

水稻収穫作業体系の確立に関する研究

第2報 生脱穀作業体系について

上 出 順 一・八木橋 六二郎

石 橋 八 郎・森 行 勝 也

(青森県農試)

1. ま え が き

現行の水稻収穫作業は、手刈りした稲を小束に結束して自然乾燥し、風乾後に脱穀する方法をとっている。10アール当りの収穫作業時間は刈取乾燥に36.6時間、脱穀調製に27.1時間の合計63.7時間で、稲作作業全体のおよそ $\frac{1}{2}$ である。近年農家労働力の減少、老齢化に伴って機械による省力化が強く要請されている。なお収穫作業省力化の方途として、コンバインの利用があるが、コンバインが実用的に普及するまでには多くの問題があり、かなりの時間を要するものとみられる。このような情勢に鑑み、水稻収穫作業の省力化を図るため、動力刈取機並びに自動脱穀機を利用した生脱穀作業方法について実験を行なったが、その効果が認められたので報告する。

2. 試 験 方 法

1. 供試機

- (1) 刈取機 (S式およびM式集束型、E式およびK式結束型)
- (2) 自動脱穀機 (K式)

- (3) 自脱カッター (K式)

- (4) 空気揚穀式循環型乾燥機 (9石型4基)

- (5) 大型トラクターおよび2トン ダンプトレーラー

2. 作業方法および試験区

刈取作業と脱穀作業は別々に行なった。各区10アール以上を供試し、脱穀作業は脱穀機を圃場のほぼ中央に据付け、稲は人力で脱穀機の所へ運搬集積しながら脱穀する方法をとった。脱穀機とエンジンは車台にセットして圃場内移動の便宜を図った。脱穀された籾は袋詰めし、およそ20アール分づつまとめて2トン積トレーラーで乾燥庫に搬入し乾燥した。また排出わらは圃場内に長いまま、あるいは脱穀作業と平行してカッターで15cm程度の長さに切断して堆積した。脱穀作業における人員の基本的配置は稲運搬集積に3名、供給に1名、供給補助に1名、籾およびわら処理に1~2名の計6~7名である。試験区は第1表のとおりである。

3. ほ 場

試験は昭和40年および41年度に行なった。圃場の排水は良好で作業期間中には比較的乾燥状態にあり、軟かい

第1表 試 験 区

区 分	試験番号	作 業 方 法 (順序)	備 考
手 刈 体 系	1	手 刈 り→小束→棒掛→乾 脱	慣行法昭40 追子ノ木
	2	〃 →〃 →島立→半 乾 脱	昭40 追子ノ木
	3	〃 →〃 →〃 →生バラ脱	〃
	4	〃 →〃 →大 束→生バラ脱	〃
集 束 型 刈 取 機 利 用 体 系	5	刈 取 り→〃 →〃 →生バラ脱	〃
	6	〃 →大 束→〃 →生バラ脱	〃
	7	〃 →小 束→〃 →生 脱	〃
	8	〃 →バラ地干→半 乾 脱	〃
	9	〃 →〃 →〃 →生バラ脱	昭41 農試
結 束 型 刈 取 機 利 用 体 系	10	刈 取 り→島 立→〃 →半 乾 脱	昭40 追子ノ木 } E機
	11	〃 →棒 掛→〃 →半 乾 脱	〃 } E機
	12	〃 →〃 →〃 →生 脱	昭41 前田ヤシキ } K機
	13	〃 →〃 →〃 →生 脱	〃 } K機

第2表 刈取時の作物条件

年次	昭和40年		昭和41年		
場所	黒石市追子ノ木		田舎館村前田ヤシキ	農試本場	
品栽植様式	トワダ 30cm×15cm	フジミノリ 30×15	ふ系69 27×14.8	青系50 27×14.8	フジミノリ 30×15
穂穂長 穂長数	88~90cm 19~20cm 17~19	90~93 20~21 14~17	86~97 19~23 11~25	79~91 18.6~20.6 13~21	77~103 16~21.6 8~15
籾水分	25~26% 69~71%	25~26 69~71	— —	— —	— —
収倒伏(立毛角)	600~630kg/10a 40~70°	580~620 40~70	594 60~70	644 60~70	540 直立

第3表 作業別所要時間(10アール当り)

試験 番号	機械利用時間(分)		延所要時間(人分)				計 (人時)	比 率 (%)
	刈取機	脱穀機	刈取り	結束	稲干	脱穀		
1	—	52	1308	—	320	551	36.1	100
2	—	56	1153	—	200	336	28.1	77.5
3	—	64	1153	—	—	594	29.7	81.8
4	—	97	1029	300	—	674	33.6	92.5
5	189	94	189	—	—	564	12.6	34.9
6	137	132	137	222	—	546	15.1	41.6
7	137	55	137	654	—	313	18.5	51.0
8	159	100	177	—	—	600	13.0	35.8
9	76	89	152	—	—	534	11.4	31.4
10	200	50	222	—	200	300	12.1	32.3
11	200	60	222	—	300	300	13.8	38.0
12	71	119	142	—	—	994	17.3	48.0
13	71	88	142	—	—	612	12.6	34.9

所でも1~2cmの足跡がつく程度であった。また雑草の発生少なく作業には支障がなかった。

4. 作物条件

品種はトワダ、フジミノリ、ふ系69号、青系50号で手植による移植栽培、栽植様式は30cm×15cmおよび27cm×14.8cmである。昭和40年度の刈取時の稲は立毛角で40~70°程度に倒伏していた。昭和41年のふ系69号は深層追肥を実施し刈取適期より若干早目であった。刈取時の作物条件を第2表に示す。

3. 結果および考察

1. 生脱穀体系における労働時間

各作業体系に行なった試験区について刈取りから脱穀までの所要労働時間をまとめたのが第3表である。

(1) 刈取りおよび結束

刈取所要時間をみると、手刈区が最も多く刈取りだけで10アール当り17人時程度を要し、さらに小束に結束し

ながら刈取る場合は20~22人時となる。また手刈りした稲を大束に結束する場合は結束だけに5人時を要した。

一方、刈取機利用の場合、昭和40年度に実施した集束型刈取機では稲が倒伏していたことにより刈取時間は10アール当り2.3~3時間で比較的多くかかったが、倒伏していない場合は1.3時間程度(昭和41)でかなり能率的に行なわれた。なお畦畔が高い場合は畦畔際の手刈りを要するので順調に刈取りが行われた場合でも10アール当り刈取時間は2.5人時程度になる。また集束型刈取機によって刈取り稲の結束時間は刈取り稲の性状によって左右され、大束に結束する場合は10アール当り222分、小束結束の場合は654分であった。したがって集束型刈取機による刈取りと人力結束の延所要時間は小束結束の場合は約770分、大束結束の場合は約360分で、手刈りに比べ $\frac{1}{4}$ ~ $\frac{1}{2}$ となる。結束所要時間が機械刈区が手刈区より多いのは機械刈区の集束状態が手刈りのものより乱れが大きいことによるものであると考えられる。

1条結束型刈取機（E式）によっては作業者の熟練程度によって異なるが、機械に習熟した者で行なった場合、10アール当り約200分で刈取り結束を行なうことができた。なお本機によっては枕地両端に3～4株が刈り残しとなるのでこれらの手刈結束に27分を要し、結局10アール当り230分程度となる。また3条結束型（K式）によっては極めて能率的で作業能率は10アール当り1.2時間であった。しかし本機の構造上から圃場周辺の1～2条の手刈りを要し、この時間を含めるとおよそ2.4人時となる。

(2) 稲干し（野外乾燥）

生脱穀作業体系を採用する場合において脱穀作業が中断した場合、刈取られた稲を島立あるいは棒掛を行なう必要も生じてくる。棒掛け乾燥を行なう場合稲の運搬、集積、稲掛けに要する時間は10アール当り6～6.5人時、島立の場合は約3.5人時で、棒掛法は島立法に比較し約50%多く要している。なお前記の棒掛時間には乾燥棒の運搬準備の時間が含まれていないので、これらの時間を加えるとさらに多くなると考えられる。

(3) 脱穀作業

自動脱穀機による脱穀能率は10アール当り50～132分であったが、作業能率は稲の性状、供給方法および組作業人員等に左右されるものであり、バラ扱いよりも小束結束したものは供給を円滑に行なうことができ能率は高い。すなわち、昭和40年の試験結果によると第4表のとおりで、生あるいは半乾脱穀ともバラ扱きの場合は小束扱きに比べて能率は1/2程度となる。脱穀能率は籾・わら水分よりもむしろ供給方法の違いによって影響されるところが大きかった。圃場脱穀では稲の運搬集積と脱穀を6名前後の作業員で連続的行なう場合、のべ脱穀所要時間は10アール当り5～10人時であるが小束結束したものは稲の運搬が容易であるところから所要時間は少

なく、また半乾稲の場合は10アール当り5人時程度で、生稲の場合より少なくてすむ。しかし半乾稲でも大束に結束して島立乾燥したものは、バラ扱きする場合箱の穂首が屈曲して、脱穀機への供給が、生でバラ扱きする場合より困難になる。なお生脱穀を行なう場合、刈取適期より早目で上位葉が枯上っていない場合は脱穀機内のつまりを生じ供給量を多くすることができない。第5表は昭和41年度の生脱穀試験結果であるが、Iの機械停止時間は適期より早目のもので上位葉の切断吸引による脱穀機のつまり、Ⅲはカッターの故障によるものである。

第4表 脱穀方法と能率

脱穀方法	能率 (分/10a)	組作業人員 (人)
生脱穀 {バラ供給 小束}	108(94～132) 60(55～64)	6～8 〃
半乾脱穀 {バラ供給 小束}	100 53(50～56)	6～8 〃
乾脱穀・小束供給	56(52～60)	6～8

第5表 生脱穀試験結果（昭41）

試 験 区		I	Ⅱ	Ⅲ
品 種		ふ 系 69	青 系 50	フ ミ ノ ジ リ
供 給 方 法		小 束	小 束	バ ラ
組 作 業 人 員		8 人	7 人	6 人
所 要 時 間		2.64 ^h	1.46 ^h	2.22 ^h
内 訳	準備・調整 脱 穀	0.11 1.86	0.05 1.41	0.10 1.38
	小 計	1.97	1.46	1.48
	機 械 停 止	0.66	—	0.74

第6表 刈取機の性能概要

供試機	作業巾	刈取速度	刈取能率 (h/10a)	要手刈積	手刈時間	倒伏稲の 刈取限界 (立毛角)	湿田適応性 (コーン 支持力)	燃消費量	使用量
集束型刈取機 (遊星式)	80～90cm	0.2～0.3 ^{m/s}	2.5～3※ 1.3※※	25m ²	0.5h	45°	1.7kg1m ² (0～5cm)	1.1ℓ/10a (ガソリン)	—
結束型刈取機 (1条用E式)	20～30〃 (1条)	0.3〃	3～3.5	14〃	0.5〃	30°	—	1.2〃 (〃)	12.2kg (わらなわ)
〃 (3条用K式)	75～90〃 (3条)	0.35～ 0.4〃	1.2	67〃	1.2〃	30°	0.6〃 (0～5)	1.2〃 (〃)	2.4 (麻紐)

注. (1) 圃場区画は18m×54m

(2) ※は立毛角40～70° ※※は直立稲の場合

(4) 延労働時間

刈取りから脱穀までの延労働時間は慣行体系では10アール当り36.3人時で最も多く、また手刈稲を生脱穀する場合は稲干に要する時間が省かれるので10アール当り28～34人時で慣行の78～93%となる。一方動力刈取機利用体系では、生あるいは半乾脱穀方式で10アール当り12～18人時であり慣行の31～51%程度になるが、集束型刈取機で刈取った稲を小束に結束して脱穀する場合は、脱穀能率が高まり、脱穀所要労働時間は少なくなるが、結束時間が多いため省力化程度は低くなる。最も省力効果の高かったのは集束型刈取機利用体系によるバラ脱穀および結束型刈取機利用体系の場合で延所要時間は10アール当り12～14人時で慣行のおよそ1/3であった。

2. 圃場および作物条件と刈取機の性能

刈取機利用による作業能率は圃場条件、作物条件とくに稲の倒伏程度、作業者の熟練度等によって異なる。各機の性能概要を示すと第6表のとおりである。集束型の刈取能率は直立した稲では10アール当り1.3時間程度であるが、立毛角が40～70°程度に倒伏している場合は2.5～3時に能率は低下する。倒伏稲に対する刈取可能限界は立毛角では45°とみられる。一方結束型刈取機は1条用および3条用とも倒伏稲に対する刈取適応性が高く、立毛角でおよそ30°まで刈取可能である。作業能率は10アール当り1条用で3～3.5時間、3条用で1.2時間とみることができる。なお、各刈取機とも圃場条件によっては周囲枕地部の稲を手刈りする必要がある。

圃場の硬さと作業状況を見ると3条刈りバインダーが、最も湿田に対する適応性が高く、表面から5cm間のコーン支持力が $0.5\text{kg}/\text{cm}^2$ でタイヤ沈下量が5～7cmでも作業ができるが、稲が倒伏していると引起し、分草抵抗が増大するためスリップが大きくなり作業不能となった。一般に湿田では稲の倒伏が大きいが、このような軟弱圃場での倒伏稲の刈取可能範囲は立毛角で40°程度とみられる。

動力集束型刈取機(S式、シングルタイヤ)では表面から5cmまでのコーン支持力 $1.6\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上、10cmまでは $2.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上が必要である。車輪沈下と作業の関係は5cm程度までの沈下では刈取作業に大きな支障はないが沈下が8～10cmになると車輪による泥の押上げ、機体のバランスが失われて走行性が著るしく低下し刈取りはほとんどできない。

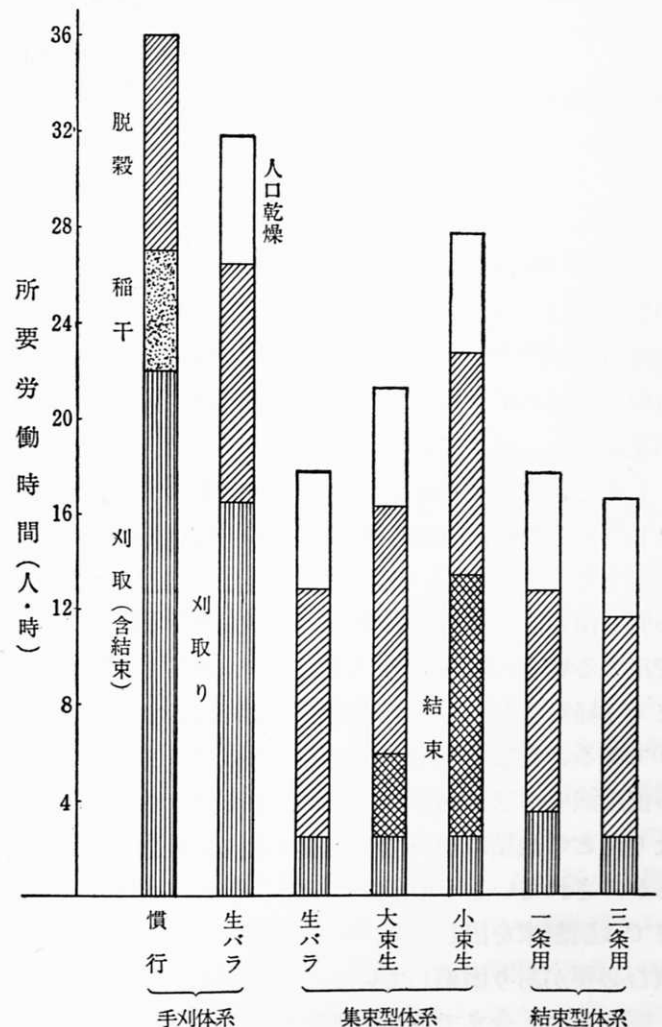
刈取機利用による穀損失は集束型で1.3～1.8%、結束型では殆んどみられない。

3. 生脱穀性能

自動脱穀機による生脱穀性能をみると、所要動力は2～4PSで供給量の多いほど大きく、また毎時毎馬力効率は籾水分の多いほど低い、生脱穀作業においては2番還元スローワー部のつまりが大きな問題となるが、この対策として回転数をあげることは茎葉の切断吸引量が多くなり効果的ではない、また回転数の増大によって脱粒粒が多くなる。生脱穀による穀粒損失は、3番口飛散、扱残し、ささり粒などによるもので、バラ扱きによる場合0.4～1.3%、束扱きによる場合0.05～0.7%であった。

4. 生籾の乾燥

9石型乾燥機4基による連続乾燥では1人の作業者が乾燥機4基を管理し、定期間に籾水分を測定する。籾の張込、排出には2名の作業者が行なう。毎時水分乾減率は生籾(水分24%前後)で0.9～1.1%半乾燥籾(水分17～20%)で0.6～0.8%である。乾燥所要労働時間は籾水分、乾燥機の構造と規模その他の条件によって異なるが、上記の試験結果から生籾乾燥の場合は10アール当り3.8～4.3人時、半乾籾乾燥の場合は3～3.5人時で



第1図 作業体系別所要労力

ある。また籾の運搬は圃場から乾燥庫までの距離によって影響されるところであるが、運搬距離を2 km程度のとき1回に20アール分の籾を運搬するとすれば積込、荷降しを含め10アール当り、およそ1.2人時となる。したがって10アール当りのべ乾燥労働時間は生籾の場合5.0～5.5人時、半乾籾の場合4.2～4.7人時となる。

4. む す び

以上の結果から、水稻収穫作業における生脱穀方式が、省力効果が高いことがわかる。

第1図は代表的な作業体系について整理したものであ

るが、とくに集束型刈取機利用と生バラ脱穀、結束型刈取機と生脱穀方式が省力的でべ所要労力は慣行のおよそ1/2程度となる。なお、このような方式を採用するに当ってはとくに脱穀作業が気象条件によって左右されるので適宜生脱穀および半乾脱穀方式を組み入れる必要があり、一方式に固定することは望ましくない。また刈取機、脱穀機、乾燥機的能力とその適正組合せ機械の効率的利用を行なうための共同作業と、人員配置の適正化を図ることが大切であり、さらに収穫作業の機械化を推進するためには圃場の整備、および作物倒伏の軽減が欠かせぬ要件となる。

籾の乾燥が米質におよぼす影響に関する研究

—玄米内水分較差と乾燥環境条件について—

阿部 宇吉・浅野 功三・橋本 重雄

(山形県農試)

1. ま え が き

水稻の収穫作業において、東北では普通型コンバインの普及がむずかしく、また今までの慣行等もあって生籾乾燥は消極的であったが、バインダーの普及に対抗する自脱型コンバインの市販化に伴って再び生籾からの乾燥が重要になってきている。

しかし、生籾乾燥が実際に現地の農家で行なわれようとしているのに、完全に籾乾燥理論が明らかにされたかという点とそうでなく、特に東北ではそうで、メーカーから売り出されている乾燥機が、その設計の段階で果して使用する場合の操作面まで指摘したかどうか疑問で、今までの経験を基にして組み立てられているものが多いようである。農家で使用する機械によって、実際はいろいろ使用法の指示があるが、機械が違えばそのつど異なり、どの機械についても共通の最適乾燥法となると明らかにされているものはない。それゆえ、機械に慣れるまでは胴割米を出したり、変質・高水米を出して経験を積む必要があり困惑しているのが現状である。

筆者らは、今まで多くの研究者によって行なわれた乾燥試験の結果と若干筆者への結果を総合して (1)乾燥方

法 (2)水分変化、(3)乾燥条件、(4)胴割増加等について検討を行ない、何か共通の点を見い出すよう努めてみた。

2. 方法および機材

測定器機

風温・風速・風圧・アネモマスター型熱電対式風速計
空気湿度・乾湿球温度計

籾温・風温：電子管式自記温度計、サーミスター温度計
棒状温度計

籾水分：籾水分含有率はすべてW・W法にて表示する。

10 gサンプルを赤外線水分計にて測定。

胴割：200粒について肉眼鑑定する。基準は「胴割の分級基準」（農業機械全国研究協議会資料・昭和40年4月）

供試乾燥機：

ニューホーランド・グレンドライヤー 765E型
(循環式)

アポロPC—250, A—30 (吹上循環式)

山本式パレット号 (4～7石型)

供試籾：

湛水直播・乾田直播・移植栽培のコンバイン収穫籾、