第Ⅱ章　稚苗水稲の特性

水稲の機械移植に用いる苗質として最初に実用化され、その機械適応性が広く実証されている箱マット稚苗を対象に、その本田における生育特性を従来の手植成苗水稲と比較検討した。

第１節　実験方法および結果

実験１

実験方法

上川農試の水田において、1974年から1977年にわたって実験を行った。

試験圃場の土壌は暗色表層褐色低地土で、表層は腐植にすこぶる富む火山灰質沖積土壌で、りん酸吸収係数が大きく、また約50cm以下に砂礫層が出現し、透水性がよい（日減水深20mm程度）（表３）。

供試品種は「イシカリ（早の晩、穂数型）」[105]で（Ⅱ、Ⅲ章共通）、手植成苗と箱マット稚苗を供試した。手植成苗は慣行のビニールハウス畑苗代で育苗し30日苗（苗令3.5～4.0）を、稚苗は箱マット型式で育苗した25日苗（苗令2.3～2.5）を使用した。

栽植密度は30cm×12cm（27.8株／㎡）、１株苗本数は成苗が２本植、稚苗が５本植とした。なお、両者とも手植した。1977年には稚苗については、５本植区に加えて３本植区と７本植区を設けた。

移植日は、成苗は５月23日～25日、稚苗は５月17日～20日とした。

本田の基準施肥量はN、P_2O_5、K_2Oがそれぞれ８kg、８kg、６kg／10ａで、硫安、過りん酸石灰、塩化加里を耕起後に全面散布し、ロータリー耕によって砕土混和した。窒素の施与量により４、８、12、16kgN／10ａの４区を作った。１区面積は15㎡、２反復で試験した。

生育期間中、適時各区より４～６株を抜取り、60℃で熱風乾燥し、絶乾物重を測定後、粉砕し、窒素含有率をケルダール法により定量した。

葉身の傾斜角度および葉面積は、平均茎数の株３株について調査した。群落相対照度は群落相対照度計（三紳工業製）を使用し、田面の位置で、１区20個所について測定した。

表３　上川農試圃場の化学性

項目／層序	土性	T-N (%)	T-C (%)	C/N	腐植 (%)	CEC (me)	吸収係数 N	吸収係数 P_2O_5	乾土効果 (mg)	温度上昇効果 (mg)
1 (0～12cm)	CL	0.49	6.46	13	11.1	27.4	357	1.820	10.9	7.7
2 (12～19cm)	CL	0.43	5.62	13	9.7	28.8	564	1.742	8.4	5.4

実験結果

(1)生育相の特徴

各年次とも、稚苗水稲は成苗水稲に比べて幼穂形成期および出穂期がいずれも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（表４）。

一方、最高分げつ期は逆に稚苗水稲で成苗水稲よりも７～10日早く、ほぼ幼穂形成期に相当し、有効茎終止期も５～７日早まった。

その結果、成苗水稲では栄養生長と生殖生長との重複期間が10～14日あるのに対して、稚苗水稲ではその期間がきわめて短く、２日程度に過ぎず、

表４　年次別の生育期節と茎数の推移(8kg N/10a区)

育苗様式	項目 / 時期 / 年次	生育期節(月・日) 移植期	幼形期	出穂期	成熟期	登熟日数(日)	茎数(本/㎡) 分げつ期	幼形期	止葉期	成熟期
成苗水稲	1974年	5.24	7. 3	7.30	9.19	51	164	450	559	459
	1975〃	5.23	7. 1	7.31	9.17	48	295	554	677	479
	1976〃	5.25	7. 6	8. 2	9.20	49	191	470	554	466
	1977〃	5.24	7. 4	7.31	9.17	48	273	617	635	558
	平均	5.24	7. 4	7.31	9.18	49	231	523	606	491
稚苗水稲	1974年	5.20	7. 8	8. 3	9.24	52	239	773	714	551
	1975〃	5.19	7. 5	8. 2	9.22	51	370	822	783	552
	1976〃	5.17	7. 9	8. 2	9.20	49	460	842	677	566
	1977〃	5.17	7. 8	8. 1	9.22	52	380	731	682	567
	平均	5.18	7. 8	8. 2	9.22	51	362	792	714	559

栄養生長期と生殖生長期の区切りが明瞭である（図３）。

さらに、稚苗水稲は成苗水稲に比べて、栽植密度が高いために生育初期から茎数が多く、最終的な穂数もまさるが、有効茎歩合は４か年平均で73％と成苗水稲の81％に比べて低い（表５）。

1974年と1977年は豊作年、1975年は幼穂伸長期間が低温寡照で不稔粒が多く発生し、1976年は開花期以降が異常低温で登熟不良のために低収年であった。

８kgN／10ａ区における玄米収量は、1974年と1975年は稚苗水稲が成苗水稲よりも幾分まさった

表５　年次別の収量と収量構成要素(8kg N/10a区)

育苗様式	項目 / 年次	穂長(cm)	有効茎歩合(%)	もみ/わら比	玄米収量(kg/10a)	収量構成要素 穂数(本/㎡)	一穂籾数	㎡当り総籾数(×100)	不稔歩合(%)	千粒重(g)	登熟歩合(%)
成苗水稲	1974年	16.5	82.9	1.32	555	459	63.7	292	5.6	23.1	85.6
	1975〃	17.5	70.7	0.94	502	479	56.2	269	16.2	20.9	81.9
	1976〃	16.2	84.2	1.08	511	466	56.8	265	9.9	21.0	71.5
	1977〃	17.0	87.9	1.35	605	558	61.5	343	7.0	21.5	85.6
	平均	16.8	81.4	1.17	543	491	59.6	292	9.7	21.6	81.2
稚苗水稲	1974年	15.4	77.7	1.23	567	551	49.9	275	6.7	22.7	80.8
	1975〃	15.7	67.2	1.01	523	552	47.0	259	10.9	20.8	88.1
	1976〃	14.0	67.8	0.99	479	566	42.7	242	8.4	20.8	77.9
	1977〃	15.1	77.6	1.15	548	567	49.3	280	6.6	21.3	89.2
	平均	15.1	72.6	1.10	529	559	47.2	264	8.2	21.4	84.0
稚苗/成苗(%)		90	89	94	97	114	79	90	85	99	103

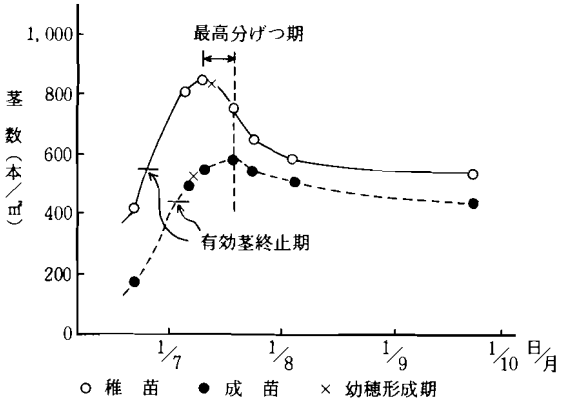

図3　稚苗水稲と成苗水稲の生育期節の差異（1976年）

が、1976年と1977年では逆に成苗水稲の方が多収で、4か年平均では稚苗水稲の方がわずかに劣った。

稚苗水稲は成苗水稲に比べて穂数は明らかに多いが、穂長が短く、一穂籾数が少ないために総籾数が劣る場合が多く、登熟歩合は比較的高いが、千粒重が小さく、さらにもみ・わら比が小さかった。

(2)株内苗本数の効果

表6　株内苗本数と収量性（1977年、10kg N/10a区）

育苗様式＼項目	1株苗本数（本）	有効茎歩合（%）	もみ／わら比	玄米収量（kg/10a）	収量比（%）	収量構成要素 ㎡当り穂数（本）	一穂籾数	㎡当り総籾数（×100）	千粒重（g）	登熟歩合（%）	出穂期葉身N含有率（%）	第4節間長（cm）	第4節間長（mg/cm）
成苗水稲	2	91.5	1.23	661	102	562	63.0	354	21.9	87.3	3.28	3.7	22.5
稚苗水稲	3	88.3	1.28	650	100	606	59.1	358	21.7	83.1	3.24	3.9	18.8
	5	84.6	1.25	668	103	636	56.5	359	21.6	82.7	3.11	4.4	15.6
	7	83.2	1.21	710	109	691	54.3	376	21.6	79.4	3.08	4.6	12.3

単位面積当りの穂数および総籾数は7本植＞5本植＞3本植の順であり、その反面、一穂籾数、有効茎歩合、もみ・わら比および登熟歩合は逆の順であった（表6）。その結果玄米収量は7本植が最もまさり、3本植と5本植間の差は小さかった。

なお、栽植本数が多いほど出穂期の葉身の窒素含有率が低く、下位節間が長く、節間重が軽かった。

(3)乾物生産と窒素吸収特性

成熟期における乾物重および窒素吸収量は、稚苗水稲で成苗水稲に比べて同等か、幾分劣った（表7）。しかし、生育時期別にみると著しい差異が認められ、分げつ期から幼穂形成期にかけての乾物生産量および窒素吸収量は稚苗水稲の方がはるかに多く、総窒素吸収量中の幼穂形成期までの吸収の割合は成苗水稲の約30%に対して、稚苗水稲では50%にも達した。一方、幼穂形成期以降の稚苗水稲の乾物増加量および窒素吸収量は成苗水稲に比べて少なく、葉身の窒素含有率は低く推移した。

幼穂形成期から止葉期までの乾物生産量、また幼穂形成期の葉身窒素含有率と一穂籾数との間にはそれぞれ密接な関係が認められ（図4）、この時期の体内栄養条件が一穂籾数に強く反映していることを示している。

表７　　生育に伴う乾物重および窒素吸収量の推移と各生育期の増加量
（1974～1977年、４ヵ年の平均、8kgN/10a区）

育苗様式＼生育時期	分げつ期	幼穂形成期	止葉期	出穂期	成熟期	分げつ期	幼穂形成期	止葉期	出穂期	成熟期
	乾物量（g/m²）					N吸収量（g/m²）				
成苗水稲	27	82	283	521	1,086	1.11	2.72	5.07	6.47	9.46
稚苗水稲	28	146	331	559	1,064	1.17	4.27	5.16	6.41	8.73
稚苗/成苗(%)	104	178	117	107	98	1.05	1.57	1.02	99	92
	乾物増加量（g/m²）					N吸収増加量（g/m²）				
成苗水稲	55	201	238	565		1.61	2.35	1.40	2.99	
稚苗水稲	118	185	228	505		3.10	0.89	1.25	2.32	
稚苗/成苗(%)	215	92	96	89		193	38	89	78	
	葉身のN含有率（%）									
成苗水稲	5.32	4.64	3.16	2.76	1.12					
稚苗水稲	5.19	4.21	2.90	2.63	1.03					

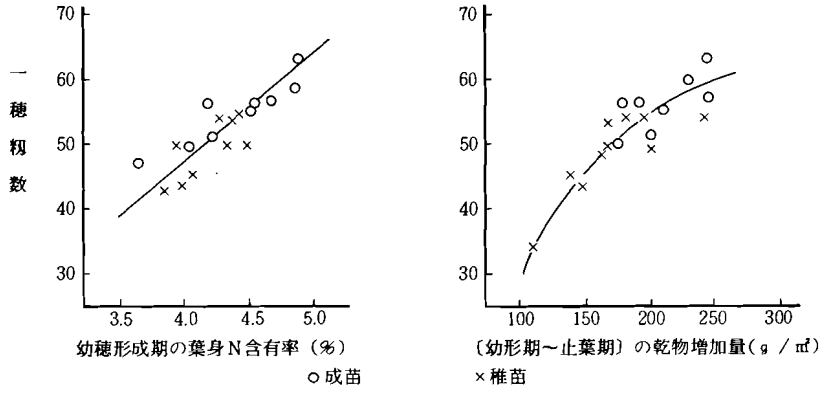

図４　幼穂形成期の葉身N含有率および〔幼形期～止葉期〕の乾物増加量と一穂籾数の関係（1974～1977年）

(4)窒素施与量の効果

基肥窒素施与量に対する反応性は成苗水稲よりも稚苗水稲の方が高く、稚苗水稲は８kgN／10ａ区では成苗水稲に比べて低収であるが、窒素増施による増収率が高い（表８）。これは、有効茎歩合、穂数および一穂籾数の増加により総籾数が増すためである。また稚苗水稲は成苗水稲に比べて窒素増施による総籾数の増加が著しいが、同一総籾数の場合の登熟歩合が高い傾向がある。しかし、総籾数が35,000粒／m²程度になると両者の差異がなくなる。

出穂期の葉面積指数（ＬＡＩ）は稚苗水稲の方が成苗水稲を上回り（表９）、稚苗水稲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いため、葉面積指数が大きいわりに群落相対照度が高い。

稚苗水稲の稈長および下位節間長は窒素施与量の少ない段階では成苗水稲よりも短いが、窒素施与量が増すにつれて成苗水稲と同等か、むしろ長くなる。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、その程度は稚苗水稲の方が著しかった。

表８　窒素施与量と稚苗水稲の収量性(1975～1977年、3か年平均)

育苗様式	N施与量 kg/10a ＼ 項目	有効茎歩合 (%)	玄米収量 (kg/10a)	m²当り穂数	一穂籾数	m²当り総籾数 (×100)	登熟歩合 (%)	千粒重 (g)
成苗水稲	8	81.2	541	505	58.1	295	79.6	21.1
	10	82.0	578	537	59.6	321	79.7	21.3
	12	82.2	634	583	61.2	356	78.2	21.2
稚苗水稲	8	70.1	515	559	45.5	255	85.5	21.0
	10	73.9	585	624	51.7	323	83.3	21.2
	12	73.2	626	651	55.0	358	79.0	20.8

表９　窒素施与量が登熟期の受光態勢ならびに節間伸長に及ぼす影響(1977年)

育苗様式	N施与量 kg/10a ＼ 項目	出穂期 LAI	登熟期相対照度 (%)	稈長 (cm)	葉身長 (cm)		葉身の傾斜角度 (°)		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	4	2.36	23.4	60.3	19.0	26.6	13.4	22.8	12.3	3.9	14.9	29.2
	8	3.37	9.7	67.5	23.3	28.8	21.9	26.6	14.4	3.8	11.8	21.6
	12	3.87	6.5	71.2	23.4	29.1	27.2	28.3	16.2	5.4	9.2	15.9
	16	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	4	2.81	32.7	55.1	18.7	26.0	12.9	18.8	10.7	2.9	16.1	32.4
	8	3.99	11.3	65.3	21.5	29.2	20.2	24.5	13.0	3.8	10.6	16.1
	12	4.60	5.8	72.0	22.3	30.2	24.3	25.9	15.3	5.6	8.0	12.7
	16	4.64	5.4	72.6	22.3	28.2	24.8	24.7	17.2	5.2	8.9	12.6

実験２

実験方法

1975年の８kgN／10ａ区について、本田から１株分の根系を含む作土を１回３個所掘り取り、５cmごとに層位別に分画したのち、根を洗い出し、根乾物重を測定した。

別に片面ガラス張り合成樹脂製の根箱（30cm×30cm×４cm）に上川農試水田の心土（土性ＣＬ、腐植2.2%、土色10ＹＲ5/6、ＣＥＣ18.2 me、Ｔ－Ｎ0.11%、Ｔ－Ｃ1.28%）を施肥層15cm、心土層10cmの合計25cmの深さに充填し、最下層には砂を４cmの深さにつめた。そして、(a)0.2ｇの$^{15}N((^{15}NH_4)_2SO_4$、4.73%excess）を上層（０～7.5cm）に0.2ｇの$^{14}N((^{14}NH_4)_2SO_4$）を下層（7.5～15cm）に施肥した区と(b)0.2ｇの^{14}Nを上層に、0.2ｇの^{15}Nを下層に施肥した２区を設けた。P_2O_5、K_2Oはそれぞれ0.4ｇ／箱とし、過りん酸石灰、塩化加里を使用して施与した。成苗は２本／株、稚苗は５本／株を1977年６月１日に移植し、活着後水田中に設置したコンクリート水槽内で栽培し、移植後45日目と

50日目の２回、１処理について２反復で根量を調査し、植物体の^{14}N、^{15}Nを分析した[46]。^{15}Nの測定は光興業に依頼した。

さらに1977年の窒素用量試験と同一圃場の成苗水稲（30cm×15cm植）、稚苗水稲（30cm×12cm植）について、(a)８kgN／10ａ全層施肥区、(b)12kgN／10ａ全層施肥区、(c)８kgN／10ａ全層施肥＋４kgN／10ａ表層施肥区、(d)８kgN／10ａ全層施肥＋４kgN／10ａ条間施肥の４区を設けた。肥料は全層施肥および増肥分ともに化成肥料16－16－12を使用し、P_2O_5、K_2Oの施肥量はそれぞれ12kg、９kg／10ａとしたが、(a)区のみはP_2O_5、K_2Oの不足分を過りん酸石灰と硫酸加里で補った。

全層施肥区は圃場を耕起した後、15cmの深さに施肥混和し、表層施肥は植代時に表層５cmの深さに人力で混和した。条間施肥は活着後に１畦おきに畦間の中間に手押式深層施肥機によって深さ10cm前後を目標に施肥した。

実験結果

(1)根分布の特徴

分げつ盛期の６月26日、止葉期の７月24日、出穂期の８月８日の３回、深さ15cmまで調査した。止葉期以降では15cm以下にもかなりの根があったが、この部分については調査をしなかった。

根乾物重は１株当りでは稚苗水稲の方が明らかに少なく、単位面積当りでも成苗水稲と同等かやや劣った（表10）。

稚苗水稲の根は成苗水稲に比べて分げつ盛期には明らかに表層に分布する割合が大きく、下層への伸長が劣っていたが、止葉期以降ではむしろ下層への伸長割合が大きくなった。

(2)層位別窒素吸収特性

移植後45日目の稚苗水稲の窒素吸収量は、成苗水稲の62％程度であった（表11）。しかし、上層０～7.5cmに施用した窒素（^{15}N）の吸収率は、稚苗水稲

表10　根乾物重と層位別分布割合（1975年、8kg N/10a）

項目 / 月・日 / 育苗様式	根乾物重* (g/株)			根重の層位別分布割合（%）								
				6.26			7.24			8.8		
	6.26	7.24	8.8	0～5 cm	5～10 cm	10～15 cm	0～5 cm	5～10 cm	10～15 cm	0～5 cm	5～10 cm	10～15 cm
成苗水稲	0.61 (14)	2.84 (63)	2.90 (64)	58.9	23.6	17.5	53.7	32.5	13.8	43.8	34.9	21.3
稚苗水稲	0.50 (14)	2.13 (59)	2.27 (63)	75.0	15.9	9.1	42.4	36.7	20.9	41.4	35.3	23.3

注）＊（　）内はg/m²で表示
栽植密度；成苗30×15cm、稚苗30×12cm

表11　層位別窒素吸収量と^{15}N吸収率（1977年）

項目 / 層位 / 育苗様式		N含有率(%)		N吸収量(mg)			地上部		
		地上部	根部	地上部	根部	合計	^{15}N excess (%)	^{15}N 吸収量 (mg)	^{15}N 吸収率 (%)
移植後45日目									
成苗水稲	上層 ^{15}N	2.94	1.67	118	17	135	1.66	41	21
	下層 ^{15}N	2.70	1.83	97	19	116	2.94	64	32
稚苗水稲	上層 ^{15}N	3.08	1.87	71	13	84	3.02	45	23
	下層 ^{15}N	3.24	1.91	58	12	70	1.34	16	8

		移植後50日目							
成苗水稲	上層 ^{15}N	2.84	1.71	133	22	155	2.36	66	33
	下層 ^{15}N	2.85	1.71	140	23	163	2.04	60	30
稚苗水稲	上層 ^{15}N	2.57	1.63	139	25	164	2.49	73	37
	下層 ^{15}N	2.43	1.71	136	26	162	2.07	60	30

注）上層^{15}N区と下層^{15}N区のN含有率およびN吸収量は本来同一であるべきであるが若干の区間差が認められた。

では23%で成苗水稲の21%よりもむしろ大きかった。下層7.5～15cmに施与した窒素（^{15}N）の吸収率は成苗水稲の32%に対して稚苗水稲では8%で、⅓以下であった。

移植後50日目では両水稲の窒素吸収量に差異がなくなり、^{15}N吸収率も施肥層位や苗の種類による差異が小さくなった。

(3)施肥位置による窒素吸収率の差異

各処理区の窒素吸収量から8kgN／10a全層施肥区の窒素吸収量を差引いて、施肥位置を異にする増施した4kgN／10aについて見かけの吸収率を算出した（表12）。

増施分の窒素吸収率は、分げつ期ではほとんど両水稲間で差異が認められなかったが、幼穂形成期には稚苗水稲が明らかにまさり、成熟期に至ってもその傾向が認められた。

幼穂形成期までの吸収率は、稚苗水稲では全層施肥＞表層施肥＞条間施肥で、全層施肥が最もまさり、表層施肥と条間施肥は大差なかったのに対して、成苗水稲では表層施肥＞全層施肥＞条間施肥であった。条間施肥窒素は成苗水稲に比べ稚苗水稲で4倍以上も多く吸収された。

表12　各位置に施与した窒素の見かけの吸収率（%、1977年）

項目／施肥位置	成苗水稲				稚苗水稲			
	幼穂形成期	止葉期	出穂期	成熟期	幼穂形成期	止葉期	出穂期	成熟期
全層施肥	24	102	83	96	47	86	102	106
表層施肥	31	53	29	20	37	75	62	30
条間施肥	8	88	85	79	33	96	105	108

注）8kgN/10a区の吸収量を差引いた見かけの吸収率。

実験3

実験方法

1977年、1978年、1980年の3年間にわたって実験を行った。a／5,000のポットに上川農試水田の土壌4kgをつめ、基肥窒素量を0.5g、1.0gN／ポットの2段階として硫安で施与し、P_2O_5とK_2Oを0.5g／ポットずつを過りん酸石灰、塩化加里で両N段階に共通に施与した。1977年、1980年には1ポットに2株を移植し、1株苗本数は成苗は2本植、稚苗は5本植とした。1978年には1ポットに成苗は4株、稚苗は8株を移植し、各株は生育ステージの判定しやすいように[93) 96)] 1本植とした。すなわち、各年に稚苗水稲と成苗水稲について2

表13　冷温の処理期間と処理温度

年　　次	1977年		1980年		1978年	
処　理　期　間	分げつ初期（6月4日～6月18日）		分げつ盛期（6月23日～7月3日）		幼穂形成期～止葉期（表14による）	
	昼　温	夜　温	昼　温	夜　温	昼　温	夜　温
常　温　区	21℃	18℃	21℃	21℃	21℃	21℃
冷　温　区	18℃	18℃	17℃	17℃	17℃	17℃

注）昼：午前9時から午後5時

表14　幼穂形成期～止葉期冷温処理区の生育期節（1978年）

（月・日）

育苗様式	温度＼生育期節	移植期	幼穂形成期	止葉期	出穂期	成熟期
成苗（1本植）	常温区	5.25	7．1	7.18	7.26	8.31
	冷温区	5.25	7．1	7.24	8．3	9.12
稚苗（1本植）	常温区	5.15	7．4	7.20	7.28	8.31
	冷温区	5.15	7．4	7.26	8．3	9.12

窒素水準の4区が設定された。

各区設置後露場で生育させ、所定の時期にこれらの各区を表13に示すごとく、人工気象箱を用いて常温および冷温処理を行い、温度処理後は再び露場で生育させた。各区は6反復とし、生育途中の分析および調査に供試した。

採取試料について、アミノ酸は生体試料を凍結乾燥し、80％アルコールで抽出し、抽出液を減圧濃縮したのちイオン交換樹脂50W（H型）を通し、減圧濃縮後、薄層クロマト〔薄層；ワコーゲルB－10。展開剤；n－ブタノール：水：酢酸：（4：1：1）、フェノール：水（4：1）〕にて展開、ニンヒドリン発色（10℃、5分間）し、スポットをかきとって50％アルコールで溶出し、570mμ、330mμで比色定量した[81]。炭水化物および可溶性窒素は作物試験法[132]に従い、粗澱粉は高橋ら[120]の過塩素酸抽出法によって定量した。

実験結果

(1)分げつ初期冷温処理の影響

分げつ初期の冷温処理により、同一窒素施与量では成苗水稲に比べて稚苗水稲の方が生育抑制の度合が大きかった（表15）。抑制程度は茎数と根数で大きく、ついで地上部の乾物重と窒素吸収量で、草丈や葉数では比較的小さい。窒素施与量による差異をみると、成苗水稲の生育は常温区では0.5gN区よりも1.0gN区がまさり、冷温区では窒素施与量による差は小さかった。従って常温区に対する冷温区の生育量の減少度合は相対的に1.0gN区の方が大きい。一方、稚苗水稲の生育は、常温区では1.0gN区より0.5gN区の方がまさったのに対して、冷温区は0.5gN区よりも1.0gN区の方が明らかにまさった。すなわち、冷温区における生育量に対する窒素施与の効果は成苗水稲で小さく、稚苗水稲で大きかった。

表15　分げつ初期(6月4日～6月18日)の冷温処理の影響(1977年)

処理区別		N施与量 g/ポット	草丈 (cm)	茎数 (本/株)	葉数 (葉)	根数 (本/株)	乾物重(g/株) 地上部	乾物重(g/株) 根部	地上部N吸収量 (mg/株)
常温区	成苗	0.5	29.7	18.3	6.7	148	1.64	0.36	65
		1.0	31.7	22.0	6.9	161	2.20	0.31	88
	稚苗	0.5	25.7	26.3	5.9	259	1.60	0.37	67
		1.0	26.0	31.0	6.0	261	1.63	0.23	66
冷温区/常温区比(%)	成苗	0.5	92	100	98	86	96	106	98
		1.0	89	79	96	77	79	119	80
	稚苗	0.5	80	76	95	69	72	74	70
		1.0	90	81	96	86	79	115	85

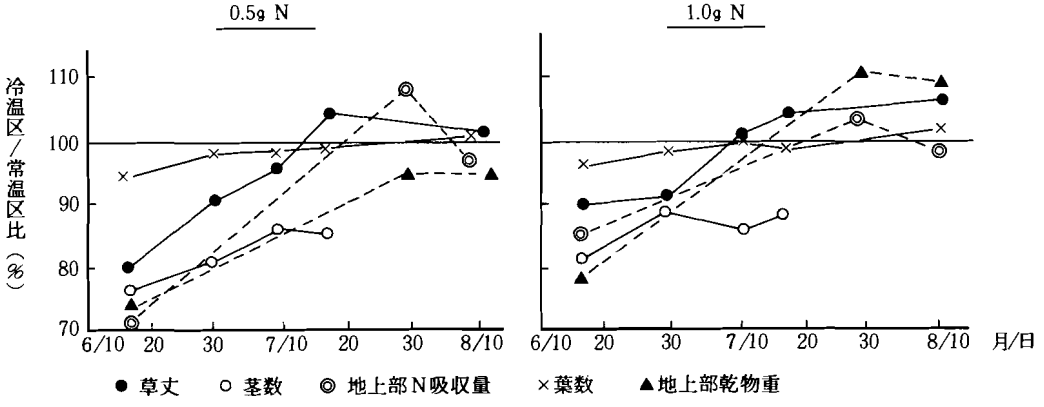

図5　稚苗水稲の分げつ初期冷温処理後の自然条件下での回復速度(1977年)

冷温処理後自然条件下に移すと、草丈が最も早く回復し、ついで地上部の窒素吸収量および乾物重が回復し、茎数の回復は最も緩慢である（図5）。

稚苗水稲では冷温処理後自然条件下にもどすと草丈や窒素吸収量は常温区を上回り、1.0gN区では乾物重の顕著な増加が認められるなど、生育がむしろ旺盛になる傾向が認められた。

(2)分げつ盛期冷温処理の影響

分げつ盛期の冷温処理が草丈および茎数に及ぼす影響は、分げつ初期の冷温処理の影響よりも小さく、常温区に対し草丈は10%前後、茎数は10～20%減少するにとどまり、両水稲の差および窒素施与量の差異は小さい（表16）。しかし、自然条件下にもどした後の茎数の増加速度は稚苗水稲で速く、0.5gN区では常温区を上回り、稈の伸長が抑制されたまま分げつが増加する。

出穂日（全穂数の40%が出穂した日）は、成苗水稲については0.5gN区では常温区が7月28日、冷温区が8月5日で、冷温処理によって8日の遅れであるのに対して、1.0gN区では常温区が8月2日、冷温区が8月7日で5日の遅れであった（図6）。稚苗については、0.5gN区の常温区が8月3日、冷温区が8月9日で6日遅れ、1.0gN区の

表16　分げつ盛期(6月23日～7月3日)冷温処理の影響(1980年)

処理区別		項目 / 時期 / N施与量(g/ポット)	草丈(稈長) 7月3日	草丈(稈長) 7月19日	草丈(稈長) 9月16日	茎数(穂数) 7月3日	茎数(穂数) 7月19日	茎数(穂数) 9月16日
常温区	成苗	0.5	45.6	59.3	50.1	21.3	29.0	22.0
		1.0	46.2	69.8	56.7	22.4	39.5	28.5
	稚苗	0.5	34.9	60.7	49.9	24.0	27.9	21.5
		1.0	37.2	65.3	52.8	28.0	41.8	34.5
冷温区/常温区 比(%)	成苗	0.5	88	91	100	91	99	95
		1.0	91	86	95	80	94	100
	稚苗	0.5	90	83	93	84	116	105
		1.0	94	83	95	88	104	99

注）　9月16日は稈長、穂数を示す。

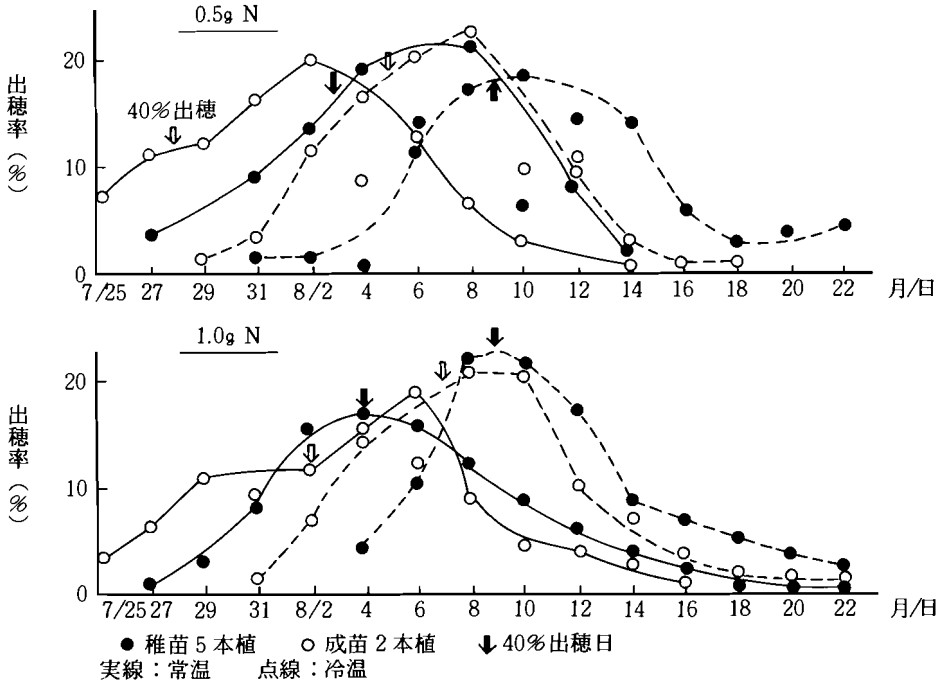

図6　分げつ盛期冷温処理が出穂期に及ぼす影響(1980年)

常温区が8月4日、冷温区が8月9日で5日の遅れであった。冷温処理区における成苗水稲に対する稚苗水稲の出穂日の遅れは、0.5gN区では4日、1.0gN区では2日であった。しかも、稚苗水稲では冷温処理によって後発穂が多くなり、出穂期間が延長した。

稲体の可溶性窒素成分としては、アスパラギン酸、グルタミン酸、アラニン、アスパラギン、グルタミンが多く存在した。部位別では葉身よりも茎稈で含有率が高く、稚苗水稲と成苗水稲では大きな差異は認

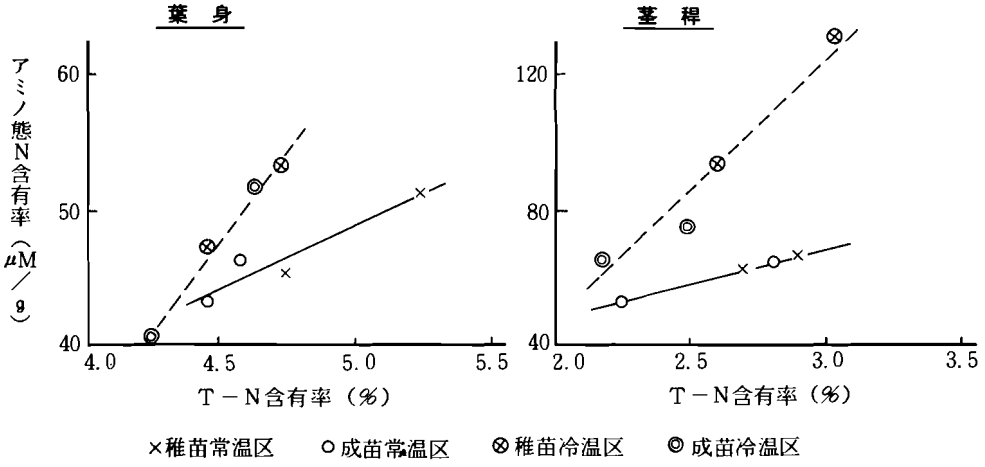

図7　分げつ盛期冷温処理後のT-N含有率とアミノ態N含有率の変化(7月13日)

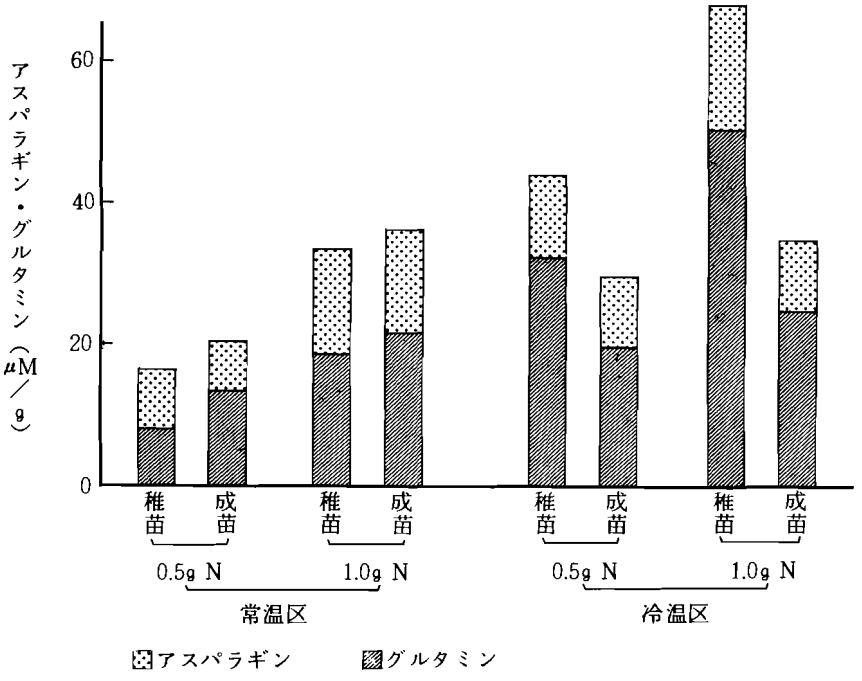

図8　分げつ盛期冷温処理後のアスパラギンとグルタミン含有率の比較(茎稈、7月3日)

められなかった(図7)。

冷温区では常温区に比べて全窒素に対する全アミノ態N含有率が顕著に高く、その傾向は茎稈において明瞭であった。また成苗水稲に比べて稚苗水稲の全窒素含有率は高く、さらに冷温処理によるアミノ酸およびアミド含有率の上昇が顕著であった。そのため常温区ではアミド含有率は成苗水稲の方が高いのに対し、冷温区では逆に稚苗水稲の方が高かった(図8)。アミドのうち、アスパラギンよりもグルタミンが多く、処理による変動幅も大きい。

(3)幼穂形成期～止葉期冷温処理の影響

幼穂形成期から止葉期にかけての冷温処理により、両水稲とも穂数が10%程度増加し、一穂籾数は成苗水稲では10%程度の増加であったが、稚苗水稲では0.5ｇＮ区では25%前後、1.0ｇＮ区では50%以上増加した（図９）。稔実歩合は総籾数の増加に伴って低下するが、その低下度合は成苗水稲よりも稚苗水稲が、0.5ｇＮ区よりも1.0ｇＮ区がそれぞれ大きかった。

冷温処理によって茎稈、葉、穂において全窒素含有率が低下し、その程度は稚苗水稲で大きかった。根部においては地上部とは逆に冷温処理によって高まった（表17）。

穂については冷温処理後の出穂期に分析したが、

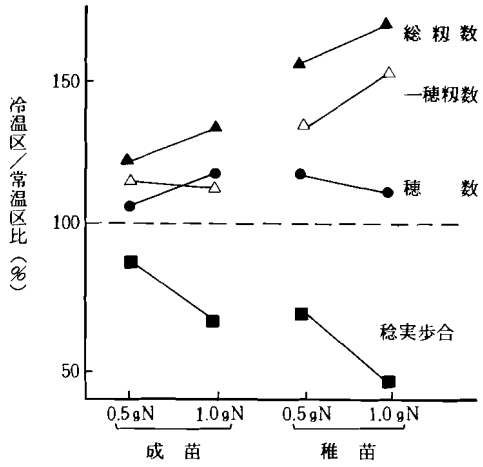

図９　〔幼穂形成期～止葉期〕冷温処理が収量構成要素に及ぼす影響（1978年）

表17　幼穂形成期～止葉期冷温処理が窒素含有率および炭水化物含量に及ぼす影響（1978年、止葉期、乾物%）

処理区別		部位 / 成分 / N施与量(g/ポット)	葉身 T-N	葉身 Sol-N	葉身 全糖	葉身 粗澱粉	茎稈 T-N	茎稈 Sol-N	茎稈 全糖	茎稈 粗澱粉
常温区	成苗	0.5	3.90	0.54	2.76	0.61	1.90	0.68	1.38	2.38
		1.0	4.91	0.64	1.54	0.42	2.47	0.80	1.81	1.24
	稚苗	0.5	3.24	0.46	7.57	0.44	1.57	0.47	1.43	2.49
		1.0	4.45	0.67	7.33	0.46	2.29	0.80	2.72	1.75
冷温区	成苗	0.5	3.81	0.50	3.81	0.98	1.81	0.58	1.92	9.94
		1.0	4.44	0.53	4.44	0.84	2.23	0.75	2.02	8.34
	稚苗	0.5	2.84	0.40	7.78	1.16	1.27	0.38	1.78	11.20
		1.0	3.24	0.46	7.89	1.58	2.00	0.66	1.99	9.09
			穂*				根			
常温区	成苗	0.5	1.25	0.34	8.03	7.16	1.21	0.13	0.39	2.57
		1.0	1.29	0.32	7.19	6.51	1.54	0.25	0.70	2.33
	稚苗	0.5	1.27	0.31	8.41	5.65	1.08	0.11	0.80	2.57
		1.0	1.45	0.31	9.49	5.44	1.40	0.17	0.81	2.20
冷温区	成苗	0.5	1.22	0.34	5.63	5.45	1.26	0.21	0.72	2.00
		1.0	1.26	0.36	5.02	5.35	1.80	0.34	0.89	1.86
	稚苗	0.5	1.22	0.32	10.68	6.13	1.14	0.17	1.38	3.19
		1.0	1.26	0.36	8.20	5.23	1.66	0.29	1.26	2.06

注）＊出穂期に分析した。

全窒素含有率が低下、可溶性窒素含有率が高まる傾向が認められ、この傾向は稚苗水稲の1.0ｇＮ区で強く現われた。

炭水化物含有率についてみると、常温区では茎稈、葉身、穂、根のいずれの部位でも稚苗水稲は成苗水稲に比べて全糖含有率が高い。また、冷温処理によって、葉身および根の全糖含有率が高まった。

稚苗水稲では、成苗水稲に比べて葉身の窒素含有率が低く全糖含有率が高く、この傾向は冷温処理によって助長された。粗澱粉含有率は、冷温処理によって茎稈および葉身で顕著に高まったが、成苗水稲と稚苗水稲の差異は明らかでなく、窒素水準についても1.0ｇＮ区の各部位で幾分低いほかに一定の傾向が認められなかった。

実験４

実験方法

上川農試圃場において「イシカリ」を用い基肥窒素量を８、10、12kgＮ／10ａの３区を設けて試験を行った。この３区に加えて1976年には基肥８kgＮ／10ａ区に対し、幼穂形成期、止葉期、出穂期の各時期に２または４kgＮ／10ａを追肥する区を設けた。また1977年には基肥８kgＮ／10ａ区に対し、幼穂形成期、止葉期に４kgＮ／10ａの追肥、基肥10kgＮ／10ａに対し幼穂形成期、止葉期に２kgＮ／10ａの追肥区を設けた。窒素はすべて硫安で施与した。試験区は１区15㎡、２反復とした。

実験結果

(1)窒素追肥の効果と窒素吸収率の差異

1977年は高温年であった。基肥８kgＮ／10ａ区では成苗水稲に比べて稚苗水稲の玄米収量が幾分低かったが、基肥窒素の増施および窒素追肥（４kgＮ／10ａ）による増収率は高かった（表18)。そして、両水稲とも幼穂形成期の追肥の効果が最も大きかった。

総籾数に対しては分げつ期追肥よりも幼穂形成期追肥の方が効果がはるかに大きく、稚苗水稲で顕著であった。また、分げつ期および幼穂形成期の追肥により、稚苗水稲では成苗水稲に比べて穂数の増加が少なく、一穂籾数の増加が多かった。

不稔歩合は、稚苗水稲は成苗水稲に比べて総籾数が多いため幾分高く、幼穂形成期追肥では成苗

表18　稚苗水稲に対する窒素追肥の効果（イシカリ、1977年）

処理区別 ＼ 項目		有効茎歩合 (%)	玄米収量 (kg/10a)	同比 (%)	収量構成要素					
					㎡当り穂数	一穂籾数	㎡当り総籾数 (×100)	不稔歩合 (%)	千粒重 (g)	登熟歩合 (%)
成苗水稲	基肥 8 kg N	88.1	593	100	462	64.1	296	4.1	22.3	90.9
	基肥 12 kg N	87.0	652	110	584	64.5	377	6.1	21.8	84.7
	分げつ期追肥	92.2	657	111	522	66.5	347	4.2	22.4	91.2
	幼形期 〃	98.1	727	123	587	66.0	387	5.8	22.7	86.2
	止葉期 〃	89.5	660	111	491	62.7	308	4.7	23.5	91.2
稚苗水稲	基肥 8 kg N	80.4	529	100	525	50.0	263	7.3	21.8	87.8
	基肥 12 kg N	85.1	648	122	681	58.4	398	8.2	21.7	81.2
	分げつ期追肥	81.3	591	112	581	54.6	317	5.5	22.0	92.6
	幼形期 〃	92.0	689	130	636	58.8	374	7.7	22.3	80.1
	止葉期 〃	80.8	598	113	583	50.2	293	5.4	23.2	90.3

表19　追肥窒素の吸収経過と見かけの窒素吸収率（1977年）

処理区別 ＼ 項目 時期		葉身のN含有率 (%) 止葉期	葉身のN含有率 (%) 出穂期	N吸収量 (g/m²) 止葉期	N吸収量 (g/m²) 出穂期	N吸収量 (g/m²) 成熟期	見かけのN吸収率* (%)
成苗水稲	基肥 8 kg N	2.85	2.72	4.87	6.23	9.20	—
	分げつ期追肥	3.10	2.95	6.17	6.97	9.82	16
	幼形期 〃	3.89	3.61	—	9.53	11.35	54
	止葉期 〃	—	3.54	8.13	8.37	12.21	75
稚苗水稲	基肥 8 kg N	2.79	2.68	4.47	5.56	7.94	—
	分げつ期追肥	2.91	2.72	5.11	6.30	9.36	36
	幼形期 〃	3.29	3.22	5.79	8.15	11.56	91
	止葉期 〃	—	3.42	—	8.01	10.37	61

注）＊基肥8kg N区の吸収量を差引いて算出した。

表20　高温年と冷温年の稚苗に対する窒素追肥効果

処理区別 ＼ 項目	玄米収量 (kg/10a)	同比 (%)	収量構成要素 m²当り穂数 (本)	一穂籾数	m²当り総籾数 (×100)	不稔歩合 (%)	千粒重 (g)	登熟歩合 (%)
冷温年(1976)								
基肥 8 kg N/10a	479	100	566	42.7	242	8.4	20.8	77.9
〃 10 〃	565	118	600	50.0	301	8.6	21.2	80.0
〃 12 〃	612	128	640	54.6	349	11.6	20.6	74.4
基肥 8 kg N＋幼形期 2 kg N/10a	553	115	647	47.6	309	9.7	21.0	80.9
〃 ＋ 〃 4 〃	644	134	674	54.5	366	10.2	21.4	80.2
〃 ＋止葉期 2 〃	530	111	580	43.5	252	7.0	21.6	83.8
〃 ＋ 〃 4 〃	550	115	589	44.0	259	6.7	21.6	86.9
〃 ＋出穂期 2 〃	512	107	589	42.3	249	6.9	21.1	86.7
〃 ＋ 〃 4 〃	536	112	587	43.2	254	5.9	21.0	89.3
高温年(1977)								
基肥 8 kg N/10a	548	100	567	49.3	280	6.6	21.3	89.2
〃 10 〃	650	119	636	55.7	353	7.6	21.6	82.7
〃 12 〃	674	123	684	57.0	389	10.5	21.2	79.5
基肥 8 kg N＋分げつ期 4 kg N/10a	631	115	652	52.5	343	9.6	21.4	83.5
〃 ＋幼形期 4 〃	711	130	666	56.7	378	9.5	21.6	82.4
〃 ＋止葉期 4 〃	634	116	598	51.7	309	7.6	22.8	87.9
基肥10kg N＋幼形期 2 〃	690	126	703	59.4	419	12.1	21.5	77.2
〃 ＋止葉期 2 〃	699	128	670	55.2	370	8.5	22.0	80.9

水稲よりも登熟歩合の低下度合がやや大きい。しかし、止葉期追肥では千粒重の増加が顕著であり、分げつ期追肥では幾分登熟歩合が高まった。

窒素吸収量は、基肥８kgN／10ａ区では稚苗水稲は成苗水稲に比べて劣るが、窒素追肥によってほぼ成苗水稲と同量となった（表19）

成熟期における各区の窒素吸収率は、成苗水稲では止葉期追肥＞幼穂形成期追肥＞分げつ期追肥の順に追肥時期の遅いものほど高かったのに対して、稚苗水稲では幼穂形成期追肥＞止葉期追肥＞分げつ期追肥の順で、幼穂形成期追肥の窒素吸収率が特に高く90%を越えた。分げつ期および幼穂形成期追肥の窒素の吸収率は稚苗水稲の方が高く、止葉期追肥では成苗水稲の方が高かった。

(2)冷温年における窒素追肥効果

1976年はいわゆる稚苗冷害といわれ、特に８月上旬以降の異常冷温によって登熟性が不良な年であった。この年次の窒素追肥による増収は幼穂形成期追肥＞止葉期追肥＞出穂期追肥の順で、この増収は幼穂形成期追肥では穂数および一穂籾数の増加に、止葉期追肥では千粒重の増大と登熟歩合の向上効果によるものであった（表20）。追肥効果は追肥時期のいかんを問わず、２kgNよりも４kgN／10ａの方がまさった。

1977年は基肥10kgN／10ａに対する２kg／N10ａ追肥区を設けたが、幼穂形成期追肥に比べて止葉期追肥が幾分まさった。

冷温年と高温年の結果を対比すると、２か年とも幼穂形成期追肥の効果が高く、稚苗水稲では総籾数の増加による増収効果が大きいと言える。さらに、登熟性を高める意味では止葉期追肥が安定した効果を示す。

第２節　考　　察

稚苗水稲は成苗水稲に比べて密植・早植えで、最高分げつ期は７～10日早く、幼穂形成期および出穂期は２～５日遅れ、同一窒素施与量では穂数は多いが、一穂籾数が少ないため総籾数が劣る場合が多く、もみ・わら比が小さく、玄米収量は同等かやや劣る。

成苗水稲に比べて稚苗水稲の総籾数が劣る理由は、幼穂形成期までは茎数、乾物生産量ならびに窒素吸収量が多く、穂数の確保は容易であるが、幼穂形成期から止葉期にかけての乾物生産量ならびに窒素吸収量が少ないために有効茎歩合が低く、一穂籾数が少ないためである。また、稚苗水稲は、短稈で登熟期の受光態勢がよいために登熟歩合は高いが、密植のため稈が細く、耐倒伏性が弱い。

成苗水稲に比べて稚苗水稲の根は生育初期には表層に多く分布し、表層部に施肥された窒素の吸収効率が高く、条間施肥により凋落的な養分吸収経過が改善される。また、成苗水稲と同等の収量を得るためには窒素の増施（施肥基準量８kgN／10ａに対して10kgN／10ａ）または幼穂形成期の追肥が必要である。

成苗水稲に比べて稚苗水稲は、分げつ期以降に冷温処理後、自然条件にもどしたときの回復力が強く、窒素化合物や炭水化物の含有率の変化から判断しても栄養生長が延長し易い体質をもつと考えられる。

稚苗の１株苗本数は生育相および収量構成要素に強く影響し、１株苗本数を３本、５本、７本とした場合に、苗本数が７本になると一穂籾数の減少が穂数の増加で補償され、総籾数が増加し、玄米収量もまさった。しかし、密植のため体内の窒素含有率が低く、下位節間の伸長により倒伏が助長されるため、１株５本植程度が適当である。

栽植密度に関する成苗水稲[29) 34)]および稚苗水稲[41) 133)]についての報告によると、株内密植、株間密植を問わず、栽植密度を高めると、穂数は増加するが、有効茎歩合および一穂籾数は低下し、総籾数がやや増加するものの、登熟歩合や千粒重が減少する場合が多い。なお、星野ら[29)]は単位面積当りの苗本数が同一の場合は、株内密植では個体間競合が強いため１株苗本数を少なくして株間を密にした方が穂数および一穂籾数の確保が容易であ

るとしている。

稚苗水稲の移植期に関する報告[41) 111) 133)]によると、早植ほど有効茎歩合の低下や一穂籾数の減少が起こり易く、田辺・川島[124)]はこの傾向が深植で軽減され、稚苗の浅植はあたかも直播水稲の様相を呈するとしている。また伊藤ら[37)]も同様の傾向を認め、深植によって耐倒伏性が高まるとしている。

以上のような稚苗水稲の栽植密度、移植期、植付け深度に対する生育反応は、成苗水稲と稚苗水稲の生理生態的差異を理解するうえに示唆に富んでいる。すなわち、成苗水稲に比べて稚苗水稲では単に苗令が少ないのみならず、株間も狭く、1株苗本数も多く、早植で、しかも苗の草丈が低いために、水没を防ぐために浅植となりがちで、このような栽培条件と稚苗本来の多分げつ性とが総合されて、栄養生長量の過大と、その結果生ずる生殖生長期の栄養凋落をもたらすものと考えられる。

稚苗水稲では成苗水稲と同等の窒素施与量では、この栄養凋落による有効茎歩合の低下と一穂籾数の減少のために、総籾数が少なく[30)]、しかも登熟期間の葉身の窒素含有率が低く、同化能力が劣り[134)]、短稈、葉の直立性などの受光態勢の良さ[79)]や同化産物の転流の面での有利性[10) 53)]が相殺されて、収量は成苗水稲よりも劣る場合が多い。

伊田ら[30)]は稚苗水稲の一穂籾数が少ないこと、すなわち短穂化現象は、最高分げつ期から幼穂形成期の栄養生長の停滞に起因するとしている。しかし、寒地においては通常幼穂形成期の2～3日後に最高分げつ期がくるので、この短穂化現象は上記の考え方では説明できず、幼穂形成期から止葉期における窒素吸収の停滞に起因する体内窒素含有率の低下と乾物生産の停滞によると考えられる。成苗水稲でも有効茎歩合や一穂籾数の多少が幼穂形成期から止葉期にかけての窒素供給量と炭水化物同化量に支配される[42) 47)]が、この関係は稚苗水稲で特に強く現われる。

この稚苗水稲の幼穂形成期以降の栄養凋落は、窒素施与量を基準量の8kgN／10aから10kgN／10aえと増施することによって改善され、成苗水稲と同等の収量を上げ得る。しかし、冷温による生育遅延や倒伏のし易さを考慮に入れて基肥窒素を8kgN／10aとし、残りの2kgN／10aを幼穂形成期に追肥すれば冷温年、高温年にかかわらず、穂数と一穂籾数、特に一穂籾数の増加が適確に得られ、安定的に増収する。

成苗水稲について著者ら[12)]は高温年では幼穂形成期追肥の効果が高く、冷温年では幼穂形成期追肥では籾数過剰により登熟歩合が低下するので、止葉期追肥の効果が高いことを明らかにした。稚苗水稲では成苗水稲に比べて窒素含有率が早期に低下するため、窒素施与量が少ない段階では幼穂形成期追肥の方が適切であり、止葉期の追肥は登熟性を高めるが、積極的な増収には結びつかない。止葉期追肥の効果が発揮される条件は、総籾数が35,000粒／㎡以上の時であり、この条件は志賀[106)]の報告と一致する。

府県における稚苗水稲の施肥法は、過剰生育と倒伏防止をねらった基肥抑制、多回数追肥の方向にある[5) 31) 50) 75) 76) 77) 107)]。しかし、北海道のような寒地では基肥窒素がある程度多い方が有利であり、また経営面積が大きいために労力的に制約を受けるなど、多回数追肥は現実的ではない。むしろ、窒素を持続的に供給するための施肥位置や肥料形態が重要である。

奥山ら[79)]は追肥重点の施肥法に加えて、中干しや間断かんがい等水管理による生育調節法を導入することによって根を健全に維持し、稚苗水稲の草型の良さを生かし、多収穫が得られることを実証している。

稚苗水稲の分げつ盛期の根群は成苗水稲に比べて表層に多く、根は細く活性が幾分低い。稚苗水稲の根群は表層分布型であり[79) 128)]、このことが後期凋落的生育をもたらす[14) 32) 38)]。

太い根は老化が遅く[69)]、側根の発生は根の活力を長く保ち[7)]、根の太さには品種間差があり[14) 64) 68)]、太根の品種は養分の吸収力が強く、枯葉率が小さ

く、還元抵抗性が強い[68]とされている。さらに、根活性の低下は下葉の枯れ上りを助長し、止葉を下垂させ、受光態勢の悪化を招き、登熟に悪影響を与える[82][84]という。また、根の活性は呼吸能と密接な関係にあり[141]、根の呼吸能を高めるには根への炭水化物の供給が必要であり[149][150]、根への炭水化物の供給は主に下葉が分担している[125][131]ことが知られている。

施肥窒素の大部分は幼穂形成期までに吸収し尽されており、その後の水稲による窒素吸収は土壌窒素への依存度が高く[13][108][135][151]、下層土の肥沃性[102]と根の深さ、ならびに根の活性が重要な意義をもつ。特に、窒素供給力の少ない土壌における稚苗水稲の栽培においては、この時期の窒素供給と根活性の維持が重要な課題で、施肥位置、追肥、水管理技術が必要となる[28][40][48][65][79]。

施肥位置の重要性は石塚・田中[32]によっても報告されており、窒素の施肥位置は根の分布・養分の吸収経過に変化をもたらす。

表層施肥された水稲は幼穂形成期ごろまでは生育が旺盛であるが、その後脱窒による窒素の損失[45][148]、浅根化による窒素吸収量の減少と根活性の低下[11][84][88]などによって後期に生育の凋落が起る。稚苗水稲では、根群が表層分布型であるため、表層施肥によるこの生育の凋落が一層助長される。従って、窒素肥沃度の低い土壌における稚苗水稲に対しては表層施肥は得策でない。一方、条間施肥された水稲は、深層追肥[13][20][55][112]に類似した吸収経過を示し、根活性も高く維持されるため、稚苗水稲に適した施肥法である。

稚苗水稲の生育が遅延し易いのは、葉令が小さいためで[2][3]、成苗水稲に比べて低温活着性がまさり、分げつが低節位から始まり、多げつ性で、栄養生長が過大となる傾向があるとされている[28][41][57]。

冷温処理後、自然条件にもどすと水稲の生育は急速に回復し、むしろ生育が過剰となる[8][9][118]。この現象は成苗水稲よりも稚苗水稲で強く現われた。稚苗水稲は成苗水稲に比べて、生育初期の地上部が小さく、根の分布が表層に片寄っていることや密植のため単位面積当りの分げつが旺盛なため、施肥窒素が早期に吸収され尽し[119]窒素含有率が低く、全糖含有率が高くなりがちであり、また冷温処理後に可溶性アミノ酸が増加し、アミドの存在割合[58][118][120]が高まり易い傾向がある。このような体質が、冷温処理後の栄養生長の延長をもたらし、出穂の遅延、登熟不良を助長するものと思われる。著者ら[11]は穂数型品種「そらち」は偏穂数型品種「しおかり」に比べて、生育期間中窒素含有率が低く、糖含有率が高く経過し、冷温年には生育が遅延し易いことを認めているが、この品種間差は稚苗水稲と成苗水稲の差異と類似しており、興味深い。

なお、幼穂形成期から止葉期の期間は、一穂籾数の決定に重要であり[52]、この期間の後半は冷温感受性が特に高く[97]、この時期の冷温処理は一般に一穂籾数の減少を伴う[33][35]とされているが、本研究では一穂籾数がむしろ増加した。これは、ポット実験のため栄養が不足し、常温区では退化するえい花が多かったのに対して、冷温区では生育が遅れたため冷温処理後の栄養状態がよかったためと考えられる。また、この時期の冷温処理によって、稚苗水稲に不稔が多発した。この理由は稚苗水稲は多げつ性で、分げつ間の生育差が大きく、処理時に冷温の影響を受け易い生育時期の穂が含まれており[95]、また冷温により全窒素、特にアミノ酸・アミドの含有率が高まったためと考えられる。しかし、稚苗水稲の障害型冷害に対する本質的な強弱については、今後佐竹ら[94][96]の主稈穂だけを用いる方法で正確に検定する必要がある。