

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年6月12日現在

機関番号：82111

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21780217

研究課題名（和文） GISとGPSを用いた圃場分散型コントラクタの空間分析

研究課題名（英文） Spatial Analysis of Agricultural Contractors with GIS and GPS

研究代表者

西村 和志 （NISHIMURA KAZUSHI）

独立行政法人 農業・食品産業技術総合研究機構

九州沖縄農業研究センター作物開発・利用研究領域・主任研究員

研究者番号：60373247

研究成果の概要（和文）：作業対象圃場が広域に分散するコントラクタ（飼料用トウモロコシ収穫受託組織）では、対象圃場の分散度が大きくなるにつれて圃場間移動ロスが大きくなる傾向にあるが、対象圃場群の一元管理で収穫作業効率（圃場間移動効率）が改善されることが複数事例の比較により示された。さらに、利用者間の農地利用調整が効率改善に寄与することがTSPシミュレートにより明らかとなった。

研究成果の概要（英文）： Contractors (corn-used-for-animal-feed harvest trust organization) which the cultivated land for work distributes in a wide area, are in the tendency for a cultivated land move loss to become large as the degree of dispersion of an object cultivated land becomes large, but Harvesting operation efficiency (cultivated land move efficiency) being improved at unified management of an object cultivated land was shown. Furthermore, it became clear by TSP simulation that the farmland use adjustment between users also contributes to improvement in efficiency.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	700,000	210,000	910,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,800,000	840,000	3,640,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業経済学

キーワード：農業経済学

## 1. 研究開始当初の背景

近年、都府県においても飼料収穫作業を中心にコントラクタの展開が見られ、100haを越える大規模な組織も存在する。しかし、多くは（北海道と比較して）小区画圃場が市町村域を越えて広域に分散しているケースが多い。そのため、大型収穫機械と運搬ダンプの作業・移動にかかる作業効率の向上が経営収支に大きく影響し、組織運営上の大きなネ

ックとなっている。

## 2. 研究の目的

本研究では大型収穫機械を有するコントラクタ（飼料用トウモロコシ収穫受託組織）を対象に空間分析手法を用いて、圃場分散度の把握やネットワーク分析による作業シミュレートを行う。具体的には、GPS（Global Positioning System：全地球測位システム）

と GIS (Geographic Information System : 地理情報システム) の 2 つの空間データ収集・解析ツールを用い、作業実態や作業巡回経路の把握、作業効率を検討し、これらの実証データに基づき、巡回セールスマン問題等、ネットワーク分析による理論的最短巡回経路・作業時間をシミュレートする。

### 3. 研究の方法

(1) コントラクタにおける圃場分散度の把握と収穫作業データの解析

①都府県の広域・大型コントラクタ(4組織)を対象に収穫機械(自走式6条トウモロコシハーベスタ)にGPSロガーを取り付け、収穫作業対象圃場を特定するとともに、作業データを収集する。GPSロガーデータは10秒間隔で日時・緯度経度を記録する設定とする。GPSロガーはGlobalSat社のDG-100を用いるが、データの安定取得のためにMSAS補正は設定しない。

②得られたGPSデータをGIS上でポイントデータ・ラインデータ化することで対象コントラクタの活動エリアが明らかとなるので、これを基に対象エリアのオルソ(航空写真)データを構築する。オルソ元データには国土地理院撮影の空中写真、オルソ化作業に必要な背景地図には数値地図25000(地図画像)、標高データにはGISMAP Terrain(10mメッシュ標高データ)(北海道地図株式会社)を用い、ERDS社LPSのオルソモザイクツールにてオルソ化を行う。

③作成したオルソ画像とGPSラインデータを重ね合わせることで圃場図レイヤ(対象圃場を縁取った地図データ)を作成する。この圃場図レイヤから対象面積の筆数、面積、コントラクタ別の圃場分散度の算出を行う。圃場分散度の算出は対象圃場群の中心座標からの各圃場の平均距離とする。

④GPSデータを利用し、収穫作業における圃場間移動時間、圃場内作業時間を算出する。作成したラインデータを圃場内、圃場間で切断し、それぞれで空間検索により重なり合うポイントデータ数をカウントすることで圃場間移動時間と圃場内移動時間を算出する。ただし、圃場が集中しラインデータが交錯する個所においてはこの識別が難しい。そこで、ホイール操作で時間経過順にポイントデータを表示するプログラムを開発し、これを用いてラインデータの圃場間・圃場内の識別と切断を行う。プログラム開発はESRI社ArcGISのVBA開発環境にて行う。

⑤得られたコントラクタ別の圃場分散度と収穫作業効率から両者の関係について考察

を行う。

(2) 圃場の一元管理および利用者間の農地利用調整効果のシミュレート

コントラクタにおける収穫作業効率改善策として圃場の一元管理および利用者間の農地利用調整の効果のシミュレートする。具体的にはGPSデータより面積当たりの作業時間、道路長当たりの移動時間を算出し、これを「移動コスト」として割り当てた道路ネットワークデータを構築、TSP(巡回セールスマン問題)により各圃場を最短経路で巡回・収穫する場合の総作業時間(圃場内作業時間+圃場間移動時間)と総作業日数の試算を行う。これは現実の営農現場においては、コントラクタによって一度利用者間の農地を全て集積・一元管理を行い、収穫物を抛出面積に応じて利用者間に配分することとほぼ同義であり、これをコントラクタの作業効率改善策として検討する。

なお、分析ツールはESRI社ArcGISのエクステンション(分析用オプション)NetworkAnalystの内部コンポーネントを利用するプログラムをArcGIS/VBA開発環境下で開発する。

### 4. 研究成果

(1) GPSロガーデータの収集

得られたデータをポイントデータ・ラインデータ化した一例を図1に示す。

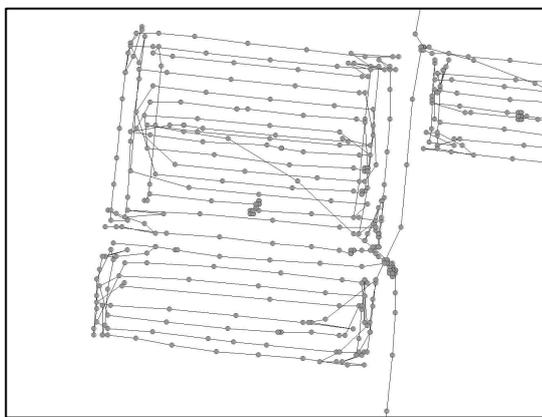


図1 GPSポイントデータおよびラインデータ

圃場を識別するに十分な精度でデータが取得されていると判断できる。しかし、山間部の衛星電波を補足することが難しい一部地域やハーベスタのオペレータの電源入れ忘れ、またロガー自体の不調により全圃場の完全なデータを得るには至っていない。電波環境に関してはやむを得ないと考えられるが、人的ミスによるデータ欠損を回避するにはGPS自体をシガーソケットへの通電と連動するような改造が必要と思われる。また、ロガー自体の不調については梱包材で嚴重に

保護する等の対策も必要である。以降の分析についてはデータを十分な精度で取得できた作業日・作業圃場に限定して解析を行う。

(2) GPS ロガー解析結果

表1にGPS ロガーデータによる調査対象概要を示す。

表1 調査対象組織の概要

組織	実収穫日数 (日)	収穫圃場筆数 (筆)	収穫面積 (ha)	分散範囲 (km×km)
I	19	228	74	13.8×8.4
II	25	226	83	7.5×6.3
III	24	128	65	13.4×9.4
IV	15	207	71	12.7×5.7

組織 I～III は鳥取県で展開するトウモロコシコントラクターであり、いずれも規模が大きい。また、組織 I、III は山間部の組合員がいるために平坦地域～山間部の広い範囲に対象圃場が分散している。I～III はいずれもトウモロコシの1毛作体系をとっているため、現状では収穫時期が利用者間で競合する問題は発生していないが、2期作の導入も検討されていることから今後の作業効率改善の必要性が高い。組織IVは熊本県で展開するコントラクターであり、データは2期作のうち1作目のデータである。2期作に取り組む都合上、1作目の収穫適期が7月下旬～8月上旬と短い。そのため、組合長の方針で入念な播種・収穫計画が事前に策定されており、そのための圃場管理ツールの導入も行われている。いずれの組織も大型収穫機械の償却費確保のために大面積の受託を請け負っているが、それゆえに対象圃場の分布が広域に分散する傾向にある。

これら組織の圃場分散度および収穫作業効率（圃場間移動時間/(圃場間移動時間+圃場内作業時間)）を表2に示す。

表2 対象における圃場分散度と圃場間移動時間割合

組織	圃場分散度 (km)	圃場間移動時間割合 (%)
I	5.2	20
II	1.7	16
III	2.1	16
IV	3.9	11

対象圃場が分散するほど圃場間移動時間の割合が高くなることが予想されるが、組織 I～III についてはこれがほぼ当てはまる。組織 I については分散範囲・分散度ともに大きく、それゆえに圃場間移動時間の割合も全体の20%と大きな値となっている。しかし、組織IVについては3.9kmと比較的圃場分散度が大きいにも関わらず、圃場間移動時間割合は

11%と最も小さい。これは前述の圃場管理ツールを用いた事前の作業計画策定が寄与していると考えられる。これらのことは、一般的に認識されている「圃場分散による作業効率の低下」は

- i) 圃場が分散することにより移動距離が増大する物理的な問題
- ii) 多くの圃場が分散することにより圃場分布状況認識水準が低下し、事前計画策定が難しくなる

が混じり合った帰結であり、後者については適切な管理ツールの導入や圃場の一元管理により改善が可能なことを示唆する。

次に、組織 I～III が管理ツールの導入や組織運営体制の強化により作業効率改善が可能かどうか、TSP シミュレートにより仮想的に評価する。

(3) TSP シミュレートによる圃場の一元管理および利用者間の農地利用調整効果の仮想的評価

組織 I～III についてコントラクターが主体となり利用者の農地を集積、収穫を最短経路で行った場合の収穫作業効率と日数の変化を表3に示す。

表3 TSPシミュレートの結果

組織	収穫日数 (日)	圃場間移動時間割合 (%)
I	17	7
II	23	5
III	22	6

表1との比較で、いずれの組織においても収穫日数の短縮が見られると同時に、圃場間移動時間割合も低下している。また、圃場間移動時間割合と圃場分散度の水準には正の関係が見られる。このことは、多筆分散圃場による作業効率の低下は、

- a) 母体となる組織による圃場の一元管理と農地利用調整、あるいは拠出面積に基づく構成員への収穫物の配分という運営体制の強化
- b) 分散多筆圃場の管理を支援する手法・ツールの導入

により、相当部分が改善されうることを示す。表2における組織IVの圃場間移動時間割合の低さは b) の効果が現れた結果と考えられる。

(4) 結論

以上、本研究では作業対象圃場が広域に分散するコントラクター（飼料用トウモロコシ収穫受託組織）では、対象圃場の分散度が大きくなるにつれて圃場間移動ロスが大きくなる傾向にあるが、対象圃場群の一元管理で収

穫作業効率（圃場間移動効率）が改善されることが GPS・GIS を利用したデータ収集・解析により事例的に示された。さらに、利用者間の農地利用調整が効率改善に寄与することが TSP シミュレートにより明らかとなった。

近年、我が国の食料自給率をめぐる情勢は非常に厳しく、畜産分野に対しては自給飼料の増産と輸入濃厚飼料の削減が求められている。このような情勢の中、面積当たりエネルギー生産効率の高い飼料用トウモロコシは増産すべき有効な飼料作物と言える。しかし、飼料用トウモロコシは長大作物の性質上、その生産拡大には大型ハーベスタの共同利用が不可欠であり、それゆえ近年はコントラクタの設立が進んでいると言える。一方で、高額な大型ハーベスタの導入は大規模な稼働面積の確保が機械償却費回収のために必要であり、結果として都府県におけるコントラクタは広域多筆分散型になる傾向が強い。それは同時に移動時間の増大による収穫作業効率の低下を招くという、一種のジレンマを発生させていると考えられる。それに対して本研究では、多筆分散圃場による作業効率の低下は組織運営体制の強化と適切な支援手法・ツールにより大幅に改善可能であることを示した。今後は大型機械の導入補助といったハード事業のみならず、コントラクタの管理担当者を対象とした管理手法・ツール利用研修等のソフト支援事業も検討する必要があると考える。

#### (5) 補論：開発したツール群

本研究では分析に必要なツールを ArcGIS/VBA 環境にて開発している。

##### ① GPS ロガーデータ変換ツール

GPS ロガーは指定された時間間隔で日時、経緯度、高度、速度等をテキストデータとして保存するが、これを視覚化・解析に用いるには GIS 上でポイントデータ化、ラインデータ化する必要がある。単純に地図上に表示するだけであればロガー付属のソフト等で kmz 形式や GPX 形式に変換することも考えられるが、作業時間の解析等を行うには不向きであるので、属性データとして日時、経緯度、速度を持つポイントデータおよびそれらを時間順につなげたラインデータに変換するプログラムを開発した。本ツールを用いることで、GPS ロガーデータを作業日別に分割し、それぞれでポイントデータとラインデータを作成することができる。

##### ② ポイントデータ経時表示ツール

上記ツールで作成したポイントデータは属性として時間を持つが、本ツールはマウスホイール操作によりポイントデータを経時

的に 1 点ずつ表示することができる（機能としてエクステンションの TrackingAnalyst に類似）。これによりデータが密集する個所においても圃場間移動、圃場内作業を正確に把握することができ、圃場内での作業機の動きをトレースすることもできる。

##### ③ 圃場巡回ルート探索ツール

エクステンションの NetworkAnalyst を用いれば TSP による経路探索を行うことはできるが、1 日当たりの作業時間に基づく経路の分割等は手作業となる。開発したツールは NetworkAnalyst のコンポーネントを VBA 内で利用し、必要作業日数、作業日別経路、圃場内総作業時間、圃場間総移動時間等を算出可能である。

以上のツールは本研究に限らず適用・応用可能なものであり、①については現地飼料生産組織で作業履歴電子化ツールとして既に利用を試行しており、②についても他大型機械の作業性評価に活用されている。今後も利用拡大を目指してツールのみならず、内部コード自体もスニペット・コードレシピとしての公開を目指したい。

#### 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）  
なし

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

西村 和志 (NISHIMURA KAZUSHI)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・九州沖縄農業研究センター・作物開発・利用研究領域・主任研究員  
研究者番号：60373247