

中苗機械移植水稻に対する窒素施肥

第1報 基肥および初期追肥の効果

今野 一男* 渡辺 公吉** 稲津 脩***

空知地方のグライ低地土および泥炭土水田において、基肥と幼形期までの追肥窒素が水稻の生育、収量構成に及ぼす効果を検討した。機械移植水稻の最大精玄米収量は総収数約3.5万粒/m²で得られ、この値は手植水稻と同じで土壌や施肥方法によっても変らなかった。総収数と出穂期の稲体窒素保有量とは正の相関があり、最大精玄米収量を得るための出穂期の最適稲体窒素保有量は10—11 g/m²であった。この保有量に達するための窒素施用量は土壌や施肥方法で異なり、グライ低地土が泥炭土より、全量基肥が分割施肥より、そして幼形期追肥がそれ以前の早期追肥より効率よく稲体窒素保有量に反映した。また、これらの傾向は移植方式によって変らなかった。

I 緒 言

近年来、水稻栽培が機械移植に移行したが、これまでの施肥に関する研究⁷⁾の多くは手植時のものであり、機械移植水稻に対するものとしては、先に稚苗を対象とする報告¹⁾があるに過ぎない。ところが、その後北海道稲作で使用する苗質として中苗が優るという指導が浸透し、今や大部分(昭和56年で機械移植面積の78%)が中苗を移植している。とくに、本報告の試験を実施した空知地方などでは、中苗の機械植密植によって従来の初期生育不良を改善しようとする期待が大きい。しかし、既往の成果を中苗移植水稻にそのまま適用できるかどうかは不明であり、かつ他地域との異同についても不明確な点が多いため、中苗機械移植水稻に対する本田施肥法の確立が実際場面から強く要望されていた。

そこで、著者らは空知地方のグライ低地土および

泥炭土の水田において、施肥窒素が機械移植水稻の生育、窒素吸収、乾物重、収量構成要素および玄米収量に対する効果を検討し、中苗機械移植栽培における本田窒素施肥法の基本的な考え方を明らかにしようとした。

その中、本報には基肥と幼穂形成期までの生育初期の追肥の効果について得た幾らかの知見を報告する。

II 試験方法

1. 供試水田および土壌

圃場栽培試験を中央農業試験場稲作部構内にて行ない、空知地方の主要水田土壌であるグライ低地土と無機質表層低位泥炭土の2水田(本報では、それぞれグライ低地土および泥炭土と略す)を用いた。

土壌の理化学性は表1に示すとおりである。これら2土壌間で、水稻に対する土壌窒素の供給量は相違したが、施肥窒素に関する水稻の反応はほとんど同じであった。

2. 施肥処理と栽培条件

各年のN用量、追肥時期は表2に示すとおりである。

機械移植水稻は一般に手植時に比べて密植され、初期生育が早くかつ大となる生育上の特徴を

1981年6月1日受理

* 北海道立中央農業試験場(現北海道立北見農業試験場, 099-14 常呂郡訓子府町)

** 同 上, 069-13 夕張郡長沼町

*** 同 上, 069-03 岩見沢市上幌向町

表 1 供試水田の土壤理化学性

土 壤 別	項 目	断 面		土 性	全 炭 素 (C%)	全 窒 素 (N%)	塩基置換 容 量 (me/100 g)	NH ₄ -N 生成量* (mg/100 g)
		深 さ (cm)	土 色					
グ ラ イ 低 地 土		0~13	10GY 4/1	SiC	2.9	0.19	18.1	7.0
		13~20	10Y 5.5/1	SiC	2.0	0.15	16.0	3.5
		20~	10Y 5.5/1	HC	1.9	0.17	18.2	2.0
無 機 質 表 層 低 位 泥 炭 土		0~13	7.5Y 5/1	HC	6.8	0.53	26.7	18.7
		13~23	10YR 4/3	亜 泥 炭	11.0	0.91	41.3	44.7
		23~	2.5GY 5/1	亜 泥 炭	11.0	0.81	39.2	27.7

注) * 満水, 30℃, 4 週間培養。風乾土使用。

表 2 年 次 別 施 肥 処 理

施用時期, 区分と N 用量 (kg/10 a)					実 施 年 次*		
基 肥	追 肥			合 計 量	1976	1977	1978
	活 着 期	分 げ つ 期	幼穂形成期				
0				0	○	○	
5				5	○	○	
"		2.5		7.5			○
"	5			10		○	
"		5		"		○	
"			5	"		○	○
7.5				7.5	○	○	○
"			2.5	10			○
"			5	12.5			○
10				10	○	○	○
"			2.5	12.5			○
"			5	15			○
12.5				12.5	○	○	○
"			2.5	15			○
15				"	○	○	○

注) * 実施は○印。

現わすので, これを収量構成要素の増大, さらに玄米収量の増加に導びくための窒素施肥が十分であるかどうかを探ることが窒素施肥法改善のねらいとしてまず重要と考え, 1976, 1977の両年には, 基肥N用量を 0 から15kg/10a までの6段階とし, 施肥窒素の増量効果を検討した。

1977年には, N用量を基肥, 追肥共 5 kg/10a の一定とし, 幼穂形成期までの生育初期における追肥による窒素供給の増大効果の有無および追肥時期による差違を検討した。

1978年には, 前年の試験において効果が比較的

大きかった幼穂形成期追肥について, 基肥N用量 5 から15kg/10a の5段階と追肥N用量0, 2.5, 5kg/10a の3段階を組み合わせ (一部は省略), 合計N用量7.5から15kg/10a の4段階, 11区を設定し, 施肥の分割およびその場合の配分量の関係を検討した。

処理区は2反復とし, 窒素肥料は硫安 (1977年の基肥N用量15kg/10a 区のみ尿素) を用いた。共通肥料は, 基肥として P₂O₅ 8kg/10a, K₂O 7kg/10a をそれぞれ過石, 硫加で全面, 全層施用した。

各年の供試苗ならびに施肥以外の栽培条件は表

3に示すとおりである。

機械移植方式は育苗型式、移植時苗令、および移植方法などの組み合わせから成り、各々が最近多様化しているが、施肥処理に主眼をおく本試験では極く少数の条件を選定せざるを得なかった。移植時苗令については、当地方の稲作が不安定である主な原因が初期生育不良と考えられているのに対し、稚苗機械移植では移植時の葉数および乾物重が小さく、生育遅延が甚だしいので、機械移植に稚苗を使用することはなるべく避けた方がよいとの視点に立ち、すべて中苗（葉令3.1以上、3.5程度）を用いることとした（以下、苗質の区別を省いて機械移植と略す）。稚苗との対比は行なわなかったが、1976、1977の両年には成苗手植（以下、手植と略す）を行なって対比した。

中苗の育苗型式は3ヵ年共、箱マットを用い、1978年には紙筒をも用いた。

移植は、植付株数を手植では約20株/m²として手作業で、機械移植では30株/m²を目標としてマット苗および紙筒苗の各専用田植機で行なった。

播種期、移植期は上記の栽植密度と同様に、各移植方式の栽培基準に従った。なお、その後の生育期節は表3に併せ示すとおりである。

供試品種は、収量構成要素に対する施肥反応が大きく、しかも現在基幹品種として最も多い作付面積の中生種「イシカリ」⁸⁾を選定した。

3. 調査および分析の方法

一般的方法によるほか、次のようである。

調査株数は乾物重および葉面積には平均茎数をもつ7～10株（手植では5株）、総収数および登熟歩合には平均穂数をもつ3～5株、収量には110～120株（手植では90株）とした。葉面積調査は切り抜き重量法、登熟歩合調査は比重1.06の塩水選法、精玄米の篩別は縦目隙間1.8mmで行なった。

なお、試料採取および追肥、収穫作業は、試験区毎に表3に示したものより1.5日以内の相違であると認められた場合には一括して同時に、1.5日以上相違があると認められた場合にはそれぞれの該当日に行なった。

III 試験結果および考察

1. 基肥窒素の効果

(1) 生育

生育をみるためN用量5kg 刻みの一部の処理区について1976、1977年の試験結果を平均した乾物重で示したのが図1である。

窒素施用量の増加によって乾物重に明らかな差違を示す生育期間は2土壤共出穂期までで、その後はほぼそれぞれの差違を保ちながら平行的に推移した。さらに窒素施用量をN10kg/10aから15kg/10aへ増加した場合の乾物重の頭打ち傾向は、2土壤共手植水稻は出穂期から認められたのに対し、機械移植水稻はすでに止葉期から認められた。

表3 移植方式別苗質、栽植条件および生育期節

年次	移 植 方 式			苗 質 (移植時)		栽 植 条 件				生 育 期 節*		
	種 別	苗 の 種 類	移 植 方 法	葉 数 (枚)	地上部 乾物重 (g/100本)	栽 植 密 度		播 種 期 月・日	移 植 期 月・日	幼 穂 形成期 月・日	出 穂 期 月・日	取 穫 期 月・日
						平 均 株 数 (株/m ²)	平均植 苗 数 (本/株)					
1976	中苗機械移植	中苗マット苗	機械植	3.0	1.73	27.8	4.3	4.23	5.27	7.14	8.13	10.07
	成苗手植	成苗冷床苗	手植	3.8	3.16	19.8	3	4.23	5.27	7.12	8.10	10.07
1977	中苗機械移植	中苗マット苗	機械植	2.8	1.75	28.1	4.5	4.23	5.26	7.12	8.06	9.27
	成苗手植	成苗冷床苗	手植	3.0	2.23	19.8	3	4.23	5.26	7.11	8.05	9.27
1978	中苗機械移植	中苗マット苗	機械植	3.3	1.87	26.9	3.9	4.23	5.26	7.05	7.29	9.16
	中苗機械移植	中苗紙筒苗	"	3.6	2.30	26.9	3.0	4.18	5.21	7.04	7.27	9.15

注) * 生育期節の窒素施肥処理による相違は省き、基肥のみN10kg/10a区の方で示す。

また、両移植方式間の乾物重の差は 2 土壤共、止葉期までは機械移植水稻の方が手植水稻より大きかったが、その後の増加勢が緩慢となり、出穂期にはこの差が狭まり、収穫期の最終乾物重はほぼ同じになった。

基肥窒素施用量の生育形態に対する影響を N 用量 5 kg 刻みの一部の処理区について 1976, 1977 年の試験結果を平均して示したのが表 4 である。

窒素施用量の増加によって 2 土壤共、かついずれの移植方式でも穂数、1 穂粒数共増大したが、同一窒素用量当たり穂数は手植水稻より機械移植水稻が、反対に 1 穂粒数は機械移植水稻より手植水稻が多かった。

出穂期の葉面積指数および葉面積比は 2 土壤共窒素施用量に比例して増大し、かつこの傾向は機械移植水稻で一層強く現われた。多窒素用量区の倒伏が機械移植水稻で激しいという状況が観察されたのはかかる草姿の反映と思われる。

表 5 には、1976, 1977 年における基肥窒素用量による収量構成の変化を示す。これらの直接の関係については表 6 および表 7 の結果と合わせ、後で一括して考察することとし、前出の表 4 で示した葉面積指数とそれらに対応する窒素処理区の総粒数を表 5 から摘出して作図したのが図 2 である。

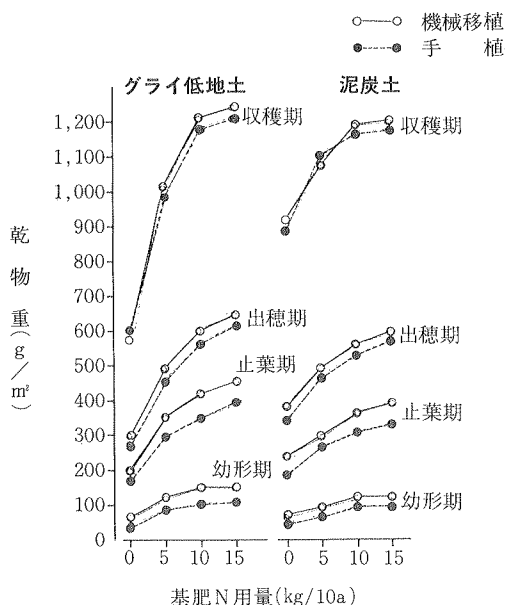


図 1 基肥 N 用量と乾物重 (1976, 1977 年の平均)

同一総粒数を生産する場合の葉面積指数は、2 土壤共手植水稻により機械移植水稻の方が 0.5 程度大きく、また同一移植方式では泥炭土よりグライ低地土の方が 1 程度大きいことが認められ、葉面積当たりの粒数はグライ低地土が泥炭土より、また機械移植水稻が手植水稻よりそれぞれ少なく、窒素施用量を増加して粒数の拡大をねらう場合に過繁茂に陥り易いことを示していた。

さらに、茎稈重と稈長の関係は図 3 のようであり、機械移植水稻は稈長に対して茎稈重が少なく、この点からも耐倒伏性の低い草姿であることがうかがわれた。

(2) 稲体窒素保有量

基肥窒素用量と稲体窒素保有量との関係を、1976, 1977 年の試験結果を平均して生育期別に示すと図 4 のようである。

幼穂形成期では窒素用量の多い程稲体窒素保有量が増大し、N10kg/10a 程度ではほぼ限界に達した。この場合、機械移植水稻は手植水稻より大きい値で推移した。

出穂期と収穫期では窒素用量 N15kg/10a でも稲体窒素保有量は限界に達しなかった。また、この時期では移植方式による稲体窒素保有量の差は認められなかった。

2 土壤間の稲体窒素保有量の差は、幼穂形成

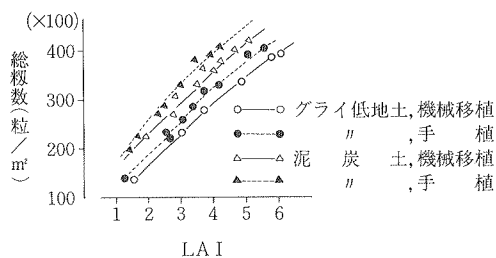


図 2 LAI と総粒数 (1977 年)

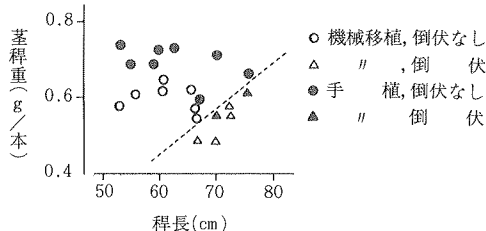


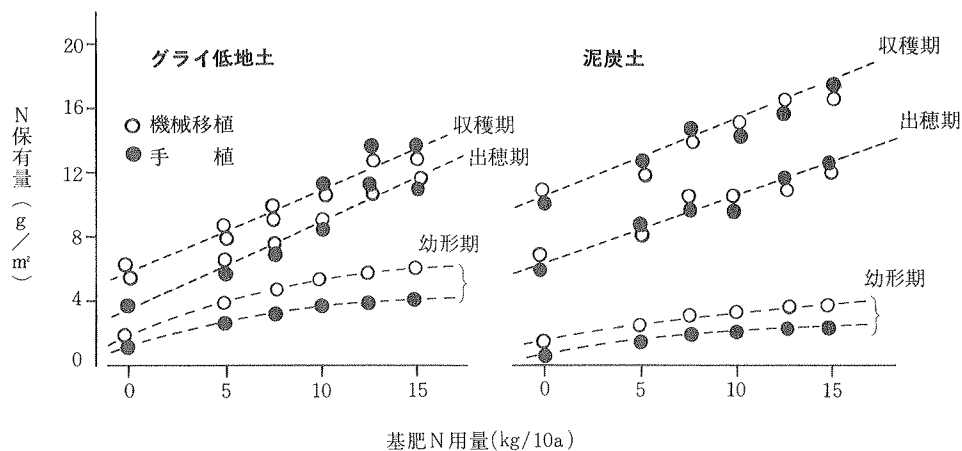
図 3 稈長、単位茎稈重と倒伏発生 (1977 年)

表4 基肥N用量と生育形態 (1976, 1977年の平均)

土壌別	基肥N量 移植方式 kg/10a	項 目	葉面積指数 (LAI)	葉面積比 (LAR)	穂 数 (本/m ²)	1 穂粒数	倒伏状況*
			出 穂 期		収 穫 期		
グライ低地土	機 械 移 植	0	1.3	44.5	313	42	—
		5	3.0	61.0	495	49	—
		10	4.2	70.0	570	57	+
		15	5.2	81.4	632	59	+++
	手 植	0	1.2	42.0	274	47	—
		5	2.7	58.4	414	55	—
		10	3.7	65.7	501	62	—
		15	4.6	75.2	575	63	+++
泥 炭 土	機 械 移 植	0	1.8	47.0	415	55	—
		5	2.8	57.0	447	61	—
		10	3.8	68.2	559	65	+
		15	4.6	78.4	631	63	+++
	手 植	0	1.5	44.8	331	62	—
		5	2.4	49.8	417	68	—
		10	3.1	58.8	483	72	—
		15	3.8	65.1	536	74	++

注) * 倒伏状況の表示:

—…なし, +…なびく, +++…一部のみ倒伏, ++++…50%程度倒伏

図4 基肥N用量と稲体窒素保有量
(1976, 1977年の平均)

期ではグライ低地土が、出穂期および収穫期では泥炭土の方が大きく、土壤窒素供給量の時期的な差違を現わしていた。

したがって、出穂期における基肥窒素の見かけ上の利用率は、移植方式による差違がほとんどなく、グライ低地土が50～60%、泥炭土が35～45%で土壤間による相違を認めた。

なお稲体窒素保有量について本報では、水稻がある生育期節までに吸収し、現存している全窒素量を測定したので、“吸収量”という動的な表現をとらなかった。また、通常使われる“含量”あるいは“含有量”は単位総量中の含有物量を表わすもので、とくに“含量”は本来含有率というべきを誤って慣用する場合が多いが、ここでは水稻個体

表 5 基肥 N 用量と収量構成

土壌別	移植方式	基肥 N 量 kg/10 a	年次	総 穂 数 (100粒/㎡)		精 玄 米 重 (kg/a)	
				1976	1977	1976	1977
グ ラ イ 低 地 土	機 械 移 植		0	122	140	19.8	27.6
			5	249	231	37.2	43.3
			7.5	284	278	40.2	50.4
			10	308	337	44.2	56.7
			12.5	334	391	44.2	55.5
			15	344	398	46.4	51.9
	手 植		0	121	138	22.0	28.2
			5	231	224	39.1	42.2
			7.5	264	261	42.8	48.4
			10	288	332	45.9	57.2
			12.5	310	393	48.8	58.2
			15	322	404	49.2	53.9
泥 炭 土	機 械 移 植		0	228	229	39.6	44.9
			5	273	308	45.5	57.3
			7.5	299	368	49.8	59.6
			10	335	389	52.1	54.9
			12.5	361	406	53.5	49.2
			15	364	426	50.3	49.4
	手 植		0	213	195	36.0	41.3
			5	292	273	49.4	53.9
			7.5	329	331	53.8	61.2
			10	341	353	53.5	59.3
			12.5	363	391	54.0	54.7
			15	385	406	54.5	55.4

を対象としないで、単位面積当たりで取扱ったので、それらとの混乱を避けるため、河野等²⁾の使用にならって、稲体窒素保有量 (g/m²) とした。

(3) 収量構成

水稻の子実収量は単位面積当たり穂数、1穂当たり粒数、登熟粒数歩合および千粒重の4構成要素によって決まるとされており³⁾、子実収量を増大するには、先ず前2者の積である単位面積当たり総粒数の増加をはからねばならない。

そこで、窒素施肥による総粒数の変化を検討すべく、既に図4で明らかにしたところの基肥窒素用量の増加によって大となる稲体窒素保有量との関係からみたのが図5である。

これによると、総粒数は稲体窒素保有量が大きくなるのに応じて増大し、かつほぼ10~10.5g/m²

の稲体窒素保有量であれば、3.5万粒/m²程度の総粒数が獲得されるという関係が2土壌間および2移植方式間で共通に認められた。

一方、前述の収量構成の4要素のうち、狭義に収量決定要素とも呼ばれている登熟歩合と総粒数の関係をみたのが図6である。

これによると、登熟歩合は総粒数3.5万粒/m²以上になると急激にあるいは著しく低い値に下ることがいずれの場合にも共通して認められた。また、3.5万粒/m²を獲得した場合の登熟歩合は栽培年によって異なるが、2土壌間および2移植方式間の差は認められなかった。

そこで、収量構成の4要素の積である精玄米重を総粒数との関係からみたのが図7である。

これによると、当然のことながら、いずれも総

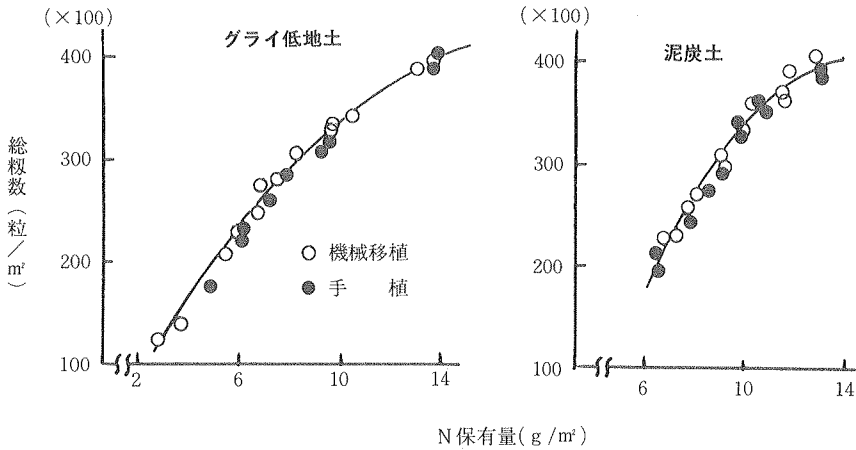


図5 出穂期の稲体窒素保有量と総粒数(1976, 1977年)

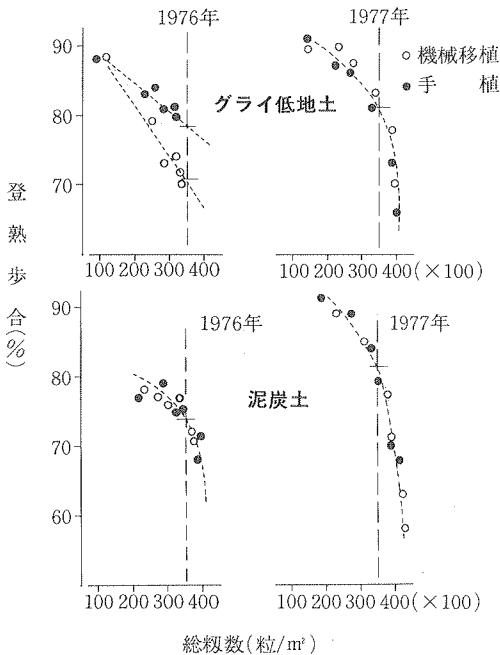


図6 総粒数と登熟歩合(1976, 1977年)

粒数約3.5万粒/m²のとき精玄米重が最高に達し、それ以上の総粒数では減少する傾向となった。

2. 初期追肥の効果

次に、一般的⁶⁾にまた前述でも認められるような、窒素施用量の増加により総粒数が増大し、精玄米収量も増加するという関係のもつ限界が、追肥を組み入れた施肥法により変化するかどうかを検討した。

1) 追肥時期の比較

活着期から幼穂形成期までに施用(初期追肥)した窒素が稲体窒素保有量および収量構成に及ぼす効果は表6に示すとおりである。

稲体窒素保有量の増加は、分けつ期追肥によっては幼穂形成期に、幼穂形成期追肥によっては出穂期にそれぞれ現われ、追肥窒素の反応とみられた。しかし、それらの増大した窒素保有量も同一合計窒素用量の全量基肥区とほぼ同程度であった。

総粒数が出穂期の稲体窒素保有量と比例して増加することは、前述の全量基肥のみの場合と同様で、追肥によって稲体窒素保有量が増加するのに伴って総粒数も増加し、その増加幅は追肥時期の遅い程大きかった。

しかし、幼穂形成期に追肥しても同一合計窒素用量の全量基肥区を超えなかった。

稲体窒素保有量当たりの粒数生産能率は、稲体窒素保有量の少ない活着期追肥区を除くと、同一合計窒素用量の全量基肥区より小さく、追肥時期の遅い程低下することが認められた。一方、葉面積当たりの粒数生産能率は基肥窒素施用量の増加によって低下したのに反し、幼穂形成期追肥によっては同一合計窒素用量の全量基肥区より高くなった。このことは、総粒数の増加に相応するよう稲体窒素保有量の増加をはかるべく窒素施用量を増すと、一般には窒素施用量の増加に伴って過繁茂傾向が助長され、総粒数の玄米収量に対す

表 6 追肥時期と稲体窒素保有量, 収量構成 (2 土壤の平均)

移植方式	追肥 N量 kg/10a	項目 N量 kg/10a 時期	稲体窒素保有量 (g/m ²)		総粒数 (100粒/m ²) A	葉面積 指数 LAI (出穂期)	粒数生産能率		登歩 合 (%)	精玄米 千粒重 (g)	精玄米 重 (kg/a)
			幼穂期	出穂期 B			A/B	A/LAI			
機械 移植	5	0	3.2	7.5	269	2.9	35.9	93	87.2	22.1	50.3
	7.5	0	4.2	9.2	323	3.7	35.1	87	82.0	21.9	55.0
	10	0	5.0	10.7	363	4.5	33.9	81	76.3	21.7	55.8
	5	5. 活着期	4.0	8.4	305	3.4	36.3	90	83.6	21.9	53.6
	5	5. 分げつ期	4.9	10.1	332	4.0	32.9	83	80.7	21.8	55.5
	5	5. 幼穂期	—	10.8	349	4.0	32.3	87	79.2	22.0	57.9
手植	5	0	2.6	7.3	249	2.5	34.1	100	88.0	22.5	48.1
	7.5	0	3.1	8.6	296	3.0	40.5	99	85.2	22.5	54.8
	10	0	3.5	10.3	342	3.7	33.2	92	80.0	22.4	58.3
	5	5. 活着期	3.2	8.1	282	2.9	34.8	97	85.5	22.5	53.5
	5	5. 分げつ期	3.6	9.1	302	3.3	33.2	92	83.4	22.3	54.5
	5	5. 幼穂期	—	10.4	336	3.2	32.3	105	81.8	22.6	59.3

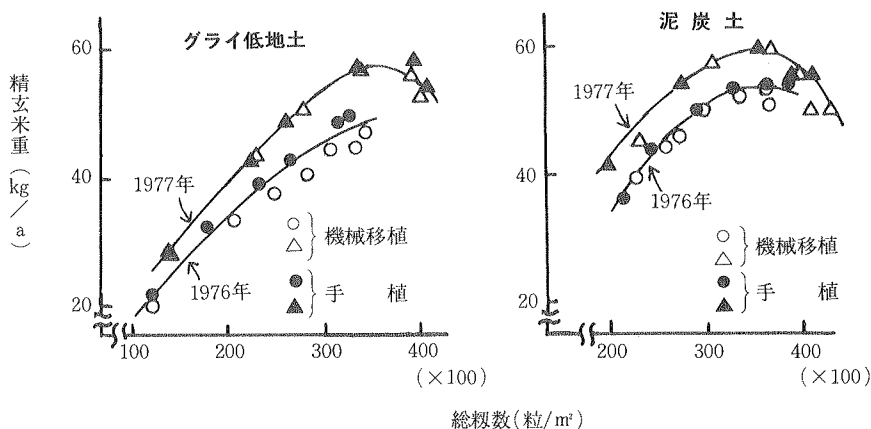


図 7 総粒数と精玄米重(1976, 1977年)

る反映を不良とする一因となり、機械移植水稻では手植水稻より一層注意すべき点と考えられるが、増量分を幼穂形成期追肥として分割施用することによって、その緩和をある程度期待し得るとみられた。

また、登熟歩合と千粒重の関係から、幼穂形成期追肥による登熟の向上がうかがわれた。

このように、幼穂形成期追肥として分割施用することにより、稲体窒素保有量当たりの粒数生産能率は低下するが、総粒数の増加と登熟性の向上がこれをやや上廻るため精玄米収量は全量基肥区より多いという結果となった。

なお、これらの関係は 2 移植方式を通じて同様

に認められた。

2) 幼穂形成期追肥による施肥配分の比較

窒素用量段階を上げて玄米収量の増加をねらう場合、幼穂形成期追肥による分割施肥が全量基肥より安定的に有効であるという点を一層明確にするため、全量基肥区を対照として分割施用が収量構成に及ぼす効果を比較したのが表 7 である。なお、中苗マット苗と紙筒苗の 2 育苗型式間では著者等が先に報告¹¹⁾したように総粒数および精玄米収量についてほとんど差違が認められず、一つにまとめて解析しても差支えないと思われる結果であったので、本表には両者の平均を示した。

これによると、出穂期の稲体窒素保有量および

表7 幼穂形成期追肥と稲体窒素保有量、収量構成（2育苗型式の平均）

基肥 N量 (kg/10a)	項 目			稲体窒素保有量 (g/m ²) 出穂期 B		総 稈 数 (100粒/m ²) A		稈数生産能率 A/B		登 熟 歩 合 (%)		精 玄 米 重 (kg/a)	
	追肥 N量 (kg/10a)	合計 N量 (kg/10a)	土 壤 別 N量 (kg/10a)										
				グライ 低地土	泥炭土	グライ 低地土	泥炭土	グライ 低地土	泥炭土	グライ 低地土	泥炭土	グライ 低地土	泥炭土
7.5	0	7.5		8.6	11.7	325	319	37.6	27.4	79.0	79.6	55.0	55.9
5	2.5			8.6	10.4	319	300	36.9	28.9	79.0	80.0	54.6	55.5
10	0	10		10.0	12.3	348	340	34.9	27.7	76.6	74.0	55.6	56.6
7.5	2.5			9.7	12.6	345	341	35.7	27.0	77.3	75.5	57.8	57.1
5	5			9.4	11.8	333	332	35.6	27.1	77.8	78.5	55.6	58.4
12.5	0	12.5		12.5	14.7	374	364	29.9	24.7	69.1	74.7	53.6	59.9
10	2.5			11.2	14.2	363	353	32.4	24.8	72.4	72.0	55.3	56.7
7.5	5			11.0	13.5	361	353	32.9	26.3	77.1	74.1	58.5	57.7
15	0	15		13.9	15.2	397	374	28.6	24.6	64.7	69.9	53.6	56.9
12.5	2.5			13.7	15.1	395	371	28.9	24.6	64.9	71.4	52.3	58.6
10	5			12.1	15.3	377	362	31.3	23.6	69.2	71.7	53.8	56.9

その稈数生産能率は2土壤間で相違したが、総稈数が出穂期の稲体窒素保有量と比例的に増大する関係は前述した反応と同様に、かつ2土壤で共通しており、いずれの窒素用量段階においても全量基肥区が多く、追肥割合の高い程、即ち基肥割合の低い程少なかった。

一方、登熟歩合は追肥割合の高い区で上昇を示した。

しかしながら、表7から総稈数 ($x \times 100/\text{m}^2$) と精玄米重 ($y \text{ kg/a}$) の関係は、

$$y = -0.0015x^2 + 1.06x - 127$$

となり、精玄米重の最大は総稈数3.53万粒/ m^2 で60.3kg/a となることが計算で求められた。

これらのことから、幼穂形成期追肥によって出穂期の稲体窒素保有量が増大し、総稈数を拡大させることができて、精玄米重については約60 kg/a という一定限度以上に増加しないことが明らかとなった。

IV 論 議

1. 総稈数と精玄米重

機械移植水稻は、従来の手植水稻に比較して、移植後の生育が良好で幼穂形成期の乾物重や稲体窒素保有量が多い。しかし、幼穂形成期から出穂期にかけての稲体窒素保有量の増加および止葉期から出穂期にかけての乾物重の増加が劣るため穂数は多いが1穂稈数が少なく、総稈数ではほぼ同

程度という結果となる。このような生育相は稚苗機械移植水稻¹⁾とほぼ同様であり、また初期生育が良好でありながら総稈数の増加に結びつき難い点では、熟苗手植水稻⁵⁾とも共通している。

表7について行なったと同様に、表5および6からも、総稈数 ($x \times 100/\text{m}^2$) と精玄米重 ($y \text{ kg/a}$) の関係式を求め、これによる精玄米重の最大値を一括して表8に示した。これによると、総稈数が3.5万粒/ m^2 を超えても玄米収量が著しく少なかった1976年は異常とみられるので除外すべきであろうが、他はいずれも精玄米重の最大を得る総稈数が図5で認めたと同様の3.5万粒/ m^2 というところに収斂することを示すものであり、その場合の精玄米重の最大値として56~60kg/a が算出される。

以上のことから、最大玄米収量とそれが得られる総稈数は、移植方式、施肥法、栽培年が違って同じであることがわかる。

なおこれは、従来気象、栽培条件に応じて玄米収量が最高となる総稈数、いわば最適総稈数として報告されたもの^{3,4,9,10)}に相当する。

2. 出穂期の稲体窒素保有量と精玄米重

表6および7から出穂期の稲体窒素保有量 ($x \text{ g/m}^2$) と精玄米重 ($y \text{ kg/a}$) の関係を求めると、

$$y = -0.707x^2 + 15x - 24$$

となり、最大精玄米重が得られる稲体窒素保有量はN10.6g/ m^2 で、精玄米重55.6kg/a と算出され

表 8 総穂数と精玄米重の関係

年 次	回 帰 式	玄米重最大の 穂 (100/m ²)	精玄米重 (kg/a)		備 考
			最 大 値	穂数35,000粒/ m ² の場合	
1976	$y = -0.0002x^2 + 0.238x - 4.7$	595	66.1	54.1	表5, 基肥のみ
1977	$y = -0.0007x^2 + 0.486x - 28$	347	56.4	56.4	〃 〃
1977	$y = -0.0008x^2 + 0.568x - 44$	355	56.8	56.8	表 6
1978	$y = -0.0015x^2 + 1.06x - 127$	353	60.3	60.3	表 7

る。

一方、稲体窒素保有量と総穂数は比例的な関係にあり、稲体窒素保有量を増大させれば総穂数が拡大するが、総穂数を一定限度以上に拡大しても、登熟歩合の低下などによって精玄米重の増加は止まり、その限度は試験結果からみて約3.5万粒/m²と考えられる。

したがって、最適総穂数である約3.5万粒/m²に適合する稲体窒素保有量は出穂期でN10～11g/m²と考えることができるもので、この実現に向けて窒素施用量と施肥方法を調整する必要があると言えよう。

3. 窒素追肥の効果

幼穂形成期以前の早期に施用する追肥窒素については、出穂期の稲体窒素保有量が全量基肥区より少ないことからみて、機械移植水稻では初期生育が早くかつ大きいため早期追肥が必要であるという推測は正しいものでなく、適当な基肥窒素量の施用で十分と考えられる。

また、幼穂形成期の追肥窒素により出穂期の稲体窒素保有量が増加し、総穂数も拡大したが、精玄米重に対しては、同一合計窒素用量の区間で比較した分割施用の効果がみられず、全量基肥の窒素増量区と比較した上積み効果も認められない。

これらのことは、機械移植水稻においても、従来までの報告⁷⁾と同様に、基肥増量と穂肥は稲体に類似の効果を現わすことを示すもので、総穂数の拡大と登熟歩合の低下が相殺し、精玄米重は増加しないという関係を打破っていなかった。

一方、機械移植水稻の弱点として、手植水稻に比較して耐倒伏性の低いことがあげられる。これは、機械移植により栽植苗本数の増加を容易にした反面、一本当たり茎稈重の減少を避け難かったためで、止葉期から出穂期にかけての乾物重の増加勢が劣る原因であり、総穂数の拡大が精玄米重

の増加に容易に結びつかない原因とも考えられる。

したがって、機械移植栽培においては、耐倒伏性の強い品種を選択する他、窒素施肥に当たっても倒伏し難い草姿に適合するものが望まれるが、分割施肥法はこの観点から有効な一手段と考えられる。

謝 辞

本試験の実施に当たり、男沢良吉稲作部長、長内俊一前稲作部長の適切な御助言および御指導を頂き、稲作部の関係職員および臨時職員より多大の御協力を得た。また、本報のとりまとめに当たっては、奥村純一化学部長、男沢良吉稲作部長、および水野直治稲作部栽培第1科長より有益な御指示と御指導を頂き、併せて両部長の懇篤かつ周到な御校閲を頂いた。

以上の方々に対して衷心から感謝の意を表する。

引 用 文 献

- 1) 藤原耕治, 南 松雄, 古山芳廣. “機械移植による稚苗水稻の生理生態的特性について”. 北海道立農試集報, **44**, 62—71 (1980).
- 2) 河野通佳, 森田晃司. “水稻総穂数の生産効率に対する土壤肥沃度の影響”. 北陸農試報告, **22**, 1—33 (1979).
- 3) 松島省三. “稲作の理論と技術”. 養賢堂, 東京, 1959.
- 4) 棟方 研, 川崎 勇, 仮谷 桂. “気候および稲体要因からみた水稻生産力の定量的研究”. 中国農試報告, **A14**, 59—96 (1967).
- 5) 斉藤準二, 今野一男. “北海道における早播熟苗栽培法”. 農業技術, **21**, 1—5 (1966).
- 6) 志賀一一, 関矢信一郎. “寒地における高収水稻のための窒素供給法, 1, 基肥窒素の役割と限界”. 北農試研究報告, **116**, 121—138 (1976).
- 7) 志賀一一. “北海道における水田施肥について”. 北

- 農, 43 (11), 1—34 (1976).
- 8) 柴田和博, 柳川忠男, 佐々木一男, 和田 定, “水稻新品種「イシカリ」の育成について”, 北海道立農試集報, 25, 22—34 (1972).
- 9) 内島立郎, “水稻の収量構成と登熟気候の生産性”, 農業技術, 24, 426—428 (1969).
- 10) 和田源七, “水稻収量成立におよぼす窒素栄養の影響—とくに出穂期以後の窒素の重要性について”, 農技研報告, A16, 27—167 (1969).
- 11) 渡辺公吉, 今野一男, 稲津 脩, 佐々木幸男, “ちっ素施肥反応からみた水稻紙筒移植栽培の特質について”, 北農, 48 (1), 1—15 (1981).

Nitrogen Application on Rice Plant in Machine-transplanting Culture using Semi-adult Seedlings

I. Effect of basedressing and topdressing by young panicle formation stage

Kazuo KONNO* Kohkichi WATANABE** and Osamu INATSU

Summary

The field experiments were conducted in order to discover the nitrogen applying practices to attain the stable and high grain yield in machine-transplanting culture using 3.5-aged semi-adult seedlings. Two paddy rice fields to Rice Crop Division of Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, which were respectively formed of Gley Lowland soils and Lowmoor Peat soils, main two soils in Southern Sorachi District of Hokkaido, were served for it.

It was investigated what the nitrogenous effect of basedressing and topdressing by young panicle formation stage on growth status nitrogen intake, dry matter assimilation, yield components and grain yield of the machine-transplanted rice plant, in comparison with the hand-transplanted one.

The results obtained were as follows :

1) The maximum fine grain yield was harvested from the machine-transplanted rice plant having about 35 thousand spikelets per unit area (m^2), since the percentage of ripened grains was remarkably declining in an inverse proportion to the number of spikelets over it. These fact were similarly found in both soils, both transplanting systems and any nitrogen application practice.

2) It was recognized that the high positive correlation occurred between the number of spikelets and the amount of nitrogen intaken by heading stage and made clear that the most advisable nitrogen intake was about 10–11g/ m^2 , in both soils and both transplanting systems, when it was attempting to get the most suitable number of spikelets.

3) The nitrogen dosage to be applied on the rice plant, which intook the most advisable amount of nitrogen by heading stage, were differed with soil types and nitrogenous fertilization practices, because the applied nitrogen was absorbed more effectively in Gley Lowland soils than Lowmoor Peat soils, in basedressing than in split application, and in topdressing at young panicle formation stage than in that before it. Conversely, it was found that these figures did not vary with the transplanting systems.

4) The dry matter assimilation by booting stage in machine-transplanting culture was more greater than that in hand-transplanting culture, but subsequently its assimilation rate was descending in machine-transplanting culture. As the result, it was shown that the stem weight was relatively small to the stem length and lodging tolerance was also reduced in machine-transplanting culture. Accordingly, it was suspected that the growth status like this caused some trouble to consider seriously in fertilization on the machine-transplanted rice plant.

* Hokkaido Prefectural Kitami Agricultural Experiment Station, Kunneppu, Hokkaido, 099-14 Japan.

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

*** Hokkaido Central Agricultural Experiment Station, Rice Crop Division, Iwamizawa, Hokkaido, 069-03 Japan.