

専用収穫機体系と予乾体系の組合せによる飼料イネ収穫・調製作業の効率化

鈴木一好・染井英夫

Efficiency in Ensiling Systems on Whole Crop Rice Silage using Self-propelled Roll Baler for Whole Crop Rice Silage and Roll Baler for Harvesting Grass

Kazuyoshi SUZUKI and Hideo SOMEI

要 約

飼料イネの収穫・調製作業の効率化のために、専用収穫機体系と予乾体系について現地圃場での作業を調査し、作業人数別に1日で行なえる収穫・調製作業面積を明らかにし、二つの体系の組合せによる効率化を検討した。

1日で行なえる飼料イネの収穫・調製作業可能面積は、専用収穫機(コンバイン型)の場合6人体制で1.8ha、予乾方式の場合4人体制で1.5haであったが、組合せて行なうと、6人体制で3.0haが可能となると試算された。

また、組合せることにより、年間収穫面積を増加できるとともに労働費が節減され、コスト低減につながる可能性が示唆された。

緒 言

飼料イネは、水田側にとっては有望な転作作物として、また畜産側にとっては粗飼料自給率の向上対策として注目され、行政、普及、研究部門が強力に推進しているところである。県内の飼料イネ作付け面積は2003年が88.8haと最も多く、ここ数年は約65ha程度で推移している。

収穫・調製作業については、飼料イネ用に関与された専用収穫機を用いる体系と汎用収穫機(牧草等に用いている牽引型ロールベアラ)を用いる予乾体系に大別できる。筆者らは、これまでに県内事例を四つの類型に分類し、その作業可能面積及び収穫・調製コストについて報告し、その中で、専用収穫機を用いる類型は湿田での作業が可能であるが収穫・調製コストが最も高いことを明らかにした¹⁾。県内で専用収穫機を所有しているコントラクター組織はひとつであるが、中型ロールベアラ等の予乾体系に必要な機械装備もしており、今後、圃場整備等が進めば予乾体系の積極的な利用も考えられる。そこで、収穫・調製面積の増大、低コスト化のために、二つ

の体系の組合せによりどの程度の作業の効率化、低コスト化が可能であるか検討した。

材料及び方法

調査対象としたコントラクター組織は、旭市干潟地区を中心に、主にコンバイン型の専用収穫機を用いて収穫・調製を行っており、当日に確保できた作業人数や圃場の位置によって作業方式を変えている。

検討には2003年～2006年の4年間に行った作業時間調査の記録を用いた。記録は延べ55圃場あり、このうちコンバイン型の飼料イネ専用収穫機体系が53圃場、予乾体系は2圃場である。専用収穫機体系を作業人数別に分類すると、6人体制3圃場、5人体制16圃場、4人体制23圃場、3人体制9圃場、2人体制2圃場である。

作業時間調査は各作業工程を細分化して記録してあるので、それぞれの調査時間の中でトラブルの発生や他の作業の進行に合わせて時間調整を行っている場合を除外する等の精査を実施し、作業人数、圃場の大きさや位置等による整理を行い、標準的な工程別作業時間を明らかにした。

また、工程別作業時間から経時的な作業モデルを作り、作業人数別の1日当たりの収穫・調製可能面積を明らかにした。

平成19年8月31日受付

表1 作業機械の諸元、方法および作業能率

体系	工程	作業機	諸元、方法	作業能率
専用収穫機	刈取・梱包	コンバイン型専用収穫機	5条刈り、ロール径100cm×幅100cm、刈取・梱包し圃場周辺の適当な場所へロールを排出	5分～ 2.5分/個
	拾上、積載	グラブ付ホイルローダ	37PS、圃場内へ入らずに拾上げ、車載	
	運搬	1tトラック(3個積載) 2tトラック(11個積載)	圃場から3km程度離れた密封・保管場所への運搬	4.3分/個 3.0分/個
	下ろし、積上げ	グラブ付ホイルローダ	37PS、密封・保管場所で荷下ろし。密封後に2段積みで保管	
	密封	自走式ベールラップ	ダブルマスト式(13PS)、6層に密封	1.5分/個
予乾	刈取	ディスクモア	刈幅165cm、75PSトラクタに装着	0.65ha/時
	集草	ロータリレーキ	作業幅290cm、33PSトラクタに装着	0.6ha/時
	梱包	カッティング機構付ロールペーラ	作業幅170cm、ロール径100cm×幅100cm、75PSトラクタで牽引し梱包。圃場内に排出	1.5分/個
	拾上、積載	グラブ付ホイルローダ	37PS、圃場内へ入って拾上げ、車載	
	以下の工程は専用収穫機の方式と同じ			

注) 刈取・梱包作業では、圃場内の刈取場所と排出場所の関係で、最初の数個と終了間際の数個は5分～3分/個で、その間は2.5分/個の作業能率である。

次に、時間的に余裕のある作業工程に着目し、二つの体系の組合せにより1日当たりの収穫・調製面積の増加の可能性について検討するとともにコストについて試算を行なう。

結果及び考察

1. 体系別の収穫・調製方式と作業能率

調査結果から求めた各体系での作業能率を表1に示した。

専用収穫機体系の使用機械としては、コンバイン型専用収穫機1台、自走式ベールラップ1台、グラブ付ホイルローダ2台、運搬用トラック1～2台である。

作業工程としては、まず、専用収穫機で飼料イネを刈取り、圧縮、梱包(トワインの巻きつけ)して、ロールに泥がつかないような圃場周辺の一定の場所に排出する。グラブ付ホイルローダは圃場に入らずに農道からロールを拾い上げ、運搬用トラックに積載する。トラックは密封・保管場所まで運搬し、グラブ付ホイルローダで荷下ろし、ベールラップでストレッチフィルムによる密封を行った後に、グラブ付ホイルローダで保管場所へ縦置き2段に積み上げる。

各々の機械にそれぞれオペレーターがつき、運搬を二人で行えば6人体制、一人で行えば5人体制となる。4人体制としては密封保管場所でのホイルローダとベールラップの作業を一人で行う形が一番多かったが、倒伏等により圃場での作業性が極端に悪い場合には圃場側でのホイルローダ作業とトラックによる運搬を一人で行ったり、圃場と密封・保管場所の距離が遠い場合には2台のトラックで運搬しながらそれぞれのホイルローダ作業をトラックのオペレーターが行う場面もあった。

3人及び2人体制では、基本的には2日間ですべての工程を終了させる方式がとられていた。すなわち、

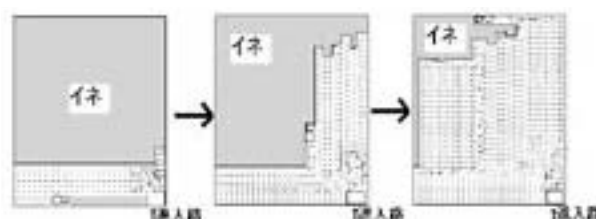


図1 「片方刈」の収穫順序

専用収穫機で梱包したものを圃場周辺で2層程度に密封(仮巻き)しておき、2日目に運搬して密封しなおすというもので、作業人数が確保できない時に行われていた。

予乾体系の基本的な作業工程は、ディスクモアで刈取り、ロータリレーキで集草して、牽引式ロールペーラで拾い上げ・圧縮・梱包して圃場内へ排出する。それをグラブ付ホイルローダが圃場内では拾い上げ、トラックに積載する。以下は専用収穫機体系と同じである。

湿田であるために圃場内へロールを排出できないことから、専用収穫機での標準的な刈取り方向・順序は図1のとおりである。

最初に排出場所を確保するために圃場の手前側を収穫し、次に長辺方向にまっすぐに刈取・梱包し排出場所まで後進する。そして最後に奥側に残った部分を収穫する方式であり、この方式を「片方刈」と呼ぶこととした。

一方、予乾体系のように圃場内を周回しながら作業を行う方式を「周回刈」と呼ぶこととした。営農試験地でも暗渠排水整備が進み、天候によっては圃場内に排出できる圃場も増えてきており、専用収穫機で周回しながら刈取・梱包し、少しだけ後進(次の作業がやりやすいように)し排出する「周回刈」方式もわずかではあるが行われていた。

専用収穫機での「片方刈」の調査事例を図2に示したが、最初、中間、最後では作業能率が異なる。中間

鈴木ら：専用収穫機体系と予乾体系の組合せによる飼料イネ収穫・調製作業の効率化

表2 専用収穫機による作業可能面積と工程別作業時間

単位：時間

作業人数	作業可能面積	ロール個数	作業工程						備考
			刈取、梱包	拾上げ積載	運搬	運搬	荷下し積上げ	密封	
6人体制	1.8 ha/1日	153	7.7	5.1	5.6	5.6	6.0	3.9	
5人体制	1.2 ha/1日	102	5.1	3.4	7.4		3.4	2.6	
4人体制	1.2 ha/1日	102	5.1	3.4	7.4			6.0	
3人体制	1.8 ha/2日	153	7.7	5.1				2.6 (仮巻き)	1日目
2人体制	1.7 ha/2日	144.5			7.7		1.7	5.4	2日目
			7.7				7.7 (仮巻き)	1日目	
					7.7			6.6	2日目

注) 運搬作業は、6～4人体制では3個/台、3～2人体制では11個/台の運搬を行なう。

表3 予乾体系による作業可能面積と工程別作業時間

単位：時間

作業人数	作業可能面積	ロール個数	作業工程					計	
			刈取	集草	梱包	拾上げ、積載+運搬	荷下し+密封+積上げ		
4人体制	1.5 ha/1日	127.5	A	2.3				5.6	7.9
			B		2.5				2.5
			C			3.2			3.2
			D				6.6		6.6
3人体制	1.2 ha/1日	102	A	1.9			5.5		7.4
			B		2.0			4.7	6.7
			C			2.6			2.6

注) A～Dは作業者を示し、3人体制のAとB、4人体制のAは一日に2工程の作業を行なう。運搬作業は11個/台の運搬を行なう。

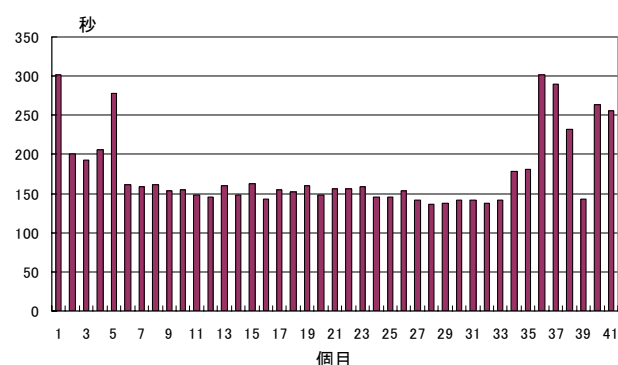


図2 ロール1個当たり専用収穫機作業時間「片方刈」

での作業時間約150秒の内訳は、刈取・梱包が55秒、排出場所までの後進が65秒(このうち35秒間はツインの巻きつけを同時に行っている)、排出と次の刈取開始位置までの移動が30秒であった。この方式では、10a当たりの作業時間に圃場の大きさや形状が大きく影響すると考えられるので、ロール1個当たりの作業能率を示した。

営農試験地での密封・保管場所と圃場の距離については、8割以上の圃場が3km以内に存在していることから、運搬の距離を3kmと想定して作業能率をもとめ

た。

2. 1日当たりの収穫・調製可能面積

専用収穫機による刈取・梱包の作業能率が一定ではないことから、経時的な作業モデルをつくり検討した結果を表2、3に示した。

1日8時間作業とすると、太字で表示した工程の作業時間が、各体制での作業可能面積を決定する制限要因となっている。専用収穫機体系の場合、6人体制の作業で1.8ha/日が可能であるが、密封作業の実働時間は専用収穫機による刈取・梱包作業の約1/2であった。5人以下の体制では、運搬作業に時間がかかり、他の作業の実働時間が短くなっている。また、予乾体系の場合、4人体制で1.5ha/日が可能であるが、集草、梱包作業の実働時間は運搬に関わる作業者の1/2～1/3と短く、両体系それぞれ作業時間配分に無駄があることがわかった。

3 二つの体系の組合せによる作業体制

両体系ともに密封作業に時間的余裕があることと、運搬作業に時間的余裕がないことに着目し試算を行っ

時刻	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18時
A	専用収穫機〔刈取・梱包〕作業(5.1)										
B	刈取作業(2.8)			梱包作業(3.9)							
C	集草作業(3)				積上げ作業(4.5)						
D	拾上、積載+運搬+下ろし作業(7.1)										
E	拾上、積載+運搬+下ろし作業(7.1)										
F	密封+積上げ(3)					密封作業(4.5)					

注) A～Fは作業者。予乾方式で1.8ha分、専用収穫機で1.2ha分の作業を行う
12～13時は休憩時間とした。()内は作業時間：時間

図3 専用収穫機と予乾体系の組合せによる作業体制

表4 収穫・調製コスト

面積・個数	専用収穫機体系		予乾体系		組合せ	
	20ha	1700個 10a当り	20ha	1700個 10a当り	42ha	3570個 10a当り
合計	6,581,241	32,906	4,219,735	21,099	9,285,433	22,108
労働費	1,360,000	6,800	709,778	3,549	1,319,267	3,141
減価償却費(農機具費)	2,979,766	14,899	1,575,653	7,878	3,924,647	9,344
修理費	730,730	3,654	391,536	1,958	954,415	2,272
資本利子・租税公課・保険料	269,551	1,348	164,935	825	402,047	957
燃料費(軽油、ガソリン)	259,072	1,295	364,061	1,820	604,225	1,439
潤滑油(燃料費の30%)	77,722	389	109,218	546	181,267	432
消耗品	904,400	4,523	904,555	4,523	1,899,565	4,523
乾物1kg当たりコスト	31.2円 / DMkg		20.0円 / DMkg		21.0円 / DMkg	

注)1日の作業面積は、専用収穫機体系が6人体制で1.8ha、予乾体系が4人体制で1.5ha、組合せは6人体制で3ha10a当たり生産ロール個数は8.5個とした

た。組合せによる効率化という観点から、前提条件として、自走式ベールラップは1台のみの使用とし、作業人数は6人以下とした。作業能率からみると、1日で行える密封作業は最大限で3.76haであり、2tトラック1台による運搬は最大限で1.88haである。よって運搬作業はトラック2台以下で行うこととした。試算した結果、効率化が図れると考えられた作業体制を、図3に示した。すなわち、ホイールローダを1台増やして計3台とし、2tトラック2台で運搬することにより密封作業を効率的に行うことができ、1日6人体制で最大3haまで収穫・調製ができると試算された。

この体制では、同時に2圃場で作業を行い、専用収穫機で1.2ha分を、予乾方式で1.8ha分を梱包し、全面積分を1台のベールラップで密封することになる。オペレーターの1人は、専用収穫機で、朝から1.2haを5.1時間かけて「片方刈り」で刈取・梱包を行なう。1人は、ディスクモアで1.8haを刈り取った後にロールベアラでの梱包作業を行なう。最初に予乾体系の集草作業を行なった人は密封後のロールを保管場所に縦置き2段に積上げる作業を担当する。運搬は2人で行い、圃場でのロールの拾上げと車への積載及び密封保管場所での荷下しを兼務する。密封作業を行なう人は、午前中は積上げ作業も兼務するが、午後からは密封作業のみ行なう。実働時間は、最も多い人で7.5時間、最も少ない人で5.1時間となる。

なお、試算上の3.0haという面積は、トラブル等が一切ない状態のものである。現状の専用収穫機体系での調査事例では、3.9～4.2人体制で1.01～0.82ha/日の収穫・調製を行なっており、試算値の約8割程度となっているので、作業計画等にこの試算値を利用する時には注意が必要である。

4. 収穫・調製コスト

「千葉県における特定高性能農業機械の導入に関する計画」の中の農業機械利用経費の計算法に準じて²⁾試算した収穫・調製コストは表4のとおりである。

今回は、専用収穫機の年間使用上限面積といわれている20haでのコストを示した。また、予乾体系で20haの作業を行うには約14日かかることから、組合

せた方式の面積は14日×3ha=42haで試算した。

労働費は1時間当たり2,000円として計算した。減価償却費については、倉庫等の建物は考慮せずに車両機械類のみとし、法定耐用年数により計算し、補助金による圧縮を行っていない。汎用性のある機械やトラックについては、飼料イネ収穫部分について按分してある。燃料費の単価は、石油情報センター調査による2006年度千葉県の一般小売価格である軽油111円/L、ガソリン133円/Lを用いた。燃料消費量については、前述の計画の中の燃料消費量の目安の値を用いた。また、圃場までの機械の搬送にかかる燃料費等も考慮している。消耗品費は、トワインとストレッチフィルム並びに添加剤としての尿素とし、調査事例の購入単価より求めた。

乾物1kg当たりの収穫・調製コストは、専用収穫機体系31.2円、予乾体系20.0円に対して組合せた方式は21.0円と予乾体系に近い値となっている。

10a当たり収穫・調製コストの内訳を見ると、各体系とも減価償却費が大きく、特に、総機械価格が高く飼料イネ収穫作業にしか使用できない機械の割合が多い専用収穫機体系が最も大きくなっている。組合せた方式での減価償却費は、使用機械台数が多く総機械価格は最も高いが収穫・調製面積も大きいことから、専用収穫機体系よりも小さい値となっている。

組合せた方式でも10a当たりの消耗品費用は同じだが、労働費を除く他の費用は専用収穫機体系と予乾体系の間の金額となっている。しかし、労働費だけは組合せることによりもっとも少ない額となり、節減効果が確認された。

単純に収穫・調製コストの比較だけでは、予乾体系のみ採用すれば良いことになるが、現状のコントラクター組織が収穫・調製を行なっている地域で確保できる労働力や圃場条件を加味して考え、さらに年間収穫面積の増大を図るとなると、今回の組合せ方式の採用が有効な手段と考えられた。

おわりに、この研究は(独)農業・食品産業技術総合研究機構中央農業総合研究センターの交付金プロジェクトである地域農業確立総合研究「関東地域にお

鈴木ら：専用収穫機体系と予乾体系の組合せによる飼料イネ収穫・調製作業の効率化

ける飼料イネの資源循環型生産・利用システムの確立」
の中の1課題として、旭市干潟地区で行なったもので
あることを付記する。

引用文献

- 1) 鈴木一好・井口元夫・内田賢一(2005) 千葉畜セ
研報5:23 - 28
- 2) 千葉県(1999) 千葉県における特定高性能農業機
械の導入に関する計画:92 - 107