

水稻多収性品種タカナリの収量と乾物生産過程の解析*

—1991年から1994年の4年間—

徐 銀 発・大川 泰 一 郎・石 原 邦

(東京農工大学農学部)

1996年4月12日受理

要 旨: 最近育成された多収性品種タカナリと日本晴を用いて、1991年から1994年の4年間にわたって収量及び乾物生産量を比較し、タカナリの多収要因を収量構成要素、生長解析及び受光態勢を通じて検討した。10 a 当たり収量は、日照時間が少なく天候不良であった91年と93年では、タカナリは528~642 kgで、日本晴に比べて約100 kg 高く、日照時間が多く天候のよい92年と94年では、タカナリは817~888 kgで、日本晴に比べて約230 kg 高かった。収量構成要素についてみると、タカナリは日本晴に比べて m^2 当たり穂数は少ないが、一穂穎花数が多いことによって m^2 当たり穎花数が多く、特に2次枝梗着生穎花数が著しく多いにもかかわらず登熟歩合が高かった。この要因はタカナリの乾物生産量と収穫指数ともに日本晴より著しく大きいことにあった。乾物生産についてみると、天候のよくない91年では出穂期以降、タカナリの個体群生長速度 (CGR) は日本晴に比べてもつばら純同化率 (NAR) が大きいことによって大きく、天候のよい94年では最高分げつ期以降、タカナリの CGR は NAR と平均葉面積指数 (LAI) がともに大きいことによって大きかった。タカナリの NAR が高い要因は、幼穂形成期以降、吸光係数、個体群内の葉の配列、穂の位置からみた受光態勢が日本晴より良好であることにあった。またタカナリの収穫指数が高いことには出穂後の穂重増加量と茎葉に蓄積された同化産物の穂への転流量を表す茎葉重減少量の大きいことが関係していた。

キーワード: 乾物生産、収量、収量構成要素、受光態勢、水稻、生長解析、多収性。

Analysis of the Dry Matter Production Process and Yield Formation of the High-Yielding Rice Cultivar Takanari, from 1991 to 1994: Yin-Fa XU, Taiichiro OOKAWA and Kuni ISHIHARA (*Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture and Technology, 3-5-8 Saiwai-cho, Fuchu, Tokyo 183, Japan*)

Abstract: To clarify the physiological and ecological characteristics directly responsible for high yields in rice plants, the yield and yield components, the process of dry matter production and the light-intercepting characteristics were compared between the cultivar Takanari, a high-yielding variety bred in 1990, and the cultivar Nipponbare, a standard Japanese variety. The Takanari yield of 528~642 kg/10 a was about 100 kg/10 a higher than the yields for Nipponbare in 1991 and 1993, poor harvest years. The Takanari yield of 817~888 kg/10 a was about 230 kg/10 a higher in 1992 and 1994, good harvest years, owing to higher dry matter productivity and harvest index for Takanari. In spite of a great number of spikelets per square-meter for Takanari, due to the large number of spikelets per panicle with more secondary rachis-branches, the percentages of ripened grains were almost the same as those of Nipponbare. Crop growth rates were higher owing to the higher net assimilation rate after heading in 1991, and owing to both higher net assimilation rate and larger mean leaf area index after the maximum tiller number stage in 1994. The net assimilation rate for Takanari was higher due to better light-intercepting characteristics considering the arrangement of leaves and position of panicles in the canopy. The higher harvest index for Takanari mainly resulted from a higher amount of assimilates translocated to the panicle from the culm and leaf sheath after heading.

Key words: Dry matter production, Growth analysis, High-yielding variety, Light-intercepting characteristics, Rice, Yield, Yield component.

多収性水稻品種の育成の基礎として、すでに育成された品種の多収性をもたらし生理生態的特徴を解析することは重要である。

近年、アジア各国で育成された多収性品種を用い

て、光合成、物質生産に関連する形態学的、生理、生態学的性質に着目して、多収をもたらしした要因について解析的研究が行われている^{2,3,4,8,12,13)}。これまでの研究結果をみると、多収穫をもたらし主要な要因は品種によって異なった。すなわち、その要因は1) 密陽23号では個葉の光合成速度は必ずしも高くないが、受光態勢がよいため、その平均葉面積指数 (LAI) が大きくても純同化率 (NAR) が高いこと

* 大要は日本作物学会第200回(1995年11月)において発表。本研究の一部は文部省科学研究費によった。また本研究の一部は農林水産省の「新形質米」のプロジェクトの一環として行った。

にあり^{12,14)}, 2) アケノホシでは受光態勢ではなく、葉の老化が遅く、個葉の高い光合成速度が長く維持することにあり^{4,5)}, 3) 南京 11 号は生育初期から葉面積が大きくなり、受光態勢も良好で出穂期以前の乾物生産量が多く、茎葉に蓄積された同化産物が穂へ多く移行することにあり^{13,15)}, 4) 台農 67 号では LAI が大きく、受光態勢が良いことに加えて出穂期以降、草高が高く、これと関連して葉面積密度が小さく、CO₂ 拡散効率が大きいことにあった⁹⁾。このように、最近育成された多収性品種の多収となる要因が異なるので、これらの性質を組み合わせることによって、さらに多収の品種を育成することが可能であると考えられる。

本研究では、日本の環境、栽培条件に適した多収品種として最近育成された半矮性インド型品種タカナリと日本で広く栽培されている日本晴とを用いて、気候条件が著しく異なった 1991 年から 1994 年までの 4 カ年にわたって収量及び乾物生産量を比較し、タカナリの多収要因を収量、収量構成要素、乾物生産過程の生長解析、個体群構造及び受光態勢と関連した吸光係数を通じて検討したものである。

材料と方法

本実験に用いた品種はタカナリと日本晴で、91 年から 94 年までの 4 カ年にわたり、東京農工大学農学部附属農場府中本町水田（多摩川沖積土壌）に栽培した。栽培方法、調査方法は 4 年間ほぼ同様であったので、92 年について述べる。

1. 栽培方法 4 月 30 日に育苗箱に箱当たり乾粃 100 g 相当の催芽粃を播種し、育苗した第 5 葉展開中の苗を 5 月 20 日に、畦間 30 cm×株間 15 cm, m² 当たり 22.2 株、1 株 3 本の栽植密度で手植え移植した。試験区は 1 品種当たり 2 反復とし、同じ品種は隣接しないように配置した。肥料は基肥として化成肥料 (14-14-14) を窒素、リン酸、カリ各成分で 5 kg/10 a, 追肥として 7 月 7 日、7 月 31 日にそれぞれ成分で 2 kg/10 a, 3 kg/10 a を施した。移植後はほぼ全生育期間にわたって湛水状態とし、除草及び病虫害防除を随時行った結果、両品種とも生育は順調であった。

2. 生育、乾物生産及び収量調査 生育調査は常法に従い、1 週間おきに各 10 株について葉齢、草丈、茎数を測定した。乾物重は、91 年では、移植日、最高分けつ期、出穂 10 日前、出穂 1 週間後と出穂 1 カ月後に、94 年では、移植日、移植 20 日

後、最高分けつ期、出穂初期と出穂 1 カ月後に各 32 株を採集し、その中から平均の茎数と新鮮重を持つ 16 株を、葉身、稈+葉鞘、枯葉と穂に分けて、それぞれ 90°C で 72 時間通風乾燥後測定した。部分刈り収量は 60 株ずつ 6 カ所計 360 株を採集して求めた。その際各カ所から平均の生育を示す 14 株を選び収量構成要素を調査した。なお、精玄米は粃すりした玄米を 1.6 mm 目の段篩いで選別し、これを用いて登熟歩合と千粒重を算出した。

3. 生長解析 生長解析のために必要な各生育時期の葉面積は、乾物重測定に用いるために採集した株のうちの 4 株について、全葉身の葉面積を自動葉面積計 (AAM-8 型、林電工社製) で測定して比葉面積を求め、その他の株の葉身重にこの比葉面積を乗じて算出した。各生育時期の乾物重と葉面積から個体群生長速度 (CGR)、純同化率 (NAR)、平均葉面積指数 (LAI) を求めた。

4. 個体群構造及び受光態勢 平均的な生育を示す場所を選び、夕方の散乱光下で条間、株間及び 4 株の中心の 5 カ所の相対照度を高さ 10 cm 毎に測定し、5 カ所の平均値を各層の相対照度とした。この測定後、高さ 10 cm 毎の層別に 4 株の葉身、稈+葉鞘、枯葉と穂に分けて刈り取った。葉面積を自動葉面積計で測定した後、90°C で通風乾燥し、器官別に乾物重を測定した。また、受光態勢を表す吸光係数は積算葉面積指数と相対照度とから、Monsi-Saeki の方法¹⁰⁾ によって算出した。

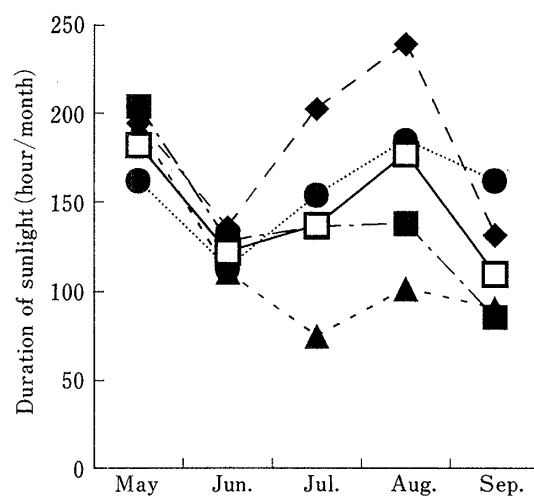


Fig. 1. Comparison of the duration of sunlight in Tokyo during the rice growing seasons from 1991 to 1994. ■—■: 1991, ●.....●: 1992, ▲---▲: 1993, ◆- -◆: 1994, □—□: average of the last 30 years.

なお、94年の実験で登熟前期に両品種の葉位別葉面積、葉長、葉幅、及びおもりをつるした分度器を用いて、葉身中肋の水平面からの傾斜角度、さらに穂首節から穂の頂端までの長さ（以下穂長という）、止葉の葉耳から穂の頂端までの長さ（以下穂抽出部長という）を測定した。

結 果

1. 天候と生育経過 91年～94年の天候の特徴を表す指標として各年の5月～9月までの日照時間を第1図に示した。平均値と比べると、91年では8月以降の日照時間は1日当たり50分間～1時間20分短く、93年は7月～9月の3カ月の日照時間は1日当たり1時間42分短く、両年は平均気温もやや低い天候の悪い年であった。92年では、9月の日照時間は平均値より1日当たり約1時間45分長く、94年では、7月～9月の日照時間は1日当たり1時

間38分長く、この両年は平均気温も高い天候のよい年であった。

タカナリと日本晴の生育経過の関係は4カ年ほぼ同様であったので、主として天候の比較的よい92年の結果について述べる。日本晴とタカナリの生育は出穂期まではほぼ等しく推移し、両品種とも16葉が止葉で、出穂日は8月13日であった。タカナリと日本晴の草丈はそれぞれ109 cmと111 cmで大差はなかった。茎数は7月上旬以降急速に増加し、最高分げつ期には、株当たりタカナリ21.3本、日本晴25.7本で、タカナリは少なかった。

なお、出穂日は91年ではタカナリ8月13日、日本晴8月14日、93年ではタカナリ8月19日、日本晴8月24日、94年ではタカナリ8月9日、日本晴8月13日であった。

2. 収量、収量構成要素及び収穫指数 第1表に示したように4カ年の部分刈り収量は、タカナリで

Table 1. Comparison of yield and yield components between Nipponbare and Takanari over four years.

Year	Variety	No. of panicles /m ²	No. of spikelets /panicle	No. of spikelets ×1000/m ²	Percentage of ripened grains	1000-kernel weight (g)	Brown rice yield (kg/10 a)	Unit area sampling yield (kg/10 a)	Harvest index (%)
1991	Nipponbare	349±37***	109±8***	38±3**	75±10**	19.0±0.8**	537±75***	428±44***	38***
	Takanari	229±23	203±15	46±6	71±5	19.3±0.3	634±89	528±84	48
1992	Nipponbare	376±20***	90±6***	34±3***	92±2**	19.9±0.5**	623±55***	591±7***	38**
	Takanari	237±20	201±15	47±3	88±4	19.9±0.4	823±44	817±3	46
1993	Nipponbare	422±31***	84±8***	35±2*	83±4**	18.2±0.8***	528±33*	530±19**	40**
	Takanari	260±23	149±10	39±2	80±7	19.8±0.7	618±73	642±13	46
1994	Nipponbare	433±29***	85±4***	37±3***	85±7*	21.2±0.6**	666±36***	656±45***	36***
	Takanari	286±40	214±25	61±4	79±3	19.9±0.1	957±65	888±33	44

Values represent mean±standard deviation. 1000-kernel-weight and grain yield were indicated as 14.5% water content. *, ** and *** indicate significant differences between Nipponbare and Takanari at 0.05, 0.01 and 0.001 level (T-test), respectively.

Table 2. Comparison of number of spikelets, percentage of ripened grains and 1000-kernel-weight in different order of rachis-branches between Nipponbare and Takanari (1992).

Variety	Rachis-branch								
	No. of spikelets/rachis-branch			Percentage of ripened grains			1000-kernel-weight (g)		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Nipponbare	49±3*** (54)	41±5*** (46)	—	95±2***	89±4	—	20±1	18±1*	—
Takanari	72±4 (37)	117±1 (59)	8±3 (4)	91±3	87±4	61±12	20±0	19±1	17±3

Values represent mean±standard deviation. I, II, and III indicate the first, secondary and third rachis-branches, respectively. Values in parenthesis show percentage of number of spikelet on each rachis-branch per total number in the panicle. *, ** and *** indicate significant differences between Nipponbare and Takanari at 0.05, 0.01 and 0.001 level (T-test), respectively.

は 528~888 kg/10 a, 日本晴では 428~656 kg/10 a で, タカナリが常に 21~38%多かった。天候のよい 92 年と 94 年では, タカナリはそれぞれ 817 kg/10 a と 888 kg/10 a で日本晴より約 230 kg/10 a 多収であった。また天候の悪かった 91 年と 93 年でも タカナリの収量はそれぞれ 528 kg/10 a と 642 kg/10 a で日本晴より約 100 kg/10 a 多かった。

収量の高かった要因を収量構成要素から解析した。穂数は日本晴 349~433 本/m² で, タカナリの 229~286 本/m² より約 130 本/m² 多かったが, 一穂穎花数はタカナリ 149~214 で日本晴の 84~109 より約 100 多く, 特に天候の良い 92 年と 94 年では日本晴より 110 以上多かった。この結果, m² 当たりの穎花数は日本晴 34000~38000 であったが, タカナリでは天候の著しく悪かった 93 年を除くと 45000 以上と著しく多かった。登熟歩合はタカナリが日本晴よりやや低かったが, 各年とも両品種の間に大きな相違はなかった。千粒重は 93 年では日本晴がタカナリに比べて小さく, 天候のよかった 94 年では大きかった。また, 収穫指数はタカナリ 44~48% で, 日本晴の 36~40% より著しく高かった。

これらの結果から, タカナリの多収要因は 1 つは 1 穂当たりの穎花数が多く, この穎花がかなり高い割合で登熟していることにあった。そこで, これらの品種の穂の穎花の枝梗別構成と枝梗別の登熟歩合, 千粒重を調査した (第 2 表)。枝梗別の穎花数を比較すると, 1 次枝梗に着生する穎花数はタカナリ 72 で日本晴より 23 多いだけであったが, 2 次枝梗の穎花数はタカナリ 117 で, 日本晴の 41 に比べ

て著しく多かった。2 次枝梗の登熟歩合は, タカナリでは穎花数が非常に多いにもかかわらず, 87% で 1 次枝梗とほとんど違いがなく, 日本晴の 89% と

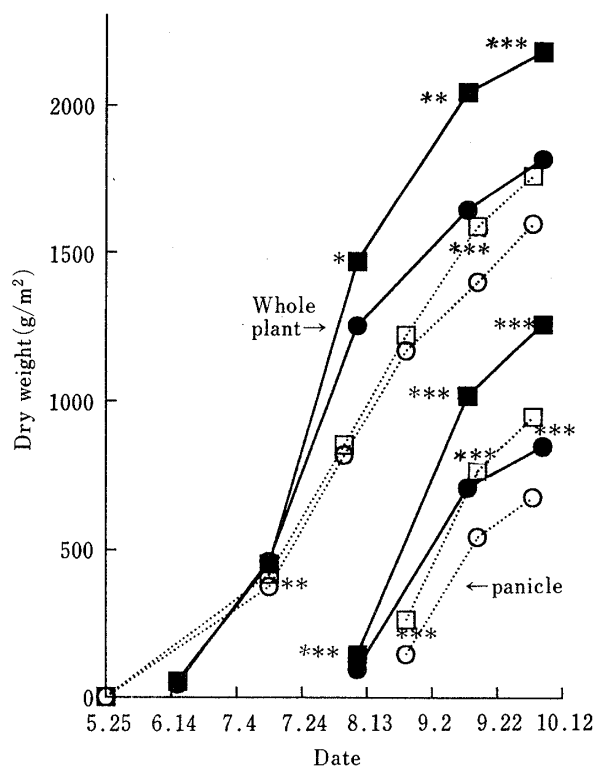


Fig. 2. Change in dry weight of the whole plant and panicle in 1991 (open symbols and dotted lines) and in 1994 (solid symbols and solid lines).

■—■□—□: Takanari, ●—●○—○: Nipponbare. *, ** and *** indicate significant differences between Nipponbare and Takanari at the 0.05, 0.01 and 0.001 level (T-test), respectively.

Table 3. Comparison of total dry weight increase (ΔW), panicle dry weight increase (ΔE) and (culm+leaf sheath+leaf blade) dry weight decrease ($-\Delta S$) and reincrease ($+\Delta S$) during the ripening period between Takanari and Nipponbare.

Year	Variety	Dry weight increase		(culm+leaf sheath+leaf blade) dry weight		
		Total ΔW (g/m ²)	Panicle ΔE (g/m ²)	decrease $-\Delta S$ (g/m ²)	reincrease $+\Delta S$ (g/m ²)	$-\Delta S/\Delta E^*$ (%)
1991	Nipponbare	605.3	605.5	64.2	64.0	10.6
	Takanari	725.8	816.3	89.5	0	11.0
1994	Nipponbare	568.4	752.6	221.9	37.6	29.5
	Takanari	712.7	1114.0	401.3	0	36.0

$-\Delta S$ indicates the difference between the (culm+leaf sheath+leaf blade) dry weight at heading and the minimum dry weight during the ripening period. $+\Delta S$ indicates the difference between the minimum (culm+leaf sheath+leaf blade) dry weight during the ripening period and the dry weight at harvest. *The percentage of dry matter weight translocated to the panicle from the (culm+leaf sheath+leaf blade) per panicle dry weight increase.

ほとんど相違がなかった。千粒重は、1次枝梗では、両品種に相違がなかったが、2次枝梗の千粒重の小さくなる程度は日本晴で大きかった。このことから、タカナリの多収の要因は2次枝梗の穎花が多く、しかもそれらの穎花が日本晴とほぼ同様によく登熟していることにあった。なお、タカナリにのみ3次枝梗の穎花があったが、この穎花の登熟歩合は1次枝梗、2次枝梗に比べて低く、千粒重も小さかった。

3. 乾物重及び乾物生産過程 収量の品種間の差をもたらした要因を91年と94年の乾物生産の推移から検討した(第2図)。天候のよくなかった91年では、移植期から8月中旬の出穂期までの全乾物重は日本晴でやや小さかったが、両品種に大きな違いはなかった。出穂期から登熟完了期までの全乾物重の増加割合はタカナリが日本晴より大きかった。収穫日の全乾物重は日本晴 1598 g/m^2 に対してタカナリは 1761 g/m^2 であった。それに対して、天候のよい94年では、移植期から7月中旬の最高分げつ期までの全乾物重は、両品種に違いはなかったが、その後、タカナリの全乾物重の増加割合が日本晴より大きくなり、特に出穂期から登熟中期までの間大きかった。収穫日の全乾物重は日本晴 1820 g/m^2 に対してタカナリは 2182 g/m^2 と著しく大きか

った。このように収穫日の全乾物重はタカナリで大きく、その程度は天候のよい94年で大きかった。

穂の乾物重は、91年と94年といずれもタカナリが日本晴より高く推移した(第2図)。収穫日の穂重は91年ではタカナリ 948 g/m^2 で日本晴より 271 g/m^2 多く、94年ではタカナリ 1257 g/m^2 で、日本晴より 409 g/m^2 多かった。このように穂重に両品種で大きな相違があり、しかもタカナリの収穫指数は著しく大きかった(第1表)。

穂重は出穂前に茎葉に蓄積された「出穂前の蓄積分」と出穂後の光合成によって増加した「出穂後の同化分」に分けられる(第3表)。91年と94年では「出穂後の同化分」を表す出穂期以降の全乾物重の増加量(ΔW =収穫期乾物重-出穂期乾物重)及び「出穂前の蓄積分」を表す出穂期以降の茎葉重の減少量($-\Delta S$ =登熟期の最小茎葉重-出穂期茎葉重)はいずれもタカナリが日本晴に比べて大きかった。出穂後の穂重増加量(ΔE =収穫期穂重-出穂期穂重)に占める茎葉から穂への転流した貯蔵同化産物量($-\Delta S$)の割合($-\Delta S/\Delta E$)は91年では、両品種に相違はなかったが、94年では、タカナリが36%で、日本晴より6.5%多かった。このことから、天候がよい年のタカナリの収穫指数が大きいのは「出穂後の同化分」が大きいだけではなく、「出

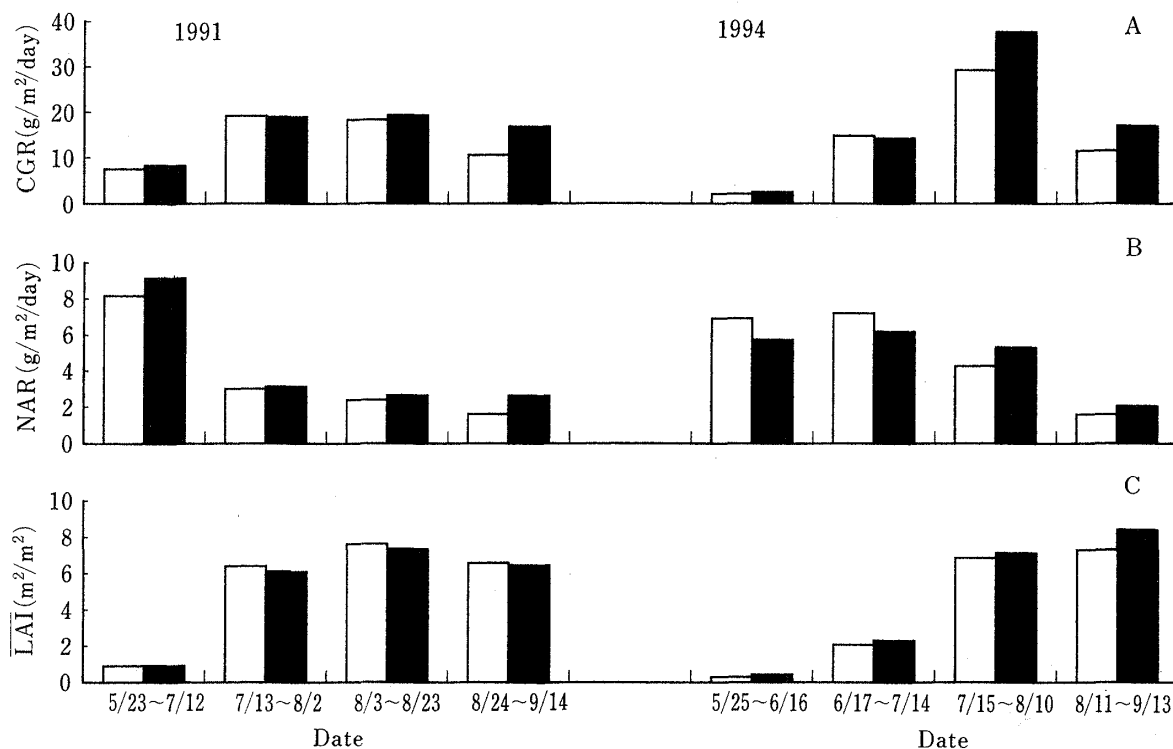


Fig. 3. Changes in crop growth rate (CGR) (A), net assimilation rate (NAR) (B) and mean leaf area index (LAI) (C) in Nipponbare (open bars) and Takanari (solid bars) in 1991 and 1994.

穂前の蓄積分」が多いことも関係していることが分かった。なお、4年とも収穫期には日本晴の茎基部にいわゆる「ひこばえ」が多く発生していた。

4. 生長解析 91年と94年のいずれもタカナリは日本晴より大きな乾物生産力を示したので(第2図), この要因を生長解析法によって検討した(第3図)。CGRは両品種とも7月中旬の最高分げつ期から8月中旬の出穂期までの間が最も大きく, その後小さくなった。両品種のCGRの相違は91年では出穂期から, 94年では最高分げつ期から登熟期にかけてであった。これらの時期にタカナリのCGRが大きい要因を $\overline{\text{LAI}}$ と $\overline{\text{NAR}}$ に分けてみると, 天候のよくない91年では $\overline{\text{LAI}}$ ではなく, $\overline{\text{NAR}}$ が大きいことに, 天候のよい94年では, 最

高分げつ期以降の $\overline{\text{NAR}}$, $\overline{\text{LAI}}$ がともに大きいことに要因があった。

5. 個体群構造と受光態勢 $\overline{\text{NAR}}$ は主として個体群構造, 吸光係数で表される受光態勢と個体群を構成する各葉身の光合成速度によって決まる。本研究では個体群構造と受光態勢を調査した(第4図)。幼穂形成期と出穂期ではタカナリの葉面積指数(LAI)がやや大きく, 登熟前期では, 日本晴の LAI が大きかった。個体群構造をみると, 幼穂形成期では, 両品種とも葉身は10 cmから80 cmの層に集まっていたが, タカナリでは, 60 cm以上の葉面積が少なく, 茎重は基部が重かった。出穂初期の個体群上部30 cm以内(タカナリ80~110 cm, 日本晴90~120 cm)に位置する葉面積は, タカナ

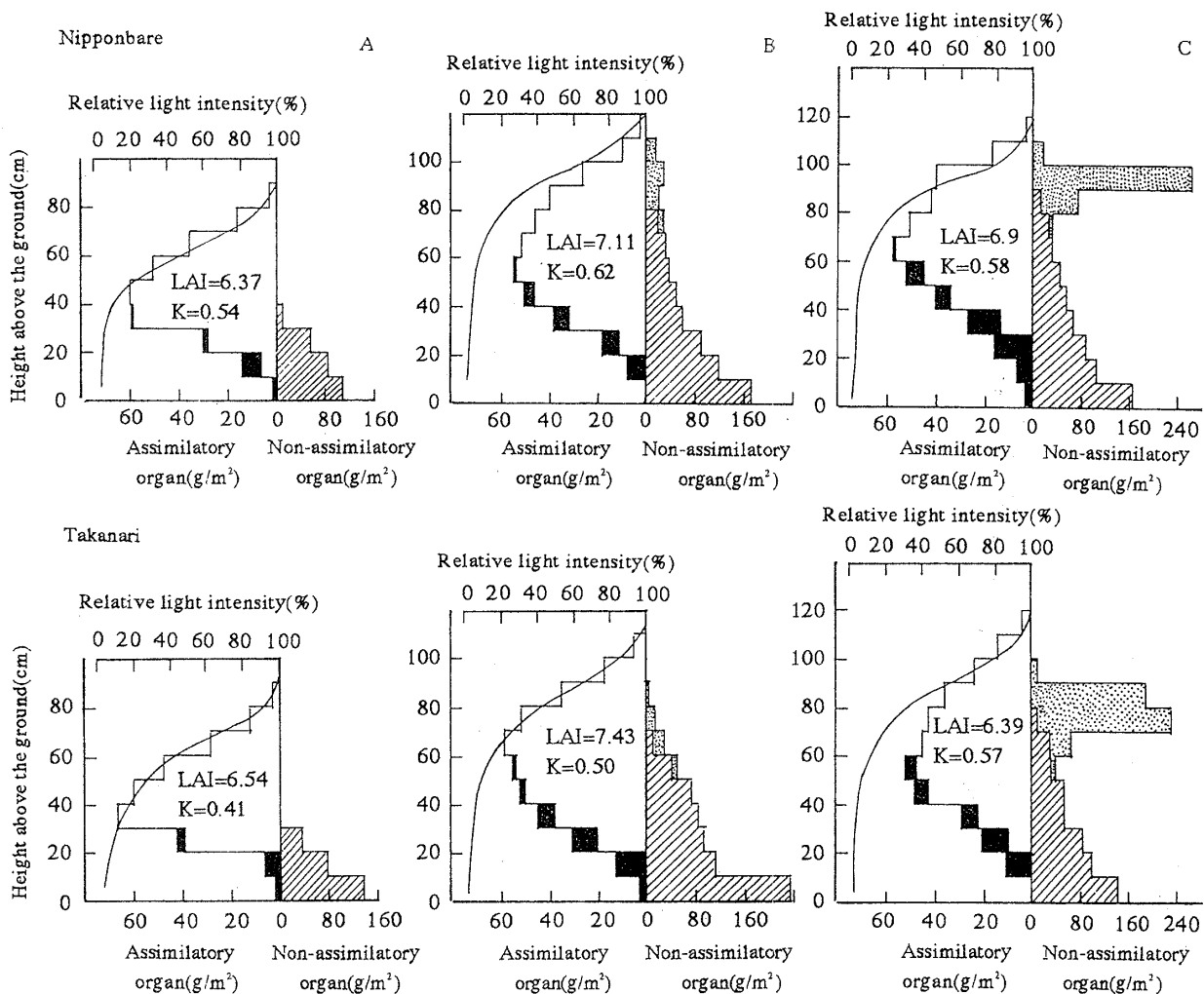


Fig. 4. Comparison of canopy structure and relative light intensity between Nipponbare and Takanari at the panicle development (A), the early heading (B) and the early ripening (C) stages (1991).

¹Open, oblique line, dotted and solid parts indicate the dry weight of the leaf, culm and leaf sheath, panicle and dead leaf, respectively.

²Abbreviations: LAI, leaf area index; K, light extinction coefficient.

³Solid curve indicates relative light intensity.

Table 4. Comparison of leaf area, leaf inclination angle and the position of the panicle in the canopy between Nipponbare and Takanari (1994).

Variety	Leaf area			Leaf inclination angle (from horizontal plane) (°)			Distance between the top of the panicle and the panicle neck node and the flag-leaf auricle	
	Total	15th+16th*	15th+16th /Total	16th	15th	14th	neck node (cm)	auricle (cm)
	(m ² /m ²)	(m ² /m ²)	(%)					
Nipponbare	6.4±0.1	3.0±0.2	46.5	61±13	65±12	52±15	20.5±0.8	29.0±1.2
Takanari	7.3±0.3	3.6±0.3	49.6	84±4	76±2	80±3	29.8±1.3	23.9±3.3

Values represent mean±standard deviation. *indicates the leaf position from the bottom; 16th leaf is flag leaf.

りで大きかった。受光態勢の総合的指標である吸光係数 (K) は、91 年では、幼穂形成期と出穂期のいずれもタカナリが日本晴に比べて小さかったが、登熟初期では相違はなかった。また、92 年の吸光係数は、幼穂形成期ではタカナリ、日本晴それぞれ 0.41, 0.48, 登熟初期ではそれぞれ 0.55, 0.63 で、いずれもタカナリが小さかった。さらに、94 年の登熟期の両品種の草冠を比較した (第 4 表)。登熟期の乾物生産と関係の深い上位 2 葉の葉面積は日本晴に比べてタカナリで大きく、全葉面積に占める上位 2 葉の葉面積の割合は日本晴 46.5% よりタカナリ 49.6% で大きかった。また、タカナリの穂長は 29.8 cm で日本晴の 20.5 cm に比べて長かったが、穂首が止葉の葉鞘から一部分抽出しないため、タカナリの穂抽出部長は 23.9 cm で日本晴の 29.0 cm に比べて約 5 cm 短かった。その結果、登熟期に穂の上に位置する葉面積 (第 4 図 C の穂が分布している上の層の葉面積) は、タカナリ 8981 cm²/m² で日本晴の 4405 cm²/m² の約 2 倍であった。さらに、上位 3 葉の水平とのなす傾斜角度は日本晴よりタカナリで大きく、葉が直立しており、この点からも受光態勢はタカナリが日本晴より良好であった。

考 察

近年、品質を考慮せずもっぱら収量の向上を目標として、アジア各国で育成された多収性品種を用いて多収性水稻品種の備えるべき生理生態的特徴について多くの研究が行われている。これらの品種は特に天候がよければ、日本の品種に比べて収量が著しく高かった^{3,4,7,12,13,16,17}。本研究に用いたタカナリは、天候のよい年には、これまでの多収性品種に比べて収量がさらに高く、800~900 kg/10 a で、日本晴より約 230 kg/10 a も多収であった (第 1 表)。この多収要因を収量、収量構成要素及び乾物生産量に着目して 4 カ年にわたって検討した。収量構成要

素からみると (第 1 表, 第 2 表), タカナリの多収要因は単位面積当たり穎花数が多く、しかもこれらの穎花が日本晴とほぼ同様によく登熟していることにあった。またタカナリの乾物生産量が大きい要因は個体群構造と受光態勢のよいことが関係して (第 4 図, 第 4 表), 特に登熟期間中 NAR が日本晴より大きいことにあった (第 2 図, 第 3 図)。さらに出穂後、タカナリは日本晴に比べて「出穂前貯蔵同化産物」の大部分と「出穂後の同化産物」が穂へ移行し、収穫指数が大きかった (第 3 表)。本研究の結果に基づき、タカナリの収量が著しく高いことに着目しつつ、考察を行うことにする。

1. 穎花数と登熟歩合の関係 水稻の収量水準を向上させるには、単位面積当たり穎花数の増加、言い換えると、シンクの拡大が重要であることが近年強調されてきた^{11,16,17,19,20}。これまでに育成された日印交雑品種は一穂穎花数が非常に多くなることによって、m² 当たり穎花数は著しく多くなり、これによって多収穫を実現してきた^{4,7,8,12,13}。しかし、一穂穎花数が多くなると、2 次枝梗の着生穎花数が多くなるので、登熟歩合が低下する傾向のあることが指摘されている⁹。本研究に用いたタカナリは、天候の比較的よい 92 年には、2 次枝梗の着生穎花がよく登熟することによって m² 当たりの穎花数が 47000 と多いにもかかわらず、登熟歩合は 88%、天候のさらによい 94 年には、タカナリの m² 当たりの穎花数が 61000 と著しく多いにもかかわらず、登熟歩合は 79% といずれも高い水準を維持した (第 1 表)。このことは、一穂穎花数が多くなることによって m² 当たりの穎花数が多くなっても、必ずしも登熟歩合の低下を引き起こすとは限らないことを示唆している。

2. 総乾物生産量 これまでの多収性品種の乾物生産量をみると、たとえば、密陽 23 号は約 1600~1800 g/m², アケノホシは約 1820 g/m² で、

全乾物重が 1900 g/m^2 以上に達したという例は必ずしも多くなかった^{4,7,12,13)}。タカナリは、天候のよい 94 年には 2182 g/m^2 以上になり (第 2 図)、従来の多収性品種に比べて、その乾物生産能力は非常に大きいと考えられる。タカナリの高い乾物生産力を CGR でみると (第 3 図)、94 年には、最高分げつ期から出穂期まで $37.7 \text{ g/m}^2/\text{day}$ 、出穂期以降も $17.0 \text{ g/m}^2/\text{day}$ で、日本晴に比べて著しく高かった。従来の多収性品種の幼穂形成期から登熟期までの CGR は^{4,8,12,13)}、密陽 23 号と南京 11 号で $16 \sim 23 \text{ g/m}^2/\text{day}$ 、アケノホシで $10 \sim 25 \text{ g/m}^2/\text{day}$ 、台農 67 号で $13 \sim 24 \text{ g/m}^2/\text{day}$ であった。さらに CGR を NAR と LAI に分けてみると、最高分げつ期から登熟期までのタカナリの LAI と NAR はそれぞれ $7.1 \sim 8.4 \text{ m}^2/\text{m}^2$ 、 $2.0 \sim 5.5 \text{ g/m}^2/\text{day}$ であった (第 3 図)。幼穂形成期から登熟期までの多収性品種の LAI は、密陽 23 号と台農 67 号で $7.3 \sim 8.3 \text{ m}^2/\text{m}^2$ 、アケノホシで $6.5 \text{ m}^2/\text{m}^2$ 以下、南京 11 号で $6.5 \sim 7.5 \text{ m}^2/\text{m}^2$ 、NAR は台農 67 号、南京 11 号と密陽 23 号のいずれも $3.5 \text{ g/m}^2/\text{day}$ 以下、アケノホシは $3.5 \sim 5.4 \text{ g/m}^2/\text{day}$ であった。したがって、タカナリは、LAI は密陽 23 号、台農 67 号のように大きく、NAR はアケノホシと同じレベルで高かったといえる。

3. 個体群構造と受光態勢について 従来の報告をみると、日印交雑品種では日本の品種に比べて葉が直立的で吸光係数が小さいことが報告されている^{2,3,12,18)}。タカナリの吸光係数は幼穂形成期から出穂初期にかけて日本晴より小さく、登熟初期には、両品種で相違がなかったが (第 4 図)、タカナリは上位 3 葉が直立し、全葉面積に占める上位 2 葉の葉面積の割合が多く、穂の上にある葉面積が大きく (第 4 表、第 4 図)、上位の葉により多くの光を受けているなど、乾物生産に有利な構造を持っている¹²⁾。吸光係数が小さく受光態勢がよいことは乾物生産を高く維持する上で重要である^{2,3,12,18)}。しかし、タカナリの著しく高い NAR は受光態勢だけでなく、個体群を構成する葉身の光合成速度が関係している可能性が考えられる。この点については次報で報告したいと考えている。

4. 収穫指数と穂への同化産物の分配 木内ら⁶⁾は各地の試験場のデータを基礎に、全乾物重が大きくなればなるほど収穫指数は低下することを指摘している。タカナリの全乾物重は 2182 g/m^2 と日本晴に比べて著しく大きいにもかかわらず、収穫指数

は 44% で日本晴の 36% に比べて著しく高かった (第 1 表)。このようにタカナリの収穫指数が大きくなったのは、91 年と 94 年ではタカナリの「出穂後の同化分」(ΔW) が日本晴より 20~25% 大きいこと、及び穂重に占める「出穂前の蓄積分」($-\Delta S$) の割合 $-\Delta S/\Delta E$ の大きいことが関係していた (第 3 表)。すなわち、タカナリは南京 11 号や密陽 23 号と同様に穂へ転流する出穂前に生産された乾物重の割合が大きいという特徴を持っていた¹⁵⁾。

以上のように本研究の結果、タカナリは多収性品種が備えるべき多くの特徴を持っている。すなわち、タカナリは今まで育成された多収性品種が備えているいくつかの特徴を合わせ持った品種といえることができる。この特徴について、多収性品種間で量的な比較を行ったが、生育年度、気象条件などが異なるので、厳密な比較は困難であった。したがって、今後、近年育成された多収性品種と比較しつつ、これらの品種の多収性、特に乾物生産にかかわる性質が、タカナリにおいてどの程度実現されているか、さらに、より多収性の品種が備えるべき性質は何であるかを検討していきたいと考えている。

引用文献

1. 赤間芳洋 1989. 水稻新品種「タカナリ」(水稻農林 300 号). 総合農業の新技术 (農林水産省農業研究センター) 3: 31—36.
2. 石原 邦・滝川佳秀 1981. 日本品種日本晴と日印交雑品種密陽 23 号の個体群構造および乾物生産の比較. 日作紀 50 (別 2): 121—122.
3. ———・—————・斉藤邦行 1987. 水稻の光合成、物質生産と草型. 育種学最近の進歩 23: 11—20.
4. 蔣 才忠・平沢 正・石原 邦 1988. 水稻多収性品種の生理生態的特徴について—アケノホシと日本晴の比較—. 第 1 報 収量および乾物生産. 日作紀 57: 132—138.
5. ———・—————・————— 1988. ————. 第 2 報 個葉光合成速度の相違とその要因. 日作紀 57: 139—145.
6. 木内知美・吉田武彦・河野通佳 1966. 水稻収量と繁茂度について. 農業技術 21: 551—554.
7. 窪田文武・田中典幸・有馬 進 1988. 日印交雑稲品種「水原 258 号」の生産生態の解明. 日作紀 57: 287—297.
8. 黒田栄喜・大川泰一郎・石原 邦 1989. 草高の異なる水稻品種の乾物生産の相違とその要因の解析. とくに個体群内におけるガス拡散に着目して. 日作紀 58: 374—382.
9. 小松良行・金 忠男・松尾喜義・片山信浩・片岡孝義 1984. 多収性外国稲の品種生態. 四国農試報 43: 1—37.

10. Monsi, M. and T. Saeki 1953. Über den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion. Jap. J. Bot. 14: 22—52.
11. 村山 登 1969. 続・水稻の施肥と登熟に関する栄養生理 (2). 農業技術 24: 251—256.
12. 斎藤邦行・下田博之・石原 邦 1990. 水稻多収性品種の乾物生産特性の解析. 第1報 密陽23号と日本晴の受光態勢の比較. 日作紀 59: 130—139.
13. ———・————— 1990. ———. 第2報 早生, 中生数品種間の比較. 日作紀 59: 303—311.
14. ———・————— 1991. ———. 第3報 個葉光合成速度の比較. 日作紀 60: 65—74.
15. ———・柏木伸哉・木下孝宏・石原 邦 1991. ———. 第4報 穂への同化産物の分配. 日作紀 60: 255—263.
16. 武田友四郎・岡 三徳・縣 和一 1984. 暖地に於ける水稻品種の物質生産に関する研究 第2報 明治期以降の新旧品種の子実生産特性. 日作紀 53: 12—21.
17. ———・————— 1984. ———. 第3報 本邦暖地品種と韓国新品種の乾物生産特性の比較. 日作紀 53: 22—27.
18. 田中 明・山口淳一・島崎佳郎・柴田和博 1968. 草型よりみた北海道における水稻品種の歴史的変遷. 土肥誌 39: 526—534.
19. Yoshida, S. 1976. Carbon dioxide and yield of rice. In Climate and Rice (Ed). International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines. 195—211.
20. ——— and F. T. Parao. 1976. Climatic influence on yield and yield components of lowland rice in the tropics. In Climate and Rice (Ed). International Rice Research Institute, Los Baños, Philippines. 471—494.