.4	2.3
		第4葉葉鞘	75	50.6	42.7	6.7
		第5葉葉鞘	35	37.1	40.0	22.9
		第6葉葉鞘	7	14.3	57.1	28.6
		止葉葉鞘	52	5.8	34.6	59.6
褐色菌核病	コ シ ヒ カ リ	第3葉葉鞘	108	10.2	67.6	22.2
		第4葉葉鞘	69	11.6	43.5	44.9
		第5葉葉鞘	18	0	11.1	88.9
		第2葉葉鞘	52	5.8	34.6	59.6

^{a)} 葉鞘の最上位部から稈付着部までを3等分し、上位部、中位部、下位部とした。

表4 各種イネ菌核病の葉鞘合わせ目における病斑形成位置

病名	葉鞘位	調査数	病斑形成数			
			下側	全面	上側	合わせ目外
		個	個	個	個	個
褐色紋枯病	止葉葉鞘	4	0	1	3	0
	第2葉葉鞘	51	5	21	23	2
	第3葉葉鞘	25	2	14	6	3
	第4葉葉鞘	6	0	1	2	3
赤色菌核病	止葉葉鞘	7	6	1	0	0
	第2葉葉鞘	34	33	0	1	0
	第3葉葉鞘	33	24	1	2	6
	第4葉葉鞘	13	3	5	1	4
褐色菌核病	第2葉葉鞘	52	7	0	0	45
	第3葉葉鞘	108	5	0	0	103
	第4葉葉鞘	69	1	0	0	68
	第5葉葉鞘	18	0	0	0	18
灰色菌核病 ^{a)}	止葉葉鞘	27	0	-	27	-
	第2葉葉鞘	14	0	-	14	-

^{a)} 葉鞘の合わせ目に病斑形成がみられるものについて調査した。

表5 2種のイネ菌核病の病斑形成部と菌核形成位置

病名	品種名	葉鞘位	調査数	菌核形成率 ^{a)}			
				中心部 ^{b)}	中心部外	中心部内外	その他
			個	%	%	%	%
赤色菌核病	コシヒカリ	止葉葉鞘	1	0	100.0	0	0
		第2葉葉鞘	22	0	95.5	0	4.5
		第3葉葉鞘	25	0	88.0	8.0	4.0
		第4葉葉鞘	22	0	95.5	4.5	0
		第5葉葉鞘	3	0	100.0	0	0
		第6葉葉鞘	1	0	100.0	0	0
褐色菌核病	日本晴	止葉葉鞘	3	0	100.0	0	0
		第2葉葉鞘	8	12.5	87.5	0	0
		第3葉葉鞘	21	4.8	90.4	4.8	0
		第4葉葉鞘	13	0	100.0	0	0
		第5葉葉鞘	2	0	100.0	0	0
褐色菌核病	コシヒカリ	第2葉葉鞘	2	50.0	50.0	0	0
		第3葉葉鞘	13	61.6	30.8	30.8	0
		第4葉葉鞘	20	35.0	40.0	25.0	0
		第5葉葉鞘	5	20.0	60.0	20.0	0

^{a)} 同一葉鞘で病斑、菌核が形成された場合のみを対象とした。

^{b)} 図1参照。

表6 赤色菌核病菌のイネ葉鞘における菌核形成部位

葉鞘位	調査葉鞘数	平均形成菌核数	部位別菌核形成率			
			1 ^{a)}	2	3	4
	個	個	%	%	%	%
第2葉葉鞘	6	29.7	26.9	5.1	5.1	62.9
第3葉葉鞘	18	36.0	47.4	3.8	1.4	47.4
第4葉葉鞘	18	12.9	38.2	3.9	12.4	45.5
第5葉葉鞘	9	3.3	23.3	10.0	13.3	53.4
第6葉葉鞘	1	3.0	33.3	0	0	66.7

^{a)} 図2参照。

幅が狭く、病斑周辺部は褐色～淡褐色である。また、地際部付近の葉鞘に病斑中央の葉脈が黒褐色を呈し、病斑中心部と輪縁部、周辺部との境界が不鮮明な褐色～黒褐色の比較的大型の楕円形の病斑を形成する(図版3-3)。出穂期頃から下位葉葉鞘に病斑中心部が円形～短楕円形で直径が5~10mm、更に、登熟が進むと中位葉葉鞘に10~20mmの大型病斑を形成する。一般に、形成初期の病斑中心部は水浸状で、その中央に葉脈に遮られた淡褐色の条線がみられる。このような病斑は日数の経過とともに、病斑中心

部は灰褐色、その中の条線は褐色～暗褐色となり、病斑輪縁部の幅はやや広がる(図版3-4)。この条線は病斑中心部の中央に1本存在することが多く、その長さは病斑中心部の直径の約60%で、幅は2本の葉脈間に留まることが多い(図版3-5, 6, 表7, 8)。この褐色条線は葉鞘の表面からは見えにくく、特に枯死葉鞘では観察が困難である。しかし、葉鞘の裏面、またはこれを光に透かしてみると容易に観察され、この透過光による検出率はほぼ100%であった(表9)。病斑中心部の拡大に伴い、病斑輪縁

表7 イネ褐色菌核病の病斑中心部における褐色条線の形成状況

葉鞘位	調査病斑数	条線数別病斑数				条線形成病斑率	1病斑当り条線数
		0	1	2~3	4<		
	個	個	個	個	個	%	個
第2葉葉鞘	36	7	28	0	1	80.6	1.17
第3葉葉鞘	120	4	104	11	1	96.7	1.16
第4葉葉鞘	18	0	16	2	0	100.0	1.11

表8 イネ褐色菌核病の病斑中心部に形成される褐色条線の大きさ

葉鞘位	調査病斑数	条線の幅 ^{a)}		
		直径	長さ	幅
	個	mm	mm	個
第2葉葉鞘	29	7.2	4.4	28 1 0
第3葉葉鞘	116	6.2	3.8	111 4 1
第4葉葉鞘	18	7.3	4.1	18 0 0

^{a)} 1:葉鞘の2本の葉脈に囲まれた1細胞の幅。
2:葉鞘の3本の葉脈に囲まれた2細胞の幅。
3:葉鞘の4本の葉脈に囲まれた3細胞の幅。

表9 イネ褐色菌核病病斑に形成される褐色条線^{a)}の調査方法と検出率との関係(1988)

葉鞘位	調査数	調査法別検出率		
		表面	裏面	透過光
	個	%	%	%
止葉葉鞘	6	0.0	33.3	100
第2葉葉鞘	80	1.3	45.0	100
第3葉葉鞘	64	3.1	53.1	98.4
第4葉葉鞘	28	0.0	60.7	100
第5葉葉鞘	3	33.3	66.7	100

^{a)} 品種：日本晴，調査時期：10月(成熟期)。

部が輪紋を形成することがある(図版3-7)。また、上位葉葉鞘では1葉鞘に病斑中心部直径が2~5mmの小型の病斑が多数形成され、それぞれが吻合することも多い(図版3-8)。

大型病斑の長径は11.6~15.7mmと他の菌核病菌による病斑に比べて比較的小さく、葉鞘位による差はみられなかった(表2)。同一葉位葉鞘では病斑形成部位は葉鞘の中位部から下位部に多く、葉節下など上位部では少なかった(表3)。また、葉鞘合わせ目の病斑形成率は低かったが、病斑の形成がみられた場合はいずれも下側の葉鞘であった(表4)。

菌核は葉鞘の組織内部に形成される。初めは白色で、成熟すると褐色となり、イネの葉脈の一細胞内に伏状～円筒状を呈して形成される(図版3-9)。菌核の形成率は第3~5葉鞘、特に、第4葉鞘で高い(表1)。菌核は病斑の中心部に形成される場合と中心部以外に形成される場合がほぼ同数を占めた(表5)。

4) 灰色菌核病(図版4-1~10)

本病は収穫期が近づくと、紋枯病類似の病斑を形成する(図版4-1)。イネの生育初中期には病斑形成は少なく、下位葉葉鞘に褐色菌核病に類似した直径が1~3mmの小型円形の病斑、まれに病斑中心部が5~10mmの楕円形～不正形で灰褐色、病斑輪縁部が褐色の病斑を形成し、病斑上またはこれに隣接したところに菌核を形成する。出穂期頃に降雨が続くと多発生し、第3葉鞘など中位葉葉鞘に病斑中心部が長楕円形、病斑輪縁部が不明瞭な淡紅褐色水浸状の病斑が形成される(図版4-2)。このような病斑付近には淡紅褐色の小斑点が多数形成される。また、第2, 3葉葉鞘では病斑中心部の長径が10mm程度で楕円形～不正形、灰褐色を呈し、病斑輪縁部が黒褐色で比較的鮮明な病斑を形成する(図版4-3)。

登熟期の多湿条件下では4種の病斑、すなわち、①小型楕円形の斑紋型病斑(図版4-4)、②紋枯病に類似した楕円型病斑(図版4-5)、③褐色紋枯病で述べたような葉鞘上部の葉節付近から下位に向かって、葉鞘の合わせ目の上側の葉鞘が灰白色に枯死し、健全部との境界は波状を呈する病斑(流れ型と称する)(図版4-6)のほかに、④葉脈に遮られた褐色～帯紅褐色の小型斑点型病斑が形成される(図版4-7の小型斑点型病斑、表10)。病斑の周辺部および無病徴の枯死部の葉鞘外面に菌核が多数形成される

場合が多い(図版4-8)。各病斑の長径は、斑点型は1.3mm、斑紋型は2.5mm、楕円型は10.8mm、流れ型病斑は90.0mmであった(表10)。成熟期におけるこれら4種類の病斑の形成率はいずれも上位葉葉鞘ほど高く、病斑間では斑点型病斑が最も高く、流れ型病斑がこれに次ぎ、この2種の病斑はほとんどの茎で発生がみられたが、斑紋および楕円型病斑の形成率はやや低かった(表11)。各病斑の1葉鞘当り形成数は斑点型は

表11 成熟期にみられるイネ灰色菌核病の病斑型と葉鞘位との関係

葉鞘位	調査		病斑の種類別形成茎数			
	茎数	茎	斑点型	斑紋型	楕円型	流れ型
止葉葉鞘	25(0) ^{a)}	20(0) ^{b)}	16(0)	10(0)	24(0)	
第2葉葉鞘	25(7)	22(3)	6(1)	5(1)	14(1)	
第3葉葉鞘	25(23)	14(12)	1(1)	0	0	
第4葉葉鞘	25(25)	1(1)	0	0	0	
第5葉葉鞘	24(24)	0	0	0	0	
第6葉葉鞘	18(18)	0	0	0	0	

^{a)} 調査葉鞘の内の枯死葉鞘数。
^{b)} 発病葉鞘数の内の枯死葉鞘数。

表12 イネ灰色菌核病病斑型の型別形成数と葉鞘位との関係

葉鞘位	斑紋型		楕円型		流れ型	
	調査数	病斑数	調査数	病斑数	調査数	病斑数
	個	個	個	個	個	個
止葉葉鞘	16	1.81(1-4) ^{a)}	10	1.50(1-3)	24	1.13(1-2)
第2葉葉鞘	6	1.33(1-2)	5	1.60(1-2)	14	1.0(1)
第3葉葉鞘	1	1.0(1)	-	-	-	-

^{a)} 最小値-最大値を示す。

極めて多く、流れ型、斑紋型および楕円型病斑は1~数個であった(表12)。流れ型病斑は葉鞘合わせ目では上側の葉鞘に形成され、いずれの病斑も下位の次葉葉鞘に被われた部分には全く形成されず、露出している部分にのみ認められた(表13)。本病の特徴としては他の菌核病に比べて病斑輪縁部の外側にある病斑周辺部の退色が著しかった。

菌核は病斑周辺並びに枯死葉鞘に多数形成され、形成初期では灰白色、成熟すると灰褐色を呈する。直径0.3-2mmの類球形で、葉鞘に付着

表10 イネ灰色菌核病の病斑型とその大きさ

病斑型	調査数	長さ		幅
		mm	mm	mm
斑点型	96	1.29(0.5-4.0) ^{a)}	0.50(0.5)	
斑紋型	28	2.45(1.0-4.0)	1.26(1.0-2.5)	
楕円型	23	10.78(5.0-32.0)	2.07(1.0-3.0)	
流れ型	43	89.95(12.0-223.0)	-	

^{a)} 最小値-最大値を示す。

表13 イネ灰色菌核病の葉鞘における病斑形成部位

葉鞘位	調査葉鞘数	発病葉鞘数	発病葉鞘率	
			次葉鞘包埋部	露出部
止葉葉鞘	25	25	0	100
第2葉葉鞘	25	24	0	100
第3葉葉鞘	25	14	0	100
第4葉葉鞘	25	1	0	100

した部位は平盤状で濃褐色を呈し、刈り取り時には田面に容易に脱落する(図版4-9)。熟期が早いイネでは、倒伏した場合には籾の表面に、刈り取り後水田に放置された稲わらではその表面に、多数の菌核が形成されることがある(図版4-10)。このほか、田植え後の水田に放置された補植用の苗が経過日数が長くなり、下位葉葉鞘が枯死すると、そこに多数の菌核が形成される。

5) 球状菌核病 (図版5-1~2)

生育後半にまれに病斑中心部の直径3~10mm程度の褐色菌核病に類似した円形~楕円形の病斑を形成する場合がみられる。病斑輪縁部は褐色~黒褐色を呈し、病斑周辺部はやや黄化する(図版5-1)。下位葉葉鞘の無病徴の老化枯死部などに直径が0.3~0.5mmの小型菌核が多数形成される。病斑上あるいはこれに隣接して葉鞘外面に菌核が形成されることがある。菌核は形成初めは黄色~黄褐色、成熟すると黒褐~黒色を呈し、表面に光沢がある(図版5-2)。

6) 褐色小粒菌核病 (図版6-1~3)

葉鞘に淡褐色病斑を形成する(図版6-1)。はじめ下位葉葉鞘に赤色菌核病に類似した黒褐色の周辺が不鮮明な5~10mmの病斑を形成し、病斑中心部はのちにやや退色する(図版6-2)。出穂期頃から病斑中心部の直径が10~20mmで楕円形の黒褐色の病斑を葉鞘合わせ目の下側葉鞘に形成する。病斑中心部の葉脈は黒褐色であることが多く、赤色菌核病に比べて病斑中心部の色がやや淡い。上位葉葉鞘への進展は緩慢で第3~4葉鞘に病斑を形成することが多い。生育後期になると枯死葉鞘の組織内部および外面に直径が0.1mmの小型球形の赤色~赤紫色の菌核を形成する(図版6-3)。

第2節 診断法

戦後、多収獲を目的としたイネの栽培が始まった1960年代以降は短稈多げつ型品種の普及と、密植多肥栽培並びに栽培の早期化が一般化するに従い、イネ紋枯病が大発生するようになった。これとともに、紋枯病菌とは異なる各種菌核病菌による疑似紋枯症も全国的に発生するようになった。これらの病害は近縁の病原菌に起因するために病斑が酷似しており、各種菌

核病菌による病斑が紋枯病の病斑とみなされている場合も多く、また、これらの病害も米の収量、品質の低下をきたしていることがわかり、更に、両者に対し防除薬剤の効果が異なることなどの問題もあって、紋枯病と疑似紋枯症を起因する各種菌核病の病斑を識別するための診断法が必要となってきた。イネ菌核病の病徴と診断については中田・河村(1939)をはじめ多くの報告があるが、不明な点も少なくない。そこで、今までの知見に既往の報告を加え、その診断について検討した。

1. イネ各種菌核病の診断学的特異点

前節で明らかにした病徴に既往の報告(平山ら, 1982; 牟田ら, 1985; 中田・河村, 1939; 野中, 1969, 1977; 鬼木, 1979; 渡辺ら, 1977)を加えて、各菌核病の診断学的特徴を取りまとめ表14に示した。

菌核については、これらの病害が菌核病と称せられるように、それぞれ特徴のある菌核を形成するため、その形状、色彩および形成部位などにより、菌核のみによっても診断が可能な場合がある。

一方、病斑については当該菌種特有の症状のほかに、2, 3の菌種に共通の特徴がみられる。菌種特有の病徴としては、褐色菌核病の病斑中心部の褐色の条線、灰色菌核病の葉鞘に多数形成される帯紅褐色の小斑点、褐色紋枯病における病斑輪縁部の欠落、赤色菌核病では上位葉葉鞘の病斑中心部における葉脈の黒褐変などである。このほかに特定の菌種だけではないが菌種間に相違がみられる病徴として、病斑形成位置、1葉鞘当たり病斑数、病斑の大きさなどがあり、病斑輪縁部の幅、不規則型発病茎、発病部からの茎の折損の有無などにも菌種間に違いがみられ、これらは診断の一助となる。

以上述べたように、各菌核病の形成された菌核と病徴の特徴を組み合わせることによって、的確な診断が可能である。

2. 診断法

1) 菌核による診断

菌種によって菌核の形状、色彩、形成位置などに違いがみられ、これによって診断できる。葉鞘の外面に菌核を形成するものには紋枯病、灰色菌核病、球状菌核病、褐色小粒菌核病があ

表14 イネ各種菌核病の病徴と診断に関する一覧表 a)

病名 (病原菌名)	発病部位等	病徴	診断のポイント	菌核	
				形成部位	形状
紋枯病 (<i>Rhizoctonia solani</i> AG1 (I A,asaki type))	葉鞘 葉身 苗立枯れ 切(保菌)	病斑中心部は直径が10~20mm, 時には40~60mmに及ぶ, 楕円形で淡褐色~灰色の病斑を形成する。病斑は初め暗緑色水浸状, 後に中心部は淡褐色から灰色となり, 病斑輪縁部は濃褐色, その幅は狭く鮮明である。	下位葉葉鞘では葉節の直下に, 中肋を挟んで対称の位置に病斑が形成される。病斑輪縁部は鮮明でその幅は狭い。上位葉葉鞘では多数の大型病斑が形成され, 互いにゆ合する。	葉鞘の外 面(まれに 裏面に)に 多数形成。	1~5mmの 大型不正型~球 状。菌核病菌の 中では最大。初 め灰白色, のち 濃褐色。
褐色紋枯病 (<i>Rhizoctonia solani</i> AG2-2 (III B, rush type))	葉鞘 葉身	初め水浸状の病斑を形成し, 後に中心部は灰白~灰褐色となり, 輪縁部の幅はやや広い。病斑輪縁部は不鮮明でその一部が欠落する。輪縁を形成することがある。上中位葉の葉鞘では葉縁部に流れ型病斑b)を形成する。葉鞘の合わせ目では上側葉鞘か全面に病斑が形成される。	病斑輪縁部が不鮮明でその一部が欠落する。病斑輪縁部の幅は広く, 病斑の拡大によって輪縁を形成する。上位葉葉鞘では葉鞘の縁に流れ型病斑を形成し, 葉鞘の合わせ目では上側あるいは全面に病斑を形成する。	葉鞘の組 織内部(ま れに葉鞘裏 面の表面) に形成。	1~3mm, 葉 脈に遮られた楕 円~短冊状。濃 褐色~黒褐色。
赤色菌核病 (<i>Rhizoctonia</i> <i>oryzae</i>)	葉鞘 葉身	病斑は葉鞘の中位部に形成され, 病斑中心部は不正型~楕円形で淡黄~淡褐色, 長径は10~30mm, 時には40~50mmに及ぶ。病斑輪縁部の幅は広く, 健全部との境界は不鮮明である。病斑中心部の葉脈は黒褐色を呈する。葉鞘合わせ目では下側葉鞘に病斑形成, 上位葉葉鞘では病斑形成部から折損する。	病斑は葉鞘の中位部に1個形成される。病斑輪縁部の幅が広く, 上位葉葉鞘では病斑中心部の葉脈が黒褐色を呈する。無病徴の葉鞘の直上の葉鞘に病斑が形成されることがある。	葉鞘の組 織内部(ま れに葉鞘裏 面の外面) にまれに形 成。	0.5~2mm, 葉 脈に遮られた楕 円~短冊状。 石竹~鮭肉色。
褐色菌核病 (<i>Sclerotium oryzae-</i> <i>sativae</i>)	葉鞘 葉身	発生初期には下位葉葉鞘に2~5mmの小型円形の病斑を形成, 出穂期頃から病斑中心部が円形~短楕円形で, 直径が10~15mmの大型病斑を形成する。上位葉葉鞘では小型病斑が多数形成され, ゆ合することがある。いずれの病斑もその中心部の中央に褐色の条線がみられる。	病斑中心部は他の菌核病に比べて円みを帯びる。病斑の中央には褐色~暗褐色の条線がある。上位葉葉鞘では小型病斑が多数形成され, 互いにゆ合する。	葉鞘の組 織内部に形 成。	大きさは0.3~ 2mm, 俵型~短 円筒形で, 初め 灰白色, のちに 褐色~暗褐色。
灰色菌核病 (<i>Sclerotium</i> <i>fumigatum</i>)	葉鞘 葉身 切(保菌) 苗立枯れ	病斑中心部の直径が5~20mmの紋枯病様病斑のほかに, 斑紋型および葉脈に遮られた斑点型病斑を形成する。上位葉葉鞘では葉鞘合わせ目の上側葉鞘に流れ型病斑b)を形成する。	病斑部周辺および枯死部に葉脈に遮られた0.5~2mmの帯紅褐色の斑点型病斑を形成し, 上位葉葉鞘では流れ型病斑b)を形成する。	葉鞘の外 面, 多発時 には切, 葉 身の外面に 多数形成。	0.3~2mm, 灰白~灰褐色, 球形~類球形, イネとの付着部 は濃褐色。
球状菌核病 (<i>Sclerotium</i> <i>hydrophilum</i>)	葉鞘 葉身	明瞭な病斑形成がなく, 枯死葉葉鞘に腐性的に寄生していることが多い。まれに直径数mmの小型円形~楕円形の病斑を形成する。	病斑部または葉鞘の枯死部に初め白色, 後に濃褐色~黒色の光沢のある小型菌核を形成する。	葉鞘の外 面, 組織内 部, および 茎の空洞内 に形成。	直径0.3~ 0.5mm, 球形~ 類球形, 初め黄 白色, 後に黒褐 色~黒色。表面 に光沢。
褐色小粒菌核病 (<i>Rhizoctonia</i> <i>zeae</i>)	葉鞘	病斑中心部が5~20mmの短楕円形~楕円形の病斑を形成する。病斑輪縁部, 周辺部の幅は広く, 黒褐色を呈する。葉鞘の中位部に病斑が形成されることが多い。	赤色菌核病に類似した病斑を形成するが, 病斑の直径は小さく, 上位葉葉鞘に進展することは少ない。赤色~赤紫色の小形球状の菌核を形成する。	葉鞘の組 織内部およ び外面に多 数形成。	直径0.1mm, 球形, 赤色~赤 紫色。

a) 既往の報告(平山ら1982, 牟田ら1985, 中田・河村1939, 野中1969・1977, 鬼木1976・1979, 渡辺ら1977)に筆者らの調査結果を加えて作成した。
b) 葉鞘合わせ目の上側葉鞘の縁に灰白色で細長く, 健全部との境界が波状を呈する病斑

る。紋枯病は病斑部およびその周辺部の葉鞘外面に初めは乳白色(図版7-4), のち褐色~濃褐色で, 直径が1~5mmの大型(図版7-6)の菌核を形成する。このような大型の菌核の形成がみられれば本病と診断できる。灰色菌核病は葉鞘の外面に多数の菌核を形成する。新しい病斑部には比較的少ないが, 古い病斑部および枯死した下位葉葉鞘などに紋枯病に比べてやや小型の大小さまざまな直径が0.3~2.0mm(中田・河村, 1939)で, 初め灰白色, のち灰褐色, 類球形~球形の菌核を多数形成するので診断が可能である。また, 菌核の表面は灰褐色であるが, イネとの付着部は平盤状で黒褐色を呈することも特徴であり, 診断の一助となる。球状菌核病は病斑部付近および枯死葉鞘に初め白色~褐色, のち黒色の光沢のある直径0.3~0.5mmの類球形小型菌核(中田・河村, 1939)を多数形成するので容易に診断できる。褐色小粒菌核病は生育後期には葉鞘の組織内部および外面に赤色~赤紫色の小型菌核(中田・河村, 1939)を多数形成することで診断が可能である。

赤色菌核病, 褐色紋枯病, 褐色菌核病は葉鞘の組織内部に菌核を形成することが多く, 菌核による診断は必ずしも容易ではない。前2者の菌核形成量は少ないが, 生育後期には葉鞘の病斑輪縁部付近の組織内部に赤色菌核病は石竹~鮭肉色, 褐色紋枯病は黒褐色の, いずれも葉脈に遮られた一細胞内に充満する短冊状の菌核を形成する。ともに光に透かしてみるとよく観察され, このような場合には診断が可能である。なお, 赤色菌核病は病斑部だけでなく枯死葉鞘などにも菌核が形成されるのでこれらについても同時に調査することが必要である。褐色菌核病の菌核形成量は多く, 登熟後期に上位より第3~5葉葉鞘の病斑部を光に透かしてみると病斑中心部, 輪縁部の葉鞘の組織内部に一細胞内を充満しない俵~短円柱状の菌核が観察されるので, 本病と診断することができる。

このように菌核の形状並びに形成位置は菌種によって明らかに異なり, これによって診断できる。しかし, 1株内には数種の菌核病が併発していることも多く, また, 下位葉葉鞘から検出される菌種と上位葉葉鞘の病斑形成菌種とが異なる場合もある。特に, 腐生的性質が強い球

状菌核病, 灰色菌核病などの菌核が病斑形成部にみられず, 下位葉葉鞘のみに形成されている場合は病斑の特徴と併せて調査する必要がある。

2) 病徴による診断

初めに, 当該菌種特有の病徴であり, その形成率の高いものによって診断する。褐色菌核病では病斑中心部の中央に中心部直径の約60%の長さの葉脈に遮られた褐色~暗褐色の条線がみられる。この条線は本病特有の病徴であり, この条線が観察されれば本病と診断できる。また, 灰色菌核病では病斑付近に葉脈に遮られた長さ0.5~2mmの帯紅褐色の小斑点を形成する。これは本病の発病株に普遍的にみられる特徴であり, しかも, 病斑周辺部に多数形成され, これが本病診断の指標となる。

葉鞘に大型の病斑を形成するものとして紋枯病, 赤色菌核病, 褐色紋枯病がある。赤色菌核病は病斑輪縁部の幅が広く, 上位葉葉鞘では病斑中心部の葉脈が黒褐色のため, 病斑全体が黒褐色を呈することが本病特有の症状である。このほか, 病斑中心部が不整形を呈する場合や, 病斑が葉鞘の中位部に1個形成されることなどの特徴がある。無病徴の葉鞘の上の葉鞘に病斑を形成する不規則型発病茎(吉村, 1955)も赤色菌核病診断の一助となる。すなわち, このような不規則型発病茎は本病と紋枯病に限られており, 両者の違いは葉鞘内の病斑形成位置, 病斑輪縁部の大きさなどから識別できる。一般に本病と病徴が酷似していると言われている褐色紋枯病に比べて赤色菌核病は葉鞘の中位部に病斑形成が多く, 葉鞘の合わせ目では下側の葉鞘に病斑を形成する。また, 病斑輪縁部および周辺部がやや紫色を帯びた黒褐色を呈することが多い。一方, 褐色紋枯病は病斑中心部が灰白色を呈し, 病斑は同一葉位葉鞘の上位部に形成されることが多く, 病斑輪縁部の一部が欠落していることなどのほか, 葉鞘合わせ目では上側葉鞘あるいは全面に病斑が形成されることによって識別が可能である。

褐色紋枯病の初発時の下位葉葉鞘における病斑は紋枯病と酷似している。しかし, 本病は紋枯病(図版7-2, 3)に比べて病斑輪縁部の幅が広く, 不鮮明で, その一部が欠落している

ことなどの特徴のほか、紋枯病（図版7-1）に比べて下位葉葉鞘の枯れ上がりが少なく、生育後半は病斑中心部の長径が大きく、上位葉葉鞘の葉鞘合わせ目では上側の葉鞘の縁に上部から下部に通ずるいわゆる流れ型病斑（牟田ら、1985）を形成する特徴があり、また、紋枯病のように上位葉葉鞘が折損すること（図版7-5）がなく、これらによって両者は識別できる。なお、流れ型病斑は灰色菌核病発病茎の上位葉葉鞘にも形成されるが、この場合には灰色の菌核が形成されること、並びに淡紅褐色の小斑点が多数形成されることによって識別が可能である。病徴が酷似しており診断が困難とされている赤色菌核病とは前述の葉鞘合わせ目の病斑形成位置と病斑中心部の葉脈の色によって識別できる。

褐色菌核病、灰色菌核病および球状菌核病の病斑は前3種に比べてやや小さい場合が多い。褐色菌核病は前述のように病斑中心部に本病特有の褐色～暗褐色の条線があるので容易に診断できる。このほかに、発生初期の下位葉葉鞘および登熟期の上位葉葉鞘では直径が2～5mmの病斑輪縁部が鮮明で幅の狭い、小型病斑を形成し、上位葉葉鞘では1葉鞘に数個形成され、これらがゆ合することなどのほか、病斑中心部が円形～短楕円形を呈し、円みを帯びていることなども診断に役立つ特徴である。このほかに山間または中山間など標高が高く、登熟期が比較的低温に経過する地帯で発生が多いことなども診断の一助となる。

灰色菌核病は気象条件またはイネの生育ステージによって紋枯病に類似した楕円型、斑紋型、淡紅褐色斑点型並びに上位葉葉鞘には流れ型など各種の病斑を形成する。また、明らかな病斑形成がないまま葉身を枯死させることもあるため、本病と診断するのは困難な場合も多い。しかし、楕円型、斑紋型の病斑部周辺には本病特有の症状である葉脈に遮られた長さ1mm程度の淡紅褐色の小斑点がみられ、これが本病診断の指標となる。また、同様に比較的小型病斑を形成する褐色菌核病とは病斑中心部の褐色の条線の有無によって識別できる。上位葉葉鞘の葉鞘合わせ目の上側葉鞘に形成される流れ型病斑は褐色紋枯病と共通する病徴であるが、本病の

場合は健全部との境界が波状を呈すること、および病斑中心部が不鮮明な灰黒色を呈することで識別できる。また、この頃には病斑部またはその周辺に灰白～灰褐色の菌核が必ず形成されるために診断できる。出穂後の多湿条件下では中位葉鞘に直径が10～20mmの水浸状の病斑を形成することがあるが、形成初めの病斑輪縁部は不鮮明で中心部は帯紅褐色であること、のちに本病の特徴である帯紅褐色の小斑点ができることから診断できる。また、本田に置かれた補植用の苗が灰褐色に変色、枯死することがある。このような場合にはいずれも株元に本病特有の菌核が形成されるので診断が可能である。病斑部周辺に淡紅褐色の斑点と前述の灰褐色の菌核が本病診断の指標となる。

球状菌核病は病斑の形成並びに本病菌特有の症状も比較的少ない。まれに形成される病斑の形状は褐色菌核病に類似しているが病斑中心部の褐色の条線の有無によって識別できる。灰色菌核病とは病斑による診断は困難な場合もみられるが、本病菌は前述のように黒色小型の光沢のある菌核を多数形成するので診断が可能である。また、褐色小粒菌核病の病斑は葉鞘では中位部に、葉鞘合わせ目では下側に形成されること、更に、病斑輪縁部の幅が広く、病斑が黒褐色を呈することなどから赤色菌核病以外の菌種との識別は可能である。しかし、赤色菌核病に比べて上位葉葉鞘への進展が少ないことや病斑が比較的小型なことなどの特徴があるが、病斑による識別は困難である場合も多い。正確な診断は菌核の形状から識別するか、分離法によらなければならないのが現状である。

3) 簡易診断法

得られた調査結果に既往の報告（平山ら、1982；牟田ら、1985；中田・河村、1939；野中、1969、1977；鬼木、1979；渡辺ら、1977）を加えて表15に示す簡易診断のための標徴に関する一覧表を作成した。これをもとに図3に示す診断のための流れ図（フローチャート）を作成した。本流れ図は前項で述べたように、自然発生水田における菌核と病斑の特徴を中心に作成したものであり、現地での簡易診断法として活用できるものと考えられる。本法を用いた実際の診断に当たっては牟田ら（1985）の病斑各部の

表15 イネ各種菌核病の標徴に関する一覧表^{a)}

項目	病名	紋枯病		褐色	赤色	褐色	灰色	球状	褐色
		紋枯病	菌核病	菌核病	菌核病	菌核病	菌核病	菌核病	小粒菌核病
発病部位	葉鞘	○	○	○	○	○	○	○	○
	葉身	○	○	○	○	○	○		
	稈			○	○				
	初保菌	○					○		
病斑	中心部の形	楕円 長楕円	長楕円 流線状	長紡錘 長楕円	円形 楕円	楕円 流線状	円形 楕円	楕円形	
	中心部の大きさ	大	大	大	中	小	小	中	
	1葉鞘当り病斑数	多	少	少	多	多 ^{b)}	極少	少	
	葉鞘病斑形成位置	上	上	中	中	全	中		
	葉鞘合わせ目形成位置	上	上	下	下	上		下	
	ゆ合型の有無	+	-	±	+	+	-		
	輪縁部の幅	小	中	大	中	中	小	大	
	輪縁部の欠落	-	+	-	-	-	-	-	
	周縁部の退色	中	大	小	小	大	中		
	輪紋形成	-	+	-	±	-	-	-	
	褐色条線	-	-	-	+	± ^{b)}	-	-	
	流れ型病斑	-	+	-	-	+	-	-	
中心部の裂開	-	-	+	-	-	-	-		
中心部葉脈の色	灰白	灰白	黒褐	灰褐	灰褐	灰褐	黒褐		
不規則型発病茎	+	-	+	-	-	-	-		
茎折損の有無	+	-	+	-	±	-	-		
菌核	形成場所	外面	内部	内部	内部	外面	外面, 内部	内部, 外面	
	形	不正～球	短冊	短冊	短円筒	類球	球	球	
	色	灰白 濃褐	濃褐 黒褐	石竹 鮭肉	灰白 暗褐	灰白 灰褐	黄褐 黒	赤 赤紫	
	大きさ 形成量	最大 多	小 極少	小 少	小 多～中	中 極多	極小 多	極小 多	

^{a)} 平山ら(1982), 牟田ら(1985), 中田ら(1939), 野中(1969・1977), 鬼木(1976, 1979), 渡辺ら(1977)の記載に筆者らの調査結果を加えて作成した。

^{b)} 褐色小斑点を病斑周辺に多数形成

名称（図1）とあわせて活用する。

第3節 考察

イネ各種菌核病菌の病徴と診断については現在までに多くの報告（Endo, 1940；平山ら、1982；牟田ら、1985；中田・河村、1939；野中、1969、1977；鬼木、1979；渡辺ら、1977）がある。中田・河村（1939）は詳細な観察から検索表を作成し、鬼木（1979）はイネの病斑形成に関与する *Rhizoctonia* 菌とその病徴を取りまと

め、平山ら（1982）は病徴のほかに病原菌の培養的性質および接種などによる診断法を記述している。しかし、類縁関係の深い *Rhizoctonia* 属菌および *Sclerotium* 属菌によって起こる病害であるため、類似した病斑を形成することが多く、また、栽培、環境条件などによっても様々な病斑を形成するため、診断が困難なことが多い（稲垣・伊藤、1985；牟田ら、1985；渡辺ら、1977）。野中ら（1979、1980）は全国から集めた紋枯病様の病斑から褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、褐

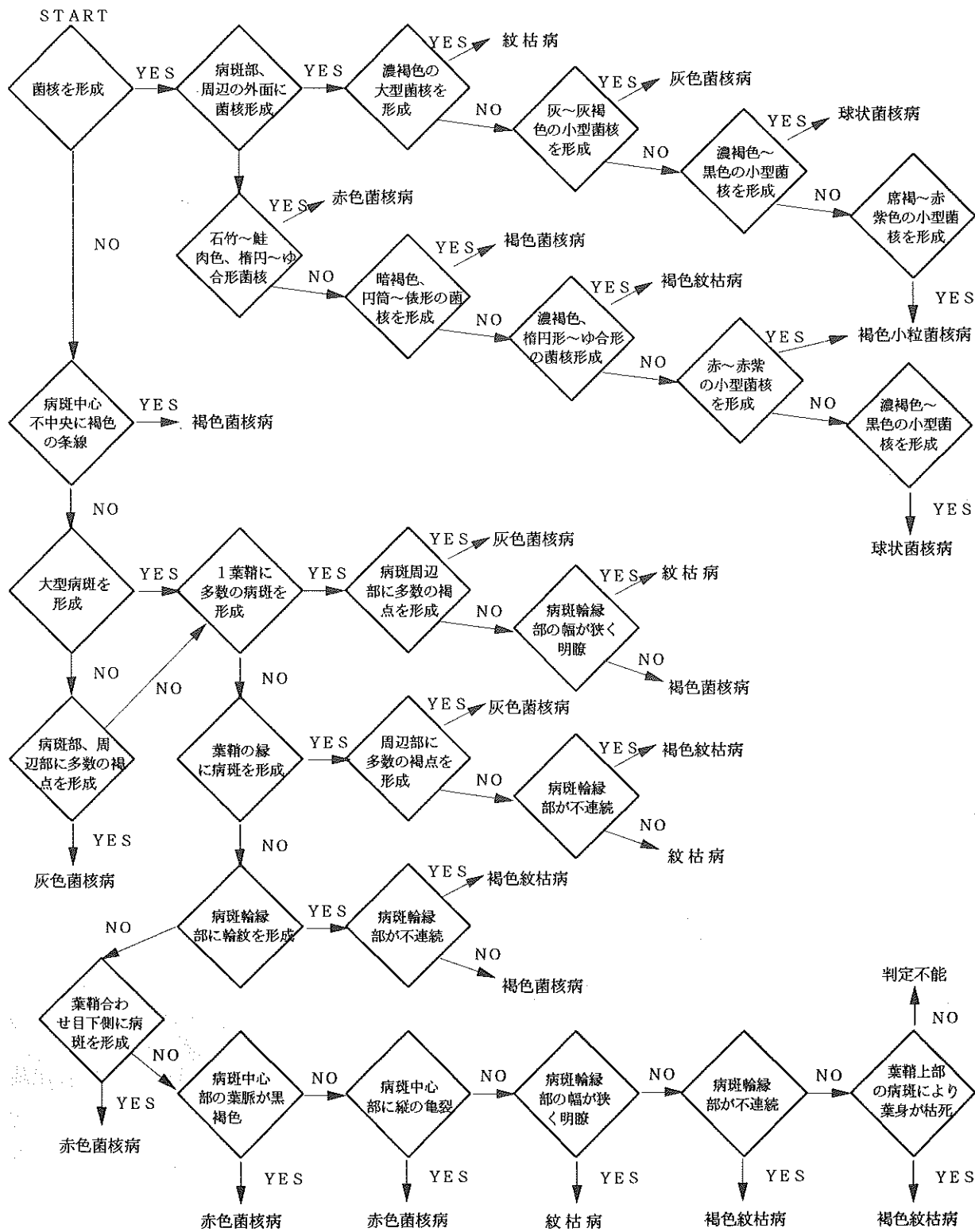


図3 イネ各種菌核病診断フローチャート

色菌核病菌、灰色菌核病菌および球状菌核病菌を検出して、従来、紋枯病として取り扱われた病斑の中には各種のイネ菌核病が混在しており、診断が極めて困難であることを指摘している。また、菌種によって薬剤の防除効果も異なる

(野中, 1964; 作井・梅原, 1984; 高橋・長田, 1993) ことが指摘されており、現地からは本病の診断法の確立を求める声が高まっている。的確かつ簡易な診断を行うためにはそれぞれの菌核病特有の病徴を明らかにし、これに基

づいた簡易診断法を確立する必要がある。そこで、これら菌核病の診断学的特異点について調査を行い、既往の報告を加えて現地で活用できる簡易診断法について検討した。

褐色紋枯病は紋枯病に類似した病斑を形成するが、病斑輪縁部の幅が広く(牟田ら, 1985; 鬼木, 1979; 渡辺ら, 1977), 不鮮明であること(牟田ら, 1985), 葉縁に流れ型病斑(牟田ら, 1985)を形成すること, また、激しく侵されると病斑は葉身まで伸展して葉身の基部が黒褐変, 枯死すること(渡辺ら, 1977)等がこれまでに報告されている。本調査によって更に、葉鞘の合わせ目では葉鞘の全面または上側の葉鞘に病斑が形成される特徴があり、これが菌種間の診断、特に、病徴が酷似して分離法によらなければ識別が困難とされていた赤色菌核病との識別点になることが明らかとなった。また、初期病斑は分けつ期に既に形成され、初め紋枯病に類似した暗緑色水浸状の病斑を形成するが、後に病斑輪縁部は褐色となり、その幅が広く、生育後期の病斑と同様にその一部が欠落していること、更に、中位葉鞘では病斑中心部の拡大にもなって病斑輪縁部が輪紋を形成し、これらが診断の一助となることを明らかにした。本病菌は土壌法によって子実層が形成されている(鬼木, 1977)が、更に、早期栽培稲など実際の圃場で病斑部あるいはその周辺に子実層が形成されることを確認した、高温の年などでは形成率も高く、これも診断の一助となることが明らかとなった。

赤色菌核病は現在までに診断学的特徴としては、イネ各種菌核病の中では病斑輪縁部の幅が最も広く(牟田ら, 1985), 黒褐色を呈することから、全体が黒ずんで見えること(平山ら, 1982), 上位葉鞘に病斑が形成されるとその部分から折損(平山ら, 1982)することが報告されている。著者らはこのほかに、中位葉鞘では病斑中心部は灰白色を呈し、容易に裂開すること並びに上位葉鞘では病斑中心部の葉脈が黒褐色を呈することが本病の特徴であることを明らかにした。本病は病斑が拡大して葉鞘をとりまくこと(平山ら, 1982; 中田・河村, 1939)が報告されている。しかし、一般には葉鞘合わせ目の下側葉鞘に形成されることが多く(門脇

ら, 1991 f), これらが本病診断の指標となることを明らかにした。また、著者らの調査によれば病斑は葉鞘の中位部に多く形成された。牟田ら(1985)は葉鞘の下位部に多いことを報告しているが、これは調査方法の違い、すなわち、著者らは葉鞘の全体を、牟田ら(1985)は次葉鞘の最上部までを調査の対象としているためと考えられる。吉村(1955)が紋枯病で指摘している無病徴の葉鞘の上位葉鞘に病斑を形成する不規則型発病茎は本病と紋枯病だけの特徴であり診断の一助となる(藤田・竹田, 1989; 門脇ら, 1991 b)。なお、平山ら(1982)は本病は止葉に病斑が形成されると折損するが、本病は折損部の葉鞘が縦に裂けることによって紋枯病と識別できることを指摘している。

褐色菌核病では本病は登熟期に発生し、円形～楕円形の病斑(中田・河村, 1939)および上位葉鞘では1葉鞘に数個の病斑を形成し、これらがゆ合すること(牟田ら, 1985)が報告されている。著者ら(1991 b)は本病の初発時期は早く、移植1か月後には下位葉鞘の水際付近に病斑中心部の直径が2-4mmの小型円形病斑または土際付近に黒褐色の比較的大型の病斑が形成されることを明らかにした。また、本病の病斑中心部には侵入門戸に起因すると推定される褐色の条線が存在することを明らかにした(磯田, 1987; 門脇・磯田, 1989 a)。本条線は過去の報告(Endo, 1940; 平山ら, 1982; 牟田ら, 1985; 中田・河村, 1939)には全く記載されていない。しかし、著者らが先の特殊調査の中で提示して以来担当各県によっても確認されている。この条線は他の菌核病にはみられない本病特有のものであり、透過光を利用すると容易に診断でき、本病診断の指標となることが明らかとなった。更に、既往の楕円形的大型病斑は出穂期頃から形成されることおよび病斑輪縁部が輪紋を形成する場合のあることを明らかにした(門脇ら, 1991 c)。なお、菌核の形成位置については平山ら(1982)は上位葉鞘の組織内に多いことを報告しているが、本調査では比較的下位葉鞘における形成量が多かった。

灰色菌核病は淡色または帯紅褐色の病斑、時には褐色菌核病に類似した病斑(中田・河村, 1939)を形成することおよび淡褐色の小斑点な

どを形成すること(平山ら, 1982)などが報告されている。本調査においても紋枯病に類似した楕円型、褐色～帯紅褐色の斑点型のほかに、斑紋型および流れ型病斑など多種の病斑の形成がみられた。平山ら(1982)は菌核形成した葉鞘にみられるこの斑点型病斑によって紋枯病との識別が可能であることを指摘している。著者らはこの斑点型病斑はいずれの発病茎にも形成され、他の菌種にみられない特徴で診断の指標となることを明らかにした(門脇ら, 1991g)。このほかに、褐色紋枯病で指摘されている流れ型病斑を形成するが、両者は病斑周辺部の小斑点および菌核形成の有無によって識別できた。本病は明らかな病斑を形成することは少なく(平山ら, 1982; 中田・河村, 1939)、下位葉葉鞘の無病徴部分に菌核を形成したり、枯死葉鞘から検出されることが多く、枯死葉鞘に腐生的に寄生しているものと考えられてきた。著者らは多湿条件下では明らかな病斑を形成せず、急速に進展すること(門脇ら, 1991g, 1992d)および培養ろ液を用いた実験から植物毒素を産生(門脇・磯田, 1989c)し、これがイネ葉身の枯死を著しく助長すること(1992d)を明らかにした。栗原ら(1978)は育苗中に発生すると、初め床土表面が灰白色の菌糸で覆われ、後に灰褐色となり、また、灰白～灰褐色の菌核が形成され、イネは根と葉鞘が褐変し、草丈が低くなるなどの生育不良を起すことを指摘している。

球状菌核病は明らかな病斑の形成はなく、葉鞘の下部から緑色を失って黄変し、ついに枯死すること(中田・河村, 1939; 櫻井, 1917)が報告されている。本調査でもまれに紋枯病様の小型病斑の形成がみられたが、これだけから本病と診断することはできない場合が多い。しかし、既往の報告(中田・河村, 1939)にみられるように、特有の菌核が多数形成されるので容易に診断できる。

褐色小粒菌核病は10～20mmの紡錘形ないし不整形の褐色の病斑を形成することが報告されている(中田・河村, 1939)。著者ら(1992b)は自然条件下で下位葉葉鞘に赤色菌核病に類似した黒褐色の病斑周辺部が不鮮明な5～10mmの病斑、出穂期後には病斑中心部の直径が10～20mm

で楕円形の病斑輪縁部の幅の広い黒褐色の病斑を形成することを明らかにした。病斑は葉鞘では中位部に、葉鞘合わせ目では下側の葉鞘に形成され、病斑中心部の葉脈は黒褐色であることなど赤色菌核病と類似点が多かった。しかし、上位葉葉鞘への進展は緩慢で第3～4葉葉鞘に病斑を形成することおよび病斑はやや小型で中心部の色がやや淡いことなどに相違点(門脇・磯田, 1991c)があり、これが診断の一助となるが、赤色菌核病との識別には菌核によらなければならないのが現状である。

これらの結果を総合して、簡易診断のための流れ図(フローチャート)を作成し(門脇, 1992)、これに基づいて検索すれば各種菌核病の診断が容易にできると考えられる。なお、市橋(未発表)は先の発生予察特殊調査の中で本県が1987年に提示した流れ図をもとにコンピューターによる対話方式での診断システムを開発している。

以上が調査結果に既往の報告を加えてイネ菌核病の病徴と診断法について述べたものである。これらはいずれも肉眼による観察結果であり、前述のように気象条件およびイネの生育条件によっても種々の病斑を形成することが多い。また、1本の茎に数種の菌核が寄生することもあり、今後、それぞれの菌核病の観察による診断学的特徴はもとより、小野(1953b)がイネいもち病並びにごま葉枯病で行っているように、解剖学的な検討を加えれば、更に菌種間の識別点が明らかとなり、より確実な診断ができるようになるものと考えられる。

第4章 イネ各種菌核病の検出方法

イネの各種菌核病が全国各地で広く発生し、注目を浴びている。しかし、発生予察および防除対策の根幹となる発生生態、特に伝染環に関する報告は極めて少ない。また、病原菌の水田内における生息推移調査方法は未確立であり、このため、田面における各種菌核病の生息推移についても不明な点も少なくない。ここではイネ各種菌核病の伝染経路解明の一環として、田面からこれら菌核病を検出する場合の簡易培地、捕捉材料および低温期の水田からの検出法について検討するとともに、低温条件下に保

存したイネ罹病葉鞘から各種菌核病の検出に要する期間などについても検討した。

第1節 材料および方法

1. イネ各種菌核病検出用簡易培地の検討

ストレプトマイシン硫酸塩(S)100ppmとメタラキシル(M)10ppmを含有したPDA(SMPDA)、両者を含有した素寒天(SMWA)および無添加のPDA並びに素寒天(WA)の4種の培地を調製し、直径9cmのペトリ皿に分注した。このペトリ皿の一角にPDA平板培地上で25℃、3日間培養した紋枯病菌(鬼木氏分譲菌C-54)、褐色紋枯病菌(鬼木氏分譲菌C-129)、赤色菌核病菌(野中氏分譲菌81-141-1)、褐色菌核病菌(野中氏分譲菌79-42-1)、灰色菌核病菌(野中氏分譲菌81-111-1)、球状菌核病菌(鬼木氏分譲菌C-453)、褐色小粒菌核病菌(鬼木氏分譲菌C-504)の菌糸先端部を直径6mmのコルクボーラーで打ち抜いて置床し、25℃の定温条件下に保った。培養16時間後から40時間後までと40時間後から64時間後までの菌糸伸長量を計測し、24時間当たりの菌糸伸長量を算出した。また、伸長した菌糸の先端部の形状を鏡調査した。

2. 水田土壌からのイネ各種菌核病の検出法

1) 培地の種類と各種菌核病の検出法

1992年10月7日と16日に、島根県出雲市芦渡町の湛水条件下に保った水田内の50か所に1か所当たり3本ずつ、長さ12cmの滅菌したソバ茎を、先端が田面水上に出るように水田土壌に挿した。5日後にこれを抜き取り、1か所について1本ずつ、9cmのペトリ皿に注入したWA、SWAおよびSMWA平板培地上に置床し、25℃の定温条件下に保った。3日後に培地表面上に増殖した細菌または伸長してきた鞭毛菌類などの混在と*Rhizoctonia*属菌と*Sclerotium*属菌の発育の有無を調査した。なお、置床したソバ茎の直下並びに微小動物などによって培地表面に

細菌が混入した場合には未混入として取り扱った。このほか、分離菌の中で細菌並びに他の糸状菌の混在がなく伸長してきた*Rhizoctonia*属菌および*Sclerotium*属菌の単菌糸をPSA斜面培地に移植できる割合を調査した。また、各培地で伸長した*Rhizoctonia*属菌、*Sclerotium*属菌の菌糸先端部をPSA斜面培地に移植後、25℃の定温条件下に保ち、5日後に分離培地ごとに細菌および鞭毛菌類の混入率を調査した。

2) イネ栽培期間中の湛水条件下での菌の検出法と捕捉材料の検討

1990年6～7月に表16に示す早植栽培の3水田で調査した。移植20～70日後の湛水条件下の田面の株間50か所に、長さ12cmの滅菌したソバ茎、稲わらおよびムギ稈を各1本ずつ、前項に準じて水田土壌に垂直に挿した。これらを5日後に抜き取り、ストレプトマイシン硫酸塩100ppmを含有した滅菌水中に1時間浸漬後、表面の水分をろ紙で除去し、6cmに切り、これをSMWA培地に置床して菌を分離し、菌叢の発育後に基準菌株と対比するか、生越(1976)の方法によって菌種を同定し、イネ菌核病の菌種別の検出率を求めた。

3) 春期(3～4月)の水田土壌からの検出法

田植前の春期(3～4月)の水田における各種菌核病の生息を確かめるため、1990年4月12日(耕起10日後)に、前年度、褐色紋枯病、赤色菌核病、灰色菌核病が発生した出雲市のIF水田内18地点から、耕起前まで地表部にあった土壌を選び、1地点当たり10個の土壌片(3×2×1cm)を採取した。土壌表面のイネの枯死葉と植物片を取り除き、直径6cmのペトリ皿に入れて、含水率が30～35%となるように滅菌水を添加し、採取時の土壌片の形に整えた。この表面に捕捉材料として用いた長さ3cmの滅菌したソバ茎、稲わら(第2葉葉鞘の付着した稈)並

表16 イネ各種菌核病の検出法調査水田の耕種概要

調査水田	場所	栽培型	品種	調査年	移植期
HA	簸川郡斐川町	早植栽培	コシヒカリ	1990	5月中旬
HM	簸川郡斐川町	早植栽培	コシヒカリ	1990	5月中旬
MN	益田市横田町	早植栽培	コシヒカリ	1990	4月末

びにムギ稈(葉鞘を除去した二条オオムギの稈)をそれぞれ1本ずつ水平に置き、これらをそれぞれポリエチレン袋に納めて密封後、25°Cの定温条件下に保った。4日後にこの捕捉材料を取り出し、その表面に付着した土壌を除去し、SMWA平板培地を用いて分離した菌を前項に準じて同定し、それぞれの検出率を求めた。また、IF水田から採取した土壌を前述の方法に準じて調製し、その上にソバ茎を置き、前と同様に25°Cの定温条件下に保った。4日後に新しいソバ茎と取り替えて、再び4日間同一の条件下に保った。採取したソバ茎から前項に準じて各種菌核病菌を分離・同定し、その検出率を求めた。このほかに、1990年3月23日には前述の益田市のMN水田から、1991年3月25日には斐川町のHK水田から、それぞれ180個または50個の土壌片を採取し、前述の方法に準じて調製後、この上に2本のソバ茎を置き、1本は4日後に、他の1本は8日後に回収し、2)に準じて菌を分離・同定した。

3. イネ罹病葉鞘からイネ各種菌核病菌を検出に要する期間の検討

コシヒカリ、日本晴の成熟期に県下各地から各種菌核病罹病茎を採取し、茎ごとに封筒に入れて、5°Cの定温条件下に保った。2~4週間後に取り出し、病斑を形成している葉鞘は病斑部を、無病徴の葉鞘はその最上部を、それぞれ1cm角に切り取り、これを更に3~4等分した。アンチホルミンの20倍液に5~10秒間浸漬後、ろ紙で水分を除去、SWA平板培地上に置床し、25°Cに保った。2日後から10日後まで2日ごとに、組織片から菌糸が5mm以上伸長した時まで

表17 ストレプトマイシン、メタラキシル含有培地におけるイネ各種菌核病菌の菌糸伸長度

培地の種類	菌糸伸長度 (24hr当り)						
	紋枯病菌	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌	褐色小粒菌核病菌
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
PDA	32.2	11.9	18.6	10.1	13.4	14.8	21.3
SMPDA ^{a)}	33.0	12.3	19.0	9.9	13.6	14.8	21.3
WA	36.2	8.3	18.8	14.4	17.8	18.7	18.7
SMWA ^{b)}	38.8	10.0	11.3	13.6	17.3	15.6	16.4

^{a)} SMPDA: ストレプトマイシン硫酸塩100ppm, メタラキシル10ppm含有PDA培地。

^{b)} SMWA: ストレプトマイシン硫酸塩100ppm, メタラキシル10ppm含有素寒天培地。

の日数を調査するとともに、2.-2)に準じて菌種の同定を行った。

第2節 結果

1. 検出用簡易培地の種類とイネ各種菌核病菌の菌糸伸長との関係

表17に示すように、ストレプトマイシン硫酸塩100ppmとメタラキシル10ppmを添加したSMPDA培地と無添加のPDA培地における菌糸伸長度にはいずれの菌核病菌とも差がみられなかった。一方、ストレプトマイシン硫酸塩とメタラキシル含有のSMWA培地上では、無添加のWA培地上に比べて赤色菌核病菌の菌糸伸長がやや抑制された。しかし、その他の菌種では差はみられず、生育のやや劣った赤色菌核病菌も24時間当たり10mm以上の菌糸伸長がみられた。また、ストレプトマイシン硫酸塩とメタラキシル含有培地では各種イネ菌核病菌とも菌糸先端部の形状に変化はみられなかった。

2. 水田土壌からのイネ各種菌核病菌の検出

1) 培地の種類と菌の検出

ソバ茎を捕捉材料とし、各種培地を用いて水田から検出を行った結果は表18に示すとおりである。WAとSWA培地では鞭毛菌類、更に、WA培地では細菌が混在し、検出用の培地からイネ菌核病菌を純粋に分離できる割合がやや低下した。また、WA培地で分離したものはPSA斜面培地に移植後も細菌の混入率が高かった。一方、SMWA培地では捕捉材料のソバ茎からイネ菌核病菌の菌糸はよく伸長し、鞭毛菌類の混在は全く認められず、イネ菌核病菌の単菌糸をPSA斜面培地に移植できる割合が高かった。

2) イネ栽培期間中の湛水条件下での菌の検出と捕捉材料の種類

表19に示すように、湛水条件下の水田土壌に挿したソバ茎、稲わらおよびムギ稈のいずれからも各種のイネ菌核病菌が検出された。斐川町のHA、HM水田では検出率は低く、球状菌核病菌のみが高かった。また、ソバ茎による検出率がやや高い傾向にあった。益田市のMN水田では検出菌種並びにその検出率は供試した捕捉材料による差はほとんどみられず、褐色紋枯病菌と赤色菌核病菌の分離率が比較的高かった。

3) 春期(3~4月)の水田土壌からの検出方法

表20に示すように、3月後半または4月前半に水田から土壌を採取し、その上にソバ茎、稲わら、ムギ稈を置き、25°Cの定温条件下に保つことにより、菌の捕捉を行った材料から、褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌のほか、数種のRhizoctonia属菌が検出された。このうち、赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌、灰色菌核病菌の検出率がやや高かった。捕捉菌種およびその検出率は供試した3種の捕捉材料間には差はみられな

表18 ソバ茎捕捉法における検出用培地の種類と雑菌混入

培地の種類	調査数	検出率						
		分離培地上				斜面培地上		
		細菌	鞭毛菌類	その他のRhizoctonia spp. + Sclerotium spp. 糸状菌	細菌	鞭毛菌類	移植率 ^{a)}	
		%	%	%	%	%	%	
WA ^{b)}	50	52	78	89	76	29	61.8	
SWA	50	9	72	92	87	10	81.6	
SMWA	50	6	0	91	94	7	98.9	

^{a)} 分離培地に伸長したRhizoctonia属菌およびSclerotium属菌のうち、雑菌の混在がなく、単菌糸がPSA斜面培地へ移植できる割合を示す。

^{b)} WA: 素寒天培地, SWA: ストレプトマイシン硫酸塩100ppm含有素寒天培地, SMWA: ストレプトマイシン硫酸塩100ppm, メタラキシル10ppm含有素寒天培地。

表19 数種捕捉材料による水田からのイネ各種菌核病菌の検出率(1990)

捕捉材料	調査水田	調査数	菌種別検出率					
			紋枯病菌	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌
		本	%	%	%	%	%	
ソバ茎	HA ^{a)}	50	0	0	0	8	0	30
	HM ^{a)}	50	0	0	2	4	10	88
	MN ^{b)}	50.0	0	24.0	19.3	0	5.3	8.0
稲わら	HA	50	0	0	0	0	0	4
	HM	50	0	0	0	0	0	54
	MN	50.0	0	19.3	18.0	0	4.0	8.0
ムギ稈	HA	50	0	0	0	8	0	6
	HM	50	0	0	0	2	0	36
	MN	50.0	0	18.0	20.7	0	4.7	7.3

^{a)} 6月7日(湛水)~6月12日(湛水)。

^{b)} 6月13日(落水)~6月18日(湛水), 6月28日(落水)~7月3日(湛水), 7月13日(落水)~7月19日(湛水)の3回実験平均。

かった。捕捉材料の土壌への接触日数と検出率との関係を見ると、表21に示すように、褐色紋枯病菌では保温開始後1~4日後に接触したものに比べて、1~8日後または5~8日後に接触した場合の検出率が高い傾向にあったが、他の菌種では顕著な差はみられなかった。

3. イネ罹病葉鞘からイネ各種菌核病菌を検出するに要する期間

病斑形成葉鞘からは表22に示すように、2日後までに80%以上、4、6日後にそれぞれ約97、99%が検出された。一方、病斑のない葉鞘からは表23に示すように、2日後までの検出率は70%程度で、病斑形成葉鞘に比べて初期の検出率はやや低かったが、4日後に97%、6日後には99%以上が検出され、病斑形成の有無と検出日数との間に差はみられなかった。紋枯病菌に比べると他の菌核病菌は菌糸伸長までの期間がやや短い傾向にあった。

表20 捕捉材料と春期に採取した水田土壌^{a)}からのイネ各種菌核病菌の検出率との関係(1990)

捕捉材料	調査数	菌種別検出率							
		紋枯病菌	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌	<i>Rhizoctonia</i> spp.	
		%	%	%	%	%	%	%	%
ソバ茎	180	0	3.9	3.9	2.2	6.7	2.8	5.6	
稲わら	180	0	3.3	5.0	1.7	4.4	2.2	7.8	
ムギ稈	180	0	3.3	4.4	0.6	5.6	2.8	7.2	

^{a)} 採取場所：出雲市IF水田，採取月日：4月12日。

表21 春期に採取した水田土壌への捕捉材料の接触期間とイネ各種菌核病菌の検出率

調査水田	接触期間 ^{a)}	調査数 ^{b)}	菌種別検出率							
			紋枯病菌	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌	<i>Rhizoctonia</i> spp.	
			%	%	%	%	%	%	%	%
IF	1-4	180	0	3.3	3.9	2.2	6.7	2.8	5.0	
IF	5-8	180	0	7.2	3.9	2.8	6.7	3.3	6.1	
HK	1-4	50	0	6.0	12.0	4.0	16.0	0.0	10.0	
HK	1-8	50	0	10.0	12.0	4.0	16.0	0.0	12.0	
MN	1-4	180	0	6.7	21.1	0.6	6.1	3.9	6.7	
MN	1-8	180	0	9.4	21.1	2.2	5.0	6.1	13.9	

^{a)} 保温(25℃)開始後の接触期間(日)を示す。

^{b)} 捕捉材料としてソバ茎を用いた。

第3節 考察

重要な土壌伝染性の病原菌である *Rhizoctonia* 属菌の土壌からの検出には指標植物法、捕捉法、スライド法、植物残渣法、平板希釈法など各種の方法(Blair, 1945; Davey & Papavizas, 1962; 宇井・生越, 1964a; 吉田ら, 1985) が知られており、その中でも操作の簡便さなどから捕捉法によって検出が行われることが多い。畑地条件下、人工汚染土壌では捕捉材料(Papavizas & Davey, 1959; 吉田ら, 1985) および検出培地 (Ko & Hora, 1971; Papavizas & Davey, 1959) について検討されている。しかし、田面、特に、湛水条件下からの検出に関する報告(鬼木, 1976) は極めて少なく、イネ菌核病菌を対象とした水田からの検出法についてはほとんど知られていない。そこで、水田から捕捉法によってイネ菌核病菌を検出する場合の簡易培地、捕捉材料および低温期における土壌中からの検出法について検討した。

湛水条件下の水田からイネ菌核病菌を捕捉す

表22 各種菌核病菌の葉鞘病斑形成部からの菌糸伸長と経過日数との関係

品 種	菌核病菌の種類	調査数	経過日数別検出率				
			2日後	4日後	6日後	8日後	10日後
		個	%	%	%	%	%
コシヒカリ	紋枯病菌	380	84.7	95.2	97.3	99.7	100
	褐色紋枯病菌	23	95.7	100	100	100	100
	赤色菌核病菌	79	88.6	98.7	100	100	100
	褐色菌核病菌	295	87.8	96.3	99.0	100	100
	灰色菌核病菌	340	89.4	98.5	100	100	100
	球状菌核病菌	12	83.3	100	100	100	100
	小計	1,129	87.4	96.9	98.8	99.9	100
日本晴	紋枯病菌	400	70.8	95.6	98.6	99.3	100
	褐色紋枯病菌	21	90.5	100	100	100	100
	赤色菌核病菌	40	85.0	92.5	100	100	100
	褐色菌核病菌	588	86.9	98.8	100	100	100
	灰色菌核病菌	256	81.6	99.6	100	100	100
	球状菌核病菌	15	60.0	100	100	100	100
	小計	1,320	80.7	97.8	99.6	99.8	100
合計		2,449	83.8	97.4	99.2	99.8	100

表23 各種菌核病菌の葉鞘無病微部からの菌糸伸長と経過日数との関係

品 種	菌核病菌の種類	調査数	経過日数別検出率				
			2日後	4日後	6日後	8日後	10日後
		個	%	%	%	%	%
コシヒカリ	紋枯病菌	11	63.6	90.9	90.9	100	100
	褐色紋枯病菌	9	66.7	100	100	100	100
	赤色菌核病菌	22	95.5	100	100	100	100
	褐色菌核病菌	44	45.4	97.7	100	100	100
	灰色菌核病菌	137	75.9	97.1	99.3	99.3	100
	球状菌核病菌	15	93.3	100	100	100	100
	小計	238	72.3	97.5	99.2	99.6	100
日本晴	紋枯病菌	5	80.0	80.0	100	100	100
	褐色紋枯病菌	7	100	100	100	100	100
	赤色菌核病菌	23	78.3	91.3	100	100	100
	褐色菌核病菌	95	52.6	93.7	100	100	100
	灰色菌核病菌	215	68.4	98.6	99.1	100	100
	球状菌核病菌	13	46.2	91.4	100	100	100
	小計	358	64.8	96.4	99.5	100	100
合計		596	67.8	96.8	99.3	99.8	100

る場合には、生育が早い鞭毛菌類および細菌を同時に捕捉することが多く、イネ菌核病菌の検出効率が低下する。検出用簡易培地としてストレプトマイシン硫酸塩を100ppm、メタラキシルを

10ppmになるように素寒天培地に添加すると、イネ菌核病菌の菌糸は無添加の場合と同様によく伸長し、それぞれの菌核病菌とも特有の菌叢を示した。そこで、実際にソバ茎を捕捉材料とし

て水田からの検出効率を検討したところ、SMWA培地はWAとSWA培地でみられた鞭毛菌類または細菌の混在が極めて少なく、*Rhizoctonia*属菌および*Sclerotium*属菌のみを容易に分離することができた。この培地は調製も簡単なことから、イネ菌核病を灌水条件下の水田から捕捉法によって検出する場合の簡易培地として活用できることが明らかとなった。なお、本培地でも一部細菌と微小動物の混入がみられたが、SMWAまたはSWA培地に再度移植することによって、これらを容易に取り除くことができた。また、捕捉材料から伸長直後の菌糸を移植すると細菌が混入する割合が高かったが、3~4 cmまで伸長した菌叢の先端部を移植することにより混入率が低下した。イネの生育期間に灌水条件下の田面からイネ菌核病を捕捉する材料としてソバ茎、稲わら、ムギ稈を用い、これを田面に挿すことによってイネ各種菌核病を捕捉し、検出できた。この3種の材料間には各イネ菌核病の捕捉率に差はほとんど認められなかったが、田面への設置の簡便さ、設置期間中に折損の恐れのないことなどから、ソバ茎が他の2種に比べて、入手がやや困難な面もあるが、捕捉材料として適していると考えられた。

イネ各種菌核病はほとんどが高温性の*Rhizoctonia*属菌と*Sclerotium*属菌であるため(鬼木, 1979)、低温条件下では菌糸伸長が劣り、後述するように、低温期の自然条件下では捕捉法による検出率が著しく低下した。しかし、低温時に水田から採取し、含水率を30-35%に調製した土壌片上に捕捉材料を置き、密封後に25°C条件下に保つことによって、各種のイネ菌核病を検出することができた。特に、菌核の生存能が弱く(鬼木, 1976, 1979)、低温期間の生息実態が不明であった褐色紋枯病と赤色菌核病が容易に検出され、これら菌核病の土壌中の生息密度の調査に利用できることが明らかとなった。また、本法は材料および操作も簡便であり、今後、捕捉材料の置床期間、温度および他の調査方法による検出効率との関係などについて検討を加えれば、土壌中に生息する*Rhizoctonia*属菌の低温期における生息密度の簡易調査法の一つとして利用できるものと推察

される。なお、菌種によって検出率に差がみられたが、これは調査水田の土壌中における各菌核病の生息密度の違いによるものと推察される。

各種のイネ菌核病の発生調査を分離法によって行う場合には一度に多量の試料を扱うために、低温条件下に保存後に分離することが多い。そこで、5°C条件下に2~4週間保存した試料を用いて分離培地への置床日数と検出率との関係について検討した。アンチホルミン20倍液で表面殺菌後、SWA培地を用いて、25°C条件下でイネ罹病葉鞘から各種菌核病の検出を行うと、6日後には99%以上が検出された。8日後以降の検出率は低く、また、培地面における雑菌の繁殖が著しかった。このような条件下では検出に必要な日数は6日程度でよいものと考えられた。

第5章 イネ各種菌核病の発生実態

イネの葉鞘に病斑を形成する*Rhizoctonia*属菌、*Sclerotium*属菌による病害の発生については古くから研究が行われ、イネの主要病害である紋枯病をはじめこれら各種菌核病が全国各地に広く分布していることが明らかにされている(遠藤, 1934; 舟山ら, 1962; 池屋・笹野, 1956; 中田・河村, 1939; 鬼木, 1979; 鬼木・渡辺, 1976; 櫻井, 1917; 竹谷・田村, 1970; 渡辺ら, 1977)。野中ら(1979, 1980)は従来、紋枯病として取り扱われている病斑の中には各種の菌核病が混在しており、また、これらの病害が東北地方から九州まで発生していることを報告した。その後も発生に関する調査が行われ、各地で広く発生していると確認された(平山ら, 1982; 稲垣・仲本, 1982; 牟田ら, 1985)。そこで、農林水産省植物防疫課がイネ各種菌核病の発生実態を明らかにするとともにその発生予察方法を確立するため、1986年から5年間実施した「イネ疑似紋枯病の発生予察方法の確立に関する特殊調査」を中心に、各種菌核病の発生に関する調査が行われ、全国に広く発生していることが確認された(藤田・竹田, 1989; 市橋・篠田, 1991; 松澤, 1990; 三浦ら, 1988; 大兼, 1990; 高木・二井, 1989)。著者らはこの特殊調

査に参画し、この中で鳥根県におけるイネ各種菌核病の種類とその発生の様相について調査した。

第1節 鳥根県下から検出されるイネ各種菌核病

1. 材料および方法

1) 紋枯病様病斑からのイネ各種菌核病の検出法

1984年7月から10月に、鳥根県下の131地点から1地点当たり5筆の水田を選び、葉鞘に紋枯病様病斑を形成している茎を1本ずつ無作為に採取した。各葉鞘ごとに病斑部を5 mm角に切り取り、80%エタノールで数秒間表面殺菌後、WA平板培地上に置床し、25°Cの定温条件下に保った。48時間後に伸長した菌糸先端部をPSA斜面培地上に移植した。菌叢の発育後に基準菌株と対比するか、あるいは生越(1976)の方法によって菌糸融合を行い、菌種を同定し、それぞれの検出率を求めた。

2) 鳥根県下のイネからの各種菌核病の検出とその分布調査

1987および1988年に鳥根県下の水田から500 haに1地点の割合で、コシヒカリ栽培水田とこれに隣接した日本晴栽培水田を選定した。成熟期に各水田の畦畔から2~3条目の株からイネ菌核病の発病株を無作為に選び、1株1本ずつ合計20本の発病茎を採取した。このうちの15-18本についてそれぞれの葉鞘ごとに病斑の有無を調査するとともに、止葉葉鞘から最下位葉の葉鞘まで順次葉鞘ごとに、病斑を形成している葉鞘は最上位部の病斑部を、病斑を形成していない葉鞘についてはその最上位部を1 cm切り取った。なお、1葉鞘に病徴の異なる数個の病斑が観察された場合にはそれぞれを分離対象とした。この切片を更に3つに分けて、アンチホルミン(5%)20倍液で表面殺菌後、1)に準じて分離・同定した。ただし、置床期間は10日間とした。また、分離菌の一部はイネへの戻し接種によって病原性を確かめた。その後、各水田の調査総茎数に対する各菌核病が検出された茎の割合(以下検出茎率と略記)を求め、鳥根県下の東部平坦、同山間、西部平坦、同山間の4つの地域における菌種別の検出水田率と検

出茎率を算出した。また、1988年には発病茎20本を採取するのに要した株数を調査し、これと検出茎率から各水田における各菌核病の発病株率を算出した。

3) 標高、気温と各種菌核病の発生との関係についての調査

1988年に実施した県下の発生実態調査水田の標高を国土地理院発行の1/5,000地図から推定し、また、調査水田のある最寄りの気象観測地点から、成熟前1か月間の気温を求め、褐色菌核病および赤色菌核病の発病株率、検出茎率と最高気温、平均気温、最低気温との相関を算出した。なお、調査水田付近に気象観測地点のないものについては対象から除外した。

4) 倒伏程度と灰色菌核病の発病との関係

先の2)鳥根県下の分布調査を行った水田で1987年の発病茎採取時(成熟期)に、採取地点の倒伏程度を瀬古(1961)の基準を改変し、0から5までの6段階(0(無)、1(少):やや傾き、あまりわん曲せず 傾斜角度10~25°, 2(中)わん曲し、傾斜角度26~50°, 3(多)わん曲度大きく傾斜角度51~70°, 4(甚)穂が地上につく、5(挫折))の基準によって調査し、灰色菌核病の発病茎率、病斑高率と倒伏程度との相関を算出した。

2. 結果

1) 紋枯病様病斑から検出されるイネ各種菌核病

表24に示すように、県下の水田から無作為に採取した紋枯病様病斑からは紋枯病菌のほか、褐色紋枯病菌、赤色菌核病、褐色菌核病、灰色菌核病、球状菌核病が検出された。この中では紋枯病菌の検出率が最も高く、全体のほぼ3/4を占めた。次いで灰色菌核病12.1%、赤色菌核病4.8%、褐色菌核病4.6%の順で検出された。これに対して、褐色紋枯病菌は2.2%、球状菌核病は0.6%で検出率は低かった。

次に葉鞘位と検出される菌核病についてみると、表25に示すように、紋枯病菌は上位葉葉鞘ほど検出率が高く、止葉葉鞘では97.6%を占めたが、次葉葉鞘以下第6葉葉鞘まで83.4、71.9、62.0、58.2、37.5%と検出率は順次低下した。その他の菌核病は下位葉葉鞘になるに

表24 紋枯病様病斑から検出されるイネ各種菌核病菌(1984)

調査地域	検出菌株数	菌種別検出率					
		紋枯病	褐色紋枯病	赤色菌核病	褐色菌核病	灰色菌核病	球状菌核病
松江	84	85.6	1.2	6.0	2.4	2.4	2.4
木次	65	87.7	0	0	0	9.2	3.1
出雲	308	63.7	4.2	6.5	8.1	17.5	0
川本	38	97.4	0	2.6	0	0	0
浜田	59	98.3	0	0	0	1.7	0
益田	122	73.0	0	5.7	4.1	17.2	0
隠岐	17	94.1	5.9	0	0	0	0
計	693	75.7	2.2	4.8	4.6	12.1	0.6

表25 紋枯病様病斑から検出されるイネ菌核病菌と葉鞘位との関係(1984)

葉鞘位	検出菌株数	菌種別検出率					
		紋枯病	褐色紋枯病	赤色菌核病	褐色菌核病	灰色菌核病	球状菌核病
止葉葉鞘	41	97.6	0	0	0	2.4	0
第2葉葉鞘	138	83.4	0.7	4.3	5.8	5.8	0
第3葉葉鞘	156	71.9	3.8	5.1	7.7	11.5	0
第4葉葉鞘	121	62.0	4.1	6.6	5.8	21.5	0
第5葉葉鞘	72	58.2	0	5.6	5.6	29.2	1.4
第6葉葉鞘	16	37.5	6.3	18.7	0	37.5	0
計	544	71.7	2.4	5.1	5.7	14.7	0

従って検出率が高まる傾向であった。

2) 島根県下のイネから検出される各種菌核病菌とその分布

図4に示すように、島根県下の水田から採取したイネ菌核病発病茎からは紋枯病菌、褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌、褐色小粒菌核病菌の7種のイネ菌核病菌が検出された。発生水田率はコシヒカリ栽培水田では紋枯病が87.9%と最も高く、次いで灰色菌核病、褐色菌核病で、それぞれ84.2、79.9%であった。球状菌核病、赤色菌核病、褐色紋枯病の発生水田率はこれに比べて低く、それぞれ38.2、28.1、15.1%であった。また、日本晴でも紋枯病が83.3%と最も高く、褐色菌核病82.4%、灰色菌核病77.8%がこれに次いだ。コシヒカリと同様に球状菌核病、赤色菌核病、褐色紋枯病の発生水田率は低く、それ

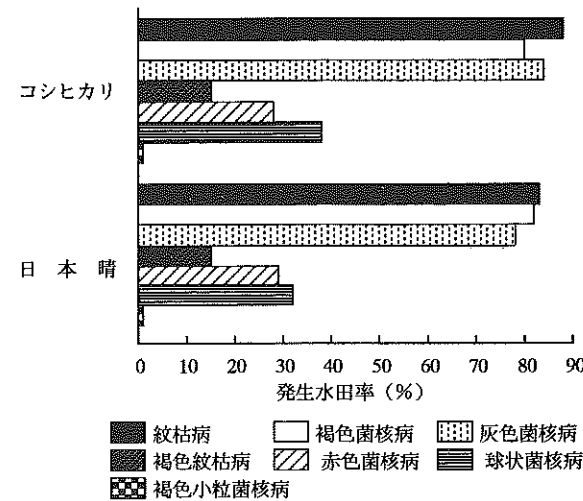


図4 島根県におけるイネ各種菌核病菌の発生水田率 (1987~'88)

ぞれ32.5、28.8、15.0%であった。褐色小粒菌核病はコシヒカリ、日本晴とも極めて低率で

あった。

次いで図5に示すように、調査したイネ菌核病発病茎のうち、それぞれの菌核病菌が検出される割合、すなわち、検出茎率は紋枯病、灰色菌核病、褐色菌核病が高かった。コシヒカリではこの3菌種がほぼ同率、日本晴では褐色菌核病が最も高く、紋枯病、灰色菌核病がこれに次ぎ、両品種ともこの3種で全体の90%以上を占

めた。赤色菌核病、褐色紋枯病がこれに次いで検出されたが、その率は極めて低かった。球状菌核病、褐色小粒菌核病はコシヒカリ、日本晴ともごくわずかししか検出されなかった。

1988年の各菌核病の発病株率を表26に示した。これによれば、コシヒカリでは紋枯病、褐色菌核病、灰色菌核病の発病株率が高く、いずれも10%を超えた。次いで赤色菌核病、球状菌

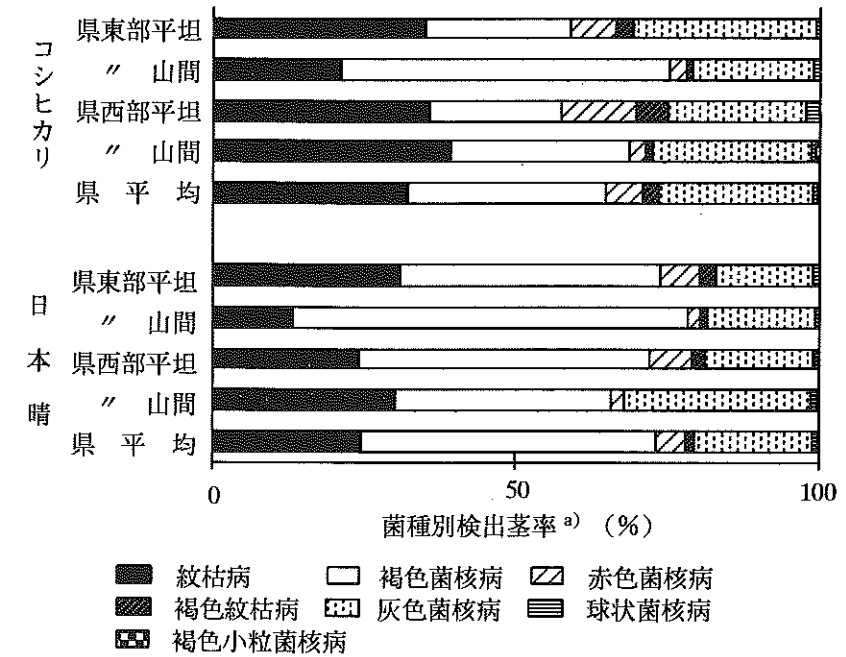


図5 島根県におけるイネ各種菌核病菌の検出率 (1987~'88)

a) 調査茎数に対するそれぞれの菌核病菌の検出された茎率を示す

表26 島根県における各種菌核病菌の発病株率(1988)

品種	調査地域	調査株数	菌種別発病株率						
			紋枯病	褐色紋枯病	赤色菌核病	褐色菌核病	灰色菌核病	球状菌核病	褐色小粒菌核病
コシヒカリ	東部平坦	1,677	9.1	0.7	2.7	6.9	8.3	0.7	0
	山間	696	11.4	0.7	1.1	19.4	12.4	2.0	0
	西部平坦	346	17.3	3.8	8.7	7.5	13.3	2.0	0
日本晴	東部平坦	1,692	6.9	0.5	2.8	11.0	4.4	0.2	0
	山間	781	6.1	0.8	1.7	23.8	7.2	0.9	0
	西部平坦	602	4.8	1.2	3.5	16.1	5.3	0.3	0
平均		-	7.4	0.6	2.4	15.9	6.2	0.6	0
両品種平均		-	9.2	0.8	2.6	13.8	8.7	0.9	0

表27 標高、気温と赤色菌核病、褐色菌核病の発生との関係 I (コシヒカリ)

気温	期間	赤色菌核病			褐色菌核病		
		検出茎率 ^{a)}	発病株率	病斑高率	検出茎率	発病株率	病斑高率
最高気温	8月	0.2124 ^{b)}	0.1961	0.1458	-0.6232	-0.7298	-0.0924
最低気温	8月	0.3164	0.3065	0.2474	-0.6582	-0.7678	-0.2015
平均気温	8月	0.3212	0.2981	0.2581	-0.6685	-0.7909	-0.2381
標高	-	-0.2472	-0.2070	-0.1976	0.6536	0.7755	0.3141

^{a)} 調査茎のうち各菌核病菌が検出された茎の割合を示す。

^{b)} 相関係数を示す。

表28 標高、気温と赤色菌核病、褐色菌核病の発生との関係 II (日本晴)

気温	期間 (月・旬)	赤色菌核病			褐色菌核病		
		検出茎率 ^{a)}	発病株率	病斑高率	検出茎率	発病株率	病斑高率
最高気温	8中～9上	0.1745 ^{b)}	0.1477	0.0490	-0.2668	-0.5389	-0.2578
	8下～9中	0.1397	0.1421	0.1077	-0.2563	-0.5481	-0.0804
最低気温	8中～9上	0.2546	0.2516	0.1464	-0.2289	-0.4205	-0.1739
	8下～9中	0.2881	0.2800	0.1664	-0.2554	-0.4456	-0.2265
平均気温	8中～9上	0.3408	0.3311	0.2473	-0.0342	-0.3053	-0.2138
	8下～9中	0.3104	0.2860	0.1634	-0.2052	-0.4555	-0.2328
標高	-	-0.2241	-0.2309	-0.1745	0.1535	0.4415	0.0607

^{a)} 調査茎のうち各菌核病菌が検出された茎の割合を示す。

^{b)} 相関係数を示す。

核病、褐色紋枯病の順となったが、それぞれ2.9, 1.3, 1.1%といずれも低率であった。日本晴では褐色菌核病の発病株率が15.9% (平均) と最も高く、次いで紋枯病7.4%, 灰色菌核病6.2%であった。また、赤色菌核病は2.4%, 球状菌核病と褐色紋枯病は1%未満であった。

また、調査地域により菌種の発生に差がみられた。コシヒカリ、日本晴ともに褐色菌核病は山間部で発生が多く、赤色菌核病、褐色紋枯病は平坦部に多い傾向がみられた。その他の菌核病については一定の関係はみられなかった。

3) 標高、気温と各種菌核病の発生との関係

表27, 28, 図6に示すように、褐色菌核病の検出茎率、発病株率と標高との間には正の相関がみられた。特に、コシヒカリにおける発病株率と100m以上の地点の標高との間には密接な関係がみられた。褐色菌核病の検出茎率、発病株率、病斑高率と成熟前1か月間の気温との間には負の相関がみられた。成熟期が早く、高温時に登熟期を迎えるコシヒカリで相関が高く、

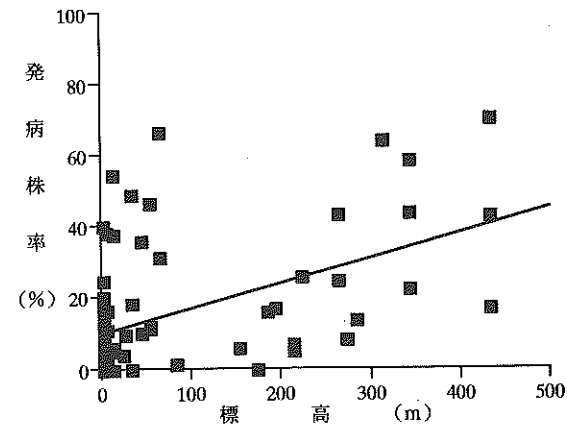


図6 標高と褐色菌核病の発病株率との関係 (コシヒカリ, 1988)

特に、平均気温、最低気温との相関が顕著であった。また、赤色菌核病の検出茎率および発病株率は標高との間には負、登熟期の気温との間には正の相関がみられた。

4) 倒伏程度と各種菌核病の発病との関係

表29に示すように、コシヒカリでは倒伏と灰色菌核病の検出茎率、病斑高率との間に、また、

表29 倒伏程度と灰色菌核病の発生との関係(1987)

品種名	発病茎率	最上平均	
		病斑高率	病斑高率
コシヒカリ	0.2182 ^{a)}	0.2845* ^{b)}	0.2857*
日本晴	0.2414*	0.1063	0.0748

^{a)} 相関係数を示す。

^{b)} *5%水準で有意差があることを示す。

日本晴では倒伏と同病検出茎率の間に正の相関がみられた。

第2節 各種菌核病の発生の様相

イネ菌核病菌のうち、紋枯病菌については最終的な発生の様相はもとより、初発から上位葉葉鞘への進展経過等、発生と被害に関する詳細な解析が行われている(羽柴, 1984; 堀・安楽, 1971; 高坂, 1961; 小野, 1953; 吉村, 1955)。その他の菌核病についても上位葉葉鞘への進展および同一圃場内における混在などが報告されている(平山ら, 1982; 稲垣, 1983; 稲垣ら, 1991; 牟田ら, 1985; 野中ら, 1982)が、調査方法が異なり、各種菌核病の混在の実態、主要菌種については不明な点も多い。そこで、発生の様相について検討した。

1. 材料および方法

前節2) 島根県下から採取したイネ菌核病発病茎を用いて下記の調査を行った。

1) 上位葉葉鞘への進展調査

(1) 各種菌核病の病斑高率と最上発病葉鞘位の調査法

各茎ごとに各菌核病菌が検出された最上葉鞘位を調査するとともに、草丈と最上病斑高を計測し、羽柴(1984)の方法に準じて、病斑高率を算出し、コシヒカリと日本晴の最上発病葉鞘位と病斑高率の平均値を算出した。なお、葉鞘位は止葉を1、止葉下位次葉を2、以下下位葉に向かって順次3、4、5葉葉鞘と表した。

(2) 葉鞘位と分離される菌についての調査法

各葉鞘から分離された菌種別の検出数を葉鞘位ごとに取りまとめ、それぞれの菌種の検出割合を算出した。

2) 各種菌核病の水田内における混在についての調査法

(1) 各種菌核病の水田内における混在と優占菌種についての調査法

同一圃場における検出菌種数と混在菌種の割合を取りまとめた。また、水田ごとに検出茎率の最も高かった菌種を優占種とし、コシヒカリと日本晴栽培水田、更に、平坦部または山間部に区分し、それぞれにおける菌種ごとの優占水田率を算出した。なお、2種以上が同率であった場合はいずれも優占種として取り扱った。また、同一水田内における検出茎率を用いて、発病菌種間の相関を算出した。

(2) 1本の茎内における各種菌核病の混在についての調査法

1985~'88年まで県下のコシヒカリと日本晴栽培水田からそれぞれの成熟期に菌核病発病茎を採取し、各茎ごとに最上位の葉鞘から下位の枯死葉鞘まで、病斑形成葉鞘は病斑部を、無病徴の葉鞘はその最上位部を切り取り、常法により分離・同定した。茎ごとに検出された菌核病菌数について取りまとめた。

3) 各種菌核病の発生とイネすじ葉枯病、ごま葉枯病の発生についての調査法

1988年の日本晴栽培水田から採取した発病茎の菌種ごとの検出茎率と発病株率を各水田ごとに求めるとともに、止葉葉身におけるすじ葉枯病とごま葉枯病の病斑数を調査し、各菌核病の検出茎率、発病株率とすじ葉枯病、ごま葉枯病の1葉当たりの病斑数との相関を算出した。

4) 無病徴の葉鞘から検出されるイネ各種菌核病菌についての調査法

前述の1987年の島根県におけるイネ菌核病の発生実態調査並びにこれに準じて1986年に採取した無病徴の葉鞘から菌の分離・同定を行い、それによって検出された菌核病菌について取りまとめた。

2. 結果

1) 上位葉葉鞘への進展

(1) 各種菌核病の病斑高率と最上発病葉鞘位

各菌核病の成熟期における最上発病葉鞘位と病斑高率を図7に示した。コシヒカリにおける最上発病葉鞘位は紋枯病が2.0と最も高く、次い

で赤色菌核病2.4, 灰色菌核病2.6, 褐色紋枯病2.7, 褐色菌核病2.8の順に低くなった。また, 日本晴でも紋枯病が2.1と最も高く, 次いで褐色菌核病2.5, 灰色菌核病2.5, 赤色菌核病2.7, 褐色紋枯病3.5の順となった。球状菌核病のそれはコシヒカリ, 日本晴ともに極めて低く, それぞれ4.7, 4.4であった。

次に病斑高率は, コシヒカリでは紋枯病が最も高く, 次いで灰色菌核病, 赤色菌核病, 褐色紋枯病, 褐色菌核病, 球状菌核病の順となった。また, 日本晴でも紋枯病が最も高く, 次いで灰色菌核病, 赤色菌核病, 褐色菌核病, 褐色紋枯病, 球状菌核病の順となった。球状菌核病の病斑高率は極めて低かった。

(2) 葉鞘位と分離される菌との関係

葉鞘位と分離される菌核病菌との関係を図8に示した。コシヒカリでは, 上位葉鞘ほど紋枯病菌の検出率が高く, 特に, 止葉では検出された菌核病菌のうちの約2/3を占めた。赤色菌核病菌と灰色菌核病菌は各葉鞘位からほぼ同じ割合で検出された。褐色紋枯病菌, 褐色菌核病菌, 球状菌核病菌は下位葉鞘ほど検出率が高かった。また, 日本晴でもほぼ同様の結果であったが, コシヒカリに比べて褐色菌核病菌の上位葉鞘からの検出率がやや高かった。

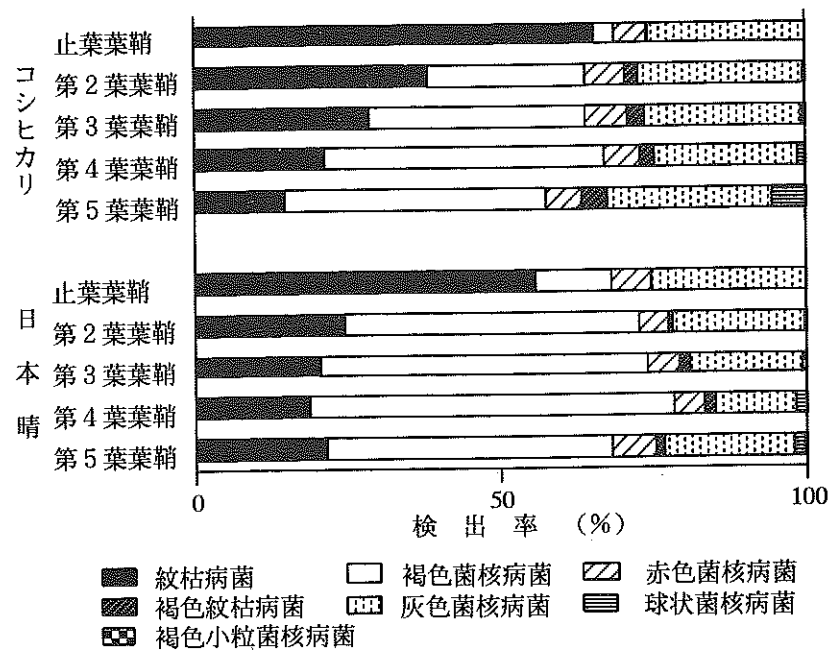


図8 葉鞘位と検出されるイネ菌核病菌との関係 (1987~'88)

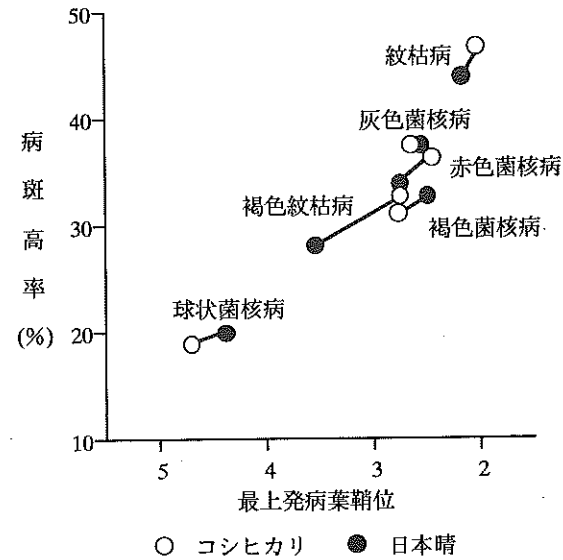


図7 各種菌核病の病斑高率と最上発病葉鞘 (1987~'88)

2) 各種菌核病の同一水田内における混在

(1) 各種菌核病の同一水田内における混在と優占菌種

図9に示すように, 1水田内から1~6種のイネ菌核病菌が検出され, 1種のみ検出される場合は極めて少なく, コシヒカリ, 日本晴ともに2~4種の菌核病菌が検出される場合が多かった。また, 図10に示すように, 同一水田内から2種の菌核病菌が検出された場合には, 紋枯病菌, 褐色菌核病菌, 灰色菌核病菌の中の2

種の組み合わせのものが74.4%を占め, その他についてもこの3種の中の1種が関与していた。3種が検出された場合には, 紋枯病菌, 褐色菌核病菌, 灰色菌核病菌の中の2種以上が関与した場合は95%以上を占めた。また, 4種の場合にはほとんど紋枯病菌, 褐色菌核病菌, 灰色菌核病菌の3種が関与していた。

次に同一水田内の優占種についてみると図11に示すように, コシヒカリでは紋枯病, 褐色菌核病, 灰色菌核病の優占水田率が高く, いずれも30%を越えたが, この3者の差は少なかった。赤色菌核病は少なく5.8%, 褐色紋枯病は更に少なかった。球状菌核病が優占種になっている水田は全く認められなかった。地域別にみると, 平坦部では紋枯病の優占水田率が最も高く, 灰色菌核病, 褐色菌核病, 赤色菌核病, 褐色紋枯病の順であった。山間部では褐色菌核病の優占水田率が高く, 次いで紋枯病, 灰色菌核病の順となり, 赤色菌核病と褐色紋枯病が優占種となっている水田は全くみられなかった。一方, 日本晴では褐色菌核病菌の優占水田率が最も高く, 全体の50.4%を占めた。次いで, 紋枯病, 灰色菌核病であったが, それぞれ25.2, 22.2%と, 褐色菌核病に比べてかなり低かった。また, 赤色菌核病が優占種になっている水田は少なく, 褐色紋枯病, 球状菌核病が優占種になっている水田は全く認められなかった。山間部においても平坦部と同様に褐色菌核病の優占水田率の割合が更に高った。また, この3種以外で優占種はみられなかった。

表30に示すように, 紋枯病と褐色菌核病の検出率

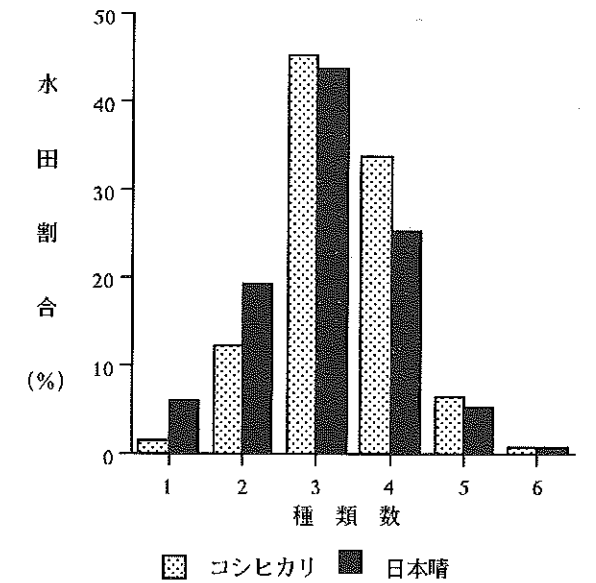


図9 1水田から検出される菌核病菌の種類数 (1987~'88)

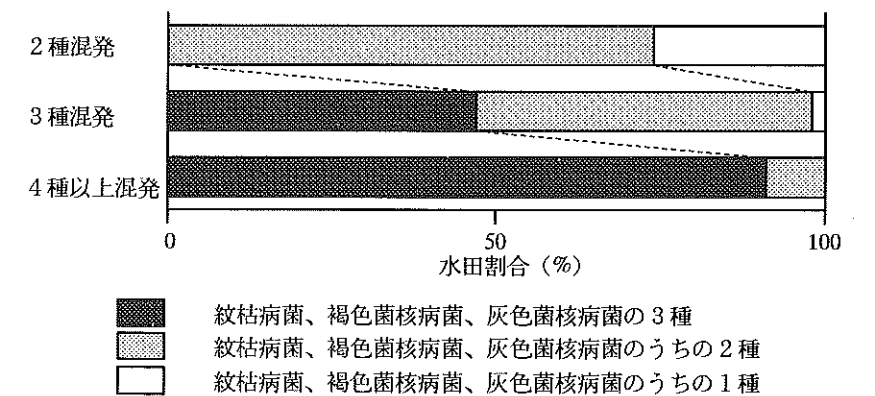


図10 イネ各種菌核病混発水田内における主要菌核病菌 (1987~'88)

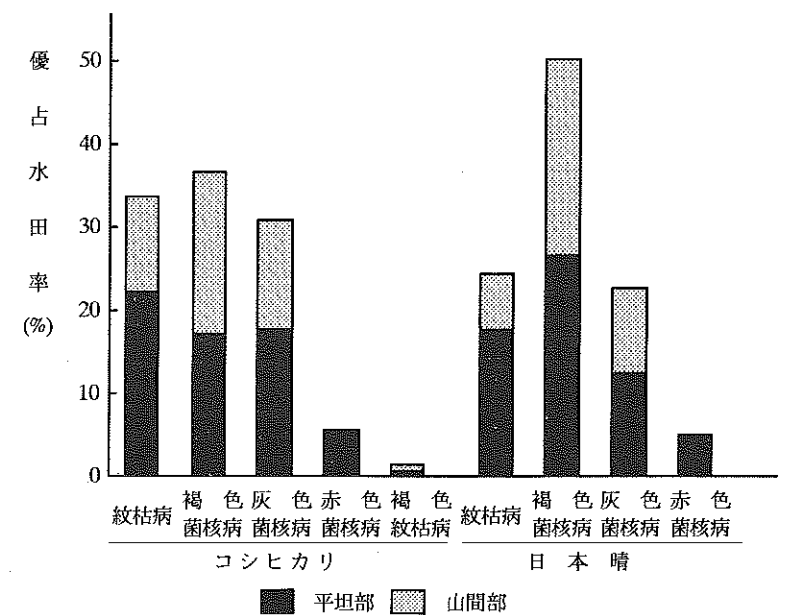


図11 イネ菌核病の各菌核病菌種別優占水田 (1987~'88)

表30 同一水田における各種菌核病の発病率間の相関

品 種	病 名	年次	褐色 紋枯病	赤色 菌核病	褐色 菌核病	灰色 菌核病	球状 菌核病
コシヒカリ	紋 枯 病	1987 ^{a)}	-0.1288	-0.1762	-0.4846** ^{d)}	0.0134	0.2029
		1988 ^{a)}	-0.1030	-0.2126	-0.4790**	-0.2501*	0.1144
	褐色紋枯病	1987	-	-0.1112	-0.0945	-0.0357	-0.1557
		1988	-	0.0038	-0.1531	-0.1395	-0.1558
	赤色菌核病	1987	-	-	-0.3452**	0.0318	-0.0128
		1988	-	-	-0.2394*	-0.1862	-0.1551
褐色菌核病	1987	-	-	-	-0.5575**	-0.0827	
	1988	-	-	-	-0.4108**	0.1340	
灰色菌核病	1987	-	-	-	-	-0.2368	
	1988	-	-	-	-	-0.1875	
日 本 晴	紋 枯 病	1987 ^{b)}	0.2621*	-0.0595	-0.5449**	-0.2489*	-0.1295
		1988 ^{c)}	-0.0720	-0.1352	-0.6219**	0.0196	0.0799
	褐色紋枯病	1987	-	-0.0498	-0.2332	-0.2066	-0.1293
		1988	-	0.0872	-0.0206	-0.1281	-0.1430
	赤色菌核病	1987	-	-	-0.3036*	0.1122	-0.1626
		1988	-	-	-0.3338**	-0.0337	-0.1842
褐色菌核病	1987	-	-	-	-0.5455**	0.1063	
	1988	-	-	-	-0.5825**	0.1187	
灰色菌核病	1987	-	-	-	-	-0.0449	
	1988	-	-	-	-	-0.0747	

^{a, b, c)}それぞれ69, 66, 70水田について調査。

^{d)} *5%, **1%水準で有意差があることを示す。

との間にはコシヒカリ、日本晴ともに高い負の相関がみられた。また、褐色菌核病と灰色菌核病および赤色菌核病の検出率との間にも負の相関がみられた。このほかの菌種間の相関は低かった。

2) 1本の茎内における各種菌核病の混在

表31に示すように、コシヒカリ、日本晴ともに1本の茎から2種以上検出される茎が13%以上みられ、この場合には、紋枯病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌の中の2種の組み合わせか、この中の1種が必ず関与していた。3種の菌核病菌が検出される茎もみられた。

3) 各種菌核病の発生とすじ葉枯病およびごま葉枯病の病斑数との関係

表32に示すように、褐色紋枯病、赤色菌核病の検出茎率、発病株率、病斑高率とすじ葉枯病の病斑数との間には正の相関がみられ、特に、褐色紋枯病で顕著であった。また、紋枯病、球

状菌核病との間には負の相関がみられたが、相関は低く褐色菌核病、灰色菌核病では一定の相関はなかった。褐色菌核病の病斑高率とごま葉枯病の病斑数との間に負の相関がみられたが、そのほかの菌種では一定の相関はみられなかった。

表31 1本の茎から検出されるイネ菌核病菌の種類数

年次	調査 茎数	菌核病菌の種類数別構成割合		
		1種類	2種類	3種類
	茎	%	%	%
1985	1,589	85.6	13.8	0.6
1986	2,178	87.3	12.2	0.5
1987	1,685	83.2	16.3	0.5
1988	2,080	89.5	10.3	0.2
計	7,532	86.6	12.9	0.4

4) 無病徴の葉鞘から分離される各種菌核病菌

表33に示すように、県下から成熟期に採取した無病徴のイネ葉鞘からはコシヒカリ、日本晴とも6種類の菌核病菌が検出された。検出菌種はコシヒカリ、日本晴ともに灰色菌核病菌の検出率が最も高く、次いで褐色菌核病菌が高かったが、紋枯病菌、赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌、球状菌核病菌の検出率は低かった。

無病徴の枯死葉鞘からは、上位葉鞘に病斑を形成している菌種と同一の菌核病菌が多く検出された。

3. 考 察

イネの葉鞘に病斑を形成する各種菌核病は近縁の *Rhizoctonia* 属菌および *Sclerotium* 属菌による病害のために類似の病斑を形成し、従来紋枯病として取り扱われた病斑の中には褐色紋枯病、赤色菌核病、褐色菌核病、灰色菌核病、球状菌核病など各種のイネ菌核病が混在するとともに、これら菌核病が全国各地に発生していることが明らかにされた(野中ら, 1979, 1980)。そこで、島根県におけるこれらイネ菌核病の発生の実態について調査した結果、水田から無作為に採集した紋枯病様病斑の3/4から紋枯病

表32 各種菌核病の発生とすじ葉枯病およびごま葉枯病の病斑数との関係

病 名	項 目	止葉病斑数	
		すじ葉枯病	ごま葉枯病
紋 枯 病	検出茎率	-0.1276 ^{a)}	0.1573
	発病株率	-0.1256	-0.0478
	病斑高率	-0.2291	-0.0274
褐色紋枯病	検出茎率	0.4976** ^{b)}	0.0216
	発病株率	0.3810**	-0.0193
	病斑高率	0.4042**	0.0625
赤色菌核病	検出茎率	0.3145**	0.0307
	発病株率	0.1962	0.0425
	病斑高率	0.2484	0.0914
褐色菌核病	検出茎率	-0.0043	-0.1755
	発病株率	-0.0657	-0.1699
	病斑高率	-0.0842	-0.3266**
灰色菌核病	検出茎率	-0.1757	0.0664
	発病株率	-0.1608	0.0290
	病斑高率	-0.1900	0.1019
球状菌核病	検出茎率	-0.2330	0.1253
	発病株率	-0.2213	-0.0214
	病斑高率	-0.2588	-0.0402

^{a)} 相関係数を示す。

^{b)} **1%水準で有意差があることを示す。

表33 無病徴の葉鞘から分離される各種菌核病菌(1986~'87)

品 種	上位葉鞘 病斑形成 菌 種 名	調 査 個 数	菌 種 別 検 出 率					
			紋 枯 病 菌 %	褐色紋 枯病菌 %	赤色菌 核病菌 %	褐色菌 核病菌 %	灰色菌 核病菌 %	球状菌 核病菌 %
コシヒカリ	紋 枯 病 菌	89	47.2	1.1	0	10.1	22.5	19.1
	褐色紋枯病菌	13	0	92.3	0	0	7.7	0
	赤色菌核病菌	55	0	0	100	0	0	0
	褐色菌核病菌	163	4.9	0	0	89.0	5.5	0.6
	灰色菌核病菌	402	5.2	0.2	0	1.7	92.4	0.5
	球状菌核病菌	7	28.6	0	0	14.3	0	57.1
	計	729	10.0	1.9	7.5	22.2	55.1	3.3
日 本 晴	紋 枯 病 菌	46	50.0	0	2.2	6.5	34.8	6.5
	褐色紋枯病菌	14	14.3	78.6	0	7.1	0	0
	赤色菌核病菌	44	0	0	95.5	0	4.5	0
	褐色菌核病菌	185	1.6	0	0	91.4	3.8	3.2
	灰色菌核病菌	383	4.4	0	0	2.1	93.2	0.3
	球状菌核病菌	10	0	0	0	40.0	0	60.0
	計	682	6.6	1.6	6.3	27.1	56.1	2.3

菌が検出され、残りの1/4からは灰色菌核病菌、褐色菌核病菌、赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌、球状菌核病菌などのイネ各種菌核病菌が検出された。このことから、本県においても野中ら(1979, 1980)が指摘しているように、紋枯病様病斑の中には各種の菌核病が混在していることが明らかとなった。

次に、島根県下におけるイネ菌核病の発生実態を、採取したイネ菌核病様病斑から分離法によって調査した結果、イネの主要病害である紋枯病をはじめ、褐色紋枯病、赤色菌核病、褐色菌核病、灰色菌核病、球状菌核病、褐色小粒菌核病の7種の菌核病が発生しており、このうち、紋枯病、褐色菌核病、灰色菌核病はコシヒカリ、日本晴栽培水田の3/4以上で発生がみられるとともに、これら3菌種は島根県で発生するイネ菌核病の90%以上を占めていた。褐色菌核病は北海道から南西諸島まで普遍的に発生し(遠藤, 1934; 舟山・平野, 1961; 平山ら, 1982; 稲垣・仲本, 1982; 野中ら, 1979, 1980)、地域によっては紋枯病以上に発生が多いことも指摘されている(平山ら, 1982; 大兼, 1990)。島根県においても発生水田率、発病株率ともに高く、特に、山間部および熟期の遅い日本晴では紋枯病以上に発生していることが明らかとなった。

灰色菌核病はイネ菌核病の中では比較的発生の少ない菌種と考えられてきたが、これは他の菌核病に比べて病斑が不鮮明であること(中田・河村, 1939)、また、本病特有の症状である小斑点が調査の対象として取り扱われなかったためとも推定できる。しかし、分離法によって発生調査が行われるようになって以来、全国各地で発生が確認され(稲垣・仲本, 1982; 松澤, 1990; 野中ら, 1979, 1980; 大兼, 1990; 高木・二井, 1989)、本調査によって島根県下の水田においても高率に発生していることが明らかとなった。

このように、褐色菌核病並びに灰色菌核病は発生水田率、発病株率とも高く、好適条件下では上位葉葉鞘に進展することなどから、紋枯病とともに、島根県におけるイネ菌核病の主要菌種と考えられる。

赤色菌核病は全国各地に広く分布し、紋枯病および褐色菌核病に次いで発生の多い地域があ

ること(三浦ら, 1988)、褐色紋枯病は北海道を除く各地で発生が確認されており(稲垣・仲本, 1982; 野中ら, 1979, 1980; 高木・二井, 1989; 渡辺ら, 1977)、高温年などには多発生する(鬼木, 1979)ことが報告されている。両菌種とも島根県下各地で発生がみられたが、前述の3菌種に比べて発生水田率、発病株率ともに低かった。しかし、赤色菌核病は調査水田の30%、褐色紋枯病は15%で発生しており、いずれも熟期が早いコシヒカリで発生が多く、赤色菌核病では発病株率が20%を超えるような水田もみられ、更に、両菌種は他の菌核病菌に比べて病原性が強く(Chen, 1963; 鬼木・渡辺, 1976)、上位葉葉鞘への進展が著しいことなどから、登熟期が高温に経過する作型、品種や地域などでは主要菌種となっているものと推定される。

球状菌核病は発生水田率はやや高かったが、発病株率は低く、褐色小粒菌核病は発生水田率、発病株率ともに極めて低く、島根県下において両菌核病の発生は少ないものと推察される。

また、地域によって発生菌種に差がみられた。褐色菌核病は山間、赤色菌核病と褐色紋枯病は平坦部における発生が多かった。そこで、標高および登熟期前1月間の気温とこれら菌核病の発生との関係についてみたところ、褐色菌核病の発生は標高が高く、気温、特に最低気温と平均気温の低い地帯における検出率並びに発病株率が高かった。鬼木(1979)によれば本病菌の発育適温は他の菌核病菌と同様に高く、30~33℃であり、かつ、低温条件でも比較的よく発育する。また、熟期の遅い日本晴で多く、日本晴に比べて成熟期が早く、登熟期が高温に経過するコシヒカリで気温と負の相関が明瞭であり、コシヒカリより更に熟期が早く、8月末に成熟期を迎える極早生品種のチドリでの上位葉葉鞘への進展が緩慢であることは本病の発生に登熟期の低温が好適することを示すものである。本病は北海道など登熟期の気温が比較的低温である地域にも広く分布していることが報告されており(遠藤, 1934; 舟山・平野, 1961)、高温期に登熟期を迎えるような地域および品種では比較的低温時に上位葉葉鞘へ進展するであろう。これに対し、赤色菌核病は標高と負、登熟期の気温と正の相関がみられた。本病菌はイ

ネ菌核病のうちでも特に高温性であり(鬼木, 1979)、登熟期の高温によって発生が助長され、このために熟期の早い作型および品種における発生が多いものと推察される。

なお、品種によって各菌種の発生量に差がみられた。すなわち、褐色菌核病は日本晴で多く、赤色菌核病と褐色紋枯病はコシヒカリで多かった。これは品種の持つ草型(平山ら, 1982)などによる特性以上に、登熟期間の気温の影響が大きいものと考えられる。

灰色菌核病の発生と成熟期の倒伏との間には正の相関がみられた。本病の発生によって倒伏がみられないこと(中田・河村, 1939)、更に、暴風雨後や降雨が続くような多湿条件下で急速に蔓延する(門脇・磯田, 1989c; 野中ら, 1990)ことから、倒伏によって株内湿度が高まり、これによって発病が助長されたものと考えられる。

次に、イネ各種菌核病の上位葉葉鞘への進展と同一水田内における混在など、発生の様相について検討した。紋枯病以外の菌種はいずれも紋枯病に比べて最上発病葉鞘位、病斑高率ともにやや低い傾向にあった。しかし、灰色菌核病、赤色菌核病、褐色菌核病などは止葉葉鞘など上位葉葉鞘まで進展している場合も多く、また、これら菌種がその水田の優占種となっていることが明らかとなった。それぞれの菌核病の上位葉葉鞘への進展は紋枯病に比べて緩慢であるが、褐色紋枯病(渡辺ら, 1977)、赤色菌核病(平山ら, 1982; 松澤, 1990; 三浦ら, 1988)は止葉葉鞘まで、褐色菌核病も好適条件下では止葉葉鞘まで進展する(平山ら, 1982; 三浦ら, 1988)ことが報告されており、島根県においてもほぼ同様の結果であった。このほかの菌種、島根県下で紋枯病、褐色菌核病と並び発生の多い灰色菌核病については下位の枯死葉鞘に腐生的に生息していることが多いと考えられ、その被害については軽視されてきた。しかし、本調査によって最上発病葉鞘位、病斑高率ともに高く、上位葉葉鞘への進展が著しいことが明らかとなった。これは紋枯病様病斑だけでなく、本病特有の斑点型、流れ型病斑が見逃されていたからで、病徴の詳細を検討した結果、これらを調査の対象としたこと、および無病徴部からも菌を分離

して確かめたことによるものである。

上位葉葉鞘の病斑からは紋枯病菌が、下位葉葉鞘のそれからは紋枯病菌以外の菌核病菌が検出される割合の高いことが報告されている(松澤, 1990; 作井・梅原, 1983)。島根県においても上位葉葉鞘からは紋枯病菌、下位葉葉鞘からは褐色菌核病菌、褐色紋枯病菌、球状菌核病菌の検出率が高かった。しかし、赤色菌核病菌および灰色菌核病菌では上位葉葉鞘と下位葉葉鞘との間に検出率の差はみられず、止葉葉鞘からの検出率が他の菌種に比べて高かった。これは前述の最上発病葉鞘位および病斑高率を裏付ける結果であるが、腐生的性質が強く、下位葉葉鞘に寄生していると言われてきた灰色菌核病菌が上位葉葉鞘から検出されたことは明らかな病斑形成のないまま上位葉葉鞘に進展していることを示すものである。なお、紋枯病菌の検出率が上位葉葉鞘で高く、下位の葉鞘で低かった一因として、本病菌は上位葉葉鞘へ進展後は下位葉葉鞘での菌糸活性が持続しない(高坂, 1961)ためと考えられる。

同一水田内には褐色菌核病菌を中心に数種の菌核病菌が混在していること(平山ら, 1982; 稲垣・伊藤, 1985; 松澤, 1990)が指摘されている。しかし、調査規模、調査法が異なり、紋枯病の発生との関連などについては不明な点も少なくない。島根県下の混在の実態を分離法によって調査した結果、1水田内に1~6種の菌核病が発生しており、コシヒカリ、日本晴ともに紋枯病、褐色菌核病、灰色菌核病を中心に2~4種の菌核病が混在していることが明らかとなった。また、同一水田内の優占種はコシヒカリでは紋枯病、褐色菌核病と灰色菌核病がほぼ同率で全体の90%以上を占め、次いで赤色菌核病であり、低率であるが褐色紋枯病が優占種になっている水田もみられた。一方、日本晴では褐色菌核病の優占水田率が最も高く、紋枯病と灰色菌核病がこれに次ぎ、赤色菌核病が優占種になっている水田もみられた。このように、同一水田内には各種菌核病菌が混在しており、優占種が異なることが明らかとなった。防除薬剤の効果も異なることも指摘されているので、多発生地などでは発生菌種を明らかにし、これに応じた防除薬剤の選定などの確かな防除対策が肝

要となる。

同一水田内で褐色菌核病の検出基率と紋枯病または赤色菌核病の検出基率との間には負の相関がみられた。これは発病に対する温度条件の差異、すなわち、紋枯病、赤色菌核病は高温、褐色菌核病は比較的低温条件下で発生が多いためと推察される。また、褐色菌核病と灰色菌核病の検出率にも負の関係がみられたが、この原因については今後の研究が必要である。

褐色紋枯病および赤色菌核病の発生とイネすじ葉枯病の発生との間に正の相関がみられた。平山ら(1982)は赤色菌核病が、門脇・山田(1982)はすじ葉枯病がカリ欠乏によって助長されることを報告している。また、これら3菌種の発育には高温が適しており、高温年に発生が多い(鬼木, 1979; 渡辺ら, 1977) ことなど発生要因に類似点が多く、これが併発の原因と推察されるが、この原因についてはイネの耐病性を含めて今後の検討が必要である。

成熟期に採取した紋枯病様病斑の全くみられない葉鞘からは紋枯病菌、褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌および球状菌核病菌が検出され、特に、灰色菌核病菌の検出率が高かった。また、下位葉鞘から検出された場合には上位葉鞘に当該菌種の病斑を形成しているものが多かった。これは葉鞘の枯死によって病斑が観察されなくなったことのほかに、イネ葉鞘が枯死あるいは老化後に菌が進展し、イネに病斑形成能がなかったためと推定される。また、灰色菌核病菌が検出された葉鞘では、著者ら(門脇・磯田, 1989c)によって明らかにされた本病菌の産生する植物毒素によって明らかな病斑形成のないまま葉鞘が枯死

した結果とも推察される。

第6章 各種菌核病の水田内分布

イネ菌核病のうち、イネの主要病害である紋枯病の水田内分布については堀・安楽(1971)をはじめ多くの報告があり、その調査法も確立されている(羽柴, 1984; 堀・安楽, 1971; 小池ら, 1986; 小野, 1953b; 吉村, 1955)。しかし、その他の菌核病の水田内分布に関する報告は極めて少なく(稲垣・伊藤, 1985; 松澤, 1990; 西田, 1961a, 大兼, 1990)、調査方法は未確立である。ここでは発生調査方法確立の一環として各種菌核病の水田内における発病株の分布並びに分布様式について調査した。

第1節 水田内における発病株の分布

1. 材料および方法

表34に示す延べ6水田で調査した。

1) 出穂後の経過日数と水田内分布の調査法

a. 1985年の調査
松江市の早期栽培(品種:チドリ)のMS水田と斐川町の早植栽培(品種:日本晴)のHA水田で、出穂2、4週間後に2回調査した。両方の畦畔から1、10列目と中央の作条から、5m間隔で菌核病発病株を選び、発病茎を地際から1本ずつ採取した。該当株に発病がみられない場合には隣接した発病株から採集した。病斑を形成している最上位葉の葉鞘から最下位葉の葉鞘まで、病斑形成葉鞘については病斑部を、病斑形成のみられない葉鞘についてはその最上位部を切り取り、常法によって菌を分離・同定し、各茎ごとに検出菌種を調べた。

表34 イネ菌核病発病株の分布調査水田の耕種概要

調査年次	調査水田	場所	栽培型	品種	移植期
1985	MS	松江古志町	早期栽培	チドリ	4月末
1985	HA	簸川郡斐川町	早植栽培	日本晴	5月中旬
1986	MK	松江西谷町	早期栽培	チドリ	4月末
1986	HA	簸川郡斐川町	早植栽培	日本晴	5月中旬
1987	HA	簸川郡斐川町	早植栽培	日本晴	5月中旬
1987	HO	簸川郡斐川町	早植栽培	コヒカリ	5月中旬

b. 1986年の調査

松江市の早期栽培(品種:チドリ)のMK水田と斐川町の早植栽培(品種:日本晴)HA水田を調査した。MK水田は出穂期、その2週間後、4週間後の計3回、畦畔から、1、10、30列目および中央の作条について、一方、HA水田では出穂2週間後、4週間後の2回、1、10列目と中央の作条から5mごとに発病株を選び、1985年に準じて調査した。

c. 1987年の調査

斐川町の早植栽培HA水田(品種:日本晴)で成熟期に両方の畦畔から1、5、25列目および中央部の作条から1.1mの間隔で各菌核病の発病茎を採集し、1985年に準じて調査した。該当株に病斑形成のない場合には周囲3株までを採集の対象とした。

2) 畦畔からの距離と発病

1986年は松江市の早期栽培MK水田(品種:

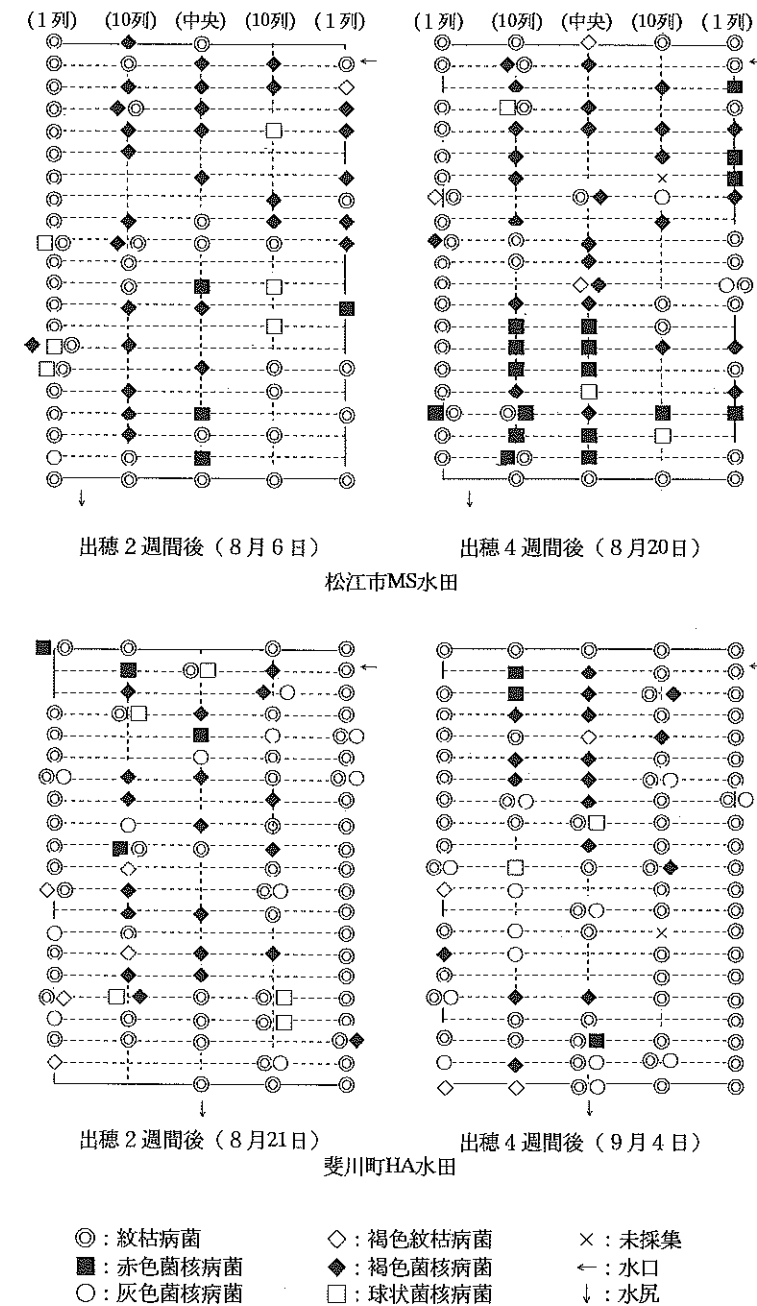


図12 出穂後の経過日数とイネ各種菌核病の水田内分布 I (1985)

注) 葉鞘ごとに分離したため同一茎で同一の菌核病菌が重複して分離された場合は1個で表した異なる菌核病菌が分離された場合は、上位葉鞘から分離された菌核病菌を左側に示した

チドリ)では8月20日, 1987年は斐川町早植栽培HO水田(品種: コシヒカリ)では9月10日, HA水田(品種: 日本晴)で9月30日, 1990年は同HK水田(品種: 日本晴)では9月29日に, 畦畔から6または10列目までの株を対象に菌種別の発病株を調査した。

3) 発病株の連続性

1986年は松江市の早期栽培MS水田, 1987年は斐川町の早植栽培HO水田, 1990年は早植栽培HK水田について, いずれも成熟期に水田内

の畦畔に隣接した区画を数か所選び, 各区画ごとに菌核病種別の発病株数を調査し, 条間, 株間ごとに発病株の連続性について取りまとめた。

2. 結果

1) 出穂後の経過日数と水田内分布

各種菌核病の水田内の分布について調査した。図12~14に示すように, 紋枯病は畦畔沿いに多く, その他の菌核病は水田中央部に多い傾向がみられた。松江市のMS水田においてはこ

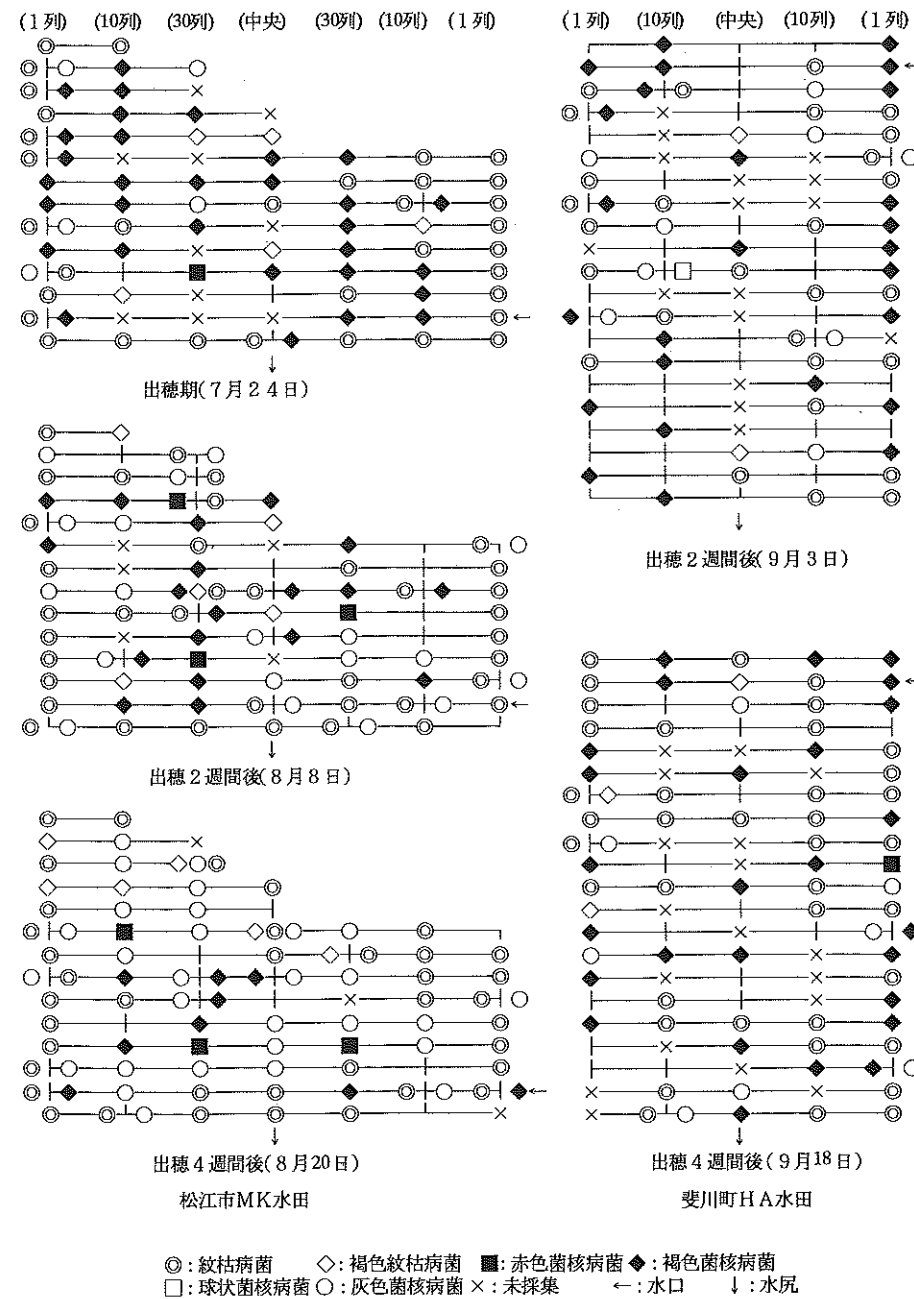


図13 出穂後の経過日数とイネ各種菌核病の水田内分布II (1986)

注) 同一茎から異なる菌核病菌が分離された場合は, 上位葉葉鞘から分離された菌核病菌を左側に表示した

の傾向が顕著であり, 農道, 畦畔沿いでは紋枯病の発病株率が極めて高かった。一方, 他の菌核病は水田中央での発病株率が高く, イネの登熟が進むに従い, 発病株が増加した。特に, 赤色菌核病では出穂2週間後の発病株を中心に4週間後にはその周辺株の発病株率が急激に高まった(図12 MS)。また, 赤色菌核病と褐色紋枯病の発病株は集中して分布する傾向がみられた(図12 MS, 図13 HA)。灰色菌核病の発病株は出穂期には点在していたが, 登熟が進むに従って急速に発病株率が高まり, 水田内全体に分布していた(図13 MK)。

2) 畦畔からの距離と発病

水田畦畔部からの作条と発病株率との関係を表35に示した。紋枯病と褐色紋枯病は畦畔に近い条の株ほど発病株率が高く, 灰色菌核病と赤色菌核病は第1, 2列目の発病株率がやや低い傾向にあった。その他の菌核病には一定の関係はみられなかった。

3) 発病株の連続性

表36に示すように紋枯病以外の各種菌核病は株間では数株連続するか, または単独で発病株がみられる場合が多かった。条間の場合には2, 3株程度連続するか単独の場合が多かった。灰色菌核病は3株以上連続して発病する場合が多く, この傾向は紋枯病についても認められた。

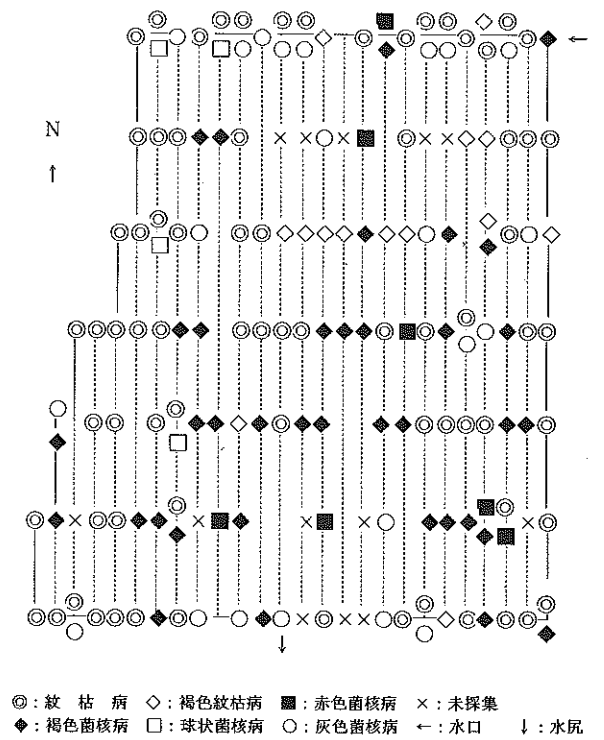


図14 イネ各種菌核病の水田内分布 (早植栽培HA水田, 1987.9.30)

第2節 各種菌核病の分布様式

1. 材料および方法

1) 水田内の区画と発病調査法

1987年9月30日(成熟期)に, 斐川町の早植栽培HA水田(品種: 日本晴, 移植期: 5月15日, 面積: 100×30m)において, 図15のように, まくら地(畦畔から1~6列)の全株と畦畔か

表35 畦畔からの作条数と各種菌核病の発病との関係

病名	調査水田	畦畔からの作条数別発病株数									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
紋枯病	HA	34	28	19	15	8	12	-	-	-	-
	HO	15	24	19	11	12	11	11	6	4	12
褐色紋枯病	HA	6	2	2	0	1	0	-	-	-	-
	HO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	HK	11	8	6	6	6	3	1	2	0	0
赤色菌核病	HA	1	0	1	0	0	1	-	-	-	-
	HO	3	5	7	3	8	13	11	11	10	13
褐色菌核病	HA	1	4	4	5	4	3	-	-	-	-
	HO	2	3	1	3	3	4	2	3	4	1
灰色菌核病	HA	2	5	6	10	8	6	-	-	-	-
	HO	29	30	35	45	36	38	41	41	46	32

表36 各種菌核病の発病株の連続性

病名	区別	連続発病株数							
		1 ^{a)}	2	3	4	5	6	7	8
紋枯病	株間	58	25	14	9	4	2	1	3
	条間	101	41	10	0	3	2	1	1
赤色菌核病	株間	131	23	8	4	0	0	0	0
	条間	159	27	2	1	1	0	0	0
灰色菌核病	株間	259	89	42	16	10	7	0	4
	条間	268	107	28	16	7	6	2	1

^{a)} 連続発病株数を示す。

ら25mの地点並びに中央部(50m)ではそれぞれ6列30株ずつ各3か所について、発病株率を第6章-第1節に準じて調査した。1列10株の3列(計30株)を1単位として、各菌核病ごとに発病株率を求めた。1990年9月29日(成熟期)

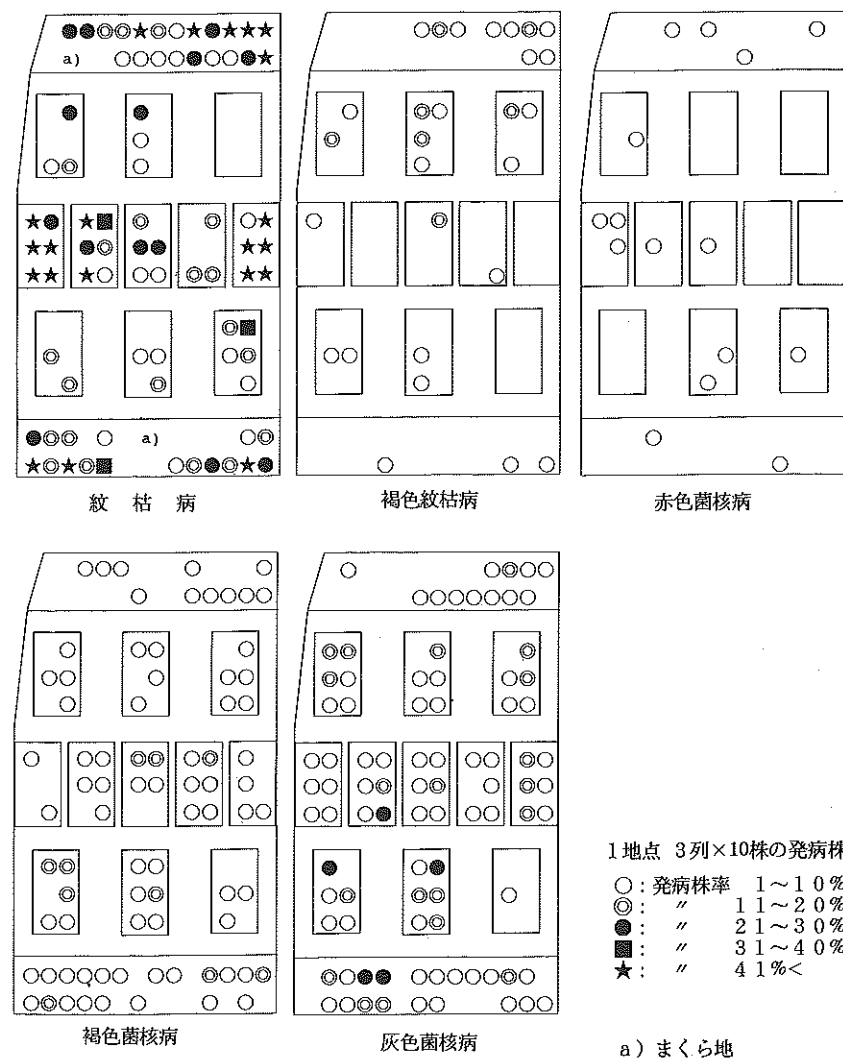


図15 水田内の場所と各種菌核病の発病株率との関係 I (早植栽培: HA水田 1987. 9. 30)

には斐川町の早植栽培HK-1水田(品種: 日本晴, 移植期: 5月下旬)において水田内から図16に示す12のブロック(1ブロック8列x30株)を選び、各菌核病の発生状況を調査した。各ブロック2列x10株を1単位として、各菌核病の発病株率を算出した。

2) 各種菌核病の平均こみあい度(m)と平均発病株数(m)

1986~'90年にわたり、表37に示す11水田を選定し、水田内の全株または水田内を数か所のブロックに区切り、各種菌核病の発病を調査した。2条x10株の計20株を1区画(ただし、1986年MO水田については1条x20株)として菌種ごとの発病株率を取りまとめた。調査水田、調査時期別に下式により平均こみあい度(m)と平均発病株数(m)を求め、Iwao(1968)のm-m法により、分布様式を解析した。

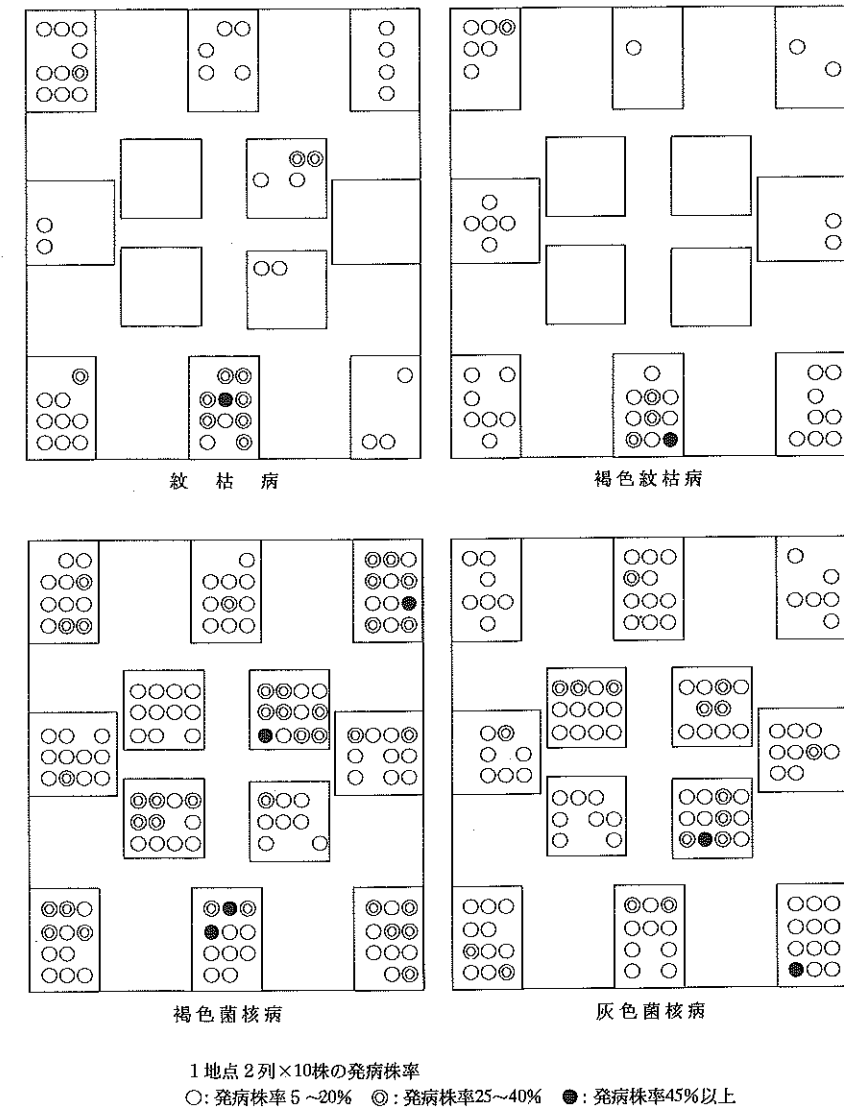


図16 水田内の場所と各種菌核病の発病株率との関係 II (早植栽培: HK-1 水田 1990. 9. 29)

表37 分布様式調査水田の耕種概要と調査時期

調査水田	栽培型	品種	調査時期	調査対象病害名				
				紋枯病 ^{a)}	褐色紋枯病	赤色菌核病	褐色菌核病	灰色菌核病
1. MO	早期	チドリ	'86. 7. 29				○	
2. MK	早期	チドリ	'87. 7. 22	○	○	○	○	○
3. MK	早期	チドリ	'87. 8. 6	○	○	○	○	○
4. MK	早期	チドリ	'87. 8. 19	○	○	○	○	○
5. HO	早植	ツヒカリ	'87. 9. 10	○	○	○	○	○
6. HA	早植	日本晴	'87. 9. 30	○	○	○	○	○
7. IO	早植	日本晴	'89. 10. 7			○		
8. IF	早植	もち	'89. 10. 9			○		
9. MO	早期	チドリ	'90. 8. 18			○		○
10. HK 1	早植	日本晴	'90. 9. 29	○	○		○	○
11. HK 2	早植	日本晴	'90. 10. 2		○			

^{a)} 紋枯病については上記11水田のほかに4水田を加えて調査した。

$$m^* = \frac{\sum Xi (Xi - 1)}{\sum Xi} \dots\dots\dots (式1)$$

ただし、Xiは各区画の発病株数

3) 各種菌核病の発病調査のためのサンプル数についての求め方

先の試験の m^* - m 法により、 α と β の値がえられたのでIwao & Kuno (1971)の方法により必要サンプル数を求めた。必要サンプル数(n)は下式によって求められる。

$$n = \frac{t^2}{D^2} \left(\frac{\alpha+1}{x} + \beta - 1 \right) \dots\dots\dots (式2)$$

ただし、tはスチューデントのt、 α と β は m^* - m 回帰式の推定値、Dは相対精度である。この式を用いて、t=2、D=0.3、0.4の時の平均発病株数(\bar{x})と必要サンプル数(n)との関係を求めた。

2. 結果

1) 水田内の区画と発病

図15に示すように、HA水田では紋枯病の発病株率が最も高く、20.0%を占め、次いで灰色菌核病7.0%、褐色菌核病4.3%であった。褐色紋枯病と赤色菌核病の発生は少なく、それぞれ2.1%と0.4%であった。褐色菌核病と灰色菌核

病は水田全体で発生がみられ、紋枯病は畦畔沿いで発病株率が高かった。褐色紋枯病と赤色菌核病は局部的に発生がみられた。HK-1水田では図16に示すように、褐色菌核病と灰色菌核病は水田全体に均一に分布していた。紋枯病と褐色紋枯病は調査区画によって発病株率に顕著な差がみられた。また、紋枯病と褐色紋枯病は水田中央に比べて周辺部に多い傾向がみられた。

2) 各種菌核病の平均こみあい度(m*)と平均発病株数(m)

図17に示すように、各種菌核病の20株の平均発病株数(m)と平均こみあい度(m*)の間には $m^* = \alpha + \beta m$ の直線関係がみられた(α は基本集合度指数、 β は密度-集合度係数を示し、 $\beta > 1$ では集中分布、 $\beta = 1$ でランダム分布、 $0 < \beta < 1$ では一様分布となる)。紋枯病($\beta = 1.214$)、赤色菌核病($\beta = 1.437$)と褐色紋枯病($\beta = 1.950$)は発病株率の高い水田においても集中分布しており、特に、紋枯病は発病株率が20%以上となっても著しい集中分布様式を示した。一方、灰色菌核病($\beta = 0.918$)、褐色菌核病($\beta = 0.981$)は一様分布となった。

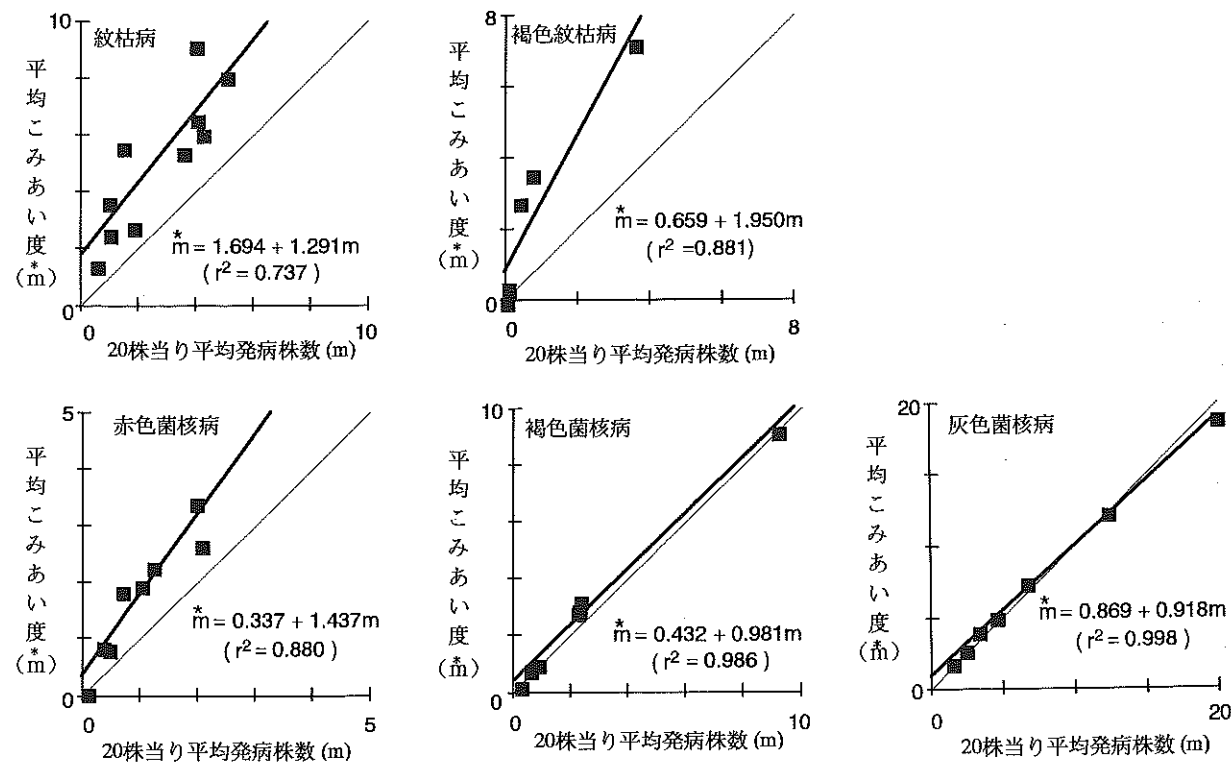


図17 各種菌核病の平均発病株数(m)と平均こみあい度(m*)との関係

3) 各種菌核病の発病調査のためのサンプル数

図18に示すように、紋枯病、赤色菌核病、褐色紋枯病は集中分布するので発生調査には多くのサンプル(区画)が必要である。一方、灰色菌核病および褐色菌核病は一様分布するので発生株率が高い場合は必要区画数は極めて少なくてよい。

第3節 考察

イネ紋枯病では水田内における発病株の分布様式が明らかにされ、調査法が確立されているが(羽柴, 1984; 堀・安楽, 1971; 小池ら, 1986; 吉村, 1955)、その他の菌核病については不明な点が多い。そこで、分布様式解明の一環として、本病の水田内における発病株分布と分布様式について検討した。

各種菌核病の発生と畦畔からの距離について、紋枯病では畦畔沿いに発生の多いこと(堀・安楽, 1971)が報告されている。本調査においても畦畔に近い株ほど発病株率が高かった。また、褐色紋枯病は水田中央部にも発生がみられたが、畦畔部付近では畦畔に近い株ほど発病株率が高い傾向にあった。紋枯病では第一次伝染

源である菌核が水尻並びに畦畔部に集積するために畦畔部における発生の多いことが指摘されている(堀・安楽, 1971)。褐色紋枯病菌はイグサの紋枯病菌として、菌核の生存能が弱く、菌糸が主要な第一次伝染源であり、土壌中では植物の遺体に寄生すること(鬼木, 1976)、および水田畦畔部の土壌中にも生息していること(松岡, 1963)が報告されている。イネにおいても菌核形成量は少なく、畦畔部へ集積した罹病稲わらからの伝染も推察されるが、その要因については土壌との関わりをはじめ、更に検討が必要と考えられる。

褐色菌核病の発病と畦畔からの距離の間には一定の関係はみられなかった。これは本病菌は菌核の形成量が極めて多く、また、稲わらおよび刈株でも容易に越冬することなど第一次伝染源が多いためと推察される。灰色菌核病で畦畔から1-2列目の株で発生がやや少ない傾向がみられた。本病の上位葉葉鞘への進展には高湿度を要するために隣接株のないこのような株では株内の湿度が低いことがその原因の一つとして考えられる。

各種菌核病発病株の分布様式について、個体群生態学で昆虫などの分布様式解明に適用され

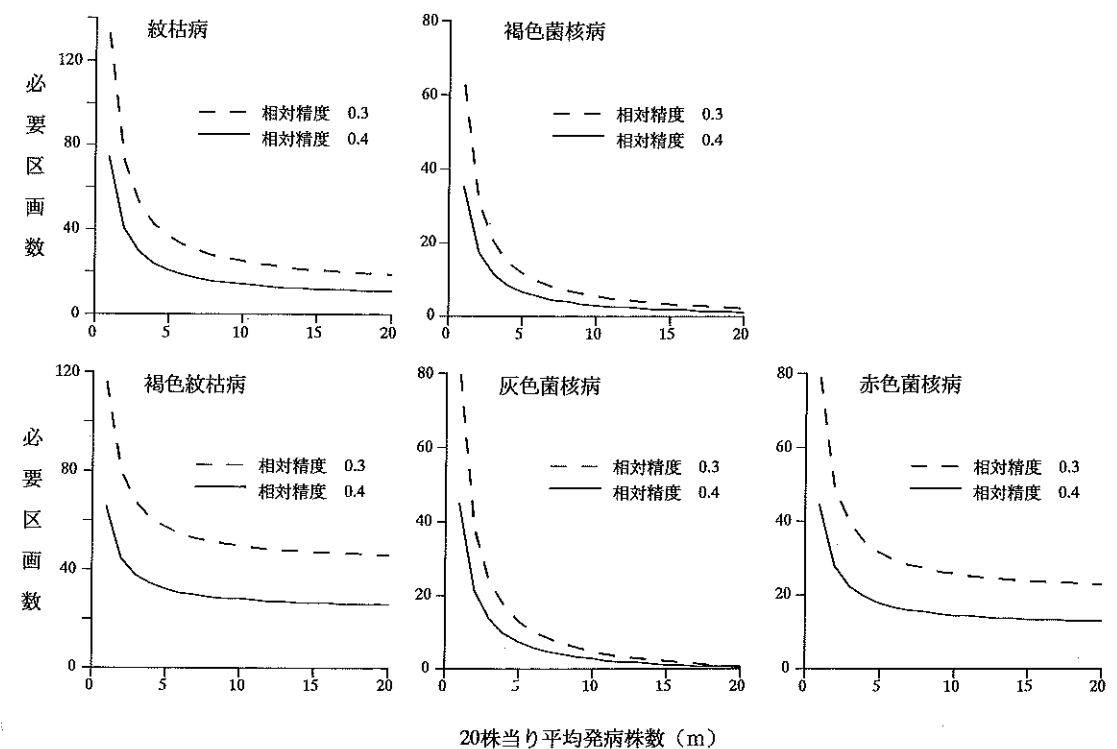


図18 各種菌核病の発病株数と必要区画数との関係

ているIwao (1968) の $m-m$ 回帰解析によって検討した。調査した全ての菌核病の20株当り平均発病株数 (m) と平均こみあい度 (m^*) との間には $m = \alpha + \beta m^*$ の直線関係がみられた。赤色菌核病および褐色紋枯病はIwao (1968) の $m-m$ 回帰解析における集中分布の指標である密度-集合度係数 (β) の値は高く、集中分布を示した。対照として調査した紋枯病については既に水田内で発生に偏りがあることが報告されている (堀・安楽, 1971)。本法によっても集中分布することが明らかとなった。また、褐色菌核病、灰色菌核病の密度-集合度係数 (β) は低く、一様分布をすることが明らかとなった。

各菌核病に特有の分布様式がみられる原因について、紋枯病では第一次伝染源である菌核の水田内の生息密度の違いによるもので、菌核の集積しやすい畦畔沿いおよび水尻における発生が多いこと、また、発病株から隣接株へ菌糸により二次伝染することなどのため、同一水田内で発生に偏りのあることが明らかにされている (堀・安楽, 1971)。今回、紋枯病と同様に集中分布を示した赤色菌核病と褐色紋枯病の伝染方法については不明な点も多く、その原因については明らかではない。しかし、両病害は他の菌核病に比べて菌核形成量が極めて少なく、しかも菌核の生存能が弱く (鬼木, 1979)、菌糸の腐生的性質が強いこと (稲垣・牧野, 1979)、また、後述するように、土壤に定着し、田面からの検出場所が一定していること、更に、田面の生息場所と発病株との間には密接な関係のあることなどから土壤伝染が可能であり、水田内の伝染源量、すなわち、土壤中の生息密度の差によって、発病程度に差を生じるものと推察される。

褐色菌核病および灰色菌核病の発病株は一様分布することが明らかとなった。稲垣・伊藤 (1985) は両病害が水田内に広く分布することを報告している。また、大兼 (1990) は灰色菌核病は発病株率が高くなるとランダム分布をすることを指摘している。これは主要な第一次伝染源である菌核が移植後のイネ株元に多数集積するなど越冬量が極めて多いこと、および隣接株への伝染が少ないことによるものと考えられる。褐色菌核病菌は鬼木ら (1986) によって人為的に担胞子の形成が認められており、今後、

担胞子による伝染についても検討が必要と考えられる。

紋枯病では既に調査に必要なサンプル数が明らかにされている (羽柴, 1984; 堀・安楽, 1971; 小池ら, 1986)。しかし、その他の菌核病についてその調査方法は未確立であり、調査者の主観に基づいて実施されている。ここでは区画法による調査方法について検討した。区画法による調査は調査株が連続しているため、調査が簡便であるが、集中分布する紋枯病、赤色菌核病、褐色紋枯病では求める相対精度にもよるが多数のサンプル (区画) 数が必要であった。しかし、一様分布する灰色菌核病、褐色菌核病では必要サンプル (区画) 数は少なく、発生調査に活用できると考えられた。

今回用いたIwao (1968) の $m-m$ 回帰解析は各種菌核病の分布様式の解明に適用できた。今後更に調査水田数や区画の設定数などについて検討を加えれば、各種病害の分布様式並びにその発生調査に必要なサンプル数の推定が可能であり、発生生態の解明や予察方法確立の一法として活用できることが示唆された。

第7章 各種菌核病の発生推移

紋枯病以外のイネ菌核病はイネの生育後期に、特に、登熟期に上位葉葉鞘へ進展することが報告されている。しかし、先の特殊調査をはじめ最近の研究によって、各種菌核病は既往の報告 (平山ら, 1982; 中田・河村, 1939; 野中ら, 1982; 鬼木, 1979; 竹田ら, 1986) より早い時期から発生していることが明らかとなった (藤田・竹田, 1989; 磯田, 1987)。ここでは島根県における発生消長について調査を行った。

第1節 材料および方法

1. 発生推移

1) 水平進展と垂直進展の調査法

1986~'90年の5年間にわたり、県下の早期栽培、早植栽培および普通期栽培の水田を6か所選定し、各水田とも畦畔から1, 2, 4, 5列目の各50株の計200株について、移植直後から成熟期まで10日間隔で各種菌核病の発病株率、平

均最上発病葉鞘位を調査するとともに草丈、病斑高を計測し、病斑高率を算出した。

2) 登熟期における上位葉葉鞘への進展

1986年に松江市の早期栽培MS水田 (品種：チドリ, 移植期：4月末) から出穂期 (7月24日)、出穂2週間後 (8月8日) と4週間後 (8月20日) に両方の畦畔から1, 10列と中央列の各作条から5m間隔で菌核病発病株を1本ずつ採取した。葉鞘位ごとに最も上位の病斑から常法によって菌を分離・同定し、最上発病葉鞘位と次式によって上位進展度を求めた。

$$\text{上位進展度} = \frac{5A + 4B + 3C + 2D + E}{5 \times \text{調査葉鞘数}} \times 100$$

- A：止葉葉鞘に病斑を形成している茎数
- B：第2葉葉鞘に病斑を形成している茎数
- C：第3葉葉鞘に病斑を形成している茎数
- D：第4葉葉鞘に病斑を形成している茎数
- E：第5葉葉鞘以下の葉鞘に病斑を形成している茎数

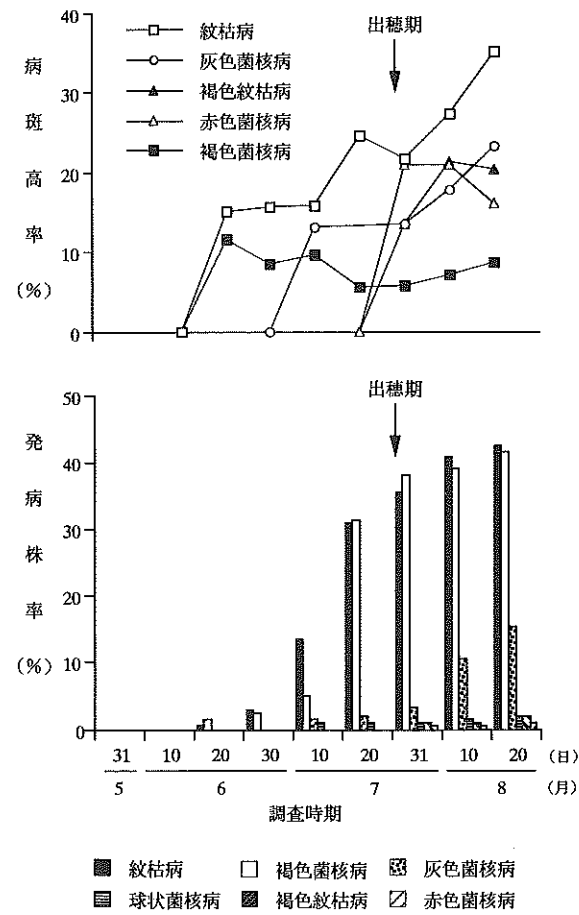


図19 早期栽培におけるイネ各種菌核病の発病推移 (品種：チドリ, MK水田, 1989)

2. 山間部における褐色菌核病の発生時期と病斑の大きさ

1989年に、島根県赤来町 (標高444m) の褐色菌核病多発生水田 (品種：コシヒカリ, 移植期：5月6日) において、水田内の3か所から1か所100株合計300株を選定した。出穂1月前 (7月4日) から成熟期 (9月21日) まで発病株率を調査するとともに、草丈および病斑高を調査し、羽柴 (1984) の方法により病斑高率を算出した。また、大型病斑 (病斑中心部長径5mm以上) 形成株と小型病斑 (病斑中心部長径5mm以下) 形成株の割合を調査した。両方の病斑形成株は大型病斑形成株とした。

第2節 結果

1. 発生推移

1) 水平進展および垂直進展

島根県下の早期栽培、早植栽培、普通期栽培水田および褐色紋枯病と赤色菌核病の常習発生水田における発病株率と病斑高率の推移を図19

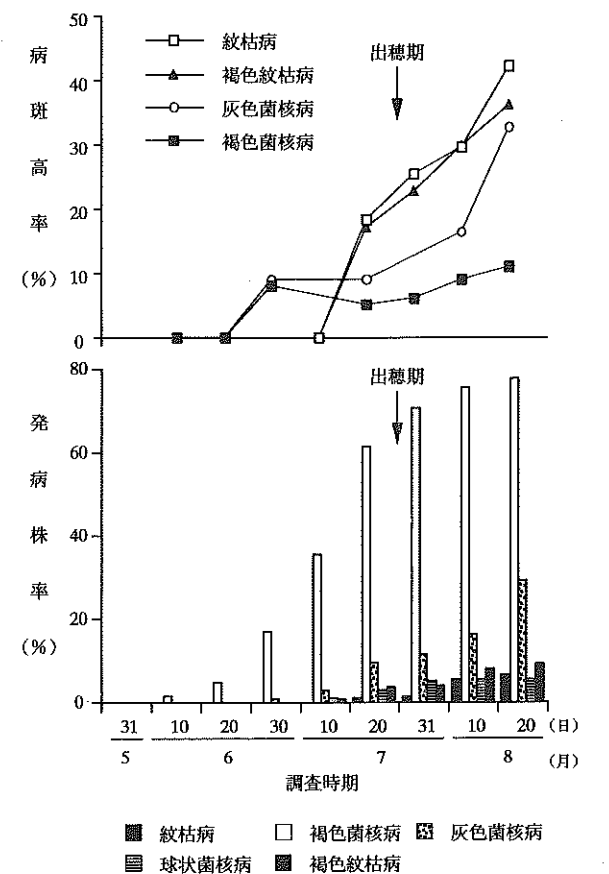


図20 早期栽培におけるイネ各種菌核病の発病推移 (品種：チドリ, MO水田, 1989)

-24に示した。

(1) 褐色紋枯病

褐色紋枯病は常習発生地 (図24) では移植45

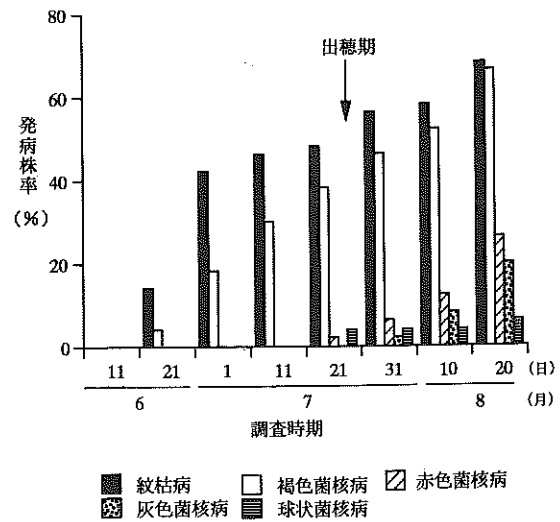


図21 早期栽培におけるイネ各種菌核病の発病推移 (品種: チドリ, KK水田, 1987)

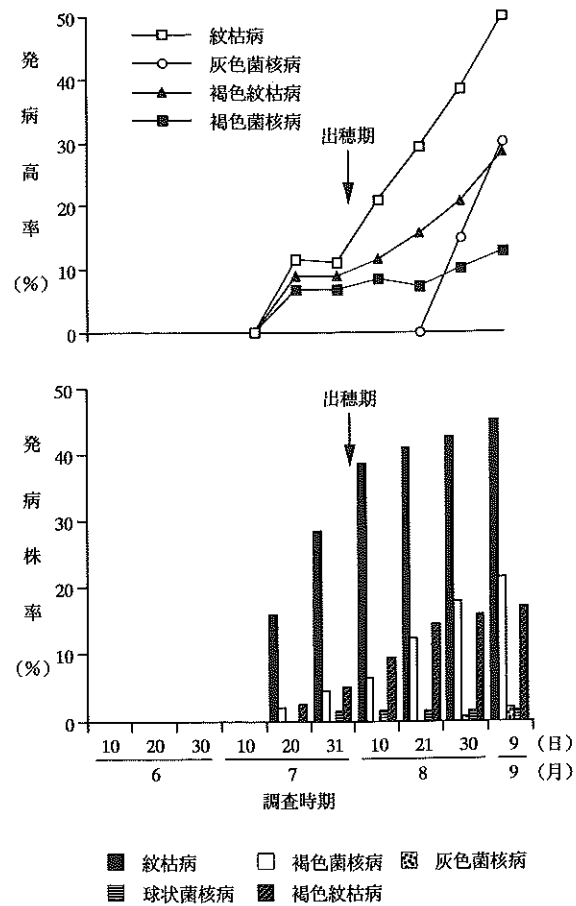


図22 早植栽培におけるイネ各種菌核病の発病推移 (品種: コシヒカリ, HA水田, 1989)

日後の6月中旬, 早期栽培 (図19-20) および早植栽培水田 (図22) では分けつ後期から出穂期頃に初発生がみられ, 発病株率は順次高まった。しかし, 発生初期には上位葉葉鞘への進展は全般にやや緩慢で, 出穂期以降, 特に, 登熟期後半に急速に上位葉葉鞘に進展した。普通期栽培 (図23) では出穂20日後に初発生した。順次上位葉葉鞘に進展した。

(2) 赤色菌核病

赤色菌核病は常習発生地では (24図), 分けつ後期 (7月中旬) に初発生がみられた。しかし, 早期栽培 (図19, 21) では出穂直前~出穂期となることが多かった。その後, 発病株率が順次高まるとともに, 出穂後から上位葉葉鞘へ進展した。普通期栽培 (図23) では出穂の20日後から発生がみられ, 発病株率は低かったが, 発病株では上位葉葉鞘へ急速に進展した。

(3) 褐色菌核病

褐色菌核病は早期栽培では移植30~40日後の分けつ盛期 (6月上中旬), 早植栽培や普通期裁

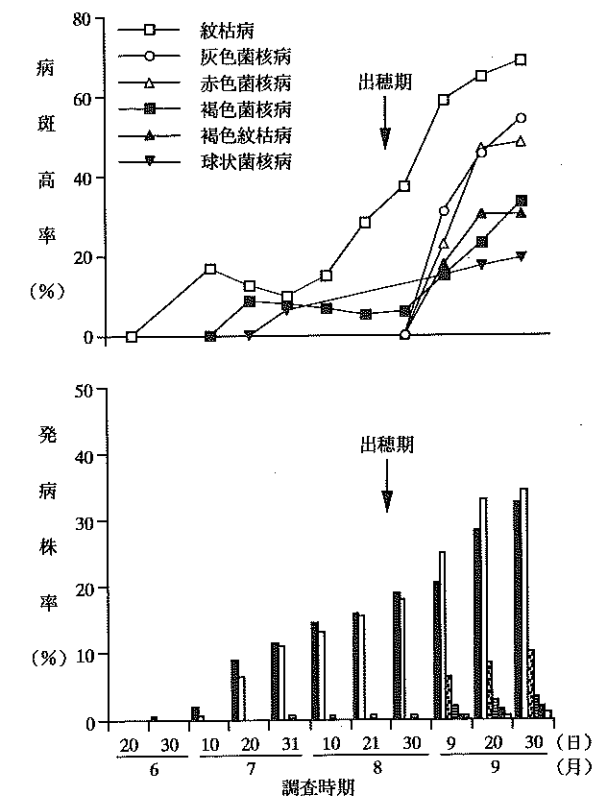


図23 普通期栽培におけるイネ各種菌核病の発病推移 (品種: 日本晴, YF水田, 1989)

培でも移植1月後に初発生した。発病株率はいずれの作型において順次高まり, 多発水田 (図20) での発病株率は80%を越えた。発生初期には, 上位葉葉鞘への進展はほとんどみられず, 病斑高率は一次低下した (図19, 20)。早期栽培 (図19, 20) では病勢は緩慢で登熟期にも上位葉葉鞘への進展はほとんどみられなかった。早植栽培では登熟末期にやや進展がみられた (図22)。普通期栽培では, 出穂の20日後から上位葉葉鞘への進展が活発となり, 成熟末期には上位葉葉鞘に進展し, 病斑高率は30数%となった。

(4) 灰色菌核病・球状菌核病

灰色菌核病は早期栽培 (図19, 20) では7月上旬に, 早植栽培 (図22) と普通期栽培 (図23) では出穂後に初発生がみられた。病斑高率は出穂後, 特に, 成熟期直前に急速に高まった。球状菌核病は出穂の10~20日前に初発生がみられたが, 登熟期以降の病勢も緩慢でいずれの調査水田においても上位葉葉鞘への進展はほとんどなかった。

2) 登熟期における上位葉葉鞘への進展

早期栽培の混発水田における登熟期の上位進展について図25に示した。出穂期には褐色紋枯病, 赤色菌核病の病斑ともに第4~5葉葉鞘に留まっていたが, 出穂の2週間後から急速に上位葉葉鞘に進展し, 褐色紋枯病は第2または第

3葉葉鞘まで, 赤色菌核病も約半数の茎で第3葉葉鞘まで進展した。褐色菌核病では第2葉葉鞘まで病斑形成する茎もみられたが, 上位葉葉

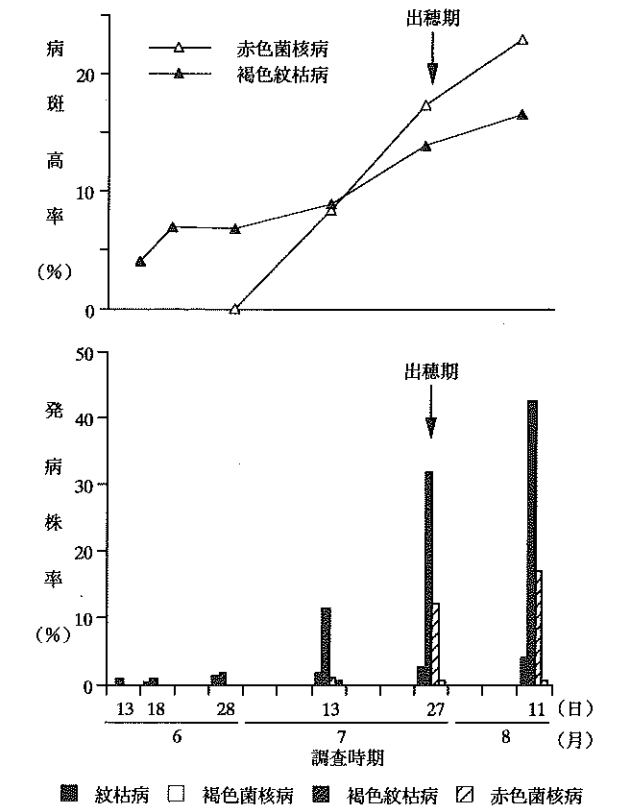


図24 常習発生水田における褐色紋枯病, 赤色菌核病の発病推移 (品種: コシヒカリ, MN水田, 1990)

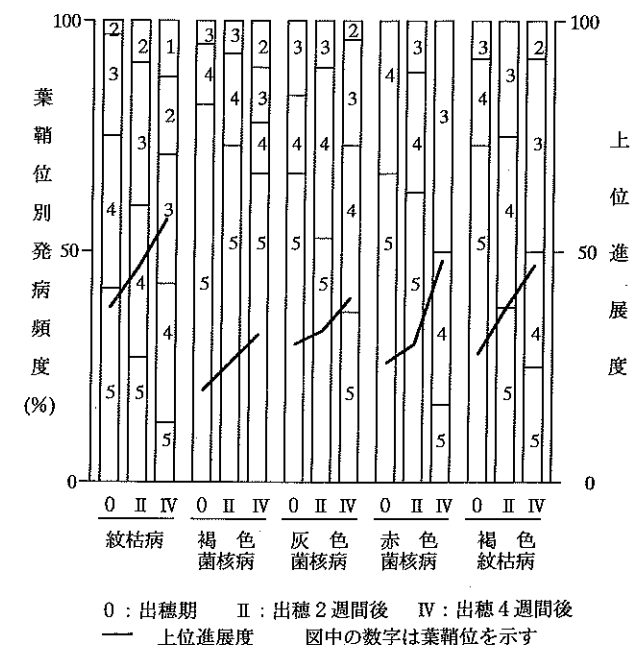


図25 各種菌核病の葉鞘別発病頻度と上位進展度 (早期栽培, チドリ, 1985)

鞘への進展は緩慢で、第5葉葉鞘に留まるものが多かった。灰色菌核病は出穂2週間後から4週間後に上位葉葉鞘に進展した。

2. 山間部における褐色菌核病の発生時期と病斑の大きさ

図26に示すように、調査を開始した分けつ後期(7月4日)には既に発生がみられた。発病株率は出穂期まで漸増、その後急速に高まった。初発後から出穂期までは上位葉葉鞘への進展はみられず、病斑高率は草丈の伸長にともない低下した。出穂1週間後から上位葉葉鞘への進展が始まり、進展速度は2週間後から急激に活発となり、成熟期の9月21日には病斑高率は34.7%となった。また、図27に示すように、出穂の20日前までは病斑中心部が2~5mmの小型病斑のみが形成されていたが、出穂期10日前頃

から大型病斑が形成された。出穂の1週間後までは小型病斑を形成する株の割合が高かったが、2週間後から大型病斑形成株の割合が急速に高まり、成熟期には発病株のほとんどに大型病斑が形成された。

第3節 考 察

イネ菌核病のうち紋枯病の発生病消長については既に多くの報告があり、その実態が明らかにされ、発生予察法が確立されている(堀・安楽, 1971)。紋枯病以外の菌核病菌についてはイネの登熟後期に上位葉葉鞘へ進展することが報告されている(平山ら, 1982; 中田・河村, 1939; 野中ら, 1982)。しかし、下位葉葉鞘における発生時期並びに上位葉葉鞘への進展経過に関する報告(加藤ら, 1989)は少なく、不明な点が多

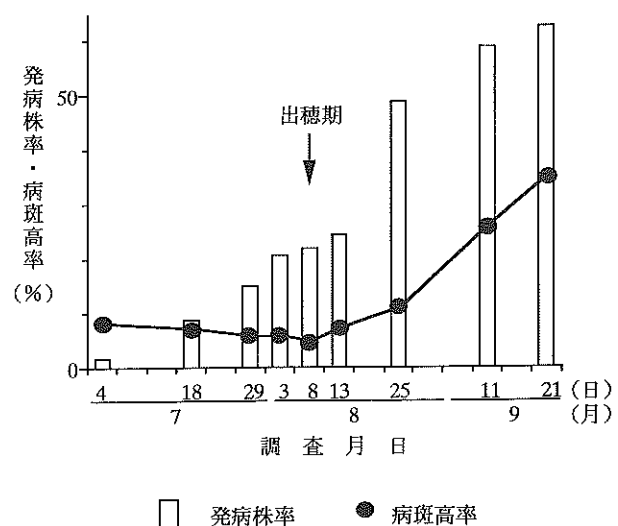


図26 山間部におけるイネ褐色菌核病の発生病消長 (赤来町 1989)

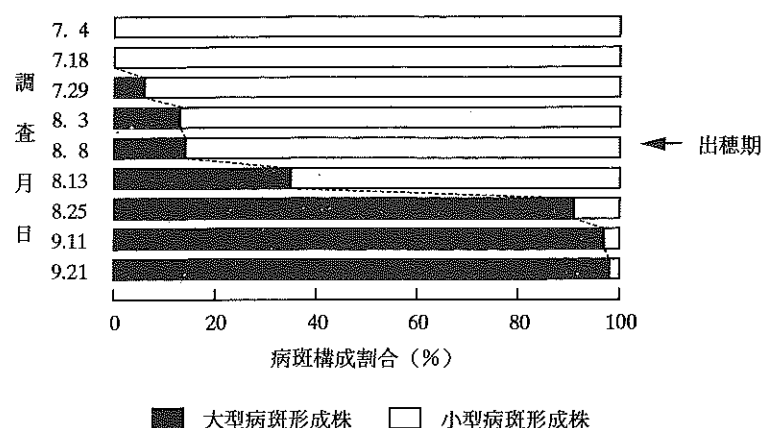


図27 褐色菌核病の発生時期と病斑型の関係 (赤来町 1989)

い。ここでは島根県における各種菌核病の発生病消長について検討した。

褐色紋枯病は、常習発生水田などにおいては分けつ期(6月中下旬)から発生がみられ、初発生は極めて早いことが明らかとなった。一般には出穂前~出穂期に初発生し、その後、発病株率は順次高まり、熟期の早い早期栽培稲および常習発生水田では第2葉葉鞘など上位葉葉鞘への進展する場合もみられた。本病は九州地方では高温の年に発生が多く、成熟期には上位葉葉鞘に進展し、激しい場合には葉身が枯死することが報告されている(渡辺ら, 1977)。前述のように、本県においても、成熟期の気温が高い平坦部に発生が多く、常習発生地などでは上位葉葉鞘に進展するが、熟期の遅い品種および作型における上位葉葉鞘への進展は比較的少ないものと推察される。なお、鬼木(1976)は同一の病原菌によって起こるイグサ紋枯病は5月はじめに初発生し、6月頃に発病最盛期となることを報告している。これは発生時期における温度のほかにイネとイグサの生理的耐病性の差によるものと考えられる。

赤色菌核病は、常習発生地では分けつ後期の7月中旬に初発生したが、一般には出穂期となることが多かった。この頃から発病株率が高まり、出穂後に上位葉葉鞘へ順次進展し、特に、出穂2週間後から成熟期における進展が顕著で、多発生地では成熟期には止葉または第2葉葉鞘に病斑が形成された。本病は登熟期以降に発生するものと考えられていたが、下位葉葉鞘における初発生はかなり早いことが明らかとなった。これは本病は分けつ期、出穂期、成熟期のいずれの時期に接種しても病斑形成がみられること(Chen, 1963; 稲垣ら, 1981; 松澤, 1990; 野中ら, 1982)、後述するように本病菌は移植後には既に田面で活性化されて生息していることから、当然の結果とも言えるが、初発生が早まった原因についてはイネの生育期間が早くなったためか、調査法の違いによるものかは不明である。いずれにしても、本県の一般水田で上位葉葉鞘に進展するのは登熟期となるものと考えられる。

褐色菌核病は水田に放置された早期栽培の補植用の苗などでは5月末に発生がみられ、本田

においても移植1月後の6月上中旬には初発生し、その時期は極めて早いことが明らかとなった。この頃の病斑は小型であり、水際付近の葉鞘に形成された。発病株率は順次高まるが、出穂期頃までは上位葉葉鞘への進展は緩慢で、病斑高率は低下することが多かった。これは、上位葉葉鞘への進展が少なく、病斑は水際付近の枯死または老化した葉鞘に留まっており、一方、イネは草丈の伸長盛期であり、このため病斑高率は相対的に低下するものと考えられる。東北地方においても発生初期には下位の発病葉鞘が枯死脱落することが指摘されている(藤田・竹田, 1989)。出穂期頃から病勢は活発となり、株元に大型の病斑が形成され、これから1~2週間経過後に、上位葉葉鞘へ順次進展することが明らかとなった。しかし、本県においては8月末に収穫期を迎える平坦部のイネでは上位葉葉鞘に進展することは少なく、平坦部では9月下旬、山間部では9月中旬以降に成熟期を迎える品種、作型などでは止葉葉鞘などで上位葉葉鞘に進展した。これはイネの生理的耐病性など残された点も多いが、前述した登熟期の温度の影響が大きいものと推察される。

灰色菌核病は下位葉葉鞘では6月末から発生がみられたが、上位葉葉鞘への進展は登熟後期となることが多かった。本病は成熟期の降雨などの多湿条件下並びに倒伏条件下では病勢が活発で、上位葉葉鞘に進展した。野中ら(1990)は紋枯病に比べて発生時期の遅い疑似紋枯病の中でも最も遅いこと、稲垣ら(1981)は生育ステージを変えた接種試験から、登熟期の接種で最も病斑形成率の高いことを報告している。このようにイネの生理的耐病性の低下した登熟後期に上位葉葉鞘へ急激に進展するのが本病の特徴と推察された。

球状菌核病は6月末~7月上旬に初発生した。成熟期まで発病株率は順次高まったが、病勢は緩慢でいずれの作型とも最上発病葉鞘位、病斑高率とも極めて低かった。本病の近年の発生量は少なく、かつ、上位葉葉鞘への進展も極めて緩慢であるものと推察される。

このように、紋枯病以外の各種菌核病の初発生は既往の報告(舟山・平野, 1961; 平山ら, 1982; 中田・河村, 1939; 竹田ら, 1986)より

早く、特に、褐色菌核病では紋枯病より早いことが明らかとなった。しかし、いずれの菌種も初期の病勢は緩慢で、上位葉葉鞘への進展は葉鞘の耐病性が低下した出穂後、登熟期後期となることが多いものと推察された。

第8章 イネ各種菌核病の伝染環

イネ菌核病のうち、主要病害である紋枯病については詳細な調査結果から伝染環が明らかにされ、これに基づいた発生予察方法が確立されているとともに、防除の基礎資料として活用されている(羽柴, 1984; 堀・安楽, 1971; 高坂, 1961)。イネに疑似紋枯症を起因する各種菌核病においても、第一次伝染源については多くの報告(Endo, 1940; 逸見・横木, 1927; 平山ら, 1982; 稲垣・牧野, 1979; 稲垣ら, 1987; 牧野・稲垣, 1977)があり、越冬形態並びに越冬場所が明らかにされている。しかし、第一次伝染源の越冬条件および越冬後の活動開始期、イネへの伝染時期、感染から上位葉葉鞘への進展発病に至る経緯などについては不明な点が多い。そこで、イネ各種菌核病の伝染環を解明するために、第一次伝染源の活動開始期、水田における各種菌核病の生息推移、更に、育苗期間から上位葉葉鞘の発病に至るまでのイネ体上での保菌の推移と保菌部位などについて検討した。

第1節 各種菌核病の第一次伝染源

紋枯病以外の菌核病のうち、赤色菌核病、褐色菌核病、灰色菌核病および球状菌核病は主として菌核並びに罹病葉鞘内菌糸で越冬し、これらが主要な第一次伝染源となることが明らかにされている(Endo, 1940; 逸見・横木, 1927; 平山ら, 1982; 稲垣・牧野, 1979; 稲垣ら, 1987)。褐色紋枯病はイグサ紋枯病と同一種であり、イグサ上の菌核、罹病組織内の菌糸のほかに、水田土壌中で越冬することが明らかにされている(松岡, 1963; 中田, 1933; 西沢・松岡, 1968; 鬼木, 1976)。しかし、これら各種菌核病の越冬条件および翌年の活動開始期については不明な点も少なくない。そこで、イネ各種菌核病の第一次伝染源としての越冬条件、翌年の菌糸伸長期および水田土壌にお

ける越冬について検討した。

1. 越冬状態を異にした場合の各種菌核病菌の活性

1) 材料および方法

(1) 褐色菌核病

a. 菌核および罹病葉鞘内菌糸の生存期間の調査

1986年および1987年の10月に刈り取り後、自然条件下に放置した稲わらから、それぞれの年の12月に褐色菌核病罹病茎を選び、その中に形成されている成熟した菌核と葉鞘の病斑形成部を採取し、葉鞘は長さ5cmに切断した。菌核は30個、罹病葉鞘は20片ずつ、ポリエスチレンの布(東レKW C-119)に包み、滅菌した水田土壌を詰めた1/2,000 a ワグネルポットの地表面または地表下3cmの土壌中に置き、地表面が島根県農業試験場(以下農試)構内の畑地と同一の高さになるように埋設した。地表面に置いたポットのうち、一方は落水条件、他方は湛水条件に保った。12月から翌年の7月まで各月末に取り出し、流水中で1時間洗浄後、表面の水分を取り除き、菌核はそのまま、罹病葉鞘は3等分後、SMWA平板培地上に置床し、25°Cの定温条件下に保った。2~4日後に菌糸伸長の有無により生死の判定を行った。

b. 越冬後の菌核および罹病葉鞘からの菌糸伸長と温度についての試験法

a) 素寒天培地上における菌糸の伸長温度試験

1986年10月に刈り取った後、自然条件下に放置した褐色菌核病罹病稲わらから、1987年4月17日と5月3日に成熟した菌核と病斑を形成している葉鞘を採取した。菌核はそのまま、葉鞘は病斑部を長さ5mmに切り取り、SWA平板培地上に置床し、5~25°Cまでの5°C間隔の定温条件下に保った。24時間ごとに菌糸の伸長の有無を調査し、菌糸が2mm以上伸長した菌核または葉鞘の割合を算出した。各処理区とも菌核は20個、罹病葉鞘は20片を供試した。

b) 湛水条件下における菌糸の伸長温度試験

前項a)と同様にして得た菌核30個または長さ5cmの罹病葉鞘10片をストレプトマイシン硫酸塩100ppm含有の滅菌水100mlを注入した200ml

のビーカーに入れ、長さ2cmの滅菌したソバ茎を20本浮かべて、5~25°Cまでの5°C間隔の定温条件下に各4組置いた。1日ごとに1組ずつ取り出し、ソバ茎に付着した菌核と罹病葉鞘を取り除き、SWA平板培地上に置床し、25°Cの条件下に保った。2日後に菌糸伸長の有無を調査し、検出率を求めた。

c. ソバ茎による越冬菌の菌糸伸長期試験

1986年10月に刈り取った後、自然条件下に放置した褐色菌核病罹病稲わらおよび刈株を用いて、1987年4月15日と5月3日に次の3試験区を設けた。①成熟した菌核100個、②病斑を形成した長さ5cmの葉鞘30片、③罹病刈株3株。それぞれを滅菌水田土壌を詰め湛水状態に保った1/2,000 a ワグネルポットに納め、地表面が農試構内の畑地と同一の高さになるように埋設した。4月15日から9月上旬まで長さ3cmの滅菌したソバ茎をそれぞれのポットに30本ずつ浮かべ、5日ごとに取り替えた。回収したソバ茎はストレプトマイシン硫酸塩100ppm含有の滅菌水に1時間浸漬後、SMWA平板培地上に置床し、25°Cの定温条件下に保った。2日後に菌糸伸長の有無により検出状況を調査した。

d. 本田初期の田面の水温調査

1994年5月11日から6月30日まで農試水田の田面水の日最高水温、日最低水温を自記温度計を用いて測定するとともに、両者から日平均水温を算出した。また、隣接のAMeDASから日最高気温、日最低気温および日平均気温を求め、半旬ごとにその平均値を算出した。

(2) 赤色菌核病

a. 罹病葉鞘での越冬と翌年の菌糸伸長期間の試験法

1987年および1989年の10月に、早植栽培水田から赤色菌核病罹病葉鞘を採取し、菌核を形成している葉鞘病斑部を長さ1.5~2.0cmに切断した。1987年は11月初めに、1/5,000 a ワグネルポットに蒸気滅菌した水田土壌を詰め、その地表面に罹病葉鞘を20片ずつ入れた後、湛水条件下として野外に置いた。翌年5月までは湛水条件下、6月以降は落水条件下に保った。1989年は12月初めに、1/2,000 a ワグネルポットに詰めた水田土壌の表面に罹病葉鞘を30片ずつ置

き、一方を湛水条件下、他方を落水条件下に保ち、農試構内の畑地と地表面が同一になるように埋設し、12月または翌年1月から11月まで1か月ごとに、それぞれのポットに滅菌した長さ10cmのソバ茎20本を挿した。5日後に抜き取り、ソバ茎に付着した土壌を取り除き、ストレプトマイシン硫酸塩100ppm含有の滅菌水中に1時間浸漬後、表面の水分を除去、SMWA平板培地上に置床し、25°Cの定温条件下に保ち、2~6日後に取り出し、常法により、検出率を求めた。

b. 菌体を接種した土壌での越冬についての試験法

1990年1月13日に、酵母エキス液体培地(300mlのホルベンに200ml注入)で28°C、25日間振とう培養した赤色菌核病(野中氏分譲菌81-141-1)の菌体を滅菌水で洗浄後、培地表面に菌核を形成している部分と液体培地中に形成されている菌糸部分に分けた。それぞれに1,200mlの滅菌水を加え、菌核形成部分は20秒、菌糸部分は2秒間、ミキサーで粉碎し、磨砕液とした。一方、滅菌した水田土壌を詰めた1/2,000 a ワグネルポットを準備し、この表面にそれぞれの磨砕液200mlを均一になるように灌注した後、その表面を厚さ1cmの殺菌土壌で覆い、28°C、温室条件下に保った。菌糸部分の磨砕液は滅菌した稲わらを加えて地表面下2cmまでの土壌と混和する区も設け、同様の処理を行った。4日後に取り出し、5日間室内に置いた。1ポット当たり20か所から5mmの深さの土壌を採取し、SMWA培地上に置床し、菌の有無を確認した後、いずれの処理区とも一方は湛水、他方は落水条件下に保ち、農試構内の畑地に地表面が同一の高さになるよう埋設した。1月~11月まで毎月末にソバ茎を20本ずつ挿し、5日後に抜き取り、a)に準じて検出率を求めた。1区2ポットを供試した。

(3) 褐色紋枯病

a. 罹病葉鞘内菌糸での越冬と翌年の菌糸の進展期間についての試験法

1987年および1988年の10月に、成熟期のイネから褐色紋枯病罹病茎を採集し、菌核を形成した葉鞘病斑部を長さ1.5cmに切断した。11月中旬~12月初めに殺菌土壌を詰めたワグネルポットに20または30片を入れ、野外で落水または湛水

条件下に保った。(2)-a. に準じて菌の検出を行った。

b. 菌体磨砕液を接種した土壌における越冬についての試験法

1989年12月に、あらかじめ酵母エキス液体培地(300mlのホルベんに200ml注入)で28℃、20日間振とう培養した褐色紋枯病菌(野中氏分譲菌81-106-1)の菌体を滅菌水で洗浄後、800mlの滅菌水を加えて、2秒間ミキサーで粉碎し、この磨砕液を(2)-a. に準じて土壌に接種し、同様に検出率を求めた。

(4) 灰色菌核病菌

a. 菌核および罹病葉鞘内菌糸の生存期間についての試験法

1989年10月、出雲市松寄下町の早植栽培水田から成熟期に灰色菌核病罹病茎を採取し、5℃条件下に保存した。12月に罹病部に付着した菌核を採取するとともに、病斑を形成した止葉または第2葉の葉鞘を長さ4cmに切り、菌核は30個、罹病葉鞘は20片ずつ、ポリエステルの布に包み、滅菌した水田土壌を詰めた1/2,000 a ワグネルポットの地表面において、それぞれ湛水条件下または落水条件下に保った。落水条件下では地表下3cmに埋め込んだ区を設けた。これを翌年の1月から6月まで1か月ごとに取り出し、(1)-a. に準じてそれぞれの生存期間を調査した。

b. 菌核および罹病葉鞘内菌糸の伸長開始時期についての試験法

a. で用いた罹病葉鞘から、菌核を採取するとともに、葉鞘の病斑形成部を長さ3cmに切りとり、滅菌した水田土壌を詰めた1/2,000 a ワグネルポットの表面に菌核は80個、罹病葉鞘は50片置き、それぞれ湛水条件下または落水条件下に保った。1か月ごとに各ポットに滅菌したソバ茎20本を挿し、5日後に抜き取り、常法により分離・同定後、検出率を算出した。1区2ポットを供試した。

2) 結果

(1) 褐色菌核病菌

a. 越冬した菌核および罹病葉鞘内菌糸の生存期間

表38に示すように、落水、湛水条件にかかわらず地表面または土壌中に前年の12月以来おい

た菌核、罹病葉鞘からは翌年の7月まで(土壌中の菌核1例は6月まで)本病菌が検出された。検出率は菌核、罹病葉鞘ともに湛水条件下地表面静置で最も高く、次いで落水条件下地表面静置で高かったが、土壌中では前2者に比べて低かった。

b. 越冬後の菌核および罹病葉鞘からの菌糸伸長と温度との関係

a) 素寒天培地上における菌糸の伸長温度
図28に示すように、越冬後の菌核、罹病葉鞘から10~25℃で菌糸は伸長し、5℃では伸長は全くみられなかった。菌糸の伸長開始は10℃では2日後から、15~25℃では1日後からみられた。また、1日後に菌糸伸長を始めた菌核の割合は15℃で10.0%、20℃で62.5%、25℃では75.0%、一方、菌糸伸長を始めた罹病葉鞘の割合は15℃で35.0%、20℃で45.0%、25℃では60.0%であり、これらの温度条件下における菌核、罹病葉鞘からの菌糸伸長の割合は高温ほど高かった。

b) 湛水条件下における菌糸の伸長温度

湛水条件下における越冬後の菌核、罹病葉鞘からの菌糸の伸長と温度との関係を図29に示した。菌核、罹病葉鞘ともに5℃では菌糸の伸長は全くみられなかったが、10℃では3日後、15℃では2日後、20℃と25℃では1日後から菌糸の伸長がみられ、伸長度は温度に比例した。

c. ソバ茎による越冬菌の検出

自然温度下で越冬後の菌核、罹病葉鞘、刈株からの菌糸伸長の有無をソバ茎を用いて調査した結果を表39に示した。いずれも調査を開始した4月中旬から本病菌が検出された。菌核と罹病葉鞘からは7月前半まで比較的よく検出されたが、それ以降の検出率はやや低下した。一方、刈株を供試した試験区では調査を中止した9月上旬まで連続して、しかも高率に検出された。表示していないが、刈株を置いたポットからは翌年の5月にも本病菌が検出された。

d. 本田初期の田面の水温

図30に示すように、田面の水温は気温に比べて高く、特に、最高水温は著しく高い場合が多く、最高気温が22~26℃の場合には水温は29~32℃と6~7℃高く、5月後半には30℃を越える日がみられた。一方、最低水温も気温に比べ

表38 褐色菌核病菌の菌核および罹病葉鞘内菌糸の生存期間

試験条件	供試部位	調査年次	調査時期別検出率								
			開始時 ^{a)}	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	
			%	%	%	%	%	%	%	%	
地表面 (落水下)	菌核 ^{b)}	1987	96.7	93.3	83.3	80.0	90.0	63.3	56.7	-	
		1988	96.7	100	90.0	86.7	70.0	88.9	-	5.0	
	罹病葉鞘 ^{c)}	1987	100	90.0	100	83.3	93.3	73.3	66.7	-	
		1988	90.0	86.7	90.0	90.0	86.7	83.3	-	20.0	
地表面 (湛水下)	菌核	1987	96.7	96.7	90.0	93.3	83.3	79.3	100	-	
		1988	96.7	100	96.7	80.0	80.0	66.7	-	46.2	
	罹病葉鞘	1987	100	100	96.7	100	96.7	76.7	80.0	-	
		1988	90.0	86.7	83.3	100	86.7	70.0	-	63.3	
土壌中	菌核	1987	96.7	-	80.0	76.7	70.0	33.3	36.0	-	
		1988	96.7	10.0	6.7	6.7	13.3	10.0	-	0	
	罹病葉鞘	1987	100	-	76.7	56.7	60.0	86.7	10.0	-	
		1988	90.0	86.7	96.7	86.7	80.0	93.3	-	13.3	

^{a)} 実験の開始は前年の12月。

^{b)} 1回当たり30個を供試。

^{c)} 1回当たり長さ5cmの20片を供試。

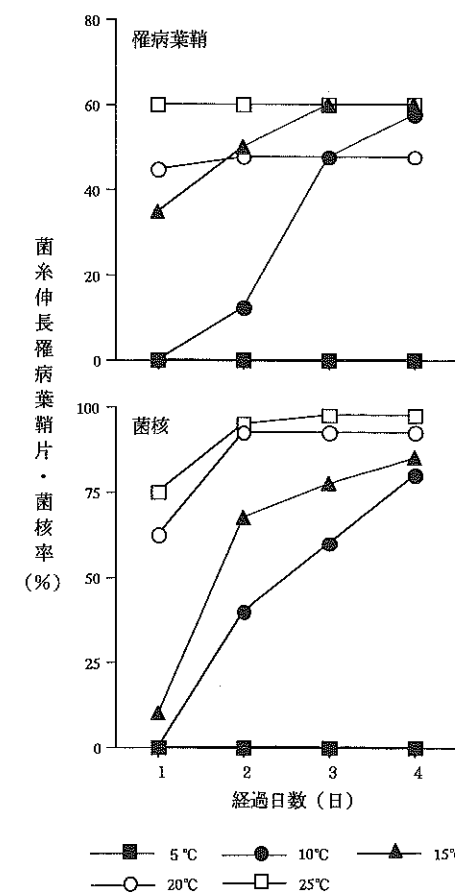


図28 越冬後の褐色菌核病菌の菌核および罹病葉鞘からの菌糸の伸長と温度との関係

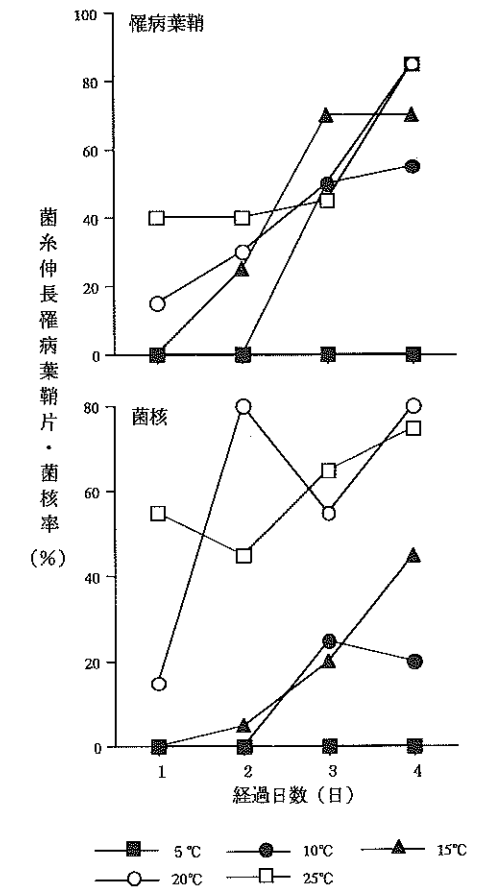


図29 越冬後の褐色菌核病菌の菌核および罹病葉鞘からの菌糸の伸長と水温との関係

て高く、調査を開始した5月中旬には最低水温は既に10℃を越え、6月第2半句からは15℃以上となった。

(2) 赤色菌核病菌

a. 罹病葉鞘での越冬と翌年の菌糸伸長期間

表40に示すように、調査開始の12月から2月までは両年とも赤色菌核病菌は全く検出されなかった。1988年は4月下旬に初めて検出され、検出率は順次高まり、7~8月には極めて高くなった。しかし、9月下旬から検出率は低下し、10月には全く検出されなくなった。1990年は落水、落水条件下とも3月末から検出が始まり、4~5月は湛水条件下における検出率が高かった。落水条件下では9月までは検出されたが、湛水条件下では7月以降は検出されなくなった。

b. 菌体を接種した土壌での越冬

表41に示すように、赤色菌核病菌の菌核、菌体を接種した土壌からは2月末に本病菌が初検出され、3月末または4月末から検出率は高まり、落水条件下では7月末まで高率に検出された。湛水条件下では初期の検出率は高かったが、5月末以降の検出率は急速に低下した。

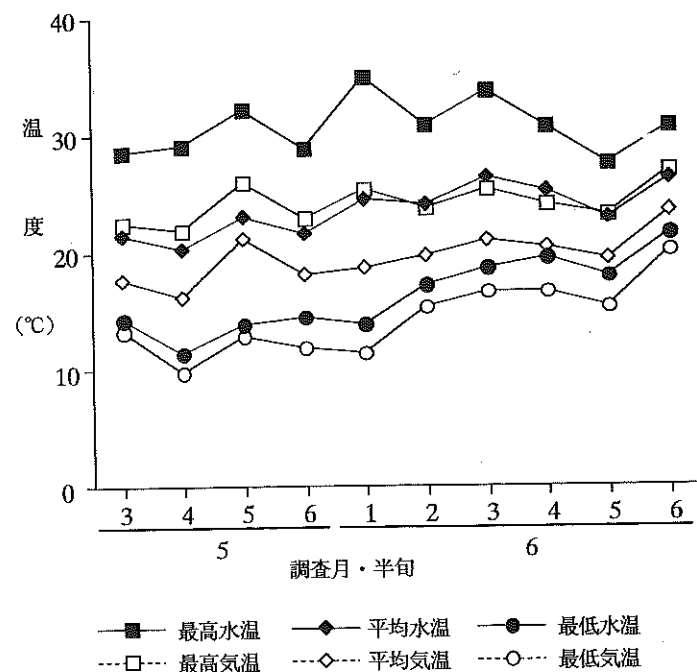


図30 本田初期における田面の水温

表39 褐色菌核病菌の第一次伝染源からの検出^{a)}と調査時期との関係

調査時期	調査回数	検出率 ^{b)}			
		罹病葉鞘	菌核刈株	無処理	湛水
4月 後半	3	0	100	100	100
5月 前半	12	0	100	50.0	100
5月 後半	12	0	100	66.7	100
6月 前半	12	0	33.3	50.0	100
6月 後半	12	0	83.3	33.3	100
7月 前半	12	0	50.0	33.3	100
7月 後半	12	0	16.7	16.7	83.3
8月 前半	12	0	16.7	0	100
8月 後半	12	0	0	33.3	100
9月 前半	12	0	0	0	100

^{a)} ソバ茎捕捉法による。

^{b)} 調査回数に対する検出回数の割合。

(3) 褐色紋枯病菌

a. 罹病葉鞘内菌糸での越冬と翌年の菌糸伸長期間

表42に示すように、調査開始時の12月~翌年の3月までは褐色紋枯病菌は全く検出されなかった。4月下旬または5月下旬から10月まで

表40 赤色菌核病菌の越冬と翌年の菌糸伸長期間

調査年次	試験区	調査数	調査時期別検出率 ^{a)}												
			12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	
1987 ^{c)} ~88	罹病葉鞘 ^{b)}	20	0	0	0	0	5.0	15.0	-	90.0	50.0	5.0	0	-	
	無処理	20	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	-	
1989 ^{d)} ~90	罹病葉鞘	落水	20	-	0	0	2.5	25.0	10.0	35.0	20.0	-	5.0	0	0
		湛水	20	-	0	0	2.5	37.5	30.0	0	0	-	0	0	0
	無処理	落水	20	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
		湛水	20	-	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0

^{a)} ソバ茎捕捉法による。

^{b)} 12~5月までは湛水条件下、6月~10月は落水条件下。

^{c)} 12~5月、9~10月は下旬に、7~8月は中旬に調査。

^{d)} 1~7月は月末、9~11月は月初めに調査。

表41 赤色菌核病菌の菌体接種土壌での越冬と翌年の菌糸伸長期間(1990)

試験区	調査数	調査時期別検出率 ^{a)}										
		1月 ^{b)}	2月	3月	4月	5月	6月	7月	9月	10月	11月	
菌核菌体	落水	20	0	5.0	45.0	90.0	95.0	90.0	45.0	20.0	5.0	20.0
	湛水	20	0	0	10.0	30.0	5.0	10.0	0	0	0	0
菌糸菌体	落水	20	0	2.5	7.5	67.5	75.0	65.0	32.5	2.5	0	0
	湛水	20	0	0	2.5	7.5	0	0	7.5	0	0	0
菌糸菌体 + 稲わら	落水	20	0	5.0	20.0	60.0	100	100	75.0	60.0	10.0	10.0
	湛水	20	0	0	0	0	0	0	10.0	5.0	0	0
無処理	落水	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	湛水	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

^{a)} ソバ茎捕捉法による。

^{b)} 1~7月は月末に、9~11月は月初めに調査。

表42 褐色紋枯病菌の越冬と翌年の菌糸伸長期間

年次	試験区	調査数	調査時期別検出率 ^{a)}											
			12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	
1987 ^{c)} ~88	罹病葉鞘 ^{b)}	20	0	0	0	0	0	20.0	-	55.0	50.0	50.0	10.0	
	無処理	20	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	
1988 ^{d)} ~89	罹病葉鞘	落水	20	0	0	0	0	2.5	25.0	7.5	85.0	90.0	52.5	25.0
		湛水	20	0	0	0	0	37.5	22.5	35.0	2.5	2.5	2.5	7.5
	無処理	落水	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		湛水	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

^{a)} ソバ茎捕捉法による。

^{b)} 12~5月までは湛水条件下、6月~10月は落水条件下。

^{c)} 12~5月、9~10月は下旬に、7~8月は中旬に調査。

^{d)} 各月の下旬に調査。

検出された。落水条件下では7~9月まで高率に検出されたが、湛水条件下では7月以降、検出率は急速に低下した。

b. 菌体磨砕液を接種した土壌における越冬

表43に示すように、菌体を接種した土壌からは湛水条件下では5月、落水条件下では7月まで検出された。稲わら添加の有無にかかわらず落水条件の検出率が高かった。

(4) 灰色菌核病菌

a. 菌核および罹病葉鞘内菌糸の生存期間

表44に示すように、灰色菌核病菌の菌核と罹病葉鞘からは落水、湛水条件および土壌中に埋設した場合、いずれも翌年の6月末まで菌糸の伸長がみられた。湛水条件下では1月から7月まで菌核、罹病葉鞘のいずれも高率に検出された。しかし、落水条件下および土中条件下における罹病葉鞘からの検出率は5月末から低下した。

表43 褐色紋枯病菌の菌体接種法による越冬と翌年の菌糸伸長期間(1989~'90)

試験区	調査数	調査時期別検出率 ^{a)}											
		1月 ^{b)}	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	
菌体	落水	20	0	40.0	65.0	82.5	10.0	0	2.5	-	0	0	0
	湛水	20	0	5.0	35.0	30.0	2.5	0	0	-	0	0	0
菌体+稲わら	落水	20	0	72.5	100	100	55.0	2.5	5.0	-	0	0	0
	湛水	20	0	5.0	65.0	37.5	0	0	0	-	0	0	2.5
無処理	落水	20	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0
	湛水	20	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0

^{a)} ソバ茎捕捉法による。

^{b)} 1~7月は月末に、9~11月は月初めに調査。

表44 灰色菌核病菌の菌核および罹病葉鞘内菌糸の生存期間(1989~'90)

試験区	調査数	調査時期別検出率								
		12月 ^{a)}	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	
罹病葉鞘	湛水	20	100	85.0	95.0	75.0	90.0	85.0	85.0	10.0
	落水	20		90.0	95.0	75.0	70.0	30.0	20.0	15.0
	土壌中	20		30.0	-	45.0	-	40.0	23.3	-
菌核	湛水	30	86.7	76.7	93.3	76.7	86.7	93.3	90.0	50.0
	落水	30		86.7	56.7	60.0	76.7	66.7	76.7	56.7
	土壌中	30		63.3	-	73.3	-	73.3	56.7	-

^{a)} いずれも月末に調査。

b. 菌核および罹病葉鞘からの菌糸の伸長開始時期

表45に示すように、菌核または罹病葉鞘を静置したワグネルポットの土壌からは本病菌が検出された。土壌水分の多い2、3月は落水条件下と湛水条件下との間に検出率に差はみられなかったが、落水条件下の土壌水分の低下した4月以降は、湛水条件下の検出率が高かった。

2. 各種菌核病菌の越冬場所

イネ各種菌核病菌は菌核および罹病葉鞘内の菌糸で越冬すること(Endo, 1940; 逸見・横木, 1927; 平山ら, 1982; 稲垣・牧野, 1979; 稲垣ら, 1987) が指摘されている。しかし、実際の水田における刈株、稲わらまたは土壌中での越冬については不明な点も少なくない。そこで、各菌核病菌の冬期の刈株、春期に田面から採取した稲わらおよび水田土壌中における生息について調査した。

表45 灰色菌核病菌の越冬と翌年の菌糸伸長期間(1989~'90)

試験区	調査数	調査時期別検出率 ^{a)}										
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	9月	10月	11月	
罹病葉鞘	落水	20	0	0	0	5	0	5	0	0	0	0
	湛水	20	0	0	10	15	20	25	0	0	0	0
菌核	落水	20	0	5	10	0	0	30	25	10	0	0
	湛水	20	0	10	20	15	20	25	25	15	0	0
無処理	落水	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	湛水	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

^{a)} ソバ茎捕捉法による。

1) 材料および方法

(1) 冬期または春期の水田における各種菌核病菌の生息

a. 冬期の刈株などにおける菌の検出法

1989年12月上旬に、松江市MO水田(品種：チドリ, 早期栽培), MK水田(品種：チドリ, 早期栽培), 斐川町HA水田(品種：コシヒカリ, 早植栽培), 安来市YF水田(品種：コシヒカリ, 普通期栽培)の刈株から1株1茎ずつ50茎を採取した。また、12月下旬には、益田市MN水田(品種：コシヒカリ, 早植栽培)の100株から再生部を形成した茎を1本ずつ採取し、再生部と刈株部に分けた。これら採取した試料をストレプトマイシン硫酸塩100ppm含有の滅菌水に1時間浸漬後、SMWA培地を用いて常法により菌を分離・同定し、菌種ごとの検出率を求めた。

b. 春期(3~4月)の水田土壌からの各種菌核病菌の検出法

a) 水田内分布

赤色菌核病、褐色紋枯病、灰色菌核病の発生がみられた益田市MN水田(土性：砂質壤土)と出雲市IF水田(土性：砂質壤土)を調査対象とした。両水田とも縦6、横3に等分して計18の区画とした。MN水田では3月23日に、IF水田では4月12日に、各区画からそれぞれ10片ずつ耕起前に地表面にあった土壌片(3×2×1cm)を採取した。夾雑物を取り除き、径6cmのペトリ皿に納め、含水率が30%となるように滅菌水で調整し、採取時の土壌片の形を整えた。MN水田土壌では土壌片に滅菌した長さ3cmのソバ茎2本をずつ置き、ポリエチレン袋に入れて密封

して、25℃の定温条件下に保った。1本は4日後に、残りの1本は8日後に回収した。また、IF水田土壌では土壌片上にソバ茎を1本ずつ置床し、4日後に取り替えて8日後まで置いた。回収したソバ茎はSMWA培地を用いて常法により菌を分離・同定後、区画ごとに菌種別の生息状況を求めた。なお、調査期間中いずれかに検出された場合には保菌土壌として取り扱った。

b) 深度を異にした土壌からの各種菌核病菌の検出法

褐色紋枯病と赤色菌核病が発生した斐川町HA水田について1990年3月26日、4月11日と19日に計80か所、同HK水田では1991年3月25日に50か所、出雲市のIF水田では1990年4月10日と12日に計25か所を選び、それぞれ地表面から0~1、3~4、7~8、15~16cmの深さの土壌片(3×2×1cm)を採取した。土壌中の稲わら、雑草を取り除き、土壌片ごとに径6cmのペトリ皿内に入れ、含水率が30%となるように滅菌水で調整した後、採取時の形を整えた。その表面に滅菌した長さ3cmのソバ茎2本を水平に置き、このペトリ皿をポリエチレン袋に納めて密封後、25℃の定温条件下に保った。1本は4日後に、残りの1本は8日後に取り出し、附着した土壌を除去後、前法により菌を分離・同定し、各区画ごとに土壌深度別の検出地点数を求めた。

c. 稲わらにおける各種菌核病菌の越冬についての試験法

a) 春期に田面から採取した稲わらからの各種菌核病菌の検出法

1990年3月23日に、益田市MN水田の18地点、3月26日と4月11日に斐川町HA水田の55地点、4月10日と12日には出雲市IF水田の25地点から、長さ5~15cmの稲わらを1地点当り3~5本を採取した。水洗、更にストレプトマイシン硫酸塩100ppm含有の滅菌水中に1時間浸漬後、稲わらに付着した菌核、表面の水分を除去し、SMWA平板培地を用いて、常法によって菌の分離・同定を行い、各種菌核病菌の検出地点率を求めた。なお、MN水田については雑草根の一部を加えた。

b) 代かき時に浮遊した稲わらからの各種菌核病菌の検出法

1988年、前年の早植栽培が行われた斐川町の5水田から、代かき直後(5月12日)に浮遊した前年の稲わら(葉鞘、稈、長さ5~15cm)を各80本採取し、a)に準じて菌を分離・同定し、各水田の稲わらにおける各菌核病菌の検出率を求めた。

(2) 籾から分離される各種菌核病菌

a. 一般水田におけるイネ籾の保菌状況の調査法

1987年および1988年に、先の発生実態調査水田から得られた籾各200粒を選び、アンチホルミン(5%)20倍液で表面殺菌後、表面に付着した水分を取り除き、SWA平板培地上に置床し、25℃の定温条件下に保った。2日ごとに伸長した菌糸先端部を切り取り、PSA斜面培地に移植後、常法により菌種を同定し、保菌率を求めた。また、調査水田のイネの倒伏程度を瀬古(1961)の基準を一部改変し、0から5までの6段階(0(無)、1(少):やや傾き、あまりわん曲せず、傾斜角度10~25°, 2(中):わん曲し、傾斜角度26~50°, 3(多):大きくわん曲し、傾斜角度51~70°, 4(甚):穂が地上につく、5(甚):挫折)の基準によって調査し、倒伏程度と保菌率との関係についても検討した。

b. 倒伏および菌核形成と灰色菌核病菌の保菌の検定法

1988年9月15日(成熟期)、安来市飯生町の灰

色菌核病が多発生した早植栽培水田(品種:コシヒカリ)から、倒伏の有無と籾表面の菌核形成の有無により、①倒伏・菌核形成、②倒伏・菌核未形成、③未倒伏・菌核未形成の3つに分けて抜穂し、約1か月間風乾後、常法により脱穀し、菌核形成籾については付着菌核を取り除いた。各区とも200粒はそのまま、200粒はアンチホルミン20倍液で表面殺菌後、SWA平板培地上に置床し、常法により菌を分離・同定後に保菌率を求めた。

(3) 畑地および畦畔などにおける各種菌核病菌の生息

a. 畑地土壌における各種菌核病菌の生息
1989年4月末に、表53に示す畑地に滅菌した長さ5cmのソバ茎を挿し、5日後に抜き取り、ストレプトマイシン硫酸塩100ppm含有の滅菌水中に1時間浸漬後、表面の水分を取り除き、SMWA培地を用いて常法により菌を分離・同定後、それぞれの検出率を求めた。

b. 農道側面および畦畔における各種菌核病菌の生息

1988年は4月末と5月末、1990年は4月末と6月初めに、松江市、安来市、斐川町の水田に隣接した農道の側面および畦畔に1調査地点当り50本の滅菌したソバ茎を挿した。5日後に抜き取り、a)に準じて菌を分離・同定後、それぞれの検出率を求めた。

2) 結果

(1) 冬期または春期の水田における各種菌核病菌の生息

a. 冬期の刈株などにおける各種菌核病菌の生息

表46に示すように、稲刈株からは褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌および球状菌核病菌などイネ各種菌核病菌が検出されたが、紋枯病菌は全く検出されなかった。検出水田率は灰色菌核病菌が最も高く、すべての調査水田から検出され、次いで褐色菌核病菌、球状菌核病菌、赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌の順で、いずれも5調査水田のうち2水田以上から検出された。一方、検出株率も灰色菌核病菌が最も高かった。また、検出水田率のやや低かった褐色紋枯病菌および赤色菌核病菌とも検出株率の比較的高い水田もみられた。刈株

表46 冬期の刈株等^{a)}における各種菌核病菌の生息(1989)

調査水田	調査部位	調査株数	菌種別検出率					
			紋枯病	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌
		株数	%	%	%	%	%	%
MO	刈株	50	0	0	0	6	16	4
MK	刈株	50	0	0	2	0	44	0
HA	刈株	50	0	14	0	2	8	2
YF	刈株	50	0	0	0	2	18	18
MN	刈株	100	0	11	14	4	22	11
	再生茎	98	0	0	2	0	24	1

^{a)} 12月上~下旬に採取、1株1茎を供試。

褐色紋枯病菌 (18)^{a)} 赤色菌核病菌 (43) 褐色菌核病菌 (4) 灰色菌核病菌 (14) 球状菌核病菌 (13)

5 ^{b)}	3	0	1	3	2	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	3	4	0	0	0	0	0	1	2	0	1	1	1	1
2	0	1	2	5	2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	2
0	1	0	1	3	8	0	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0
0	2	1	2	2	2	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0
0	1	0	1	1	1	1	0	2	0	1	1	1	1	2	2	2

益田市MN水田^{c)}

0 ^{b)}	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	2
0	0	1	0	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
0	0	2	1	1	0	0	2	0	1	1	2	0	1	0
2	1	3	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	2
1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	1	0	0	0	2

出雲市IF水田^{d)}

図31 春期の水田における各種菌核病菌の分布

- a) 検出土壌片の総数を示す
- b) 採取土壌10片のうち、当核菌種が検出された土壌片数を示す
- c) 1990年3月23日に採取
- d) 1990年4月12日に採取

部からの再生稲からは灰色菌核病菌、赤色菌核

b. 春期(3~4月)の水田土壌からの各種菌核病菌の検出

a) 水田内分布

図31に示すように、春期に採取した土壌片からはMN水田では赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌、

褐色菌核病菌, 灰色菌核病菌, 球状菌核病菌が検出された。検出率は赤色菌核病菌が最も高く, 褐色紋枯病菌がこれに次いだ。両菌種は調査場所によって検出率が異なり, 特に, 赤色菌核病菌はこの傾向が顕著で, 全く検出されない地点から, 採取土壌片の80%から検出される地点までみられた。一方, IF水田からもMN水田と同様, 各種菌核病菌が検出されたが, 検出率はやや低く, 菌種間および調査場所による顕著な差はみられなかった。

b) 深度を異にする地層から採取した土壌における各種菌核病菌の検出

土壌深度の異なる地層から採取した各種菌核病菌の検出度を比較したものが図32である。赤色菌核病菌は地表下0~1cmから15~16cmまでの土壌中から, また, 褐色紋枯病菌は地表下0~1cmから7~8cmの土壌中から検出された。両菌種とも地表付近からの検出率が高い傾向にあった。このほか, 褐色菌核病菌, 灰色菌核病

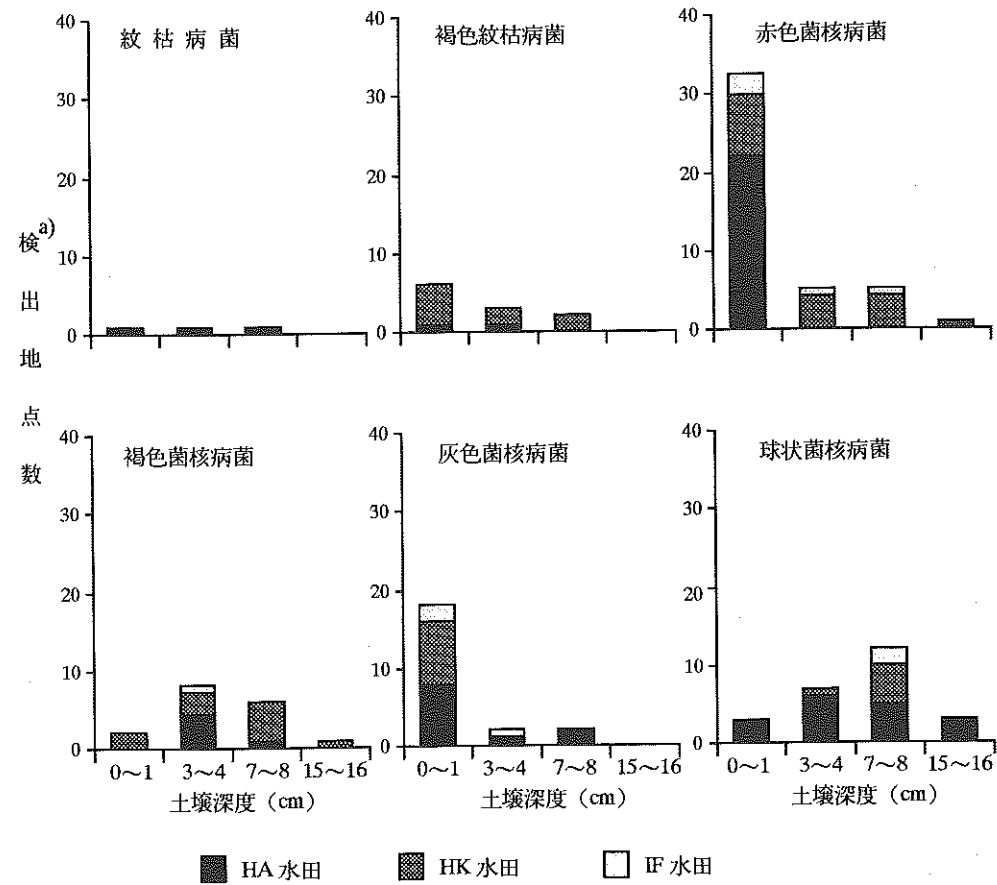


図32 土壌深度の異なる地層から検出されるイネ各種菌核病菌の検出度 (1990)

a) 検出地点数: HA水田80, HK水田50, IF水田28地点のそれぞれから菌が検出された地点の合計値

菌, 球状菌核病菌が検出され, 灰色菌核病菌は地表付近からの検出率が高かったが, 褐色菌核病菌, 球状菌核病菌は地表下3~4または7~8cmの比較的下層の土壌中からも検出された。

c. 稲わらにおける各種菌核病菌の越冬

a) 春期に田面から採取した稲わらからの各種菌核病菌の検出

表47に示すように, 赤色菌核病および褐色紋枯病が常習的に発生するMN水田の土壌表面から春期に採取した稲わら並びに雑草の根からは赤色菌核病菌, 褐色紋枯病菌, 灰色菌核病菌が検出され, 赤色菌核病菌の検出率が最も高かった。また, HAおよびIF水田から採取した稲わらからも各種の菌核病菌が検出され, 灰色菌核病菌と赤色菌核病菌の検出率が高かった。

b) 代かき時に浮遊した稲わらからの各種菌核病菌の検出

表48に示すように, 代かき後に田面に浮遊し

表47 春期に水田から採取した稲わら^{a)}における各種菌核病菌の生息(1990)

調査	調査	菌種別検出地点率					
		紋枯病	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌
水田	数	%	%	%	%	%	%
MN ^{b)}	18	0	27.7	61.1	0	33.3	0
IF	25	0	0	8.0	0	4.0	0
HA	55	0	5.5	20.0	1.8	36.4	0

^{a)} MNは3月23日, IFは4月10日と12日, HAは3月26日と4月11日に採取。

^{b)} 一部雑草の根を含む。

表48 代かき時^{a)}に浮遊した稲わらにおける各種菌核病菌の保菌状況(1988)

水田	調査	菌種別検出率						
		紋枯病	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌	褐色小粒菌核病菌
No.	数	%	%	%	%	%	%	%
	本							
1	80	0	0	0	2.5	21.3	15.0	0
2 ^{b)}	80	0	0	3.8	5.0	20.0	11.3	0
3	80	0	5.0	3.8	1.3	10.0	2.5	0
4	80	0	0	7.5	7.8	13.8	1.3	0
5	80	0	1.3	1.3	5.0	20.0	23.8	0
計, 平均	400	0	1.3	3.3	3.5	16.5	10.8	0

^{a)} 早植栽培水田(調査時期:5月12日)。

^{b)} 移植直後に採取。

表49 鳥根県下から採取したイネ籾における各種菌核病菌の保菌率

品種	調査	調査	検出水田率 ^{a)}				
			紋枯病	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌
	年次	水田数	%	%	%	%	%
		筆					
コシヒカリ	1987	69	4.3	0	0	0	8.7
	1988	70	2.9	0	0	0	4.3
日本晴	1987	66	0	0	0	0	3.0
	1988	69	0	0	0	0	2.9

^{a)} 各水田200粒を供試。

た稲わらからは褐色紋枯病菌, 赤色菌核病菌, 褐色菌核病菌, 灰色菌核病菌および球状菌核病菌が検出された。このうちでは灰色菌核病菌, 球状菌核病菌, 褐色菌核病菌の検出率が高く, この3種類は全調査水田から検出された。また, 赤色菌核病菌の検出率が高い水田もみられた。

(2) 籾から分離される各種菌核病菌

a. 一般水田におけるイネ籾の保菌状況

表49に示すように, 鳥根県下各地の水田から

採取した籾からは紋枯病菌と灰色菌核病菌が検出された。灰色菌核病菌は兩年ともコシヒカリ, 日本晴から, 一方, 紋枯病菌はコシヒカリからのみ検出された。また, 表50に示すように, 灰色菌核病菌の保菌率は倒伏程度の高い水田ほど, 高い傾向にあった。

b. 倒伏および菌核形成と灰色菌核病菌の保菌

灰色菌核病多発生水田における倒伏および菌

表50 倒伏程度と籾の灰色菌核病菌の保菌水田率との関係

品 種	調 査 年 次	調 査 水田数 筆	倒伏程度別 ^{a)} 保菌水田率					
			0	1	2	3	4	5
			%	%	%	%	%	%
コシヒカリ	1987	69	0	0	7.1	30.8	7.7	0
	1988	70	4.8	0	0	0	25.0	-
日 本 晴	1987	66	2.0	0	25.0	0	-	-
	1988	69	3.2	0	0	-	-	-

^{a)} 0(無):倒伏しない, 1(少):やや傾く, 傾斜角度10~25°, 2(中):あまりわん曲しない, 傾斜角度26~50°, 3(多):大きくわん曲する, 傾斜角度51~70°, 4(甚):穂が地上につく, 5(挫折).

核形成の有無と保菌率との関係を表51に示した。これによれば倒伏し、灰色菌核病菌の菌核が形成された籾からは本病菌が検出され、特に、表面殺菌を行わず、そのまま培地上に置いた籾からの検出率は16.5%と極めて高かった。倒伏した菌核未形成籾からの本病菌の検出率は低く、未倒伏、菌核未形成籾からは全く検出されなかった。

(3) 畑地および畦畔などにおける各種菌核病菌の生息

a. 畑地土壌における各種菌核病菌の生息

表52に示すように、畑地土壌16か所からは赤色菌核病菌および灰色菌核病菌がそれぞれ4か所、褐色小粒菌核病菌が5か所から検出され、検出率は2~3%と低い場合が多かったが、褐色小粒菌核病菌では14%の検出率を示すか所もあった。

b. 農道側面および畦畔における各種菌核病菌の生息

表53に示すように、水田畦畔からは紋枯病菌、赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌、褐色小粒菌核病菌が検出された。また、農道側面からは表54に示すように、紋枯病菌、褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、褐色小粒菌核病菌が検出され、このうちでは褐色小粒菌核病菌の検出か所数が多く、検出率も最も高かった。

第2節 田面における各種菌核病菌の生息推移

イネ各種菌核病菌の伝染環を解明するために、イネ栽培期間中と刈り取り後から翌春までの水田におけるこれら菌核病菌の検出率、検出地点の推移および各菌核病菌の検出地点とイネ

表51 倒伏および菌核形成と灰色菌核病菌の保菌率との関係 (1988)

	倒伏・菌核 形成の有無	表面殺菌 ^{a)} の有無	調査 検出		検出 率
			粒数	粒数	
			個	個	%
①倒伏、菌核形成	無		200	33	16.5
	有		200	20	10.0
②倒伏、菌核未形成	無		200	2	1.0
	有		200	0	0
③未倒伏、菌核未形成	無		200	0	0
	有		200	0	0

^{a)} アンチホルミン(5%)20倍液。

株における発病との関係について調査検討した。

1. 材料および方法

1) 本田生育期の田面における各種菌核病菌の時期別消長の調査法

表55に示すように、早期栽培3水田、早植栽培2水田並びに普通期栽培1水田の合計6水田を調査水田とし、1987年~'90年に調査した。各水田について、あらかじめ選定した畦畔から1~2列目の条間のイネ株間50か所に、蒸気滅菌した成熟ソバ茎(直径4~6mm,長さ12~13cm)を菌の捕捉材料とし、その先端が田面水の上に出るように土中に1本ずつ挿し(図版7)、5日ごとに採取して交換し、これらから各調査時期に菌の分離を行った。

菌の分離は、採取したソバ茎をストレプトマイシン硫酸塩100ppm含有の滅菌水中に1時間浸漬後、ろ紙で表面の水分を取り除き、約6cmの長さの切片とし、この切片をSMWA平板培地に

表52 畑地等からのイネ各種菌核病菌の検出(1989)

圃場 No.	調 査 場 所	栽 培 作目等	調 査 数	菌 種 別 検 出 率 ^{a)}					
				紋 枯 病 菌	褐色紋 枯病菌	赤色菌 核病菌	褐色菌 核病菌	灰色菌 核病菌	褐色小 粒菌核 病 菌
				地点 %	%	%	%	%	%
1	出雲市園町	クワ	50	0	0	0	0	0	0
2	松江上市大野町	カキ	37	0	0	2.7	0	2.7	0
3	松江上市大野町	カキ	37	0	0	0	0	0	0
4	出雲市下古志町	ジャガイロ	30	0	0	3.3	0	0	0
5	出雲市神西町	ジャガイロ	50	0	0	0	0	0	2.0
6	安来市東赤江町	タマシ	30	0	0	0	0	0	3.3
7	出雲市神西町	タマシ	50	0	0	0	0	2.0	2.0
8	出雲市下古志町	チューリップ	30	0	0	0	0	0	0
9	出雲市下古志町	育苗ハウス	30	0	0	3.3	0	3.3	0
10	斐川町坂田	育苗ハウス	50	0	0	0	0	0	8.0
11	出雲市園町	裸地	30	0	0	0	0	0	0
12	出雲市古志町	裸地	50	0	0	0	0	0	14.0
13	安来市東赤江町	裸地	37	0	0	0	0	0	0
14	出雲市武志町	裸地	50	0	0	0	0	0	0
15	出雲市天神町	裸地	50	0	0	2.0	0	2.0	0
16	出雲市芦渡町	裸地	30	0	0	0	0	0	0

^{a)} 4月末にソバ茎捕捉法によって調査。

表53 水田畦畔から検出されるイネ各種菌核病菌

調 査 年 次	調 査 水 田	調 査 時 期	調 査 数	菌 種 別 検 出 率 ^{a)}						
				紋 枯 病 菌	褐色紋 枯病菌	赤色菌 核病菌	褐色菌 核病菌	灰色菌 核病菌	球状菌 核病菌	褐色小 粒菌核 病 菌
				個	%	%	%	%	%	%
1988 ^{b)}	MO	4月	50	0	0	0	0	4.0	2.0	0
		5月	50	0	0	0	0	0	0	0
	MK	4月	50	0	0	2.0	0	0	0	2.0
		5月	50	0	0	0	0	0	0	0
	HA	4月	50	0	0	4.0	0	8.0	0	4.0
		5月	50	0	0	0	0	0	0	0
	HO	4月	50	0	0	0	0	0	0	4.0
		5月	50	0	0	0	0	2.0	0	0
	YF	4月	50	0	0	0	2.0	0	0	2.0
		5月	50	0	0	0	0	0	0	0
計	4月	250	0	0	1.2	0.4	2.4	0.4	2.4	
	5月	250	0	0	0	0	0.4	0	0	
1989 ^{c)}	MO	4月	50	0	0	0	2.0	6.0	0	0
		6月	50	0	0	6.0	0	2.0	0	0
	HA	4月	50	0	0	0	0	0	0	0
		6月	50	0	0	2.0	0	0	0	0
	HG	4月	50	0	0	0	0	0	0	0
		6月	50	0	0	0	0	6.0	0	0
	YF	4月	50	0	2.0	0	0	0	0	0
		6月	50	4.0	0	0	0	0	0	0
	計	4月	200	0	0.5	0	0.5	1.5	0	0
		6月	200	1.0	0	2.0	0	2.0	0	0

^{a)} ソバ茎捕捉法による。

^{b)} 4月は24~29日, 5月は26~31日に調査。

^{c)} 4月は27~5月2日, 6月は5~10日に調査。

表54 農道側面から検出されるイネ各種菌核病菌(1990)

調査水田	調査時期 ^{b)}	調査数	菌種別検出率 ^{a)}						
			紋枯病菌	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌	褐色小粒菌核病菌
MO	4月	50	0	0	0	0	0	0	0
	6月	50	0	0	0	0	0	0	0
MK	4月	50	0	0	2.0	0	0	0	4.0
	6月	50	0	0	0	0	0	0	6.0
HA	4月	50	2.0	0	0	0	0	0	10.0
	6月	50	2.0	2.0	0	0	0	0	4.0
HO	4月	50	0	0	0	0	0	0	20.0
	6月	50	0	0	0	0	0	0	42.0
YF	4月	50	0	0	0	0	0	0	2.0
	6月	50	0	0	0	0	0	0	0
計	4月	250	0.4	0	0.4	0	0	0	7.2
	6月	250	0.4	0.4	0	0	0	0	10.4

^{a)} ソバ茎捕捉法による。

^{b)} 4月は27~5月2日, 6月は5~10日に調査。

表55 イネ各種菌核病菌生息調査水田の耕種概要

栽培型	調査水田	場所	品種	調査年次	移植時期
早期栽培	MK	松江市西谷町	チドリ	1987-'89	4月末
	KK	邑智郡川本町	チドリ	1987	
	MO	松江市上大野町	チドリ	1988-'89	
早植栽培	HA	簸川郡斐川町	日本晴	1989	5月中旬
	HG	簸川郡斐川町	コヒカリ	1989	
普通期栽培	YF	安来市荒島町	日本晴	1987-'88	5月末
			コヒカリ	1989	

置床して、25℃の定温条件下に保ち、2~4日後に伸長してきた菌糸先端部を切り取り、PSA斜面培地に移植培養することによって行った。このようにして分離した菌は基準菌株と対比培養し、生越(1976)の方法によって基準菌株と菌糸融合を行い、イネに戻し接種して病原性を確かめ、菌を同定した。

以上の方法による菌核病菌の検出調査は、移植直後から成熟期の8月または9月末まで、毎回同一地点について、前述したように、原則として各月5日間隔6回の検出調査を行い、これを月の前期と後期の2つにまとめ、それぞれの

平均値を以って分離率とした。また、早期栽培のMO水田の畦畔から1~2列目の条間のイネ株間50か所について、1989年の菌の田面における消長を全調査期間について図示(後掲図38)し、更に、普通期栽培のYF水田についても同様に1987年の消長を10月の各菌核病の発生状況と一緒に図示(後掲図39)した。このほかに、各調査時には田面水の有無についても調べ、菌検出の消長との関係を見た。

2) 刈り取り後の水田における生息推移の調査法

1987年および1988年には安来市のIF水田、

1988年および1989年にはIF水田のほかに、松江市のMKおよびMO水田、また、1989年と1990年には斐川町HA水田の延べ5水田で調査した。各水田とも刈り取り後の10月から翌年の4月まで各月末に、あらかじめ選定した畦畔から1~2列目のイネ条間の刈株間50か所について、1)に準じて調査した。

3) 移植後湛水条件下における各種菌核病菌の検出法

1990年、益田市の早植栽培MN水田(品種：コシヒカリ、移植期：4月29日)で6月13日、6月28日、7月13日の3回、長さ3cmの滅菌したソバ茎を図33に示すように、湛水条件下の水田の地表面、地表直下5mmに水平に置き、更に、

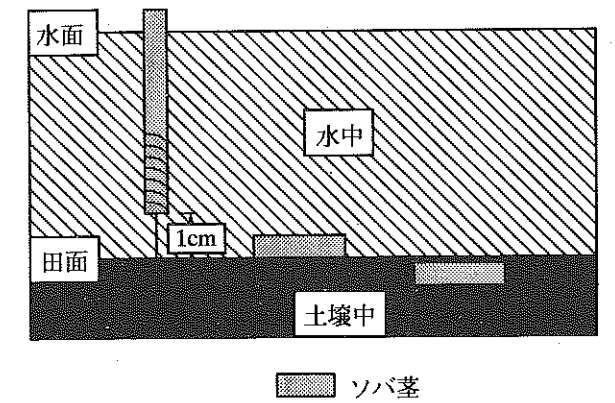


図33 湛水条件下の水田からソバ茎を用いての各種菌核病菌の検出法

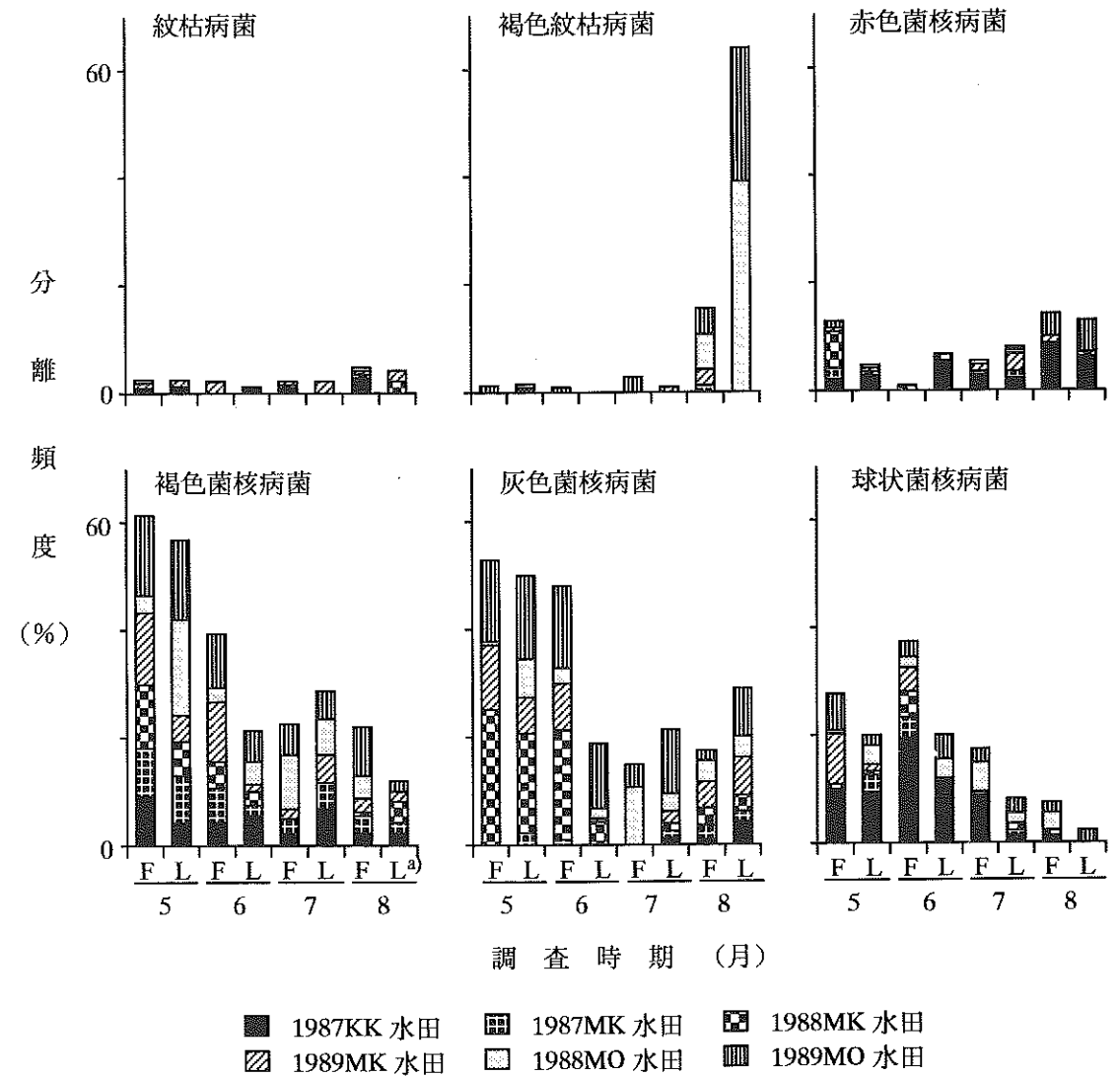


図34 本田生育期の田面における各種菌核病菌の時期別消長 I (早期栽培)

a) F: 月前半, L: 月後半
各3回の平均値

10cmのものを地表面から1cm離して先端が水面上に出るように垂直に保った。5日後に抜き取り、SMWA培地を用いて常法により菌を分離・同定後、菌種別の検出率を求めた。

2. 結果

1) 本田生育期の田面における各種菌核病菌の時期別消長の

a. 早期栽培水田の場合：図34に示すように、移植直後の5月前半から紋枯病菌、褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌が検出された。調査水田によって各菌核病菌の分離率には差はみられたが、このうち、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌の分離率が高かった。これら3菌はいずれもイネの全生育期間にわたって田面から検出されたが、成熟直前の8月下旬には褐色菌核病菌と球状菌核病菌の分離率がやや低下し

た。一方、褐色紋枯病菌の分離率は7月までは低率であったが、8月に入ると急激に高まった。また、赤色菌核病菌は1988年のMK水田で生育初期に比較的高率に検出された場合を除き、生育後半に高まる傾向がみられた。

b. 早植栽培水田の場合：図35に示すように、調査を開始した移植直後の5月後半から各種菌核病菌が検出された。そのうち、球状菌核病菌は分離率が高く、特に、生育前半に高かった。褐色紋枯病菌は生育初期の6月までは分離率が極めて低率であったが、中干し期後の7月以降は急速に高まり、1989年のHA水田で顕著であった。紋枯病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌はいずれの調査時期にも分離されたが、分離率は全般的に低かった。また、赤色菌核病菌の分離率は極めて低かった。

c. 普通期栽培の場合：図36に示すよう

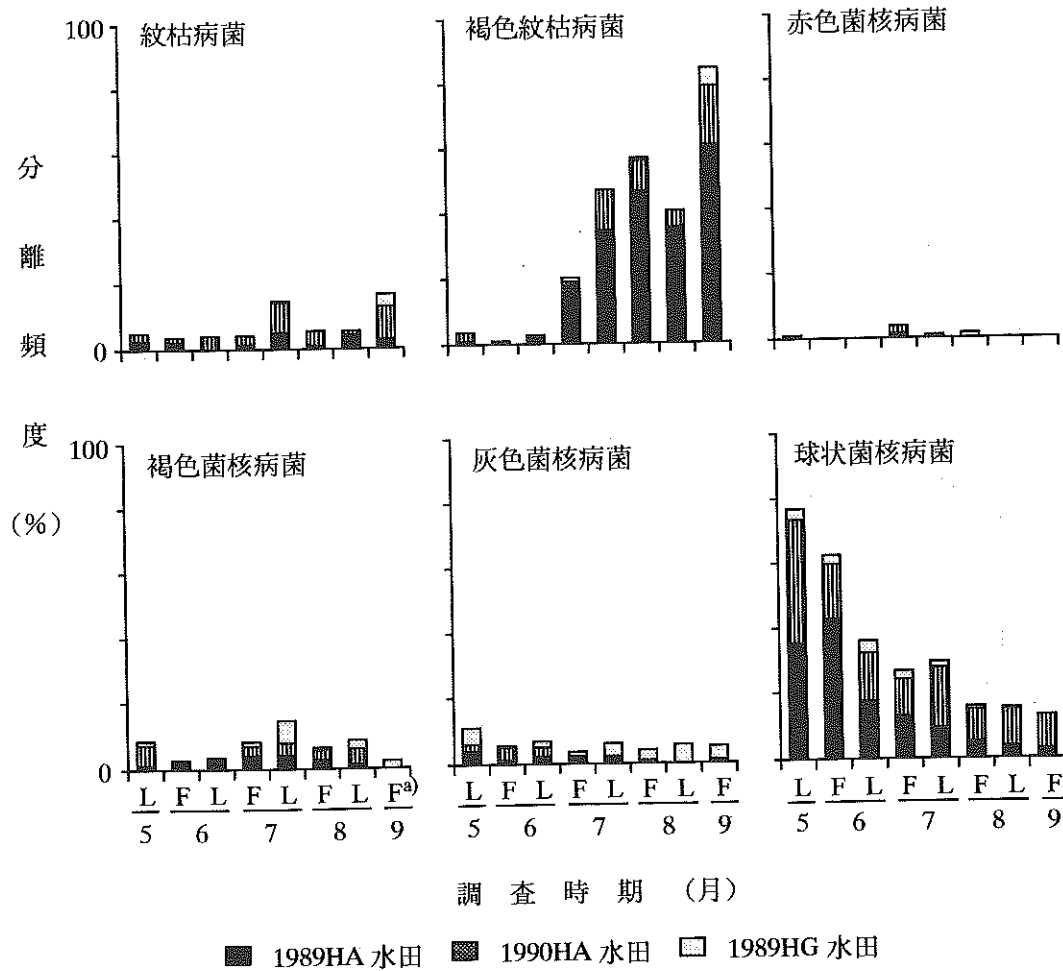


図35 本田生育期の田面における各種菌核病菌の時期別消長II (早植栽培)

a) F: 月前半, L: 月後半
各3回の平均値

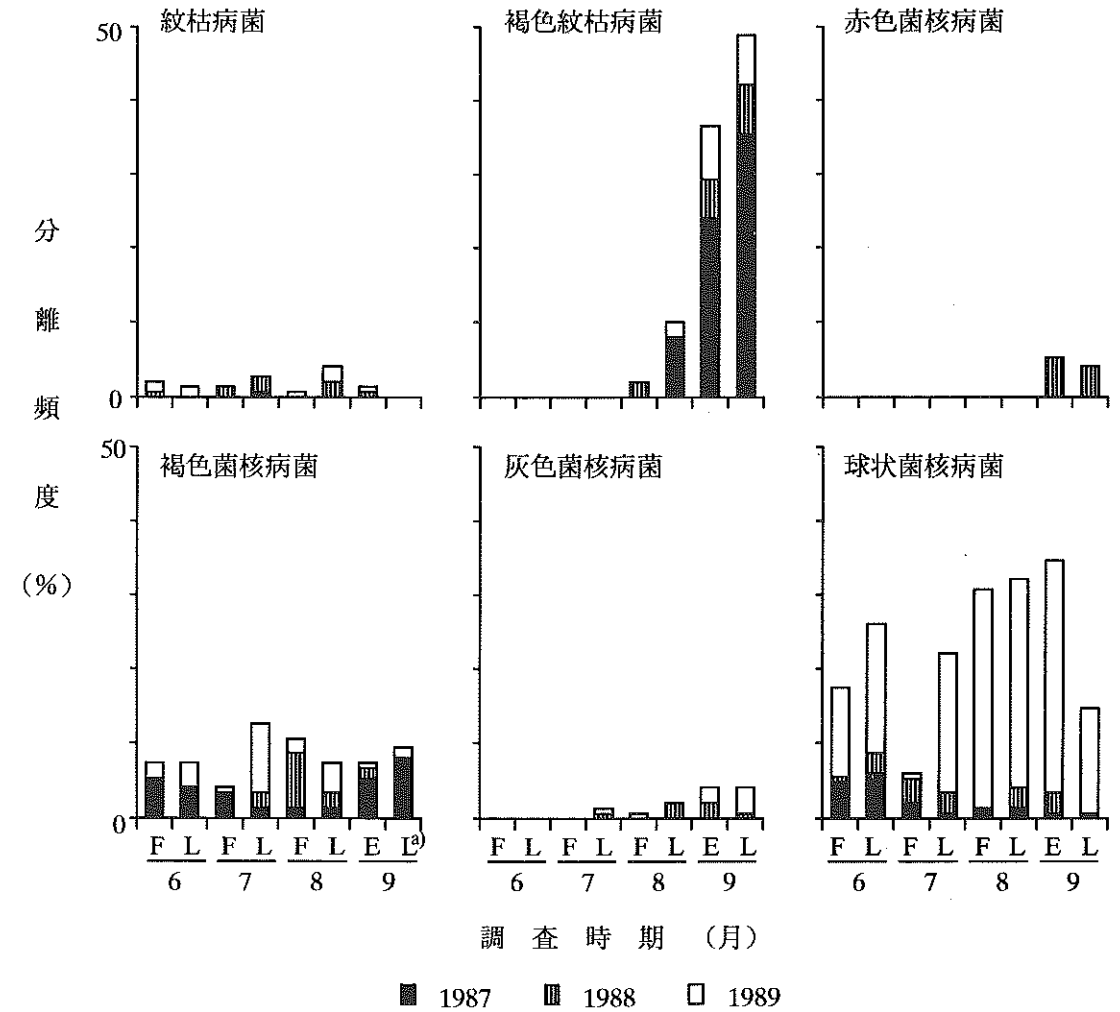


図36 本田生育期の田面における各種菌核病菌の時期別消長III (普通期栽培)

a) F: 月前半, L: 月後半
各3回の平均値

に、移植直後の6月前半には紋枯病菌、褐色菌核病菌および球状菌核病菌が検出され、褐色菌核病菌と球状菌核病菌の分離率が高く、特に、1989年における球状菌核病菌は顕著であった。灰色菌核病菌は7月後半から分離され、また、褐色紋枯病菌は出穂期前の8月前半から分離されて、その後分離率は急速に高まった。赤色菌核病菌は9月になってから分離された。

2) 田面からの各種菌核病菌の時期別分離状況

a. 早期栽培水田の場合：早期栽培の松江市MO水田における調査場所と分離菌種との経時的関係を図37に示した。これによると、移植直後から6月末までは褐色菌核病菌、灰色菌核病菌および球状菌核病菌が多くの地点から検出された。一方、褐色紋枯病菌と赤色菌核病菌は

生育後半の8月に入ってから検出される地点が多くなり、8月中旬以降は検出地点は更に多くなった。また、球状菌核病菌は湛水条件下で検出地点率が高く、褐色紋枯病菌と赤色菌核病菌、特に、褐色紋枯病菌は生育後半の落水条件下で多くの地点から検出された。生育前半の湛水条件下では調査場所と分離菌種との間には一定の関係はみられなかったが、生育後半の落水条件下では各菌核病菌の捕捉場所は比較的一定しており、褐色紋枯病菌で顕著であった。

b. 普通期栽培水田の場合：図38に示すように、普通期栽培の安来市YF水田においては、移植直後から褐色菌核病菌および球状菌核病菌が検出された。また、褐色紋枯病菌の検出開始時期は早期栽培MO水田と同様にやや遅れたが、8月末から検出される地点が急速に多く

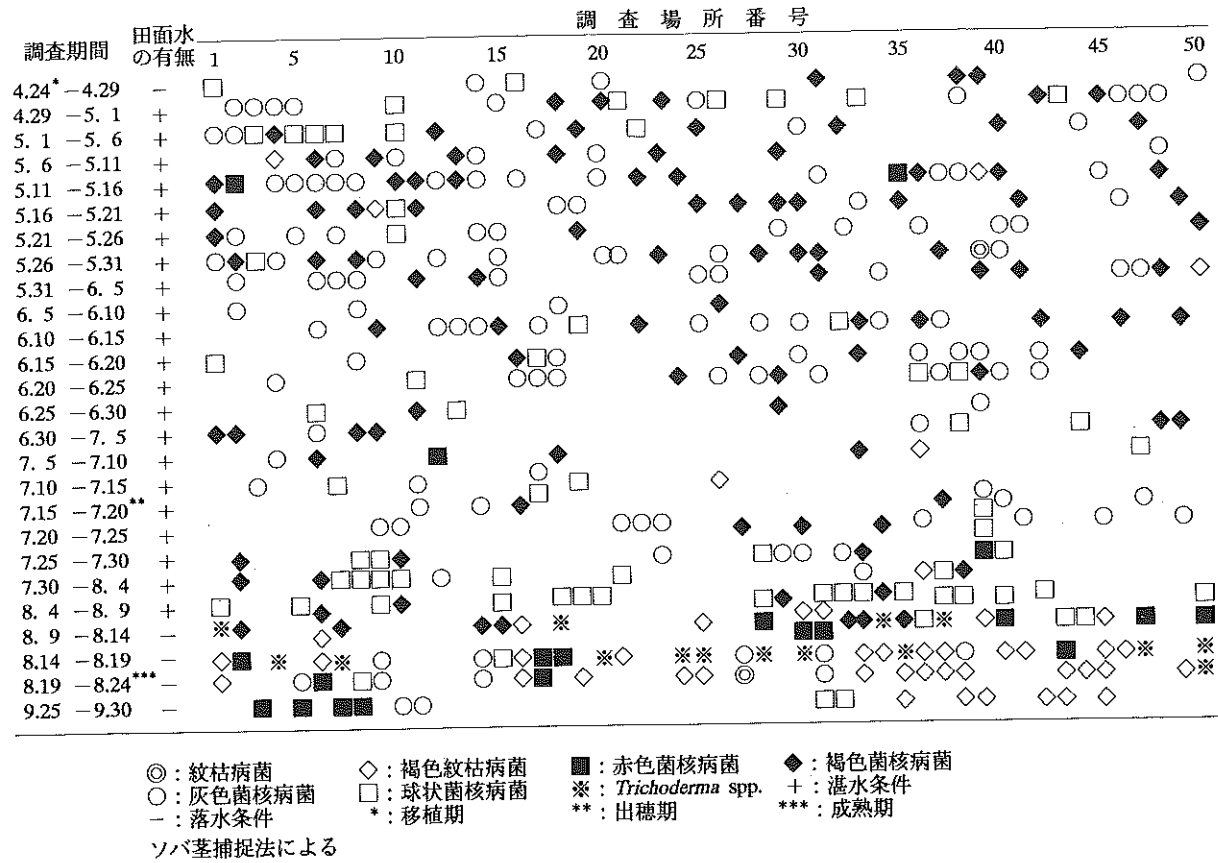


図37 田面における各種菌核病菌の検出場所の推移と発病との関係 (早期栽培: 松江市MO水田 1989)

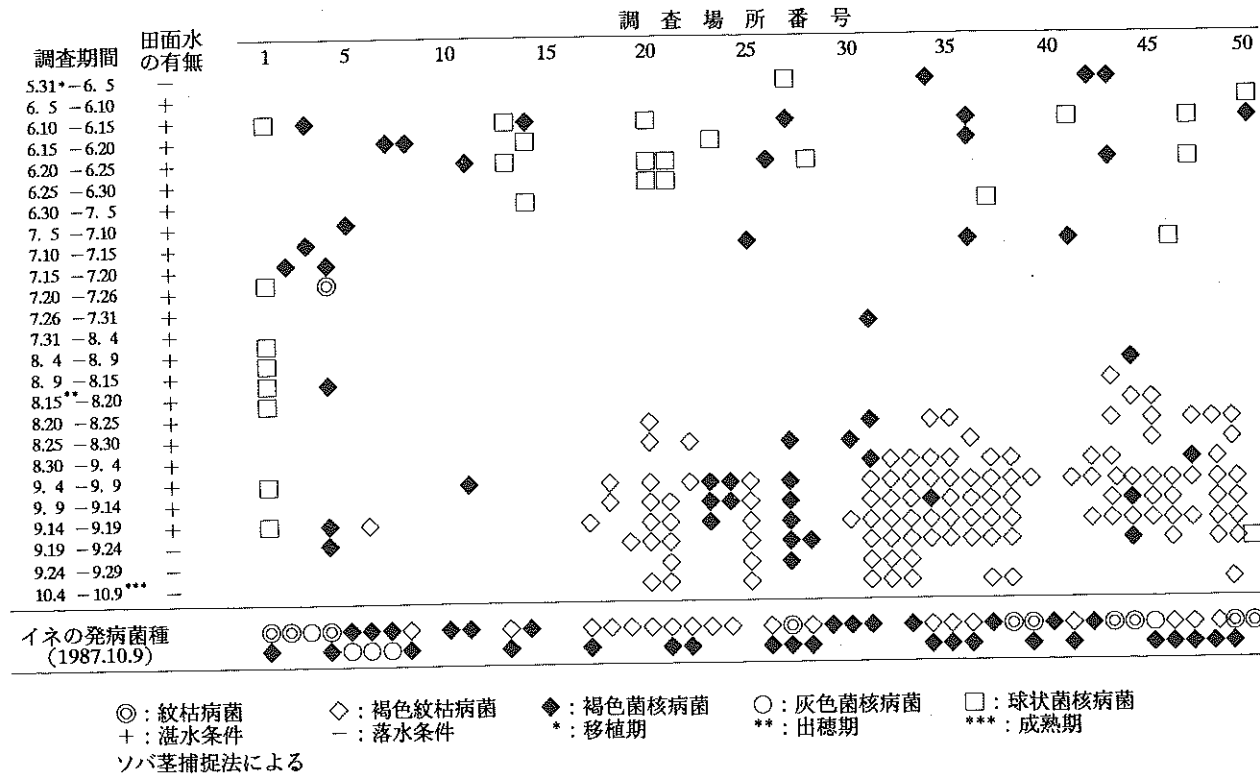


図38 田面における各種菌核病菌の検出場所の推移と発病との関係 (普通期栽培: 安来市YF水田 1987)

なった。そのうえ、前回の調査で検出された場所を中心に、時期の経過にともなって隣接地点からも菌が分離されるようになり、検出場所が集中していた。また、褐色紋枯病菌が検出され

た場所に植えられたイネは本病に罹病しており、両者の間に密接な関係がみられた。

3) 刈り取り後の水田における生息推移

図39に示すように、収穫後の水田からは10月

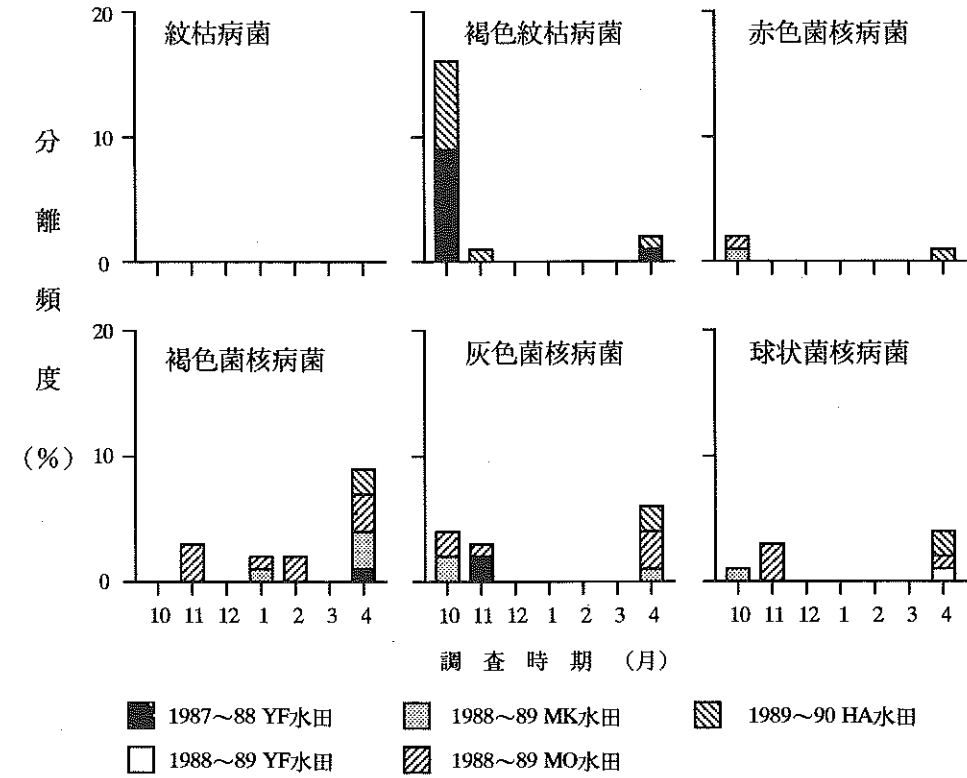


図39 刈り取り後の水田からの各種菌核病菌の検出推移

表56 湛水条件下における各種菌核病菌の検出場所(1990)

調査場所	調査水田	調査数 ^{a)}	菌種別検出率						Rhizoctonia spp.
			紋枯病菌	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌	
			個	%	%	%	%	%	%
水中	HA ^{b)}	50	0	0	0	2.0	0	14.0	0
	HM ^{b)}	50	0	0	0	0	4.0	88.0	0
	MN ^{c)}	50	0	0.7	0	0	2.0	12.0	6.7
地表面	HA	50	0	0	0	4.0	2.0	20.0	4.0
	HM	50	0	0	0	0	0	2.0	0
	MN	50	0	22.7	15.3	0.7	4.0	14.0	20.0
土中	HA	50	0	0	0	0	0	0	0
	HM	50	0	0	0	0	0	0	0
	MN	50	0	14.0	21.3	0	6.0	7.3	22.0

^{a)} 捕捉用ソバ茎数。

^{b)} 6月7日(湛水)~12日(湛水)。

^{c)} 6月13日(落水)~6月18日(湛水), 6月28日(落水)~7月3日(湛水), 7月13日(落水)~7月19日(湛水)の3回実験平均値。

末までイネの生育期と同様に各種菌核病菌が検出された。11月から検出率は急速に低下し、12月から翌年3月末までは、褐色菌核病菌がわずかに検出されたが、そのほかの菌核病菌は全く検出されなかった。4月末から再び赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌などの検出率が高まった。

4) 移植後湛水条件下における各種菌核病菌の検出場所

移植後湛水条件下における検出場所と検出菌種との関係を表56に示した。水中からは球状菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌が検出された。地表面からは褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌および球状菌核病菌が検出され、褐色紋枯病菌の検出率が高かった。土中からは赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌、灰色菌核病菌および球状菌核病菌が検出され、特に、赤色菌核病菌は高率に検出された。球状菌核病菌は水中からの検出率が高く、一方、赤色菌核病菌は水中からは全く検出されず、また、褐色紋枯病菌の検出率は極めて低率であったが、両菌種は地表面または土壌中から高率に検出された。紋枯病菌は場所、時期を問わず、全く検出されなかった。

第3節 イネ体における各種菌核病菌の生息推移

前節までに、各種菌核病菌は移植直後から活性化されて田面に生息していることが明らかとなった。本節では感染の時期および発病までの経緯を明らかにするために、育苗期から本田における発病に至るまでのイネ体上の各種菌核病菌の生息推移について検討した。

1. 材料および方法

1) 育苗期の苗における各種菌核病菌の生息調査法

1988年は普通期栽培用に5月上旬から露地条件下で育成した苗を6月13日に、また、1989年は早期、早植栽培用に3月下旬または4月中旬からハウス内で育成した苗を4月24日から5月21日の間に、それぞれの移植直前に育苗箱の数か所から採取した。このうちの各100本を選び、ストレプトマイシン硫酸塩100ppm含有の滅菌水で洗浄、ろ紙で水分を除去後、40~50mmの切片

とし、SMWA平板培地上に置床し、25℃の定温条件下に保った。前項に準じて菌を同定した。調査地点ごとに各菌核病菌の検出率を求めた。

2) 水田内に仮植された補植用の苗における各種菌核病菌の生息調査法

早期栽培(移植期:4月下旬)および早植栽培(移植期:5月上旬)の補植用の苗を1988年は島根県松江市の7水田、1989年は松江市、出雲市、斐川町の5水田から、いずれも仮植後2~3週間目に採取した。更に、1989年は松江市、斐川町の5水田について仮植直後から約1か月後まで経時的に苗を採取した。採取各1地点当たり苗100本を選び、前項に準じて菌を分離・同定し、各菌核病菌別の検出率を求めた。また、各水田について50本または100本の補植用苗に付着している菌核を採取し、前項に準じて菌の同定を行い、発芽のみられた各菌核病菌の菌核を付着菌核数とした。

3) 枯死したイネ葉における各種菌核病菌の生息推移調査法

早期栽培(品種:チドリ、移植期:4月下旬)では1988年および1989年の2か年、松江市MO、MK水田において、早植栽培(品種:コシヒカリ、移植期:5月中旬)では1989年に斐川町のHA、HG水田で、いずれも5月後半から成熟期まで15日間隔で、イネ下部部の枯死葉を葉鞘の基部から1水田当たり100葉ずつ採取した。採取葉は長さ約40mmに切り、SMWA培地を用いて分離した後、前項に準じて菌を同定し、各菌核病菌ごとの検出率を求めた。なお、移植直後で枯死葉が採取できない場合には下位のできるだけ老化した葉を採取した。また、1990年には褐色紋枯病と赤色菌核病の常習多発地の益田市MN水田(品種:コシヒカリ、早植栽培)で6月中旬から15日ごとに5回、枯死葉の保菌率を調査した。

4) 本田初期のイネ株に付着している各種菌核病菌菌核の調査法

1990年、川本町HW水田では水田内の4角の各1か所移植後25日後(5月24日)と同51日後(6月19日)に、斐川町HM水田では2か所、同HAおよびHH水田では各1か所移植21~24日後(6月7日)に、また、益田市MN水田では1か所移植50日後(6月18日)にそれぞれ

調査した。菌核の採取はいずれの調査箇所も畦畔から2、3列目のイネ25株を軽くたたいて付着した菌核をイネ体から離し、ポリエステルの布製の網ですくい取った。これを流水中で洗浄し、夾雑物を除き、1個ずつSMWA培地上に置床し、常法により菌を同定した。発芽した菌核のみを調査の対象とした。

5) イネ株元における各種菌核病菌の保菌消長と成熟期に発病した菌核病についての調査法

1989年、松江市の早期栽培(品種:チドリ、移植期:4月下旬)のMO、MKの2水田と斐川町の早植栽培(品種:コシヒカリ、移植期:5月中旬)のHA、HOの2水田では、いずれも6月30日(分けつ盛期)から、安来市の普通期栽培(品種:コシヒカリ、移植期:5月末)YF水田では7月10日(分けつ盛期)から、10または15日間隔で成熟期まで、各種菌核病菌のイネ株元における生息状況を調査した。また、YF水田では1988年(品種:日本晴)にも7月15日(分けつ盛期)から同様の調査を行った。これら各水田における菌の捕捉は、畦畔から1列目のイネ株のうち、連続して50株を選び、その株元に蒸気滅菌した成熟ソバ茎(長さ4cm)を挟み込

み、5日後に回収し、これから1)に準じて菌を分離・同定することによって行った。各時期の調査は各水田とも毎回同一株元について行い、成熟期にはそれら各株がいずれの菌核病に侵されているかを調べ、各菌核病菌の株元からの検出推移と成熟期の発病株率を図示(後掲図46)した。また、1988年の安来市普通期栽培のYF水田と1989年の斐川町早植栽培の倒伏したHA水田における個々のイネ株元からの時期別の各種菌核病菌の検出の消長と成熟期に発病した菌核病の種類を図示した(後掲図47)。

2. 結果

1) 育苗期間中のイネ苗における各種菌核病菌の生息

表57に示すように、1988、'89年の2か年を通して、箱育苗中の苗からは赤色菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌のほか数種のRhizoctonia属菌が検出された。1988年の普通期栽培を対象として前年褐色菌核病の多発田で育苗した1水田で褐色菌核病菌が高率に検出された場合を除き、いずれの菌とも検出率は低率であった。なお、これら各種菌核病菌が検出された苗はほとんどが無病徴であった。

表57 育苗期間の苗から検出されるイネ各種菌核病菌

年次	場所	水田NO.	調査 育苗 調査 調査 苗数	菌種別検出率						Rhizoctonia spp.
				紋枯病	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌	
				本	%	%	%	%	%	%
1988	野外	1	100	0	0	0	0	4.0	0	0
		2	100	0	0	0	0	1.0	0	0
		3	100	0	0	0	0	0	0	0
		4	100	0	0	2.0	0	2.0	0	1.0
		5 ^{a)}	200	0	0	0	86.5	0.5	0	0
1989	ビニル ハウス	1	100	0	0	0	0	0	0	0
		2	100	0	0	0	0	0	0	1.0
		3	100	0	0	0	0	0	0	0
		4	100	0	0	0	0	0	0	0
		5	100	0	0	0	0	1.0	0	0
		6	100	0	0	0	0	0	0	0
		7	100	0	0	0	0	0	0	0
		8	100	0	0	24.0	0	0	0	1.0
		9	100	0	0	0	0	0	0	0

^{a)} 水田内で育苗した。

2) 水田内に仮植された補植用の苗における各種菌核病菌の生息

表58に示すように、水田内に仮植された後2~3週間を経過した補植用の苗からは、褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌が検出された。このうちでは球状菌核病菌が検出地点率、検出苗率とも最も高く、80%以上の苗から検出される水田がかなりみられた。次いで、褐色菌核病菌と灰色菌核病菌の検出率がやや高かったが、赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌は検出地点率、検出苗率とも極めて低かった。紋枯病菌は全く検出されなかった。また、補植用の苗には紋枯病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌などの菌核が多数付着しており、この場合も球状菌核

病菌の菌核の付着数が最も多く、次いで褐色菌核病菌、灰色菌核病菌であった。一方、赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌の菌核は全く検出されなかった。

次に、苗からの菌の検出率、菌核の付着と仮植後の経過日数との関係についてみると、表59に示すように、仮植後1~3日後までの菌の検出は低率であったが、6~8日後から急速に高まり、17~23日後には表58に示す仮植後2~3週間経過した苗と同様に、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌および球状菌核病菌が高率に検出された。また、仮植後の経過日数とともに付着菌核数は増加し、この場合も灰色菌核病菌、球状菌核病菌、褐色菌核病菌の菌核が多かった。

表58 水田内に仮植された補植用の苗における各種菌核病菌の生息

調査年次	調査水田NO.	調査苗数	菌種別検出苗率					
			紋枯病菌	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌
1988	1	100	0(32) ^{a)}	0(0)	0(0)	1(42)	0(234)	96(1530)
	2	100	0(0)	0(0)	0(0)	0(8)	2(6)	93(262)
	3	100	0(8)	2(0)	0(0)	13(22)	8(46)	18(88)
	4	100	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(0)	0(0)
	5	100	0(0)	0(0)	0(0)	2(16)	0(0)	88(88)
	6	85	0(8)	0(0)	4(0)	28(44)	19(82)	34(4)
	7	100	0(4)	0(0)	0(0)	48(88)	2(68)	8(12)
1989	1	100	0(36)	0(0)	0(0)	4(168)	2(252)	90(564)
	2	100	0(25)	0(0)	1(0)	6(20)	2(10)	83(30)
	3	100	0(0)	0(0)	0(0)	0(2)	0(0)	20(0)
	4	100	0(0)	0(0)	0(0)	24(9)	2(2)	22(3)
	5	100	0(0)	0(0)	0(0)	1(3)	0(0)	28(0)

^{a)} 苗100本当たりの付着菌核数を示す。

表59 仮植後の経過日数とイネ各種菌核病菌の保菌苗率との関係

仮植後日数	調査苗数	菌種別検出苗率					
		紋枯病菌	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌
1~3日	500	0(0) ^{a)}	0.2(0)	0(0)	0.4(0.2)	0(0.3)	2.4(0.5)
6~8日	300	0(0.7)	0(0)	0(0)	3.3(3.3)	4.0(5.0)	7.3(4.0)
17~23日	500	0.2(2.4)	0(0)	0(0)	24.2(10.8)	4.0(16.4)	5.4(17.3)
27~38日	300	1.0(0)	0(0)	0.3(0)	46.7(7.1)	10.7(147.3)	3.7(7.1)

^{a)} 苗100本当たりの付着菌核数。

3) 枯死したイネ葉における各種菌核病菌の生息推移調査

早期栽培稲では図40に示すように、調査年次や調査水田によって差はみられたが、移植約20日後の5月後半には下位の枯死葉からは赤色菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌が検出された。このうち、褐色菌核病菌の検出率が高く、その後も灰色菌核病菌のそれと同様に順次高まったが、成熟期直前に低下した。褐色紋枯病菌は移植直後は検出されず、検出率は分けつ期~出穂期からやや高まった。赤色菌核病菌は1988年のMK水田では生育初期の検出率はやや高い傾向にあったが、このほかの調査水田では褐色紋枯病菌と同様に生育の後半に高まった。紋枯病菌は生育の後半に検出された。早植栽培稲においても図41に示すように、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌の

検出開始の時期は早く、移植10日後の5月後半から認められた。このうち、球状菌核病菌の検出率は生育の初期に高かったが、生育の後半に低下した。灰色菌核病菌は生育初期と後半に高い傾向がみられた。褐色紋枯病菌は7月中旬頃から検出され、成熟期に増加した。赤色菌核病菌の検出率は低く、生育時期とイネ枯死葉からの検出率との間には一定の関係はみられなかった。普通期栽培では図42に示すように、6月前半から褐色菌核病菌、球状菌核病菌と赤色菌核病菌が検出された。灰色菌核病菌は6月中旬から、紋枯病菌は7月後半から、また、褐色紋枯病菌は8月後半から検出された。褐色菌核病菌は生育前半、球状菌核病菌は生育後半、赤色菌核病菌と褐色紋枯病菌は成熟期の検出率が高かった。

表60に示すように、赤色菌核病と褐色紋枯病

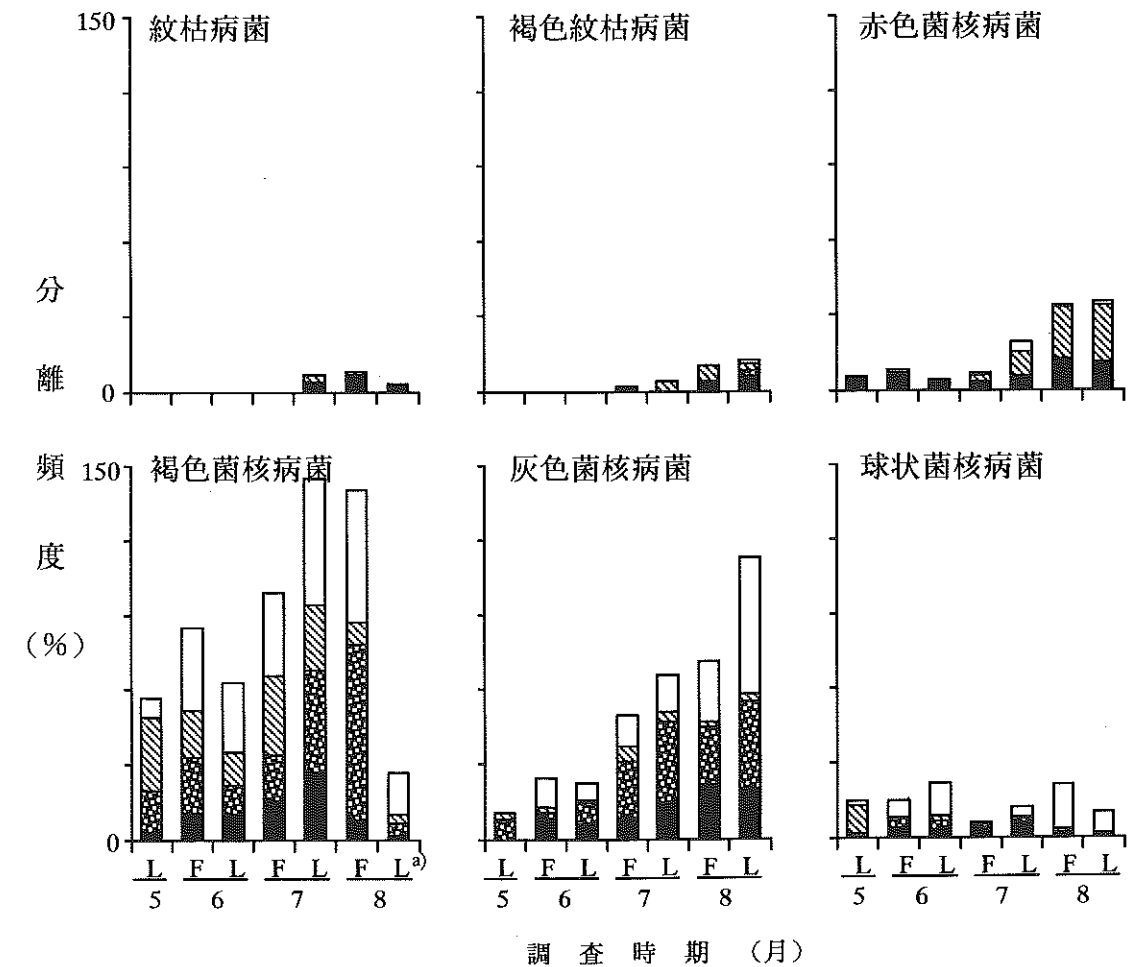


図40 枯死したイネ葉における各種菌核病菌の検出推移 I (早期栽培)
a) F: 月前半, L: 月後半

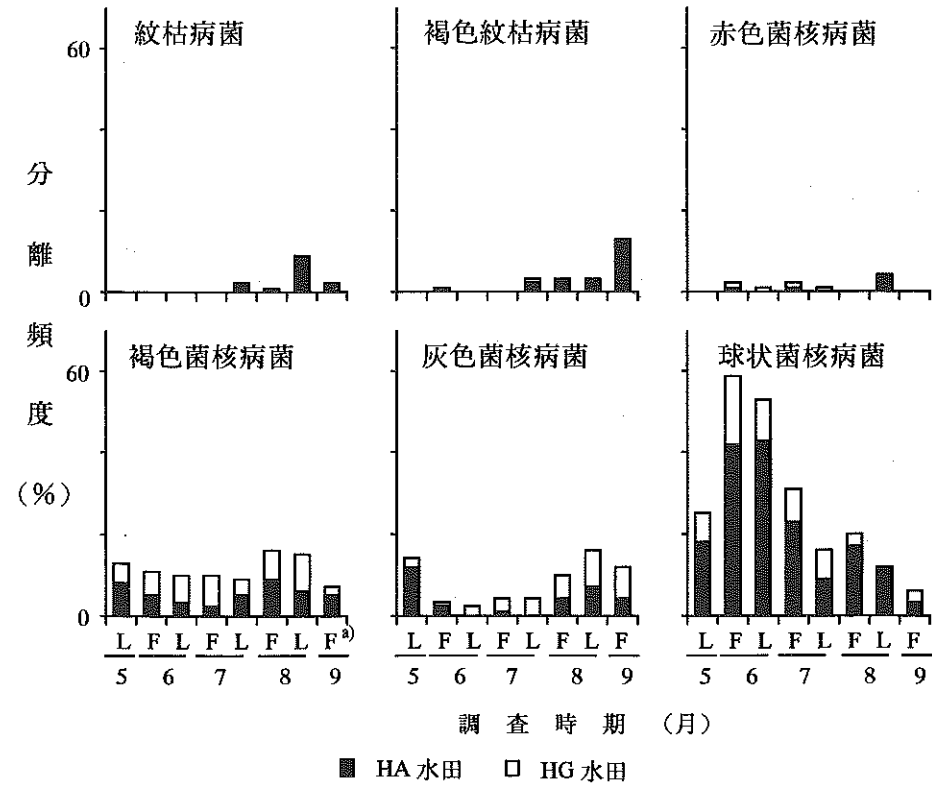


図41 枯死したイネ葉における各種菌核病菌の検出推移II (早植栽培)

a) F: 月前半, L: 月後半

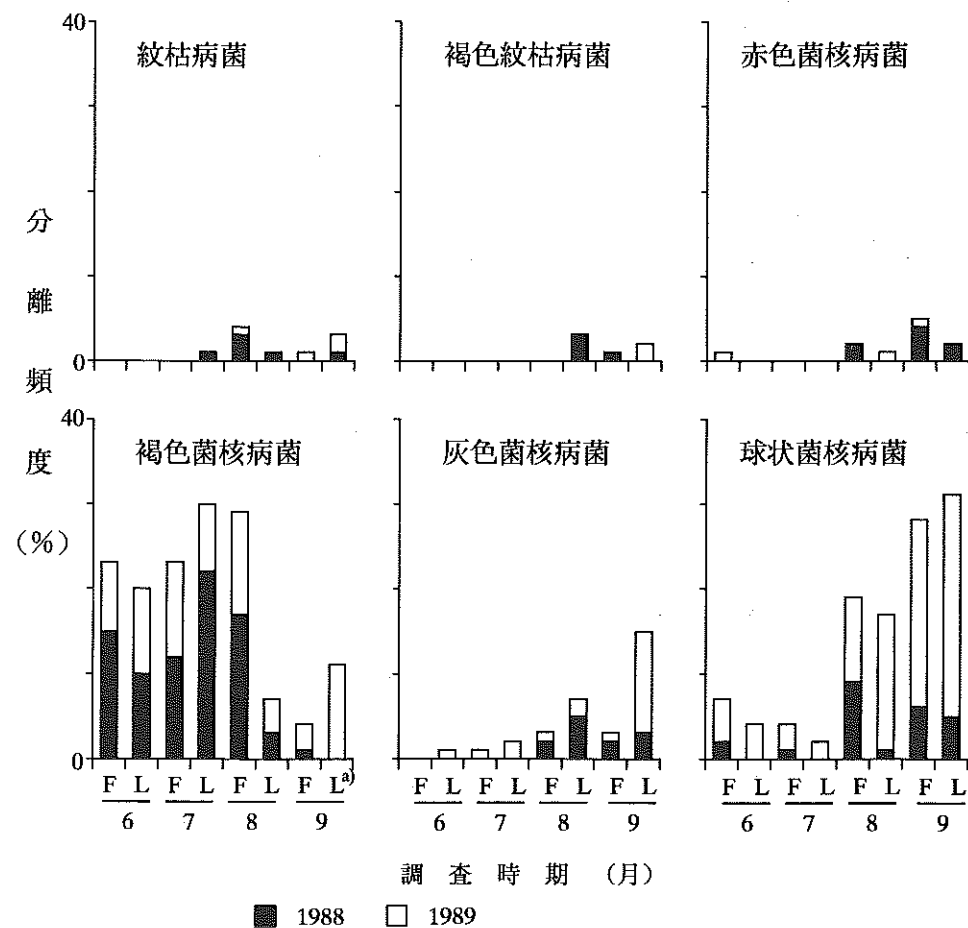


図42 枯死したイネ葉における各種菌核病菌の検出推移III (普通期栽培)

a) F: 月前半, L: 月後半

表60 褐色紋枯病および赤色菌核病多発生地^{a)}の枯死葉における各種菌核病菌の保菌推移

調査場所	調査月日	調査数	菌種別検出率						
			紋枯病菌 %	褐色紋枯病菌 %	赤色菌核病菌 %	褐色菌核病菌 %	灰色菌核病菌 %	球状菌核病菌 %	褐色小粒菌核病菌 %
A-1	6.13	50	0	0	48	0	8	14	0
A-2	6.13	50	0	2	24	2	12	12	0
B-1	6.28	50	0(2) ^{b)}	14(8)	12(0)	0(0)	0(0)	40(0)	0
	6.28 ^{c)}	50	0	10	8	2	14	34	0
	7.13	50	0(4)	24(20)	16(2)	2(2)	28(0)	14(0)	0
	7.13 ^{c)}	50	2	26	28	0	16	16	0
	7.27	50	0(4)	24(50)	18(4)	0(2)	8(0)	4(0)	0
	8.16	50	0(4)	16(60)	36(10)	0(2)	10(0)	4(0)	0
B-2	6.28	50	0	2	12	4	16	40	0
	6.28 ^{c)}	50	0	0	20	0	8	36	0
	7.13	50	0	16	8	0	16	26	0
	7.13 ^{c)}	50	0	18	30	0	8	20	0
	7.27	50	0	22	14	0	4	10	0
	8.16	50	0	18	28	0	4	8	0

^{a)} 益田市MN水田(品種: コシヒカリ, 移植期: 4月29日, 出穂期: 7月25日).

^{b)} 枯死葉採取株の発病率.

^{c)} 老化葉について調査.

表61 本田初期のイネ株に付着している各種菌核病菌の菌核

移植後経過日数	調査地点	採集菌核数	菌種別菌核数(25株当たり付着数)						
			紋枯病菌 個	褐色紋枯病菌 個	赤色菌核病菌 個	褐色菌核病菌 個	灰色菌核病菌 個	球状菌核病菌 個	Rhizoctonia spp. 個
21~25	KW1	70	3	0	0	3	6	7	4
	2	53	2	0	0	6	2	1	1
	3	94	6	0	0	6	4	6	7
	4	38	2	1	0	1	4	1	3
	HM1	11	0	0	0	0	1	1	0
	2 ^{a)}	12	2	0	0	0	1	0	0
	HA	1	0	0	0	0	1	0	0
	HH	36	0	0	0	0	1	4	0
平均		39.4	1.9	0.1	0	2.0	2.5	2.5	1.9
50~51	MN	8	1	0	0	0	0	0	0
	KW1 ^{a)}	169	13	0	0	3	14	2	10
	2	98	7	0	0	2	13	2	9
	3	4	0	0	0	0	1	0	0
	4	2	0	0	0	1	0	0	0
平均		56.2	4.2	0	0	1.2	5.6	0.8	3.8

^{a)} 水尻部.

多発生水田では分けつ期の6月末にはイネの枯死並びに老化葉からは赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌が高率に検出され、7月中旬には検出率は更に高まった。

4) 本田初期のイネ株に付着している各種菌核病菌の菌核

本田初期の稲株における各種菌核病菌の菌核の付着状況を表61、図版8に示した。移植後約20日後および50日後のイネ株には紋枯病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌および褐色紋枯病菌の菌核が付着していた。水田間、採集場所によって付着菌核数に差がみられたが、紋枯病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌の付着菌核数が多く、また、日数の経過にともなって付着数は増加した。しかし、赤色菌核病菌の菌核の付着は全く認められず、また、褐色紋枯病菌はKW水田で1個検出されただけであった。

5) イネ株元における各種菌核病菌の保菌消長と成熟期に発病を起因した菌核病菌

(1) 早期栽培水田の場合：図43に示すように、調査を開始した分けつ後期（7月上旬）には既に紋枯病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌および球状菌核病菌が検出された。その中でも褐色菌核病菌と灰色菌核病菌の検出率が高かった。各菌核病菌は最終調査時の収穫直前には全

て検出されたが、成熟期には褐色菌核病菌の検出率は低下し、紋枯病菌は検出されなかった。一方、赤色菌核病菌は穂孕期（7月中旬）に初めて検出され、生育後半に検出率が高まった。また、褐色紋枯病菌はほとんど検出されなかった。

(2) 早植栽培水田の場合：図44に示すように、分けつ盛期の7月初めには紋枯病菌、褐色紋枯病菌、褐色菌核病、灰色菌核病菌および球状菌核病菌が検出された。このうち、褐色菌核病菌と球状菌核病菌の検出率が高く、特に後者の検出率が高く、また、両菌種は成熟期まで検出された。一方、褐色紋枯病菌は初期の検出率は低かったが、イネの生育に伴って次第に高まった。紋枯病菌は出穂期頃までの検出率は比較的高かったが、その後は低下し、赤色菌核病菌の検出率は極めて低かった。

(3) 普通期栽培水田の場合：図45に示すように、分けつ期の7月中旬には紋枯病菌、褐色菌核病菌、球状菌核病菌の3種が検出された。このうち、球状菌核病菌は全期間を通して最も高率に検出された。しかし、紋枯病菌は出穂期の8月中旬、褐色菌核病菌は登熟期の9月から検出率の低下傾向がみられ、成熟直前には急速に低下した。また、赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌、灰色菌核病菌は出穂期前の8月から検出さ

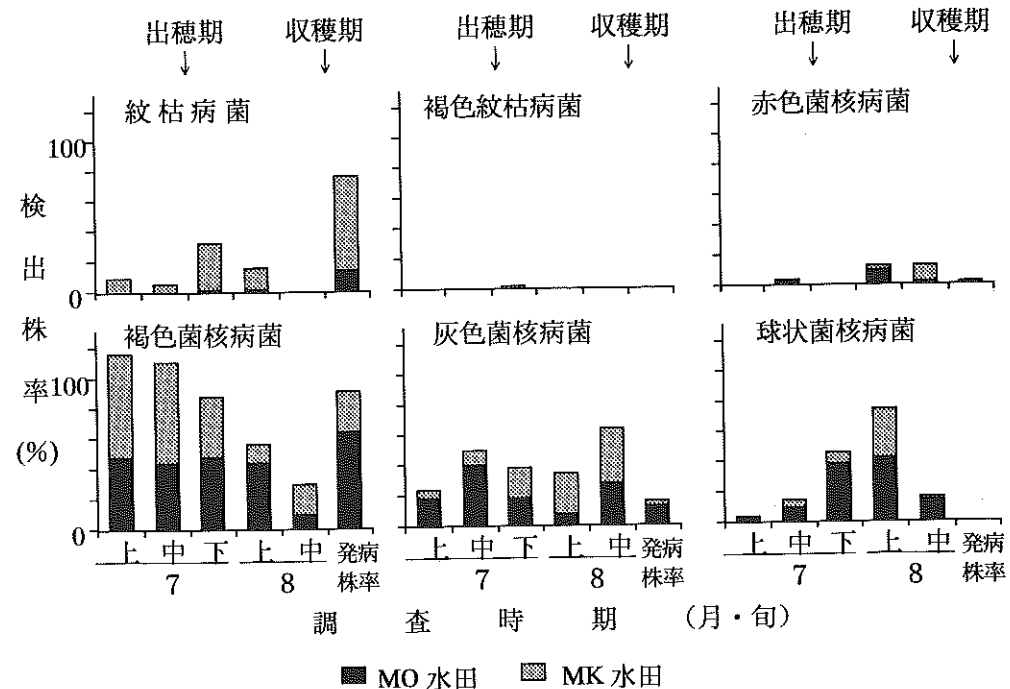


図43 イネ株元における各種菌核病菌の生息推移と成熟期の発病株率（早期栽培，1989）

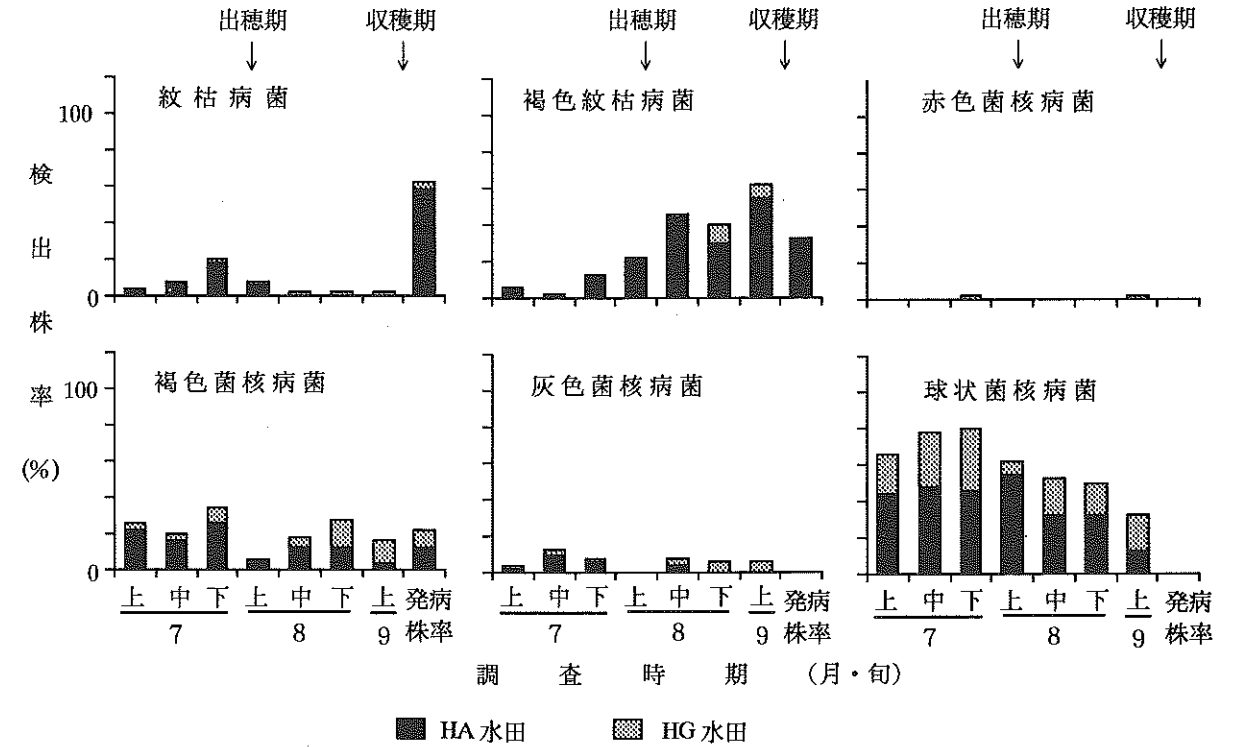


図44 イネ株元における各種菌核病菌の生息推移と成熟期の発病株率（早期栽培，1989）

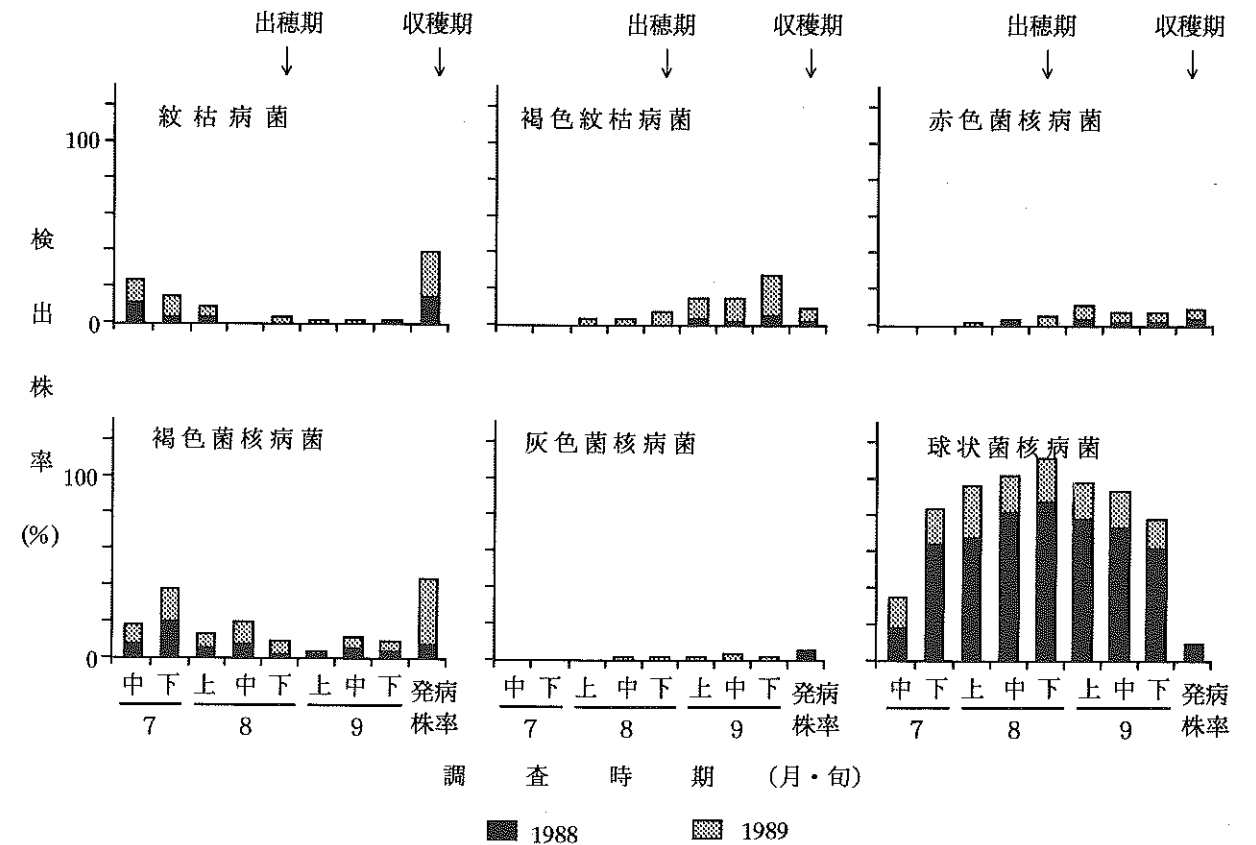


図45 イネ株元における各種菌核病菌の生息推移と成熟期の発病株率（普通期栽培，1988～'89）

れ、褐色紋枯病菌の検出率は収穫期まで順次高まった。

次に株元から検出される菌核病菌と成熟期に発病のみられた菌核病の種類との関係についてみると、1988年のYF水田では図46に示すように、イネ株元から検出される菌核病菌の種類と成熟期のイネ株に発病した菌核病の種類とはほぼ一致し、特に、赤色菌核病と褐色紋枯病では密接な関係がみられた。褐色紋枯病菌の検出は初検出株を中心に順次隣接株に拡大し、検出時期

の早い株では成熟期に病斑形成がみられた。しかし、褐色紋枯病菌の検出が遅くから始まった場合や球状菌核病菌の検出株では発病が認められなかった。紋枯病菌と褐色菌核病菌、特に、紋枯病菌では既検出株からは生育後半に検出されなくなる場合が多かったが、成熟期には紋枯病の病斑が形成されていた。一方、イネが倒伏した1989年のHA水田では図47に示すように、紋枯病が多発生し、株元から検出される菌核病菌の種類と成熟期のイネ株の発病菌核病の種類

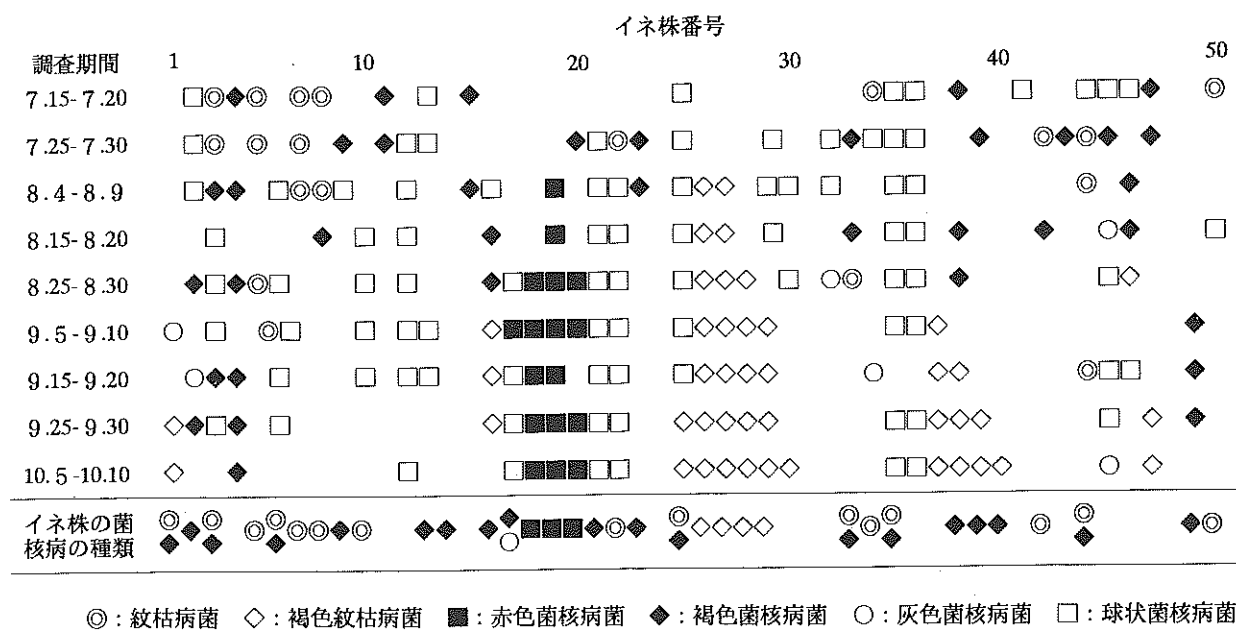


図46 50株のイネ株元から検出される各種菌核病菌の時期別消長とそれらの株の成熟期に発病した菌核病の種類 (普通期栽培, YF水田 1988)

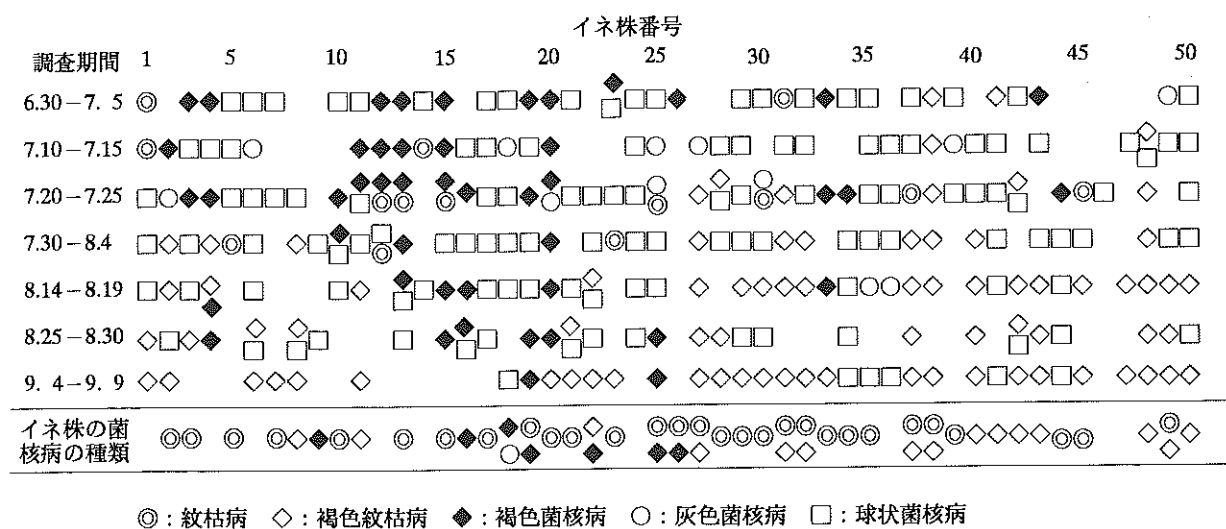


図47 50株の倒伏イネ株元から検出される各種菌核病菌の時期別消長とそれらの株の成熟期に発病した菌核病の種類 (早植栽培, HA水田 1989)

は必ずしも一致しなかった。

第4節 各種菌核病菌の上位葉葉鞘への進展経路

前節までにイネ各種菌核病菌はイネの移植直後から水田に活性化して生息しており、下位の枯死葉および株元では極めて早い時期から検出されることを明らかにした。ここではこれら各種菌核病菌がイネの下位葉葉鞘から上位葉葉鞘へどのような経路で進展するかを明らかにするために、本田中期のイネ体上での保菌部位と成熟期のイネ体上での病斑形成と菌糸の分布について検討した。

1. 材料および方法

1) 本田中期におけるイネ体の保菌部位と発病についての調査法

1990年6月28日に、褐色紋枯病と赤色菌核病の常習発生地である島根県益田市横田町MN水田(品種: コシヒカリ, 移植期: 4月30日)から、褐色紋枯病または赤色菌核病が発病した株と両病が併発した株(併発株)および無病徴株を採取して、流水中で分けつごとに分解し、各葉鞘における病斑形成の有無を調査した。更に、根、不伸長茎部、葉については菌の検出を行うため、それぞれ数cmの切片とし、ストレプトマイシン硫酸塩100ppm含有の滅菌水中で洗浄後、SMWA平板培地を用い、常法によって分離・菌の同定を行った。なお、葉については止葉葉鞘から第5葉鞘までを対象に葉鞘ごとに行った。褐色紋枯病と赤色菌核病にそれぞれ侵されたイネについては主稈と一次、二次分けつ茎に分け、各茎における病斑形成率と菌の分離率について比較した。

更に、本田中期のイネ体上における各種菌核病菌の分布の実態を明らかにするため、1989年7月10日に松江市大野町のMO水田(品種: チドリ, 移植期: 4月23日)から褐色菌核病の発病株を採取して、根部、茎、各葉鞘について菌の検出を行った。また、外見上健全なイネ体における菌の分布を検討するため、1991年6月22日に前記MN水田(品種: コシヒカリ, 移植期: 4月29日)から、栽培イネの株間に自生した5~8葉期の無病徴のイネを採取し、各部位について同様に菌の検出を行った。

2) 本田中期における枯死葉の保菌と発病についての調査法

益田市の早植栽培水田(品種: コシヒカリ)の中から褐色紋枯病が発生している水田を選び、幼穂形成期(7月12日)にあらかじめ選定した100株について各菌核病の発病調査を行い、それぞれの株から枯死葉を2枚ずつ採集し、常法によって菌を検出し、各株の保菌状況を調査した。12日後の7月24日に再度、各株における各種菌核病の発病状況を調査し、前回の各株の保菌状況と発病との関係を比較した。

3) 成熟期の各種菌核病罹病茎における病斑および菌核形成と菌糸の分布についての調査法

1988~90年の3か年にわたり、イネの成熟期に島根県下の水田から、褐色紋枯病、赤色菌核病、褐色菌核病または灰色菌核病の病徴を呈している茎を各5~10本採取し、これらの茎について止葉葉鞘の葉節部から最下位の葉鞘基部までを2cmごとに切断し、それぞれの部位における病斑、菌核形成の有無を調査した。更に、この切片を3または4等分した後、前項に準じて菌の分離・同定を行い、各部位ごとに各種菌核病菌の有無を調査した。なお、赤色菌核病と灰色菌核病の病斑を形成している茎の一部は葉身についても、その基部から最先端部まで同様に切片をつくり、菌の分離を行った。結果については、いずれの菌核病病斑形成茎も調査茎のうち、3茎についてのみ図示した。

2. 結果

1) 本田中期におけるイネ株の保菌部位と発病との関係

表62に示すように、褐色紋枯病と赤色菌核病の常習発生地から分けつ期(6月28日)に採取した褐色紋枯病発病株からは、褐色紋枯病菌が高率(緑色葉鞘では40.4%)に検出された。このほかに、球状菌核病菌、赤色菌核病菌、灰色菌核病菌および褐色菌核病菌が検出され、これらの中でも球状菌核病菌が不伸長茎部から最高70.0%に検出された。赤色菌核病発病株からは赤色菌核病菌が各部から高率(不伸長茎部では73.3%)に検出され、その他の菌核病菌もわずかに検出された。また、褐色紋枯病と赤色菌核病の併発株からは、当然ながら両菌核病菌が各

表62 本田中期^{a)}の発病株から検出される各種菌核病菌の種類と検出部位との関係

調査株の種類	検出部位	調査数	菌種別検出率						
			紋枯病菌	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌	褐色小粒菌核病菌
褐色紋枯病	根	15	0	40.0	26.6	0	6.7	0	0
赤色菌核病	不伸長茎部	15	0	6.7	73.3	0	0	0	0
併発株	枯死葉鞘	27	0	48.1	44.4	0	7.4	0	0
	緑色葉鞘	31	0	48.4	29.0	0	0	0	0
褐色紋枯病	根	20	0	35.0	15.0	10.0	15.0	10.0	0
発病株	不伸長茎部	20	0	15.0	15.0	0	10.0	70.0	0
	枯死葉鞘	29	0	32.9	13.8	0	10.3	48.3	0
	緑色葉鞘	52	0	40.4	1.9	0	19.2	39.6	0
赤色菌核病	根	15	0	6.7	20.0	0	0	0	0
発病株	不伸長茎部	15	0	0	73.3	0	0	0	0
	枯死葉鞘	23	0	0	52.2	4.3	0	4.3	0
	緑色葉鞘	32	0	0	65.6	0	3.1	3.1	0
無病徴株	根	9	0	11.1	0	66.7	11.1	11.1	0
	不伸長茎部	9	0	0	11.1	66.7	11.1	22.2	0
	枯死葉鞘	16	0	0	0	25.0	56.3	31.3	0
	緑色葉鞘	23	0	0	4.3	4.3	47.8	4.3	0

^{a)} 分けつ期(6月28日).

表63 本田中期^{a)}の褐色紋枯病および赤色菌核病罹病茎における病斑形成と菌の生息

調査部位	褐色紋枯病			赤色菌核病		
	調査茎数	病斑形成率	病原菌検出率	調査茎数	病斑形成率	病原菌検出率
主 稈	7	85.7	100	7	71.4	100
一次分けつ	24	20.8	91.7	20	30.0	90
二次分けつ	4	0	25.0	3	0	100

^{a)} 分けつ期(6月28日).

部位から高率に検出され、そのほかに灰色菌核病菌がわずかに検出された。一方、無病徴株からも各種菌核病菌が検出され、その中でも褐色菌核病菌、灰色菌核病菌および球状菌核病菌の検出率が高かった。

次に、褐色紋枯病と赤色菌核病の発病茎について、主稈と分けつ茎における病斑形成率と菌の検出率を表63に示した。まず、褐色紋枯病発病茎についてみると、病斑形成率は主稈が最も高く、次いで一次分けつ茎で、二次分けつ茎では病斑形成はみられず、また、菌の検出率も主

稈と一次分けつ茎では高率(91.7~100%)であった。これに対し、赤色菌核病発病茎についてみると、病斑形成率は前者と同様に主稈が高く、次いで一次分けつ茎であり、菌の検出率はいずれの茎でも高率(90~100%)であった。

また、表64に示すように、褐色菌核病の発病イネについて、イネの各部位から菌の検出を行った結果、根並びに下位葉鞘からは病斑形成の有無にかかわらず褐色菌核病菌が高率に検出されたほか、灰色菌核病菌と球状菌核病菌も検出された。更に、1991年の分けつ期に、褐色

表64 分けつ後期の褐色菌核病発病茎における各種菌核病菌の生息部位

調査器官 ^{a)}	調査数	菌種別検出率					
		紋枯病菌	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌
根 部	10	0	0	0	10	0	0
不伸長茎部	10	0	0	0	70	0	0
第1葉葉鞘	10(3) ^{b)}	0	0	0	40	30	10
第2葉葉鞘	10(5)	0	0	0	50	10	0
第3葉葉鞘	10(0)	0	0	0	20	10	0
第4葉葉鞘	10(0)	0	0	0	10	0	0
第5葉葉鞘	10(0)	0	0	0	0	0	0
第6葉葉鞘	9(0)	0	0	0	0	0	0
第7葉葉鞘	4(0)	0	0	0	0	0	0

^{a)} 各部の名称は星川(1975)に準じ、葉鞘は最下位葉鞘を第1葉葉鞘とした。

^{b)} 褐色菌核病の病斑が形成された葉鞘数を示す。

表65 本田中期に採取した株間の自生イネ^{a)}から検出される各種菌核病菌

調査部位 ^{b)}	調査数	菌種別検出率					
		紋枯病菌	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌
根	55	0	3.6	14.5	0	1.8	0
根 朶	55	0	0	1.8	0	0	0
不伸長茎部	55	0	3.6	10.9	0	1.8	0
鞘 葉	51	0	3.9	5.9	0	2.0	0
第1葉葉鞘	47	0	6.4	12.8	0	2.1	0
第2葉葉鞘	52	0	1.9	13.5	0	3.8	0
第3葉葉鞘	55	0	1.8	5.5	0	1.8	0
第4葉葉鞘	55	0	0	3.6	0	1.8	0
第5葉葉鞘	55	0	0	0	0	0	0
第6葉葉鞘	49	0	0	0	0	0	0
第7葉葉鞘	15	0	0	0	0	0	0
第8葉葉鞘	3	0	0	0	0	0	0

^{a)} 移植イネの株間に自生した5~8葉期の無病徴苗を供試した。

^{b)} 各部の名称は星川(1975)に準じた。

紋枯病と赤色菌核病の常発田の栽培イネの株間に自生していた無病徴イネ(5~8葉期)を採取して菌の分離を行った結果、表65に示すように、根、根朶および葉鞘から褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌と灰色菌核病菌が検出され、葉鞘では第4葉以下の下位葉鞘からのみ検出された。

2) 本田中期における枯死葉の保菌と発病との関係

図48に示すように、7月12日に採集した枯死葉から赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌の5種の菌核病菌が検出された。このうち、褐色紋枯病菌の検出率が最も高く、次いで球状菌核病菌、灰

1. ○ ○ ◇	26. ◇	51. ◇	◇	76. ◇	◇
2. □ □	27. ◇	52. ◇	◇	77. □	◇
3. □ □	28. ◇ ◇	53.	◇	78. ◇	◇
4. ◇ ◇ ◇ ◇	29. □	54. ◇ ◇	◇	79. ◇ ◇	◇
5.	30.	55. ◇ ◇	◇	80. □ □	◇
6.	31. ◇ ◇ ◇ ◇	56. ◇	◇	81. ◇ ◇ ◇ ◇	◇
7.	32. ◇ ◇ ◇ ◇	57. □	◇	82. □ ◇	◇
8. ◇ ◇ ■ ■	33. ◇ ◇	58. □ □	◇	83. ◇ ◇	◇
9.	34. □	59. ◇ ◇	◇	84.	◇
10. ○	35. ◇ ◇ ◇	60.	◇	85. □ □	◇
11. ○ ◇	36. ◇ ◇ □ ◇	61. ○ ◇ ◇	◇	86. □ □ □	◇
12.	37. ◇ ◇ ◇ ◇	62. ◇	◇	87. ○ ◇	◇
13. ○ ○ ○	38. □ □	63. ◆ ◆	◇	88. ◇ ◇ ○ ◇	◇
14. ◇ ◇ ◇ ◇	39. ◇ ◇ ◇ ◇	64. ○	◇	89. □	◇
15. ○ ◇	40.	65. ■ ◇	◇	90. ◇ ◇ ◇	◇
16. □ □	41. ◇ ◇ ◇	66. □ ◇	◇	91.	◇
17. ○ □	42. ◇ ○	67. □	◇	92.	◇
18. ◇ □	43. ◇ ◇ ◇	68. ○ ◇	◇	93.	◇
19. ◇ ◇ ◇ ◇	44. ◇ ◇ ◇ ◇	69. ◇ ◇ ◇	◇	94. ◇ ◇ ◇	◇
20. ○	45.	70. ■ ■ ■	◇	95. ◇ ◇ ◇	◇
21.	46. ◇ ◇ ◇	71. ◇	◇	96. ◇ ◇ ◇	◇
22. ○ ◇	47. □ □	72. ◇ ◇	◇	97. ○ ○	◇
23. ◇ ◇ ◇ ◇	48. □	73. ◇	◇	98. ◇ ◇	◇
24. ○ ○ ○	49. ◇ ◇ ◇	74. ○ ○ ○	◇	99. ◇ ◇	◇
25. ○ ○ ◇	50. □ □ □	75. ◇ ◇ ◇	◇	100. ◇	◇

7.12^{a)} 7.24 7.12 7.24 7.12 7.24 7.12 7.24

枯死葉No. 病病 枯死葉No. 病病 枯死葉No. 病病 枯死葉No. 病病

1 2 斑斑 1 2 斑斑 1 2 斑斑 1 2 斑斑

◇: 褐色紋枯病 ■: 赤色菌核病 ◆: 褐色菌核病
○: 灰色菌核病 □: 球状菌核病

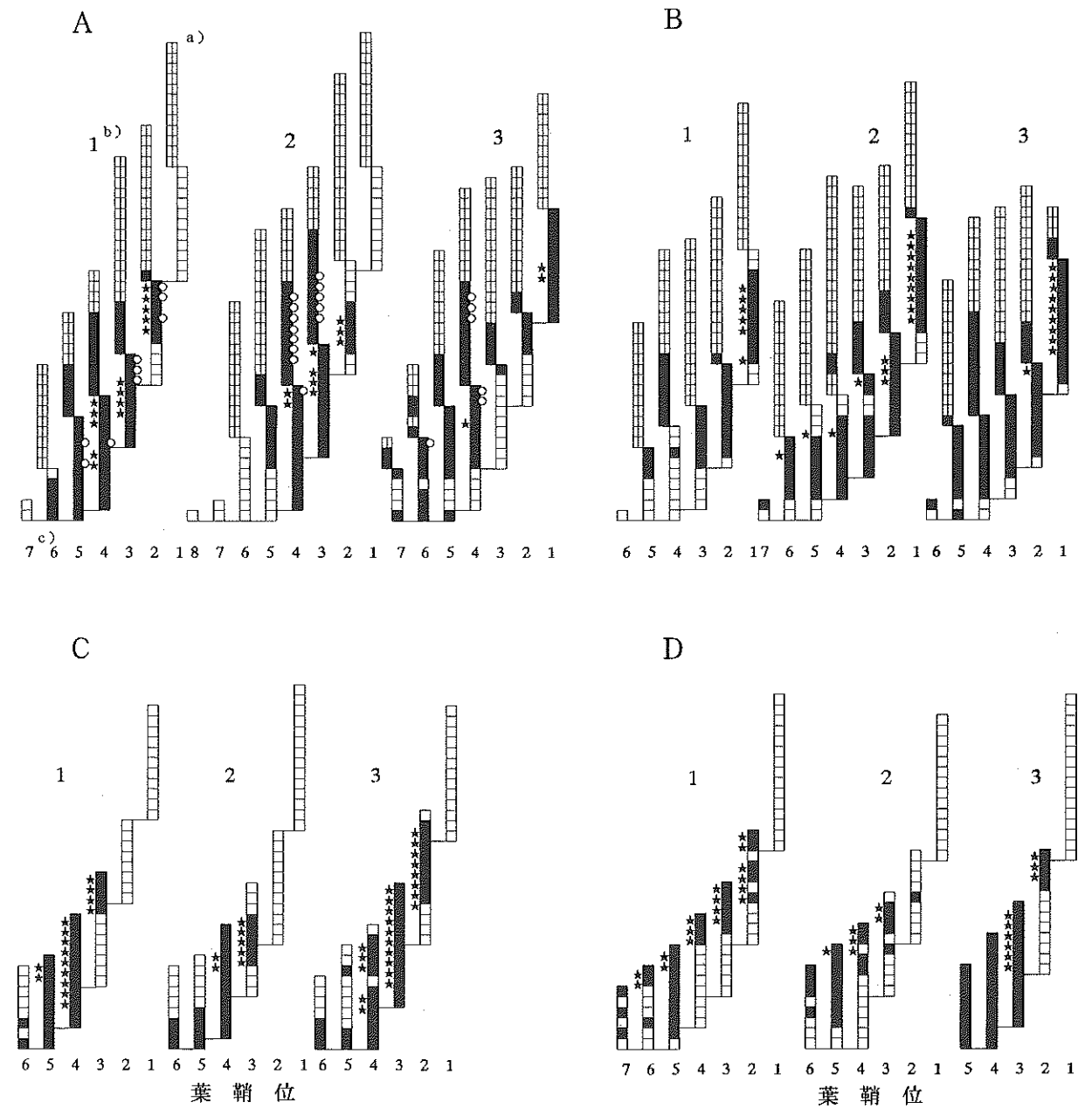
図48 枯死葉の保菌と各種菌核病の発病
a) 調査日

色菌核病菌の順であり、赤色菌核病菌と褐色菌核病菌の検出率は低かった。これら調査株の発病についてみると、褐色紋枯病の発生が多く、低率であったが、赤色菌核病、灰色菌核病、球状菌核病の発病がみられた。12日後の7月24日には、下位葉葉鞘における褐色紋枯病の病斑形成株数が更に増加した。このうち、7月12日に枯死葉の保菌がみられた株で発生が多く、また、前回枯死葉から本菌が検出されなかった株においても発生がみられた。このほか、赤色菌核病、灰色菌核病の発生もわずかにみられた。

3) 成熟期イネの各種菌核病発病茎における病斑と葉鞘および葉身上の菌の分布

図49に示すように、赤色菌核病発病茎(図49-A)における病斑は各葉鞘の中位部に形成されている場合が多く、また、紋枯病で指摘されている無病徴の上位葉葉鞘に病斑が形成される不規則型発病茎(吉村, 1955)がみられた。灰色菌核病発病茎(図49-B)では下位葉葉鞘での

病斑形成は極めて少なく、上位葉葉鞘には紋枯病様の病斑のほか、褐色の斑点など多様な型の病斑が形成されていた。この両菌核病の発病茎では、いずれも病斑形成部はもとより、地際部の枯死葉鞘から最上部の病斑形成葉鞘またはその上位葉葉鞘まで、それぞれの菌核病菌が連続して検出された。更に、病斑形成がみられた葉鞘より伸展している葉身においても、それぞれの菌核病菌が検出される場合が多かった(図49-A, B)。なお、赤色菌核病の不規則型発病茎では発病葉鞘の直下の無病徴の葉鞘からも本病菌が検出された(図49-A-3)。褐色菌核病および褐色紋枯病の発病茎(図49-C, D)についてみると、地際付近の枯死葉鞘では病斑の形成は認められなかったが、下位葉葉鞘に一度病斑形成がみられると最上の病斑形成葉鞘まで病斑はいずれの葉鞘にも連続して形成されていた。また、両発病茎とも病斑形成の有無にかかわらず地際付近の枯死葉鞘から最上の病斑形成



A: 赤色菌核病発病茎 B: 灰色菌核病発病茎
C: 褐色菌核病発病茎 D: 褐色紋枯病発病茎

■: 菌糸検出部位 ★: 病斑形成部位 ○: 菌核形成部位
□: 葉鞘部 □: 葉身部

図49 イネ各種菌核病罹病茎における病斑と菌糸の分布

a) 成熟期に採取した各菌核病罹病茎を長さ2cmに切りとり調査した
b) 調査茎No.
c) 止葉を1, 次位葉を2とし, 以下の葉鞘を順に3, 4, 5, 6, 7と表した

葉鞘まで、それぞれの菌核病菌が連続して検出された。

なお、1葉鞘当りの病斑数は赤色菌核病と褐色紋枯病の発病茎では1~2個、灰色菌核病と褐色菌核病の発病茎では数個形成されている場合が多かった。

第5節 各種菌核病菌の土壌中の行動

前記の田面並びにイネ株元における菌核病菌の生息調査では同一地点から連続して検出される場合があり、また、最初の検出地点および検出株を中心に順次隣接部からも検出されるようになる場合が多くみられた。そこで、このような現象を解明、すなわち、これら菌核病菌の土壌中における行動を知るために、土壌中における菌糸の進展と定着について検討した。

1. 材料および方法

1) 赤色菌核病および褐色紋枯病の土壌中における進展の調査法

(1) 赤色菌核病の場合

水田から採取し、蒸気滅菌後風乾した土壌を、一方はそのまま、他方はこれに風乾した稲わら粉末を2.5% (W/W) となるように添加後、両者ともポリエチレン製のタッパーウェア (34×24×10cm) に1.6kgずつ入れた。これに含水率が20%、30%または湛水条件 (深さ2cm) になるように滅菌水を加えて混和後、軽く鎮圧して25℃の定温条件下に保った。24時間後にあらかじめPDA平板培地で培養した赤色菌核病菌 (野中氏分譲菌81-141-1) の菌叢片を径5mmのコルクボーラーで打ち抜き、タッパーウェアの中央部に移植した。2日または4日ごとに菌叢片から1、2、4、6、8および10cm離れた場所に滅菌したソバ茎を各6本挿し、密閉後25℃の定温条件下に保った。取り替えたソバ茎は常法により菌の検出を行い、菌糸の到達距離を求めた。試験は2反復した。

(2) 褐色紋枯病の場合

水田から採取した土壌を、1/2,000 a ワグネルポットに入れ、イネを栽培した後、一方はそのまま、他方は蒸気滅菌後、それぞれ径12cmのポリエチレンカップに詰め、土壌の表面が均一になるようにした。これに土壌水分が30%または湛水状態になるように滅菌土壌には滅菌水

を、無滅菌土壌には水道水を添加した。褐色紋枯病菌 (野中氏分譲菌81-106-1) を25℃で、20~30日間培養した長さ1cmの稲わらをカップの一角に置床、これから1、2、4、6、8、10cm離して滅菌したソバ茎を4本ずつ挿し、密封後、25または30℃の定温条件下に保った。2日または4日ごとにソバ茎を取り替え、常法により菌を分離し、菌糸検出の有無によって到達距離を求めた。

2) 赤色菌核病保菌土壌からの感染試験法

クロルピクリンくん蒸剤で常法によって殺菌した水田土壌を1/5,000 a ワグネルポットに詰め、これを野外自然条件下に約1か月間保った後、この中央部に25℃で、2週間赤色菌核病菌 (野中氏分譲菌81-141-1) を培養した長さ4cmの稲わらを8本ずつおき、針で固定した。次に、その周囲に第1葉葉鞘が枯死した5~6葉期のイネ苗12本を植え付けた。一方は湛水条件、他方は落水条件に保ち、ガラス室内に置いた。4日と8日後にイネ苗を4本ずつ抜き取り、常法によりそれぞれについて菌の検出率を求めた。1区2ポットを供試し、結果は8日後のみ表示した。

3) 褐色紋枯病菌の土壌への定着試験法

1988年10月斐川町のHA水田において褐色紋枯病罹病葉鞘を採取し、菌核を形成した葉鞘病斑部を長さ1.5cmに切断した。11月初めに滅菌土壌を詰めた1/2,000 a ワグネルポットの表面に罹病葉鞘を30片ずつ置き、地表面が農試構内の畑地と同じ高さになるように埋設し、一方を湛水条件、他方を落水条件に保った。落水条件に保ったものは罹病葉鞘を針で地表面に固定した。1989年6月から12月まで2か月ごとに、滅菌した長さ12cmのソバ茎各20本を挿し、5日後に抜き取り、常法により菌の検出率を求めた。12月初めに各ポットに納めた罹病片および雑草などの夾雑物をすべて除去した後、12月末から翌年の9月まで再びソバ茎による菌の検出を行った。1区2ポットを供試した。

4) 菌核病常発田の田面に植付けたイネ苗からの各種菌核病菌の検出

1990年7月19日と8月2日、赤色菌核病と褐色紋枯病常習発生地益田市の横田町MN水田の畦畔から1~2列目の条間に、あらかじめガラ

ス室で育苗した苗から最下位葉の枯死した5葉期のイネ苗を植え付けた。10日後に抜き取り、根、葉鞘、葉身に分けた後、SMWA平板培地を用いて常法により菌を分離・同定し、各部位の検出率を求めた。

2. 結果

1) 赤色菌核病および褐色紋枯病菌の土壌中における進展

(1) 赤色菌核病

表66に示すように、赤色菌核病菌の土壌表面での伸展は土壌条件により差がみられた。土壌中の含水率が20%の場合に比べて30%における進展が優れ、特に、稲わら粉末を添加した場合に顕著で4日後には4cm、8日後には8cmまで到達した。一方、湛水条件下に保った土壌での進展は極めて緩慢で、1cm以上の進展はみられなかった。

表66 赤色菌核病菌の土壌表面における進展

試験区	処理 日数	菌糸の到達距離(cm)					
		1	2	4	6	8	10
①少湿 ^{a)} 標準区	2	+	-	-	-	-	-
	4	+	+	-	-	-	-
	8	+	+	-	-	-	-
②少湿稲わら区	2	+	+	-	-	-	-
	4	+	+	-	-	-	-
	8	+	+	-	-	-	-
③多湿 ^{b)} 標準区	2	+	+	-	-	-	-
	4	+	+	-	-	-	-
	8	+	+	+	+	-	-
④多湿稲わら区	2	+	+	-	-	-	-
	4	+	+	+	-	-	-
	8	+	+	+	+	+	-
⑤湛水区	2	+	-	-	-	-	-
	4	+	-	-	-	-	-
	8	+	-	-	-	-	-

^{a)} 含水率20%。

^{b)} 含水率30%。

(2) 褐色紋枯病

表67に示すように、褐色紋枯病菌は落水条件下で土壌表面をよく進展し、8日後には滅菌土壌では25℃で4cm、30℃の場合には6cmまで到達した。一方、湛水条件下では落水条件に比べて著しく劣り、8日後には滅菌土壌の30℃条件で1cmまで進展がみられたが、他の条件下では全く進展がみられなかった。

表67 イネ褐色紋枯病菌の土壌中における進展

温度	滅菌の有無	表面水の有無	経過日数	菌糸の到達距離(cm)					
				1	2	4	6	8	10
25℃	滅菌	落水	2	+	-	-	-	-	-
			4	++	++	-	-	-	-
			8	++	++	+	-	-	-
	湛水	2	-	-	-	-	-	-	
		4	-	-	-	-	-	-	
		8	-	-	-	-	-	-	
無滅菌	落水	2	+	-	-	-	-	-	
		4	++	+	-	-	-	-	
		8	++	+	-	-	-	-	
湛水	2	-	-	-	-	-	-		
	4	-	-	-	-	-	-		
	8	-	-	-	-	-	-		
30	滅菌	落水	2	++	-	-	-	-	-
			4	++	++	-	-	-	-
			8	++	++	++	++	-	-
	湛水	2	-	-	-	-	-	-	
		4	±	-	-	-	-	-	
		8	±	-	-	-	-	-	
無滅菌	落水	2	-	-	-	-	-	-	
		4	++	+	-	-	-	-	
		8	++	+	-	-	-	-	
湛水	2	-	-	-	-	-	-		
	4	-	-	-	-	-	-		
	8	-	-	-	-	-	-		

^{a)} ±: 試験回次によって検出, -: 検出率0, +: 検出率1/2>, ++: 検出率1/2≤。

2) 赤色菌核病保菌土壌からの感染

表68に示すように、滅菌土壌を詰めたワグネルポットの地表面に稲わら培養菌を接種し、ここに植付け、8日間経過したイネ苗の根および枯死葉鞘からは湛水条件下、落水条件下ともに赤色菌核病菌が検出された。

表68 表面水の有無と赤色菌核病菌の伸展

処理	表面水の有無	経過日数	調査 検出率		
			根からの検出率	枯死葉鞘	健全葉鞘
			本数	%	%
接種	有	8	8	50.0	50.0
	無	8	8	87.5	62.5
土壌	有	8	8	0	0
	無	8	8	0	0

3) 褐色紋枯病菌の土壌への定着

表69に示すように、罹病葉鞘を置いたワグネルポットの地表面からは処理翌年の6月、8月、

10月には落水、湛水両区から本病菌が検出されたが、落水区の方が検出率は高かった。罹病葉鞘、雑草など夾雑物を除いた後の冬期間の12月から翌年の4月までは両区ともに全く検出されなかった。落水処理区では5月から再び検出され、9月まで続いた。一方、湛水処理区では5月以降は全く検出されなかった。

4) 菌核病常発水田の田面に植付けたイネ苗からの各種菌核病菌の検出

表70に示すように、赤色菌核病と褐色紋枯病の発生水田に植え付け、10日間経過したイネ苗からは赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌と球状菌核病菌が検出された。検出率とイネ部位との関係についてみると赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌とも根部、枯死葉鞘からの検出率が高く、緑色葉鞘部からの検出率は低かった。採集したイネ苗の1本に病斑の形成がみられ、これからは赤色菌核病菌が検出された。

表69 接種土壌^{a)}からのイネ褐色紋枯病菌の検出(1989~'90)

田面水	調査時期別検出率 ^{b)}													
	1989 ^{c)}				1990									
	6月	8月	10月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	9月	10月	11月
の有無	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
落水	7.5	90.0	25.0	0	0	0	0	0	25.0	15.0	7.5	5.0	0	0
湛水	35.0	2.5	7.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
無処理	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

^{a)} 1988年10月に1/2,000ワグネルポットに詰めた土壌の表面に罹病葉鞘を静置。

^{b)} ソバ茎捕捉法による。

^{c)} 1989年6月~'90年7月までは月末、9月~11月は月初めに調査。

表70 褐色紋枯病と赤色菌核病の常発水田の田面に植付けたイネ苗^{a)}からの各種菌核病菌の検出

検出部位	調査数	菌核病菌別検出率						
		紋枯病菌	褐色紋枯病菌	赤色菌核病菌	褐色菌核病菌	灰色菌核病菌	球状菌核病菌	褐色小粒菌核病菌
根	95	0	2.1	7.2	0	0	3.1	0
枯死葉鞘	95	0	1.0	8.6	0	0	2.2	0
緑色葉鞘	95	0	1.0	3.2	0	0	2.2	0
枯死葉身	95	0	2.1	7.4	0	0	1.1	0
緑色葉身	95	0	0	0	0	0	0	0
無処理	55	0	0	0	0	0	0	0

^{a)} 益田市MN水田：7月19-27日、8月2-11日の2回実験合計値。

第6節 イネ褐色紋枯病菌の子実層の形成

イネの各種菌核病菌のうち、紋枯病菌は自然条件下で完全世代の担孢子形成がみられる(深津ら, 1960)が、褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、褐色小粒菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌類似の*Rhizoctonia* sp.は人為的でないと完全世代の形成はみられていない(鬼木, 1977; 鬼木ら, 1985, 1986)。ここでは、褐色紋枯病菌の自然条件下での子実層形成について調査した。

1. 材料および方法

1) イネ褐色紋枯病菌の担孢子的形成に関する調査法

(1) 自然条件下における担孢子形成の調査法

1989年松江市の早期栽培MK水田(品種:チドリ, 移植期:4月28日)では7月28日には畦畔から1列目の全株について、8月23日には南側の畦畔から1列目の株について、MO水田(品種:チドリ, 移植期:4月23日)では8月12日

に畦畔から6~8列目の株各40株について、褐色紋枯病の発病株率と子実層形成株数を調査した。子実層の形成のみられた株は茎ごとに病斑、子実層形成の有無と形成位置を調査した。また、1990年には益田市の早植栽培MN水田(品種:コシヒカリ, 移植期:4月29日)において水路沿いのA地点の畦畔から1~5列目の株各50株、その対面のB地点の畦畔から1~9列目の各50株について、6月13日、28日、7月13日、28日と8月11日(ただし、B地点については6月は畦畔から5~9列目の株)に、斐川町の早植栽培HK水田(品種:日本晴, 移植期:5月20日)では9月29日に水田内から12地点を選び、それぞれ発病株率と子実層形成株率を調査した。

2) イネ褐色紋枯病菌の担孢子的観察法

1989年8月17日に松江市の早期栽培MO, MK水田(品種:チドリ)の褐色紋枯病発病株から子実層を形成している茎を採取し、温室条件に保ったペトリ皿内のスライドガラスの上方に子実層が下向きになるよう置き、25°Cの定温器

内に静置した。24時間後に取り出し、スライドガラス上に落下した担孢子的の大きさを検鏡調査した。同様にして得た担孢子落下部に蒸留水を滴下し、25°Cの定温器内に静置し、24、48時間後に任意の100個について発芽の有無を調査した。また、子実層の一部をはぎ取り、ストレプトマイシン硫酸塩100ppm含有の素寒天培地上に置床し、伸長した菌糸をPSA斜面培地に移植し、常法によって同定した。

表71 褐色紋枯病の発病と子実層の形成状況(1989)

調査水田	調査日	調査株数	発病株数		子実層形成株数
			株	株	
松江市MO	7.27	333	5(1.5) ^{a)}	2(0.6) ^{b)}	
	8.23	73	18(24.7)	4(5.5)	
松江市MK	8.12	120	24(20.0)	6(5.0)	

^{a)} 病斑形成株率(%)。

^{b)} 子実層形成株率(%)。

表72 褐色紋枯病発病株^{a)}における病斑と子実層の形成(1989)

調査茎数	病斑、子実層の形成茎数			平均高率 ^{b)}	
	病斑	子実層	病斑+子実層	病斑	子実層
23	6	4	10	15.6(4.4) ^{b)}	20.5(3.38) ^{c)}

^{a)} 早期栽培稲(松江市MK水田, 品種:チドリ, 調査時期:7月27日)。

^{b)} 最上病斑形成葉鞘位。

^{c)} 最上子実層形成葉鞘位。

表73 褐色紋枯病の発病と子実層の形成状況^{a)}(1989)

畦畔からの作条数	調査株数	発病株率	子実層形成株率	平均高率 ^{b)}	
				病斑	子実層
6	40	12.5	2.5	19.0(3.0) ^{c)}	18.0(3.0) ^{d)}
7	40	30.0	5.0	23.1(3.0)	39.8(2.5)
8	40	17.5	7.5	30.5(2.6)	29.4(2.7)
計, 平均	120	20.0	5.0	24.4(2.9)	31.0(2.7)

^{a)} 早期栽培(松江市MO水田, 品種:チドリ, 調査時期:8月12日)。

^{b)} 病斑(子実層)高率 = $\frac{\text{草丈} - \text{病斑(子実層)高}}{\text{草丈}} \times 100$

^{c)} 最上病斑形成葉鞘位。

^{d)} 最上子実層形成葉鞘位。

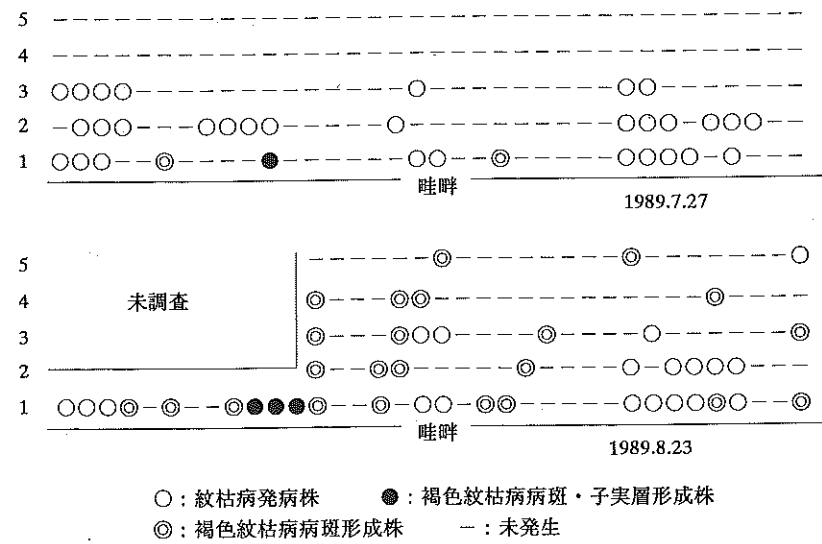


図50 褐色紋枯病の発病株と子実層形成株の分布 (早期栽培: MO水田)

2. 結果

1) イネ褐色紋枯病菌の子実層の形成

表71, 72に示すように、松江市MO水田では7月27日には調査した333株のうち、5株に褐色紋枯病の病斑が形成され、このうち2株に子実層の形成が認められた。そのうちの1株では23茎のうち6茎で病斑の形成、4茎で子実層の形成がみられた。表72, 73に示すように子実層は病斑部と同位部かその上部に形成される場合が多かった。図50に示すように8月23日には、7月27日に子実層を形成していた株の周囲で褐色紋枯病の発病株および子実層形成株が増加していた。また、松江市MO水田では調査した120株のうち24株に褐色紋枯病の発生が認められ、このうち、6株に子実層の形成がみられた。この水田においても子実層は病斑より上位に形成している場合が多かった。

いずれの調査場所、調査回次においても褐色紋枯病の病斑形成のみられない株では子実層の形成は全く認められなかった。葉鞘の子実層の形成部分には、後に褐色紋枯病様の病斑が形成され、ここからは褐色紋枯病菌が検出された。

表74に島根県内数か所の水田における子実層形成調査の結果を示した。1990年には7月27日に益田市のコシヒカリ栽培水田で褐色紋枯病発病株に子実層の形成がみられ、8月11日には褐色紋枯病発病株、子実層形成株とも増加した。しかし、出穂期の遅い斐川町の日本晴栽培水田では褐色紋枯病は多発生したが、子実層の形成

表74 褐色紋枯病の発生と子実層の形成との関係(1990)

調査水田	調査日	調査株数	発病株数	子実層形成株数
益田市 MN-A	6.13	250	2(0.8) ^{a)}	0
	28	250	6(2.4)	0
	7.13	250	26(10.4)	0
	27	250	78(31.2)	0
益田市 MN-B	8.11	250	108(43.2)	1(0.4)
	6.18	250	2(0.8)	0
	28	250	3(1.2)	0
斐川町HK	7.13	450	44(9.8)	0
	27	450	120(26.7)	5(1.1)
	8.11	450	165(36.7)	12(2.7)
斐川町HK	9.29	4,036	281(7.0)	0

^{a)} 調査株数に対する比率(%)。

は認められなかった。

2) イネ褐色紋枯病菌の担孢子

表75に示すように、担孢子は長さ7.10~11.41 μm, 幅5.07~7.86 μmの楕円形で、小嘴があり、無色であった。また、表76に示すように担孢子は蒸留水中で発芽しなかった。また、子実層形成部からは褐色紋枯病菌が分離された。

第7節 考察

イネの葉鞘に紋枯病に類似した病斑を形成する褐色紋枯病、赤色菌核病、褐色菌核病、灰色

表75 イネ葉鞘に形成された褐色紋枯病菌の担孢子の大きさ

採集水田	長さ	×	幅
松江市MO	9.58 ± 0.08 ^{a)} (7.10~10.13) ^{b)}	×	6.78 ± 0.08 (5.07~7.60)
松江市MK	8.87 ± 0.11 (7.10~11.41)	×	6.37 ± 0.08 (5.32~7.86)
鬼木(1977)	6.17~12.85	×	4.63~8.22

^{a)} 95%水準。

^{b)} 最大値~最小値。

表76 イネ褐色紋枯病菌の担孢子の発芽率

採集水田	供試孢子数	発芽率 ^{a)}	
		24時間後	48時間後
松江市MO	100	0	0
松江市MK	100	0	0

^{a)} 25°C定温条件・脱イオン水中。

菌核病、球状菌核病などのいわゆる疑似紋枯病が全国各地で発生している(藤田・竹田, 1989; 平山ら, 1982; 稲垣・仲本, 1982; 稲垣ら, 1992; 市橋・篠田, 1991; 松澤, 1990; 三浦ら, 1988; 野中ら1979, 1980; 大兼, 1990; 高木・二井, 1989)。これら各種菌核病の伝染環のうち、第一次伝染源の越冬方法については多くの報告があり(Endo, 1940; 平山ら, 1982; 稲垣・牧野, 1979; 稲垣ら, 1987; 牧野・稲垣, 1977)、その概要が明らかにされている。しかし、これら菌核病菌の越冬後の動態並びにイネ登熟期に向けて上位葉鞘に進展する経緯については不明な点が多い。ここでは第一次伝染源の活動開始期、田面における生息推移、イネへの感染時期および上位葉鞘への進展経路について本田のイネを中心に検討を行った。

1. 第一次伝染源

イネ各種菌核病菌の第一次伝染源、特に、越冬形態、翌年の菌糸伸長時期および生息場所について検討した。

褐色菌核病は菌核並びに罹病葉鞘上の菌糸で、乾燥条件下および多湿条件下、更に、土壤中越冬することが報告されている(Endo,

1940; 平山ら, 1982; 稲垣ら, 1987)が、これらの研究は培養菌を用いた実験が多い。本試験では自然条件下から採取した菌核および罹病葉鞘内菌糸について検討を行い、落水条件下および湛水条件下で越冬し、この場合は湛水条件下が好適することのほかに、土壤中においても第一次伝染期まで生存することが明らかとなった。また、春期の田面から採取した稲わらおよび代かき時の浮遊した稲わらからも本病菌が検出され、実際の水田内においても罹病葉鞘内の菌糸の形で移植期まで生存して伝染源になることが解明された。

本病菌の主要な第一次伝染源である菌核、罹病葉鞘内菌糸の菌糸伸長条件および翌年の活動開始期については不明であった。本調査によって、越冬後の菌核と罹病葉鞘からは素寒天平板培地上、水中条件下とも10°C以上の温度で菌糸伸長が可能であり、また、自然条件下でも4月中旬から菌核、罹病葉鞘、刈株から菌糸の伸長がみられることが明らかとなった。本病菌の発育最低温度(鬼木, 1979)および後述する植付け直後のイネ枯死葉から検出されることなどから、本県の移植が行われる4月末から5月前半には第一次伝染源の菌核、罹病葉鞘から菌糸伸長が可能であり、移植後の苗に進展し、直ちに感染するものと推察することができる。

褐色紋枯病菌は前年罹病葉鞘を置いたポット内の土壤中からは翌年の4月または5月以降捕捉が始まり、その率は順次高まること、また、春期に田面上の稲わら並びに代かき時に浮遊した稲わらから本病菌が検出されることから、イネ罹病葉鞘内で越冬することが明らかとなった。本病菌と同一菌であるイグサ紋枯病菌では、植物体から離脱した菌核は土壤中での耐性並びに耐水性が弱く、単独では越冬が困難であり、主として植物の遺体に付着した菌糸の形態で越冬することが報告されている(鬼木, 1976; 渡辺ら, 1966)。今回の調査では菌核と罹病葉鞘を同時に供試しており、越冬形態については不明であるが、前述のようにイネ組織においても菌核形成量が極めて少ないことから菌核単独での越冬は少なく、イグサの場合と同様に葉鞘内菌糸によるものと推察される。また、本病菌は常習発生地の水田土壌を春期に採取して調べる

と、その土壌中から高率に検出され、菌体接種土壌でも長期間生息することから、菌糸は前年の罹病葉鞘のほかに水田土壌中において越冬するものと推察される。本病菌と同一菌のイグサ紋枯病菌では菌糸の耐水性が強く、土壌中の有機物に寄生して菌糸の状態越冬し、これが翌年の主要な伝染源になること(鬼木, 1976)が報告されている。なお、著者らは土壌に稲わら培養菌を接種すると地表面に菌糸塊を形成することを認めており、PDA培地上で偽菌核や盤状の厚膜化細胞を形成する(鬼木, 1976)ことなどとの関連を明らかにし、越冬形態について追究する必要がある。また、先の罹病葉鞘や菌体接種土壌を用いた調査から本病菌は4~5月には捕捉法によって検出され、第一次伝染期まで生存した。これは生息密度の高い条件下ではこの頃から菌糸伸長が可能であることを示すものである。

赤色菌核病菌は菌核のほか、罹病葉鞘内の菌糸で越冬することが指摘されている(稲垣・牧野, 1979)。本実験では菌核を形成している罹病葉鞘をおいた土壌中や菌体接種土壌からは第一次伝染期まで本病菌が捕捉され、また、褐色紋枯病菌と同様に春期の稲わらおよび代かき時に浮遊した稲わらから本病菌が検出されることから、罹病葉鞘内で越冬することが明らかとなった。更に、本病菌は春期に採取した水田土壌中からも検出され、また、菌体接種土壌で長期間生存した。本病菌の菌核は褐色紋枯病菌と同様に第一次伝染源としての役割は低く、一方、菌糸は腐生的性質が強く、かつ、耐水性が強いことが報告(稲垣・牧野, 1979; 鬼木, 1979)されており、畑地土壌にも生息している(下川ら, 1991; 吉田ら, 1986)ことから、水田土壌中で容易に越冬するものと推察される。越冬後の菌糸の伸長は3月末または4月から始まることが明らかとなった。

灰色菌核病菌は菌核で越冬するほか、罹病葉鞘内菌糸での越冬の可能性が指摘されている(稲垣・牧野, 1979)。しかし、自然条件下で形成された菌核および罹病葉鞘を用いての実験結果の報告は少ない。本実験で自然条件下から採取した菌核や罹病葉鞘内菌糸でも容易に越冬し、更に、4月または5月から菌糸の伸長が可

能であることが明らかとなった。本病菌はいずれの湿度条件下でも生存率が極めて低いことも報告されている(稲垣ら, 1987)が、今回の実験では、菌核、罹病葉鞘内菌糸とも落水、湛水条件ともに生存率が高く、両者の間では湛水条件下の生存率がやや高かった。近縁の褐色菌核病菌の生存にも湛水条件が好適することなどから、本病菌の生存には多湿条件が好適するものと推察される。

褐色紋枯病と赤色菌核病の常習発生水田から春期に採取した水田土壌中からは褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、灰色菌核病菌、褐色菌核病菌および球状菌核病菌などが検出された。赤色菌核病菌と褐色紋枯病菌は水田内の場所によって生息密度に著しい差がみられた。両菌とも生育期間中の田面の検出の場所並びに発病株が集中しており、本病の第一次伝染源を推定する上で極めて興味深いことと言える。赤色菌核病菌は地表下15~16cm、褐色紋枯病菌は地表下7~8cmまでの土壌中からも検出されたが、いずれも地表付近からの検出率が高かった。灰色菌核病菌は地表付近、褐色菌核病菌と球状菌核病菌は地表部のほかに地表下3~4cmまたは7~8cmの深い層から比較的よく検出された。イネ各種菌核病の生息と土壌深度との関係についての報告はないが、吉田ら(1986)は赤色菌核病菌類似菌は畑地条件下では地表下20~25cmの深さまで生息していることを報告している。また、畑地土壌からは赤色菌核病菌、灰色菌核病菌および褐色小粒菌核病菌が、農道側面ならびに畦畔からはこのほかに褐色紋枯病菌が検出された。下川ら(1991)は畑地土壌から赤色菌核病菌および褐色小粒菌核病菌を、松岡(1963)は褐色紋枯病菌と同一菌であるイグサ紋枯病菌をイグサ栽培田の畦畔から検出しており、腐生的性質の強いイネ各種菌核病菌(稲垣・牧野, 1979)は畑地などにおいても普遍的に生息しているものと推察される。

種籾からは紋枯病菌と灰色菌核病菌が検出され、灰色菌核病菌は倒伏条件下などで籾の表面に多数の菌核形成がみられた場合には高率に検出された。本病は箱育苗中に発生し、根の伸長を妨げることが報告されている(栗原ら, 1978)。今後、保菌種子を用いた調査も必要であるが、

汚染土壌からの伝染のほか、種子伝染も推測される。なお、紋枯病では保菌籾を播種すると発病する(森岡, 1960)が、一般に保菌率は低く、第一次伝染源としての役割は低いことが指摘されている(堀, 1991)。

2. 田面における生息推移

前項でイネ各種菌核病菌の第一次伝染源およびこれら伝染源の活動開始期について述べた。イネの感染と関係の深いこれら菌核病菌の田面における生息推移に関する報告は極めて少なく(相川ら, 1989; 野中ら, 1990)、その実態については不明な点が多い。そこで、伝染環解明の一助として水田における各種菌核病菌の生息推移を前述のソバ茎を用いた調査法により検討した。

田面からは紋枯病菌、褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌などのイネ各種菌核病菌が検出された。このうち、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌および球状菌核病菌は4月末に移植された早期栽培水田を初め、いずれの作型の水田においても、移植直後から高率に検出された。このことは、前述の第一次伝染源の活動開始期から当然とも言えるが、実際の水田においてもイネ移植時にはこれら菌核病菌が田面に生息していること、第一次伝染源から菌糸の伸長が既に始まっていることを示すものである。また、これら3種の菌核病菌の主要な伝染源である菌核がいずれもイネ体に多数形成されることから、翌年のイネへの感染も早く、多いものと推定される。

一般には褐色紋枯病菌の本田初期の分離率は極めて低いが、田面水のなくなる中干し期から出穂期にかけて急速に高まり、また、赤色菌核病菌はイネの生育初期から検出される場合もみられたが、褐色紋枯病菌と同様に生育後半に検出率が高くなる傾向にあった。このことは田面で越冬した菌が気温の上昇あるいは落水などによって、活動を開始し、更に、それが助長されたためではないかと考えられる。鬼木(1976)はイグサ紋枯病では地温の上昇にともない、土壌中の菌が活動を開始することを報告している。また、水田における菌の検出場所についてみると、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌および球状菌核病菌の検出率は田面水中で高く、一方、

褐色紋枯病菌と赤色菌核病菌の検出率は土壌表面並びに土壌中で高く、田面水中では極めて低かった。これは前述の伝染源の形態とこれに基づく生息場所の違い、すなわち、伝染源が菌核によるものかあるいは地表面の菌糸によるものかの違いに起因すると推察される。

これら各菌核病菌、特に褐色紋枯病菌と赤色菌核病菌の水田内での検出場所は前回の調査で検出された場所を中心にして周辺に拡がり、そこから高率に分離されるようになった。これは腐生的性格が強い各種菌核病菌(稲垣・牧野, 1979)、特に、褐色紋枯病菌および赤色菌核病菌は水田土壌での生息が可能であり、後述するように好適条件下では土壌に定着するとともに、土壌中を進展し、生息場所が順次拡大するためと推定される。また、各菌核病菌の土壌中での生息場所とその付近に生育しているイネの発病との間には相関がみられ、褐色紋枯病菌では密接な関わりがあることが確認された。

イネ各種菌核病菌は刈り取り後、10月末まで田面からはイネの生育期と同様に各種の菌核病菌が検出されたが、11月以降は検出率が急速に低下し、冬期間にはほとんど検出されなかった。これはイネの各種菌核病菌はほとんどが高温性の病原菌(鬼木, 1979)であり、低温域での菌糸伸長が劣り、このために捕捉できないものと推定される。しかし、低温期に採取した土壌を保温すると各種菌核病菌が容易に検出することができ、菌種により生息形態の違いはあるものの、イネ各種菌核病菌は周年にわたり田面に生息していることが明らかとなった。

3. イネにおける各種菌核病菌の生息

前項でイネ各種菌核病菌は移植直後から成熟期まで田面に活性化して生息していることが明らかとなった。そこでイネにおける生息推移と上位葉鞘への進展経路について検討した。

箱育苗中の苗からは従来報告されていた灰色菌核病菌(栗原ら, 1978)のほか、褐色菌核病菌、赤色菌核病菌が検出された。しかし、全般的に検出率は極めて低く、本田における主要な伝染源にはならないものと推察される。なお、水田に置いた育苗箱の苗からは褐色菌核病菌が高率に検出されたが、本病菌は籾から検出されないこと(門脇・磯田, 1992e)から種子伝染

ではなく、調査水田は前年本病が多発していることから本病菌の生息密度が高く、また、前述のように第一次伝染源からの菌糸の伸長が始まっており、そこに育苗箱を置いたため感染したものと推定される。

次に、水田に置かれた補植用の苗やイネの枯死葉には移植間もない頃から各種菌核病菌が生息しており、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌の保菌率は日数の経過とともに高まった。これら菌核病菌のうち、褐色菌核病菌は移植時には第一次伝染源である菌核や罹病葉鞘内菌糸の発芽が可能な温度条件に達しており(門脇ら, 1992c)、しかも前述のとおり、移植直後の田面には各種の菌核病菌が生息していることから当然の結果とも言えるが、紋枯病菌(高坂, 1960)に比べてイネへの伝染の時期はかなり早いものとも推察される。また、補植用の苗並びに本田に植え付けられたイネ株には褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌の菌核が多数付着していることから、これら菌核病菌は田面で越冬していた菌核が主要な伝染源であると考えられる。一方、褐色紋枯病菌と赤色菌核病菌は補植用の苗および移植当初のイネ枯死葉からの検出率はいずれも低く、気温が上昇し、落水条件で管理されることの多くなる分けつ後期～出穂期頃から高まった。両菌種とも元来菌核の形成量は比較的少なく、かつ、耐久性が劣る(鬼木, 1979)ことが指摘されている。また、補植用の苗や本田初期のイネ株には菌核の付着はほとんどないこと、更に、移植直後には田面の生息密度が低く、分けつ期頃から高まることとよく一致し、土壌中で生息していた菌糸による伝染が多いものと考えられる。これらは前述の田面における各種菌核病菌の生息位置、すなわち、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌および球状菌核病菌は水中から、褐色紋枯病菌と赤色菌核病菌は土壌表面並びに土壌中から検出されることとよく一致する。鬼木(1976)もイグサ紋枯病で土壌中の菌密度が高まったのち、伝染することを指摘している。

イネ株元においても、紋枯病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌は調査を開始した分けつ期から、また、褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌は分けつ期～出穂期頃から検出され、

その検出率は時期の経過とともに高まった。これは各種菌核病菌の水田における生息推移、補植用の苗または本田の枯死葉における生息推移と一致し、イネ株元においてもイネ各種菌核病菌は、分けつ期には既に生息していることが明らかとなった。また、本田中期のイネ株元から検出される菌種と上位葉葉鞘での発病菌種は大体一致しており、特に、褐色紋枯病および赤色菌核病で顕著であった。これは下位葉葉鞘に到達した菌が上位葉葉鞘の発病に強く関わっていることを示すものである。また、両病は発病株が連続しており、褐色紋枯病では最初の検出株を中心に隣接株に拡大することが認められた。これは前述の田面からの検出場所および発病株が集中分布すること、更に土壌における生息場所と発病との間には密接な関係があることなどから、土壌伝染の可能性が高いことを示唆するものである。なお、イネが倒伏し、紋枯病が多発生した水田、または株からの検出時期が遅かった場合には株元からの検出菌種と成熟期の発病菌種が必ずしも一致しなかった。これは倒伏などによる紋枯病菌の隣接株への伝染(高坂, 1960)と菌種間の病原性の差異(Chen, 1963; 野中ら, 1982a)によるものと推察される。

紋枯病以外のイネ各種菌核病は発生時期が遅く、登熟期になると上位葉葉鞘に進展するのが一般的である(中田・河村, 1939; 牟田ら, 1985)。しかし、前述のように、これらイネ各種菌核病菌は移植直後から水田に生息しており、枯死葉および株元からは極めて早い時期から検出された。そこで、これら各種菌核病菌が下位葉葉鞘から上位葉葉鞘にどのような経路で進展するかを明らかにするために、本田中期のイネ体での菌の検出部位および成熟期の発病茎における病斑と病原菌の分布について調査した。本田中期に褐色紋枯病と赤色菌核病の常習発生水田から採取した発病株では、下位の枯死葉鞘をはじめ不伸長茎部、根部などから当該病原菌種が高率に検出されるほか、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌などが検出された。また、褐色菌核病発病茎または無病徴イネの根部や下位葉葉鞘からも各種の菌核病菌が検出されたが、上位葉葉鞘からは検出されなかった。これは前述の田面における生息推移並びに枯死葉にお

る検出推移の結果とよく符合し、分けつ期の水田ではすでにイネ株元を中心に数種の菌核病菌が定着していることを示すものである。本田中期の発病株における菌核病菌の分布と病斑形成位置について調査した結果、褐色紋枯病と赤色菌核病の発病株における当該菌種の検出率では分けつの次位による差は少なかったものの、病斑形成率には明らかに差がみられ、主程で高く、分けつ茎で低いことが明らかとなった。イネ各種菌核病の病斑形成にもイネ紋枯病あるいはイグサ紋枯病の場合と同様に、葉鞘の抽出後の経過日数の相違による感受性の差(高坂, 1960)が関与しているものと推察された。また、成熟期に採取した褐色紋枯病、赤色菌核病、褐色菌核病および灰色菌核病の発病茎では病斑形成がみられない地際の枯死葉鞘から最も上部に位置する病斑形成部葉鞘まで、それぞれの病原菌が連続して検出された。相川ら(1989)も成熟期のイネ体上には病斑の有無にかかわらず各種菌核病菌が広く分布していることを報告しており、このことは、下位葉葉鞘から伸展した菌が上位葉葉鞘の病斑形成に強く関わっていることを示すものである。

このように、殺生力が比較的弱いこれらイネ各種菌核病菌(稲垣・牧野, 1979)は周年水田に生息しており、イネの移植時には活性化し、移植後ただちにイネへの伝染するが、本田中期頃までは老化した葉鞘上で病斑を形成するか、または、無病徴のまま下位の枯死葉鞘などで腐生的な生活をしており、出穂後イネの耐病性の低下(高坂, 1960)に伴い上位葉葉鞘に病斑を形成することが明らかとなった。

早期栽培イネの褐色紋枯病の罹病株で子実層形成がみられた。この子実層から得た担胞子は鬼木(1977)が土壌法によって形成させたものと大きさが一致した。イネ菌核病菌のうち、紋枯病菌は自然条件下で完全世代が確認され、担胞子の実際の水田における伝染源としての役割りについても検討が加えられている(深津ら, 1960)。一方、赤色菌核病菌(鬼木ら, 1985)、褐色菌核病菌(鬼木ら, 1986)、褐色紋枯病菌(鬼木, 1977)は土壌法によって完全世代が形成されている。褐色紋枯病菌と同一の菌糸融合群であるテンサイの葉腐病菌は発病株の周辺土壌お

よび葉柄基部の病斑周辺に多数形成され、この胞子が伝染に重要な役割りを果たすことが明らかにされている(内藤・杉本, 1980)。本病菌についても担胞子の伝染源としての役割りについては今後更に検討を要する。

第9章 総合考察

イネの葉鞘に病斑を形成する *Rhizoctonia* 属菌および *Sclerotium* 属菌による病害としては、現在までにイネの主要病害である紋枯病(鶴田, 1916)をはじめ、褐色紋枯病(渡辺ら, 1977)、赤色菌核病(中田・河村, 1939)、褐色菌核病(中田・河村, 1939)、灰色菌核病(原, 1930)、球状菌核病(原, 1930)、褐色小粒菌核病(中田・河村, 1939)、さび色菌核病(舟山ら, 1962)のほかに、灰色菌核病菌類似の *Sclerotium* sp. (鬼木, 1979) とミギ株腐病菌(松浦, 1930)による病害の合計10種類あることが明らかにされている(鬼木, 1979)。このうち、イネ葉鞘に疑似紋枯症を起因する褐色紋枯病、赤色菌核病、褐色菌核病、灰色菌核病、球状菌核病など各種菌核病が、全国各地に広く発生しており(平山ら, 1982; 稲垣・仲本, 1982; 松澤, 1990; 三浦ら, 1988; 野中ら, 1979, 1980; 大兼, 1990; 高木・二井, 1989)、これが多発生すると収量、品質にも悪影響があること(平山ら, 1982; 大兼, 1990; 齊藤ら, 1992; 作井・梅原, 1984; 佐久間ら, 1991a)が明らかにされ、次第に注目されるようになってきた。しかし、その発生生態、防除対策などについては不明な点も多く、種々の問題を残している。そこで、これら菌核病の病徴・菌核形成を検討して診断法を明らかにするとともに発生実態および伝染環について疫学的検討を行った。

1. イネ各種菌核病の病徴と診断

イネ各種菌核病の病徴については多くの報告があり(Endo, 1940; 原, 1930; 中田・河村, 1939; Ryker & Gooch, 1938; 櫻井, 1917; 澤田, 1922)、中田・河村(1939)は詳細な調査結果から病徴と診断に関する検索表を作成した。その後、新しい菌核病(舟山ら, 1962; 渡辺ら, 1977)が報告され、鬼木(1979)は再び病原菌とその病徴並びに診断法について取りまとめ

た。これらイネ各種菌核病は近縁の病原菌によって起こる病害であり、類似した病斑を形成するために、診断が困難なことも多く(稲垣・伊藤, 1985; 牟田ら, 1985; 渡辺ら, 1977), 従来、紋枯病として取り扱われている病斑の中には各種の菌核病が混在していること(稲垣・伊藤, 1985; 野中ら, 1979, 1980)が指摘されている。そこで、これらイネ各種菌核病の簡易診断法確立のために、診断学的特徴について調査した。その結果、各菌核病の菌核および病斑の形状並びにその形成部位には既往の報告にみられる特徴のほか、更に、それぞれの菌種間の識別に役立つ特異点が発見できた。

褐色紋枯病では既知の流れ型病斑の形成すること(牟田ら, 1985), 病斑輪縁部の幅が広く、不鮮明であること(牟田ら, 1985)等の特徴のほか、病斑の形成初めには病斑中心部は灰緑色水浸状で、後に灰白～淡褐色になること、病斑の拡大に伴って病斑輪縁部が輪紋状となること(門脇ら, 1991 f), 更に、高温期に登熟を迎えるイネでは子実層を形成すること(門脇ら, 1991 a)等を明らかにした。本病と病徴が酷似しており、肉眼による識別が困難と言われている赤色菌核病とは病斑形成位置の違い、すなわち、本病は葉鞘合わせ目の上側葉鞘または全面に、一方、赤色菌核病は下側葉鞘に病斑を形成することにより識別できた(門脇ら, 1991 f)。

赤色菌核病では葉鞘の中位部に病斑が形成され、病斑輪縁部の幅が広く(平山ら, 1982; 牟田ら, 1985), このため病斑全体が黒くみえること(平山ら, 1982)が報告されている。本調査によって、更に、上位葉鞘では不整形の病斑を形成し、その病斑中心部の葉脈間は淡褐色であるが、葉脈部は黒褐色であり、このために病斑全体が黒褐色を呈すること、また、中位葉鞘では病斑中心部は灰白色を呈し、もろくなって裂開すること並びに葉身にも病斑および菌核を形成すること(門脇ら, 1991 f)等を明らかにした。このうち、上位葉鞘の病斑中心部における葉脈部が黒褐色であることが本病の特徴であり、本病の診断に活用できた。

褐色菌核病ではほとんどの病斑の病斑中心部に褐色の条線が存在することを明らかにした(磯田, 1987; 門脇・磯田, 1989 a)。この条線

は既往の報告(Endo, 1940; 平山ら, 1982; 牟田ら, 1985; 中田・河村, 1939)には記載はなく、先の特殊調査の中で著者らが提唱以来、担当各県によって本病特有の病徴として確認されており、透過光を利用すると容易に観察され、これが本病診断の指標となった。

灰色菌核病では既知の長楕円形病斑(中田・河村, 1939), 斑点型病斑(平山ら, 1982)のほか、斑紋型病斑および上位葉鞘では葉鞘の合わせ目の上側葉鞘の葉縁に健全部との境界が波状を呈する流れ型病斑を形成すること(門脇ら, 1991 g)を明らかにした。また、平山ら(1982)が紋枯病との識別点とした斑点型病斑は他の菌核病にみられない特徴であり、これが本病診断の指標となることが明らかとなった。

このほか、球状菌核病および褐色小粒菌核病についても観察調査し、イネ葉鞘に病斑を形成する各種菌核病について、多くの診断的相違点を明らかにすることができた(門脇ら, 1991 f, 1991 g)。これらの結果を基に既往の報告(平山ら, 1982; 牟田ら, 1985; 中田・河村, 1939; 野中, 1977; 野中ら, 1990, 渡辺ら, 1977)を参考にして標徴に関する一覧表と診断のための流れ図を作成し(門脇, 1992), 簡易診断法を確立した。

2. イネ各種菌核病菌の検出方法

イネ各種菌核病菌が所属する *Rhizoctonia* 属菌および *Sclerotium* 属菌は土壤伝染性病害の主要な病原菌であり、その生息調査には種々の方法(Blair, 1945; Davey & Papavizas, 1962; 宇井・生越, 1964 a; Warcup, 1960)が用いられているが、イネ各種菌核病菌の田面からの検出法については未確立であり、これら菌核病菌の田面における生息の実態については全く不明であった。捕捉材料にソバ茎、稲わらまたはムギ稈を用い、湛水時にはその先端が水面の上に出るように田面土壤に挿し、5日間保つことにより各種菌核病菌が捕捉・検出された。また、自然条件下では検出されない低温時には水田から土壌片を採取し、この上に滅菌した成熟ソバ茎を置き、25℃の温室条件下に4～8日間保つことにより、各種の菌核病菌を捕捉、分離できた。これら捕捉材料から菌の分離にはストレプトマイシン硫酸塩100ppmとメタラキシル10ppm濃

度となるように添加した素寒天平板培地を用いると、細菌類および鞭毛菌類の生育を抑え、イネ各種菌核病菌を効率的に検出することができ、イネ各種菌核病菌の田面における生息調査法を確立した(門脇ら, 1992 e)。

3. 島根県におけるイネ各種菌核病の発生実態

島根県下の水田には紋枯病のほか、褐色紋枯病、赤色菌核病、褐色菌核病、灰色菌核病、球状菌核病、褐色小粒菌核病の7種の菌核病の発生がみられた。紋枯病、褐色菌核病および灰色菌核病の発生水田率はそれぞれ約80%、発病株率もコシヒカリではいずれも10%を越えた。また、日本晴においてもこれら3菌種の発生水田率および発病株率が高く、島根県下の水田ではこれら3種を中心に各種のイネ菌核病が混在して発生していること(門脇・磯田, 1990, 1992 b)が明らかとなった。灰色菌核病は従来イネ各種菌核病の中では比較的発生の少ない菌種と考えられてきた。これは他の菌種に比べて病斑が不鮮明であること、また、本病特有の小斑点が調査の対象として取り扱われなかったためとも推定できる。発生調査が分離法によって行われるようになって以来、この灰色菌核病は全国各地で発生が確認され(稲垣・仲本, 1982; 松澤, 1990; 三浦ら, 1988; 野中ら, 1979; 1980; 大兼, 1990; 高木・二井, 1989)でイネ各種菌核病の主要菌種となっている。また、各種菌核病は地域によって発生量に差がみられ、褐色菌核病は山間部、褐色紋枯病並びに赤色菌核病は平坦部における発生が多かった。そこで、これら菌核病の発生と標高および登熟期の気温との関係についてみたところ、褐色菌核病は標高と正、登熟期の気温と負、赤色菌核病は標高と負、気温と正の相関(門脇・磯田, 1992 b)がみられた。褐色菌核病菌は他のイネ菌核病菌と同様に高温性であるが、低温域でも比較的よく発育する(鬼木, 1979)。また、本県では高温期に登熟を迎えるイネに比べて熟期が遅いイネにおける発生が多い(門脇・磯田, 1992 c)こと、更に、成熟期の気温が低温である北海道などでも普遍的に発生(遠藤, 1934; 舟山・平野, 1961)がみられることなどから、本病の発生には登熟期の低温が好適しているものと推定できる。一方、赤色菌核病菌はイネ菌核病菌のうちでも、

特に、高温性(鬼木, 1979)であり、また、水稲栽培の早期化によって発生が増加したこと、赤色菌核病および褐色紋枯病は高温の年に多発生することが指摘されていること(鬼木, 1979)などから、両病害が平坦地に多いのは登熟期の高温によって発病が助長されるためと推察される。

同一水田内には2～4種を中心に1～6種の菌核病が混在していた。優占水田率はコシヒカリでは紋枯病、褐色菌核病、灰色菌核病がほぼ同率でいずれも30%を越えた。赤色菌核病と褐色紋枯病の優占水田率は低かった。なお、山間部では褐色菌核病の優占水田率が高かった。一方、日本晴では褐色菌核病の優占水田率が高く、1/2以上を占め、次いで紋枯病、灰色菌核病であった。この品種および地域による優占水田率の違いは前述のイネの登熟期における気温の影響によるものと推察できる。

次に、各種菌核病の上位葉鞘への進展についてみると病斑高率はコシヒカリでは紋枯病>灰色菌核病≧赤色菌核病>褐色紋枯病≧褐色菌核病>球状菌核病、日本晴では紋枯病>灰色菌核病>赤色菌核病≧褐色菌核病>褐色紋枯病>球状菌核病の順であった。最上発病葉鞘位はコシヒカリでは紋枯病>赤色菌核病>灰色菌核病≧褐色紋枯病≧褐色菌核病>球状菌核病、日本晴では紋枯病>褐色菌核病≧灰色菌核病>赤色菌核病>褐色紋枯病>球状菌核病の順であった(門脇・磯田, 1992 c)。これは各菌核病菌のイネに対する病原性の差異(Chen, 1963; 稲垣ら, 1981; 野中, 1982 a)に基づくものと推察される。しかし、調査品種間による発病差がみられた。すなわち、褐色菌核病は病斑高率および最上発病葉鞘位ともコシヒカリに比べて日本晴で高く、赤色菌核病および褐色紋枯病では逆であった。これは熟期が早く、高温期に登熟を迎えるコシヒカリと熟期が遅く比較的低温期に登熟を迎える日本晴との違い、すなわち、褐色菌核病の発生には比較的低温が適し、一方、褐色紋枯病および赤色菌核病の発生には高温が適するためと推察され、これは上位葉鞘への進展には病原性のほかにそれぞれの病害の発生条件が関わっていることを示すものである。

無病徴の葉鞘からも各種の菌核病菌が検出さ

れ、このうち、灰色菌核病菌の検出率が高かった。これは本病は発生時期が遅く、イネの下位葉葉鞘に病斑形成がなかったことのほかに、本病菌の産生する植物毒素(門脇・磯田, 1989c)によって病斑を未形成のまま葉鞘を枯死させたためとも推察される。

4. イネ各種菌核病菌の分布様式

イネの主要病害である紋枯病についてはその分布様式が明らかにされ、調査方法が確立(羽柴, 1984; 堀・安楽, 1971; 小池ら, 1986)されている。しかし、その他の菌核病については不明な点が多い。そこで、Iwao (1968) のm-m回帰解析により各種菌核病の分布様式を検討した結果、褐色紋枯病と赤色菌核病は紋枯病と同様に集中分布、一方、褐色菌核病と灰色菌核病は一様分布またはランダム分布することが明らかとなった。この分布様式の差は伝染方法の違い、すなわち、褐色菌核病と灰色菌核病は多量に形成される菌核、一方、褐色紋枯病と赤色菌核病は土壌中から進展した菌糸による伝染が主体であるためと推察された。また、m-m回帰解析から得られた基本集合度指数と密度-集合度係数から発生調査に必要なサンプル数(区画)(Iwao & Kuno, 1971)を推定することができた。

5. イネ各種菌核病の発生推移

各種菌核病の発生時期は既往の報告(平山ら, 1982; 中田・河村, 1939; 竹田ら, 1986)より早く、褐色菌核病は6月上中旬、褐色紋枯病は6月中下旬、赤色菌核病は7月上中旬、灰色菌核病と球状菌核病は6月末~7月上旬に初発生し、発病株率は順次高まった。このような菌核病の種類による発病の早晚には、各菌核病菌の病原性の強弱(Chen, 1963; 稲垣ら, 1981; 野中ら, 1982a)および菌糸の発育適温(鬼木, 1979)のほかに、田面における生息密度(門脇・磯田, 1993b)などが関わっているものと推察される。また、球状菌核病を除く各菌核病の上位葉葉鞘への進展は出穂後となった(門脇・磯田, 1992c; 門脇ら, 1992f)。これにはイネ体の抵抗性の低下が大きく関与しているものと推察される。灰色菌核病は倒伏並びに長雨などの多湿条件下で発生が助長され(門脇・磯田, 1992d)、このような気象条件では広く発生すること

が本調査で明らかとなった。

6. イネ各種菌核病の伝染環

紋枯病以外の各種菌核病菌は菌核のほかに、罹病葉鞘内菌糸で越冬した刈株および田面の稲わらが主要な第一次伝染源である。これら第一次伝染源の越冬後の活動開始時期はこれまで不明であったが、いずれの菌種も越冬翌年の4、5月の比較的低温条件下でも菌糸伸長が認められる(門脇ら, 1992c, 1992d)ことから、早期の感染が裏付けられた。更に、菌核の形成量が少なく、その耐久性も弱い褐色紋枯病菌および赤色菌核病菌(鬼木, 1979)については、両病害の常習発生地では春期に採集した土壌から高率に検出されること(門脇ら, 1990a)や菌体接種土壌を用いた実験結果から、罹病葉鞘内の菌糸のほかに、土壌中で越冬することが明らかとなった。

ソバ茎捕捉法によってイネ各種菌核病菌の田面における生息推移を調査したところ、イネ各種菌核病菌は移植直後には水田に活性化して生息しており、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌は移植後から、褐色紋枯病菌および赤色菌核病菌は主として分けつ期頃から検出率が高まった。また、褐色紋枯病菌と赤色菌核病菌は最初の検出地点を中心に順次隣接地点に拡大することが確認され、これら菌核病菌の検出地点と隣接株の発病菌種との間には密接な関係がみられた。これは両病菌が土壌表面を進展し、イネ株に伝染したためと推察された。そこで、この2菌種を用いて土壌中の進展について調査したところ、好適条件下ではいずれも土壌中をよく進展し、そこに移植したイネからは当該菌種が検出され、この現象を実証できた。一方、イネにおいても枯死葉および株元では田面からの検出時期と同時期またはやや遅れて各種菌核病菌が検出され、これら菌核病菌のイネへの伝染の時期は極めて早いことが明らかとなった。しかし、ただちに上位葉葉鞘に進展し、病斑を形成することはなく、本田中期までは下位葉または中位葉の葉鞘に病斑形成または無病徴のまま生息していることが多かった。株元から検出される菌種と成熟期の上位葉葉鞘における発病菌種は一致し、また、成熟期の各種菌核病発病茎では地際の枯死葉鞘から最上の病斑形成葉鞘

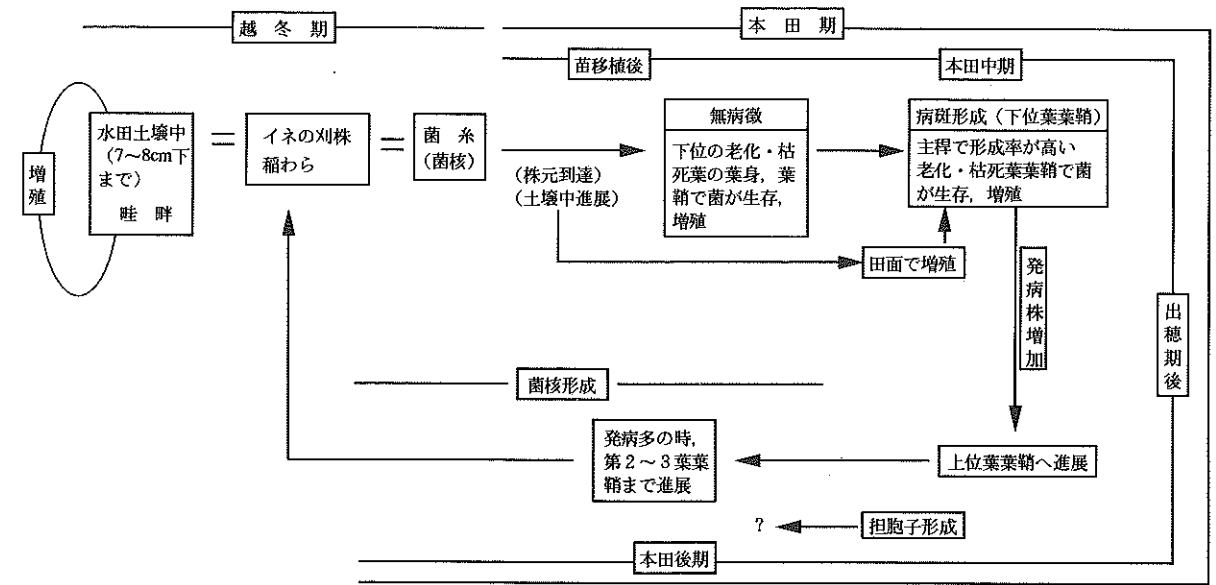


図51 褐色紋枯病の伝染環

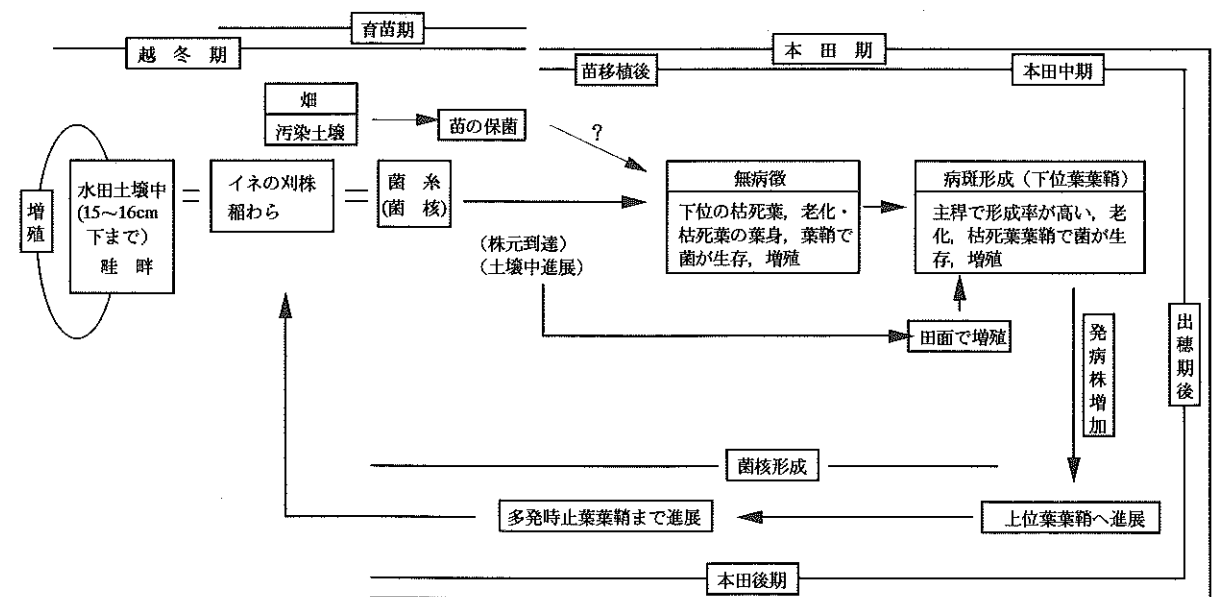


図52 赤色菌核病の伝染環

まで菌糸は連続して分布していることなどから、腐生的性質が強いこれらの菌核病菌は本田中期までは下位葉葉鞘で伝染を繰り返しながら、侵入発病に好適な条件の到来を待って上位葉葉鞘に進展し、発病する経緯が推定できた。これらのことを総合してイネ各種菌核病の伝染環を推定すると図51, 52, 53, 54のように示すことができる。

摘要

本報告はイネの葉鞘に病斑を形成するRhizoctonia属菌およびSclerotium属菌による病害のうち、紋枯病を除く疑似紋枯症を起因する各種菌核病について、現地の水田と水稲を対象にして、その病徴並びに診断法、島根県における発生実態、水田内分布様式および伝染環について研究した結果をまとめたものである。

病株率はいずれも約10%であった。赤色菌核病、褐色紋枯病がこれに次いだ。球状菌核病および褐色小粒菌核病は極めて低かった。

(4) 褐色菌核病は山間部、赤色菌核病および褐色紋枯病は平坦部で発生が多い傾向がみられた。その他の菌核病は特に顕著な差はみられなかった。褐色菌核病の発生と登熟期の気温との間には高い負の相関があり、特に、平均気温、最低気温で顕著であった。赤色菌核病は登熟期の気温と正の相関関係があった。

(5) 灰色菌核病は倒伏によって発生が助長された。

2) 各種菌核病の発生様相

(1) 各種菌核病の病斑高率はコシヒカリでは紋枯病が最も高く、次いで灰色菌核病≧赤色菌核病>褐色紋枯病≧褐色菌核病の順で、球状菌核病は極めて低かった。日本晴では紋枯病が最も高く、灰色菌核病>赤色菌核病≧褐色菌核病>褐色紋枯病の順となり、球状菌核病は低かった。

(2) 最上発病葉鞘位も病斑高率と同様にコシヒカリでは紋枯病が最も高く、次いで赤色菌核病>灰色菌核病≧褐色紋枯病≧褐色菌核病>球状菌核病の順であった。日本晴では紋枯病に次いで褐色菌核病≧灰色菌核病>赤色菌核病>褐色紋枯病>球状菌核病の順であった。

(3) 紋枯病菌は上位葉鞘ほど検出率が高く、赤色菌核病菌、灰色菌核病菌は各葉鞘からほぼ同じ割合で検出された。褐色菌核病菌、褐色紋枯病菌、球状菌核病菌は下位葉鞘からの検出率が高かった。

(4) 同一水田からは1~6種の菌核病菌が検出され、紋枯病、褐色菌核病および灰色菌核病を中心に2~4種の菌核病が混在していた。コシヒカリでは紋枯病、褐色菌核病と灰色菌核病の優占水田がほぼ同等でこれら3菌種で90%以上を占め、赤色菌核病および褐色紋枯病が優占種になっている水田もみられた。日本晴では、褐色菌核病の優占水田率が極めて高く、紋枯病、灰色菌核病がこれに次いたが、赤色菌核病は優占種になっている水田は少なかった。

(5) 同一茎からは1種類の菌核病菌が検出されることが多かったが、2種検出される茎が約15%、まれには3種の菌核病菌が検出される

場合もみられた。

(6) 褐色紋枯病および赤色菌核病の検出茎率とイネすじ葉枯病の止葉における、病斑数との間には正の相関がみられた。

(7) 無病徴の病斑からは各種菌核病菌が検出され、上位葉鞘に当該菌種の病斑を形成している菌核病菌が多かった。灰色菌核病菌の検出率が最も高かった。

4. 各種菌核病の水田内分布

1) 紋枯病は畦畔沿いに多く、その他の菌核病は水田の中央部に多い傾向がみられた。褐色紋枯病は水田の周辺部では畦畔に近いほど多い傾向にあり、また、灰色菌核病は畦畔から1~2列目の作条では少なかった。

2) 紋枯病の発病株は連続して発生することが多く、他の菌核病は多発生時の灰色菌核病を除いて、単独株または数株連続して発生することが多かった。

3) イネ各種菌核病の分布様式の解析にはIwao (1968) の $m-m$ 回帰解析が適用できた。紋枯病、赤色菌核病と褐色紋枯病は集中分布、褐色菌核病と灰色菌核病は一様分布であった。得られた結果から、調査に必要なサンプル数を推定できた。

5. 各種菌核病の発生推移

1) 褐色紋枯病は多発生圃場などでは6月中下旬から、一般には6月末から7月初めに初発生した。その後、上位葉鞘に順次進展し、熟期の早い品種、作型では出穂後に上位葉鞘への進展が著しかった。

2) 赤色菌核病は7月中旬に下位葉鞘に初発生し、発病株率は経時的に高まった。出穂期、特に、出穂2週間後から病勢は活発となり、上位葉鞘に進展し、常習発生地では止葉葉鞘に病斑を形成した。

3) 褐色菌核病は早期栽培で6月上中旬、普通期栽培では6月下旬に下位葉鞘に小型の病斑を形成した。出穂期頃から下位葉鞘に大型の病斑を形成し、中山間・山間部の早植栽培のコシヒカリおよび熟期の遅い日本晴などでは、出穂期の1~2週間後から上位葉鞘に急速に進展し、成熟期には多発水田では次葉~止葉葉鞘が侵された。チドリなど熟期の早いイネでは上位葉鞘への進展は緩慢であった。

4) 灰色菌核病は下位葉鞘では6月末から発生がみられ、上位葉鞘への進展は登熟後期になることが多かった。降雨など多湿条件下で急速に蔓延した。

5) 球状菌核病は、6月末~7月上旬でに初発生し、成熟期まで発生がみられたが、最上発病葉鞘位、病斑高率とも極めて低かった。

6. イネ各種菌核病の伝染環

1) 第一次伝染源

(1) 褐色菌核病菌

① 菌核、罹病葉鞘内菌糸とも落水、湛水条件下の地表および土中で越冬し、湛水条件下における生存率が最も高かった。

② 野外、湛水条件下に保った越冬後の菌核、罹病葉鞘からは10℃以上で菌糸が伸長し、10~25℃の温度範囲では高温ほど好適であった。自然条件下では4月中旬以降には菌糸伸長が可能であった。

(2) 赤色菌核病菌

① 罹病葉鞘内で越冬し、罹病稲わらを置いた土壌表面からは翌年の4月から本病菌が検出され、検出率は7月以降高まった。菌体接種土壌においても越冬は可能であり、落水条件下が好適した。

(3) 褐色紋枯病菌

① 罹病葉鞘で越冬し、水田条件下に保った罹病稲わらからは翌年の4月から菌糸の伸長が可能で、検出率は湛水条件下、落水条件下ともに6月までは高かったが、湛水条件下では7月以降は急速に低下した。菌体接種土壌においても越冬が可能であり、落水条件下が好適した。

(4) 灰色菌核病菌

① 菌核のほかに、罹病葉鞘中の菌糸で、落水条件下、湛水条件下および土中で越冬し、湛水条件下での生存率が高かった。菌核、罹病葉鞘をおいた土壌からは3月末から本病菌が検出された。

2) 各種菌核病の越冬場所

(1) 冬期および春季の田面における生息

① 冬期間の刈株からは褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、灰色菌核病菌、褐色菌核病菌、球状菌核病菌が検出された。

② 春期の田面から採取した土壌中からは褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、灰色菌核病菌、

褐色菌核病菌、球状菌核病菌が検出された。褐色紋枯病菌と赤色菌核病菌の生息密度は水田内の場所によって著しく異なっていた。赤色菌核病菌は地表下15~16cm、褐色紋枯病菌は地表下7~8cmの土壌中まで生息しており、両菌種とも地表付近での生息密度が高かった。灰色菌核病菌は地表部付近からの検出率が高く、褐色菌核病菌、球状菌核病菌はこれら菌種に比べてやや深い層からの検出率が高い傾向にあった。

③ 春期に田面から採取した稲わらおよび代かき時に浮遊した稲わらからは、褐色菌核病菌、赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌が検出され、灰色菌核病菌、球状菌核病菌、褐色菌核病菌の検出率が高かった。

(2) 種籾からは紋枯病菌、灰色菌核病菌が検出された。灰色菌核病菌は、倒伏し、籾の表面に菌核の形成がみられた場合には高率に検出された。

(3) 一般畑からは赤色菌核病菌、灰色菌核病菌と褐色小粒菌核病菌が検出された。水田に隣接した農道の側面や畦畔からは赤色菌核病菌、灰色菌核病菌、褐色小粒菌核病菌、褐色紋枯病菌、褐色菌核病菌、紋枯病菌が検出された。

3) 田面における生息推移

(1) 田面からは移植直後から各種の菌核病菌が検出された。球状菌核病菌、灰色菌核病菌、褐色菌核病菌などの検出率は生育初期から高く、赤色菌核病菌と褐色紋枯病菌の検出率は分けつ期~出穂期に高まった。球状菌核病菌は湛水条件下、赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌は落水条件下における検出率が高かった。

(2) 刈り取り後の水田からは10月まで赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌、灰色菌核病菌、褐色菌核病菌が検出されたが、検出率は11月から急速に低下し、翌年4月から再び高まった。

(3) 褐色菌核病菌と球状菌核病菌は田面水中から、赤色菌核病菌と褐色紋枯病菌は地表面または土中から検出されることが多かった。

(4) 本田移植後20または50日経過したイネには紋枯病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌、褐色紋枯病菌の菌核が付着しており、付着数は日数の経過に伴って増加した。

褐色紋枯病菌菌核の付着は極めて少なく、赤色菌核病菌では全くみられなかった。

4) イネ体上における生息推移

(1) 育苗中の苗からは赤色菌核病菌、灰色菌核病菌および褐色菌核病菌が検出された。畑地条件またはビニルハウス内で育苗した場合にはいずれの菌種の保菌率も低率であったが、前年褐色菌核病が多発生した水田内で育苗した苗からは本病菌が高率に検出された。

(2) 補植用として水田に仮植された苗からは褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、赤色菌核病菌、球状菌核病菌、褐色小粒菌核病菌が検出された。検出率は球状菌核病菌が最も高く、次いで褐色菌核病菌、灰色菌核病菌が高かったが、赤色菌核病菌と褐色紋枯病菌は極めて低かった。

(3) 補植用の苗には紋枯病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌、球状菌核病菌、褐色小粒菌核病菌の菌核が付着しており、球状菌核病菌、褐色菌核病菌、灰色菌核病菌の付着数が多かった。

(4) 本田に移植したイネの枯死葉または黄変・老化葉からは灰色菌核病菌、褐色菌核病菌、球状菌核病菌が高率に検出された。赤色菌核病菌と褐色紋枯病菌の検出率は分けつ期～出穂期から急速に高まった。

(5) 赤色菌核病、褐色紋枯病の多発生水田から生育中期に採取した枯死葉からは各種菌核病菌が高率に検出され、赤色菌核病菌の検出率が高かった。

(6) 本田中期のイネの株元からは各種の菌核病菌が検出され、検出菌種と成熟期の発病の菌種は一致することが多かった。

(7) イネ体上における病斑形成と病原菌の分布

① 本田中期の褐色紋枯病および赤色菌核病の発病茎からは褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、灰色菌核病菌および褐色菌核病菌が検出された。病斑形成率は主稈で最も高く、次いで、第一次分けつ茎であったが、第二次分けつ茎では病斑の形成は全く認められなかった。

② 本田中期に移植イネの株間に自生したイネの根部、下位葉葉鞘からは褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌および灰色菌核病菌が検出されたが、上位葉葉鞘からは全く検出されなかった。

褐色菌核病罹病茎においても根部および下位葉葉鞘から褐色菌核病菌並びに灰色菌核病菌が検出された。

③ 成熟期に採取した褐色菌核病、褐色紋枯病、灰色菌核病罹病茎からは下位の枯死葉鞘より最上部の病斑部までそれぞれの病原菌の菌糸が連続して検出された。

④ 赤色菌核病では下位の枯死葉鞘から上位の病斑形成葉鞘まで菌糸は連続して分布していることが多く、最上部の病斑より上部にも菌糸が分布している場合もみられた。下位の葉鞘が無病徴のまま、上位の葉鞘に病斑を形成する不規則型発病茎がかなりみられ、無病徴の葉鞘にも菌糸は存在していた。

5) 赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌の土壌への定着

(1) 赤色菌核病菌、褐色紋枯病菌は土壌表面を伸展し、含水率が30%程度の多湿条件が好適し、20%ではやや劣り、湛水条件下における進展は極めて劣った。

(2) 赤色菌核病菌接種土壌に植付後4日または8日間保った苗からは、本病菌が高率に検出された。

(3) 褐色紋枯病と赤色菌核病の常習発生水田に10日間仮植した苗からは褐色紋枯病菌、赤色菌核病菌、灰色菌核病菌が検出され、褐色紋枯病菌と赤色菌核病菌の検出率が高かった。

6) 褐色紋枯病菌子実層の形成

(1) 早期栽培イネの出穂後に発病株の病斑周辺部および同一株の無病徴部に子実層が形成された。無病徴部に形成された場合には後に同一場所に病斑が形成された。

(2) 担胞子は長さ7.10~11.41 μ m、幅5.07~7.86 μ mの楕円形で、小嘴があり、無色、蒸留水中では発芽しなかった。

引用文献

相川宏史・青木英治・野中福次(1989a) 移植期および収穫期における疑似紋枯病菌のイネ体上での分布。九病虫研会報36:198。(講要)
相川宏史・青木英治・野中福次(1989b) ソバ茎トラップ法による水田内でのイネ疑似紋枯病菌の捕捉状況。九病虫研会報36:199。(講要)

相川宏史・青木英治・野中福次(1990) 水田に放置されたイネ苗における各種菌核病菌の保菌状況。日植病報56:103。(講要)

Bhuiyan,K.A.・荒井 啓(1992) イネ葉鞘における*Rhizoctonia oryzae*接種後の走査電子顕微鏡観察。日植病報58:572-573。(講要)

Blair,I.D.(1945) Techniques for soil fungus studies. N.Z.Jour.Sci. & Technol.26:A,258-271.

Chen,C.C.(1963) Sclerotial diseases of rice plant in Taiwan. Mem. Coll. Agr. Nat Taiwan Univ.7:37-54.

Davey,C.B.and G.C.Papavizas(1962) Comparison of methods for isolating *Rhizoctonia* from soil. Canad.Jour. Microb.8:847-853.

遠藤 茂(1934) 北海道に於ける稲の菌核病に就きて。病蟲害雑誌21:768-772.

Endo,S.(1940) Physiological studies on the causal fungi of sclerotium diseases of rice plant with special reference to some factors controlling the occurrence of disease. Bull. Miyazaki Coll.Agr.and Fores. 11:55-218.

藤田靖久・竹田富一(1989) 褐色菌核病・赤色菌核病の病徴発現時期と診断法。山形農試研報23:59-63.

深津量栄・柿崎正・平山成一(1960) 稲紋枯病の担胞子による二次伝染に関する研究。高知農試研報2:26-38.

Flentje,N,T.(1956) Studies on *Pellicularia filamentosa* (Pat.) Rogers. I. Formation of the perfect stage. Trans. Brit. mycol. Soc. 39:343-356.

舟山広治・盛 時雄(1959) 稲褐色菌核病と肥料との関係。日植病報24:61。(講要)

舟山広治・菊池 長・松田充成(1959) 稲褐色菌核病と稲品種との関係。日植病報24:61。(講要)

舟山広治・平野トシエ(1961) 北海道における稲褐色菌核病(*Sclerotium oryzae-sativae* Sawada)の分布について。北日本病虫研報12:41-42.

舟山広治・山貫重夫・平野トシエ(1962) 北海道における稲菌核病類について。北日本病虫研報13:63.

古屋廣光(1986) 秋田県大内町で発生するエンドウ茎腐病の病原菌とイネ褐色紋枯病菌の関係。北日本病虫研報37:36-37.

原 攝祐(1930) 実験作物病理学。養賢堂。pp.163-169.

羽柴輝良(1984) イネ紋枯病の発生と被害の予測法。北陸農試報26:115-164.

Hashioka,Y.and M.Makino (1969) *Rhizoctonia* group causing the rice sheath spots in the temperate and tropical regions with special reference to *Pellicularia sasakii* and *Rhizoctonia oryzae*. Res. Bull. Fac. Agr. Gifu Univ. 28:51-63.

Hashioka Y.and K.Okuda (1971) Scanning and transmission electronmicroscopy on the initial infection of rice sheaths by *Pellicularia sasakii* and *Rhizoctonia oryzae*. Res. Bull. Fac. Agr.Gifu Univ. 31:99-111.

逸見武雄・横木国臣(1927) 稲の菌核病に関する研究 第1報。農業及園藝:955-1094.

平山成一・木村和夫・東海林久雄・田中 孝・竹田富一(1982) イネ褐色菌核病・赤色菌核病の発生生態及び防除に関する研究。山形農試研報16:137-168.

堀 真雄(1991) イネ紋枯病-発生・防除の理論と実際。日本植物防疫協会。pp.1-324.

堀 真雄・安楽又純(1971) イネ紋枯病の発生予察技術に関する研究。山口県農試特別研究報告24:1-138.

星川清親(1975) イネの生長。農文協。pp.317.

池屋重吉・笹野市蔵(1956) 石川県に於けるイネキンカク病類の分布について。北日本病虫研報4:29-30.

稲垣公治(1983) *Rhizoctonia oryzae* および *Sclerotium* 属3菌によるイネ菌核病のイネ株内での発生。日植病報49:736-738.

稲垣公治(1990) 水田から分離したイネ赤色菌核病菌菌株の類縁関係と水田における年次消長。日植病報56:443-448.

稲垣公治(1993) イネ各種菌核病の水田における年次別発生推移。関西病虫研報35:13-18.

稲垣公治・安達卓生(1987) *Rhizoctonia* および *Sclerotium* に属するイネ諸菌核病菌の形態的並びに生理的特徴。名城大農学報23:23-32.

- Inagaki, K., T. Fujii, J. Tomita and M. Makino (1982) A comparison of the vitamins required by three *Sclerotium* species which cause rice sclerotiosis. Trans. mycol. Soc. Japan 23:273-278.
- 稲垣公治・藤田英一・日下宏道・安達卓生(1991) イネ株間における紋枯病および各種菌核病併発の実態. 関西病虫研報33:9-13.
- 稲垣公治・磯村嘉宏・中川豊弘・村井 睦(1992) 愛知県における早期栽培水稲でのイネ各種菌核病の発生状況. 関西病虫研報34:1-5.
- 稲垣公治・伊藤勝広(1985) *Rhizoctonia* と *Sclerotium* 属菌によるイネ菌核病類の水田における発生の特徴. 関西病虫研報27:15-19.
- Inagaki, K. and M. Makino (1974) Karyological characters of the fungi causing rice sclerotiosis. Ann. Phytopath. Soc. Japan 40:368-371.
- 稲垣公治・牧野 精(1977a) *Sclerotium* sp. によるイネ疑似紋枯病と *S. oryzaicola* に起因するアワ褐色小粒菌核病(新称). 名城大農学報13:6-11.
- 稲垣公治・牧野 精(1977b). イネ赤色菌核病とイネ紋枯病菌の無機態窒素利用の比較. 日菌報18:57-63.
- 稲垣公治・牧野 精(1979) イネ赤色菌核病とその他数種菌核病菌の土壌中における腐生能力の比較. 日植病報45:394-396.
- 稲垣公治・牧野 精(1980). イネ緒菌核病菌の土壌中での腐生能力に関する2, 3の要因. 名城大農学報16:26-30.
- 稲垣公治・内記 隆(1987) 水田から分離したイネの菌核病菌と褐色菌核病菌菌株の類縁関係の調査. 日植病報53:516-522.
- 稲垣公治・仲本光則(1982) イネ赤色菌核病および *Sclerotium* 属3種菌核病の本州西南地域と南西諸島における発生様相の比較. 名城大農学報18:20-24.
- 稲垣公治・奥田 潔・牧野 精(1978) イネ赤色菌核病菌 *Rhizoctonia oryzae* の菌糸隔壁部構造並びに寄主範囲. 名城大農学報14:1-6.
- 稲垣公治・椎名康浩・高田唯志(1981) イネ生育期と *Rhizoctonia* および *Sclerotium* 属イネ諸菌核病の病原性との関係. 名城大農学報

17:45-49.

- 稲垣公治・田村 升・牧野 精(1987) 各種イネ菌核病菌の被害残渣内での越冬. 関西病虫研報29:27-29.
- 磯田 淳(1987) 島根県におけるイネ疑似紋枯病の発生実態. 水稲後期病害虫の発生と防除に関する現地検討会資料. 農水省中国農試編:28-40.
- 市橋秀幸・篠田昭子(1991) 岐阜県における疑似紋枯病の発生状況. 日植病報57:103-104. (講要)
- Iwao, S (1968) A new regression method for analyzing the aggression pattern of animal populations. Pes. Popul. Ecol. 10:1-20.
- Iwao, S and E. Kuno (1971) In Statistical Ecology Vol.1. Spatial patterns and statistical distributions. (Patic. G.P., Dielos, E.C. and W.E. Waterseds.). Penn. state Univ. Press, University Park, Penn. 461-513.
- 門脇義行(1990) 病斑中央部に存在する褐色の条線によるイネ褐色菌核病の診断法. 最新技術情報シリーズ1989 稲37 農水省農林水産技術会議編
- 門脇義行(1992) イネ疑似紋枯病診断フローチャート. 最新技術情報シリーズ1991 稲16 農水省農林水産技術会議編.
- 門脇義行・磯田 淳(1989a) 病斑中央部に存在する褐色の条線によるイネ褐色菌核病の診断. 島根病虫研報14:12-14.
- 門脇義行・磯田 淳(1989b) 二, 三イネ菌核病罹病茎における菌糸の分布. 島根病虫研報14:15-18.
- 門脇義行・磯田 淳(1989c) イネ灰色菌核病菌培養ろ液に含まれる毒物質(予報). 近畿中国農研78:14-16.
- 門脇義行・磯田 淳(1990) 島根県におけるイネ菌核病の発生実態. 日植病報56:124-125. (講要)
- 門脇義行・磯田 淳(1992a) イネ疑似紋枯病の病徴と診断. 今月の農業36(5):40-43.
- 門脇義行・磯田 淳(1992b) 島根県におけるイネ疑似紋枯病の発生実態 1. 島根県下の水田から検出されるイネ菌核病菌とその分布. 近畿中国農研84:9-12.

- 門脇義行・磯田 淳(1992c) 島根県におけるイネ疑似紋枯病の発生実態 2. 上位葉鞘への進展と同一圃場内における混在. 近畿中国農研84:13-17.
- 門脇義行・磯田 淳(1992d) 灰色菌核病の発生に及ぼす二, 三の要因. 近畿中国農研84:22-25.
- 門脇義行・磯田 淳(1993a) イネ各種菌核病の発生生態学的研究 第1報各種菌核病菌の水田における時期別消長. 日植病報59:681-687.
- 門脇義行・磯田 淳(1993b) イネ各種菌核病の発生生態学的研究 第2報水田で生育中のイネから検出されるイネ各種菌核病菌の推移. 日植病報59:688-693.
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀(1990a) 冬期間水田におけるイネ各種菌核病菌の生息. 日植病報57:104. (講要)
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀(1991a) イネ褐色紋枯病罹病茎における子実層の形成. 日植病報57:104. (講要)
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀(1991b) イネの各種菌核病の分布様式と発生調査に必要なサンプル数. 日植病報57:400. (講要)
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀(1991c) イネ紋枯病, 疑似紋枯病の診断:1-6. 中国四国病害虫防除所職員協議会編.
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀(1992a) 二, 三殺菌剤のイネ褐色菌核病に対する防除効果. 島根病虫研報17:56-59.
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀(1992b) 島根県下のイネ紋枯病様病斑から検出される菌核病菌. 島根病虫研報17:49-51.
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀(1992c) イネ褐色菌核病菌の越冬と翌年の菌糸伸長時期. 近畿中国農研84:18-21.
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀(1992d) イネ灰色菌核病菌の越冬と菌糸の伸長時期. 日植病報59:69. (講要)
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀(1992e) イネ各種菌核病菌の田面からの検出に関する二, 三の知見. 近畿中国農研86:3-7.
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀(1995a) イネ各種菌核病の発生生態学的研究 第3報イネ各種菌核病菌のイネ体上における分布. 日植病報61(1):63-68.
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀(1995b) イネ褐色菌核病の被害と剪穂処理が垂直進展に及ぼす影響. 島根病虫研報20:1-4.
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀・野中福次(1990b) 水田におけるイネ菌核病菌の生息推移. 日植病報56:381. (講要)
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀・野中福次(1991d) イネ各種菌核病菌の伝染経路. 日植病報57:401. (講要)
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀・野中福次(1991e) イネ疑似紋枯病発病株における病斑と病原菌の分布. 日植病報57:401. (講要)
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀・野中福次(1991f) イネ疑似紋枯病の病徴と診断 (1) 赤色菌核病・褐色紋枯病. 日植病報58:138. (講要)
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀・野中福次(1991g) イネ疑似紋枯病の病徴と診断 (2) 褐色菌核病・灰色菌核病. 日植病報58:138. (講要)
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀・野中福次(1991h) イネ褐色菌核病菌の越冬と菌糸伸長時期. 日植病報58:138. (講要)
- 門脇義行・磯田 淳・塚本俊秀・野中福次(1992) 数種イネ菌核病の発生推移. 日植病報59:69. (講要)
- 門脇義行・山田員人(1982) イネすじ葉枯病の発生と葉内無機成分との関係. 日植病報49:373. (講要)
- 加藤智宏・藤田靖久・佐久間比路子(1989) イネ褐色菌核病・赤色菌核病の上位進展経過と葉鞘内成分の量的変化. 北日本病虫研報40:30-32.
- Kim, W.G. and S.H. Yu, (1991) Disease development and yield loss caused by sclerotial fungi in the paddy field. Res. Rept. RDA(c. p)33(2),1-7.
- Ko, W.H. and F.K. Hora (1971) A selective medium for the quantitative determination of *Rhizoctonia solani* in soil. Phytopathology 61:707-710.
- 小池賢治・小嶋昭雄・羽柴輝良(1986) イネ紋

- 枯病の発生調査に必要な標本数とサンプル数. 日植病報52:47-52.
- 高坂卓爾 (1961) 稲紋枯病に関する研究, とくに発生生態に関する実験的考察と薬剤防除法について. 中国農業研究20:1-133.
- 国永史朗 (1986) *Rhizoctonia solani*の理化学的性質による類別. 植物防疫40:137-142.
- 国永史朗・横沢菱三・生越 明 (1978) 未耕地土壌から分離される *Rhizoctonia solani* Kühnの菌糸融合による類別. 日植病報44:591-598.
- 栗原憲一・斎藤司朗・宇井格生・生越 明・山田昌雄 (1978) 箱育苗におけるイネ灰色菌核病の新発生と防除. 関東病虫研報25:12-13.
- 牧野精・稲垣公治 (1977) 立枯病菌および稲諸菌核病菌の菌糸と菌核の耐寒性. 名城大農学報13:1-5.
- Marshall D.S. and M.C.Rush (1980) Relation between infection by *Rhizoctonia solani* and *R. oryzae* and disease severity in rice. *Phytopathology* 70:941-946.
- 松岡正則 (1963) い紋枯病に関する研究第11報 伝染環について(1) 九病虫研報9:10-11.
- 松浦 義 (1930) ムギ類の一新菌核病に就て 病虫害雑誌17:448-459.
- Matsuyama, N., Z. Moromizato, A. Ogoshi and S. Wakimoto (1978) Grouping *Rhizoctonia solani* Kühn with non-specific esterase zymogram. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 44:652-658.
- 松澤克彦 (1990) イネ疑似紋枯病の発生と被害について. 今月の農業34 (1):48-52.
- 三浦正勝・本蔵良三・三浦喜夫・長田幸治 (1988) 宮城県内におけるイネ紋枯病様病斑から分離される菌核病菌とその分布. 北日本病虫研報39:84-87.
- 森岡良策 (1960) 稲紋枯病の種子伝染と種子消毒の効果(予報). 農業と園芸35:861-862.
- 牟田辰朗・野中福次・奥野仁一・田中欽二 (1985) 各種イネ菌核病菌によるイネ葉鞘における病徴の比較と一般水田における発生状況. 九病虫研報31:21-24.
- 内藤繁男・杉本利哉 (1980) *Thanatephorus cucumeris* (Frank) Donk担子胞子の飛散と
- テンサイ葉腐病との関係. 日植病報46:216-223.
- 中田覚五郎 (1933) い紋枯病に就きて. 日植病報2:552. (講要)
- 中田覚五郎・河村栄吉 (1939) 稲ノ菌核病ニ関スル研究 (第一報) 稲ニ発生スル菌核病ノ種類及ビ病菌ノ性質. 農事改良資料139:1-179.
- 西田 勉 (1961 a) 水田内の位置と稲褐色菌核病の発病との関係. 北日本病虫研報12:42-43.
- 西田 勉 (1961 b) 株の生育および移植本数の差と稲褐色菌核病の発病との関係. 北日本病虫研報12:43-44.
- 西村範夫・工藤和一 (1988) *Rhizoctonia solani* AG 2-2によるトウモロコシ根朽病(新称). 九病虫研報34:17-20.
- 西澤正洋・松岡正則 (1968) イの紋枯病並びに冬紋枯病に関する研究. 九州農試彙報13:271-344.
- 野中福次 (1964) 水稻から分離した稲紋枯病類似菌 *Corticium* sp.に関する研究. 日植病報29:90-91. (講要)
- 野中福次 (1968) 水田しろかき時の浮遊菌核について. 日植病報34:353 (講要)
- 野中福次 (1969) 稲菌核病の種類とその病原菌核. 九病虫研報15:14-15.
- 野中福次 (1977) イネ葉しょう各種病斑形成に關与する病原菌 第1報 病原菌と赤色菌核病菌について. 九病虫研報23:15-17.
- 野中福次・相川宏史・天本真澄 (1988) イネ紋枯病菌並びに疑似紋枯病菌の侵入菌糸塊形成について. 九病虫研報34:216-217. (講要)
- 野中福次・相川宏史・青木英治・門脇義行 (1990) イネ各種菌核病菌の水田における分布. 日植病報56:381-382. (講要)
- 野中福次・相川宏史・門脇義行・磯田 淳 (1990) イネ疑似紋枯病とその発生生態. 植物防疫44 (7):316-319.
- 野中福次・加来久敏 (1973) イネ菌核病菌の菌核の解剖学的所見自然菌核病について. 佐大農彙34:35-40.
- 野中福次・佐古宣道・金子和宏 (1983) インドネシアから採集したイネ菌核病菌の病原学的

- 研究. 九病虫研報29:176-177. (講要)
- 野中福次・田中欽二・相川宏史 (1989) イネ疑似紋枯病に關与する病原菌とその病徴, 並びに発生. 日本菌学会第33回大会講演要旨82
- 野中福次・田中欽二・坂田 晃 (1979) 全国のイネ紋枯病様病斑から分離される各種菌核病菌について. 九病虫研報25:3-5.
- 野中福次・吉田政博・田中欽二 (1980) イネ紋枯病様病斑から分離される菌核病菌とその性質. 九病虫研報26:23-26.
- 野中福次・吉田政博・游 俊明・田中欽二 (1982 a) 各種菌核病菌のイネに対する病原性. 九病虫研報28:15-18.
- 野中福次・吉田政博・游 俊明・田中欽二 (1982 b) 一般水田におけるイネ菌核病の発生消長. 九病虫研報28:18-21.
- Ogoshi, A. (1975) Grouping of *Rhizoctonia solani* Kühn and their perfect Stages. *Rev. Plant Prot. Res. Japan* 8:98-103.
- 生越 明 (1976) 菌糸融合群による *Rhizoctonia* 属菌の類別. 農技研報C30:1-64.
- Ogoshi, A., M. Oniki, T. Araki and T. Ui (1983) Studies on anastomosis group of binucleate *Rhizoctonia* and their perfect states. *Jour. Faculty Agr. Hokkaido Univ.* 61:244-260.
- Ogoshi, A., M. Oniki, R. Sakai and T. Ui (1979) Anastomosis grouping among isolates of binucleate *Rhizoctonia*. *Trans. mycol. Japan* 20:33-39.
- 鬼木正臣 (1976) イグサ紋枯病の発生および防除に関する研究. 福岡農試特別報告23:1-57.
- 鬼木正臣 (1977) *Rhizoctonia solani* Kühnの培養型III B (イグサ紋枯病系) の完全時代の形成について. 九病虫研報23:17-22.
- 鬼木正臣 (1979) リゾクトニア菌によるイネの病害. 植物防疫33:373-379.
- 鬼木正臣・生越 明・荒木隆男・酒井隆太郎・田中澄人 (1985) *Rhizoctonia oryzae* および *R. zeae* の完全世代 *Waitea circinata* の菌糸融合群. 日菌報26:189-198.
- 鬼木正臣・生越 明・荒木隆男 (1986) イネ科植物の菌核病菌3種の完全時代, *Ceratobasidium setariae*, *C. cornigerum* および *C. gramineum*. 日菌報27:147-158.
- 鬼木正臣・渡辺文吉郎 (1976) イネ紋枯病類似病斑よりの分離菌について. 日植病報42:332-333. (講要)
- 小野小三郎 (1953 a) 紋枯病による稲の被害. 植物防疫7:99-103.
- 小野小三郎 (1953 b) 稲熱病及び胡麻葉枯病に關する形態学的研究. 北陸農業研究21:1-77.
- 大兼善三郎 (1990) 栃木県におけるイネ疑似紋枯病の発生状況. 今月の農業34 (3):34-37.
- Ou, S.H. (1985) *Rice Diseases*. 2nd edition. CAB, Farnham Royal, pp.286-290.
- 長田 茂 (1993) イネ赤色菌核病に対する数種薬剤の防除効果. 北日本病虫研報44:11-13.
- Papavizas, G.C. and C.B. Davey (1959). Isolation of *Rhizoctonia solani* Kuehn from naturally infested and artificially inoculated soils. *Plant Disease Reprtr.* 43:404-410.
- Ryker, T.C. and F.C. Gooch (1938) *Rhizoctonia sheath spot of rice*. *Phytopathology* 28:233-246.
- 斎藤 毅・松澤克彦・梅原吉廣・岩田忠康 (1992) 富山県におけるイネ疑似紋枯病の発生と被害について. 第1報 赤色菌核病の発病推移と収量, 品質との関係. 北陸病虫研報40:7-13.
- 斎藤 毅・松澤克彦・梅原吉廣・岩田忠康 (1993) 富山県におけるイネ疑似紋枯病の発生と被害について. 第2報 灰色菌核病の発病推移と収量, 品質との関係. 北陸病虫研報41:11-15.
- 作井英人・梅原吉廣 (1983) 富山県内におけるイネ紋枯病様病斑から分離される菌核病菌とその分布. 北陸病虫研報31:13-15.
- 作井英人・梅原吉廣 (1984) 紋枯病類似菌による被害と薬剤防除について. 北陸病虫研報32:78-81.
- 佐久間比路子・田中 孝・藤田靖久・加藤智宏 (1991 a) イネ褐色菌核病の被害と紋枯病混発下における発病状況. 北日本病虫研報42:20-23.
- 佐久間比路子・田中 孝・藤田靖久・加藤智宏 (1991 b) イネ褐色菌核病に対する薬剤の防除効果と防除適期. 北日本病虫研報42:190.

- 櫻井 基 (1917) 稲菌核病に就て. 愛媛県農事試験場出版第1号: 1-80.
- Saksena, H.K. and O.Vaartaja (1960) Descriptions of new species of *Rhizoctonia*. Can. J. Bot. 38:931-943.
- 澤田兼吉 (1910) 樟白絹病ニ就イテ. 台湾農事報49: 7-16.
- 澤田兼吉 (1922) 台湾産菌類調査報告, 第二編, 台湾總督府中央研究所農業部報告2: 171-173.
- 瀬古秀生 (1961) イネの倒伏に関する研究. 九州農試彙報7: 419-495.
- 白井光太郎 (1906). 樟苗の白絹病菌 (*Hypochnus sasakii* n. sp.) に就て. 植物学雑誌20 (239): 319-323.
- 下川恒正・野中福次・田中欽二 (1991) 耕地から分離されるリゾクトニア属菌とその性質, 九州病虫研報37: 215. (講要)
- Stretton, H.M., A.R. Mckenzie, K.F. Baker, and N.T.Flenje (1964) Formation of the basidial stage of some isolates of *Rhizoctonia*. Phytopathology 54:1093-1095.
- 高木 廣・二井清友 (1989) 兵庫県におけるイネ疑似紋枯症の発生分布. 関西病虫研報31: 38.
- 高橋恵子・長田 茂 (1993) イネ紋枯病と褐色菌核病の同時防除薬剤と防除適期について. 北日本病虫研報44: 8-9.
- 竹田富一・東海林久雄・藤田靖久・三浦春夫 (1986) イネ褐色菌核病の発生消長と薬剤防除. 北日本病虫研報37: 32-35.
- 竹谷宏二・田村 実 (1970) 石川県におけるイネ紋枯病類似症状の発生について. 北陸病虫研会報18: 13-16.
- 徳永友三 (1972) 昭和46年転換畑に発生した数種作物のリゾクトニア菌による苗立枯病. 北

- 日本病虫研報23: 154-155. (講要)
- Tullis, E.C (1934) Trichoderma Sheath spot of rice. Phytopathology 24:1374-1377.
- 鶴田章逸 (1916) 稲の紋枯病. 病虫害雑誌3: 192-195.
- 宇井格生・生越 明 (1964 a) 土壤中よりの *Rhizoctonia solani* 分離法の比較. 北大農邦文紀要5: 5-16.
- Voorhees, R.K. (1934) Sclerotial rot of corn caused by *Rhizoctonia zae*, n.sp. Phytopathology 24:1290-1303.
- Warcup, J.H (1960) Methods for isolation and estimation of activity of fungi in soil. The ecology of soil fungi, an international symposium. Liverpool Univ. Press 3-21.
- 渡辺文吉郎・松田 明 (1966) 畑作物に寄生する *Rhizoctonia solani* Kühn の類別に研究. 指定試 (病虫害) 3: 1-131.
- 渡辺文吉郎・鬼木正臣・野中福次 (1977) イネ褐色紋枯病 (新称) について. 九病虫研会報23: 22-25.
- 矢野延能 (1915) 稲の稈腐小黒菌核病と紋枯褐色菌核病. 病虫害雑誌2: 674-678.
- 吉村彰治 (1955) 稲紋枯病の被害について. 九州農試彙報3 (1): 143-154.
- 吉田政博・小林研三・松元 堅 (1985) ダイコン畑土壤 (現地圃場) における *Rhizoctonia* 属菌の検出法の検討について. 九病虫研会報31: 48-51.
- 吉田政博・松元 堅・小林研三 (1986) 原野開墾畑におけるダイコン根腐病に関する研究 II. 原野における *Rhizoctonia* 属菌の生息生態. 九病虫研会報32: 58-62.
- 油本武義・遠山 明・田中澄人 (1972) ヤマノイモ根腐病の発生とその防除. 植物防疫26: 361-364.

Summary

This paper deals with the symptoms, diagnosis, distribution in Shimane Pref., disease developing pattern in a paddy field and epidemics of several sclerotial diseases, pseudo-sheath blight syndrome of rice plant, which are caused by *Rhizoctonia* spp. and *Sclerotium* spp., and of which symptoms develop on the rice sheath, except rice sheath blight.

1. Symptom and diagnosis of each sclerotium disease

(1) Brown sheath blight

Initial lesion occurs on the lower leaf sheaths with water-soaked center surrounded by wider margin, which resemble rice sheath blight. In the mid portion of plant, elliptical lesion with grayish white center surrounded by indistinct margin occurs on upper leaf sheaths. In upper plant parts, long sinuous lesion runs along the border of leaf sheath and downward from stem node. Usually, the lesion surrounded by discontinuous margin, which is discrimination from bordered sheath, expands on the entire part or the upper part of overlapped sheaths. Sclerotia are embedded in diseased leaf sheath tissue with one to several millimeter long.

(2) Bordered sheath spot

Lesions are formed on the mid portion of leaf sheaths. Lesions are elliptical, 10 to 30mm in diameter, with brown to dark brown margin. On upper leaf sheaths, lesions look almost black due to dark vein in the lesion. On the mid plant parts, lesions are grayish white and breakable. This disease is characterized by that lesions occur on inner leaf sheath and become bigger on covered leaf sheath at overlapped leaf sheaths. Lesion on the flag leaf sheath at ripening growth stage occasionally results in culm bending and breaking. Sclerotia are cylindrical, pink to salmon pink and embedded in the leaf or leaf sheath tissues.

(3) Brown sclerotium disease

Initial small circular lesion occurs on the leaf sheath at the waterline in 30 days after transplanting, and ranges from 2-4mm in diameter. The lesion appeared on the leaf sheath after emergence of the ear is large circular to elliptical shaped, and the center of the lesion is 5-10mm, sometimes over 15mm in diameter. The center of the lesion is grayish brown and surrounded by relatively narrow and brown to light brown margin. At upper position of rice plant, several lesions occur at times and sometimes coalesce each other. A strip of necrotic cells runs down the middle of lesion and is characteristic symptoms of brown sclerotium disease. Sclerotia are dark brown cylindrical to elliptic cylindrical, 0.3 to 2mm long and embedded in lower leaf sheath tissues.

(4) Gray sclerotium disease

Gray sclerotium disease formed various lesions, spots, sheath blight like symptom, which characterized by numerous small reddish brown spot around lesions. On the upper leaf sheath, long lesions run along the upper side of overlapped sheath. A lot of sever lesion result in death of whole leaf sheath. Usually environs of lesion turn yellow. Under a humid condition, lesions surrounded by indistinct margin enlarge and become water-soaked reddish brown. Sclerotia are globular to subglobular, 0.3-1.5mm in diameter and brown to grayish brown with partly dark at contact with leaf sheath. A lot of sclerotia are embedded around the lesion or on the surface of withered leaf sheath at lower plant parts.

(5) Globular sclerotium disease

Lesion is scarcely formed. When lesions were formed, The center of lesion is circular to elliptical, pale brown and surrounded by relatively clear margin with yellowish green environs. Globular sclerotia are 0.3-0.5mm in diameter, initially light brown and turn to lustrous dark brown. Numerous sclerotia are embedded around the lesions or on withered leaf sheath at lower plant parts.

(6) *Rhizoctonia zeae* spot

Initial symptom is similar to that of bordered sheath spot and dark brown elliptical lesions occur on the middle part of sheath. As the disease progresses, the center of lesion turn to light brown or dark brown and is surrounded by relatively wide margin. Reddish brown to purplish red sclerotia are embedded in the sheath tissues or on the environs of the lesion.

2. Detection of each sclerotial fungus from a paddy field

1) The hypha of each sclerotial fungus elongated on the plane agar medium containing 100ppm of streptomycin sulfate and 10ppm of metalaxyl, without any morphologically abnormal growth. This medium suppressed the growth of bacteria and Mastigomycotina, so that it could be utilized as simplified medium for detecting sclerotial fungus from irrigated paddy fields.

2) Each sclerotial fungus could be trapped and detected on the buckwheat stem, rice straw or wheat culm thrust into the paddy soil under submerged condition. Among those trapping materials, buckwheat stem was the most suitable due to its convenient and unbreakable.

3) Each sclerotial fungus could be easily isolated by incubating the buckwheat stem at 25°C for 4~8 days on the soil sample collected in late March to early April.

4) Almost sclerotial fungus could be isolated from the infected rice tissues, stored for 2 to 4 weeks at 5°C, by incubation for 6 days at 25°C on the plane agar medium containing 100ppm of streptomycin sulfate.

3. Ecology of sclerotial diseases of rice

1) Sclerotial fungi detected in Shimane Prefecture

(1) Rice sheath blight fungus was detected from three quarters of samples showing sheath blight like symptoms which were collected from the paddy fields randomly. Brown sheath blight fungus, bordered sheath spot fungus, brown sclerotium fungus, gray sclerotium fungus and globular sclerotium fungus were isolated from the rest. Rice sheath blight fungus and other fungi were isolated from the upper and lower part of leaf sheath with high frequency, respectively.

(2) In the paddy field in Shimane Pref., seven sclerotium diseases, sheath blight, brown sheath blight, bordered sheath spot, brown sclerotium disease, gray sclerotium disease, globular sclerotium disease and *Rhizoctonia zeae* spot have been identified. Of those seven diseases, sheath blight, brown sclerotium disease and gray sclerotium disease are most common, they have been detected from more than 80% of paddy fields. On the other hand, the frequencies of detection of bordered sheath spot, brown sheath blight and globular sclerotium disease were rather low, and they have been detected from less than 40% of paddy fields. *Rhizoctonia zeae* spot have been detected with extremely low frequency.

(3) Percentages of affected hills and fungi isolated culms were higher on sheath blight, brown sclerotium disease and gray sclerotium disease. The percentages of affected hills with those three diseases were more than 10%, followed by bordered sheath spot and brown sheath blight. The

percentages of affected hills with globular sclerotium disease and *Rhizoctonia zeae* spot were extremely low.

(4) Brown sclerotium disease tended to be detected in mountainous region, whereas bordered sheath spot and brown sheath blight were detected in the plain. No clear regional difference was observed on the other sclerotial diseases. The development of brown sclerotium disease was negatively correlated with temperature, especially average and minimum temperature of a day, at ripening season.

(5) Development of gray sclerotium disease was promoted by lodging.

2) Development pattern of each sclerotial disease

(1) Among the sclerotial diseases, the relative height of the uppermost lesions to the plant length, sheath blight was the highest, followed by gray sclerotium disease, bordered sheath spot, brown sheath blight and brown sclerotium disease, while that of globular sclerotium disease was extremely low on cv "KOSHIHIKARI". On cv "NIPPONBARE", sheath blight was the highest, followed by gray sclerotium disease, bordered sheath spot, brown sclerotium disease and brown sheath blight, and that of globular sclerotium disease was lowest as well.

(2) The same as the relative height of the uppermost lesions to the plant length, regarding to the highest position of infected leaf sheath, rice sheath blight was detected from higher leaf position than any other diseases, followed by bordered sheath spot, gray sclerotium disease, brown sheath blight, brown sclerotium disease and globular sclerotium disease on cv "KOSHIHIKARI". On cv "NIPPONBARE", rice sheath blight was the highest, followed by brown sclerotium disease, gray sclerotium disease, bordered sheath spot, brown sheath blight and globular sclerotium disease.

(3) Hyphae of rice sheath blight were isolated from upper position with high frequency, whereas those of bordered sheath spot and gray sclerotium disease were detected from every position of leaf sheath with almost the same frequency. On the other hand, hyphae of brown sclerotium disease, brown sheath blight and globular sclerotium disease were detected from rather lower position of rice plant.

(4) Concerning to the distribution patterns of several sclerotial diseases in a paddy field, two to six sclerotial fungi were detected together. From either paddy field cultivated with cv "KOSHIHIKARI" or cv "NIPPONBARE", two to four sclerotial fungi, mainly sheath blight, brown sclerotium disease and gray sclerotium disease, were detected. Approximately 90% of paddy fields where cv "KOSHIHIKARI" was cultivated were dominated with either one of sheath blight, brown sclerotium disease or gray sclerotium disease, and the percentage of detection of each of these three diseases was almost the same. Some paddy fields were dominated with bordered sheath spot and brown sheath blight. Whereas, the percentage of brown sclerotium disease dominated field was extremely high in the cv "NIPPONBARE" field cultivated, and followed by sheath blight and gray sclerotium disease. However, the portion of the field where those two diseases were dominated was less than half of brown sclerotium disease dominated one. The portion of the bordered sheath spot dominated field was low.

(5) Usually, one species of sclerotial fungus was isolated from one stem. However, from 15% of rice stem, two different species of fungi were detected on one stem. In rare cases, three different fungi were isolated from one stem.

(6) The frequency of brown sheath blight and bordered sheath spot detected stems was positively correlated with the numbers of the lesion of rice *Cercospora* leaf spot on the flag leaf.

(7) Some sclerotial fungi were isolated from leaves without symptoms. In many sclerotial diseases, the symptom corresponding to the isolated fungus was observed at the higher leaf position of the plant. Gray sclerotium disease was most frequently isolated from the symptomless leaves.

4. Distribution patterns of several sclerotial diseases of rice in a paddy field

1) Rice sheath blight was usually detected from marginal plant in a field, whereas the other sclerotial diseases tended to be found in the center of a field. Brown sheath blight was more easily detected near the ridge separating the paddy fields. Gray sclerotium disease was hardly detected in the first or second row from the ridge.

2) Infection of sheath blight tended to develop continuously to the adjacent hills, while the other sclerotial diseases were detected on the separated hill or several adjacent hills, except in the case of gray sclerotium disease when it developed severely.

3) The distribution patterns of several sclerotial diseases of rice plants in a paddy field were analyzed by the m - m regression method proposed by Iwao(1968). Distribution patterns of sheath blight, brown sheath blight and bordered sheath spot were contagious. On the other hand, those of brown sclerotium and gray sclerotium disease were random or uniform. The necessary number of samples were calculated from parameters obtained by m - m method.

5. Transitional development of several sclerotial diseases

1) Brown sheath blight usually appeared the symptom from late June to early July. In a severe infested field, it appeared from mid to late June. After the first outbreak, the symptom developed to the upper leaf sheath of the rice plants continuously. In the early ripening cultivars or early harvesting cultivation practices, the symptom developed to the upper leaf sheath of the rice plant after heading.

2) Bordered sheath spot appeared its symptom on the lower leaf sheath of rice plant in mid July, and percentages of affected hills increased continuously over time. At heading stage, especially in two weeks after ear emergence, the disease became active and developed to the upper leaf sheath continuously. In the paddy fields dominated by bordered sheath spot for several years continuously, its symptoms occurred on the flag leaf sheath.

3) Small lesions of brown sclerotium disease on the leaf sheath of lower leaf position of plant were found in early to mid June in the case of early transplanting cultivation type, and in late June in the case of ordinary transplanting cultivation type, respectively. Percentages of affected hills increased continuously. However, the symptom did not develop to the upper part of leaf sheath immediately. At heading stage, large lesions occurred on the lower leaf sheath. In the area between plain and mountainous region, in the case of early transplanting cv "KOSHIHIKARI" or late ripening cv "NIPPONBARE", the symptom developed to the upper part of the rice plant in one to two weeks after ear emergence, and at ripening stage, the symptom reached at the leaf sheath below the flag leaf, and in severe infested field, it reached at the flag leaf sheath. In the case of early ripening cultivar such as "CHIDORI", development of the symptoms to the upper part of the plant was rather slow.

4) Gray sclerotium disease usually developed on the lower leaf sheath from late June, and it developed to the upper part of the plant after ear emergence, especially just before ripening. Further, the symptom developed quickly to the upper part of the plant under high humidity

condition.

5) First outbreak of globular sclerotium disease was observed in late June to early July and it was also observed until ripening stage. Development of the disease was rather slow. The uppermost position of infected leaf sheath and the relative height of the uppermost lesion to the plant length were extremely low.

6. Disease cycle of rice sclerotial diseases

1) The primary inocula

(1) Brown sclerotium disease

① Hyphae in the infected leaf sheath could overwinter on the soil surface or in the soil under submerged or dried conditions as well as sclerotia. Percentages of survived sclerotia and mycelia in the infected leaf sheath were the highest under the submerged condition, but the survival percentage in the soil was a little lower.

② When the sclerotia and infected leaf sheath were put on plain agar or in water at 5-25°C, hyphae elongated with optimum temperature at 20-25°C.

③ When the sclerotia, infected leaf sheaths and stubbles were put outdoors under submerged condition, hyphae elongated from each of them after mid April.

(2) Bordered sheath spot

① The pathogen overwintered in the infected leaf sheaths, and in the next April, the fungus was isolated from the soil surface where the infected leaf sheath were put on. The isolation frequency increased after July.

② In the inoculated soil, the pathogen could overwinter and act as a primary inocula. Submerged condition was favorable for its overwintering.

(3) Brown sheath blight

① The pathogen could overwinter in the infected leaf sheath, and in the next April, hyphal elongation was observed from the infected leaf sheath stored under submerged condition. Detection frequency was relatively high until June under both submerged and dried condition. It declined rapidly after July under submerged condition.

② In the inoculated soil, the pathogen could overwinter and submerged condition was favorable for its overwintering.

(4) Gray sclerotium disease

① Hyphae in the infected leaf sheath could overwinter under submerged or dried conditions as well as sclerotia. Survival percentage was the highest when they were stored under submerged condition. After March, the fungus was isolated from the soil where the sclerotia-infected leaf sheath were buried.

2) Overwintering place of each sclerotial fungi

(1) Survive in a paddy field during winter

① Causal fungi of bordered sheath spot, gray sclerotium disease, brown sclerotium disease, brown sheath blight and globular sclerotium disease were detected from the rice stump in winter.

② Causal fungi of bordered sheath spot, brown sheath blight, gray sclerotium disease, brown sclerotium disease and globular sclerotium disease were detected from the soil of paddy field in spring. The densities of the fungi of brown sheath blight and bordered sheath spot were various within the field. The fungus of bordered sheath spot survived within 15-16cm below the soil surface respectively, while fungus of brown sheath blight survived 7-8cm below the soil surface.

The densities of both fungi were relatively high near soil surface. The fungus of gray sclerotium disease was detected from the surface soil with high frequency, and those of brown sclerotium disease and globular sclerotium disease were detected from rather deep layer soil with high frequency in comparison with other diseases.

③ Causal fungi of brown sclerotium disease, bordered sheath spot, brown sheath blight, gray sclerotium disease and globular sclerotium disease were detected from the withered rice debris collected from the paddy soil in spring, or the debris floating on paddy water with plowing. Among those fungi, gray sclerotium disease, globular sclerotium disease and brown sclerotium disease were detected with high frequency.

(2) The fungi of sheath blight and gray sclerotium disease were detected from rice seeds, and gray sclerotium disease was detected on each examined year. When the rice plants had lodged and sclerotia were embedded on the seed surface, gray sclerotium disease was detected frequently from the seed.

(3) The causal fungi of bordered sheath spot, gray sclerotium disease and *Rhizoctonia zeae* spot were detected from the ordinary upland fields. And the causal fungi of bordered sheath spot, gray sclerotium disease, *Rhizoctonia zeae* spot, brown sheath blight, brown sclerotium disease and sheath blight were detected from the foot-path adjacent levee to paddy fields.

3) Survival pattern in a paddy field

(1) Several sclerotial fungi were isolated from the paddy field just after transplanting. Hyphae of globular sclerotium disease, gray sclerotium disease and brown sclerotium disease were isolated with high frequency in the early stage of rice plant, and bordered sheath spot and brown sheath blight were detected after tillering stage. Hyphae of globular sclerotium disease were isolated under submerged condition with high frequency, whereas those of bordered sheath spot and brown sheath blight were detected under dried condition.

(2) Bordered sheath spot and brown sheath blight fungi were isolated frequently until October. Isolation frequency of those fungi decreased in November and increased after April of next year.

(3) Hyphae of brown sclerotium disease and globular sclerotium disease were isolated from paddy water, and bordered sheath spot and brown sheath blight were frequently detected from soil.

(4) In twenty to fifty days after transplanting, sclerotia of sheath blight, brown sclerotium disease, gray sclerotium disease, globular sclerotium disease and brown sheath blight attached to the rice plant, and the numbers of sclerotia increased over time. On the other hand, sclerotia of bordered sheath spot was not observed attaching to the rice plant, and a few sclerotia of brown sheath blight was observed attaching to the rice plant.

4) Survival patterns on the rice plant

(1) Fungi of bordered sheath spot, gray sclerotium disease and brown sclerotium disease were isolated from rice seedlings in the nursery box. When the rice seedlings were grown under upland condition or in plastic film house, percentage of seedlings of fungal carrier was low. However, brown sclerotium fungus was isolated with high frequency from the seedlings grown in the paddy field where the disease developed severely in the previous year.

(2) Fungi of brown sclerotium disease, gray sclerotium disease, bordered sheath spot, globular sclerotium disease and *Rhizoctonia zeae* spot were detected from the reserved seedlings left in the paddy field for replanting. The fungi could be hardly detected from the seedlings left for two days, however it became to be frequently detected from the seedlings left for seven days. From

the reserved seedlings left in the field for over one month, the fungi were isolated with extremely high frequency. Isolation frequency of globular sclerotium disease was the highest, followed by brown sclerotium and gray sclerotium. Bordered sheath spot and brown sheath blight were hardly detected from the reserved seedlings.

(3) The sclerotia of sheath blight, brown sclerotium disease, gray sclerotium disease, globular sclerotium disease and *Rhizoctonia zeae* spot were found sticking to the reserved seedlings. Especially, the sclerotia of globular sclerotium disease, brown sclerotium disease and gray sclerotium disease were found frequently, and the sclerotia of brown sheath blight and bordered sheath spot were not found at all.

(4) The fungi of several rice sclerotial diseases were detected from the dead or weakened weaves at transplanting time. Gray sclerotium disease, brown sclerotium disease and globular sclerotium disease were found with high frequency. Bordered sheath spot and brown sheath blight were detected at transplanting time, the isolation frequency was increased at tillering to heading stages.

(5) The fungi of several rice sclerotial diseases were detected from dead leaves which were collected from field infested severe with bordered sheath spot or brown sheath blight at middle stage of rice plant. Bordered sheath spot was detected with especially high frequency, more than 30% of the dead leaves, in 45 days after transplanting.

(6) The fungi of several rice sclerotial diseases were detected from the foot of rice plant at middle stage, and in many cases detected fungi were the same species as the disease developing symptoms on the rice plants at ripening stage.

(7) Symptom development and distribution of causal fungi on a rice plant.

① Causal fungi of brown sheath blight, bordered sheath spot, gray sclerotium disease and brown sclerotium disease were detected from the brown sheath blight or bordered sheath spot infected rice stems at middle stage of rice plant. The lesion forming frequency was the highest on the main shoots, followed by the primary tillering shoots. The lesion were not found on the secondary shoot.

② Causal fungi of brown sheath blight, bordered sheath spot and gray sclerotium disease were detected from the roots or lower leaf sheaths of rice plant spontaneously grown among the hills at middle stage, however, no fungi were detected from the upper leaf sheaths. The fungi of brown sclerotium disease and gray sclerotium disease were found in the roots and lower leaf sheaths infected with brown sclerotium disease.

③ At the ripening stage of rice plants, mycelia of brown sclerotium disease, brown sheath blight and gray sclerotium disease distributed continuously from the lower dead leaf sheaths to the upper ones with sclerotial lesions.

④ In the case of bordered sheath spot, irregular lesions were only found on the upper leaf sheath. The mycelia were detected from the lower leaf sheath without symptom. Usually, mycelia were distributed continuously from the lower dead leaf sheaths to the upper ones with sclerotial lesions, Occasionally mycelia were distributed to the upper part of the upmost lesion.

5) Fixation of bordered sheath spot and brown sheath blight fungi in the soil.

(1) Hyphae of bordered sheath spot and brown sheath blight elongated on the soil surface. Hyphae elongated favorably when the soil moisture was 30%, and under 20% soil moisture hyphal elongation was restricted. Under submerged condition, hyphal growth was extremely restricted.

(2) Bordered sheath spot fungus was isolated frequently from the seedlings in 4 to 8 days

after transplanting to inoculated soil.

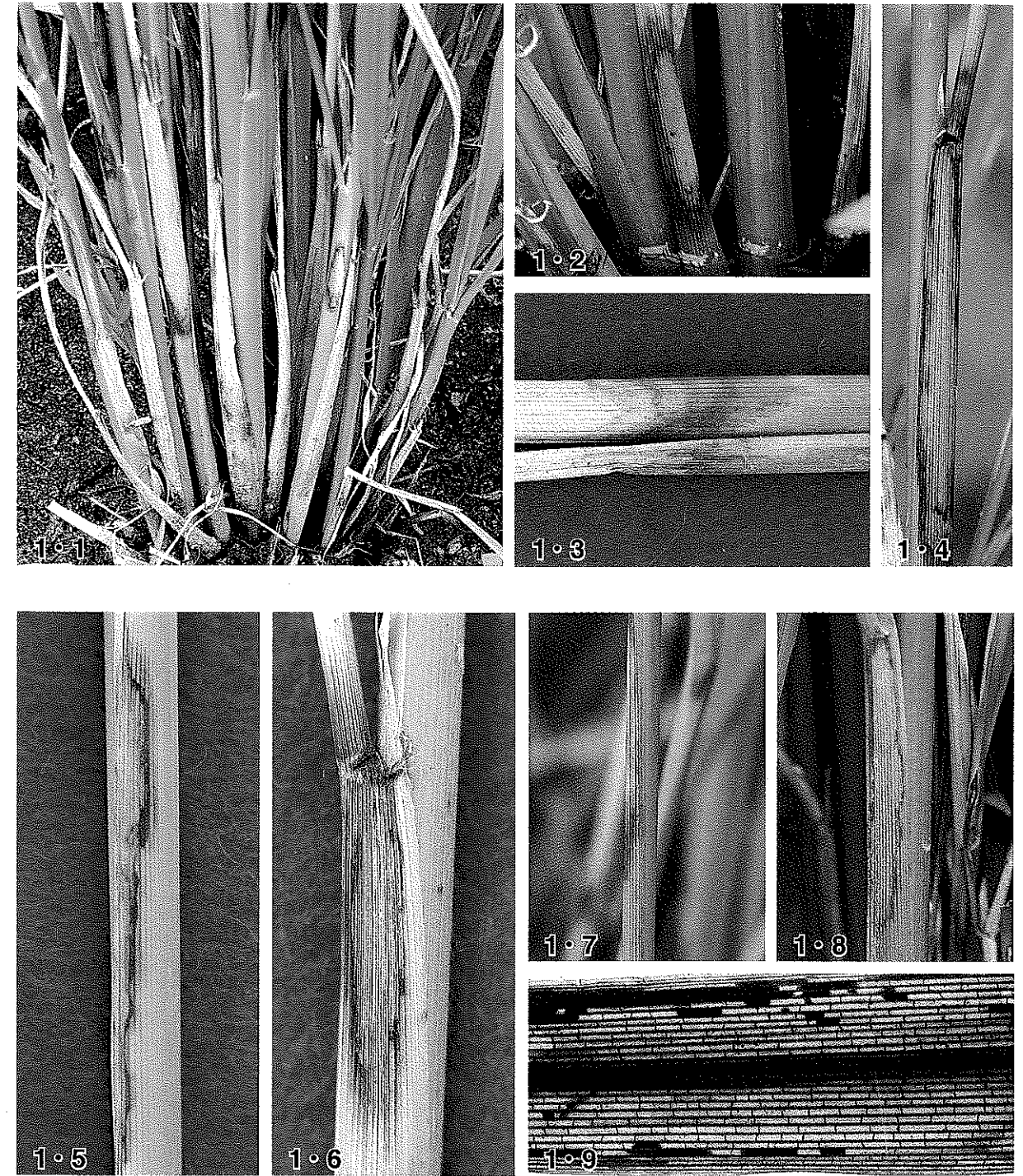
(3) Brown sheath blight fungus was detected from the soil inoculated in previous year.

(4) The fungi of brown sheath blight, bordered sheath spot and gray sclerotium disease were detected from the seedlings grown for 10 days in the paddy field inhabited by brown sheath blight disease and bordered sheath spot. The fungi of brown sheath blight and bordered sheath spot were detected with high frequency.

6) Hymenium formation of brown sheath blight

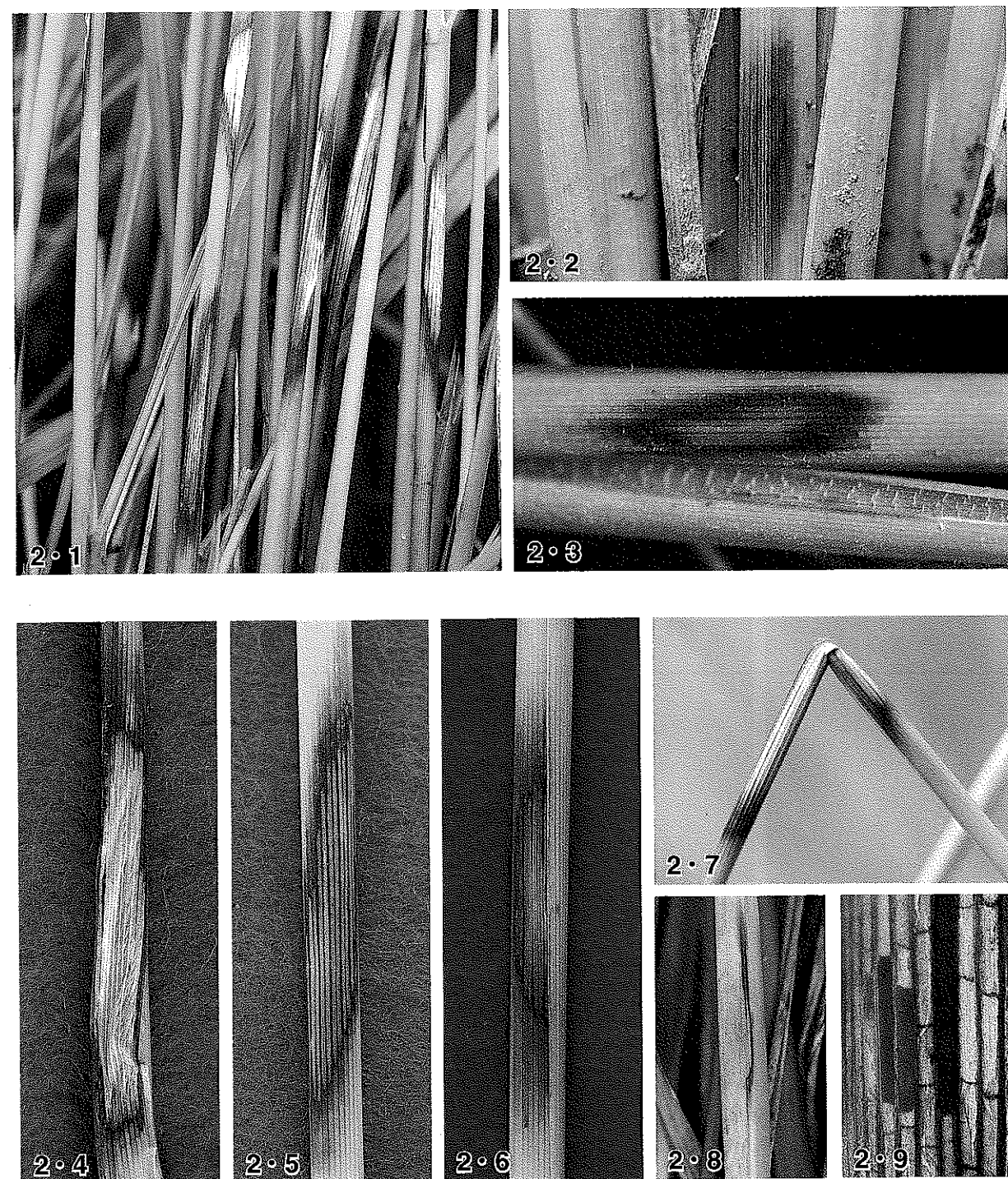
(1) Hymenium of brown sheath blight was formed around the lesion and on the symptomless part of the same plant after ear emergence of early transplanting rice cultivar. When the hymenium was formed on the symptomless parts, the lesion developed on the same place afterward.

(2) Basidiospore was elliptical, 7.10-11.41mm in length and 5.07-7.86mm in width, with small tubercular and colorless. It could not germinate in distilled water.



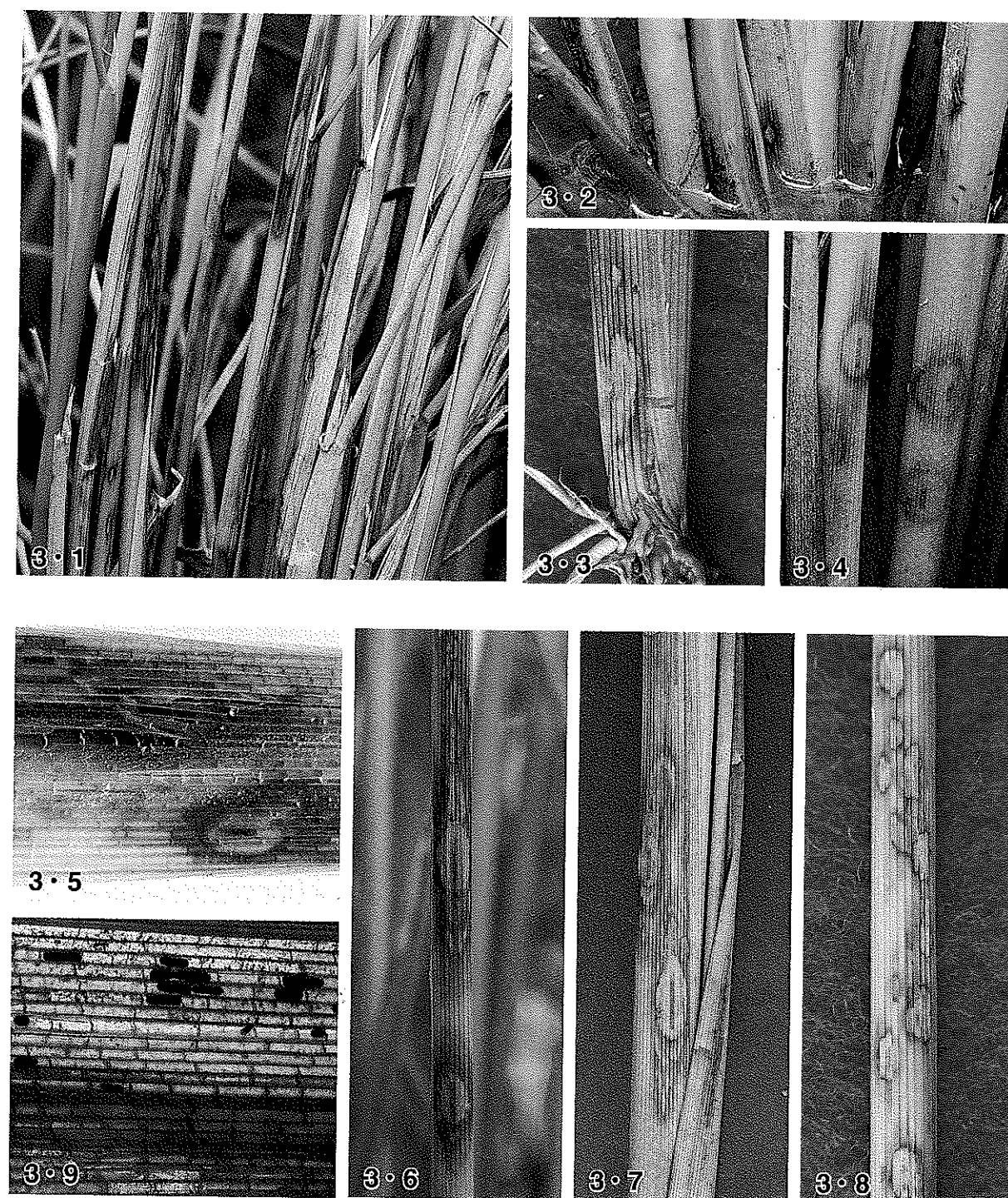
1. イネ褐色紋枯病

- 図版 1-1 発病株
- 図版 1-2 下位葉鞘における病斑
- 図版 1-3 病斑輪縁部に形成された輪紋
- 図版 1-4 上位葉鞘における大型病斑
- 図版 1-5 葉鞘縁部における流れ型病斑
- 図版 1-6 中位葉鞘における病斑 (病斑輪縁部の欠落)
- 図版 1-7 葉鞘合わせ目における病斑 (上側葉鞘に病斑形成)
- 図版 1-8 病斑部およびその周辺に形成された子実層
- 図版 1-9 葉鞘組織内に形成された菌核



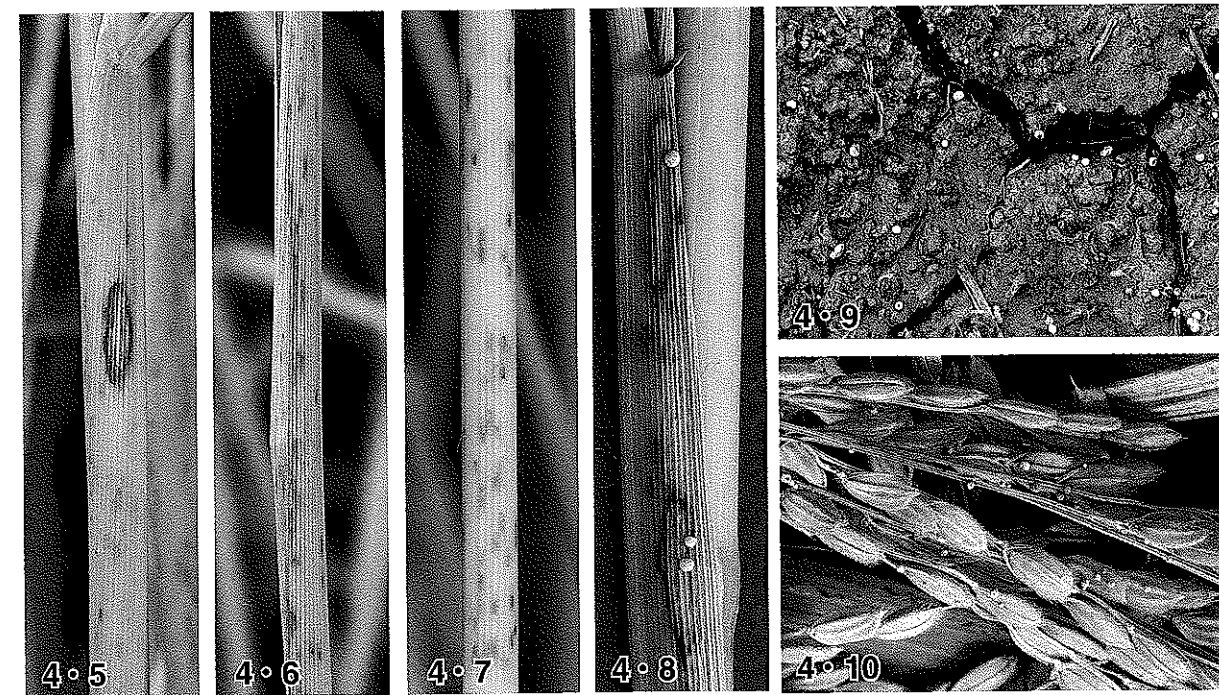
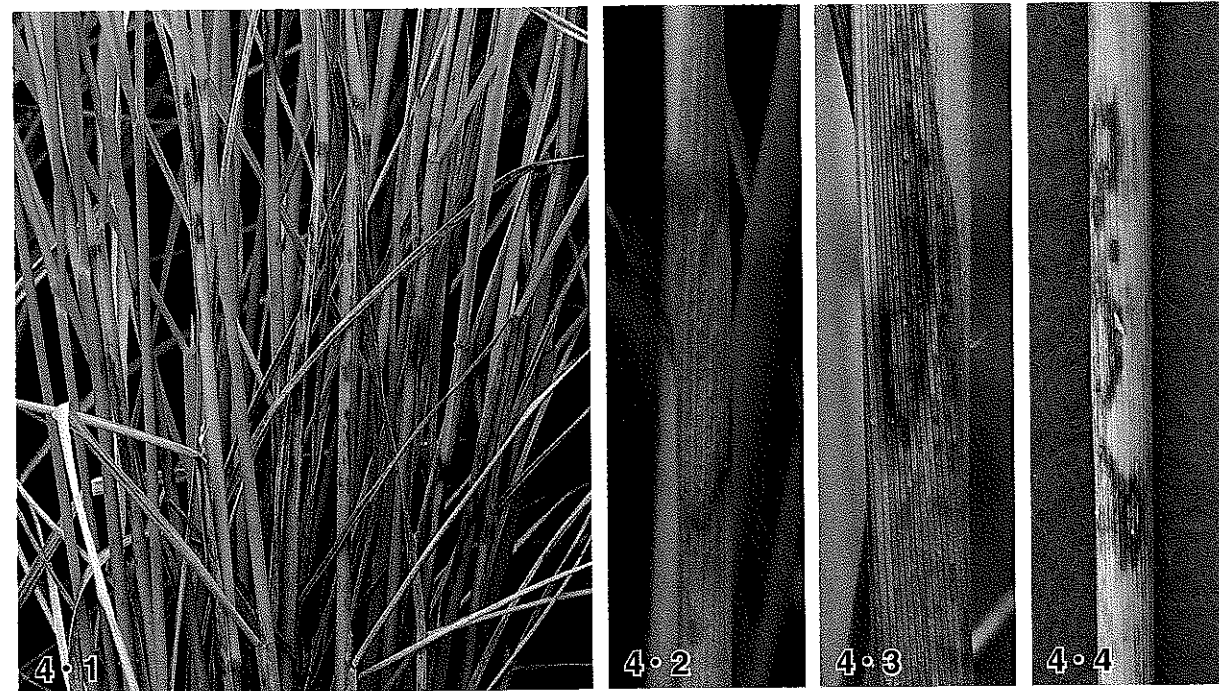
2. イネ赤色菌核病

- 図版 2-1 発病株
 図版 2-2 下位葉葉鞘における初期病斑
 図版 2-3 中位葉葉鞘における病斑
 図版 2-4 中位葉葉鞘における病斑 (病斑中心部が裂開)
 図版 2-5 上位葉葉鞘における病斑 (病斑中心部の葉脈が黒褐色)
 図版 2-6 葉鞘合わせ目における病斑 (下側葉鞘に病斑を形成)
 図版 2-7 止葉葉鞘における病斑部からの折損
 図版 2-8 葉身における病斑
 図版 2-9 葉鞘組織内に形成された菌核



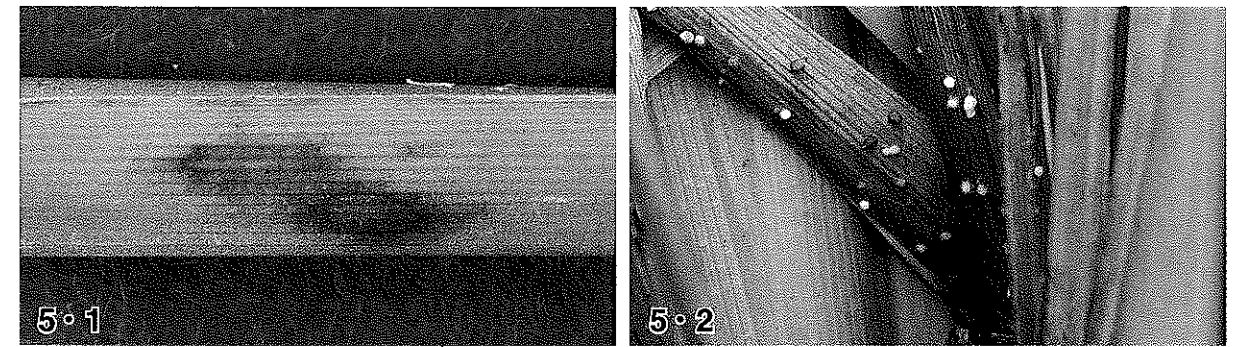
3. イネ褐色菌核病

- 図版 3-1 発病株
 図版 3-2 初発期における小型病斑
 図版 3-3 地際における病斑
 図版 3-4 株元における大型円形病斑
 図版 3-5 病斑中心部における褐色条線 (透過光による)
 図版 3-6 中位葉葉鞘における典型的病斑と褐色の条線
 図版 3-7 中位葉葉鞘における病斑 (病斑輪縁部に輪紋を形成)
 図版 3-8 上位葉葉鞘における小型病斑 (数個の小型病斑がゆ合)
 図版 3-9 葉鞘組織内に形成された菌核 (俵形~円筒形)



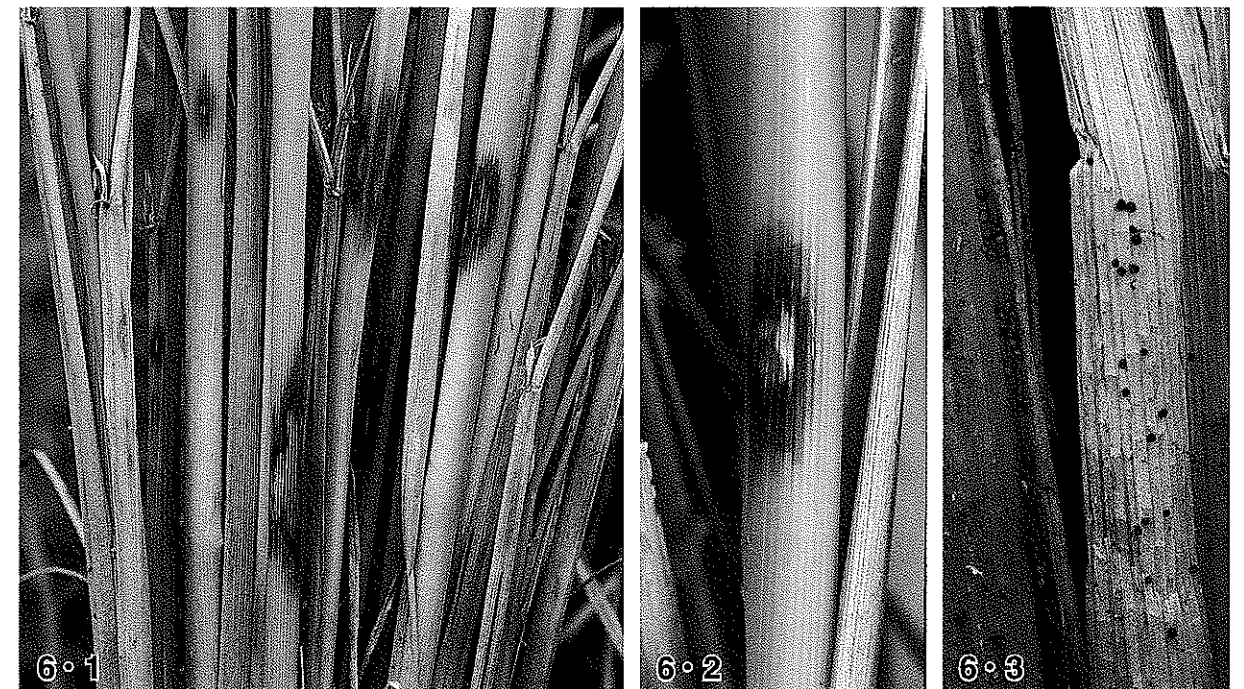
4. イネ灰色菌核病

- 図版 4-1 発病株
- 図版 4-2 中位葉葉鞘における紋枯病様の大型病斑
- 図版 4-3 中位葉葉鞘における中型病斑と斑点型病斑
- 図版 4-4 中位葉葉鞘における斑紋型病斑
- 図版 4-5 紋枯病に類似した楕円形病斑と斑点型病斑
- 図版 4-6 上位葉葉鞘における流れ型病斑
- 図版 4-7 上位葉葉鞘における斑点型病斑
- 図版 4-8 病斑上に形成された菌核
- 図版 4-9 刈り取り時に田面に落ちた菌核
- 図版 4-10 倒伏したイネの芻上に形成された菌核



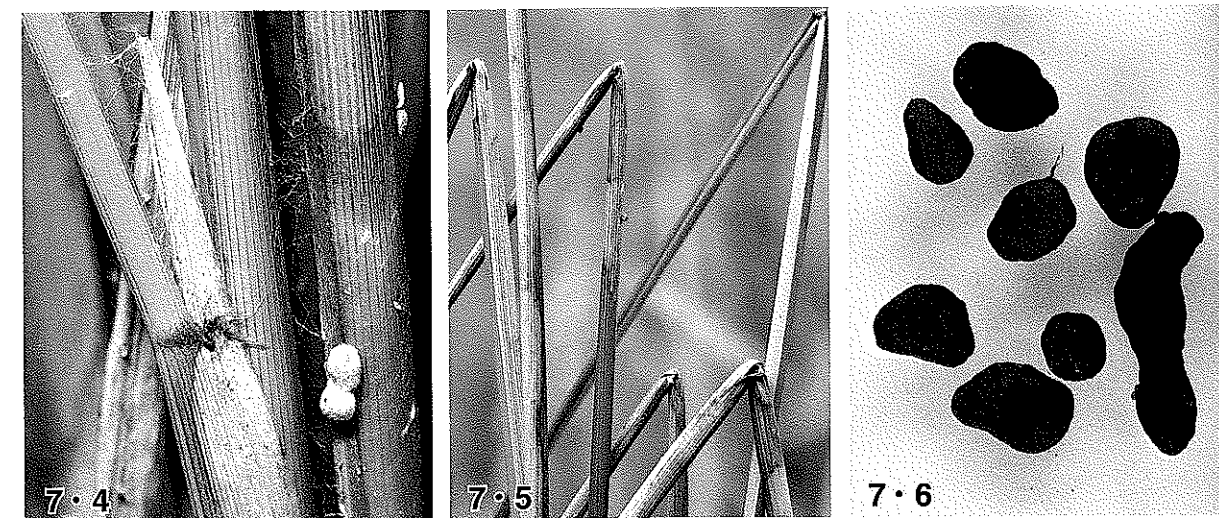
5. イネ球状菌核病

- 図版 5-1 中位葉葉鞘における病斑
- 図版 5-2 下位の枯死葉鞘上に形成された菌核



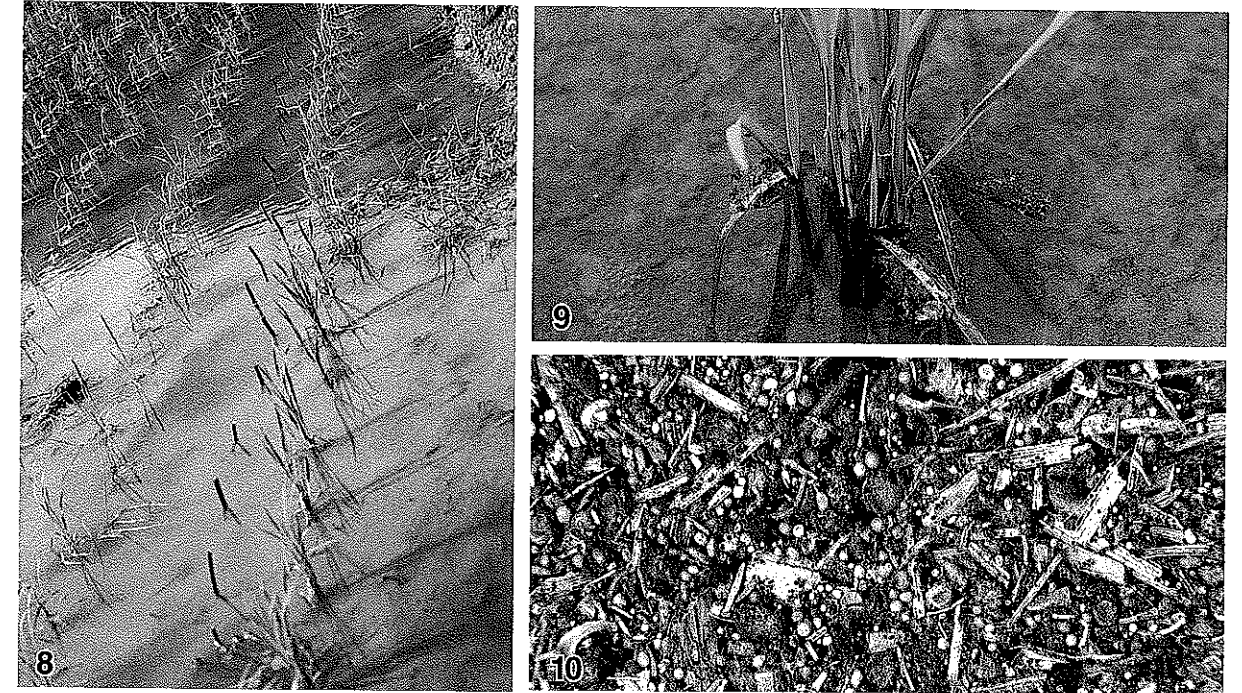
6. 褐色小粒菌核病

- 図版 6-1 発病株 (人工接種株)
- 図版 6-2 中位葉葉鞘における病斑
- 図版 6-3 枯死葉鞘上に形成された菌核



7. イネ紋枯病

- 図版7-1 発病株
- 図版7-2 中位葉葉鞘における初期病斑
- 図版7-3 中位葉葉鞘における典型的病斑
- 図版7-4 気中菌糸と形成初期の菌核
- 図版7-5 止葉葉鞘における病斑部からの折損
- 図版7-6 成熟菌核



図版8 水田に挿した各種菌核病菌捕捉用のソバ茎

図版9 イネ株に付着した各種菌核病菌の菌核

図版10 畦畔付近に集積した各種菌核病菌の菌核