

## 耕うん播種機の研究

### 第4報 畦成形装置の試作と飛散土の挙動について

永田 雅輝\*

#### Studies on Tillage Planter

#### IV. The trial manufacture of ridge making device and the movement of dispersed soil

Masateru NAGATA\*

(1977年 8月 10日受理)

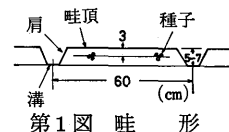
### I 緒 言

本研究の耕うん播種機が従来機と異なる特徴の一つは播種と同時に畦を作ることである。各種作物の直播栽培における出芽、苗立ちの不安定の原因の一つに湿害が上げられるが、特に播種期が梅雨にあたる水稲乾田直播栽培ではこの問題が指摘されている<sup>5)12)13)</sup>。その対策として畦立播きとすることで出芽、苗立ちの安定を計ろうとする研究例がある<sup>1)2)</sup>。そこで本研究も同様な考え方で、特に耕うんと播種を同時化する新しいタイプの畦成形装置を試作し、その性能試験を行なったので報告する。また、耕うん播種機のふく土は飛散土で行なわれるため適正な飛散土の制御は播種深さの精度を高めよう。そこで高速度カメラで飛散土の挙動を撮影して飛散土の制御についても検討した。

### II 畦立・ふく土・鎮圧装置の試作とその性能試験

#### 1. 畦の形

畦形は中型ロータリ耕うん機による米麦二毛作の機械化作業体系の確立を考慮して<sup>3)</sup>、第1図のような梯形断面とした。畦溝は雨水の排水路及び作業機の走行路となる。



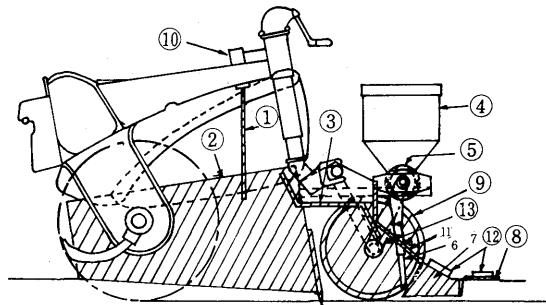
#### 2. 試作機の概要

播種精度は播種装置が圃場面に近いほど良くなる。そこで試作機は従来機のようにハンドルやミッションなどの高い位置に播種装置をもつ構造ではなく、くり出し、畦立、鎮圧、ふく土などの播種に関する全ての作用を圃場面に近いロータリ耕うん機の尾輪位置で行なう新しい構造とし、作用の異なる3種類（I型、II型、III型）の播種部を試作した。

\*農業機械学研究室

(1) I型

I型の構造を第2図に示す。①, ②, ③は耕うん土が外部に飛散するのを防止する土塊制御板である。ふく土は飛散土が③や①に衝突して落下した土塊あるいは種子導管附近に堆積している土塊でなされる。畦の成形及び鎮圧並びに均平は⑦の成形板及び⑧の均平板でなされる。くり出しロール⑤は駆動輪(尾輪)⑨で駆動される。

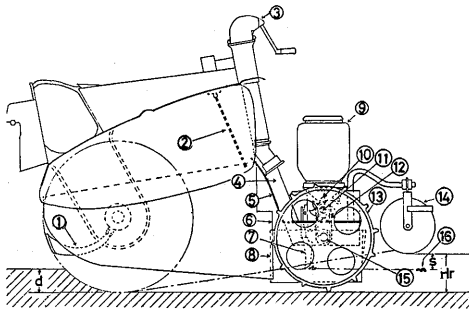


①垂直板 ②側板 ③水平板 ④ホッパー ⑤くり出しロール  
⑥種子導管 ⑦畦成形板 ⑧均平板 ⑨駆動輪(尾輪) ⑩畦立器取付穴 ⑪ふく土板 ⑫ウェイト ⑬チェーン

第2図 I型の構造

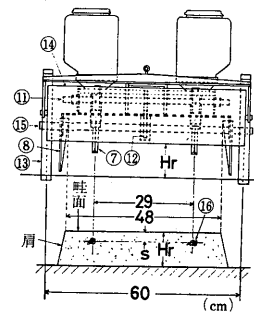
(2) II型

II型の構造を第3図に示す。耕うん土は②, ⑤, ⑥, ⑧の土塊制御板で制御されて, 種子導管⑦から落下した種子をふく土する。その作用中に第4図のように側板⑧で畦の肩を作り, 円筒車輪⑭で畦面の鎮圧と均平を行なって畦を作る。畦の高さは円筒車輪⑭を上下に動かして調節する。



①なた爪 ②垂直板 ③耕深調節ハンドル ④フレーム  
⑤底板 ⑥耕うん部側板 ⑦種子導管 ⑧畦成形用側板  
⑨くり出し装置 ⑩点播シャッターカム ⑪くり出し軸  
⑫チェーン ⑬駆動輪 ⑭円筒車輪 ⑮車軸 ⑯種子

第3図 II型の構造



s: 播種深さ  
Hr: 畦高さ(耕盤からの高さ)

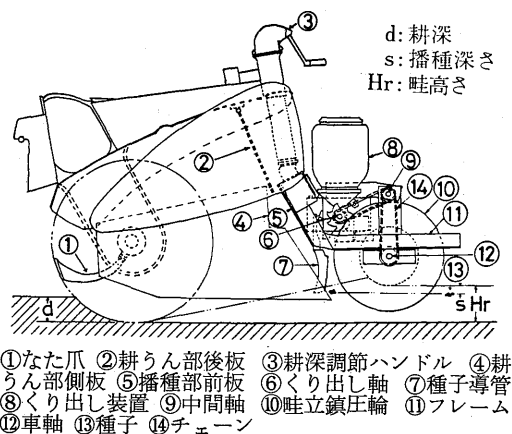
第4図 II型の畦成形装置(後方図)

(3) III型

III型の構造を第5図に示す。耕うん土の飛散は②, ④, ⑤で制御される。⑩の畦立鎮圧輪は尾輪, くり出し駆動輪, 畦成形, ふく土, 鎮圧の5つの作用を同時に行なう。くり出し軸⑥の駆動は⑩から中間軸⑨を通して行なわれる。畦は第6図のように外輪と内輪の空間で肩面と畦面を同時に圧縮成形

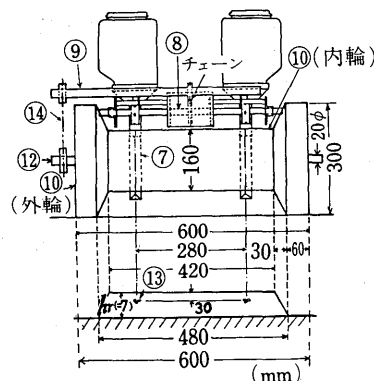
して作るが、その形状は畦立鎮圧輪の大きさで決まる。Ⅲ型は畦高さ（畦溝からの高さ） $h_r$  を 7cm、畦幅  $w_r$  を 60cm とした。

なおこれらの試作機のロータリ耕うん機への装着はボルトで簡単にできる。



①なた爪 ②耕うん部後板 ③耕深調節ハンドル ④耕うん部側板 ⑤播種部前板 ⑥くり出し軸 ⑦種子導管 ⑧くり出し装置 ⑨中間軸 ⑩畦立鎮圧輪 ⑪フレーム ⑫車軸 ⑬種子 ⑭チェーン

第5図 Ⅲ型の構造



第6図 Ⅲ型の畦成形装置（後方図）

### 3. 圃場試験

試作した播種部の畦形およびふく土性能について比較検討した。

#### (1) 試験方法

① 供試機：ロータリ耕うん機（ヤンマー YC80 型）の尾輪取付部にⅠ型、Ⅱ型、Ⅲ型の播種部を装着した。

② 圃場条件：試験圃場は第1報<sup>9)</sup>のⅢと同様の宮崎大学農学部附属農場の水田および畑である。試験時の土壌条件は各型で試験時期が異なったため、第1表のように若干の違いがみられた。

第1表 圃場条件

供試機	Ⅰ 型		Ⅱ 型		Ⅲ 型	
	No.1 (畑*)	No.2 (水田)	No.1 (水田)	No.2 (水田)	No.1 (畑*)	No.2 (水田)
試験前の圃場条件	2日前に耕うん整地・ローラ鎮圧刈株なし	乾田直播稲刈跡地刈株あり (12株/0.6m <sup>2</sup> )	乾田直播稲刈跡地刈株あり (12株/0.6m <sup>2</sup> )	小麦作跡耕うん整地跡刈株なし	耕うん整地跡刈株なし	移植田稲刈跡地刈株あり (27株/0.6m <sup>2</sup> )
土壌水分(%)	30~36	42~45	29~33	34~39	36~39	70
土 壤 硬 度 (kg/cm <sup>2</sup> )	0.15	1.3	6.3	2.2	1.7	2.0

\*土性：シルト質粘土（壤土），粒度分布（砂分：14%，シルト分：50%，粘土分：36%），比重：2.57，液性限界：53%，塑性限界：35%

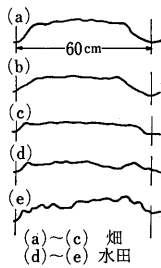
③ 試験条件：試験条件は第2表のように設定した。

④ 測定項目および方法：畦形，ふく土深さについて測定した。畦形は圃場面描写器<sup>9)</sup>で試験後の

畦の形状を測定し、ふく土深さは試験後20日頃に出芽した苗を引き抜き、地上からの種子深さを測定した。

第2表 試験条件

供試機	I 型	II 型	III 型
爪 軸	26本爪軸	26本爪軸, 52本爪軸	26本爪軸, 52本爪軸
爪軸回転数 (rpm)	400(H), 200(L)	300(H), 250(M), 170(L)	350~400(H), 180~200(L)
速度 (m/s)	0.2(v <sub>1</sub> )	0.2(v <sub>1</sub> ), 0.3(v <sub>2</sub> )	0.22(v <sub>1</sub> ), 0.33(v <sub>2</sub> )
耕 深 (cm)	6	7	7

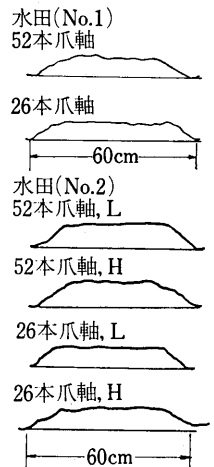


第7図 I型による畦形

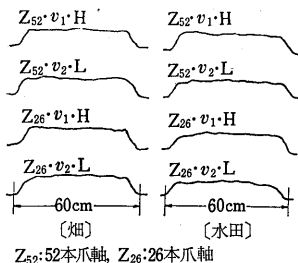
(2) 試験結果と考察

① 畦成形性能：各型で畦成形性能の違いがみられた。以下代表的畦形でその性能の違いを検討する。第7図にI型の畦形を示す。畑のように碎土性能が高く得られる圃場では良形の畦が得られたが、水田のように碎土が劣る圃場や土壌水分が高い圃場では畦成形板に土塊が滞り良形の畦が得られなかった。すなわちI形は畦成形装置のすべり作用で畦を作るので、湿った圃場や碎土が劣る圃場では実用性に欠けた。

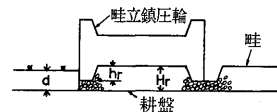
II型の畦形を第8図に示す。円筒車輪は畦面を均平にする効果が認められた。爪軸回転数が高速(H)になると、耕うん土が後方へ飛散しすぎて側板で制御される土量が少なくなり、低速(L)にくらべ肩が丸くなる場合があった。畦の成形は碎土性の良否に強く影響され、全般に高い碎土性が得られた No.2の水田がNo.1の水田より良好であった。II型はI型にくらべて畦成形装置の内部に夾雑物や刈株の停滞が少なくなり全般に性能は向上した。しかし畦成形が肩面作成と畦面作成の2工程に分離していたので、2工程目の畦面作成時の鎮圧作用で肩面が崩れることがあった。すなわち本試験のような小形の梯形断面の畦成形では肩と畦面は1工程で成形するの必要を認めた。第9図にIII型による畦形を示す。これまでのI型、II型は碎土性の劣る圃場では良い畦形を得ることができなかったが、III型はほぼ期待どおりの畦形を得ることができた。すなわちIII型は畦立鎮圧輪の回転作用で肩と畦面を同時に圧縮成形するので、土壌水分が高く碎土性が劣る圃場でも土塊が滞ることがなく能率よく成形できるといえる。なお畦立鎮圧輪の外輪は第10図のように作業時は耕盤より高い位置を走行するので、耕盤からの高さ  $H_r$  は耕深  $d$  により異なり、畑では  $d=9\text{cm}$  の時、



第8図 II型による畦形



第9図 III型による畦形



第10図 畦立鎮圧輪の走行位置

約 13cm, 水田では  $d=7\text{cm}$  の時, 約 11cm であった。

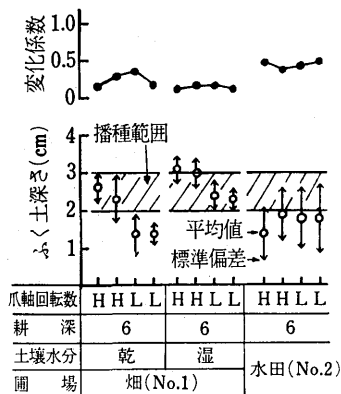
以上より第 1 図の畦形に最も近似した畦が得られたのはⅢ型であった。

② ふく土性能：Ⅰ型の調査結果を第11図に示す。畑でのふく土深さは爪軸回転数, 土壌水分の影響をうけて, H区がL区よりまた湿区が乾区より目標の播種範囲内にあり安定していた。水田でのふく土深さは目標の播種範囲外となり浅かった。このようにふく土深さが試験条件で異なったのはⅠ型の畦成形装置が可動式であるために畦高さが一定しなかったことによる。均一なふく土深さを確保するには畦成形装置は固定式がよいといえる。

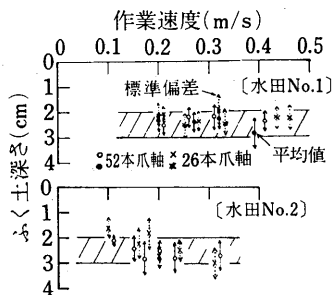
Ⅱ型によるふく土深さの調査結果を第12図に示す。ふく土深さは No.1 の水田では試験条件にかかわらず 2~3cm の目標の播種範囲内となった。一方 No.2 の水田では幾分ふく土深さが深くなり 2~3.5cm の範囲となった。ふく土深さの分布幅は約 1.5cm 以内で変化係数 0.16~0.27 と非常に小さく安定していた。すなわちⅡ型のように畦面と播種位置の間隔が一定である機構は安定したふく土深さが得られるといえる。

Ⅲ型の調査結果を第13図に示す。爪軸回転数のHとLでふく土深さの違いがみられ, LがHより幾分浅い値を示した。また水田は畑より同一の作業条件では若干浅い値となった。しかしいずれもふく土深さは 2~3.5cm の目標の播種範囲内となり, Ⅲ型は作業条件にかかわらず充分安定したふく土性能を示すといえる。

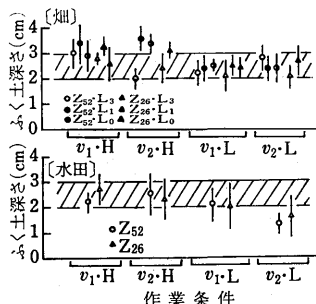
以上より耕うん播種機における畦立, 鎮圧装置としては総合的にみてⅢ型が最も秀れており, Ⅲ型の実用性を確認した。



第11図 ふく土深さ (Ⅰ型)



第12図 ふく土深さ (Ⅱ型)

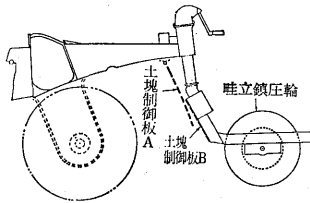


第13図 ふく土深さ (Ⅲ型)

### Ⅲ 飛散土の挙動とその制御

耕うん播種機ではふく土に飛散土を利用するので, 正確な播種深さ(ふく土深さ)を得るには飛散土を適当に制御する必要があり, そのためには飛散土の挙動を知ることが重要となる。これまでロータリ耕うん機の飛散性は砕土性の究明からみれば直接的な要求事項でないで, これらの研究例は数少ない<sup>9)10)</sup>。飛散土は高速で放てきされるのでその挙動をみるには高速度撮影法が最も適する。そこでロータリ耕うん機の水田および畑における通常の耕うん時における飛散土の挙動および前項のⅢ型の畦

立鎮圧輪による飛散土制御時の挙動を高速撮影法により検討した。



1. 実験方法

(1) 供試機

ロータリ耕うん機は第3報<sup>11)</sup>で使用したヤンマー YC80 型であり、爪軸は第1報<sup>9)</sup>の16本爪軸（センタードライブ型）と第2報<sup>10)</sup>の多数爪方式爪軸の26本爪軸と52本爪軸である。制御板は第14図のように耕うん部の畦立作業機取付け部（制御板A）と畦立鎮圧輪のフレームの前部（制御板B）に取付けた。

(2) 圃場条件

試験圃場は宮崎大学農学部附属農場の水田と学内農場の畑である。試験圃場の物理性および試験時の条件は第3表のとおりであった。なお水田の土壌物理性は第1報<sup>9)</sup>の第4表と同じである。

第3表 供試圃場の条件

畑の土壌物理性	土 粒 度 分 析	シルト質粘土（壤土） レキ分：0%，砂分：14%，シルト分：50%，粘土分：36%	
	比 重	2.57	
液 性 限 界	液 性 限 界	53%	
	塑 性 限 界	35%	
*1 試験時の条件	圃 場	水 田	畑
	水 分	43.1(%)	28.3(%)
	硬 度*2	2.6(kg/cm <sup>2</sup> )	3.8(kg/cm <sup>2</sup> )
	内部ま っ 角*3	30(度)	34(度)
	外部ま っ 角*3	11(度)	17(度)
	凝 集 力*3	0.25(kg/cm <sup>2</sup> )	0.19(kg/cm <sup>2</sup> )
	付 着 力*3	0.05(kg/cm <sup>2</sup> )	0.04(kg/cm <sup>2</sup> )

\*1 測定範囲 0~5cm 深  
\*2 山中式土壌硬度計  
\*3 SR-2 型土壌抵抗測定器

(3) 実験条件

実験条件は第4表のように耕深、耕うん速度ギアを一定にして爪軸、爪軸回転数を要因に9試験区設定した。

第4表 実験条件

爪 軸(本)	16( $Z_{16}$ ), 26( $Z_{26}$ ), 52( $Z_{52}$ )
爪 軸 回 転 数.(rpm)	210( $n_1$ ), 320( $n_2$ ), 430( $n_3$ )
耕 う ん 速 度 (m/s)	0.13( $v_1$ ), 0.19( $v_2$ ), 0.26( $v_3$ )
耕 深 (cm)	7~9
耕 う ん ピ ッ チ (cm)	$Z_{16}$ :2.7, $Z_{26}$ :1.7, $Z_{52}$ :1.1

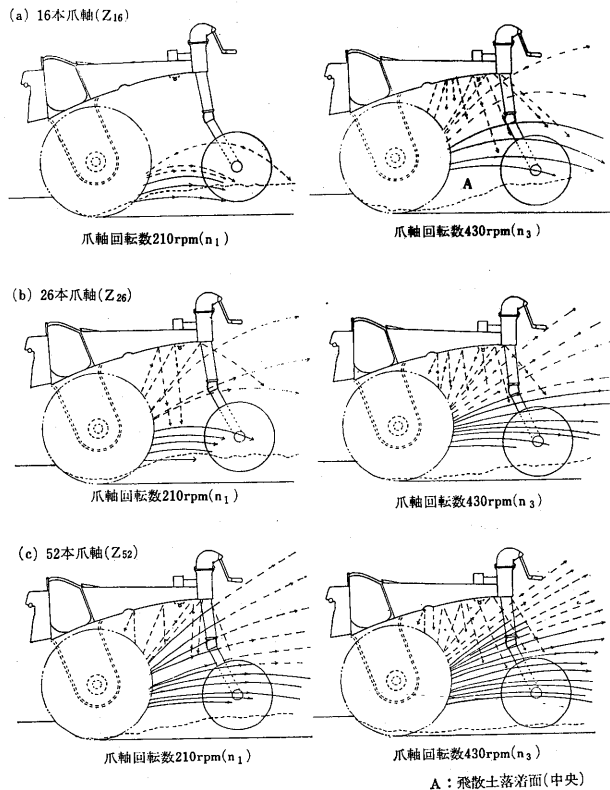
#### (4) 測定項目および方法

測定は飛散土の挙動および制御された飛散土の形状について行なった。飛散土の挙動は高速度8mmカメラ (SP-1 型, VISUAL INSTRUMENTATION CURP 製) で撮影した。撮影は耕うんカバーと側板をとりはずし、側方よりレンズの中心と爪軸中心とが一致するようにカメラを水平に設置して、コマ送り速度 200 f/s で撮影した。制御板の効果の測定は実験途中で爪軸の回転を停止し、飛散土表面の形状を圃場面描写器<sup>4)</sup>で測定し、その形状から検討した。畦立鎮圧輪へ飛散した飛散土の高さの測定は畦立鎮圧輪と同径の透明アクリルパイプを畦立鎮圧輪跡に置き、その目盛から求めた。

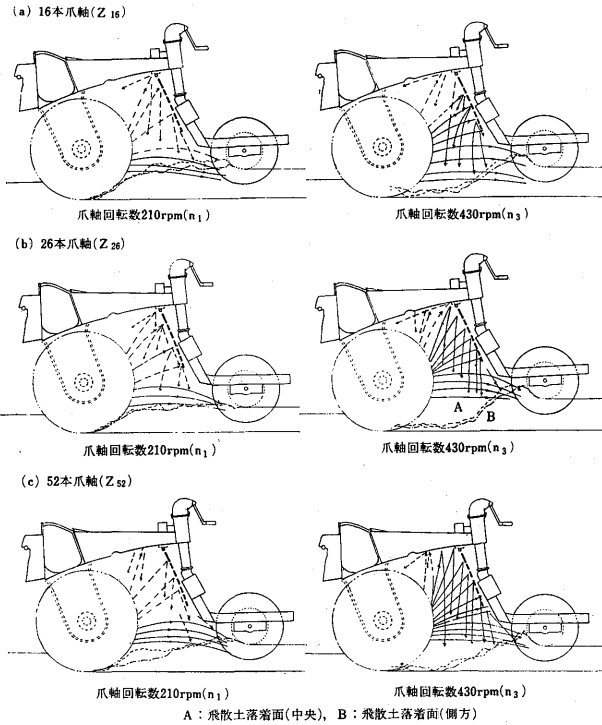
### 2. 実験方法および考察

#### (1) 飛散土の挙動

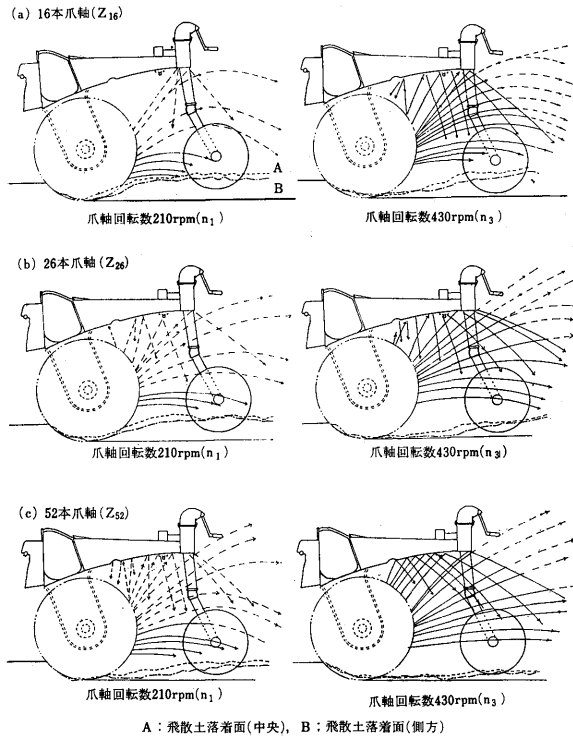
飛散土の挙動を高速度フィルムから図示化して示す。第15図および第16図は制御板がない場合の水田および畑での挙動である。図中の実線は飛散土が多い部位、点線は少ない部位を表わす。図より同一の爪軸では爪軸回転数が速くなると後方および上方への飛散が多くみられた。同一の爪軸回転数では取付爪数が多くなるほど飛散は大きくなった。また同一耕うん条件では水田土壌が畑土壌より飛散性は低かった。



第15図 飛散土の挙動 (水田)



第16図 飛散土の挙動(畑)



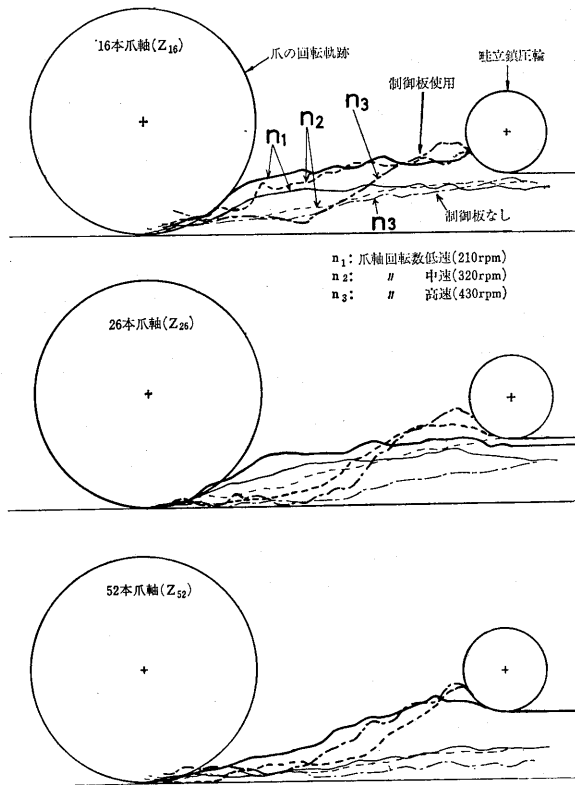
第17図 飛散土の制御(畑)



第17図は飛散土を制御した場合の畑における挙動であるが、爪軸回転数が遅い場合 ( $n_1$ ) は制御板へ衝突する飛散土は少ないが、爪軸回転数が速い場合 ( $n_3$ ) は多量の飛散土が制御板へ衝突し落下するのがみられた。制御板で落下した飛散土と爪で直接後方へ飛散し到着安定して作る飛散土表面の形状は、耕うん播種機ではふく土作用に関連する事項であり、その形状は種子導管の位置決定および播種精度に影響する。図中に飛散土の到着安定形状を示したが、点線は耕うん幅の中央、一点鎖線は中央より約 14cm 側方の位置を示す。中央が側方より飛散してないのは中央部の爪数が少なかったことによる。飛散土は耕うん幅全域に均一であることが好ましいが、稲や麦などのような1畦2条播きの場合は側方が播種位置となるので問題ないといえる。

(2) 飛散土の形状および制御板の効果

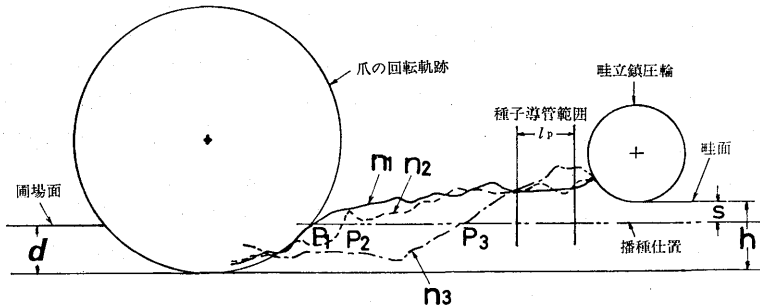
飛散土の飛散形状(側方)を第18図に示す。飛散土は爪軸回転数が速くなると後方で到着安定し、その形状は爪軸、爪軸回転数の影響をうけた。同一耕うん条件での制御板使用時と制御板なしの場合の飛散土の形状についてみると、制御時は制御板なしにくらべ同一地点における飛散土の堆積高さが高くなり制御板の効果が明確に認められた。



第18図 飛散土の形状

(3) 種子導管位置の決定

第19図において播種深さを  $s$  とすると、種子導管の下端は図中の2点鎖線の播種位置の深さとな

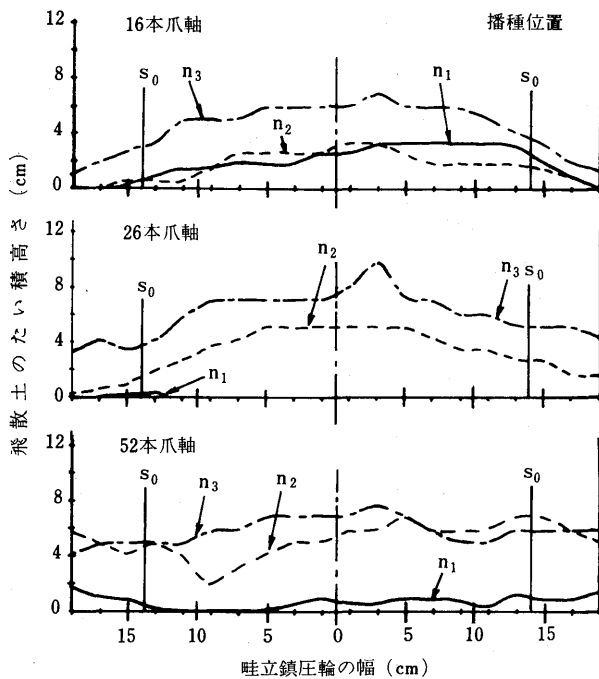


第19図 飛散土の形状と種子導管位置

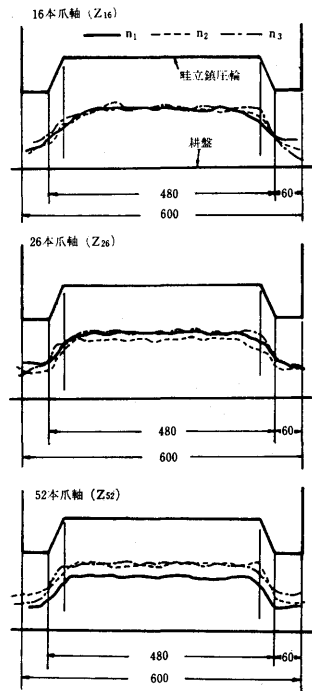
る。そこで種子導管位置は播種位置と飛散土形状との交点  $P_1 \sim P_3$  と畦立鎮圧輪との間となるが、余り交点の近くでは種子が飛散土とともに流動する恐れがあり、所定の深さに播種できない。また交点より離れすぎるとふく土に飛散土を利用する播種作用の特長を生かすことができない。そこで供試機での種子導管位置は畦立鎮圧輪の車軸の前方 10~20cm の範囲が適当といえる。なお耕うん条件は爪軸回転数を 300~400rpm とする。

(4) 畦立鎮圧輪への飛散

耕うん爪から放てきされた飛散土のうち、制御板を通り抜けて畦立鎮圧輪まで飛散した飛散土は耕うん播種機では直接ふく土に利用される土塊である。適正なふく土作用はこの飛散土が適量にあるこ



第20図 畦立鎮圧輪に飛散する土のたい積高さ



第21図 飛散土と畦形

とである。第20図はその飛散土の高さを示したものである。畦立鎮圧輪はこの高さの飛散土を鎮圧する。高さ 0cm は畦立鎮圧輪の下端で畦面にあたる。播種位置  $s_0$  における飛散土の高さは爪軸回転数が速いほど高かった。52本爪軸は耕うん幅全域にほぼ平坦な高さを示し、飛散土は均一であった。16本爪軸では中央が高くなり、土塊は中央方向に飛散した。これより52本爪軸が最も耕うん播種機用爪軸として適用性が高いといえる。

#### (5) 飛散土と畦形

第21図のように飛散土の堆積高さが最も高かった52本爪軸が最も良好な畦形となった。畦立鎮圧輪は下端空間で飛散土を圧縮成形するので、適量の飛散土がないと良好な畦はできない。そこでその飛散土の量を前図でみると飛散土高さで約 4~6cm が適量といえる。なお飛散土のたい積高さが高くなると畦も幾分高くなる傾向がみられた。

## IV 摘 要

(1) 水稻乾田直播栽培において畦立播きができる新しいタイプの畦成形装置を3種類試作し、性能試験をした。畦の形状は高さ 7~8cm の梯形断面をなしている。畦成形装置の性能が最も高かったのは畦立鎮圧輪の回転作用で圧縮成形する構造を有するⅢ型であった。

(2) 耕うん土の飛散は取付爪数が多い52本爪軸が最も大きかった。多数爪方式の52本爪軸はふく土に飛散土を利用する耕うん播種機においては最も適用性があることを認めた。

本試験を実施するに当っては宮崎大学農学部教授古池寿夫博士、同教授岡田芳一博士のご指導を受けた。また専攻生工藤俊徳、竹内広之、陣内信夫、谷口純一君らの多大の協力をいただいた。記して感謝の意を表わす。

## 参 考 文 献

- 1) 江副 浩：九州農試研究発表会（講要），2，p. 27~28(1948)。
- 2) 井上喬二郎，石原修二，竹園 尊，甲斐俊二郎，香川俊秋：農機学会講要，p.2~8(1970)。
- 3) 古池寿夫：農機学会九州支部刊行（1964）。
- 4) 古池寿夫，永田雅輝：農機誌，30(3)，p.164~168(1968)。
- 5) 八柳三郎：直播稲作の増収技術，家の光協会，p.16~22(1966)。
- 6) 川嶋通義：宇大農学報，3(3)，p.251~258(1957)。
- 7) 川嶋通義：農機誌，20(2)，p.60~64(1958)。
- 8) 松尾昌樹：山形大学紀要（農学），3(4)，p.511~525(1961)。
- 9) 永田雅輝：宮大農研報，24(1977) 24(2)，p.147~156(1977)。
- 10) 永田雅輝：宮大農研報，24(1977) 24(2)，p.157~166(1977)。
- 11) 永田雅輝：宮大農研報，24(1977) 24(2)，p.167~176(1977)。
- 12) 農林水産技術会議事務局：農林統計協会，p.42(1966)。
- 13) 香山俊秋：日作九州支報，22，p. 47~49(1964)。

## Summary

1. Three new types of the ridge making device which enable bed planting in the direct seeding

of paddy rice on dry field was made on trial, and those performance tests were conducted. The ridge was of the form of a trapezoidal section with a height of from 7 to 8cm. The performance of the ridge making device of the third type was excellent for the reason that this type formed the pulverizing soil into a trapezoidal shape with the ridge making presswheel under compressive action.

2. The dispersion of tilled soils of 52-tines rotor shaft was larger than that of 26-tines rotor shaft and 16-tines rotor shaft. So 52-tines rotor shaft in multiple-tine system was much applicability in the tillage planter in which the covering of seeds was done by the dispersed soil.