

大区画ほ場におけるロボット田植機による水稻移植作業

石川祐介・石田頼子*・進藤勇人**・齋藤雅憲

(秋田県農業試験場・*秋田県生活環境部・**秋田県山本地域振興局)

Transplanting work with a auto pilot rice transplanter in a large division paddy field

Yusuke ISHIKAWA, Yoriko ISHIDA*, Hayato SHINDO** and Masanori SAITO

(Akita Prefectural Agricultural Experiment Station・

* Akita Prefectural Government, Department of Living Environment・

** Yamamoto Regional Development Bureau)

1 はじめに

積雪寒冷地である秋田県では、水稻栽培の作業適期が短く、限られた期間で適期に作業を進めていく必要がある。今後、高齢化や人口減少による労働力不足が想定される中、特に水稻移植作業は、複数人による組作業であるため、限られた労働力でも計画通りに移植作業を行うことが求められる。一方、近年、現地導入が進んでいるロボット田植機は、有人監視下で自動運転による無人での移植作業が可能であり、作業人数を削減できるほか、1ha 大区画ほ場（長辺 100m × 短辺 100m）での投下労働時間を削減できることが試算、確認されている¹⁾。

そこで、ロボット田植機を用いて作業人数を 1 人減らしたときの作業時間への影響を明らかにすることを目的に、大区画ほ場でロボット田植機による 2 人での移植作業を実施し、3 人による慣行の移植作業と作業時間等を比較した。

2 試験方法

(1) 試験年次および試験場所：2021 年と 2023 年に秋田県農業試験場 1ha 大区画ほ場（長辺 200m × 短辺 50m）3 筆（ほ場 A, B, C）で実施した。

(2) 供試機材：ロボット田植機（K 社 NW8SA、8 条植、側条施肥・施肥機、除草剤散布機）、移動式基地局（K 社 RTK-GNSS 基地局）

(3) 耕種概要：高密度播種苗（乾籾 250g 播 / 箱）を使用し、栽植密度 50 株 / m² で移植した。肥料は、側条施肥し、殺菌殺虫剤と除草剤（以下、薬剤）は、それぞれ側条施用、移植同時散布した。

(4) 試験区の構成：①ロボット区は、オペレータ（監視者）1 人と補助者 1 人の作業人数 2 人での移植作業とした。②慣行区は、オペレータ 1 人と補助者 2 人の作業人数 3 人での手動操作による移植作業とした。なお、両区のオペレータは、同一（40 代男性）とした。

(5) 作業方法：長辺行程数と補給の詳細は表 1 に示す。

①作業工程

ロボット区は、基地局設置→マップ作成→ルート作成→無人作業（中央部植付・旋回）→有人作業（外周植付 2 周）の順で実施した。大区画ほ場での外周植付は、植付中に苗継ぎが必要となるため、ロボット区の外周および最外周植付は、有人作業で実施した。慣行区は、供試機により、有人作業（中央部植付・旋回）→有人作業（外周植付 1 周）の順で実施した。

②補給作業

苗と肥料の補給は、長辺 2 行程に 1 回の頻度で行った。薬剤の補給は、植付開始前、作業中間、外周植付前に行った。補給場所は、両区とも片側短辺のみとした。

(6) 作業条件：ロボット区の作業速度設定は、最高速度設定の 7（1～7）とし、慣行区は、オペレータが作業できる速度とした。また、外周の枕地作業速度は、両区ともほ場の状態に合わせて調整した。

(7) 調査項目：作業時間（基地局設置とマップ作成を除く）(h/ha)、作業時間に占める無人作業時間の割合（%）、補給 1 回あたりの作業時間 (s/ 回)、ほ場作業量 (ha/h)、投下労働時間（人・h/ha）（作業人数・作業時間）

3 試験結果及び考察

(1) ロボット田植機による水稻移植作業

長辺行程数に含まれる空走り回数は、ロボット区が 0～1 回で、慣行区が 1～2 回であり、ほ場によって増減の傾向が異なった（表 1）。これは、植付開始時のマーカー付けが不要なためであった。また、苗補給の回数は、ロボット区が 10～11 回で、慣行区が 11 回であった（表 1）。同一ほ場での苗補給の回数の違いは、長辺行程数の違いによるものであった。本試験の作業条件において、ロボット区では、条合わせ時の空走りが不要で長辺行程数が減少した場合に限り、慣行区より苗補給の回数が減少した。

(2) 作業時間と無人作業時間の割合

ロボット区の作業時間は、平均 2.19h/ha であり、慣行区の平均 1.99h/ha に比べ 0.20h/ha 増加した（表 2）。ロボット区の作業時間の増加は、自動運転に必要なルート作成の時間（0.08h/ha）と補給作業時間（0.10h/ha）の増加によるものであった（表 2）。

ロボット区の作業時間に占める無人作業時間の割合は、39.7% であった（表 2）。この間、オペレータは、田植機を監視しながら、補助者の役割を兼務できたため、作業人数を 1 人減らしても、慣行区と同様に 2 人で苗等の補給作業の準備が実施できた。

(3) 補給 1 回あたりの作業時間

作業人数の違いによる補給作業時間への影響をみるため、補給作業時間の内訳をみると、ロボット区の補給 1 回あたりの作業時間は、苗と肥料補給の場合、平均 191s/ 回（最小 168s/ 回～最大 203s/ 回）で、慣行区の平均 178s/ 回（最小 177s/ 回～最大 178s/ 回）より平均 13s/ 回増加した。また、苗と肥料、薬剤補給の場合、ロボット区が平均 522s/ 回（最小 475s/ 回～最大 595s/ 回）で、慣行区の平均 427s/ 回（最小

400s/回～最大454s/回)より平均95s/回増加した(図1)。

これらのことから、作業人数を1人減らしたときの影響は、補給作業時間の増加に表れ、さらに補給内容が多くなると、補給作業時間の増加が顕著になると考えられた。

(4) ほ場作業量と投下労働時間

ロボット区のは場作業量は0.45ha/hで、ルート作成の時間と補給作業時間が増加したため、慣行区の0.50ha/hに比べ0.05ha/h減少した(表2)。一方、ロボット区の投下労働時間は4.38人・h/haで、作業人数の削減により、慣行区の5.97人・h/haと比べ27%削減された(図2)。作業人数を1人減らすと、作業時間の増加によりほ場作業量は減少するが、ロボット田植機を用いることで、限られた作業人数でも移植作業を実施できると考えられた。

4 まとめ

大区画ほ場でロボット田植機による作業人数を慣行の3人から1人減らした2人での水稻移植作業を実施し、慣行作業と作業時間等を比較した。その結果、ロボット田植機による移植作業では、無人での移植作業の間、オペレータが田植機を監視しながら補助者の役割を兼務することができた。そのときのは場作業量は、慣行と比べ減少したものの、作業人数の削減により、投下労働時間は、慣行と比べ27%削減された。

今後、労働力不足が進行し、限られた労働力でも効率的に移植作業を実施しなければならない状況において、ロボット田植機を用いて水稻移植作業を実施することは、有用であると考えられた。

引用文献

1) 山田祐一. 2019. 自動運転田植機の開発. 農業食料工学会誌 81(6):349-352

表1 長辺行程数および補給回数の調査結果

試験区	ほ場	作業人数		長辺行程数		苗補給		肥料補給		薬剤補給
		オペレータ	補助者	行程	うち空走り	回数	使用枚数 枚/10a	回数	現物投入量 kg/10a	回数
		人	人							
ロボット区	A	1	1	20(中央部16、外周4)	-	10	10.1	10	65.6	3
	B	1	1	22(中央部18、外周4)	1	11	11	11	68.0	3
	C	1	1	20(中央部16、外周4)	-	10	10.6	10	69.8	3
慣行区	A	1	2	22(中央部20、外周2)	2	11	10.3	9	48.5	3
	B	1	2	22(中央部20、外周2)	1	11	10.8	11	66.2	3

- 1) 長辺行程数の空走りは、ロボット区が条合わせ時、慣行区がラインマーカー付けと条合わせ時に空走りしている。
- 2) 外周植付中の苗継ぎは、苗補給回数に含めていない。
- 3) 慣行区のは場Aには、一部側条施肥を止めている行程が含まれる。
- 4) 殺菌殺虫剤と除草剤(薬剤)は、それぞれ側条施用、移植同時散布し、1kg/10aの設定で施用した。

表2 ロボット田植機の移植作業時間、無人作業時間の割合、ほ場作業量

試験区	作業時間 (h/ha)	慣行 との差 (h/ha)	作業時間 内訳 (h/ha)							補給作業 慣行比(%)	作業時間に占める 無人作業時間の 割合(%)	ほ場作業量 (ha/h)
			ルート 作成	無人作業		有人作業		補給作業				
				中央部植付	旋回	中央部植付	旋回	外周植付	補給			
ロボット区	2.19	0.20	0.08	0.73	0.14	-	-	0.39	0.85	113	39.7	0.45
慣行区	1.99	-	-	-	-	0.92	0.14	0.18	0.75	(100)	-	0.50

- 1) 調査数は、ロボット区がほ場A、B、Cの3調査で、慣行区がほ場A、Bの2調査である。
- 2) 基地局設置(0.06h)とマップ作成(0.22h)の時間は、事前に作業が可能のため、作業時間から除いた。
- 3) ロボット区の作業速度設定は、最高速度設定の7とした。
- 4) 作業速度は、ロボット区(ほ場A、C)が1.49m/s、1.51m/sで、慣行区(ほ場B)が1.45m/sであった。

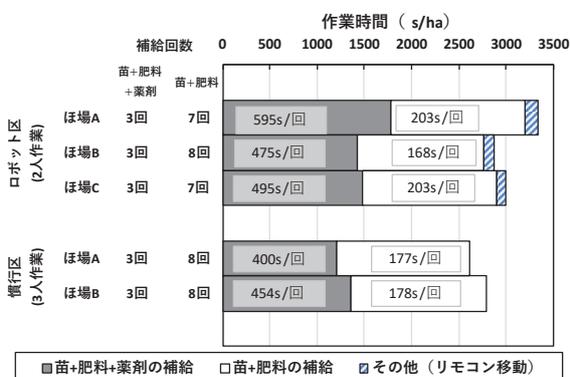


図1 補給作業時間の内訳と1回あたりの補給作業時間

- 1) 苗+肥料の補給には苗のみの補給も含まれる。
- 2) 補給回数は、それぞれの試験区における苗+肥料+薬剤および苗+肥料の補給回数である。
- 3) グラフ上の数字は、補給1回あたりの作業時間を示す。
- 4) その他は、リモコン操作による畦畔までの移動時間である。

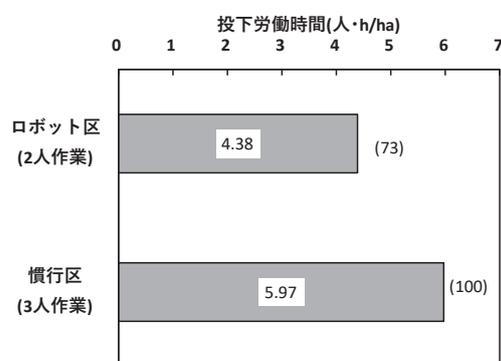


図2 1 ha あたりの投下労働時間

- 1) 投下労働時間(人・h/ha)は、作業人数(人)と作業時間(h/ha)を乗じて算出した。
- 2) グラフ上の()は慣行区との比(%)を示す。