

日本稲およびインド稲の窒素に対する生育反応

第1報 窒素施肥によるわら重と 穎花数増加の品種間差異

丸山 幸夫・柊木 信幸*・田嶋 公一

(農業生物資源研究所, *北陸農業試験場)

昭和62年12月14日受理

要 旨: 日本稲, インド稲および日印交雑種合わせて41 (1981), 51 (1982) 品種を供試し, 窒素施肥に対する生育反応の品種間差異をわら重と穎花数の増加率およびそれらの相対的關係に着目して解析した。

日印交雑種, インド稲半矮性種は日本稲と比較して1株わら重が小さく, 1株穎花数が多いために穎花数/わら重比が明らかに大きかった。しかし, 日本稲では, 穎花数/わら重比が窒素施用によって変化しなかったのに対して, 日印交雑種, インド稲半矮性種では顕著に低下した。窒素施用によるわら重増加のうち最も著しいのは葉身重であり, 窒素施用による, 穎花数に対する葉身重の相対的増加の割合は日印交雑種, インド稲半矮性種の方が日本稲より大きかった。一方, 1株内の1穂穎花数の変動係数は日印交雑種, インド稲半矮性種の方が日本稲よりも大きい傾向を示した。また, 日印交雑種, インド稲半矮性種の一部のものは, 日本稲と比較して1穂穎花数がとくに大きく, 1穂穎花数に対する2次および3次枝梗着生穎花数の割合が大きかった。

以上のことから, 多収性遺伝資源として注目されている日印交雑種, インド稲半矮性種は日本稲と比較して, わら重に対する穎花数の割合が大きい特性を持つにもかかわらず, 窒素施肥によりその有利性が低下する傾向が認められた。また, これらの品種群は, 登熟上不利な性質を持つことも明らかとなった。日印交雑種, インド稲半矮性種を遺伝資源として多収品種の育成を目指す場合, これらの性質の改善が必要と考えられる。

キーワード: インド稲半矮性種, 穎花数, 過繁茂, 多収性, 窒素反応, 日印交雑種, 日本稲, わら重。

Growth Response to Nitrogen in Japonica and Indica Rice Varieties I. Varietal differences in the rate of increase in straw weight and number of spikelet due to nitrogen fertilization: Sachio MARUYAMA, Nobuyuki KABAKI*, and Koichi TAJIMA (*National Institute of Agrobiological Resources, Tsukuba, Ibaraki 305, Japan; *Hokuriku National Agricultural Experiment Station, Joetsu, Niigata 943-01, Japan*)

Abstract: Experiments on the growth response to nitrogen were conducted in 41 (1981) and 51 (1982) rice varieties including japonica, indica and japonica-indica hybrid.

The ratio of the number of spikelet to straw weight of japonica-indica hybrid and semidwarf indica was larger than that of japonica. However, the ratio decreased greatly as a result of nitrogen application in these groups, although it did not change in japonica. The rate of increase in dry weight of the leaf blade due to nitrogen application was larger than that in dry weight of the culm and leaf sheath, and the ratio of the rate of increase in dry weight of the leaf blade to that in the number of spikelet was larger in japonica-indica hybrid and semidwarf indica than in japonica.

Coefficient of variation of the number of spikelet in a hill of japonica-indica hybrid and semidwarf indica was larger than in japonica, and several varieties of these groups with a large mean number of spikelet per panicle had a large percentage of the number of spikelet on the secondary and tertiary rachis branches.

Japonica-indica hybrid and semidwarf indica, which were thought to have high-yielding characteristics, had a large ratio of spikelet number to straw weight, but, this advantageous characteristic decreased when nitrogen was applied. Moreover, these groups also had disadvantageous characteristics for ripening. It was concluded that these characteristics should be improved for breeding high-yielding varieties by using japonica-indica hybrid or semidwarf indica as genetic resources.

Key words: High-yielding, Japonica rice, Japonica-indica hybrid rice, Nitrogen response, Number of spikelet, Over-luxuriant growth, Semidwarf indica rice, Straw weight.

日本稲の窒素に対する生育反応, 収量反応の品種間差異については Baba^{1,2)} を始めとして多くの報告がみられ, とくに, その耐肥性については生理的解析が詳細に行われてきた^{1,2,9)}。その結果, 一般に, 日本稲はその耐肥性を改善したことによって,

窒素多施による多収を達成したと考えられている^{1,2)}。

一方, インド稲の窒素に対する生育反応については, 主に長稈種を用いて日本稲と比較検討されているが^{5,7,10)}, 半矮性種について数多くの品種を用いて

研究した例は多くない。とくに、最近において、インド稲半矮性種および韓国で育成されたインド稲半矮性種と日本稲品種の交雑種、いわゆる日印交雑種の多収性が注目されている^{4,12)}。そこで、日本稲とインド稲、とくにその半矮性種、の窒素に対する生育反応を比較検討し、多収品種育成の基礎資料を得ようとして実験を行った。

材料と方法

実験は1981年と1982年に行った。1981年には、日本稲在来種13、同育成種13、インド稲半矮性種（日印交雑種1を含む）8、インド稲7、合計41品種を、1982年には日本稲在来種13、同育成種13、日印交雑種9、インド稲半矮性種10、インド稲6、合計51品種を供試した（第1表）。供試品種の選択に当たっては、出穂期が8月下旬となる中生種を選んだ。

育苗は、5月8日（1981）、5月10日（1982）に株播ポット育苗箱の1区画に1粒ずつ催芽種子を播種し、戸外で5～6葉期まで育てた。

本田栽培は、茨城県筑波郡谷田部町（現在、つくば市）の農業技術研究所（現在、農業生物資源研究所）内の水田を使用し、6月14日（1981）、6月12日（1982）に畦間35 cm、株間15 cmの栽植密度で1本植した。施肥は、窒素施用区として10アール当り窒素9 kg（基肥8 kg、追肥7月下旬1 kg）、リン酸8 kg、カリ8 kgを施用し、窒素無施用区としてリン酸、カリ各8 kgを施用した。

穂揃期に、各品種の各区の15株の穂数を調査し、その平均値に近い穂数の株を3株抜取って、葉身重、稈および葉鞘重、穎花数を調査した。

実験結果

1. 窒素施用による穂揃期わら重、穎花数の変化

1981年の実験の穂揃期1株わら重および1株穎花数を第2表に示した。インド稲半矮性種は日本稲在来種および育成種に比べて1株わら重が小さく、1株穎花数が多かった。また、インド稲は1株わら重は日本稲と大差なく、1株穎花数は日本稲より多かった。したがって、第3表に示すように、インド

Table 1. Varieties used in the experiment.

Japonica, native		Joushu, Ginbouzu, Sen-ichi, Sekitori, Tamanishiki, Takenari, Kokuryoumiyako, Araki, Kameji, Fusaku Shirazu, Asahi, Kotobuki, Hiroshima Shinpo						
Japonica, improved		Aichi Asahi*, Chiba Asahi*, Norin 8*, Norin 25*, Norin 32*, Nakate Shin Senbon, Kinmaze, Yamabiko**, Manryou, Kusabue, Nipponbare, Mangetsu Mochi**, Reihou**, Akitsuho**, Tsukushibare, Akinishiki, Kochihibiki**, Wakagoma						
Japonica-indica hybrid		Tongil**, Yeonnamjosaeng**, Yushin**, Milyang 21**, Milyang 22**, Milyang 23, Suweon 258**, Suweon 262**, Akenohoshi**						
Indica, semidwarf		Chen-chu-ai, Nanjing 11, Ai-chiao-nan-teh, Dee-geo-woo-gen, Lu-tou**, RP 9-3, BG 34-8, Bae-md-3-3, IR 2061**, IR 24**						
Indica		Yin-nian, Guan-yin-xian, Gai-liang-dong-wan-bai, Yan-jian-ke, Boro I, Basilanon, Hawaii 17*						

Note. *** Varieties used only in the experiment of 1981 and 1982, respectively.

Table 2. Dry weight per hill at full heading time and number of spikelet per hill (1981).

	Number of variety	Dry wt. of leaf blade (g/hill)		Dry wt. of leaf sheath and culm (g/hill)		Total dry wt. of straw (g/hill)		Number of spikelet per hill (/hill)	
		-N	+N	-N	+N	-N	+N	-N	+N
Japonica, native	13	5.3 ^a	10.0 ^b	21.0 ^a	32.5 ^b	26.3 ^a	42.5 ^b	814 ^b	1363 ^b
Japonica, improved	13	5.5 ^a	10.9 ^a	20.7 ^a	35.4 ^a	26.1 ^a	46.4 ^a	798 ^b	1380 ^b
Indica, semidwarf	8	4.0 ^b	8.6 ^c	15.9 ^b	29.1 ^b	19.9 ^b	37.7 ^c	1066 ^a	1726 ^a
Indica	7	5.5 ^a	10.2 ^{ab}	23.3 ^a	42.7 ^a	28.8 ^a	52.9 ^{ab}	1264 ^a	1876 ^a

Note: Semidwarf indica includes a japonica-indica hybrid variety, Milyang 23. Plus N (+N) and minus N (-N) are with and without nitrogen fertilization, respectively. Figures followed by a different letter are significantly different at the 5% level.

稲半矮性種は日本稲に比べて穎花数/わら重比が明らかに大きく、インド稲も有意ではないが日本稲よりやや大きかった。しかし、日本稲では在来種、育成種ともに穎花数/わら重比が窒素施用によってほとんど変化しなかったのに対して、インド稲半矮性およびインド稲では穎花数/わら重比が窒素施用によって明らかに小さくなった。

窒素施用による1株穎花数増加率に対する1株葉身重、稈および葉鞘重、わら重増加率の比をみると、第4表に示すように、日本稲在来種、同育成種ともにわら重増加率/穎花数増加率比はほぼ1に近かったのに対して、インド稲半矮性種およびインド稲では1.4~1.7であった。また、わら重のうちで窒素による増加率がとくに大きいのは葉身重であり、日本稲在来種、同育成種でも1より大きく、1.3以上であり、インド稲半矮性種、インド稲では

1.8以上と顕著に大きかった。

2. 窒素施用による平均1茎わら重増加と平均1穂穎花数増加との関係

平均1茎わら重と平均1穂穎花数の窒素施用区/窒素無施用区の比を算出し、さらに、それらの比をとって第5表に示した。この比は、窒素による穎花数増加に対するわら重増加の相対的な関係を示す。日本稲は在来種、育成種ともにこの比がほぼ1で、1茎わら重増加と1穂穎花数増加の程度が等しかったが、日印交雑種は1.07 (1982) で日本稲よりもやや大きく、インド稲半矮性種は1.09 (1982) ~1.16 (1981) でさらに大きかった。インド稲は1.06 (1982) ~1.24 (1981) で、同半矮性種とほぼ等しかった。次に、窒素による平均1茎葉身重増加と平均1穂穎花数増加の関係について、同様な比を用いて第6表に示した。いずれの品種群においても、葉身重の穎花数に対する増加はわら重の穎花数に対する増加より明らかに大きかった。しかし、品種群間の比の大きさの順序は、第5表の場合とほぼ同様であった。

3. 1株内における1穂穎花数の変異の品種間差異

1982年の実験における1株内の1穂穎花数の変異を変動係数で表し、第7表に示した。変動係数は日本稲育成種が最も小さく、同在来種はそれよりやや大きかった。一方、日印交雑種、インド稲半矮性

Table 3. Changes in the ratio of the number of spikelet to straw weight due to nitrogen fertilization (1981).

	Number of variety	Number of spikelet/ Straw weight (/g)		
		-N	+N	+N/-N
Japonica, native	13	31.9 ^b	32.5 ^b	1.03 ^a
Japonica, improved	13	30.7 ^b	29.8 ^b	0.97 ^a
Indica, semidwarf	8	53.9 ^a	46.7 ^a	0.87 ^b
Indica	7	46.6 ^{ab}	37.8 ^{ab}	0.82 ^b

Note. See note in Table 2.

Table 4. Ratio of the rate of increase in straw weight to that in the number of spikelet due to nitrogen fertilization (1981).

	Number of variety	Ratio of rates of increase due to nitrogen (%/%)		
		Leaf blade /Spikelet	Leaf sheath and culm/Spikelet	Total straw /Spikelet
Japonica, native	13	1.37 ^{bc}	0.85 ^c	0.96 ^b
Japonica, improved	13	1.36 ^c	0.99 ^c	1.06 ^b
Indica, semidwarf	8	1.85 ^a	1.30 ^b	1.42 ^a
Indica	7	1.83 ^{ab}	1.69 ^a	1.72 ^a

Note. See note in Table 2.

Table 5. Ratio of the rate of increase in straw weight per individual shoot to that in the number of spikelet per panicle due to nitrogen fertilization.

	1981		1982	
	Number of variety	Straw/Spikelet (g/g)/(/)	Number of variety	Straw/Spikelet (g/g)/(/)
Japonica, native	13	0.99 ^b	13	1.00 ^b
Japonica, improved	13	1.03 ^b	13	1.01 ^b
Japonica-indica hybrid	—	—	9	1.07 ^{ab}
Indica, semidwarf	8	1.16 ^a	10	1.09 ^a
Indica	7	1.24 ^a	6	1.06 ^{ab}

Note. See note in Table 2.

Table 6. Ratio of the rate of increase in dry weight of the leaf blade per individual shoot to that in the number of spikelet per panicle due to nitrogen fertilization.

	1981		1982	
	Number of variety	Leaf/Spikelet ((g/g)/(g/g))	Number of variety	Leaf/Spikelet ((g/g)/(g/g))
Japonica, native	13	1.15 ^b	13	1.06 ^b
Japonica, improved	13	1.15 ^b	13	1.07 ^{ab}
Japonica-indica hybrid	—	—	9	1.12 ^{ab}
Indica, semidwarf	8	1.32 ^a	10	1.17 ^a
Indica	7	1.27 ^{ab}	6	1.08 ^{ab}

Note. See note in Table 2.

Table 7. Coefficient of variation of the number of spikelet per panicle in a hill (1982).

	Number of variety	Coefficient of variation of the number of spikelet per panicle (%)		
		-N	+N	+N/-N*
Japonica, native	13	22.3 ^b	21.6 ^b	0.1 ^a
Japonica, improved	13	18.3 ^c	20.4 ^b	12.7 ^a
Japonica-indica hybrid	9	23.4 ^{ab}	27.0 ^a	17.6 ^a
Indica, semidwarf	10	26.0 ^a	27.7 ^a	8.9 ^a
Indica	6	24.9 ^{ab}	29.0 ^a	16.8 ^a

Note. See note in Table 2, as regards plus N (+N) and minus N (-N). Figures followed by a different letter are significantly different at the 5% level.

*Values are expressed as percentage.

種およびインド稲は、いずれも日本稲育成種、同在来種より変動係数が大きい傾向を示した。なお、窒素施用により変動係数は増大する傾向が認められたが、品種群間の差異は明瞭ではなかった。

4. 2次および3次枝梗着生穎花数と平均1穂穎花数との関係

2次および3次枝梗着生穎花数と平均1穂穎花数との関係を、1982年の実験の窒素施用区について第1図に示した。全体として、2次および3次枝梗着生穎花数は平均1穂穎花数と正の相関関係があることが認められた。ただし、平均1穂穎花数がとくに大きい日印交雑種、インド稲半矮性種およびインド稲の一部のものは、他に比較して2次および3次枝梗着生穎花数が多い傾向であることが認められた。

2次および3次枝梗着生穎花数の平均1穂穎花数に対する割合を百分率で表わし、第8表に示した。日印交雑種、インド稲半矮性種、インド稲は日本稲よりも2次および3次枝梗着生穎花数歩合が高い傾向を示したが、窒素による変化は認められなかつ

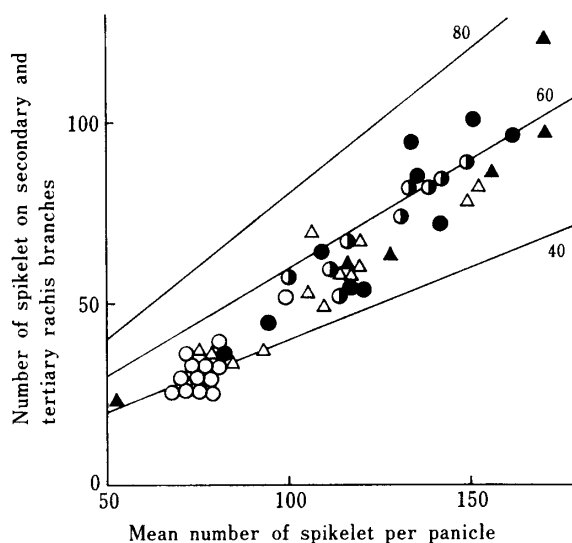


Fig. 1. Relationship between the mean number of spikelet per panicle and the number of spikelet on secondary and tertiary rachis branches (+N, 1982).

Note. Δ : Japonica, native, \circ : japonica, improved, \odot : japonica-indica hybrid, \bullet : indica, semidwarf, \blacktriangle : indica. The numbers in the figure are the proportion of the number of spikelet on secondary and tertiary rachis branches to the mean number of spikelet per panicle(%).

た。

考 察

徐・茶村¹¹⁾は、短稈多収性の改良インド稲品種は、日本稲品種よりも1穂穎花数が多く、かつ、 m^2 当り穎花数 \times 籾殻1粒重で示される m^2 当りの乾物収納容器の容量が大きいことを報告している。また、星野ら⁴⁾は、 m^2 当り穎花数 \times 精籾1粒重を m^2 当り籾容量とし、それと出穂期葉身重との比を籾容量生産効率とした場合、韓国で育成された日印交雑種およびインド稲半矮性種は日本稲よりも籾容量生産効率が高く、したがって、籾容量確保に伴っ

Table 8. Ratio of the number of spikelet on secondary and tertiary rachis branches to the mean number of spikelet per panicle (1982).

	Number of variety	Number of spikelet on secondary and tertiary rachis branches/Mean number of spikelet per panicle (%)		
		-N	+N	+N/-N
Japonica, native	13	49.5 ^b	49.1 ^b	-1.0 ^a
Japonica, improved	13	43.1 ^c	41.7 ^c	-2.6 ^a
Japonica-indica hybrid	9	56.1 ^a	57.4 ^a	3.1 ^a
Indica, semidwarf	10	55.7 ^{ab}	55.6 ^{ab}	0.1 ^a
Indica	6	54.7 ^{ab}	54.9 ^{ab}	0.6 ^a

Note. See note in Table 7.

て過繁茂になりがちな暖地水稻栽培に適した品種であると考察した。武田ら¹²⁾も、m² 当り穎花数×籾殻重を Sink 量、出穂期葉面積指数を Source 量として韓国で育成された日印交雑種と日本稲を比較し、日印交雑種は Sink 量および Sink/Source 比が大きいことを報告している。

本研究においても、星野ら⁴⁾、武田ら¹²⁾の報告と類似の結果が認められた。しかし、日本稲は、穎花数/わら重比が窒素施用によってほとんど変化しなかったのに対して、インド稲半矮性種は穎花数/わら重比が窒素施用によって低下することが認められた。さらに、窒素施用による穎花数の増加に対するわら重または葉身重の増加の相対的關係において、日印交雑種およびインド稲半矮性種は、日本稲と比較してわら重、とくに葉身重の穎花数に対する相対的増加度が大きいことが認められた。この結果は、星野ら⁴⁾の報告した籾容量生産効率、武田ら¹²⁾の報告した Sink/Source 比における日印交雑種およびインド稲半矮性種の日本稲に対する有利性が、多肥栽培においては低下することを示唆している。すなわち、多収性の日印交雑種およびインド稲半矮性種においてもなお、窒素施用による過繁茂の点について改善の余地があると推測される。

なお、日本稲在来種と同育成種とを比較してみると、窒素施用による穎花数増加に対するわら重、葉身重の相対的増加度において、明瞭な差異が認められなかった。このことから、育成種は、耐倒伏性、受光態勢などの点では在来種に比較して改善されたことは確かであるが^{1,3)}、過繁茂についての改善が果して万全であったかどうか疑問が残る。

次に、1株内の1穂穎花数の変動係数は、日印交雑種およびインド稲半矮性種の方が日本稲より大き

かった。日印交雑種、インド稲半矮性種は日本稲より1穂穎花数が多く、当然、標準偏差も大きい、変動係数も大きいという事実は1株内の1穂穎花数の変異が本質的に大きいことを示している。この結果は、日印交雑種およびインド稲半矮性種は1穂穎花数の少ない遅発分蘖の割合が大きいことを示唆しており、登熟の上で不利と考えられる。

さらに、日印交雑種およびインド稲半矮性種の一部のものは、平均1穂穎花数が特に大きく、かつ、1穂穎花数に対する2次および3次枝梗着生穎花数の割合が他品種より大きかった。2次および3次枝梗着生穎花数が多いことは、登熟上不利と考えられるので^{6,8)}、平均1穂穎花数の大きい品種によってm² 当り穎花数の確保、あるいは星野ら⁴⁾の籾容量生産効率、武田ら¹²⁾の Sink/Source 比の改善を企図するのは限界があると考えられる。

以上のことから、多収性遺伝資源として注目されている日印交雑種、インド稲半矮性種は日本稲と比較して、わら重に対する穎花数の割合が大きい特性を持つにもかかわらず、窒素施肥によりその有利性が低下する傾向が認められた。また、これらの品種群は1株内の1穂穎花数の変異の大きいこと、2次および3次枝梗着生穎花数の割合の高いことなど、登熟上不利な性質を持つことも明らかとなった。日印交雑種、インド稲半矮性種を遺伝資源として多収品種の育成を目指す場合、これらの性質の改善が必要と考えられる。

引用文献

1. Baba, I. 1954. Studies on rice breeding. Extra Issue of Japan. J. Breed. vol. 4: 167-184.
2. ——. 1961. Mechanism of response to heavy manuring in rice varieties. Internat. Rice Commis. Newsletter 10: 9-16.
3. 林 健一 1972. 水稻品種の日射エネルギー利用率に関する研究. 農技研報 D23: 1-67.
4. 星野孝文・平岡博幸・八木忠之 1982. 暖地水稻の品種生態に関する研究. 一単位面積当り籾容量の品種間差異一. 九州農業研究 44: 18.
5. 松尾孝嶺 1952. 栽培稲に関する種生態学的研究. 農技研報 D3: 1-112.
6. 松島省三・和田源七・田中孝幸・松崎昭夫・星野孝文 1966. 水稻多収原理の探索. 農及園 41: 523-528.
7. 長戸一雄・山田記正・F.M. チャウドリー 1971. チッソ追肥に対する日本型および印度型水稻の反応. 日作紀 40: 170-177.
8. 太田保夫・山田 登・加美佐郷・田島克己・舟山謙三郎 1958. 水稻の登熟に関する研究. 第2報 登熟に

- 対する遮光の影響. 日作紀 27: 196—200.
9. 長田明夫・村田吉男 1962. 水稻品種の光合成と耐肥性に関する研究. 第1報 中生品種の光合成と耐肥性との関係. 日作紀 30: 220—223.
 10. Otoo, E. and A. Osada 1984. Different response between Indica and Japonica rice varieties to nitrogen fertilizer as expressed by physiological and morphological characters. Japan. J. Trop. Agr. 28: 13—24.
 11. 徐 錫元・茶村修吾 1979. 短稈多収性のインド型水稻品種の特性に関する研究. 第1報 シンク, ソース, 貯蔵炭水化物からみた登熟特性. 日作紀 48: 365—370.
 12. 武田友四郎・岡 三徳・縣 和一 1984. 暖地における水稻品種の物質生産に関する研究. 第4報 本邦暖地品種と韓国新品種の子実生産特性の比較. 日作紀 53: 28—34.
-