

水稻品種“フヨウ”と“アスカミノリ”の苗質と植付け本数
および施肥法が生育・収量に及ぼす影響

稲村達也・大辻純一*・渡辺英信

Effect of Seedling Character, Planting Number,
and Fertilizer Application Method on the Growth
and Yield of the Rice Plant Cultivars “Fuyou” and “Asukaminori”

Tatsuya INAMURA, Junichi OHTSUJI and Hidenobu WATANABE

Summary

This experiment was conducted to clarify the effect of seeding rate per box on the seedling character, and effect of seedling character, planting number per hill, and fertilization on the dry matter production and yield of the varieties Fuyou and Asukaminori.

1. With sparse seeding of seedlings raised in a box, the plant length of seedlings was shorter, the plant age in terms of leaf number was considerably advanced, the above-ground dry weight was greater, and the nitrogen concentration was higher. This efficiency of sparse seeding was more remarkable in the variety Asukaminori than in Fuyou.

2. By varying the planting number per hill and the basal dressing fertilizer, the dry weight of rice plants showed overgrowth in the early stage of growth and undergrowth in the late stage. However, by split application with sparse seeding of seedlings, the overgrowth in the early stage was controlled, the leaf area index was optimum, and the percentage of ripened grains increased and the 1000-kernel weight showed increased yield.

3. If in Asukaminori the nitrogen concentration in leaf blades was high and the photosynthetic products were distributed more to the leaf blades, the overgrowth of leaf area was controlled by less specific leaf area. However, in Fuyou, the overgrowth of leaf area could not be controlled by more specific leaf area.

4. As the internode length shortened in split application, lodging resistance was elevated.

Key words:

character of rice seedling, planting number per hill, fertilization, dry matter production.

c. v. Asukaminori, c. v. Fuyou.

緒 言

奈良県平坦部では古くより「盆ぼめ」または「たらいまけ」と称する初期生育の過剰とこれに続く出穂期以降の生育凋落現象が見られ、その収量不安定性が近年の水稲生産性向上から問題となっている。この現象はワラ出来に因るモミワラ比の低さを特徴とする西南暖地晩植普通期栽培における「秋落ち」¹⁾である。本県平坦部では

固定化した水利慣行²⁾から作期の前進は見られなかったものの、全施用チッソの65%以上が元肥として施用される元肥重点で穂肥の割合が低い施肥体系と、中苗を目標としながら育苗箱当り乾籾を130～150g播種する厚播きによる植えつけ本数の多数化等が「盆ぼめ」を助長していると考えられる。特にこの傾向は平坦の主力品種フヨウで著しいように思われる。

そこで、本報告は機械移植栽培における播種量が苗質に及ぼす影響と、その苗質と植付け本数及び本田の施肥

が水稻の生育・収量に及ぼす影響を調査した。供試品種は奈良県平坦部の45%で栽培されるフヨウト、そのフヨウを対象として1986年に奨励品種となったアスカミノリを用い奈良県平坦部の普通期で検討した。

実験材料および方法

1. 育苗試験

供試水稻品種は1985年フヨウ、1986年フヨウおよびアスカミノリを用いた。箱育苗における播種量と苗質の関係を調べるため、播種量は農家慣行としての乾籾150g/箱と改善型としての乾籾100g/箱の2処理とした。塩水選、種子消毒を行い中苗を目的に5月15日より30日間育苗した。育苗終了後それぞれの葉令、草丈、地上部乾物重およびチッソ濃度を測定した。以後乾籾150g/箱の播種量で育苗された苗を便宜上150g播き苗またはD2、そして乾籾100g/箱の場合を同100g播き苗またはD1と呼ぶこととする。

なお、塩水選は比重1.13で、種子消毒はチウラム・ベノミル剤200倍とMEP剤1000倍液に24時間浸漬して実施した。

2. 本田試験

育苗試験で得られた2種類の苗を供試し6月15日に移植した。施肥法は農家慣行としての元肥重点と、改善

としての穂肥に重点をおく分施肥の2処理とした(第1表)。水稻の生育を均一にするため移植法は手植えとしたが、株当たり植付け本数は田植え機による播き取り量を想定して、100g播き苗は1株3本、150g播き苗は5本と設定した。元肥を中心とする施肥法を以後、元肥型またはN2、穂肥に重点をおく施肥法を分施肥またはN1と呼ぶ。なお苗質と施肥法の組み合わせでD1N1、D1N2、D2N1およびD2N2の4組み合わせができ、一般農家の慣行と考えられる150g播き苗と元肥型を組み合わせた体系(D2N2)を慣行法、100g播き苗と分施肥を組み合わせた体系(D1N1)を改善法と呼ぶこととした。

株の抜き取りは分けつ盛期、最高分けつ期、幼穂分化期、出穂期(8月29日)、登熟初期、登熟中期および成熟期の各期に、実施した。抜き取り株の選定は、1区20株の生育調査個体の平均茎数(出穂以後は穂数)を目安に行い、出穂までは5株をそれ以後は3株を抜き取り、葉面積、部位別乾物重そして葉身中チッソ濃度を測定した。部位別乾物重とは葉身、稈を含む葉鞘、穂および根である。葉面積は4分法により分割した葉身の葉面積を葉面積計により測定し、全乾物重との比率により全葉面積を算出した。葉身中チッソ濃度は、乾物重を測定した後、葉身をケルダール分解し、セミ・マイクロ法により測定した。

両年とも成熟期に穂数と稈長が平均値に近い5個体を

第1表 チッソの施肥法

Table 1 Application method of nitrogen fertilization.

(nitrogen component kg/10 a)

Treatment	Basal	Tillering stage	Panicle formation stage*		Ripening stage	Total
			I	II		
Split application(N1)	3.0	1.0	2.5	2.5	2.0	11.0
Basal application(N2)	8.4	—	2.6	—	—	11.0

*The panicle formation stage I is 20days before of heading, and the stage II is 10days before.

第2表 苗質と植付本数が生育に及ぼす影響

Table 2 Effects of seeding density on seedling characters.

(1985, 1986)

Variety	Seeding density*	Plant length	Plant age in leaf number	Dry weight of top	Nitrogen content
		cm	ℓ	mg/plant	mg/plant
1985	Fuyou 100g/box(D1)	14.8	3.5	41	0.90
	150 (D2)	15.7	2.8	34	0.75
1986	Fuyou 100 (D1)	16.5	3.9	24	0.49
	150 (D2)	17.7	3.8	20	0.41
	Asukaminori 100 (D1)	18.0	4.2	31	0.56
	150 (D2)	19.5	3.7	22	0.46

*The seeding density of 100g/box(D1) is 100g of drying unhulled rice per seeding-raising box, and the 150g/box(D2) is 150g.

抜き取り、収量構成要素の調査を行った。1986年はさらに5個体を抜き取り、全茎の節間長および二次枝梗と穎花の分化・退化・現存数から穂相を調査した。穂相の調査は、1株の全穂を穂長順に並べて遅れ穂を除外したのについて、最長の2穂と最短の2穂のほか穂長中庸の2穂の合計6穂をその株の調査対象とした⁴⁾。収量調査は1区2か所の円形坪刈りを実施した。

除草、病虫害防除および水管理は奈良農試の慣行によった。

結 果

1. 播種量と苗質の関係

品種別で見た箱当たり播種量と苗質の関係を第2表に示した。150g播き苗に比較して、100g播き苗は草丈で1~1.5cm(6~8%)短く、葉令で0.1~0.5葉(3~25%)進んだ、地上部重が4~9mg(20~41%)重く、そして、地上部チッソ量が0.08~0.15mg(20~22%)多い苗が得られた。150g播き苗の葉令の進展は育苗末期に緩慢となったが、100g播き苗では進展が続いた。

これら播きによる健苗化傾向はフヨウに比較してアスカミノリで顕著であった。

2. 苗質・施肥法と水稲生育

1) 部位別乾物重の推移

慣行法と改善法における移植後日数で見た部位別乾物重の推移の一部を第1図に示した。

葉身重、稈を含む葉鞘部重および根重はそれぞれ移植後75日の出穂期まで指数的に増加しその後漸減した。葉身重は、移植直後より慣行法が改善法に比較して常に高く推移し出穂期に慣行法で35~38kg/aとして改善法で30~34kg/aとなり、出穂期における両者の差が2~8kg/aと最も大きくなり、その後は慣行法の減少量が改善法を上回るため徐々に差が縮まり成熟期には逆転する場合も見られた。また、葉鞘部重は慣行法と改善法で差のない場合と、葉身重と同じく慣行法が改善法より常に高く推移し登熟初期に慣行法で72kg/aとして改善法で58kg/aとなり、出穂期における両者の差が14kg/aと最も大きくなり、その後は差が徐々に縮まる場合も見られた。どちらの場合も改善法における成熟期の乾物重の減少割合が慣行法のそれより緩やかとなった。特に、1986年のフヨウでは慣行法の葉身重と葉鞘部重が改善法のそれより非常に高く推移し、慣行法における最大値はそれぞれ38kg/aおよび72kg/aとなり

茎葉の過繁茂が見られた。

根重は出穂期以後、改善法が慣行法より概ね高く推移した。

穂重は幼穂形成後指数的に増加し、出穂20日後より増加速度は漸減し成熟期に至った。改善法の穂重は出穂期以後慣行法より常に高く推移しその差は成熟期に3~7kg/aと最も大きくなった。

2) 葉面積指数および葉面積比

出穂前後日数で見た葉面積指数の推移の一部を第2図に示した。葉面積指数は葉身重と同様に出穂期までは指数的に増加し、出穂期に最大となり以後は漸減した。フヨウ慣行法の葉面積指数は登熟中期まで改善法のそれより高く推移し成熟期には同じか逆転し、出穂期の葉面積指数は慣行法で8そして改善法で6前後であった。アスカミノリの葉面積指数は出穂期まで慣行法と改善法が同様に推移し出穂期に7となり、登熟期間では改善法がやや低く推移した。

出穂前後日数で見た葉面積比の推移の一部を第3図に示した。葉面積をその葉身重で除した葉面積比は移植後急激に減少し出穂後はやや緩やかに減少した。フヨウ慣行法の葉面積比は出穂期まで改善法のそれより高く推移し登熟期から成熟期にかけて逆転した。アスカミノリの葉面積比の推移はフヨウのそれとは逆で分けつ盛期から出穂期まで改善法が高く推移し、登熟期から成熟期にかけて慣行法が概して高く推移した。

3) 葉身中チッソ濃度および分配率

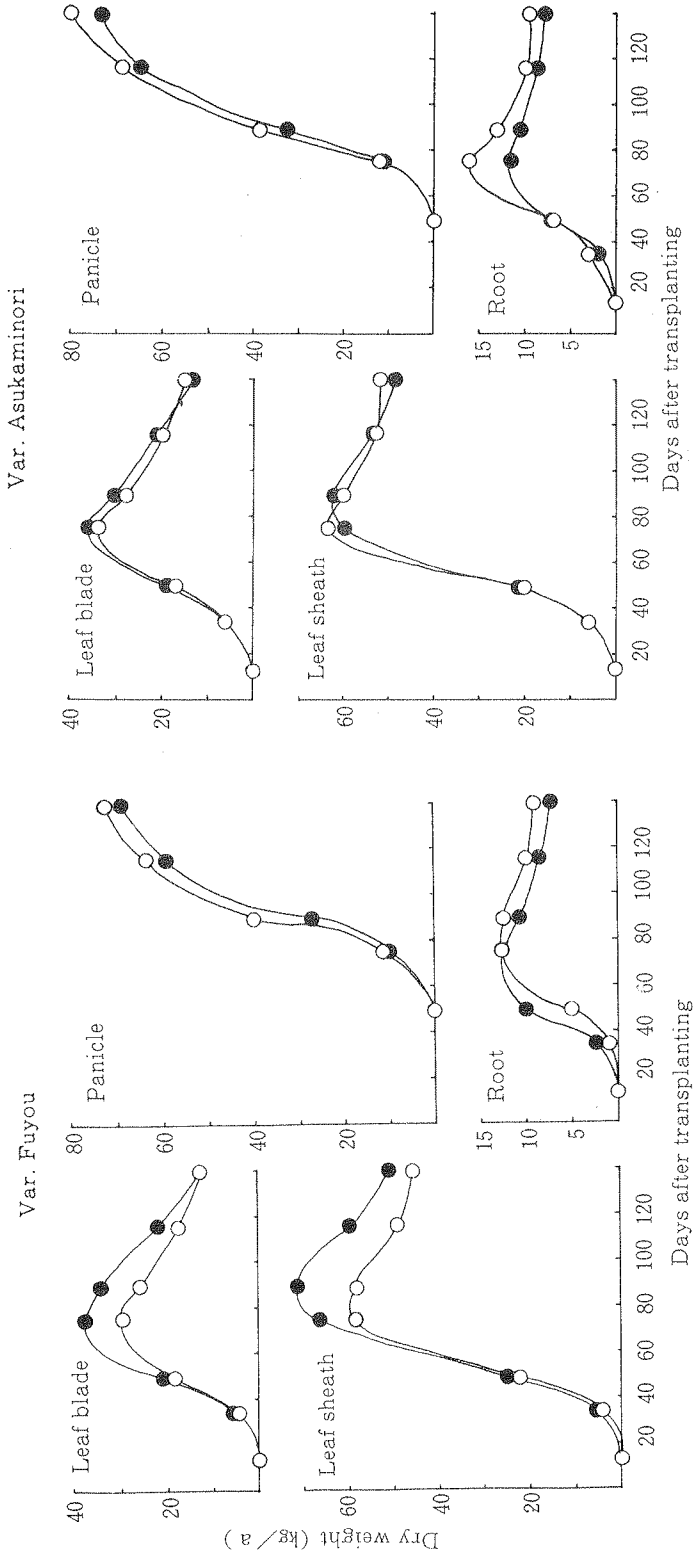
出穂前後日数で見た葉身中チッソ濃度の推移の一部を第4図に示した。葉身中チッソ濃度は分けつ盛期から減少し出穂前後に減少程度がやや緩やかになり、その後は漸減した。1985年のフヨウは出穂期まで慣行法の葉身中チッソ濃度が高く推移し、出穂期に改善法が2.53%そして慣行法が2.32%となり以後改善法が高く推移した。1986年のアスカミノリは前年のフヨウと良く似た傾向を示したが、1986年のフヨウでは最高分けつ期以後前の2者と逆の関係を示し慣行法と改善法の差は非常に小さかった。

葉身に対する光合成産物の分配率の一部を第5図に示した。初期の分配率はフヨウで高く出穂期に近づくるとアスカミノリが高くなった。処理間ではフヨウの一部を除いて慣行法が高く推移した。

4) 節間長

フヨウおよびアスカミノリの各4処理における成熟期の節間長を第6図に示した。なお、 B_0 は穂長、 N_0 は穂を着生している節間、 N_1 は N_0 の下節間を示す。

元肥型に比較して分施肥型はおもに N_1 ~ N_4 の節間長を

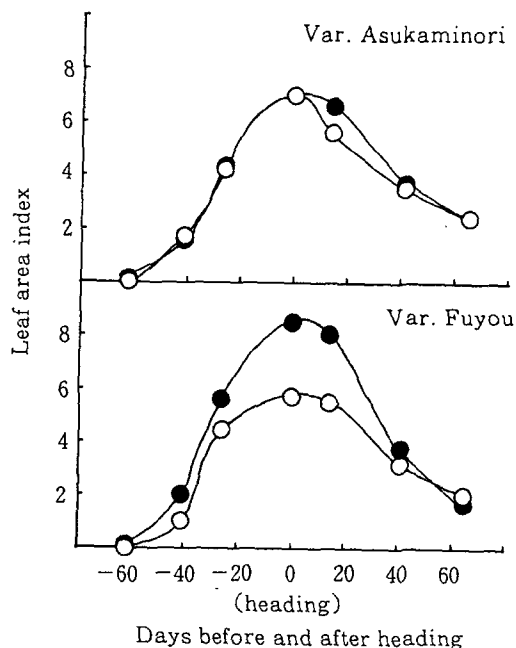


第1図 葉身, 葉鞘, 穂および根部乾物重の推移

Fig. 1 Changes of the dry weight of leaf blade, leaf sheath, panicle and root. (1986)

Note, ○—○ D1 N1, ●—● D2 N2.

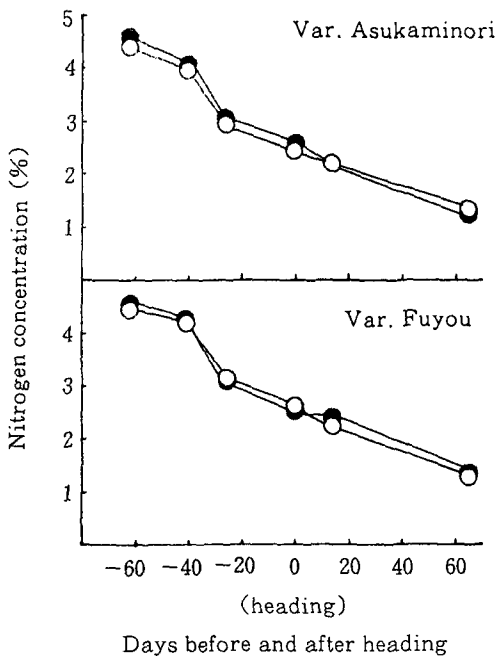
Treatment (D1, D2, N1, N2) are the same as those in table 1 and 2.



第2図 葉面積指数の推移

Fig. 2 Changes of the leaf area index. (1986)

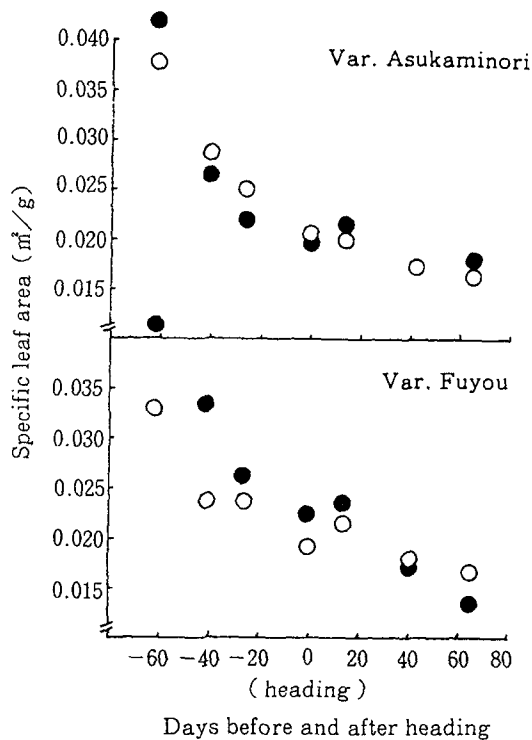
Note, ○—○ D1 N1, ●—● D2 N2.
Treatment (D1, D2, N1, N2) are the same
as those in table 1 and 2.



第4図 葉身中窒素濃度の推移

Fig. 4 Changes of the nitrogen concentration
of leaf blades. (1986)

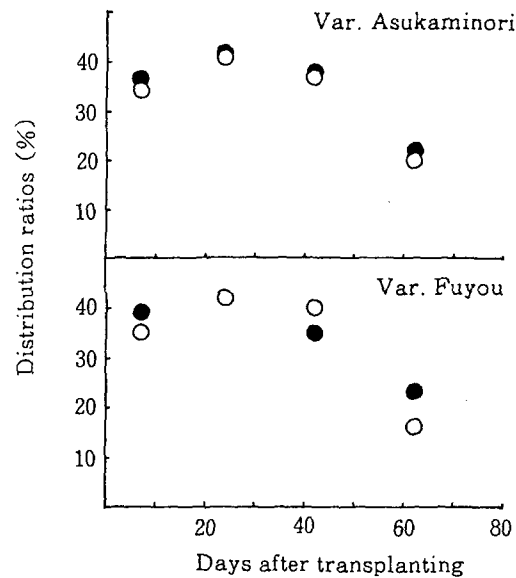
Note, ○—○ D1 N1, ●—● D2 N2.
Treatment (D1, D2, N1, N2) are the same
as those in table 1 and 2.



第3図 葉面積比の推移

Fig. 3 Changes of the specific leaf area. (1986)

Note, ○ D1 N1, ● D2 N2.
Treatment (D1, D2, N1, N2) are the same
as those in table 1 and 2.



第5図 葉における光合成産物の分配率

Fig. 5 Changes of the distribution ratios of
photosynthetic products in leaves (1986).

Note, ○ D1 N1, ● D2 N2.
Treatment (D1, D2, N1, N2) are the same
as those in table 1 and 2.

短縮するが、フヨウの場合 N_0 の節間を逆に長くし、アスカミノリの場合には穂長をもやや短縮した。フヨウ分施肥型における節間の短縮効果は、100g 播き苗の場合 $N_1 \sim N_4$ の節間に長さで 10 ~ 17 mm (7 ~ 13%) と各節間にはほぼ均等に現われたが、150g 播き苗の場合は下部の N_3 , N_4 に長さで 25 ~ 30 mm (22 ~ 53%) と特に強く現われた。アスカミノリ分施肥型における節間の短縮効果はフヨウと同様の傾向にあったが、その効果は 100g 播き苗の場合長さで 5 ~ 17 mm (5 ~ 10%), 150g 播き苗で同 8 ~ 16 mm (10 ~ 32%) とフヨウに比較して小さかった。

1985 年の倒伏は 100g 播き苗で軽減されたが倒伏と施肥法とのあいだには明瞭な関係が見られなかった。1986

年の倒伏は元肥型で見られフヨウが倒伏程度 4 ~ 5, アスカミノリが同 2.5 ~ 3 となり分施肥型ではほとんど倒伏しなかった。倒伏と苗質のあいだには関係が見られなかった (第 4 表)。

5) 穂 相

フヨウおよびアスカミノリの二次枝梗と穎花の分化・退化・現存数を調査し第 3 表に示した。1 穂当り分化二次枝梗数の品種別平均はフヨウが 19.3 本としてアスカミノリが 17.4 本であり、苗質別では両品種とも 100g 播き苗が多くなり、施肥法別では両品種とも分施肥が多くなった。退化二次枝梗数の品種別平均はフヨウが 2.9 本そしてアスカミノリが 2.7 本であり、苗質別では両品種とも 100g 播き苗が多くなり、施肥法別ではアスカミノ

第 3 表 苗質と施肥法が 2 次枝梗および穎花数に及ぼす影響

Table 3 Effects of seedling characters and fertilization on the number of secondary rachis branches and spikelets. (1986)

Variety	Treatment	Number of secondary rachis branches			Number of spikelets		
		differented	reduced	existed	differented	reduced	existed
Fuyou	D1 N1	21.8	2.8	19.0	107.3	0.9	106.4
	D1 N2	19.0	3.1	15.9	96.7	0.3	96.4
	D2 N1	19.2	3.2	16.0	95.9	0.7	95.2
	D2 N2	17.3	2.6	14.7	90.3	0.7	89.6
Asukaminori	D1 N1	19.4	2.4	17.0	105.1	0.2	104.9
	D1 N2	16.4	3.6	12.8	91.0	0.2	90.8
	D2 N1	18.2	1.2	17.0	104.1	0.2	103.9
	D2 N2	15.7	3.4	12.3	87.2	0.5	86.7

*Treatments (D1, D2, N1, N2) are the same as those in table 1 and 2.

第 4 表 苗質及び施肥法が収量, 収量構成要素, モミワラ比および倒伏に及ぼす影響

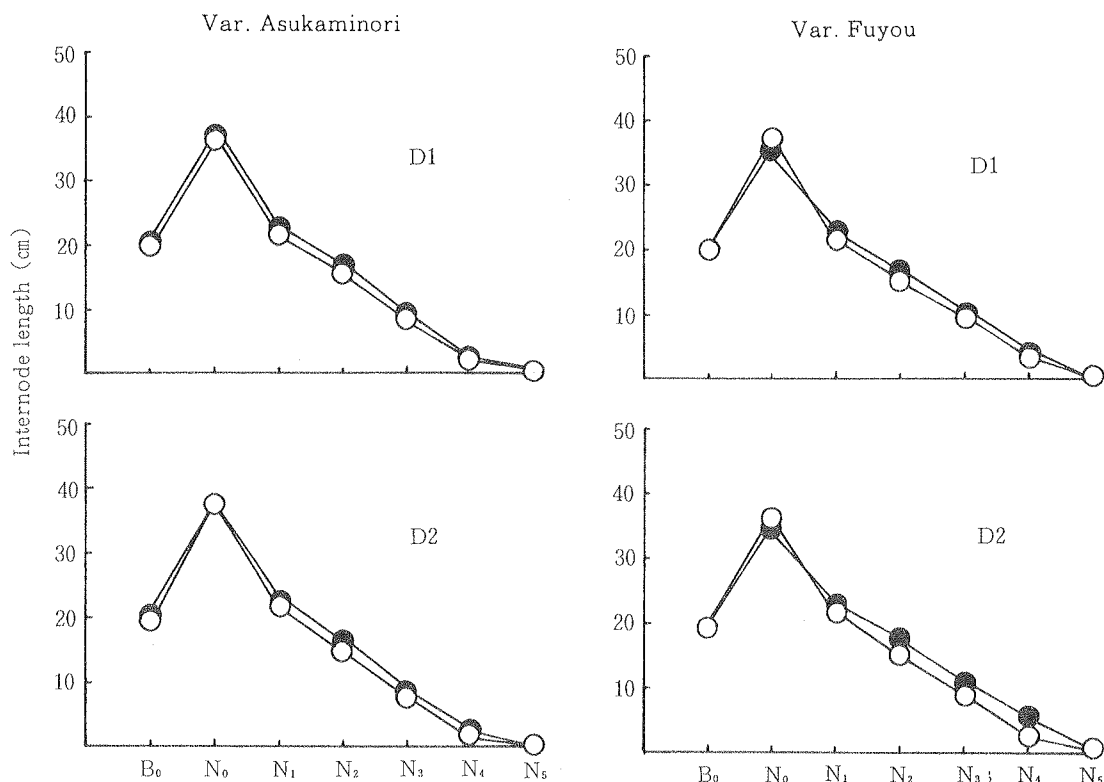
Table 4 Effects of seedling character and fertilization on the yield, yield component, grain-strow ratio and lodging index. (1985, 1986)

Year	Variety	Treatment	Number of ears	Number of spikelets	Percentage ripened grains	1000-kernel weight	Weight of brown rice	Grain-strow ratio ¹⁾	Lodging index ²⁾
			/m ²	×100/m ²	%	g	kg/a		
1985	Fuyou	D1 N1	386	400	63.8	21.2	52.6	0.80	2.3
		D1 N2	409	393	61.0	20.6	51.2	0.74	3.3
		D2 N1	423	411	58.5	21.0	51.8	0.76	4.0
		D2 N2	418	389	62.3	20.7	49.7	0.73	3.8
1986	Fuyou	D1 N1	339	318	74.6	21.7	55.6	0.87	0.5
		D1 N2	354	319	72.5	22.1	54.9	0.81	5.0
		D2 N1	391	396	60.3	21.2	50.0	0.83	0.0
	Asukaminori	D2 N2	404	353	66.7	21.3	47.7	0.73	4.0
		D1 N1	346	315	81.4	22.8	62.0	0.86	0.0
		D1 N2	366	306	82.1	22.5	60.3	0.91	2.5
		D2 N1	347	356	73.2	22.3	62.3	0.85	0.0
		D2 N2	379	356	73.9	22.2	58.8	0.85	3.0

*Treatment (D1, D2, N1, N2) are the same as those in table 1 and 2.

1) Dry weight of unhulled rice / dry weight of straw.

2) 0 ~ 5



第6図 苗質及び施肥法が節間長に及ぼす影響

Fig. 6 Effects of seedling character and fertilization on the internode length. (1986)

Note, ○—○ N1, ●—● N2.

Treatment (D1, D2, N1, N2) are the same as those in table 1 and 2.

B₀:Panicle, N₀:Internode next to panicle, N₁:Internode next to N₀.

りて元肥型が多くなった。そして現存二次枝梗数の品種別平均はフヨウが16.4本そしてアスカミノリが14.7本となり、苗質別では両品種とも100g播き苗が多くなり、施肥法別では両品種と分施肥型が多くなった。穎花数の分化、退化そして現存は二次枝梗数のそれに強く影響され二次枝梗数と同様の傾向を示し、1穂当り現存穎花数の品種別平均はフヨウが96.7個そしてアスカミノリが96.6個とほぼ同数となった。

6) 収量および収量構成要素

2か年の収量および収量構成要素を第4表に示した。穂数は150g播き苗と元肥型で多くなり、両品種とも慣行法が最多で、改善法が最小となった。穎花数は施肥法別では分施肥型が概して多いが、苗質別では150g播き苗が100g播き苗に比較して明らかに多くなった。登熟歩合は穎花数に反比例し100g播き苗が明らかに高くなり、施肥法別では概して元肥型がやや高くなった。千粒重は100g播き苗と分施肥型で高くなった。初稈比はフヨウで

低くアスカミノリで高くなり、両品種とも100g播き苗と分施肥型によって高くなった。

収量は登熟歩合と千粒重の影響を強く受け、100g播き苗と分施肥型で高く、改善法が慣行法より勝った。つまり、フヨウ慣行法の収量は48~50kg/aに対し改善法は53~56kg/aとなりその収量差は3~8kg/aとなった。アスカミノリ慣行法の収量は59kg/aに対し改善法は62kg/aとなりその収量差は3kg/aであった。

考 察

箱当り播種量を慣行の150gから100gに減ざると、草丈が短く葉令の進んだ乾物重の大きなそしてチッソ量の多い中苗が得られる。この場合育苗箱への播種は丁寧に行い種子は必ず常法により塩水選と種子消毒を厳密に実施すれば苗立ちが確実となり、農家の懸念する欠株については問題がなくなる。

初期生育の過剰と出穂期以後に見られる凋落現象は元肥型と150g播き苗との組み合わせによって著しくなった。特に1986年フヨウ慣行法では、出穂期の葉面積指数が8という過繁茂を示しその後の乾物重と葉面積の減少は著しかった。一方、分施肥型と100g播き苗との組み合わせでは葉身重、葉面積および葉鞘部重とも慣行法に比較して抑制され、1986年フヨウ慣行法においても出穂期の葉面積指数は6とほぼ最適葉面積指数に近くなった。従来報告では苗質と生育・収量のあいだに明確な関係を見いだせない場合もあるが¹⁾⁵⁾、本報告では施肥法および苗質と植付け本数の組み合わせが初期生育の過剰と後期生育の凋落を制御する一つの方法と考えられた。

水稲の生育程度を知るうえで重要な葉身の動態は葉身中チッソ濃度、葉身重、葉面積指数および葉面積比の相互関係の上で検討する必要がある。一般にある器管への光合成産物の分配は、その器管の無機養分特にチッソ濃度が関与しているとされている³⁾。ところが第4図と第2図を比較するとアスカミノリでは改善法に比較して慣行法のチッソレベルがフヨウの場合より高いにもかかわらず、葉身重にフヨウほど差がなく、アスカミノリの葉身への光合成産物の分配にチッソ濃度がフヨウほど強く関与していないことをうかがわせた。また、葉面積指数は出穂期までアスカミノリにおいて慣行法と改善法でほとんど差がなく出穂期の葉面積指数が7程度なのに対しフヨウでは出穂期の葉面積指数で2以上の開きがあった。これは葉面積をその葉身重で除した葉面積比に関係があると考えられた。つまりアスカミノリでは慣行法のように葉身中チッソ濃度が高く光合成産物の分配は多くなる場合は葉面積比が小さくなり葉身が厚くなって葉面積の拡大を防ぎ、改善法のようにチッソ濃度が低く光合成産物の分配が少なくなる場合は逆に葉面積比が大きくなり葉身が薄くなって葉面積を維持すると考えられる。ところがフヨウでは慣行法のように葉身中チッソ濃度が高く光合成産物の分配が多くなる場合は葉面積比が大きくなり葉身が薄くなり葉面積がからに増大し受光態勢を悪くしていると考えられる。

耐倒伏性の向上には苗質と植付け本数の効果は小さかったが、施肥法の効果が大きく両品種とも分施肥により耐倒伏性が向上した。これは分施肥によって穂の着生する節間より数えて第1から第4節間($N_1 \sim N_4$)が短縮されたためであった。

100g播き苗と3本植えおよび分施肥による収量の向上は、籾率および登熟歩合と千粒重の向上の影響を強く受けており、楠谷の報告²⁾とよく一致する。籾率の向上は分施肥および100g播き苗と3本植えによる初期

生育の抑制と後期生育の維持によると考えられ、登熟歩合と千粒重の向上は分施肥と100g播き苗と3本植えによる葉面積指数の適正化(特にフヨウ)と分施肥による耐倒伏性の向上によると考えられた。

奈良県では機械移植栽培が93%を占めそのほとんどがバラ播き育苗である。その箱当り播種量は移植時の欠株を恐れるあまり乾初重で130g~150gの厚播きとなり、そのため1株当たり植付け本数は3~9本の太植えとなると見られている。一方、本田の施肥法を土壌環境基礎調査から見ると、本田の10a当り総施用チッソ量14.2kgのうち9.3kgが元肥として施用されており、一般農家における元肥の総チッソ施用量に占める割合は65%以上と考えられる。これらの技術的問題が「盆ぼめ」または「たらいまけ」と称する秋落ち現象を助長している。

今後、平坦の主力品種フヨウおよび作付け面積が増加すると予想されるアスカミノリでは薄播きによる苗質改善と細植えおよび穂肥を重点とする施肥改善により初期生育の適正化と後期生育の凋落防止が計られモミワラ比が改善され、耐倒伏性の向上と千粒重および登熟歩合の向上により収量の安定化が計られるものと期待される。

摘 要

本報告は、機械移植栽培における播種量が苗質に及ぼす影響とその苗質と植付け本数および本田の施肥法が水稲の生育・収量に及ぼす影響を水稲2品種フヨウ、アスカミノリについて検討したものである。

1. 薄播きにより健苗が育成され、この効果はアスカミノリで顕著であった。
2. 初期生育が過剰で後期生育が凋落する現象は厚播きによる植え付け本数の多数化と元肥中心の施肥により助長され、分施肥および薄播き苗と細植えの組み合わせにより抑制され葉面積が適正となり登熟歩合と千粒重が向上した。
3. 葉身中チッソ濃度が高く葉身への光合成産物の分配が多い場合アスカミノリでは面積比が小さくなり過剰な葉面積の拡大が抑制されたのに対して、フヨウでは逆に葉面積比が大きくなり葉面積の過剰な拡大が見られた。
4. 分施肥により節間長が短縮され耐倒伏性が向上した。

引用文献

1. 天野高久. 1984. 水稲冷害に関する作物学的研究. 北海道立農業試験場報告 46: 1 - 67.
2. 楠谷彰人. 1986. 北限地帯における水稲の生産生態に関する研究. 日作紀 55: 526 - 532.
3. 戸刈義次. 1975. 作物の光合成と物質生産. 養賢堂. 283 - 285.
4. ———・天谷克巳. 1985. 最新稲作診断法. 下巻. 農業技術協会. 55 - 71, 135 - 150, 168 - 181.
5. 吉田 浩・大沼 濟. 1968. 水稲多収技術における苗の問題点. 農業技術 23: 565 - 568.
6. 吉野川分水史. 1977. 奈良県. 297 - 304.