

直播栽培における日印交雑水稻の生育と収量

—乾田直播, 畑栽培での日本型水・陸稲との比較—*

尹 祥翼・和田 義春・前田 忠信

三浦 邦夫・渡邊 和之

(宇都宮大学農学部)

1996年8月12日受理

要 旨: 直播や畑栽培に適した多収性イネ品種開発の基礎資料を得るため、既存の多収性品種である日印交雑品種(統一系品種)の直播・畑栽培適性を調査した。1994年と1995年の2か年にわたり圃場試験を行い、畑に直播した畑直播(DU)区、乾田に直播し出芽後入水した乾田直播(DL)区および対照として水田移植(TL)区を設け、日印交雑水稻 Suweon 287 と Suweon 290 の生育と収量を熟期の比較的近い日本の水稻コシヒカリ、陸稲トヨハタモチと比較した。直播区における日印交雑品種の出芽は、2か年を通じて日本型水・陸稲より安定して高かった。直播下ではいずれの品種も TL 区に比し最高分げつ期、開花期が1~2週間遅延した。開花期の草丈は DU 区で高くなったが、伸長程度は日本型品種では大、日印交雑品種では小であり、特に日印交雑品種は下位節間長が短かった。開花期までの乾物生産は、年次・品種を通じて DU > TL > DL の順となった。開花後の乾物生産は TL 区で最も高く、コシヒカリは DU 区で、トヨハタモチは DL 区で著しく小となった。日印交雑品種は直播条件下でも低下が小さく、開花後の乾物生産が高かった。収量は、日印交雑品種が年次間変動はあるものの直播や畑栽培の下で日本型品種より高くなった。これは、日印交雑品種は直播や畑栽培条件下でも大きなシンクを確保し、さらに同一のシンクサイズの下では日本型品種より高い登熟歩合を維持したためであった。以上のように、日印交雑品種は直播や畑栽培に対し高い適性を持っており、今後の直播用品種や陸稲品種の改良のために有用な形質を持つと判断された。

キーワード: 乾物生産, 収量, 出芽, 生育, 多収性, 直播, 日印交雑水稻, 陸稲。

Growth and Yield of Japonica × Indica Hybrid Cultivars under Direct Seeding and Upland Cultivation Conditions: Sang Ik YUN, Yoshiharu WADA, Tadanobu MAEDA, Kunio MIURA and Kazuyuki WATANABE (*Faculty of Agriculture, Utsunomiya University, 350 Mine-machi, Utsunomiya 321, Japan*)

Abstract: Direct seeding is one possible improvement for future low-cost and labor-saving rice production. This study was conducted to determine whether high yielding cultivars can be adapted to direct seeding and/or upland cultivation. Four rice cultivars, Koshihikari and Toyohatamochi, which are typical Japonica lowland and upland cultivars, and Suweon 287 and Suweon 290, which are high yielding Japonica × Indica hybrid cultivars bred in Korea, were used. Directly seeded upland (DU) and lowland (DL) conditions were compared with usual transplanting (TL) conditions concerning growth and yield in 1994 and 1995. The Japonica × Indica hybrid cultivars showed better establishment than the Japonica cultivars. Maximum tillering and anthesis were delayed for 7 to 14 days in DU and DL as compared to TL. The Japonica × Indica hybrid cultivars had short culm even under DU conditions. Biomass at anthesis was the largest under upland conditions, whereas biomass production after anthesis was the smallest under upland conditions. Suweon showed high biomass production even under DU conditions. The yields of the Japonica × Indica hybrid cultivars were higher than those of the Japonica cultivars under all three conditions. These cultivars had a large sink size and a high ratio of ripened grain under directly seeded conditions. Thus, it was concluded that the high yielding Japonica × Indica hybrid cultivars have high adaptability for both direct seeding and upland conditions.

Key words: Direct seeding, Dry matter production, Emergence, Growth, High yielding ability, Japonica × Indica hybrid cultivar, Upland rice, Yield.

最近の稲作においては省資源・省力栽培技術の1つとして水稻の直播栽培が注目されている^{1,5,15,16,21)}。しかし、従来の水稻品種は移植用を前提に改良が行われ、必ずしも直播用の品種として適応するとは限らず、直播栽培を定着、発展させるには適応

した品種の育成が重要な課題である。一方、陸稲は一般には直播栽培が行われ、また水稻に比べ耐旱性に優るといわれるが、その収量は水稻の約1/2と低い¹¹⁾。しかし、畑作農業の中にあっては収益性の高い野菜の集約栽培に伴う高肥沃度条件や連作障害回避のためのクリーニングクロップとして陸稲は重要な役割を持つ。このように今後、わが国の耕地は水田を含めて高度利用が図られる方向が求められ、耕

* 一部は、第2回アジア作物学会議(1995年8月)において発表。本研究の一部は文部省科学研究費補助金(No.06660015)によった。

地環境の多様化は避けられない状況にあるが、いずれの場においても幅広く適応できる水・陸稲品種と多収性が強く要望されよう。

これまでの水・陸稲の比較研究は、陸稲の栽培面積の多かった1960年代までに行われ^{2,13,19)}、その後の研究情報は少ない¹¹⁾。物質生産の側面から収量成立過程をみると、収量は、陸稲品種あるいは畑条件での栽培は出穂前の生育に、反対に水稻品種あるいは水田条件での栽培は出穂後の生育に依存する割合が大きいことが指摘され、また収数の生産効率は後者の条件で高いことが報告されている^{2,18)}。しかし、最近の陸稲品種は水・陸稲の交配種をはじめ、畑地かんがい用品種など、従来の陸稲品種に比べて水稻品種の特性に類似し、必ずしもこれまでの研究結果が適用できるとは限らない。近年、海外の陸稲品種を取り入れ遺伝資源の拡大により陸稲の収量性を向上すべく研究が進められている¹¹⁾が、一方で既存の多収性水稻品種の直播適性や畑栽培適性を調査することも重要である。

本研究は、水稻と陸稲および多収性で注目される日印交雑品種(統一系品種)とを比較して、直播性と耐旱性および直播条件下での多収性の品種特性を解析するとともに、直播栽培の収量の向上と安定化の技術開発を行うための基礎資料を得ることを目的とする。ここでは代表的な水・陸稲品種と日印交雑品種とを供試し、水田、畑条件下における直播栽培の生育パターンと収量性について比較・検討した。

材料と方法

1. 供試品種および栽培条件

圃場試験は、宇都宮大学農学部附属農場(栃木県真岡市)の黒色火山灰土の水田および畑において、1994年と1995年に実施した。供試品種は、日印交雑水稻 Suweon 287(太白)および Suweon 290(漢江)と熟期の比較的近いわが国の主要水、陸稲であるコシヒカリ、トヨハタモチの4品種である。なお、Suweon 287は粳品種であり、Suweon 290は糯品種である。試験区は、畑に直播した畑直播(DU)区、乾田に直播し出芽後入水した乾田直播(DL)区および対照として水田移植(TL)区の3区を設け、1次因子を栽培法、2次因子を品種とした分割区法(1994年は2反復、1995年は3反復)によった。1次因子の栽培法を割り付けた試験区の規模は、8.4 m×15 mである。

直播区は十分に碎土した圃場に、30 cm×15 cm

の間隔で、深さ約2 cmに1株当たり4粒ずつ乾籾を点播した。播種は、1994年が4月26日、1995年は4月28日に行った。施肥は、省力化を考慮し、被覆尿素を用い、全量基肥とした。すなわち、窒素(N) 12 g/m²のうち10 gを被覆尿素(LP100)、2 gを硫酸とした。これに加えて、リン酸(P₂O₅) 20 g/m²とカリ(K₂O) 10 g/m²をそれぞれ過リン酸石灰と塩化カリで直播の2日前に全層に施肥した。DL区の湛水は、1994年は6月17日に、1995年は6月2日に行った。移植区は、常法で20日間育苗した苗(葉齢3.7±0.2)を30 cm×15 cmの間隔で、1994年は5月11日に、1995年は5月18日に機械移植(1株約4本)した。1994年は、基肥としてペースト状化成肥料(10-16-12) 21 g/m²を側条(株元3 cm、深さ5 cm)に、ペースト状化成肥料(12-12-12) 43 g/m²を深層(深さ15 cm)に施肥田植機で移植と同時に施与し、7月5日と7月21日の2回、それぞれ化成肥料(18-0-16) 10 g/m²を表層に追肥した。1995年は、基肥として粒状化成肥料(5-20-20) 40 g/m²を側条に、粒状化成肥料(10-18-16) 40 g/m²を深層に施肥田植機で移植と同時に施与し、穂肥として硫酸 10 g/m²を7月27日に表層に追肥した。

2. 調査方法

(1) 出芽、苗立ち:直播区について、両年とも播種後14日目と21日目に各区40株の出芽個体数を記録した。

(2) 生育:草丈、葉数、茎数を出穂まで約1週間間隔で各区6個体調査した。さらに、開花期と開花後42日(成熟期)の2回、各区予め30株の茎数を調査したのち平均的な茎数を持つ6個体を掘り取り、乾物重を測定した。

(3) 収量および収量構成要素:収量は、各区30株(1.35 m²)を1994年は2反復、1995年は3反復刈り取って調査した。収量構成要素は、両年とも各区平均的な茎数を持つ6株について調査した。なお塩水選は、コシヒカリと Suweon 287の粳品種は比重1.06で、トヨハタモチと Suweon 290の糯品種は比重1.02で行った¹⁰⁾。精玄米収量は水分15%に換算した。

結 果

1. 直播区での出芽率の品種間差

2か年の播種から出芽までの平均気温、最低気温、降雨量を第1表に、各品種の出芽率を第2表に

示す。日印交雑品種の出芽率は、陸稲トヨハタモチと同程度に高く、特に Suweon 287 は、両年とも供試品種中最高の出芽率を示した。また、低温、少雨であった 1994 年には日印交雑品種は日本型品種に比べ出芽率が高かった。このように直播区における日印交雑品種の出芽は供試した日本型水・陸稲品種より安定して高かった。

2. 開花期までの生育パターン

最高分けつ期は移植区に比べ直播区は 0~4 週間

第 1 表 直播後 21 日間の平均気温、最低気温および降雨量

	平均気温 °C	最低気温 °C	降雨量 mm
1994年	15.7	9.9	56
1995年	16.3	12.4	159

数値は栃木県気象月報(真岡市)による。

遅れたが、その遅延程度はトヨハタモチを除き DU 区で大きい傾向にあった。最高分けつ数は DL 区に比べ DU 区で多く、とくに日印交雑品種で多くなり、有効茎歩合は DU 区の日印交雑品種で大きく低下した (第 3 表)。開花までの日数は直播区で長

第 2 表 直播(DU および DL)区における出芽率(%)

直播後 日数	品 種			
	コシ ヒカリ	トヨハタ モチ	Suweon 287	Suweon 290
1994 年				
14	20	43	82	54
21	57	52	77	68
1995 年				
14	41	71	65	54
21	69	79	83	68

各数値は畑直播(DU)区と乾田直播(DL)区各 40 株調査の平均値。

第 3 表 分けつ特性

品 種	栽培条件					
	畑直播	(DU)	乾田直播	(DL)	水田移植	(TL)
A. 最高分けつ期(播種後日数)						
コシヒカリ	73	84	90	82	67	66
	95		74		64	
トヨハタモチ	68	66	72	74	69	67
	64		75		64	
Suweon 287	78	87	72	84	69	72
	95		95		75	
Suweon 290	92	99	78	81	60	68
	105		84		75	
B. 最高分けつ数(本/株)						
コシヒカリ	21	22	19	20	28	27
	22		21		26	
トヨハタモチ	25	21	13	13	18	15
	17		13		12	
Suweon 287	39	33	20	17	26	22
	27		14		17	
Suweon 290	34	28	18	15	30	25
	21		13		20	
C. 有効茎歩合(%)						
コシヒカリ	87	78	70	70	67	71
	69		70		74	
トヨハタモチ	88	88	74	85	69	85
	87		96		100	
Suweon 287	48	56	76	74	60	74
	64		72		88	
Suweon 290	40	50	59	70	54	57
	60		80		60	

上段は 1994 年, 下段は 1995 年, 右の数値は 2 か年の平均。

くなり、TL 区に比べ DL 区で 4～9 日、DU 区で 6～16 日遅れた（第 4 表）。最終葉数は、トヨハタモチが 13～14 葉、他の品種は 14～15 葉で、年次と栽培法間の差は 1 葉以内で小さかった。開花期の草丈はいずれの品種でも DU 区で高くなった。しかし、DU 区での草丈の伸長は、日印交雑品種が日本型の 2 品種に比べ小さかった（第 5 表）。この DU 区の節間長をみると（第 1 図）、日印交雑品種では下位節間が日本型品種よりも短かった。なお両年とも DU 区のコシヒカリでは強度の、トヨハタモチでは軽度の倒伏が認められたが、日印交雑品種では観察されなかった。

3. 開花までの乾物生産と開花後の乾物生産

第 6 表に 2 か年平均の開花期と収穫期の乾物重を示す。開花期の乾物重は、年次、品種をとおして DU 区>TL 区>DL 区の順となり、乾田直播栽培で乾物重が低い傾向がみられた。収穫期の乾物重は、コシヒカリおよび Suweon 287 では TL 区で最も大であり、トヨハタモチと Suweon 290 では DU 区で最も大であった。収穫期においても DL 区で乾物重が低かった。開花後の乾物生産は、TL 区で最も大となったが、コシヒカリでは DU 区で、またトヨハタモチでは DL 区で著しく小となった。しかし、日印交雑品種ではこのような条件下でも低下が小さく、安定して高い値を示した。

4. 収量および収量構成要素

第 7 表に 2 か年の坪刈収量を示す。栽培法間では、直播（DL および DU）区は移植（TL）区に比べ品種込みで約 14%減収となった。品種間では、いずれの栽培法でも日印交雑品種の玄米収量は、供試した日本型の品種より高かった。両年とも栽培法と品種との間の交互効果が 1%水準で有意であった。すなわちコシヒカリは TL 区で多収となり、トヨハタモチは DU 区で多収となった。日印交雑品種は、1994 年には DU 区で多収であり、一方 1995 年には TL 区でとくに多収となった。このように、日印交雑水稻はいずれの栽培法でも日本型の品種より多収を示したものの、直播条件では年次間変動が大きく収量が不安定であると判断された。

2 か年の収量構成要素の実数にはやや違いがあるものの、栽培法と品種間差の傾向においてはよく一致した。そこで、第 8 表には 2 か年平均の収量構成要素を示す。日印交雑品種は、どの栽培法においても 1 穂粒数が多いため m^2 当り粒数が日本型品種より大であった。また、登熟歩合はどの品種でも畑条

第 4 表 開花期(播種後日数)

品 種	栽培条件		
	DU	DL	TL
コシヒカリ	122	117	112
トヨハタモチ	102	100	96
Suweon 287	120	117	108
Suweon 290	127	115	111

数値は 1994 年と 1995 年の 2 か年の平均値。

第 5 表 最終葉数および開花期の草丈

品 種	栽培条件		
	DU	DL	TL
A. 最終葉数			
コシヒカリ	14.4	14.5	14.5
トヨハタモチ	13.9	13.5	14.5
Suweon 287	14.7	14.5	14.6
Suweon 290	15.2	15.2	15.1
B. 開花期の草丈(cm)			
コシヒカリ	128	118	122
トヨハタモチ	118	98	96
Suweon 287	98	95	98
Suweon 290	111	105	102

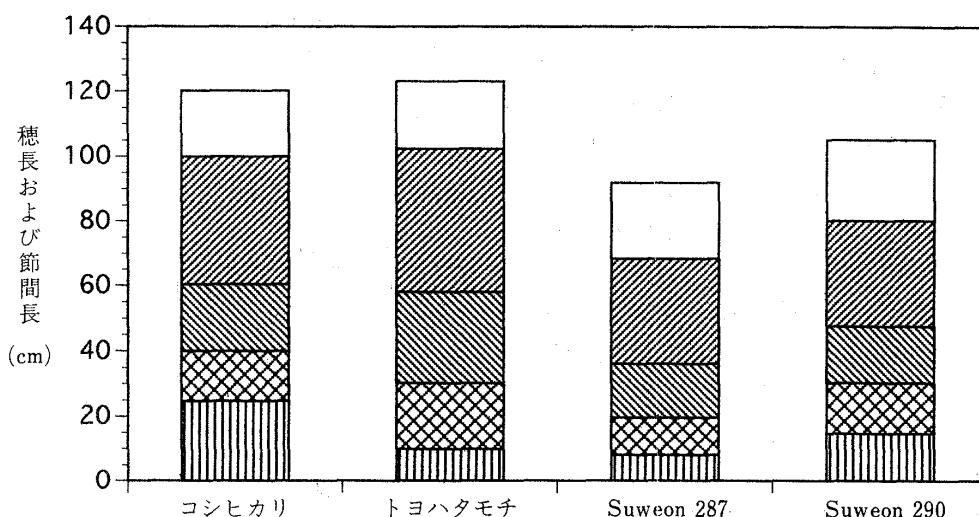
数値は 1994 年と 1995 年の 2 か年の平均値。

第 6 表 開花期と収穫期(開花後 6 週目)の乾物重(g/m^2)

品 種	栽培条件		
	DU	DL	TL
A. 開花期			
コシヒカリ	1184	859	1090
トヨハタモチ	748	567	647
Suweon 287	1170	901	1040
Suweon 290	1282	938	1095
B. 収穫期			
コシヒカリ	1439	1214	1566
トヨハタモチ	1254	920	1168
Suweon 287	1598	1429	1613
Suweon 290	1983	1467	1814
C. 開花後の乾物生産			
コシヒカリ	255	355	476
トヨハタモチ	506	353	521
Suweon 287	429	528	574
Suweon 290	701	529	719

数値は 1994 年と 1995 年の 2 か年の平均値。

件で低下する傾向にあったが、日印交雑品種では総粒数が多いにもかかわらずその低下程度が小さかった。



第1図 畑直播 (DU) 区の開花期における穂長および節間長の品種比較 (1994)

□：穂長，▨：第1節間，▩：第2節間，▤：第3節間，▥：第4節以下。

第7表 坪刈精玄米収量 (g/m²)

品 種	栽培条件					
	畑直播	(DU)	乾田直播	(DL)	水田移植	(TL)
コシヒカリ	218	306	381	410	584	529
	394		438		474	
トヨハタモチ	440	458	376	366	377	387
	475		356		396	
Suweon 287	642	563	634	537	632	632
	484		440		631	
Suweon 290	758	671	612	531	679	676
	583		450		673	
F 検定		1994 年		1995 年		
品種		**		**		
栽培法		+		**		
交互効果		**		**		

上段は 1994 年，下段は 1995 年，右の数値は 2 か年の平均。

F 検定における + および ** は、それぞれ 10%、1% 水準で有意差があることを示す。

考 察

2 か年の気象条件をみると、1994 年は出芽時には低温に経過した (第1表) が、その後高温となり、6 月および 8 月の降雨量が少なく、出穂、登熟初期には 1 週間程度の無降雨が頻繁に観測された (第9表)。一方、1995 年は出芽時には順調に経過した (第1表) が、その後低温、少照で 7 月下旬以降に高温、多照となった。このような気象条件下での直播栽培の生育パターンをみると、耕地条件の違いでは水田に比べ畑で草丈が高くなり、開花期が遅れ、それまでの乾物生産を大きくすることが判った (第

4, 5, 6 表)。このことは最近の陸稲品種や日印交雑品種を含めても畑条件では出穂前の生育に依存することが大との従来の知見と一致した^{2,18)}。また品種間では、日印交雑品種が安定した出芽率を示し、低温時 (1994 年) においても高く維持したことは注目された。しかし、その後の生育は低温・少照であった 1995 年には最高分けつ期が大幅に遅れ、出芽期と栄養生長期とで日本型品種と異なる生長反応を示した。

収量についてみると、日印交雑品種は年次間変動はあるものの乾田直播や畑栽培条件下でも多収となることが判った。そこで、その原因についてシンク

第8表 収量構成要素

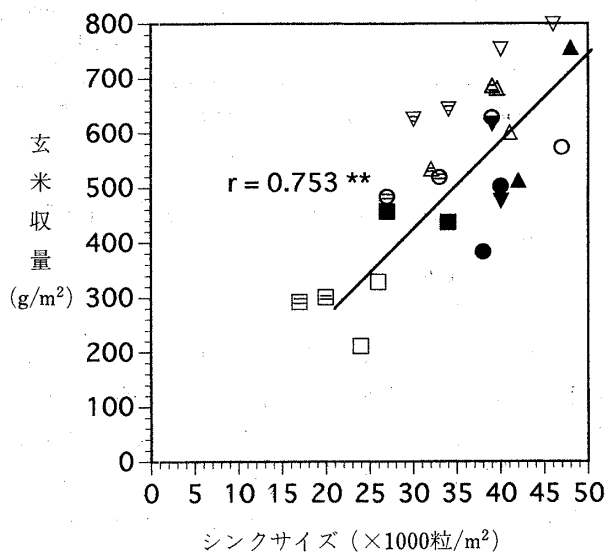
品 種	栽培条件		
	DU	DL	TL
A. m ² 当穂数			
コシヒカリ	352	318	424
トヨハタモチ	320	244	302
Suweon 287	402	282	344
Suweon 290	292	239	278
B. 1穂粒数			
コシヒカリ	111	94	102
トヨハタモチ	96	77	86
Suweon 287	112	118	116
Suweon 290	136	133	155
C. m ² 当総粒数(×10 ³)			
コシヒカリ	39	30	43
トヨハタモチ	31	19	25
Suweon 287	45	36	40
Suweon 290	40	32	43
D. 登熟歩合(%)			
コシヒカリ	57	80	66
トヨハタモチ	65	69	66
Suweon 287	76	89	84
Suweon 290	63	85	73
E. 精玄米千粒重(g)			
コシヒカリ	20	22	22
トヨハタモチ	23	23	23
Suweon 287	19	20	20
Suweon 290	23	24	25
F. 計算収量(g/m ²)			
コシヒカリ	443	501	601
トヨハタモチ	447	297	270
Suweon 287	635	610	644
Suweon 290	545	634	776

数値は1994年と1995年の2か年の平均値。

第9表 2か年の気象の違い

月	平均気温(°C)		降雨量(mm)		日照時間	
	1994	1995	1994	1995	1994	1995
5	17.3	16.0	136	186	150	110
6	20.6	18.3	78	229	95	27
7	25.8	24.2	234	172	126	98
8	26.8	26.3	79	224	206	176
9	22.7	20.3	295	181	118	121

数値は栃木県気象月報による。



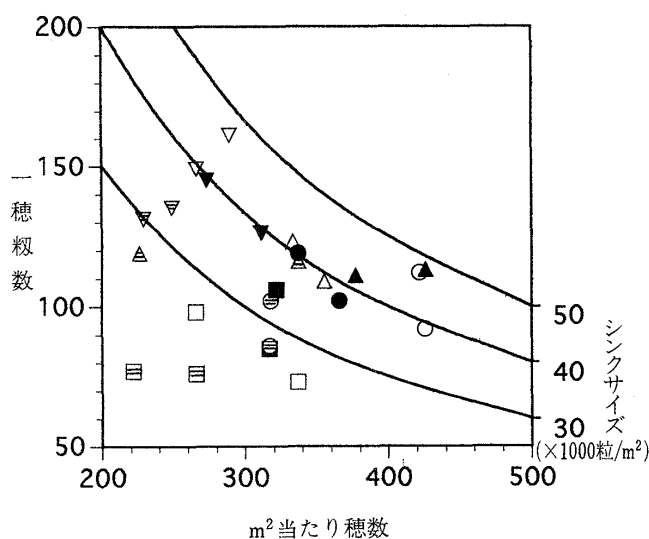
第2図 シンクサイズと玄米収量(計算収量)との関係

○, ⊕, ●: コシヒカリ, □, 目, ■: トヨハタモチ, △, ▲, ▼: Suweon 287, ▽, ▿, ◆: Suweon 290, ●, ■, ▲, ▼: DU, ⊕, 目, △, ▽: DL, ○, □, △, ▽: TL.

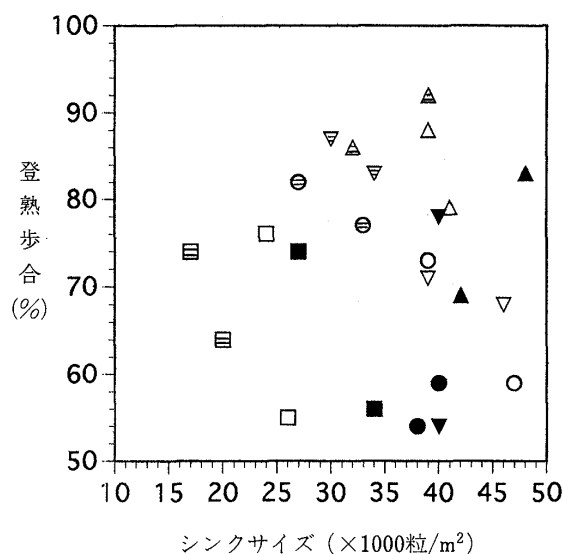
**1%水準で有意。

形成を中心に収量構成要素からさらに検討を進める。第2図は、m²当り粒数をシンクサイズとして、2か年の結果を込みにしてシンクサイズと収量との関係をみたものである。両者の間には1%水準で有意な正の相関関係が認められた。したがって、直播、畑栽培とも多収の条件は、倒伏を防ぎつつ、いかに粒数すなわちシンクサイズを高めるかであるといえる。トヨハタモチは、水田条件のTL、DL区では出穂が早まるため(第4表)、シンクサイズが確保されず、DU区でもシンクサイズが約30,000粒/m²程度にとどまっていることが低収の原因となった。日印交雑品種が移植栽培で多収となる理由の一つに、大きなシンクサイズを確保しやすい点が指摘されてきた^{4,6,12,14,17,20)}。本実験の結果、日印交雑品種は直播や畑栽培条件下でも大きなシンクを確保で

きることが明かとなり、このことが、日印交雑品種が乾田直播や畑栽培条件下でも多収を示す原因の一つであると考えられる。次に、シンクサイズの決定についてその構成要素であるm²当り穂数と1穂粒数に分けて検討したものが第3図である。この図では、シンクサイズは両者の積として等シンクサイズ曲線で示される。DL区ではどの品種もm²当り穂数が少であるが、日印交雑品種では1穂粒数が増加しているのに対し、日本型品種は穂数が少でも1穂粒数が増加しないことがシンクサイズが小となる原因である。一方DU区では、どの品種も生育の栄養生長期への依存度が高くなり、穂数が確保し易いことから、1穂粒数の変動の小さい日印交雑品種の方がシンク形成が相対的に有利になったと考えられる。



第3図 シンクサイズの決定における穂数と1穂粒数との関係
記号は第2図と同じ。



第4図 シンクサイズと登熟歩合との関係
記号は第2図と同じ。

一般に、イネではシンクサイズが大きくなると、登熟歩合が下がる傾向にある。この点を検討するために第4図にシンクサイズと登熟歩合の関係を示す。どの品種でもシンクサイズが大となるにつれて登熟歩合は低下したが、日印交雑品種は同一のシンクサイズの下で日本型品種よりも高い登熟歩合を維持した。特に、シンクサイズ 30,000~40,000 粒/m² の範囲では日印交雑品種の登熟歩合は70%以上であった。このことには、第6表でみたように開花後の乾物生産が、日印交雑品種ではDU区、DL区とも高く維持されていることが関与していると考えられる。

つぎに、日印交雑品種の収量の年次間変動が大きい点について考察したい。第7表に示したように、直播したDL、DU区では日印交雑品種の1995年の収量が1994年と比較して明らかに低い。これらの区では、1995年は最高分げつ期が遅れ(第3表)、最高分げつ数が少なく(第3表)、m²当り穂数が少なかった。したがって、1995年には直播した日印交雑品種の初期生育が悪かったと判断される。この点を第9表に示した気象との関連からみると、1995年の5、6月は平均気温が低く、特に6月の日照時間が極端に少ないことが判る。一般に、日印交雑品種は冷害に弱いとされ^{3,6,7,9)}、低日射下での生育抑制も大であると報告されている⁸⁾。この点については今後物質生産の安定性の面からさらに検討しなければならない。

以上のように、日印交雑水稻は年次間変動はある

ものの乾田直播や畑栽培条件下でも多収となることが判った。日印交雑品種は食味、品質の面で日本型水・陸稲に劣るとされる。しかし、Suweon 290は糯品種であり、多収となることから、わが国の畑作付体系の中で陸稲の多収化を図っていく上で有用な形質を持つ可能性があると考ええる。さらに、日印交雑品種は、直播で重要となる出芽、苗立ち特性や耐倒伏性についても優れた点を持っており、今後の直播用品種や陸稲品種の改良のために有用な遺伝形質を持つものと判断され、これらの点に関するさらなる検討が期待される。

引用文献

1. Dingkuhn, M., H.F. Schnier, S.K. DeDatta, K. Dorffling and C. Javellana 1991. Relationships between ripening-phase productivity and crop duration, canopy photosynthesis and senescence in transplanted and direct-seeded lowland rice. *Field Crops Res.* 26: 327-345.
2. 長谷川新一 1962. 水稻の畑栽培に関する研究. 農事試験場報告 1: 109-156.
3. Heu, M.H. and Y.S. Ham 1982. Meteorological constraints and countermeasures in rice breeding. *Korean J. Crop Sci.* 27: 371-384.
4. 星野孝文・鈴木 守・平岡博幸 1980. 日韓水稻新品種の収量関連特性解明. 1. 収量および乾物生産特性. 日作紀 49(別1): 13-14.
5. Ikeda, R. 1994. Rice breeding in Japan-Present situation and future prospects. In *Recent Progress in Rice Research and Challenges toward the 21st Century*. JIRCAS and IRRI 50-61.

6. Kabaki, N. 1993. Growth and yield of Japonica-Indica hybrid rice. JARQ 27: 88—94.
7. Kim, K.S., J.R. Kim and K.M. Yoon 1989. Varietal differences of low temperature response at booting stage in rice. Korean J. Crop Sci. 34: 106—112.
8. 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.
9. 櫛淵欽也 1976. 韓国の水稻育種 (第 3 報). 育雑 26: 62—66.
10. 松島省三 1957. 水稻収量の成立と予察に関する作物学的研究. 農技研報 A5: 1—271.
11. 根本 博 1995. 陸稲育種の現状と今後の方向. 農業技術 50: 213—217.
12. 岡 三徳・角 明夫・武田友四郎 1987. 水稻品種群にみられるシンク量とシンク/ソース比との関係. 日作紀 56: 265—267.
13. 岡田正憲 1962. 暖地における直播用水稻品種の改良と問題点. 農業技術 17: 405—410.
14. 斎藤邦行・下田博之・石原 邦 1990. 水稻多収性品種の乾物生産の解析. 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.
15. 澤村 篤・松村 修 1992. 水稻直播栽培のための作業技術研究の最近の動向. 農業技術 47: 391—395.
16. Sharma, A.R. 1995. Direct seeding and transplanting for rice production under floodprone lowland conditions. Field Crops Res. 44: 129—137.
17. 武田友四郎・岡 三徳・県 和一 1983. 暖地における水稻品種の物質生産に関する研究. 第 1 報 明治期以降の新旧品種の乾物生産特性. 日作紀 52: 299—306.
18. 田中市郎 1970. 水稻の灌がい法に関する生態的研究—稲作期間における地下水と降雨の変動が水稻の生育に及ぼす影響—. 農事試験場研究報告 14: 117—166.
19. 鳥山国土・坂本 敏 1963. 水稻品種の直播適応性についての一考察. 中国農業研究 26: 3.
20. 山本由徳・吉田徹志・榎本哲也・吉川義一 1991. 日印交雑稲および半矮性インド稲の収数生産能率と登熟特性. 日作紀 60: 365—372.
21. Yamauchi, M. 1994. Rice direct seeding-development of anaerobic technology in the tropics. In Recent Progress in Rice Research and Challenges toward the 21st Century. JIRCAS and IRRI 29—49.