

委託試験成績（平成 27 年度）

担当機関名 部・室名	三重県農業研究所 農産研究課				
実施期間	平成 27 年度				
大課題名	Ⅲ 水田を活用した資源作物の効率的生産・供給技術の確立				
課題名	水田転換畑を活用した高栄養飼料作物生産技術の確立				
目的	三重県の土地利用型農業経営体は規模拡大が進み、既存の経営品目との作業分散が図られ、省力生産可能で収益性の高い作目を模索している。そこで、播種時期が 4 月初旬～8 月初旬、収穫時期が 8 月上旬～10 月下旬と極めて長く、省力生産可能な飼料用トウモロコシは、多様な作付体系の水田へ導入できる可能性がある。また、栄養価も極めて高く、多給できることから畜産農家からの需要も高まっている。しかし、耐湿性が低いため、水田転換畑での安定生産が困難とされてきた。そこで、麦・大豆で開発中の排水効果の高い畝を成形可能な播種機を核にして、水田転換畑での飼料用トウモロコシ安定生産技術を確立するとともに、飼料用稲・麦等にも汎用利用可能な一連の収穫・調製作業体系を組み立てる。				
担当者名	川原田直也、山口忠一、岡浩行 北上達、田畑茂樹、大西順平、小坂雅一、別所大輔				
<p>1. 試験場所 鈴鹿市現地 4 圃場 100a (A 圃場:25a、B 圃場:25a、C 圃場:28a、D 圃場:22a)</p> <p>2. 試験方法</p> <p>(1) 供試機械名</p> <p>ア. 溝掘 (トラクタ: TG48F、溝堀機: RT302K)</p> <p>イ. 耕起 (トラクタ: EG755HMT、ロータリ: TBM2400)</p> <p>ウ. 施肥 (トラクタ: EG76、フレントキヤスタ: BS7310TS-H)</p> <p>エ. 播種</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・高畝立播種機 (トラクタ: EcoTraEG76、ロータリ: TBM2400 改良試作品、播種機: MDR シータ)</li> <li style="padding-left: 20px;">TBM2400 改良試作品: 中央部の爪 (耕耘径: 小)、両端の爪 (耕耘径: 大)</li> <li style="padding-left: 20px;">TBM2400 改良試作品は中央部爪の浅耕による高速作業と両端部爪の深耕により排水効果の高い畝を成形するために試作されたロータリ</li> <li style="padding-left: 20px;">成形機構①: サイドリッジ (ニプロ試作品)</li> <li style="padding-left: 20px;">成形機構②: ロータリの爪配列 (70 本のうち、50 本内向き爪配列)</li> <li>・畝立播種機 (トラクタ: EcoTraEG76、ロータリ: TBM2400、播種機: MDR シータ)</li> <li style="padding-left: 20px;">成形機構①: サイドリッジ (ニプロ試作品)</li> <li style="padding-left: 20px;">成形機構②: ロータリの爪配列 (68 本のうち、56 本内向き爪配列)</li> </ul> <p>オ. 除草剤散布 (ハイクリアームスプレー: JK21)</p> <p>カ. 収穫・荷受 (トラクタ: DJ-592D、収穫機: C2200H、フロントワゴン: MHW1520)</p> <p>キ. 荷受・運搬 (2t タンク (荷受ホップを装着して使用))</p> <p>ク. 投入 (バケットリフト: FD25T3)</p> <p>ケ. 成型 (細断型ロールバレー: MR-820)</p> <p>コ. 梱包 (バールクランプ: FD20C-17、バールラップ: SW1100W)</p> <p>サ. 保管 (バールクランプ: FD20C-17)</p> <p>(2) 試験区構成</p> <p>ア. 播種試験</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">要因</th> <th style="width: 50%;">播種方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>水準</td> <td>高畝立 , 畝立</td> </tr> </tbody> </table> <p>注) 圃場 ABC にそれぞれ高畝立区と畝立区を配置.</p>		要因	播種方法	水準	高畝立 , 畝立
要因	播種方法				
水準	高畝立 , 畝立				

イ. 収穫試験

収穫作業	圃場	⇔	ストックヤード
体系	収穫・荷受	運搬	投入, 成型, 梱包, 保管
①	(トラクタ+ロータリドラム式ハーベスタ+フロントワゴン)	(2tダンプ) (バケットリフト, 細断型ロールベアラ, ヘルラップ, ヘルクランプ)	
体系	収穫・成型, 梱包, 搬出・積込	運搬	保管
②	(汎用型飼料収穫機, ヘルラップ, グリッパ)	(2tダンプ)	(ヘルクランプ)

注) 体系②は26年度の収穫試験データを基に効率化可能な作業体系を想定した。

(3) 試験条件

ア. 圃場条件 (土壌統群名:中粗粒強グライ土、排水の良否:不良、水田転換畑)

イ. 栽培概要

品種:スノーデント125わかば、相対熟度 (RM125)

耕起:1月、額縁溝掘り (時期:4/9)

耕起 (耕深:10 cm、時期:5/2)

施肥 (10a あたりの N:P2O5:K2O の成分投入量:20 kg:20 kg:20 kg) 時期:5/7

(種類:オール14 (14-14-14)、方法:全面全層施肥 (フレッドキャスト))

播種 (播種量:4722 粒、条間:75 cm、播種深度:30 mm、時期:5/8)

除草剤散布 (除草剤名:シメタミト・リニユロン乳剤、薬液量:500ml/10a、時期:5/8)

収穫・荷受・運搬・調製・梱包・保管 (時期:8/11)

3. 試験結果

(1) 播種試験

土壌水分が低く、碎土率が十分に確保された耕深 10 cm 前後の圃場で播種試験を実施したところ、高畝立区および畝立区とも 1.0m/s 程度の高速作業が可能であったが、わずかに高畝立区で作業速度が低下した。播種方法は碎土率や播種深度に影響はなかったが、溝幅、溝深が拡大し、溝容積は 1.5 倍程度に拡張した (表 1)。播種方法の違いが苗立率には影響がなかったが、収量調査時 (8/10) の茎葉部および全体の生草収量、乾物収量は高畝立区で有意に増加した。工程刈 (3 条×1m) の生草収量は高畝立区で 5.23~5.68kg/m<sup>2</sup>、畝立区で 4.73~5.1kg/m<sup>2</sup>、乾物収量は 1.40~1.53kg/m<sup>2</sup>、畝立区で 1.30~1.41kg/m<sup>2</sup> となった (表 2)。

(2) 収穫試験

ロータリドラム式ハーベスタによる収穫作業では、21.0~25.1 分/10a であり、収穫作業内訳の収穫時間は 8.5~9.2 分/10a であり、旋回・荷受移動は 7.5~9.0 分/10a となった。荷受待時間は圃場からストックヤードまでの距離が 1.3km の D 圃場では、1 台の運搬車で 0.5 分/10a に対して、4.0km 離れた C 圃場では、2 台の運搬車で荷受待時間は 6.4 分/10a となった (表 3)。収穫物の荷受間隔 (荷受から次の荷受までの間隔) は圃場全体を平均すると 6.8~7.4 分/10a となったが、枕地部分では 7.6~8.1 分/10a、枕地除外部分では 6.3~6.4 分/10a となり、枕地除外部分では枕地部分に比べ、荷受間隔が 10% 程度低下した。また、運搬車のストックヤードでの荷下ろし時間は 1.4 分/回となった (表 4)。収穫作業時にトラクタイルが播種同時に施工した排水溝に落ち込むこともあったが、収穫作業にはほとんど影響はなかった (図表省略)。ストックヤードでの投入・成型・梱包・保管作業は、投入時間が 7.5 分/10a、成型時間が 16.4 分/10a、梱包時間が 16.0 分/10a、保管時間が 8.0 分/10a となった (表 5)。

(3) コスト計算

体系①と体系②で減価償却費を比較すると、前者で 28,437 円/10a、後方で 28,537 円/10a となり、ほぼ同等であった (表 6)。収穫作業体系の違いが農家収入に及ぼす影響を検討したところ、体系②で延作業時間 B (収穫~保管) が 2.28 時間/10a に対し、体系①では 1.71 時間/10a となり、後方で 25% 削減した。一方、燃料費は体系①でわずかに増加したものの、農家収入はトラクタとロータリドラム式ハーベスタを用いた体系①でやや高まった (表 7)。

4. 主要成果の具体的データ

表1. 播種方法の違いが作業性能に及ぼす影響

圃場	播種方法	播種前土壌条件			作業速度 (m/s)	砕土率 (%)	播種深度 (mm)	畦形状			
		耕深 (cm)	含水比 (%)	砕土率 (%)				天端 (cm)	溝幅 (cm)	溝深 (cm)	溝容積 (cm <sup>2</sup> )
A	高畝立	9.8	20.2	86.5	0.98	87.6	28.6	184±3	52±2	23±1	593±31
	畝立				1.00	89.1	34.7	186±3	45±2	18±1	416±31
B	高畝立	9.8	22.4	81.5	0.97	81.4	26.7	181±1	48±4	23±1	548±52
	畝立				1.00	80.4	25.8	190±2	42±2	18±1	387±34
C	高畝立	10.1	16.4	78.8	0.97	82.4	27.2	182±2	51±2	24±1	609±27
	畝立				1.01	82.7	29.2	185±6	43±3	18±1	384±43
分散分析	播種方法	-	-	-	*	ns	ns	**	**	**	**
	圃場	-	-	-	ns	ns	ns	ns	**	ns	**
	交互作用	-	-	-	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

注1) Tukey-Kramwrの多重検定で\*\*は1%, \*は5%水準で有意差があり, nsは有意差がないことを示す.

注2) 畦形状は平均値±標準偏差を示す (n=6).

表2. 播種方法の違いが収量等に及ぼす影響

圃場	播種方法	苗立率 (%)	生草収量			乾物率			乾物収量		
			茎葉 (kg/m <sup>2</sup> )	雌穂 (kg/m <sup>2</sup> )	合計 (kg/m <sup>2</sup> )	茎葉 (%)	雌穂 (%)	合計 (%)	茎葉 (kg/m <sup>2</sup> )	雌穂 (kg/m <sup>2</sup> )	合計 (kg/m <sup>2</sup> )
A	高畝立	92.0	4.78	0.90	5.68	22.8	45.4	26.4	1.09	0.41	1.50
	畝立	84.9	4.25	0.91	5.16	23.3	46.4	27.4	0.98	0.43	1.41
B	高畝立	82.8	4.63	0.97	5.60	23.1	46.7	27.2	1.07	0.46	1.53
	畝立	87.2	4.09	0.92	5.02	21.1	46.8	25.9	0.87	0.43	1.30
C	高畝立	95.0	4.47	0.76	5.23	23.9	45.3	27.0	1.06	0.35	1.40
	畝立	93.5	4.02	0.71	4.73	25.1	45.0	28.1	1.01	0.32	1.33
分散分析	播種方法	ns	*	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	*
	圃場	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
	交互作用	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

注1) 収量調査は, 3条1m間を水口側, 中央, 水尻側の3ヶ所所取調査した.

注2) Tukey-Kramwrの多重検定で\*\*は1%, \*は5%水準で有意差があり, nsは有意差がないことを示す.

表3. ロータリッドラム式ハーベスタによる飼料用トウモロコシ収穫作業能率およびその内訳

圃場	収穫作業人員 (人)	刈取条数 (条)	有効作業速度 (m/s)	有効作業幅 (m)	有効作業量 (ha/h)	圃場作業効率 (%)	圃場作業量 (ha/h)	収穫作業時間合計 (分/10a)	収穫作業内訳					
									侵入退出	収穫	旋回	荷受移動	荷受	荷受待
C	1	3	1.03	2.13	0.79	30.2	0.24	25.1	0.5	8.5	5.1	2.4	2.3	6.4
D	1	3	1.02	2.05	0.75	37.9	0.29	21.0	0.3	9.2	5.7	3.3	2.1	0.5

注1) C圃場は圃場とストックヤード距離が4.0kmで運搬車2台, D圃場は圃場とストックヤード距離が1.3kmで運搬車1台で実施.

表4. ロータリッドラム式ハーベスタによる収穫物の荷受間隔と作業時間の内訳等

圃場	枕地部分				枕地除外部分				圃場全体				ストックヤード <sup>o</sup> 収穫物荷下ろし時間
	最短荷受間隔	作業時間内訳		最短荷受間隔	作業時間内訳		最短荷受間隔	作業時間内訳					
		収穫	旋回	荷受移動	収穫	旋回	荷受移動	収穫	旋回	荷受移動			
C	7.6	4.2	2.3	1.1	6.4	3.3	2.1	1.0	6.8	3.7	2.2	0.9	1.4
D	8.1	3.8	2.9	1.5	6.3	3.5	2.0	0.8	7.4	3.6	2.5	1.2	

注1) 枕地部分は収穫部分(概ね枕3周分), 枕地除外部分は荷受4回目以降の収穫部分.

注2) 収穫物荷下ろし時間は, スtockヤードにおける運搬車からの飼料用トウモロコシの荷下ろし時間を示す.

表5.ストックヤードでの荷下ろし・成型・梱包・保管等の作業時間

作業順序	荷下ろし	投入	成型	梱包	保管
.....(分/10a).....					
工程別作業時間	4.1	7.5	16.4	16.0	8.0

注1) 生草収量3.6t/10a (400kg/ロール×9ロール)を想定し、実測値から算出。

表6. 収穫作業体系の違いが減価償却費に及ぼす影響

作業体系	機種	規格	価格 (千円)	主な用途	利用規模 (ha)	減価償却費 (円/10a)
体系①	トラクタ	135ps	13,154	収穫, その他	60	3,132
	トラクタ	83ps	7,031	耕起, 播種, その他	48	2,093
	トラクタ	48ps	5,035	溝掘, その他	36	1,998
	溝掘機	オーガ式	743	溝掘	20	531
	ロータリ	2.2m	1,350	耕起	20	964
	ブロードキャスタ	ブロードキャスタ580L	855	施肥	20	611
	ロータリシター	2.4m	2,010	播種	20	1,436
	乗用管理機	23ps・15m	4,872	除草剤散布, その他	72	967
	ロータリドラム式ハベスタ	2.2m	9,500	収穫	20	6,786
	フロントワゴン	積載重1500kg	784	収穫	20	560
	バケツリフト	0.4m <sup>3</sup> ・22.4kW	3,110	飼料投入等	20	2,222
	細断型ロールペーラ	φ85-90×85cm	4,298	成型	20	3,070
	自走式ペールラッパ	13.5ps	3,564	梱包	20	2,546
ペールクランプ	最大荷重2t	2,132	ロールペール保管	20	1,523	
合計						28,437
体系②	トラクタ	83ps	7,031	播種, 肥料散布, その他	48	2,093
	トラクタ	58ps	6,983	耕起, ロールペール搬出・積込	48	2,078
	トラクタ	48ps	5,035	溝掘, その他	36	1,998
	溝掘機	オーガ式	743	溝掘	20	531
	ロータリ	2.2m	1,350	耕起	20	964
	ブロードキャスタ	580L	855	施肥	20	611
	ロータリシター	2.4m	2,010	播種	20	1,436
	乗用管理機	23ps・15m	4,872	除草剤散布, その他	72	967
	汎用型飼料収穫機	98ps	16,686	収穫・成型	20	11,919
	ロークロップアタッチ	2条用	1,339	収穫	20	957
	自走式ペールラッパ	13.5ps	3,564	梱包	20	2,546
	フロントロータ	荷重680kg	984	ロールペール搬出・積込	20	703
	ペールグリッパ	径80-110cm用	299	ロールペール搬出・積込	20	214
ペールクランプ	最大荷重2t	2,132	ロールペール保管	20	1,523	
合計						28,537

注1) トラクタの利用面積は、利用規模の下限面積から算出。

表7. 収穫作業体系の違いが農家収入に及ぼす影響

作業体系		体系①	体系②	備考
収量	(kg/10a)	3,600	3,600	400kg/ロール×9ロール
<b>想定売上</b>	<b>(円/10a)</b>	<b>79,200</b>	<b>79,200</b>	想定単価:22円/kg
延作業時間A	(h/10a)	1.80	1.80	耕起, 施肥, 播種, 除草剤散布
延作業時間B	(h/10a)	1.71	2.28	収穫, 成型, 梱包, 保管
労働費	(円/10a)	3,429	4,559	労働単価:2000円/h
軽油消費量	(L/10a)	18.6	16.2	実測値
燃料費	(円/10a)	1,860	1,623	単価:100円/L
減価償却費	(円/10a)	28,437	28,537	減価償却費根拠から
種苗費	(円/10a)	4,303	4,303	播種量2.3kg/10a (品種:RM125)
肥料費	(円/10a)	14,701	14,701	施肥量146kg/10a (オール14)
除草剤費	(円/10a)	1,915	1,915	500ml/10a (シメタナミト・リニユロン乳剤)
その他資材費	(円/10a)	5,048	5,048	成型用ネット, 梱包用ラップフィルム
各種資材費合計	(円/10a)	25,967	25,967	-
<b>費用合計</b>	<b>(円/10a)</b>	<b>59,693</b>	<b>60,686</b>	-
<b>助成金</b>	<b>(円/10a)</b>	<b>35,000</b>	<b>35,000</b>	戦略作物助成
<b>想定農家収入</b>	<b>(円/10a)</b>	<b>54,507</b>	<b>53,514</b>	想定売上+助成金-費用合計

注1) 収量は2年間の試験から実現可能な全刈収量3.6t/10aとした。

注2) 延作業時間は、圃場作業量を基に計算(ただし、畦畔管理作業は除く)。

## 5. 経営評価

播種試験では、高畝立区で  $5.50 \text{ kg/m}^2$  (3 圃場平均)、畝立区で  $4.97 \text{ kg/m}^2$  (3 圃場平均) となり、単価 22 円/kg で試算すると、想定される売上は、高畝立区で  $121 \text{ 円/m}^2$ 、畝立区で  $109 \text{ 円/m}^2$  となり、高畝立区で約 11% 売り上げが向上すると想定された。

収穫試験では、体系①と体系②で減価償却費はほぼ同等であったが、収穫、成型、梱包、保管作業において、体系①の方が体系②に比べ、作業人員を 1 名削減できること、収穫作業能率がやや向上することにより、収穫関連作業の作業時間が削減され、農家収入は体系①において、約 1,000 円/10a 高まると試算された。

## 6. 利用機械評価

高畝立播種機の場合、ロータリ両端に配置された耕耘径の大きい爪により、未耕部分を耕耘するため、ロータリに負荷がかかり、畝立播種機に比べ、やや播種作業速度が低下するものの、その低下程度は極わずかであり、実用化に向けて問題がない作業速度と考えられた。高畝立播種機では、畝立播種機に比べ、溝容積を 1.5 倍に拡張でき、収量が 10% 程度向上した。このことから水田転換畑で飼料用トウモロコシを安定生産する際には、有効な播種機であると考えられた。

ロータリトラム式ハーベスタは、車速  $1.0 \text{ m/s}$  で 3 条収穫可能であり、旋回時間やフロントワゴンが満量となった際の荷受移動時間等を含めても、長辺 100m の 20~30a 区画圃場では 10% 程度収穫作業能率が向上した。ただし、トラクタとロータリトラム式ハーベスタを含めた機体全長が 10m 以上となり、大型トラックでの運搬が困難であることから、自走できる条件下で収穫作業を実施する必要があると考えられた。今後、圃場の団地化と大区画化が進んでいけば、収穫作業能率および収穫物の運搬効率が高まることから、有効な作業体系になる可能性がある。

## 7. 成果の普及

コーンサイレージの供給要望がある酪農家と生産を検討している土地利用型農業経営体をコーディネートする現地実証試験を実施することで、現場への定着の可能性を高めるように取り組んできた。また、中央普及 C 畜産担当を中心に、地域普及 C、県庁畜産課等と連携し、現地実証試験を実施することで、現場への速やかな普及とフォローアップ体制を構築し、来年度から飼料用トウモロコシを実証農家が生産する予定となっている。

## 8. 考察

額縁明渠と畝立播種を組合せることで、水田転換畑での飼料用トウモロコシ生産が可能であると考えられた。また、畝立区に比べ、排水溝を1.5倍程度拡張した高畝立区では生草収量が10%程度増収することから、排水効果の高い畝を施工可能な本播種機は飼料用トウモロコシの安定生産上、重要なアイテムになると考えられる。

ロータリウム式ハーベスタを用いた収穫作業体系において、効率的な収穫作業を実施するためには、荷受待時間をできるだけ、削減する必要がある。今回の圃場条件では、フロントワゴンが満量となる平均荷受間隔（枕地除外部分）は、6.3～6.4分であった。運搬車によるストックヤードでの荷下ろし時間が1.4分であることから、4.9～5.0分が圃場からストックヤードの往復時間となり、運搬車の平均速度30km/hとすると、往復2.5km（片道1.25km以内）であれば、収穫作業を待たせることなく、1台の運搬車で運搬作業が可能となる。一方、圃場とストックヤード距離が概ね2.5km未満の場合、2名で運搬することで収穫作業を遅延させることなく、収穫作業を実施することが可能である。このため、収穫圃場とストックヤード距離を考慮して、運搬車台数を調整する必要がある。さらに圃場内での収穫作業能率を高めるためには、圃場区画を大区画化し、圃場全体に占める枕地部分の割合を低下させ、収穫時の巡回回数を減らすことが有効であると考えられた。

## 9. 問題点と次年度の計画

- ・特になし。

## 10. 参考写真



肥料散布（フレントキャスト）



播種（高畝立播種機）



収穫（ロータリウム式ハーベスタ）



荷受（フロントワゴン→2tダンプ）



荷下ろし（2tダンプ）



投入（バケットリフト）



成型（細断型ロールハーラ）



梱包（自走式バールラップ）



保管（バールラップ）