

水田トラクタ作業における RTKGNSS 自動操舵システムの効果

進藤勇人・齋藤雅憲・石田頼子

(秋田県農業試験場)

Effects of RTK-GNSS based autopilot system for tractor on tillage, puddling and plowing operation time
in paddy fields

Hayato SHINDO, Masanori SAITO and Yoriko ISHIDA

(Akita Prefectural Agricultural Experiment Station)

1 はじめに

水田作を中心とした大規模経営体では、限られた期間に計画通りに作業を進めることが重要であり、作業能率の向上が不可欠である。近年普及が進んでいる RTKGNSS (Real Time Kinematics Global Navigation Satellite System) を活用した自動操舵システムは、トラクタなどに後付け可能で、手放しで精密に車両を走行させる装置である。自動操舵システムの効果は、畑地の碎土整地作業ではラップ代の最小化と精密化で直進行程数が減少し、作業能率が向上すること¹⁾が報告されているが、水田作業では現地実証が中心で、能率向上効果を検証した報告は少ない。

そこで、RTKGNSS 自動操舵システムを装着したセミクローラトラクタによる耕うん、代かき、粗耕起の作業能率を、現地 1ha 標準区画水田ほ場でマニュアル操舵と比較、検討した。

2 試験方法

(1) 試験場所及び土壌条件: 大仙市協和 (農) たねっこ水田ほ場・グライ低地土

(2) 供試ほ場および作業内容: 1ha (200 × 50m) ほ場 12 筆 (ほ場 1 ~ 6、9 ~ 14)、1.05ha (200 × 52.5m) ほ場 2 筆 (ほ場 7、8) を供試し、耕うんと荒代かきは 1 ~ 8 ほ場、粗耕起は 9 ~ 14 ほ場で実施した。

(3) 供試機材: ①自動操舵システム (X25 + AGI-4 + AES-25 型)、②97PS セミクローラトラクタ (MR97C 型) + ロータリ (作業幅 2.6m)、代かきハロー (作業幅 5.0m)、スタブルカルチ (作業幅 2.5m)、③RTKGNSS 基地局 (当該法人作業舎固定式、デジタル無線)

(4) 試験区の構成: ①自動操舵区 (RTKGNSS 方式による自動操舵)、②慣行区。オペレータは両区とも 30 代男性で、自動操舵区のラップ代は、耕うんでは 10cm、代かきでは 20cm、粗耕起では 5cm に設定した。

(5) 作業方法: ①自動操舵区は全作業で長辺畦畔沿いを作業しながら RTK 基準線を作成し、モニタに各長編行程のセンタラインが正確に表示される特性を活かして 2 行程分を空け 4 行程目から作業した。また、作業幅が小さいため、隣接作業では巡回時に切り返しが必要となる耕うんおよび粗耕起では 1 行程空けで作業し、作業幅が大きい代かきでは隣接作業をした。最後に全作業で 2 行程目作業時に空けた 2 行程と枕地 (作

業幅の 2 倍) を回り作業した。②慣行区は長辺畦畔沿いから作業を始め、隣接作業した。枕地は前進後進により作業した。

(6) 作業日: 耕うん 2021 年 4 月 28 ~ 30 日、代かき 5 月 18 日、粗耕起 6 月 3 日 (大豆作付前)

(7) 作業計測: DigiFarmLogger (サンプリング 1Hz、木村応用工芸) を用い、測位および作業状況データから作業速度、作業時間、ほ場作業効率 (ほ場作業量 / 理論作業量 × 100) を算出した。

3 試験結果及び考察

(1) 耕うん作業

1ha ほ場における自動操舵区の耕うん作業時間は平均 1.50h/ha で、慣行区より平均 3% 削減された。行程空け作業により長辺行程巡回時の切り返しが少なくなり、巡回 1 回あたりの時間が短縮されたためと考えられた (表 1)。1.05ha におけるほ場自動操舵区の耕うん作業時間は 1.47h/ha で、慣行区より 8% 削減され、ほ場作業量が 0.05ha/h 増加した。1ha ほ場と異なり、マニュアル操舵におけるラップ代の変動の蓄積と、ほ場短辺と作業幅の関係から、長辺行程数が減少したため、削減率が 1ha ほ場より高くなった (表 1)。

(2) 代かき作業

1ha ほ場における自動操舵区の代かき作業時間は平均 0.63h/ha で、慣行区より 5% 削減された。枕地を回り作業で行えることで、切り返しが少なくなるためと考えられた (表 2)。1.05ha におけるほ場自動操舵区の代かき作業時間は 0.61h/ha で、慣行区より 13% 削減され、ほ場作業量が 0.21ha/h 増加した。耕うん作業と同様の理由により削減率が 1ha ほ場より高くなった (表 2)。

(3) 粗耕起作業

自動操舵区の粗耕起作業時間は平均 0.59h/ha で、慣行区より平均 15% 削減され、ほ場作業量が平均 0.25ha/h 増加した。作業速度が 2.45m/s 程度と高速であるが、自動操舵区は精密にラップ代を設定できるため、直進行程数が 2 行程減少し、あわせて、行程空けにより巡回時の切り返しがなくなり、長辺行程の巡回時間が短くなったため、削減率が他の作業より大きくなったと考えられた (表 3)。この結果は、畑地での碎土整地作業の報告¹⁾と一致していた。

(4) ほ場作業効率

自動操舵区の耕うん、代かき、粗耕起作業のほ場

作業効率は、それぞれ 87.4～88.6%、76.1～79.9%、75.0% で、すべての作業で慣行区より高かった。これらの作業は土壌条件と作業の仕上がりにあわせて作業速度を決定するため、ほ場作業効率が向上しにくい作業である。自動操舵装置の活用による作業および巡回方法の変更と作業行程数の削減効果で作業効率が向上したものの考えられた (表 1、2、3)。

4 まとめ

RTKGNSS 自動操舵システムを装着したセミクローラトラクタによる耕うん、代かき、粗耕起の作業効率を、1ha 標準区画でマニュアル操舵と比較、検討した。その結果、自動操舵システムを用いた各種作業時間は、それぞれ耕うんで 3～8%、荒代かきで 5～13%、粗耕起で平均 15%、マニュアル操舵より削減された。耕う

んおよび荒代かきではほ場の短辺長と作業機の作業幅の関係より長辺行程数が減少した場合に削減率が高かった。粗耕起ではラップ代の精密化により長辺行程数が減少し、行程空け巡回により巡回時間が短縮され、削減率が高くなった。

謝辞：調査に協力頂いた (農) たねっこ代表理事工藤修氏、畠山雄平氏はじめ、組合員の皆様に感謝申し上げます。

引用文献

- 1) 辻 博之, 澁谷幸憲, 西脇健太郎. 2019. 北海道畑作における自動操舵トラクタの導入効果と可変施肥技術導入の取り組み. 農研機構研究報 1:19-25.

表 1 自動操舵システムを用いた耕うん (ロータリ) の作業時間

ほ場区画	試験区	ほ場	長辺 行程 数	作業 速度 m/s	巡回 時間 s/回	作業 時間 h/ha	慣行 比	作業時間内訳 (h/ha)					ほ場 作業量 ha/h	理論 作業量 ha/h	ほ場 作業効率 %
								長辺行程		枕地		その他			
								作業	巡回	作業	巡回				
1ha (200×50m)	自動操舵	1	20	0.82	13.7	1.49	—	1.31	0.05	0.06	0.06	0.01	0.67	0.77	87.4
		2	20	0.82	14.1	1.52	—	1.32	0.06	0.08	0.05	0.01	0.66	0.77	85.7
		3	20	0.82	9.2	1.48	—	1.32	0.03	0.07	0.04	0.02	0.68	0.77	88.0
	慣行	4	20	0.82	19.9	1.56	—	1.33	0.10	0.06	0.07	0.00	0.64	0.77	83.5
		5	20	0.82	20.5	1.54	—	1.32	0.09	0.06	0.07	0.00	0.65	0.77	84.6
		6	20	0.82	20.8	1.55	—	1.32	0.10	0.06	0.07	0.00	0.65	0.77	84.1
自動操舵 慣行	平均	20	0.82	12.3	1.50	97	1.31	0.05	0.07	0.05	0.01	0.67	0.77	87.4	
	20	0.82	20.4	1.55	(100)	1.32	0.10	0.06	0.07	0.01	0.66	0.77	85.8		
1.05ha (200×50.5m)	自動操舵	7	21	0.82	11.5	1.47	92	1.30	0.05	0.07	0.03	0.02	0.68	0.77	88.6
	慣行	8	22	0.82	21.5	1.59	(100)	1.36	0.10	0.06	0.07	0.00	0.63	0.77	81.9

- 1) 巡回時間は長辺行程間の巡回 1 回あたりの時間であり、その他には、機械設定・調整、RTK基準線設定を含む。
- 2) 自動操舵は作業幅 2.6m、ラップ代 10cm に設定した。

表 2 自動操舵システムを用いた荒代かき (代かきハロー) の作業時間

ほ場区画	試験区	ほ場	長辺 行程 数	作業 速度 m/s	巡回 時間 s/回	作業 時間 h/ha	慣行 比	作業時間内訳 (h/ha)					ほ場 作業量 ha/h	理論 作業量 ha/h	ほ場 作業効率 %
								長辺行程		枕地		その他			
								作業	巡回	作業	巡回				
1ha (200×50m)	自動操舵	1	11	1.15	15.5	0.64	—	0.52	0.02	0.05	0.04	0.01	1.56	2.07	75.5
		2	11	1.16	15.2	0.62	—	0.51	0.02	0.05	0.03	0.01	1.61	2.09	77.2
		3	11	1.15	15.0	0.64	—	0.51	0.02	0.05	0.04	0.02	1.56	2.07	75.5
	慣行	4	11	1.14	15.4	0.68	—	0.51	0.03	0.06	0.07	0.01	1.47	2.05	71.7
		5	11	1.14	14.6	0.66	—	0.52	0.03	0.05	0.06	0.00	1.52	2.05	73.8
		6	11	1.16	15.1	0.66	—	0.50	0.03	0.06	0.06	0.01	1.52	2.09	72.6
自動操舵 慣行	平均	11	1.15	15.2	0.63	95	0.51	0.02	0.05	0.04	0.01	1.58	2.08	76.1	
	11	1.15	15.0	0.67	(100)	0.51	0.03	0.06	0.06	0.01	1.50	2.06	72.7		
1.05ha (200×50.5m)	自動操舵	7	11	1.14	15.3	0.61	87	0.49	0.02	0.05	0.04	0.01	1.64	2.05	79.9
	慣行	8	12	1.14	15.2	0.70	(100)	0.54	0.04	0.05	0.06	0.01	1.43	2.05	69.6

- 1) 巡回時間は長辺行程間の巡回 1 回あたりの時間であり、その他には、機械設定・調整、RTK基準線設定を含む。
- 2) 自動操舵は作業幅 5.0m、ラップ代 20cm に設定した。

表 3 1ha (200×50m) ほ場における自動操舵システムを用いた大豆作付前粗耕起 (スタブルカルチ) の作業時間

試験区	ほ場	長辺 行程 数	作業 速度 m/s	巡回 時間 s/回	作業 時間 h/ha	慣行 比	作業時間内訳 (h/ha)					ほ場 作業量 ha/h	理論 作業量 ha/h	ほ場 作業効率 %
							長辺行程		枕地		その他			
							作業	巡回	作業	巡回				
自動操舵	9	20	2.46	13.5	0.60	—	0.43	0.05	0.05	0.07	0.00	1.67	2.26	73.8
	10	20	2.43	9.9	0.60	—	0.45	0.04	0.05	0.06	0.00	1.67	2.23	74.7
	11	20	2.46	10.8	0.58	—	0.43	0.04	0.05	0.06	0.00	1.72	2.26	76.3
慣行	12	22	2.44	20.6	0.70	—	0.48	0.10	0.05	0.07	0.00	1.43	2.24	63.8
	13	22	2.45	20.9	0.70	—	0.48	0.11	0.05	0.06	0.00	1.43	2.25	63.5
	14	22	2.45	19.2	0.69	—	0.48	0.10	0.05	0.06	0.00	1.45	2.25	64.4
自動操舵	平均	20	2.45	11.4	0.59	85	0.44	0.04	0.05	0.06	0.00	1.69	2.25	75.0
慣行		22	2.45	20.2	0.70	(100)	0.48	0.10	0.05	0.06	0.00	1.44	2.25	63.9

- 1) 巡回時間は長辺行程間の巡回 1 回あたりの時間であり、その他には、機械設定・調整、RTK基準線設定を含む。
- 2) 自動操舵は作業幅 2.5m、ラップ代 5cm に設定した。