

平成 30 年 6 月 1 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K18749

研究課題名(和文) サプライチェーン最適性を目標としたコントラクターサービス供給の制度設計

研究課題名(英文) Planning optimal ensiling system for the Japanese milk production

研究代表者

村上 智明 (Murakami, Tomoaki)

東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・助教

研究者番号：60748523

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,600,000円

研究成果の概要(和文)：北海道根室地域を対象とした生乳生産性の向上を目的としたコントラクターサービスの供給方法を考察するために、衛星画像を使用した圃場区画レベルの土地利用の測定、コントラクター作業の工程評価、コントラクター作業における分散錯圃の影響評価、経営単位でのサイレージ成分への供給サービスの影響評価を行った。

これにより、3000ha程度の圃場区画レベルの農業土地利用図を作成でき、そこでの作業に請負先の分散と作業場所の錯綜、圃場の物理・生物化学的條件の相違、作業者の認知能力の限界がどの程度作業効率及び飼料成分に与える影響を推定でき、どのような点を改善する制度を設計するべきかを分析できた。

研究成果の概要(英文)：To plan the optimal contracting rules for the ensiling contracts in Kosen area (in the eastern Hokkaido), firstly, I identified the plot level agricultural land use in the area and made the agricultural land use map.

By using this map, I analyzed plot level operational efficiency of the ensiling process of ensiling contractors in the area. Mainly the operational efficiencies were affected by fragmentation of the plot, natural conditions of the plot, and missalocation of the operating machines.

Then, I analyzed the results of component measurement of the ensiled silage. From these 2 analysis I find what should be changed and how to do it.

研究分野：マイクロデータ分析をベースとした農業経済学

キーワード：酪農 コントラクター 農作業工程の評価 リモートセンシング 計量経済分析 GPS GIS

1. 研究開始当初の背景

(1) 社会的背景

北海道における生乳生産は、十勝・根釧が2大産地となっているが、この10年間で十勝では全体としての乳用牛飼養頭数・酪農経営あたりの乳用牛飼養頭数ともに大幅に増加しているのに対し、根釧では乳用牛飼養頭数は横ばいである。これは酪農経営あたりの乳用牛飼養頭数の増加速度が相対的に鈍いためである。一口に乳用牛飼養頭数の増大とはいっても、近年の酪農経営においては、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になってきている。大規模化のためには、粗飼料生産作業受託組織(コントラクター組織)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。

根釧地域が十勝と異なるのは、草地開発による恵まれた草地基盤をもつ一方で、早くから民間業者による飼料作作業の受委託が進んだ点にある。結果としてJAを中心とする大規模組織による受託が行われる状況にはなっておらず、民間のコントラクターが多数競争する状況にある。こうした多数のコントラクターによる作業受託という状況は、継続的な顧客確保のための作業順の固定化とそれともなう作業効率の低下を引き起こし、適期の収穫が作業受託では行われないことを想定して新規の作業委託もなかなか進まない、といった問題を生じさせていた。

(2) 学術的背景

近年の農業経済学における酪農生産上のトピックとして、この10年ほど飼料コントラクターの経営問題は多数取り上げられてきた。ただし、多くの研究はコントラクターをいかにして経営的に存立させるかに重点を置いていたり、コントラクターの存在を所与として利用する経営にとってどのような影響があるのか、といった課題が中心となってきた。そのため、圃場の地理的分散によって受託作業の効率が良くないことは認識されていても、コントラクター間の競争を所与として、その状況下でどのようにしてコントラクターの作業効率と供給サービスの質を改善し、それによって酪農経営の利用に結び付けていくのかという視点での研究は行われていなかった。

そのため、コントラクターがどのようにして作業受託サービスを酪農経営に供給しているのか、酪農経営の需要に結びつくサービス供給とはどのようなものか、という点についても明らかにされていない状況にあった。

2. 研究の目的

上記の背景があったため、本研究では初期に民間企業による粗飼料生産作業受託組織の設立が進みながらも、現在では作業委託利

用の進展の遅れている根釧地域を対象に、コントラクターの作業実態の把握とそこで生じている問題の実態把握を行うことを第一の目的とした。

分析の過程において、当初想定していた以上に圃場ごとの条件の違いが作業効率に影響を与えていることが明らかとなってきた。そのため、より実態に即した形での作業効率を分析するために、作業場所の分散以外の圃場条件の差がもたらす作業効率への影響についても組み込む形で作業効率計測の方法を構築することも目的に加えた。

同時に、コントラクターの供給するサービスはどのような面で粗飼料の品質に繋がり、ひいては酪農経営のサービス需要を喚起することが出来るのかを明らかにすることも目的としている。

最終的には、そうしたサービス供給の構造を把握したうえで、どのようなサービス供給のあり方が生乳の供給増大につながるのかを考察することも目的とした。

本研究は同時に、計量分析の難しい一方でこれからの日本農業において増大していくと思われる少数の大規模経営による営農に対して、ケーススタディにとどまらない効率性分析のフレームワークを提示することも目的としている。

3. 研究の方法

(1) 農作業履歴分析のための圃場データベースの作成

研究の開始にあたって、受託作業の評価を行うために必要な受託圃場図の作成を行った。

研究の初期にあっては、聞き取り調査を元に衛星画像との照合から Google Earth 上で圃場ポリゴンの作成を行った。

ただし、上記の方法では聞き取った圃場の情報しか得られないため、研究の後半には衛星画像を取得し、リモートセンシングを活用した画像解析方法を考案し、調査対象地ほぼ全ての土地利用と圃場ポリゴンの作成を行うこととした。

(2) 作業圃場図を元にしたコントラクター作業の工程評価

コントラクターの作業体系と圃場分散の関係を解析するために、個別事例を取り上げ、聞き取り調査によって作成した受託圃場図を元に、GISソフトの活用により、コントラクターの圃場間の移動距離や作業速度の計測を行った。

合わせて最適化された圃場間移動の計画を数理計画法により求め、実際の作業履歴と理論上の最適な収穫計画の比較とその際の作業速度の計測結果から作業工程の評価を行った。

(3) GPSによるコントラクター作業の解析

調査対象地域で受託作業を行うコントラクターに依頼し、収穫作業体系の中で単独で作業を行っているモアコンディショナーを除いたハーベスター、運搬用ダンプ、鎮圧用の作業機（ショベルカー等）全ての作業機に携行用 GPS 機器を搭載することで、牧草収穫作業の全作業の作業履歴を取得した。

取得した作業履歴と(1)後半の地域内の圃場データポリゴンを GIS 上で組み合わせ、全作業機について圃場内滞在時間、移動時間、サイロ周辺の滞在時間を特定した。その際に、それぞれについて稼働時間と待機時間も計測した。

ここで求めたデータから計測を作業日・圃場単位で集計し、どの圃場でいつ待機時間が長くなり、機械の稼働率が落ちているのかを求めた。

上記の圃場別の作業データを用いて、回帰分析からどのような条件下でコントラクターの作業効率が落ちやすいのかを求めた。

圃場別の作業履歴を全圃場の作業順を自由に決定できる TMR センターについて依頼し、そこでの作業効率と通常のコントラクターを比較することで作業順を自由に決定できないことがどの程度の効率性に影響しているのかを考察した。

取得したデータを元に最速で作業を行うためのシミュレーションを行い、どの程度の作業効率の改善が可能かや、最適計画の下で分散錯圃の影響の計算を行った。

(4) サイレージ品質データの解析

作業効率化の影響がどの程度飼料に影響を与えるのかを分析するために、管内農協の協力を受けてサイレージ成分や醗酵品質、サイレージ密度に関する作業時期やコントラクターの違いによる影響について統計的な検証を行った。

4. 研究成果

(1) 農作業履歴分析のための圃場データベースの作成

調査対象地域の土地利用について 2010 年から 2015 年までの土地利用をリモートセンシングによって推定した。

その過程でオブジェクトベースの画像解析手法を応用することにより、土地利用区画単位の土地利用を推定する方法を考案した。それにより、これまで手で描画する必要があった圃場区画のポリゴンデータを広範囲に渡って作成することが可能となり、のちの分析に用いることが出来ただけでなく、これまでの被覆の面積を計測していたリモートセンシングと異なり、土地利用単位での分析が可能となった。このことは土壤被覆の面積ではなく、耕地区画単位での分析を行う必要のある人間の経済活動の分析において、リモートセンシングの正確性を向上させるものである。

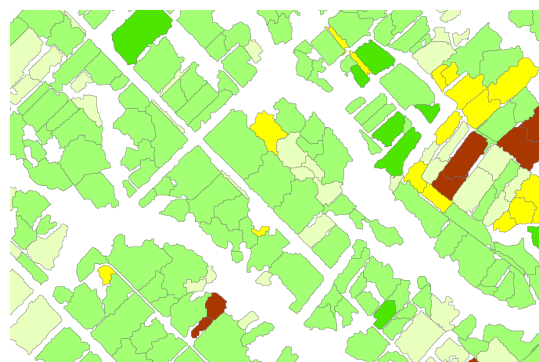


図 作成された農業土地利用図

(2) 作業圃場図を元にしたコントラクター作業の工程評価

ここでは 2 社のコントラクターのデータの解析を行った。1 社は個別の酪農経営からのみ作業受託を行っており、もう 1 社は TMR センターからの作業を受託している。

個別の経営からの受託を行っているコントラクターでは 14 日間の作業機間のうちで移動時間は 6~17 時間と推定され、作業場所の分散の解消により、1 割程度の作業効率の改善が可能となることが示唆された。TMR センターからの受託を行っていた今トラクターでは 13 日間の作業機間で 5~10 時間程度であり、まとまった圃場で自由に作業体系を組める分移動時間の影響を受けにくくなっていることが明らかとなった。また、作業日ごとの作業面積は移動距離との相関が大きく、移動距離の増加は作業速度の低下をもたらしていることも明らかとなった。

(3) GPS によるコントラクター作業の解析

まず、作業の効率化という点では理想的と考えられる TMR センター傘下のコントラクターにおいても平均的なハーベスターの稼働率は 6 割程度であり、効率性改善の余地が大きいことが明らかとなった。同時に、ダンプカーの稼働率も 6 割程度であり、作業計画のミスマッチにより、ある部分ではハーベスターに余力が発生していながら、ある部分では運搬側に余力が発生している実態が明らかとなった。

こうしたミスマッチは広範囲に及ぶ圃場に対して同時に多数の機械を配置していることから生じており、事前に決めた計画の通りに稼働する午前中に多く発生し、配置の指揮を行う構成員が出勤する昼以降に改善する傾向がみられた。このことは事前の作業計画の重要性と同時に、作業状況を修正する指揮者の重要性を示唆する。多くのコントラクターではトップ自身が作業機に乗ることが多く、指揮者不在となることから、こうした作業効率の低下は広く存在していることが想定される。

ミスマッチの生じやすい圃場の特質を分析するために行った。実際の運搬機の配置数と連続作業に必要な台数の比を被説明変数

とした回帰分析結果から、距離に比して移動に時間がかかる場合や往路と復路で時間差の大きい場合に必要な台数とのミスマッチが生じやすくなっていることが明らかとなった。このことから、主観的な距離感での作業機の配置が行われていることによって作業速度の低下が生じていることを示唆する。

ここでの分析結果を元に、理論上の最速で作業を行った場合、現状の機械装備で機械配置を最適化した場合の2パターンについてシミュレーションを行った結果から、それぞれ35%、16%程度の作業時間の縮減が可能であることを示した。

別の酪農経営から受託を行っているコントラクターの分析では、ハーベスターの稼働率は55%程度とTMRセンターと大きくは変わらなかったが、受託先ごとの分散が大きいことが明らかとなった。

作業速度の決定要因としては圃場とサイロの距離等の地理的な条件だけでなく、起伏などの物理的な条件の影響も大きく見られた。

圃場ごとの効率的な作業に必要な運搬機の台数をシミュレーションで求めた結果、2~6台の間でほぼ同じ密度で圃場が分布していることがわかった。こうした圃場条件の多様性に対して、固定的なチームで作業を行うコントラクターは作業の遅滞が発生しやすい状態にあるといえる。

(4) サイレージ品質データの解析

収穫時期と飼料品質の関係性についての回帰分析の結果から、圃場実験の結果から言われていた収穫時期の遅れに伴うタンパク質量の減少が確認された。一方で、収穫時期の中期と後期の間で繊維含有量やTDN率については大きな差は観察されなかった。圃場の収穫時期についてはコントラクターに委託する場合は事前に遅くなることを見込まれている前提で委託しても構わない経営が遅い時期の作業を依頼しているとみることができるが、そうした内生的な選択によって影響が緩和しているものと想定される。

乾物密度や醗酵品質といったコントラクターのサービスの品質を示す指標については作業時期との有意な関係はみられなかった。一方で受託面積が広い業者ほど平均的な乾物密度は低い傾向にあり、収穫業者固定効果を用いたパネル分析の結果からはその影響がより顕著であることが確認された。

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)

村上智明・佐藤起「コントラクターの受託面積拡大と粗飼料の品質」、『農業経営研究』、第54巻4号、pp.66-71、査読あり、2017

佐藤起・村上智明「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』、第54巻3号、pp.91-96、査読あり、2016

[学会発表](計 7件)

村上智明・佐藤起「圃場条件の分散と農作業の効率性 北海道に根室地域における作業受託を事例に」、2017年度日本農業経営学会大会、4-2、九州大学、2017年9月。

佐藤起・村上智明・栗田裕己・中嶋康博「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」、2017年度日本農業経済学会大会、2-6、千葉大学、2017年3月。

佐藤起・村上智明・中嶋康博「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」、2016年度日本農業経済学会大会、A-1、秋田県立大学、2016年3月。

村上智明・佐藤起「作業受託と粗飼料の品質」、2015年度日本農業経営学会大会、4-3、北海道大学、2015年9月。

佐藤起・村上智明「作業受託コントラクターによる飼料生産の工程評価」、2015年度日本農業経営学会大会、4-2、北海道大学、2015年9月。

[その他]なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村上智明 (Murakami Tomoaki)

東京大学・大学院農学生命科学研究科・助教
研究者番号：60748523