

水稻収穫機械化に関する研究

—バインダーの現地利用実態調査—

阿部 宇吉・橋本 重雄

浅野 功三・門脇 豊*

(山形県農試)

1. ま え が き

水稻の収穫機械化体系を確立するため、昭和41年秋にはじめて県内に20余台のバインダー（クボタHC-75型）が導入された。

ところが、バインダーの能率・精度・耐久性につき調査した事例がなく、経済性の追究とさらに効率の利用方法を考究し、合理的な水稻収穫作業の機械化を図るため調査した。

2. 調査地および導入経過

調査地域は山形県新庄市大字塩野地区で、農業構造改善事業の近代化施設の一環として、水稻機械化一貫作業に必要な機械の導入が計画され、その中のバインダー（クボタHC-75型）20台が導入された。

3. 利用ほ場の概況

本地域は、畑から水田に開田した造成田で1～3年を

第1表 バインダー

利 用 組 織 (班)	利用農家 水田面積	利用農家水田作付方法			利 用 農家数	バ イ ン ダ ー			
		移 植	直 播	植 苗 紙		利 用 総 面 積	作 付 方 法 別 利 用 面 積		稼 動 期 間
							移 植	直 播	
	ha	ha	ha	ha	戸	ha	ha	ha	月 日 月 日
1	20.90	13.80	4.20	2.90	5	9.62	8.42	1.20	9.15—10.19
2	17.65	10.40	3.35	3.90	5	3.89	3.39	50	9.20—10.17
3	19.60	11.35	4.90	3.35	5	7.13	5.66	1.47	9.20—10.16
4	20.20	12.00	5.70	2.50	5	5.53	4.00	1.53	9.21—10.15
5	22.23	14.19	4.30	3.74	5	13.46	9.76	3.70	9.19—10.13
6	19.80	15.00	4.80	—	5	8.81	8.81	1.30	9.17—10.22
7	20.00	16.50	3.50	—	5	6.81	5.31	1.30	9.16—10.15
8	19.50	12.22	6.05	1.23	5	7.46	5.34	2.12	9.20—10.16
9	36.30	28.30	8.00	—	8	10.99	8.89	2.10	9.16—10.15
10	32.50	25.70	6.80	—	8	10.35	7.95	2.40	9.17—10.11
11	31.60	24.40	7.20	—	7	9.73	7.73	2.00	9.18—10.9
12	24.20	15.00	9.20	—	6	10.67	8.50	2.18	9.17—10.8
13	28.50	22.80	5.70	—	8	6.55	3.45	3.10	9.21—10.8
14	43.50	31.40	12.10	—	8	5.25	2.45	2.80	9.21—10.13
15	32.80	28.90	3.90	—	7	16.15	12.95	3.20	9.17—10.21
16	28.20	24.80	3.40	—	6	12.11	11.41	70	9.17—10.11
17	27.40	20.80	6.60	—	6	13.10	9.50	3.60	9.18—10.12
18	23.70	21.60	2.10	—	5	7.34	4.80	2.54	9.18—10.12
19	23.60	15.90	7.70	—	5	11.30	6.29	5.01	9.17—10.17
20	18.30	13.40	4.90	—	4	3.38	3.38	—	9.22—10.17
計	510.48 (4.3)	378.48 (3.3)	114.40 (0.9)	17.62 (0.1)	118	179.63 (1.5)	138.18 (1.2)	41.45 (0.3)	

注. () 内は数字平均

* 現 山形県農業改良課

経過し、ほ場は20a (20m × 100m) 区画で、耕盤が定まらず、水田は一般に排水状態が悪く、とくに秋期の地上停滞水によるバインダーの走行には劣悪の条件下にある。なお、バインダー利用を前提とした計画的な栽植様式がとられていないため、湛水直播では30cmの条間で播種されているので2条刈りに制約された。

水田経営面積 510.5haのうち移植栽培が 378.5ha、直播 114.4ha、植苗紙17.6haの作付方法がとられ栽植様式も定まっていない。

4. 利用の概況

利用集団は1戸平均約 4.3haの水田経営農家で、バインダー1台当り4～8戸の農家で1班を組織し、118戸の農家が20集団として平均5戸の共同利用を行なっている。

バインダーは各班に1台を配置し、責任者のもとに作業日誌を備え、毎日の作業実績、故障発生状況、部品供給、紐の消費状況等が明らかに記入されている。これら利用集団農家の対象水田面積は第1表に示すとおりで、バインダー利用面積は 179.6haであり、全対象面積の35

%が利用率となっている。

利用面積を作付様式別にみると(第1表)、移植は75.7%の 138.2ha、湛水直播は24.3%の41.5haとなっており、植苗紙には利用されていない。

稼働期間は23～35日間で実稼働日数は15～27日で、平均稼働率は81.7%とかなり高い。このように稼働期間が長いことは移植と直播が併用され、経営規模が大きいため、田植期間の巾による成熟格差の両面の理由があげられる。

1台当りののべ稼働面積は 3.4～16.2haで平均 8.9haとなっている。1日平均の稼働時間 6.3haであり、10a当り所要時間は平均 1.5haで、時間当り 6.1aとなっている。

1台を運転するのに必要な組作業人員は4～6人で平均 4.8人を単位に作業が行なわれている。

現地における10a当りの刈取り、杭掛までの所要労力は 2.9人であるが、県平均の水稲刈取りと杭掛の所要労力は 5.5人であるから、バインダー導入による省力化は明確である。さらに、当地域の労力事情と経営規模を対照すれば雇傭労力に依存しなければならない現状は明ら

利用の実態

利用の内訳							収穫期間における労力事情						
同左 日数 (A)	実稼働 日数 (B)	稼働率 B/A %	稼働総 時間 h	1日平均 稼働時間 h	10a当り 所要時間 h	組作業 人員 人	基幹 労力 人	自家 延人数 人	雇傭 延人数 人	総延 人数 人	10a当り		
											自家 労力 人	雇傭 労力 人	総人数 人
35	27	77.1	173.0	6.4	1.8	5	3.6	450	125	575	2.2	0.6	2.8
28	15	53.6	77.5	5.2	1.9		3.2	413	68	481	2.3	0.4	2.7
27	20	74.1	110.1	5.5	1.5	4	2.8	329	310	639	1.7	1.6	3.3
25	20	80.0	81.0	4.1	1.5	5	3.1	389	130	519	1.9	0.6	2.5
25	24	96.0	204.9	8.5	1.5	5	3.1	376	150	526	1.7	0.7	2.4
36	31	86.1	152.5	4.9	1.7		2.6	361	340	701	1.8	1.7	3.5
30	22	73.3	127.0	5.8	1.9	5	3.2	412	230	642	2.1	1.2	3.3
27	24	88.9	178.5	7.4	2.4	5	3.0	348	115	463	1.8	0.6	2.4
30	23	76.7	254.5	11.1	2.3		2.8	571	500	1,071	1.6	1.4	2.0
25	24	96.0	139.9	5.8	1.4	6	3.4	539	450	989	1.7	1.4	2.1
22	18	81.8	115.0	6.4	1.2		2.6	508	235	743	1.6	0.7	2.3
22	20	91.0	130.3	6.5	1.2	6	2.0	271	400	671	1.1	1.7	2.8
8	16	88.9	76.0	4.8	1.2	4	3.4	495	270	765	1.7	1.0	2.7
23	16	69.6	62.5	3.9	1.2	4	3.1	1,420	515	1,935	3.3	1.2	4.5
35	30	85.7	193.1	6.4	1.2	5	2.3	376	195	571	1.2	0.6	1.8
25	23	92.0	147.9	6.4	1.5	5	3.0	525	400	925	1.9	1.4	3.3
25	24	96.0	190.0	7.9	2.0	6	2.5	391	185	586	1.4	0.7	2.1
25	20	80.0	145.0	7.3	1.2	5	3.0	498	320	818	2.1	1.4	3.5
36	23	88.5	140.0	6.1	1.2	4	3.6	433	160	593	1.8	0.7	2.5
26	15	57.7	42.0	2.8	1.2	4	2.5	295	215	510	1.6	1.2	2.8
535 (26.8)	435 (21.8)	(81.7)	2,740.7 (137.0)	123.2 (6.1)			58.8 (2.94)	9,400 (79.6)	5,313 (45.2)	14,713 (124.8)			

かで、このような省力化ができたことは機械化に期待するところが極めて大きいものがあると言えよう。

5. 利用結果からの問題点

利用組織単位は4～8戸で1台のバインダーを輪番制に利用するため、使用技術の会得が乏しくこれが故障発生頻度を高くしている。

バインダー利用において降雨とは場条件に制約され計画的利用が困難であった。利用農家の実態は結束部で束の大きさの調整ができず、束が大きいため杭掛を行なう場所までは場内搬送、杭掛の過程で束処理および脱穀時の穂の乱れから扱残し等に問題があるとしている。

しかし、本年度の利用結果から刈取不適応の栽植様式の改善と品種の適正な組合せ等の集団栽培を実施すれば利用面積の拡大は可能である。なお、利用集団の構成は1戸平均4.3haの経営面積から1台当り3～4戸集団で12～16ha程度が望ましと考えられている。機械利用については、専任オペレーターと組作業ができる共同利用体

制の組織の整備が望まれている。

6. 故障発生要因と実態

故障発生頻度は第2表のとおりであるが、この故障発生について要因別に分類整理すれば次のとおりである。

1. は場条件に起因するもの

(1) 走行部および動力伝達機構

ベベルギヤの破損、主クラッチバス、ブレーキおよび動力伝達機構等の故障発生頻度が高い。とくにベベルギヤの破損が多く、その発生要因はは場条件から走行にかなりの無理が入り易いことと思われる。

(2) 引起部

引起し爪の破損は、機体部分沈下による機体の上、下による折損が要因と考えられる。

(3) 刈取部

周囲刈りの際、畦畔接触のため放出アームの支え杆の折損がみられる。要因はオペレーターのテクニックもあるが、は場条件からの互進性が阻害されたためである。

第2表 現地利用農家集団における故障発生頻度と調整の実態

部位	故障箇所	利用組織別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	総発生回数	故障発生頻度(1台当)
引起部	チエーシオン調整 引起し爪破損		①	①			①	②	①	①	②	②	①	①	①			①		①			14	0.70
刈取部	刈刃交換 刈刃リベット破損 バッカーム軸折損 バッカーム連結杆曲り		①	⑤	⑤			①			①		①		①	①					①		7	0.35
			⑤		②			①			⑤		①									⑤	25	1.25
			①					①					①										5	0.25
			①														①						2	0.10
搬送部	チエーシオン調整 チ回転羽根折損 ロールピン折損		②	①	①			②	①	②	②	②	③	①	①							①	18	0.90
			①	①				①															1	0.05
				③	②	②	②			②	②	②	②	②	②	②	②	②	②	②	②	①	3	0.15
																							32	1.60
結束部	ニードルブラケット亀裂 根元バネ板熔接離れ 紐ナイフ折損 ドシャフトアームピン折損 系巻付防止金具取付 ブレーキバネ折損 クラッチアームピン折損 放出アーム支え桿破損 チエーシオン調整破損 結束部交換 流れ止め板熔接		①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①	①		19	0.95
						①		①				①									①		1	0.05
					②								①						①				4	0.20
			①	①																			4	0.20
			①				①	①	①		①	①	②	①	①				①	①	①		2	0.10
			①					①	①										①				13	0.65
																			①				1	0.05
					①																		1	0.05
			①	①		①		②	①	①	②	②	①	①				①					14	0.70
														①					①	①	①		C 3	0.15
							①	①		①	①	①	①	①	①	①	①	①		①			12	0.60
走行部	ベベルギヤ破損 主クラッチバス調整 ブレーキ調整		①		①			①	①		①	①					①	②	①		①		8	0.40
			①				①	①	①												①		8	0.40
									①														1	0.05
動力伝達	ベルト調整						①	①						②						①	①		6	0.30

注. ○中の数字は故障発生回数, Cはクレームをあらわした。

第3表 バインダー修理費（部品代）

部 品 名	根 元 バ ネ 板 熔 接	引 起 し 爪	刈 刃	リ ベ ッ ト	パ ッ カ ー 軸	四 一 五 S 接 手	ロ ー ル ピ ン	ニ ブ ラ ケ ッ ト	紐 ナ イ フ	ド ア ー シ ム ッ ピ ン	回 転 羽 根	ブ レ ー キ バ ネ	ク ア ー ラ ム ッ ピ ン	結 束 ラ ケ ッ ト	流 れ 止 め 板	わ ら ん ・ 押 え 板	熔 接	ベ ル ギ ヤ	ク ラ ッ チ バ ネ 整	ブ レ ー キ 調 整	ベ ル ト 調 整	計
単価	50	60	200	6	1,500	35	35	1,000	20	100	250	50	50	700	350	400	200	100	50			
1			(1) 200	(5) 30	(1) 1,500	(2) 70	(4) 140	(1) 1,000			(1) 250	(2) 100					(1) 400	(1) 200	(1) 100	(1) 50	4,040	
2				(5) 30		(2) 70	(3) 105	(1) 1,000			(1) 250											1,455
3				(5) 30	(2) 3,000	(2) 70	(2) 70	(1) 1,000						(1) 700			(1) 400					5,270
4						(1) 35	(4) 140	(1) 1,000	(1) 20	(2) 200												1,395
5						(2) 70	(2) 70	(1) 1,000				(1) 50				(1) 350				(1) 100		1,640
6		(1) 60	(1) 200		(1) 1,500	(6) 210		(1) 1,000	(1) 20		(1) 250	(1) 50				(1) 350	(1) 400	(1) 200		(1) 50	4,290	
7						(3) 105		(1) 1,000				(1) 50							(1) 200		(1) 50	1,405
8						(4) 140	(2) 70	(1) 1,000								(1) 350	(1) 400	(1) 200		(1) 50	2,210	
9			(1) 200	(5) 30		(6) 210	(2) 70	(1) 1,000				(1) 50				(1) 350	(1) 400			(1) 100		2,410
10	(1) 50					(5) 175	(3) 105	(1) 1,000				(1) 50				(1) 350						1,730
11					(1) 1,500	(3) 105		(1) 1,000		(1) 100		(2) 100				(1) 350	(1) 400					3,555
12			(1) 200			(2) 70	(2) 70	(1) 1,000				(1) 50									(2) 100	1,490
13							(2) 70	(1) 1,000				(1) 50				(1) 350						1,470
14			(1) 200					(1) 1,000								(1) 350						1,550
15			(1) 200					(1) 1,000	(1) 20							(1) 350	(1) 400	(2) 400				2,370
16		(1) 60				(1) 35		(1) 1,000								(1) 350			(1) 200			1,645
17								(1) 1,000		(1) 100		(1) 50					(1) 400					1,550
18		(1) 60						(1) 1,000				(1) 50	(1) 50			(1) 350					(1) 50	1,560
19			(1) 200	(5) 30		(1) 35		(1) 1,000				(1) 50				(1) 350			(1) 200		(1) 50	1,915
20																						
計	(1) 50	(3) 180	(7) 1,400	(25) 150	(5) 7,500	(40) 1,400	(26) 910	(19) 19,000	(3) 60	(4) 400	(3) 750	(14) 700	(1) 50	(1) 700	(12) 4,200	(8) 3,200	(8) 1,600	(3) 300	(8) 400			42,950

注. () 内は数量。

2. 使用操作および保守管理に起因する

(1) 搬送部ロールピンの破損が多い、また搬送部の回転羽根の破損がみられたが、これは供給過剰が要因と考えられる。

(2) 各部駆動チェーンの切断は、ほ場走行条件と供給過剰並びにチェーン自体の強度不足が要因と考えられ

る。

(3) 走行部の故障は注油を怠ったり、ほ場条件が悪いため走行に支障をきたしている。

3. 機械自体に起因する

結束部ニードルブラケットの亀裂は全機にわたり、とくに結束および束の放てきの際にかなり荷重のかかる部

分なので材質強度の改善が必要であり、チェーンの強度

ブレーキパネの破損も材質強度が問題である。流れ止め板は、わら杆押え杆のスポット溶接部の離脱が多い。

これは溶接部の亀裂がみられるので工作法の検討が必要である。

結束部全体のクレームが3件あったが、破損調整の程度によって部分的交換では不可能であった点から結束機構の調整上の問題を再検討する必要がある。

7. 修理費の現況

本年度は導入初年度のためメーカーのアフターサービス主体となったため、実質的な修理費として、第3表のとおりで、パーツ代として1台 1,395円～5,270円平均2,148円となっており極めて少ない。しかし、ニードルブラケット、ブレーキパネ、流れ止め板、わら杆押え杆等は、殆んど交換あるいは溶接を行なっている。それに

第4表 バインダー利用の経済性の試算

1 試算の前提

- (1) 能率 1.6hr/10a, 6a/hr 1日稼働時間 10hrとして 1日当たり作業量 60a……(平常)
1日稼働時間 15hrとして 1日当たり作業量 90a……(夜間作業含む)
- (2) 稼働期間 刈取適期巾を25日間とし、県平均稼働率を0.692として (25×0.692) 17.3日……(18日)
- (3) 稼働時間, 面積 10hr稼働の場合 18日×10hr=180hr 180hr×0.6ha=10.8ha
15hr稼働の場合 18×15=270 270×0.6=16.2
- (4) 購入価格 450,000円

2 年間の運営経費 (1の条件から)

項 目	経 費		積 算 の 基 礎
	平 常 (10hr)	夜 間 (15hr)	
1. 減価償却	90 ^{千円}	90 ^{千円}	450,000円 / 5年
2. 修繕料	45	45	減価償却の1/2
3. 燃 料	11	16	ガソリン (平常) 180hr×1ℓ/hr×@ 50円=9,000円 (夜間) 270hr×1ℓ/hr×@ 50円=13,500円 エンジンオイル (平常) 4回×1ℓ/回×200=800 (夜間) 5回×1ℓ/回×200=1,000 ギヤオイル (平常) 2回×1ℓ×200=400 (夜間) 3回×1ℓ/回×200=600 小 計 (平常) →10,200 (夜間) →15,100
4. 材 料 費	74	109	ジェット紐代 10a=2.8kg×10.8ha=302.4kg×@240円=73,576円…平常 2.8×16.2=453.6×240=108,864…夜間
5. 人 件 費	130	144	オペレーター 1名 補助 3名 杭掛=4名 1,800円×4名×18日=129,600円…平常 2,000×4×18=144,000…夜間
6. 租税公課	6	6	450,000円×0.875(残存年)=393,750円 393,700円× $\frac{1.55}{100}$ =6,100
7. 金 利	30	30	450,000円×0.066=2,970
8. 附帯経費	8	8	1+2+3×0.05 {146,000円×0.05=7,300円…平常 151,000×0.05=7,550…夜間}
計	394	448	

3 刈取り原価

- (1) 時間当り 394,000円/180hr=2,189円……平常
448,000 / 270 =1,659 ……夜間
- (2) 面積当り 394,000円/1,080a=3,649円/10a……平常
448,000 / 1,620 =2,765 /10a……夜間

刈刃の損傷摩耗等はとくに大きい。

8. バインダーの経済性と試算

本年度の稼働実績を基本にして、能率10a当り 1.6ha時間当り 6a、期間平均の稼働時間10ha、特に夜間作業を考慮した際15haとみて、刈取適期巾を25日間として県平均の稼働率により稼働日数を積算し、第4表の資料を前提として試算した。これから刈取原価を評価するならば、年間 180ha稼働の場合、時間当り 2,189円、年間 270ha稼働の場合、時間当り 1,659円となる。

これより10a当り刈取原価をみると、年間10.8haの場合 3,649円、年間16.2haの場合、 2,765円となる。

県平均の刈取り杭掛までの人力による所要労力は10a当り 5.5人で、1日の労賃 1,800円とすれば 9,900円であるから、バインダーの経済的有利性は明らかで、雇傭労力に依存する農家にとっては精神的苦勞からも解放される。

9. 結 論

現地調査の結果からバインダーの実用性は機械的改善点を伴った上ではかなり高い。したがってこれらの結果からバインダーの利用対策として、利用条件、故障発生要因、機械的改善点等の条件、要因を具体的現象から検討し、これが利用条件を整理すれば次のとおりである。

1. バインダーの能率は、10a当り 1.6hrであった。

2. 能率の拡大、あるいは低下の要因としては場条件、秋期地上停滞水による土壌水分、硬さ、稲の立毛条

件、栽植様式に対する機械の適応性等非常に制約され易い。

3. バインダーの回行部分と畦畔際は予め手刈りを行なえば、踏倒し等の刈残しが少なく、作業の能率、精度等の向上が可能となる。

4. 結束の位置は 運搬、杭掛等の束の取扱い上からも、現在より10cm程度は上方結束を行なう必要がある。

5. 機械の工作上の問題として、各部調整箇所を簡易化し、材質、工作法、栽培の栽植様式に対する適応性を拡大する機構が必要である。作業能率、精度に著しく影響する。

6. 刈取期間中の負担面積は、バインダー利用の実例からみても16ha程度まで面積拡大の可能性はある。

7. バインダーによる刈取原価を試算すると人力作業による刈取原価より低いので経済性はある。しかし、全体の経費からみると結束に使用する紐代が占める比率が大きく、安価にすべきである。

8. 移植、直播を併用し稼働期間を拡大し稼働率を高めている。さらに集団栽培と結びつけた品種の適正な組合せ等の栽培方法も併せて改善する必要がある。

9. バインダーの利用については、機械の耐久性、能率、精度を高めるには、専任のオペレーターを決め、技術の向上に努めなければならない。

10. 利用組織を整備し、組作業体制による効率稼働の推進をはからなければならない。