

水稻移植作業における圃場内作業時間低減を目指した圃場条件 Proposal of field design for improving work efficiency on paddy planting

○平峰嘉乃* 松井正実* 萩野真梨紗**

○Kano HIRAMINE, Masami Matsui, Marisa OGINO

1. 背景・目的

水稻移植作業には、植付時間、旋回時間、苗を補給する時間（以降、補給時間とする）が含まれる。補給時間は、圃場の長辺によって変化し、圃場内作業時間を増減させることができていている。そのため、補給時間を低減する圃場の長辺長を明らかにすることで、圃場内作業時間を低減できると考えられる。本研究では、機械条件や作業条件を問わず、この圃場内作業時間を低減できる圃場条件（圃場面積、長辺長、辺長比）を明らかにすることを目的とする。

2. 方法

圃場内作業時間 T は、植付時間 T_p 、旋回時間 T_t 、補給時間 T_s を合計して (1) 式より算出する。単位面積当たりの植付時間は、作業速度 v (m/s)、作業幅 w (m) として (2) 式より求める。単位面積当たりの旋回時間は、1 回の旋回時間 t (s)、長辺 l (m) として (3) 式より求める。

$$\text{圃場内作業時間 } T = T_p + T_t + T_s \quad (1)$$

$$\text{植付時間 } (s/10a) \quad T_p = \frac{1}{wv} \quad (2)$$

$$\text{旋回時間 } (s/10a) \quad T_t = \frac{t}{wl} \quad (3)$$

$$\text{苗残量 } r = N - \left[l \left\{ S_{bp} \cdot \lambda \left(\frac{ha}{\eta a} \right) \right\}^{-1} \right] \quad (4)$$

2.1. 補給時間の算出方法

苗補給のプロセスを 5 種類にモデル化し、長辺や作業条件ごとの補給時間を算出するプログラムを VBA で作成した（図 1）。初期値を設定後、1 工程ごとの苗残量を計算し、補給の必要性を判定する。補給方法は苗残量に応じて分岐処理で決定され、所要時間を加算して苗が満載の状態になるまでの総補給時間を算出する。苗残量 r (枚) は、満載時の苗の量 N (枚)、進んだ距離 l (m)、株間 S_{bp} (cm)、田植機のスリップ率 λ (%)、苗箱の縦の長さ h (mm)、苗の横送り回数 a (回)、苗取り量 b (mm)、苗取り係数 η (%) として、(4) 式より求める。10 条田植機における補給の仕方と所要時間は図 2 に示した通りである。プログラムで算出した総補給時間を t_s (s) とし、(5) 式より単位面積当たりの補給時間を算出する。

2.2. 供試条件

圃場の長辺は 120 m～400 m まで 10 m おきに設定する。機械は作業速度 1.68 m/s の 10 条田植機を使用し、株間 18～30 cm、苗取り量 10～12

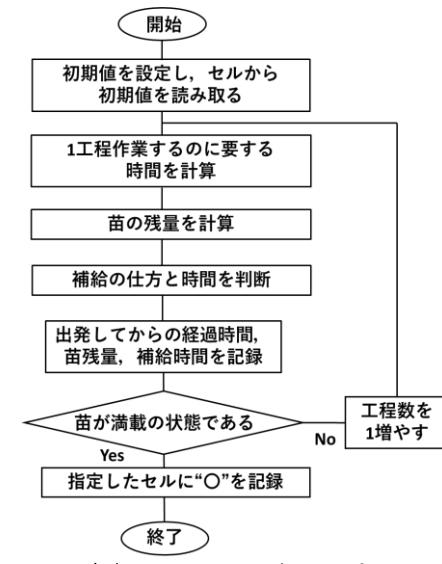


図 1 フローチャート

mv	sp	sp_1	sp_2	sp_3
60秒	80秒	100秒	170秒	270秒

図 2 10 条田植機 補給の仕方と時間

$$\text{補給時間 } (s/10a) \quad T_s = \frac{t_s}{wl \cdot n} \quad (5)$$

* 宇都宮大学大学院(Graduate School of Utsunomiya University)

** 東京農工大学大学院連合農学研究科(United Graduate School of Agricultural Science, Tokyo University of Agriculture and Technology)

キーワード：圃場整備、田植え機、長辺長

mm, 横送り回数 26 回とする。また, 1 回の旋回時間は 20 秒, 苗取り係数 15 %とする。

3. 結果

図 3 に, 圃場内作業時間と面積の関係を辺長比別に示す。辺長比を大きくすると旋回回数が減るため, 圃場内作業時間は減少した。面積 2 ha 以上では, その差は小さくなり, 面積 3 ha 以上になると, 辺長比を大きくしても作業時間はほぼ変化しなかった。

図 4 に, 圃場内作業時間のうち補給時間が占める割合を作業条件別に示し, 実線は標準的な株間の範囲を示す。苗取り量を減らし, 株間を大きくすることで補給の占める割合は減少した。長辺 120 m~150 m のとき, どの作業条件でも補給時間は最大で 5 割弱, 最小で 2 割に抑えることが可能であった。長辺 120 m~150 m のとき, どの作業条件でも補給時間は最大で 5 割弱, 最小で 2 割に抑えることができた。長辺 160 m~290 m のとき, 横軸に平行に示された平均より低い傾向にあるが, 苗取り量 10 mm・株間 22 cm, 12 mm・26 cm のとき長辺 170 m で補給時間は増加し, 10 mm・26 cm,

12 mm・30 cm のとき長辺 200 m で補給時間は増加した。長辺 300 m~400 m のとき, どの作業条件でも平均より高い傾向にあり, 特に標準的な作業条件においては, 補給時間が占める割合は最大で 6 割に達した。以上のことから, 面積 3 ha 未満の圃場では, 辺長比を 1:3 に設定することを優先することで圃場内作業時間は低減可能である。面積 1ha 以上 3ha 未満で辺長比 1:3 の条件を満たす長辺は 180m~290m の範囲内であるが, 作業時間低減の観点から長辺 200m を避けることが推奨される。一方, 面積 3ha 以上では, 長辺設定を優先することで作業時間を低減できる。面積 3ha 以上 5ha 未満の圃場の長辺は 180m~380m の範囲であり, この中で補給時間が増加する長辺 200m, 300m~400m を避けることが望ましい。面積 5ha 以上 9ha 未満の圃場になる圃場の長辺は 230m~400m であり, 320m~400m を作業時間は低減する。面積 9ha 以上になると圃場の長辺は 310m~400m の範囲内であるが, この範囲の長辺はすべて補給時間が増加するため作業効率の観点から必要以上に面積を拡大することは推奨されない。今後は, 不整形な圃場においても作業時間が低減する圃場条件を明らかにする。

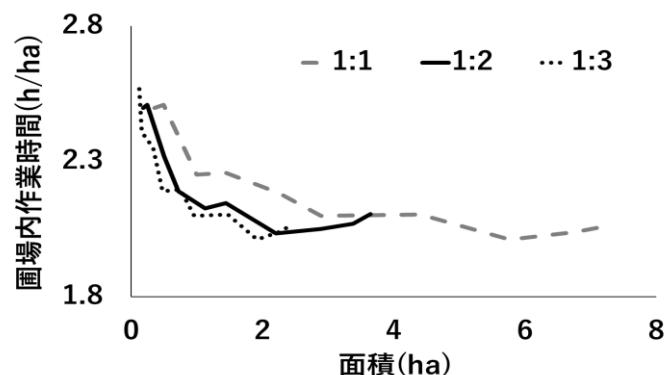


図 3 面積と作業時間の関係

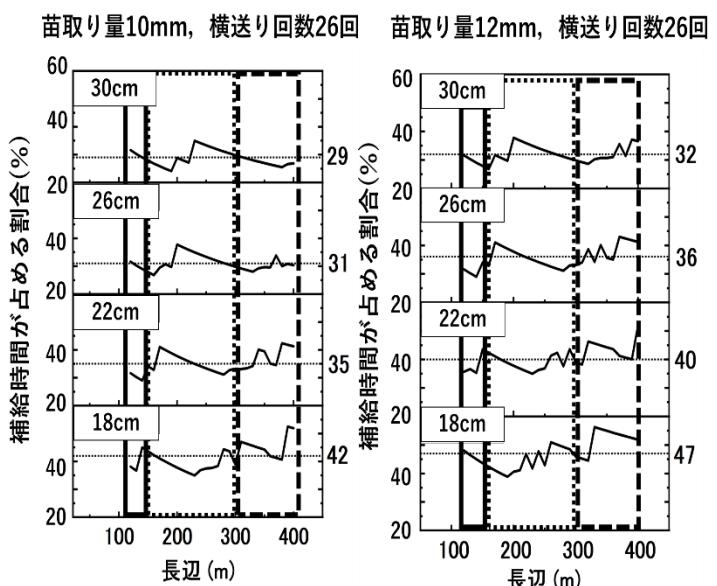


図 4 補給時間が占める割合