

氏名 (本籍) Khaing Pann Witt Hmon (ミャンマー)

学位の種類 博士 (農学)

学位記番号 博 甲 第 7092 号

学位授与年月日 平成 26 年 6 月 30 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 Genetic Analysis of Inflorescence Architecture and Yield Components in Sorghum (ソルガムの花序形態と収量構成要素の遺伝解析)

主査 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 筑波大学教授 (連係大学院) 農学博士 林 武司

副査 筑波大学助教 博士 (農学) タリク・シェザード

副査 筑波大学北アフリカ
研究センター研究員 農学博士 奥野員敏

論 文 の 要 旨

21 世紀半ばには世界人口は 90 億人を超えると予測されている。しかし、地球規模での気候変動により農耕地の乾燥化が進行し、新たな農耕地の確保が困難である。90 億人を養うためには作物収量を毎年 1.5% 増加させる必要があり、そのためには、気候変動に対応したストレス耐性作物の開発は 21 世紀における重要な育種課題である。本研究の対象作物であるソルガムは、生産高で世界第 5 位の穀物である。ソルガムの主要な生産国はアフリカ諸国、インド、中国、米国である。米国では、家畜飼料確保のために半矮性遺伝子を用いた多収性育種がなされてきた。一方、ソルガムは主要穀物の中で乾燥耐性に優れていることから、途上国の乾燥地や半乾燥地に適応する重要な食用作物である。今後、乾燥環境適応能の高いソルガムの需要は高まると考えられる。しかし、高インプット型半矮性品種の導入が困難な途上国では、在来品種の穂型や穂サイズの遺伝的改変により多収化を達成することが目標となる。

本研究では、ソルガムの花序形態 (穂型) とその関連形質に関してソルガム遺伝資源に内在する変異を解析し、花序形態と収量構成要素との関連性を解析した。さらに、連鎖不平衡解析により花序形態と収量構成要素に関する量的形質遺伝子座 (QTL) の検出を試みた。

本研究では、ソルガム・コアコレクション 107 品種およびコアコレクション作成のための解析集団 320 品種のうち正常に出穂した 206 品種を用いた。2010 年と 2011 年に筑波大学農林技術センター圃場で栽培し、成熟期に穂長、一次枝梗数など 18 形質を調査した。ソルガム遺伝資源の花序形態には幅広い変異があり、開放型、密穂型、ほうき型など 6 タイプに大別できるが、それらの頻度分布には地理的な偏りは認められなかった。したがって、起源地のアフリカから南アジアを経由して東アジアに至る栽培化過程で、花序形態は強い選択圧を受けなかったと考えられる。花序形態が異なるグループ間で有意差を示した形質は、穂長、一次枝梗数、一次枝梗の最大長、穂軸長、穂幅長であり、これらの形質変異がソルガムの花序形態における多様な変異をもたらしていると考えられる。穂型が異なる 6 タイプ間には穂関連形質の変異に違いがあり、主成分分析の結果からも開放型と密穂型は不連続に分布した。以上の結果から、タイプ別の花序の形態形成に関係する主要な形質は異なることが明らかになったことから、子実生産の改良を目的とする育種では花序形態のタイプ別に選抜対象形質を選定することが重要であると考えられる。また、花序形態とその関連形質の中でソルガム子実の生産に密接に関係する形質は一次枝梗数と穂幅であり、子実生産にとって穂密度の改良が

重要な目標になると考えられる。穂長は他の花序形態の関連形質と有意な相関関係を示し、とくに穂長は一次枝梗数の増加を介して子実生産の向上につながる重要な選抜形質であると結論づけた。

次に、ソルガムの花序形態および収量関連形質に關与する QTL のマッピングを行った。ソルガム・コアコレクション 107 品種の 18 形質の表現型データと 98 の SSR マーカー座の遺伝子型情報を用いて、連鎖不平衡解析を行った。混合モデル (Q+K モデル) により、2 年間繰り返して 5%水準で有意に検出された染色体領域を QTL として判定した。その結果、9 つの染色体上に 15 個の花序形態とその関連形質に関する QTL を見出した。穂長に關連する QTL はこれまでも多く報告されているが、本研究では第 2, 4, 9 染色体上に計 3 個の穂長に關連する QTL を検出した。穂軸長と穂先の一次枝梗数は穂長の決定に關連する形質であるが、これまで QTL 解析は行われていなかった。本研究では、穂軸長に關連する新規の QTL を第 6 染色体に検出した。穂長と穂軸長は互いに類似な形質にもかかわらず、關与する QTL は全く異なる染色体にマップされたことは興味深い。また、穂長と一次枝梗の最大長に關連する 2 個の QTL が第 4 染色体と第 9 染色体の同一の領域に特定された。イネ科植物の花序形態形成の初期段階に關与すると推定されている *ramosa2* (*ra2*) 遺伝子は、枝梗の伸長と枝梗数の増加に關与する。この遺伝子はソルガム、イネ、オオムギ等イネ科植物で保存され、同様な発現パターンを示すことから、イネ科植物の花序形態形成において重要で類似な役割を担っていると考えられている。ソルガムやトウモロコシの *ra2* 遺伝子の解析から、枝梗長の種内変異は *ra2* 座の対立遺伝子の違いに起因すると推察される。さらに、穂幅に關する QTL が第 2 染色体に存在することを初めて明らかにした。以上の結果から、本研究により新規に検出された QTL は、第 1 染色体上の穂幅に關する QTL、第 2 染色体上の穂軸の節数と穂幅に關する QTL、第 6 染色体上の穂軸長に關する QTL、第 10 染色体上の穂型に關する QTL であった。

以上のように、本研究では、ソルガムの花序形態とその関連形質の変異と遺伝に關する研究を行い、ソルガムの花序形態とその関連形質に多様な変異が存在することを明らかにするとともに、連鎖不平衡解析により花序形態とその関連形質に關する QTL を検出した。検出した QTL の中には、本研究により新規に検出された 5 個の QTL を含んでいる。花序形態とその関連形質はソルガムの子実生産に關わる重要な構成要素であることから、本研究で明らかになった QTL の対立遺伝子を利用することにより、ソルガムの多収育種のための母本の選定が期待できる。

審 査 の 要 旨

本研究は、途上国において、低肥料・低農薬ですむ優良多収品種の育成を達成するためには、従来型の交雑育種によって在来品種の穂型や穂サイズを遺伝的に改変することが不可欠であるという考えのもとに、ソルガムにおいて子実生産に密接に關係する花序形態とその関連形質の種内変異を解析し、各形質に關連する染色体領域の特定を試みたものである。ソルガムの 300 を超える遺伝資源を用いて、2 年間の圃場試験を行い、各形質の収量性との相関解析などからソルガムの多収化をめざす育種においては、花序のタイプ別に穂密度や一次枝梗数の増加と穂長など選抜対象形質を選定することが重要であることを明らかにした。花序形態と収量性との関連を広範な遺伝変異の解析に基づいて明確にした報告はこれまでになく、本論文はソルガムの収量性向上を育種目標とした場合の鍵となる花序形態を構成する形質を明らかにした点で評価できる。一方で、表現型だけではなく、DNA マーカー選抜の可能性を探るため、目標形質と關連する量的形質遺伝子座の解析を行い、穂幅、穂軸の節数、穂軸長および穂型に關する新規の QTL を検出した。この知見は今後のソルガム育種における DNA マーカー選抜を支える重要な情報となるものである。本研究で明らかにされた花序形態の変異解析およびそれらに關与する量的形質遺伝子座の情報は、今後のソルガム多収育種に大きく貢献するものとして高く評価される。

平成 26 年 1 月 23 日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士 (農学) の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。