

水稻稚苗栽培における移植時期の早晚限と 栽植密度について

外山宏樹, 奥山隆治, 栃木喜八郎

I 緒 言

近年開発された稚苗を用いる田植機は農家における田植労力の不足とあいまって普及は急速に進み、本県におけるその栽培面積も10%に達している。現在稚苗と呼ばれている葉数2葉前後の若苗は頭初寒冷地における早植栽培の育苗法すなわち室内育苗法として松田により考案され、さらに寺尾¹⁾および渡辺²⁾によって電熱による育苗技術へと進展した。さらに新田、未沢、木根、松沢らの研究によって普及段階にまで進められた。本県においても稚苗移植栽培技術確立の必要性から1968年より試験を行なってきたが、そのうち移植時期の早晚限および栽植密度について一応の結論を得たので報告する。

II 試験方法

試験は移植時期については'68年と'69年に行なったが'69年は晩植についてのみ行ない、栽植密度については'68年に行なった。試験場所は宇都宮市今泉町の旧農試本場水田で土壌は黒色土壌、粘土火山腐植型である。

1. 早植について

供試品種はヨモマサリと日本晴を用い4月16日、4月26日、5月6日、5月16日の4時期に移植し、標準としてビニール畑苗を5月6日に移植した。

育苗法は床土に水田黒色土壌を用い、苗床施肥は播種直前に育苗箱あたり硫安8g、過石8g、塩加4gを混合した。播種量は催芽種子で育苗箱あたり250gとし、覆土・灌水後30~32℃に保温した育苗器内で2昼夜加温し発芽させ

た。緑化および硬化はビニール・トンネル内で行なった。本田の栽植密度は畦巾33cm、株間15cmで m^2 あたり20株となり1株4本植とした。移植は田植機によって切断した土付苗を1~2cmの深さに手植した。本田の施肥量はN、 P_2O_5 、 K_2O 各々aあたり1.0kg施用し、Nのみ0.2kgを穂肥とした。病虫害防除はハモグリバエ、メイ虫、縞葉枯病、紋枯病、いもち病について行なった。

2. 晩植について

供試品種は'68年がヨモマサリと日本晴、'69年がコシヒカリとヨモマサリを用い6月5日、6月15日、6月25日、7月5日の4時期に移植し、標準として水苗を6月25日に移植した。但し'69年は6月5日区を除いた。栽植密度は'68年が早植と同じ20株、'69年は第3表に示すように密植区を設けた。施肥量(aあたり)は基肥としてNがコシヒカリで0.5kg、ヨモマサリで0.6kgとし、7月5日を除いて0.1kgを穂肥として施用した。なお $K_2O \cdot P_2O_5$ は各々0.75kgを基肥として施用した。

その他の条件は前試験と同じくした。

3. 栽植密度について

栽植様式は田植機を想定して畦巾39、36、33、(36+24)cmの4処理、株間18、15、12cmの3処理の組み合わせ計12処理とした。

供試品種は日本晴、移植時期5月9日(23日苗)で施肥量(aあたり)はN、 P_2O_5 、 K_2O 各々1.0kgとしNのみ0.2kgを穂肥とした。

その他の条件は前試験と同じくした

III 試験経過の概要

1968年：育苗はほぼ順調に行なわれ本田の生育も良好に経過した。7月に入って紋枯病の発生が多目となり、早植は出穂後台風により一部倒伏し登熟の低下をまねいた。8月下旬から9月上旬にかけて低温となり晩植の出穂、成熟がおくれ、収量低かったので晩植についての検討は1969年の成績を中心とした。

1969年：7月5日植の苗にいもち病が発生したため被害の多かったコシヒカリは予定外の苗を用いた。移植後も7月5日植のコシヒカリは葉いもちが発生し生育劣ったが、その他の試験区は順調に経過した。出穂・成熟はほぼ順調に行なわれたが9月下旬の降雨により一部に倒伏がみられた。なお7月5日植は出穂おそく完全な成熟をみるにいたらなかった。

IV 試験結果

1. 早植限界について

苗は早植したもののほど草丈短かかった。移植後の生育は4月16日が低温下であり第3葉の伸長に日数を要した他は順調であった。

初期の草丈は早植した区ほど高かったが4月16日植と4月26日植では大差なく、標準に比べ

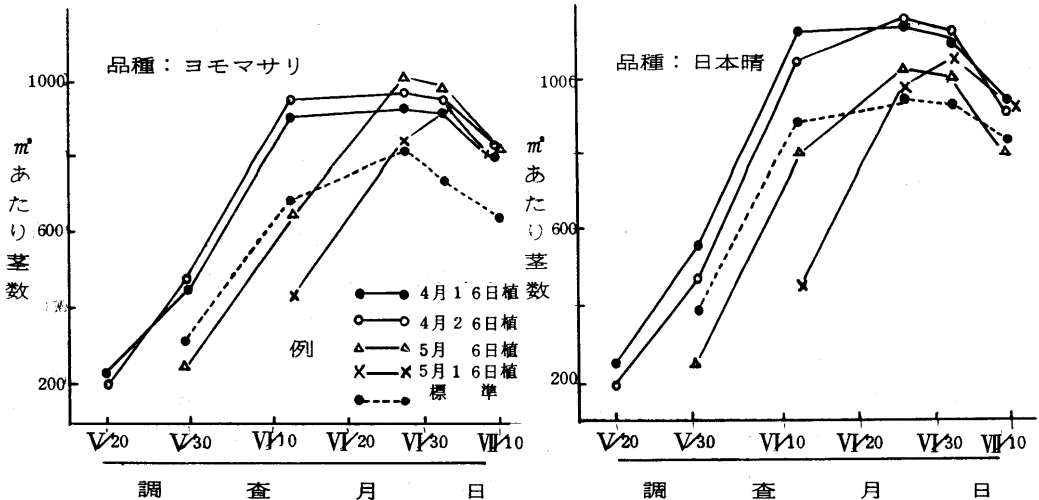
ると4月16日植が同様な傾向を示した。

茎数も早植した区ほど多目に経過し、有効分けつ決定期および最高分けつ期に達するのが早まったが、最高茎数には大差がみられなかった標準と比べても早く移植した区は茎数多く、最高茎数で約20%多くなり、同時に移植した場合でも分けつの発生おくれたものの移植後約40日で同数となり、最高茎数は稚苗が多かった。（第1図参照）

出穂は5月6日植に対して4月16日植が8日4月26日が6日それぞれ早まり5月16日植は6日おくれた。この傾向は2品種とも同じであったが標準と同時に移植した場合の出穂のおくれは日本晴の4日に対してヨモマサリは6日となった。

稈長はおおむね早植ほど短くなる傾向を示したが、標準に比べると同時期に出穂した場合は差がみられなかった。

穂数は茎数同様早植した区ほど多くなったがその傾向は品種により異なり日本晴では4月16日および26日植は標準より多くなったが、5月6日および16日は少なく、ヨモマサリは各区とも標準より穂数多くなったが移植時期間の差は少なかった。



第1図 茎数の増加曲線

第1表 生育・収量

品種	移植時期	出穂期 月日	倒伏 程度	紋枯病	稈長 cm	m ² あたり 穂数本	一穂 着粒数	登熟 歩合 %	玄米 千粒重 g	aあたり 玄米収量 kg	同左 標準比 %
日本晴	4月16日	8. 9	2	3	87	576	79	85	20.6	60.4	99
	4月26日	8. 11	2	3	89	586	81	80	21.0	55.4	91
	5月6日	8. 17	1	3	86	503	81	75	21.6	58.4	95
	5月16日	8. 23	4	2	92	507	77	74	21.1	56.5	92
	標準	8. 13	1	3	89	529	88	82	20.6	61.2	100
ヨモマサリ	4月16日	8. 3	5	4	90	519	87	69	21.5	51.0	103
	4月26日	8. 5	4	4	86	503	85	69	21.6	48.4	98
	5月6日	8. 11	3	3	91	491	92	72	21.6	46.1	93
	5月16日	8. 17	5	2	94	493	89	65	22.0	46.4	94
	標準	8. 5	3	2	85	402	104	78	21.2	49.6	100

注) 倒伏、紋枯病は・0(△)～5(甚)の6段階で示す。

第2表 稚苗栽培における枝梗の減少

項目	1次 枝梗	2次枝梗				平均 着粒数
		1	2	3	4	
稚苗	7.4	5.8	3.4	0.8	0.0	59
慣行	7.6	6.5	4.9	1.7	0.2	71

品種：日本晴，5株の全穂を調査

一穂着粒数は時期間の差少なく傾向も判然としないが標準に比較すると明らかに減少しており、第2表に示すように2次枝梗の減少が原因となっている。

登熟歩合は日本晴では早植ほど高くなり、標準と同程度になったが、ヨモマサリの場合には紋枯病と倒伏の影響をうけて区間差少なく、いずれも標準より劣った。

収量は小差であるが早植に増収傾向がみられ4月16日植は標準と大差なく同時移植で5～7%の減収がみられた。(以上第1表参照)

2. 晩植限界について

苗の生育および本田初期生育とも7月5日植のコシヒカリを除き順調であった。

草丈は6月15日植がつねに高く標準と同じ経過となった。(表省略)

茎数は6月15日植が多く、標準より多目となり、とくにコシヒカリにこの傾向が明らかであった。また密植による茎数増加は初期には明らかであったが最高分けつ期には小差となった。6月25日植は初期の茎数少なくその後かなり増加したもののコシヒカリの密植区を除き標準に及ばなかった(第3表参照)。

出穂期は6月15日植に対し6月25日植で6～7日おくれ、7月5日植のヨモマサリはさらに6日おくれた。なお6月25日植の標準に対し同時移植では約1週間おくれたが10日移植早い6月15日植では同時となった。各区とも登熟日数

第 3 表 茎 数 の 推 移

品種	移植時期	栽植密度 株/㎡	栽 植 様 式	7 月			8 月	
				12日	19日	26日	4日	
コ シ ヒ カ リ	6月15日	粗植 18.5	畦巾 36cm × 株間 15cm		281	477	559	518
		密植 22.2	30 × 15		355	480	586	559
	6月25日	粗植 18.5	36 × 15	141	276	396	413	
		密植 22.2	30 × 15	160	337	451	466	
7月5日	粗植 22.2	30 × 15	—	—	—	244		
	密植 26.7	25 × 15	—	—	—	275		
標 準	22.2	30 × 15	213	337	435	451		
ヨ モ マ サ リ	6月15日	粗植 18.5	36 × 15	257	427	503	492	
		密植 22.2	30 × 15	380	480	537	505	
	6月25日	粗植 18.5	36 × 15	148	285	427	466	
		密植 22.2	30 × 15	186	327	466	480	
7月5日	粗植 22.2	30 × 15	—	—	—	289		
	密植 26.7	25 × 15	—	—	—	334		
標 準	22.2	30 × 15	255	364	500	491		

第 4 表 生 育 ・ 収 量

品種	移植時期	密度	出 穂 期 月 日	穂長 cm	㎡あたり 穂 数	一 穂 着粒数	登 熟 合 歩 %	a あたり 玄米収量 kg	同 左 標準比 %	玄 米 干 粒 重 g	品質
8. 31	90	413	94	74	44.2	96	19.8	中			
6月25日	粗 密	9. 7	88	333	107	71	40.6	88	20.0	中	
		9. 6	87	349	91	76	42.6	92	20.7	中	
7月5日	粗 密	9. 14	88	302	111	39	32.3	70	19.4	中下	
		9. 14	89	376	113	30	31.2	68	18.3	中下	
標 準	8. 30	88	37	117	75	46.3	100	20.3	中		
ヨ モ マ サ リ	6月15日	粗 密	9. 3	84	361	98	85	50.7	103	21.7	中
			9. 3	84	369	101	85	50.7	103	21.5	中
	6月25日	粗 密	9. 10	82	324	110	61	40.5	82	22.0	中
			9. 9	83	335	102	62	46.0	93	21.8	中
7月5日	粗 密	9. 15	79	280	115	38	22.8	46	19.8	下上	
		9. 16	77	312	105	30	16.9	34	19.3	下下	
標 準	9. 2	86	346	107	81	49.4		21.6	中		

は50日近くを要したが9月10日以降に出穂した区は著しく登熟が低下した。

稈長は晩植となるほど短くなる傾向を示し一穂着粒数は逆に多くなった。

穂数は晩植となるほど減少したが6月15日植は標準より多く密植により小差ではあるが増加した。

登熟歩合は出穂がおくれるに従いがい低下したが、6月15日植のコシヒカ리는倒伏により登熟歩合低下し6月25日植より低かった。

収量は標準に比べると6月15日植ではコシヒ

カ리의粗植区が10%の減収となった他は96~103%の範囲にあり、6月25日植は粗植区で12~18%であったが密植区では7~8%減収にとどまり密植による減収防止の効果は認められた。(第4表)

玄米の品質は出穂期がおくれるに従いがい低下する傾向がみられ、とくに青米の増加が著しかった。

3. 栽植密度について

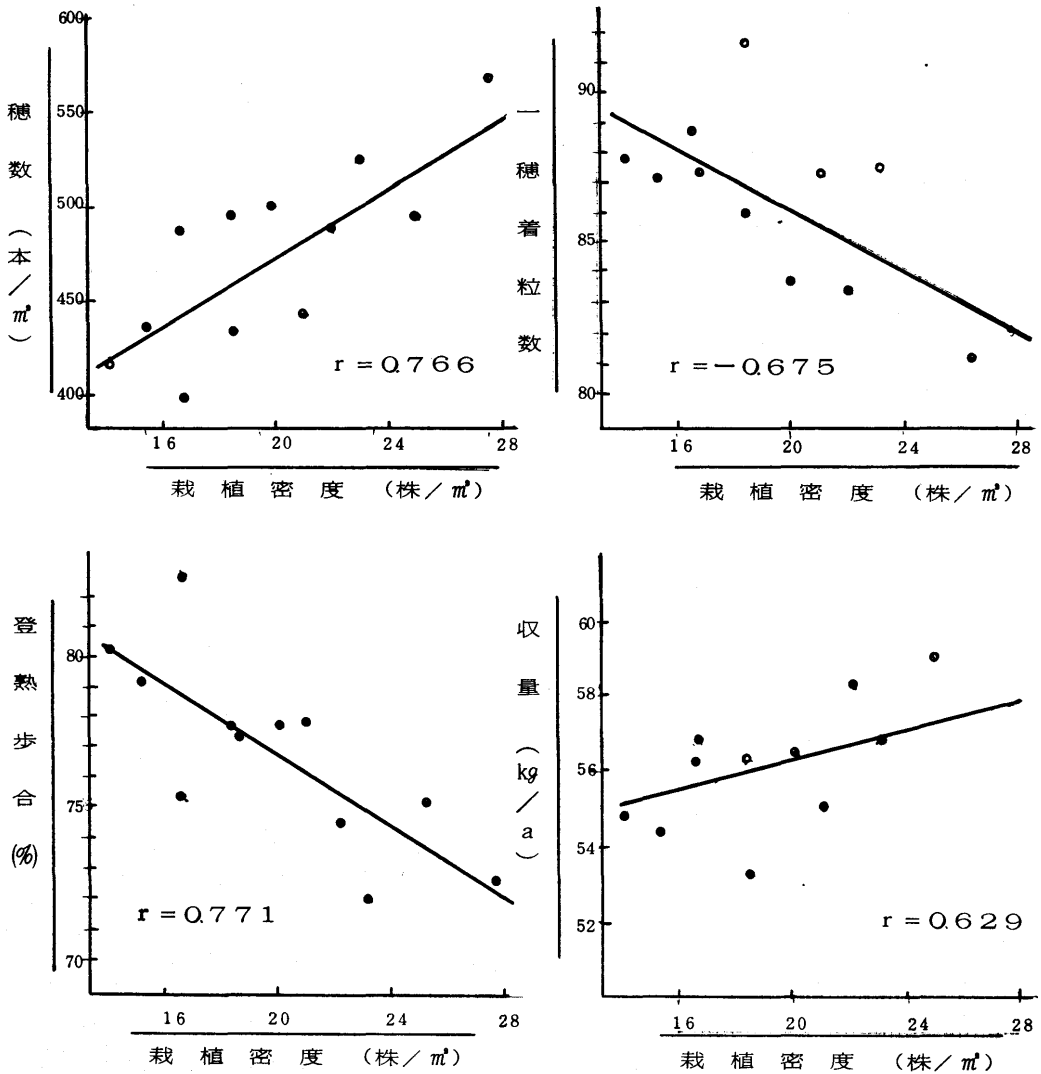
草丈については区間差少なく一定の傾向はみられなかった。

第5表 茎数の推移 (㎡あたり本)

栽植密度		移植後 22日	29日	35日	43日	50日	56日	63日
様式	密度							
畦巾39×株間18	14.2	97	207	365	568	753	709	678
39×15	17.1	113	233	369	534	768	771	660
39×12	21.4	169	289	526	760	903	892	897
36×18	15.4	97	228	365	604	801	838	738
36×15	18.5	139	281	444	716	927	932	833
36×12	23.1	182	409	661	949	1123	1127	922
33×18	16.8	136	284	459	754	959	904	818
33×15	20.2	198	368	588	871	1030	1046	929
33×12	25.3	243	440	665	903	1063	1003	921
(36+24)	18	113	246	416	668	892	879	799
(36+24) ×	15	175	377	611	861	1050	1035	892
(36+24) ×	12	211	406	676	931	1054	1062	892

第6表 収量構成要素と収量

栽植密度 様式	㎡あたり密度	稈長 cm	穂数		一穂 着粒数	登熟 歩合 %	玄米 千粒重 g	aあたり 玄米収量 kg
			株あたり	㎡あたり				
畦巾39×株間18	14.2	93	29.3	416	88	80	21.7	54.8
39×15	17.1	92	23.2	397	87	83	21.6	56.8
39×12	21.4	91	21.5	439	87	78	21.2	55.1
36×18	15.4	93	28.3	436	87	79	21.3	54.4
36×15	18.5	93	23.3	431	86	78	21.8	56.3
36×12	23.1	94	22.7	524	88	72	21.1	56.8
33×18	16.8	92	28.9	486	89	75	21.4	56.2
33×15	20.2	92	24.7	499	84	77	21.3	56.4
33×12	25.3	91	19.5	493	81	75	21.3	59.0
(36+24) ×	18	95	26.7	494	92	78	20.8	53.2
(36+24) ×	15	92	22.0	488	83	74	21.1	58.2
(36+24) ×	12	92	20.3	564	82	73	20.6	57.2



第2図 収量構成要素および収量と栽植密度の関係

茎数は密植となるほど多目に経過し、最高茎数も多くなったがm²あたり20株前後で1000本に達し、さらに密植となってもあまり増加はみられなかった。(第5表)

出穂・成熟は区間差少なく傾向は一定せず、稈長についても同様であった。しかし穂数は密植により明らかに増加し、栽植密度との間に正

の相関($r = 0.766^*$)が認められた。(第2図)

一穂着粒数は逆に負の相関がみられ、穂数に比較するとその相関はやや低かった。

登熟歩合も密植となるほど低下し負の相関($r = -0.771^*$)がみられ、玄米干粒重もおおむね密植により減少する傾向がみられた。

これらの結果によれば密植となるほど穂数が

増加するため一穂穎花数の減少をおぎない、単位面積あたりの穎花数は増加したが、一方では登熟歩合および玄米干粒重が低下する傾向にあったため、結局収量は密植により増加傾向にはあったがやや増収程度にとどまった。

V 考 察

1. 移植の早晩限界について

稚苗栽培は慣行の移植栽培に比較して分けつが旺盛で穂数は多くなるが過剰生育になりがちであり、また同一移植時期では出穂がおくれる等の特徴はすでに明らかにされているが、³⁾⁴⁾⁵⁾さらにこれらの点も含めて本県中央部における稚苗栽培の早晩限界および移植適期を検討する。

農林省農事試験場農業機械化基準資料によれば本県の稲作の気象類型はI、II、Vの地帯に分けられる。本試験を行った宇都宮はV地帯（年平均気温13～14.5℃の内陸平坦地）に属するが位置としてはII地帯（年平均気温11℃以下の山地）に接近している。V地帯の稲作条件は次のようである。すなわち保護育苗の移植早限を平均気温14℃とすれば4月27日ごろとなる。また気象生産力示数からみると好適出穂期は8月20日±7日ごろ、出穂の晩限は9月8日ごろとなっている。それでこれに対応する移植の晩限は7月5日ごろである。

試験区の第一回移植日4月16日ごろの平均気温は平年で11.3℃でありこれはビニール畑苗の活着限界13～13.5℃を下回っている。本年も移植後5日間の平均気温は11.8℃と低く、移植された苗は比較的早く発根したが、地上部の生育は抑制された。⁶⁾木根湧によると稚苗（土付苗）は移植時に切断されない土のついたままの根が本田でそのまま生育し、さらに種子の胚乳養分が残っているため発根力が旺盛となり活着限界温度は12～13℃とされ、ビニール畑苗などより低いことを報告している。この点からみれば本

地帯における稚苗の早植の限界は平均気温が12.2℃に達する4月の第5半旬となり慣行よりかなりの早植が可能となる。

一方稲の生育をみると本試験においても前述したとおり早植した区はいずれも標準より茎数多く経過し最高茎数に達する時期は早まり最高茎数も多かったが、同一移植時期の場合には分けつの発生開始がおくれ初期の茎数は少ないが漸増し、最高茎数は多くなっている。

また出穂は標準と同一移植時期では4～6日おくれたが移植時期を10日早めることにより標準と同時ないしやや早目となり従来の報告と同じ結果を示した。

稚苗移植栽培は従来から穂数の確保が容易である反面過剰生育により倒伏したり登熟不良となりがち傾向を持つことは指摘されているが本試験においても稚苗区は出穂がおくれるに従い登熟が低下した、また標準に比較して著しく穂数の増加したヨモマサリでは倒伏が多く早植においても登熟歩合は低かった。このため早植により慣行と同程度の収量を上げることができたが、同一移植時期ではやや減収となった。

先に本県中南部における好適出穂期間を8月20日±7日としたが、9月上旬の日照不足を考慮すればさらに早めることが必要であり8月10日±7日位が安全と思われる。この期間内に出穂させるためにはヨモマサリで4月下旬から5月中旬、日本晴では5月上旬までに移植することが必要と思われる。

晩植における収量低下の原因は出穂のおくれによる登熟条件の不良が第一にあげられる。

本県中央部における出穂の晩限は前述のように9月8日ごろとされているが、これは気象生産力示数が好適時より著しく低下し出穂後40日間の平均気温が20℃を下回る時期（平均気温23℃ごろが該当）により決定されているが実際にはかなりの不安定性があるものと思われる、本試

験の結果においては6月25日植えのヨモマサリの出穂は9月9～10日で6月15日植えに対して1週間おくれ登熟歩合は20%以上低下した。コシヒカリの場合は9月6～7日の出穂で登熟歩合こそ低下しなかったが青米が増加し品質面では明らかに低下した。このように9月に入ってから出穂は1日をあらそい、本年のように9～10月の天候が比較的安定した条件でも安定した結果を得たのは9月3日出穂したヨモマサリまでであった。収量面でも標準と同時に移植した場合には生育量少なく登熟歩合低下し、密植により収量増はみとめられたがなお標準に及ばなかった。

なお県南における出穂の限界は9月5日前後とされており、稚苗栽培では中生種を用いて6月20日ころを移植の限界としているが⁷⁾9月の平均気温が約1℃低い県中央部では8月中旬の出穂を目標として6月15日前後に移植するのが安全と思われ、品種・栽培法を考慮すれば6月20日ころまでは晩植が可能と思われる。

2. 栽植密度について

水稻栽培における多収の収量構成要素的要因は単位面積あたりの穎花数を必要量確保することであり、そのためには穂数によるか一穂穎花数⁸⁾によるかは論義の多いところであるが和田らによれば単位面積あたりの穎花数が多い段階で同一穎花数のとき一穂穎花数・2次枝梗数の多い場合には登熟歩合が低下しやすく逆に穂数が多い場合には登熟歩合が低下しがたい傾向がみられることを報告している。

稚苗栽培は分けつ旺盛で穂数多くなり、本試験においては密植となるほど増加し、栽植密度との間に正の相関がみとめられた。しかし穂数は増加するが一穂穎花数は減少する傾向にあり、これは第2表に示したように2次枝梗の減少によっていることは明らかで、このような特性からみると登熟面において有利性を持つようにも

思われる。しかし穂数以外の収量要素はいずれも負の傾向を示し、とくに登熟歩合は負の相関が認められた。このように登熟歩合が低下した原因はモンガレ病や倒伏が多目となったことにもよるが、本試験は単位面積あたりの穎花数が30,000～40,000粒とかなり多い範囲にあった。和田らによれば炭水化物生産量がほぼ等しいとすれば登熟歩合が80～85%前後の時に最高収量がみられ、80%以下の場合には穎花数に比べて出穂後の炭水化物生産量が不足していることを示すことを報告している。本試験においては最高収量が得られたのは栽植密度が24株前後でありここにおける登熟歩合は75%以下となり出穂以降の天候がやや不良であったため、これの影響が大きな要因となり、登熟歩合の低下をまねいたように思われる。このような面から考えれば施肥の改善や気象条件によってさらに高い登熟歩合すなわち高収量への可能性は有しているように推察できる。

一般的にいつて稚苗栽培で高収量を目標とする場合慣行より多くの穂数が必要であり、このためには本試験のように比較的穂数を確保しやすい日本晴を用いても慣行栽培程度(m²あたり20株以上)の栽植密度は必要と思われるが、品種および栽培時期によっても増減を考慮すべきであろう。

VI 摘 要

1. 水稻の稚苗栽培における安定した栽培技術を確認するため1968年と1969年の2ヶ年移植の早晩限および栽植密度について検討した。

2. 4月16日植(平均気温11.8℃)の生育から移植の早限は4月20日(平均気温12.5℃)ころと考察された。

3. 出穂は慣行と同時に移植した場合、早植(5月6日)で4～6日、晩植(6月25日)で1週間おくれる。したがって移植を10日早めるこ

とによりほぼ同時になる。また減収防止的な面で稚苗栽培の移植時期をみるとヨモマサリで4月20日ころから5月中旬、日本晴では5月上旬までである。

4. 晩植については収量、品質面からみて、晩植適応性の大きい品種を用いても6月15日ころが安全な限界と思われる。

5. 栽植密度については穂数との間に正の相関がみられたが他の収量構成要素は密植により減少傾向がみられ、とくに登熟歩合は負の相関を示した。

6. 稚苗栽培における密植は穂数増加するため一穂着粒数の減少を補ない単位面積あたりの穎花数は増加する。しかし登熟歩合・玄米干粒重

の低下をまねきやすく収量的にはやや増収の傾向を示すにとどまった。

Ⅶ 参考文献

1. 寺尾博 1957 農及園 32(12):1939-1744
2. 渡辺一郎 1963 農電研究所報 4:
3. 新田英雄他 1960 中国農業研究18:
4. 未沢一男他 1961 農及園36:1495-1496
5. 木根洩旨光 1962 日作紀31(2):557-564
6. 松沢正知他 1968 広島県農試研報26:
7. 太田章 1971 栃木県農試研報14:1-6
8. 和田源七他 1968 日作紀37(2):195-199
9. ——— 1969 日作紀38(2):294-297