

# 大豆選別のための揺動選別式粃すり機の改造とその性能

西川 佳 範

## 要 約

西川佳範(1982)：大豆選別のための揺動選別式粃すり機の改造とその性能。広島農試報告45；63～68。

水田転作大豆の栽培の現状から、大豆選別に専用機を個別導入することは困難と判断し、揺動選別式粃すり機の改造利用法を検討した。改造か所の主な点は、揺動板及び粃すりロールの除去と落下ダクトの装着、整粒及び屑粒排出ダクトの装着、バケットエレベータの減速、エレベータ下方内部の円弧状変形、選別板へのゲート及びスリットの付設などである。選別精度に影響が大きいのは選別板の傾斜角と揺動クランク軸の回転数で、選別板へ付設したゲートの構造も重要であった。98%以上の選別精度が得られるのは、選別板傾斜角を26～27度としてゲートを付設し、揺動クランクを毎分167回転させた場合で、さらに選別板の一部にスリットを設けると、傾斜角20度、回転数158～170で98.6%の選別が可能であった。作業能率は毎時340～350kg、スリットを設けると600kg前後となり、専用機と同様に使用することができた。

## I 緒 言

本県における水田転作大豆の栽培面積は年々増加しているが、栽培農家1戸当りの栽培面積は少なく、10アール当たり収量も140kg余りと低い水準にあるため、収益は米にくらべて少額となっている。したがって大豆専用機の個別導入は困難な現状にあるので、個人所有として普及している揺動選別式粃すり機を大豆の粒選別にも使用できるように部分改造し、その性能試験結果から実用性を検討した。筆者は予備的な試験により、選別板の構造と傾斜角、揺動クランク軸の回転数を調節することで大豆の粒選別が可能であることを見出したので本報では選別板の改造と傾斜角および選別板への流入ゲートの構造、付設位置と選別精度の関係について述べる。

なお、本試験を実施するにあたり元企画調査部主任研究員山田亀氏の協力を得た。ここに記して謝意を表する。

## II 試験方法

供試機；佐竹製揺動選別式粃すり機HPS—25A（第1図）改造か所：選別板（仕様別記）、流入ゲートの付設（構造別記）、バケットエレベータ下部のブーリをかご状ブーリと交換、粃すりロール及び粃おくりの除去と粒が落下するダクトの装着、機体傾斜角を20→26度（試験

1、2の場合）、整粒排出ダクトの分岐とダンパ装着、釣タンクシャッタの排出口の幅を23mmに縮少。

試験1. 大豆用選別板（L板）による莢混入大豆の選別性能

試験2. 流入ゲート（第5図）の種類と莢混入のない大豆の選別性能

試験3. スリット付L板（第3、4図）による選別性能  
揺動選別板のクランク軸回転数は毎分158～170回転、選別板傾斜角20～28度（第2図）。

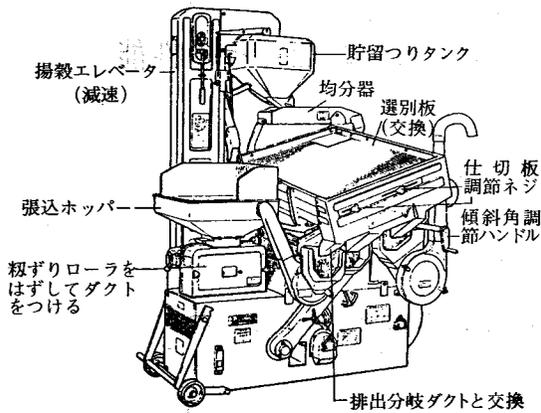
調査方法：選別機のホップに投入した大豆が揚穀エレベータによって選別板へ流入し、大豆粒が選別板上ではほぼ均一になり重ならない程度に流下してきた時点で、整粒口、屑粒口から排出される大豆粒を同時に30秒間採取し、その内容を整粒、破砕粒、変質粒、未熟粒により分け、それぞれを重量%で表した。

選別機の運転条件は、選別板の傾斜角、揺動クランク軸の回転数を変化させ、さらにこれと流入ゲートの組合せで実施した。

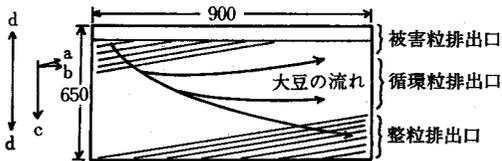
## III 試験結果

### 1. 莢混入大豆の選別性能

莢混入大豆の選別結果は第1表のように試験区中では

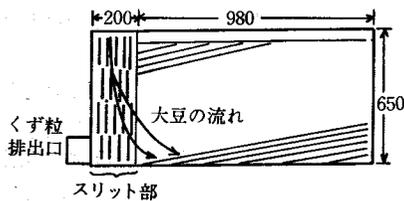


第1図 HPS-25Aの概略図

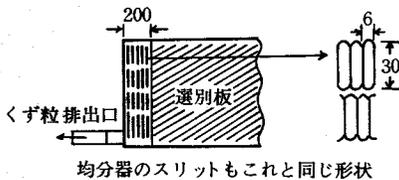


a: 波水平角 b: 流れ角 c: 傾斜角 d: 揺動方向

第2回 揺動選別板の構造概要

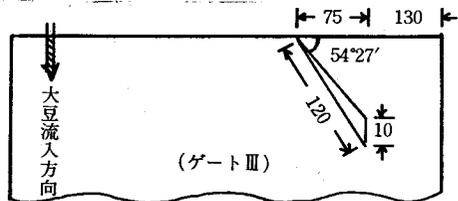
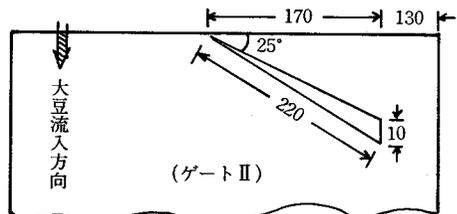
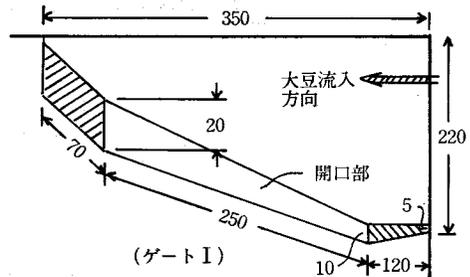
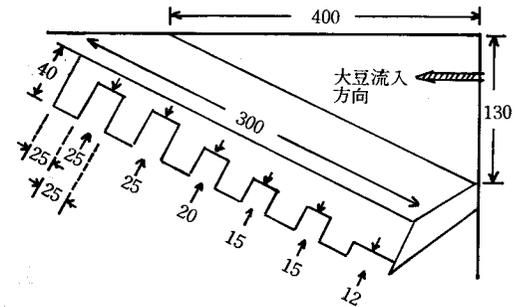


第3図 スリットを設けた選別板



第4図 スリットの構造

傾斜角26度で整粒口の完全粒率が96.5%と最も良くなったが、供試材料中に変質粒が3.5%と比較的多かったため、選別後も完全粒に変質粒が2.5%混入し結果的には96.5%の精度にとどまった。特に本試験で供試した大豆の中には形状が完全粒に近いが、やや大きく病変と思われるものがかなり混入していた。このためこれらの変質



第5図 試作ゲート

粒が選別の過程で整粒口へ流入し、完全粒率の低下をまねいた。

莢付粒の整粒口への流入は選別板傾斜角27度までは認められなかったが、28度では認められ0.1%の混入であった。カッターで脱穀した大豆の中には0.1%程度の莢粒の混入はあるがこの程度の混入は選別には特に支障は認められなかった。しかし粒形が完全粒に近く、り病した変質粒が混入している場合の選別は困難であった。

一方、被害粒口から排出された屑粒中には完全粒が75~79%混入していた。完全粒は量的には少なくとも重量

%では比較的高い数値となった。能率は整粒口で毎時340~400kg程度の流量で揺動板の傾斜角の増加とともに時間当りの流量も増加した。逆に被害粒口への流量は排出口が選別板の上部に設けられている関係もあって傾斜角の増加とともに減少し、毎時18.7~4.1kg程度であった。

## 2. 流入ゲートの種類と選別性能

選別板には傾斜の上部にくず粒排出口、中間部に循環口、下部に整粒口が設けられている。このため、くず粒口へ極力整粒が流れないように選別板の傾斜角その他を調節する必要があるが、これだけでは不十分であったので、選別板の大豆流入口近くに完全粒がなるべく選別板の上部へ流れないように分散用ゲートとしてK, I, II, IIIの4種類を試作(第5図)し、その効果を比較検討した。

その結果、Kゲートでは選別板の傾斜角を26, 27, 28度、揺動クランク軸の回転数を毎分167~177回転、選別板の流れ角8度、選別板上の波状部分の水平角3.2度、整粒排出口幅を295mm、被害粒排出口幅を90mmとして試験した結果は次のとおりであった。

Kゲートによる選別精度は選別板傾斜角26度における選別精度は172>167>177回転の順に良く、それぞれ98.5, 98.2, 98.0%であった。27度では177>167>172回転の順でそれぞれ98.3, 98.1, 98.0%であった。このように傾斜角26~27度ではいずれの回転数でも98%以上の選別精度が得られた。被害粒口の完全粒混入割合は167回転では46~60%余りであったが、172, 177回転ではいずれの角度でも80%以上となった(第2表)。

以上の結果から、アキシロメ大豆での粒選にKゲート使用の場合は、機械条件として、整粒口、被害粒口から排出された材料中の完全粒率から判断すれば、揺動回転数167回転、選別板の傾斜角26度が適当と思われた、選別能率は毎時349kgであった。

ゲートIでは揺動軸回転数167回転、傾斜角27度での選別精度は98.4%と高く、しかも被害粒口から排出された大豆中の完全粒は8.3%と最低に抑えることができた(第2表)。ゲートII, IIIは選別板の被害粒排出口近くに設けたが、IIIではくず粒口への完全粒の流入率は0%近くにできるものの整粒排出口への破碎粒がやや増加し1%を超えるようになった。ゲートIIでの選別精度はゲートIとIIの中間的な値となった。

これらの結果からゲートはIが最もよく、次いでKゲートが適当と思われた。なおゲートなしの場合は整粒口

第1表 莢粒混入の場合の揺動板傾斜角と選別精度

傾斜 角度	粒排出 口名	粒 質 %					流 量 kg/h
		完全	破碎	変質	未熟	莢	
26度	整 粒	96.5	0.5	2.5	0.5	0	341.7
	被害粒	79.0	7.0	6.8	7.1	0	18.7
27度	整 粒	95.5	0.6	3.1	0.8	0	400.3
	被害粒	76.4	7.8	4.0	11.8	0	6.7
28度	整 粒	95.3	0.6	3.5	0.7	0.1	400.8
	被害粒	75.2	8.5	1.7	14.5	0	4.1

注. 供試材料の内容

完全粒 95.3% 破碎粒 0.3% 変質粒 3.5%

未熟粒 0.8% 莢付粒 0.1%

流入ゲートはK式を使用、流れ角8度、波水平角3.2度、回転数毎分167、整粒排出口幅295mm、被害粒排出口幅90mm、数値は3反覆の平均値。

第2表 流入ゲートの種類と選別精度

傾斜 角度	粒排出 口名	粒 質 %					流 量 kg/h
		完全	破碎	変質	未熟		
26度	整 粒	98.0	0.5	1.0	0.5	275.6	
	被害粒	86.8	5.4	2.1	5.7	76.0	
27度	整 粒	98.3	0.6	0.6	0.5	351.7	
	被害粒	83.4	7.5	1.9	7.1	46.1	
28度	整 粒	97.8	0.8	0.7	0.6	423.3	
	被害粒	85.8	5.2	1.2	7.9	24.7	
26度	整 粒	98.0	0.5	1.0	0.5	316.9	
	被害粒	65.5	17.3	4.2	13.0	19.8	
27度	整 粒	98.4	0.4	0.7	0.5	355.1	
	被害粒	8.3	86.1	2.1	3.6	1.9	
28度	整 粒	97.3	0.8	0.9	1.0	435.6	
	被害粒	11.2	79.1	2.3	7.3	1.7	

注. 供試材料の内容

完全粒 97%, 破碎粒, 変質粒未熟粒各1%.

毎分の回転数はゲートKの場合177回転, ゲートIでは167回転(揺動クランク軸), 数値は3反覆の平均値。

第3表 破砕粒混入率と選別精度

混入率 %	粒排出 口名	粒 質 %				流量 kg/h
		完全	破砕	変質	未熟	
1.0	整粒	98.0	0.8	0.8	0.5	466.6
	被害粒	29.8	57.1	0	13.2	1.3
2.0	整粒	97.2	1.5	0.7	0.7	438.4
	被害粒	37.3	51.0	0	11.8	1.1
3.0	整粒	96.6	1.6	1.2	0.8	440.4
	被害粒	20.0	60.7	0	19.3	1.0

注. 供試材料の内容

完全粒 97~95%, 破砕粒 1~3%, 変質粒, 未熟粒各 1%.

揺動クランク軸の回転数は毎分167回転, 流入ゲートはK式を使用, 整粒排出口幅295mm, 被害粒排出口幅90mm, 流れ角8度, 波水平角3.2度, 数値は2反覆の平均値.

第4表 スリット付選別板による揺動回転数と選別精度

回転数 rpm	粒排出 口名	粒 質 %				流量 kg/h
		完全	破砕	変質	未熟	
158	整粒	98.6	0.5	0.8	0.2	501.8
	被害粒	—	45.8	12.3	42.0	21.7
162	整粒	98.6	0.6	0.7	0.2	497.0
	被害粒	—	48.7	12.2	39.1	27.7
167	整粒	98.2	0.4	0.6	0.9	473.1
	被害粒	—	53.4	9.7	37.0	24.1
170	整粒	98.1	0.4	0.9	0.7	425.1
	被害粒	—	55.9	9.6	34.5	26.5

注. 供試材料の内容

完全粒 97%, 破砕粒, 未熟粒, 変質粒は各 1%.  
傾斜角20度, 流れ角9.5度, 波水平角3.6度,  
整粒排出口幅295mm, 被害粒排出口幅50×80mm (新設), 流入ゲートナシ, 数値は2反覆の平均値.

での完全粒率が96.6%程度に低下し最も悪い選別精度となった。

破砕粒混入割合と選別精度の関係は, 供試材料中の破砕率を1~3%までの範囲で増減させて試験したところ, 供試材料中の破砕粒混入率が1%では選別後の整粒口での完全粒率は98%, 混入率2%では97.2%, 3%では96.6%と破砕粒混入率の増加とともに選別精度が低下した(第3表)。能率は毎時466kg。これらの結果から供試材料中の破砕粒混入率は1%以下にとどめる必要があり, その時の選別精度は整粒口で98%以上の完全粒が期待できよう。

### 3. スリット付選別板による選別性能

揺動選別板による大豆の選別は選別板に設けられている多数の波状部分に破砕粒, 屑粒が乗り, 揺動作用により板上を上下に動きながら排出口へ移動するうちに完全粒と分離される。しかし板上の破砕粒の移動速度が完全粒のそれより遅いために板の傾斜角を低角にすると整粒口での精度は上っても被害粒口に整粒の混入量が増加するというマイナス面があった。そこで選別板の前段の部分にスリットを設けて屑粒を分離する方式を試みた。試験条件として, 揺動クランク軸の回転数を158~170rpm 選別板傾斜角を19~26度の範囲で変化させた。

その結果, 回転数 158 及び 162rpmでは選別板傾斜角 20~22度で98%以上の選別精度が得られ, 中でも20度の場合が最も良く98.6%の精度であった。これ以外の角度では90%以上の精度であったがいずれも低い精度となった。なお, 選別後の整粒口から排出された内容を見ると破砕粒, 変質粒の混入率はともに1%未満となり, 能率は毎時497~556kg程度であった。回転数167及び170rpm, 傾斜角19~21度では98.1~98.3%の精度となり, これより角度を上げると整粒率が低下した。能率は毎時425~473kgとなった。

以上の結果から, 揺動回転数 158~170rpmに共通した選別板の傾斜角度は20度で98.6%の精度が得られた(第4表)。このようにスリットを設けた選別板での最高精度98.6%は市販のベルト式専用機の精度99%台にほぼ近い精度であることから実用的といえよう。またスリット板では被害粒口から排出されたくず粒中に完全粒は全く混入せず, すべて破砕粒と変質粒, 未熟粒であった。しかし, スリット板上の大豆は流入ゲートからスリット上をストレートに下方へ流下するため, 選別板に設けられた波状の選別部はほとんど通過しなかった。このため, スリット部に大豆の流下方向と直角に太さ5.6mmのパー

を1~3本付設して横方向の流れを作り、波状選別部へ流れを試み選別精度の向上を期待したが、結果はスリット部での選別精度が低下し、全体として逆に精度が落ち96%余りの精度となった。

#### Ⅳ 考 察

供試大豆粒に莢が混入したものの選別では選別板の傾斜角度が26、27度では選別後に莢が整粒口、被害粒口のどちらにも出てこなかった。これは循環口に排出された莢が機内を循環中、衝撃その他の原因で莢が割れ、粒と分離し、空の莢が排塵口から排出されたためと考えられる。しかし、選別板の角度が28度位になると整粒排出口の位置からみて、傾斜角が大きくなると整粒とともに莢が下方に流されて出てくるため混入してくることになる。

供試した大豆はカッターで脱穀したあと比較的大きい茎（莢付もある）、茎の切片等を取り除いたのち唐箕選にかけてたもので、莢以外の夾雑物はなかったが、仮にあったとしてもそれが大豆粒の比重より小さいものであれば粗すり機の風量調節を強にしてファン回転数を上げれば小片夾雑物は機外に排出されるので問題はないと考えられる。

揺動板による穀粒の選別精度に関係する要因の研究について岩尾<sup>1)</sup>らは粗の場合、供給量の増加とともに分離効率が低下すること、また、小中<sup>2)</sup>らは選別性能は選別板傾斜角、揺動数などによって変ることを指摘している。さらに中川<sup>3)</sup>らは粒体が揺動され粒子が相対運動をはじめると比重大なるものが下方へ進み屑分離が行われることを明らかにしている。大豆による本試験でもスリットを設けない選別板ではこれらと同様のことが指摘できたが、選別精度に影響する要因としてはさらに流入ゲートの形状とその付設位置が関係することも判明した。

本試験に用いた流入ゲートは櫛状のK式と開放型の2型式であるが、開放型では開口部をK式よりやや小型にしたことと被害粒排出口へ整粒の流れを極力抑えるためにゲート端部の開口部をやや狭くしている。その結果、被害粒口から排出される整粒は櫛状ゲートの場合より20%以上少なくなることができた。これはこの方式では破碎粒と整粒の分離をあらかじめ選別板の前段で行った方がよいことを示している。このことはゲートⅡ、Ⅲを選別板の中程から後の位置に設けたが、後の位置ほど精度が落ちていることから推察できる。

供試材料中の破碎粒混入量については1~3%の範囲

で試験した結果、混入量が増加するほど選別精度が低下しているがこのことは選別板上で破碎粒の割合が多くなると、選別板上で割粒の一部が整粒とともに下方へ流されて整粒口から排出されるためである。半分は割れた大豆は板上で滑りながら移動するが整粒は板上を転動しながら板の下方へころがって移動するため割粒のみ板上に留りやすくなる。この割粒が板上で1%以上になると次第に割粒が整粒口に流れ込み、精度が低下してくる。このため大豆の流入を止めて破碎粒のみを排出させることも選別精度を維持する上から必要となろう。

選別板をさらに改造し、選別板の前段に幅6mmのスリットを設けて破碎粒と6mm未満の小粒などの屑粒を分離しようとした。選別の過程はまず均分器を通過するとき、均分器に設けられた同様のスリットで最初の選別が行われ、次に選別板に流入してスリット部で2回目の選別が行われる。選別板上に残った整粒は板の下方を排出口方向へ流れる。したがって従来の被害粒口、循環口からはほとんど排出されず、新たに別に設けた屑粒口から排出される。特に選別板の上部に設けられた従来の被害粒口からは全く排出されなかった。このため選別された大豆は機内を再循環することなくすべて1循環で排出され能率的であった。能率はスリットを設けない選別板では毎時300kg台であったがスリットを設けた場合は500kg台に達し60%以上の能率向上となった。

スリットを設けない場合、選別精度を大きく左右する調節か所として、機体及び選別板の傾斜度、揺動クランク軸の回転数、ゲートの付設などであり、特に選別板傾斜角は角度を大きくすると整粒口に屑粒が混入し、逆に角度を小さくすると被害粒口に完全粒が混入するという操作上のむづかしさがあった。しかし、スリット版ではこうした面倒な操作が省け、操作面の簡易化が利点としてあげられるが欠点としては、スリット部の目詰りであり目の大きさに近い粒がスリット部に詰ることがある。このため大量に選別する場合は時々選別板に打撃を与えるかその他の方法でスリットの掃除をする必要がある。今後この点についての対策が実用面では必要であろう。また、スリットの設置位置は機械の構造上、選別板の中央部には設けられないが、さらに精度を上げるには均分器の底幅を広げてスリット面積を増すか、大豆の流量を減らすかの方法が考えられる。この方式の選別では粒径別の選別ができないので必要ならば簡易な粒径選別機を併設すればよいであろう。また、り病していても粒形が完全粒に近いものは選別ができないので栽培中に防除の徹底をはかり極力混入を防ぐことも必要と思われる。

## V 摘 要

1. 大豆用に改造した揺動板による莢混入大豆の選別性能は、供試した大豆中の変質粒が3.5%あったため、選別精度は96.5%、能率は毎時340kg程度にとどまった。

選別前の大豆破砕粒混入量と選別精度の関係は混入率1%なら選別精度98%となるが、混入率3%では96.6%に低下した。能率は毎時466kgであった。

2. 流入ゲートの種類と選別性能は櫛状のKゲート付設の場合、選別板傾斜角26度、揺動回転数167rpmで最も精度がよく98.2%の完全粒が得られた。能率は毎時349kg、開放型のIゲートでは選別板傾斜角27度、回転数167rpmで98.4%とKゲートとあまり変らなかったが被害粒口における整粒の混入率が大幅に減少した。能率は毎時355kgであった。

3. スリット付選別板では揺動回転数158~162rpmでは選別板傾斜角20~22度が、166~170rpmでは19~21度の

場合が精度がよくいずれも98.6%で共通した傾斜角20度が得られた。能率は20~22度のとき毎時497~556kg、19~21度のとき425~473kgと低角でやや流量低下がみられた。スリット上に大豆の流下をさまたげるためのバーを設けたが精度の向上は望めず、逆に低下した。

## 引 用 文 献

1) 岩尾偉男・田辺一：1972. 振動ふるいによる流動層粒子（もみ）の移動速度ともみ玄米の分離行程について。島根大研報6：90~101.

2) 小中俊雄：1977. 揺動選別機に関する研究（Ⅳ）選別作用のデジタルシミュレーション。三重大農学部学報55：157~177.

3) 中川健治・小中俊雄：1972. 揺動選別機に関する研究（Ⅰ）。三重大農学部学報44：345~370.

## The Reconstruction of the Shaking Separate Type Rice Huller for the Soybean Grain Separating, and its Ability

Yoshinori NISHIKAWA

### Summary

In this test we were obtain that following results. When soybean grain separate by use of Shaking separator with soybean separtor board, if broken soybean grain 1% weight were mixed in sample before test, after separated by shaking separator board, 98% nobreaked bigger size grain were obtain. But 2-3% mixed with broken grain in sample before test, after separated with shaking separate board, nobreaked bigger size grain were 97-96% in weight.

The efficiency is 355 kg per hour. When use of separate board with slits, shaking crankshaft's revolution is 158-170 rpm, and board's slope angle is 20°, after separate 98.6% bigger size grain were obtain. The efficiency is 425-500 kg per hour, and this separate machine with slits board could more easy in operation methode than when use of noslit separate board.