

## 中国雲南省における水稲多収穫の実証的研究

### 第2報 ジャポニカハイブリッドライス楡雑29号の籾数生産\*

天野 高久・師 常 俊\*\*・秦 徳 林\*\*

津田 誠\*\*\*・松本 保博\*\*\*\*

(京都府立大学農学部・\*\*雲南農業大学水稲研究所・\*\*\*三重大学生物資源学部・

\*\*\*\*松本酒造株式会社)

1995年1月30日受理

**要 旨** : ジャポニカハイブリッドライス楡雑29号の $m^2$ 当たり70,000粒を越える籾数生産について解析した。密植区の $m^2$ 当たり71,000粒の籾数は $m^2$ 当たり穂数487と平均1穂籾数148.8の組合せで得られた。 $m^2$ 当たり穂数は移植時の茎数にほぼ等しかった。疎植区の $m^2$ 当たり穂数は密植区と大差なく、平均1穂籾数が180.9に増加して87,700粒の $m^2$ 当たり籾数を得た。有効茎終止期は密植区よりも遅れたが、有効茎歩合は密植区よりも10%以上高かった。 $m^2$ 当たり籾数を増大させるためには穂数の極端な早期確保よりもむしろ有効茎歩合を高めることが重要であると考えられた。楡雑29号の $m^2$ 当たり籾数生産効率は京都の日本晴よりも明らかに高かった。楡雑29号における著しく大きな $m^2$ 当たり籾数は $m^2$ 当たり籾数生産効率の向上とともに出穂期まで窒素吸収量(23.4~23.6  $gm^{-2}$ )、出穂期葉身重(328~333  $gm^{-2}$ )が大きいことによるものであった。楡雑29号の $m^2$ 当たり籾数生産効率は密植区よりよりも疎植区において高かった。稈長は92.5~92.6 cmで日本晴よりも10 cm以上長かった。第3節間( $N_3$ )以下の節間長の栽植密度による差は認められなかったが、単位節間長当たり乾物重が登熟期間中に密植区において著しく減少した。その結果、密植区の $N_3$ および $N_4$ の挫折重が低下し、 $N_3$ の倒伏指数(支点間距離5 cm)は200を越えた。疎植区の倒伏指数は $N_3$ 、 $N_4$ とも180に達しなかった。楡雑29号の著しく大きい $m^2$ 当たり籾数生産は賓川県の慣行の密植栽培よりもさらに疎植条件のもとで耐倒伏性と両立するものと考えられた。

**キーワード** : 雲南省, 多収穫, 倒伏指数, 籾数生産効率, 楡雑29号。

**High-Yielding Performance of Paddy Rice Achieved in Yunnan Province, China.** II. Spikelet production of Japonica  $F_1$  hybrid rice, Yu-Za 29 : Takahisa AMANO, Chang-Jun SHI\*\*, De-Lin QIN\*\*, Makoto TSUDA\*\*\* and Yasuhiro MATSUMOTO\*\*\*\* (*Faculty of Agriculture, Kyoto Prefectural University, Sakyo-ku, Kyoto 606, Japan*; \*\**Rice Research Institute, Yunnan Agricultural College, Kunming, Yunnan Province, China*; \*\*\**Faculty of Bioresources, Mie University, Tsu 514, Japan*; \*\*\*\**Matsumoto Brewing Co. Ltd., Hushimi-ku, Kyoto 606, Japan*)

**Abstract** : The spikelets produced, amounting to as much as 71,000 per  $m^2$  in a dense-planting plot, had been attained by combining of 487 panicles per  $m^2$  and 148.8 spikelets per panicle. The panicle number per  $m^2$  was almost the same as the culm number per  $m^2$  at transplanting. In a sparse-planting plot, the panicle number per  $m^2$  did not decrease but increased in the spikelets per panicle up to 180.9, and thus 87,700 spikelets per  $m^2$  were obtained. The efficiency of spikelet production for Yu-Za 29 was apparently higher than Nipponbare cultivated in Kyoto. The significantly large number of spikelets per  $m^2$  was attributed to both a more efficient use of nitrogen in producing spikelets and increases in nitrogen absorption up to heading (23.4 to 23.6  $gm^{-2}$ ) and in leaf dry weight at heading (328~333  $gm^{-2}$ ). Efficiency of nitrogen use in producing spikelets of Yu-Za 29 was higher in sparse-planting plots than in dense-planting plots. No differences in culm lengths and internode lengths lower than the 3rd one ( $N_3$ ) were observed between the planting densities, but breaking resistance of  $N_3$  and  $N_4$  lowered in the dense planting plot. Consequently, the lodging index of  $N_3$  (distance between fulcra is 5 cm) exceeded 200. Improvement of nitrogen use efficiency in producing spikelets as well as high resistance to lodging in Yu-Za 29 are considered to be compatible with an increase in the sparsity of the planting density in comparison with the conventional dense planting cultivation in Binchuan.

**Key words** : Lodging index, Nitrogen use efficiency, Panicle number, Spikelet, Yu-Za 29.

収量生産期<sup>4,11)</sup>の平均日射量18.2 MJ  $m^{-2}d^{-1}$ のもとで楚粳9号で1,400  $gm^{-2}$ 以上、楡雑29号で1,600  $gm^{-2}$ 以上の籾収量を実証するとともに楡雑

29号の多収性が70,000粒  $m^{-2}$ を越える高い籾数生産能力にあることを明らかにした<sup>3)</sup>。近年、中国や韓国で育成された多収性品種の多くは平均1穂籾数が多く、極めて高い単位面積当たりの籾数生産能力を有しているが、圃場栽培において70,000粒  $m^{-2}$ を越える事例はほとんどない。70,000粒  $m^{-2}$ 以上の籾

\* 本研究は財団法人国際協力推進協会学術推奨金によって行われた。大要は第199回講演会(1995年4月)において発表。

Table 1. Panicle number per m<sup>2</sup> and spikelet number per panicle of Chu-Jing 9 and Yu-Za 29 at two planting densities.

Cultivar	Planting density	Panicle number per m <sup>2</sup>	Spikelet number per panicle
Yu-Za 29	Dense planting (D)	487	145.8
	Sparse planting (S)	485	180.9
Chu-Jing 9	D	529	104.1
	S	442	128.3
Yu-Za 29	(D vs. S)	ns	**
Chu-Jing 9	(D vs. S)	**	**
	D (Yu-Za 29 vs. Chu-Jing 9)	ns	**
	S (Yu-Za 29 vs. Chu-Jing 9)	ns	**

\*\* : Significant at the 0.01 probability level based on t-test, ns : Not significant.

を得ようとする場合、出穂期の葉身重あるいは出穂期まで窒素吸収量に対してどれだけ籾が効率的に得られるか、また、登熟期後半にそれを支持できるだけの稈強度が備わっているかどうかが課題である<sup>2,5)</sup>。

本報では m<sup>2</sup> 当たり穂数と平均 1 穂粒数、m<sup>2</sup> 当たり粒数生産効率ならびに倒伏関連形質などの品種間差異、栽植密度による違いを解析することによって、楡雑 29 号の大きな粒数生産能力について検討する。

### 材料と方法

多収性の新品種楡雑 29 号、比較品種の楚梗 9 号の密植区および疎植区について前報<sup>3)</sup>の諸調査に加えて移植から出穂期迄の茎数の経時的变化、出穂期の地上部諸器官の乾物重ならびに倒伏関連形質を調査した。茎数調査は穂数を測定した同一の株について 7~10 日ごとに行った。乾物重の調査も前報に準じ、各箇所 10 株の平均茎数の株を 2 株ずつ (1 区 5 箇所) 抜き取り、箇所ごとに器官別乾物重を求めた。出穂期地上部全重および前報における成熟期の粗玄米重 (E)、地上部全重から出穂期前蓄積同化産物の移行量 (T) を次式によって算出し<sup>1,10)</sup>、次いで、収量に占める T の割合 (T/E) を求めた。

$$T = E - \Delta W$$

ここで、 $\Delta W$  : 出穂期から成熟期までの乾物増加量。

乾物重の測定に用いた試料は区ごとにまとめて粉碎し、セミマイクロケルダール法で全窒素含有率 (N%) を分析した。窒素吸収量は N% × 地上部全重 (gm<sup>-2</sup>) で示した。比較のために 1992 年から 1994 年までの 3 カ年間京都府立大学附属農場で栽培した日本晴<sup>11)</sup> および 1986 年に北海道立上川農業試験場で栽培したゆきひかり<sup>12)</sup> の m<sup>2</sup> 当たり粒数、出穂期

葉身重、出穂期まで N 吸収量のデータも用いた。

楡雑 29 号、楚梗 9 号の穂数、1 穂粒数、乾物重については 1 区 5 箇所のデータに基づいて区間差を t 検定し、茎数については 10 株ずつ 5 箇所の平均値と標準誤差を算出した。

倒伏関連形質の調査は次のように行った。すなわち、各区の平均穂数の株を出穂期に 1 区 4 株ずつ、成熟期には 1 区 8 株ずつ任意に抜き取り、病害虫による異常茎を除いて両時期とも 4 株のほぼ全茎について節間長を測定し、平均値と標準偏差を算出した。それらの葉鞘を取り除いた後 100°C、2 日間通風乾燥し、4 株を込みにして各節間の乾物重を求めた。以上のデータから登熟期間中の単位長さ当たり乾物重の減少率 [(出穂期節間重/節間長 - 成熟期節間重/節間長) / (出穂期節間重/節間長) × 100] を算出した。成熟期の残り 4 株について、各株から約半数の茎を任意に抽出し、葉鞘のついたまま瀬古<sup>8)</sup>の方法によって稈の挫折重、曲げモーメント (節間基部から穂の先端までの長さ × 節間基部から穂の先端までの生体重)、倒伏指数 (曲げモーメント / 挫折重 × 100) を調査し、それぞれ平均値と標準偏差を算出した。挫折重の測定には茎稈挫折性試験装置 (藤原製作所) を用い、支点間距離を 5 cm とした。

### 結果と考察

#### 1. 穂数および 1 穂粒数

第 1 表に m<sup>2</sup> 当たり粒数を構成する m<sup>2</sup> 当たり穂数および平均 1 穂粒数を示した。楡雑 29 号の密植区

注 1) 水稲の低農薬栽培に関する生産生態学的基礎研究。文部省科学研究費補助金総合研究 (A) 研究成果報告書。1995。

注 2) 良食味品種の安定多収特別対策試験—ゆきひかり—の登熟性の解析。北海道農業試験会議 (成績会議) 資料。昭和 61 年度。

における  $71,000 \text{ 粒 m}^{-2}$  は  $\text{m}^2$  当たり穂数 487 と平均 1 穂粒数 145.8 の組合せで得られたものである。また、疎植区における  $87,700 \text{ 粒 m}^{-2}$  は  $\text{m}^2$  当たり穂数 485 と平均 1 穂粒数 180.9 の組合せによって得られたが、 $\text{m}^2$  当たり穂数は密植区と有意差はなく、平均 1 穂粒数の増加によって  $\text{m}^2$  当たり粒数が増加している。各区の  $\text{m}^2$  当たり穂数および平均 1 穂粒数を日本の平均値 ( $\text{m}^2$  当たり穂数: 421.4, 1 穂粒数: 72.0)<sup>6)</sup> と比較するといずれも大きく、特に平均 1 穂粒数が極めて大きい。楡雑 29 号、楚梗 9 号ともに多収性品種の特徴をよく示している<sup>10)</sup> が、楚梗 9 号は楡雑 29 号に比べて平均 1 穂粒数が少ないため  $\text{m}^2$  当たり粒数は  $60,000 \text{ 粒}$  に満たなかった。

第 1 図に移植後の茎数の変化を示した。密植区では、楡雑 29 号は移植の時点ですでに穂数に相当する茎数が存在しており、楚梗 9 号では穂数を上回る茎数が存在している。日本の移植栽培ではこのような茎数の推移はみられない。有効茎歩合は両品種とも低かった。楡雑 29 号の疎植区の有効茎歩合は密植区よりも 10% 以上高かった。中国の多収穫栽培では、主要な技術として密植が行われているが、これは主として  $\text{m}^2$  当たり穂数の増加を図るためである<sup>4)</sup>。また、1 穂粒数の多い強勢な穂を得るために穂数の早期確保が有利とされている<sup>4)</sup>。しかし、楡雑 29 号では密植区は疎植区に比べて穂数は早期に確保されているものの穂数、1 穂粒数のいずれの増加にも結びついていない。楡雑 29 号の  $\text{m}^2$  当たり粒数の増大には密植による穂数の極端な早期確保よりも疎植によって有効茎歩合を高めることが重要であると考えられる。登熟期の日射量が  $25 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  以上にもなるオーストラリア<sup>7)</sup> やエジプト<sup>8,9)</sup> の水稻の多収事例では  $800$  以上の  $\text{m}^2$  当たり穂数と  $100 \text{ 粒}$  以下の平均 1 穂粒数の組合せで  $60,000 \text{ 粒}$  以上の  $\text{m}^2$  当たり粒数を得ている。 $70,000 \text{ 粒}$  以上の  $\text{m}^2$  当たり粒数を得るためには両者のさまざまな組合せがあるが、楡雑 29 号の疎植区の組合せは登熟期の日射量が  $18 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$  以下の条件下での優れた組合せ方を示唆している。

## 2. 出穂期葉身重、出穂期まで窒素吸収量と $\text{m}^2$ 当たり粒数との関係

第 2 図に出穂期の葉身重(以下、葉身重と称する)と  $\text{m}^2$  当たり粒数との関係、第 3 図に出穂期まで窒素吸収量(以下、窒素吸収量と称する)と  $\text{m}^2$  当たり

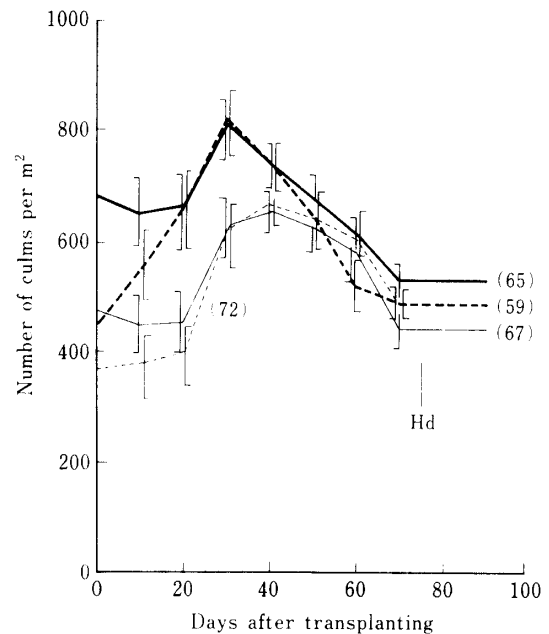


Fig. 1. Change in number of culms with time.

--: Yu-Za 29, Dense planting.

··: Yu-Za 29, Sparse planting.

—: Chu-Jing 9, Dense planting.

—: Chu-Jing 9, Sparse planting.

Seeding: March 19, Transplanting: April 29, Heading (Hd): July 15, Maturity: September 8.

( ): Percentage of productive culms.

Data are the mean  $\pm$  standard error of five sub-plots of ten hills each.

粒数との関係を示した。両図の日本晴を大塚<sup>9)</sup>の折線モデルに、ゆきひかりを回帰直線に当てはめたところ、実測値と推定値との重相関係数は葉身重と  $\text{m}^2$  当たり粒数ではそれぞれ  $R=0.864$ ,  $R=0.907$ , 窒素吸収量と  $\text{m}^2$  当たり粒数ではそれぞれ  $R=0.847$ ,  $R=0.917$  であった。いずれも 1% 水準で有意であり適合性が認められた。

日本晴では葉身重、窒素吸収量がそれぞれ最高  $309 \text{ gm}^{-2}$ ,  $20.7 \text{ gm}^{-2}$  に達したが、 $213 \text{ gm}^{-2}$  以上の葉身重、 $15 \text{ gm}^{-2}$  以上の窒素吸収量で  $\text{m}^2$  当たり粒数生産効率が急速に低下したため、 $\text{m}^2$  当たり粒数は  $40,000 \text{ 粒}$  に達しなかった。一方、ゆきひかりの回帰係数は日本晴の第 1 直線にほぼ等しく、高い  $\text{m}^2$  当たり粒数生産効率を示したが、 $213 \text{ gm}^{-2}$  を越える葉身重、 $13.7 \text{ gm}^{-2}$  を越える窒素吸収量は得られず、 $\text{m}^2$  当たり粒数は最高  $50,100 \text{ 粒}$  に止まった。楡雑 29 号は第 2 図、第 3 図ともゆきひかりの回帰直線の延長線付近に分布した。楡雑 29 号の  $70,000 \text{ 粒}$  以上の  $\text{m}^2$  当たり粒数は日本晴の葉身重の最高値よりさら

注 3) 国際協力事業団 1985. エジプト米作機械化計画。昭和 59 年度事業報告書。47-93.

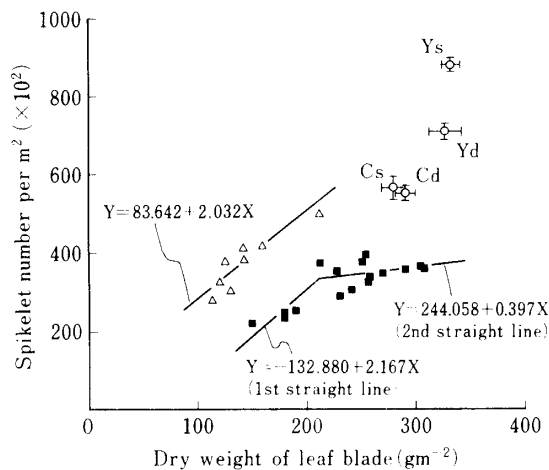


Fig. 2. Relation between leaf dry weight at heading and spikelet number per  $m^2$ .

○: Yu-Za 29, Chu-Jing 9.

Yd: Yu-Za 29, Dense Planting.

Ys: Yu-Za 29, Sparse Planting.

Cd: Chu-Jing 9, Dense Planting.

Cs: Chu-Jing 9, Sparse Planting.

Bars of Cd, Cs, Yd and Ys are standard deviation of five replications.

■: Nipponbare, Kyoto (1991~1994).

Fitted a set of models of intersecting straight lines described by Ohtsuka. Multiple correlation coefficient between original data and estimated Y is significant at the 0.01 probability level ( $R=0.864$ ).

△: Yukihihikari, Hokkaido (1986).

Fitted a regression line. Multiple correlation coefficient is significant at the 0.01 probability level ( $R=0.907$ ).

に  $19 \text{ gm}^{-2}$  以上多い  $328\sim333 \text{ gm}^{-2}$ , 窒素吸収量の最高値より  $2.7 \text{ gm}^{-2}$  以上多い  $23.4\sim23.6 \text{ gm}^{-2}$  において高い籾数生産効率を得たことによる。楡雑 29 号の葉身重, 窒素吸収量は栽植密度によって大差はないので, 疎植区の  $m^2$  当たり籾数が密植区に比べて多いのは籾数生産効率の向上が寄与しているものと考えられる。楚梗 9 号の葉身重, 窒素吸収量, 籾数生産効率はいずれも楡雑 29 号より低かった。

窒素吸収量あるいは葉身重当たりの籾数で表される  $m^2$  当たり籾数の生産効率は寒冷な北海道, 東北で高く, 西日本では低いことはよく知られている<sup>4,5,12</sup>。ゆきひかりと日本晴における葉身重, 窒素吸収量と  $m^2$  当たり籾数との関係は既往の研究とほぼ一致する。籾数生産効率は穎花分化期から出穂期までの気温と密接に関係しているとされているが<sup>12</sup>, 賓川県のその期間の平均気温 ( $24.4^\circ\text{C}$ ) は旭川 ( $20.8^\circ\text{C}$ ) よりも京都 ( $26.6^\circ\text{C}$ ) に近い。籾数生産効

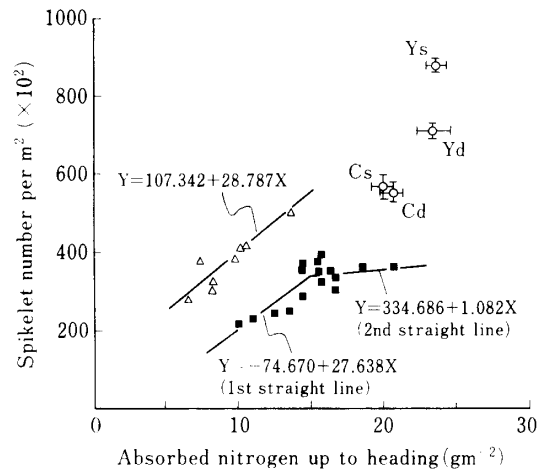


Fig. 3. Relation between absorbed nitrogen up to heading and spikelet number per  $m^2$ .

○: Yu-Za 29, Chu-Jing 9.

Cd, Cs, Yd and Ys: Refer to Fig. 2.

Bars of Cd, Cs, Yd and Ys are standard deviation of five replications.

■: Nipponbare, Kyoto (1991~1994).

Fitted a set of models of intersecting straight lines described by Ohtsuka.

Multiple correlation coefficient between original data and estimated Y is significant at the 0.01 probability level ( $R=0.847$ ).

△: Yukihihikari, Hokkaido (1986).

Fitted a regression line. Multiple correlation coefficient is significant at the 0.01 probability level ( $R=0.917$ ).

率の違いを気温のみに帰することは困難であろう。

### 3. 出穂期における地上部の乾物重, 窒素含有率, および稈長

出穂期における地上部全重, 窒素含有率, 稈+葉鞘重, 葉身重/(稈+葉鞘重), および稈長を第2表に示した。地上部全重は品種間に有意差が認められ, 密植区, 疎植区とも楡雑 29 号が楚梗 9 号よりも大きかった。また, 両品種は日本晴, ゆきひかりに比べて著しく大であった。窒素含有率には大差は認められなかった。したがって, 楡雑 29 号の窒素吸収量の増加は主として地上部全重の増加によるものと考えられる。稈+葉鞘重にも品種間差異が認められ, 密植区, 疎植区とも楡雑 29 号が楚梗 9 号よりも大きく, 日本晴, ゆきひかりよりも著しく大であった。葉身重/(稈+葉鞘重)は楡雑 29 号と楚梗 9 号に有意差はなく, いずれも日本晴, ゆきひかりに比べて明らかに小さかった。楡雑 29 号の稈長は楚梗 9 号とは

Table 2. Dry matter weight, total-nitrogen content and culm length at heading.

Cultivar	Plantng density	Total-top dry weight (gm <sup>-2</sup> )	Total-nitrogen content (%)	Weight of culm and leaf sheath (gm <sup>-2</sup> )	Weight ratio of leaf blade to culm and leaf sheath	Culm length (cm) †
Yu-Za 29	Dense planting (D)	1,681.2 ‡	1.39	1,055.7 ‡	0.31 ‡	92.5 ± 4.7
	Sparse planting (S)	1,662.6 ‡	1.42	1,034.7 ‡	0.32 ‡	92.6 ± 4.3
Chu-Jing 9	D	1,455.6 ‡	1.42	926.4 ‡	0.31 ‡	88.4 ± 5.8
	S	1,317.3 ‡	1.52	822.7 ‡	0.34 ‡	90.0 ± 5.7
Nipponbare #		1,024.7	1.56	576.5	0.49	75.5 ± 4.1
Yukihikari ##		608.4	1.58	334.4	0.43	66.6 ± 3.9
Yu-Za 29	(D vs. S)	ns	—	ns	ns	
Chu-Jing 9	(D vs. S)	*	—	**	ns	
	D (Yu-Za 29 vs. Chu-Jing 9)	*	—	*	ns	
	S (Yu-Za 29 vs. Chu-Jing 9)	**	—	**	ns	

# : Mean value of four plots in the experiment of Kyoto Prefectural University, Kyoto, in 1992.

## : Mean value of eight plots in the experiment of Kamikawa Agricultural Experiment Station, Asahikawa, Hokkaido in 1986.

\*, \*\* : Significant at the 0.05, 0.01 probability levels based on t-test, respectively, ns: Not significant.

‡ : Significant compared with Nipponbare at the 0.01 probability level based on t-test.

† : Data are mean ± standard deviation of 20 to 40 culms of four plants.

Table 3. Internode length of Chu-Jing 9 and Yu-Za 29 at two Planting densities.

Cultivar	Plantng density	Internode (cm) †				
		N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub> and lower internodes
Yu-Za 29	Dense planting (D)	33.0 ± 3.63	22.7 ± 4.64	18.3 ± 2.39	11.7 ± 2.93	6.8 ± 2.34
	Sparse planting (S)	33.5 ± 2.86	24.4 ± 2.08	18.3 ± 3.46	11.6 ± 3.62	4.8 ± 2.28
Chu-Jing 9	D	33.5 ± 4.51	23.5 ± 2.51	18.1 ± 2.30	9.7 ± 3.69	3.6 ± 2.23
	S	32.4 ± 4.99	24.6 ± 2.66	17.7 ± 2.74	11.3 ± 3.62	4.0 ± 3.64
Nipponbare #		34.1 ± 3.23	20.7 ± 3.01	13.6 ± 1.99	6.5 ± 1.83	2.7 ± 2.01

† : Data are mean ± standard deviation of 20 to 40 culms of four plants.

# : Data in the experiment of Kyoto Prefectural University in 1992.

N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub>, N<sub>3</sub> ... indicate 1st, 2nd, 3rd ... internodes from the top, respectively.

大差無かったが、日本晴に比べて 10 cm 以上長かった。このように楡雑 29 号の m<sup>2</sup> 当たり籾数の増加には稈長と非同化器官の増大が伴っている。

稈長が長く、非同化器官への乾物の分配割合が多いことはむだな呼吸の増大によって登熟期の乾物生産を低下させ籾重/地上部全重、籾重/藁重の低下をもたらした。また、倒伏にも悪影響を及ぼす恐れがある<sup>11)</sup>。しかし、楡雑 29 号は著しい多収であり<sup>3)</sup>、稈長、稈+葉鞘重の増大が収量に悪影響を及ぼしているとは考えにくい。

#### 4. 倒伏関連形質

楡雑 29 号、楚粳 9 号の密植区では収穫直前の降雨により試験区の一部になびく程度の倒伏が認められたが、疎植区では倒伏しなかった。

各節間の長さを第 3 表に示した。両品種の節間長

を日本晴と比較すると、最上位節間 (N<sub>1</sub>) および第 2 節間 (N<sub>2</sub>) では有意差はなく、第 3 節間 (N<sub>3</sub>)、第 4 節間 (N<sub>4</sub>)、第 5 以下の節間 (N<sub>5</sub>-) で有意差が認められた。日本晴に比べて 10 cm 以上長い両品種の稈長は N<sub>3</sub> 以下の節間伸長による。挫折型倒伏は N<sub>3</sub>, N<sub>4</sub> の挫折による場合が多い<sup>9)</sup>。両品種の N<sub>3</sub>, N<sub>4</sub> の伸長は倒伏の危険性を高める要素ではあるが栽植密度による差はなく、N<sub>3</sub>, N<sub>4</sub> の伸長のみでは疎植区の耐倒伏性を説明できない。

第 4 表に収量 (E) に占める出穂期前蓄積同化産物の割合 (T/E)、第 5 表には登熟期間における各節間の単位長さ当たり乾物重の変化を示した。T/E は栽植密度間、品種間に有意差が認められ、楡雑 29 号の密植区で最大であった。T/E は収量だけでなく登熟期の稈質とも密接に関係する形質である<sup>2)</sup>。節間ご

Table 4. Contribution ratio of translocation amount of assimilated products(T) stored in the culm and leaf before heading to grain yield(E).

Cultivar	Planting density	Dry weight of whole brown rice (gm <sup>-2</sup> ) (E)	Dry weight increased after heading (gm <sup>-2</sup> ) (ΔW)	Amount of translocation (gm <sup>-2</sup> ) (T)†	T/E (%)
Yu-Za 29	Dense planting(D)	1,092	869	223	20.4
	Sparse planting(S)	1,393	1,318	75	5.4
Chu-Jing 9	D	960	892	68	7.1
	S	976	1,060	-84	-8.6
Yu-Za 29	(D vs. S)	**	**	**	**
Chu-Jing 9	(D vs. S)	ns	**	**	**
	D (Yu-Za 29 vs. Chu-Jing 9)	*	*	**	**
	S (Yu-Za 29 vs. Chu-Jing 9)	**	**	**	**

†: Amount of translocation of assimilated products stored in the culm and leaf before heading (T=E-ΔW).

\*, \*\*: Significant at the 0.05, 0.01 probability levels based on t-test, respectively, ns: Not significant.

Table 5. Change in culm-dry weight per unit length during ripening.

Cultivar	Planting density	Decreasing ratio †				
		N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>5</sub> and lower internodes
Yu-Za 29	Dense planting (D)	-2.01	19.43	21.75	19.23	29.68
	Sparse planting (S)	-6.20	9.96	8.61	9.32	9.38
Chu-Jing 9	D	-4.79	-6.22	11.62	13.84	18.53
	S	-4.78	-3.30	5.48	8.62	8.92

†: (Culm-dry weight per unit length at heading—culm-dry weight per unit length at maturity)/culm-dry weight per unit length at heading ×100. Obtained with four hills without replication.

N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> and N<sub>3</sub>: Refer to Tale 3.

Table 6. Breaking resistance, bending moment and lodging index at maturity.

Cultivar	Planting density	Breaking resistance(g)†		Bending moment ‡		Lodging index #	
		N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>
Yu-Za 29	Dense planting(D)	407.7±129.1	513.8±161.4	865.2±247.3	984.0±335.9	212.2±39.5	191.5±35.9
	Sparse planting(S)	662.7±161.4	679.2±196.0	1029.9±307.1	1276.8±415.7	157.0±39.5	176.5±43.1
Chu-Jing 9	D	411.9±140.9	448.5±194.7	694.5±238.3	846.5±290.9	168.6±39.1	188.7±43.3
	S	526.9±233.4	661.9±287.0	833.7±315.1	1031.1±378.2	164.0±33.2	161.6±28.9

Data are the mean±standard deviation of 15 to 20 culms of four plants.

†: Distance between fulcra was set as 5 cm and measured with leaf sheath attached.

‡: Length from the base of an internode that measured breaking resistance to the top of ear×fresh weight of the same part.

#: Bending moment/breaking resistance×100.

N<sub>3</sub> and N<sub>4</sub>: Refer to Table 3.

とに単位長さ当たり乾物重の減少率をみると N<sub>1</sub> ではむしろ増加し、下位節間ほど減少が著しかった。また、密植区で大きく、疎植区で小さかった。したがって、密植区における T/E の増大は上位節間よりも下位節間の稈質低下を促していると考えられる。

第6表に N<sub>3</sub> および N<sub>4</sub> 挫折重、曲げモーメントおよび倒伏指数を示した。両品種の挫折重は N<sub>3</sub>, N<sub>4</sub> とも疎植区よりも密植区が小さかった。曲げモーメントも密植区が小さかったが、倒伏指数は大きかった。倒伏の危険性は倒伏指数 200 が目安であり、そ

れを越えると倒伏の危険性が高まる<sup>9)</sup>。楡雑 29 号の密植区における  $N_3$  の倒伏指数は 200 を越えた。密植区で倒伏指数の高いことは T/E が大きく、 $N_3$ 、 $N_4$  の単位長さ当たり乾物重の減少が著しいことと密接に関連している。宋ら<sup>10)</sup> は  $F_1$  品種では T/E が大きいことに基づいて、多収性品種の育成において T/E の増大が重要であること指摘した。しかし、T/E の大きい多収事例では倒伏に対して極めて危険な状態になっている<sup>1,2)</sup> ことが指摘されており、安定・多収の観点から T/E を大きくすることには自ずから限界があるであろう。楡雑 29 号の疎植区では  $m^2$  当たり 87,700 粒の粒数を得て T/E は密植区ほど高くなかった。楡雑 29 号の著しく大きな粒数生産は賓川県の慣行の密植栽培よりもさらに疎植条件のもとで耐倒伏性と両立するものと考えられる。

**謝辞:** 本研究を遂行するに当たり国際交流協会の吉田與和博士、中国雲南省体育運動委員会の張俊科長、鄧效源副科長の協力を頂いた。また、取りまとめに当たって山口大学農学部森脇勉教授から有益な助言と校閲を頂いた。ここに記して謝意を表する。

#### 引用文献

1. Amano, T., Q. Zhu, Y. Wang, N. Inoue and H. Tanaka 1992. Case studies on high yields of paddy rice in Jiangsu Province, China. I. Characteristics of grain production. *Jpn. J. Crop Sci.* 62: 267-274.
2. Amano, T., Q. Zhu, Y. Wang, N. Inoue and H. Tanaka 1993. Case studies on high yields of paddy rice in Jiangsu Province, China. II. Analysis of characters related to lodging. *Jpn. J. Crop Sci.* 62: 275-281.
3. 天野高久・師 常俊・秦 徳林・津田 誠・松本保博 1996. 中国雲南省における水稻多収獲の実証的研究. 第1報 ジャポニカハイブリッドライス楡雑 29 号の多収性. *日作紀* 65: 16-21.
4. 松島省三 1974. 稲作の改善と技術. 養賢堂, 東京. 253-280.
5. 村山 登 1982. 収獲漸減法則の克服. 養賢堂, 東京. 27-64.
6. 農林水産省統計情報部 1994. 平成4年産作物統計. 農林統計協会, 東京. 84.
7. Ohnishi, M., J.F. Angus, L. Lewin and T. Horie 1993. A Comparison of the growth and yield of Japanese and Australian rice cultivars at Yanco in Australia. *近畿作物・育種研究* 38: 31-33.
8. 大塚雅雄 1978. 折れ線モデルへのあてはめ. *農研センター報 A* 14: 1-31.
9. 瀬古秀生 1962. 水稻の倒伏に関する研究. *九農試彙報* 7: 419-499.
10. 宋 祥甫・呉 和一・川満芳信 1990. 中国産ハイブリッドライスの物質生産特性. 第2報 収量生産特性. *日作紀* 59: 29-33.
11. 田中 明・山口 淳一 1967. 熱帯稲の増収可能性—水稻群落の乾物生産の解析を中心に—. *農及園* 42: 1321-1328.
12. Yoshida, S. 1981. *Fundamentals of Rice Crop Science*. IRRI, Los Baños, Philippines. 69-84.