

## ポット栽培したイネの登熟期におけるファイトマーの数・大きさと根量の関係

阿部 淳\*・森田 茂紀・萩沢 芳和

東京大学大学院農学生命科学研究科

**要旨:** イネの根系形成を茎葉部の生育と関連付けて理解するために、茎葉部を構成するファイトマーの数と大きさに着目して解析を行なった。すなわち、施肥量と栽植密度の組合せが異なる処理区を設定し、同一品種コシヒカリを栽培した。ファイトマーの数は総葉数、またファイトマーの大きさは平均茎直径でそれぞれ代表させた。その結果、処理区によって茎葉部の生育が異なり、ファイトマーの数と大きさの組合せにも変異が得られた。その場合、ファイトマーの数が大きいほど総根長が長い傾向が認められた。そこで、総根長 = 1次根数 × 「平均根長」と考えて解析を進めた。その結果、ファイトマーの数と1次根数、ファイトマーの大きさと「平均根長」の間に、それぞれ有意な正の相関関係が認められた。これは、根量がファイトマーの数と大きさによって規定されるという著者らの考えを支持するものである。また、ここで得られたデータを用いて総根長を推定するモデルについて予備的に検討したところ、高い適合度が得られた。

**キーワード:** イネ, 茎直径, 根量, ファイトマー, 葉数

### 緒言

水稻の根系形態は収量と密接に関連している可能性があり、適切な栽培管理を行なうためにも、根系形成を发育形態学的に解析する必要がある(森田, 1994)。著者らは水稻の根系形態における品種間差を解析し、(1)根系形態は根量とその分布の組合せによって評価できること、(2)根量は根数と「平均根長」、また分布は「平均根長」と伸長角度によって、それぞれ規定されることを明らかにした(森田ら, 1995)。さらに、(3)根系形態を規定するこれらの根の生育特性と、個体を構成するファイトマー(Nemoto et al., 1995)の数・大きさの関連について考察を行なった(森田, 1994)。引き続き、この考察を検討するために、ファイトマーの数・大きさと根量との関係を異なる品種を用いて検討した結果、両者の間にはそれぞれ密接な関係が認められた(森田ら, 1997)。この場合は、同一条件で栽培した異なる品種について、栄養相における根系形成を取り扱った。そこで本研究ではこれを補完する意味から、同一品種を異なる条件で栽培し、生殖相における完成形態について検討した。すなわち、同一品種について異なる条件で栽培し、個体を構成す

るファイトマーの数および大きさの変異を広げて、根量との関係を解析した。また、ファイトマーの数・大きさから根量を推定する发育形態モデルを構築するための予備的な検討も行なった。

### 材料と方法

材料として用いたのは、1996年に東京大学農学部内のビニールハウスで、1/5000a(深さ30cm)のワグナーポットに栽培した水稻品種コシヒカリである。個体を構成するファイトマーの数および大きさに変異を与える目的で、第1表に整理したように、基肥の施肥量と栽植密度とを組み合わせたいくつかの処理区を設定した。それぞれの処理区の反復は、いずれも4である。それぞれの処理区のポットには、以下のよ

第1表 基肥の窒素量と栽植密度の組み合わせ

	基肥窒素量 (g/m <sup>2</sup> )			
	10	30	90	
栽植密度	1	—	□	+
(株/ポット) *	4	—	◇	—
	8	×	△	—

表中の記号は、第1—第4図における記号と一致  
—: 設定なし。\*: 1株1個体

2000年8月18日受理

\*連絡先 〒113-8657 東京都文京区弥生1-1-1

Fax: 03-5841-5070 E-mail: abejun@cup.com

うな基肥を全層施肥した水田土壌を充填した。すなわち、基肥の窒素量に関しては 10, 30, 90g/m<sup>2</sup> の 3 処理区を設け、リン酸およびカリウムはいずれも 30g/m<sup>2</sup> とした。5 月 24 日に 1 ポット当たり 1, 4, 8 株 (いずれも 1 株 1 個体) の密度でそれぞれ 3 粒を播種し、3 葉期頃まで畑状態とした。間引きを行なった後、湛水状態とし、それ以降は湛水状態のまま栽培した。また、いずれの処理区においても、7 月 12 日に 30g/m<sup>2</sup> の窒素を追肥した。

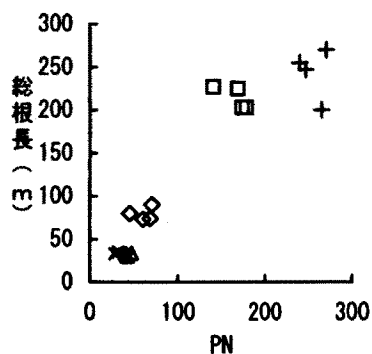
出穂期まで、主茎の葉齢、茎数、新出葉数 (前回の生育調査以降に新たに展開した葉数)、株周長 (地際で測定した株全体の周囲の長さ) を継続的に調査した。登熟期に、各処理区で標準的な生育を示した 1 個体を選定し、ファイトマーの数および大きさに関するデータを採取した。すなわち、1 つのファイトマーには 1 枚の葉がつくので、枯れ上がった葉も含め、その時点までに形成された葉の総数 (新出葉数の累積値) が、その時点における個体全体を構成するファイトマーの数に相当する (森田ら, 1997)。一方、ファイトマーの大きさの指標は、必ずしも確定していない。前報 (森田ら, 1997) では個体全体の乾物重をファイトマーの数で割った値を利用したが、1 次根の形成との関連を検討

するうえでは、形態的形質に着目する必要がある。そこで、本研究では 1 次根の数や直径と密接に関連することが明らかとなっている茎直径 (根本・山崎, 1989) に着目することにし、株周長と茎数から平均茎直径を推定して (森田ら, 1989)、この値をファイトマーの大きさとした。また、根系を含めた個体全体を丁寧に採取し、70%アルコールで保存した。根系については 1 次根数を記録し、ルートスキャナーで側根を含む総根長を測定した後、乾物重を測定した。これらのデータをもとに、個体全体を構成するファイトマーの数・大きさと根量との関係を解析した。

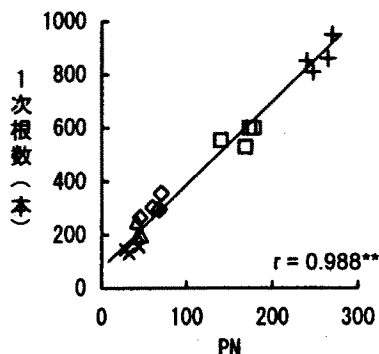
### 結果

茎葉部の生育には処理区間で大きな差異が認められ、ファイトマーの数 (PN) には 35-256、ファイトマーの大きさ (PS) には 6.1-8.8mm という大きな変異が得られた。一方、根量についてみると、個体当たりの総根長には 34.2-243m、同じく総根重には 0.7-7.5g という大きな変異が得られた。

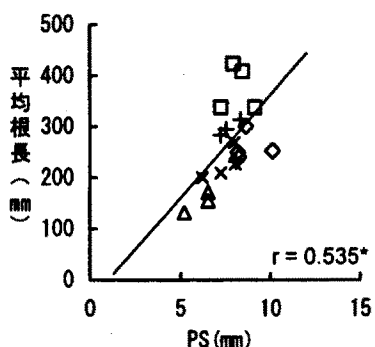
茎葉部の生育と根量の関係を見ると、PN が多いものほど概して総根長も大きくなっていった。ただし、PN が大きくなると、総根長の増加が



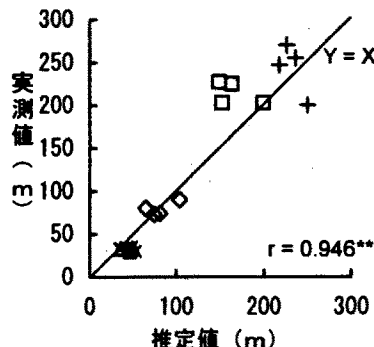
第 1 図 ファイトマーの数 (PN) と総根長の関係。



第 2 図 ファイトマーの数 (PN) と 1 次根数の関係。



第 3 図 ファイトマーの大きさ (PS) と平均根長の関係。



第 4 図 総根長の推定値と実測値の関係。

やや頭打ちになる傾向も認められた(第1図)。つぎに、総根長=1次根数×「平均根長」と考え(森田ら, 1995)、総根長をこの2つの要因に分けて解析を進めた。その結果、PNと1次根数の間には、栽培条件に係らず1%水準で有意な正の相関関係が認められ(第2図)、両者の間には、

$$1 \text{ 次根数} = 3.1 \times \text{PN} + 76.6$$

という回帰式が得られた。PS(mm)と「平均根長」(mm)の間にも、5%水準で有意な正の相関関係が認められ(第3図)、両者の間には、

$$\text{「平均根長」} = 36.7 \times \text{PS} - 14.4$$

という回帰式が得られた。したがって、PNとPSから総根長(mm)を推定する経験式は、

$$\text{総根長} = (3.1\text{PN} + 76.6) \times (36.7\text{PS} - 14.4)$$

となった。この経験式を利用した総根長の推定値は実測値とよく適合し、両者の間には1%水準で有意な正の相関関係が認められた(第4図)。

## 考 察

本研究においては、同一品種の茎葉部を構成するファイトマーの数・大きさの組合せに変異を与えるために、施肥量と栽植密度とを組合せた処理区を設定した。その結果、それぞれの処理に対応した様々なファイトマーの数・大きさの組合せが得られた。しかも、ファイトマーの数と1次根数、またファイトマーの大きさと「平均根長」との間には有意な正の相関関係が認められた。前報(森田ら, 1997)と合わせて、ファイトマーの数・大きさが根量を規定しているという考察が、大まかには検証されたと考えられる。

その場合、ファイトマーの数と1次根数との関係に比較して、ファイトマーの大きさと「平均根長」との関係の有意性が低かった理由について、考えておきたい。一つの大きな理由は、1次根数は原則的として冠根始原体数によって規定され、冠根始原体数の決定はファイトマーの形成と時期的に一致し、遺伝的に安定した現象であるのに対して、「平均根長」と間接的に関係している冠根始原体の直径はファイトマーの形成と密接に関連しているものの、「平均根長」それ自体は、冠根始原体が茎から出現

した後の一定期間の環境条件に大きく左右されるためと考えられる。もう一つの大きな理由は、ファイトマーの大きさを評価する指標が適切であるかどうかということである。本研究で用いた平均茎直径は、1次根の数や直径と密接な関係にあることが明らかとなっており、簡単にかつ非破壊的に測定できるという利点がある。しかし、それぞれの生育段階における茎の最大直径の平均値でしかないことが限界でもある。現時点では最適の指標と考えられるが、ファイトマーの大きさの指標については、今後も検討を続けていきたいと考えている。

いずれにせよ、ファイトマーの数・大きさと1次根数・「平均根長」との間に、それぞれ密接な関係が認められたことから、精度に限界はあるものの、茎葉部の生育状況から根量を推定できる可能性が示唆された。ただし、本研究で得られた根量を推定するための経験式にどれだけの普遍性があるかは未だ明らかではなく、品種や栽培条件を異にする場合の事例研究を積み重ねていく必要がある。

なお、前報(森田ら, 1997)と同様、本研究においてもポット栽培した材料を対象としている点では限界がある。ただし、前報では水田で栽培した場合と同様の根系形態の品種間差異が認められたし、今回も根域に物理的な制限はあるものの、それぞれの処理区に特徴的な根系形態の差異が認められている。したがって、今後、水田において個体群状態で栽培した材料についての検討が必要であるが、これらの検討結果も大いに参考になると考えている。

## 引用文献

- 森田茂紀・根本圭介・胡東旭・春木 康・山崎耕宇 1989. 水稻における茎直径の簡便な推定方法. 日作紀 58:143-144.
- 森田茂紀 1994. 水稻の根系形成を考える場合の視点. 農及園 69:933-938, 1031-1036.
- 森田茂紀・山田章平・阿部 淳 1995. イネの根系形態の解析—成熟期における品種間比較—. 日作紀 64:58-65.
- 森田茂紀・萩沢芳和・阿部 淳 1997. ファイトマーの数と大きさに着目したイネの根系形成の解析—ポット試験による根量の品種間差の解析例—. 日作紀 66:195-201.
- 根本圭介・山崎耕宇 1989. 水稻1次根の直径および数と茎の直径との関係、とくに異なる品種についてみた場合. 日作紀 58:440-441.
- Nemoto, K., S. Morita and T. Baba 1995. Shoot and root development in rice related to the

phyllochron. Crop Sci. 35:24-29.

**《註釈》**

本研究は、トヨタ財団から研究助成を受けた「環太平洋地域における環境保全型・低投入持続型イネ多収栽培の確立のための根系の戦略的管理に関する国際共同研究」(1995年11月-1997年10月)の一部として行なったものであり、1997年3月に茨城大学農学部で開催された日本作物学会第203回講演会において概要を発表した。

**Title: Relations of Number and Size of Phytomers to Total Number and Length of Roots in Pot-Grown Rice Plants at Grain-Filling Stage.**

**Author: Jun ABE, Shigenori MORITA and Yoshikazu HAGISAWA**