

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 29 日現在

機関番号：12601

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2015～2016

課題番号：15H06151

研究課題名(和文) 地理情報システムを利用した最適な作業圃場配分の導出とその経済評価

研究課題名(英文) Derivation and evaluation of optimal farm land allocation using geographic information system

研究代表者

佐藤 起 (SATO, Takeshi)

東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・特任助教

研究者番号：30756599

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,100,000円

研究成果の概要(和文)：根釧地域の酪農業牧草地の収穫作業において、コントラクター(牧草収穫等の作業受託組織)の作業圃場や日程、資本装備等について分析し、コントラクターごとにGIS(地理情報システム)を用い最適な作業順をシミュレートした。結果を実際の作業順と比較し、どの作業工程において、収穫機械が長時間待機しているなどの非効率が発生し収穫速度が低下していたのかを明らかにした。

さらに、リモートセンシングデータを用い、地域全体の圃場区画を判別し、作業機械の増減や圃場の集約による作業効率やコストへの影響を調べ、地域の最適なコントラクター体系を検討した。最終的に、導かれた効率的な収穫作業方策を現場のオペレーターと共有した。

研究成果の概要(英文)：We analyzed field locations, harvesting schedules and the capital equipments of farm contractors that are harvesting dairy farmers' pasture in the region of Kosen. First, the optimal operational procedure of each farm contractor was obtained by the simulation results of GIS (Geographical Information System). Also, by comparing the simulated procedure and the actual procedure, we confirmed the harvesting delay due to the inefficient administrations. Inefficient administrations include the long waiting period of combine harvesters for dump truck cars. Moreover, remote sensing data was used to discern the whole farmlands. It clarified the impacts on the change in the number of working machines and field consolidation of work efficiency and cost. As the results, the optimal contractor system that satisfied the harvesting efficiency maximization and cost minimization was developed. Finally, the analytically derived harvesting methods were shared with farmers and operators on site.

研究分野：農業経済学

キーワード：GIS(地理情報システム) 計量経済学 リモートセンシング 圃場分散 農地配分

1. 研究開始当初の背景

圃場分散は、機械の利用効率を低下させ、効率的な生産を阻害させることが知られ、農地集積は日本農業の最大の問題と言われてきた。農地集積が問題となるのは、一区画が広く統計値では集団化に成功したように見える北海道も例外ではない環境である。圃場を交換し集団化を図る「交換分合」が進まない地域があるだけでなく、地域の粗飼料収穫作業を請け負うコントラクターが、受託地の分散化や請負順の固定化による作業の非効率化に直面している。これは、受託価格の秘匿や多数の競争、縁故による作業受託に原因の一端がある。

圃場間移動の増大や圃場作業時間の延長によって、作業日数が増加すると、粗飼料作物の収穫適期を逃すことにつながり、結果的に粗飼料の品質の低下や、それを忌避する酪農家の作業委託の敬遠といった問題を生じさせている。また、収穫期の作業時間そのものがコントラクターの請負可能農地面積の上限を規定し、新規の作業受託を妨げている。

酪農は作業労働時間の長大化から、家族労働力のみでの生産活動の規模拡大が困難となっており、大規模化のためには、コントラクター等への飼料作作業の外部委託や搾乳ロボットのような省力化技術の採用、雇用労働力の導入が必須ともいえる状態である。酪農経営において、圃場の分散や収穫作業の非効率化は、経営あたりの乳用牛飼養頭数の増加や生乳の増産を阻害する大きな要因となっている。

都府県における生乳生産量が減少し、不足する飲用乳を補うために、北海道から生乳の移入量が増加しつつある現在、生乳の増産無しに道外に出荷される生乳が増加すれば、道内の加工原料乳処理工

場向け生乳は減少し、供給不足の状況が発生しうる。このように作業受託圃場の分散は大きな問題となっているが、現在まで、コントラクターの経営問題としての視点、利用側の酪農経営における視点からの実態分析のほか議論が見られてこなかった。

2. 研究の目的

本研究では、JAや地域コントラクター組織の協力のもと、乳検データ等の統計データに国土数値情報等の地理・生産条件、GISを用いた圃場の特定化とGPSによる作業工程の実測を組み合わせ、計量分析のためのデータベースを構築する。これにより、コントラクターの作業圃場分散の評価や集積のデザインに、GISによる作業順や農地配分の最適化アルゴリズムを適用し、最も作業効率の良い農地配分・作業受託状況を導出する。

本研究では、経営あたりの乳用牛飼養頭数が伸び悩み、地域全体でも飼養頭数は横ばいである北海道別海町を対象とし、まず作業受託をめぐる実態を明らかにしたうえで、(1)その収穫作業工程を効率化させた場合、(2)受託する圃場を個々のコントラクターの縁故的な受託によって決めるのではなく、JA等の組織が一括で受託しそれぞれのコントラクターに最適な圃場を配分した場合の作業の効率の改善可能性と、収穫される粗飼料の成分改善を算出する。

3. 研究の方法

リモートセンシングデータ解析

SPOT 衛星画像を使用し Erdas Imagine を用いて、土地被覆を分類し、別海町における牧草地の圃場マップを作

成する。その際、別海町の中でも特にコントラクターの作業圃場についてすでに調査が進んでいる別海町内の別海地区と、西春別地区に焦点を当て、Google Earth等で得られるより詳細な衛星画像も利用して圃場区画を特定する。

GPS を用いた作業工程の把握と GIS による最適作業順の推計

実際の作業時期にコントラクター業者を調査し、GPS によって農作業工程を記録する。複数のコントラクター業者から、作業圃場と作業日のデータを取得し、作業順や圃場間移動距離の推計を行う。データは のデータセットと結合し、農道・道路移動の速度の参考とする。そして、作業圃場について、コントラクターごとの最適な作業順を、GIS を用いて算出する。結果を実際の作業順と比較・検討する。

GIS による最適作業工程と作業圃場配分の推計

次に、コントラクターのハーベスタや運搬ダンプ等の資本装備変化させた際の収穫作業の変化をシミュレーションする。その際、圃場間の移動距離が最小化され、収穫適期から遅れないような作業圃場の配分を導出する。さらに、地域の圃場を団地化した際の影響を測定し、作業効率の良い農地配分・作業受託状況を導出する。

以上、 ~ の結果をコントラクターサービスを利用する酪農経営割合や、コントラクターサービスを利用する経営の特徴、地域的特色や、飼料の生産と産乳量の関係などの地域経済のデータの分析と併せて検討を行う。

リモートセンシングデータ解析

SPOT や Rapid Eye 衛星画像を使用し、Erdas Imagine を用いて、別海町における牧草地と更新草地の土地被覆分布を推計した。別海町内の対象地域における更新地は 3.5% から 6% で推移していたことが明らかになった。この結果をそれぞれ農業センサスや国勢調査、道路や標高などの地理的データと結びつけることで、内陸部で更新率の高い集落のクラスターが存在することが確認できた(業績 4)。

また、別海地区と、西春別地区では、Google Earth を用いて圃場区画を特定した他、フィーチャ抽出アルゴリズムを改良し、トウモロコシ畑や牧草地を除いた耕作地ではない土地を除去していくことで、別海町全体での牧草地の圃場の抽出と、より正確な農地面積の推計を行った(業績 6)。

これらのデータを用いて、牧草地と更新草地の土地被覆分布とセンサスデータやその他の地理的統計データから、更新草地土地利用の決定要因を計量経済学的に推計した (業績 5)。

GPS を用いた作業工程の把握と GIS による最適作業順の推計

実際の作業時期にコントラクター業者を調査し、GPS によって農作業工程を記録した。作業順や圃場間移動距離の推計を行い、圃場間の移動で作業に遅れが生じ、収穫が停滞していたことを明らかにした。また、作業が最短で終わる方法とも比較し、先に面積に広い圃場を優先することで、最終的に受託している農地全体での作業は遅れているということを示した(業績 1)。さらに、一つのコントラクターの受託面積の多さが、牧草の

バンカーへの封入を通じて、そのサイレージ品質を低下させうることを固定効果モデルを用いて定量的に明らかにした(業績 2)。

GIS による最適作業工程と作業圃場配分の推計

作業圃場について、コントラクターごとの最適な作業順を、GIS を用いて算出した。さらに、それぞれの圃場において、牧草収穫を行うハーベスタや収穫した牧草を運搬するダンプカーの配置台数を变化させた際の影響や、所有台数などの資本装備そのものを変化させた際の収穫作業の変化を分析した。その結果から、まず、圃場に滞在している時間の長さに対して、実際の作業時間はその 6 割程度であり、圃場への往復時間や圃場の形状、ハーベスタ/ダンプカーの配置比が、ハーベスタとダンプカーの作業効率性に大きな影響を与えていることが明らかになった。さらに、圃場の団地化が行われた際、団地化が進むごとにどの程度作業速度が向上するのかを、シミュレーションにより明らかにした(業績 3)。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

1) 村上 智明, 佐藤 昶 (2016) 「コントラクターの受託面積拡大と粗飼料の品質 GIS を用いたコントラクターの粗飼料収穫作業工程の評価」, 農業経営研究, 54(4), 査読あり(業績 1)

2) 佐藤 昶, 村上 智明 (2016) 「GIS を用いたコントラクターの粗飼料収穫作業工程の評価」, 農業経営研究, 54(3), 査読あり(業績 2)

[学会発表](計 6 件)

1) 佐藤 昶, 村上 智明, 栗田 裕紀, 中嶋 康

博 (2017) 「大規模農場における農作業の効率性 GPS ロガーを用いた粗飼料収穫作業の効率性評価」, 日本農業経済学会, 千葉大学, 2016 年 3 月 29 日(業績 3)

2) 佐藤 昶, 村上 智明, 中嶋 康博 (2016) 「リモートセンシング解析と空間統計分析を用いた草地管理状況の実態把握 - 北海道根室管内の事例 -」, 日本農業経済学会, 秋田県立大学, 2016 年 3 月 30 日(業績 4)

3) 村上 智明, 佐藤 昶, 中嶋 康博 (2016) 「草地更新の空間計量経済分析-北海道別海町を事例として-」, 日本農業経済学会, 秋田県立大学, 2016 年 3 月 30 日(業績 5)

4) 佐藤 昶, 西原 是良, 竹島 久美子 (2016) 「携帯型 GPS・スマートフォンを用いたクラウド GIS による農体験実習の情報共有」, 農村計画学会春期大会, 東京大学, 2016 年 4 月 9 日

5) 佐藤 昶, 村上 智明 (2015) 「作業受託コントラクターによる飼料生産作業の工程評価」, 日本農業経営学会, 北海道大学, 2015 年 9 月 12 日

6) 村上 智明, 佐藤 昶 (2015) 「作業受託と粗飼料の品質」, 日本農業経営学会, 北海道大学, 2015 年 9 月 12 日

[図書](計 2 件)

1) 村上 智明, 中嶋 康博, 佐藤 昶 (2016) 「飼料作コントラクターによる飼料供給サービスの質に関する研究」, 畜産の情報 3 月号, 農畜産業振興機構, p38-52

2) 村上 智明, 佐藤 昶, 中嶋 康博 (2016) 「リモートセンシングと統計解析による草地更新の社会経済分析」, 畜産の情報 10 月号, 農畜産業振興機構, p53-65

[その他]

1) 佐藤 昶, 村上 智明, 中嶋 康博 (2016) 「北海道牧草地を対象とした衛星画像解析の土地利用経済分析への適用」, Hexagon Geospatial コーザ導入事例報告, ベルサール神保町, 2016 年 9 月 16 日(業績 6)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

佐藤 昶 (SATO, Takeshi)

東京大学農学生命科学研究科・特任助教

研究者番号：30756599

(4)研究協力者

村上 智明 (MURAKAMI, Tomoaki)
東京大学農学生命科学研究科・助教
研究者番号：60748523