

水稻における多収性の品種生態に関する研究

—ソース・シンク比と収量との関係—

楠谷彰人*・上田一好・浅沼興一郎・豊田正範
(香川大学)

要旨: ヨーロッパとアメリカの品種 10 (E 群), 日本の品種 20 (J 群) およびアジア各国で育成された多収品種 16 (H 群) を供試し, 収量性の群間差を検討した. 総粒数 (N) と粒容積 (V) との積により収量キャパシティ (NV) を表し, 穂揃期までに稲体中に蓄積された炭水化物量 (CW) と登熟期における乾物生産量 (ΔW) との和で収量内容物 (CW + ΔW) を表現した. (CW + ΔW)/NV をソース・シンク比とみなした. 平均収量 (Y) は H 群で最も多く, E 群で最も少なかった. H 群の NV と CW + ΔW はともに 3 群中最も大きかったが, ΔW は J 群と比べそれ程多くなかった. また, NV の増加が CW + ΔW の増加を上回っていたため, H 群の (CW + ΔW)/NV は J 群に比べ低下した. しかし, H 群は収量内容物の移行率 [$Ef: Y/(CW + \Delta W)$] が 3 群中最も高く, 粒比重 (S: Y/NV) も J 群並に高かった. これらの結果は, H 群の多収性が主に大きな NV と CW および高い Ef に基づくことを示唆している. したがって, H 群の収量性を一層高めるためには, ΔW の増加によるソース・シンク比の向上が必要と考えられた.

キーワード: 移行率, 収量キャパシティ, 収量内容物, 水稻, ソース・シンク比, 多収性, 粒比重.

シンクとソースの関係からみた場合, これまでの日本における水稻の多収性育種にはふたつの大きな節目があった (米澤 1990). ひとつは, 半矮性遺伝子を利用した長稈穂重型から短稈穂数型への移行である. シンク面からみれば, この変化は穂数の増加をもたらしたが, 同時に短穂化することで 1 穂粒数が減少し, 実質的なシンクサイズ的大幅拡大には結びつかなかった (武田ら 1984 a, 斎藤ら 1993). 一方, ソース面からは, 葉面積が増加するとともに葉が直立小型化することで受光態勢が改善され, 乾物生産量は増加した (武田ら 1984 a, 斎藤ら 1993). すなわち, この水準までの多収化は, 基本的にはソース能の改良によるものであり (米澤 1990), 結果的にソース・シンク比は向上した. このため, 次水準での多収化にはシンクサイズの拡大が必須とされ, 武田ら (1984 a, b), 岡ら (1987) はシンク能を強化してシンク・ソース比を高める (ソース・シンク比を低下させる) ことの必要性を強調した. しかし, 短稈穂数型品種を用いてこれ以上のシンクサイズの拡大をはかることは, 過繁茂の問題から難しいと考えられている (武田ら 1984 b). そこで企画されたのが, 短稈・直立葉という受光態勢の良さを備えながら 1 穂粒数が極めて多い印度型品種の利用である. すなわち, 短稈穂重型への移行であり, これが第 2 の節目となった. 実際の育種場面でもこの方向に沿って改良がすすめられ, アケノホシ, タカナリ等のシンクサイズが著しく大きく, ソース・シンク比の低い多収品種が育成された (徐ら 1997). したがって, 武田ら (1984 a, b) の指摘は既に現実のものとなり, 現在ではさらにアケノホシやタカナリを越える多収品種が期待される段階に至っている. しかしながら, この水準での多収品種のあるべき姿については, まだそれ程具体的に示されていないように思われる.

そこで, 本研究では今後の水稻における多収性育種に関する基礎的知見を得るために, 収量の品種間差の生じる機構を品種生態との関係から明らかにしようと試みた. 前報 (楠谷ら 1993) では 100 品種を収量構造によって五つの型に分類し, それぞれの収量制限要因について検討した. 本報では, 収量キャパシティと収量内容物 (村田 1976) から収量の品種間差をさらに詳しく解析するとともに, それらの変異や品種間相関を調査した. また, 前報 (楠谷ら 1993) では粒比重によって品種をシンク制限型とソース制限型に分類したが, 本報では粒比重をさらにソース・シンク比と同化産物の移行率とに分割し, その内容をより詳しく検討した.

材料と方法

1. 供試品種

試験は, 1992 年に香川大学学内水田において, 第 1 表に示した 46 品種・系統 (以下品種) を供試して行った. 供試品種のうち, 品種番号 1~10 はヨーロッパとアメリカの品種 (1~3 はハンガリー, 4~6 はアメリカ, 7~10 はイタリアの品種. 以下 E 群), 11~30 は第 2 次世界大戦後育成された日本の品種 (同 J 群), 31~46 はアジア各国で育成された多収品種 (31~36 は日本, 37~41 は韓国, 42~44 は中国, 45 はフィリピン, 46 はインドの品種. 同 H 群) である.

2. 栽培法および調査法

25 日間箱育苗した苗を, 6 月 12 日に栽植密度 30 cm × 15 cm (22.2 株 m⁻²), 1 株 2 本で本田に手植えた. 肥料は, N, P, K をそれぞれ 10 a 当たり 8.5 kg ずつ全量基肥で与えた. 試験は 1 区 4.05 m² (90 株) の 2 反復とし

第1表 供試品種および主な調査形質.

品種群	No.	品種名	HD	Y	EN	GN	V	CW	ΔW
E 群	1	Dunghan Shali	8・01	449	10.8	77.9	25.7	141	369
	2	Oryzella	8・01	517	10.5	92.6	26.0	116	394
	3	Vica	8・03	498	8.9	121.0	26.3	129	371
	4	M-101	8・06	554	10.6	121.8	22.8	131	447
	5	Calrose 76	8・07	538	9.9	116.7	22.1	139	477
	6	M-202	8・13	505	12.6	91.6	23.4	133	399
	7	Cripto	8・09	561	9.9	106.3	26.0	120	486
	8	Loto	8・09	483	12.1	85.7	26.5	126	390
	9	Vialone Nano	8・11	539	7.9	134.3	30.4	149	370
	10	Balilla	8・15	539	10.2	116.6	21.7	108	440
J 群	11	金南風	8・28	620	17.4	69.3	22.1	186	526
	12	藤坂 5 号	8・10	472	13.1	79.4	21.8	110	379
	13	アケボノ	9・03	646	14.2	104.0	22.4	183	528
	14	コシヒカリ	8・16	583	15.7	83.1	22.6	122	478
	15	ナギホ	8・27	613	14.0	86.3	23.0	177	483
	16	秋晴	8・24	632	17.6	71.5	21.2	147	546
	17	コトミノリ	9・01	679	16.4	78.5	22.3	185	538
	18	日本晴	8・23	586	14.1	82.8	23.1	155	483
	19	タマヨド	8・17	466	10.7	91.6	21.9	122	397
	20	シラヌイ	9・02	643	16.5	79.9	22.8	169	529
	21	レイメイ	8・12	594	15.3	88.1	21.5	138	483
	22	コシホマレ	8・16	630	15.9	82.6	21.6	124	571
	23	セトホマレ	8・26	675	16.3	75.7	21.9	146	552
	24	ニホンマサリ	8・21	572	10.9	97.5	23.6	164	483
	25	コガネマサリ	8・26	607	14.7	78.9	21.3	156	523
	26	オオセト	8・24	622	13.1	79.1	25.0	145	530
	27	青い空	8・17	556	12.1	85.9	23.8	120	473
	28	月の光	8・20	561	11.9	83.0	22.7	129	490
	29	アキチカラ	8・16	648	13.9	90.9	21.9	136	567
	30	キヌヒカリ	8・15	593	13.2	85.3	22.2	117	508
H 群	31	アケノホシ	8・27	766	12.6	123.9	21.2	206	517
	32	ホシユタカ	9・05	720	12.4	138.0	18.9	202	518
	33	ハバタキ	8・17	718	10.3	183.6	18.8	191	512
	34	オオチカラ	8・23	655	11.1	63.3	40.5	201	497
	35	タカナリ	8・25	822	11.7	168.2	19.0	209	559
	36	西海 184 号	8・31	738	11.6	139.9	21.4	192	549
	37	太白	8・19	708	10.6	159.3	19.2	183	507
	38	新光	8・24	703	10.9	135.2	21.7	162	541
	39	来敬	8・27	854	10.3	167.4	22.0	195	597
	40	密陽 23 号	8・29	816	10.9	146.4	21.9	192	572
	41	水原 258 号	9・02	804	13.5	134.0	20.6	228	526
	42	南京 11 号	8・18	787	10.7	175.2	21.8	204	518
	43	塩選 203 号	8・25	712	11.1	147.7	19.4	213	497
	44	桂朝 2 号	8・29	842	13.3	148.8	21.6	215	564
	45	IR-36	8・29	674	14.2	103.9	19.7	185	479
	46	RP9-3	9・04	715	10.5	156.9	20.1	194	503
平均				635	12.5	109.3	22.8	161	493
CV				16.6	18.5	29.8	15.1	21.0	12.1

E群：ヨーロッパとアメリカの品種，J群：日本の品種，H群：アジア各国の多収品種，

HD：穂揃期（月・日），Y：収量（ gm^{-2} ），EN：穂数（本/株），GN：1穂粒数（粒/穂），V：粒容積（ mm^3 ），CW：穂揃期における茎葉中の貯蔵炭水化物量（ gm^{-2} ）， ΔW ：穂揃期後の乾物生産量（ gm^{-2} ），CV：変異係数（％）.

た。

各品種の穂揃期と成熟期に9株の地上部を採取し、生体重によって中庸の5株を選び、80°Cで48時間通風乾燥させた後、乾物重を秤量した。穂揃期の乾物試料を用い、村山ら(1955)の方法に従って炭水化物を定量した(速水1983)。

成熟期に27株を刈取り、収量および収量構成要素を調査した。刈取った27株につき穂数を、平均穂数に近い5株の全穂につき1穂粒数を計数した。残り22株を十分風乾させた後脱穀し、唐箕による風選を2回加えた後の粒重を収量とした。

平均1株穂数と平均1穂粒数および栽植密度から m^2 当たり総粒数を算出した。また、収量対象粒500粒を用い、津野ら(1990)の方法によって粒容積を調査した。

結 果

1. 供試品種の穂揃期および収量

第1表に、供試品種とそれぞれの穂揃期、収量および主な調査形質を示した。穂揃期はDunghan ShaliとOryzellaの8月1日(穂揃期迄日数50日)が最も早く、ホシユタカの9月5日(同85日)が最も晚かった。全品種の平均穂揃期迄日数は67.9日であったが、E群に穂揃期迄日数が短い品種の含まれる割合が高かった。

全品種平均の m^2 当たり収量は635g、その品種間変異係数(CV)は16.6%であった。品種別の収量は、来敬の854gが最も多く、Dunghan Shaliの449gが最も少なかった。700g以上の多収を示した品種は14あったが、すべてH群品種であった。特に、来敬の他桂朝2号、タカナリ、密陽23号、水原258号の収量は800gを上回った。逆にDunghan Shaliの他タマヨド、藤坂5号、Loto、Vicaの収量は500gに満たなかった。

他の調査形質についてみると、穂数は秋晴、金南風等J群品種で概して多く、E群品種で少ない傾向にあった。1穂粒数はハバタキの183.6粒を最高に、オオチカラを除くH群品種はいずれも100粒を越えていた。アケボノ以外のJ群品種の1穂粒数は100粒以下で少なかった。粒容積はE群品種で大きい傾向がみられた。H群品種の粒容積は、オオチカラは際だって大きかったものの、他の品種では20 mm^3 前後で小さかった。穂揃期における茎葉中の貯蔵炭水化物量は、水原258号、桂朝2号等H群品種が200g m^{-2} 前後で多く、E群のBalilla, Oryzella, J群の藤坂5号等で少なかった。穂揃期後の乾物生産量は、来敬の597g m^{-2} を最高に、H群の密陽23号、桂朝2号、タカナリも550g m^{-2} 以上であった。しかし、J群品種もコシホマレの571g m^{-2} を筆頭に、約半数の品種が500g m^{-2} を上回っていた。それぞれのCVは、1穂粒数の29.8%が最も大きく、次いで穂揃期における貯蔵炭水化物量の21.0%であった。穂揃期後の乾物生産量と粒容積のCVは12~15%で、収量のCVよりも小さかった。

2. 収量関連特性の品種群間差異

水稻における収量キャパシティは、総粒数と玄米重(平岡ら1986, 斎藤ら1991)や粒穀重(武田ら1984a, 山本ら1991, 角ら1996)の積で表されることが多いが、本試験では m^2 当たり総粒数(N)と粒容積(V)の積である総粒容積(NV)によってこれを表現した。また、翁ら(1982)の考え方によって穂揃期における茎葉中の貯蔵炭水化物量(CW)とその後の乾物生産量(ΔW)との和($CW + \Delta W$)でソースの最大物質供給量、すなわち粒へ移行可能な収量内容物の総量を表した。したがって、収量キャパシティ(NV)からみると、収量(Y)は次の式で表すことができる(楠谷ら1993)。

$$Y = NV \times [Y/NV] \dots \dots \dots (1)$$

一方、収量内容物($CW + \Delta W$)によれば、次の式が成立する(翁ら1982)。

$$Y = (CW + \Delta W) \times [Y/(CW + \Delta W)] \dots \dots \dots (2)$$

(1)式の右辺第2項 Y/NV は粒重と粒容積との比、すなわち粒全体の平均比重(S)を意味し、粒の充実程度を判断する指標となる(田中1975, 楠谷ら1993)。また、(2)式の右辺第2項 $Y/(CW + \Delta W)$ は移行可能な収量内容物が実際に粒へ集積した割合を示すもので、翁ら(1982)はこれを移行率(Ef)と名付け、同化産物の粒への移動の難易を表す指標と考えた。

第2表は、これら収量関連特性の品種群別平均値を示したものである。Yは、J群がE群より16%、H群がJ群より25%、それぞれ有意に多かった。他の特性についてE群とJ群とを比較すると、NVに有意差は認められなかったが、 $CW + \Delta W$ はJ群の方が19%多かった。なお、 $CW + \Delta W$ をCWと ΔW とに分けてみると、J群の方がCWでは14%、 ΔW では21%、E群よりも多かった。J群とH群とを比べると、NVで30%、 $CW + \Delta W$ で12%、それぞれH群がJ群を上回った。すなわち、H群はNVと $CW + \Delta W$ がともにJ群より多かったが、NVの増加が $CW + \Delta W$ の増加よりも大きかった。また、 $CW + \Delta W$ のうち、CWはH群の方がJ群より35%多かったのに対し、 ΔW の増加は5%にすぎなかった。Sは、平均値ではJ群、H群、E群の順に高かったが、J群とH群との差は有意ではなかった。EfはH群が最も高く、E群がこれに次ぎ、J群が最も低かった。

3. 収量キャパシティおよび収量内容物と収量との関係

第1図は、収量キャパシティ(NV)と収量内容物($CW + \Delta W$)との関係を示したものである。 m^2 当たりNVの全品種平均値は655 cm^3 (CV16.5%)、同 $CW + \Delta W$ は654g(CV12.7%)で、NVの方に大きな品種間差が認められた。両者の間には有意な正の相関関係が存在し、NVが大きい品種ほど $CW + \Delta W$ も多い傾向がみられた。

第2図にNVおよび $CW + \Delta W$ と収量(Y)との関係を示した。NVおよび $CW + \Delta W$ とYとの間にはともに有

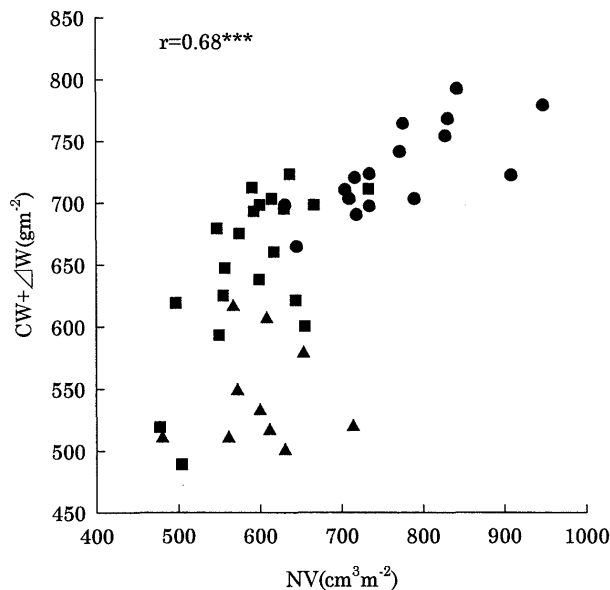
第2表 収量および収量関連特性の品種群別平均値.

品種群	Y	NV	CW+ΔW	S	Ef	(CW+ΔW)/NV
E 群	518	600	544	0.870	0.956	0.915
J 群	600	592	650	1.016	0.924	1.102
H 群	752	768	727	0.984	1.034	0.953
LSD _{0.05}	40.6	53.5	38.1	0.050	0.029	0.069

品種群は第1表と同じ.

Y: 収量 (gm⁻²), NV: 収量キャパシティ (cm³ m⁻²), CW+ΔW: 収量内容物 (gm⁻²),

S: 籾比重, Ef: 移行率, (CW+ΔW)/NV: ソース・シンク比.



第1図 収量キャパシティ (NV) と収量内容物 (CW+ΔW) との関係.

▲: E 群 (ヨーロッパとアメリカの品種),
■: J 群 (日本の品種), ●: H 群 (アジア各国の多収品種).

***: 0.1%水準で有意.

有意な正の相関関係が認められ, NV と CW+ΔW が多いほど Y は増加したが, Y は CW+ΔW の方とより密接に関係していた. Y/NV, すなわち籾比重 (S) の全品種平均値は 0.973 (CV 8.9%), Y/(CW+ΔW), すなわち移行率 (Ef) の平均値は 0.969 であった. しかし, Ef の CV は 6.4%で, 他の収量関連特性よりも品種間差は小さかった.

4. 籾比重とソース・シンク比との関係

籾比重 (S) は, (1) 式のように収量 (Y) と収量キャパシティ (NV) との比で表されるが, これに収量内容物 (CW+ΔW) を組み入れることによって, さらに次の式のように変形できる.

$$S = Y/NV$$

$$= [(CW+ΔW)/NV] \times [Y/(CW+ΔW)] \dots\dots (3)$$

NV はシンクの容量, CW+ΔW はソースの最大物質供給量を示すものである. したがって, (CW+ΔW)/NV はシ

ンク当たりの物質供給能を表すことになる. また, Y/(CW+ΔW) は前述のように収量内容物の移行率である. そこで本報では, (CW+ΔW)/NV を物質生産の実績値からみたソース・シンク比として第2表に示すとともに, S をソース・シンク比と移行率 (Ef) とに分割し, S の内容について詳しく検討した.

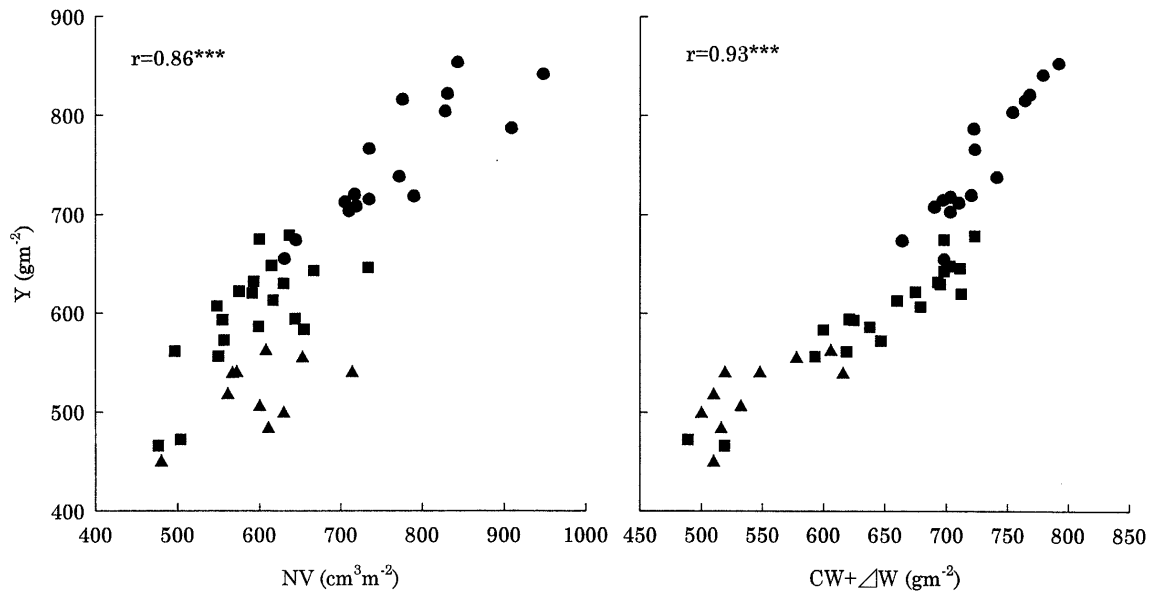
第3図に S, (CW+ΔW)/NV および Ef の相互関係を示した. 第2表にみられるように, (CW+ΔW)/NV は J 群が他の2群よりも有意に高く, H 群と E 群との差は有意ではなかったが, 全品種をこみにすると S との間に有意な正の相関関係が認められた. しかし, 詳細にみるとこの関係には品種群間差が存在し, H 群と J 群, E 群では回帰する直線が異なった. 一方, Ef は品種群別にみると H 群が最も高く, J 群が最も低かったが, S との品種間相関は有意ではなかった. すなわち, S の品種間差は (CW+ΔW)/NV に強く規制されていたが, その品種群間差には Ef が影響し, H 群は (CW+ΔW)/NV は低いものの Ef が高いことによって J 群並の S を確保していた. このように, J 群と H 群の S に有意差は認められなかったがその内容は両群で異なり, J 群は (CW+ΔW)/NV, H 群は Ef によって S が同水準に維持されていた.

(CW+ΔW)/NV は, CW/NV と ΔW/NV から成り立っている. 第4図は, ソース・シンク比の内容を明らかにするために, (CW+ΔW)/NV を CW/NV と ΔW/NV とに分けて, それぞれの関係をみたものである. (CW+ΔW)/NV と CW/NV との相関も有意ではあったが, ΔW/NV との関係は $r=0.96^{***}$ で極めて強かった. すなわち, ソース・シンク比は CW/NV よりも ΔW/NV の影響を強く受けていた. また, S と CW/NV および ΔW/NV との相関係数は, それぞれ $r=0.53^{**}$, $r=0.79^{***}$ で, S 自身も CW/NV より ΔW/NV の方と密接に関係していた.

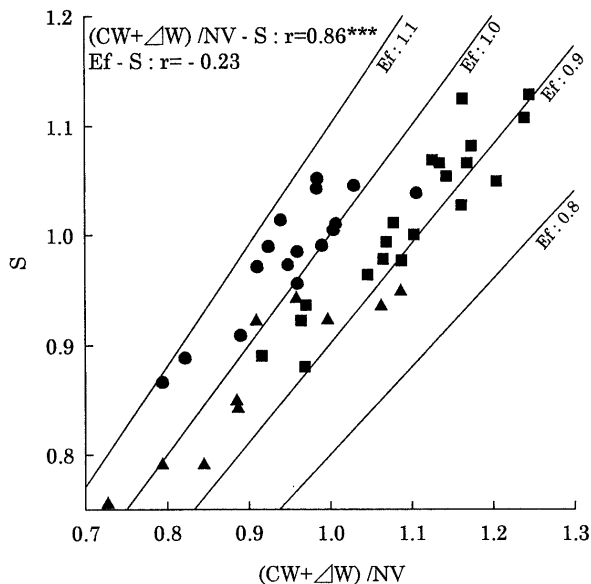
考 察

多数のヨーロッパ, アメリカの品種 (E 群) および従来の日本品種 (J 群) とアケノホシやタカナリを含む印度型あるいは日印交雑型多収品種 (H 群) の収量性をシンクとソースの両面から比較した. 得られた知見に基づいて今後の多収性育種の方向性について考察する.

シンクやソースの大きさをどのような形質によって評価



第2図 収量キャパシティ (NV) および収量内容物 (CW+ΔW) と収量 (Y) との関係。
図中の記号は第1図と同じ。

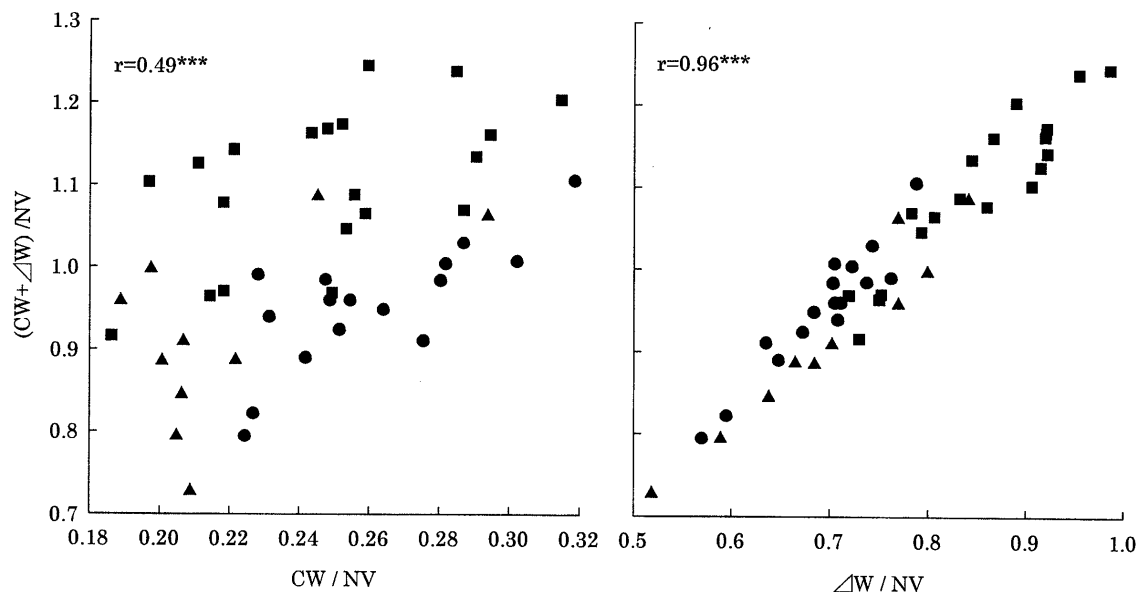


第3図 ソース・シンク比 [(CW+ΔW)/NV], 移行率 (Ef),
籾比重 (S) の相互関係。
図中の記号は第1図と同じ。

するかは必ずしも統一されていない (玖村 1984)。また、遺伝的背景の異なる多数の品種を対象にシンクやソースの変異を調査し、収量との関係について検討した報告はそれほど多くみられない (武田ら 1984 a, 山本ら 1991, 楠谷ら 1993)。岡ら (1987) は籾殻重をシンク、出穂期の葉面積指数をソース、両者の比をシンク・ソース比とし、40以上の内外品種についてこれらを比較した。その中で、日本の品種はヨーロッパや韓国の品種よりもシンク・ソース比が低いことを認めたが、この報告 (岡ら 1987) では直接収量との関係については述べられていない。本試験におい

ては、総籾数と籾容積の積である総籾容積 (NV) で収量キャパシティ、すなわちシンクサイズを、穂揃期の貯蔵炭水化物量とその後の乾物生産量との和 (CW+ΔW) でソースの最大物質供給量、すなわち、収量内容物の総量を表した。また、CW+ΔW はソース能の発現結果とみなし得るので、本報では CW+ΔW によってソース能を代表させ、(CW+ΔW)/NV をソース・シンク比とし、これらに基づいて E 群、J 群および H 群の収量性を比較した。

品種群別の平均収量は、J 群は E 群よりも 16%、H 群は J 群よりも 25%それぞれ有意に多かった。ソースとシンクの関係からみた場合、収量 (Y) は収量キャパシティ (NV) と籾比重 (Y/NV, 以下 S) の積で表されるが、S はさらにソース・シンク比 [(CW+ΔW)/NV] と移行率 [Y/(CW+ΔW), 同 Ef] とに分割される。S は籾の充実程度を判断する指標となり (田中 1975, 楠谷ら 1993), Ef は収量内容物の籾への移動の難易を判断する指標となる (翁ら 1982)。これらの収量関連特性について J 群と E 群を比べると、NV に有意差は認められなかったが、CW+ΔW は J 群の方が多かった。このため、(CW+ΔW)/NV は J 群が E 群よりも高くなった。J 群の Ef は E 群より低かったが、(CW+ΔW)/NV が高かったため、S は E 群を大きく上回った。したがって、J 群が E 群よりも多収であったのは、ソース・シンク比が高いことで籾の充実が良くなったためと推測される。H 群と J 群では、NV および CW+ΔW の双方とも H 群が J 群を上回っていた。CW+ΔW では、特に CW に顕著な群間差がみられた。しかし、NV の増加が CW+ΔW の増加よりも大きかったため、(CW+ΔW)/NV は H 群の方が低くなった。一方、Ef は H 群の方が明らかに高く、このため (CW+ΔW)/NV が低いにも関わらず、H 群の S は J 群並に維持



第4図 貯蔵炭水化物量/収量キャパシティ (CW/NV) および穂揃期後の乾物生産量/収量キャパシティ ($\Delta W/NV$) とソース・シンク比 [$(CW+\Delta W)/NV$] との関係。
図中の記号は第1図と同じ

されていた。したがって、H群の多収は大きなNVと高いEfに基づく比較的高水準のSとの結合によって達成されたと考えられる。すなわち、H群ではシンク能とソース能がともにJ群より強化されていたが、ソース能がシンク能に見合うほど高められていなかったために、ソース・シンク比は低下した。したがって、H群品種は同化産物の生産力、すなわち物質生産の本質からいえばシンク能に対するソース能の不足が明らかであったが、大きなシンクに多量の貯蔵炭水化物を基本にした収量内容を効率的に送り込むことによって収量の充実度を高水準に保ち、多収を実現していた。

このように、H群の収量生産上の特徴は、第一にNVの大きさとCWの多さ、次に $(CW+\Delta W)/NV$ の低さとEfの高さにあった。このため、今後、H群以上の多収品種を育成するにあたっては、先ずこれらの多収特性の一層の強化と結合が目標となろう。しかし、育種をより効率的かつ効果的に進めていくためには、どの特性にどの程度の重みを置くかということについて、特性間の相互関係や遺伝変異の大きさを考慮しながら検討していく必要があると思われる。

多収性育種をすすめるに際しては、そのモデルを一通りに限定する必要はなく、幾つかのモデルがあって然るべきである(米澤 1990)。その意味から、今後の多収性育種においては、H群品種の特徴であるEfの一層の向上を図ることも、ソース・シンク比の低いタイプをさらに追求することも、当然考えていかななくてはならない。Efあるいはこれと同じく同化産物の移動に関連する転流率が多収性育種にとって着目すべき特性であることは既に指摘されている(翁ら 1982, 宋ら 1990, 山本ら 1991)。しかし、これらは収量と収量内容物や転流量との関係から導き出された

計算値である。したがって、Efや転流率を直接支配する遺伝子が存在するかどうか、すなわち、これらが独立した遺伝形質として選抜にどの程度有効かということについては、慎重に検討してみなくてはならない。また、本試験の結果では、Efの品種間変異は他の収量関連特性よりも小さかった。このため、Efが本当の意味での遺伝形質であるとしても、これを育種的に現在のH群品種を大きく上回るほど高めていくことは、他の収量関連特性に比べて必ずしも容易ではないと予想される。さらに、日印交雑型品種等の転流率が高いことは多数の報告(平岡ら 1986, 斎藤ら 1991, 山本ら 1991, 楠谷ら 1993, 徐ら 1997)で認められている事実であるが、転流率が40%近い多収事例では稈の挫折抵抗が著しく低下し、倒伏に対して極めて危険な状態に陥っているとの指摘(Amanoら 1993)もみられる。すなわち、安定多収という栽培的観点からも、転流量を増加させてEfを高めていくことには自ずから限界がある(天野ら 1996)と考えられる。したがって、Efあるいは転流率に関しては現在のH群品種程度を目安にするのが妥当であろう。

ソース・シンク比についても、これが低くなるほど葉の老化が促進され(Wadaら 1993)、稈の強度が低下して倒伏しやすくなる(石井・玖村 1988)と指摘されている。このため、無制限なソース・シンク比の低下は栽培的にみても好ましくないと考えよう。本試験においても、ソース・シンク比の低いH群品種の多くは成熟期になると草姿が崩壊し、刈取りに支障をきたすことがしばしば経験されている。したがって、多収性に関わるソース・シンク比の低下がどこまで許されるかはこれからの研究に待たなければならないにしても、実用育種においてH群よりもソー

ス・シンク比を下げることの意義は薄いように思われる。それ故今後は、収量キャパシティの増加をはかりながらもソース・シンク比をこれ以上低下させない方向への転換を考えていくべきであろう。

以上より、今後の水稻におけるさらなる多収性育種においては、シンク能の改良によって収量キャパシティを拡大させつつも、それを上回るソース能の改良によって収量内容物を増加させ、ソース・シンク比を高めていくのが最も現実的だと判断した。このうち、収量キャパシティの拡大には、H 群品種の籾容積が小さいことからみて、大粒化が課題になると思われる。一方収量内容物のうち、貯蔵炭水化物は活力ある穎花（果）の生産に大きな役割を果たし（翁ら 1982）、稔実歩合を高めるうえで重要な働きを持つとされている（角ら 1996）。また、現在の多収品種における貯蔵炭水化物が多いことも事実である（翁ら 1982、武田ら 1984 b、斎藤ら 1991、Amano ら 1993、楠谷ら 1993）。このため、貯蔵炭水化物の蓄積機構を解明し、その増加をはかることは今後とも追求すべき重要課題である。しかしながら、貯蔵炭水化物は元来、登熟期に生産された同化産物で収量キャパシティを満たせない場合にその不足分を補完する役割を担うものである（楠谷 1988、楠谷ら 1993、斎藤ら 1993、角ら 1996）。また、本試験の結果では、籾の充実程度を表す籾比重やソース・シンク比自身も、貯蔵炭水化物量より穂揃期後の乾物生産量の影響を強く受けていた（角ら 1996）。このため、移行率の大幅な向上が困難視される今後の多収性育種において、籾の充実をはかり、ソース・シンク比を高めていくうえで穂揃期後の乾物生産が持つ意義は極めて大きいと言える。しかし、本試験における H 群と J 群の穂揃期後の乾物生産量に大差がなかったことからみて、H 群におけるソース能の改良成果は穂揃期までの生育前半に集中し、生育後半にはそれほど及んでいないと推測される。すなわち、貯蔵炭水化物に比べ、穂揃期後の乾物生産に対する育種の改良は数段遅れていると思われる。これらより、収量内容物の増加に関しては、貯蔵炭水化物の増加もさることながら、登熟期の乾物生産力強化をより重視すべきと考える。

引用文献

- 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.
- 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種の実証的研究. 第 2 報 ジャポニカハイブリッドライス雑 29 号の籾数生産. *日作紀* 65: 22—28.
- 速水彦彦 1983. 水稻多肥多収性品種の生理生態的特性の解明. 第 2 報 光合成同化産物の受容系能率, 供給系能率からみた多肥多収性品種の特性. *東北農業試験場研究報告* 68: 21—43.
- 平岡博幸・寺島一男・西山岩男 1986. 多収性水稻品種の生理生態的特性の解明. 9 炭水化物の動態からみた多収品種育成の目標形質. *日*

- 作紀* 55(別 2): 17—18.
- 石井康之・玖村敦彦 1988. 個々の茎のシンクとソースの発現に着目してみた水稻の収量形成過程. 第 1 報 “茎の強勢度” とシンクおよびシンク/ソース比の成立過程の特徴. *日作紀* 57: 146—156.
- 玖村敦彦 1984. 果実・種子の形成, 発育. 佐藤庚他著, 作物の生態生理, 文永堂, 東京. 269—322.
- 楠谷彰人 1988. 水稻の冷温登熟性に関する研究. 第 3 報 登熟に及ぼす出穂後乾物生産の影響. *日作紀* 57: 298—304.
- 楠谷彰人・浅沼興一郎・木暮秩 1993. 水稻における多収性の品種生態に関する研究. 第 1 報 収量構造の品種間差異. *日作紀* 62: 385—394.
- 村田吉男 1976. 作物の生産力. 村田吉男・玖村敦彦・石井龍一著, 作物の光合成と生態—作物生産の理論と応用—. 農文協, 東京. 147—150.
- 村山登・吉野実・大島正男・塚原貞雄・川原崎裕司 1955. 水稻の生産に伴う炭水化物の集積過程に関する研究. *農業技術研究所報告* B4: 123—166.
- 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.
- 斎藤邦行・柏木伸哉・木下孝宏・石原邦 1991. 水稻多収性品種の乾物生産特性の解析. 第 4 報 穂への同化産物の分配. *日作紀* 60: 255—263.
- 斎藤邦行・下田博之・石原邦 1993. 水稻多収性品種の乾物生産特性の解析. 第 6 報 新・旧品種の比較を通じて. *日作紀* 62: 509—517.
- 宋祥甫・縣和一・川満芳信 1990. 中国産ハイブリッドライスの物質生産に関する研究. 第 2 報 収量生産特性. *日作紀* 59: 29—33.
- 角明夫・箱山晋・翁仁憲・縣和一・武田友四郎 1996. 水稻の登熟過程における穂重増加を支配する稲体要因の解析. 第 2 報 穎花の同化産物受容効率に及ぼす出穂期貯蔵炭水化物の役割. *日作紀* 65: 214—221.
- 武田友四郎・岡三徳・縣和一 1984a. 暖地にお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.
- 武田友四郎・岡三徳・内村研一・縣和一 1984b. 暖地における水稻品種の物質生産に関する研究. 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.
- 田中明 1975. Source-Sink 関係よりみた多収性の解析—水稻およびトウモロコシについて—. *育種学最近の進歩* 15: 29—39.
- 津野幸人・山口武視・牛見哲也 1990. 登熟抑制処理の水稻に見られる粒重と玄米中のアンモニア濃度との関係. *日作紀* 59: 481—493.
- Wada, Y., K. Miura and K. Watanabe 1993. Effects of source-to-sink ratio on carbohydrate production and senescence of rice flag leaves during the ripening period. *Jpn. J. Crop Sci.* 62: 547—553.
- 翁仁憲・武田友四郎・縣和一・箱山晋 1982. 水稻の子実生産に関する物質生産的研究. 第 1 報 出穂期前に貯蔵された炭水化物および出穂後の乾物生産が子実生産に及ぼす影響. *日作紀* 51: 500—509.
- 徐銀発・大川泰一郎・石原邦 1997. 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—. *日作紀* 66: 42—50.
- 山本由徳・吉田徹志・榎本哲也・吉川義一 1991. 日印交雑籾および半矮性インド籾の籾数生産効率と登熟性. *日作紀* 60: 365—372.
- 米澤勝衛 1990. 収量構成要素. 松尾孝嶺代表編集, 稲学大成第 3 巻遺伝編. 農文協, 東京. 296—308.

Studies on Varietal Difference in Yielding Ability in Rice —Relationship between source-sink ratio and yield— : Akihito KUSUTANI*, Kazuyoshi UEDA, Koh-ichiro ASANUMA and Masanori TOYOTA (*Fac. of Agr., Kagawa Univ., Miki, 761-0795, Japan*)

Abstract : The yielding abilities of rice varieties were examined among three groups : 10 European and American varieties (E group), 20 Japanese varieties (J group), and 16 high-yielding varieties bred in Asian countries (H group). Each yield capacity (NV) was expressed as a product of the number (N) and the volume (V) of unhulled rice. The yield contents (CW+ΔW) were expressed by the sum of reserved carbohydrates in the rice plant at the full heading date (CW) and the dry matter production amount during the ripening period (ΔW). The (CW+ΔW)/NV was regarded as the source-sink ratio. The average yield (Y) was highest in H group and lowest in E group. Both NV and CW+ΔW of H group were highest among the three groups. But ΔW of H group was not so large in comparison with that of J group. The (CW+ΔW)/NV of H group was lower than that of J group because the increase of NV was greater than that of CW+ΔW in H group. The transfer ratio of yield contents [Ef: Y/(CW+ΔW)] was highest in H group. The specific gravity of unhulled rice (S: Y/NV) of H group was as high as that of J group. These results suggest that the high yielding ability of H group is mainly attributable to its large NV and CW, and also to its high Ef. Consequently, it is considered that an enhancement of source-sink ratio with the increment of ΔW is necessary to improve the yield potential in H group.

Key words : High yielding ability, Paddy rice, Source-sink ratio, Specific gravity of unhulled rice, Transfer ratio of yield contents, Yield capacity, Yield contents.
