

# 水稻の露地中苗育苗用播種作業の機械化に関する研究

横山幸徳\*・中西幸峰\*

Studies on Mechanization of Seeding for 4th Leaf Stage Seedling Seedbed in the Outside

Yukinori YOKOYAMA Yukimine NAKANISHI

## 緒言

本県の農業は、農業粗生産額のうち米が約40%を占め米依存が高い。しかし、生産費は10a当たり全国平均より13%も高く、その主要因は、単収が全国平均の約90%と低く、零細経営で（1戸当たり経営面積80a）、生産費に占める農機具費が36%、労働費が37%であり、高い生産費の原因となっている。

また、水田の冬期利用率は7%にすぎず、早期水稻単作利用が多く、したも品種が単一化しており機械・施設の利用効率が低下している。

そこで、稲麦二毛作の土地利用方式の定着と省力技術により低コスト化を図ることが重要である。

二毛作田における稲作は、麦作の關係から水稻の移植時期が規制され、一般に6月中・下旬の晩植になる場合が多い。その場合、播種量の多い稚苗では、高温のため軟弱徒長化し、苗質が悪くなり田植機の植付精度の低下および、本田初期生育の悪化を招き、高い収量が得られにくいなどの問題がある。また、麦の収穫時期は、梅雨期であり水稻の移植作業を計画的に実施することが困難な場合が多い。このことは、水稻育苗日数の変動を招き健苗の確保が困難となる。育苗日数の変動に対して、稚苗は最も適応性が乏しく、播種量の少ない中苗の方が有利である。しかし、高温時育苗においては、施設利用の場合、高温・過湿環境になりやすく、発芽障害や病害が多発する恐れがある。そこで、剪葉処理、水分調節、施肥法、あるいは生育調節剤の利活用等新しい生育調整技

術を確保しなければ、健苗の中苗が得られ難い問題が残っている。

また、温暖地の高温時育苗は、自然条件的には施設利用を必要とせず、露地育苗が可能であり、麦の収穫期の変動に対する適応性も高い。従って、水田二毛作体系を安定化するためには、露地における中苗健苗育苗技術体系を確立する必要がある。

本研究では、省力化対策として育苗箱を使用せず、育苗箱に代わる型枠育苗床による育苗法を確立し、型枠上を走行する床土入れ機・薄播き播種機（マグネット播種機）・覆土機を開発するとともに、健苗育苗されたマット苗を搬送し、田植機に苗供給するシステムを開発した。

このような試作機について、作業性能をどの程度具備しているか検討し、さらに、マグネット播種機を基軸とした播種育苗作業体系についても実証し、ここにある程度の知見を得たので報告する。

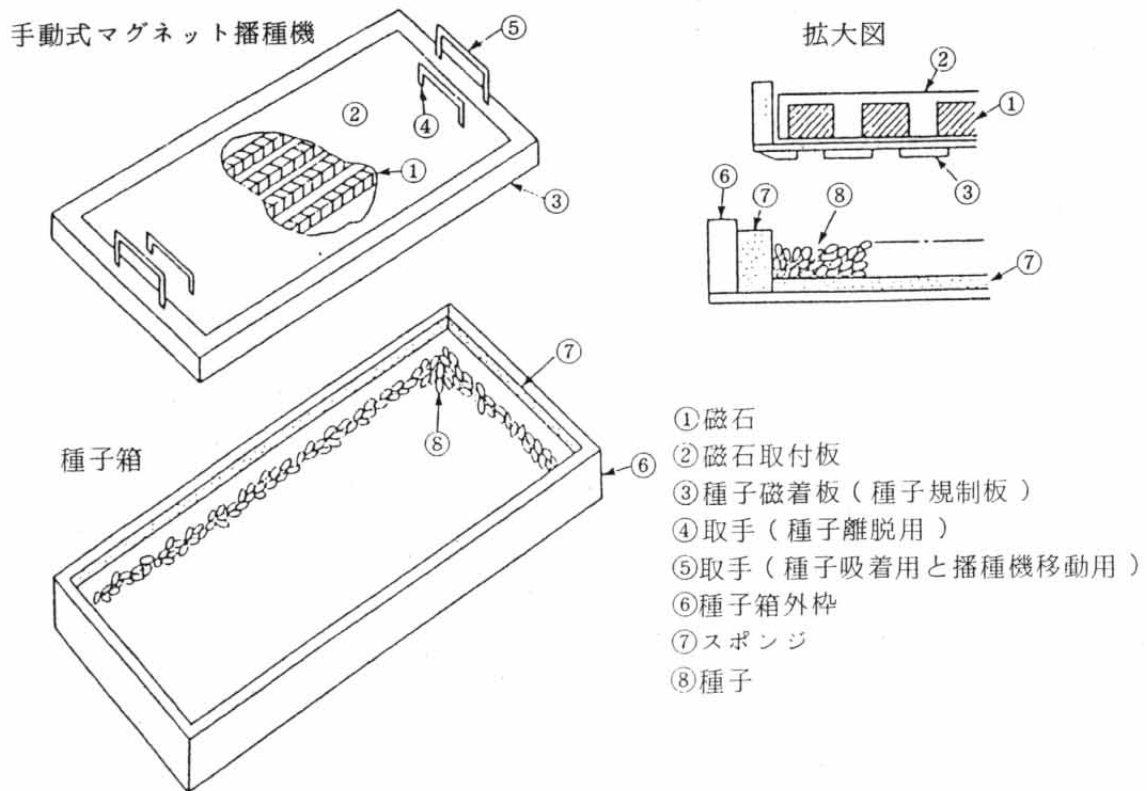
## 材料と方法

### 1. 播種量と苗形質・生育収量に関する試験（1982～1983）

#### 1) 手動式マグネット播種機の試作

磁石が鉄を吸着する性質を利用し、種子に磁性粉体（酸化第二鉄が主成分の粒径0.5μ前後）を粉衣し、磁力により粉衣種子を吸着・播種する機械である。

鉄粉の粉衣方法は、催芽種子と磁性粉体を容器に同等量（容量比）入れ、1分間程度前後左右に動かせば粉衣



第1図 手動式マグネット播種機

される。なお、催芽種子は稚苗の手播き・機械播きと同じように脱水しておく。粉衣後、余分の鉄粉は種子が落下しない程度の目合の篩で除去する。

試作した手動式マグネット播種機は、第1図に示すように永久磁石を箱の短辺方向に田植機の横送り量にあわせて、15.4mm間隔に配列し、長辺方向に連続させ18列の条播播種ができるようにした。種子箱に鉄粉粉衣種子を均一に入れ、マグネット播種機を種子に置き、上方から軽くプレスしながら長辺方向に動かし、アルミ板(磁着板)を介して磁石により粉衣種子を吸着させる。

次に、床土入れ後の育苗箱と種子を吸着させた播種機を播種台にセットし、種子離脱用の取手を持ち上げれば磁石が種子磁着板から離れるので、種子が離脱播種される構造である。

なお、種子箱内のスポンジは、播種機の圧力により種子が損傷しないように緩衝帯の役割をはたす。

## 2) 播種量と苗形質・生育収量に関する試験

播種量を減ずることによって得られる苗形質の特徴と本田移植後の生育・収量の変化について育苗技術・本体系へのひとつの指標を得るために、マグネット播種機の種子磁着板の吸着させる磁極面幅を4mm・5mm・6mmの3種類寸法を変え播種量を規制する区(乾粒重:60g・

80g・100g)と散播120g, 200gの播種法・播種量を比較検討した。

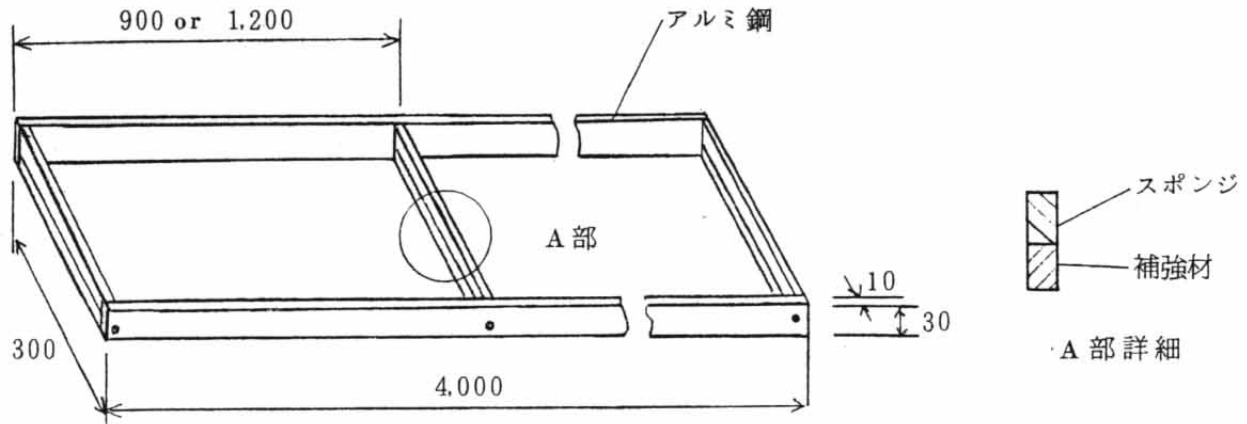
育苗方法は、播種後、揚床折衷苗代に置床し、新聞紙有孔ポリフィルムで被覆し、出芽揃後に除去した。使用床土として黒ボク土を用い、育苗施肥は、元肥に過リン酸石灰6g, 硫酸加里4g, ヒドロキシ・イソ・キサゾール粉剤5g/箱を施用し、追肥に播種後8日, 15日, 21日, 30日にそれぞれ硫酸アンモニウム5g・水500cc/箱と設定した。

## 2. 露地育苗の育苗床並びに播種の機械化技術の確立試験(1984~1987)

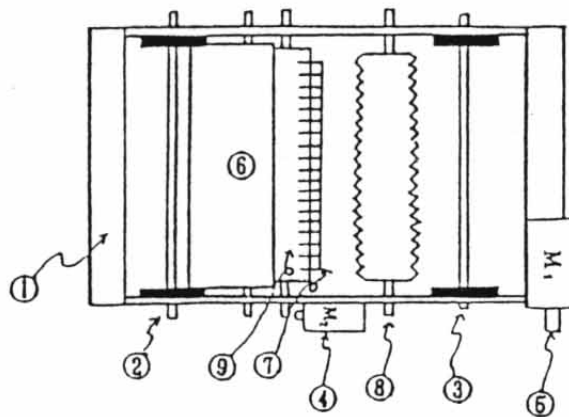
育苗箱を供試せず、育苗床上に型枠を設置し、その型枠育苗床をベースに構造・材質を播種・育苗・苗取り作業の円滑化の面から検討した。本試験では、播種作業の機械化のため型枠上を走行する自走式マグネット播種機を開発し、その性能を検討するとともに、床土入れ、覆土作業を機械化するため、育苗床用床土入れ機・覆土機を開発し、その省力効果と精度を検討した。

### 1) 型枠育苗方式の試作

短辺×長辺=30cm×4mを1セットとし、2列を1短冊にし、上部灌水の方式とした。型枠材としてアルミの角鋼(10mm×30mm)を使用し、育苗箱の長辺に相当する



第2図 型 枠



- ① 本体フレーム
- ② 従車輪
- ③ 駆動輪
- ④ 種子ホッパー振動用モーター
- ⑤ 駆動輪・作溝ディスク・播種用モーター
- ⑥ 種子ホッパー
- ⑦ 落下種子規制板
- ⑧ 作溝ディスク
- ⑨ 播種用ドラム

第3図 自走式播種機概要図

部分を走行用レールとして各試作機を作動させる。型枠の種類は、マットサイズ120cm用、90cm用として補強材の間隔で規制した。第2図に示すように、補強材上部の空間15mmにスポンジを充填しマット切断不用の構造にするとともに、自走式マグネット播種機の走行安定性を図った。

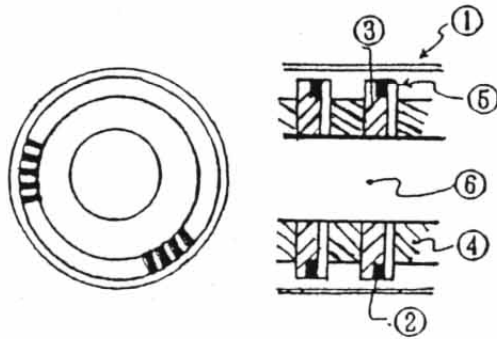
2) 自走式マグネット播種機の試作

走行部は、第3図のようにガイド付ゴム車輪（4輪、2輪駆動）にし直流12Vを電源として直流モーターの動力を駆動輪に伝達し、型枠を規制しながら走行する。播種部の前方に作溝部を設け、作溝ディスクを強制駆動により回転させながら播種溝をつける。その播種溝へ磁石により吸着した種子を落下播種させる播種用ドラムがあり、コーティング粉を条播する構造である。種子ホッパー内の種子のブリッジを解消させるために、ホッパーをリン

ク往復運動により振動を与え、コーティング粉を均等に磁石に吸着させる機構である。

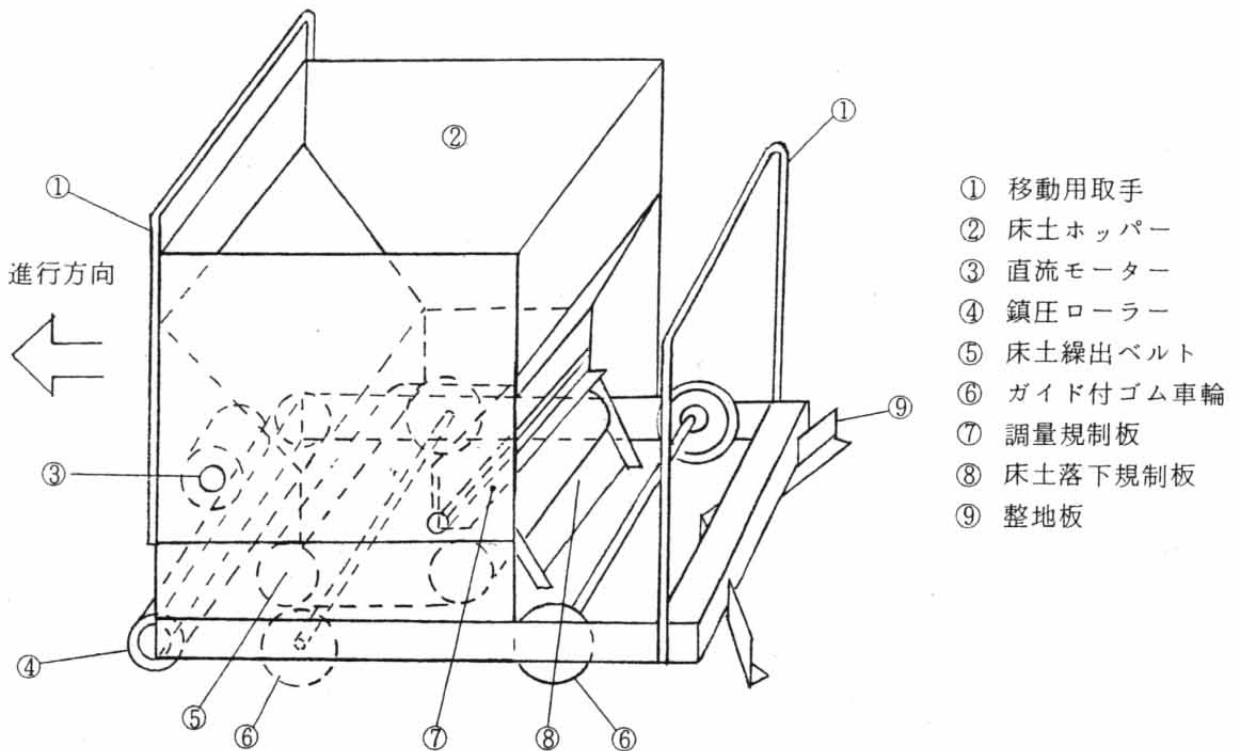
播種部の構造は、磁石を第4図に示すように外周方向に磁界を発生させるように配列し、樹脂（エポキシ）で固定させ、吸着部分（18条、20条）に1定ピッチで配列した。円周上に磁石を配列した磁石ドラムを固定させ、その周囲を回転するドラム（18-8ステンレス）上に種子を吸着させる。吸着種子はドラム上を移動し、磁石のカットされた位置で消磁し、落下播種される。播種様式は条播である。

各部の寸法は、機体寸法=350×625×280、駆動輪の外径=φ98、作溝ディスクの外径・内径=φ87、φ67、播種ドラム径・厚=φ69.5、0.5であり、磁石の諸元は、寸法=3.0×2.7×6.0mm、残留磁束密度8,300~8,800G、



図番	
1.	播種ドラム（ステンレス）
2.	永久磁石（希土類）44個/周
3.	プラスチック（エポキシ樹脂）
4.	プラスチック（塩化ビニール）
5.	鉄板（S45C）
6.	丸棒（アルミ）

第4図 播種部主要断面図



第5図 床土入れ機の概要図

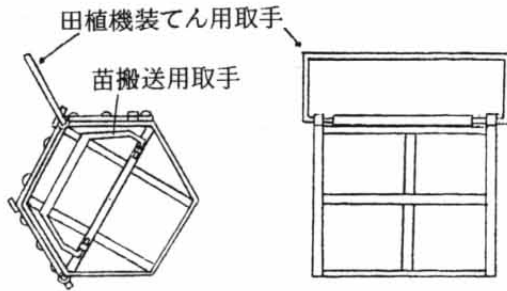
最大エネルギー積17.0以上であり、1条当たり44個使用している。

### 3) 床土入れ機の試作

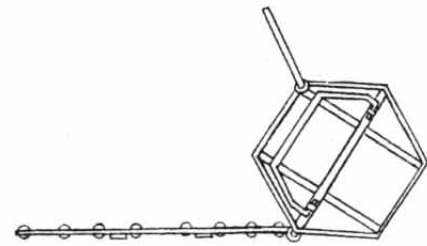
走行部は、ガイド付ゴム車輪の4輪駆動方式であり、型枠を規制しながら走行する。床土ホッパ容量は44ℓ（≒54kg）であり、床土量は、規制板により調量する。

各部の駆動は、直流モーター（12V、60rpm）からスプロケット・チェーンにより、走行部・床土繰出しベルト・鎮圧ローラを連動させた。

覆土機兼用型としたために、鎮圧ローラを設け、ローラで播種後の種子を押さえ覆土するとともに、整地板で均平にする。



第6図 苗搬送時の状態



第7図 苗装てん時の状態

機体寸法は450×800×600、重量は32kg、鎮圧ロール径は76mmである。

### 3. 露地育苗のロングマット苗に関する試験（1985～1987年）

露地育苗の型枠育苗法で得られたロングマット苗を供試し、マット強度、マット苗の田植機装てん搬送方法の検討を行い、省力化を図る。

#### 1) マット強度試験

得られたマット苗を金属引張試験片と同様にチャッキング部：巾15cm、切断部：巾10cmの試験片の一端を固定し、ロードセル（LU-500KE）からストレインメーター（DPM-210A）、電磁オシログラフ（PR-101）の測定装置により切断抵抗を求めた。

試験区は、マット長を30cmにし、マット厚（床土厚）を25、27、30mmと変えた時の強度、およびマット厚を25mmにし、マット長を60、90、120cmと長さを変え、それぞれのマット強度を検討した。

#### 2) マット剥離抵抗試験

マット苗の苗部を結束し、垂直方向に引張り、ロードセルによりマット強度試験と同様の測定装置を用い、抵抗を求めた。

#### 3) 搬送方式の試作

ロングマット苗を手で巻き取り、苗搬送機に装てんする。装てん時には、第7図のように120°のオープンスペースから入れ、装てん後第6図の状態にし、苗搬送用取手を持ち運搬する。形状は、一辺170mm、高さ370mm（内寸320mm）の六角柱状で、重量は6.4kgである。

### 4. ロングマット苗の田植機適応性試験（1985～1987年）

型枠育苗床で播種・育苗したロングマット苗を供試し、現行田植機の適応性を検討し、ロングマット苗利用の移植体系を確立する。供試品種はヤマヒカリで、床土はI社製粉状培土（くみあい育苗培土）を用いた。供試機はI社乗用5条田植機（PA500D-W）ロータリ方式であり、苗載せ台の長さは1.2mである。

田植機の横送り回数18回にセットし、横送り量15.5mm、縦かき取り量を12、13、14、15mmの4段階で、かき取り量と植付本数を播種量80g/箱で検討した。

圃場において、マット長と田植精度、マット厚と田植精度を検討した。

マット厚を27mm、かき取り量を15.5mm×14mm（横×縦）と一定にし、マット長を60、90、120cmの3段階で田植精度の関係を明らかにする。また、マット長を90cm、かき取り量を15.5mm×15mm（横×縦）と一定にし、マット厚を25、27、30mmの3段階で田植精度との関係を検討した。

なお、圃場条件は、耕深16.1cm、水深2.8cm、さげ振り貫入深8.7cmである。

### 5. 露地中苗育苗技術の体系化試験（1987～1988年）

本研究で開発した播種・育苗技術を中心に体系化技術を実証する。

耕種基準は、種子を塩水選（比重=1.13）で精選しチウラム・ベノミル水和剤の200倍液とMEP乳剤の1,000倍液で24時間処理により種子消毒をする。浸種は常温3日、催芽は30～32℃で48時間とした。播種床に床下シート（Y社製有孔ポリ）を載せ、その上にアルミ製型枠を置床する。床土はI社製粉状培土を用い、機械は試作床土入れ機、自走式マグネット播種機を供試した。灌水は、ヒドロキシイソキサゾール液剤1,000倍液と徒長防止剤イナベンフィド水和剤4,000倍液を床長60cm当たり800ccの量をジョロで行った。保温・遮光のため新聞紙と有孔ポリで被覆し、白寒冷紗をトンネル被覆する。

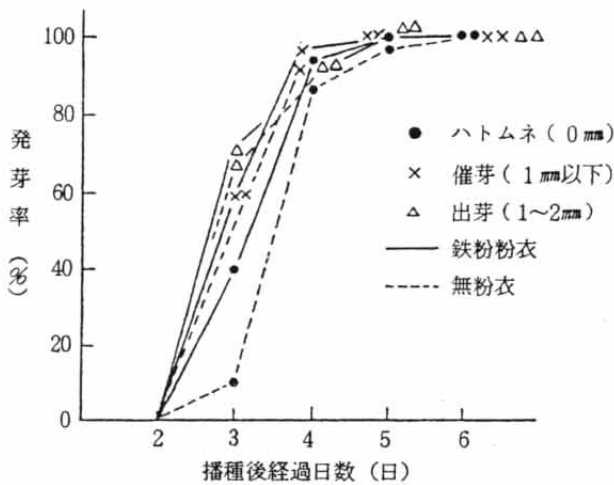
出芽揃後に新聞紙、有孔ポリを除去し、緑化後寒冷紗を除去する。追肥は、N=0.5g/60cm/500ccを2L、3L期に行う。なお、育苗されたロングマット苗の運搬には、試作搬送機を用い、移植はI式乗用5条ロータリ式田植機を供試した。

結果および考察

1. 播種量と苗形質・生育収量

手動式マグネット播種機は、種子に磁性粉体を粉衣し磁力により播種するので、鉄粉による発芽への影響が懸念され、種子催芽程度別（ハトムネ・催芽・出芽の3種類）に鉄粉粉衣の有無の区を設け、発芽率を調査した。

その結果、第8図に示すように播種後3日目では、ハトムネの無粉衣区が8%，粉衣区が40%と催芽・出芽の無粉衣・粉衣区の60%に比べ発芽率が低かったが、6日後の発芽率はどの区とも区間差がなく、鉄粉粉衣による発芽への悪影響は全くなく、十分使用し得るものであった。



第8図 磁性粉体種子の発芽率（平均31℃）

第1表 磁極幅と播種量・播種精度

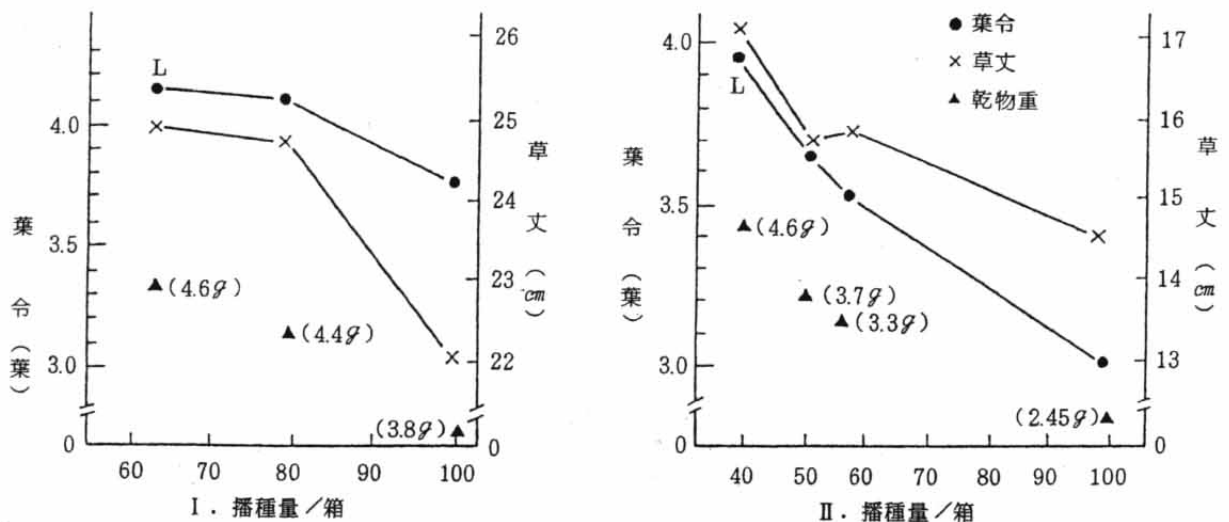
項目 磁極幅	播種量 (湿粉g/箱)	播種粒数 (15.4×15mm)		
		平均	標準偏差	変動係数
4 mm	65	2.4	0.50	0.21
5 mm	77	3.3	1.11	0.33
6 mm	101	4.2	0.80	0.19

鉄粉附着率 13.9%

手動式マグネット播種機による播種量の調整は、種子磁着板の吸着させる磁極面幅によって規制した。その磁極幅寸法を変えることにより、第1表に示す播種量に制御され、田植機かき取り量を横送り15.4mm、縦送り15mmに設定した時の1株平均播種粒数は、4mm区で2.4粒、5mm区で3.3粒、6mm区では4.2粒となった。

その播種量で育苗した35日苗の苗質を第9図に示す。播種量の少ない65~77gの範囲では葉令・草丈に大きな差はないが、100gと比較すれば差は顕著であり、乾物重も播種量が減少するに従い増加し、播種量の減少が中苗の健苗育成につながることが明らかである。

また、第2表に苗形質を示すが、播種量が少なくなる程、草丈は長く、葉数は多くなり、条50g≧条80g>条100g≧散120g>稚苗（散200g）となった。地上部乾物重は、条50g>条80g>条100g≧散120g>稚苗となり、草丈・葉数よりも条50gと条80gの差が明らかである。



第9図 播種量と苗質

第2表 苗形質

No.	試験区		草丈 cm	葉数 L	乾物重 (mg/本)		地上部乾物率 %	乾物重/草丈 mg/cm
	播種様式	播種量 g/箱			地上部	地下部		
1	条播	50	26.7	5.4	57.1	8.9	18.2	2.14
2	"	80	25.5	5.1	42.2	6.5	18.3	1.65
3	"	100	21.9	4.7	32.4	5.9	17.8	1.47
4	散播	120	20.9	4.4	28.5	5.4	18.0	1.37
5	稚苗		14.5	2.8	17.7	3.5	20.5	1.23

- (注) イ) 供試圃場：沖積層埴壤土  
 ロ) 供試品種：晴々  
 ハ) 播種期：5月18日(比較の稚苗は、5月29日)  
 ニ) 代かき期：6月14日  
 ホ) 移植期：6月19日  
 ヘ) 移植法：条間 30 cm, 株間 15 cm, 手植 1 株  
 植付本数 1,2は2~3本, 3,4は3~4本, 5は5~6本  
 ト) 本田施肥：元肥 N量 4.8kg/10a  
 ( 燐加安 264号 40 kg )  
 穂肥 N量 2.24kg/10a  
 ( N K化成 14-0-14を8月12日施用 ただし、稚苗区は8月16日施用 )  
 チ) 除草：6月26日(+7日)MO粒 3kg/10a,  
 7月8日(+19日)アピロサン粒 3kg/10a  
 リ) 防除：随時  
 ル) 水管理：中干(7月22日~8月6日),  
 落水期：9月18日

り、充実度は条50gが他のいずれの区よりも高くなった。しかし、初期生育は第3表に示すように、移植後21日までの茎数、あるいは乾物重の推移をみると、条播薄播き苗が良好とはみられない。

成熟期および収量調査を第4表に、収量構成要素分解調査を第5表に示す。収量は条50g, 条80g区が稚苗より6%増収した。条50g, 条80g区の穂数は稚苗区に比べて少ないが、1穂当たり着粒数は明らかに多くなり、m<sup>2</sup>当たり粒数の増加につながり増収した。この収量構成の関係は、条100g, 散120g区では稚苗区との差が有意でなく、稚苗よりも明らかに多収を得るためには、1箱当たり80g以下の薄播きにする必要があることが明らかとなった。

2. 露地育苗における播種の機械化性能

1) 自走式マグネット播種機の性能

育苗箱による中苗移植体系では、苗補給時期が100m×30m区画の圃場において、両側の畦畔もしくは圃場内になり、田植能率が悪くなる懸念がある。従って、中苗移植における田植能率の低下をカバーするために、90cm, 120cmのロングマット育苗の型枠とし、育苗は、育苗床に型枠を設置し、発芽安定化のために新聞紙・有孔ポリで被覆し、寒冷紗をトンネル被覆する。育苗の過程で徐々に除去して行く方式である。

自走式マグネット播種機の精度は、第6表に示すように播種量73g/箱の時、田植機かき取り量(横×縦)15.5×15mmの場合、3.7粒/株、欠株率0.1%であり、15.5×10mmで2.6粒/株、欠株率1.1%であった。その時の播種速度は0.09m/秒である。

1株播種粒数のばらつきは、15mm区で1~7粒までであり、2~5粒の範囲で全体の88%、3~4粒の範囲で84%であった。

第3表 初期生育

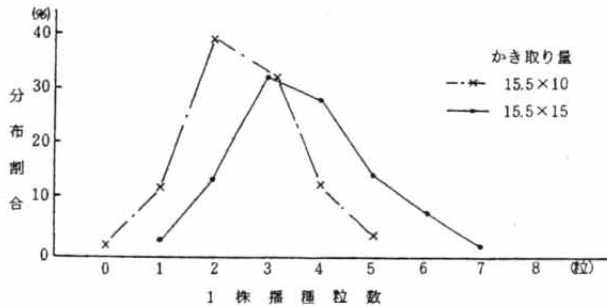
No.	試験区		1株茎数(本)			1株当乾物重(mg)			1個体当り乾物重(mg)		
	様式	は種量	移植時	7月1日(+11)	7月11日(+21)	移植時	7月1日	7月11日	移植時	7月1日	7月11日
1	条播	50g	2.1	2.7	13.2	120	381	2282	57	182	1087
2	"	80	2.5	2.7	12.6	106	305	1861	42	122	744
3	"	100	2.7	3.1	14.7	87	304	2201	32	113	815
4	散播	120	2.9	3.4	13.1	83	304	1637	29	105	564
5	稚苗		4.2	4.7	15.7	74	190	1186	18	45	282

第1表 成熟期・収量調査

試験区			成熟期調査						収量調査										
No	様式	播種量	出穂期	成熟期	稈長	穂長	穂数	有効茎歩合	a当ワラ重	a当精籾重	a当糶重	精籾重歩合	a当玄米重	同左稚苗対比	a当屑米重	屑米重歩合	籾摺重量歩合	玄米千粒重	
		g	月日	月日	cm	cm	本/株	%	kg	kg	kg	%	kg	%	kg	%	%	g	
1	条播	50	8. 24	10. 4	73	20.9	15.5	85.2	66.5	65.8	0.1	49.7	55.36	106	0.7	1.2	84.3	21.4	
2	"	80	24	4	72	20.1	16.6	84.7	65.3	65.1	0.1	49.9	55.23	106	0.9	1.6	84.9	21.4	
3	"	100	24	4	72	20.0	15.9	81.6	66.2	63.2	0.1	48.9	53.22	102	0.7	1.3	84.5	21.6	
4	散播	120	25	4	72	20.1	16.1	79.3	63.9	63.8	0.1	50.0	53.41	102	0.9	1.7	83.8	21.3	
5	稚苗		28	9	70	18.8	18.4	78.3	62.0	62.5	0.1	50.2	52.30	100	0.7	1.3	83.3	21.5	

第5表 収量構成要素分解調査

試験区			穂数(本)		籾数		登熟歩合	精籾千粒重	m <sup>2</sup> 精籾重
No	様式	播種量	1株	m <sup>2</sup>	1穂	m <sup>2</sup>	%	g	g
1	条播	50	15.5	344	76.1	261	92.5	25.1	604
2	"	80	16.6	369	71.2	263	88.1	24.8	573
3	"	100	15.9	353	72.4	230	91.2	25.1	581
4	散播	120	16.1	356	71.6	255	89.1	24.7	559
5	稚苗		18.4	407	61.3	250	90.0	24.6	564



第10図 かき取り量別1株播種粒数分布(播種量:73g/箱)

従って、播種量70g/箱程度で、かき取り量を変化させても植付け本数の増減に影響するだけであり、ほぼ安定した播種精度となった。

播種量81g/箱の時には、第7表に示すように15.5×15mmの場合、4.1粒/株、欠株率0.1~0%、1粒株率1.2~0.6%となった。

かき取り量と1株植付本数との関係は、縦送り量の増減に対し、1株平均植付本数は比例するが、3~5本/株の植付比率では、12mmで58%、13mmで65%、14mmで72%、15mmで68%となった(第11図)。

播種量80g/箱では、縦送り量14、15mmで1本植株率・欠株率も少なく、安定した植付本数となる。

なお、鉄粉コーティング時の催芽籾水分と鉄粉付着率、播種量の関係は、第8表に示すように籾水分28.30%区の鉄粉付着率は15~20%であり、播種量は81g/箱となった。35%区では鉄粉付着率が11%、播種量78g/箱であった。35%の籾水分では表面付着水が残っている状況であり、鉄粉が籾表面にコーティングされても、鉄粉除去の

第6表 磁気利用自走式播種機の性能(かき取り量と播種精度)

播種量(g/箱)	かき取り量(横×縦)	1箱当たり播種粒数(粒/箱)	1株平均播種粒数(粒/株)	標準偏差	変動係数	欠株率(%)	播種速度(m/秒)	1箱当たり播種時間(秒)
73	15.5×15	2,572	3.7	1.289	0.348	0.1	0.09	7.0
	15.5×10	2,662	2.6	0.995	0.386	1.1	0.09	7.0

第7表 催芽籾水分と播種精度

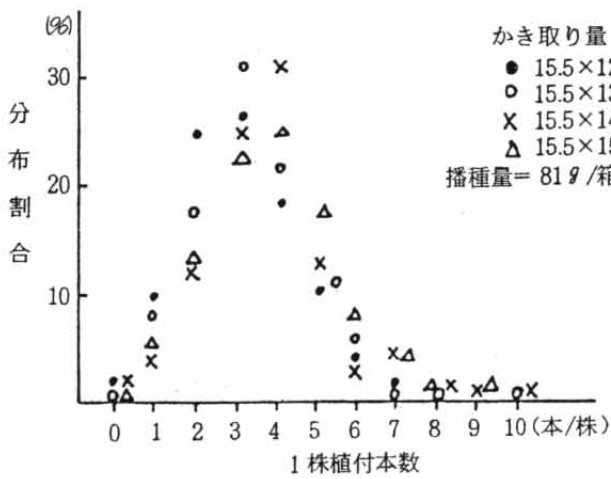
設定水分(%)	播種量(g/箱)	かき取り量(横mm×縦mm)	1株平均播種粒数(粒/株)	標準偏差	変動係数	欠株率(%)	1粒株率(%)
28	81.0	15.5×15	4.1	1.26	0.31	0.1	1.2
30	81.1	15.5×15	4.1	1.17	0.29	0	0.6



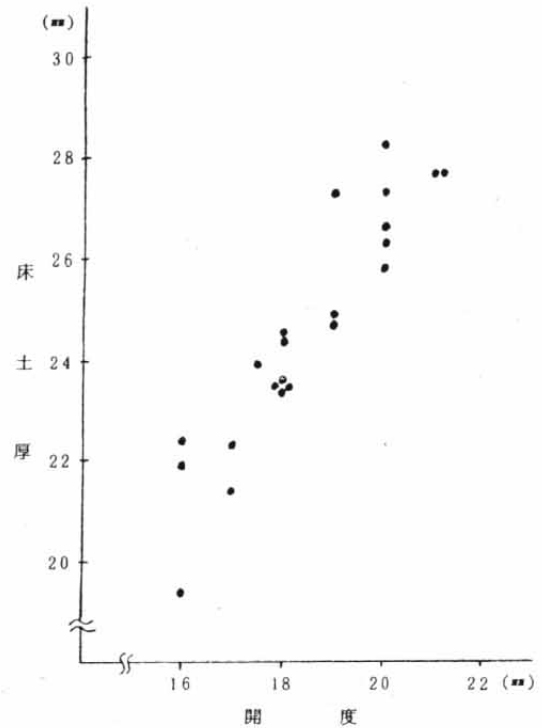
第8表 鉄粉付着率と播種精度

設定水分 (%)	実籾水分 (%)	1000粒湿籾重 (g)	鉄粉付着率 (%)	1株平均播種粒数 (粒/株)	標準偏差	変動係数	欠株率 (%)	一粒株率 (%)	播種量 (g/箱)
28	28.0	33.3	15.1	3.9	1.20	0.31	0.2	1.4	81.0
30	30.0	34.2	19.7	3.9	1.13	0.29	0.1	1.5	81.1
35	35.0	36.1	11.3	3.7	1.48	0.41	0.7	5.8	78.3

注) 鉄粉付着率 = 鉄粉 / 湿籾 × 100, かき取り量 = 15.5mm × 14mm (横 × 縦)  
 播種量 : 乾籾 (15%) 換算値, 播種速度 = 0.056m/秒



第11図 かき取り量と植付本数



第12図 床入れ機の性能 (車速=0.085~0.093m/秒)

ための篩作業,あるいは播種時においてもコーティング鉄粉が脱落するためである。

鉄粉付着率が,播種量,1株平均播種粒数,欠株率等の播種精度に影響するため,自走式マグネット播種機の催芽籾適水分は28~30%の範囲で安定播種が可能である。

2) 床土入れ機・覆土機の性能

試作床土入れ機は繰出しベルト式であり,床土量の調整は,調量規制板の開度調整で行う。床土厚と調量規制板開度の関係は,第12図に示すように相関係数  $r=0.95$  1と相関は高く,床土面の平均も良く,床土厚27mm程度で播種機の精度には影響しなかった。

播種後に,床土入れ機兼用型の覆土機を使用する。覆土機は,播種後の種子移動を少なくするため鎮圧(5mm)をし,覆土をする構造とした。鎮圧により種子位置(条播)が決まり,覆土厚も均一となった。第9表に示すように,開度3~4mmで覆土厚3~4mmとなり,覆土上面を整地板により均平にする。

従って,型枠への床土入れ機・覆土機として,床土量・

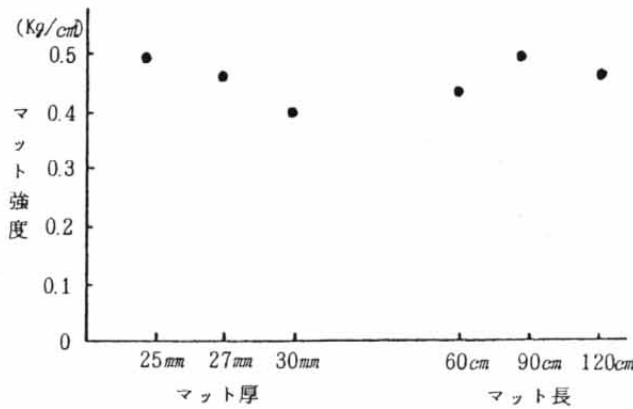
第9表 覆土機の性能

開度	覆土厚	
	平均	範囲
2.0mm	1.9mm	1.0~3.5mm
3.0	2.8	2.0~3.5
4.0	4.0	2.5~5.5
5.0	5.0	4.5~6.0

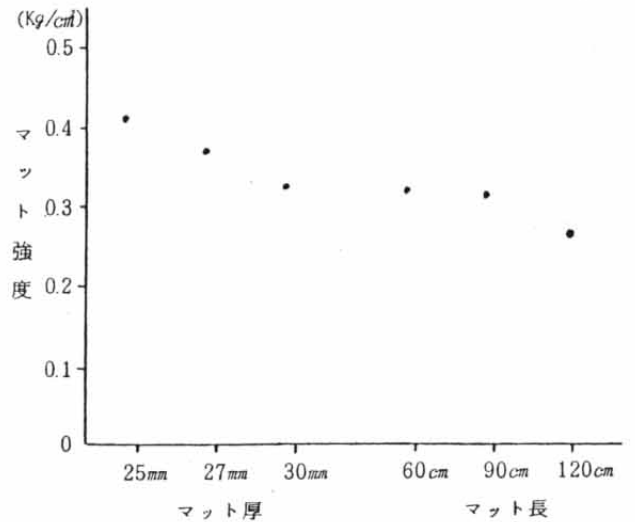
車速 = 0.053~0.054m/秒

第10表 マット強度試験の苗形質 (40日苗)

マットの種類	草丈 (cm)	葉令 (ℓ)	地上部		地下部乾物重 (mg/本)	
			乾物重 (mg/本)	乾物率 (%)	マット内	マット下 (6cm)
マット厚 25mm	19.7	4.2	45.6	23.4	9.4	0.6
マット厚 27mm	22.1	4.2	45.6	23.4	7.2	0.9
マット厚 30mm	24.1	4.2	36.4	21.7	6.7	0.7
マット長60cm, 90cm, 120cm	19.2	4.2	48.4	24.0	8.9	0.9



第13図 マット厚・マット長とマット強度 (畑苗代)



第14図 マット厚・マット長とマット強度 (畑苗代)

均平・覆土とも所期の目的を達し、床土厚27mm (播種鎮圧後25mm)、覆土厚3~4mmのマットを得ることができた。

3. ロングマット苗のハンドリングと搬送方式

1) マット強度・剥離抵抗

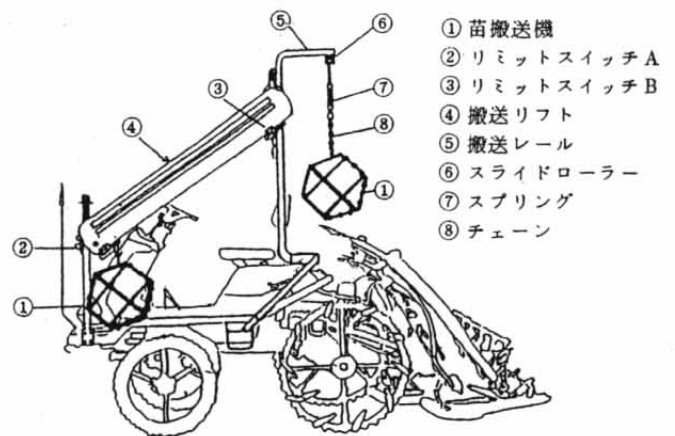
マット強度試験の苗形質を第10表に示す。第13図に示すように、マット厚の影響は、水平引張強度で25>27>30mmの順に強度があり、マット厚とマット強度が負の相関を示したのは、第10表のようにマット内の根量の差のためである。

マット長では、60, 90, 120cmとも有意差がなく、0.45kg/cm²前後の値であった。

次に、田植機へのマット苗装てんを加味し垂直引張強度を求めた。第14図に示すように、マット厚では25>27>30mmの順に強度があり、水平引張強度に比べ垂直引張強度のマット強度は、それぞれ0.1kg/cm²程度低い値となった。マット長では、60>90>120cmの順となり、自重の重いマット程垂直方向の強度が低く、特に、マット長90, 120cmでは0.2kg/cm²前後の低い値となった。しか

第11表 床下資材と剥離抵抗

床下資材	剥離抵抗 (kg)
中苗専用有孔ポリ	20.2 (15.3~24.4)
有孔ポリ	19.1 (14.7~23.2)



第15図 苗供給装置の概要図

第12表 マット形状と重量

マット長 (cm)	60	90	90	90	90	120
マット厚 (mm)	28	25	27	28	29	28
重量 (kg)	7.3	10.4	11.6	10.9	11.7	14.1

第13表 苗形質

区 No	マットの種類 マット厚 (mm) マット長 (cm)		育苗日数 (日)	草丈 (cm)	葉令 (ℓ)	第1鞘高長 (cm)	地上部 乾物重 (mg/本)	地上部 乾物率 (%)	地下部 乾物重 (mg/本)	充実度 (mg/cm)
1	25	90	25	15.9	3.5	3.2	29.7	18.4	10.2	1.9
2	27	90	25	19.6	3.7	3.5	33.1	19.8	10.8	1.7
3	30	90	25	16.3	3.8	3.2	28.7	18.9	11.0	1.8
4	27	60	32	18.6	4.0	3.1	38.3	21.4	16.4	2.1
5	27	90	32	18.2	4.2	3.4	41.2	22.8	15.4	2.3
6	27	120	32	18.5	4.0	3.2	41.1	24.3	19.0	2.2

第14表 圃場試験の植付精度

区 No	マット長 (cm)	マット厚 (mm)		1株平均植付本数 (本/株)	標準偏差	変動係数	欠株率 (%)			1本植株率 (%)	植付深さ (cm)
		設定値	実測値				機械的 (%)	浮苗 (%)	埋没 (%)		
1	60	27	27.3	3.6	1.36	0.37	2.2	1.0	0	4.0	2.4
2	90	27	28.4	3.6	1.44	0.41	1.2	0.2	0	6.0	3.5
3	120	27	28.2	3.4	1.52	0.45	2.4	0.2	0	8.0	3.2
4	90	25	25.5	4.4	1.60	0.36	0	0	0	1.3	3.0
5	90	27	27.2	4.4	1.81	0.41	0.5	0.5	0	1.3	3.1
6	90	30	29.3	4.3	1.59	0.38	1.0	0	0	2.5	2.9

損傷苗率		株間 (cm)	スリップ率 (%)	車速 (m/秒)	マット使用量 (箱/10a)
腰折 (%)	根切 (%)				
2.2	0.7	15.9	8.1	0.61	27.1
1.1	0.1	15.8	10.6	0.76	28.1
3.1	0.4	15.7	8.5	0.57	26.9
2.3	0.6	16.1	10.0	0.83	31.2
1.6	0.8	16.0	10.0	0.83	31.2
3.5	2.3	16.1	10.0	0.83	31.2

注) 播種量 81.1g/箱

区No.1~3 かき取り量

15.5mm×14mm

区No.4~6 かき取り量

15.5mm×15mm

マット使用量は育苗箱 (60cm×30cm) を使用する場合の換算箱数

第15表 かき取り量と植付精度

かき取り量 (横mm×縦mm)	播種量 (g/箱)	1株平均植付本数 (本/株)	標準偏差	変動係数	欠株率 (%)	1本植株率 (%)
14×15	65.7	3.2	1.35	0.42	1.3	8.1
14×18		3.5	1.50	0.44	0.6	8.1

注) 播種量は、粗水分15%換算

第16表 型枠長さとの能率

作業名	型枠長さ (m)	車速 (m/s)	圃場効率 (%)	圃場作業量 (ha/時)	ha当たり作業時間 (時)
床土入れ	4	0.059	52.9	0.621	1.61
	8	0.059	66.9	0.787	1.27
	12	0.059	66.3	0.781	1.28
播種	4	0.054	74.4	0.794	1.26
	8	0.054	87.2	0.935	1.07
	12	0.054	92.0	0.980	1.02
覆土	4	0.059	72.0	0.855	1.17
	8	0.059	81.7	0.971	1.03
	12	0.059	85.3	1.010	0.99

注) 床土入れ：床土厚 = 27~28mm, 覆土：覆土厚 = 3~4mm, 試作床土入れ機・覆土機：無負荷電圧 = 12V, 圃場作業量：10a 当たり所要箱数 30箱換算, 床土入れ機：ホッパ容量 = 44ℓ

し、いずれの区もマット強度は、0.3~0.4kg/cm<sup>2</sup>の高い値であり、マットの乱れ、崩れもなくロングマット苗として充分実用に供試得る苗となった。

マットを人力で処理するため、床下資材とマット剥離抵抗を求めた。第11表に示すように、有孔ポリの種類には関係なく19~20kg（一点での垂直引張抵抗値）であり、人力では垂直より斜め方向に引張るため根切断に要する抵抗値は小さくなり、人力での剥離が充分可能である。

## 2) 搬送方式

試作苗搬送機を用い、苗の装てん、搬送を行ったが、マットの乱れ、崩れもなかった。搬送機の片面(180°)を開くと水平になり、マット移動を容易にするため補強シャフトにローラーを設け、田植機装てん用取手を持ちながら、苗載せ台への供給はスムーズに実施できた。

しかし、第12表に示すようにマット重量は、90cmマットで11kg、120cmマットで14kgあり搬送機の6kgを加えると苗補給時に重労働となった。

このため、田植機(I式PA500D-W・施肥機付)に、第15図に示すように苗供給装置を付加して重労働の軽減を図った。操作方法は、搬送リフトのフックに搬送機をセットし、スイッチを入れるとモーターが駆動し上方へ移動する。リミットスイッチが作動し上方で搬送機が停止する。続いて、搬送レール上のチェーンに搬送機をセットし、横方向にスライドさせ各条毎に搬送機を開け、苗載せ台へロングマット苗を供給する方式であるが、性能試験には至っていない。

## 4. ロングマット苗の田植機適応性

第13表に示す田形貫の中田を用い、マット長試験、マット厚試験を実施した。

マット長の試験では、第14表に示すように、60、90、120cm区に差がなく、1株植付本数3.4~3.6本/株で欠株率(機械的)1~2%、1本植株率4~8%となった。マット長が90、120cmと長くなっても自重によるマットの湾曲、圧縮もなく60cmマットと同程度の性能であった。

マット長の試験では、かき取り量を15.5mm×14mm(横×縦)で実施したためか、全体的に欠株率が多いので、マット厚の試験では、かき取り量を若干増やし15.5mm×15mmにして検討した。

マット厚30mm区で欠株率1.0%、1本植株率2.5%であり、27mm区では欠株率0.5%、1本植株率1.3%、25mm区では欠株率0%、1本植株率1.3%となり、いずれも1株植付本数4.4本程度となり、明らかな差は認められなかった。損傷苗率が、30mm区で6%程度であり、植付本数が少ないため大きい比率となった。

各メーカーとも最近の市販機では、2箱苗載せができる1.2mの苗載せ台を有する機種が多くなり、ロングマット苗(90、120cm)でも充分対応できる。植付機構もマット厚の影響(25~30mm)に左右されない機構になっているものの、省資材(床土量)の点からみて、27cm程度のマット厚で良いと思われる。

## 5. 露地中苗育苗技術の体系化

高温時における中苗の健苗育成技術(苗の徒長防止法：生育調整剤の利用)、中苗育成のための機械化(アルミ製型枠で露地育苗可能、自走式マグネット播種機で均一薄播き可能、ロングマット苗の田植え可能)等の成果をもとに、中苗健苗育成・省力化技術の体系化試験を実施した。

また、体系化試験用として20条用播種機を新たに試作した。その性能は、第15表に示すように、播種量66g/箱で、かき取り量を14mm×15、18mm(横×縦)と変えて検討した結果、14mm×18mmで3.5本/株植え、欠株率0.6%、1本植株率8.1%であり、14mm×15mmで3.2本/株、欠株率1.3%、1本植株率8.1%となり、18条用播種機と同等の精度であった。

さらに、育苗床上へ設置する型枠長さとの能率を検討した結果、第16表に示すように、床土入れ作業の能率は型枠長さ4m<8m=12mとなった。これは、型枠長さに応じて旋回回数が増加するため、4mより8mの方が高能率となったものの、8mと12mで差がないのは培土補給のために培土運搬の距離が長くなり、旋回回数の影響が培土配置時間と相殺されたためである。播種作業能率は、型枠長さ4m<8m<12mの順に良くなり型枠を長

第17表 播種・育苗作業能率 (1988年度)

作業名	実施 月日 (月・日)	使用機械器具	組人 員 (人)	作業時間 (時/10a)	延作業時間 (時/10a)	1987年度	
						延作業時間 (時/10a)	箱体系による 延作業時間 (時/10a)
床 造 成	育苗床造成(均平)	トラクタ(35ps) +リヤブレード(2.5m)	1	0.843	0.843		
	吸排水溝掘り	管理機(5.5ps)	1	0.187	0.187		
小 計					1.030	1.14	1.14
播 種	床ならし	エブリ	2	0.069	0.137		
	有孔ポリ敷き		2	0.140	0.281		
	型枠置床	2					
	型枠つなぎ	2	0.094	0.189			
	種子コーティング	1	0.232	0.232			
	床土入れ	5. 17	床土入れ機	2	0.149	0.298	
	播種		磁気利用自走式播種機	2	0.119	0.238	
	覆土	覆土	2	0.096	0.193		
	灌水(徒長防止剤)	ジョロ	1	0.150	0.150		
	新聞紙被覆	2	}	0.041	0.122		
	有孔ポリ被覆					1	
トンネル(寒冷紗)	2	0.021	0.043				
小 計					1.883	2.13	2.31
育 苗 管 理	トンネル除去	5. 20	ジョロ	2	0.006	0.012	
	有孔ポリ除去			1	0.005	0.005	
	新聞紙除去			1	0.008	0.008	
	灌水			1	0.069	0.069	
	トンネル戻し			2	0.010	0.020	
	トンネル除去	5. 26	}	2	0.024	0.048	
	覆土手直し			2	0.032	0.064	
	ネットかけ			2	0.062	0.124	
	追肥	6. 6	ジョロ(硫酸水)	1	0.148	0.148	
	ネット除去	6. 20	ジョロ(硫酸水)	2	0.038	0.076	
追肥	1			0.107	0.107		
小 計					0.681	1.63	1.63
合 計					3.594	4.90	5.08

第18表 移植時苗形質

区分	第一葉	草丈	葉令	地上部	
	鞘長			生体重	乾物重
	(cm)	(cm)	(ℓ)	(g/本)	(g/本)
実証	2.3	16.3	4.7	0.209	0.049
慣行	4.2	15.6	2.9	0.135	0.025

注) 実証の苗立数: 144本/(10cm×10cm)

くする程高能率となった。覆土作業も、使用土量が少ないため培土補給回数も少なく、癒巡回回数の多少が圃場効率に影響し、能率は4m<8m<12mとなった。

従って、本体系での実証は、型枠長さを12mにし、20条用自走式マグネット播種機を供試した。

新体系技術による播種・育苗作業能率を第17表に示す。育苗床造成作業はトラクタを利用し、10a当たり延作業時間は1.03時間となった。播種作業は床ならしから寒冷紗被覆までで1.88時間であり、1987年度に比べ0.25時間の省力化が図られたのは、型枠長さを12mとしたためである。育苗管理作業は、0.68時間となった。この作業も1987年度に比べ0.95時間短縮されたのは、1.2mの長さの簡易トンネルを試作し2人の組作業でトンネル設置、

除去が簡便にできるためである。

播種・育苗管理作業全体の10a当たり延作業時間は3.59時間となり、育苗箱体系に比べ1.49時間省力化された。

なお、本体系で得られた苗形質は、第18表に示すように、葉令4.7ℓの良質苗となり慣行に比べ充実度の高い苗となった。

## 摘 要

今後、稲麦二毛作による土地利用方式の定着と省力化技術により低コスト化を図ることが重要である。二毛作田での水稲移植時期は6月中・下旬の晩植となるため、収量が低収になる。水稲収量の安定化を図るため、露地において中苗健育苗技術を確立する必要がある。このため、育苗箱に代わる型枠育苗床による育苗法を確立し、省力化対策として、型枠上を走行する床土入れ機・自走式マグネット播種機、覆土機を開発するとともに、健育苗されたロングマット苗を搬送し、田植機での移植体系を検討した。また、開発した播種・育苗技術を中心に実証し、体系化技術を確立しようとした。

1. 型枠育苗の型枠材としてアルミの角鋼を使用し、短辺30cm×4mを1セットとして2列を1短冊にし、上部灌水方式とした。その型枠上を走行レールとして各試作機を作動させる。マットサイズ120cm、90cm用として補強材とスポンジを充填し、マット切断不用の構造にした。

2. 開発した自走式マグネット播種機の性能は、播種量73g/箱の時、田植機かき取り量(横×縦)15.5×15mmの場合、3.7粒/株、欠株率0.1%であり、作業速度は0.09m/秒であった。播種量81g/箱の場合、15.5×15mmの場合、4.1粒/株、欠株率0.1~0.6%、1粒株率1.2~0.6%となった。なお、催芽初適水分は28~30%の範囲で高精度安定播種が可能であった。

床土入れ機・覆土機の性能は、調量規制板開度と床土厚の相関が高く、床土厚の増減は規制板の調整で可能であった。床土量27mm程度で播種機の精度も安定し、床土面の均平も良好であった。播種後の種子移動を少なくするため鎮圧(5mm)し覆土する兼用機とした。鎮圧により種子位置(条播)が決まり、覆土厚3~4mmとなり、28mm前後のマット厚となった。

3. ロングマットの強度は、マット厚が25>27>30mmの順に強度があり、マット長では、60>90>120cmの順となった。水平引張強度では、0.4~0.5kg/cm<sup>2</sup>の強度に対し、垂直引張強度では、0.1kg/cm<sup>2</sup>程度マットの自重により低い値となり、0.3~0.4kg/cm<sup>2</sup>であった。マット剥離抵抗は、19kg程度(一点での垂直引張抵抗値)であり人力での剥離が可能である。苗搬送機の性能は、苗の装

てん搬送時にマットの乱れ、崩れもなく、苗供給もスムーズに実施できた。しかし、マット重量は、90cmマットで11kg、120cmマットで14kgあり、搬送機の6kgを加えると苗供給時に重労働となるため、この対策が必要となった。そこで、田植機に苗供給装置を開発し、重労働の軽減を図ったものの性能試験には至っていない。

4. ロングマット苗の田植機適応性については、マット長が60、90、120cmとも差がなく、3.4~3.6本/株で機械的欠株率1~2%、1本植株率4~8%となった。マット厚25~30mmについても、明らかな差はなく、27mm前後で、マット長90、120cmでも十分な精度が確保された。

5. 露地中苗育苗技術の体系化では、型枠育苗床をベースに播種育苗の省力化体系を中心に検討した。また、体系化試験用として20条自走式播種機を新たに試作し、その性能は18条用と同等の精度であった。

型枠長さは12mとして作業能率を検討した結果、育苗床造成作業が10a当たり延作業時間1.03時間、播種作業は1.88時間、育苗管理作業は0.68時間となった。播種・育苗管理作業全体の延作業時間は、3.59時間となり、育苗箱体系に比べ1.49時間省力化された。

このように、播種・育苗体系の機械化が図られたが、ロングマット苗の田植機供給システムの検討が必要であり、今後さらに、研究を継続することが重要であろう。

謝辞 本研究を行うにあたり、露地中苗育苗技術の実用化研究に御協力をいただいた勝田農事実行組合、一志農業改良普及所、そして、試験遂行にあたり御指導・御協力いただいた農業技術センター前開発企画部石黒一郎部長、および、作物部の諸氏に謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 青木健二ら(1966)：農業機械実験便覧第1版 養賢堂
- 2) 片岡一男ら(1978)：播種量を異にする苗の本田生育に関する試験 三重県農業技術センター作物部試験成績書
- 3) 前田 拓ら(1977~81)：高温時下における中苗育苗技術の確立 三重県農業技術センター営農部試験成績書
- 4) 前田 拓ら(1982~83)：高位地域農業複合化試験 三重県農業技術センター営農部試験成績書
- 5) 前田 拓ら(1984)：地域低コスト稲作技術体系確立試験 三重県農業技術センター営農部試験成績書
- 6) 小沢保知(1978)：電磁気学 朝倉書店
- 7) 横山幸徳ら(1982)：マグネット播種機利用の水稲中苗の育苗〔1〕〔2〕 農業および園芸 養賢堂

- 8) 横山幸徳ら (1985~88) : 地域低コスト稲作技術体系確立試験 三重県農業技術センター営農部・開発企画部成績書

## SUMMARY

It is important that the field(land) utilization system is established by double cropping of alternatingly rice and wheat and that low cost system is achieved by labour saving techniques.

The yield have fallen off because transplantation of rice are take place in late June at Mie prefecture.

In these circumstance, techniques of 4th leaf stage seedlings are necessary for stabilizing of rice yield.

In order to resolve these problems, the results obtained are as follow.

- (1) Seeding method were established by use of the nursery bed with flame instead of ordinary nursery box.
- (2) Soil scattering machine, magnetic seeder and covering device were constructed labour saving equipments.
- (3) The sirial system, that is delivery of long mat rice seedlings grown in healthily, supply and transplantation of the seedlings by rice transplanter were discussed in its availability.
- (4) The integrated system was made up of the combination of equipments and techniques which were established in the present study.