

ビール麦の自動脱穀機による 発芽障害について

米内貞夫・山野昌敏

I. 諸言

ビール麦は発芽過程をへて麦芽に加工されるため、短期間に発芽がそろいかどうかはビール麦の良否を決めることになる。そのため発芽勢95%以上という検査規格がもうけられている。近年のビール麦をみると発芽勢は必ずしも検査規格にあったものばかりではない。その原因については、いろいろと推測されているが、脱穀時に受ける障害も大きな原因と思われる。

脱穀機は主として稲の脱穀用に開発されたものであり、これを麦の脱穀に使用しているといえる。そのため必ずしもビール麦の脱穀に適した機構ではなく、また適切な使用方法も示されていないのみでなく、とくに能率と精選を主に調整がおこなわれているため、機械的な強い衝撃を受けて、発芽力を低下させているようである。

そこで本報告では、ビール麦に適した脱穀機の使い方をあきらかにするために、まず穀粒水分と扱歯の周速度との関係を明らかにし、つぎに1番口および2番口の揚穀機が発芽におよぼす影響をたしかめることにした。さらに唐箕、吸引装置および排じん装置が2番口還元量にどのように影響するか、また2番口還元量の多少と発芽勢との関係を調査した。この試験は1966年から1969年の4ヶ年にわたり栃木県農業試験場南河内分場で実施されたものである。

試験実施にあたり終始御指導をいただいた中山保栃木県農業試験場場長補佐、および本稿のとりまとめにあたり御助言下さった野中舜二分場長に厚く謝意を表する。

II. 周速度および穀粒水分と発芽勢との関係

1. 試験方法

供試材料は慣行栽培したニューゴールデンを用い、穀粒水分を変えるために数回にわけて刈取り、脱穀した。使用した脱穀機は比較の数多く普及しているとみられる3機種で、1機種に対して4～5水準の周速度をもうけた。なお3機種とも扱歯直径および扱歯の高さが異なるために、つぎのように脱穀条件を歯先周速度であらわすことにした。

$$\text{周速度} = \text{歯先直径} \times \pi \times \text{毎分回転数}$$

脱穀にさいして負荷による速度の低下をできるだけ少なくするため、麦稈を薄く拡げ均一に送り込んでバラ扱きした。供試量は1処理あたり約10kgである。

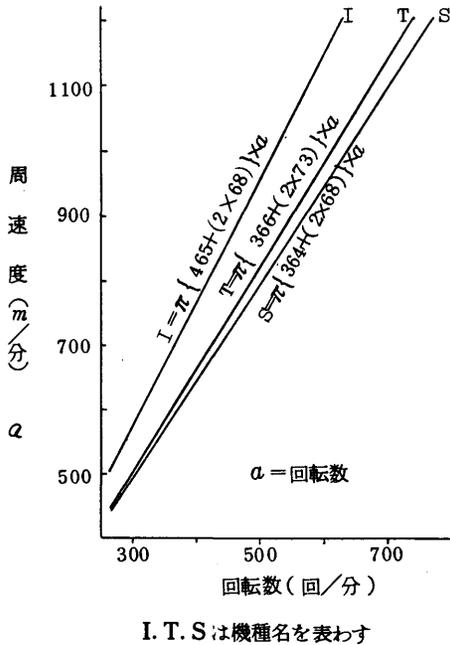
脱穀後、穀粒をむしろに拡げ天日乾燥をし、休眠が終了してから発芽試験をおこない脱穀時に受けた発芽障害の程度を発芽勢の高低であらわした。

水分の測定方法：脱穀した材料から1処理あたり約30gを抽出し、粗砕後約5gを秤量瓶にとり、105℃3時間乾燥、または130℃1時間乾燥法により、穀粒水分を測定した。

発芽試験の方法：9cmシャーレーにろ紙（東洋ろ紙No.2）を2枚敷き、穀粒100粒を入れ、純水4mlを加えた後20℃恒温恒室槽に挿入し、24時間毎に調査して幼根が出た粒を発芽粒とみなして数え、とりのぞいた。発芽勢は置床後72時間目までに発芽した粒の供試粒数に対する百分率である。

2. 結果および考察

この試験に用いた自動脱穀機はすべて下扱式¹⁾であるため中村¹⁾がいう下扱式有効直径で周速度をあらわし、供試した脱穀機の機種間差を解消したものとみなした。扱胴回転数と周速度の関係を示したのが第1図である。

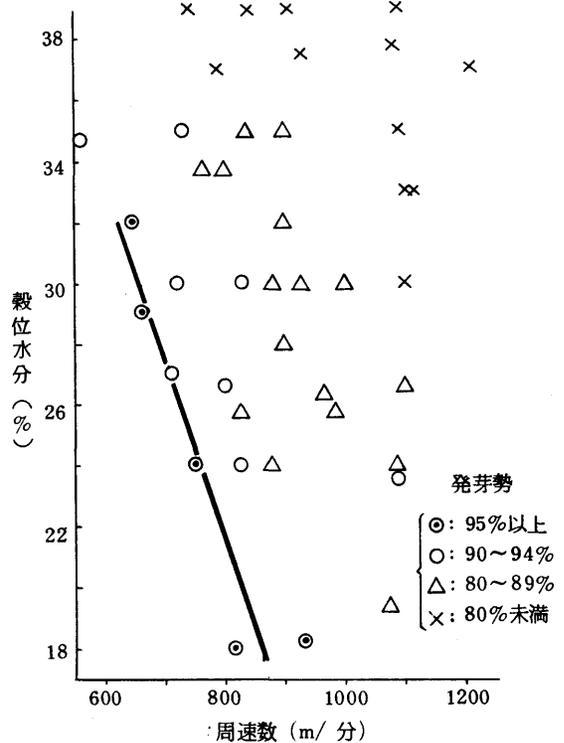


第1図 周速度と回転数との関係

処理数は合計41で、供試材料の穀粒水分は39%から18%までの巾があり、脱穀機の周速度は毎分557mから1254mまで変化させた。周速度および穀粒水分と発芽勢の関係は第2図に示すとおりである。最も高い発芽勢は99%で、その穀粒水分は18%、周速度は毎分935mであった。またもっとも低い発芽勢は51%で、その穀粒水分は37%、周速度は毎分1246mであった。穀粒水分は高くなるほど、周速度は速くなるほど発芽勢が低くなり、逆に穀粒水分は低くなるほど、また周速度は遅くなるほど発芽勢が高くなった。

穀粒水分が高くなるにつれて発芽勢が低くなり、穀粒水分が低くなるにつれて発芽勢が高くなることは粒の硬さのちがいによるものであり、

穀粒水分が高いほど粒は軟かく、機械的衝撃にたいして損傷を受けやすい。そのために発芽障害が発生したものと思われる。周速度が速くなるにしたがい発芽勢は低くなり、周速度が遅くなるにつれて発芽勢は高くなることは扱筒が穀粒にあたえる機械的衝撃力の差によって発生した発芽障害であるといえる。



第2図 周速度および穀粒水分と発芽勢

41処理のうち95%以上を示した5処理の周速度と穀粒水分について相関係数を求めると、

$$r = -0.924 \ast$$

で有意な負の相関関係があることがわかった。

穀粒水分(Y)の周速度(X)への回帰式は

$$Y = 24.2 - 0.0486(X - 757.8) \dots\dots (1)$$

であり、周速度(X)の穀粒水分(Y)への回帰式は

$$X = 757.8 - 17.6(Y - 24.2) \dots\dots (2)$$

である。ただし穀粒水分(Y)は18~32%の範囲である、穀粒水分が多い麦を脱穀する場合には周速度を遅くすればよく、麦の成熟が進んで穀

粒水分が少なくなるにつれて周速度を速くしてよいことがわかる。

ビール麦の場合成熟期頃の穀粒水分は約30%で、この麦がビール麦の検査規格である95%以上の発芽勢を有するように脱穀するためには式(2)から周速度を毎分約660mにすればよく、穀粒水分が25、20および15%に低下すれば周速度を毎分744、832および919mにしてよいことになる。穀粒水分が1%減少することにより周速度を毎分17.6m速めることができる。

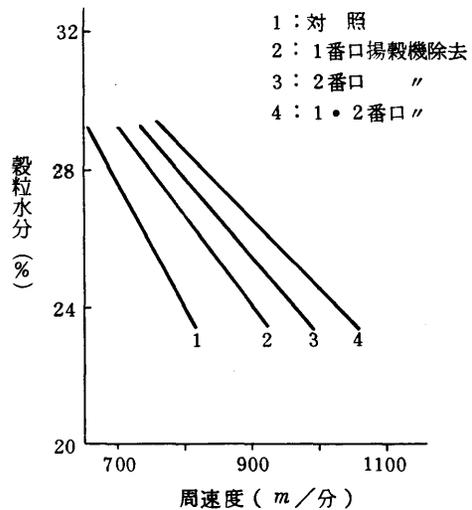
脱穀機の表示によると麦に適用する回転数は普通毎分600回前後であるが、この速度は扱歯の高さを68mmとすれば扱胴直径が364mmの場合周速度は毎分約940mとなり、式1)から穀粒水分15.2%が得られる。立毛状態で穀粒水分15%まで低下させることは、成熟期に天候がよく、麦に倒伏がなければ可能であるが、常時求めることは不可能なことである。すなわちこの速度は発芽をとくに問題にしない普通大麦および小麦に適用されるもので、ビール麦には適用できない。

2) 狩野²⁾はビール麦の脱穀には毎分300~400回が適当であるとしている。この周速度は扱胴直径が364mmの場合毎分約480~620mで式1)から脱穀できる麦の穀粒水分は34.9~31.3であればよい。扱胴直径465mmの場合は毎分約560~750mで、脱穀できる麦の穀粒水分は32.4~24.5%である。扱胴直径364mmの脱穀機を毎分300~400回転で使用する場合、成熟期に達した麦すべてに適用できるが、扱胴直径465mmの場合は、成熟期に達したものは毎分300回転くらいに調整し、水分が減少するにつれて回転数を増してよいといえる。

Ⅲ. 1番口および2番口揚穀機が発芽におよぼす影響

1. 試験方法

脱穀機の周速度を4水準もうけ、それぞれについて1番口および2番口揚穀機をつけた正常な状態を対照として、1番口揚穀機、2番口揚穀機および両方の揚穀機をとり外した場合をもうけ、適期刈した麦を脱穀して、1番口および2番口揚穀機が発芽勢におよぼす影響を検討した。



第3図 1番口および2番口揚穀機と発芽勢の関係

供試材料は慣行栽培をしたニューゴールドで、1処理あたり約10kgを供した。脱穀にさいして、麦稈をなるべく薄く間断なく齊一に送入した。1番口に出た穀粒を天日乾燥し、前試験と同様に発芽調査をおこなって発芽勢を求めた。

2. 結果および考察

同一圃場の麦であったが穀粒水分は処理区によって23.7%から33.3%まで分布していて、周速度ごとに揚穀機の影響を直接比較することはできない。そこで前試験と同様、X軸に周速度を、またY軸に穀粒水分をとり交点に発芽勢を記入した。比較を容易にするため、処理ごとに発芽勢95%の推定線を引いて第3図に示した。

1番口および2番口の揚穀機をつけた正常の状態に脱穀した場合もっとも発芽勢は低く、1

第1表 扱歯, 1番口および2番口揚穀機の周速度

扱歯周速度 m/分 (回/分)	1番口揚穀機 周速度m/分(回/分)	2番口揚穀機 周速度m/分(回/分)
724 (450)	625 (805)	1013 (1250)
844 (525)	758 (935)	1204 (1458)
989 (616)	892 (1100)	1394 (1720)
1086 (675)	981 (1210)	1536 (1895)

番口揚穀機を取り外した場合, 2番口揚穀機を取り外した場合, 1番口および2番口揚穀機を取り外した場合の順に発芽勢が高くなる傾向がみられた。

1番口および2番口の揚穀機は羽根の回転を利用して穀粒をはねあげて放出または扱室へ還元する装置である。羽根によって直接受ける衝撃と, 羽根でとばされ, 他の部分に衝突する時の衝撃が加わって, 穀粒の発芽障害としてあらわれるものと思われる。羽根の周速度は第一表のこおりである。1番口および2番口の揚穀機の羽根の大きさは同じであるが, 主軸の同一回転数の時, 2番口揚穀機の方が回転数は多く周速度が速いため強い衝撃をあたえていることがわかる。また2番口揚穀機による衝撃が1番口揚穀機による衝撃よりも強くあらわれるのは扱室内に繰返し還元され扱室内における衝撃を受けるためと思われる。

正常な状態で脱穀した場合, 穀粒は扱室内で扱歯による衝撃と二次的に内壁に衝突した場合の衝撃に加えて, 1番口に落ちた粒は1番口揚穀機による衝撃を, 2番口に落ちた粒は2番口揚穀機による衝撃を受けることになる。そのた

めに発芽勢がもっとも低くなるものと思われる。また1番口揚穀機を取り外した場合は扱室内での衝撃と2番口揚穀機による衝撃を, 2番口揚穀機を取り外した場合は扱室と1番口揚穀機の衝撃を, 1番口および2番口揚穀機を取り

外した場合は扱室内における衝撃のみを受けることになり発芽勢が高くなるものと思われる。

IV. 唐箕, 吹引装置および排じん装置と2番口置元量の関係

1. 試験方法

試験区の構成は第2表のとおりで扱胴, 1番口揚穀装置および2番口揚穀装置の速度を一定にしておき, 唐箕および吸引装置を強, 中, 弱の3水準に, 排じん装置を多, 中, 小の3水準に調整し, それぞれ組合せて27処理とした。処理に反復はなく, 1処理に刈取直後の麦約10kgを供し, バラ扱きした。1番口および2番口に出た穀粒を秤量して, 扱き落された総量に対する百分率を1番口および2番口歩合として求めた。また乾燥後小型唐箕にかけて精選し, 1番口および2番口における精麦歩合を求めた。

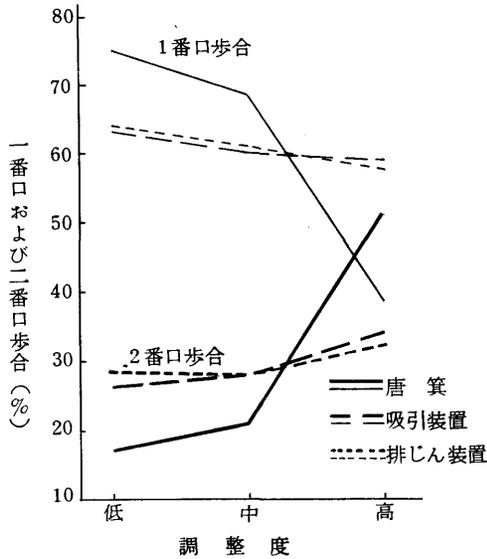
2. 結果および考察

唐箕の調整度と1番口および2番口歩合の関係を示したのが第4図, 精麦歩合との関係を示したのが第5図である。唐箕を弱, 中および強に調整した場合1番口歩合はそれぞれ75, 69および39%で大きく減少し, 2番口歩合は17, 21

第2表 唐箕および吸引装置の回転速度

扱 胴	1番口揚穀機 2番口揚穀機		唐 箕		吸 引 装 置		排じん装置
	回/分	回/分	弱	中	弱	中	
370	985	1440	806	1052	923	1171	少
			1330		1313		中
							多

および51%で増加した。吸引装置の調整を強くするにしたがって1番口歩合は63, 60および59%と減少し, 2番口歩合は逆に27, 28, および34%と増加した。また排じん装置の調整により1番口歩合は64~58%に減少し, 2番口歩合は28から33%に増加した。

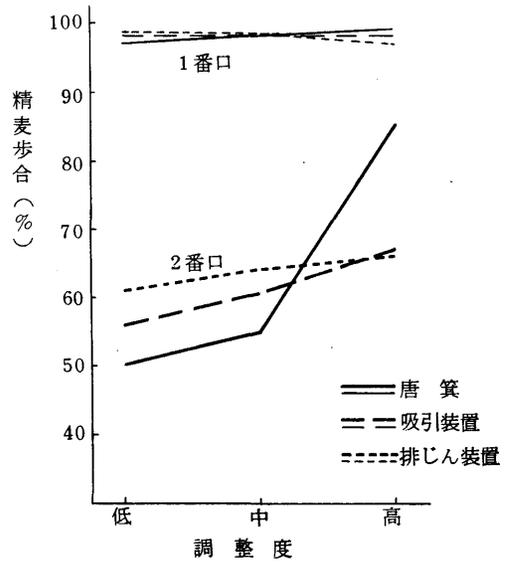


第4図 調整度と脱穀量に対する1番口・2番口歩合

唐箕, 吸引装置および排じん装置の調整が1番口精麦歩合におよぼす影響は少なく, 97~98%であったが, 2番口の精麦歩合は調整によって異なる。唐箕の調整が弱い時は50%で非常に低く, 強くすると85%になった。また吸引装置および排じん装置ではそれぞれ57から67%, 62から66%に増加した。

以上の結果唐箕の調整により1番口および2番口の排出歩合は大きく変化し, 吸引装置および排じん装置の調整が1番口および2番口の排出歩合におよぼす影響は小さいことが明らかになった。

2番口還元量が多いことは扱室へ繰返し入って扱歯による衝撃を受けることになり, 障害を



第5図 調整度と1番口・2番口の精麦歩合

大きくするものとみられる。そこで唐箕の調整を弱くして2番口還元量を少なくすること, すなわち1番口から早く排出することが障害を小さくすることと考えられる。また1番口への排出を早くして, 2番口還元量を少なくすることに機内の穀粒量を少なくして, 各部の通過を容易にするものとみられる。

唐箕の強度を弱くして, 1番口歩合を増大してもその精麦歩合は強く調整した場合とほとんど変わらない。この結果からも唐箕の調整を弱くしておいて支障ないものとみられる。唐箕の調整を弱くした場合2番口の精麦歩合が50%にも低下し, 比重の小さな茎葉が多くなるため, 2番口還元装置内ではつまるおそれがある。このような場合には吸引装置を強く調整して排じん量を多くすればよい。また脱穀機の送入時にできるだけ浅く送入して茎葉が機内に入る量を少なくすることも効果あるものと考えられる。

V. 唐箕および吸引装置の強度が発芽におよぼす影響

1. 試験方法

発芽障害を発生させない程度に周速度(約700 m/分)を調整し、唐箕および吸引装置を3水準に調整し、それぞれを組合せて9処理を行なった。供試材料は慣行栽培したニューゴールデンおよびさつき二条で、それぞれ2期にわけて刈り取り直ちに脱穀した。

2. 結果および考察

前試験の結果脱穀機の精選機構、とくに唐箕は2番口還元量に影響をおよぼすことがわかった。この試験はその還元量の多少が発芽におよぼす影響をみようとしたものであるが、2番口揚穀機をつけたままでは還元量を測定できない。そこで前試験と同強度に唐箕および吸引装置を調整し、それぞれ同程度の2番口還元量があったものとみなした。

周速度は毎分691mで、唐箕の回転数は毎分800、1049および1324回であり、吸引装置の回転数は毎分927、1159および1308回で前試験と同程度に調整できた。

供試料の水分はニューゴールデンが26.2および18.9%、さつき二条が23.9および19.7%で、毎分691mの周速度で脱穀すれば発芽勢95%以上に調整できる条件である。

発芽調査の結果は第3表のとおりで、発芽勢は96~100%あった。分散分析の結果、穀粒水分

唐箕および吸引装置の調整度の間に有意な差はみとめられず、またこれらに交互作用もみとめられなかった。すなわち周速度を穀粒水分に対して障害を発生させない速度に調整すれば唐箕および吸引装置の強度は穀粒の発芽に影響しないことがわかった。

VI. 総合考察

穀物の脱穀にあたって穀粒水分との関係で扱函の周速度を決めればよいことはこれまでもいわれており、コンバインを使用する場合にも同様のことがいわれている³⁾。穀粒水分と周速度との間に負の相関関係があり、回帰式が求められた。そこで脱穀に先だてて穀粒水分がわかれば適切な周速度を決めることができ、扱函の回転数を算出できる。

この関係を求めるために用いた穀粒の水分範囲は18~32%でやや早刈りから遅刈りのものまで含まれているため、実際のほとんどの場合に適用できると思われる。

ビール麦の成熟期の平均水分は約30%であるが、この水分を穂別にみると高低に15~20%の開きがあり、さらに粒別にみると15~17%の差がある。しかし穂内の粒の水分分布の中は水分が低下するにつれて小さくなり、水分が約12%になるとほとんどなくなってくる(米内未発表)成熟期頃の水分分布の中は大きく、水分の高い

第3表 唐箕および吸引装置と発芽勢

品 種 名	唐箕(回/分)	吸引装置(回/分)									
		800			1049			1324			
		927	1159	1308	927	1159	1308	927	1159	1308	
	水分%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
ニューゴールデン	26.2	97	99	96	96	98	98	100	96	98	
	18.9	99	99	99	99	99	99	99	100	99	
さつき二条	23.9	99	99	99	99	97	98	100	96	98	
	19.7	99	99	97	100	99	100	99	97	100	
平 均		99	99	98	99	98	99	100	97	99	

粒ほど障害を受けやすいものとみられる。また水分が低くなると水分分布の巾が小さくなり硬度も増して障害を受けにくくなるものと考えられる。そこでできるだけ水分が低下した状態で脱穀すれば障害を少なくできることになる。

麦芽を製造する場合2.5mm以上の粒が用いられるが著者らの調査では、大粒ほど発芽勢が低くなることを確認しているが、このことについては別の機会に報告する。この現象についても検討を加え麦の側からも障害を軽減する条件を求めなければならない。

自動脱穀機に使用する原動機の所要馬力は普通2～3馬力とされているが多水分のものを送入すると一時的に周速度が落ちることがみとめられている。比較的低速で運転して周速度が遅くなると1番口および2番口の揚穀機がはねあげる力を失ない、穀粒が機内につまって、機械を停止しなければならない結果になる。そこで回転を落さず、回転むらを小さくするために小束をうすく拵げて送り込むか、バラ抜きすることがよいとされている。さらに扱室での抵抗を小さくするために穂全体が扱歯にかかる程度に浅く送り込むことも一方法である。⁶⁾ビール麦は比較的穂揃いがよいからこのようにしても扱き残りは少ないと思われる。

1番口および2番口の揚穀機は発芽障害を発生させているようであるが、これらの装置は取り外しが可能であるから障害が助長される時はとりのぞいて脱穀した方がよい。とくに高水分の穀粒を脱穀する場合には2番口揚穀機を外しておき、ここに出た穀粒は乾燥後再調整すればよいであろう。

周速度が一定の場合発芽を低下させないためには2番口還元量を少なくし、衝撃を受ける機会を少なくすることが考えられる。しかし発芽障害を発生させない程度に周速度を調整すれば唐箕回転数を速めて、2番口還元量が增大して

も、発芽勢は低下しない。また1番口の精麦歩合は唐箕や吸引装置等精選機構による影響をほとんど受けない。以上のことから穀粒水分にたいして周速度の調整が適切であれば、精選機構である唐箕、吸引装置および排じん装置は発芽勢に影響をおよぼさないことがわかった。

そこで周速度の調整を第1におこない、唐箕、吸引装置および排じん装置の調整を補助的におこなえばよいと思われる。

VII. 摘要

1. ビール麦の発芽不良の一因は脱穀による障害とみられている。発芽障害を少なくする脱穀方法をみいだすため1966年から1969年にかけて栃木県農業試験場南河内分場で試験を行なった。

2. 発芽勢を一定(95%)に保つ場合、穀粒水分と扱筒周速度の間に有意な負の相関($r = -0.924$ ※)が認められ、周速度(X)の穀粒水分(Y)への回帰式 $X = 757.8 - 17.6(Y - 24.2)$ が求められた。適用範囲は穀粒水分18～32%である。

3. 揚穀装置は発芽障害を助長することがみとめられた。とくに2番口揚穀装置の障害は、それ自体のものと還元された穀粒が繰返し扱室で受ける衝撃が相加されたものと考えられる。2番口還元量に大きな影響をおよぼしているのは唐箕の強度である。

4. 吸引装置および排じん装置が還元量におよぼす影響は少ない。

5. 穀粒水分に対して周速度がやゝ遅めに調整されていれば、唐箕および吸引装置の強度によって還元量が増加しても発芽障害はみられない。

6. ビール麦を脱穀する場合、穀粒水分に適した周速度になるよう扱筒回転数を調整し、唐箕強度を弱くして、2番口還元量を少なく、1番口から早く排出することがのぞましいといえ

る。

Ⅷ. 引用文献

1. 中村忠次郎 農ふ園 Vol. 29(10)P.1289
新しい脱穀機調整機の機能と今後の問題点.
2. 狩野秀男 農及園 Vol. 37(10)P 脱穀機
と籾攪機の現状.
3. 富沢 昭 中山正四郎 鈴木英男 栃木
県農業試験場研究報告 第5号P.15 通風乾燥
法に関する研究.
4. 中橋雄作 農及園 Vol. 35(8)P.1317 脱穀
作業用原動機.
5. 狩野秀男 農及園 Vol. (1)P.197 生脱穀
とスレッシャーの利用.
6. 鷲足文男 農及園 Vol. 34(11)P.1709 脱穀
作業の能率増進法.