

氏名(本籍)	たばたみなこ 田畑美奈子(大分県)
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	博甲第5733号
学位授与年月日	平成23年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	水稻の登熟期の高温条件下における背白米および基白米の発生に関する遺伝解析
主査	筑波大学教授 農学博士 奥野員敏
副査	筑波大学教授 農学博士 大澤良
副査	筑波大学教授 博士(農学) 丸山幸夫
副査	筑波大学准教授(連係大学院) 博士(農学) 梅本貴之
副査	農業生物資源研究所主任研究員 博士(農学) 福岡修一

論文の内容の要旨

水稻は登熟期に高温に遭遇すると、背白米、基白米および乳白米が多発し、玄米の外観品質が著しく低下する。高温条件下での背白米および基白米の発生程度には品種間差異があることから、水稻の登熟期における背白米や基白米の発生に関わる形質(登熟期高温耐性、以下、高温耐性という)は遺伝的に改良できると考えられる。本研究では、今後の高温耐性品種の育成について検討するため、水稻の登熟期の高温条件下における背白米および基白米の発生に関する遺伝解析を行った。

登熟期に高温に遭遇しても、背白米や基白米が発生しにくい品種を効率的に育成するためには、水稻の品種や系統が持つ高温条件下での背白米および基白米の発生に対する耐性を高精度に評価する必要がある。そのため、本研究では、ガラス温室を利用して水稻を高温で処理することにより、高温年の水田圃場における背白米および基白米の発生を再現するとともに、ガラス温室内の温度のばらつきを調査し、より精度の高い高温耐性検定法を確立し、高温耐性の評価のための基準品種を選定した。改良した検定法ではベッド上に密植栽培するため、小面積で多数の品種・系統を検定することが可能であり、交配母本のスクリーニング、育成系統の評価および高温耐性の遺伝解析等に適用できる。

本研究で改良を加えた高温耐性検定法を用いて、在来品種を含む日本イネ146品種・系統の高温耐性を評価した結果、中生および晩生熟期の品種において、背白米および基白米の発生率の品種間差異が拡大し、効果的に高温耐性を評価することができた。すべての熟期において、高温耐性が「強」と評価された品種・系統の中には在来品種が含まれており、今後、高温耐性品種育成のための有用な遺伝資源として活用できる。

高温耐性の遺伝様式を明らかにするため、高温条件下での背白米および基白米発生率に顕著な差がある「チヨニシキ」と「越路早生」の組合せの交雑後代(F_2 、 F_3)を用いて、高温耐性の統計遺伝学的解析を行った。その結果、背白米および基白米発生率の変異の分布は異なり、背白米の発生を抑制する対立遺伝子(耐性遺伝子)が優性を示した。背白米発生率の相加分散成分は優性分散成分より大きく、 F_2 と F_3 での発生率の間には相関が認められることから、背白米の発生に対する耐性は遺伝的に固定できることが示唆された。また、

F₂ 世代の背白米発生率は正逆交雑間で類似の分布を示し、t 検定の結果、有意差はなかったことから、背白米発生率に対して細胞質の影響はないと推察された。さらに、狭義の遺伝率については、F₂ 世代での背白米発生率が 0.350、基白米発生率が 0.259 と低かったが、F₃ 世代では遺伝率が高くなり、固有遺伝率は背白米発生率で 0.536、基白米発生率で 0.411 であった。統計遺伝学的解析の結果から、背白米および基白米の発生が少ない形質については、遺伝率を高めた後期世代での選抜が効果的であると考察した。

遺伝率の低い量的形質を改良するためには、DNA マーカー選抜育種が有効である。そのため、本研究では、背白米の発生に着目し、マーカー選抜育種法による高温耐性の遺伝的改良の可能性を検証した。チヨニシキ / 越路早生の組換え自殖系統群 (RILs) の F₆ 世代を用いて、背白米発生率を指標として登熟期における高温耐性の QTL 解析を行った。その結果、RILs の F₆ 系統の間には背白米発生率に差異が認められたこと、これらの系統の発生率は両親の発生率の範囲内に連続して分布したことから、背白米の発生に関与する遺伝子座は複数存在すると推察された。

QTL 解析の結果、高温条件下での背白米の発生に関与する新規の QTL を 4 座 (*qWk1-1*, *qWk1-2*, *qWk2*, *qWk8*) 検出し、*qWk1-1* を除く 3 座の QTL では越路早生対立遺伝子が背白米の発生を抑制することが明らかになった。検出された QTL のうち、*qWk1-2* が最大の寄与率を示し、*qWk1-2* に連鎖する SSR マーカー座 RM5501 が越路早生型ホモの系統では、チヨニシキ型ホモの系統に比べて背白米発生率が 7.3% 低かったことから、*qWk1-2* は高温耐性に最も効果の大きな QTL であると考えられる。また、遺伝的背景がチヨニシキの BC₁F₃ 系統および BC₂F₃ 系統を作出し、高温条件下における *qWk1-2* の背白米発生に対する抑制効果を解析した結果、SSR マーカー座の RM128 から RM265 の間と、RM6696 から RM1387 の間に高温条件下での背白米発生を抑制する QTL が存在する可能性が示唆された。

さらに、人工気象室を用いて、日本イネ・コアコレクションの高温耐性を評価した結果、背白米、基白米および乳白米の発生率には品種間差異が認められ、発生しやすい高温障害の種類が品種間で異なることがわかった。日本イネ・コアコレクションは、日本イネ品種の遺伝的多様性を幅広く包括しており、今後、高温耐性品種の育種素材として、また高温耐性の遺伝学的・生理学的研究の材料として活用できる。

審査の結果の要旨

本学位論文では、我が国の水稲育種にとって喫緊の課題である登熟期の高温耐性に関する QTL 解析の結果等について言及している。まず、従来的高温耐性検定法に改良を加え、実験誤差が少なく高精度の検定法を確立した。その検定法を用いて、日本イネの品種変異を解析し、高温耐性検定の基準品種の選定、耐性・感受性品種間の雑種集団や後代系統を用いた遺伝解析を行い、高温耐性に関与する新規の QTL を検出した。そのなかで、第 1 染色体上の *qWk1-2* は背白米の発生を抑制する効果が非常に大きいこと、*qWk1-2* と連鎖する SSR マーカー座 RM5501 を含む領域には、少なくとも 2 個の耐性関連遺伝子の存在が示唆される等、水稲の登熟期における高温耐性の遺伝育種学の進歩と DNA マーカー選抜育種による高度高温耐性品種の開発に結び付く基礎的・応用的価値の高い優れた成果である。

よって、本学位論文の著者は博士 (農学) の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。