

メトミノストロビン剤による褐色米の防除

本多範行*

Control of Discoloured Rice Grains by Metominostrobin

Noriyuki HONDA

褐色米の病原菌である *Alternaria alternata*, *Curvularia lunata* は開花期のイネに高率に感染した。*Alternaria alternata* は登熟後期にも感染があった。メトミノストロビン粒剤を出穂前 10～20 日頃に施用すると *Alternaria* 菌, *Curvularia* 菌による褐色米の発生を抑制した。

キーワード: 褐色米, メトミノストロビン, アルタナリア菌, カーブラリア菌, 感染時期

I. 諸言

近年の出穂前後の高温や減農薬栽培によって水稻の穂枯れ性病害の発生が顕在化し、問題となっている¹⁾。玄米表面が淡褐色～暗褐色となる褐色米の混入は、米の品質を低下させる要因の一つである。福井県における褐色米の発生は夏期の異常高温・乾燥およびフェーン風との遭遇によって多発するとされている³⁾。しかし、本病の病原菌には *Curvularia intermedia* Boedijn, *Alternaria alternata* (Fries) Keissler, *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams & D. Hawksworth, *Phoma* spp. の 4 種があり、内穎褐変病細菌、ごま葉枯菌、斑点病菌、紅変米菌、腹黒米菌 (*Alternaria padwickii*) も褐色米の発生に関与するなど病原菌の種類が多い²⁾。また、本病の薬剤防除試験法が確立していないことから、有効な薬剤防除試験成績が少ない⁹⁾。メトミノストロビン剤はいもち病防除剤であるが、いもち病防除試験実施当時から処理区で収穫期の穂の汚れが少なく、熟色のよい穂が観察された。

そこで、福井県で発生が多い³⁾ *Alternaria* 菌および *Curvularia* 菌による褐色米に対するメトミノストロビン剤の防除効果を検討したので報告する。

II. 試験方法

1 病原菌の感染時期

試験は 2007 年に福井県農業試験場内の圃場で実施した。品種は「コシヒカリ」を用いた。褐色米病原菌は福井県内で採集した褐色米から分離した *Curvularia lunata* No. 20 菌と *Alternaria alternata* No. 5 菌を用いた。2/3OM 寒天培地 (組成: Difco 社製 OMA 48.3 g, 寒天 4.2 g, 蒸留水 1 l) で、25°C・20 日間培養した。*C. lunata* は 9 cm シャーレ 13 枚分の培養菌を、*A. alternata* はシャーレ 6 枚分の培養菌をタルク 10 g で混和し調整した。接種は出穂後 3 日 (8 月 13 日), 10 日 (8 月 20 日), 17 日 (8 月 27 日), 14 日 (9 月 4 日) にミゼットダスターで 0.9 g/m² を散布した。1 区 10.8 m², 3 連制で行った。9 月 14 日に試験区の中央の 10 株を収穫し、脱穀、籾すりした。玄米の外観が褐色～黒褐色に着色している粒を着色粒とし、着色程度によって濃着色粒、淡着色粒に分けた。着色粒から糸状菌を分離し、上記の病原菌が分離された着色粒を

褐色米とした。つまり、常法²⁾により玄米を品質判定器 (RS-2000, 静岡製機株式会社) によって分けられた着色粒と被害粒から虫害粒を除去し、黒カルトンと白カルトンを用いて、濃着色粒、淡着色粒および健全粒に分け発生粒率を調査した。着色粒は表面殺菌後、素寒天培地に置床し、25°C, 10 日間培養後、出現してくる糸状菌の頻度を調査し、着色粒発生粒率に糸状菌出現率を乗じて病原菌別褐色米発生粒率を算出した。

2 ポット試験における各種資材等による褐色米発生抑制効果

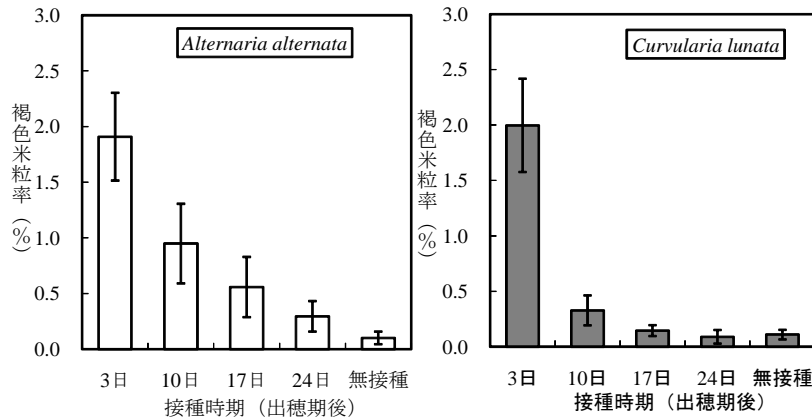
試験は 2006 年に農業試験場内圃場の土壌を詰めたワグネルポット (1/5000 a) で栽培したイネを供試した。品種は「コシヒカリ」を用い、ワグネルポット当たり 10 粒播種後、出穂を揃えるために分けつ茎は除去し、主茎のみを残してガラス室で管理した。出穂は 8 月 25 日からであった。1 処理 1 ポット、反復は設けなかった。

処理は出穂前 23 日 (8 月 2 日) に実施した。水面施用薬剤のメトミノストロビン 15% 粒剤、プロベナゾール 8% 粒剤はそれぞれ規定量の 2 倍量に当たるポット当たり 0.12 g, 0.04 g を湛水状態で処理した。ケイ酸資材として珪酸苦土石灰 (ケイカル), 20.0 粒状熔成りん肥 (ようりん), 試薬シリカゲルの 3 種類をそれぞれ 8 g, 8 g および 60 g を湛水状態で施用した。出穂 5 日前まで、湛水状態で管理し、その後、ポットの栓を抜いて、落水、入水を収穫期まで反復した。穂肥は出穂 14 日前に硫酸 (窒素 0.2 g/ポット) を施用した。追肥を行わなかった区、湛水状態を収穫期まで継続した湛水区を設けた。接種は *A. alternata* No. 5 菌, *C. lunata* No. 20 菌の孢子懸濁液 (100 倍視野で 100～200 孢子) をポット当たり 10 ml, 出穂 6 日後に噴霧接種した。接種後パラフィン紙袋 (撥水純白 8K20, 小林製袋産業株式会社) で 2 日間被覆し、湿度を保持した。調査は 10 月 23 日に収穫した穂を脱穀、籾すり後、穀粒判別器 (ES-1000, 静岡製機株式会社) を用いて茶米、全面着色粒数を濃着色粒として²⁾ 発生粒率を算出した。

3 メトミノストロビン粒剤による着色粒率、褐色米粒率の比較

2007 年～2011 年に福井市、あわら市の農家圃場でそれぞれ薬剤による発生抑制試験を行った。供試品種はいずれも「コシヒカリ」を用い、褐色米、穂いもち防除以外の耕種方法は農家慣行に従った。栽培圃場の畦畔沿いに 3 m×5 m (面積 15 m²) の区を設定し 3 連制で行った。

福井県農業試験場 生産環境部 病理昆虫研究グループ
*現在 福井県奥越農林総合事務所



第1図 褐色米病原菌接種時期と褐色米発生との関係
注) バーは標準偏差を示す

第1表 各種資材の施用、耕種方法と褐色米発生との関係(ポット試験)

処 理	<i>Alternaria alternata</i> 接種			<i>Curvularia lunata</i> 接種		
	調査粒数	濃着色粒数	濃着色粒発生率 (%)	調査粒数	濃着色粒数	濃着色粒発生率 (%)
メトミノストロビン	943	101	10.7	808	37	4.6
プロベナゾール	820	158	19.3	689	61	8.9
珪酸苦土石灰	832	97	11.7	743	118	15.9
20.0粒状熔成りん肥	780	109	14.0	802	120	15.0
シリカゲル	887	159	17.9	877	146	16.6
湛水	804	127	15.8	722	60	8.3
追肥なし	767	140	18.3	747	83	11.1
落入水	817	243	29.7	739	130	17.6

供試薬剤はメトミノストロビン 4%粒剤または殺虫剤との混合粒剤を用い、湛水状態で 3 kg/10 a 散布した。バリダマイシン A0.3%・フェリムゾン 2.0%・フサライド 1.5% 粉剤 DL は出穂直前と穂揃期に 4 kg/10 a 散布した。調査は畦畔から 2 列目を 10 株収穫し、脱穀、籾すり後、粗玄米を 100 g 採取し、試験 1 と同様に品質判定器とカルトンを用いて、濃着色粒、淡着色粒および健全粒を分けた。着色粒は表面殺菌後、素寒天培地に置床し、25℃、10 日間培養後、出現してくる糸状菌の頻度を調査し、試験 1 と同様に *A.alternata* 菌による褐色米発生粒率および *C.lunata* による褐色米発生粒率を算出した。

各処理区の防除効果の有無を Ryan's method で判定した⁷⁾。また、6 つの圃場試験結果について、メタ・アナリシスによりデータを統合して、防除効果の評価を行った。データの統合は、Der Simonian-Laird method⁷⁾ により行い、メトミノストロビンの発生粒率とバリダマイシン・フェリムゾン・フサライドの発生粒率の割合を求めて評価した。

Ⅲ. 結果及び考察

1 病原菌の接種時期と褐色米発生との関係

圃場において出穂後の時期を変えて褐色米病原菌を接種し、接種菌ごとの褐色米の発生状況を第 1 図に示した。出穂期は 8 月 10 日であった。*A.alternata* および *C.lunata* による褐色米発生粒率は、出穂後 3 日接種が最も高かった。*A.alternata* の出穂後 3 日接種区の *A.alternata* 褐色米粒率は 1.91%、10 日接種は 0.95%、17 日接種は 0.57%、24 日接種は 0.29%と出穂後日数が経過して接種

するほど減少した。無接種区の *A.alternata* 褐色米粒率は 0.10%であった。*C.lunata* 接種区は 3 日接種区で 2.00%、10 日接種で 0.33%、17 日接種で 0.15%、24 日接種で 0.09%で、無接種区は 0.11%であった。*C.lunata* による褐色米も出穂後日数が経過して接種するほど減少した。*C.lunata* は感染可能期間が短く、感染は出穂 3 日ごろにあたる開花時期に集中していた。しかし、*A.alternata* に対する出穂後のイネ穂の感受性の低下は *C.lunata* に対する感受性の低下に比べ緩慢で、*A.alternata* は登熟後期まで感染していた。

褐色米病原菌はイネ開花中の穎内に孢子に直接飛び込むことによって侵入する^{4, 8)}。しかし、川久保ら³⁾は褐色米の粒厚から、恒常的な開花期の飛び込みによる感染と穎外部からの菌侵入による 2 回の感染時期を示唆している。*Curvularia* 属菌、*A.alternata* 孢子の飛散の盛期も年によって異なる。*A.padwickii* の飛散量は 8 月 1 半旬から増加しはじめ、8 月中下旬ごろに盛期となる¹⁾ことから、2 回目の感染は主に *Alternaria* 属菌 によるものが考えられた。

2 ポット試験における資材施用および耕種方法による褐色米抑制効果

各種資材を幼穂形成期に施用した場合および施肥、水管理の耕種方法のちがいによる濃着色粒発生粒率を比較した結果を第 1 表に示した。濃着色粒からの接種菌の再分離率は 90%以上と高く、濃着色粒は接種菌のものと考えられた。メトミノストロビン剤を施用すると対照の落入水区と比べ、*A.alternata* および *C.lunata* による濃着色粒が減少する傾向にあった。プロベナゾール剤を施用すると両菌ともに落入水区に比べ濃着色粒発生粒率が低くなる傾向にあったが、その効果はメトミノストロビン剤

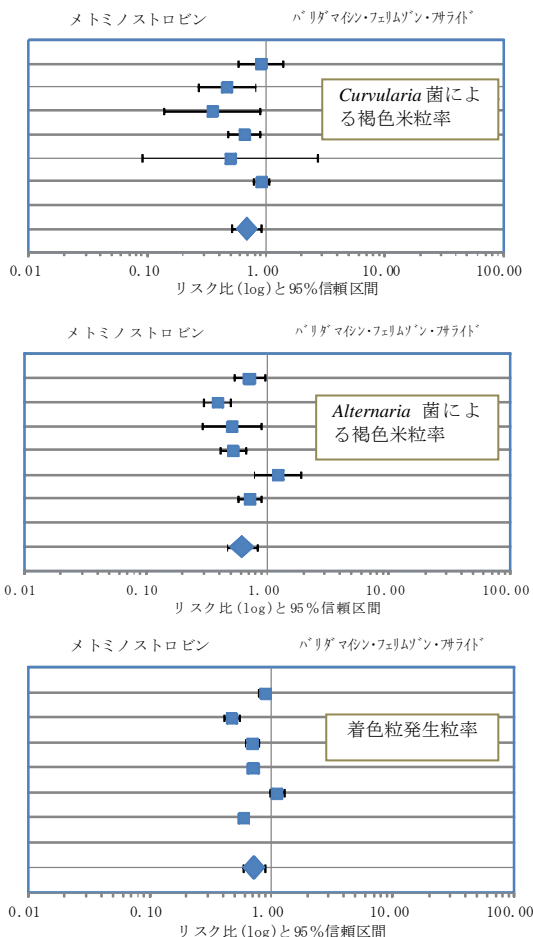
第2表 メトミノストロビン剤による着色粒、褐色米発生抑制効果

試験場所	試験年	薬剤名 ¹⁾	メトミノストロビン剤処理時期 (出穂前日数)	調査粒数	着色粒発生粒率 (%)	Alternaria 菌褐色米粒率 (%)	Curvularia 菌褐色米粒率 (%)
あわら市	2007年	メトミノストロビン	21日	14960	3.69 c	0.52 b	0.26 a
		バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド*		14900	4.12 b	0.74 a	0.29 a
		無散布		14814	5.05 a	1.18 a	0.30 a
あわら市	2008年	メトミノストロビン	19日	13941	1.90 c	0.58 b	0.13 a
		バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド*		13735	4.06 a	1.50 a	0.28 a
		無散布		14111	3.27 b	1.35 a	0.18 a
あわら市	2009年	メトミノストロビン	23日	14597	2.47 c	0.13 b	0.04 a
		バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド*		14515	3.55 b	0.25 a	0.12 a
		無散布		14422	5.20 a	0.41 a	0.13 a
福井市	2008年	メトミノストロビン	12日	14335	5.89 b	0.69 b	0.48 a
		バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド*		14325	8.36 a	1.33 a	0.74 a
		無散布		14252	7.65 a	1.42 a	0.44 a
福井市	2009年	メトミノストロビン	21日	13423	3.17 b	0.32 b	0.01 b
		バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド*		13295	2.87 b	0.26 b	0.03 b
		無散布		13552	4.44 a	0.66 a	0.15 a
福井市	2011年	メトミノストロビン	11日	14844	7.06 b ²⁾	0.92 b	2.03 a
		バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド*		14935	11.90 a	1.29 b	2.22 a
		無散布		14984	10.79 a	1.94 a	2.05 a

1) メトミノストロビン4%粒剤：3k g/10a、バリダマイシンA0.3%・フェリムゾン2.0%・フサライド1.5%粉剤D

L：4k g/10a×2回

2) 同一試験年及び場所で同一英文字を付した数値間にはRyan's methodによる多重検定の結果、5%水準で有意差がないことを示す。



第2図 バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド剤散布に比べメトミノストロビン剤の施用が *Curvularia* 菌・*Alternaria* 菌による褐色米発生粒率、着色粒発生粒率に及ぼす影響を調査した6試験結果のメタ・アナリシスによる評価注) ■は各試験のリスク比を、◆は統合リスク比を示す。バーは95%信頼区間を示し、1を含んでいる場合は有意差がないことを示す。

に比べ低かった。

硅酸苦土石灰、20.0 粒状熔成りん肥およびシリカゲルのケイ酸資材を幼穂形成期に施用すると、落水水区に比べ濃着色粒発生粒率が低くなる傾向にあった。特に *C. lunata* 接種に比べ、*A. alternata* 接種でケイ酸資材による濃着色粒発生抑制効果が高い傾向にあった。

ケイ酸資材による褐色米抑制効果試験はこれまでも行われてきたが、効果は判然としていない^{5, 8)}。前述したように褐色米病原菌は主に開花期に穎内に飛び込み、穎を介して侵入する場合は低率であることから、ケイ酸の施用効果はあらわれにくいと考えられる。しかし、試験1で *A. alternata* は登熟後期まで感染があった(第1図)。ケイ酸資材の施用によって穎へのケイ酸の蓄積があり、その結果、登熟後期の *A. alternata* による穎内への侵入を抑制したと考えられるが、今後詳細な試験が必要である。

耕種方法で、出穂期から収穫期まで落水入水を反復した対照区は濃着色粒の発生が多く、出穂期から湛水状態で管理すると発生粒率が低くなる傾向にあった。特に *C. lunata* 接種では *A. alternata* 接種に比べ、湛水区で濃着色粒発生粒率が低くなる傾向にあった。竹谷ら⁴⁾は出穂後の早期落水した圃場では褐色米の発生が多くなるとしており、本研究もこれを支持する結果となった。また、穂肥を減らすことによって濃着色粒発生粒率は低くなる傾向にあり、既報結果^{4, 8)}と同様の傾向であった。

3 メトミノストロビン粒剤による着色粒率、褐色米粒率の比較

各圃場試験におけるメトミノストロビン剤の施用と褐色米発生粒率との関係を、第2表に示した。あわら市圃場の試験ではメトミノストロビン剤区の着色粒発生粒率、*Alternaria* 菌褐色米粒率は無散布区、バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド剤区に比べて低く、防除効果が認められた。*Curvularia* 菌褐色米粒率においてもやや低くなる値を示したが有意な差ではなかった。福井市圃場の試験ではメトミノストロビン剤区の着色粒発生粒率、*Alternaria* 菌褐色米粒率は無散布区に比べて低く、防除効果が認められた。2009年の試験では *Curvularia* 菌褐色米粒率においても低く、防除効果が認められた。メトミノストロビン剤の施用時期として出穂前10日前後と20日前後を比較したが、*Alternaria* 菌による褐色米の防除効果

に大きな差が見られなかった。

圃場試験においてメトミノストロビン剤とバリダマイシン・フェリムゾン・フサライド剤の防除効果において差がみられたので、これら6試験結果について、メタ・アナリシスによる統合評価を行った。その結果、メトミノストロビン剤からみたバリダマイシン・フェリムゾン・フサライド剤に対する統合リスク比は着色粒発生粒率が0.72, *Alternaria* 菌褐色米粒率が0.62, *Curvularia* 菌褐色米粒率が0.68で、95%信頼区間は1.0未満となった。このことから、メトミノストロビン剤区ではバリダマイシン・フェリムゾン・フサライド剤区に比べ、褐色米が30%程度減少することが示された(第2図)。

病害の発生を抑制する方法として、病原菌の殺菌・増殖抑制、宿主の抵抗性の増強および発生環境の改善等がある。メトミノストロビン剤、プロベナゾール剤は侵入した病原菌の殺菌や抵抗性の強化が関与し、ケイ酸資材の施用、水管理は抵抗性の強化が関与したと考えられる。バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド剤などの散布剤は、穂ばらみ期の防除によって病原菌の増殖を抑制する効果が期待されている^{5, 6, 8)}。効果の高かったメトミノストロビン剤の褐色米に対する防除効果は着色粒率で30%程度、*Alternaria* 菌による褐色米粒率で50~60%程度の抑制効果で、いもち病防除薬剤などに比べて高くない。そのために、ケイ酸資材の施用、刈取り間際までの水管理等の耕種的手法と組み合わせた防除対策が必要であろう。また、土づくり、水管理は、本来、病害防除を主目的とする技術というより栽培管理上励行する基本的技術であろう。福井県では1978年に褐色米が多発生したが、その後は大きな被害が出ていない。褐色米だけを対象にした薬剤散布は経済的に無理と考えられている⁹⁾。しかし、メトミノストロビン剤はいもち病、紋枯病との同時防除が可能で、褐色米に対してこれまでにない高い副次的効果が期待でき、実用性が高いと考えられる。

V. 謝辞

本研究は科学技術振興費補助金「褐色米の発生防止技術の確立」で実施したものである。本研究を実施するに当たり有益なご助言をいただいた川久保幸雄氏(元福井県農業試験場長)には深く感謝いたします。

VI. 引用文献

- 1)本多範行(2009).水稲の穂枯れ症状について—糸状菌—。植物防疫 63(4): 248~252.
- 2)本多範行・古賀博則(2010).水田内における褐色米発生状況と病原菌密度との関係。福井農試報 47:15-24.
- 3)川久保幸雄・杉本義則・高松 進・古河 衛・奈須田和彦(1980).病原菌からみた茶米の発生生態に関する研究。第1報 1978年の福井県における茶米.暗色米の発生状況ならびに糸状菌の分離結果について.福井農試報 17:13-30.
- 4)竹谷宏二・八木敏江・笹野市蔵・石崎久次(1981).暗色米に関する研究.石川県における発生生態について.石川農試研報 11:29-48.
- 5)田村 實(1976).*Alternaria padwickii* による腹黒米発現に関する生理生態研究.石川農試特別報告 2: 1-74.
- 6)田中文夫・土屋貞夫(1984).紅変米に関する研究. I. 感染時期ならびに感染に及ぼす低温の影響.北日本病虫研報 35:37-39.
- 7)田代暢哉 (2007). 新しい病害虫管理の概念: EBC (Evidence-based-control) による防除体系の構築と防除の実際 (44) 今月の農業 5月号. 化学工業日報社. 東京 pp70-74.
- 8)梅原吉廣(1990).IV腹黒米, 褐色米, 武田植物防疫叢書第7巻 いね穂枯れ性病害—いね病害研究の流れ p83-109. 全国農村教育協会.東京
- 9)山口富夫(1982).最近発生した変色米の病原菌とその問題点.植物防疫 36(3):99-104.

Control of Discoloured Rice Grains by Metominostrobin

Noriyuki HONDA

Key Words: Discolored rice grains, Metominostrobin, *Alternaria* spp., *Curvularia* spp, Infective stage

Summary

At the flowering stage, rice was most susceptible to the pathogen of discolored rice grains, *Alternaria alternata* and *Curvularia lunata*. At late ripening stage, the infection rate of *Alternaria alternata* was higher than *Curvularia lunata*. In paddy field tests, Metominostrobin was the most effective on the occurrence of the discoloured rice grains by submerged application 10 to 20days before heading.