

機械移植による稚苗水稻の生理生態的 特性について*

藤原 耕治*² 南 松雄*³ 古山 芳広*⁴

Growth Characteristics and Grain Yield of
Paddy Rice from Mechanical Transplanting of
Young Seedling

Koji FUJIWARA Matsuo MINAMI and Yoshihiro FURUYAMA

稚苗移植水稻の生理生態的特性を慣行の成苗水稻と比較検討した結果、稚苗水稻の幼形期および出穂期は成苗水稻に比して2～5日遅れたが、最高分けつ期は逆に7～10日早まった。収量構成要素のうち、穂数は多いが、1穂粒数が少ないため総粒数は劣る場合が多く、もみ/わら比も小さかった。登熟歩合は比較的高いが、千粒重がやや小さく、玄米収量は同一施肥水準では成苗水稻並みかやや劣った。稚苗水稻の幼形期までの茎数増加量、乾物生産量ならびに窒素吸収量は成苗水稻に比してはるかに多い反面、幼形期から止葉期にかけての乾物生産量および窒素吸収量が少なく、このことが1穂粒数の減少と有効茎歩合の低下の要因になっているものと推察された。登熟期の受光態勢は比較的良好であるが、稈が細く耐倒伏性は弱く、また、根は表層に多く分布し、下層への伸長は劣った。

結 言

近年、育苗技術の改良と田植機の性能向上によって本道における水稻の機械移植栽培の普及は目覚ましく、昭和52年度時点で、機械移植面積の比率は全水稻作付面積の約86%に達している。こ

のうち、苗質別にみると稚苗移植が29%、中苗移植が57%を占め、生育遅延の危険性の少ない中苗移植が年々拡大する傾向にある。

このような情勢下で機械移植栽培に関する試験研究も広範に展開されているが、いまだその歴史は浅く、残された問題点も多い。特に機械移植水稻に対する本田の施肥法については試験事例も少なく、実際場面では従来の慣行移植栽培に準ずる形で指導されているのが現状である。

最近、多様化している育苗様式や苗質によって本田における水稻の生育相、乾物生産、養分吸収および収量性など生理生態的に差異のあることが判明しつつあり、機械移植水稻の安定多収化のためには、その生理生態的特性を従来の成苗水稻との対比の下で苗質別に解明し、これに基づいた合理的な施肥技術を確立することが必要と考える。

以上の観点から、本報告では機械移植水稻の苗

1979年12月20日受理

* 本報の一部は、日本土壤肥料学会北海道支部大会(1977年12月)で発表した。

² 北海道立上川農業試験場(現島根県農業試験場, 693 島根県出雲市芦渡町)

³ 同上(現北海道立中央農業試験場, 069-13 夕張郡長沼町)

⁴ 同上(現北海道立道南農業試験場, 041-12 亀田郡大野町)

質として最初に実用化され、その機械化適応性が広く実証されてきた稚苗移植水稻をとりあげ、生育特性、窒素吸収特性、収量性などについて慣行の成苗水稻と比較検討した結果を報告する。

試験方法

1. 試験地の土壌条件

本試験を実施した上川農試圃場は暗色表層褐色低地土に属し、表層は腐植にすこぶる富む火山灰質沖積土壌でりん酸吸収係数が高く、また、約50 cm 以下に砂礫層が出現し、排水佳良で窒素にレスポンスする度合の大きい土壌である。

2. 栽培条件および施肥処理

供試品種には「イシカリ」を用い、供試苗として成苗は慣行の畑苗代で育苗し、稚苗は箱マット形式により育苗し、育苗日数はそれぞれ30日、25

日とした。栽植密度は成苗、稚苗ともに m^2 当り27.8株、移植本数は成苗が2本植、稚苗が5本植とした。なお、52年度の稚苗区には3本植と7本植を設け、株内密植の効果についても検討した。

本田の施肥量はa 当りN 0.4~1.6kg, P_2O_5 0.8 kg, K_2O 0.6kg とし、それぞれ硫安、過石、塩加を耕起時全層に施用した。なお、基肥窒素の施用量と試験年次は第2表に示した。

3. 調査分析方法

水稻の根分布調査は、本田から1株分の根系を含む作土を掘取り、層別5 cm ごとに分割した後、根を洗い出し根重を測定した。その他の調査はいずれも常法によった。

分析用サンプルは1区4~6株を抜取り、60℃で熱風乾燥し、常法にて粉碎した。稲体窒素含量はケルダール法により定量した。

第1表 供試土壌の理化学性

層序 (cm)	土性	T-N (%)	T-C (%)	C/N	腐植 (%)	CEC (me)	吸収係数		乾土効果	温度上昇 効果
							N	P_2O_5		
1 (0~12)	CL	0.49	6.46	13	11.1	27.4	357	1820	10.9	7.7
2 (12~19)	CL	0.43	5.62	13	9.7	28.8	564	1742	8.4	5.4

第2表 基肥窒素用量と試験年次

年次 苗質	昭和49年		50年		51年		52年	
	成苗	稚苗	成苗	稚苗	成苗	稚苗	成苗	稚苗
基肥N量								
N 0.4 kg	—	—	—	—	—	—	○	○
" 0.6 "	—	○	○	○	—	—	—	—
" 0.8 "	○	○	○	○	○	○	○	○
" 1.0 "	—	○	○	○	○	○	○	○
" 1.2 "	—	—	○	○	○	○	○	○
" 1.4 "	—	—	○	○	—	—	—	—
" 1.6 "	—	—	—	—	—	—	○	○

第3表 苗質と栽培条件

苗質	育苗日数(日)	葉 齢	移植期(月・日)	栽 植 密 度	移植本数(本)
成 苗	30	3.5 ~ 4.0	5.23 ~ 5.25	30cm×12cm(27.8株/ m^2)	2
稚 苗	25	2.3 ~ 2.5	5.17 ~ 5.20	" "	5

試験結果

(1) 生育特性

北海道における水稻の機械移植栽培基準によれば稚苗の移植適期はその地帯の平均気温が11.5℃に達する日から5月25日前後までとされ、栽植密度はm²当り25株以上、移植本数は4~5本を標準としている。

この栽培基準に準じた場合の稚苗水稻の生育期節を成苗水稻と比較すると、第4表、第1図、第2図に示すように、稚苗水稻の幼穂形成期、止葉抽出期および出穂期は成苗水稻に比しいずれも2~5日程度遅れ、成熟期も4~5日遅く、登熟日数は2~3日程度多く要した。一方、稚苗水稻の

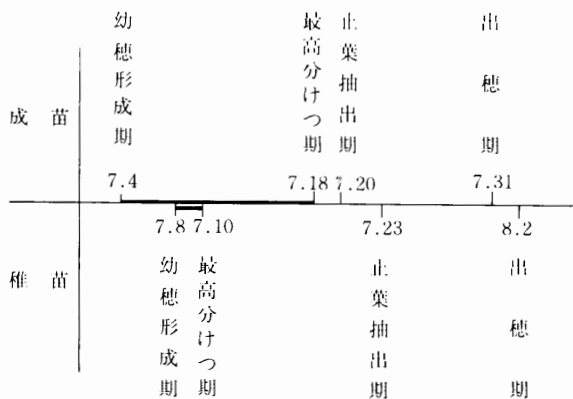
最高分けつ期は逆に成苗水稻よりも7~10日早まって幼穂形成期頃に相当し、有効茎終止期も5~7日早まった。その結果、幼形期と最高分けつ期の関係を見ると、成苗水稻では栄養生長と生殖生長との重複期間が10~14日あるのに対し、稚苗水稻ではその期間が極めて短く2日程度に過ぎず、栄養生長期と生殖生長期の区切りが明瞭であることが注目される(第1図)。

さらに、稚苗水稻は生育初期から成苗水稻に比べて茎数がはるかに多く、最終的な穂数もまさるが、その有効茎歩合は4か年平均で73%と成苗水稻の81%に比して明らかに低いことが特徴的であった。

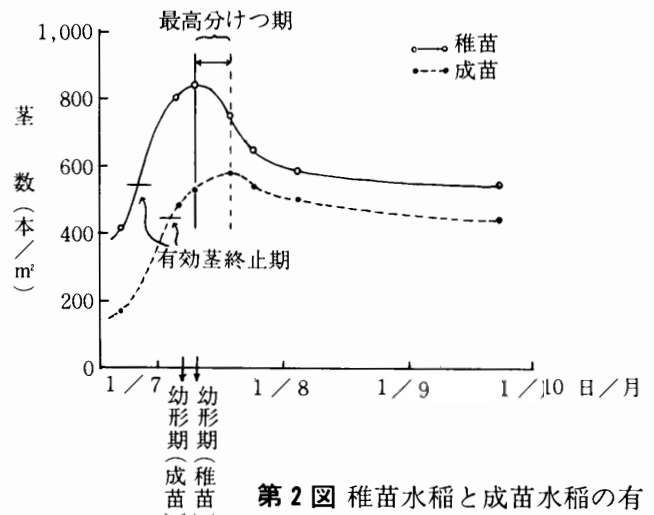
第4表 年次別の生育期節と茎数の推移

(N:0.8kg/a)

区別	項目 年次	生育期節(月・日)					登熟日 (日)	茎数(本/m ²)				
		移植期	分けつ期	幼形期	止葉期	出穂期		成熟期	分けつ期	幼形期	止葉期	成熟期
成苗	(昭) 49年	5.24	6.20	7.3	7.19	7.30	9.19	51	164	450	559	459
	50 "	5.23	6.19	7.1	7.18	7.31	9.17	48	295	554	677	479
	51 "	5.25	6.21	7.6	7.23	8.2	9.20	49	191	470	554	466
	52 "	5.24	6.24	7.4	7.21	7.31	9.17	48	273	617	635	558
	平均	5.24	6.21	7.4	7.20	7.31	9.18	49	231	523	606	491
稚苗	49年	5.20	6.20	7.8	7.23	8.3	9.24	52	239	773	714	551
	50 "	5.19	6.19	7.5	7.21	8.2	9.22	51	370	822	783	552
	51 "	5.17	6.21	7.9	7.23	8.2	9.20	49	460	842	677	566
	52 "	5.17	6.24	7.8	7.23	8.1	9.22	52	380	731	682	567
	平均	5.18	6.21	7.8	7.23	8.2	9.22	51	362	792	714	559
稚苗/成苗 (増減, %)		-6	0	+4	+3	+2	+4	+2	157	151	118	114



第1図 成苗水稻と稚苗水稻の生育期節の対比 (4か年平均)



第2図 稚苗水稻と成苗水稻の有効茎終止期の差異 (51年)

第5表 年次別の収量と収量構成要素

(N:0.8kg/a)

区別	項目 年次	稈長 (cm)	穂長 (cm)	有効茎歩合 (%)	もみ ／ わら	玄米 収量 (kg/a)	収量構成要素					
							穂数 (本/m ²)	1穂 粒数	m ² 当り 総粒数 (×100)	不稔 歩合 (%)	千粒重 (g)	登熟 歩合 (%)
成苗	昭49年	65.5	16.5	82.9	1.32	55.5	459	63.7	292	5.6	23.1	85.6
	50 "	62.5	17.5	70.7	0.94	50.2	479	56.2	269	16.2	20.9	81.9
	51 "	60.4	16.2	84.2	1.08	51.1	466	56.8	265	9.9	21.0	71.5
	52 "	66.5	17.0	87.9	1.35	60.5	558	61.5	343	7.0	21.5	85.6
	平均	63.7	16.8	81.4	1.17	54.3	491	59.6	292	9.7	21.6	81.2
稚苗	49年	66.1	15.4	77.7	1.23	56.7	551	49.9	275	6.7	22.7	80.8
	50 "	59.1	15.7	67.2	1.01	52.3	552	47.0	259	10.9	20.8	88.1
	51 "	54.9	14.0	67.8	0.99	47.9	566	42.7	242	8.4	20.8	77.9
	52 "	63.0	15.1	77.6	1.15	54.8	567	49.3	280	6.6	21.3	89.2
	平均	60.8	15.1	72.6	1.10	52.9	559	47.2	264	8.2	21.4	84.0
稚苗/成苗(%)		95	90	89	94	97	114	79	90	85	99	103

(2) 稚苗水稻の収量性

49年と52年は稲作期間中おおむね好天に恵まれた豊作年であったが、50年は幼穂伸長期間の低温寡照のため不稔粒の多発と粒数不足を招来し、51年は開花期以降の異常低温による登熟不良のためにそれぞれ平年作を下廻る低収年であった。

N0.8Kg水準における玄米収量を両水稻間で比較すると、49年と50年は稚苗水稻の方がいくぶん多かったが、51年と52年は逆に成苗水稻の方が多収を示し、4か年平均では稚苗水稻の方がわずかながら劣る結果となった。

このような稚苗水稻の低収要因を収量構成要素の面からみると、穂数は成苗水稻よりも明らかに多いが、穂長が短く、1穂粒数が少ないため総粒数は劣る場合が多いこと、登熟歩合は比較的高いが、千粒重が小さいこと、さらに、もみ/わら比が小さいことなどがあげられる。

(3) 乾物生産および窒素吸収特性

成熟期における稚苗水稻の総乾物重および総窒素吸収量は成苗水稻と同等か、もしくはいくぶん劣る程度で、その差は比較的小さかった。しかし、生育時期別にみると著しい差異が認められ、その結果を第6表、第7表、第3図に示した。すなわち、分けつ期では両水稻の間に大差はないが、分けつ期から幼形期にかけての乾物生産量および窒素吸収量は稚苗水稻の方がはるかに多く、幼形期の乾物重は成苗水稻の1.8倍(4か年平均)、窒素

吸収量は1.6倍に達していた。さらに、全窒素吸収量のうち幼形期までの吸収割合は成苗水稻が30%前後であるのに対し、稚苗水稻では50%にも達し、窒素吸収が相対的に先行する傾向が認められた。

一方、幼形期以降の稚苗水稻の乾物増加量および窒素吸収量は成苗水稻に比して明らかに少なく、葉身の窒素濃度も低く推移する傾向が認められ、特にその差異は幼形期から止葉期にかけて顕著であった。

また、第8表に示すように稚苗水稻は成苗水稻に比較して粒数生産能率が低く、生産された乾物および吸収窒素の粒数生産に寄与する割合が低いことを意味している。一般に粒数生産能率は幼穂の発育期における1穂穎花の着生数と有効茎歩合の高低によって決定され、さらに、1穂穎花数や有効茎歩合は幼形期から止葉期にかけての窒素供給量と炭水化物同化量の多少に強く支配されることが知られている^{5,11)}。本試験においても第4図、第5図に示すように、1穂粒数と幼形期～止葉期の乾物生産量、1穂粒数と幼形期の葉身窒素濃度との間にはそれぞれ密接な関係が認められ、この時期の水稻体内の栄養条件が1穂粒数に強く反映していることが明らかである。

登熟期間の乾物生産および窒素吸収に着目すると(第9表、第10表)、成苗水稻に比して稚苗水稻は出穂期～成熟期の乾物生産量が少なく、かつ、単位乾物重および単位窒素吸収量当りの乾物生産

第 6 表 乾物生産量の推移

(N:0.8kg/a)

区別	項目 年次	乾物重 (g/m ²)					時期別乾物増加量 (g/m ²)			
		分けつ期	幼形期	止葉期	出穂期	成熟期	分～幼	幼～止	止～出	出～成
成 苗	昭49 年	—	69	283	522	985	—	214	239	463
	50 "	33	97	276	422	1,093	64	179	146	671
	51 "	23	66	269	548	1,071	33	203	279	523
	52 "	24	94	303	591	1,193	70	209	288	602
	平均	27	82	283	521	1,086	56	201	238	565
稚 苗	49 年	—	163	349	571	1,005	—	186	222	434
	50 "	29	131	275	531	1,092	102	144	256	561
	51 "	30	158	337	548	1,057	128	179	211	509
	52 "	26	133	364	584	1,102	107	231	220	518
	平均	28	146	331	559	1,064	112	185	227	506
稚苗/成苗 (%)		104	178	117	107	98	200	92	95	90

第 7 表 葉身の窒素濃度並びに窒素吸収量の推移

(N:0.8kg/a)

区 別	項目 年次	葉身の N 濃度 (%)					地上部の N 吸収量 (g/m ²)				
		分けつ期	幼形期	止葉期	出穂期	成熟期	分けつ期	幼形期	止葉期	出穂期	成熟期
成 苗	昭49 年	—	4.75	3.15	2.85	1.23	—	2.24	4.84	6.19	8.01
	50 "	4.85	4.57	2.97	2.64	1.36	1.26	3.15	5.01	5.96	10.59
	51 "	5.75	4.71	3.29	2.51	0.91	1.00	2.40	5.06	5.87	9.02
	52 "	5.36	4.53	3.23	3.04	0.99	1.07	3.09	5.36	7.85	10.20
	平均	5.32	4.64	3.16	2.76	1.12	1.11	2.72	5.07	6.47	9.46
稚 苗	49 年	—	4.10	2.74	2.58	1.18	—	4.36	4.90	5.67	8.05
	50 "	4.81	4.06	3.10	2.69	1.09	1.11	3.84	4.96	6.37	9.82
	51 "	5.33	3.88	2.76	2.44	0.93	1.22	4.19	5.20	5.72	8.49
	52 "	5.44	4.80	2.98	2.79	0.91	1.18	4.68	5.59	7.89	8.56
	平均	5.19	4.21	2.90	2.63	1.03	1.17	4.27	5.16	6.41	8.73
稚苗/成苗 (%)		98	91	92	95	92	105	157	102	99	92

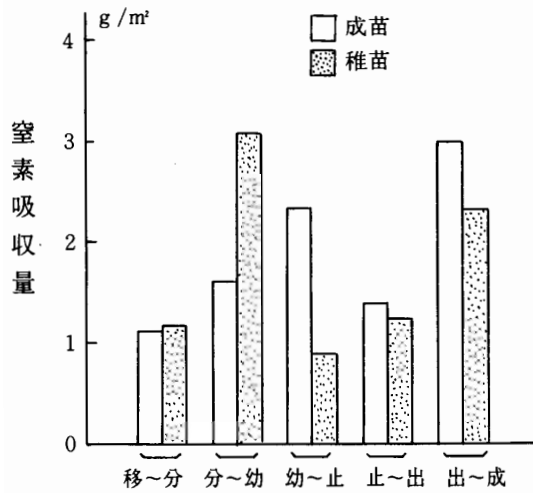
第 8 表 籾数生産能率の比較

(4 ヲ年平均, N:0.8kg/a)

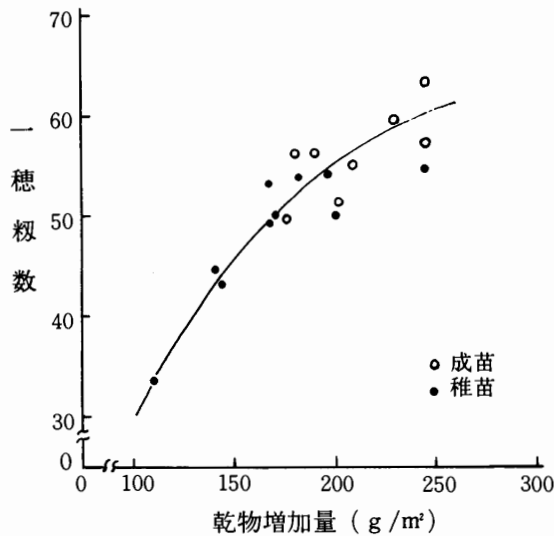
区 別	m ² 当り総籾数 (×100)	茎葉 1 g 当りの籾数生産能率		窒素 1 g 当りの籾数生産能率	
		止 葉 期	出 穂 期	止 葉 期	出 穂 期
成苗水稻	292	103.1	56.5	57.6	45.3
稚苗水稻	264	80.4	47.3	51.2	41.8

能率がいずれも低かった。しかし、単位籾数当りの乾物生産量は両水稻ともほぼ同程度の値を示した。

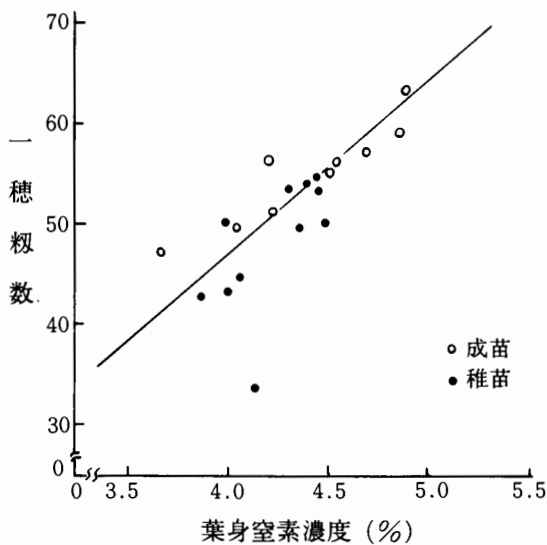
また、稚苗水稻は登熟期間の乾物生産量および窒素吸収量が少ない反面、生産された乾物および吸収窒素の穂への移行率は逆に高く、かつ、穂部



第3図 生育時期別の窒素吸収増加量



第4図 〔幼形期～止葉期〕の乾物増加量と1穂粒数の関係



第5図 幼形期の葉身窒素濃度と1穂粒数の関係

へ移行した窒素のうち、出穂後に吸収した窒素に依存する割合は成苗水稻よりも低い、茎葉から移行した割合は稚苗水稻の方が高かった。

(4) 受光態勢と耐倒伏性

窒素水準を変えた場合の受光態勢と下位節間長および節間重について調査した結果を第11表に示した。

受光態勢についてみると、出穂期のLAIはいずれの窒素水準においても稚苗水稻の方が成苗水稻を上廻っていたが、稚苗水稻は止葉の葉身長が短く、かつ、上位2葉の葉身傾斜角度が小さく直立型をとっているため、LAIが大きい割に相対照度が高く、受光態勢の面では成苗水稻よりも有利な一面がうかがわれた。

次に、耐倒伏性に関与する下位節間長および節間重についてみると、稚苗水稻の稈長および下位節間長は窒素水準の低い段階では成苗水稻よりも短い、窒素水準が高まるにつれて成苗水稻と同等かむしろ長くなる傾向にあった。一方、単位節間長当りの節間重 (mg/cm) は逆に基肥窒素量の増加により減少し、その減少割合は稚苗水稻の方が著しかった。すなわち、稚苗水稻は成苗水稻よりも稈が細く、倒伏抵抗性が弱い特徴をもち、多肥条件下では成苗水稻よりも倒伏し易いことを意味している。

(5) 根分布の比較

水稻根系の発達状況はその養分吸収に大きく影響することから、両水稻の根重を層別別に調査し比較検討した。

根乾物重からみて、1株当りの根量は稚苗水稻の方が明らかに少なく、単位面積当りでも成苗水稻と同等かやや劣るように見受けられた。一方、層別別の分布割合をみると、分けつ盛期では稚苗水稻の根は成苗水稻に比して明らかに表層に分布する割合が高く、下層への伸長は劣っていた。しかし、止葉期以降ではむしろ稚苗水稻の方が下層への伸長割合は高かった。

(6) 株内密植の影響

稚苗移植は従来の成苗移植よりも密植条件となっており、特に1株当りの栽植本数の多少は株内の競合を通じて本田の生育相に強く影響するものと考えられる。

その一例を第13表に示した。すなわち、単位面積当りの穂数および総粒数は7本植 > 5本植 > 3

第 9 表 乾物生産能率の比較

(4カ年平均, N:0.8kg/a)

区 別	出穂後の乾物生産量 (g/m ²)	出穂後の乾物生産量 出穂期の全乾物重	出穂後の乾物生産量 出穂期の窒素吸収量	出穂後の乾物生産量 m ² 当り 総 穀 数 (mg)
成苗水稲	565	1.08	87.3	19.3
稚苗水稲	506	0.91	78.9	19.2

第10表 乾物および窒素の穂への移行状況

区 別	年 次	項 目 穂 重 全乾物重 (%)	出穂後 の乾物 生産量 [A] (g/m ²)	出穂後 の穂重 増加量 [B] (g/m ²)	穂への 移行率 [B]/[A] (%)	成熟期の穂に吸収された窒素の内訳(g/m ²)			
						出穂期の N吸収量	出穂後の N吸収量	茎葉から の移行量	合 計
成苗水稲	昭50年	51.4	671	508	75.7	0.80	2.66	2.35	5.81
	51 "	56.8	523	474	90.6	0.77	3.96	1.91	6.64
	52 "	60.8	602	628	104.3	1.15	2.35	3.85	7.35
	平均	56.3	599	537	90.2	0.91	2.99	2.70	6.60
稚苗水稲	50年	51.6	561	516	92.0	0.89	2.68	2.89	6.45
	51 "	52.9	509	485	95.3	0.80	2.49	2.15	5.44
	52 "	57.7	518	539	104.1	1.26	0.67	4.12	6.05
	平均	54.1	529	513	97.1	0.98	1.95	3.05	5.98

第11表 登熟期の受光態勢と下位節間長および節間重 (昭和52年)

区 別	出穂期 L A I	登熟期 相対照 度(%)	稈 長 (cm)	葉身長(cm)		葉身傾斜角度		節 間 長(cm)		単 位 節 間 重 (mg/cm)		
				止葉	2葉目	止 葉	2 葉目	第 3	第 4	第 3	第 4	
成苗水稲	N 0.4	2.36	23.4	60.3	19.0	26.6	13.4	22.8	12.3	3.9	14.9	29.2
	N 0.8	3.37	9.7	67.5	23.3	28.8	21.9	26.6	14.4	3.8	11.8	21.6
	N 1.2	3.87	6.5	71.2	23.4	29.1	27.2	28.3	16.2	5.4	9.2	15.9
	N 1.6	3.94	5.8	70.5	23.3	28.9	27.4	29.9	17.0	5.6	9.1	15.5
稚苗水稲	N 0.4	2.81	32.7	55.1	18.7	26.0	12.9	18.8	10.7	2.9	16.1	32.4
	N 0.8	3.99	11.3	65.3	21.5	29.2	20.2	24.5	13.0	3.8	10.6	16.1
	N 1.2	4.60	5.8	72.0	22.3	30.2	24.3	25.9	15.3	5.6	8.0	12.7
	N 1.6	4.64	5.4	72.6	22.3	28.2	24.8	24.7	17.2	5.2	8.9	12.6

第12表 根乾物重と層別分布割合 (昭和50年)

区 別	根乾物重* (g/株)			根 重 の 層 別 分 布 割 合 (%)								
	6月26日	7月24日	8月8日	6 月 26 日			7 月 24 日			8 月 8 日		
				0~5cm	5~10	10~15	0~5cm	5~10	10~15	0~5cm	5~10	10~15
成苗水稲	0.61 (13.6)	2.84 (63.1)	2.90 (64.4)	58.9	23.6	17.5	53.7	32.5	13.8	43.8	34.9	21.3
稚苗水稲	0.50 (13.9)	2.13 (59.2)	2.27 (63.1)	75.0	15.9	9.1	42.4	36.7	20.9	41.4	35.3	23.3

(注)* ()内の数値はm²当りの重量を示す。栽植密度:成苗……30×15cm, 稚苗……30×12cm

第13表 株内密植と収量性 (昭和52年, N:1.0kg/a)

区 別	1 株 植本数 (本)	有効茎 歩 合 (%)	も み ／ わ ら	玄 米 収 量 (kg/ a)	収量比 (%)	収 量 構 成 要 素					葉 身 N (出 穂期) (%)	第 4 節間長 (cm)	第 4 節間重 (mg/ cm)
						m ² 当り 穂 数 (本)	1 穂 数	m ² 当り 総穂数 (×100)	千粒重 (g)	登熟 歩合 (%)			
成苗水稻	2	91.5	1.23	66.1	102	562	63.0	354	21.9	87.3	3.28	3.7	22.5
稚苗水稻	3	88.3	1.28	65.0	100	606	59.1	358	21.7	83.1	3.24	3.9	18.8
	5	84.6	1.25	66.8	103	636	56.5	359	21.6	82.7	3.11	4.4	15.6
	7	83.2	1.21	71.0	109	691	54.3	376	21.6	79.4	3.08	4.6	12.3

本植の順に栽植本数の多いものほどまさるが、その反面1穂粒数は減少し、有効茎歩合、もみ/わら比および登熟歩合がいずれも低下する傾向が認められ、結局、玄米収量では粒数の多い7本植が最もまさり、3本植と5本植の収量差は比較的小さかった。

また、栽植本数の多いものほど出穂期の葉身窒素濃度が低く、登熟期間における同化能力の低下が懸念された。そのうえ、株内密植により下位節間が長くなり、節間重は軽くなることから、倒伏抵抗性も弱まるものと思われる。

考 察

機械移植栽培基準に基づき、早植、密植条件で栽培した稚苗水稻の特性を従来の成苗水稻と対比した結果、生育相や収量構成要素の面で種々の差異が認められたが、これらの差異は苗素質そのものに由来する場合と付随する栽培条件に由来する場合とが考えられる。

たとえば稚苗水稻にみられる生育の遅延は、稚苗と成育の苗素質、特に葉齢の差異によることは既往の報告¹⁾からも明らかである。さらに、低温活着性がまさること、分けつの発生は成苗に比して低位節から始まること、多分けつ性であり、栄養生長は過大化する傾向のあることなどが稚苗固有の苗素質に由来する特性として指摘されている^{2,8,12)}。

一方、本試験において稚苗の栽植密度、特に株内本数の多少が稚苗水稻の生育相および収量構成要素に強く影響を及ぼすことを認めた。水稻の栽植密度に関する報告^{4,5,8,10)}によれば、株間密植であれ株内密植であれ、単位面積当りの植本数を多くすると穂数は増加するが、1穂粒数、有効茎歩合は低下し、登熟歩合や千粒重も減少する場合が

多く、総粒数は1穂粒数の減少分を穂数で補償するためやや増加するとされており、その一般的な傾向は本報の結果と一致している。なお、星野ら⁴⁾によれば、単位面積当りの個体数が同一の場合は、株内本数を少なくして株間を密植にした方が穂数および1穂粒数の確保が容易であり、これは株内密植の場合は個体間競合による生育抑制が強いためとしている。

さらに、稚苗水稻の移植期に関する報告^{8,9,10)}によれば、一般に早植ほど分けつ発生が旺盛で有効茎終止期および最高分けつ期が早まり、穂数も増加するが、その反面、生育後半の凋落化、有効茎歩合の低下および1穂粒数の減少がみられ、総粒数では差がなくなるとされている。

田辺・川島¹²⁾は紙筒移植方式により苗の葉数および植付深度が生育と収量に及ぼす影響について検討し、稚苗植は成苗植に比して生育前半は極めて旺盛な生育を示し、茎数増加が著しく最高分けつ期も早まるが、その後有効茎歩合が低下し、1穂粒数および稔実粒数も減少して減収となったと報告している。しかも、このような稚苗水稻の特性は深植で抑制され、浅植で助長されたとし、稚苗の浅植はあたかも直播水稻の様相を呈したと述べている。また、伊藤ら⁶⁾も稚苗水稻の植付深度について検討し、ほぼ同様の結果を得ている。

以上述べた稚苗水稻の栽植密度、移植期、植付深度に対する生育反応は成苗水稻との生理生態的差異を理解するうえにも示唆に富むものと言えよう。すなわち、稚苗移植では成苗移植に比べて単に苗の葉数が少ないのみならず、栽植密度が高く、株内本数も多く、早植でしかも浅植となるのが一般的である。このような栽培条件が稚苗本来の多分けつ性に起因する栄養生長量の過大化および生殖生長期の栄養的凋落化傾向を一層助長している

ものと考えられる。この栄養的凋落化により1穂粒数の減少を穂数増加で補えない場合が多く、しかも登熟期間の葉身窒素濃度が低く同化能力が劣ることから、稚苗水稻の受光態勢や同化産物の転流の面での有利性が相殺されて、結局収量的には成苗水稻より劣る場合が多いものと思われる。

本報ではまた、分けつ盛期の稚苗水稻の根群は成苗水稻に比較して表層に多く分布することを明らかにしたが、このように稚苗水稻が表層分布型の根系を示すことは田中ら¹³⁾によっても報告されている。また、川島・田辺ら⁷⁾は紙筒移植水稻の根群分布が表層に集中することをみだし、このような根群分布が栄養生長末期からの養分吸収を規制して地上部生育を凋落化させると共に根の老化も早め、ひいては収量性を低下させる可能性のあることを指摘している。なお、筆者らは水稻品種の根系発達の差異と養分吸収特性の間にも密接な関連のあることを認めている³⁾。いずれにしても育苗様式が多様化しているなかで、苗の種類と根群分布の関係については施肥効率向上の面からも今後さらに検討する必要がある。

北海道のような寒冷地において稚苗水稻の生育を促進し安定性を高めるためには、その低温活着性を活かして早植とし、十分な栄養生長期間を与えると共に密植により早期に必要な穂数を確保することが必須条件である。このため、従来の成苗水稻に比べて生殖生長期の生育が凋落化し易い傾向にあり、その技術対応としては本田の施肥法が一層重要度を増すものと思われる。その際、機械移植水稻の根群分布や施肥位置を考慮した効率的な施肥技術の確立が必要と考えられる。

本稿のとりまとめに当りご校閲をいただいた前北海道立上川農業試験場長森哲郎氏、北海道立天北農業試験場後藤計二場長および北海道立中央農業試験場化学部奥村純一部長の各位に深く謝意を表す。

引用文献

- 1) 天野高久, 小川 勉, 砂田喜与志, “水稻の生育促進に関する研究, I 育苗法と出穂ならびに生育との関係”. 北海道立農試集報, **27**, 26—36 (1973).
- 2) 藤井定吉, “水稻の稚苗移植栽培”. 農業技術, **22**, 207—211 (1967).
- 3) 古山芳広, 南 松雄, “水稻品種の栄養生理的特性に関する研究, IV 根系発達の特徴と窒素吸収特性”. 北海道立農試集報, **39**, 42—53 (1978).
- 4) 星野達三, 柿本 彰, 佐竹徹夫, “寒地に於ける水稻栽培の解析的研究, I 栽植密度, 特に株間距離と株内本数との関係について”. 北海道農試彙報, **72**, 28—35 (1957).
- 5) 石塚喜明, 田中 明, “水稻の栄養生理”. 第1版, 養賢堂, 1963. p.225—231.
- 6) 伊藤俊一, 三浦貞幸, 高橋英一, “稚苗移植栽培の植付深”. 東北農業研究, **11**, 68—70 (1970).
- 7) 川島 栄, 田辺 猛, “水稻の紙筒移植に関する研究, I 紙筒移植が水稻の生育ならびに収量におよぼす影響”. 日作紀, **39**, 383—390 (1970).
- 8) 木根淵旨光, “水稻稚苗栽培技術の確立ならびに機械化技術における実証的研究”. 東北農試研究報告, **38**, 1—151 (1969).
- 9) 島 隆三郎, 石原信一郎, “水稻の稚苗移植栽培に関する研究—作季の移動が生育収量に及ぼす影響”. 富山県農試研報, **5**, 1—11 (1972).
- 10) 外山宏樹, 奥山隆治, 栃木喜八郎, “水稻稚苗栽培における移植の早晚限および栽植密度について”. 栃木県農試研報, **15**, 1—9 (1971).
- 11) 高橋重郎, 和田源七, 庄子貞雄, “水田における窒素の動態と水稻による窒素吸収について, VII 窒素吸収パターンと水稻の生育, 収量構成要素”. 日作紀, **45**, 220—225 (1976).
- 12) 田辺 猛, 川島 栄, “水稻の紙筒移植に関する研究, II 紙筒育苗水稻の苗齡, 移植の深浅ならびに培土がその後の生育収量に及ぼす影響”. 日作紀, **39**, 391—396 (1970).
- 13) 田中典幸, 立場久雄, 江頭俊雄, 杠 政則, 藤井義典, “稚苗機械移植株および成苗移植株における根群の生育について”. 日作紀(講演要旨), **46**, 7—8 (1977).

Growth Characteristics and Grain Yield of Paddy Rice from Mechanical Transplanting of Young Seedling

Koji FUJIWARA*, Matsuo MINAMI** and Yoshihiro FURUYAMA***

Summary

Young rice seedlings produced in box-type nurseries were transplanted to paddy fields and grown to maturity. The growth pattern, yield components, dry matter productivity, nutrient uptake and some morphological characteristics were investigated in comparison with the paddy rice developed from mature seedlings which were produced in ordinary upland nurseries. The results obtained were as follows:

1) Young panicle formation stage and date of appearance of spikes of the plants developed from young seedlings were 2 to 5 days later, but the stage of maximum tiller number was 7 to 10 days earlier, than those of the plants developed from mature seedlings.

2) Although the plants developed from young seedlings usually produced a larger number of ears per unit area, they often produced a smaller number of total grains per unit area owing to the markedly reduced number of grains per ear. The percentage of ripened grains in the crops developed from young seedlings was frequently higher, whereas the weight of 1,000 grains and the grain/straw ratio were smaller. Therefore, the young seedlings were equal or somewhat inferior in their yield of brown rice to the mature seedlings under the same level of nitrogen application.

3) During the vegetative growth stage from transplanting to young panicle formation, the young seedlings were superior to the mature seedlings in their tiller number, dry matter weight and the amount of absorbed nitrogen. On the other hand, after the young panicle formation stage up to the flag leaf stage, the plant developed from young seedlings produced a smaller amount of dry matter and absorbed a smaller amount of nitrogen, and therefore resulted in a marked decrease in the grain number per ear and the percentage of productive culms.

4) The plant developed from young seedlings was somewhat superior in its light-intercepting characteristics during the ripening period, while it was inferior in lodging resistance because of its slender stem. Furthermore, the root zone of the plant developed from young seedlings tended to be limited to the surface layers of paddy soil and the roots were poorly developed in the deeper layers.

* Hokkaido Prefectural Kamikawa Agricultural Experiment Station. (Presently at Shimane Prefectural Agricultural Experiment Station, Izumo, Shimane, 693 Japan.).

** Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Naganuma, Hokkaido, 069-13 Japan.

*** Hokkaido Prefectural Southern Hokkaido Agricultural Experiment Station, Ono, Hokkaido, 041-12 Japan.