特 集

「受委託時代の農作業計画支援技術」その2

分散圃場における水稻作春作業計画支援システムの開発

大黒正道

近畿中国四国農業研究センター

Development of Computer-assisted System for Planning Work Schedule of Paddling and
Transplanting in Distributed Fields

Masamichi DAIKOKU

National Agricultural Research Center for Western Region

1. はじめに

平成 17 年 3 月、新たな食料・農業・農村基本計画が策定され、前回の基本計画を見直した上で、今後 10 年間の農政の基本方向が公表された。その特徴の一つが、地域における担い手を明確化し、これらに施策を集中的かつ重点的に実施することである。また、集落を基礎とした営農組織のうち、将来効率のかつ安定的な農業経営に発展すると見込まれものは担い手と位置づけられることになり、それらに農地の利用集積が図られることになった。しかし、現実的には利用集積はいくつかの問題を抱えている。その一つが圃場の分散である。平成 13 年に実施された認定農業者アンケート集計結果（財農林統計協会 2003）によると、認定農業者の抱える生産面での課題として、第 1 位「圃場が分散して作業効率が悪い」、第 4 位「農地が集まらない」が挙げられている。

地域の担い手に農地を集積し、生産性の高い農業経営を確立していくことの必要性は前述のとおりであるが、大規模になることによって圃場管理が十分に行われなくなり、それが収量や品質の低下を引き起こしつつあることも、一方では大きな問題点として指摘されている。そのため、生産者

が連年の作物生産を通じて獲得してきている、圃場履歴や栽培条件、栽培・管理手法などの圃場に依存した知識を圃場を単位としてデータベース化することが必要とされており、既に GIS(地理情報システム)を用いた一筆圃場管理システムがいくつか開発されている。このシステムによって、圃場をその目的に応じて色分けし、ビジュアル的に生産者に情報を的確に伝えることができるようになり、品種の配置計画や作業計画の策定、構成員間の情報の共有化に役立てられている例も散見されるようになってきた(三浦ら 2004)。しかし、圃場分散の問題に対して、適切な指示を与えてくれるシステムは開発されておらず、また、圃場分散を考慮した農作業計画の最適化については、いくつか文献(大土井ら 2001)があるが、水稻の春作業期間を通じた実用的なシステムは構築されていない。

そこで、山間傾斜地域や中山間地域の圃場分散の実態を把握するとともに、水稻作における耕耘・代かきから移植までの春作業について、移動距離ができるだけ小さくなるように各圃場の作業予定日を計画策定者に提示するシステムを開発したので報告する。

2. 圃場分散の実態

1) 山間傾斜地域における水稻受託組織の実態

山間傾斜地域では、小規模、小区画の水田が多いため、機械化、軽作業化が難しく、さらに、高齢化、女性化が進み機械作業が困難な農家が出て

平成 16 年 7 月 11 日受付

平成 17 年 11 月 18 日受理

Corresponding author

大黒正道 Masamichi DAIKOKU

〒 762-0056 香川県善通寺市生野町 2575

2575 Ikano-cho, Zentsuji, Kagawa, 762-0056 Japan

表1 山間傾斜地域における水稻作作業受託の実態

	圃場 枚数	圃場 面積 a	平均圃 場面積 a	日作業 面積 a	平均移 動距離 km	最大移 動距離 km
代かき	118	960	8.1	38.4	20.55	45.83
移植	184	1,565	8.5	55.9		
収穫	247	1,875	7.6	44.6	20.47	58.95

図1 代かき作業における移動経路と移動時間の事例

きている。そのため、受託作業や機械銀行などの組織化が進められているものの、圃場が広範囲に分散しているため作業の効率が低下し、平坦地での作業受託等と比較して運営が難しいことが多い。

高知県大豊町のOファームは、行政主導型の第3セクターでオペレータ3名で地域の水田作業を受託している。表1にOファームの受託作業概要を示す。受託面積は延べ44haであるが、圃場枚数は延べ549枚に達している。また、一筆当たりの圃場面積は約8aと小さく、不整形であるため、1日当たりの平均作業面積は約45aと小さくなっている。また、耕耘・代かき、移植等の春作業と収穫等の秋作業について1日の移動距離を調査した結果、1日平均約20km、最大60km近く移動している実態が明らかになり、圃場分散ができるだけ小さくなるように作付計画、作業計画を立てる必要性が認められた。

2) 中山間地域における集落営農型農事組合法人の作業実態

農事組合法人「K組合」は、圃場整備事業を契

機に設けられた機械共同利用組合を経て、平成4年に設立され、広島県中北部の中国山脈山麓で、構成員：6名（内オペレータ4名）、利用権設定面積：34.5ha、延べ受託面積：111.5haの規模で法人経営を行っている。

作付けしている水稻品種は計6品種で、一部、種子生産を行っている。春作業の時期は、利用権設定圃場と受託作業圃場において、各水稻品種の代かき作業と移植作業が複雑に交錯するため、1日の作業面積が大きく異なってくる。また、K組合が関与している圃場枚数は約400枚に達し、それらの圃場はK地区全体に広く分布しているため、往復10km以上の距離を移動しなければならない場合も生じ、作業効率の低下を招いている。図1に1日の代かき作業における作業経路の事例を示す。この事例の場合、作業面積1.0ha、圃場枚数5枚、機械庫を出発してから戻ってくるまでの移動距離は7.4kmで、移動時間は総作業時間の約13%にあたる34分であった。

このように、作業面積と圃場分散の両者を考慮して作業計画を立てることが重要であり、計画立

案者は、圃場毎の品種の配置計画、日作業計画を苦勞して作成している。そこで、K組合の構成員に聞き取り調査を行い、どのようなルールに基づいて水稻品種を配置し、農作業を効率的に行おうとしているかを整理し、システム開発の参考にした。

3. 水稻品種の配置計画と春作業計画策定の実態

1) 水稻品種の配置計画

水稻品種の圃場配置の策定ルールは以下のように整理できる。

- (1)品種配置は作業を受託した圃場の品種配置を考慮し、利用権設定圃場では、同一品種を2～3カ所にできる限りグループ化する。
- (2)同一品種のグループは、移植時期が近い品種のグループとできる限り隣接させる。
- (3)その他、用水利用の便、種子生産における圃場の連年利用、水田転作後の品種選定を考慮して、慎重に計画を立てている。

2) 水稻作における春作業計画

水稻品種の配置計画を決定した後、K組合の春作業計画は以下のように策定されている。

- (1)春作業計画は受託の申し込みを受け付けた後決定する(3月)。
- (2)耕耘・代かき：2名、田植え：2名が専門的に担当し、代かき・田植え作業面積は、1日：約1.5ha/台を限度とする。
- (3)代かきは、初期除草剤も考慮し、田植えの5～8日前に行う。
- (4)できる限り、圃場間の移動距離が少なくなるように日作業計画を立てる。
- (5)受託圃場の作業を優先し、計画変更は、できる限り利用権設定圃場で行う。

以上の結果から、水稻作での春作業計画を立てる際には、定められた作業期間の中で、1日の作業可能面積を考慮し、圃場間の移動距離が小さくなるように、作業計画を立てていることが明らかになった。そこで、代かきから移植までの圃場毎の作業予定日を圃場間の移動距離ができるだけ小さくなるように最適化し、計画立案者に提示する支援システムを開発した。

圃場*i*の中心座標： $a(x_i, y_i)$ 、圃場分散の中心座標： $A(X, Y)$

$X = \sum x_i / n$, $Y = \sum y_i / n$, 圃場数： n ,

圃場分散の中心と圃場中心との間の直線距離 L_i

圃場分散度： $(\sum L_i) / n$

図2 圃場分散度の考え方

4. 水稻作春作業計画支援システム

1) システムの概要

本システムは、水稻作における代かきから移植までの各作業時における圃場間の移動距離が小さくなる最適な作業予定日を探索し、地図上に提示する水稻作作業計画支援システムである。各圃場の作業予定日は、圃場間移動距離と相関が高い圃場分散度(図2)が、春作業期間を通じて最も小さくなるように、遺伝的アルゴリズムを用いて決定する。具体的な使用手順を以下に示す。

(1)品種配置の入力

まず、最初に前年度実績を参照して圃場毎に作付品種を入力する。その際には品種配置の策定ルールに則り、グループ化を考慮する必要がある。本システムの中では、圃場毎の作付品種の入力は、全体のバランスが把握できるとともに、用水の便などの細かいチェックも行えるように、コンピュータ画面上に示した圃場地図を見ながら行えるようにしている。

(2)圃場毎の移植作業期間の設定(移植作業用データセットの作成)

圃場に作付けされる品種が決まれば、品種の適性に応じて移植期間がほぼ定まる。たとえば、作付品種が「ひとめぼれ」の場合、移植作業期間は5月3日～5月10日というように品種によって移植作業期間をほぼ設定することができる。つま

図3 移植作業予定日の計算結果の表示例
(グラフ上図：日別圃場分散度，下図：日別作業面積)

り，作付けされる品種毎に移植作業期間を設定することにより，圃場毎の移植作業期間が定まり，その期間の中で最も移動距離が小さくなるように移植日を決定することが可能になる。本システムでは，圃場毎に直接，移植作業期間を入力するのではなく，品種毎に移植作業期間を入力し，多数ある各圃場への入力を簡略化した。

(3) 圃場毎の移植作業予定日の最適化及び表示

圃場毎に移植作業期間が決まれば，その期間内で最も圃場分散が小さくなるように最適化し，各圃場毎に移植作業日を決定する。しかし，得られた結果は，圃場分散が小さくなるように最適化はされているが，実際の作業のことを考えると適切な作業予定日になっていないこともある。そこで，結果はすぐにコンピュータ画面の地図上に圃場毎の作業日を色分けして表示し，計画立案者が事情に応じて変更できるようになっている。

(4) 圃場毎の代かき作業期間の設定（代かき作業用データセットの作成）

(3)により，最終的に移植作業予定日が決定したら，それに基づいて圃場毎の代かき作業期間を設定する。移植前の代かき作業期間は，各地域の土質や使用する除草剤の種類によりほぼ定まる。K組合の場合，代かき作業期間を移植作業予定日前5～8日前に設定している。

(5) 圃場毎の代かき作業予定日の最適化及び表示

圃場毎の代かき作業期間が決まれば，その期間内で最も圃場分散が小さくなるように最適化し，

各圃場毎に代かき作業日を決定する。結果はすぐにコンピュータの地図上に圃場毎の作業日を色分けして表示し，計画立案者が事情に応じて変更できるようにしている。

5. 水稲作春作業計画支援システムの現地への適用

図3に水稲作春作業計画支援システムにより移植作業計画の最適化を図った結果の表示例を示す。本システムは，正確に圃場間移動距離が少なくなるように作業予定日を設定していることがわかる。また，圃場毎に移植作業予定日別に色分けして図示されるので，全体の傾向や各作業日の作業予定圃場が把握しやすくなっている。さらに，作業日別の圃場分散度，作業面積もグラフで表示するので，計画立案者は，実情に合わせて予定の変更を容易に行える。

遺伝的アルゴリズムを用いた最適化では，計算時間約2分（Pentium III 850MHz）で収束し，結果を表示することができた。

本システムを作業期間：23日間，圃場枚数：111枚の平成13年度移植作業日の最適化に適用した結果，表2に示すように，実際の圃場分散度が191mに対し，167mまで減少させることができた。同様に，本システムにより平成13年度の代かき作業日の最適化を図った結果，作業期間：26日間，圃場数：167枚で，実際の圃場分散度442mに対し，213mと50%以上低下した。平成14年度もほ

表 2 水稻作春作業計画支援システムによる圃場分散度の低減効果

		移植作業日	代かき作業日
計算 方法	交叉方法	一点交叉（突然変異無し）	一点交叉（突然変異無し）
	個体数	50	50
	世代数	1000	1000
		広島県三次市	広島県三次市
計算 条件	圃場数	111	167
	作業期間	23 日間	26 日間
	作業人数	1～2 人	1～2 人
計算 結果	平均圃場分散度	167m (利用権設定圃場のみ)	213m (全圃場)
	平均圃場分散度の実績		
平均圃場分散度の実績	平成 13 年	191m	442m
	平成 14 年	241m	313m

注) 平成 13 年 田植え作業期間：23 日間，対象圃場数（利用権設定圃場数）：111
代かき作業期間：26 日間，対象圃場数（全圃場）：167
平成 14 年 田植え作業期間：25 日間，対象圃場数（利用権設定圃場数）：

は同様の結果となり，作業期間が長く，圃場枚数が多いほど本システムによる最適化の効果が大きく現れると考えられた。

6. おわりに

今後，圃場一筆毎の圃場履歴や土質，肥沃度，生産力のデータをコンピュータ上に蓄積し，圃場の適性に応じた栽培・管理を行っていくことで収量・品質を向上させていく技術の開発が期待される。本システムが一筆圃場管理システムの中の空間解析機能を利用した一つのオプションとして発展し，収穫作業も含め，圃場分散の問題の解消に

少しでも役立てば幸いである。

引用文献

- 1) 大土井克明・笈田 昭 (2001)：GA による農作業計画における適応度について，農業機械学会誌 63 (3)：84-89.
- 2) 農林統計協会編 (2003)：図説 食料・農業・農村白書（平成 13 年度版），(財)農林統計協会，東京，pp.105-158.
- 3) 三浦修平・小林 一 (2004)：一筆圃場カルテに基づく経営支援システムの開発，システム農学 20 (1)：16-22.