

論文の内容の要旨

生産・環境生物学専攻
平成 21 年度博士課程進学
氏名 岡見 翠
指導教員名 山岸 順子

論文題目

畑栽培におけるイネ品種の葉面生長に関する作物生態学的研究

全世界の淡水資源のうち、約 30%は灌漑水田稲作に利用されている。しかし近年、地下水層の枯渇や地下水位の低下、都市化・工業化に伴う都市部での水資源の需要の拡大により、稲作に利用可能な水資源が逼迫している。このため、より少ない水資源でより多くの収量を上げる節水稻作技術の確立が喫緊の課題となっている。イネの畑栽培は、現在報告されている節水稻作技術の中でも極めて有望であり、代掻きを行わず湛水も全くしないために、灌漑水田稲作と比較して 50%以上の灌漑用水を節約できる。他方で、化学肥料と補助灌漑の投入によって集約的な栽培を行った場合、高収量の達成が期待できる。

一般に、生産性の低い栽培環境では、葉面生長が、日射吸収を通じてイネの収量に影響を及ぼすことが多い。しかしながら、集約的なイネの畑栽培においては、葉面生長の意義および葉面生長に優れる品種の特性に関する知見がほとんどない。そこで本研究では、イネの畑栽培において、今後の品種育成に向けた基礎的知見を得るため、以下のような作物生態学的解析を行った。まず、栽植方法と水管理に着目して、畑条件で問題となる栽培・環境要因の絞り込みを行った。次に、畑条件における収量と葉面生長の遺伝的変異を精査し、生産性に対する葉面生長の意義を確認した。その上で、葉面生長の遺伝的変異に寄与する生理形態的要因を検討し、葉面生長を高めるために有効な形質を明らかにすることを目指した。

1. 畑条件下の多収性品種の収量形成：湛水条件との比較

近年、集約的なイネの畑栽培（直播+非湛水条件）では、多収性水稻品種の導入により、灌漑水田栽培並みの高収量を達成できることが明らかとなってきた。しかし、収量は概して不安定で、地域・年次間差異が大きいことが報告されているが、その理由は分かっていない。そこで始めに、多収性水稻品種タカナリを供試して2年間の圃場試験を行い、栽植方法（移植、直播）と水管理（湛水条件、非湛水・湿润条件、非湛水・弱乾燥条件）の違いが、収量と葉面生長に及ぼす影響を検討した。

その結果、湛水条件では、栽植方法に関わらず、安定して高収量を達成できた（851~1036 g m⁻²、精籾乾物重）。しかし、非湛水条件では、土壤水分を高く管理した場合でも、湛水条件と比較して14~21%有意に減収する場合があった。よって、タカナリの収量に対しては、栽植方法よりも水管理の方が大きな影響を及ぼすと考えられた。さらに、生長解析によって、非湛水条件では湛水条件よりも栄養生長期の個体群生長速度が低いこと、および、それが葉面積指数の低さによることが示された。これらから、非湛水条件においては、たとえ軽微であっても土壤乾燥が葉面生長を抑制し、それが収量に影響することが示された。

2. 畑条件に対するイネ品種の葉面生長反応とその意義

集約的なイネの畑栽培において高収量を達成するためには、栄養生長期の葉面生長の確保が重要であると推察された。畑条件への適応性には遺伝的変異があることが報告されているため、9品種を供試して2年間の圃場試験を行い、水田条件と畑条件における収量と葉面生長を比較した。

その結果、収量と完熟期における地上部乾物重には品種と水環境の交互作用効果が認められた。すなわち、Lemont や IRAT109 は水田条件よりも畑条件で収量と地上部乾物重が高かった。一方、タカナリや IR72、IR55423-01、Vandana は水田条件では収量と地上部乾物重が高かったが、畑条件では最大で20~40%減収した。さらに、品種と水環境の交互作用効果は栄養生長期の葉面積指数にも認められ、IRAT109 やゆめのはたもちは水田条件よりも畑条件で葉面積指数が高かったが、タカナリや IR72 は畑条件で低かった。そして、畑条件では、栄養生長期の葉面積指数が高い品種ほど、収量の安定性に優れることが示された。これらから、集約的なイネの畑栽培において多収性水稻品種を用いて安定多収を達成するためには、遺伝的改良によって葉面生長を高めることが有効であると考えられた。

3. 畑条件下のイネ品種の茎数と茎あたり葉面積の関係

葉面生長は茎数と茎あたり葉面積によって決まる。そこで、そのバランスに着目して畑条件における葉面生長の特徴を整理し、葉面積指数の増加のために重要となる形態的要因を明らかにすることを目的とした。そこで、まず、水田および畑において2年間の圃場試験を行い、9品種の茎数および茎あたり葉面積を経時的に調査した。次に、世界のイネ・コアコレクション（農業生物資源研究所・ジーンバンク）を含む91品種を供試して、水田と畑で圃場試験を行い、栄養生長期の葉面積指数と形態形質との関係を検証した。

その結果、茎数と茎あたり葉面積の間にはアロメトリー関係が成り立ち、両者のバランスが草型の遺伝的変異をもたらしていることが明らかとなった。畑条件では、概して茎数が多くなりやすいため、葉面積指数は茎あたり葉面積と正の相関関係にあった。両者の相関関係は、91品種を用いた場合にも、畑条件においてのみ同様に認められた。これらから、畑条件において葉面積指数を高めるためには、個葉葉面積や茎あたり葉面積の大きい品種の選択が有効であると考えられた。熱帯ジャポニカ品種は、インディカ品種や温帯ジャポニカ品種と比べて、表層土壌が頻繁に乾燥する条件でも、茎あたり葉面積の維持に優れたため、集約的なイネの畑栽培において遺伝資源として有用であると考えられた。

4. 畑条件下のイネ品種の分けつ発育に関与する生理的要因

集約的なイネの畑栽培において、土壌水分に対する葉面生長の反応は、表層土壌の乾燥に対する反応と、灌水に対する反応から成る。それらの反応を分けて精査するため、降雨遮断ハウスと灌水チューブを用いて土壌水分を精密に管理した条件で、2年間の圃場試験を行った。播種後60日を境として、①湿潤→湿潤（WW区）と②乾燥→湿潤（DW区）の2つの灌水処理を設け、土壌乾燥とその後の灌水に対する葉面生長反応を、半矮性・多げつ型のインディカ水稻品種（IR72ないしIR64）、少げつ型の熱帯ジャポニカ水稻系統（IR65564-44-51）およびIR64染色体断片挿入系統1系統（YTH323）とで比較した。

播種後60日まで、全ての系統において、DW区の葉面積指数はWW区のそれよりも低かった。しかし、その後DW区では、灌水によって著しい回復が認められた。IR72、IR64およびYTH323では、灌水により、既存の茎の生長よりも新たな分けつの発生に多くの乾物が分配され、特に低位節の3次分けつと上位節の2次分けつが増加した。他方で、IR65564-44-51では、灌水により、既に出現してい

た茎の生長が全体的に促進された。以上より、畑条件においては、土壤乾燥後の灌水によって、インディカ水稻品種では茎数増加に、熱帯ジャポニカ水稻品種では各茎の生長に、非構造的炭水化物や新規の同化産物が優先的に分配されることで、葉面生長が促進されることが示された。熱帯ジャポニカ品種で見られた各茎への優先的な同化産物の分配は、個葉葉面積および茎あたり葉面積の維持あるいは増加に寄与することから、土壤水分が変動しやすい畑栽培では適応的な反応であると考えられた。

5. 草型の異なる染色体断片挿入系統の畑条件下の葉面生長

遺伝的改良による個葉葉面積の拡大が、畑条件におけるインディカ改良水稻品種の葉面生長の改善に寄与するか否かを検証するため、IR64 を遺伝的背景として New Plant Type 由来の染色体断片を交雑導入した IR64 染色体断片挿入系統 (Fujita et al., 2009) を供試した。本研究では、2 回の選抜の後、IR64 よりも個葉が大きく少けつ性を示す 1 系統 (YTH323) に絞って試験を行った。まず、ポット試験を行い、幼苗期および分けつ期における様々な土壤乾燥条件の下で、IR64 と YTH323 の葉面生長を比較した。次に、水田と畑で 3 年間の圃場試験を行い、IR64 と YTH323 の栄養生長期の葉面生長と収量とを比較した。

YTH323 は、IR64 と比較して、出葉間隔が長く、個葉葉面積が大きく、茎数が少なかった。ポット試験では、YTH323 は、いずれの土壤乾燥条件においても、IR64 よりも各茎の生長に優れ、そのため、葉面生長が高かった。圃場試験でも、YTH323 は、畑条件において、IR64 よりも栄養生長期の葉面生長に優れ、収量を高く維持した。以上のように、個葉葉面積および茎あたり葉面積の増加は、葉面生長の確保に寄与し、集約的なイネの畑栽培において重要な形質の一つであることが確認できた。

以上、本研究では、主に圃場試験を通じて、畑栽培におけるイネ品種の葉面生長に関する作物生態学的解析を行った。その結果、集約的なイネの畑栽培において安定多収を達成するためには、**①栄養生長期の葉面生長を高める必要があること**、**②葉面生長を高める方策として、遺伝的改良による個葉葉面積の拡大が有効であること**、さらに、収量ポテンシャルの高いインディカ改良水稻品種の遺伝的改良にあたり、**③熱帯ジャポニカ品種が供与親として有望であることを明らかにした**。本研究によって得られた新たな知見は、水資源の節約と安定多収の両立を目指す、今後の節水稻作技術の確立に資するものと期待される。