

原 著 論 文

圃場分散下における水稻受託作業の効率性要因の定量分析 —JA 出資型農業法人による酒米（山田錦）の収穫作業を対象にした分析—

加藤雅宣 *¹⁾・川向 肇²⁾・鷺尾信彦 †³⁾

- 1) 兵庫県立農林水産技術総合センター 〒 679-0198 兵庫県加西市別府町南ノ岡甲 1533
2) 兵庫県立大学大学院応用情報科学研究科 〒 650-0047 兵庫県神戸市中央区港島南町 7-1-28
3) (株) 兵庫みらいアグリサポート 〒 673-0713 兵庫県三木市細川町豊地 325-5

要旨

兵庫県の酒米（山田錦）産地である三木市南東部においては、基幹的な農作業を請け負う JA 出資型農業法人が産地を持続させる新たな担い手として台頭しつつある。中でも、収穫作業は作業能率に影響を及ぼす気象条件、圃場条件に最も制約を受ける作業である。さらに、その適期を逃すと収量・品質の低下を引き起こすため、作業管理の点からは制約条件を考慮した作業計画の作成が重要となる。そこで、本研究では作業計画の策定時までに入手可能なデータによって作成した簡便な指標等による線形回帰モデルで作業面積の予測を行い、定量的な分析によってその作業能率を規定する要因の検討を行った。その結果、作業能率にマイナスの影響を与える要因は、圃場分散、降雨日数であり、プラスの影響を与えるのは熟練オペレータの存在、作業時間、圃場の平均区画面積の順であった。一方、線形回帰モデルの構築に当たっては、(1) 新たな圃場分散度指標が実測値よりも当てはまりがよいこと、(2) 降雨の影響をモデルに組み込むには作業日 3 日前から前日までの降雨日数が妥当であること、(3) 熟練したオペレータの作業能率は、25 a/h を閾値としたダミー変数を用いることが推計上重要となる可能性があることも明らかにした。また、作業能率に影響を及ぼす圃場分散を小さくするためには、収穫適期や圃場内の状態に基づいて集積できるように委託者との調整・合意形成に努めつつ、その一方で作業能率が高いオペレータの確保、または、経営体内でのその育成が重要であることが示唆された。

キーワード

圃場分散, 農作業受託作業, 収穫作業, 作業計画, JA 出資型農業法人, 山田錦

はじめに

背景と問題意識

近年の水田作経営においては、人・農地プランの作成や農地中間管理機構の創設に代表されるような農地の面的集積に向けた支援策が制度化され、市町村単位で地域の担い手への農地の利用調整が進みつつある。今後その面的集積に拍車がかかり、作業の効率化やコスト低減等の規模拡大の効果が発揮されることが期待される。

しかしながら、兵庫県の酒米（山田錦）産地である北播

磨地域に位置する三木市南東部においては、集落内に認定農業者が不在であったり、営農組織の結成が困難であったりするために、労力面から農作業の継続に不安を感じる酒米生産者が見受けられる。このことは、産地全体として捉えると、収穫及び移植に関する適期作業に支障を来し、特産である酒米（山田錦）の品質・生産量の確保が難しくなり産地の維持及び継続が危ぶまれる。このような中、担い手不在の地域においては、基幹的な農作業を請け負う JA 出資型農業法人が、産地を持続させる重要な役割を担っている。

全国農業協同組合中央会（2011）が行った第 4 回 JA 出資型農業法人に関する全国調査報告（調査対象数 277 法人）によると、調査対象の 6 割強が水田作に関わる法人であり、それらの法人が抱える問題点としてもっとも多い指摘事項

* Corresponding Author

E-mail: Masanobu_katou@pref.hyogo.lg.jp

† Present Address

兵庫ネクストファーム 〒 675-2103 兵庫県加西市鶉野町 1998

は「圃場分散が激しいことや条件不利地が多いため、効率が悪い」で141法人（回答数の68.1%）であり、次に回答数が多かった「冬期の仕事が不足するため、所得確保が困難」と回答した78法人（回答数の37.7%）と比較すると、多くの法人で直面している課題であることがわかる。本稿で分析対象とするJA出資型農業法人においても作業委託者の圃場が複数の集落に渡って広域に分散しており、前述の報告と同様の課題を抱えている。とりわけ、収穫作業においては、圃場分散や条件不利地の問題に加えて、品質の観点から大型乾燥調整施設が設定した籾の搬入期間内に作業を終了する必要があるために、圃場間の位置関係と対象圃場の収穫適期、気象予報及びそれに伴う圃場条件等を考慮した予測に基づいた確かな作業計画の作成が求められる。

先行研究と本研究の目的

これまで、圃場分散や圃場条件が作業能率に及ぼす影響を論じた研究としては、まず、大黒ら（2004）が中山間地域の零細分散錯圃下における水稲春作業計画の作成支援を目的としたシステム開発のために圃場分散を示す指標の提案があげられる。この指標は圃場間の移動距離を予測するために、作業対象となる圃場の中心座標を求め、その座標から各圃場の中心座標への平均距離を算出して指標化したものである。鹿内ら（2007）は沖縄県のサトウキビ生産を行う農業生産法人を対象として、圃場分散を作業対象の圃場面積、作業機の出発地点となる農舎から各圃場までの距離、作業対象圃場の周辺に位置する圃場面積からなる3種類の地理的な指標を用いて表し、圃場分散がその収量に影響があることを報告している。続いて、井上・高橋（2005）、井上・藤栄（2007）、井上ら（2011）では、前述の大黒ら（2004）が提案した圃場分散度を活用したモデル式を援用して、中山間地における堆肥供給組織の運搬・散布サービスを対象に作業能率の規定要因を明らかにし、堆肥散布の費用、作業面積の推定を試みている。西村（2007）、西村ら（2012）は九州における水田飼料共同収穫組織の牧草収穫に係わる各種作業を対象とし、西村（2009）では九州の飼料用トウモロコシ共同収穫組織の大型自走式ハーベスタを活用した収穫作業を対象として、圃場分散下での作業の実態把握やGISによる作業計画作成のシミュレータの作成並びに巡回セールスマン問題を活用した圃場分散に関するシミュレーション分析を進めた。

一方、梅本（2011）は平坦な地域における大規模水田作経営体の研究を進める中、各種作業における圃場間移動の実態把握を行い、零細分散錯圃下での作業の非効率性を明らかにし、生産性向上には農地の面的集積などの必要性を指摘している。しかし、圃場分散については、これまでの農業機械、農作業、農業経営分野で研究が進められてきたが既存の研究を見る限り、その数値化または指標化する手法は十分に確立されてきたとは言えない。さらに、いずれの研究においても地形的要因や作業条件の扱いが限定的であり、作業能率に影響を及ぼすと考えられる気象条件や圃

場条件から簡易に作成可能な指標等を加えた上での検討がなされているとは言えない。つまり、本研究の対象の酒米産地のような平坦地から中間地までの広い地域の中（約16 km × 約16 km）での圃場分散を踏まえ、さらに多様な条件を要する圃場を受託する農業法人等が直面する問題解決に向けて支援する研究はほとんどみられない。

そこで、本研究は兵庫県三木市南東部に位置する酒米（山田錦）産地におけるJA出資型農業法人の酒米収穫作業を対象とし、圃場分散の程度や圃場条件等を作業計画時までに入手可能なデータによって作成した簡便な指標等が作業能率に及ぼす影響を分析するものである。具体的には、第2節では調査対象となる酒米（山田錦）産地とJA出資型農業法人の概要について述べる。第3節では調査や分析の方法を述べるとともに収穫作業の実態を明らかにする。第4節では作業日別・コンバイン別の収穫作業データを用いて、圃場分散を表す各種指標や各種圃場条件等が作業能率に及ぼす影響についての推定及び分析結果を述べる。第5節では、それらの結果の考察を行い、最後の第6節では結果の活用策と今後の課題について述べる。

調査対象の概要

酒米（山田錦）産地

酒米とは日本酒の原料となる米であり、農産物検査法上では醸造用玄米に区分されている。酒米の大きな特徴は、酒造りの観点から精米歩合が高いため食用米よりも大粒であること、米の中心に心白と呼ばれる白色部分があること、低タンパク質であることがあげられる。また、食用米での検査等級は1等級から3等級と規格外の4段階であるが、醸造用玄米（酒米）では1等級の上位に特等、さらに特上等という等級がある。

池上（2010）によると、兵庫県には古くから灘をはじめとする多くの酒蔵があり、その日本酒生産を支える伝統ある酒米産地が形成されてきた。兵庫県（2015）や農林水産省（2016）によると、2014年兵庫県内において、酒米は5,394 ha 作付けされ、その出荷量は26,199 tで全国の約29%を占める。中でも、兵庫県が1936年に育成した品種である山田錦は全国の実需者から酒造適性について評価が高く、その作付面積・出荷量は4,667 ha・21,267 tであり、全国の約71%を占めるに至っている。山田錦の産地は兵庫県南東部に位置する神戸市北区、西脇市、三木市、小野市、三田市、加西市、加東市、多可町であり、JA兵庫六甲、JAみのり、JA兵庫みらいの3つの農業協同組合にまたがって形成され、約5,500戸の農家によって生産されている。なお、その経済性は兵庫県立農林水産技術総合センター農業技術センター酒米試験地の気象感応調査によると近年5カ年の平均収量は400 kg/10 a、2014年産の生産者手取り価格は産地内の平均的な地域（特A-b地区）の特等で約25,000円/60 kgである。仮にすべて特等を生産した場合の10 a当たりの粗収益は約167,000円となり、同地域の食用

米（キヌヒカリ）の約2倍となる。

JA 出資型農業法人の作業受託の概要

調査対象となる JA 出資型農業法人は、兵庫県三木市南東部（三木市久留美町，志染町，口吉川町及び細川町），加西市，小野市を管内とする JA 兵庫みらい（兵庫みらい農業協同組合）が 100% 出資する（株）兵庫みらいアグリサポート（以下，アグリサポートとする）である。「地域農業と農地を守り，農家の安心をサポートする」ことが基本理念であり，水稲の部分作業の受託を主な事業として 2008 年 10 月に設立された。2014 年までは，三木市を管轄する三木事業所と加西市，小野市を管轄とする小野事業所の 2 班体制で作業及び事務分担されている。作業時には三木市及び小野市の事業所にトラクター，田植機，コンバインを配置して作業現場に向かう。従業員は，農協からの出向者 1 人，社員 4 人，契約社員 4 人，事務担当の派遣社員 2 人の合計 11 人と三木市及びその周辺から機械作業を行うオペレータやその補助者を登録オペレータとして作業量に応じて随時雇用している（表 1）。

本格的に事業が開始された 2010 年と本研究の調査年となる 2014 年との主な受託作業別の作業実績を示す（表 2）。最も作業量が多いのは，土作り奨励のために農協からの

助成金が支出される土壌改良材・堆肥散布作業で約 600 ha に及ぶ。2010 年と 2014 年を比較すると，これらの散布作業は横ばい傾向である。散布作業は 11 月から 12 月の 2 ヶ月間で実施され，降雨以外の条件に制約を受けずに集落単位で連担化された圃場で円滑に行われているのが現状である。深耕・耕起作業は，受託作業面積は 2010 年と 2014 年を比較すると，これらもほぼ同様の面積を維持している。圃場分散下での作業であるが，作業期間が 12 月から 3 月までと長く，保有しているトラクター台数で作業負担可能であるために作業計画上の問題はほとんどない。作業期間が 6 月に限られている田植作業は，三木市及び小野市の山田錦，加西市の食用米（ヒノヒカリ）で受託面積が増加している。三木市及び小野市では代掻き作業も同様の傾向を示している。しかしながら，代掻き作業においては，保有しているトラクターの台数で受託面積への対応が可能である。田植作業においては，オペレータの確保が難しい小野市・加西市では受託面積の一部を再委託（1 人・1 台）するものの，三木市においては保有している田植機で計画どおりに作業を進めている状況である。収穫作業は，食用米では小野市と加西市で，山田錦においては三木市と小野市で顕著に増加している。食用米は三木市では 9 月中旬，小野市や加西市では 9 月下旬から 10 月上旬に作業が行われ，

表 1 （株）兵庫みらいアグリサポートの事業概要

設立	平成 20 年 10 月 1 日
資本金	3,000 万円
事業内容	水稲の作業受託 (深耕・耕起，代掻き，田植，収穫，土壌改良材・堆肥散布) 「JA 兵庫みらい」の関連施設及び事業の委託作業 (ライスセンター管理，水稲育苗管理，無人ヘリによる水稲防除，肥料配送他) 三木市立市民農園の管理委託
従業員	社員 4 名（オペレータ兼務 2 名），「JA 兵庫みらい」からの出向者 1 名 契約社員 4 名（オペレータ兼務 1 名），派遣社員 2 名，合計 11 名 機械作業を行う 3 名のアグリサポートでのオペレータ歴は，4 年 2 名，1 年 1 名 コンバインの平均作業能率（2013～2014 年）：23.2 a/h（平常），18.2 a/h（倒伏等）
登録オペレータ	11 名（内訳：5 名は機械作業＋補助作業，全員 50～60 歳代。6 名は補助作業のみ，30 歳代 2 名，50～60 歳代 4 名） 機械作業を行う 5 名のアグリサポートでのオペレータ歴は，5 年 3 名，2 年 1 名，1 年 1 名 コンバインの平均作業能率（2013～2014 年）：16.9 a/h（平常），12.2 a/h（倒伏等）
主な機械装備	トラクター 50 ps（1 台），35 ps（2 台），30 ps（4 台），25 ps（1 台） 田植機 6 条（4 台） コンバイン 6 条（1 台），5 条（4 台） マニアスプレッダー（3 台） ブロードキャスター（6 台）
作業料金（円/10 a） *10 a 以上の整形田	深耕（14,500），耕起（8,000），代掻き（9,000），田植（11,500），粳・収穫（23,000） 山田錦・収穫（25,000），土壌改良材散布（資材費のみ），堆肥散布（資材費のみ）
作業に係わる事務手続き * 収穫作業の場合	1) 作業依頼者は「JA 兵庫みらい」の営農生活センター（支店）に申し込む 2) 「JA 兵庫みらい」からアグリサポートに作業委託 3) 収穫適期調査後に作業計画策定 4) 作業依頼者に収穫作業日を事前通知 5) 作業依頼者に作業完了を通知 6) 「JA 兵庫みらい」から作業依頼者に料金請求・決済

注：調査した 2013 年，2014 年の事業概要である。

表2 (株) 兵庫みらいサポートの作業別実績面積 (単位: ha)

	土壌改良材・堆肥散布		深耕・耕起		代掻き		田植・粃		田植・山田錦		収穫・粃		収穫・山田錦	
	2010年	2014年	2010年	2014年	2010年	2014年	2010年	2014年	2010年	2014年	2010年	2014年	2010年	2014年
三木市管内	148.2	162.1	11.2	14.5	4.0	12.7	11.4	7.3	12.8	15.8	17.5	14.2	38.5	71.8
小野市管内	179.4	154.3	1.5	2.5	0.7	1.2	12.0	11.0	0.6	1.5	2.2	7.6	0.9	3.0
加西市管内	304.8	266.7	6.5	4.6	0.7	0.0	1.7	2.9	0.0	0.1	6.2	9.8	0.6	0.6
合計	632.4	583.1	19.2	21.6	5.4	13.9	25.1	21.2	13.4	17.4	25.9	31.6	40.0	75.4

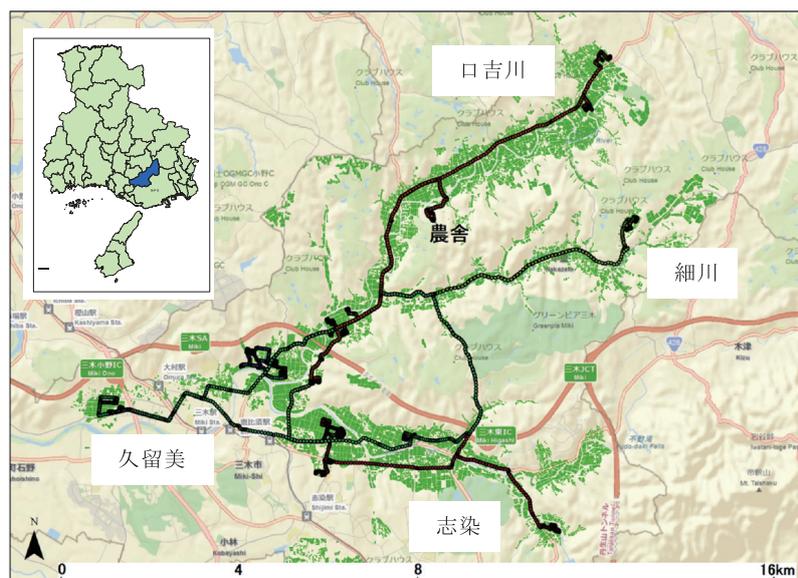


図1 兵庫県三木市の位置 (左上の青色部) と三木市南東部の圃場分布状とコンバインの軌跡データ
 注: コンバインの軌跡データは GPS ロガーの取得データから作成した。

山田錦は10月上旬から下旬にかけて作業が行われる。小野市や加西市においては食用米と山田錦の収穫作業が重なることになるが、2地域を合わせた受託面積は2010年の9.9haから2014年は21.0haに約2倍増加しているものの、その内山田錦は約17%の3.6haであり、収穫作業では、大きな支障はみられない。とはいえ、一部の受託面積を他のJA出資型農業法人のオペレータが操作するコンバイン込みで再委託(1人・4条1台)することによって作業を円滑にすすめている。三木市においては食用米の受託面積が減じる一方、降雨や圃場条件が作業能率に影響を及ぼす山田錦の受託面積がその需要増と相まって増加し続けている。2013年までは受託面積の一部を小野市や加西市での再委託と同様にオペレータが操作するコンバイン込みで再委託(1人・6条1台)して合計4~5台のコンバインで対応していたが、受託面積が70haを超えた2014年は再委託(最大3人・6条2台, 4条1台)を拡充して最大7台のコンバインで対応している。なお、これらの各作業計画は、作業日の前日までにコンバイン別にオペレータと作業対象圃場を確定させて作成され、作業当日に圃場の位置

図を含めた指示書が配布される。作業指示書の作成等の効率化に、藪西ら(2013)のとおり2012年にGISを用いたデータベースの運用を始めているが、受託面積が急増の酒米収穫作業においては、その作業計画の作成作業や作業の進捗管理の困難さが露呈している状況である。

三木市管内における収穫作業

ここでは、さらに調査対象地となる三木市管内の農業生産構造の特徴に触れ、アグリサポートの山田錦の収穫作業の受託面積の推移と酒米産地における圃場分布の状況、生産構造における位置付け、作業の実態を示す。

三木市内の中でアグリサポートが営業範囲とするのは、約16km×16kmの範囲である(図1)。農業地域類型別に旧村単位(農業集落数・販売農家数・水稲作付け面積)で分けると都市的地域の久留美地区(14集落・238戸・159ha)、志染地区(14集落・417戸・263ha)、平地農業地域の口吉川地区(15集落・291戸・236ha)、中間農業地域の細川地区(22集落・340戸・239ha)の4つに大別される(表3)。いずれの地域も二種兼業農家率が70%を

上回り、水稲単作農家率は80%を上回る。1戸あたりの経営耕地面積は約1haで、水稲の作付面積の内、山田錦が平均66.9a、食用米（主にキヌヒカリ）が平均21.7aである（JA兵庫みらい2014年調べ）。また、2010年農林業センサスによると、経営耕地面積が2ha以上の農家は全体の5%にも満たない61戸である。また、水稲の収穫作業を受託する農家は28戸でその受託面積は29haであり、中規模以上の個別農家を水稲の作業受託や経営受託の主な担い手と位置付けるには期待できないのが現状である。

一方、集落営農組織は各地区の各集落別に設立されている。久留美地区では1組織、志染地区は5組織（内1組織は法人化）、口吉川地区は組織化率100%で15組織、細川地区も組織化率100%で22組織が設立されている（2013年兵庫県調べ）。志染地区の法人化された1組織を除くと、いずれの組織も農家からの作業依頼を受けて営農活動を行い、その集落においては担い手に位置づけられていると考えるのが妥当であろう（表3）。

現にアグリサポートの収穫作業は、集落営農組織化率が低い都市的地域の志染地区、久留美地区の順に受託面積が多く、年次別に推移をみると増加傾向を示す。2014年、志染地区においては山田錦の生産者の約25%が委託し、久留美地区においてはその約10%が委託している。この傾向は中間農業地域で集落営農の組織化率が100%である細川地区でも同様である。2013年以降、約10%の農家が地元の営農組合等に委託せずアグリサポートに委託している。口吉川地区においては作業委託の大半は集落営農組織等に委託されているものの、数戸の農家はアグリサポート

に継続的に委託している。このような口吉川地区の状況は、アグリサポートが収穫適期を考慮した作業を進めるに当たる上で、圃場の分散度合いを高める要因の一つと考えられる（表4）。

一方、2013年に新規に委託する農家（27戸・12.2ha）に理由を尋ねた結果、最も多い理由が「倒伏や湿田等で作業が困難な圃場を抱えたため（12戸・3.7ha）」で、集落営農組織や作業受託を行う個別農家からの再委託の理由もこれである。次に多いのが高齢農家またはその後継者からの「作業意欲の低下（6戸・3.2ha）」で、続いて「病気・疾病（5戸・3.1ha）」、「担い手からの返却（1戸・1.1ha）」、「その他（3戸・1.1ha）」であった（2014年1月アグリサポート調べ）。

以上のように、アグリサポートに委託する農家は大きく2つに分類される。一つ目は、担い手不在の集落・地域において、アグリサポートをいわば最後の担い手として認識し、継続的な作業管理を委託する農家である。このような傾向を持つ農家は増加傾向ではあるが年次変動が少ないと思われる。二つ目は、何らかの理由で圃場管理が継続できず、緊急的に収穫作業を委託する農家等である。この場合、担い手というよりも李・谷口（2008）の指摘通り「守り手」という位置づけが適当であろう。「守り手」としての委託面積は、気象条件や委託する農家等の都合で年次変動が大きく、委託時期も突然で作業計画作成を難しくさせ、その圃場位置、圃場条件等は作業能率の低下を及ぼすことが多い。とりわけ、台風等による降雨の影響を大きく受けた2013年は、湿田かつ倒伏状態の圃場が多くなり、作業能

表3 (株)兵庫みらいサポート管内（三木市南東部）の農業構造の概要

農業地域類型	Ⅱ種兼農家数 / 販売農家数	Ⅱ種兼農家率 (%)
旧村・地区名	水稲単作農家数 / 販売農家数 営農組織数 / 農業集落数	水稲単作農家率 (%) 営農組織率 (%)
都市的地域	190/238	79.8
久留美	200/238 1/14	84.0 7.1
都市的地域	311/417	74.6
志染	337/417 5/14	80.8 35.7
平地農業地域	209/291	71.8
口吉川	250/291 15/15	85.9 100.0
中間農業地域	259/340	76.2
細川	299/340 22/22	87.9 100.0
合計	969/1286 1086/1286 43/65	75.4 84.4 66.2

注：2010年農業センサスより。ただし、営農組織数は兵庫県調べ（2013年）。

表 4 山田錦の収穫作業における(株)兵庫みらいアグリサポートの地域別シェア

地域名 (旧村名)	2010年		2011年		2012年		2013年		2014年	
	山田錦作付 け面積及び 農家戸数	アグリサ ポート委託 面積及び農 家戸数								
久留美	66.7 ha 189 戸	4.5 ha 16 戸	70.4 ha 189 戸	4.8 ha 18 戸	82.5 ha 183 戸	5.1 ha 16 戸	93.8 ha 185 戸	8.2 ha 21 戸	101.5 ha 184 戸	10.0 ha 21 戸
志 染	126.9 328	22.5 56	129.5 322	23.9 59	149.7 316	29.0 68	164.2 316	36.8 74	168.3 309	39.0 76
口吉川	194.3 262	1.6 5	197.6 253	2.8 9	200.6 232	2.3 5	202.3 226	2.6 7	208.1 229	4.3 6
細 川	164.9 301	9.9 21	167.5 299	11.9 26	195.0 296	12.9 26	202.3 293	13.9 30	208.0 303	18.5 36
合 計	552.8 1080	38.5 98	565.0 1063	43.4 112	553.6 1027	49.3 115	662.6 1020	61.5 132	685.9 1025	71.8 139

注：アグリサポートの負担率はJA兵庫みらい及び(株)兵庫みらいアグリサポート作成の資料から算出した。

率の低下や作業を中断して刈り残す圃場もある中、「守り手」として引き受けざるを得ない受託圃場数も増加したため、収穫期間を約1週間延長させるとともに再委託数を増加させて対応したが、刈り残しのある圃場や追加で受託した圃場の位置やその状態等を事前に把握できないことが要因で、作業計画の作成や作業及びその準備に長時間を要することもあり、オペレータ等の疲労も蓄積気味であった。

上述のように、「担い手」かつ「守り手」として位置づけられるアグリサポートの収穫作業は、限られた収穫期間内に圃場分散を踏まえ、多様な圃場条件を考慮しながら効率よく作業を進めることが求められる。そのためには、1日当たりの作業量を事前に把握する計画作成業務が重要になると考えられる。

調査及び分析方法

本研究では酒米（山田錦）を対象に、アグリサポートの2013年と2014年の収穫作業実績をもとに表5に掲げる変数を説明変数の候補とした山田錦の1日の作業面積を予測する線形回帰モデルを構築するとともに、それらが1日の収穫作業面積に及ぼす影響を検討する。

ここで、線形回帰モデルに利用する表5の変数候補について説明し、それらのデータ収集方法についても述べる。

すべての変数は、作業計画作成時に把握可能な数値とした。まず、変数MARDやMAPは南石（2011）を参考にし、作業日の3日前から作業計画を作成する前日の午後3時までの約3日間の降雨日数（MARD）及び降水量（MAP）の積算値であり、作業地域内に位置する気象庁の三木アメダスデータを用いた。この数値が大きいほど、湿潤な圃場状態となり、山田錦の倒伏傾向は強まる。2013年、2014年の収穫作業調査によると、通常時のオペレータの作業能率は平均21.5 a/hであるところ、降雨の影響による倒伏及び湿潤状態での作業能率は通常時の約74%の平均15.9 a/hとなり、作業能率を低下させることが確認できたので収穫作業を規定する要因候補とした。WHはオペレータが積車にコンバインを載せて農舎から発着する間の時間であり、休憩や故障等による作業中断時間を含んでいるが1日の作業の時間的な規模を表す変数として候補に含めた。Eは10 a当たり25 a/h以上の作業能率を有するオペレータのダミー変数とする。アグリサポートの作業の中で、この作業能率を有するオペレータはアグリサポートの社員（20歳代後半）及び契約社員（20歳代後半）と外部法人からのオペレータ（30歳代後半）である。CB4（4条刈りコンバイン）及びCB5（5条刈りコンバイン）は作業に用いるコンバインの刈り取り条数をダミー変数として、作業能率の影響をモデルに反映するために候補とした。Fから以下

表5 変数候補の内容と記述統計量

変数名	変数の定義	単位・内容	平均値	標準偏差	最小値	最大値	変動係数
Y	コンバイン別・日別収穫面積	a/日	105.19	39.92	40.90	272.50	37.95
MARD	作業日の3日前から前日の15時までの三木アメダスの降雨日数	日	1.18	0.80	3.00	0.00	67.24
MAP	作業日の3日前から前日の15時までの三木アメダスの降水量	mm	22.06	28.44	0.00	94.00	128.93
WH	作業時間（農舎発着時間）	時間/日	8.00	1.23	3.35	12.00	15.38
E	作業能率が25 a/h以上の熟練オペレータのダミー（通常時）	熟練オペレータ = 1 他 = 0	0.50	0.50	—	—	—
CB4	4条刈りコンバインのダミー	4条刈り = 1 他 = 0	0.07	0.26	—	—	—
CB5	5条刈りコンバインのダミー	5条刈り = 1 他 = 0	0.71	0.46	—	—	—
F	コンバイン別作業圃場の平均区画面積	a/日	17.63	5.04	7.48	34.06	28.56
C	圃場が相互に接近し、自走での移動が可能である圃場の団地数（圃場群）	団地数	1.97	0.79	1.00	5.00	39.91
D1	通作のための往路・復路の距離（実測）	km/日	19.93	4.81	6.43	29.20	24.12
D2	圃場間平均移動距離（実測）	km/日	1.20	1.04	0.04	6.03	87.11
D3	「井上ら」の通作距離の指標	km/日	4.67	1.39	0.90	8.43	29.79
S1	「大黒ら」の圃場分散度	km/日	0.94	1.00	0.03	4.35	105.61
S2	「大黒ら」を改良した圃場分散度	km/日	1.75	0.77	0.53	4.00	44.27

S2までの変数は、井上・高橋（2005）や井上ら（2011）等を参考に候補とした。Fはコンバイン別の1日当たりの作業区画の平均面積である。Cは団地数を表し、孤立した圃場も1団地と計上する。その定義は鶴岡（2001）を参考とし、「コンバインが自走で移動可能な範囲に圃場が位置し一定の作業単位として形成される圃場のまとまり」とする。なお、アグリサポートにおいては、団地間は積車で移動を行っている。

D1, D2, D3, S1, S2は圃場の分散程度を表す変数の候補である。D1, D2は、圃場分散の状況をGPSロガーで取得した実測値と作業日誌を基に表した変数である。GPSロガーは、主にWintec社の201型を用い、それをコンバインのキャビン内または座席後部に設置して、1～3秒間隔で日時、緯度、経度、速度等を記録した。取得したデータより作成したポイントデータ、ラインデータと藪西ら（2013）で紹介した三木市内の農地圃場ポリゴンデータを西村（2009）の方法を参考にしてD1, D2を特定した。D3, S1, S2は圃場分散を簡易な尺度で表す指標である。D3は井上・高橋（2005）、井上・藤栄（2007）、井上ら（2011）が活用している通作距離である。これは、大黒ら（2004）の方法で算出した各圃場の出入り口座標の平均値を圃場分散の中心座標とし、その座標と運搬用のトラックが発着する堆肥センターの座標との直線距離（片道分）を意味する。なお、圃場群の中心座標の算出に当たっては、井上・高橋（2005）、井上・藤栄（2007）、井上ら（2011）とは異なり、大黒ら（2004）のとおり各圃場の中心座標を用いた。S1は大黒ら（2004）の圃場分散度である（図2）。S2はD3とS1を一体化させた新たな指標であり、作業の発着点となる農舎の位置も圃場分散度に反映させた指標である（図3）。なお、S2の設定理由は、アグリサポートのような、圃場の団地間の移動に積車が必要で、コンバインの発着場がその日の作業圃場団地に対して「飛び地」となるような

経営体の場合には、発着場からの圃場分散度または、1日の作業の行動圏域内における圃場分散度を考慮する必要があるという問題意識による。

他方、大黒ら（2004）に準じた方法で2つの圃場分散度の指標と実測値との相関係数を調べた結果、「S1×圃場数」と「圃場間移動距離（実測）」との相関係数 $r=0.7468$ （0.1%水準で有意）であり、「S2×（圃場数+1）」と「圃場間移動距離+往復路通作距離（実測）」との相関係数 $r=0.6427$ （0.1%水準で有意）であった。S2の相関係数はやや低いが、いずれの指標も実測値と正の相関を示しており実態に即していると判断した。

線形回帰モデルの作成に当たっては、圃場分散を表す変数をD1とD2を組み合わせた実測値からなるモデル、前述の井上・高橋（2005）等のD3と大黒ら（2004）のS1を組み合わせたモデル、新たな圃場分散の指標となるS2を活用したモデルに分けて、残りの変数候補を含めたモデルを作成した。ただし、MARDとMAP、EとCB4・CB5には多重共線性が生じる可能性がある（MARDとMAPの相関係数=0.400、EとCB5の連関係数=0.374、EとCB4の連関係数=0.284）。したがって、各モデルにおいてはMARDとMAPかいずれか一方の変数を用いてモデルの作成を行い、さらに、Eを用いた場合とCB4・CB5のみを用いた場合で推計を行った。なお、いずれのモデルにおいてもパラメータの推計にはOLS（Ordinary Least Squares）を用いた。

収穫作業の分析対象日数は2013年が10月6日から10月30日の間の17日、2014年は10月3日から10月28日の間の15日であり、両年併せて32日で合計139台（2013年67台、2014年72台）のコンバイン作業のうちGPSロガーデータが取得でき、データとして利用可能な22日（2014年13日、2015年9日）、109台（2014年50台、2015年59台）をサンプルとした。この109台のサンプル（1日の

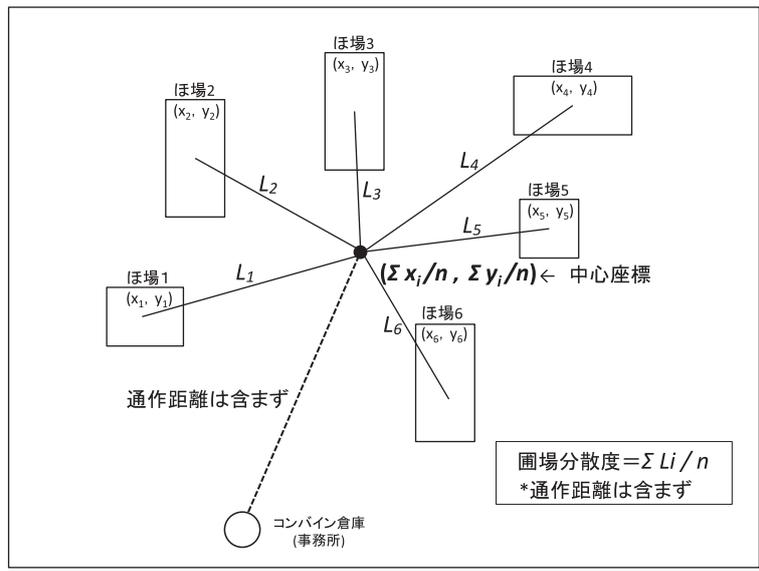


図2 大黒ら（2004）の圃場分散の指標

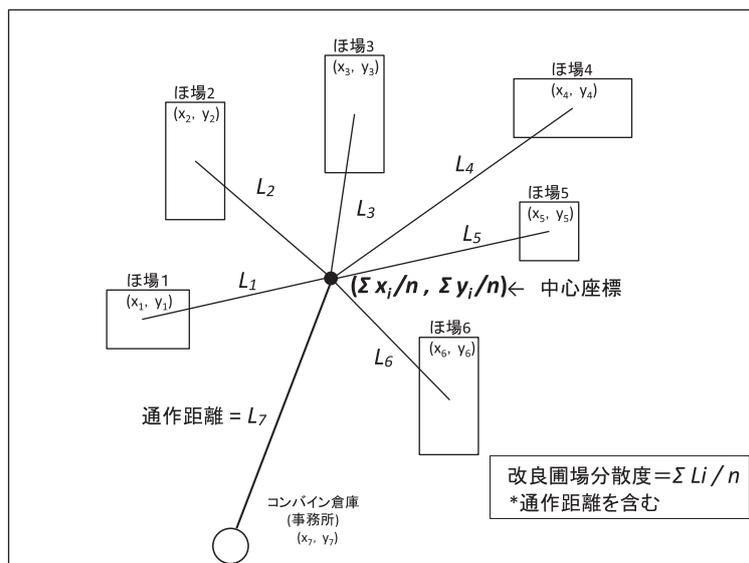


図3 大黒ら (2004) の圃場分散度や井上・高橋 (2005), 井上・藤栄 (2007), 井上ら (2011) の通行距離を改良した圃場分散の指標

平均収穫作業面積 105.19 a/日, 標準偏差 40.10) を用いた各モデルの推計結果を表6に示す。

推定・分析結果

表6には圃場分散を表す変数別に, 日別コンバイン別の収穫作業面積 (a/日) を目的変数とした3つのモデルの推定結果を示している。具体的には, 変数 D1 と D2 を組み合わせた実測値からなるモデル1, D3 と S1 を組み合わせたモデル2, S2 のみのモデル3である。なお, 各モデルにおいては, 前述のとおり多重共線性の点から変数 MARD と MAP で2通り, 変数 E を用いた場合と CB4・CB5 の場合の2通り, 合計 $2 \times 2 = 4$ 通りで推計した結果, 圃場分散に関する3つのモデルすべてにおいて係数が5%有意となる変数 MARD, E を含むモデルを選択した。

これらのモデルの推定結果を述べる。モデル1は, 圃場間の移動距離と農舎と圃場との往路・復路を GPS ログから取得した距離を圃場分散の変数とした。その各係数推計値の有意判定は, 通行のための往路・復路の距離を除き, すべての変数の係数は1%水準でゼロと有意差が認められた。大黒ら (2004) の圃場分散を指標で表したモデル2の各変数の係数推計値の有意判定も, モデル1と同様に D3 (通行距離の指標) を除き, 5%水準で有意に係数がゼロでないと判定された。さらに, 新たな圃場分散を表す簡易指標である S2 を加えたモデル3でも, すべての変数の係数は5%水準で有意差が認められた。各モデルにおいて, 圃場分散を表す変数が目的変数 (収穫作業面積「a/日」) に及ぼす影響は同様の傾向を示すことが確認された。

次に, 各モデルにおいて共通する変数の推定結果をみてみる。MARD (作業日の3日前から前日午後3時までの積算降雨日数) の係数は有意に負値であるという推定結果が

示されている。これは収穫作業期間を通じて降雨日数が増えるほど倒伏圃場が増加する中, とりわけ倒伏圃場における作業直近の降雨は, その圃場が湿田状態であればあるほど, 作業速度を抑えながらの追い刈り (一方刈り) 作業による作業効率の低下に加えて, コンバインの搬送部等に稲体が詰まりやすく, それを取り除くための作業中断によって1日の収穫作業面積は減じることを示しており自然な結果だといえる。WH (1日の作業時間「農舎発着時間」) の係数は有意に正値をとると推計されており, 1日の作業規模を表す作業時間が増えると収穫作業面積は増えることを示しており妥当な結果である。E (10aあたりの収穫作業能率が25 a/h以上のオペレータのダミー) の係数は有意に正値をとると推計されており, 一定以上の作業能率を有するオペレータが作業に加わることで収穫作業面積が増加することが統計的に確認された。F (コンバイン別の1日当たりの作業圃場区画の平均面積) の係数は正に有意であった。これは, 圃場区画面積の平均値が増えれば, 一筆当たりの面積増加に伴い作業能率が高まることによって, 1日の収穫作業面積も増加することを意味しており, 妥当な結果である。C (積車で移動が必要ない圃場の団地数) の増加は圃場分散と同様に, 収穫可能な作業面積に負の影響を及ぼすと考えられるが, 推定結果としては推定された計数値は正となった。このことについては, 積車で移動による時間短縮の効果が考えられるが詳細な検討は今後の課題としたい。

続いて, 表6のモデル別に圃場分散に直接に係わる変数の影響をみてみる。

モデル1における D1 (通行のための往路・復路の距離) の係数は負値をとるものとして推定され, 往路・復路の距離が長いほど収穫作業面積は減少する傾向が示され, 符号条件は妥当な結果であるというものの有意ではなかった。

表 6 推定結果

変数名	変数の定義	モデル 1 (実測値モデル)				モデル 2 (大黒・井上 Org モデル)				モデル 3 (大黒改良モデル)			
		係数	t 値	p 値	VIF	係数	t 値	p 値	VIF	係数	t 値	p 値	VIF
CONST	定数項	-52.500	-2.150	0.0336	**	-50.422	-2.100	0.0383	**	-22.657	-1.110	0.2680	—
MARD	作業 3 日前から前日 15 時までの 三木アメダスの降雨日数	-9.891	-2.780	0.0065	***	-8.893	-2.430	0.0170	**	-7.049	-2.070	0.0406	**
WH	作業時間 (農舎発着時間)	9.335	3.860	0.0002	***	9.880	3.940	0.0002	***	8.747	3.780	0.0003	***
E	作業能率が 25 a/h 以上の 熟練オペレーターダミー	32.974	5.800	<0.001	***	34.114	5.790	<0.001	***	31.547	5.790	<0.001	***
F	コンバイン別 1 日当たりの 作業ほ場の平均区画面積	2.816	4.890	<0.001	***	2.528	4.300	<0.001	***	3.182	5.710	<0.001	***
C	圃場群の数	16.598	3.870	0.0002	***	13.709	3.150	0.0022	***	13.071	3.500	0.0007	***
D1	通作のための往復路距離 (実測)	0.460	0.770	0.4449		—	—	—		—	—	—	
D2	圃場間平均移動距離 (実測)	-11.298	-3.660	0.0004	***	—	—	—		—	—	—	
D3	「井上ら」の通作距離の指標	—	—	—		1.190	0.540	0.5888		—	—	—	
S1	「大黒ら」の圃場分散度	—	—	—		-7.729	-2.270	0.0252	***	—	—	—	
S2	「大黒ら」を改良した圃場分散度	—	—	—		—	—	—		-18.070	-4.900	<0.001	***
	Adj R ²	0.474				0.434				0.518			
	AICc	1055.599				1063.508				1044.819			
	BIC	1078.003				1085.912				1064.910			

注：***は 1%, **は 5%, *は 10% の水準で係数が 0 と有意差があることを示す。

次に、D2（圃場間の平均移動距離）の係数は負に有意に推定され、圃場分散が収穫作業の能率に負の影響を及ぼしていることが確認できた。

モデル2では実測値に変わる指標値を用いて推定を行った。D3（通作距離の指標）の係数は有意ではなかったが、S1（大黒らの圃場分散度）の係数は負に推定され、モデル1と同様の傾向を示した。しかし、類似の目的変数及び指標を用いた井上・藤栄（2007）、井上ら（2011）での推定結果では、D3の係数は1%水準で有意に負値に推定されたがS1の係数は10%水準でも有意ではなく、当該研究の推定結果と本研究の推定結果では明らかな違いがみられた。一方、モデル3におけるS2（大黒らの圃場分散度を改良した新たな指標）の係数は負に推定された。この通作距離を含めた新たな圃場分散指標においても、モデル1、モデル2と同様の傾向を示し、圃場分散が収穫作業の能率に負の影響を及ぼすことが定量的に確認できた。

さらに、モデル3は3つのモデルの中でAICc（赤池情報量規準の有限修正値）とBIC（ベイズ情報量規準）が最も小さく、自由度調整済みR²（決定係数）は0.518で最も大きく、目的変数である1日のコンバイン別の収穫作業面積を推定する説明力が最も高いことが示された。なお、各モデルの説明変数のVIF（分散拡大係数）は1.5以下であり、各モデルにおいて説明変数間に多重共線性が生じている可能性は低いと考えられる。

ここで、各変数が収穫作業面積に及ぼす影響を具体的に把握するために、各変数の1単位が増加した場合に影響を受ける収穫作業面積とその増減面積を、モデル3の式で推定した結果を表7に示した。なお、推定に際しては、変化させる変数は1つとし、それ以外の変数は、そのサンプルの平均値を内挿した。その結果、注目すべき変数としては、収穫作業面積にマイナスの影響を及ぼす圃場分散度を表す変数S2と降雨日数を表すMARDと逆にプラスの影響を及ぼす熟練オペレータの存在を表す変数Eである。具体的には、圃場分散度が1km増えると収穫作業面積は約18a減少する。また、収穫作業の3日前から作業前日までの午後3時までの降雨日数は、翌日の収穫作業面積を1日当たり約7a減じ、雨が収穫作業面積にマイナスの影響を及ぼすことが明らかになった。その一方で、熟練オペレータ

（収穫作業能率が25 a/h以上）が作業を行うと1日の収穫作業面積は約32a増加することも明らかになった。

考察

表6の各モデルにおいて、幾つかの注目すべき点において考察を加える。

まず、井上・藤栄（2007）、井上ら（2011）の研究と比較して、モデル1及びモデル2において通作距離を表す変数D1（通作のための往路・復路の距離）、D3（通作距離の指標）の係数が有意に推定されない原因と、モデル3においてそれを含めた新たな圃場分散の指標である変数S2の意義について考察する。

本研究が対象とした収穫作業においては、作業計画作成時に通作距離が短くなるように配慮されている。具体的には、コンバインが発着する農舎から1番始めに作業を行う圃場と最後に作業を行う圃場は、通作距離が短くなるように特定の地域を通るルートが設定されている。このことは、表5に示した各変数の変動係数をみてみると、変数D1（通作のための往路・復路の距離）は24.12、D3（通作距離の指標）は29.79であり、他の圃場分散に関連する変数D2、S1、S2の変動係数の平均値79.00と比較すると低く、ばらつきが小さいことに反映している。それ故に、モデル1、モデル2において変数D1、D2の係数が有意にならなかったと考えられる。一方、このように通作距離が安定しているならば、モデル3の推計結果が示すように、通作のための往路・復路の距離を組入れた圃場分散指標にすることが、収穫作業面積の推定モデルの説明力は高まることが明らかになり、先行研究の圃場分散指標よりも有効な指標である結果が示された。

収穫作業面積の推定に圃場分散に係わる要因以外に注目したいのは、降雨日数を変数としたMARDである。本研究においては、降雨日数が作業能率にマイナスの影響を及ぼすことが確認できたが、それが降水量の変数MAPよりも有意で推計精度も向上させている点について若干の考察を加える。収穫作業期間を通じて降雨日数が増えるほど倒伏圃場が増加する中、倒伏圃場における作業直近の降雨は、その圃場が湿田状態であればあるほど、作業速度を抑えな

表7 変数の1単位の増加が収穫作業面積に及ぼす影響

変数名	変数の概要（単位）	収穫面積への影響（a）
S2	圃場分散度（km）	-18.07
MARD	3日～前日までの降雨日数（日）	-7.05
F	平均区画面積（a）	+3.18
WH	1日作業時間（h）	+8.75
C	団地数・圃場群数	+13.01
E	熟練オペレータの存在	+31.55

からの追い刈り（一方刈り）作業による作業能率の低下に加えて、コンバインの搬送部等に稲体が詰まりやすく、それを除去するための作業中断によって作業能率が著しく低下する傾向があることが考えられる。一方、現在、インターネットを通じてアメダスの降水量データは容易に入手できるが、それは観測地周辺の降水量に留まり、本調査においては対象地域全体の代表値としてそれをモデルに反映できなかったとも考える。逆に、降雨日数はアメダスデータを参照しながら降雨の有無を確認するだけでよく、いずれの経営体においても容易に活用できる変数であると考えられる。なお、降雨日数及び降水量と収穫期の生育状態及び圃場状態と収穫作業能率との厳密な関係について明らかにして、モデルの精度向上を図ることは今後の課題としたい。

次に注目したいのは、オペレータの作業能率が 25 a/h 以上か否かをダミー変数とした E である。本研究においては、この作業能率を有する熟練したオペレータが収穫作業を行う場合には、モデル 3 式を活用した方法に基づいた表 7 の結果のとおり圃場分散度にかかわらず 1 日の作業面積が約 32 a 増加することになる。この面積はアグリサポートの作業対象となる平均区画面積 17.63 a の約 1.8 倍となり、おおよそ 2 圃場分に相当する。つまり、収穫作業の能率が 25 a/h 以上のオペレータによって、圃場分散による作業の非効率性を補っていると言っても過言ではない。このように、作業能率の高いオペレータの確保は、本事例のように他地域の JA 出資型法人への再委託で一時的に確保することが効率的な方法の一つと考えられる。しかしながら、この方法は持続的にオペレータを確保する点ではリスクを伴うことも払拭しきれない。そこで、収穫作業の委託面積の増加傾向の中、作業能率の高いオペレータの確保には、新たなオペレータの雇用に依らず、現在のオペレータを対象に経営体内で梅本・山本（2010）、藤井ら（2013）が定義及び整理・提案した農作業における運動系技能、感覚系技能を高める人材育成手法を活用してオペレータの作業能率を高めることも重要であると考えられる。

むすび

本研究では、酒米（山田錦）産地における「担い手」であり「守り手」である JA 出資型農業法人の圃場分散下での作業受託事業に焦点を当てた。とりわけ、気象条件や圃場条件が悪化すると作業の難易度が高まり、かつ生産者の高齢化に伴い受託数が増加傾向である中、乾燥施設の稼働期間内に作業を進めることが求められる収穫作業を対象に、1 日当たりのコンバイン別作業面積の予測を線形回帰モデルによる定量的な分析によって、その能率を規定する要因として作業計画の策定時までに入手可能なデータによって作成した簡便な指標等である気象条件、1 日の作業時間、オペレータの作業能率、作業対象圃場の平均区画面積、圃場群（団地）数、圃場の立地条件（通作距離、分散状況）の観点から検討を行った。

その結果、モデル構築に当たっては、(1) 先行研究の通作距離と圃場分散を表す指標値を合わせた新たな圃場分散度の方が実測値によるモデルと比較してもモデルの推計精度がよいこと、(2) 降雨の影響をモデルに組み込むには作業日 3 日前から前日までの降雨日数が妥当で、その情報入手も容易であること、(3) 熟練した作業オペレータの能率は、25 a/h を閾値としたダミー変数を用いることが本対象の事例においては有効であることを明らかにした。そして、採択したモデルにおいて、各変数の 1 単位当たりの増加が収穫作業面積にマイナスの影響を与える変数は、圃場分散が最も大きく、次に降雨日数の順であった。他方、プラスの影響を与える変数は、熟練オペレータの存在、1 日の作業時間、圃場の平均区画面積の順であることを明らかにした。また、調査対象のように、作業効率を優先できず圃場分散下での作業が強いられた経営体では、(1) 圃場分散度を小さくするために、収穫適期や圃場状態に基づいた圃場の集約・集積が可能となる委託者との調整・合意形成に努めること、(2) 作業能率が高い熟練オペレータを確保することが重要であると考えられる。なお、将来的には、オペレータの確保は経営体内で育成されることに意義があると思われる。

今後の主な課題について述べる。まず、本研究においては、収穫作業の能率を圃場分散の程度や圃場条件等を、作業計画時までに入手可能なデータによって作成した簡便な指標等を用いた分析に焦点を絞ってきたために、通作による移動と圃場間移動における速度と移動時間と圃場分散度の関係性には踏み込んだ分析を行っていない。そこで、収穫作業能率の予測精度の向上には、移動時間の相違を予測に反映させる必要があると考える。さらに、今回は推計モデルとして OLS (Ordinary Least Squares) の適用に止まったが、今後の研究課題として、被説明変数における系列相関の存在をダービン・ワトソン比等による検証を行ったうえで、必要があれば、コクラン・オーコット法や GLS (Generalized Least Squares) 等の適用も検討していきたい。次に、本研究の結果を活用して、調査対象であるアグリサポートの収穫作業計画作成における有効性を検証することがあげられる。なお、アグリサポートの収穫作業の計画作成者によると、モデル 3 による収穫作業面積の推定値は作業予定量の下限值として捉えることが可能である。具体的には、作業進捗管理の中で、作業の進捗がこの推定値以上の見通しがつく作業チームを、推定値以下のチームの作業の応援に向かわせたり、計画外の作業委託に対応させたりする判断に有効であるとの意見を頂いた。また、作業対象圃場の出穂期や収穫適期を揃えることによって、圃場分散を縮小させる効果の検討も必要となる。さらに、作業計画の作成方法や作業能率に係わる地形・圃場条件及び作業条件等が異なる経営体との比較する事例分析を多数蓄積し、経営体の類型化を図り、本研究の結果は限られた事例なのか、それとも類型後の特定の類型に分類されるのかを検証することも残された重要な課題である。

謝辞

本研究の実施に当たり、ご協力いただいた(株)兵庫みらいアグリサポートの関係諸兄姉に厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 大黒正道・高橋英博・寺元郁博(2004) GISを用いた水稲作春作業計画支援システムの開発, システム農学, 20(1): 23-31.
- 藤井吉隆・南石晃明・小林 一・小嶋俊彦(2013) 大規模水田作経営における作業計画に関わる熟練ノウハウの内容と特徴—滋賀県の雇用型法人経営を対象とした事例分析—, 農業情報研究, 23(3): 142-158.
- 兵庫県(2015) 兵庫の酒米品種別栽培面積と栽培地域, <http://web.pref.hyogo.jp/af11/af11_000000025.html>, 2016年5月6日参照.
- 池上 勝(2010) 「山田錦物語」, 神戸新聞総合出版センター, 兵庫酒米研究グループ編, 兵庫, 71-96.
- 井上憲一・高橋英博(2005) 堆肥運搬・散布組作業の能率を規定する要因, 農業経営研究, 43(1): 104-107.
- 井上憲一・藤栄 剛(2007) 堆肥供給組織による運搬散布サービスの提供条件に関する考察, 農業経営研究, 45(2): 12-22.
- 井上憲一・藤栄 剛・山岸主門(2011) 圃場分散が堆肥運搬散布サービスの作業効率に及ぼす影響, 農業経営研究, 49(1): 33-38.
- 李 侖美・谷口信和(2008) JA 出資農業生産法人の今日的到達点とあり方をめぐる諸問題について, 日本農業研究所研究報告「農業研究」, 21: 249-298.
- 南石晃明(2011) 「農業におけるリスクと情報のマネジメント」, 農林統計出版, 東京, 265-279.
- 西村和志(2007) ネットワーク分析によるコントラクタ作業計画の策定—GISを用いたシミュレータの作成とその利用例—,

2007年度日本農業経済学会論文集, 55-60.

- 西村和志(2009) 暖地コーンコントラクタの圃場分布状況と圃場集積効果の解明—GPS ロガーを用いたコーンハーベスターの挙動データの収集と移動効率指標の算出—, 2009年度日本農業経済学会論文集, 158-165.
- 西村和志・若林勝史・田口光弘(2012) 圃場分散が農作業圃場間移動に与える影響解析—水田飼料作収穫作業を対象としたTSPによる圃場間移動シミュレーター—, 2012年度日本農業経済学会論文集, 100-105.
- 農林水産省(2016) 平成26年産米の農産物検査結果(確定値 平成27年10月31日現在), <http://www.maff.go.jp/j/seisan/syoryu/kensa/kome/pdf/26km2710_kakutei.pdf>, 2016年5月6日参照.
- 鹿内健志・南 孝幸・官 森林・上野正実(2007) サトウキビ生産法人に集積された圃場の分散が生産性に及ぼす影響—地理情報システムを用いた分析—, 農作業研究, 42(1): 29-36.
- 鶴岡康夫(2001) 生産管理行動を考慮した稲作の規模拡大及び収益性に対する圃場条件の影響, 農業経営研究, 39(1): 1-13.
- 梅本 雅・山本淳子(2010) 農作業ナレッジの継承に向けた課題と方法, 農業経営研究, 48(1): 37-42.
- 梅本 雅(2011) 「担い手育成に向けた経営管理と支援手法」, 梅本雅編, 農林統計出版, 東京, 203-209.
- 藪西史丈・川向 肇・鷲尾信彦(2013) 圃場情報管理システムとしての地理情報システムの活用について, 地理情報システム学会講演論文集, 22: CD-ROM, E-3-3.
- 全国農業協同組合中央会(2011) 多様な課題に挑戦するJA 出資型農業法人の到達点と経営収支問題—第4回「JA 出資型農業法人」に関する全国調査報告—, 26-27.

受付日 2016年 5月23日

受理日 2016年 8月18日

担当分野 経営・経済学分野

Efficiency of Rice Farming Contractors in Fragmented Paddy Fields: Case Study

Masanobu Kato*¹⁾, Hajime Kawamukai²⁾ and Nobuhiko Washio^{†3)}

1) *Hyogo Prefectural Technology Center for Agriculture, Forestry & Fisheries,
1533 Befu-minaminooka, Kasai, Hyogo 679-0198, Japan*

2) *Graduate Faculty of Applied Informatics, University of Hyogo,
7-1-28 Minatojima-minami, Chuo, Kobe, Hyogo 650-0047, Japan*

3) *Hyogo Mirai Aguri_support Inc., 325-5 Toyochi-Hosokawa, Miki, Hyogo 673-0713, Japan*

Abstract

We examined the efficiency of field work contractors engaged in harvesting rice in fragmented paddy fields. Field contractors work mostly in fields fragmented by the complexities of ownership, with different topologies, soil types, rice cultivars, and harvest dates. We investigated the factors of harvesting efficiency by recording the location, duration of field tasks with GPS recorders, weather conditions and so on. Using the empirical data collected, we tried to develop a baseline for efficiency, and examined factors involved in the efficiency of harvesting rice in fragmented fields. To estimate baselines for the duration of field activities, we incorporated some variables, such as task area, rainfall before harvest, workers' skill levels, work hours, and average cluster size of fields into our linear regression models. Using multivariate analysis, we tested the relative effects of the factors on efficiency. We also propose a new index for fragmented fields. Our results show that efficiency can be improved by hiring skilled workers, clustering fields, expected length of hours in the fields and assigning more larger fields. Using our index of field fragmentation and the number of rainy days before harvest, we showed that fragmentation reduces efficiency. Our index provide better results than the traditionally used index for fragmented fields. We propose further management options, including field assignments and hiring highly skilled workers, to improve efficiency.

Keywords

paddy field fragmentation, farming contractor, harvest, agricultural work scheduling, JA established farming force, Yamadanishiki

* Corresponding Author

E-mail: Masanobu_katou@pref.hyogo.lg.jp

† Present Address

Hyogo Next Farm Inc, 1963 Uzurano, Kasai, Hyogo 675-2103, Japan