

コムギ葯の赤かび病菌感染率と発病穂率、発病度及び子実のかび毒デオキシニバレノール汚染との関係

浦 広幸¹⁾・石井貴明*・梶谷裕二²⁾・菊原賢次・國丸謙二・清水信孝

コムギ赤かび病による被害を早期に予測することを目的に、品種「チクゴイズミ」を用いて開花期における葯の赤かび病菌感染率と発病穂率、発病度及び収穫した子実のかび毒（デオキシニバレノール、以下 DON）蓄積量との関係を検討した。2010 年及び 2011 年を調査した結果、葯の赤かび病菌感染率と子実の DON 蓄積量の間には高い正の相関 ($y = 0.6063x + 0.8107$, $r = 0.949$, $P < 0.001$) が認められた。このことから、開花期における葯の赤かび病菌感染率を調査することにより、収穫した子実の DON 汚染程度を早期に予測できる可能性が示唆された。

[キーワード：コムギ、赤かび病、かび毒デオキシニバレノール、発生予察]

The Relationship and the Frequency of Fusarium-infected Anthers and Disease severities, and Mycotoxin Accumulation in the Wheat Grain. URA Hiroyuki, Takaaki ISHII, Yuuji KAJITANI, Kenji KIKUHARA, Kenji KUNIMARU, Nobutaka, SHIMIZU (Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. 32:10-12 (2013)

In order to predict the damage caused by Fusarium head blight (FHB) of wheat at an early stage, we examined the relationship between the infection rate of the FHB pathogen, *Fusarium asiaticum*, from wheat anthers during flowering period, and disease severities, and mycotoxin accumulation in the wheat grain, in the wheat variety 'Chikugo-izumi'. In small scale tests at Fukuoka Agricultural Research Center in 2010 and 2011, we confirmed positive correlations between the infection rate of wheat anthers and disease severities, or mycotoxin accumulation in wheat grain. In particular, the mycotoxin accumulations in wheat grain showed a significant positive correlation with infection rate of wheat anthers, and a regression equation was formulated ($r = 0.949$, $y = 0.6063x + 0.8107$, $P < 0.001$, where y = mycotoxin accumulation in wheat grain and x = infection rate [%] of the pathogen from anthers). These results suggest that likely mycotoxin accumulation in wheat grain could be known in advance from examination of infection rate of the pathogen from wheat anthers during the flowering period.

[Key words : wheat, Fusarium head blight, mycotoxin, forecasting]

緒言

コムギ赤かび病は子実の品質低下や減収を引き起こすばかりでなく、病原菌が産生するかび毒（デオキシニバレノール、以下 DON やニバレノール、以下 NIV）による子実汚染が健康被害を引き起こすとして国際的な問題となっているため、コムギ栽培において最も注意を要する病害である（宇田川 2005, 須賀 2006）。

わが国で発生するコムギ赤かび病は、主に *Fusarium graminearum* 種複合体によって引き起こされる。病原菌は糸状菌の 1 種で、イネやムギなどの枯死株上に形成した子実の殻から子実の胞子を飛散させる。コムギの開花期に飛散した子実の胞子は抽出した葯に感染し、穂への第 1 次伝染源となる。*F. graminearum* 種複合体は分子系統学的に異なる 9 種の系統群で構成されており、各系統群にはそれぞれ種名が与えられている。西日本では、*F. graminearum* 及び *F. asiaticum* の両種が分布しているが、*F. asiaticum* が優占種であった（須賀 2006）。本県における赤かび病菌の種構成調査でも、*F. asiaticum* が病原菌種の 98% を占めていた（梶谷及び中村、未発表）。

かび毒によるコムギの子実汚染問題に対して、わが国では 2002 年に小麦における DON の暫定基準値が 1.1 ppm に設定され、基準値を超える小麦が市場に流通しないよう指導が行われている（斉藤 2009）。また、農作物検査法の農産物規格規程の改正に伴い、2003 年麦より赤かび病被害粒の混入率は 0.049% と規程が厳格化された（斉藤 2009）。これらを背景に改めて赤かび病に対する薬剤防除を適切に

実施することが重要となっている。

これまで赤かび病の適切な防除を推進するために、本病の発生予察技術の確立が試みられてきた。高崎ら（1982）は、コムギ品種「農林61号」を用いて出穂後10日間の降水量、平均気温及び降雨日数から発病穂率を予測する式を導き出した。また、上田（1995）は愛媛県においてハダカムギの出穂開花期にあたる 4 月中旬の子実の胞子飛散量と本病の発生程度との間に高い正の相関が認められる事を報告した。さらに上田は 4 月の平均気温が 15°C 以上の日に降雨が多い年には子実の胞子飛散量も多く本病の発生も多いことを明らかにし、4 月の気象条件と子実の胞子飛散量を調査することで本病の発生予察が可能となることを示唆した。しかし、これらの報告では子実のかび毒汚染程度について考慮されていなかった。

そこで、本試験では赤かび病によるかび毒蓄積量を早期に予測する技術を確認することを目的に、葯の赤かび病菌感染率と発病穂率、発病度及び子実の DON 汚染との関係について調査したので報告する。

材料および方法

試験は、福岡県農業総合試験場（福岡県筑紫野市大字吉木 587）において 2010 年および 2011 年（収穫年、以下同）の 2 年実施した。

1 赤かび病菌の接種方法

当场保存の赤かび病菌（DON-5 株、高知県のコムギ赤かび病罹病穂から分離された *F. asiaticum*, DON 産生菌）を

*連絡責任者（病害虫部:tishii@farc.pref.fukuoka.jp）

受付2012年 7月31日；受理2012年11月 9日

1) 現 農産部

2) 現 福岡県農林水産部経営技術支援課

改変 Bilai 液体培地 (金谷・武田, 1991) に植菌し, 25°C で 7 日間振とう後, NT キノバッグ (品名 NT-25: 日昌株式会社製) に入れたトウモロコシ (品種「甲州」) 粒 1.5L に 15ml を接種した。これを 25°C で 7 日間培養後, 室温で 3 日間風乾させ接種源とした。2010 年は 2010 年 3 月 19 日, 2011 年は 2011 年 3 月 15 日に風乾したトウモロコシ粒を 10a 当たり 10kg, ほ場の条間に播いた。開花期前後 (2010 年は 4 月 16 日から 5 月 6 日まで, 2011 年は 4 月 26 日から 5 月 9 日まで) に 1 日の散水回数が 0, 1, 2 及び 4 回の試験区を設定し, 様々な発病程度を示す試験区ができるように湿度条件を調整した。また, その前後の期間 (2010 年は 4 月 6 日から 4 月 15 日までと 5 月 7 日から 5 月 27 日まで, 2011 年は 4 月 14 日から 4 月 25 日までと 5 月 10 日から 5 月 27 日まで) は赤かび病の発病促進のために 1 日 2 回 (8 時および 19 時), 5 分間散水した。散水は全てスプリンクラーで行い, スプリンクラーヘッドは (株) サンホープフクオカの DN- 881A (水量 2.0L/分) を用いた。

2 耕種概要

試験にはコムギ品種「チクゴイズミ」を用いた。2010 年では 2009 年 11 月 25 日に 10a 当たり 6kg を播種した。開花期および収穫期はそれぞれ 4 月 26 日および 6 月 3 日であった。2011 年では 2010 年 11 月 18 日に播種量 10a 当たり 6kg で播種した。開花期および収穫期はそれぞれ 4

月 30 日および 6 月 3 日であった。

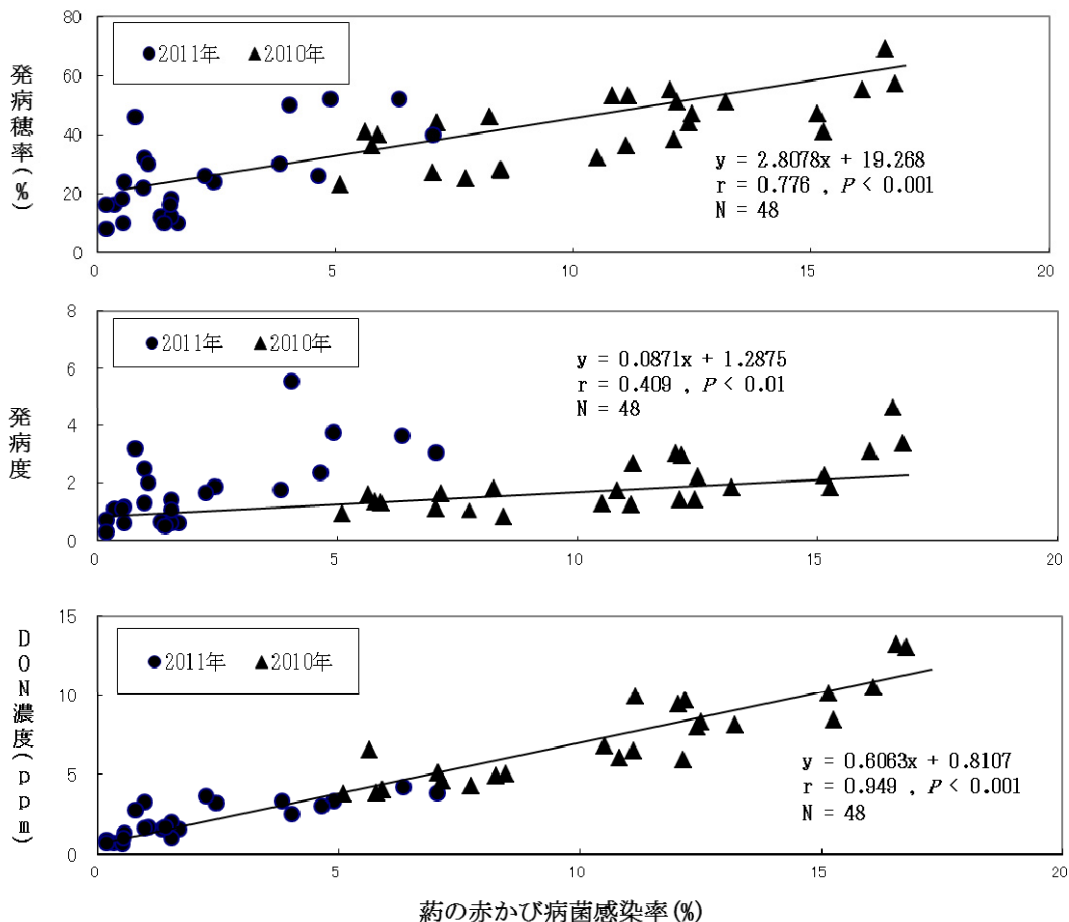
施肥その他一般管理は福岡県麦栽培技術指針に準じた。試験区は露地ほ場 (715 m², 条に垂直方向 55m × 条に平行に 13m) に 1 日当たりの散水回数が異なる 4 区を条に垂直方向に並列に設定した。1 区 98 m² で各区内に面積 4.2 m² (条に垂直方向 1.4m × 条に平行に 3.0m) の調査地点を 6 か所設け, 葯の感染率, 発病穂率, 発病度, 子実のかび毒蓄積量を調査した。なお, 両年とも試験期間中に薬剤散布は実施しなかった。

3 孢子飛散量の調査

孢子飛散量は, 2010 年の試験では 4 月 5 日から 5 月 27 日に, 2011 年の試験では 4 月 18 日から 5 月 19 日にかけて前日の 17 時から翌朝 9 時まで直径 9cm の FG 平板培地 (外側 2005) 2 枚を 1 日の散水が 4 回の区の中央部に穂と同じ高さで設置した。回収した培地を, 25°C, 6 日間培養後, 形成された *F. asiaticum* の集落数を計測した。

4 葯の赤かび病菌感染率調査

開花期前日, 2 日後, 4 日後, 6 日後および 9 日後に 4 散水区の 6 か所の各 4 地点 (1 か所当たり 20 穂を任意に抽出) から FG 平板培地に葯を 1 ペトリ皿当たり約 50 個払い落とした。25°C で 6 日間培養後, 葯の周囲に形成された特徴的な集落の形態を指標に感染の有無を判断した。葯の感染率は, 払い落とした葯の個数に対して赤かび病菌の集落が生じた葯の個数による百分率とした。



第 1 図 葯の赤かび病菌感染率と発病穂率、発病度および子実の DON 蓄積量との関係

払い落としした葯の個数及び感染した葯の個数は 5 回の調査の合計値とした。

5 赤かび病の発病およびかび毒の調査法

開花期 20 日後に 1 か所あたり 100 穂 (2010 年) あるいは開花期 27 日後に 50 穂 (2011 年) を任意に選び、発病率および罹病程度を Ban and Suenaga (2000) に従って調査し、発病度を算出した。発病度は以下の式により算出した。発病度 = (Σ 発病率 × 罹病程度 / 100)。また、収穫した子実中の DON 濃度については、各処理区の中央部 2 m² を刈り取り、乾燥脱穀した子実を 2.2mm の縦目篩いにかけて整粒とした。整粒を良く混合した後、100g を専門の分析機関である協和メディクス株式会社の KM アッセイセンター (静岡県長泉町) に送付し、DON に対するモノクローナル抗体を用いた酵素結合抗体法により子実に含まれる DON 濃度を分析した。

結果および考察

赤かび病菌の子のう胞子は、2010 年では開花期後 20 日間にペトリ皿 1 枚当たり 13~1,512 個、2011 年では同 20 日間に 0~600 個が採集された。葯の赤かび病菌感染率は 2010 年では 5.1~16.8%、発病率は 23.0~73.0%、発病度は 0.8~4.6、子実の DON 濃度は 3.6~13.2ppm であった。2011 年では葯の感染率は 0.2~7.1%、発病率は 8.0~52% で発病度は 0.3~5.6、DON 濃度は 0.7~4.2ppm であった (第 1 図)。これらの調査結果を元に葯の感染率と発病率、発病度及び子実のかび毒蓄積量との間で回帰分析を行った。葯の感染率と発病率との間には $r=0.776$ と高い相関がみられ、葯の感染率が高い場合には発病率も上昇する傾向があると考えられた。また、葯の感染率と発病率との間にも $r=0.409$ と相関がみられたが、発病率ほど高い相関ではなかった。葯の感染率と子実のかび毒蓄積量との間には高い正の相関 ($y = 0.6063x + 0.8107$, $r = 0.949$, $P < 0.001$) がみられ (第 1 図)、開花期の葯の感染率が上昇すれば、子実のかび毒蓄積量が高まる傾向があると考えられた。以上の結果から、開花期の葯の赤かび病菌感染率を調べることで、その後の発病率及び子実のかび毒蓄積量が予測できる可能性が示唆された。これは子実のかび毒蓄積量を対象として予測技術を検討したわが国初の事例である。

現在のコムギ栽培では、子実のかび毒蓄積量を基準値以下に抑えることが防除の目標である。中島 (2011) は、コムギ赤か

び病の薬剤防除では開花期の 1 回防除を必須とし、秋まき小麦ではその後 1 回の追加 (補正) 防除を加えた 2 回散布を薬剤防除の基本とすることを提唱している。しかし、収益性の低いコムギ栽培では、追加の防除に必要な散布労力および薬剤コストをできるだけ低く抑える必要がある。そのため、追加防除の要否を判断するための発生予察技術の確立は重要である。

今後、子実のかび毒蓄積程度の予測手法の有効性について現地実証試験による検証を重ね、本手法がかび毒による子実汚染の発生予察技術として確立されることが望まれる。

なお、本試験は生産・流通・加工工程における体系的な危害要因の特性解明とリスク低減技術の開発 (麦類のかび毒汚染防止・低減技術の開発) 委託事業により実施された。

引用文献

- Ban T. Suenaga K (2000) Genetic analysis of resistance to *Fusarium* head blight caused by *Fusarium graminearum* in Chinese wheat cultivar Sumai 3 and the Japanese cultivar Saikail65. *Euphytica* 113 : 87-99.
- 金谷良市・武田和義 (1991) ムギ類赤かび病菌 (*Fusarium graminearum* Schwabe) における分生子の大量培養法. *農学研究* 62 : 177-190.
- 中島 隆 (2009) ムギ類のデオキシニバレノール・ニバレノール汚染低減に向けた技術対応. 今月の農業 1 月号 : 80-85.
- 中島 隆 (2011) 食品の安全性を確保するための麦類赤かび病の防除. *植物防疫* 65 : 711-714.
- 斉藤初雄 (2009) フザリウム毒素 (フザリウムトキシン). *微生物遺伝子資源マニュアル* 25 : 1-15.
- 須賀晴久 (2006) ムギ類赤かび病菌における近年の研究動向. *日植病報* 72 : 121-134.
- 高崎登美雄・吉村大三郎・乙藤まり (1982) 気象によるムギ赤かび病の発生予察. *九病虫研会報* 28 : 21-24.
- 上田 進 (1995) ムギ類赤かび病の発生予察・防除ならびにマイコトキシン汚染防止に関する研究. *愛媛農試研報* 33 : 1-54.
- 宇田川俊一 (2005) 食品のカビ毒汚染とリスクアセスメント. *Jpn. J. Med. Mycol.* 46 : 11-15.
- 外側正之 (2005) 赤色系 *Fusarium* 属菌による各種植物病害に関する研究. *静岡農試特別報告* 25 : 1-82.