

# ロボットトラクタを活用した 協調作業による作業能率向上効果

## 大区画圃場での効率的な協調耕うん作業で、作業時間を短縮

秋田県農業試験場 企画経営室 主任研究員 進藤 勇人  
(現 秋田県山本地域振興局 農林部 農業振興普及課)

水田作を中心とした経営体は、圃場の区画に合わせた農業機械の大型化などにより作業効率を高め、経営安定化のために規模拡大を進めているが、高齢化などによりオペレータが確保しにくくなっている。近年発売されたロボットトラクタは、圃場の中央部を無人で作業でき、オペレータはロボットトラクタを監視しながら、別途用意した有人トラクタを用いた協調作業（以下、協調作業）が可能であるため、人員を増やさずに作業能率を向上できる技術として期待が大きい。

そこで、1 ha 区画水田圃場の耕うん作業において、ロボットトラクタの無人作業の特徴を明らかにし、人員を増やさずに作業能率を向上できる協調作業を実施して、その作業時間の短縮効果を明らかにしたので紹介する。

### 使用したロボットトラクタと無人作業設定

本試験では、100PSセミクローラ型ロボットトラクタ「MR1000A」（楸クボタ：以下、ロボトラ）を使用した。本機は、RTKGNSS\*を活用した無人運転が可能で、圃場のマッピング（事前作業）→運転設定→作業ルート作成（自動）→作業開始地点へ無人移動→無人運転の順に実施する。障害物などに近づくと自動運転を停止する機能は持っているが、無人運転中は目視による監視が必要な機種である。本試験では、ロボトラを最大限に活用するため、無人作業する長辺行程数を偶数とし、無人作業面積が最大（マッピング面積の70%程度であった）になるように運転設定をして、作業を行った。

\*：基準点と観測点という2つのポイントを同時に観測する測り方。

### 1 ha水田圃場内での協調作業による 耕うん作業時間の短縮効果

試験は、2021～2023年に秋田県農業試験場内の1 ha 区画（200×50 m）の水田圃場で行った。ロボトラは作業幅2.8 mのロータリ（DXR2820）を装着し、協調作業には作業幅2.4 mのロータリ（SXL2411H）を取り付けた65PSセミクローラトラクタ「MZ655」（楸クボタ：以下、有人機①）を使用して、耕うん作業を行った。協調作業（写真1）には、作業方法が異なる①外周協調区（ロ

ボトラを隣接  
耕で無人作業  
させ、その間  
に有人機①で  
圃場外周部を  
協調作業）と  
②行程空協調  
区〔ロボトラ  
を行程空け作

業（間接耕）で無人作業させ、その間に有人機①で圃場外周の一部と中央部無人作業の未耕うん部を協調作業〕の2区および③ロボトラ単独区（ロボトラのみを使用し、無人作業と無人作業ができない圃場外周部を有人作業）④慣行区（ロボトラを使用し、すべて有人で作業）を設定し、作業時間などを比較した。

その結果、ロボトラ単独区の作業時間は2.10 h/haで、無人作業に必要な設定時間と有人での外周回数（データ省略）の増加により、慣行区に比べ4%増加した。全作



写真1 ロボットトラクタ「MR1000A」(左)と有人機①「MZ655」(右)との協調作業の状況

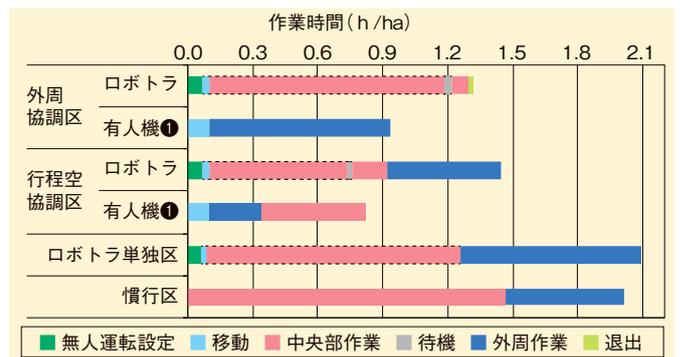


図1 ロボットトラクタを用いた圃場内協調作業による耕うん作業時間の比較(2021～2023年)

図中の点線で囲まれた作業は無人運転作業であり、協調作業の2区は2機が同時に作業を進行している

ロボトラの待機は、トラクタの接近などで停止した時間である

外周協調区、行程空協調区、慣行区は3圃場、ロボトラ単独区は2圃場の平均値である

基地局設置・撤去と圃場のマッピング時間は含んでいない

耕うん作業速度は、ロボトラが0.60～0.67 m/s、有人機は0.67～0.69 m/sであった

表1 圃場内協調作業による耕うん作業時間(2021～2023年)

試験区	作業時間(h/ha)	慣行比(%)	無人作業(オペレータは監視のみ)	
			時間(h/ha)	作業時間に対する割合(%)
外周協調	1.32	65	0.39	30
行程空協調	1.45	72	0.13	9
ロボトラ単独	2.10	104	1.20	57
慣行	2.02	(100)	0	0

作業時間には基地局設置・撤去と圃場のマッピング時間は含んでいない

業時間に占める無人作業時間の割合は57%であった（図1、表1）。その無人作業時間を活用した外周協調区、行程空協調区の作業時間は、それぞれ1.32 h、1.45 h/haであり、慣行区よりそれぞれ35%、28%短かった（図1、表1）。本試験の条件では、外周協調区が作業時間の短縮効果が最も高く、効率の高い作業体系と考えられた。他方、協調作業区では、ロボットと有人機が接近し、ロボットの安全機能が作動して自動停止（図1の待機時間）する場面がみられた。衝突のリスクを回避することが最も重要であり、圃場の縦横の大きさや機械の作業幅によって最も効率的な協調作業体系が違ってくると推察される。したがって、営農条件に合わせた協調作業体系を構築することが必要である。

## 現地1ha区画連坦圃場での協調耕うん作業の実証

秋田農試内圃場の結果を踏まえ、1ha区画（200×50m）の圃場において水稲と大豆のブロックローテーションに取り組む大規模農事組合法人の協力を得て、協調耕うん作業を行った。1ha区画連坦5筆（圃場A～E）を1ブロックとし、水稲作付時の耕うん作業において、この法人が所有する作業幅2.6mのロータリ（KRV260）を装着した97PSセミクローラトラクタ「MR97」（株クボタ：以下、有人機②）とロボットとの協調作業を行った。作業中に圃場間の移動があるため、確実な監視が必要で、農試内圃場試験でロボットと有人機が接近しロボットが自動停止したことを考慮し、ロボットの無人作業は隣接耕とし、無人作業ができない外周部（有人機の作業幅で4周分）を有人機②が回り耕で作業する外周協調作業とした。無人作業ができない圃場外周部を外周1（外側2周）と外周2（内側2周）に分け、まず有人機②は、ロボットが無人作業をしている隣接圃場の外周1を作業し、次に無人作業が終了した圃場の外周2を作業する体系（図2）とした。そのため、ロボットは外周1の作業が終了

している圃場で無人作業することとなる〔最初（圃場A）と最後（圃場E）に作業する圃場を除く〕。すべての作業はオペレータ1人で行い、事前にマッピングした圃場マップを使用した。なお、障害物の検知などによるロボットの自動停止はなく、作業は順調であった。

その結果、有人機②の1圃場分の外周作業時間（外周1+外周2）は、ロボットによる1圃場分の無人作業時間より短かった（図2）。これにより、ロボットが圃場1筆の無人作業を終了する前に、有人機②が外周4周分の作業が可能で、5圃場終了時を除き、ロボットの待機時間は発生しなかった（図2、表2）。そのため、ロボットの耕うん作業時間（無人作業）が全作業時間に占める割合は90.4%と高いことから、ロボットを効率的に運用できたと考えられた（表2）。また、協調区の5ha当たりの作業時間は4.97 h/5haで、慣行区に比べ39%短く、圃場作業量は1.01ha/hと慣行区より0.39ha/h増加した（表3）。

このことから、整備された大区画圃場の利点を活かし、人員1人当たりの作業効率を向上できる体系として、ロボットを用いた協調耕うん作業は有望な技術と考えられた。

表2 現地1ha区画連坦圃場における協調作業の作業時間とその内訳(2023年)

試験区	機体	作業時間(h/5ha)	作業時間内訳(h)				
			進入・退出・圃場間移動	運転設定	無人移動	耕うん作業	待機
協調	ロボット	4.97	0.11(2.2)	0.21(4.2)	0.09(1.8)	4.49(90.4)	0.07(1.4)
	有人機②	4.95	0.13(2.6)	—	—	3.71(75.0)	1.11(22.4)
慣行	ロボット	8.09	0.09(1.1)	—	—	8.00(98.9)	—

慣行区の5ha当たり作業時間は、1ha圃場2筆連続作業の作業時間から算出した慣行はロボットトラクタをマニュアル操作で作業した結果である  
作業時間内訳の( )内は、作業内訳の全作業時間に対する割合(%)である

表3 現地1ha区画連坦圃場における協調作業による作業時間と圃場作業量(2023年)

試験区	作業時間		圃場作業量	
	(h/5ha)	慣行比(%)	(ha/h)	慣行差
協調	4.97	61	1.01	+0.39
慣行	8.09	(100)	0.62	—



スマート農業技術の発展は著しく、先端技術を搭載した農業機械などの市販化が進んでいるが、高価なものも多い。達成したい目的を明確にして導入することが重要であり、効率的な活用を進めるためには生産基盤や営農状況に合わせた作業体系の提案などソフト面からの支援が期待される。

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

【監修：(公社) 農林水産・食品産業技術振興協会】

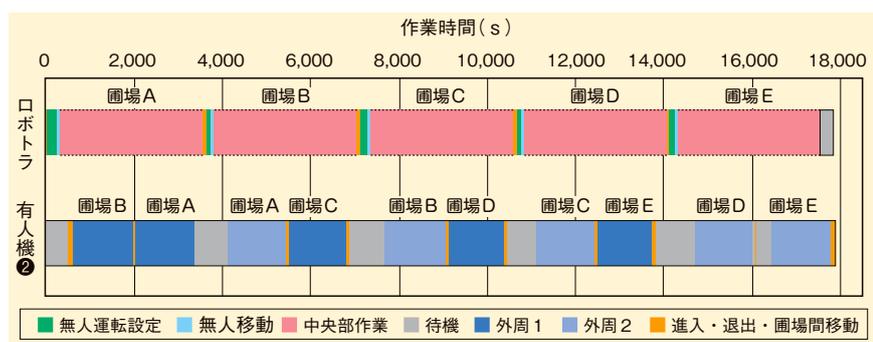


図2 現地1ha区画連坦圃場におけるロボットトラクタと有人機の協調耕うん作業時間の比較(2023年)

図中の点線で囲まれた作業は無人運転作業であり、2機が同時に作業を進行している  
ロボットが無人作業で作業できない外周4周のうち、外側2周を外周1、内側2周を外周2とした両機体の耕うん作業速度は0.82m/sであった