

令和 2 年 5 月 27 日現在

機関番号：82111

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K18645

研究課題名(和文) 分けつ角度の適応的变化を利用したイネの草型改良に関する研究

研究課題名(英文) Study for improving rice plant architecture by controlling tiller angle

研究代表者

岡村 昌樹 (OKAMURA, MASAKI)

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構・中央農業研究センター・研究員

研究者番号：00757908

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では分けつ角度の違いが水稻の生産性におよぼす影響を明らかにし、理想的な水稻の草型を解明することを目的としている。そのために、分けつ角度に関する遺伝子TAC1の準同質遺伝子系統(NIL)の作出を進め、その収量性と乾物生産能力を評価した。その結果、分けつ角度の開帳により生育初期の乾物増加速度が大きくなる一方で、登熟期にはむしろ小さく、収量はわずかに低くなる傾向が認められた。また幼穂形成期頃に群落受光率や高さ別の葉面積を測定した結果、両者に明確な系統間差が認められた。そのため、地上部乾物重や収量の差は草型の違いによる受光態勢の違いに起因している可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

イネの草型の開帳程度は光利用効率に関わる農業生産上重要な形質である。しかし、既存の知見だけでは、それが生産性に及ぼす影響を十分に説明することはできない。特に分けつ角度と生産性の関係に着目した研究は少ない。本研究により、分けつ角度の改変がイネの生産性に与える影響の一端が明らかになった。このことは、ソース能を強化するイネの理想的な草型の提唱、延いてはイネの収量を飛躍的に増大させる新品種の育成や栽培方法の確立に繋げることができる。

研究成果の概要(英文)：Near isogenic lines for TAC1, a gene controlling rice tiller angle, of (TAC1-NIL) were developed and their yield and biomass production were investigated in order to reveal an effect of tiller angle modification on biomass production for improving plant architecture.

The biomass production in early growth stage of TAC1-NIL tended to be higher than its control variety, Koshihikari, while that in ripening stage tended to be lower. As a result, grain yield of TAC1-NIL was slightly lower. The canopy light capturing ratio and partitioning of leaf area to vertical line of TAC1-NIL were much different from Koshihikari, suggesting modification of light-intercepting characteristics affected biomass production and yield in TAC1-NIL.

研究分野：作物生産科学

キーワード：イネ 分けつ角度 開帳性 草型

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

イネは世界人口の約 50%を養っている主要穀物であり、増加を続ける世界人口を養うためには、その収量の増加は逼迫した課題と言える。一方で、近年の分子遺伝学的研究の発展により籾の数やサイズなどシンク容量を増大させる多くの遺伝子が単離されてきた (Ashikari et al., 2005; Ikeda et al., 2007; Terao et al., 2010; Ishimaru et al., 2013)。そのため、今後イネの収量を飛躍的に増大させるためには、大きなシンク容量に見合う優れたソース能を持つイネの作成が必須だと考えられる。

一般にイネでは、葉が直立し、太陽光が群落の下層まで届く草型は、個体群の光合成速度を高めると考えられている (Yang and Hwa, 2008)。そのため、分げつ角度が著しく開帳したイネでは、それにより葉も水平に近づくため、乾物生産能力や収量が大きく低下することが予想された。しかしながら、研究代表者のこれまでの研究により、茎部のデンプン合成が抑制されたイネ変異体は、分げつ角度が著しく開帳しているにもかかわらず、その慣行の栽培条件下での収量は野生型とほとんど差がなかった (Okamura et al., 2013; 2015)。このことは分げつ角度の開帳が乾物生産に必ずしも負の影響を与えないことを意味している。一方、ブラシノステロイドの生合成に関する変異により葉身傾斜角度が直立した変異体の解析では、密植栽培下 (栽植密度 44.2 本 m^{-2}) で乾物生産量が増加することが明らかになっている (Sakamoto et al., 2006)。しかし、慣行の栽培条件下 (栽植密度 22.1 本 m^{-2} 、窒素施肥 6 $g m^{-2}$) では、乾物生産量の増加は見られず、収量はむしろ低下していた。またイネの様々な草型の三次元モデルを作成し、個体群の光合成速度をシミュレーションした研究では、比較的大きな葉面積指数 (LAI=7.68) では、葉身の直立化による個体群の光合成速度のわずかな増加傾向が認められたが、やや小さい LAI (=4.80) においては、葉身が直立するほど低下したとの計算結果も報告されている (Song et al., 2013)。

以上から、イネの草型は単に直立すればするほど受光態勢が改善され、乾物生産能力が上がるというものではなく、その生産性との関係は未だ不明瞭な点が多いと言える。

一方で、草型の開帳程度を決める要因のうち、分げつ角度は生育初期から出穂にかけて直立していくなど経時的な変化を示す (Okamura et al., 2013)。また栽植密度を低くするにつれ開帳していくため環境に応答して制御されている可能性も考えられる。そのためイネは、生育初期や疎植栽培などの低 LAI 条件下では分げつ角度を開帳させることで地表面を早く覆い、逆に高 LAI となると分げつ角度を直立させることで群落の下層にも光を共有するといった、分げつ角度の変化を通じて、受光態勢を自ら改善する適応能力を有している可能性が考えられる。したがって、このような分げつ角度の適応的変化の特性を理解し、それを最大限に利用することができれば、光利用効率の向上によりソース能を強化することができる (図 1)。

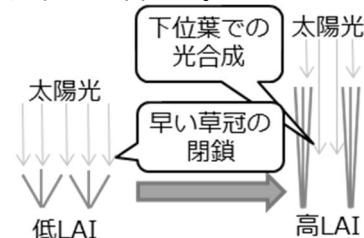


図1 研究代表者が考えるソース能を強化する理想なイネの草型の模式図。便宜上葉身は省略してある。

しかし、分げつ角度の制御機構に関しては未解明な部分が多い。その中で分げつ角度が直立したジャポニカ種と開帳したインディカ種の比較により単離された遺伝子である *TAC1* (*TillerAngle Control 1*) に関しては、そのタンパク質の機能は依然明らかになっていないものの、インディカ種である IR24 にジャポニカ種であるあそみのりの *TAC1* 近傍の染色体領域が置換された染色体断片置換系統 (IL55) を用いた解析により、分げつ角度を制御する遺伝子であることが示唆されている (Yu et al., 2007)。したがって、*TAC1* 遺伝子の利用により生育後期の分げつ角度の改変が可能であり、これにより分げつ角度の改変が乾物生産能力に及ぼす影響を明らかにすることができる。

2. 研究の目的

イネの分げつの開帳程度 (分げつ角度) は光利用効率に係わる農業上の重要形質であるにも関わらず、その改変が圃場での生産性に及ぼす影響は依然明らかになっていない。本研究では、イネの分げつ角度が、自身の生育ステージや外部の環境に応答して適応的に変化する点に着目し、生育ステージに応じた分げつ角度の改変がイネの生産性に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。これにより、イネの光利用効率を向上させる理想的な草型を明確にし、同時にその制御方法を明らかにすることで、イネの収量の飛躍的な増大を目指す。

3. 研究の方法

(1) ジャポニカ種コシヒカリを遺伝的背景として、*TAC1* 近傍がインディカ種 IR64 型に置換された系統とその逆の遺伝子型を持つ系統にコシヒカリまたは IR64 を戻し交配することで *TAC1* に関する準同質遺伝子系統 (K0-*TAC1*, IR64-*TAC1*) の作出を進めた。

(2) K0-*TAC1* の分げつ角度、群落受光態勢関連形質、および乾物重を約 2 週間置きに測定し、コシヒカリと比較することで、分げつ角度の変化がイネの生産性に及ぼす影響を解明した。試験は原品種のコシヒカリを対照系統とし、栽植密度を標準植区 (18.5 本/ m^2) および疎植区 (9.26 本

/m²) の 2 水準設け、施肥量等の栽培管理は慣行条件とした。

4 . 研究成果

(1) 2018 年度までに K0-TAC1 と IR64-TAC1 の作出に成功した。

(2) 2019 年度に (1) で作出した K0-TAC1 の大規模圃場試験を実施した。K0-TAC1 は栽植密度を問わず、生育期間を通して分けつ鉛直方向に対する角度が有意に大きく、開帳した草型を示すことが確認された。その結果、平均葉身傾斜角度も鉛直方向に対して大きくなっていった。

この草型の違いが生産性に与える影響を明らかにするため、約 2 週間おきに地上部乾物重を測定したところ、生育初期では栽植密度を問わず、K0-TAC1 の方が大きい傾向にあった。しかしその傾向は出穂頃には逆転し、収量は K0-TAC1 の方がわずかに低い傾向にあった。

また幼穂形成期頃に群落受光率や高さ別の葉面積を測定した結果、両者に明確な系統間差が認められた。そのため、地上部乾物重や収量の差は草型の違いによる受光態勢の違いに起因していると考えられるが、単年度の結果であり、環境変動制を考慮に入れることができていないため、本研究の発展的な研究として同様の試験を実施し、再現性を確認する必要がある。

また IR64-TAC1 についても、IR64 と比較した結果、生育期間を通して分けつ鉛直方向に対する角度が有意に小さく、直立した草型を示すことが確認された。現在、本研究の発展的な研究として IR64-TAC1 の収量性と乾物生産能力を K0-TAC1 と同様にして調査している。

以上、本研究により分けつ角度の開帳は生育初期においては乾物生産に有利に働くが、葉面積が大きくなる登熟期においてはむしろ不利に働くことが示唆された。このことは図 1 に示した仮説を強く支持するものであり、分けつ角度の適応的变化の特性をより深く理解することで、イネの乾物生産能力の増大、ひいては収量増につながることを示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----