

水稻の穂枯れ症状について

—糸状菌—

福井県農業試験場 ^{ほん}本 ^だ多 ^{のり}範 ^{ゆき}行

はじめに

水稻の穂枯れや変色米などの被害が問題となって、積極的に取り上げられるようになったのは1960年から70年代である。穂枯れとは「水稻の登熟期において、いもち病菌を除く他の病原菌類によって穂が侵され、汚染、変色、枯死などの症状を示し、穂の各部には多くの場合、淡褐色から黒褐色の病変部などが見られ、次第に穂枯れ様相を示すようになる」症状をいい、主な病原菌はごま葉枯病菌、小粒菌核病菌、すじ葉枯病菌、褐色葉枯病菌の4種である(木谷, 1965)。糸状菌による水稻の穂を侵す病害には、いもち病、ごま葉枯病、褐色葉枯病、小黒菌核病、すじ葉枯病以外に、斑点病、紋枯病、ばか苗病、葉しょう腐敗病、稲こうじ病、墨黒穂病、赤かび病、もみ枯病、褐色米、腹黒米、紅変米の11種がある。冷夏には穂いもち、稲こうじ病、褐色葉枯病、紅変米の発生が多く見られる。高温で多湿な夏には紋枯病、ばか苗病、葉しょう腐敗病、赤かび病、もみ枯病が多くなる。猛暑の夏には、ごま葉枯病、小黒菌核病、すじ葉枯病、斑点病、墨黒穂病、腹黒米、褐色米の発生が多くなりやすい。また、いもち病、褐色葉枯病、稲こうじ病、紋枯病、墨黒穂病は過剰な窒素で多発する病害で、ごま葉枯病、小黒菌核病、すじ葉枯病、葉しょう腐敗病、斑点病、腹黒米、褐色米は窒素、カリ、鉄、マンガン、マグネシウム、ケイ酸などが欠乏している老朽化水田や養分が抜けやすい砂質土壌など、いわゆる秋落水田で発生しやすい病害である。一方、戦後、全国的に実施された土地改良や被覆肥料など緩効性肥料の使用、追肥など施肥の改善によって、多くの窒素不足で多発する病害は減少した(大畑, 2002)。他方、近年の食味を加味した窒素施肥量を抑えた栽培では、穂枯れ性病害を発生しやすくしている。また長期残効性育苗箱施薬、マルチラインの普及などによる殺菌剤散布の減少は、同時防除されていた穂枯れ性病害の多発生を招くこともある(山口ら, 2007)。墨黒穂病のように箱育苗によって発生が拡大した病害もある。

穂枯れ症の症状については「いね穂枯れ性病害」(1990)で詳細に紹介されている。穂枯れの多くはごま葉枯病といもち病であるが、北日本や西日本の中山間水田では褐色葉枯病といもち病、西日本の秋落水田ではごま葉枯病とすじ葉枯病、乾田不耕起直播田では葉しょう腐敗病とすじ葉枯病などのように混合発生していることが多い。穂の病徴だけで病害を見分けるのは難しい。しかし、穂枯れ性病害は穂以外に葉身、葉鞘等にも病徴が見られる。また、穂の中でも初、穂首、枝梗など発病部位が異なる場合がある(表-1)。

I 穂、葉、葉鞘に病徴のある場合

ごま葉枯病、褐色葉枯病、小黒菌核病、すじ葉枯病の4種をはじめ、紋枯病、斑点病、ばか苗病、葉しょう腐敗病、赤かび病による穂枯れ症状の発病圃場では穂以外に葉身、葉鞘などに病徴が出ている。ばか苗病、葉しょう腐敗病、赤かび病は、初を侵すが、穂首や枝梗などでは病徴が見られない(表-2)。

(1) ごま葉枯病

ごま葉枯病は最も普通に見られる穂枯れ症であるが、2007年の発生面積は全国で約8万haと、10年前の約1/10に減少している。

みご、穂軸、枝梗では、出穂2～3週間後ごろから発病し始める。初め幅0.5mmぐらいの黒色の短い条斑が現れ、拡大・融合して幅が広くなり、全体を取り巻く。病斑の色は次第にうすく、淡褐色になり全体が枯死し、いわゆる「穂枯れ」症状になる。穂いもちのように白穂になることはないが、稔実が悪くなり、青米や茶米が多くなる。

初では、出穂後の早い時期に侵されやすく、暗褐色で周縁がやや不鮮明な紡錘形ないし楕円形の斑点を生じ、のちに中央部が灰白色となる。激しく侵されると初全体が紫褐変し、黒いピロード状のかびが密生することがある。

本田の葉には、黒色楕円形でまわりは黄色のかさで取りまかれた典型的な病斑を形成する。拡大すると灰褐色で丸みを帯びた大型病斑となり、不鮮明な輪紋ができる(図-1)。

(2) 褐色葉枯病

褐色葉枯病は、1950年から60年代には全国各地で発

Key Points in Diagnosis of Ear Blighting of Rice Plants Caused by The Fungi. By Noriyuki HONDA

(キーワード: 穂枯れ, 褐変米, 糸状菌病, 診断)

表-1 穂枯れ性病害と発病部位

病名	穂軸				小穂			葉身	葉鞘
	穂首	みご	穂軸	枝梗	護穎	初	玄米		
いもち病	○	○		○	○	○		○	○
ごま葉枯病		○	○	○		○	○	○	○
褐色葉枯病		○	○			○	○	○	○
すじ葉枯病		○	○			○	○	○	○
小黑菌核病	○	○	○			○		○	○
斑点病	○	○		○		○	○	○	○
紋枯病		○	○					○	○
葉しょう腐敗病						○	○		○
ばか苗病						○		○	○
赤かび病						○	○	○	○
稲こうじ病						○			
墨黒穂病						○			
もみ枯病						○	○		
紅変米						○	○		
腹黒米							○		
褐色米					○	○	○		

表-2 穂の発病部位, 葉身, 葉鞘の病徴

病名	穂					葉身	葉鞘
	穂首	みご	穂軸	枝梗	初		
いもち病	黒褐色, 灰白色	黒色条斑		黒褐色	蒼白色, 灰白色	褐色紡錘形	蒼綠色橢円形
ごま葉枯病		黒褐色条斑	黒褐色条斑, 暗褐色	黒褐色条斑	暗褐色, 灰白色, 紫褐色	暗褐色橢円形	黒褐色橢円形
褐色葉枯病	淡褐色, 淡紫褐色, 淡暗褐色	淡紫褐色, 微細な汚斑	淡紫褐色微細な汚斑	淡褐色, 紫褐色	淡紫褐色, 紫褐色	黒褐色橢円形, 雲形病斑	紫褐色長橢円形, 不整形
すじ葉枯病		紫褐色長い条斑	紫褐色条斑		紫褐色	紫褐色短い条斑	紫褐色条斑
小黑菌核病	黒褐色長紡錘形	黒褐色長紡錘形, 菌核形成	黒褐色長紡錘形, 菌核形成			不鮮明な褐点	黒色周縁淡黒色, 菌核形成
斑点病	黒褐色微細斑点	黒褐色微細斑点		黒褐色微細斑点	黒褐色微細斑点	黒褐色短条斑	黒褐色微細斑点
紋枯病		灰白色橢円	周縁褐色, 中央灰緑色			灰白色橢円形	灰白色橢円形
葉しょう腐敗病			穂の出すくみ		暗褐色, 初内に帯紅白色のかび		虎斑状褐色斑紋
ばか苗病					基部, 先端暗色, 淡紅色の塊		葉鞘, 節間伸長と黄化
赤かび病					白色, 黄色, 淡紅色, 紫黒色	枯死葉上に黒小粒点	紫黒変, 枯死葉上に小黒点

生が見られていたが, 近年の発生面積はわずかである。
みご, 穂軸, 穂首, 枝梗では, 出穂 20 ~ 30 日後ごろから, 紫褐色で周縁がぼけた, やや長い微細な斑点を生

じ, のちに全体が淡紫褐変する。
初では全体が淡紫褐変あるいは紫褐変し, はっきりとした斑点は見えにくい。初が出穂期に激しく侵されると不

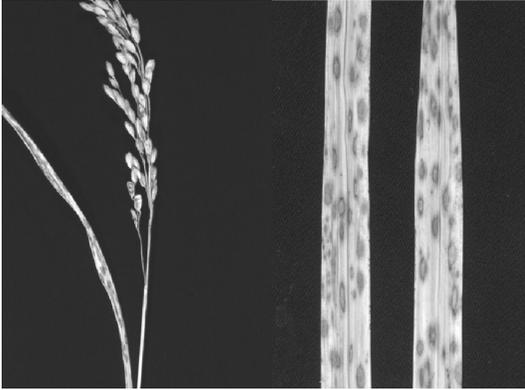


図-1 ごま葉枯病の穂枯れ症状(左)と葉の病斑(右):
内藤秀樹氏原図

穂になる。症状が軽いと変色米などになる。

葉では褐色斑点と大型病斑を作る。大型病斑は、葉先や葉縁から暗褐色と灰褐色部が交互に広がる雲形病斑を生じる。褐色斑点は初め赤褐色の短い条斑あるいはごま葉枯病病斑のような長楕円形の小さい斑点で、症状が進むと周りが褐変し、周縁が不鮮明となる。しかし、ごま葉枯病病斑のような輪紋を作らず、葉いもち病斑のような壊死線を作らないので区別できる(口絵①)。

(3) すじ葉枯病

すじ葉枯病は主に西日本の乾田直播栽培などの限られた発生で、最近の発生面積は不明である。

みごおよび穂軸では幅0.5～1.0mmぐらいの紫褐色の長い条斑となる。多数の条斑が融合して、全体を取り巻くこともある。穂が侵されると穂枯れ症状を呈し、稔実が悪くなる。

初では穎の縫合部に沿って紫褐色のかすれた条斑が現れることもあるが、一般には初全体が紫褐変して条斑は見えない。

葉では葉脈が暗紫褐変する。のちに脈間も紫褐変して長さ0.5～2cm、幅1～1.5mmぐらいの周縁のかすれた条斑となる。

(4) 小黒菌核病

小球菌核病と小黒菌核病をあわせて小粒菌核病と呼ぶ。2007年度の小粒菌核病発生面積は308haで、年々減少している。穂やみごを侵し穂枯れの原因となるのは、小黒菌核病のほうである。

穂での発病は登熟後期である。みごや穂軸に黒褐色長紡錘形あるいは線状の病斑を生じ、のちに全体を取り巻いて暗褐色となり、みごは折れやすくなる。みごの内側には黒色の光沢のない不整形の小さな菌核が密生するの

が特徴である。出穂直後の初では、初め褐変するが、その後不明瞭になる。

葉鞘では、水際部の縁に近い部分が黒色、長方形の小斑点を生じ、すじ状に伸びるとともに広がり葉鞘を取り巻く。のちに葉鞘は黄変、枯死する。葉鞘内部は黒色で周縁不鮮明な不整形病斑を形成する。出穂期の上位葉鞘にも黒色で周縁のぼやけた大きな雲形病斑が現れる。

葉では茶褐色で長さ1～2mmの小斑点が形成される。

稈では初め黒褐色、周縁不鮮明な長楕円形の小斑点を多数生じる。病斑は拡大融合し、黒褐色で周縁のぼやけた長い大型病斑となり、稈を取り巻く。稈の内部には小さな菌核が多数形成される。

(5) 斑点病

穂首、みご、枝梗に、黒褐色の微細な斑点を生じる。

初には黒褐色微細な斑点が多数生じ、激しい場合には初全体が黒変する。

葉では1mm以下の微細な黒褐色の短条線の斑点が一面に発生し、激しいと葉先から黄変し、枯死する。

(6) 紋枯病

みごや穂に、暗緑色水浸状のちに周縁褐色で中央部が灰緑色の病斑を形成し、穂は枯死する。

本病は、ふつう葉鞘や葉に周縁が緑褐色ないし褐色で、中央部は灰緑色ないし灰白色楕円形の典型的な病斑を形成する。葉鞘や葉での病勢が激しい場合に、みごや穂を侵す。

(7) 葉しょう腐敗病

内穎だけ、あるいは初全体が、開花期頃から淡褐色～濃褐色に変色し、不稔または茶米となる。

本病の特徴は、穂ばらみ期から出穂期にかけて止葉葉鞘に虎斑状の大型の褐色斑紋を生じることである。葉鞘が罹病すると穂は出すくみ、内側に帯紅白色のかびが生じる。

(8) ばか苗病

ばか苗病の特徴は、苗あるいは株の黄化と徒長であるが、開花期に初が侵されると、初の一部あるいは先端が暗色になり、内外穎の縫合部に沿って淡紅色のかびが現れる。

(9) 赤かび病

初には白色のちに黄色から淡紅色の病斑を生じ、初全体が変色する。内外穎の縫合部に沿って淡黄赤色でやや粘性のある集塊が現れる。罹病初は不稔、またはしいなになる。初症状はばか苗病と似ている。

稈では節を中心に上下に紫黒色の変色部を生じて、枯死する。葉や葉鞘の病斑ははっきりしないが、枯死すると表面に黒色の小粒点を形成する。

II 葉鞘や葉身で病徴が見られない穂枯れ症

葉や葉鞘に病徴を示さない糸状菌による穂枯れを表-3に示した。稲こうじ病、墨黒穂病は籾に典型的な病徴を示す。紅変米、腹黒米、褐色米は、籾の褐点や汚れの症状から区別するのは困難であるが、玄米に特徴が見られる場合がある。

(1) 稲こうじ病

内外穎の縫合部に緑黄色の肉塊状の突起が現れ、のちに籾全体が濃緑色ないし、緑黒色団子状のこうじの塊のようになり、亀裂ができ表面は粉状となる。

(2) 墨黒穂病

内外穎の縫合部、穎の裂け目から黒色の胞子が飛散したり、白色舌状突起物を出す。突起物は裂けて黒色の粉が飛散する。玄米は一部分または全体に胞子が形成され黒く着色する。

(3) もみ枯病

籾の先端あるいは基部に小さな褐色斑点を生じ、次第に拡大する。同時に中央部から退色し、最後には籾全体が灰白色となり、枯死する。表面に小さな黒粒が生じるのが特徴である。籾は不稔、または茶米など変色米になることが多い。籾の病徴だけで見分けることは困難である。

(4) 紅変米

玄米の表面に円形、雲形、長方形の紅色ないし紅赤色あるいは赤褐色の病斑を形成する。開花期に感染すると籾は褐変し、激しい場合には縫合部を破って内部から黒色塊状の胞子層が突出することがあるが、籾の症状から見分けることは困難である。

(5) 腹黒米

玄米の腹部が、くすんだ黒色ないし黒褐色の斑紋を生じる。籾の症状はあまり見られない。

(6) 褐色米

1978年北陸地方を中心に問題となった玄米が褐色に変色する褐色米には、*Curvularia* 菌4種、*Alternaria*

表-3 籾と玄米における病徴

病名	籾	玄米
稲こうじ病	緑黄ないし緑黒色の塊状	
墨黒穂病	白色舌状突起物、後に黒粉状	一部または全体が黒く着色
もみ枯病	灰白色、中央部に黒粒点	
紅変米	縫合部に黒色塊	紅色ないし紅赤色病斑
腹黒米		腹部黒褐色斑紋
褐色米	基部の退色、全面褐変など	褐変ないし、黒褐色斑点

alternata, 葉しょう腐敗病菌, *Phoma* 菌1種, 内穎褐変病細菌, ごま葉枯病菌, 斑点病菌, 腹黒米菌, 紅変米菌の12種が関与している。*Curvularia* 菌による褐色米では、玄米の全面が一樣に淡褐変ないし濃褐変し、果皮の表面に黒褐色の微細な斑点が多数現れる。軽症の場合には、この斑点は腹部あるいは胚部に近いところに見られる(口絵②)。*A. alternata* による褐色米でも、玄米の微斑点は見られるが、前者に比べ発生は少ない。それ以外の菌では、玄米に微斑点が形成することはない。玄米の着色程度も低い。

玄米の変色は褐変した籾と関連することが多い。籾は台風やフェーン風など強風によっても褐変する。出穂後間もない出穂期～穂揃期にフェーン風に遭遇すると稜間が紡錘形灰白色、周縁褐変となる変色籾が発生する。変色籾には変色米の発生が多い型があり、その内、糸状菌が関与する変色型として、籾全面褐変型と籾の稜に沿った褐点連続型の2種類が示されている(川久保, 1982)。強風などによる穂ずれ、潮害による褐変穂による変色米は、褐色米に比べ玄米表面の光沢がなく、変色に濃淡のムラが見られるものが多い。

III 最近の知見

1 褐色米からの分離菌の年次変化

褐色米を引き起こす菌は地域、年次によって異なることが多い。福井県においても玄米から主に4種の糸状菌が分離されてくる(図-2)。1978年は腹黒米菌(*A. padwickii*)によるものが多く、その後は*A. alternata* によるものが主となっているが、*A. padwickii* が高率に分離される地区はある。*A. alternata* によるものの発生は圃場による差が大きい。*Curvularia* 菌、*Phoma* 菌によるものは年次、圃場による差は比較的少ない(本多, 2004)。圃場内の胞子飛散量、葉身での菌密度を見ると、

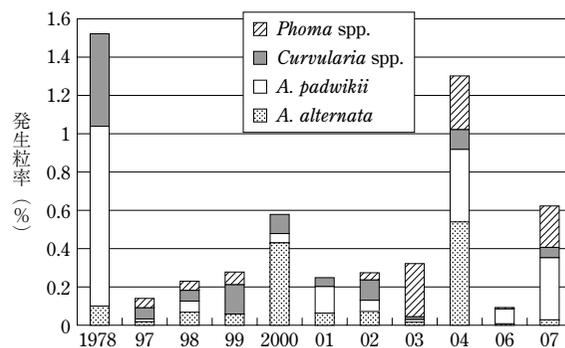


図-2 福井県における褐色米の発生状況

A. alternata の胞子は畦畔沿い、中央部両方で採取される。畦畔雑草だけではなく、イネの枯死葉、成葉から分離される。一方、*Curvularia* 菌は、畦畔沿いで菌密度が高く、畦畔雑草における伝染源量が褐色米の発生に影響する。他方、*A. padwickii* は圃場中央部で菌密度が高いことから、雑草よりイネ植物体の伝染源量が影響すると考えられる(本多, 2001)。わら重が多い圃場では *A. alternata* による褐色米の発生が多くなる傾向が見られる。わらの量が増えるとその圃場の伝染源量も増えることから褐色米が増える。また、登熟期に肥料が少ないと玄米が発病しやすくなることなどが考えられるが、いかなる要因で褐色米を引き起こす原因菌が決定されるのか興味深い。

Phoma 菌は、*Nigrospora* 菌に次いで、イネ葉身からの分離率の高い菌で、枯死葉に比べ成葉での分離率が高い菌である。雨の多い年によく玄米から分離される(本多, 2002)。2004年7月18日の豪雨によって、福井県の北部地域は多くの圃場が冠水した。冠水した圃場では奇形米、淡褐色米の発生が多く、*Phoma* 菌の分離率も高かった。

2 初内への感染

出穂直後～10日後の間に *Alternaria* 菌や *Curvularia* 菌を接種すると褐色米が高率に発生し、その後の感染は激減する。そのため、褐色米の発生は開花期の胞子の飛散量と関係が深い。*A. alternata* の胞子飛散は7月下旬から8月上旬に飛散のピークがあり、*A. padwickii* は8月上旬から増加し、8月下旬に飛散のピークとなる。*Curvularia* 菌の飛散量は前2者に比べはるかに少ない。

初内に潜入した *Alternaria* 菌、*Curvularia* 菌の動態を見てみると、*A. alternata* と *A. padwickii* の胞子は接種1日後には発芽し、穎内に菌糸がまん延する。*C. lunata* の胞子は *Alternaria* 菌よりやや遅い、接種3日後に発芽し、穎内に菌糸がまん延するとともに胞子が消失する

(本多ら, 2009 a)。また、アゾキシストロビン剤を出穂前から定期的に散布し、褐色米の発生を見てみると、*Curvularia* 菌による褐色米に対しては出穂後10日、*A. alternata*、*A. padwickii* には出穂後20日の散布で、発生抑制効果が見られた(本多ら, 2009 b)。3種の原因菌において、感染しやすい時期と褐色米の発生を抑制する時期とは異なり、今後検討したい。

おわりに

北陸地方を中心に褐色米が問題となった1973年の福井市の気象は、7・8月の月最高気温が33℃を超える猛暑で、降水量は2か月併せても150mmに達しないような高温・乾燥の夏であった。その後このような気象はまだ観測されていないが、地球温暖化による影響か、夏期の気温は確実に高くなっている。また、窒素施肥量は1978年に比べ約6割に減少しており、これら二つの要因は褐色米など穂枯れ性病害の多発を招くおそれがある。

このように、今後、穂枯れ性病害の発生しやすい条件が整いつつあるにもかかわらず、研究はあまり行われていない。安全・安心に加え、外観のよい米は消費者の求めるところであろう。的確な診断、適切な防除によって、毎年、どの圃場でも黄金色の秋を迎えたい。

引用文献

- 1) 本多範行 (2001): 日植病報 67(講要): 194 ~ 195.
- 2) ——— (2002): 北陸病虫研報 51(講要): 34 ~ 35.
- 3) ——— (2004): 同上 53(講要): 52.
- 4) ———・古賀博則 (2009 a): 日植病報 75: 1.
- 5) ———・————— (2009 b): 第61回北陸病虫研究会(講要): 9.
- 6) 川久保幸雄 (1982): 福井農試報 19: 33 ~ 50.
- 7) 木谷清美 (1965): 植物防疫 19: 227 ~ 230.
- 8) 大畑貫一 (2002): 稲病害防除の実際, 安信印刷工業, 松戸, 150 pp.
- 9) 全国農村教育協会編 (1990): いね穂枯れ性病害, 武田薬品工業, 東京, 234 pp.
- 10) 山口吉博ら (2007): 北陸病虫研報 56(講要): 55.

(新しく登録された農薬43ページからの続き)

メロン: つる枯病, ベと病: 収穫7日前まで
きゅうり: ベと病, 炭疽病: 収穫前日まで
キャベツ: ベと病: 収穫30日前まで
ねぎ: ベと病, 黒斑病, さび病: 収穫30日前まで
はくさい: ベと病, 黒斑病: 収穫30日前まで
アスパラガス(露地栽培): 斑点病, 茎枯病: 収穫終了後
但し, 秋期まで
かぼちゃ: ベと病: 収穫30日前まで

「除草剤」

● MCPA ナトリウム塩液剤
22331: 家庭園芸用日産 MCP ソーダ塩 (日産化学工業)
09/02/04
MCPA ナトリウム塩: 19.5%
麦類: 広葉雑草
日本芝: 広葉雑草
樹木等(公園, 堤とう, 駐車場, 道路, 運動場, 宅地, のり
面, 鉄道等): 一年生及び多年生広葉雑草, スギナ
(53ページに続く)