

日作四国支紀 (Rep. Shikoku Br. Crop Sci. Japan) 30:13-20 (1993)

異なる1株植付本数および栽植密度におけるコシヒカリの生育特性*

第1報 生育収量および乾物生産特性

藤田 究

(香川県農業試験場)

緒 言

近年の消費者ニーズの良食味志向に伴い、良食味品種であるコシヒカリの作付面積は増加を続け、1980年以来全国の作付面積の第1位を保っている。香川県においても同様の趨勢であり、特に1980年頃から急速に増加し、1992年では5,930haとなり、県下の作付面積のほぼ3割を占めるようになってきている³⁾。しかしコシヒカ리는長程で倒伏しやすいという栽培特性面に欠点があるため、収量は不安定となっているのが現状である。この対応策として施肥や水管理によって生育を抑制し、倒伏させないような工夫がなされてきたが、このような生育抑制的な栽培では、穂数の減少をはじめとする収量性の低下が見られる。しかしながら、穂数を確保するために1株植付本数を増やしたり、栽植密度を高めることは、暖地では過繁茂型生育を助長し、収量停滞の原因となっていることが指摘されている^{1,2,8)}。

そこで、1株植付本数および栽植密度を変えた場合のコシヒカリの生育特性を明らかにし、栽培法の改善に資するために本研究を行った。本報では生育収量および乾物生産特性から見たコシヒカリの生育特性について若干の解析を行った結果を報告する。

材料と方法

1. 栽培方法

試験は1990年に農試圃場において行った。供試品種はコシヒカリとし、5月31日に播種して育成した稚苗を6月20日に手植した。栽植様式は、1株植付本数を2, 4, 8本の3水準、栽植密度を22.2株/m² (条間30×株間15cm, 以下標準植), 11.1株/m² (条間30×株間30cm, 以下疎植) の2水準とした。本田肥料は基肥としてN成分量で0.35kg/a, 出穂16日前に0.21kg/a, 穂揃期に0.14kg/aを施用した。使用肥料は、N:17%, P₂O₅:14%, K₂O:17%の高度化成肥料とした。1区面積は9m²とし、2反復で試験を行った。なお、水管理は通常品種並とし、あまり強い中干し等は行わなかった。また、病害虫防除は適宜行った。

* 大要は、日本作物学会四国支部第28回講演会 (1991年9月) において発表した。

2. 生育および収量調査

草丈および茎数の調査は、移植後20日、30日および40日目に行い、1区につき標準植区では20株、疎植区では10株を調査した。また、出穂前16日にミノルタ製 SPAD-502を用い、上位より第2展開葉の中央部の葉色を1区10個体について測定した。稈長、穂長及び穂数の調査は、成熟時に草丈および茎数調査と同一の株について行った。収量調査は、成熟期に2.7m²を部分刈りして風乾後、脱穀・籾摺・調整して行った。収量構成要素は、部分刈とは別の8株（疎植区は4株）について、穂数、籾数及び登熟歩合（比重1.06の塩水選）を調査した。

3. 乾物生産特性の調査

移植期（6/20）、最高分けつ期（7/25）、穂揃期（8/18）および成熟期（9/21）の各時期に、葉面積と器官別（根+葉鞘+茎、葉身、穂）乾物重を測定した。移植期では50本の苗を供試し、最高分けつ期以降の調査では各区5株を掘取り、約90℃で48時間以上通風乾燥して乾物重を秤量した。葉面積については、自動葉面積計（林電工株製、AAM-7型）を用いて1株の葉面積を測定し、その葉身乾物重を測定して比葉面積（SLA）を求め、重量法によって5株の葉身乾物重から葉面積指数（LAI）を算出した。

結 果

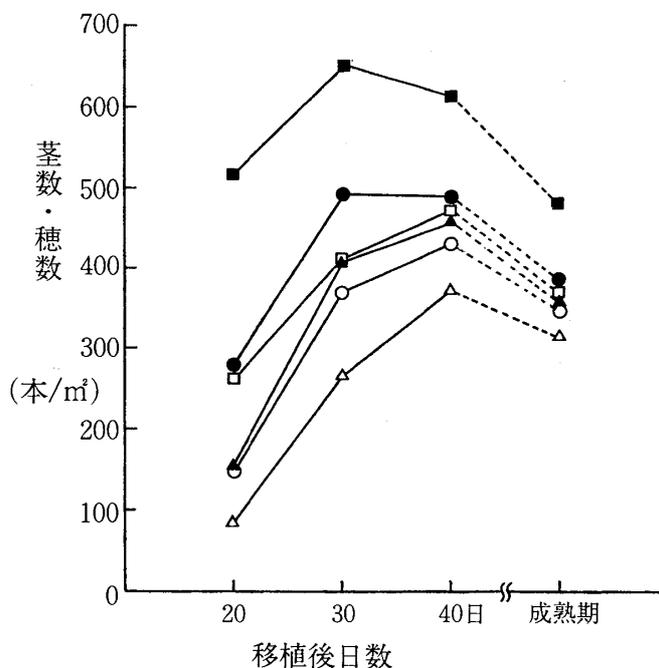
1. 生育経過

草丈の経時的推移を第1表に示した。1株植付本数が多いほど、また同一の1株植付本数では疎植区よりも標準植区の方が高く推移した。最終的な稈長は第2表に示すように、標準・8本植と疎・2本植区がわずかに低い以外はほとんど差はなかった。次に、茎数の経時的推移を第1図に示した。茎数は1株植

第1表 草丈の経時的推移

栽 植 密 度	1株 植付 本数	移植後日数		
		+20	+30	+40
標準植 (株/m ²)	2	30.5	53.2	73.6
	4	31.8	58.2	76.8
	8	33.1	60.0	76.9
疎 植 (株/m ²)	2	30.3	51.9	71.7
	4	30.6	53.5	73.8
	8	31.8	56.1	76.6

注) 数字はcmであり、1区20株×2反復を調査した。



第1図 茎数の経時的推移および穂数

注) ▲: 標・2本植、●: 標・4本植、■: 標・8本植
△: 疎・2本植、○: 疎・4本植、□: 疎・8本植

第2表 生育調査結果

栽 植 密 度	1 株 植付 本数	最高 茎数 本/m ²	葉色 -16	出穂期 月日	成熟期 月日	稈長 cm	穂長 cm	穂数 本/m ²	有効 茎歩 合%	紋枯 病 9/4	倒伏 程度 9/13
標準植 (22.2 株/m ²)	2	463	39.3	8.16	9.23	94.4	19.8	374	81	0.5	2.0
	4	496	35.9	8.16	9.22	95.0	19.3	398	80	2.5	3.0
	8	656	34.0	8.16	9.20	93.8	18.7	486	74	3.5	3.8
疎 植 (11.1 株/m ²)	2	376	42.4	8.16	9.23	92.0	21.3	327	87	1.0	1.3
	4	437	40.4	8.16	9.23	95.3	20.3	358	82	1.5	1.8
	8	444	38.3	8.16	9.23	96.5	20.0	381	86	3.0	2.8

- 注 1) 1区20株×2反復を調査した。
 2) 葉色はSPAD-502を用い、出穂前16日前に測定した。
 3) 紋枯病及び倒伏の発生程度は、達観により、0：無、1：微、2：少、3：中、4：多、5：甚の6段階とした。

付本数が多いほど、また疎植区よりも標準植区の方が多く推移した。最高茎数および穂数は、第2表に示すように、同様の傾向で多かったが、有効茎歩合は標準・8本植区でやや低く、また疎植区では1株植付本数による差はほとんどなく、標準植区よりもやや高めになる傾向があった。

出穂期については、試験区による差はなかったが、成熟期は標準植区では1株植付本数が多いほど早まり、疎植区では差がなかった。

出穂前16日の葉色については、1株植付本数が多いほど、また疎植区よりも標準植区の方が濃かった。また、紋枯病および倒伏の発生程度については、葉色値と同様の傾向で大きくなる傾向が認められた。

2. 収量及び収量構成要素

収量は、第2図に示すように、標準・2本植区が最も高く、次いで疎・4本植区であり、単位面積当たり栽植本数が最も多い標準・8本植区が最も低収であった。一方、わら重は標準・8本植区を除いて、1株植付本数が多いほど、また疎植区より標準植区の方が高い傾向が見られた。その結果、もみわら比は1株植付本数が多いほど、また疎植区より標準植区の方が低くなる傾向があった。

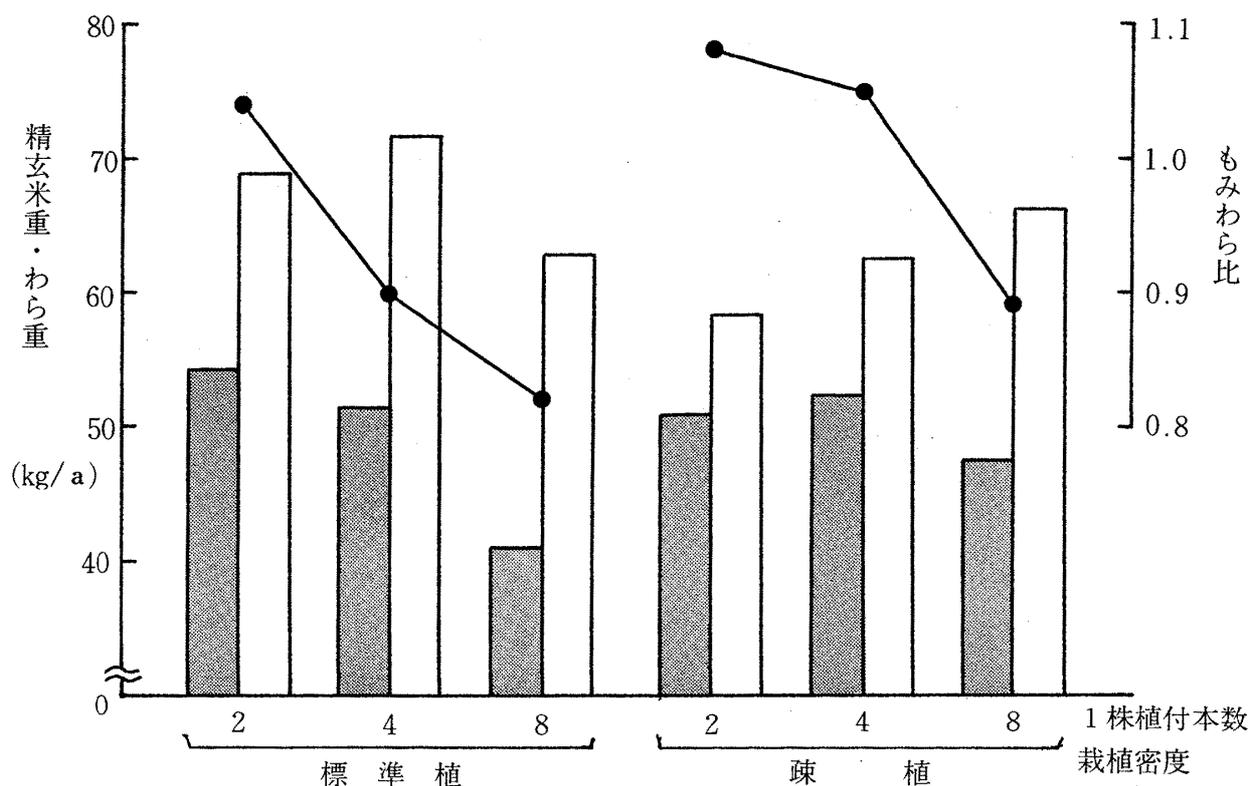
次に収量構成要素を第3表に示した。

第3表 収量構成要素

栽 植 密 度	1 株 植付 本数	穂数 本/m ²	m ² 当り 穂 数 ×10 ²	1 穂 穂数	登熟 歩合 %	千粒 重 g
標準植 (22.2 株/m ²)	2	396	349	88	63	22.0
	4	411	353	86	58	22.0
	8	486	331	68	50	21.7
疎 植 (11.1 株/m ²)	2	349	337	97	62	21.9
	4	370	349	94	64	21.8
	8	372	327	88	65	22.1

注) 1区8株(疎植は4株)×2反復を調査した。

違いはほとんどなかった。



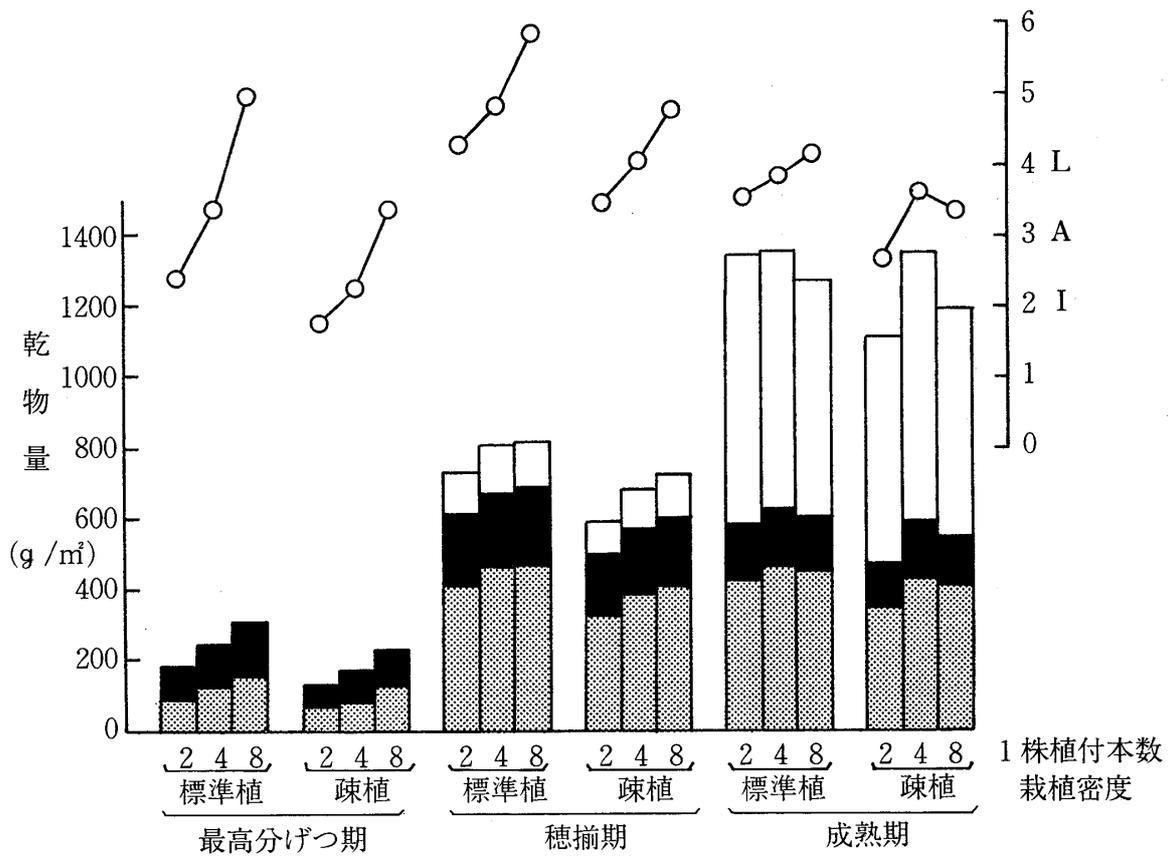
第2図 収量、わら重及びもみわら比の比較

注) ■:精玄米重(kg/a)、□:わら重(kg/a)、●:もみわら比

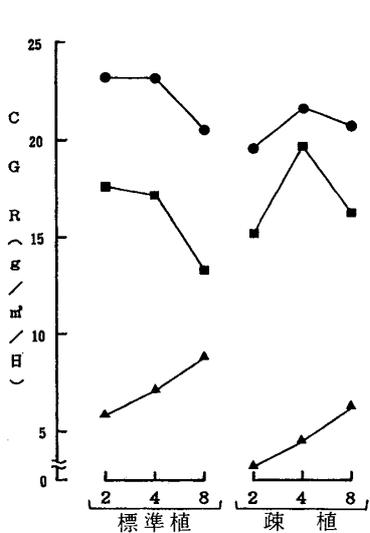
3. 乾物生産特性

最高分けつ期, 穂揃期および成熟期の各時期におけるLAIおよび器官別乾物重を第3図に示した。LAIについては, 成熟期の疎・8本植区を除き, いずれの時期においても1株植付本数が多いほど, また同一の1株植付本数では疎植区よりも標準植区の方が高くなった。乾物重については, 穂揃期までは同様の傾向で大きかったが, 成熟期では標準植, 疎植区ともに8本植区が低下した。

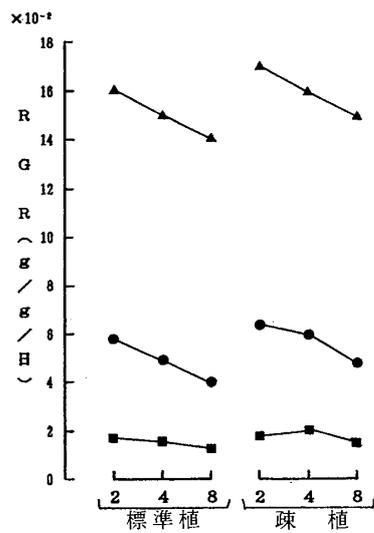
移植期~最高分けつ期, 最高分けつ期~穂揃期および穂揃期~成熟期の3時期における各区の個体群生長率(CGR), 相対生長率(RGR)及び純同化率(NAR)をそれぞれ第4~6図に示した。CGRについては, 移植~最高分けつ期は1株植付本数が多いほど, また同一の1株植付本数では疎植区よりも標準植区の方が高くなる傾向があった。しかし最高分けつ期以降は, 標準植区では逆に植付本数が少ないほど高くなり, 疎植区では4本植が最も高くなった(第4図)。RGRについては, 移植期~穂揃期は1株植付本数が少ないほど, また標準植区より疎植区の方が高くなった。しかし穂揃期以降は, その差は少なくなった(第5図)。NARについては, 穂揃期~成熟期の疎・2本植区がやや低かったことを除くと, 全生育期間を通じて植付本数の少ないほど, また標準植区より疎植区の方が明らかに高くなる傾向が認められた(第6図)。



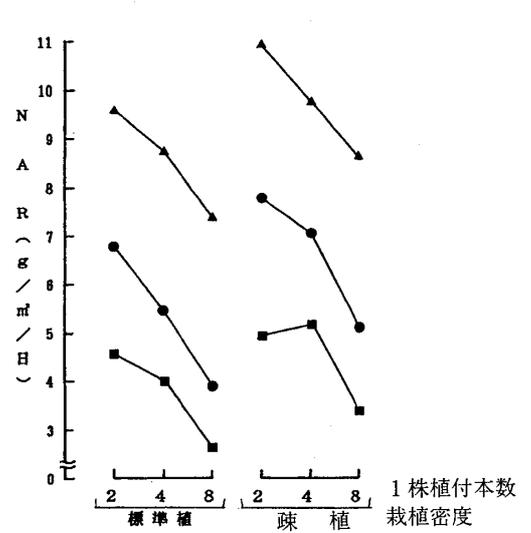
第3図 生育時期別乾物重およびLAI
 注) : 根+茎+葉鞘、 : 葉身、 : 穂の乾物重



第4図 生育時期別CGR
 注) ▲: 移植~最高分げつ期
 ●: 最高分げつ期~穂揃期
 ■: 穂揃期~成熟期



第5図 生育時期別RGR
 注) 第4図と同じ



第6図 生育時期別NAR
 注) 第4図と同じ

考 察

近年、暖地における水稻の生育は、密植と太植によって過繁茂型となり、これが収量停滞要因となっていることが指摘されている^{1,2,8)}。本研究においても、コシヒカリを1株植付本数および栽植密度を変えて栽培した結果、香川県の標準的な栽培法³⁾に近い1株4本、栽植密度22.2株/m²に対し、1株植付本数を2本とすることによって、多収となり、また、1株植付本数を8本に増やすことによって低収となった。また、1株4本及び8本植では、栽植密度を11.1株/m²とすることによって収量はやや向上した。以下、これらの収量の差異について、生育経過、収量構成要素および生長解析による乾物生産特性から考察する。

1. 標準・2本植の多収要因

生育面から見ると、標準・2本植は、同一栽植密度の4本植や8本植に比べて茎数の増加は緩慢であったが、有効茎歩合は高いのが特徴的であった。また、穂数は少なかったが、補償作用によって1穂粒数が増加した結果、単位面積当り粒数は十分確保できた。一方、乾物生産面から見ると、同一栽植密度の4本植や8本植に比べて最高分けつ期までのCGRは低かったが、最高分けつ期以後は高くなった。LAIは他の区に比べると低めに推移したが、穂揃期では4.3となった。稲葉²⁾は、香川県の中生品種であるコガネマサリの最適LAIは4.8であり、早生品種はこれより低いとしているが、本研究においても収量から見て、LAI4.3あたりが最適LAIであったと推察される。また、全生育期間を通じてNARは高く、葉色も濃く経過したことから、個葉の光合成速度は常に高く維持されていたものと考えられる。これらの結果から、標準・2本植はシンク量が十分確保された上、NARも高く維持されたため、登熟が良好で多収となったものと考えられる。

2. 標準・8本植の低収要因

標準・8本植の生育は、前述の2本植と全く対照的であり、初期の茎数の増加が著しく、有効茎歩合が低くなった。穂数は多かったが、1穂粒数の減少が著しかったため、単位面積当り粒数はやや少なめとなった。また、乾物生産面から見ると、茎数の顕著な増加を反映して最高分けつ期まではCGRは高かったが、それ以後は他の区に比べて低くなった。LAIは全生育期間を通じて高く推移し、穂揃期では6近くになり、稲葉²⁾による最適LAI4.8(中生品種コガネマサリの場合)をかなり上回った。さらに、NARは全生育期間を通じて低く推移し、葉色も淡く推移したことから、個葉の光合成速度も低かったものと推察される。このことから、標準・8本植は、生育初期では暖地水稻の典型的な過繁茂型生育をし、生育後期では光合成能力が低下して秋落ち的な生育をした結果、穂数は多いが、登熟歩合が低下して低収となったものと考えられる。しかし、本試験区は紋枯病及び倒伏の発生程度が他の区に比べて大きく、これらが登熟期の光合成に影響を及ぼしている可能性がある。これについては、群落構造の解析によって受光態勢を把握して検討する必要がある。

3. 同一の1株植付本数における栽植密度の比較

1株植付本数が同一の区において、栽植密度を22.2本/m²と11.1本/m²とした場合について考察する。

2本植区については、疎植区は標準区に比べて茎数は少なく、乾物重、LAI、CGRともに低く推移したが、全生育期間を通じてNARは高かった。また、穂数が少ない補償作用として1穂粒数は増加したが、 m^2 当り粒数はやや少なかった。したがって、疎・2本植区はソース及びシンク量の不足によって、標準・2本植区よりやや低収となったものと考えられる。

4本および8本植区については、標準植区は疎植区に比べて茎数は明らかに多く推移して有効茎歩合は低くなり、乾物重およびLAIは高く推移した。CGRは最高分けつ期までは、標準植区の方が高かったが、穂揃期以後は逆に低くなり、また、NARは全生育期間を通じて疎植の方が高かった。そして収量構成要素では、疎植区は穂数の少なさを1穂粒数で補償したため、単位面積当り粒数はやや少ない程度であったが、登熟歩合が高く多収であった。このことから、本研究の場合、1株植付本数が4本以上では株間を広げて疎植にすることによって、ソースおよびシンク量はやや低下するが、NARが高まり、登熟が良好となって収量が向上したものと推察される。

水稻の収量は、栽植密度を高めるにしたがって上がって行き^{5,10)}、ある密度以上では頭打ちとなり、広い範囲で収量が一定となることが知られている^{6,9)}が、本研究の場合、収量に対する最適LAI⁷⁾が認められており、栽植密度 $22.2\text{株}/\text{m}^2$ で1株植付本数4本以上ではすでに過繁茂であり、これ以上の密植では減収した。これについては、湾曲葉をもつような品種では密植によって減収しやすいことが報告されている^{4,5)}ことから、本研究で供試したコシヒカリが長稈で倒伏に弱いため、登熟期の受光態勢が劣化しやすいという品種的特徴によるものと考えられるが、気象条件等を考慮した年次変動の検討も必要であろう。

摘 要

1株植付本数を2, 4, 8本、栽植密度を標準植 ($22.2\text{株}/\text{m}^2$)、疎植 ($11.1\text{株}/\text{m}^2$) と変えた場合のコシヒカリの生育収量および乾物生産特性について検討した。結果は以下のとおりである。

1. 草丈、茎数ともに、1株植付本数が多いほど、また同一の1株植付本数では疎植区よりも標準植区の方が初期の生育が旺盛であり、穂数も多くなる傾向があった。また、これと同様の傾向で葉色は淡くなる傾向が認められた。有効茎歩合は標準植では1株植付本数が多いほど低くなったが、疎植ではほとんど差はなかった。
2. 収量については、標準植区では1株植付本数が少ないほど高くなったが、疎植区では4本植が最も高くなった。単位面積当り植付本数の最も多い標準・8本植区は最も低収であった。
もみわら比は、1株植付本数が多いほど、また同一の1株植付本数では疎植区よりも標準植区の方が低くなる傾向が認められた。
3. 収量構成要素については、単位面積当り粒数には大きな差はなかったが、1穂粒数は穂数の補償作用として、1株植付本数が少ないほど、また同一の1株植付本数では標準植区よりも疎植区の方が多くなった。登熟歩合は、疎植区では植付本数による差はほとんどなかったが、標準植区では1

株植付本数が多いほど低くなった。

4. LAIは、全生育期間を通じて1株植付本数が多いほど、また、疎植よりも標準植区の方が高く推移した。乾物重については、LAIと同様の傾向で初期の増加が大きかったが、生育が進むにしたがって差は少なくなった。CGRは、最高分けつ期までは1株植付本数が多いほど、また疎植より標準植区が高かったが、穂揃期以後は、標準植区では傾向が逆となり、疎植区では4本植が高くなった。NARについては、全生育期間を通じて植付本数が少ないほど、また標準植区より疎植区の方が高い傾向が認められた。
5. 標準・2本植は、シンク量が十分確保された上、NARも高く維持されたため、登熟が良好で多収となったものと考えられる。一方、標準・8本植は、旺盛な初期生育によって過繁茂となり、低いNARによって生育後期では秋落ち的な生育をした結果、穂数は多いが、登熟歩合が低下して低収となったものと考えられる。また、同一の1株植付本数で栽植密度間について比較すると、標準植で1株植付本数4本以上とした場合、疎植に比べて登熟歩合が低下して低収となったが、これは過繁茂と低いNARによるものと考えられる。

引用文献

1. 橋川 潮 1985. イナ作の基本技術. 農文協, 東京.
2. 稲葉光國 1993. 太茎大穂のイネづくり. 農文協, 東京.
3. 香川県 1993. 平成5年度稲作生産改善指導指針.
4. 神田巳季男・西沢武明 1967. 栽植密度・様式を異にした水稻個体群の生長解析. 東北大農研報 18:215-240.
5. 神田巳季男・柿崎洋生 1956. 水稻の栽植密度に関する研究. 東北大農研報 8:73-90.
6. 村田吉男・玖村敦彦・石井龍一 1976. 作物の光合成と生態. 農文協, 東京. 169-177.
7. 村山 登 1983. 収穫漸減法則の克服. 養賢堂, 東京. 57-63.
8. 農文協編 1983. 全天候型イナ作増収 —新しい見方・技術の革新—. 農文協, 東京. 150-172.
9. 武田友四郎・広田 修 1971. 水稻の栽植密度と子実収量との関係. 日作紀40:381-385.
10. Yamada, N., Y. Ota, and H. Nakamura 1961. Ecological Effects of Planting Density on Growth of Rice Plant. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 29:329-333.