

大豆のは種，収穫機械化試験

真淵敏治・佐竹治男・高橋恒水

Mechanization methods of seeding
and harvesting of soybeans

Toshiharu Mabuchi, Haruo Satake and Tsunemi Takahashi

は し が き

畑の肉とさえいわれている大豆の国内需要は食生活の改善と向上により年々増加の傾向にあるが、反面生産は減少の一途をたどり、自給率はわずか4%にとどまり、そのほとんどを輸入に依存しているのが現状である。

しかし、世界的なインフレともなる食糧の高騰と輸出制限政策等により全面的輸入依存は極めて困難であり、かつ危険である。このような時に当り、米の生産調整を軸として大豆の栽培を強力に推進してきたが、従来のように労働生産性が低く収量が不安定では、採算のとれる大豆作としての定着化は不可能である。

そこで、昭和46年度より3カ年にわたり、水田転換畑における大豆の機械化省力栽培技術を確立するために、四国農業試験場、愛媛、香川、徳島の各県農業試験場が地域内の連絡試験としてこの課題に取り組んできた。

その結果、当農試においては、は種、刈取り、脱粒調製に関して、ほぼ実用に供しうる成果が得られた、ここにその概要を報告する。

試験方法

水田転換畑の土性は沖積層植壤土、供試品種はアキオン、タマニシキで、平畦全面全層まき栽培（は種量1.0kg/a）、平畦部分全層まき栽培（は種量1.0kg/a、条間40cm、株間15cm）の3様式の栽培とし、湿害の備えとして各様式とも平畦4.2mごと幅30cm、深さ15cmの排水溝を設けた。

使用農機具は、は種作業では手まきによる全面全層まき及び部分全層まきに動力耕うん機（耕幅48cm）、点ばに自走式水稲兼用直はん機（Y式、ロール凹穴繰出し方式）、刈取作業は1条刈型バインダー2機種（I-K式）脱粒調製作業には①自動送入型脱穀機による処理行程：自脱改良機（I式、受網15mm目と交換、二番選元を停止し箕に受け再脱穀）→米選機（縦線間隔を4mm目とし選別）の2行程、②吹上式カッターと縦目棧による処理行程：吹上げカッター（S式、ロールスプリングと切断刃取はずし）と縦目棧（試作、第4図参照）及び乾燥用送風機→唐篩（8mm目）→唐箕の3行程。

以上を供試して、は種作業性能、バインダーの刈取性

能、自動脱穀機及び吹上げカッター縦目棧による脱粒調製性能について検討した。

試験結果及び考察

1. は種作業

平畦全面全層まき、同部分全層まき、同点ばの3つのは種様式を検討した結果、点ばに自走式水稲兼用直はん機を利用すれば、作溝→は種→覆土→鎮圧の各作業が一行程で可能となり、は種精度も実用上問題はなく、小型の大豆は種機として実用性のあることが認められた。

全面全層まきについては、稲作農家の手持ち耕うん機が利用でき、省力的でしかも多収をあげうる有利なは種法であることが明らかとなった。しかし、バインダーによる刈取作業では、点ば、部分全層まきに比べて刈取性能が低下するから、今後栽培面と刈取作業を総合的に検討する必要がある。

(1) 作業能率

能率が最も高かったは種法は、自走式直はん機（Y式）による点ばで、10a当り0.5時間、次いで手まき耕うん機による全面全層まき11時間、同部分全層まき1.3時間で、点ばにおいては他のは種作業の約1/2に省力化できた。

(2) 作業精度

点ばのは種状態は、1株は種粒数3粒に対し実績3.3粒、は種深度2~3cm程度が得られては種精度はかなり高く、その後の生育も良好で、は種作業上特に問題点は認められなかった。これは自走式直はん機のは種機構が、ロール凹穴とシャッターブラッシ併用の繰出し方式で、は種むらや種子損傷が少ないこと、は種ユニットが独立懸架方式で地面の凹凸に適応しやすいためと考えられる。

全面全層まきでは、10a当りは種量10kgを全面均一に手まきし、ロータリで10cm程度の深さに耕うん攪拌すれば、出芽の不揃いも少なくm²当りの株数は30本前後が得られ、ほぼ目的どりのは種ができた。

(3) は種を前提とした栽培上の留意点

1) 適地

平畦様式の栽培法では、排水良好な二毛田であれば十分に適応できる。しかし、大豆は冠水、停滞水などの多湿に弱いから、これらの湿害に備えるため、排水溝幅30cm深さ15cm程度のものを4~5m間隔に設ける必要がある。

2) は種量

は種量は、多収をあげるには従来よりも密ばとする方が好ましい、全面全層まきであれば10a当り10kg(4万~4.5万粒)程度、平畦点ばでは7~8kg程度は必要となろう。しかし、密ばになりすぎると蔓化し、分枝数や着莢数の減少などによって収量はあがらない。

2. 刈取作業

稲用1条バインダーを大豆刈取作業に利用した場合次の諸条件が備われば実用的な刈取りが可能となった。すなわち、刈取りの適期は落葉して茎と莢(水分20~30%程度)の大部分が褐色になった頃であり、バインダーの使用に当たっては、搬送部横送り通路の広いものを使用する。平畦様式の茎長が60~80cm程度のもので倒伏が少ない(主稈傾斜角45°以上)。最下位着莢位置が地上約15cm以上で雑草の混生が少ない。晴天下の刈取りは午前中に終了し、午後の刈取りは穀粒損失が多いから避けることなどである。なお、乾燥脱粒作業上との関連からバインダー結束装置を小束にセットし、束乾燥を早めると同時にカッターなどによる脱粒調製を容易にする考慮が必要である。

(1) バインダーの刈取性能

1) 茎長適応性

茎長が60~80cm程度あれば搬送・結束ミスもほとんどなく、順調な刈取りが行えた。茎長が50cm以下のものや、110cm前後の蔓化したものは、搬送・結束部でトラブルが起り実用的な刈取りは不可能であった。

2) 結束までの搬送状態

バインダーの機種によって適、不適が認められ、引起し爪と機体との間隔が広い(I式約50cm)機種で、適正な茎長のものを刈取る場合には搬送が円滑に行われて支障はなかった。しかし、逆にこの間隔が狭い(約17cm)機種では、収穫物がつまり結束部への搬送が不能になる場合が多かった。

なお、適正茎長以下で40cm程度のもものでは、結束部への搬送がスムーズにいかず、つまりが多くなって作業は不能となった。また、茎長110cmの蔓化倒伏したものは、茎の量が多くしかもからみあっていたため、搬送過程でつまりを生じて人力で補助作業を行わなければ連続運転はできなかった。

3) 結束・放てき

茎長が60cm程度のもものでは、I式バインダーは結束ミスもなく順調に結束されたが、やや放てき力が弱く、束の分離が不十分な場合が見られ、時々人力による補助作業を加える必要があった。

蔓化倒伏したものは、結束部までの搬送がスムーズに行われず、結束部(茎元部)より上部の莢莢量が比較的多いため、時々つまりを生じて結束・放てきの不能や、結束ミスの発生及び放てき不良をとまないと、これらの人力による補助作業が必要となった。

結束の大きさについては、乾燥・脱粒調製作業との関連において検討した結果、バインダー結束装置は「小」にセットすれば、束の乾燥を早めて、束のまま投入脱粒調製を可能にし、脱粒時の子実損傷を少なくするなどの実用価値が認められた。なお、大豆の最下位着莢位置とバインダー結束位置の関係は、第1~3表のように、莢がついた部位をしぼる結果となって乾燥には不利である。当面大切なことはできるだけ小束に結束し乾燥を早めることである。

第1表 刈取時の作物条件(その1)

項目	区別	全面全層まき	部分全層まき	点ば
株数(本/m ²)		31	46	55
茎長(cm)		54	57	59
最下位着莢位置(cm)		12	14	15
主茎傾斜角(°)		63	62	71
刈取時の水分(%)	莖	62.5	62.5	68.0
	莢	17.5	17.5	33.4
	子実	23.4	23.4	32.5

(注) 品種 アキヨシ：点ば
玉錦：全面全層まき、部分全層まき

第2表 刈取時の作物条件(その2)

項目	区別	全面全層まき	部分全層まき	点ば	点ば摘芯(参考)
株数(本/m ²)		50	43	45	50
茎長(cm)		116	105	116	64
最下位着莢位置(cm)		18	22	22	27
主茎傾斜角(°)		23	30	27	63
刈取時の水分(%)	莖	70.7	72.7	72.7	72.7
	莢	47.8	49.3	49.3	49.3
	子実	48.2	49.0	49.0	49.0

(注) 品種：アキヨシ

第3表 刈取作業精度

区別	項目	茎長 (cm)	刈株の高さ (cm)	根元からの結束位置 (cm)	一束重量 (kg)	刈取時の穀粒損失 (%)		
						落下粒	刈残し粒	計
全面全層まき	①	54	8.3	18.7	0.5	7.3	32.1	39.4
	②	116	5.2	14.9	1.77	6.9	3.2	10.1
部分全層まき	①	57	5.9	18.8	0.47	4.8	6.7	11.5
	②	105	5.2	13.9	1.85	6.1	1.7	7.8
点ば	①	59	6.6	18.6	0.64	1.3	0	1.3
	②	116	5.1	13.5	1.97	5.9	1.3	7.2
点ば摘芯(参考)		64	4.9	14.6	2.2	1.4	0.2	1.6

(注) 品種及び供試機

①：玉錦，I式1条用バインダー

②：アキヨシ，K式1条用バインダー

点ば摘芯：アキヨシ，K式1条用バインダー

刈取時期

①：昭和47年11月7～8日(11時～14時，晴)

②：昭和48年11月15～16日(9時～11時，晴)

点ば摘芯：昭和48年11月16日(同上)

4) 刈取時の穀粒損失

穀粒損失は第3表のように，茎長が60cm程度のものでは，1～2%で刈残しもほとんどみられず，ほぼ実用的な刈取りが可能であった。

蔓化倒伏した茎長110cm程度のものでは，損失が約8～10%に達して刈あとも乱雑であり，引起装置によるヘッドロス(落下粒損失)が著しく増加した。

平均茎長が54～57cmのものでは，茎長不足が原因で損失は12%～40%前後まで発生し，いずれも刈残し損失が大半以上を占め，特に全面全層まきは茎長が低かったことも原因して，刈残しが30%程度発生した。以上のように，茎長不足や蔓化倒伏した場合には損失の発生が著しく，実用的な刈取りができなかった。

大豆栽培にあたっては，茎長不足や蔓化倒伏の防止について，十分な対策を講ずることが基本的に重要である。

5) 刈取時刻と穀粒損失

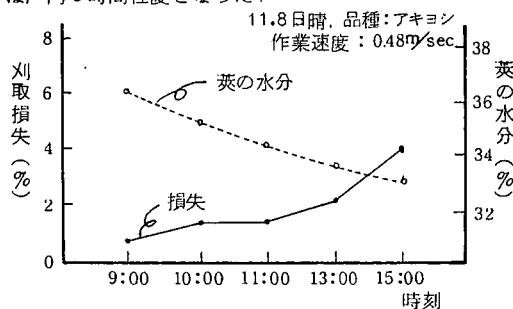
晴天下において9時から15時頃まで刈取調査した結果を第1図に示した。

晴天下での刈取作業は，一般的には午前中の莢水分が多い時が裂莢しにくく，穀粒損失を少なくする上で有利といえる。なお，本試験の損失では，9時刈り0.7%程度で最も少なく，11時刈り1.3%程度から増加の傾向が著しくなるようであり，15時刈りでは4.3%程度で最大となっ

た。刈取時刻と穀粒損失との相関がかなり高いように思われるが，齊藤氏は，莢水分が20%以下になると損失量が急速に増加するから，早期に刈り取るのがよいと報告されている。

6) 刈取作業能率

バインダーを使用することによって，第4表に示すように慣行手作業の1/2～1/3程度まで省力化することができた。しかし，は種様式と茎長によって能率が異なり，平畦点ば(条間40cm，株間15cm)，及び部分全層まき(条間30cm，まき巾20cm)の茎長60cm程度では，10a当り約2時間前後，平畦全面全層まきの茎長50cm程度では，同3時間程度となった。



第1図 刈取時刻別の莢水分と損失

第4表 刈取作業能率

区別	項目	収穫法	作業速度(m/sec)	作業巾(m)	10a当り換算時間(時)	手作業比(%)
全面全層まき		1式バインダー	0.44	0.25	2.8	20.3
		手刈結束	—	—	13.9	100
部分全層まき		1式バインダー	0.44	0.5	1.7	13.6
		手刈結束	—	—	12.7	100
点ば		1式バインダー	0.44	0.4	2.0	15.7
		手刈結束	—	—	12.7	100

(注) 品種：玉錦。作業人員：各収穫法とも2人組作業。刈取時期：昭和47年11月7～8日(晴)

3. 脱粒調製作業

水田転作大豆の脱粒調製法として、稲作農家の手持機械を利用した経済的な脱粒調製法について検討した。その結果、自動脱穀機(受網15mm目と交換、二番還元停止し、箕に受け再脱穀)の扱胴周速度を毎分600m程度にして脱穀する方法と、吹上式カッター(ロールスプリングと切断刃を取りはずす)の運転はホイール周速度毎分1200m程度とし、穀粒と茎葉を吐出口から吹上げ、これを吐出口前面に置いた縦目棧(第2.3図参照)で分別する。調製は篩選と唐箕風選を行う方法をとったが、いずれも実用性のあることが認められた。

- (1) 自動脱穀機による脱粒調製性能
大豆脱粒調製に自動脱穀機を利用するには、受網

15mm目交換して穀粒の落下を容易にした。二番処理装置(スロー)のつまりによる処理不能から、二番還元が行われないように還元口をふさぐ方法をとった。扱束はバンダーで刈取ったものを、架干し、あるいは束立て乾燥によって、穀粒水分が15%程度になったものを、小束のまま扱口に送入する方法をとれば実用上問題はなかった。なお、自動脱穀機のチェン使用による脱粒法についても検討したが、大豆の最下位着莢位置が12~15cmのところであり、これをバンダーで刈り取ってチェンで送入すると、莢が扱胴にとどかず未脱粒のまま放出されるから扱残り粒が第5表のように全穀粒の1/4発生して、二度扱が必要となり実用性は認められなかった。

第5表 自動脱穀機使用における大豆送入方法と脱粒精度

脱粒法	一束重量 (kg)	供給間隔 (束/sec)	総重100kg 当り脱粒時間 (min)	選別性能			
				一~三番口 穀粒重歩合 (%)	飛散粒 (%)	扱残り (%)	ささり粒 (%)
束のまま送入	0.3	4.3	24	99.7	0.3	0	0
チェン扱ぎ	0.3	4.2	23	70.4	1.2	24.9	3.5

(2) 吹上げカッター及び縦目棧による脱粒調製性能
ホイール型カッターと試作の縦目棧を第2.3図のように組み合わせ、山口農試方式による脱粒調製作業を検討した。すなわち、吹上式カッター(S式)のロールスプリングと切断刃を取りはずして、束挿入を容易にし穀粒損傷の防止をはかる。

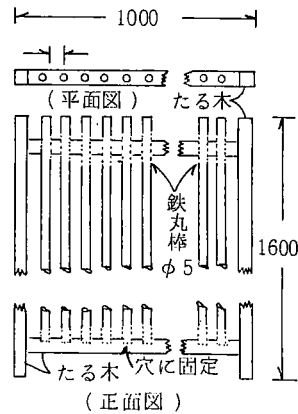
切断寸法は最大約6cmに調節し、穀粒と茎葉の選別を容易にする。

ホイール周速度は毎分1200m程度で運転し吐出口から穀粒や茎葉を吹上げ、これを吐出口前面に置いた縦目棧(第3図自製試作)で分別する。なお、縦目棧の据えつけ位置は第2図に示すように、カッター吐出口から約1m離して、カッター側へ約60°傾け、吹き出された茎葉が当たっても落下しやすくした。縦目棧の下端は地面から

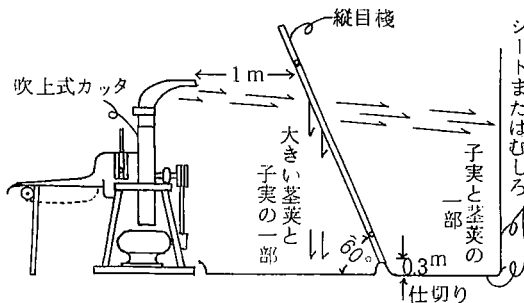
30cm離して、縦目棧とカッターとの間に落ちる茎葉の除去作業を容易にした。

縦目棧で選別されたものは、篩選と唐箕選を行い調製作業を終了する。

(単位 mm)



第3図 縦目棧



第2図 吹上げカッターと縦目棧による脱粒選別

以上の脱粒調製方法にしたがい、第6表の供試材料を使用して脱粒試験を行った結果、第7表に示すように、脱粒毎時効程は180kg程度の処理ができ、脱粒作業は極めて能率的であった。しかし、選別が悪く調製毎時効程が40kg程度であり選別に時間を要するのが欠点である。脱粒・調製に要する効程についてみると、穀粒100kgを

脱粒調製する場合の作業時間は1.9時間程度であり、収量 時間程度で、自動脱穀機を使用の場合と比し30%程度が
 が10a 当り230 kgとすれば、この脱粒調製所要時間は4.3 省力化されたに過ぎない。

第6表 脱粒調製の供試材料

項目 品種	収穫法	刈取結束時の 茎長 (cm)	束の大きさ		含水率 (%)			a 当り収量 (kg)
			直径 (cm)	重量 (kg)	茎	莢	豆	
玉 錦	バインダー刈り	49	9	0.3	12.6	13.1	13.0	23.0
アキヨシ	バインダー刈り	47	9	0.3	12.8	13.2	13.1	26.2

第7表 自脱およびカッターの脱粒調製性能

項目 脱粒調製法	脱 粒 調 製					
	穀粒100kg 当り脱粒調 製時間(時)	脱粒毎時 効程(kg)	調製毎時 効程(kg)	穀粒損傷率 (%)	未 脱 粒 (%)	飛 散 粒 (%)
自動脱穀機(周速度毎分600m)	2.6	89	62.3	2.6	0.3	1.0
吹上カッター(周速度毎分1000m)	1.9	180	39.3	3.5	0.6	4.3

(注) 作業工程：自動脱穀機→米選機
 吹上カッター・縦目棧→唐篩→唐箕
 作業人員：2人組作業の延時間

縦目棧による選別性能は、第8表のように、縦目棧前方(一番)後方(二番、吐出口側)ともに茎莢と穀粒が混じり、選別精度は自動脱穀機よりかなり劣った。また、軸流型送風機で縦目棧側方から送風し、風力で選別する方法を検討したが、満足すべき効果はあがらなかった。今後は選別性能の向上をはかるため、切断長と棧の適正間隔、単位時間当りの適正処理量などをさらに検討する必要がある。ホイルカッターの周速度と損傷率は、第4図に示すように、毎分1200m程度以下で使用すれば穀粒の損傷発生が少ないようである。

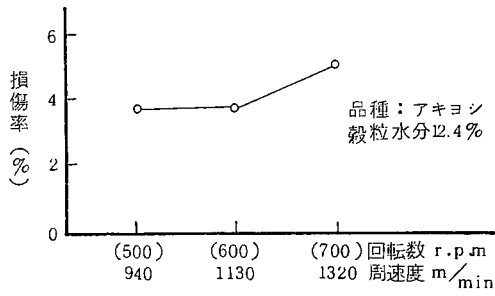
調製については、縦目棧の手前に落下した茎莢などの

堆積物の除去を円滑に行い選別するのが能率的である。この場合の作業人員は、2人の組作業で1人はこの除去作業に当り、他の1人はカッターへの材料供給をうけもつ。なお、調製作業については、篩選、唐箕選を行ったが、作業性能向上について再検討が必要である。

本試験のカッター及び縦目棧による脱粒調製作業では能率は自動脱穀機よりも高いが精度において若干低下した。しかし、ホイル周速度をやや低めて損傷発生防止と選別性能を高める工夫をすれば最も実用的であると思われる。

第8表 自脱及びカッターによる脱粒作業精度

項目 脱粒選別法	選 別 性 能					飛 散 粒 (%)
	一 番 口		二 番 口		三 番 口	
	穀粒重歩合 (%)	夾雑物重量 歩合(%)	穀粒重歩合 (%)	夾雑物重量 歩合(%)	夾雑物重量 歩合(%)	
自動脱穀機(周速度毎分600m)	75.2	1.5	18.6	27.8	57.2	1.0
吹上カッター 縦目棧のみ	75.9	65.3	16.3	33.3	-	5.7
吹上カッター 縦目棧+送風機 (周速度 毎分1300m)	77.7	51.8	14.5	24.1	-	4.3



第4図 ホールカッターの周速度と損傷率

摘 要

1. 転換水田における大豆の機械化省力栽培技術を確立するため、は種、刈取り、脱粒調製作業について検討した。
2. は種作業については、平畦点ば様式に自走式水稲兼用直はん機を利用すれば、作業性能が高く実用性のあることが実証できた。
3. 刈取作業に、稲用1条バインダーを実用的に利用する場合の必要条件を明らかにした。すなわち、搬送部横

送り通路の広い機種、刈取適期は葉水分が20~30%頃、平畦様式の茎長60~80cmで倒伏が少ない、最下位着莢が地上15cm以上で雑草混生が少ない、刈取損失を最少にするため晴天下では午前中に刈取る。

4. 脱粒調製作業は、農家手持機械を活用した有利な方法として、吹上式カッター（ロールスプリング、切断刃取はずし）と縦目棧（自製試作）の組合わせ利用が最も好ましく、次いで動力脱穀機の一部改良（受網15mm目と交換、二番還元停止し箕に受け再脱穀）利用が有利であることが実証できた。

参 考 文 献

- (1) 斉藤 亘(1961)：農業機械学会誌, 23(1)
- (2) 加藤一郎他(1971)：農業技術26(6), 256~259
- (3) 松永武之他(1971)：農業技術26(10), 462~465
- (4) 愛媛農試(1972)：転作大豆の障害対策と機械化生産方式に関する試験成績書：56~64
- (5) 農業機械化研究所(1973)：水田転作畑における大豆収穫機の性能試験成績, 23~31
- (6) 四国地域技術連絡会議(1974)：四国農業の技術情報(8) 2~6
- (7) 西入恵二(1974)：農業技術29(3), 103~106