

イネの乾物生産速度、葉面積と着性穎花数との関係

小葉田 亨*・野津 孝徳**

Relationships between spikelet number and dry matter production or leaf area before heading in rice plant (*Oryza sativa* L.)

Tohru KOBATA and Takanori NOTSU

Abstract To clear whether there is any relation between spikelet number and other quantities of the plant, dry matter production or leaf area, is important to make practical mechanistic model for assuming spikelet number.

Rice plants of two growing seasons, normal and late transplanting, were grown under two thinning and three shading conditions during the whole vegetative stage or during the panicle formation stage. Spikelet number could be indicated by one equation which contains three parameters, dry matter production for vegetative stage, for panicle formation stage and leaf area on the end of vegetative stage. Calculated number of spikelet by the equation relatively fitted the actual that on three year data.

We suggested that the equation is possible to use for assumption of spikelet number if other model is used to assume the dry matter production and the leaf area from meteorological data.

緒 言

イネの穀実収量にとって着性穎花数はきわめて重要である¹⁾。多くの場合、穎花数は穀実収量と高い相関を持つ²⁾。なぜなら、イネの一穎花の容積は環境の変異によってあまり変化しないにもかかわらず、穎花数は日射や窒素栄養などの環境に強く影響されて変化するからである³⁾。穀実の生長速度は、穎花数と茎葉貯蔵物質量を介在させる事で、登熟期の乾物生産速度によってかなり精度よく予測できる事がわかった⁴⁾。一方、ある程度生理、生態的な裏付を与えたモデルによって、イネの収量を簡単な気象要因からの確に予測しようとする試みでは、乾物生産と葉面積はそれぞれ日射量と気温の関数としてかなり精度よく予測可能であるとされている⁵⁾。しかし、穀実への乾物分配には、経験的な予測値を用いている。そのため、より正確な穀実への乾物分配予測のために、乾物生産と穎花形成期の窒素吸収量を用いて穎花数を推定しようという試みがなされているが⁶⁾、同一地域の穎花数の違いまで必ずしも説明していないようである。このように、穎花数の予測は収量予測にとって極めて重要なテーマとなっている。

そこで本報告では、穎花数予測のための基礎的なデータをを得る事を目的として、出穂前の乾物生産、葉面積と穎花数の関係を明らかにしようとした。

実験材料及び方法

1. 栽培方法

水稻日本晴を供試した。1989年に、本学農学部水田の15×4.1mの圃場2つを用い、作期を慣行の5月10日と遅植の6月17日の2回に分けて移植した。栽植密度は15×25cmの26.7株/㎡であった。それぞれの作期では、それぞれ5×4.1mの反復3つに分けた。この各反復の中に、一辺75cm四方の区を12個配置した。12個の区を2つにわけ、それぞれ6個ずつに田値から穂首分化期までと、穂首分化期から出穂期までの2時期に、2段階の間引きと3段階の寒冷紗による遮光処理を行った⁴⁾。この実験に加え作期移動実験として、隣接した8.2×15mの水田を5つにわけ、8.2×3mの区画に5月10日、20日、31日、6月12日、24日の5回に分けて移植した。反復は設けなかった。施肥量は基肥として、窒素を4、リン酸を13、カリを13、追肥として窒素を分けつ期、幼穂分化期、穂揃え期に3kg/㎡施用した。

2. 測定項目

穂首分化期と出穂期に、各反復の各処理から平均的な

*栽培植物生産学講座

**現在島根木次農業改良普及所

茎数をもつ6株の地上部を採取し、48時間以上80°C通風乾燥器で乾燥後秤量した。葉面積は、この6株の内、平均的な茎数をもつ2株について自動葉面積計で測定した。値は全て3反復の平均値で表した。なお、作期移動試験では穂首分化期の茎数と葉面積のみを測定した。

実験結果と考察

穎花数(NU)は、有効茎数(FTN)と1穂穎花数(UFN)との積で表せる。

$$NU = FTN \times UFN \quad (1)$$

1. 有効茎数

そこで、まず有効茎数と、乾物生産、葉面積との間にはどのような関係が有るのかをみた。まず、穂首分化期の茎数と葉面積との関係のみをみた(第1図)。間引きと遮光によって穂首分化期の葉面積は500から4,000cm²/株、茎数は5から60本/株まで変化した。しかし、5つの作期移動試験では葉面積、茎数とも500から1,500cm²/株、20から30本/株と変化幅は極めて小さかった。そして、葉面積と茎数との間には、全ての実験を込みにして密接な正の直線関係があった。すなわち作期移動処理を含めた場合 $r^2 = 0.77$ 、0.1%で有意、あるいは含めない場合 $r^2 = 0.95$ 、0.1%で有意であった。作期移動処理を含めない場合の両者の関係は次のようになった。

$$TN = 0.018LA_1 - 7.25 \quad (2)$$

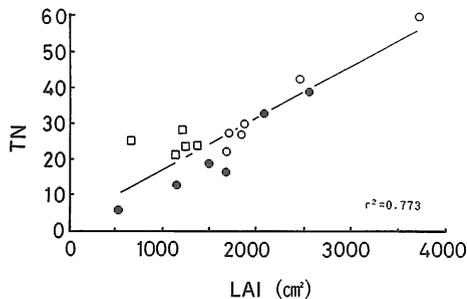


Fig. 1. Stem number(TN) and leaf area(LA1) on the end of vegetative stage of two transplanting date rices(○, ●) which were received the two thinning and three shading treatments during the vegetative stage, and of five transplanting date rices(□).

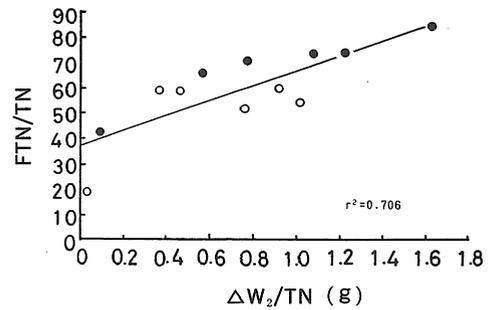


Fig. 2. Ratio of fertile tiller to tiller number at the end of vegetative stage(FTN/TN) and dry matter increase for panicle formation stage per the tiller number at the end of vegetative stage($\Delta W_2/TN$). See Figure 1 for symbols.

ここで、TNは穂首分化期の茎数(本)、 LA_1 は穂首分化期の葉面積(cm²)である。この関係から、穂首分化期までの茎数は葉面積の増加と比例的関係があることになる。

次に、穂首分化期の茎のうちどれだけが穂を付ける有効茎になるかを、穂首分化期の茎数で幼穂形成期(穂首分化期から出穂期)の乾物生産量を除した茎一本当りの乾物生産量との関係からみた(第2図)。なお有効茎率は20から80%であった。その結果、両者には密接な正の直線関係が有った。すなわち、穎花形成時の一茎当りの同化生産が高まるほど、有効茎として残る茎が多く、低いほど無効茎として失われると見なされた。穂首分化期の茎数に対する有効茎歩合(PFTN)は次のように表せた。

$$PFTN = 0.2909 (\Delta W_2/TN) + 0.3762 \quad (3)$$

ここで、 ΔW_2 は穂首分化期から出穂期までの乾物生産量(g)である。また、以下の関係がある。

$$FTN = PFTN \times TN \quad (4)$$

式(3)、(4)から

$$FTN = \{0.2909 (\Delta W_2/TN) + 0.3762\} \times TN \quad (5)$$

ただし、 $TN = 0.018LA_1 - 7.25$ である。

すなわち、有効茎数は穂首分化期の葉面積と、穂首分化期から出穂期までの乾物生産量によってあらわされる。

2. 一穂穎花数

つぎに、有効茎一茎当りの穎花数は、有効化した茎がどれだけ乾物生産するか依存する可能性が高い。そこで、一穂着生穎花数と、幼穂形成期(穂首分化期から出穂期まで)の乾物生産量を有効茎数で除した有効茎当りの乾物生産量との関係のみをみたところ、慣行と遅植毎に両者には密接な正の関係があった(第3図)。

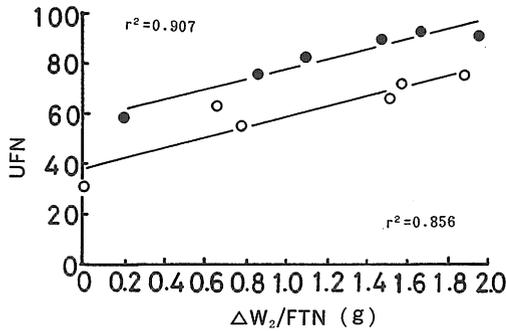


Fig. 3. Spikelet number per culm(UFN) and dry matter increase for panicle formation stage per number of the culm(ΔW_2 /FTN). See Figure 1 for the treatments and symbols.

$$\text{慣行 } UFN = 21.00\Delta W_2/FTN + 37.47 \quad (6)$$

$$\text{遅植 } UFN = 20.30\Delta W_2/FTN + 57.27 \quad (7)$$

すなわち、一穂の穎花数は有効茎当りの乾物生産が高いほど多くなる傾向がある。両者の直線の傾きはほぼ等しいので、一茎の乾物生産1g当り約20粒穎花が増える事を示唆している。しかし、絶対穎花数は遅植が約20粒常に慣行より多くなった。このような直線の切片の違いは、穎花分化開始期の一茎の植物体の大きさの差から来ている可能性がある。そこで、穂首分化期の茎数(慣行で29.6、遅植で18.3本/株)で栄養生長期(田植から穂首分化期まで)の乾物生産量(ΔW_1) (慣行で18.3、遅植で15.4g/株)を除いて一茎当りの穂首分化期における重さをもとめ(ΔW_1 /TN) (慣行0.618、遅植0.842g/茎)、切片を補正した式を作った。

$$UFN = 20.7\Delta W_2/FTN + 64.3\Delta W_1/TN \quad (8)$$

ただし、この式の傾きは式(6)、(7)の傾きの平均であり、切片部分における係数は、式(6)、(7)の切片をそれぞれの ΔW_1 /TNで除した値(慣行で60.6、遅植で68.0)の平均値である。この式の適合性をみるために、実測値と式(8)による計算値との関係をもとめるときわめてよく1:1の直線上にのった(第4図)。このため、式(8)は一穂の穎花数をよく示すと見なされた。

3. 一株穎花数

以上の式(1)、(2)、(5)、(8)をまとめると、穎花数は次の式によって表せた。

$$NU = FTN \times UFN$$

$$FTN = \{0.2909(\Delta W_2/TN) + 0.3762\} \times TN$$

$$UFN = 20.7\Delta W_2/FTN + 64.3\Delta W_1/TN$$

$$TN = 0.018LA_1 - 7.25$$

すなわち、穎花数は穂首分化期の葉面積(LA_1)と二つの

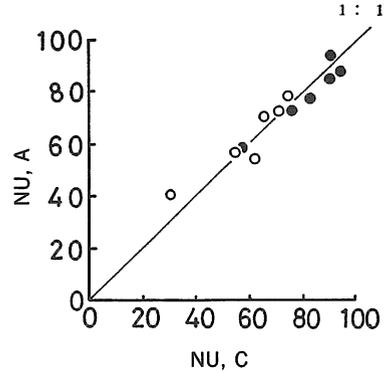


Fig. 4. Correlation between actual(NU, A) and calculated(NU, C) spikelet number per culm from equation (8).

乾物生産、栄養生長期(田植から穂首分化期まで、 ΔW_1)と幼穂形成期(穂首分化期から出穂期まで、 ΔW_2)の乾物生産によって表せた。

4. 予測式の検証

本年の結果と過去の本学水田における慣行栽培(一部遅植)のイネの実測値と、この関係式による計算値との比較を試みた(第5図)。1989年度が全てでよく適合するのはもちろんであるが、有効茎数では1988年の慣行区がやや過小評価になった他はよく一致していた。一穂穎花数は1987年で過大評価した他は比較的よく一致した。そして、これらが組合された一株当りの穎花数の推定値は、1987年がやや過小評価の他は実測値をかなりよく説明していた。

以上から、本報告における穎花数の関係式は、単年度の2作期のみから得られた関係であるにもかかわらず通常の栽培条件下では、他年度にも総じてよくあてはまることが示唆された。ただし、1987年のようにややずれの大きい場合の理由はわからない。ただ、一穂穎花数の予測に問題が有るようである。一穂穎花数に再現性の低い場合があるのには、窒素の要因が含まれているためかもしれない。従来から穎花形成時の窒素吸収量と穎花数の間には密度な関係が有る事が知られているからである³⁾。ただし、窒素吸収量は外部からは直ちに推定できないため、穎花数予測には葉色値のような窒素量を直接用いない方法の利用が望まれよう。乾物生産と葉面積は日射量、気温の環境測定値からかなり正確に予測可能であるとされている⁵⁾。本報告の穎花数の関係式は、乾物生産や葉面積と穎花数との間にはどのような関係が有るのかという事実と共に、推定された乾物生産と葉面積を用いた穎花数予測のためのサブモデルとしての利用が将来でき

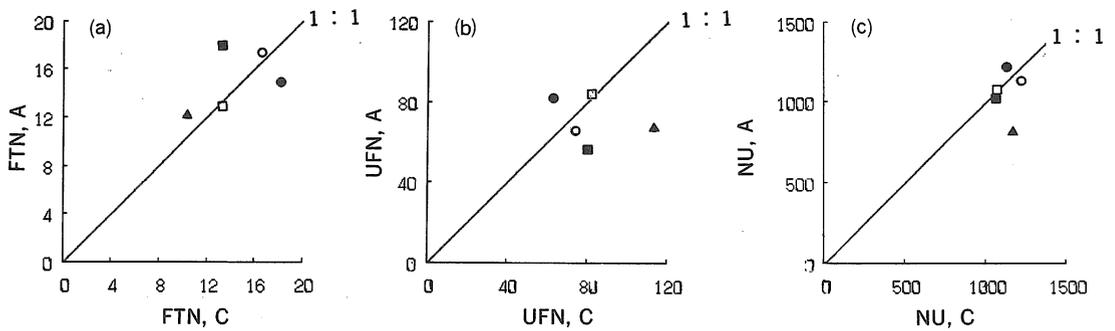


Fig. 5. Correlation between actual(A) and calculated(C) (a)fertile tiller number(FTN), (b)spikelet number per ear(UFN) and (c)spikelet number per hill (NU) of three year experiment. ▲ indicates plants on 1987, ■ (●) (late transplanting) on 1988 and □ (○) on 1989.

る可能性がある。ただし、他の地域、肥料条件などが異なる場合にも本関係が成立するかどうかは今後明らかにしていく必要が有ろう。

摘 要

穎花数の予測式を求めるために、慣行と遅植した水稻の穂首分化期と出穂期の乾物量、莖数、葉面積と穎花数との関係を求めた。各作期のイネに対して、2段階の間引きと3段階の遮光をおこない、乾物生産と葉面積を変化させた。また、一部作期を5回にずらした試験をした。

その結果、穎花数は栄養生長期と幼穂形成期の乾物生産量および栄養生長期終りの葉面積の3つの要因によって表せる事がわかった。過去2年間を含めた栽培試験の結果と本関係式からもとめた計算値は、比較的良好一致する事が分かった。気象要因から乾物生産と葉面積の推定が可能な従来のモデルを用いれば、本関係式によって穎花数が予測できる可能性が示唆された。

謝 辞

本実験遂行に当り今木正教授に助言をいただいた事に感謝します。

引用文献

- 1) Yoshida, S. 1972. Physiological aspects of grain yield. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 23: 437-464.
- 2) 村山 登 1982. 収穫漸減法則の克服. 養賢堂, 東京.
- 3) 和田源七 1969. 収量成立におよぼす窒素栄養の影響. とくに出穂期以後の窒素の重要性について. *農技研報A* 16: 27-149.
- 4) 小葉田 亨・森脇 昇 1990. 登熟期におけるイネの乾物生産速度と穀実生長速度との関係—異なる受光環境下における簡易分配モデルの検討—. *日作紀* 59: 1-7.
- 5) 堀江 武・桜谷哲夫 1985. イネの生産の気象的評価・予測法に関する研究—(1)個体群の吸収日射量と乾物生産の関係. *農業気象* 40: 331-342.
- 6) 長谷川利拉・堀江 武 1989. 水稻の生育過程におよぼす窒素栄養に関するシステム解析— m^2 当りの穎花数に及ぼす窒素の影響. *日作紀* 58(1): 16-17.