

委託試験成績（平成 24 年度）

担当機関名、代表者名	秋田県農業試験場 場長 湯川智行
実施期間	平成 24 年度～26 年度、新規
大課題名	I 大規模水田営農を支える省力・低コスト技術の確立
課題名	圃場均平作業におけるセミクローラトラクタの作業能率調査
目的	水田圃場の大区画や田畑輪換利用により、圃場均平化の重要度が増している。特に大区画圃場では均平が悪いことで、軟弱な部分での作業機の走行に影響があるだけでなく、水稲直播における苗立ち不良や転換大豆に湿害の原因となっている。圃場の均平作業ではレーザ均平機の導入が進んでいるが、牽引力を要する作業であるため、高出力のフルクローラトラクタを用いる場合が多い。フルクローラトラクタは高出力である一方で、旋回時の作業性等にやや問題がある。そこで、操舵性、牽引力に優れた無段変速セミクローラトラクタを用いたレーザ均平作業の作業能率等を調査し、大区画圃場均平作業への適応性や燃料消費に及ぼす影響を検討する。
担当者名	生産環境部 主任研究員 進藤勇人
<p>1. 試験場所</p> <p>秋田県秋田市雄和 農家水田圃場、秋田県秋田市雄和 秋田農試内畑圃場</p> <p>2. 試験方法</p> <p>(1) 供試機械名</p> <p>試験機：セミクローラトラクタ（ヤンマー社 EG105 型、HMT、77.2kW）、直装式レーザレベラ（スガノ農機社 LL5000、作業幅 4m）</p> <p>対照機：フルクローラトラクタ（諸岡社 MK-140S 型、HST、103kW）、直装式レーザレベラ（スガノ農機社 LL5000、作業幅 5m）</p> <p>その他：レーザプラウ（スガノ農機社 LCPQY128H 12inch、8 連）</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア. 圃場条件</p> <p>1) 秋田県秋田市雄和 農家水田圃場 細粒強グライ土（圃場区画 1ha（200×50m）隣接 2 筆、2009 年基盤整備、前作大豆、収穫後秋ロータリ耕、籾殻補助暗きょ施工）</p> <p>2) 秋田農試畑圃場 表層腐植質黒ボク土（非アロフェン質）（圃場区画 0.5ha（72.8×67.5m）隣接 2 筆、前作デントコーンすき込み、均平作業実作業面積 0.42ha（66.8×63.1 m）</p> <p>イ. 均平作業体系</p> <p>レーザプラウ（耕深 12cm、Su 社 LCPQY128H 12inch、8 連）により耕起し、土壌表面が乾燥した後レーザレベラ（均平作業後の目標均平度±2.5cm）により均平作業を行った。水田圃場、畑圃場はそれぞれ同じオペレータが行った。</p> <p>ウ. 機械設定</p> <p>セミクローラトラクタ、フルクローラトラクタはそれぞれ、エンジン回転 1800rpm、2200rpm で作業を行った。セミクローラトラクタは e-CONTROL を使用せず、車速設定を最高に設定して、</p>	

いずれのトラクタもオペレータによる任意の速度で作業を行った。

#### エ. 試験区の構成及び作業日

##### 1) S 水田区 セミクローラトラクタ、農家水田圃場

圃場均平調査 (2012 年 4 月 10 日) →レーザプラウ (4 月 18 日) →レーザレベラ (4 月 21 日)  
→圃場均平調査 (4 月 24 日)

##### 2) F 水田区 フルクローラトラクタ、農家水田圃場

圃場均平調査 (2012 年 4 月 10 日) →レーザプラウ (4 月 10 日) →レーザレベラ (4 月 20 日)  
→圃場均平調査 (4 月 26 日)

##### 3) S 畑区 セミクローラトラクタ、農試畑圃場

レーザプラウ (2011 年秋) →レーザレベラ (4 月 19 日) →圃場均平調査 (4 月 24 日)

##### 4) F 畑区 フルクローラトラクタ、農試畑圃場

レーザプラウ (2011 年秋) →レーザレベラ (4 月 16 日) →圃場均平調査 (4 月 24 日)

#### オ. 試験項目

1) 作業能率・作業距離・作業割合:農作業情報記録装置 (DFL(DigiFarmLogger) 試作機、九沖農研開発、サンプリング 1Hz) を用いて、トラクタの作業情報 (移動速度、作業軌跡 (GPS データ測位精度 <3m、速度精度 0.1m/s)、作業機の上下 (傾斜センサ)、バックランプ点灯 (光センサ) を収集し、作業速度、作業の有無、前進・後進、作業距離、後進回数を算出した。

2) 燃料消費量:燃料消費計 (BANZAI 社、DE-FL) をトラクタに装着し、計測した。

3) 作業前後のほ場均平度:レーザ測量機 (LaserEye) を用いて、水田圃場は 1 メッシュ 250 m<sup>2</sup> (25×10m) に 40 分割し、1 メッシュ 5 地点の圃場高さの調査を行った。農試畑圃場は 1 メッシュ 169 m<sup>2</sup> (13.4×12.6m) に 25 分割し、1 メッシュ 3 地点の圃場高さの調査を行った。測量した圃場高さの平均値を 0 として、圃場高さを算出した。

### 3. 試験結果

#### ア. 圃場均平度調査

1) 均平作業前の農家水田圃場の均平度は、S 水田区、F 水田区圃場の全地点調査でそれぞれ、最大 73.8~最小-48.2mm ( $\sigma=21.0$ )、最大 51.9~最小-84.1mm ( $\sigma=23.9$ ) であり、 $\pm 25$ mm 地点割合は約 78%であった。40 メッシュの調査データでは、S 水田区、F 水田区圃場でそれぞれ、高低差が 67、75mm であり、両圃場の均平度は同程度と考えられた。均平作業後の均平度は、S 水田区、F 水田区圃場の全地点調査でそれぞれ、最大 16.4~最小-18.6mm ( $\sigma=6.6$ )、最大 13.4~最小-20.7mm ( $\sigma=6.9$ ) であり、全地点が $\pm 25$ mm 以内であった (図 1、表 1)。

2) 農試畑圃場の均平作業後の均平度は、S 畑区、F 畑区圃場の全地点調査でそれぞれ、最大 16.4~最小-13.6mm ( $\sigma=7.2$ )、最大 11.5~最小-20.5mm ( $\sigma=5.7$ ) であり、全地点が $\pm 25$ mm 以内であった (図 2、表 2)。

#### イ. 均平作業能率調査

1) 農家水田圃場での均平作業時間は S 水田区、F 水田区でそれぞれ 6.5、6.8h/ha であり、使用したセミクローラはフルクローラより低出力で、レベラの作業幅が小さいにもかかわらず、作業時間が短かった。作業内訳ではいずれの区も実作業時間 (前進作業) は 3.9h/ha で、実作

業時間割合も同等であるが、S水田区の後進回数は194回/haとF水田区より大きく減少し、後進1回あたりの後進距離も増加した。これは、圃場を荒らさずに旋回しようとするため、後進による旋回（切り返し）が減少したためと考えられた（表3、表4、図3）。

- 2) 農家水田圃場での均平作業距離はS水田区、F水田区でそれぞれ45.5、46.4km/haであり、S水田区の後進距離は、F水田区より2.8km/ha短く、全作業距離に占める割合は32.3%とF水田区より小さかった。F水田区は後進距離が長いものの、後進作業速度が速いことでS水田区、F水田区の実作業時間割合が同等になったと考えられた（表3、表4、図3）。
- 3) 農試畑圃場での均平作業時間はS畑区、F畑区でそれぞれ6.5、4.8h/0.42haであり、S畑区はF畑区の1.35倍の時間を要した。しかし、S畑区は前進割合が52.7%と高いことと作業距離が1.18倍であることから、F畑区より効率的な作業が行えたと考えられた。これらのことから、作業時間の増加は作業前の均平度が異なるためと推察された（表3、表4、図4）。
- 4) セミクローラトラクタの燃料消費量は、面積あたりで同等から少なく、時間あたりでは20～30%少なかった（表4）。

#### 4. 主要成果の具体的データ

セミクローラ均平前圃場

	8	7	6	5	4	3	2	1
A	18.8	16.8	3.8	-4.2	-3.2	-15.4	-17.4	-22.6
B	25.2	12.0	-4.4	-14.6	-9.8	-16.8	-28.6	-26.0
C	38.0	13.0	-6.2	-5.4	-5.0	3.0	-24.4	-26.0
D	23.0	11.6	6.4	-5.0	-0.6	-2.2	-12.6	-22.0
E	34.2	21.6	19.6	0.2	-0.4	10.2	3.8	13.2

セミクローラ均平後圃場

	8	7	6	5	4	3	2	1
A	7.2	3.6	5.4	3.4	3.8	-4.6	-4.0	-4.6
B	1.0	6.8	2.2	3.6	-3.8	-0.8	-6.6	-11.0
C	4.6	4.6	1.0	2.0	-4.8	-1.2	-9.0	-12.2
D	2.4	6.6	1.0	1.2	-3.2	0.2	-1.4	-5.6
E	8.0	10.6	3.2	-0.4	-0.2	-2.6	-1.0	-3.6

フルクローラ均平前圃場

	8	7	6	5	4	3	2	1
A	-18.3	9.1	8.5	1.1	-12.5	-9.3	-17.7	-42.9
B	-33.7	13.3	12.9	8.9	-8.9	-6.1	-10.1	-48.9
C	-23.5	6.7	5.7	14.7	-1.1	7.5	-1.5	-40.1
D	-6.3	17.9	9.9	21.7	9.5	7.1	4.9	-6.3
E	-7.9	14.3	22.3	13.9	25.7	20.5	14.9	25.1

フルクローラ均平後圃場

	8	7	6	5	4	3	2	1
A	4.6	-3.4	-5.2	-0.2	-1.2	4.4	4.8	1.0
B	-4.0	-8.0	-2.2	-2.2	0.0	-0.2	-1.2	4.4
C	0.0	-6.2	-2.8	-2.0	-3.0	2.2	1.0	5.6
D	-2.6	-3.6	-6.0	1.2	4.8	6.6	3.4	8.0
E	-6.6	-11.3	-4.2	2.4	4.6	6.6	5.2	7.2

図1 水田圃場の均平前後の均平度（単位 mm、上段 S 水田区、下段 F 水田区）

表1 均平作業前後の水田圃場均平度

	調査地点	全地点						メッシュ							
		最大 mm	最小 mm	中央 mm	σ mm	高低差 mm	地点割合% > 25mm	< 25mm	-25~25mm	最大 mm	最小 mm	中央 mm	σ mm	高低差 mm	
セミクローラ 均平前	200	73.8	-48.2	-0.7	21.0	122	11.5	10	78.5	40	38.0	-28.6	-1.4	17.0	67
S水田区 均平後	200	16.4	-18.6	-0.6	6.6	35	0	0	100	40	10.6	-12.2	0.6	5.1	23
フルクローラ 均平前	200	51.9	-84.1	4.4	23.9	136	8	14	78	40	25.7	-48.9	6.2	18.7	75
F水田区 均平後	200	13.4	-20.7	-0.1	6.9	34	0	0	100	40	8.0	-11.3	-0.1	4.7	19

注) 調査地点圃場高さの平均値を0として、算出した。  
注) 水田圃場は25×10mである。

セミクローラ均平後圃場

	5	4	3	2	1
A	2.7	0.1	-7.9	-2.9	-3.6
B	5.4	0.7	1.1	-3.9	-12.6
C	1.4	7.7	-0.3	-0.3	-6.9
D	5.7	8.7	12.4	-3.3	-8.9
E	9.4	0.4	2.4	-1.9	-5.6

フルクローラ均平後圃場

	5	4	3	2	1
A	2.8	-3.5	-0.9	0.5	6.1
B	6.5	6.1	1.1	1.8	-2.5
C	0.1	-1.2	-1.5	0.8	0.8
D	-0.9	-2.5	0.8	2.8	-6.2
E	-2.5	-2.5	-3.9	0.5	-2.5



図2 畑圃場均平後の均平度 (単位 mm、左 S 畑区、右 F 畑区)

表2 均平作業前後の畑圃場均平度

	全地点						メッシュ								
	調査地点	最大 mm	最小 mm	中央 mm	σ	高低差 mm	地点割合% > 25mm	< 25mm	-25~25mm	調査地点	最大 mm	最小 mm	中央 mm	σ	高低差 mm
セミクローラ 均平後	75	16.4	-13.6	0.4	7.2	30	0	0	100	25	12.4	-12.6	0.1	6.1	25
フルクローラ 均平後	75	11.5	-20.5	-0.5	5.7	32	0	0	100	25	6.5	-6.2	0.1	3.2	13

注) 調査地点圃場高さの平均値を0として、算出した。

注) 畑圃場のメッシュは13.4×12.6mである。

表3 均平作業の作業時間と作業速度

	作業面積 ha	作業時間 h	作業時間内訳					作業速度		
			前進作業 h	前進巡回 h	後進 h	停止・調整 h	後進回数	平均 m/s	前進 m/s	後進 m/s
S水田区	1	6.5	3.9	0.4	1.9	0.4	194	2.1	2.0	2.1
F水田区	1	6.8	3.9	0.3	2.0	0.5	296	2.0	1.9	2.4
S畑区	0.42	6.5	3.4	1.9	1.2			1.5	1.5	1.5
F畑区	0.42	4.8	1.9	2.0	0.9	—		1.7	—	—

表4 均平作業の作業距離と燃料消費量

	作業面積 ha	作業距離 km	距離内訳			燃料消費量			
			前進 km	後進 km	後進 m/回	L	L/ha	L/h	L/km
S水田区	1	45.5	30.8	14.7	75.8	70.9	70.9	10.9	1.6
F水田区	1	46.4	28.9	17.5	59.0	95.4	95.4	14.0	2.1
S畑区	0.42	28.6	18.3	10.4	—	49.8	118.2	7.7	1.7
F畑区	0.42	24.1	—	—	—	50.4	119.5	10.6	2.1

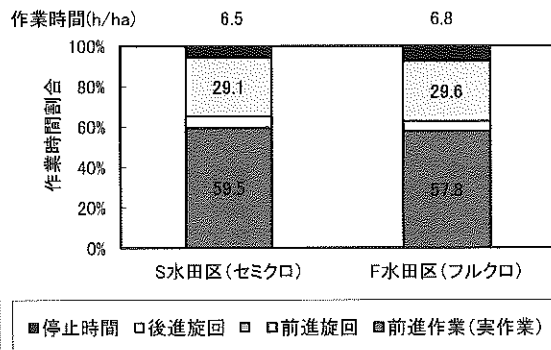


図3 水田圃場における作業時間割合

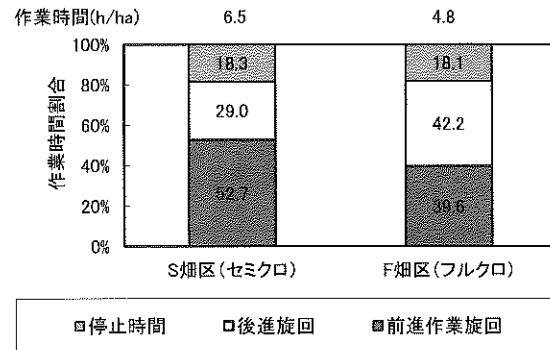


図4 畑圃場における作業時間割合

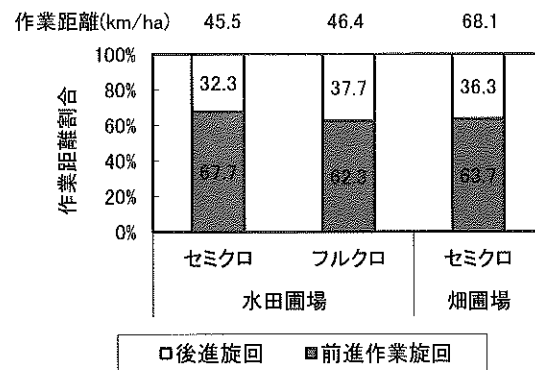


図5 均平作業における作業時間割合

### 5. 経営評価

レーザ均平装置は高額であるが、圃場の均平化は作業性、生産性改善に有効な手段である。しかし、今回の結果だけで経営的に評価することは困難である。セミクローラトラクタの利点をフルクローラトラクタと比較して、作業時間や燃料消費量等の観点から次年度以降考察を加える。

### 6. 考察

- (1) 農家 1ha 水田圃場での均平作業時間は S 水田区、F 水田区でそれぞれ 6.5、6.8h/ha であり、使用したセミクローラはフルクローラより低出力で、レベラの作業幅が小さいにもかかわらず、作業時間が短かった。S 水田区の後進回数は 194 回/ha と F 水田区より大きく減少し、後進 1 回あたりの後進距離も増加した。また、均平作業距離は S 水田区、F 水田区でそれぞれ 45.5、46.4km/ha であり、S 水田区の後進距離は、F 水田区より 2.8km/ha 短く、全作業距離に占める割合は 32.3%と F 水田区より小さかった。これは、圃場を荒らさずに巡回しようとするセミクローラがフルクローラより巡回半径が小さくできるため、後進による巡回（切り返し）と後進作業距離が減少したためと考えられた。両区の実作業時間割合（前進作業割合）は同等であったが、F 水田区は後進距離が長いものの、後進作業速度が速いためと考えられた。
- (2) 農試畑圃場での均平作業時間は S 畑区、F 畑区でそれぞれ 6.5、4.8h/0.42ha であり、S 畑区は F 畑区の 1.35 倍の時間を要した。しかし、S 畑区は前進割合が 52.7%と高いことと作業距離が 1.18 倍であることから、F 畑区より効率的な作業が行えたと考えられた。これらのことから、作業時間の増加は作業前の均平度が異なるためと推察された。

### 7. 問題点と次年度の計画

1ha 水田圃場で同様の比較調査を行う。

圃場均平度が湛水直播水稻の出芽・苗立ち、生育に及ぼす影響を調査する。

8. 参考写真

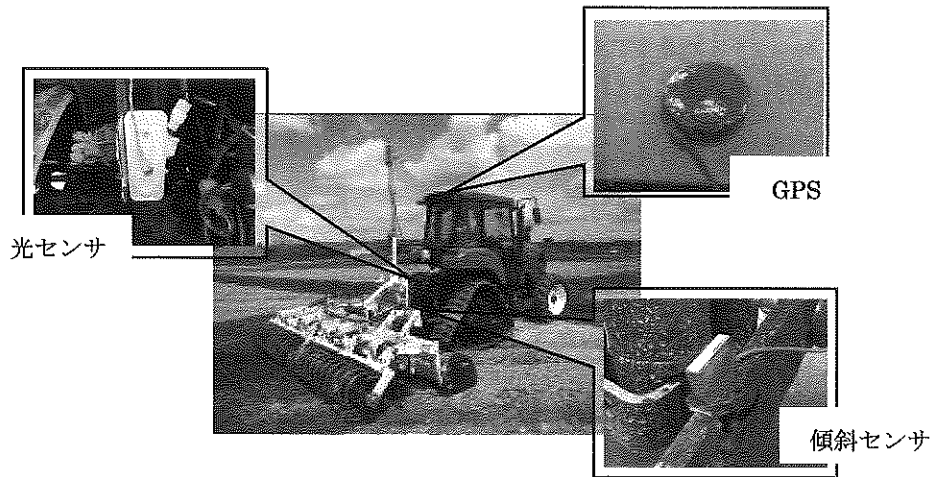


写真 セミクローラトラクタと農作業情報記録装置

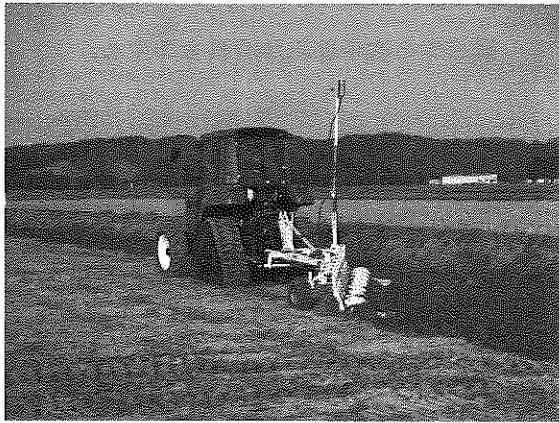


写真 水田圃場でのレーザプラウ



写真 水田圃場でのレーザレベラ



写真 フルクローラトラクタの前進旋回



写真 畑圃場でのレーザレベラ