

# 水稻湛水土壤中直播の機械化に関する調査研究

田中正美※

Investigation on Mechanization of Direct Underground  
Sowing Method in Submerged Paddy Field

Masami TANAKA

## 緒言

湛水した土壤中に酸素を供給する過酸化カルシウムをコーティングした浸種籾を播種し、苗立ちの安定と稲の倒伏抑制をねらった水稻湛水土壤中直播栽培は、三石昭三・中村喜彰氏らにより開発され、低コスト稲作の一方方法として注目されている。この直播栽培を成功させるには、苗立ちの安定化と除草の体系化が最も大きい課題であった。除草体系については、ピラゾレート粒剤などが市販されてからかなり安定し、水管理を適正にすれば除草の問題は殆どないことが実証されている。

苗立ちを安定化するには、湛水直播の適地を選定し良質種子を用いると共に、カルパーコーティング種子の繰出しと作溝覆土を適正にする課題がある。

そこで筆者らは、苗立ちを安定化する方法として1983年から1985年にかけて、コーティング種子の繰出し機構・作溝覆土機構と播種精度、土壌硬度と播種精度、土性別播種深さと苗立率及び湛水土壤中直播栽培の実態（技術体系・労働時間・収量）について調査したので、その結果を報告しご参考に供する。

この調査の実施について、ご協力載いた当時松阪農業改良普及所の三宅佐知夫・吉仲繁樹技師、鈴鹿農業改良普及所の宮坂重義主査・大久保憲秀・舟橋裕幸技師、四日市農業改良普及所の鈴木功技師、桑名農業改良普及所の杉本正良主査・後藤嘉夫課長・上野洋一・近藤和夫技師の各位に感謝の意を表する。

## 調査方法

1. 時期：1982年5月～1985年8月

2. 場所 土性・面積・稲品種

場 所	土 性	面積	品 種
多気郡多気町土羽	埴壤土	60 a	コシヒカリ
鈴鹿市津幡町・広瀬町	壤土・黒ボク	120 a	コシヒカリ 大 空

※ 普及企画部 賀

多気郡明和町養川 埴壤土 20 a コシヒカリ

三重郡菟野町川北 壤 土 30 a ヤマヒカリ

員弁郡東員町北大社 壤 土 30 a ヤマヒカリ

3. 供試機：YPS40, YPS60…バケツロール式繰出し部・土寄せ板式覆土。NST-8, MJ60P…汲出し横溝ロール式繰出し部・土寄せ板+押え板式覆土。

## 4. 調査内容

(1) 種子の繰出し機構 {バケツロール式 (ロール径75mm, バケツの容量0.37cm<sup>3</sup>, バケツのロール外周面からの突出高さ9mm) 横溝ロール汲出式 (溝幅13mm, 溝深さ5.5mm)} , 種子ホッパー床勾配 (30度, 45度) , コーティング種子の水分 (25~33%) 及び作業速度 (0.4~0.7 m<sup>2</sup>/s) と種子繰出し精度

(2) 作溝器 (先端角度15度・25度) ・覆土板 (土寄せ器のみ・土寄せ板+押え板) と播種精度

(3) 播種時の土壌硬度 {さげふり円錐 (全重量115g・円錐径3.6cm・円錐高さ4.4cm) を1mの高さから落下したときの沈下深が、4・7・10・14・17cm} と播種精度。

(4) 土性別 (埴壤土・壤土・黒ボク) の播種深さ (0.5・1.0・1.5・2.0・2.5・3.0cm) と苗立率・苗性状

(5) 水稻湛水土壤中直播栽培の実態

## 5. 調査項目

(1) 機械条件：種子繰出し機構・種子ホッパー床勾配 (角度計による) , 作溝部の形状・大きさ, 覆土用土寄せ器・押え板の大きさなど。

(2) 播種精度：進行速度, 距離 (40.8cm) 当たり落下籾量, 土壌硬度 (さげふり円錐沈下深) , 土性, 播種深さ (白茎長) , 覆土率, 播き幅, 苗立数, 苗立率。

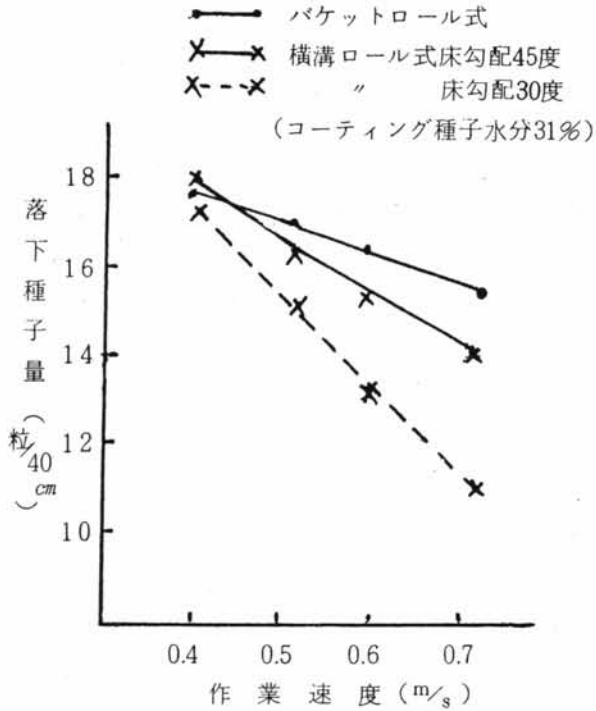
(3) 湛水土壤中直播技術体系, 労働時間, 資材量

(4) 稲の生育収量：有効茎歩合, 稈長, 穂長, 穂数,

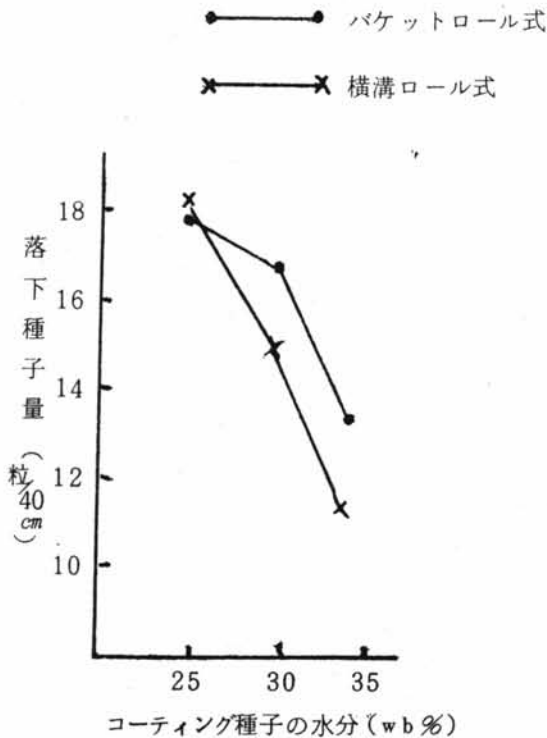
玄米重，わら重.

調査結果及び考察

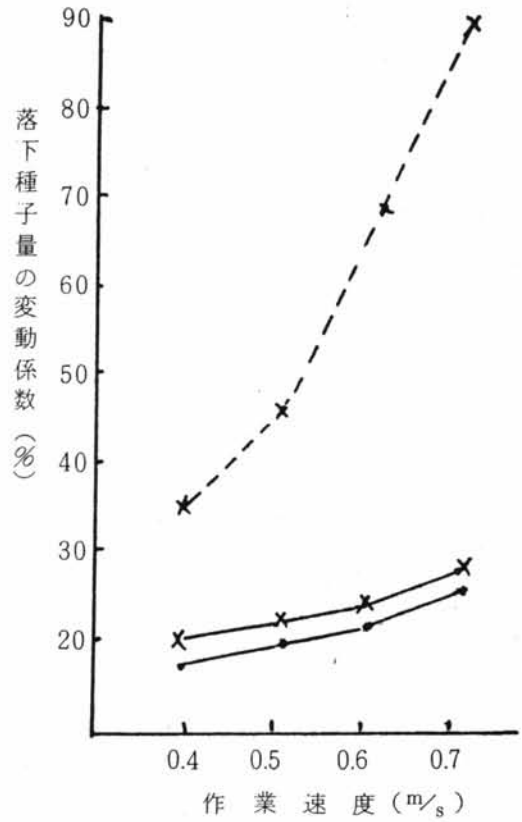
1. 種子の繰出し機構・種子ホッパー床勾配と播種精度



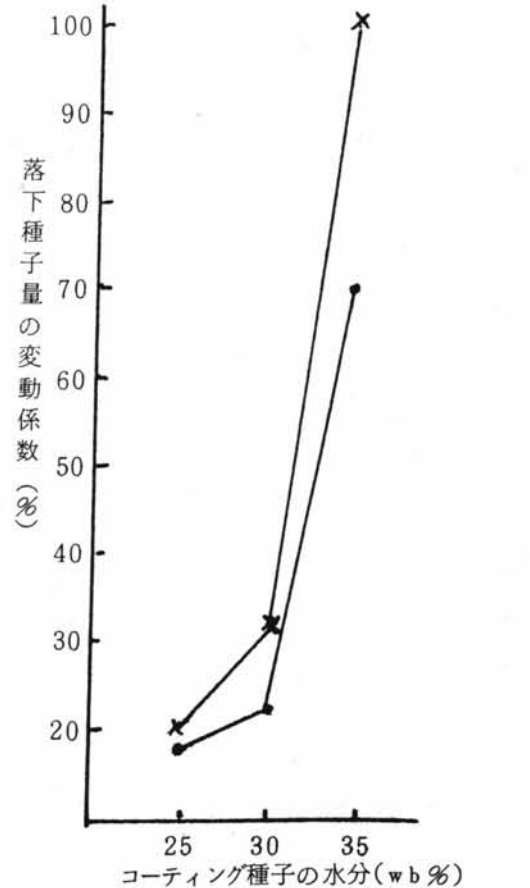
第1図 種子繰出し型式ホッパー床勾配・作業速度と種子落下量



第3図 カルパーコーティング種子の乾燥程度と落下種子量



第2図 種子繰出し型式ホッパー床勾配・作業速度と落下種子量の変動係数



第4図 カルパーコーティング種子の乾燥程度と播種精度

第1, 2図のように、いずれの種子繰出し機構においても、作業速度の増加にともなう単位距離当たりの落下粗量が減少すると共に、落下粗量の変動係数も大きくなる傾向があった。

バケツロール式は、作業速度の増加による落下粗量の減少程度が横溝ロール式(種子ホッパー-床勾配45度)より小さい。横溝ロール式で種子ホッパーの床勾配が30度のものは、落下粗量の変動係数が大きく、特に作業速度が速くなるほど落下粗量が著しく減少し、その変動係数も著しく大きかった。

作業速度が速くなるほど落下粗量が減少する原因は、車輪のスリップの増加によるほか、繰出し容器までの粗の落下速度が、繰出し部の速度より遅くなって繰出し容器の充填率が減少するためと考える。また横溝ロール繰出し式で種子ホッパー床勾配が30度のものは、種子ホッパー下部にコーティング種子のブリッジが生じ、播種量が減少すると共に播きむらが多くなった。横溝ロール式は、種子汲出し部がくぼんでいるので、コーティング種子の固まり・ブリッジの影響を受け易い。

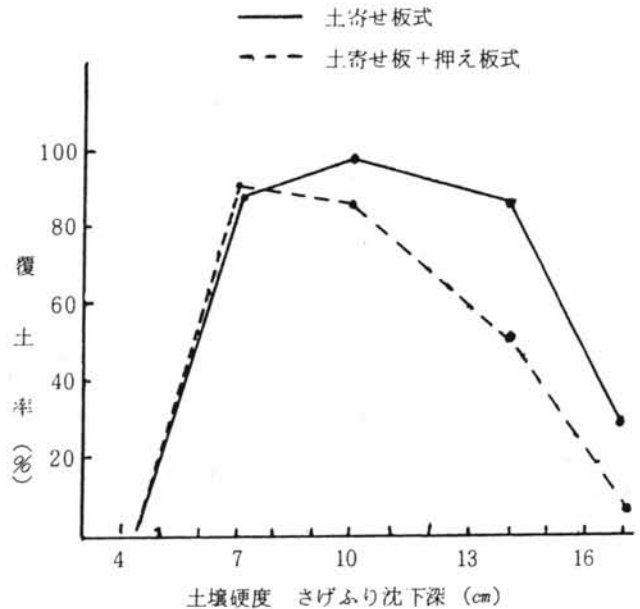
第3, 4図のようにカルパーコーティング種子は、水分が30%以上になると、粒水分が高いほど落下量が減少するとともに落下量の変動係数も大きくなった。この原因は、コーティング種子の水分が28%以下では流動角が32度以下で種子の流動性は良いが、水分30%以上になると流動角が35度以上になって種子の流動性が低下したためであると考えられる。

2. 作溝覆土部の形状・播種時の土壌硬度と播種精度

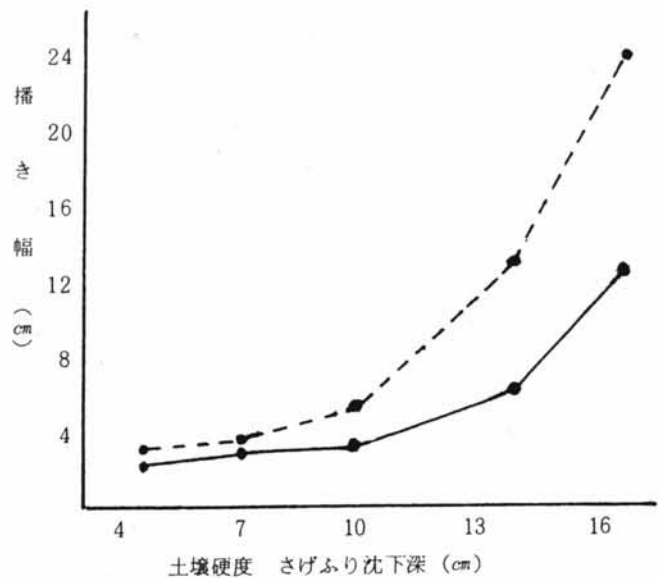
作溝器については、作溝器の先端角が15度のものは、先端角25度のものに比し水田表面の雑草・わらなどの付着が少なかった。この原因は、先端角15度の逃げ角(180-先端角)が、先端角25度のものより大きいためである。

次に覆土部の土壌硬度に対する適応性については、第5図のように播種時の土壌硬度(さげふり沈下深)が4cmのときは浅く作溝するが、種子の覆土率は2.2%であった。一方土壌硬度がさげふり沈下深で17cmになると、作溝後すぐ自然復元した泥の上に播種して表面播きになる種子が多く、また泥中に沈下する種子もあった。

作溝して溝の両側に寄せた土を元に戻して覆土する土寄せ板方式は、土寄せ板+押え板方式に比し、土壌硬度が軟らかい状態での覆土率が大きく且つ播き幅も狭くなった。土寄せ板+押え板方式は、軟らかい(さげふり沈下深で14cm以上)土壌において、土壌表面などに播いた種子を押え板により押し分け又は押し寄せるため播き幅が広がった(第6図)。播種覆土精度がよい土壌硬度は、円錐沈下深で10cm(かんてん状態)が最もよかったが、播種時の土壌硬度の許容幅は円錐沈下深が7cm~14

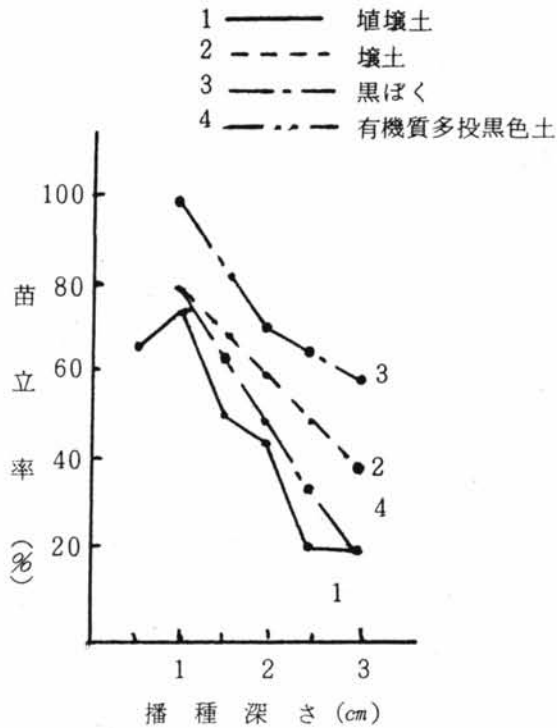


第5図 土壌硬度・覆土型式と覆土率



第6図 土壌硬度・覆土型式と播き幅

cmと思われる。



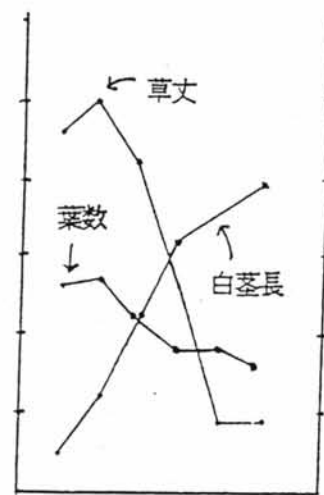
第7図 土性・播種深さと苗立率 (播種時の平均気温 17~18℃)

3. 土性別播種深さと苗立率

第7図のように、どの土壌においても播種深さが、1 cm以上に深くなるに従って苗立率が低下する傾向であった。その傾向は、埴壤土・有機質(厩肥)を多く投入した圃場が大きく、透水性がよい黒ボクではその程度が小さかった。播種深さが0.5 cmの区(埴壤土)は、靱が発根の際に4 mm位押し上がり転び苗が発生し、苗立率が播種深さ1 cm区より低下した。

苗立率は、透水性のよい黒ボクが最も高く、また各土壌とも播種深さ1 cm区が最も高かった。透水性がよい黒ボクにおいては、播種深さ2 cmでも苗立率70%を確保したが、埴壤土においては播種深さが1.5 cm以上になると苗立率が50%以下になった。

また苗の生育は、第8図のように各土壌とも播種深さ



第8図 播種深さと草丈・葉数 (埴壤土の場合)

1 cm区が最もよく、播種深さが深くなるほど苗の大きさが小さくなる傾向があった。

4. 水稲湛水土壤中直播の技術体系・労働時間・収量

湛水土壤中直播の技術体系の実態は、第1, 2表のように、トラクター22馬力・6条直播機・2条刈自脱コンバインを軸とした体系において、堆肥散布・耕起から収穫運搬までの延労働時間は、10アール当たり14.8~17.6時間であった。この直播に関する主な作業別の10アール当たり延労働時間は、代かき均平が1.4~1.5時間(代かき2回)、播種0.3時間、補植1~1.9時間、除草はサンバード粒剤3 kg/10 aのみが2.9時間であった。

第1表の栽培体系における穂数は第3表のように1m<sup>2</sup>当たり485本を得て、精玄米重量は10 a 当たり485 kgあった。

第3表 成熟期稲の生育・収量 (鈴鹿)

No	品種	稈長	穂長	穂数	精玄米重		穂数	1 穂 穎花数	登熟 歩合	玄米 千粒重	倒伏 程度
		cm	cm	本/m <sup>2</sup>	kg/10a	kg/10a					
1	大 空	82.8	18.0	495	599	483	410	65.6	84.8	21.2	小
					693	580					
2	大 空	85.5	18.3	542	613	495	481	72.1	67.3	21.2	大
3	コシヒカリ	86.5	18.3	543	616	485	485	63.3	77.7	20.4	甚

第1表 水稲湛水土壤中直播栽培の作業体系 鈴鹿 品種 コシヒカリ  
(氏名 馬場唯和 面積 20a)

作業名	時期	労働手段		延労働時間 (組人員) (人)h	機械利 用時間 h	作業内容	資材名・量 (10a当り)	備考
		機種等、馬力、作業巾	作業巾					
堆厩肥散布	10.	トラクタ マニアスプレッダ		0.7	0.7		厩肥1.5 ton	
耕起	4.	トラクタ(22ps) ロータリ 1.45m		1.4	1.4			
施肥(元肥)	4.28	人力		1.6			溶磷30kg 塩化加里10kg	
代掻均平	5.1	トラクタ 22ps		1.5	1.5	均平度±3cm		
	5.2	ロータリ 均平板		1.5	1.5			
畦畔補強		人力		1.3				
塩水選浸種	4.26			0.3			ベンレートT	
カルパーコーティング	5.3	コーティングマシン		0.5	0.4		カルパー 3.5kg	
播種	5.4	湛水土壤中直播機 (歩行型6条)		0.6	0.6	播種深さ1cm	粃 3.5kg	
除草剤散布	5.6	人力散粒機		0.6	0.6		サンバード	
水管管理				4.0				
害虫防除	5.22	背負式動力散布機		0.3(2)	0.15		バザジット粒 3kg	
除草		人力		0.5				
補植		人力		2.0				
除草剤散布	7.2	人力散粒機		0.6			水中24D粒 3kg	
病虫害防除	7.10	背負式動力散布機		0.3(2)	0.15		ビームバリダミン3kg	
	7.27	〃		0.3(〃)	0.15		タフギン 3kg	
	8.25	〃		0.3(〃)	0.15		ヒノバイジット3kg	
畦草刈り	4.			1.0	} 3			
	6.			1.0				
	8.			1.0				
施肥(中間)	6.2	人力		1.0			磷加安 264号10kg	
〃(穂肥)	7.18	人力		1.0			NK化成4号7kg	
〃	7.25	〃		0.7			NK化成4号5kg	部分施用
収穫運搬	9.9	自脱コンバイン(2条刈)		5.5(2)	2.75			
計				29.5 (14.8)			( )内10a当り	

また、第2表の栽培体系における穂数は1m<sup>2</sup>当たり542本を得て、精玄米重は10a当たり495kgであった(第3表)。

湛水土壤中直播法は、苗立ちが良好であり、除草効果が高く、施肥が適切であれば、1m<sup>2</sup>当たり穂数を450～500本を確保することができた。1穂に完全粒が50粒位あれば1～1.1グラムであるので、玄米重は10アール当たり450～550kgになる。この直播法の収量は、稚苗移

植と同等の場合が多かった。しかし、稚苗移植で穂数の少ない地帯では、この直播法を採用すれば増収するケースが多かった。

この調査研究で明らかになったことは、湛水土壤中直播法は、漏水が著しくなく、灌排水が分離して便利で、基盤整備後3年以上経過し、厩肥など有機質を多投しない圃場が適する。この条件の圃場において、平均気温が

第2表 水稻湛水土壤中直播栽培の作業体系

鈴鹿 前作ハクサイ 品種 大空  
(氏名 馬場唯和 面積 30 a)

作業名	時期	労働手段		延労働時間 (組人員)	機械利 用時間	作業内容	資材名・量 (10 a 当り)	備考
		鉋柄、型式	馬力作業中					
耕 起	月日 3.20	トラクタ	22 ps	2.1	h			
		ロータリ	1.45 m					
施肥(元肥)	4.28	人力		0.6			塩化加里10kg	
代 掻 均 平	5.1	トラクタ	22 ps	2.2		均平度± 3 cm		
	5.2	ロータリ	均平板	2.2			2.2	
畦畔補強		人力		2.0				
塩水選浸種	4.26			0.5			ベンレート T	
カルパーコーティング	5.3	コーティングマシン		0.6		0.4	カルパー 3.5 kg	
播 種	5.4	(歩行型6条)		0.9		0.9	播種深さ1 cm	粃 3.5 kg
		湛水土壤中直播機						
除草剤散布	5.6	人力散粒機		0.7		0.7	サンバード 3 kg	
水管管理				6.0				
害虫防除	5.22	背負式動力散布機		0.4(2)		0.2	バザジット粒 3 kg	
除 草	7.10	人力		8.0				水口に雑草多し
補 植	6.3	人力		8.0				播種機の詰まりによる
病虫害防除	7.10	背負式動力散布機		0.4(2)		0.2	ビームバリダシン 3kg	
	7.27	"		0.4(2)		0.2	タフジン 3 kg	
	8.25	"		0.4(2)		0.2	ヒノバイジット	
畦草刈り	4	刈払機		1.5	}	4.5		
"		"		1.5				
"		"		1.5				
施肥(中間)	6.7	人力		1.5			磷加安264号 10kg	
" (穂肥)	7.18	人力		1.5			N K化成4号 7 kg	
"	7.25	人力		1.5			N K化成4号 15kg	
収穫運搬	9.15	自脱コンバイン(2条刈)		8.3 (2)		4.15		
計				52.7(17.6)				( )内は10 a 当たり

17~18℃になれば浅水にして代かきをできるだけ均質にすると共に均平を丁寧(均平度±2cm位)に行う。土壌がかんてん状になったところで落水し、よく乾燥したカルパーコーティング種子(播種量は乾燥粃で3.5kg/10a程度)を、湛水土壤中直播機(繰出し部がバケットロール式など)を利用して深さ1cmに播種する。播種後十分湛水してサンバード粒剤3kg/10aを、播種後3日以内に散布して湛水状態を保ち、出芽後は浅水管理をする。このようにすれば、稲の苗立ち及び除草が良好であることを実証した。

今後、湛水土壤中直播栽培を更に安定化するためには、耕区内の用排水の自動制御、乾田状態における除草砕土均平法、自動水準保持装置付浅耕代かき均平機の開発、播種時の土壌硬度に対する適応性が高い作溝覆土装置の改良、又は仕上げ代かき同時播種機の開発がある。また、播種様式と肥培管理法の検討も必要である。

### 摘 要

1. カルパーコーティング種子の繰出し精度は、バケ

ットロール式が、横溝ロール式よりやゝ優り、コーティング種子の水分に対する適応性が高い。種子ホッパーの床勾配は、45度以上にする必要がある。

2. 湛水土壤中直播機の覆土機構は、作溝により両側に寄せた土を戻す土寄せ方式がよく、土寄せ板+押え板方式は軟らかい土壌において播いた種子を押し寄せる。

3. 湛水土壤中直播機の作溝覆土精度がよい土壌硬度は、さげふり円錐沈下深で7~14cmであり10cmが最もよい。

4. 各種土性において、苗立ち率が最も高い播種深さは1cmであった。埴壤土では、播種深さが1.5cm以上になると苗立ち率が50%以下であった。

5. 22馬力のトラクタ・6条湛水土壤中直播機・2条刈自脱コンバインを基軸としたこの直播体系の場合、耕起から収穫運搬までの延労働時間は約15~18時間であった。また、この体系の精玄米重は、10アール当たり470~500kgで稚苗移植とほぼ同等であった。

#### 引用文献

- 1) 田中正美 (1984) : 水稲湛水土壤中直播に関する調査研究 昭和58年度専門技術員現地調査研究実績報告書 53~62頁

#### 参考文献

- 1) 田中正美 (1969) : 水稲水中直播機の試作改良と播種精度向上に関する研究 三重農試研究報告第4号12~20頁.
- 2) 中村喜彰 (1979) : 水稲湛水土壤中直播機に関する研究 (第4報) 作溝器と覆土板の形状 石川県農業短大研究報告第9号.
- 3) 中村喜彰 (1978) : 湛水土壤中直播機に関する研究 (第3報) 播種装置の構造 農業機械学会誌 40. (3) 355~360頁
- 4) 三石昭三・中村喜彰 (1980) : 水稲の湛水土壤中直播栽培 石川農業短大研究報告第9号.