

水稻品種の混植による倒伏防止に関する研究(4):

誌名	日本作物學會紀事
ISSN	00111848
著者	高屋, 武彦 高橋, 均 伊藤, 昌光
巻/号	56巻3号
掲載ページ	p. 322-328
発行年月	1987年9月

水稻品種の混植による倒伏防止に関する研究

第4報 混合条播栽培における倒伏防止と増収効果*

高屋 武彦・高橋 均**・伊藤 昌光***

(農林水産技術会議事務局, **北陸農業試験場, ***四国農業試験場)

昭和61年10月28日受理

前報までに、倒伏し易い品種コシヒカリに短稈で倒伏し難い系統関東100号を混植^(*)することにより顕著な倒伏防止効果とこれに伴う増収効果が得られること⁽⁷⁾、これらの効果の発現には混植による受光構造の改善が関与していること⁽⁸⁾を示し、さらに、いくつかの品種組合せ試験の結果、組合せ品種の草丈差と倒伏防止効果および品種間競争との間には密接な関係があること⁽⁹⁾などを明らかにしてきた。しかし、これらはいずれも2つの品種を2条あるいは1条ずつ交互に混植する様式で得られた結果であった。

混植の様式としてはこのほかに種子籾を一定の割合で混合する方法が考えられる。混植方法が異なればそれらの効果や機作は当然違ってくるのが予想される。また、品種間競争は多肥条件で大きく現われ^(1,8,10)、さらに混植割合が異なるとそれぞれの品種の競争力の発現程度も違ってくる⁽¹⁵⁾といわれている。

そこで本報では、2品種を混合して条播する様式で品種の構成割合および施肥水準を変えた場合の群落の倒伏抵抗性および収量などについて検討した。その結果、混合条播栽培においても、これまでの条交互混植と同様、倒伏防止効果と増収効果が得られるが、その効果の程度および品種間競争の様相などは品種の構成割合、施肥水準等によって種々異なること、混合群落の倒伏抵抗性や収量はそれらの要因を説明変数とした重回帰式で表わせること、などが明らかになったのでここに報告する。

*大要は第166回講演会(昭和53年10月)において発表。

注) これまで本研究では、直播の場合を「混播」、移植の場合を「混植」、両者を含めて「混作」と称してきたが、異なる作物の「混作」⁽⁹⁾と区別して、今後は既応の研究^(1,4,12,15)の表現に準じて、特に断らないかぎり、直播、移植を問わず「混植」と称する。

材料と方法

1977年に農事試験場(埼玉県鴻巣市)において、コシヒカリと関東100号を供試し、乾田直播栽培で実施した。

試験区: 品種構成5水準と施肥量5水準を組合せ2反復で実施し、1区面積は12m²とした。

品種構成: コシヒカリ: 関東100号の混合割合を100:0, 75:25, 50:50, 25:75, 0:100(各%)の5水準とし、乾籾種子の重量割合で混合した。種子籾千粒重はコシヒカリ25.5g, 関東100号25.8gであった。

第1表 施肥量および施用時期。

水 準	基 肥	湛 水 始 間	中 肥	穂 肥	実 肥
① 極少肥	1	1	0	1	0.5
② 少 肥	2	2	0	2	1.0
③ 標 肥	3	4	1	3	1.5
④ 多 肥	4	6	2	4	2.0
⑤ 極多肥	5	8	3	5	2.5
月/日	5/10	6/22	7/7	8/1	8/28

基肥、湛水開始時追肥は三要素を、その後は窒素とカリを施用。単位: kg/10a。

施肥: 第1表に示すように施肥量を5水準とした。このほか、基肥として全区に珪酸苦土石灰を120kg/10a施用した。

播種: 5月11日、テープシードを使用し、条間30cm、播種量3kg/10a(約5.5cmに2粒、121.3粒/m²)に設定して、条播した。

倒伏関連形質の調査: 出穂約15日後、各区から0.5m×2ヶ所の稲株を抜き取り、品種別に主稈又は第1次分げつを各々10本選んで供試した。挫折重はEO-3型茎稈挫折強度試験機を用い、第4節間中央部を葉鞘付きで短径の方向に引いて測定した。倒伏指数は「(稈長+穂長)×地上部重÷挫折重×100」で算出し、倒伏程度は完全倒伏を4、無倒伏を

0として稲体の傾斜角度・倒伏面積により分級した。なお、品種をこみにした混植区の倒伏指数は、各品種の穂数割合による加重平均で示した。

精籾収量と収量構成要素の調査：各区3.6m²を株単位で抜き取り、品種を選別して分けて脱穀し、粗粒全量を比重選(1.06)して調査する方法をとった。

結 果

1. 倒伏状況

第2表に、施肥処理3水準について倒伏状況を示した。倒伏は出穂15日後頃の降雨によって発生し、その後は降雨のたびに倒伏程度が増した。しかし、32日後以降はほとんど変化がなかった。同一施肥条件ではコシヒカリの割合が多い区ほど、また混合割合が同じ場合は施肥量が多い区ほど、早くから倒伏が始まり、倒伏程度も大きかった。すなわち、混植による倒伏防止効果は関東100号の割合が多いほど大であった。

2. 混合群落の品種構成と倒伏指数との関係

第1図に明らかなように、群落の倒伏指数は、同一施肥水準では関東100号の混合割合が多いほど小さく、品種構成が同じ場合は施肥水準が低いほど小

第2表 倒 伏 の 推 移。

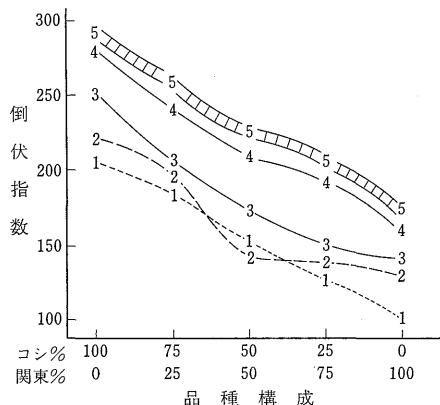
施肥水準	品種構成 コシ・関東 (%)	出穂後日数			
		16日	20日	25日	32日
① 極少肥	100・0	0.3	0.8	1.0	2.1
	75・25	0	0.3	0.3	1.2
	50・50	0	0	0	0.5
	25・75	0	0	0	0
	0・100	0	0	0	0
③ 標肥	100・0	1.5	2.3	3.3	3.8
	75・25	0.5	1.5	2.0	2.5
	50・50	0	0.3	0.3	1.4
	25・75	0	0	0	0.3
	0・100	0	0	0	0
⑤ 極多肥	100・0	1.8	3.3	3.5	4.0
	75・25	1.0	2.6	3.4	4.0
	50・50	0.5	1.8	2.1	2.9
	25・75	0	0.4	0.6	2.0
	0・100	0	0	0	0

倒伏程度：0(直立)~4.0(完全倒伏)。

出穂期：8月20日前後。

② 少肥区、④ 多肥区の記載は省略した。

コシ：コシヒカリ } 以下の表、図においても同様
関東：関東100号 }



第1図 混合群落の品種構成と倒伏指数との関係、注1) 図中の数字は施肥水準を示す。

注2) $I = 185 + 20.5x_1 - 1.464x_2 + 0.0036x_2^2$, $r = 0.982^{**}$ 但し、 x_1 : 施肥水準、 I : 倒伏指数、 x_2 : 関東100号の割合(%)。

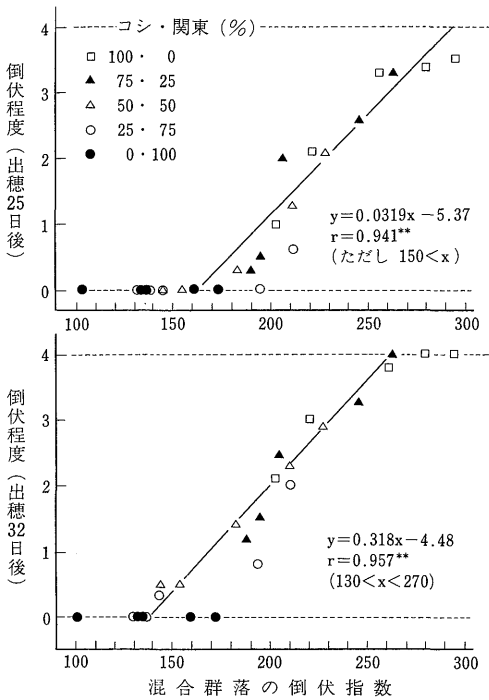
さかった。そして図の注2)に示したとおり、倒伏指数(I)は施肥水準(x_1)とは正の直線回帰が、品種構成(x_2 : 関東100号%)とは右下りでやや凹の2次曲線回帰がよく当てはまる関係にあり、これらを合成した回帰式から算出した値と実測値の間には $r = 0.982^{**}$ の高い相関関係を認めた。すなわち、この様式の混植群落の倒伏指数は、その品種構成と施肥量によって大方決定されることが明らかになった。

3. 倒伏指数と倒伏程度との関係

第2図に示したように、いずれの時期の倒伏程度も倒伏指数との間に、高い正の相関関係があった。すなわち、出穂後日数によって倒伏が認められる倒伏指数の下限は異なるが、いずれも一定の値以上で直線的に倒伏程度は増加した。したがって、群落の倒伏指数は、よくその倒伏抵抗性を示していると言えよう。ただし、詳細に検討すると、同じ倒伏指数でも25:75区の倒伏程度は他の区に比べてやや小さい傾向を認めた。

4. 諸形質に及ぼす混植の影響

第3表に明らかなように、コシヒカリの稈長は混植によりやや短縮し、逆に関東100号のそれは伸長する「背揃い現象」⁵⁾が認められ、挫折重ではコシヒカリが増大し、関東100号では減少する傾向を認めた。これらの変化に伴い、表には示さなかったが、コシヒカリの倒伏指数は単値区よりも減少し、逆に関東100号のそれは増大した。以上の変化はいずれの品種もその混合割合が少ないほど大きい傾向があった。



第2図 混合群落の倒伏指数と倒伏程度との関係。

穂数および籾数/m²では、コシヒカリは全体として混植により減少し、関東100号では増大する傾向を認めた。施肥水準別にみると、少肥条件ほどコシヒカリの減少、関東100号の増加は顕著であったが、施肥量増加に伴ってこの傾向は小さくなり、極多肥条件の一部ではこの関係は逆転した。

コシヒカリの登熟歩合は混植によって増加し、関東100号では減少した。これらの変化は両品種ともその混合割合が少ないほど大きかった。コシヒカリの精籾収量は、この登熟歩合の増加傾向をよく反映し、極少肥区の一部を除いて、混植により増収した。極少肥の一部における減収は、籾数減によるものであった。一方、関東100号では、極少肥区および少肥区では籾数増加が反映してやや増収したが、標肥以上の多肥条件では登熟歩合の減少により減収した区が多かった。

5. 混植による増収効果

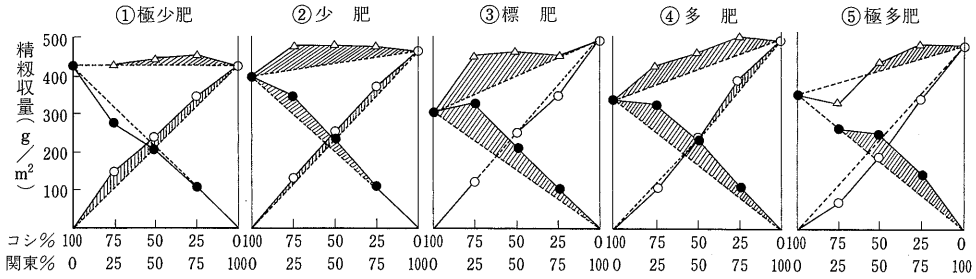
品種別および品種のこみの精籾収量を、第3図に収量図 (yield diagram)^{14,20)}として示した。品種こみの収量は、極多肥の75:25区を除いて、期待値¹⁵⁾(両単植を結ぶ点線)を上まわった。この混植による増収は、極少肥では関東100号の、少肥では両品種の、標肥以上ではコシヒカリのそれぞれ増収

第3表 混植が各品種の諸形質に及ぼす影響 (単植対比%)。

施肥水準	品種構成 コシ・関東	稈長		挫折重		穂数/m ²		籾数/m ²		登熟歩合		精籾収量	
		コシ	関東	コシ	関東	コシ	関東	コシ	関東	コシ	関東	コシ	関東
① 極少肥	75・25	100	103	92	93	84	142	87	149	99	95	87	140
	50・50	99	103	100	96	92	112	94	118	102	94	98	111
	25・75	95	106	94	98	94	105	96	110	106	97	102	108
② 少肥	75・25	99	100	111	78	89	106	91	110	127	101	116	110
	50・50	92	97	104	98	79	100	87	105	130	105	115	107
	25・75	91	96	99	101	78	101	86	104	117	104	104	107
③ 標肥	75・25	98	106	91	83	100	111	110	105	144	96	145	99
	50・50	99	104	101	94	89	104	92	109	153	95	142	102
	25・75	93	100	109	97	86	104	91	105	153	92	143	94
④ 多肥	75・25	99	104	113	90	101	103	101	108	128	79	129	83
	50・50	95	104	106	89	107	112	103	106	129	91	136	93
	25・75	92	103	106	97	88	109	89	107	140	99	131	104
⑤ 極多肥	75・25	99	100	105	74	102	97	101	86	97	72	100	56
	50・50	98	101	123	76	106	98	109	93	123	86	141	78
	25・75	95	99	110	89	104	112	106	102	144	98	160	95
混植による変化 同上の有意性		減	増	増	減	減	増	減	増	増	減	増	—
		**	*	+	**	*	*	*	*	**	*	**	N.S.

注1) 稈長, 挫折重, 登熟歩合は、混植区における各品種の単植区に対する百分比で、穂数, 籾数/m², 精籾収量は、各品種の単植区の値に構成割合を掛けた値に対する百分比で示した。

注2) **:1%, *:5%, +:10%, N.S.:有意差なし。



第3図 品種別および品種こみの収量。

●：コシヒカリ，○：関東100号，△：品種こみ。斜線部分は混植による増収部分。

によるものである。品種構成の面から検討すると、75:25区の品種こみの収量は施肥条件による変動が大きく、少肥、標肥、多肥での増収効果は大きかったが、極少肥では期待値と大差なく、極多肥ではむしろ減収した。他の構成割合の組合せでは、いずれも期待値以上の値を示した。

6. 混合群落のわら重・収量と各種要因との関係

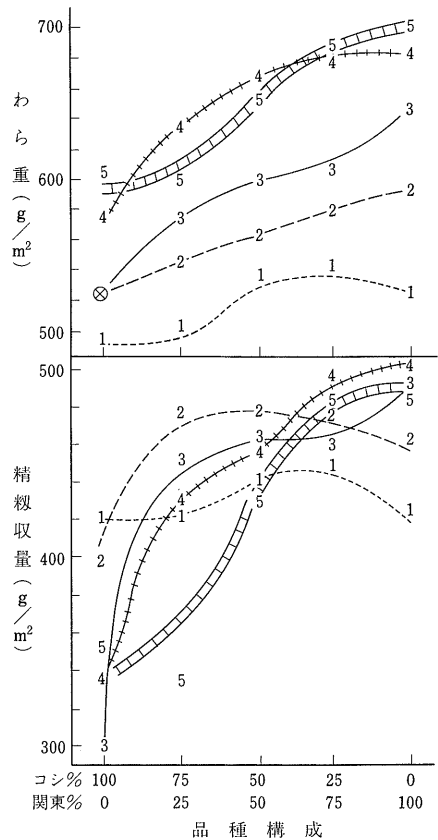
品種をこみにした混合群落のわら重および精収量を第4図に示した。わら重は関東100号の混合割合が多いほど大きく、施肥量の増加とともに増大したが、多肥区以上での増加は認められなかった。精収量の場合は、わら重のように単純な変化ではなく、コシヒカリの割合が多い場合は少肥条件で、関東100号の割合が多い場合は多肥条件で多収になる傾向を認めた。

第4図の曲線の変化を、施肥水準および品種構成を説明変数として、重回帰式を適用してみたのが第4表の①、②である。わら重では寄与率91%と高かったが、収量では64%とやや低い値を示した。そこで説明変数を施肥水準と出穂30日後の倒伏程度としたところ、わら重では寄与率が94%とやや高められ、収量においては91%まで大きく高められた。このことから、わら重は施肥水準と品種構成の、ともに人為的に制御しうる要因によっておよそ決定されるが、収量は施肥水準に加えて登熟期の倒伏程度の大きさによって決まってくるのが明らかになった。

考 察

1. 倒伏および倒伏関連形質について

倒伏防止を目的として、倒伏し難い品種を種々の割合で混合し、その効果を調べた研究としては、ライ麦で GRAFIUS²⁾ が、水稻で猪山⁷⁾、国武¹³⁾ が行なっており、いずれも倒伏し難い品種の割合が大きいほど倒伏防止の効果は高かった。本実験においても



第4図 混合群落のわら重および精収量。図中の数字は施肥水準を示す。

関東100号の混合割合が多いほど倒伏防止の効果は高く、これらの試験と同様の結果であった。

混植群落の倒伏程度は倒伏指数と高い相関が認められた(第1図)。この結果は本研究第1報¹⁷⁾の条交互混植で得られた結果と同様であった。両品種の倒伏関連形質に及ぼす混植の影響についても、条交互混植で得られた結果と同様、コシヒカリの形質的な倒伏抵抗性は増し、関東100号で減少する傾向が認められた。

第4表 混植群落のわら重・収量と各種要因との関係 (混合条播の場合)。

重回帰式	重相関係数	寄与率
① $y_1 = 417 + 60.9x_1 - 4.49x_1^2 + 0.85x_2$	0.954**	91%
② $y_2 = 343 + 24.5x_1 - 4.79x_1^2 + 2.68x_2 - 0.016x_2^2$	0.806**	64%
③ $y_1 = 483 + 47.0x_1 - 6.58z^2$	0.968**	94%
④ $y_2 = 426 + 15.5x_1 + 26.0z - 16.5z^2$	0.954**	91%

y_1 : わら重 (g/m²). x_1 : 施肥水準. z : 倒伏程度 (出穂後 30 日).
 y_2 : 収量 (g/m²). x_2 : 関東 100 号割合 (%).
 寄与率: (重相関係数)² で回帰式のあてはめの成功の測度となるもの。

混植群落の倒伏指数は、施肥量と品種構成の 2 つの要因でほぼ決定されることが、重回帰式の適用により示された (第 1 図)。この場合、施肥水準とは直線の関係にあるが、品種構成とは両端で高い 2 次曲線関係が認められた。すなわち混植区の倒伏指数は、両単植の値から算出した期待値に比べて 50:50 区で平均 6.4% 低く、混植区全体では平均 5.1% 低かった。この原因の 1 つは、混植によりコシヒカリの穂数が減少し、関東 100 号で増加したため、混植区全体の倒伏指数を算出する場合に使用した穂数による品種構成が、播種時の構成比よりコシヒカリの割合が小さくなったことにある。ちなみに、混植区の倒伏指数を各品種の穂数割合でなく、構成割合による加重平均で算出すると期待値に比べて平均 2.7% 小さいにすぎなかった。従って平均 2.4% (5.1-2.7) が穂数の変化による部分で、残りの 2.7% がコシヒカリの倒伏指数の減少分が関東 100 号の倒伏指数の増加分を上まわった部分と考えられる。

混植群落の倒伏抵抗性が期待値以上であった例は、GRAFIUS²⁾ や猪山⁷⁾ の実験結果の中にも認められるが、その原因については言及されていない。

2. 収量および収量構成要素について

前報までに検討してきた条交互に混植する方法では、草丈の高い品種 (コシヒカリ) が収量構成要素においても優勢であった。しかし、本実験のような種子糶で混合する方法では、登熟歩合および収量ではこれまでと同様コシヒカリがほとんどの区で優勢を示したが、穂数、籾数では特に施肥水準の低い条件で逆に関東 100 号が優勢であった。この原因については、今後再び検討する予定であるが、混植方法の違いによって品種間競争の発生する時期および部位などが異なったためと考えられる。

秋浜¹⁾ によれば、競争力の強い品種は生長の全期間を通じて各形質で常に優勢であったという。しかし、本実験の結果、穂数、籾数のように比較的早い

時期に決定する形質では関東 100 号の方が優勢を示し、登熟歩合、収量のように後期に決定する形質ではコシヒカリにおいて優勢を示す場合もあることが明らかになり、品種間競争の優劣関係は生育期間中に逆転する場合もありうるが示された。

2 つの品種あるいは作物を種々の割合で混植して、競争現象等を検討するいわゆる replacement series design の試験は数多く^{2,3,6,11,14,16,20)} 行なわれているが、倒伏防止を意図したものは少なく^{2,6)}、本実験のように構成割合と同時に施肥量の影響も検討した例は見当たらない。

本実験の結果、混合条播による増収効果は施肥水準によって異なり、極端な少肥条件や多肥条件では効果は小さいが、適正な施肥量の範囲では明らかに期待値以上の収量が得られることがわかった (第 3 図)。またこの傾向はコシヒカリの割合の多い条件ほど顕著であった。両極端の施肥条件で増収効果が認められなかった理由は、極少肥では倒伏の影響が小さ過ぎて、極多肥では逆に倒伏の影響が大き過ぎて、いずれも倒伏防止の効果が十分に発揮されなかったためであろう。

収量に倒伏が大きく影響したことは、収量が施肥水準と倒伏程度の 2 要因により、高い寄与率を持つ重回帰式 (第 4 表—④) で示されたことから明らかである。なお、この式の中で倒伏程度 (z) を含む項は $(+26.0z - 16.5z^2)$ で正と負が含まれている。このことは、数字の上からは $26.0z > 16.5z^2$ すなわち、 $z < 1.58$ の時は増収要因として、 $26.0z < 16.5z^2$ すなわち $z > 1.58$ の場合は減収要因として作用することになる。これは稔実が良くてやや傾く程度するとき、水稻は最も多収になるという一般的な経験とも一致している。しかし、これは結果であって、傾斜することが増収に結びつくものでなく、倒伏程度が 1.58 までは減収要因として作用しないと解釈すべきものであろう。

摘 要

コシヒカリと関東100号を種子粃で混合し、条播栽培の条件において、品種の構成割合と施肥量が混植群落の倒伏抵抗性並びに収量に及ぼす影響を検討した。

1. 同一施肥条件では、関東100号の割合が多いほど倒伏防止効果は大きく、コシヒカリの形質的な倒伏抵抗性も大であった。混植によりコシヒカリでは稈長がやや短縮し、挫折重が増大するなど形質的な倒伏抵抗性の強化を認めたが、関東100号では逆の変化が認められた。これらの変化はいずれもその構成割合が少ないほど大きかった。

2. 混植による増収効果は、倒伏の影響が少ない極少肥条件や倒伏防止が不十分な極多肥条件では小さいか、もしくは認められなかったが、倒伏防止効果の高い中庸な施肥水準では期待値以上の収量が得られ、混植による明らかな増収効果を認めた。

3. 混植区のコシヒカリの登熟歩合および収量は単植区よりも増大し、これまでの条交互混植と同様コシヒカリ優勢が認められた。しかし、穂数および粒数においては、特に施肥量の少ない条件で関東100号が増加してコシヒカリが減少する傾向が認められ品種の優劣関係が生育期間中に逆転したことが推察された。

4. 群落の倒伏程度と倒伏指数との間に高い正の相関が認められた。その倒伏指数(I)は施肥水準(x_1)と関東100号の構成割合(x_2)を説明変数とする重回帰式 $I = a + bx_1 - cx_2 + dx_2^2$ で、収量(y)は施肥水準と出穂30日目の倒伏程度(z)を説明変数とする重回帰式 $y = e + fx_1 + gz - hz^2$ で、いずれもよく表わし、量的に把握できることが明らかになった($a \sim h$ はいずれも正の係数)。

引用文献

- 秋浜友也 1971. イネ育種における競争の役割の究明とその応用に関する研究. 農技研報 **D22**: 23—69.
- GRAFIUS, J.E. 1966. Rate of change of lodging resistance, yield, and test weight in varietal mixtures of oats, *Avena sativa* L. Crop Sci. **6**: 369—370.
- HARPER, J.L. 1977. The effects of neighbours. In Population Biology of Plants. Academic Press, New York. 151—384.
- 星野次汪 1974. 圃場における作物品種間の競争. 農及園 **49**: 1207—1212.
- 穂積和夫 1973. 植物の相互作用. 生態学講座 10. 共立出版, 東京. 5—7.
- 猪山純一郎 1971. 水稲多系混合品種の生産力に関する研究. 第1報 組合せ品種および混合割合の差異による収量性の変化. 日作九支報 **36**: 79—81.
- 1971. ————. 第2報 混合品種の倒伏抵抗性などの特性および葉層分布の変化. 日作九支報 **36**: 82—84.
- JENNINGS, P.R. and J. DE JESUS, JR. 1968. Studies on competition in rice. I. Competition in mixtures of varieties. Evolution **22**: 119—124.
- 川原治之助 1977. 作付様式. 混作. 野口弥吉監修, 農学大事典. 養賢堂, 東京. 1456—1457.
- KAWANO, K. and A. TANAKA 1967. Studies on the competitive ability of rice plant in population. J. Faculty Agric. Hokkaido Univ. **55**: 339—362.
- KHALIFA, M.A. and C.O. QUALSET 1974. Intergenotypic competition between tall and dwarf wheats. I. In mechanical mixtures. Crop Sci. **14**: 795—799.
- 木下 収 1973. 水稲の群落構造に関する作物生態学的研究. 第10報 熟期の異なる品種を混植した場合の群落構造. 日作紀 **42** (別2): 53—54.
- 国武正彦 1974. 米質をめぐる諸問題 (11) 新潟県における産米改良の歩み. 農業技術 **29**: 145—151.
- 小川房人 1980. 個体群の構造と機能 (植物生態学講座 5). 朝倉書店. 東京. 113—116.
- 酒井寛一 1973. 生態遺伝学 (生態学講座, 26). 共立出版, 東京. 64—79.
- SANO, Y., R. SANO and H. MORISHIMA 1984. Neighbour effects between two co-occurring rice species, *Oryza sativa* and *O. glaberrima*. J. Applied Ecol. **21**: 245—254.
- 高屋武彦・宮坂 昭 1981. 水稲品種の混作による倒伏防止に関する研究. 第1報 数種の条交互による倒伏防止と増収効果. 日作紀 **50**: 357—364.
- ・本田太陽 1984. ————. 第2報 条交互水稲の生産構造と物質生産. 日作紀 **53**: 94—101.
- ・伊藤昌光 1985. ————. 第3報 組合せ品種の草丈差と倒伏防止効果および品種間競争との関係. 日作紀 **54**: 170—176.
- WILLIAMS, W.A., C.L. TUCKEL and F.P. GUERRERO 1978. Competition between two genotypes of lima bean with morphologically different leaf types. Crop Sci. **18**: 62—64.

Prevention of Lodging by Mixed Planting of Rice Varieties

IV. Effects of seed-blends row seeding on lodging and yield

Takehiko TAKAYA, Hitoshi TAKAHASHI* and Masamitsu ITO**

(Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council Secretariat,
Chiyodaku, Tokyo 100, *Hokuriku National Agricultural
Experiment Station, Joetsu, Niigata 943-01,
**Shikoku National Agricultural Experiment
Station, Zentuji, Kagawa 765)

Summary

The effects of seed-blends row seeding on lodging and yield were examined at five nitrogen levels with direct sowing on well drained paddy field. Two varieties 'Koshihikari', tall and lodging-susceptible, and 'Kanto 100', short-statured and lodging-resistant, were used. The two varieties were sown in different mixing rate, including the pure stands. Results of the experiment can be summarized as follows:

1. Compared on the same nitrogen level, the higher the relative mixing rate of Kanto 100, the less the lodging of community and the more the lodging resistance of Koshihikari in itself. The lodging resistance of Koshihikari was increased in the mixtures by means of the shortening in culm length and the increase in breaking resistance, while that of Kanto 100 was decreased. The less the rate of variety in the mixtures, the more the changes in characteristics of the variety.

2. The positive effect of mixed planting on yield increase was observed in plot of medium fertility level where Kanto 100 successfully prevented Koshihikari from lodging, but no effects were observed in low fertility plots with no occurrence of lodging, nor in too fertile plot where Kanto 100 failed to prevent lodging.

3. Koshihikari had more the percentage of ripened grains and the yield when grown in the mixtures than when grown in the pure stand. Therefore Koshihikari showed the strong competitor in these characters in mixed planting the same as previously in alternate rows planting. However, the panicles and the spikelets number of Kanto 100 increased, while those of Koshihikari tended to decrease in the mixtures especially in low fertility level. These results suggested that the relative competitive ability of variety was reversed during growth process.

4. The lodging of community was highly and positively correlated with the lodging index. Multiple regressions were applied to estimate the lodging index (I) and the yield (y) using the following equations:

$$I = a + bx_1 - cx_2 + dx_2^2$$

$$y = e + fx_1 + gz - hz^2$$

where x_1 is the fertility level, x_2 is the percentage of Kanto 100 in the mixtures, z is the degree of lodging at 30 days after heading and the characters from a to h are all positive coefficients.