

平成22年度 成績概要書

研究課題コード：612181（公募型研究）

1. 研究成果

1) 研究成果名：赤かび病抵抗性DNAマーカーの有効性検証と春まき小麦抵抗性系統開発

（予算課題名：赤かび病抵抗性コムギ品種の育成・利用を核にしたかび毒汚染低減）

2) キーワード：DNAマーカー、小麦、赤かび病、抵抗性育種

3) 成果の要約：赤かび病抵抗性QTL（量的形質遺伝子座）に連鎖したDNAマーカーを利用した選抜（MAS=marker assisted selection）および反復戻し交配により、短期間で優良な形質を併せ持つ赤かび病抵抗性系統を開発することができる。

2. 研究機関名

1) 担当機関・部・グループ・担当者名：中央農試・生物工学G・鈴木孝子、北見農試・麦類G

2) 共同研究機関（協力機関）：（中央農試 病虫部 クリーン病害虫G）

3. 研究期間：平成18～21年度（2006～2009年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景

コムギ赤かび病菌が産生するかび毒であるデオキシニバレノール（DON）汚染に対する暫定基準値は1.1ppmと制定され（厚生労働省 2002年）、赤かび粒の混入割合は0.0%（0.05%未満）が上限とされた（農産物検査規格 2003年）ことから抵抗性品種、系統の開発が急務となった。

2) 研究の目的

これまで報告のある赤かび病抵抗性QTLに連鎖したDNAマーカーの有効性を検証するとともに、MASを利用した反復戻し交配を行い、短期間で農業特性の優れた赤かび病抵抗性系統を開発する。

5. 研究方法

1) 赤かび病抵抗性に関与するDNAマーカーの有効性の検証

・ねらい 抵抗性QTL近傍のDNAマーカー多型を調査するとともにその効果を検証する。
・試験項目等（1）抵抗性QTL近傍のDNAマーカーを用いて、北海道の小麦品種・系統のPCR増幅断片長を調査した。（2）DNAマーカーの効果を検証するため反復戻し交配由来の自殖系統などの解析集団について、赤かび病抵抗性および農業特性を調査した。

2) MASを利用した反復戻し交配による赤かび病抵抗性系統の開発

・ねらい 短期間で農業特性の優れた赤かび病抵抗性系統を開発する
・試験項目等 MASを利用した反復戻し交配および自殖後代養成と選抜を行った。（抵抗性供与親「GS02-71」（中国から導入した赤かび病抵抗性系統「蘇麦3号」後代）、反復戻し親「はるきらり」）

6. 研究の成果

1) 北海道の小麦品種・系統の多くは、赤かび病抵抗性QTL近傍のDNAマーカーによる遺伝子型が「蘇麦3号」と多型を示した。このため、DNAマーカーによって遺伝子型が「蘇麦3号」型の材料を選抜できることが明らかとなった。

2) 有効性検証試験の結果、赤かび病抵抗性QTLを多く導入した系統が赤かび病に対して強い抵抗性を示すことが明らかとなった（表1）。

3) 「はるきらり」を反復親とした戻し交配由来自殖系統BC₆F₅世代は、農業特性（表1）および品質特性が「はるきらり」とほぼ同等で、導入した赤かび病抵抗性QTLの効果に違いのある準同質遺伝子系統として、今後様々な解析に利用できる。

4) 3遺伝子座の抵抗性QTLを保持するBCnF₁個体を選抜し、年3回のスケジュールで戻し交配を行った（表2）。強稈性、千粒重は反復戻し親である「はるきらり」と比較してやや劣る系統も認められたが、短期間で赤かび病抵抗性と農業特性の優れた系統を開発することができた。

5) 農業特性および品質特性が「はるきらり」に近い「北系春827」「北系春828」「北系春829」は、赤かび病抵抗性が「はるきらり」よりも強い「やや強」で、DON濃度が低かった（表3、4）。

< 具体的データ >

表1 準同質遺伝子系統(BC₆F₅)の赤かび病抵抗性および生育、収量調査結果(2010年)

| 品種または 準同質遺伝 子系統の タイプ | 抵抗性QTL近傍の遺伝子型 | | | 灌水圃場における | | | ドリル播種(生産力試験)における | | | | | | | |
|-------------------------------|---------------|-----|-----|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------|------------|---------------------------|-----------------|------------|------------|-----------------|
| | 3BS | 5AS | 6BS | DON 濃度 (ppm) | 赤かび 粒率 (%) | 発病 小穂率 (%) | 出穂期 (月/日) | 稈長 (cm) | 穂長 (cm) | 穂数 (本/m ²) | 子実重 (kg/10a) | 千粒重 (g) | 容積重 (g) | 原粒 蛋白 (%) |
| | | | | | | | | | | | | | | |
| A | R | R | R | 1.92 | 7.3 | 4.6 | 6/21 | 90 | 8.6 | 508 | 440 | 36.8 | 809 | 11.4 |
| B | R | R | S | 2.88 | 8.6 | 6.1 | 6/20 | 94 | 8.7 | 413 | 440 | 39.0 | 807 | 11.3 |
| C | R | S | R | 2.35 | 8.0 | 5.7 | 6/20 | 90 | 8.5 | 488 | 431 | 38.5 | 805 | 11.2 |
| D | R | S | S | 3.86 | 9.6 | 8.1 | 6/20 | 93 | 8.3 | 508 | 457 | 39.3 | 807 | 11.3 |
| E | S | R | R | 3.30 | 6.7 | 4.7 | 6/20 | 91 | 8.5 | 524 | 429 | 40.1 | 811 | 11.3 |
| F | S | R | S | 5.39 | 8.7 | 5.8 | 6/20 | 94 | 8.5 | 603 | 442 | 38.1 | 806 | 11.5 |
| G | S | S | R | 3.90 | 6.5 | 9.1 | 6/20 | 90 | 8.4 | 558 | 412 | 36.1 | 806 | 11.2 |
| H | S | S | S | 4.00 | 9.2 | 8.5 | 6/20 | 90 | 8.1 | 580 | 412 | 40.0 | 811 | 11.4 |
| はるきらり | S | S | S | 5.51 | 11.6 | 9.1 | 6/20 | 91 | 8.5 | 515 | 426 | 39.7 | 806 | 11.1 |
| GS02-71 | R | R | R | 1.90 | 5.5 | 0.7 | 6/18 | 97 | 9.4 | 550 | 268 | 37.9 | 794 | 14.3 |
| 蘇麦3号 | R | R | R | 0.80 | 4.1 | 1.1 | 6/23 | 98 | 9.3 | 428 | 219 | 31.6 | 777 | 13.3 |

注1) R:「蘇麦3号」型 S:非「蘇麦3号」型

注2) 準同質遺伝子系統は「はるきらり」を遺伝背景とし「蘇麦3号」由来の抵抗性QTLを導入したBC₆系統。

注3) 5カ所の抵抗性QTLで2DLは多型がないことから、4BSは劣悪な農業特性との連鎖が懸念されたことから除外した。

注4) ドリル播種試験は中央農試畑作グループの試験結果

表2 MASを利用した反復戻し交配による抵抗性系統開発の経過

| 年,月 | 世代およびMAS | 備考 |
|--------|--------------------------------|-----------------------------------|
| 2006.1 | BC ₁ F ₁ | |
| (温室) | ↓マーカー選抜・交配 | |
| 2006.5 | BC ₂ F ₁ | BC ₁ F ₁ から |
| (温室) | ↓マーカー選抜・交配 | BC ₅ F ₂ まで |
| 2006.9 | BC ₃ F ₁ | MASと |
| (温室) | ↓マーカー選抜・交配 | 戻し交配 |
| 2007.1 | BC ₄ F ₁ | |
| (温室) | ↓マーカー選抜・交配 | |
| 2007.5 | BC ₅ F ₁ | |
| (圃場) | ↓マーカー選抜 | 個体選抜 |
| 2007.9 | BC ₅ F ₂ | |
| (温室) | ↓マーカー選抜 | 個体選抜 |
| 2008.1 | BC ₅ F ₃ | 系統選抜(8系統) |
| (温室) | ↓マーカー確認 | |
| 2008.5 | BC ₅ F ₄ | 系統選抜・養成 |
| (圃場) | ↓ | (2群40系統) |
| 2009.5 | BC ₅ F ₅ | 系統養成 |
| (圃場) | 赤かび病抵抗性検定 小規模生産力予備試験 | (17系統) |
| 2010.5 | BC ₅ F ₆ | 系統養成 |
| (圃場) | 赤かび病抵抗性検定 生産力予備試験(生子) | (生子3系統) (小規模生子7系統) |

表3 育成系統の赤かび病抵抗性特性検定試験

| 品種名 または 系統名 | 発病指数 | | 総合 評価 | DON濃度(ppm) | | |
|-------------------|------|------|----------|------------|------|------|
| | 北見農試 | 中央農試 | | 北見農試 | 北見農試 | |
| | '09年 | '10年 | '09年 | '09年 | '10年 | |
| 北系春827 | 3.7 | 4.0 | 2.8 | やや強 | 1.8 | 5.1 |
| 北系春828 | 3.8 | 5.3 | 3.2 | やや強 | 1.9 | 5.3 |
| 北系春829 | 3.3 | 5.1 | 3.0 | やや強 | 2.1 | 4.6 |
| はるきらり | 5.1 | 4.4 | 3.8 | 中 | 6.4 | 14.8 |
| 春よ恋 | 5.8 | 6.4 | 3.8 | 中 | 7.3 | 15.5 |
| ハルユタカ | 5.5 | 7.4 | 5.0 | やや弱 | 12.2 | 26.8 |
| GS02-71 | 1.9 | 0.8 | 2.0 | 強 | 1.2 | 3.9 |
| 蘇麦3号 | 2.8 | 0.7 | 1.5 | 強 | 0.9 | 2.1 |

注1) 北見農試は菌接種、発病指数0:無-8:甚。

注2) 中央農試は無防除栽培、発病指数0:無-5:甚。

表4 育成系統の穂発芽性特性および生産力検定予備試験(2010年 北見農試)

| 品種名 または 系統名 | 穂発芽 | 成熟期 | 稈長 | 穂長 | 倒伏 | 子実重 | 千粒重 |
|-------------------|-------------|------|------|------|-------------|--------------|------|
| | 程度 (0-5) | (月日) | (cm) | (cm) | 程度 (0-5) | (kg/ 10a) | (g) |
| 北系春827 | 1.2 | 8/5 | 87 | 8.5 | 0.9 | 430 | 36.7 |
| 北系春828 | 1.5 | 8/5 | 90 | 8.5 | 1.3 | 404 | 35.4 |
| 北系春829 | 1.5 | 8/6 | 88 | 8.7 | 1.0 | 384 | 36.5 |
| はるきらり | 1.1 | 8/5 | 85 | 8.1 | 0.2 | 424 | 39.1 |
| 春よ恋 | 2.5 | 8/1 | 87 | 8.2 | 1.2 | 393 | 35.3 |
| ハルユタカ | 3.5 | 8/4 | 82 | 8.6 | 0.1 | 370 | 34.7 |

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- (1) DNAマーカーを用いた効率的な赤かび病抵抗性小麦系統の選抜に活用できる。
- (2) 得られた有望系統は交配母本として活用するとともに、地域適応性の検討を継続する。

2) 残された問題とその対応

- (1) 赤かび病抵抗性QTLと強稈性、千粒重などの形質との連鎖解析。