

水稻 1 株の全茎数と冠根数との関係

片野 學

(九州東海大学)

要旨 : 有効茎と無効茎からなる水稻 1 株の全茎数の多少は、冠根数とどのような関係にあるかは明らかにされていない。そこで、1/2000 a ワグナーポットを用い、全茎数の多少を著しく拡大するために、施肥条件、栽培品種などを変えて 1 株 1 本植えた。有効茎および無効茎の判別ならびに伸長した冠根と“いじけ”根の識別が可能となる出穂期直後に根群を採集し、FAA で固定後、冠根数を観察した。1 株全茎数が最小 3 本から最大 85 本に及んだ調査 18 株の全茎数と伸長した冠根数との間に認められた極めて高い有意な正の相関関係は、全茎数 30 本を境にして異なっていた。茎数 1 本当たりの伸長した冠根数の増分は、全茎数が 30 本未満の場合には 32.1 本であったが、30 本以上の場合には 9.4 本であった。全茎数 30 本を境にして、2 本の回帰直線の交点における 1 株全茎数は 26.8 本となり、1 株茎数が 27 本内外に達すると伸長した冠根数の増加が鈍化することが見出された。また、この交点における全茎数を、上位根、下位根および P“要素”根別に見ると、それぞれ、23.3 本、27.3 本、および 33.1 本となっており、冠根の伸長方向との関連性が見られた。さらに、全茎数と冠根総数、すなわち、“いじけ”根と伸長した冠根の合計数との間には極めて高い有意な正の相関関係が見出され、伸長した冠根数の場合とは異なり、全茎数が 30 本の境界は認められなかった。

キーワード : 下位根、冠根数、茎数、上位根、P“要素”根、無効茎、有効茎。

水稻 1 株の収量、収量構成要素と冠根数とがどのような関係になっているかを明らかにした研究を振り返ると、まず、“要素”根 (川田ら 1963) に着目した川田ら (1969) は水稻 1 個体における籾数が伸長した冠根と出根後 5 cm 内外で伸長を停止した“いじけ”根 (川田ら 1963) を合計した冠根総数との間に高い正の相関関係を見出したが、1 株ではこの相関関係が見られなくなることを指摘した。また、山崎ら (1980) は 1963 年から 1977 年にかけて農家あるいは農業試験場水田で栽培された水稻 57 株、コンクリート実験水田で栽培した 17 株および 1/2000 a ワグナーポットで栽培した 18 株、合計 92 株を対象に水稻 1 株における穂数と冠根数との関係を“要素”根に着目して観察した結果、水稻 1 株穂数と伸長した冠根数との間には極めて高い有意な正の相関関係があることを明らかにした。一方、著者ら (1976) は 1 株 1 本植えた水稻品種無芒愛国について、第 1 次分げつから第 4 次分げつまでを発生させていた 1 株の有効茎と無効茎から出根した冠根を観察した結果、すべての冠根が伸長せずに“いじけ”根になってしまった茎が存在していることを見出した。このことは、1 株茎数の増加に伴って伸長した冠根数が単純に増加するものではないことを示唆するものである。そこで、水稻 1 株の全茎数の多少が、冠根数とどのような関係にあるかを明らかにするために実験を行った。

材料と方法

観察に供した材料は前報 (山崎ら 1980) の内、1973 年、76 および 77 年度、東京大学農学部構内の圃場において、田無畑土壌を充填した 1/2000 a ワグナーポットで栽培した 18 株であった。全茎数の多少を著しく拡大するために、

施肥条件、草型が異なる栽培品種 (川田ら 1980)、遮光条件などを変更して (第 1 表)、各年度ともに 6 月中旬に第 7 葉抽出苗を各ポット中央に 1 本植えた。有効茎および無効茎の判別ならびに伸長した冠根と“いじけ”根の識別が可能となる出穂期直後に根群を採集し、FAA で固定保存した。その後、各茎に分離し、各茎を構成する“要素” (川田ら 1963) の場合には上位根と下位根、分げつ茎基部に位置し、前葉を持つ P“要素” (川田・片野 1976) の場合には P“要素”根の 3 種類に分類し、これらの冠根を出根後 5 cm 未満で伸長を停止し生理的には養水分吸収などの根の持つ生理的機能を持たないと考えられる“いじけ”根と正常に伸長した冠根とに分類し、それぞれの冠根数を観察した。また、冠根数を合算するに当たっては、伸長した冠根を出根した“要素”についてだけとし、節間が伸長し、すべての冠根が“いじけ”根になった“要素”の冠根数は加えなかった。有効茎と無効茎の判別は、穂あるいは幼穂を確認して行った。

結 果

第 1 表には観察に供した水稻 18 株の全茎数、有効茎数 (穂数)、伸長方向を異にする三種類の冠根 (川田・片野 1976)、すなわち上位根、下位根および P“要素”根別の伸長した冠根数ならびに伸長した冠根と“いじけ”根を合計した冠根総数を一覧した。

まず、これら 18 株の水稻の全茎数をみると、最小は水稻品種無芒愛国、無肥料の 3 本であり、最大は水稻品種千本旭、1 gN (P_2O_5 , K_2O も 1 g) の 85 本であった。

第 1 図に示したように、全茎数に顕著な相違が認められた 18 株の水稻 1 株における全茎数と伸長した冠根数との

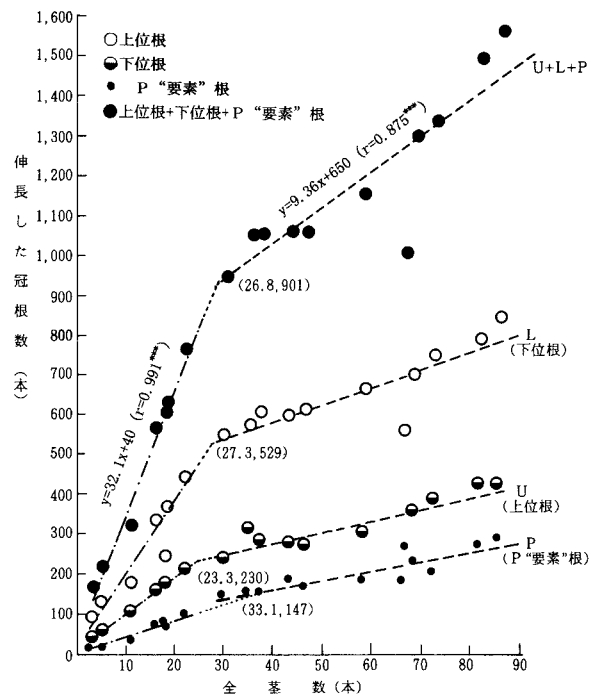
第1表 ポット栽培した水稻1株の出穂期直後における茎数および冠根数.

栽培 年次	栽培品種	施肥成分量* g/ポット N+P ₂ O ₅ +K ₂ O	遮光**	全茎 数	穂数	有効茎 歩合 (%)	伸長した冠根数				“いじけ” 根数	冠根 総数
							上位根	下位根	P“要素” 根	合計		
1973	無芒愛国	1+1+1	なし	35	29	83	318	575	157	1050	1990	3040
1976	無芒愛国	0+0+0	なし	3	3	100	50	93	21	164	52	216
1976	無芒愛国	0+1+1	なし	5	4	80	65	130	19	214	88	302
1976	無芒愛国	0.2+1+1	なし	11	7	64	108	179	35	322	154	476
1976	無芒愛国	0.4+1+1	なし	16	16	100	164	336	68	568	535	1103
1976	無芒愛国	0.6+1+1	なし	18	13	72	186	341	81	608	434	1042
1976	無芒愛国	0.8+1+1	なし	18	18	100	185	368	76	629	617	1246
1976	無芒愛国	1+1+1	なし	22	22	100	217	444	105	766	832	1598
1977	無芒愛国	1+1+1	なし	43	29	67	274	595	184	1053	1570	2623
1977	無芒愛国	1+1+1	40%	46	32	70	271	612	169	1052	1156	2208
1977	無芒愛国	1+1+1	60%	37	27	73	286	608	157	1051	1281	2332
1977	土橋1号	1+1+1	なし	30	19	63	242	548	153	943	973	1916
1977	黄金錦	1+1+1	なし	58	28	48	300	665	183	1148	1317	2465
1977	クサブエ	1+1+1	なし	66	35	53	265	555	183	1003	890	1893
1977	日本晴	1+1+1	なし	68	37	54	363	700	232	1295	1286	2581
1977	ミナミニシキ	1+1+1	なし	72	36	50	384	747	203	1334	1513	2847
1977	東海42号	1+1+1	なし	81	42	52	426	787	272	1485	1765	3250
1977	千本旭	1+1+1	なし	85	43	51	425	840	290	1555	1911	3466

*施肥は全量基肥と、窒素は硫酸、リン酸は過燐酸石灰およびカリは塩化カリを施用した。

**遮光は白および黒寒冷紗を用い、遮光率40%と60%とし、移植1週間後から材料採集期まで処理した。

関係を見ると、年次、栽培条件、品種にかかわらず、全茎数と伸長した冠根数との間に認められる関係は全茎数30本を境にして異なっていた。そこで、全茎数30本未満と30本以上の場合に2分して相関解析を行った結果は第2表に示した通りであり、2群のそれぞれで0.1%レベルで有意な相関関係が認められた。得られた回帰直線式を算出した結果、茎数1本当たりの伸長した冠根数の増分は、全茎数が30本未満の場合には32.1本であったが、30本以上の場合には9.4本となり、両群の増分の比率は1:0.29に及んでいた。また、2群の回帰直線の交点における1株全茎数は26.8本となり、1株茎数が27本内外に達すると伸長した冠根数の増加が著しく鈍化することが見出された。また、1株全体で認められた関係を、上位根、下位根およびP“要素”根別にさらに検討を加えた結果、全体的場合と同様に、2群においてはいずれも、全茎数と伸長した冠根数との間には0.1%レベルの極めて高い有意な正の相関関係が認められた。得られた回帰直線式を算出した結果、上位根、下位根およびP“要素”根における茎数1本当たりの伸長した冠根数の増分は、全茎数が30本未満の場合にはそれぞれ、9.1本、18.5本および4.5本であったが、30本以上の場合になると、それぞれ、2.8本、4.4本および2.2本となり、両群の増分の比率は、それぞれ、1:



第1図 水稻1株の全茎数と伸長した冠根数との関係。

***は0.1%レベルで有意であることを示す。

第2表 全茎数が30本未満と以上の株における種類別の伸長した冠根数と全茎数との関係。

冠根の種類	全茎数が30本未満の株(n=7)		全茎数が30本以上の株(n=11)		回帰式の係数比 (全茎数30本以上/30本未満)	両回帰直線の交点	
	相関係数	回帰直線式	相関係数	回帰直線式		x	y
上位根	0.998***	$y=9.07x+18$	0.822***	$y=2.81x+164$	0.31	23.3	230
下位根	0.987***	$y=18.5x+24$	0.851***	$y=4.37x+410$	0.24	27.3	529
P“要素”根	0.977***	$y=4.51x-21$	0.898***	$y=2.18x+75$	0.48	33.1	147
冠根総数	0.991***	$y=32.1x+40$	0.875***	$y=9.36x+650$	0.29	26.8	901

***は0.1%レベルで有意であることを示す。

0.31, 1:0.24 および 1:0.48 となり, 3 種類の冠根でも 1 株全茎数が 30 本を超えると 1 茎当たりの伸長した冠根数の増加数が顕著に減少していた。全茎数 30 本を境として求められた 2 本の回帰直線の交点, すなわち, 全茎数の増加に伴って増加する伸長した冠根数の増加率が減少しはじめる全茎数を算出したところ, 上位根, 下位根および P“要素”では, それぞれ, 23.3 本, 27.3 本および 33.1 本となり, 全茎数の増加に伴って伸長した冠根数の増加が生育段階からみて最も早く純化するのは上位根であり, ついで下位根となり, P“要素”では最も遅くなっていた。

つぎに, 全茎数と, 伸長した冠根と“いじけ”根の合計数である冠根総数との関係を単相関解析によって検討した結果, 両者の間には 0.1% レベルで有意な正の相関関係が見出され, 伸長した冠根数の場合で認められたように, 全茎数が 30 本以上になると茎 1 本当たりの増加数が減少するという傾向は見られなかった (第 2 図)。

考 察

まず, 1 株の根群を構成する冠根のうち, 一般的に「根」と呼称されている伸長した冠根数についてみると, 伸長した冠根数は全茎数にして 30 本内外を境として, いずれの場合も全茎数が増加するにつれて増加していた。しかし, 茎数 1 本当たりの増加数に着目すると, 全茎数が 30 本未満の場合には 32 本であったが, 30 本以上の場合には 9.4 本となり, 30 本未満の場合に比較し, 増加数は著しく減少していた。このことは, 全茎数の著しい増加は必ずしも養水分の吸収など, 根としての生理的機能を有すると形態的

には判断される伸長した冠根数の増加には結びつかないことを示唆するものである。回帰直線の交点から求められた 1 茎当たりの伸長した冠根の増加数が減少しはじめる 1 株の全茎数は, 約 27 本であった。本研究で得られた結果はポット栽培した場合であって, 現実の水田条件下で生育した水稻の場合にはどのような結果となるかは今後の研究に待たれる。

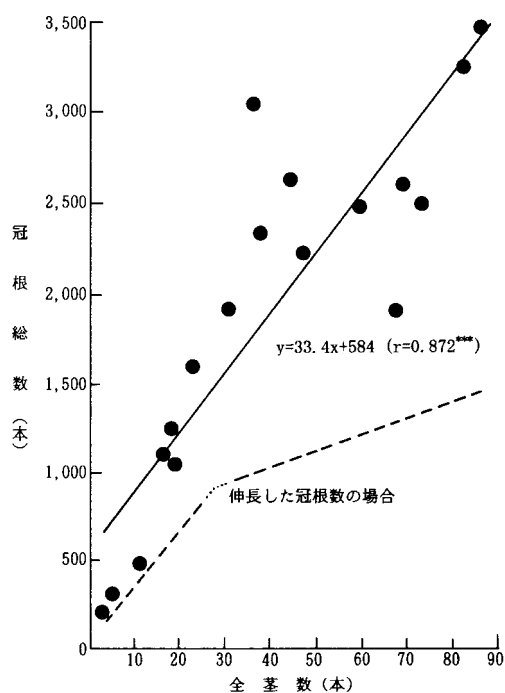
つぎに, 水稻 1 株の全茎数と伸長した冠根数との関係を, さらに, 出根部位ならびに伸長方向を異にする 3 種類の冠根, すなわち, 上位根, 下位根および P“要素”根別 (川田・片野 1976) に検討した結果, 全茎数の増加に伴って伸長した冠根数の増加率が減少しはじめる全茎数は, 出根時期を問わず常に横方向に伸長する上位根では 23.3 本, 出根時期によって伸長方向を変化させる下位根では 27.3 本, 出根時期にかかわらず大半が直下方向に伸長する P“要素”根では 33.1 本となり, 冠根の種類によって増加率の境となる全茎数が異なっていた。これらの事実は, 冠根の出根・伸長力, 換言すれば“根の sink capacity”とでも呼ぶべきものが, 冠根の種類や伸長方向によって異なっており, “根の sink capacity”は, 上位根, 下位根, P“要素”根の順に大となっていくことを示唆している。先に, 著者 (1978) は, 山崎 (1978) の“葉ざし”法によって, 主茎の単一“要素”より発根する 3 種類の冠根伸長の様相を経時的に観察した結果, 伸長根は, P“要素”根, 下位根, 上位根の順に減少していくことを明らかにした結果と同様であった。

また, 全茎数と冠根数との関係を, 伸長した冠根と“いじけ”根とを合計した冠根総数に着目して検討した結果, 伸長した冠根数の場合とは異なり, 全茎数が 3 本から 85 本まで異なる稲株においては, 全茎数が多いものほど冠根総数は増加していた。このことは, 全茎数が約 27 本以上になると, 出根した少なからぬ冠根が, 出根後 5 cm 内外で伸長を停止してしまい, 形態的には根としての生理的機能をもたないと考えられる“いじけ”根となってしまうことを示す。

謝辞: 本研究は, 著者が東京大学大学院在学中に得た種々の観察結果を, 再整理してとりまとめたものである。在学中, 御懇篤なる御指導を頂いた故川田信一郎博士ならびに山崎耕宇博士に心から謝意を述べさせていただく次第である。

引用文献

- 片野学 1978. 水稻における根群の形態 (形貌) 形成について, とくに冠根方向に着目した場合. 東京大学博士論文. 1—305.
川田信一郎・山崎耕宇・石原邦・芝山秀次郎・頼光隆 1963. 水稻における根群の形態形成について, とくにその生育条件に着目した場合. 日作紀 32: 163—180.
川田信一郎・山崎耕宇・石原邦 1969. 水稻 1 個体における初数と冠根数との関係. 日作紀 38 (別 1): 181—182.
川田信一郎・片野学 1976. 水稻冠根の土壌中における伸長方向について. 日作紀 45: 471—483.



第 2 図 水稻 1 株の全茎数と冠根総数との関係。
*** は 0.1% レベルで有意であることを示す。

川田信一郎・片野学・山崎耕宇 1980. 草型および来歴を異にする水稻品種の根群を構成する冠根の伸長方向について. 川田信一郎著, 川田信一郎先生退官記念事業委員会編, 水稻の根 —その生態に関する形態形成論的研究—論文集, 農文協, 東京. 109—113.

山崎耕宇 1978. 水稻冠根の生育を観察するための“葉ざし”法について. 日作紀 47 : 440—441.

山崎耕宇・片野学・川田信一郎 1980. 水稻 1 株の根群を構成する冠根数と穂数との関係. 日作紀 49 : 317—322.

Relationship between the Numbers of Crown Roots and Stems per Hill in Rice Plants : Manabu KATANO (*Sch. Agr. Kyushu Tokai Univ., Choyo 869-1404, Kumamoto, Japan*)

Abstract : Crown roots consist of elongating roots and stunted roots, and are classified into upper shoot unit roots, lower shoot unit roots, and prophyll shoot unit roots according to shoot unit theory. The relationship between the numbers of crown roots and stems was examined in 18 hills each cultured in 1/2000a Wagner's pot with different fertilizations. In this experiment, the number of stems per hill varied from 3 to 85. The number of elongating roots highly correlated with the number of stems per hill. It increased at a rate of 32.1 per stem when the number of stems in a hill was fewer than 30, but at a rate of only 9.4 per stem when the number of stems per hill was larger than 30. Thus, the number of elongating roots plotted against the number of stems per hill was regressed to two lines with sharp and gentle inclinations. The stem number at the intersection of the two regression lines was 26.8. The numbers of upper shoot unit roots, lower shoot unit roots and prophyll shoot unit roots plotted against the stem number were also regressed to two lines, and the stem numbers at the intersections were 23.3, 27.3 and 33.1, respectively. The total number of crown roots including elongating and stunted roots highly and positively correlated with the number of stems, and regressed to a single line, not to two lines with different inclinations.

Key words : Lower shoot unit roots, Non-productive stem, Number of roots, Number of stems, Productive stem, Prophyll shoot unit roots, Upper shoot unit roots.
