



Title	外部飼料作組織における圃場分散問題に関する実証的研究：コーディネーション・コストからのアプローチ
Author(s)	西村, 和志
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	乙第7049号
Issue Date	2018-03-22
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.r7049
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/70183
Type	doctoral thesis
File Information	Kazushi_Nishimura.pdf



外部飼料作組織における圃場分散問題に関する
実証的研究

ーコーディネーション・コストからのアプローチー

北海道大学 大学院農学院

西村和志

目次

第1章	問題の背景と本研究の目的.....	1
1.1	背景と問題意識.....	1
1.2	既存研究.....	2
1.3	本研究の目的と構成.....	3
第2章	暖地型酪農におけるトウモロコシ二期作の経済性とコントラクターの意義.....	7
2.1	目的.....	7
2.2	調査対象の概要.....	7
2.3	調査対象の技術的特長.....	9
2.3.1	冬季堆肥散布を中心とした肥培管理.....	9
2.3.2	不耕起播種機を利用した施肥同時播種.....	11
2.3.3	大型自走式ハーベスタによる収穫・調製.....	11
2.4	生産費調査等と比較した収益性の検討.....	12
2.4.1	トウモロコシ二期作栽培に係る経費.....	12
2.4.2	トウモロコシサイレージ多給の収益性.....	14
2.4.3	小括.....	16
第3章	トウモロコシ二期作を支えるコントラクターとその成立条件.....	18
3.1	目的.....	18
3.2	調査対象の概要.....	18
3.3	大型収穫機械の作業効率.....	24
3.4	大型収穫機械の収支分析.....	26
3.5	小括.....	28
第4章	トウモロコシコントラクターの圃場分布状況とその作業効率.....	29
4.1	目的.....	29
4.2	調査対象の概要.....	29
4.3	GPS ロガーを用いた作業データの収集と解析の方法.....	30
4.4	圃場分布状況と作業効率.....	31
4.5	TMR センターによる圃場情報と利用の一元管理の効果.....	36
4.6	小括.....	38
第5章	TMR センターにおける圃場分散問題と GIS による解決の一方策.....	40
5.1	目的.....	40
5.2	調査対象の概要.....	40
5.3	スケールメリットとコーディネーション・コスト.....	42
5.4	事例におけるコーディネーション・コスト増大の源泉と対応策.....	44

5.4.1	事例におけるコーディネーション・コスト増大の源泉	44
5.4.2	GIS(地理情報システム)の圃場分散問題への有効性	45
5.5	動機付け費用に関する補足的考察	46
5.6	ArcGIS による飼料生産管理の試行(2008-2009)	47
5.6.1	試行の概要	47
5.6.2	GIS アプリケーションの選定	48
5.6.3	データベースの構築	48
5.6.4	作付計画の策定と作付圃場図の作成	51
5.6.5	播種計画策定と作業指示書の作成	51
5.6.6	耕うん・整地, 除草剤散布の作業計画と指示書の作成	52
5.6.7	作業履歴の収集と入力	52
5.6.8	各種集計作業	53
5.6.9	収穫計画策定とコントラクターへの作業委託指示書の作成	53
5.6.10	2008 年及び 2009 年の試行と評価	55
5.7	飼料生産管理に特化した機能拡張	55
5.7.1	機能拡張におけるねらい	55
5.7.2	試行期間を通じた飼料生産・管理体制の確立	56
5.7.3	管理業務内容と機能拡張における要件	56
5.7.4	データベースの定義	58
5.7.5	開発・カスタマイズしたシステムの概要	59
5.7.6	導入効果	63
5.8	コーディネーション・ツールとしての ICT	63
5.9	小括	67
5.10	補節:農場制型 TMR センターにおける生産管理	69
第 6 章	要約と結論	75
6.1	要約	75
6.1.1	トウモロコシ二期作の経済性とコントラクターの意義	75
6.1.2	自給飼料生産を支援するコントラクターの成立条件	76
6.1.3	トウモロコシコントラクターの圃場分布状況とその作業効率	76
6.1.4	TMR センターによる圃場情報と利用の一元管理の効果	77
6.1.5	TMR センターにおける圃場分散問題の構造	78
6.1.6	GIS による飼料生産管理	79
6.1.7	コーディネーション・ツールとしての ICT	80
6.2	結論と考察	81
補論:A	フリーでオープンソースの地理情報システム(QGIS)を活用した大規模飼料生産組	

組織向け生産管理アプリケーションの開発.....	83
A.1 目的.....	83
A.2 農業分野におけるクラウドサービスの展開.....	83
A.3 FOSS4G の近年の動向.....	84
A.4 開発の手順.....	84
A.5 対象とする飼料生産組織の機能的類型.....	85
A.6 システム要件定義.....	86
A.7 データベース定義.....	89
A.8 開発した管理ツール群.....	91
A.9 現場における実証と評価.....	96
A.10 小括.....	96

図表目次

表 2-1 調査対象概要.....	8
表 2-2 トウモロコシ 2 期作作業暦.....	9
表 2-3 調査対象経営二期作における家畜糞尿利用の窒素収支.....	10
表 2-4 不耕起播種機の作業実績と作業効率.....	11
表 2-5 自走式ハーベスタの作業実績と作業効率.....	11
表 2-6 トウモロコシ二期作栽培に係る経費（二期作計）.....	13
表 2-7 自給トウモロコシサイレージと流通飼料の費用価（単位：円）.....	14
表 2-8 トウモロコシサイレージ多給メニューの飼料費比較.....	15
表 2-9 生乳 100kg 当たりの費用と収益性の比較.....	16
表 3-1 対象地域の二期作栽培作業暦例.....	19
表 3-2 事例組織における収支構成.....	23
表 3-3 大型自走式ハーベスタの日別作業性.....	25
表 4-1 調査結果概要.....	31
表 4-2 ハーベスタ別，受託対象別の収穫面積，移動距離の集計および圃場間移動効率.....	34
表 4-3 ハーベスタ別，受託対象別の稼働時間，移動時間および圃場間移動効率.....	35
表 4-4 圃場集約前後の播種・収穫計画の策定と実施方法の違い.....	37
表 5-1 開発したツール群概要.....	60
表 5-2 飼料用トウモロコシ生産における生産管理体系.....	72
表 A-1 飼料生産組織の類型と類型別主要管理項目.....	85
表 A-2 要件定義（類型別に求められる管理システムの機能）.....	87
表 A-3 管理ツール群の概要.....	92

図 1-1	本研究の構成.....	5
図 3-1	S コントラクター利用組合の運営体制	20
図 3-2	S コントラクター利用組合の作業実績推移.....	21
図 3-3	員内・員外別作業実績.....	22
図 3-4	労働調達における外部雇用状況	24
図 3-5	平均区画面積と時間当たり作業面積.....	26
図 3-6	大型ハーベスタ導入の収支分析	27
図 3-7	大型ハーベスタ導入の収支分析	27
図 4-1	GPS ロガーの取得データから作成したハーベスタの軌跡データ	30
図 4-2	ハーベスタの軌跡データ（拡大図）	31
図 4-3	2007 年夏期の収穫圃場分布.....	32
図 4-4	2008 年夏期の収穫圃場分布.....	33
図 4-5	センターに集積された圃場の同一作業日におけるハーベスタ作業軌跡	37
図 5-1	対象組織の概要.....	41
図 5-2	試行の概要	47
図 5-3	地図画像イメージ	49
図 5-4	空中写真イメージ	49
図 5-5	大判印刷された航空写真及び圃場図.....	50
図 5-6	播種計画の策定.....	51
図 5-7	ライン変換した GPS 作業データ	52
図 5-8	GIS を利用した飼料生産管理の概要	54
図 5-9	圃場図フィーチャクラスのフィールド構造	58
図 5-10	カスタマイズシステムの動作例.....	61
図 5-11	Excel への集計結果出力	62
図 5-12	専用ツール群を利用した飼料生産管理の流れ.....	63
図 5-13	コーディネーション活動における労働と資本の代替.....	66
図 5-14	一般的な生産管理の体系	69
図 A-1	管理システムのテーブル定義.....	89
図 A-2	ツール群を利用した飼料生産管理フロー	93
図 A-3	管理ツール（作業計画の策定）の利用画面例	95

第1章 問題の背景と本研究の目的

1.1 背景と問題意識

1961年に農業基本法が成立して以来、日本農業は自立経営農家の育成を目指し、圃場基盤整備、機械化、大規模化、専門化が促進されてきた。酪農分野についてもこの流れは例外ではなく、それまでの耕種部門と結合、余剰労働力を活用した有畜複合・小頭飼育経営は減少の一途を辿り、代わって専門・大規模酪農経営の展開が進展してきた。

しかし、酪農経営は本来的に、飼料生産と飼養管理の二つの部門を併せ持つ複合経営であり、近年の飼養管理部門の拡大に偏重した経営規模の拡大は、飼料自給率の低下や、家畜排せつ物処理において幾つかの問題を生じさせてきた。特に近年、世界的な異常気象やバイオエタノール需要、新興国の穀物消費・輸入の拡大等、様々な要因により、これまで国内酪農経営が大きく依存してきた輸入乾草や飼料穀物の価格が高騰・乱高下する傾向にあり、購入飼料に依存した酪農経営はこれまでの購入飼料依存型の規模拡大から、自給飼料生産に立脚したものへの転換を迫られている。しかし、多頭化・大規模化を進めた経営において、それに見合う自給飼料生産の拡大を行うことは、飼料畑の確保や労働力の面から決して簡単なことではなく、それゆえ、夏・冬飼料作を組み合わせた多毛作飼料生産体系や、稲作経営における転作と組み合わせた耕畜連携、また、労働力制約を緩和するコントラクター等、外部飼料作組織の利活用の重要性が、強く認識されつつある。

このような自給飼料生産拡大の気運や、外部飼料作組織のニーズの高まりを受け、全国的にコントラクターの設立が進んでいる。農林水産省（2017）によれば、コントラクターの組織数は平成15年の317組織から平成28年には717組織に増加しており、うち、都府県においても193組織から515組織へとその数は倍以上に達している。

しかし、コントラクターや類似する外部飼料作組織は、その巨額の機械・設備投資の回収面から、大面積の作業を受託せざるを得ない。また、対象が飼料作物に限定されるため、機械・設備の稼働率を確保するためには、その活動範囲が非常に広域となる傾向がある。大量圃場の広域エリアへの分散は、圃場間移動時間の増大等、作業効率の低下や、そもそも必要規模への拡大過程における阻害要因ともなりうる。外部飼料作組織は、巨額の投資に見合う規模の受託面積の確保の必要性和、受託規模拡大にともなう圃場分散問題という、一種のジレンマを抱えていると言える。今後の農業労働力の減少傾向を推察するに、外部飼料作組織へのニーズは一層高まると考えられ、

外部飼料作組織の安定的展開には圃場分散問題に対する有効な支援方策が必要と考えられる。

1.2 既存研究

コントラクターに関する研究は古くから行われており、岡田（1994）、岩崎（1996）、新沼（2000a）、新沼（2000b）では北海道飼料作作業受託の動向について、浦谷（1993）、浦谷（2002）ではコントラクターの利用について委託開始前後の収益性指標を比較することでその効果を示している。また、荒井（1996）は南九州地域を対象とした法人型コントラクターを事例に、委託側のニーズの高まりと、受託側における大型機械の利用可能性と年間就業機会の確保を成立条件として指摘している。浦谷（1997）においても飼料収穫調製作業の季節性について指摘されている。

2000年代に入るとコントラクターの運営問題について、より焦点が当てられるようになり、天野ら（2003）は機械更新時の作業料金上昇問題を指摘し、対応策として作業計画の精緻化による粗飼料品質の向上を挙げている。山田（2004）は北海道の事例を基に圃場の集積の重要性を指摘している。市川（2007）では作業受託を主たる事業とするコントラクターでは十分な受託規模を確保できず安定的な運営が難しいことを指摘し、建設業等からのコントラクター事業への参入事例の増加を示している。淡路・山内（2009）ではコントラクターの労働調達の問題に焦点を当て、労働力の固定化を避けた臨時雇用の確保の必要性和広域的な労働調達の方策を示している。また、福田（2004）、福田（2005）は飼料作受託の効率化のための全面作業受託の必要性を指摘し、さらに、一層の飼料生産コストの削減を目指して、TMR センターへの発展を提言している。さらに、福田（2006）はスケールメリットを追求するため、条件の悪い中産間地域では放牧を推進し、平坦地域においてはコントラクターの利用を推進することを提言している。海外のコントラクターを対象とした研究¹としては淡路

（2007）があり、ドイツのマシーネンリング（農作業の受委託仲介組織）を紹介し、日本においても農協等が核となって同様の調整機能を果たすことを提言している。岡田（2016a）ではイギリスのコントラクター及びマシーネンリングを対象に、その存立形態と北海道土地利用型酪農との相違について検討を行っている。

福田（2005）や福田（2008a）では、コントラクターの運営問題から、その問題解決・発展系としての TMR センターへと新たな方向性を示している。山田（2005）は北海道の事例を基に TMR センターの利用による酪農経営側の規模拡大、またはゆとりの創出という次代の酪農経営方向を指摘している。荒木（2006）、荒木（2007a）は参加農家が保有する農地を TMR センターに預け、センターにおいて飼料生産から TMR 調製まで一貫して行う農場制型 TMR センターについて事例を示し、参加農家側にお

ける労働時間減少効果を示す一方、規模拡大に伴う圃場分散問題への懸念と、条件不利地域の排除による耕作放棄地増加の懸念を示している。荒木（2007b）はさらに、TMR センターの利用が参加農家の土地利用影響をもたらし、一方では放牧の省力的効果を消滅させている点を指摘している。日向（2008）は参加農家の自給飼料をプールすることの有効性を指摘している。山岸（2013）は TMR センターの委託の下での酪農経営の経済性について明らかにし、岡田（2013）では設立後の TMR センターにおける運営上の不安定性について指摘をしている。

飼料作の外部化に関する研究は、委託側の経済的意義から受託側であるコントラクターの運営上の課題、さらに、コントラクターの発展系としての農場制型 TMR センターへと分析対象や視点が推移してきている²³。しかし、コントラクターの運営上の課題として指摘された圃場分散問題は、TMR センターによる圃場の集積あるいは集約に解決を期待される一方、TMR センターの運営上の課題としては依然として圃場分散への対応の重要性が指摘されるにとどまり、具体的な対応方策については示されていない⁴⁵。

コントラクター等、大規模飼料生産組織における圃場分散や配置問題に対しては⁶、久保田ら(2011)、久保田(2012)、久保田ら(2014)の一連の研究がより具体的な分析を行っている。久保田(2012)は大規模繁殖牛経営を対象に通作距離が自給飼料生産の存立条件に及ぼす影響を解析し、また、久保田ら(2011)では TMR センターにおける収穫費用を最小化する圃場の立地シミュレーションモデルを構築している。さらに、久保田ら(2014)では、収穫作業における運搬に着目し、圃場までの距離に応じたトラック台数を用いることで作業効率が改善することを示している。これら一連の研究は、圃場分散問題に対する対処として具体的な方策を示す、経営研究としては画期的なものであるが、分散圃場の管理手法を示すものではない。

問題意識で提示した圃場分散問題への対応についてはいまだ十分な答えを得られていないのが現状であり、そもそも、コントラクターや TMR センターにおける圃場分散状況と、それに起因する問題の構造自体も不明瞭である点も指摘できる。

1.3 本研究の目的と構成

以上、背景と既存研究の流れを踏まえ、本研究では、コントラクター等外部飼料作組織における圃場分散状況と、それに起因する問題の構造を、特に取引コストの経済学のコーディネーション・コストに着目して明らかにするとともに、その対応策について示す。

研究の構成は以下の通りである。

第2章	暖地型酪農におけるトウモロコシ二期作の経済性とコントラクターの意義
第3章	トウモロコシ二期作を支えるコントラクターとその成立条件
第4章	トウモロコシコントラクターの圃場分布状況とその作業効率
第5章	TMR センターにおける圃場分散問題の構造と GIS による解決の一方策
第6章	結論
補論：	フリーでオープンソースの地理情報システム（QGIS）を活用した大規模飼料生産組織向け生産管理アプリケーションの開発

本研究で対象とするのは熊本県酪農地帯で展開するトウモロコシコントラクター及び、そこから派生した農場制型 TMR センターである。コントラクターや TMR センターに関する既存研究の多くは北海道を対象としているが、本研究で対象とする暖地・都府県とは飼料生産様式やコントラクターへのニーズの構造が異なる側面がある。そこで、第2章ではまず、暖地型酪農の特徴としてのトウモロコシ二期作を取り上げ、その経済的効果とコントラクターの意義について確認するとともに、コントラクターの成立条件について問題を提起する。

第3章では、トウモロコシ二期作を支えるコントラクターの収支構造を示し、巨額の機械投資の帰結として大規模な受託面積の確保が運営安定における必要条件であることを示すとともに、大面積受託の確保が圃場の広域分散を招くという問題を提起する。

第4章では、コントラクターにおける圃場の広域分散という問題について、その分散状況と作業効率について明らかにするとともに、TMR センターによる（団地化を伴わない）圃場の集積が収穫作業の効率を改善しうるエビデンスとメカニズムを示す。一方で、TMR センターにおける設立直後の混乱から、圃場を集積する側である TMR センター側においても圃場分散に起因する問題が発生しうるという問題を提起する。

第5章では、圃場を集積した TMR センターにおける圃場分散問題が、圃場分散に起因する組織内取引コスト（コーディネーション・コスト）の増大であることを示し、GIS による解決の一方策を提示する。

第6章では本研究の到達点を要約すると共に、今後の方向性について考察する。

また、補論では、第5章で提示した GIS ツールについて、社会実装に向けての障害である導入コストと適用対象の拡大について、その対応を示す。

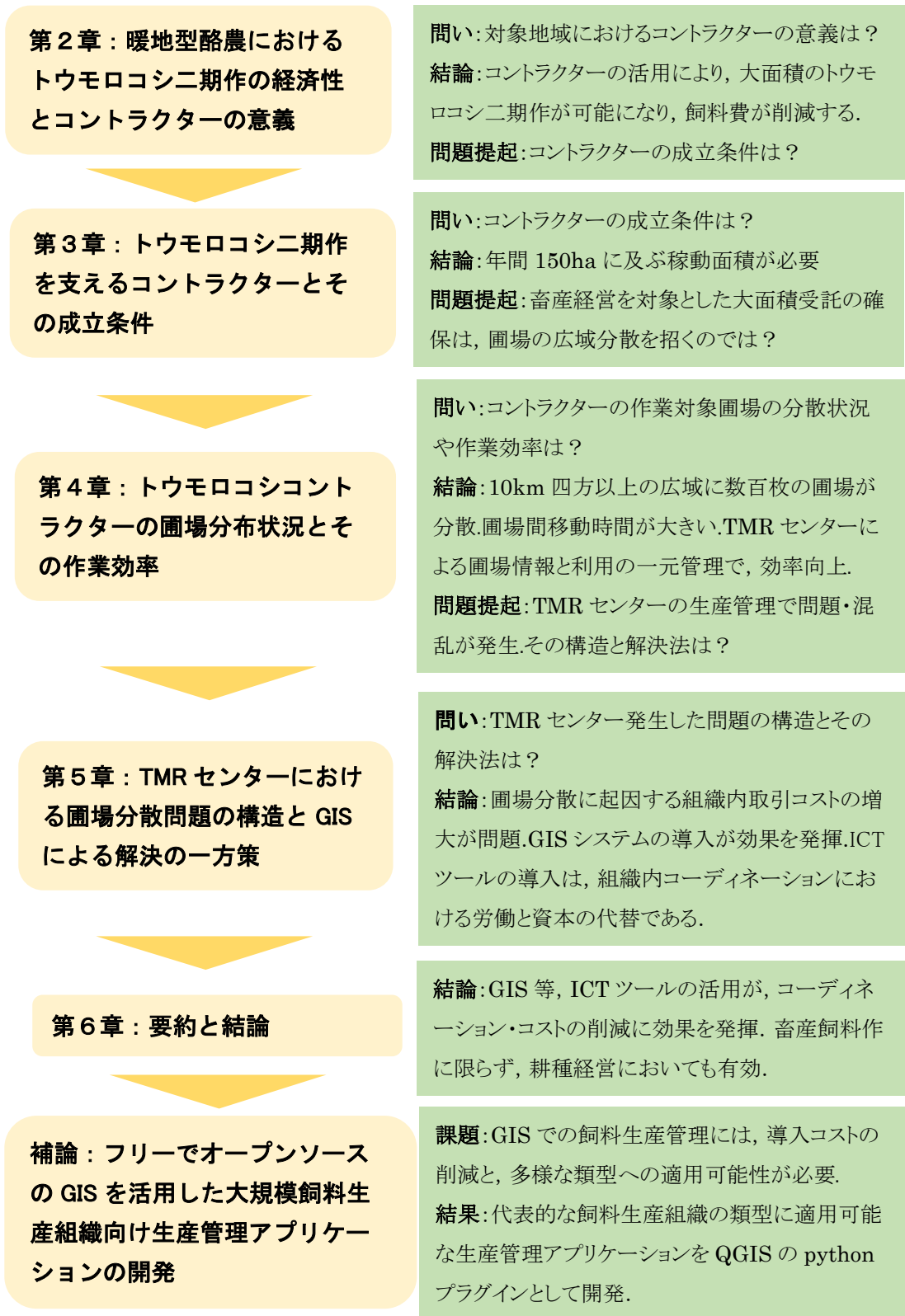


図 1-1 本研究の構成

¹ 古くは熊代（1970）や梶井・石光（1972）がある。

-
- ² コントラクター研究のもう一つの方向性としては、耕畜連携における収穫作業の担い手としての役割にフォーカスしたものがあある。小林（2006）は大家畜への粗飼料となる稲 WCS の重要性を指摘し、その耕畜連携の具体的な分析を稲垣（2003）、小野（2003）、恒川ら（2005）、福田（2008b）、伊藤（2009）、千田（2009）、千田（2010）、恒川（2013）、恒川（2015）等が行っている。
- ³ 受委託主体関係に着目した研究として、岡田（2004）、岡田（2011）、岡田（2016b）の一連の研究がある。
- ⁴ 西村（2007）では TSP を応用した分散圃場巡回シミュレータを提示しているが、高額な商用 GIS の分析オプションを用いているため、実用には問題が残った。
- ⁵ 地域的な土地利用調整の仕組みの重要性を指摘するものとして、盛田（1998）、志賀（2000）、鵜川（2003）、信岡（2006）等がある。
- ⁶ 飼料作を対象としたものではないが、圃場分散による作業効率の低下について明らかにしたものとして梅本（2010）がある。

第2章 暖地型酪農におけるトウモロコシ二期作の経済性とコントラクターの意義

2.1 目的

本研究で対象とするのは熊本県酪農地帯で展開するトウモロコシコントラクター及び、そこから派生した農場制型 TMR センターである。コントラクターや TMR センターに関する既存研究の多くは北海道を対象としているが、本研究で対象とする暖地・都府県とは飼料生産体系やコントラクターへのニーズの構造が異なる側面がある。そこで本章では、暖地型酪農の特徴としてのトウモロコシ二期作¹を取り上げ、その経済的効果とコントラクターの意義について確認する。

2.2 調査対象の概要

調査対象経営の概要を表 2-1 に示す。対象経営は熊本県の酪農地帯である菊池市の西部（旧七城町）に位置し、自給飼料生産を重視した酪農経営を営む。労働力構成は経営主夫婦、後継者夫婦、雇用 2 人で、搾乳規模は 110 頭を超える。

飼養形態はフリーストール、搾乳方式はミルキングパーラー方式で、糞尿はバーンスクレーパーで収集した後に固液分離し、固体を堆肥化し、液肥とともにトウモロコシ畑に散布している。

飼料生産は二期作栽培が中心で、水田 3 ha と畑地 13ha の計 16ha でほぼ全面二期作栽培を行う。搾乳牛 1 頭当たりの延べトウモロコシ作付面積は 27a におよび、1 日 1 頭当たりのトウモロコシサイレージ給与量は通年で 30kg（原物）水準を達成している。乾乳牛用の粗飼料として水田の冬季借地によりイタリアンライグラスを約 3ha 栽培しているが、育成牛を全て外部に預託しているため、このほかの牧草の栽培は行っていない。

経営主が酪農に就農した昭和 51 年当時は搾乳規模 19～30 頭の中規模経営であり、飼料生産はイタリアンライグラス、えん麦、トウモロコシと牧草の混播、飼料カブ等、様々な取り組みを行っていた。しかし、収量・品質が安定するのがトウモロコシだったため、就農 10 年後ほどからは二期作を中心とした飼料生産体系に移行した。当初は 1 条刈り、2 条刈りハーベスタを共同購入・共同利用し、年間延べ栽培面積は 10

表 2-1 調査対象概要

売上	生乳:120.6 百万円
	子牛:2.8 百万円
労働力構成	経営主夫婦, 後継者夫婦, 雇用(2人),
	ヘルパー利用
経営耕地	面積:15.8ha
	筆数:29 筆
	(自作地:3.2ha)(畑:11.1ha)
畜種構成	経産牛:135 頭
	搾乳牛:116 頭
	育成牛:0頭(全頭預託)
飼料生産	トウモロコシ 2 期作:30ha(年間延べ)
	イタリアン(水田冬季借地):3ha
	野草採草地 + α
飼養形態	フリーストール, TMR 給餌
堆肥処理	固液分離後に堆肥舎(171m ²)で堆肥化
生産技術の特徴	トウモロコシ二期作栽培
	不耕起播種
	プラウ耕による排水性改善
	コントラクターの利用
	コーンサイレージ多給(30kg/日/頭)による濃厚飼料削減

～15ha ほどであった。機械の故障を契機に近隣のコントラクター（トウモロコシ収穫受託組織）に収穫を委託することを決めた。このコントラクターでは大型ハーベスタを導入しており、対象経営ではここにトウモロコシ収穫を委託することで 8 ha の収穫作業が 1 日で終わるようになった。これと同時期に民間種苗メーカーの勧めで不耕起播種に取り組むようになり²、1 作目収穫作業と 2 作目播種作業の競合を克服し、家族労働では限界のあった二期作栽培面積の拡大につながった。収穫作業をコントラクターに委託し播種作業を不耕起播種機で行うという二期作パターンがこの後、同地域で急速に広まった。

その後、利用者の増加によりコントラクター側の対応が難しくなってきたため、平成12年に経営主自らが近隣酪農経営を募って新規にコントラクターを設立し、現在の対象経営の原型が完成する。

2.3 調査対象の技術的特長

対象経営における二期作栽培作業暦と対応する使用機械を表2-2に示す。ポイントとして①冬季における堆肥施用を中心とした肥培管理、②不耕起播種機による施肥同時播種、③大型自走式ハーベスタでの収穫が挙げられる。以下ではこの3点について整理を行う。

表 2-2 トウモロコシ2期作作業暦

時期	作業名	使用作業機
冬季	堆肥散布	マニユアスプレッダー
冬季	尿散布	バッキュームカー
冬季	耕耘作業	プラウ
3月下旬	石灰散布	ライムソアー
4月上旬	碎土整地	パワーハロー
4月上旬	播種・施肥*	不耕起プランター
4月中旬～	除草剤散布	スプレイアー
5月中旬		
7月下旬	収穫*	自走式6条ハーベスタ
8月上旬	尿散布	バッキュームカー
8月上旬	播種・施肥・除草*	不耕起プランター
8月中下旬	除草剤散布	スプレイアー
11月下旬	収穫*	自走式6条ハーベスタ

注：*はコントラクターによる作業。

2.3.1 冬季堆肥散布を中心とした肥培管理

二期作栽培は面積当たり乾物収量が高い半面、生育に必要な窒素成分を供給するための適切な肥培管理が重要となる。表2-3に二期作栽培で目標乾物収量を3t/10aに設定した場合の窒素収支の試算結果を示す。

表 2-3 調査対象経営二期作における家畜糞尿利用の窒素収支

作型	乾物収量 kg/10a	窒素成分 kg
1作目	1500	20
2作目	1500	20
合計	3000	40
液肥からの供給成分		
	窒素含量(原物%)	0.4
	年間 14t/10a 成分量 kg	56
	利用効率(%)	50
	利用可能成分量 kg	28
堆肥からの窒素供給		
	窒素含量(原物%)	0.7
	年間 5t/10a 成分量 kg	35
	利用効率(%)	25
	利用可能成分量 kg	9
年間収支		
	トウモロコシ収奪量 kg/10a	40
	液肥からの供給 kg/10a	28
	堆肥からの供給 kg/10a	9
	供給量合計	37
	差引収支 kg/10a	-3

資料:調査対象経営, 種苗メーカーP 社.

必要な面積当たり窒素成分投入量は年間 40kgN/10a と試算されるが, これを粒剤タイプの化成肥料で供給するには, 大きな労力と費用を伴う. これに対して対象経営では冬期の農閑期に堆肥・液肥(糞尿を固液分離した後の液体部分)を散布することで大部分の窒素成分を供給している. これにより化成肥料購入費を削減するとともに, 耕耘～播種作業期間の労働競合を回避している. しかし, 堆肥・液肥の散布のみでは窒素成分供給量として十分ではなく, また, トウモロコシの初期生育には即効性の窒素成分が必要なために, 播種と同時に液体化成肥料の散布を行っている. この施肥同時播種については次項で説明する.

2.3.2 不耕起播種機を利用した施肥同時播種

播種作業についてもコントラクターが行うが、使用する不耕起播種機は種子購入先の民間種苗メーカーから無償で貸し出されている。これはメーカー担当者が海外製の6条不耕起播種機を中古で購入後に4条タイプに改造、さらに液体化成肥料のタンクを取り付けた改造機である。播種溝をディスクで切り、種子を溝に落とし（フィンガーピックアップ方式）、覆土輪で覆土すると同時に液体化成肥料を散布する機構となっている。播種機の作業実績と性能を表 2-4 に示す。

表 2-4 不耕起播種機の作業実績と作業効率

年間延べ作業面積:	118.1ha
延べ作業日数:	26 日間
圃場内直進速度:	10.3km/h
10a 当たり作業時間:	6.5 分
1日当たり作業面積:	4.5ha/日

播種精度が非常に高く、圃場内を高速で作業可能で、圃場内直進速度は 10.3km/h、1 日当たり作業面積は 4.5ha（コントラクターにおける平均日作業面積）と作業効率が高い。2 作目播種時にはトラクタ前面部に除草剤タンクを装着し、施肥・播種・除草剤散布の 3 工程を同時に行う。種子ホッパーとタンクを満タンにすれば 5ha の作業が可能なので、資材補給人員を確保する必要がない。これにより 1 作目収穫の後に迅速に播種作業を行うことが可能になり、また、その作業能率の高さから、1 作目の播種作業にも利用される。

2.3.3 大型自走式ハーベスタによる収穫・調製

対象経営が収穫を委託するコントラクターでは、6 条自走式ハーベスタとダンプによる組作業を行う。オペレータは外部からの非常勤雇用であるが、ダンプ運転手の多くは構成員の出役からなる。この大型自走式ハーベスタによる収穫作業の実績を表 2-5 に示す。

表 2-5 自走式ハーベスタの作業実績と作業効率

年間延べ作業面積:	131.5ha
延べ作業日数:	26 日間
圃場内直進速度:	7.3km/h
10a 当たり作業時間:	5.5 分
1日当たり作業面積:	5.1ha/日

10a 当たりの作業時間が 5.5 分と短く、1 日当たりの作業面積は 5.1ha/日である。前述の不耕起播種作業と 1 日当たりの作業面積がほぼ拮抗しており、収穫作業と播種作業を同程度のペースで進めることができる。このため、1 組の不耕起播種機と大型自走式ハーベスタで二期作栽培を大規模に取り組むことが可能となっている。また、ハーベスタはコーンクラッシャーも装備しており、これによる雌穂の破碎で子実の消化率が向上するとともに、コーンコブ（トウモロコシの穂軸）の利用率も向上している。

対象経営の経営主が設立・運営するこのコントラクターでは、年間延べ 132ha の収穫を受託しており、収支状況も良好である。

2. 4 生産費調査等と比較した収益性の検討

2. 4. 1 トウモロコシ二期作栽培に係る経費

堆肥施用を中心とした肥培管理、大型自走式ハーベスタと不耕起播種機の利用を前提とした二期作に係る経費およびトウモロコシサイレージ（以下 CS）1kg 当たり経費を表 2-6 に示す。

飼料用トウモロコシについては試験場での栽培試験結果はあるものの、生産現場におけるデータの蓄積は乏しい。そこで、ここでは現地における目標水準である乾物収量 3t/10a（1 作目と 2 作目合計）、乾物率 30%を前提に生産物当たりの費用を算出した。また、農機具の減価償却費については農機価格ガイドに記載の価格を利用し、対象経営の延べ栽培面積 32ha を前提に面積当たり償却費とした。

1 作目と 2 作目合計で CS の原物、乾物および TDNkg 当たり経費はそれぞれ 8.2 円/原物 kg、27.2 円/乾物 kg、38.9 円/TDNkg である。これを流通飼料価格と比較すると（表 2-7）、チモシーのような輸入粗飼料だけではなく、圧ぺんとうもろこしや配合飼料に対しても TDNkg 当たり単価で優位性を持つことが分かる。

CS は粗飼料として認識されることが多いが、その栄養価の高さから粗飼料と濃厚飼料の中間的な性質を持つ。近年の世界的穀物飼料の価格高騰・変動状況を考慮すると、栄養価の高い CS を安価・大量に生産可能な二期作栽培技術は、今後の酪農経営にとって飼料費削減および経営収支安定に効果をもたらすと考えられる。

表 2-6 トウモロコシ二期作栽培に係る経費（二期作計）

資材費	20,269
苦土石灰	1,650
種子	5,509
化成肥料	4,054
除草剤	5,544
サイレージ添加剤	3,513
作業委託費	17,400
施肥同時播種	4,400
収穫・運搬	13,000
借地料	13,400
労働費	7,852
燃料費	1,978
変動費小計	60,898
減価償却費	20,704
トラクタ	7,358
バッキュームカー	2,307
マニユアスプレッダー	2,256
肥料散布機	642
プラウ	1,073
パワーハロー	1,547
ブームスプレーヤ	733
バンカーサイロ	4,789
計	81,602
トウモロコシ原物 kg 費用価	8.2
トウモロコシ乾物 kg 費用価	27.2
トウモロコシ TDNkg 費用価	38.9

注：1）単位は円/10a.

2）労働費は時給単価 1,500 円/時で評価.

3）減価償却費は、全ての農機具が償却中、補助無しを前提に、農機具価格ガイドの標準的な価格で評価.

4）資材費、借地料、労働費、燃料費は事例農家の発生費用を計上.

5）播種作業の委託費には、播種機の費用を含む.

6）TDN 含量は 70%を前提とする.

表 2-7 自給トウモロコシサイレージと流通飼料の費用価（単位：円）

飼料名	DMkg 単価	TDN/DMkg	TDNkg 単価
配合飼料	53.6	90%	59.7
圧ぺんとうもろこし	42.3	92%	45.8
チモシー	62.4	63%	99.6
イタリアンライグラスサイレージ	39.2	58%	68.1
トウモロコシサイレージ (TDN70%)	27.2	70%	38.9
トウモロコシサイレージ (TDN68%)	27.2	68%	40.0
トウモロコシサイレージ (TDN65%)	27.2	65%	41.8

注：自給イタリアンライグラスサイレージの費用価，単収については『畜産物生産費調査』の平成 21 年，22 年の平均値を用いた。

2.4.2 トウモロコシサイレージ多給の収益性

二期作導入のメリットは，土地制約が厳しい地域においてもトウモロコシの延べ栽培面積を拡大できる点にある．ここでは対象事例が仮に二期作栽培に取り組みず，イタリアンライグラスとの二毛作を選択した場合と，現状の二期作栽培を前提とした場合の搾乳牛向け給与メニューを比較することで，二期作栽培によるトウモロコシ栽培面積拡大の効果を検討する．

対象経営では 16ha の農地で全面二期作栽培を行うことで，搾乳牛一頭当たり 30kg（原物）/日の CS 給与をほぼ通年で達成している．そこで，比較対象の二毛作前提では CS 給与量を 15kg/日，イタリアンライグラス給与量を 8kg/日，二期作前提では CS 給与量を 30kg/日の前提で費用最小化による給与メニューの策定を行い比較評価する．TDN 含量については 1 期作を 70%，二期作 1 作目を 70%，二期作 2 作目を 65% とする．その他の飼料成分や養分要求量は日本標準飼料成分表と日本飼養標準に準拠し，牛群条件は分娩後日数 191 日，産次数 3，体重 650kg，目標乳量 39kg/日³，乳脂率 3.8%，暑熱ストレスなし，とする．また，ルーサン給与量は 3kg（原物）/日，大豆粕・トウモロコシは給与乾物比率 10%を上限に設定するとともに，粗飼料乾物構成比は二毛作で 45%，二期作で 55%（1 作目）と 50%（2 作目）に設定する．結果を表 2-8 に示す⁴．

表 2-8 トウモロコシサイレージ多給メニューの飼料費比較

	コーンサイレージ 上限 15FMkg/日 (TDN70%)		コーンサイレージ 上限 30FMkg/日 (TDN70%)		コーンサイレージ 上限 30FMkg/日 (TDN65%)	
飼料名	給与量 (kgFM)	給与 DM 比率	給与量 (kgFM)	給与 DM 比率	給与量 (kgFM)	給与 DM 比率
自給コーンサイレージ	15.kg	18.6%	30.kg	37.1%	27.8kg	32.1%
自給イタリアンライグラスサイレージ	8.kg	7.8%				
チモシー乾草(購入)	4.8kg	17.2%	3.6kg	12.7%	5.kg	17.9%
ルーサン乾草(購入)	.4kg	1.5%	1.4kg	5.1%	.kg	0.0%
配合飼料	10.6kg	39.5%	7.2kg	26.6%	7.9kg	29.4%
大豆粕	1.4kg	4.9%	2.1kg	7.5%	2.7kg	10.0%
圧ぺんとうもろこし(穀実)	2.8kg	10.0%	2.8kg	10.0%	2.8kg	10.0%
炭酸カルシウム	.1kg	.6%	.2kg	.6%	.1kg	0.4%
第 3 リン酸カルシウム	.kg	.1%	.1kg	.2%	.kg	0.1%
飼料費計	¥1,222		¥1,091		¥1,152	

注: 自給イタリアンライグラスサイレージの費用価, 単収については『畜産物生産費調査』の平成 21 年, 22 年の平均値を用いた。

二毛作での大豆粕, トウモロコシ, 配合飼料給与量合計 14.8kg 対して二期作では 12.1kg (1 作目), 13.5kg (2 作目) と濃厚飼料購入量が大きく低下する。この結果, 搾乳牛 1 日 2 頭当たりの飼料費は二毛作で 1,222 円であるのに対して, 二期作では 1,091 円 (1 作目), 1,152 円 (2 作目) となる。対象経営と同規模の搾乳規模 100 頭水準の経営で 2 期作栽培に取り組んだ場合, 搾乳牛向け年間飼料購入費の削減効果は $(1222 - (1091 + 1152) / 2) \times 100 \text{ 頭} \times 365 \text{ 日}$

であり, 368 万円におよぶ。また, 昨今の飼料用穀物価格が乱高下する状況において, 購入濃厚飼料依存度が低下することは収支状況の安定化からも望ましいと言える。

なお, CS 多給メニューでは, 給与する飼料の原物重量が, それぞれ 3.3kg, 4.1kg 上昇するが, これによる給餌作業の負担増は限定的なものであり, 事例のように TMR ミキサーによる給餌を行っている経営では, 影響は無視できると考えられる。

対象経営の収益性について, 生産費調査の 100 頭以上層との比較を行ったものを表 2-9 に示す。

表 2-9 生乳 100kg 当たりの費用と収益性の比較

	D 経営		生産費調査	
	2009 年	2010 年	2009 年	2010 年
乳代	¥9,100	¥9,200	¥9,100	¥9,200
総飼料費	¥3,660	¥3,466	¥3,886	¥3,829
総飼料費/乳代	40%	38%	43%	42%
所得	¥2,050	¥2,375	¥1,767	¥2,118
上昇率	14%	12%		

乳代に対する総飼料費の割合は生産費調査結果の 43%、42%と比較して、40%、38%と低い水準であり、生乳 100kg 当たり所得についても、2009 年度、2010 年度それぞれで 14%、12%の所得増効果が表れている。

2.4.3 小括

本章ではコントラクターを活用しつつ、トウモロコシ二期作に大規模に取り組む酪農経営について、その技術的特長と収益性について明らかにした。トウモロコシ二期作は面積あたりのエネルギー生産量が高い一方で 1 作目収穫と 2 作目播種の作業競合が激しく、個別経営で完結した取組みには限界がある。対象事例は当初は小型ハーベスタを共同利用することで二期作生産に取り組んでいたが、コントラクターの活用、自らの設立を経て、年間延べ 30ha という大規模な生産に至る。仮に、コントラクターを活用せず CS 給与量が現在の半分に制約された場合と比較すると、年間飼料費の差額は約 370 万円にも達する。また、生産費調査の 100 頭規模層との比較においても、生乳 100kg 当たりの所得は 10%以上高い水準にある。自給飼料生産の経済的優位性と共に、コントラクターのような外部支援組織の重要性を示すものといえよう。このような自給飼料生産・コントラクター活用のメリットが、近年のコントラクター数の増加にも繋がっている。

一方、作業を担う側であるコントラクターでは高額な大型収穫機械の負担が大きなものとなる。酪農経営におけるコントラクター活用の経済性ととともに、その前提となるコントラクターについても、その成立条件について明らかにする必要がある。次章では、本章対象事例が設立したコントラクターについて、その収支構造を明らかにするとともに、成立に必要な最低規模について明らかにする。

¹ トウモロコシ二期作は、TDN 収量の面では他多毛作体系とほぼ同等の水準ではあるが、酪農家にとっては年間通して飼料品質が一定した粗飼料を給与できる利点がある。本章で詳細を述べるように、1 作目の収穫と 2 作目の播種の作業競合が激しく、減少傾向にあった

が、コントラクター組織の展開と不耕起播種の普及により近年は増加傾向にある（服部 2004）. また、トウモロコシ二期作の適地は 2 作目相当期間の有効積算温度(10°C 基準)が $1,200^{\circ}\text{C}$ 以上の地域であるが、菅野ら（2013）は関東地域の同 $1,100\sim 1,200^{\circ}\text{C}$ の限界地帯でも二毛作より TDN(可消化養分総量)収量が 10%程度向上し、生産費も 5%程度削減可能であることを示している. 北海道や都府県における飼料用トウモロコシの概要については服部（2004）、濃沼（2004）、佐藤（2004）を参照.

² 対象事例は、現場レベルでトウモロコシ不耕起播種に取り組んだ、国内初の事例と思われる.

³ 対象地域では、給与メニューの設計に当たって慣行的に、目標牛群平均乳量 $\times 1.3$ を設計における目標乳量として設定することが多く、本研究でもそれに倣っている.

⁴ 給与メニューの試算には西村（2009c）の飼料設計ツールを使用した.

第3章 トウモロコシ二期作を支えるコントラクターと その成立条件

3.1 目的

前章ではコントラクターを活用しつつ、自給飼料生産に立脚した酪農経営を展開する事例について、その収益性について明らかにした。近年のコントラクターの増加傾向は、このような外部支援組織を活用した自給飼料生産の経済的優位性がその背景にあると思われる。しかし、委託側にとっての優位性が受託側のコントラクターにとって、常に経済性を有する事業につながるとは限らない。既存研究においてもコントラクターの成立条件や経営安定化について問題を指摘するものがある。生産現場においても、補助事業により大型収穫機を導入したものの、機械の寿命時期に自力での更新ができず、組織自体の存続が危うくなるケースも少なくない。大型機械導入に見合う適切な組織運営計画や、必要最適規模等に関する知見の欠如がその原因の一つではないだろうか。本章では、暖地トウモロコシ二期作地帯で展開するトウモロコシ共同収穫組織を事例とし、その運営体制や収支構造、事業継続に必要な最低面積規模について明らかにする。

3.2 調査対象の概要

対象とする地域は耕地面積 6,070ha に対して青刈りトウモロコシの年間延べ作付面積が 1,490ha であり、域内の乳用牛飼養戸数・頭数が 225 戸・12,300 頭と、九州有数の酪農地帯である。その温暖な気候から以前よりトウモロコシ二期作栽培が普及・展開しており、自給飼料生産に対して高い意欲を持つ酪農経営が多い。しかし、1 作目収穫から 2 作目の耕耘・整地および播種作業を短期間で行う必要があり、そのことが大面積での二期作栽培を阻む要因となっている。

こうした中、対象地域では、収穫はコントラクターや共同収穫組織の大型自走式ハーベスタで行い、播種についても不耕起プランターによる作業を委託する方式（表 3-1）が広く普及してきている。

表 3-1 対象地域の二期作栽培作業暦例

	時期	作業名
	冬季	堆肥散布
	冬季	尿散布
	冬季	耕耘作業
	3月下旬	石灰散布
1 作 目	4月上旬	砕土整地
	4月上旬	播種・施肥*
	4月中旬～	除草剤散布
	5月中旬	
	7月下旬	収穫*
2 作 目	8月上旬	尿散布
	8月上旬	播種・施肥・除草*
	8月中下旬	除草剤散布
	11月下旬	収穫*

注：*は経営外部への作業委託。

収穫作業を担うコントラクター・共同収穫組織は調査対象地域内で三つの広域大型組織が展開しているが、収穫作業体制はほぼ同様である。6条刈り自走式ハーベスタ1台に対して運搬ダンプが3～4台が並走し、荷台が満杯になる都度、委託者のバンカーサイロに運搬する。多くの場合、ハーベスタによる収穫と、ダンプによるバンカーサイロまでの運搬をコントラクター・共同収穫組織で行い、バンカーサイロでの踏圧作業は委託者が自ら行う。オペレータや運搬要員には外部からの日雇雇用と構成員の出役が併用されており、形態的には作業受託組織と共同収穫組織の中間的な位置にある。事例組織であるSコントラクター利用組合の運営体制を図3-1に示す。

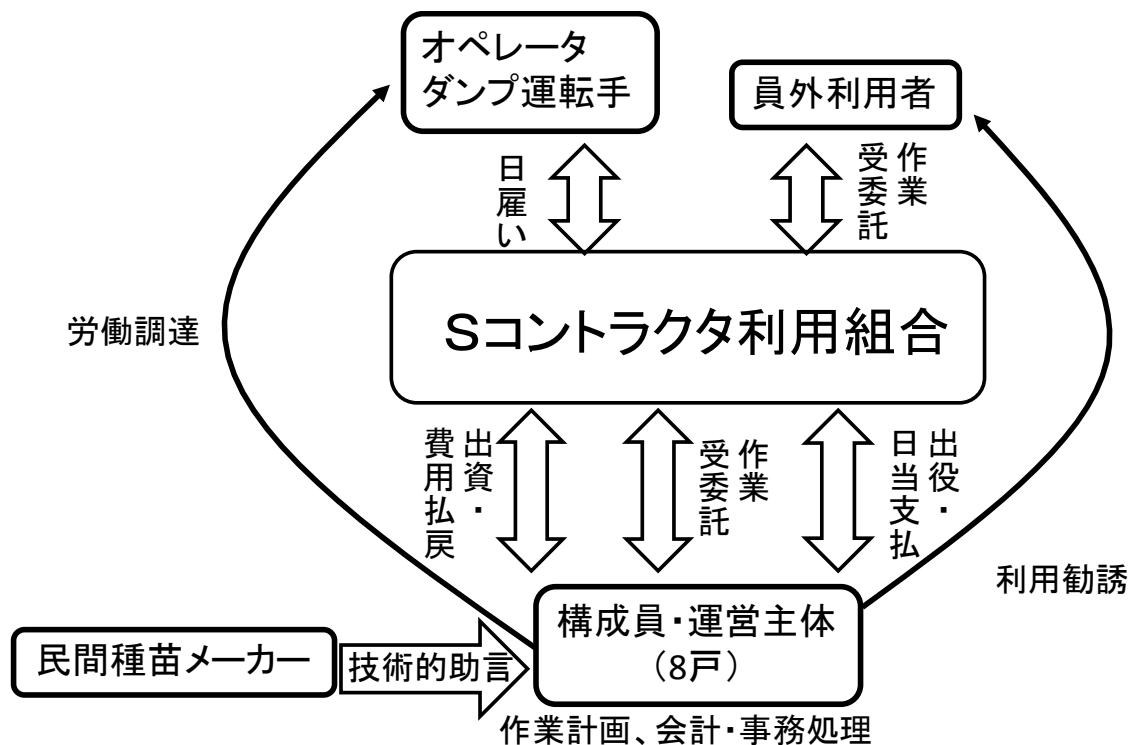


図 3-1 Sコントラクター利用組合の運営体制

同組合は8戸の酪農経営により平成12年に設立された。作業期間中、ハーベスタのオペレータやダンプ運転手を組合外部より日雇で調達し、不足分については組合員が出役する。トムロコシ収穫作業が主体であるが、不耕起プランターを利用した播種作業も行う。組合員は組合に対して作業を委託する形をとるが、事務局・運営主体は出資している酪農経営8戸であり、組合員の出役を伴うことから作業受託組織と機械共同利用・共同収穫組織の中間的な形態と言える。収穫作業料金は員内で6,500円/10a、員外で7,500円/10aであり、組合で利益が発生した場合には、利用面積に応じて組合員に費用の払い戻しが行われる。

収穫機械は平成22年にリース補助事業を利用して更新を行い、6条自走式ハーベスタ(500ps)を保有する。運搬ダンプについては構成員および機械銀行より日単位で借り上げ、1日あたり3~4台体制でハーベスタと並走する。作業実績の推移を図3-2に示す。

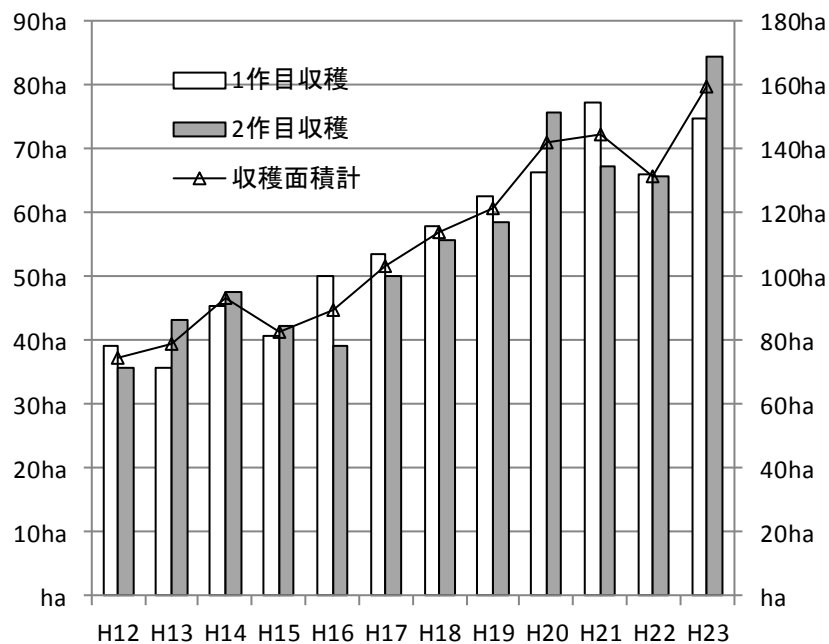


図 3-2 S コントラクタ利用組合の作業実績推移

注：左縦軸はシーズン別，右縦軸は年間作業実績。

設立当初はおよそ 80ha からスタートしているが，その後順調に作業実績を拡大し，平成 23 年には年間延べ作業実績が 160ha に達している．特徴として，1 作目収穫の 7 月下旬から 8 月上旬，2 作目収穫の 11 月中下旬から 12 月上旬と年 2 回の機械稼働時期があることが挙げられ，このことが年間延べ機械稼働面積の確保に寄与している．また，員外からの収穫受託も積極的に請け負っており，これによる作業実績拡大の効果が大きい．員内・員外別の作業実績推移を図 3-3 に示す．

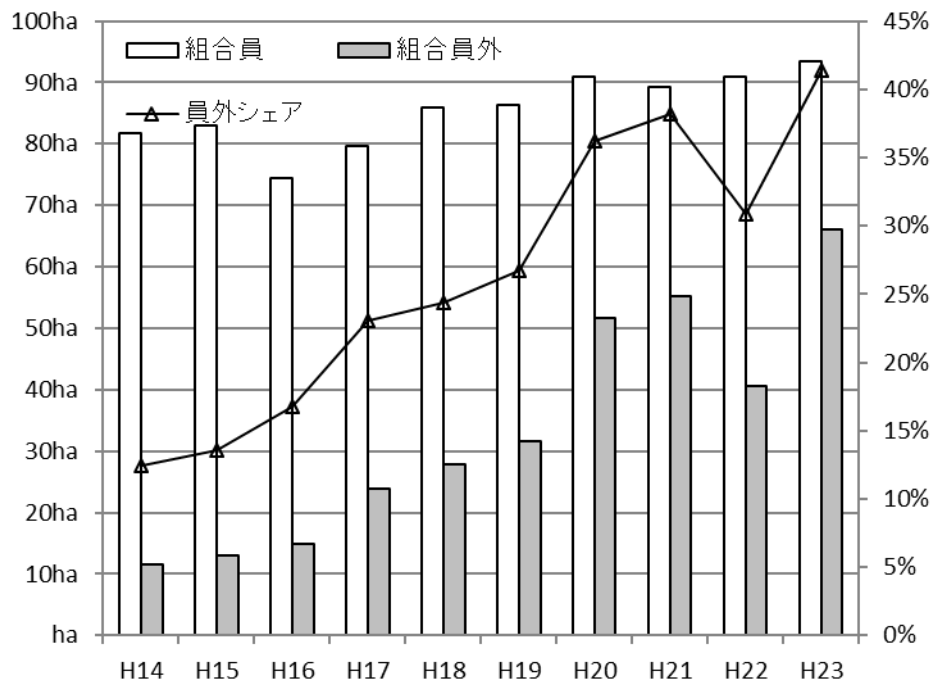


図 3-3 員内・員外別作業実績

注：左縦軸は作業実績，右縦軸は員外シェア。

データの制約により平成 14 年からの推移となるが，員内実績が平成 23 年までの間に 80ha から 90ha と微増であるのに対して，員外実績は平成 14 年の 12ha（5 戸，2.3ha/戸）から平成 23 年の 66ha（8 戸，8.3ha/戸）へと大きく増加している．員外委託農家構成の動きを見ると，徐々に委託面積を増やしていく経営，単発的に小面積での収穫を委託する経営，委託を止める経営があり，期間中の動きは流動的である．作業実績における員外シェアは 10% から 40% へとその比重は大きくなり，この員外受託収入は対象組織にとって重要な収入源となりつつある．対象組織の直近年における収支状況を表 3-2 に示す．

組合収入における員外受託収入の割合は大きく，平成 22 年で 29%，平成 23 年で 39% である．員外受託・作業実績の拡大は組合収支の改善をもたらし，現在では大きな利益が発生するに至っている．発生した利益は，出資者である組合員に対して，それぞれの利用面積に応じて費用の払い戻しとして配分される．配分額は支出割合の 19% から 26% であり，組合員の収穫委託料金の実質的負担は極めて軽い．これは補助金の獲得状況や，現行の作業方式と受託規模を前提とする限りにおいては，現在の作業料金の水準が原価に比べて高い水準にあることを意味する．しかし，既述のとおり，員外からの受託が必ずしも固定的ではなく，利益の発生額が変動することを考慮

表 3-2 事例組織における収支構成

	組合収支内訳	
	2010	2011
収入		
1 作目収穫	3,450	5,219
2 作目収穫	4,461	5,865
(うち員外受託)	(3,042)	(4,952)
播種作業,その他	2,560	1,543
支出		
人件費	1,886	2,091
ダンプ賃借料	832	1,017
ハーベスタリース料	4,171	4,171
トラクタ賃借料	0	457
燃料代	871	980
修繕費	401	291
会議費	224	189
倉庫料	70	70
任意保険	6	49
租税公課	2	2
手数料	4	5
費用払い戻し	2,004	3,305

注：単位は千円。

すると、作業料金を引き下げるのではなく、発生した利益を事後的に組合員に還元する方式は、組織の安定的な運営の観点から望ましいと考えられる。

なお、支出構成割合では人件費とハーベスタリース料が高い割合を占める。うち、人件費については日雇調達のために固定費化されていないが、ハーベスタリース料金が固定費として大きい。年間稼働面積確保の重要性が窺い知れよう。

対象組織の運営体制に関して、労働調達状況についても補足を行う。既述のとおり、S コントラクタ利用組合では収穫作業に組合員が出役する日も多い。図 3-4 に年度別延べ労働時間および外部雇用率を示す。

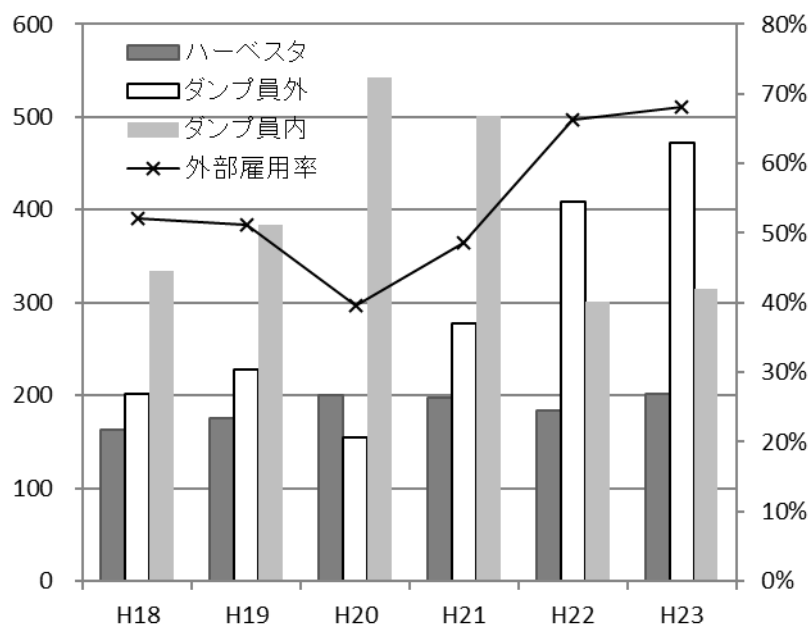


図 3-4 労働調達における外部雇用状況

注：1) 左縦軸は延べ作業時間，右縦軸は外部雇用率。

2) ハーベスタオペレータは全て員外雇用。

ハーベスタオペレータとダンプ運転手の延べ労働時間に占める外部雇用率は近年、40%から 70%の間を推移しており、労働調達の外部依存率は年により変動する。組合としては可能な限り外部から運搬要員を調達したい意向があるが、限られた期間の日雇労働力の確保は容易でないのが実情である。飼料生産の外部化を目指し、ハーベスタ利用組合を立ち上げる場合においても、外部からの労働調達を補完しうる組合員の出役体制の整備が必要と言えよう。

3.3 大型収穫機械の作業効率

大型自走式ハーベスタ導入の収支分析に先立ち、その作業効率についてここで示す。対象組織では自走式 6 条刈りハーベスタ（500ps）と 2t ダンプ 4 台により収穫作業が行われるが、この日別作業面積等を表 3-3 に示す。なお、データはハーベスタに搭載した GPS ロガーより取得し、1 日の作業開始時刻～終了時刻から昼食の休憩時間を差し引いたものを実作業時間としている。ここでの実作業時間は圃場間の移動時間およびダンプ待ち時間を含む。対象期間は 2011/7/29～8/19 の延べ 16 日間である。

表 3-3 大型自走式ハーベスタの日別作業性

日付	作業面積 (a)	実作業時 間(h)	平均区画 (a)	時間当たり作 業面積(a)
8/18	355	7.1	25	50
8/07	130	2.6	32	51
8/05	310	5.6	34	56
8/10	155	2.7	31	58
7/27	271	4.7	30	58
8/09	406	6.6	19	62
8/19	465	6.9	27	67
7/28	564	8.4	47	67
7/31	492	6.8	38	72
8/06	341	4.3	57	79
8/04	587	7.1	31	83
8/03	631	7.2	45	88
8/01	630	7.0	48	89
8/02	738	6.9	62	107
7/29	798	7.3	73	110
7/30	817	6.7	63	121
平均	481	6.1	41	76

作業期間中の平均的な時間当たり作業面積は **76a/h** であり、1 日当たり実作業時間 7 時間を前提にすると、**532a/日**の収穫作業効率となる。しかし、日別の変動は大きく、時間当たり作業面積は **50a/h**～**121a/h** と幅がある。この原因として、対象圃場の区画面積が挙げられ、日別の時間当たり作業面積と対象圃場群の平均区画面積には高い相関が見られる（図 3-5）。圃場の分散による移動時間ロスについても検証したが、明確な傾向は現れなかった。次節の収支分析では、ハーベスタの平均的な作業性として、**76a/h** および **532a/日**を用いる。

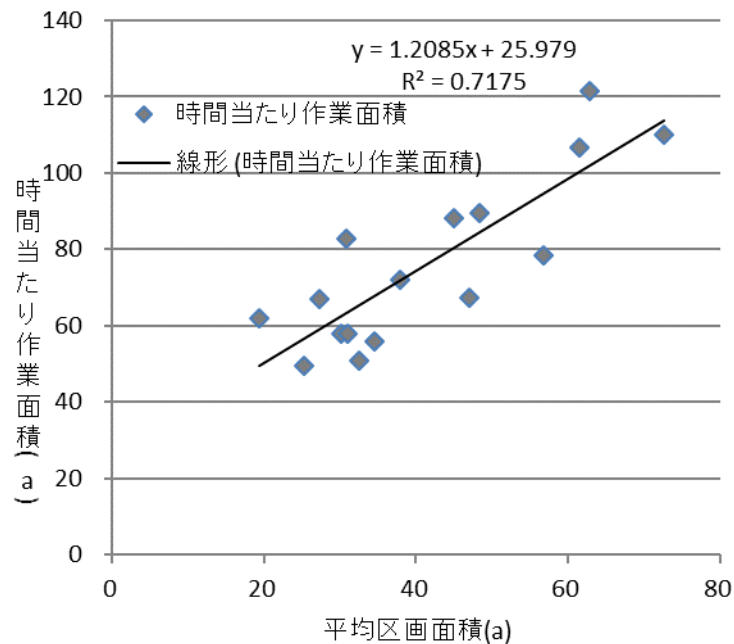


図 3-5 平均区画面積と時間当たり作業面積

3.4 大型収穫機械の収支分析

事例と同様の収穫作業体制を前提に、規模別、作業料金別の収支および年間作業日数を試算したものを図 3-6、図 3-7 に示す。試算の前提条件として、変動費としてハーベスタオペレータ日当：12,000 円/日、ダンプ運転手日当：8,000 円/日、ダンプ借料：5,000 円/日、ダンプ台数：4 台/日、燃料代：33,996 円/日を設定し、1 日当たり作業面積：532a(実作業時間 7 時間×時間当たり作業面積 76a/h)を用いて各種費用単価を 1ha 当たりに変換している。ハーベスタリース料については事例組織データを利用する。なお、ここでは租税公課諸負担、支払保険料、手数料については費用として計上していない。また、ここでの分析は、それぞれの作業料金水準のもとで、実際にその面積に相当する需要があることを前提とする。

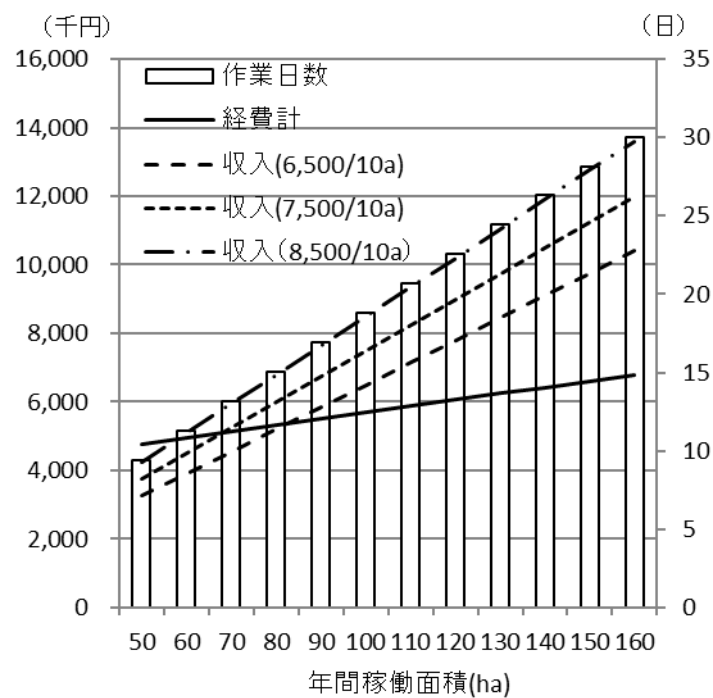


図 3-6 大型ハーベスタ導入の収支分析
(リース半額補助あり)

注：左縦軸は経費および収入（単位：千円），右縦軸は作業日数。

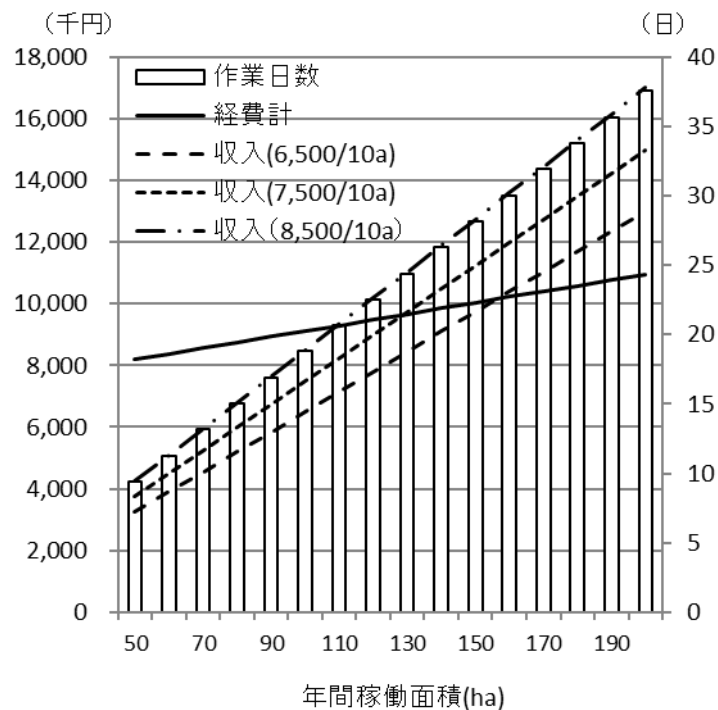


図 3-7 大型ハーベスタ導入の収支分析
(リース半額補助なし)

リース半額補助事業を前提にした場合（図 3-6）、作業料金が 6,500 円/10a で 80～90ha、8,500 円/10a で 50～60ha が損益分岐点となってくる。これらの稼働面積に必要な作業日数はそれぞれ、15～17 日間、10～12 日間となる。しかし一方、リース半額補助が無い場合（図 3-7）、作業料金 6,500 円/10a における損益分岐点は 150ha～160ha となり、必要最低規模が大きく引き上げられる。また、年間収穫作業日数も 29～30 日間となり、二期作を前提とした場合、1 作目と 2 作目の収穫適期間合計とほぼ拮抗する。作業料金を 8,500 円/10a に設定した場合は、必要最低規模は 100～110ha、作業日数は 19～21 日間とやや余裕を持った運営が可能になると考えられる。

3.5 小括

本章では、自給飼料活用型酪農経営を支えるコントラクターの成立条件を明らかにするために、暖地トウモロコシ二期作地帯で展開するトウモロコシ共同収穫組織を対象に、その運営体制、収支状況、大型自走式ハーベスタの収穫作業性、それらを基にした収支分析を行った。

本節の分析からコントラクターの成立条件を要約すると、まず第 1 に受託面積規模の確保があげられる。対象事例の作業料金水準と補助金無しを前提にすると、受託事業の維持に必要な最低面積規模は約 160ha となり、組織の設立の際にはこれが一つの目標値となる。しかし、初期時点からこの規模の受託面積を確保することは容易ではなく、事例のような積極的な員外受託の確保・拡大が必要である。また、この必要最低規模は、オペレータ・運搬要員の労働費が日雇調達により変動費化されていることが前提となる。労働力を短期・日雇調達するための外部雇用調達ルートの確保と、それを補完する内部出役体制の整備が必要である。

ところで、酪農経営を対象に 160ha もの受託圃場を集積することは果たして可能なのであろうか。また、大型自走式ハーベスタの償却に耐えうる面積規模を確保した時、コントラクターはどれほどの範囲を活動対象としなければならないのか。北海道のような酪農地帯であれば比較的まとまった範囲で面積規模を確保することも可能と思われるが、都府県において対象を畜産経営に限定した上で、大面積の稼働面積を確保するには、相当の広域を活動範囲にする必要があると考えられる。次章では、大型自走式ハーベスタを所有するコントラクターを対象に、圃場分布状況とその作業効率（圃場間移動効率）について明らかにする。

第4章 トウモロコシコントラクターの圃場分布状況と その作業効率

4.1 目的

前章では大型自走式ハーベスタを所有するコントラクターの成立条件について示した。高額な機械投資の回収に必要な受託面積規模は約 160ha に達すると試算され、この規模の受託を確保するには、相当の広域エリアを対象とせざるを得ないと考えられる。

そこで本章では、九州管内で展開するトウモロコシコントラクターを対象に収穫圃場の分布状況について明らかにする。また、対象事例で行われた圃場集積の効果を明らかにし、圃場分散型コントラクターにおける効率性改善策として検討を行う。具体的には簡易 GPS ロガーをハーベスタに搭載することでその挙動データを収集し、それを解析することにより収穫圃場の分布、収穫圃場面積、収穫時間、圃場間移動距離、圃場間移動時間を明らかにする。また、作業時間構成や収穫面積、圃場間移動距離に基づく移動効率指標を算出し、TMR センターにおける収穫圃場集積の効果を明らかにする。

4.2 調査対象の概要

調査対象は、1996 年に設立された組合員戸数 80 戸を超える広域・大型コーンコントラクターである。主な受託作業は大型自走式ハーベスタ 2 台（6 条刈り）による収穫と不耕起播種機による播種で飼料用トウモロコシ生産に特化している。対象地域ではトウモロコシの 2 期作栽培がほぼ一般化しつつあり、それゆえに 1 期作目の収穫時期である 7 月下旬～8 月中旬には収穫依頼が集中する。受託範囲は広く、旧 4 市町村にもおよぶ。

2008 年には組合員 20 戸が圃場を集積し（約 130ha、1 シーズンで作付するのはうち約 100ha）、自給飼料活用型 TMR センターを稼動させた。TMR センター（以下センター）に加入している組合員の生産物はセンター敷地内の大型バンカーサイロ（12m×40m×3m×8 基）で一括調製・保管される。大型バンカーサイロは 1 基で 20ha～30ha の圃場に対応しており、この面積を 2 日間程度で一斉に収穫・密封する

必要がある。このような大面積のトウモロコシ栽培管理は極めて困難な作業であるが、センターではトウモロコシ栽培管理や圃場管理に GIS を用いたデータベースを試験運用中であり、作付計画の策定や各作業の作業指示図作成にこれを用いている。収穫計画（バンカーサイロへの詰め込み計画）もセンター側が GIS を用いて策定し、印刷図面と圃場リストでコントラクターに対して収穫依頼を行う。

このように対象コントラクターでは 2008 年より収穫圃場の一部が集積されているので、2007 年データと 2008 年データを比較することにより、圃場集積効果を検証することが可能である。本稿では 2007 年および 2008 年の 1 期作目収穫期間に取得した 2 台のハーベスタの GPS データを利用する。

4.3 GPS ロガーを用いた作業データの収集と解析の方法

利用する GPS ロガーは GlobalSat 社の DG-100 である。最新ファームウェアでは MSAS 補正による測位が可能になっているが、データの安定取得を重視し、本調査では単独測位としている。取得するデータ項目は①日付、②時刻、③緯度・経度、④速度で、これらを 1 秒間隔で記録する。設置場所はハーベスタキャビン内であるが、衛星電波を問題なく補足できている。取得したデータより作成したポイントデータおよびラインデータを図 4-1、図 4-2 に示す。

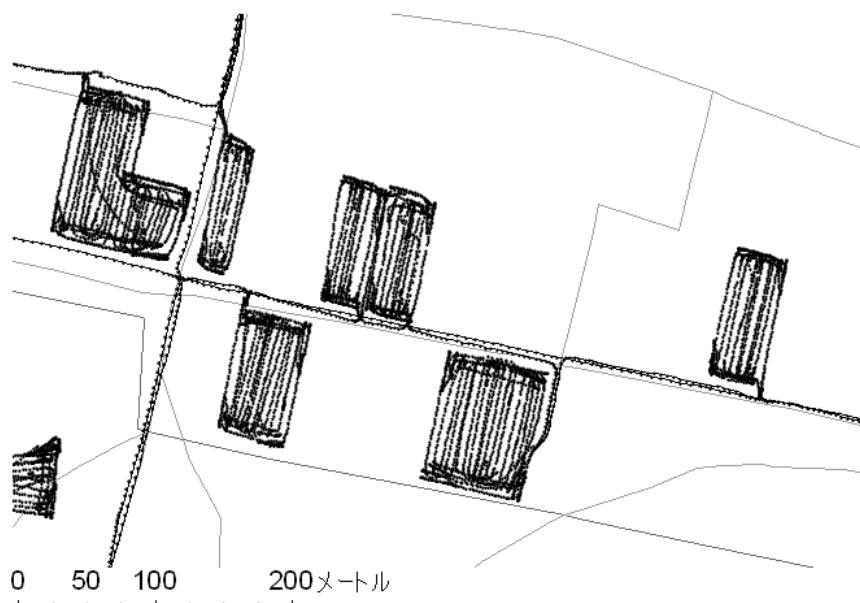


図 4-1 GPS ロガーの取得データから作成したハーベスタの軌跡データ

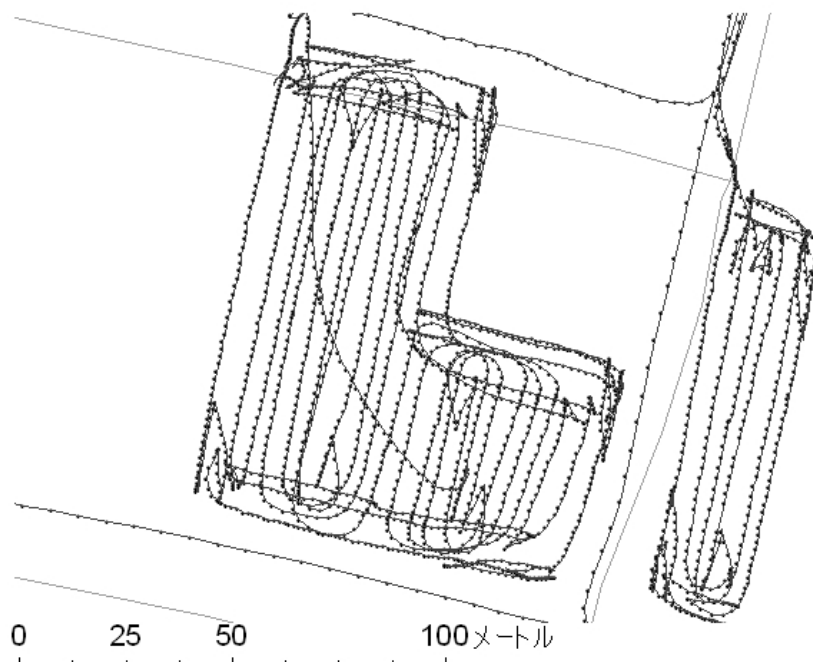


図 4-2 ハーベスタの軌跡データ（拡大図）

注）速度が 1km 未満のポイントデータは表示していない。

4.4 圃場分布状況と作業効率

図 4-3, 図 4-4 に 2007 年および 2008 年の収穫圃場分布を, 表 4-1 に圃場筆数, 面積等の概要を示す。

表 4-1 調査結果概要

調査年	期間	実収穫日数	収穫圃場筆数	収穫面積	圃場平均面積
2007	7/24～8/18	21 日間	526	191ha	36a
2008	7/24～8/26	25 日間	632	227ha	36a
うち TMR センターからの受託		11 日間	273	103ha	38a

註：2008 年 7/26 のみ, ハーベスタ 1 のデータを未取得。

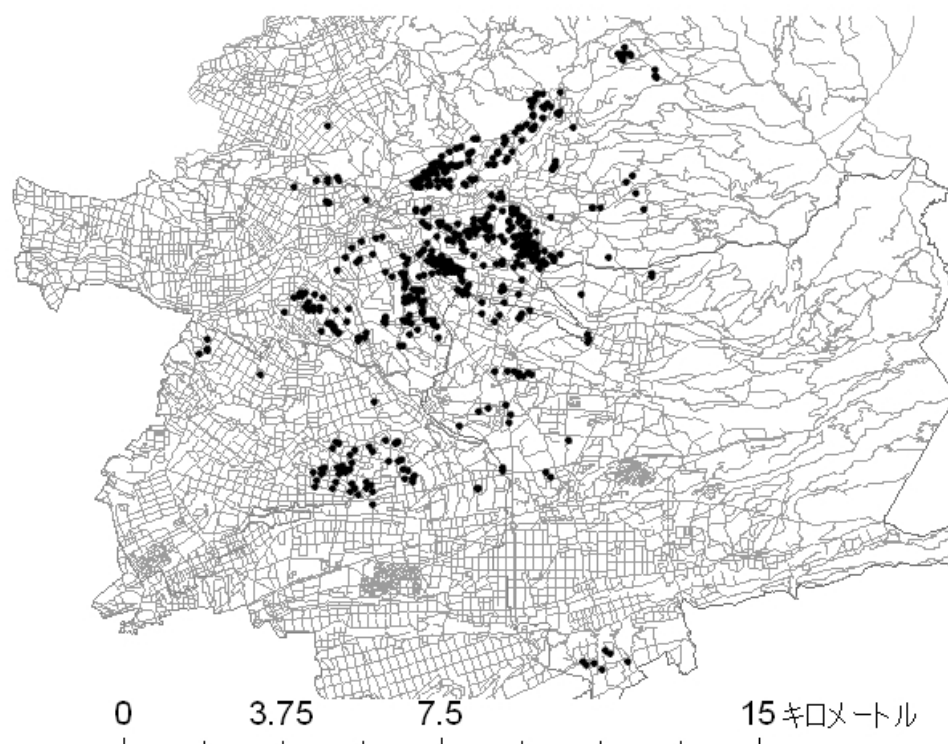


図 4-3 2007 年夏期の収穫圃場分布

注) 背景道路地図は国土地理院数値地図 25000

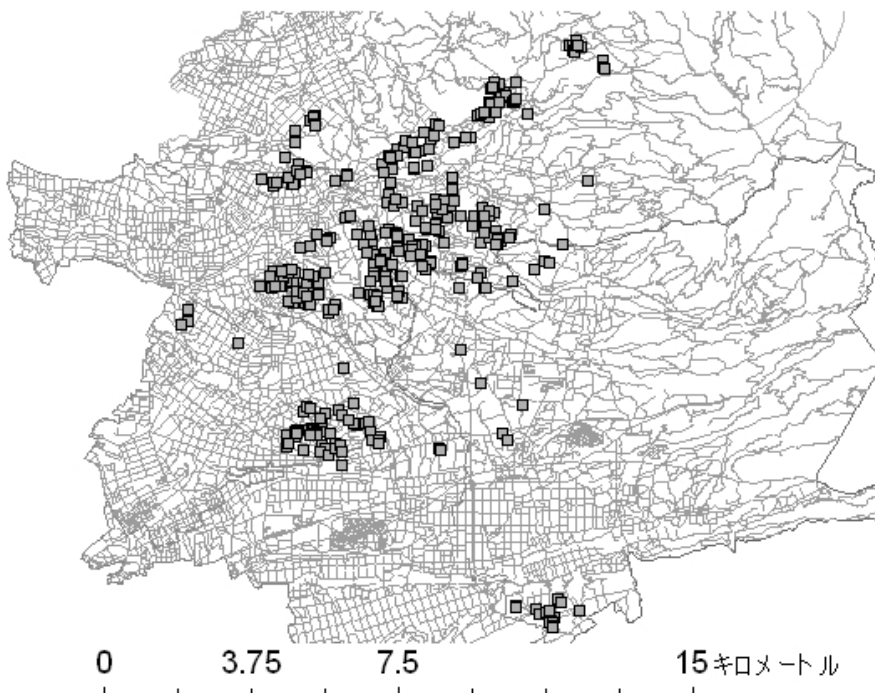
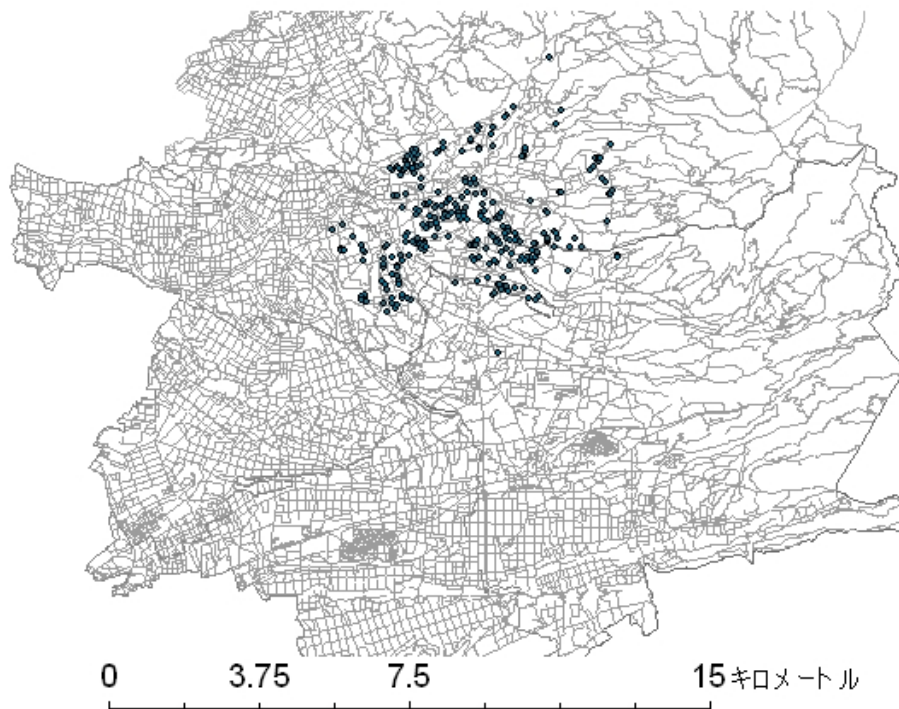


図 4-4 2008 年夏期の収穫圃場分布

注 1) 上図●印は TMR センターの集積圃場，下図□印はその他一般委託農家の圃場。

注 2) 背景道路地図は国土地理院数値地図 25000

2007 年，2008 年ともに広域に圃場が分散しており，圃場重心座標よりその範囲を算出すると 11km×15km となる．圃場平均面積は 36a であり，区画として大きいとは言えない．このような小中区画圃場が広域に分散している点が対象コントラクターの大きな特徴のひとつである．2008 年には収穫全体面積の 45%を占める 103ha の圃場がセンターにより集積されており，その範囲は 7.1km×7.4km に及ぶ．

表 4-2 に収穫面積，移動距離，圃場間移動効率を示す．

表 4-2 ハーベスタ別，受託対象別の収穫面積，移動距離の集計および圃場間移動効率

	総収穫面積 (ha)	総移動距離 (km)	収穫面積 (a)/日	移動距離 (km)/日	移動距離(m)/ 面積(10a)
2007					
ハーベスタ 1	116	543	550	25.9	470
ハーベスタ 2	76	395	422	21.9	520
計	191	938	912	44.7	490
2008 (一般農家)					
ハーベスタ 1	72	378	553	29.0	526
ハーベスタ 2	39	213	432	23.7	549
計	111	591	791	42.2	534
2008 (TMR センター)					
ハーベスタ 1	57	127	634	14.1	222
ハーベスタ 2	59	223	539	20.3	376
計	116	350	1058	31.8	300
2008 (全体)					
ハーベスタ 1	129	504	586	22.9	391
ハーベスタ 2	98	436	491	21.8	444
計	227	940	908	37.6	414

注 1) 故障やその日の収穫予定面積によってはハーベスタが 1 台しか稼働しない日がある．

注 2) ハーベスタ別の収穫面積/日，移動距離/日は該当ハーベスタの稼働日数で算出．

2007 年はハーベスタ 1 が 550a/日，ハーベスタ 2 が 422a/日の収穫を行っており，その作業性は決して低くはない．しかし，圃場間移動距離が 25.9km，21.9km と長く，収穫面積 10a 当たりの移動距離はそれぞれ 470m，520m である．つまり，平均的な 36a の圃場を 1 枚収穫する都度，1.7km，1.9km の移動を繰り返していることになる．

2008 年のセンターからの受託部分に関して集計を行うと，収穫面積はハーベスタ 1 が 634a/日，ハーベスタ 2 が 539a/日と 1 日当たりの収穫面積が増加している．それに

加えて移動距離もそれぞれ 14.1km, 20.3km と 2007 年よりも短くなっている。そのため収穫面積 10a 当たりの移動距離は 222m, 376m と改善されている。これは平均的な 38a の圃場を 1 枚収穫する都度 0.8km, 1.4km の移動を繰り返していることになり、2007 年と比較してその移動効率が向上していることがわかる。一般農家からの受託部分については移動効率が低下しているが、収穫圃場が一部集積されたことにより全体の移動効率は向上している。

次に稼働時間に占める移動時間の割合で移動効率指標を算出する。前記の移動距離/面積比率が平均的な圃場を一筆収穫する都度必要な移動距離を意味するのに対して、本節での移動時間/稼働時間は移動に要する時間的コストをダイレクトに表すものである。結果を表 4-3 に示す。

表 4-3 ハーベスタ別、受託対象別の稼働時間、移動時間および圃場間移動効率

	総稼働時間	総移動時間	稼働時間/日	移動時間/日	移動時間/ 稼働時間
2007					
ハーベスタ 1	109:31	29:47	5:12	1:25	27%
ハーベスタ 2	83:49	19:31	4:39	1:05	23%
計	193:21	49:19	9:12	2:20	26%
2008(一般農家)					
ハーベスタ 1	68:44	20:01	5:17	1:32	29%
ハーベスタ 2	42:23	10:10	4:42	1:07	24%
計	111:08	30:12	7:56	2:09	27%
2008(TMR センター)					
ハーベスタ 1	45:39	7:31	5:04	0:50	16%
ハーベスタ 2	57:39	10:32	5:14	0:57	18%
計	103:19	18:04	9:23	1:38	17%
2008(全体)					
ハーベスタ 1	114:24	27:33	5:12	1:15	24%
ハーベスタ 2	100:03	20:43	5:00	1:02	21%
計	214:28	48:17	8:34	1:55	23%

注 1) 総稼働時間は GPS ポイントデータで速度が 1km/h 以上のポイント数をカウント。

注 2) 総移動時間は GPS ポイントデータで速度が 1km/h 以上のポイントのうち、
圃場間移動ラインデータと重なるものを空間検索し、カウント。”

2007 年の稼働時間/日はハーベスタ 1 で 5 時間 12 分、ハーベスタ 2 で 4 時間 39 分であり、うち移動時間がそれぞれ 1 時間 25 分、1 時間 5 分である。移動時間/稼働時

間比率は 27%, 23%であり, すなわち, 正味稼働している時間のうち約 4 分の 1 を圃場間移動に当てていることになる。

一方, 2008 年のセンターからの受託部分ではハーベスタ 1 について移動時間/日が 50 分と大きく短縮されており, そのため移動時間/稼働時間比率も 16%に低下している。ハーベスタ 2 についても稼働時間が上昇したことで移動時間が僅かに低下したことで移動時間/稼働時間比率が 18%に低下している。作業時間構成においても圃場集積による移動効率の向上が表れている。ただし, 一般農家受託部分については移動時間/稼働時間比率に大きな変化はなく, そのため 2008 年全体としては移動効率の改善効果は 26%から 23%へと僅かなものである。

4.5 TMR センターによる圃場情報と利用の一元管理の効果

TMR センターの圃場の集積により収穫作業における圃場間移動の効率化が実現された理由として, 構成員と圃場の関係が分離され, センターにより圃場情報と利用の一元管理が可能になったことが挙げられる。

トウモロコシ収穫はサイロへの詰め込み・密封作業が伴うので, 依頼者別に圃場を巡回・収穫するのが原則である。つまり, 依頼者 A の圃場を巡回・収穫中はたとえその経路上や近傍に他の依頼者の圃場があっても収穫することはできない。収穫圃場が密集していても依頼者が異なればまとめて収穫することができないことが, トウモロコシコントラクターの作業効率低下の一要因になっている。しかし, 事例における TMR センターではセンター利用者の圃場を一括管理しており, 収穫物もセンター内の大型バンカーサイロで一括調製している。そのため, センターで集積している圃場については近隣圃場を順次収穫していくことが可能であり, それが表 4-2 の移動距離 (m)/面積(10a)や表 4-3 の移動時間/稼働時間の指標改善につながっている。2007 年と 2008 年の播種・収穫計画の策定と実施方法の違いを表 4-4 に, 2008 年のセンター圃場の収穫作業の軌跡を図 4-5 に示す。センター稼働前は耕作者・依頼者毎に圃場を巡回・収穫していたが, センターの圃場の集積により耕作者と圃場の関係は分離され, 近接圃場を効率よく巡回・収穫を行うことが可能になっている。これは, センター設立前の収穫作業については各農家が部分最適を行うことでコントラクター全体としては損失が発生しており, センターによる一括管理は全体最適に近づくことで効率が改善していると言える。

表 4-4 圃場集約前後の播種・収穫計画の策定と実施方法の違い

	2007 年 (センター設立前)	2008 年 (センター設立後)
播種作業計画の策定と実施	農家が各自に計画し実施。もしくはコントラクターに作業委託。コントラクターは各農家毎に計画を策定し、実施。	センターが構成員の圃場情報を一元化。それをもとに圃場間移動効率を考慮した作業計画を策定、実施。
収穫作業計画の策定と実施	農家は各自収穫希望日を設定し、コントラクターに委託。コントラクターはそれに基づいて各農家毎に個別に実施。	センターが一元化された圃場別の播種日や圃場間移動効率を考慮した作業計画を策定、コントラクターに一括委託。コントラクターはこれに基づき作業を実施。

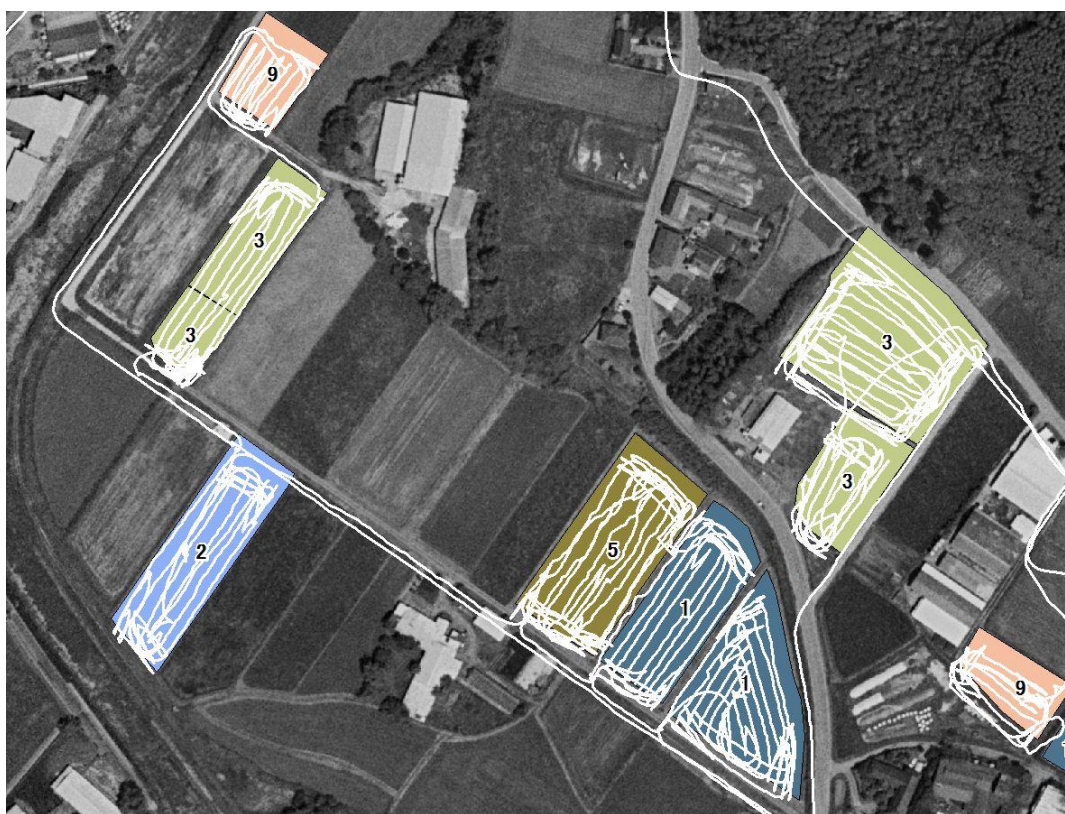


図 4-5 センターに集積された圃場の同一作業日におけるハーベスタ作業軌跡

注：番号は元の耕作者の ID を示す。

ところで、本事例では TMR センターを立ち上げ、それに付随する形で圃場の集積が行われている。しかし、収穫対象エリアを数ブロックに分割し、ブロック別に利用者間の土地利用調整を行うことでも同様の効果を得ることができる。具体的にはブロック内の収穫圃場を全て 1 本の経路で繋ぎ、所有面積に応じて経路を分割し、利用者に再配分する方法がある。本事例は、団地化を伴わない農地集積の効果を示すと共に、コントラクター利用者間の農地調整だけでも収穫作業の効率改善が可能であることを示唆している¹。

4.6 小括

対象コントラクターは 11km×15km という広大なエリアに収穫圃場が分布しているが（図 4-3 2007 年夏期の収穫圃場分布，図 4-4），これには対象コントラクターの運営を補佐する管内 JA の立場として、管轄内であればいかに遠方でも組合員の依頼は受けざるを得ないという事情と、大型自走式ハーベスタの面積当たり償却費用を低下させるには収穫受託面積の確保が必要なことが背景にある。前者についてはコントラクター全体に共通する問題とは言えないが、後者についてはどの組織においても少なからず内包している問題ではないだろうか。圃場分散問題はコントラクター運営において解決すべき課題の一つであるが、一方で面積当たりの償却費用低減を目指して利用者拡大を目指せば受託エリアが拡大し、収穫効率が低下してしまう。潜在的利用者（この場合は酪農経営）を広域に求めなければならないコントラクターでは、利用者の確保と収穫圃場の分散という相反する問題を抱えていると言える。対象コントラクターではこのように広域な収穫受託エリアに加え、効率的な収穫計画を策定するためのツールを有していないことも問題として挙げられる。このような状況の下、対象コントラクターの一部組合員による TMR センターの設立と圃場の集積は一定の成果を挙げたと言える。

TMR センターの設立により構成員の農地利用は一元管理することが可能となり、圃場間の移動効率を考慮に入れた作業計画の策定を行えるようになった。コントラクターはそれまで農家毎に作業計画を策定、実施してきたが、センターの一元管理に基づく一括作業受託と圃場間移動効率を考慮に入れた作業計画により、近接圃場の作業を優先できる作業体制をとれている。この事例により、団地化を伴わない農地集積と圃場の一元管理においても、コントラクターにおける収穫作業の効率改善が可能であることが明らかとなった。また、コントラクター利用者間の農地調整だけでも収穫作業の効率改善が可能であることも示唆された。

ただし、圃場を集積した側の TMR センターでは、初回トウモロコシ生産（2017 年 2 作目）において、集積した圃場の情報を把握・整理・利用できない、作付け計画・

作業計画，作業指示，作業進捗管理を適切に行えない等の問題が発生した．次章では，圃場を集積した側の TMR センターで発生した問題の構造を明らかにするとともに，その解決の一方策を提示する．

¹ ただし，このような調整には企画立案，関係者間の合意形成に大きな時間・コストを要し，このコーディネーション・コストの負担が大きな問題となる．一方，スキームが始まってしまえば，中途参加によるコスト負担は小さくなるため，様子見のインセンティブは高く，フリーライド問題が発生しやすい．

第5章 TMR センターにおける圃場分散問題と GIS による解決の一方策

5.1 目的

前章では飼料生産コントラクターの圃場分布状況と、その圃場間の移動効率について明らかにした。対象コントラクターは 11km×15km という広大なエリアに約 200ha・500 筆の圃場が分散しており、その圃場間移動時間は全体の約 4 分の一を占める。圃場が広域に分散することに起因する圃場間移動時間・ロスの大きさが端的に表れている。しかし、TMR センターの設立により圃場の一部が集積され、その管理・利用が一元化されたことで、圃場間移動によるロスが緩和されていることも明らかとなった。

しかし、圃場を集積した側の TMR センターにおいても問題は発生し、設立当初に大きな混乱が発生した。数百枚の圃場が広域に分散し、作業を担う構成員が 20 名に及ぶ状況で、トウモロコシ生産を適切に計画、統制する有効な手段を有していなかったのである。この状況において関係者は強い危機感を抱き、GIS を用いた飼料生産管理に取り組むことになった。

本章では農場制型 TMR センターにおける圃場分散問題を明らかにするとともに、その解決の一方策として、事例センターで実施した GIS を用いた飼料生産管理の試行と、それを踏まえた飼料生産管理特化型システムの開発・実証について示す。

5.2 調査対象の概要

対象事例は酪農家集団 20 戸（総搾乳頭数・約 1000 頭）により 2008 年から稼動を始めた農場制型 TMR センター（以下、センター）である。概要を図 5-1 に示す。母体は前章の事例の広域コントラクターであり、うち農場制型 TMR センターの構想・主旨に賛同した経営により構成されている。コントラクター自体が飼料生産コストの削減という経済原理に動機付けられた組織であるが、対象 TMR センターはその中でもさらに強い動機付けを持った経営群で構成された組織体であり、地縁・血縁に基づく関係性が強い共同体とは異なった性格を持つ¹。

事例では約 130ha（2008 年時点）の圃場を集積しトウモロコシの 2 期作栽培に取り組んでいる。構成員は経営耕地の全てをセンターに貸し出し、センターがトウモロコ

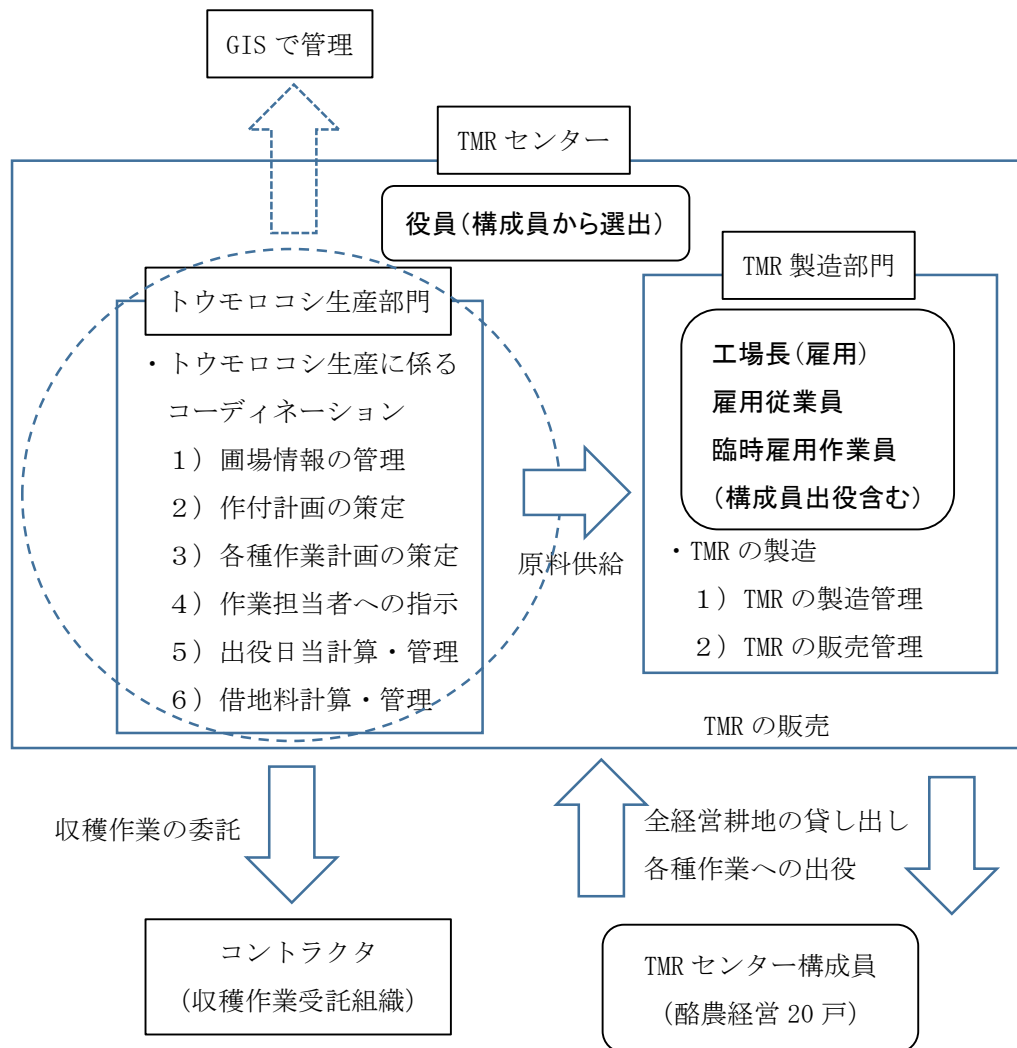


図 5-1 対象組織の概要

シ生産管理の主体となる。作業は耕耘，播種，除草剤散布を構成員の出役で行い，収穫は地域内のコントラクターに委託する。構成員には作業面積に応じた賃金が支払われる。センター敷地内には 20ha～25ha のトウモロコシが詰め込み可能な大型バンカーサイロが 8 基整備されており，収穫物はここで一括調製・管理される。調製されたトウモロコシサイレージは，その他乾草や濃厚飼料と混合され，フレコンバッグにて発酵 TMR として再調製され，構成員に適宜出荷される。センターはトウモロコシ生産にかかる費用（地代，賃金，種子代，肥料代，除草剤代，収穫委託料）を全て負担し，その他の施設運営費等と合わせて TMR 販売価格に転嫁する。

TMR の設計におけるトウモロコシサイレージの混合割合はほぼ共通であり，その他に混合する購入乾草や濃厚飼料，及び製造手数料が TMR 単価の基準となる。センタ

一設立前の自給飼料生産の規模は経営毎に異なるため、経営によっては1頭当たりのトウモロコシサイレージ給与量が低下し、その他購入飼料の割合が高くなる。このため、センター加入による利益の増分については構成員間で不均等になる一面もあるが、個別経営レベルでの総飼料費低下のメリットを重視し、この枠組みに賛同した経営がセンターに加入している。TMR センター設立という投資を行った上で総飼料費が低下する源泉としては、スケールメリットによる飼料生産費の低減、乾草及び濃厚飼料購入における大量ロットを背景にした価格交渉力の向上、個別経営では取引及び混合・利用の難しい安価な食品副産物の利用が挙げられる。

構成員が享受する（期待）経済的メリットは大きく、収穫を受託するコントラクターにおいても作業効率が改善するなど優れたスキームと言えるが、初回トウモロコシ生産では適切な計画の策定、指示、確認が行われず、混乱を生じることになった。

5.3 スケールメリットとコーディネーション・コスト

前節で示したように、農場制型 TMR センターの経済的メリットは、個別小規模生産・家族経営と比較した協業大規模生産によるスケールメリットに集約することができる。n 戸の同質・同規模の飼料生産ユニットが協業するケースを考える。

$$\text{個別生産する場合の飼料生産コスト合計} = \sum_{i=1}^n C(Y^*) = nC(Y^*)$$

$$\begin{aligned} \text{協業生産する場合の飼料生産コスト合計} &= C(nY^*) \\ & \quad (C: \text{飼料生産費}, Y^*: \text{飼料生産量}) \end{aligned}$$

ここで、飼料生産についてスケールメリットを仮定すると、

$$\text{グループにおける飼料生産コスト合計} : nC(Y^*) > C(nY^*)$$

$$\text{グループ構成員一人当たり飼料生産コスト負担額} : C(Y^*) > \frac{C(nY^*)}{n}$$

となり、協業生産参加への大きな誘因となりうる。しかし、この枠組みでは組織化したことで発生する組織内取引コストが考慮されていない。

取引コストの概念はコースによりその概念が導入され、コースによれば「取引を行うには費用がかかるのであり、しかも取引費用（transaction cost）の額は、取引の性格と、取引をどうアレンジするかによって異なるのである。さらに、効率性原理が示

唆するように、取引費用をもっとも節約する組織様式が採用される傾向がある。」としている (Milgrom and Roberts 1997)。組織の経済学の分野においては、この取引費用の概念を組織内においても適用し、例えば、Milgrom and Roberts(1997)では、組織内取引費用を調整（コーディネーション）費用と動機づけ費用に分類し、調整（コーディネーション）費用を

調整（コーディネーション）費用：効率的な計画を決定するのに必要な分散している情報を階層組織の上部に伝達し、それらの情報を利用して実行すべき計画を決定し、さらにその計画を実施責任者に伝えることに伴う費用。これらの費用には、情報を整理し伝達するために必要な直接費用だけでなく、情報交換が行われ中央が計画を決定するに至るまでの遅延という時間的費用も含まれる。この情報交換は完全ではありえないから、意思決定者は不十分なあるいは不正確な情報しか持っていないことになり調整不良が生じるが、これも取引費用に含まれる。

としている²。

個別生産と協業生産の大きな違いは、個別生産が小規模において経営主が意思決定、具体的には作付け計画の策定や作業計画の策定を行い、専ら自らが作業を実施するのに対して、協業生産においてはリーダーが全体の意思決定を行い、決定された内容に基づき構成員に作業指示・伝達がなされ、構成員からリーダーに対して作業報告が行われることである。すなわち、個別小規模・家族経営では意思決定の規模やそれに必要なコストが小さく、また、作業指示・伝達コストがほとんど発生しないのに対して、協業生産では意思決定の規模が大きくなることによるコストの増大に加えて、作業指示・伝達コストという新たなコストが発生することになる。このようなコーディネーション・コストを先の飼料生産コストに導入すると、

$$\begin{aligned}\text{個別生産する場合の飼料生産コスト合計} &= \sum_{i=1}^n C(Y^*) + \sum_{i=1}^n T(Y^*) \\ &= nC(Y^*) + nT(Y^*) \approx nC(Y^*)\end{aligned}$$

$$\text{協業生産する場合の飼料生産コスト合計} = C(nY^*) + T(nY^*)$$

(C:費用関数, Y*:飼料生産量, T:コーディネーション・コスト関数)

となり

$$\text{グループにおける飼料生産コスト合計} : nC(Y^*) \leq C(nY^*) + T(nY^*)$$

$$\text{グループ構成員一人当たり飼料生産コスト負担額：} C(Y^*) \leq \frac{C(nY^*)}{n} + \frac{T(nY^*)}{n}$$

と、コーディネーション・コストの大小によってはスケールメリットが相殺され、協業生産への誘因力も低下する。スケールメリットの観点からは、協業生産は家族経営に対して優位性を持つが、コーディネーション・コストの観点からは家族経営が優位性を持ち、意思決定及び伝達・コミュニケーションのコストの評価によっては、スケールメリットはコーディネーション・コストで相殺されうる。

コースによれば組織様式は取引コストがもっとも節約される様式が選択される傾向にあるとされる。しかし、家族経営から協業経営への展開においては、家族経営ではこの種のコストがほとんど発生していないために取引コストが過小に評価され、それが顕在化した後に正しく認識・評価される可能性が強い。事例においても、協業生産を開始した後に、130ha・400筆に及ぶ大規模飼料生産の作付け及び作業計画策定のコストと、20名からなる構成員への作業指示のコスト、構成員からの作業報告受領・集約コストが顕在化し、その対応が迫られたと言える。

5.4 事例におけるコーディネーション・コスト増大の源泉と対応策

5.4.1 事例におけるコーディネーション・コスト増大の源泉

コーディネーション・コストは規模に関して逓増することが予想されるが、荒木（2006）等の農場制型 TMR センターに関する先行研究では、この種の組織内取引コストに対する言及はほとんどない。先行研究が対象とするフィールドでは、なぜ組織内における意思決定や伝達のコストが問題となっていないのか。

理由の一つとしては、先行研究の多くが北海道酪農地帯を対象としたものが多く、本研究で対象としているような大量の小区画圃場が広域に分散している事例とは、圃場の集約度が異なることが考えられる。

農場制型 TMR センターを対象とした先行研究で、圃場の集約度を詳細に示したものは少ないが、例えば久保田（2014）で対象としている事例センター構成員の圃場は 40ha・6筆、37ha・6筆、36ha・9筆、60ha・8筆、68ha・9筆と示されている。対して本章事例では 130ha・400筆の圃場が 10km×8km に分散している。つまり、意思決定の対象、また、伝達の単位である圃場が、先行研究のフィールドでは比較的集約されているのに対して、事例では広域に大量分散している状況にある。これによ

り、事例では圃場分散に起因する意思決定・伝達コストが増大していると言える。このような圃場分散に起因するコーディネーション・コストの問題は北海道以外の都府県で共通する問題であり、都府県における農場制型 TMR センターの展開においては、この組織内取引コストを節約しうるコーディネーション手法が必要である³。

5.4.2 GIS（地理情報システム）の圃場分散問題への有効性

ところで、圃場の位置情報を含むデータの利用を簡易にする技術として GIS（地理情報システム）がある。

GIS は、地理空間情報活用基本法（平成 19 年法律第 63 号）第 2 条において、「地理空間情報の地理的な把握又は分析を可能とするため、電磁的方式により記録された地理空間情報を電子計算機を使用して電子地図（電磁的方式により記録された地図をいう。以下同じ。）上で一体的に処理する情報システムをいう」と定義されている。より一般的には「位置に関する様々な情報を持ったデータを電子的な地図上で扱う情報システム技術の総称」と言える（国土交通省）。今日広く利用されているカーナビゲーションシステムや、GoogleMap も GIS の 1 種である。より狭義には、地図に表示する図形に属性データを関連付け、それら属性データに基づく表示（例えば色分け表示）を行うことができる地図アプリケーションとすることができる。GIS を利用することで、例えば、地図上には管理対象圃場の図形を作成し、属性データとして「作物」、「作業」、「作業担当者」、「作業状況」等の管理情報を入力することで、「作業担当者毎に色分けした作業分担図」や「作業完了・未完了圃場で色分けした作業進捗図」を表示することが可能になる。このような属性データの可視化・地図化は、GIS の最も特徴的な機能であり、マップを作業指示図として利用することで、伝達にかかる組織内取引コストを削減することができる。

また、農業生産管理の分野において重要な GIS の特徴として、「マップ画面が出力結果であると同時に、データ入力のためのユーザーインターフェースである」ことが挙げられる。例えば、データ入力対象となるレコードをテーブルからしか選択できない場合、データ入力時にはマップ上の地物に対応するレコードをテーブル上で検索する必要がある。これは Excel と紙地図を見比べながらデータを入力する作業にほぼ等しく、対象レコード数の規模によっては、かかる労力は決して小さくない。しかし、GIS の多くは、マップ上での地物の選択とテーブル上でのレコードの選択が連動しており、あたかもマップ上での選択地物に直接データを入力できるような操作性を実現している。いわば、マップ画面が位置情報を含む属性データの表示出力結果であると同時に、データ入力のためのユーザーインターフェースとなっている。この機能を活

用することで、例えば「マップ上で近接している圃場群をまとめて選択し、作業担当者として作業者 A の値を一括入力する」という作業が可能になる。データ入力の結果は、即座にマップ上での色分け表示に反映され、それを元にさらに計画を修正していくこともできる。このマップ画面のデータ入力のためのユーザーインターフェースとしての機能は、属性データを即座に可視化・地図化するというアウトプット機能とあわせることで、生産計画策定における試行錯誤の労力を引き下げ、短い時間でより効率的な計画案に到達することを可能にする。これにより、意思決定にかかるコーディネーション・コストの削減が期待できる。

圃場分散に起因するコーディネーション・コスト削減方策としては、コーディネーションの体制・構造そのものを見直すことも必要であるが、事例センターでは GIS を利用した飼料生産管理を軸に対応に取り組むこととした。

5.5 動機付け費用に関する補足的考察

このような大規模化した生産組織では、各々が与えられた責務を誠実に実行するか否かに関する動機付けの問題も発生する。Milgrom and Roberts(1997)では組織内取引コストにおけるこの種の問題を動機付け費用として

情報の不完備と非対称性に関わる費用である。・・・販売マネージャーはセールスマンたちが本当に会社の仕事を時間いっぱい行っているか、それとも勤務時間を自分の私事に使っていないか、判断しかねるだろう。

と例を挙げている。これは組織内におけるモラルハザードと言えるもので、効率的な結果をもたらすはずの行動を簡単には観察できず、そのため行動を実行する側の人間が、他人の利益を犠牲にして自己利益を追求することから発生する⁴。対象事例のような、圃場作業について構成員に出役を求める体制の組織では、出役とそれに対する時間あるいは日当の計算・支払い等で起こりうる。地縁や血縁に基づく共同体組織では、モラルハザード発覚時に負う社会的制裁・費用が高いために機会主義的行動・怠慢に対してはある種の抑制や常日頃の監視が働くが、地縁・血縁関係の希薄な組織体では、この種の問題が発生しうる。大規模かつ広域化する生産組織では、先に述べたような大規模な意思決定やその伝達に要するコーディネーション・コストに加えて、作業実施者の作業を直接観察できないことによる動機付け・モラルハザードの問題も無視できない。対象事例では、出役に対する日当支払いを作業時間単価ではなく、作業面積単価で計算・支払いをすることでこの問題を回避・軽減しており、類似組織においては同様の運営上の仕組みの工夫あるいは、何らかのモニタリングツールが必要である。

5.6 ArcGIS による飼料生産管理の試行（2008-2009）

5.6.1 試行の概要

事例センターで GIS を用いた飼料生産管理を実施するに当たっての問題の一つに、生産管理体制自体が確立していない、ということがあった。生産計画を例に挙げると、管理者がどのレベルまで詳細な日程計画を策定するのか、オペレータ等の現場担当者にはどの程度の現場判断や調整を行う裁量が認められるのか、妥当な水準については明確でなく、また、作業報告についても、どこまでの情報を記録すべきなのか、後工程でどのようなデータが必要になるのか、やはり明確でなかった。このため、日程計画、作業割当、作業報告、実績データ管理、進捗管理という工程管理の流れの中で、データベースに対してどのような機能が要求されるかについても不透明であり、まずは GIS の基本機能の組合せで飼料生産管理の試行を行うこととした。試行の概要について、図 5-2 に示す。

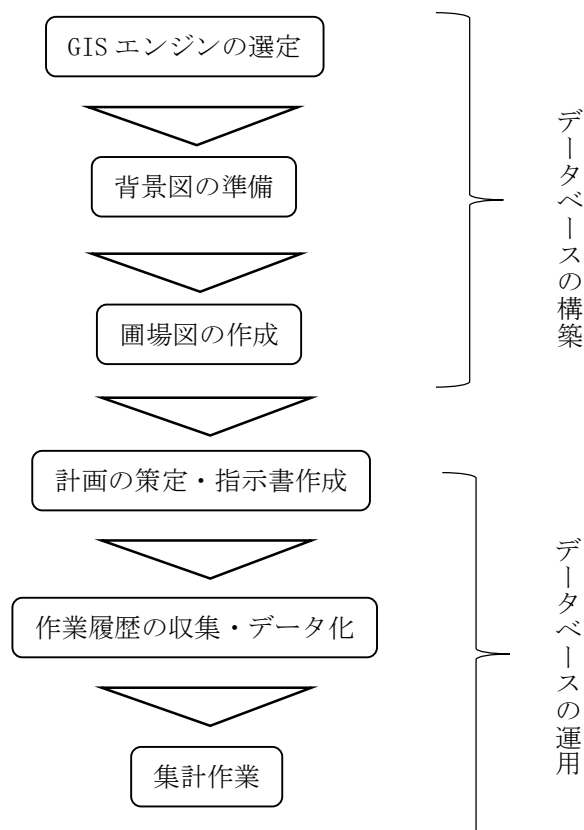


図 5-2 試行の概要

5.6.2 GIS アプリケーションの選定

GIS アプリケーションの選定基準としては価格、機能、操作性、データ形式、拡張性があげられるが、価格とその他の要素はほぼ正比例する。それゆえ導入においては利用目的や方法を明確にし、それらを満たす最低構成のエンジンを選定することがコストダウンにつながる。本事例では①大容量の背景画像を読込可能なこと、②データの条件検索において特別なクエリ言語を必要とせず容易に検索が行えること、③印刷レイアウトを柔軟に作成できること、④テーブルデータの管理が容易であること、⑤データ集計において Microsoft Office と連携が可能であること、等の機能面に加えて⑥VBA によるカスタマイズが可能であることを重視して ESRI/ArcGIS を選定した。

5.6.3 データベースの構築

GIS では複数の図面を重ね合わせてマップを構成していくが、最も多くの視覚情報を与えるのが背景図である。候補としては地図画像（図 5-3）や空中写真（航空写真）（図 5-4）がある。地図画像は国土地理院が発行する「数値地図 25000（地図画像）」が安価でデータ化も容易である。ただし、地図画像は圃場一筆レベルの情報を含まないため、後の圃場図作成に用いることは困難である。対象地区の行政組織から地籍図等の図面を入手できる場合を除いては主要背景図として用いることは難しい。空中写真のデータソースとしては国土地理院撮影のものがある。国土地理院は全国土を対象に戦後から繰り返し空中写真を撮影しており、これらは一般販売もされている。ただし、販売されているデータの多くは写真をスキャナで読み込んだ画像データであり、背景図として用いるには位置情報の付加やオルソ補正処理が必要である。本事例では販売代理業者に位置情報の付加およびオルソ補正処理を依頼したものを利用している。

なお、試行を開始した 2008 年時点では安価に使用しうる高解像度の航空写真が乏しく、その準備に労力を有したが、現在（2017 年時点）では ArcGIS の基本機能の一つとしてネットワーク経由での高解像度航空写真できる。また、補論で利用する QGIS でも、国土地理院航空写真や GoogleMap 等が背景図として利用できる。データベース構築におけるハードルは、今日では格段に下がっている。



図 5-3 地図画像イメージ

注：国土地理院「数値地図 25000(地図画像)」

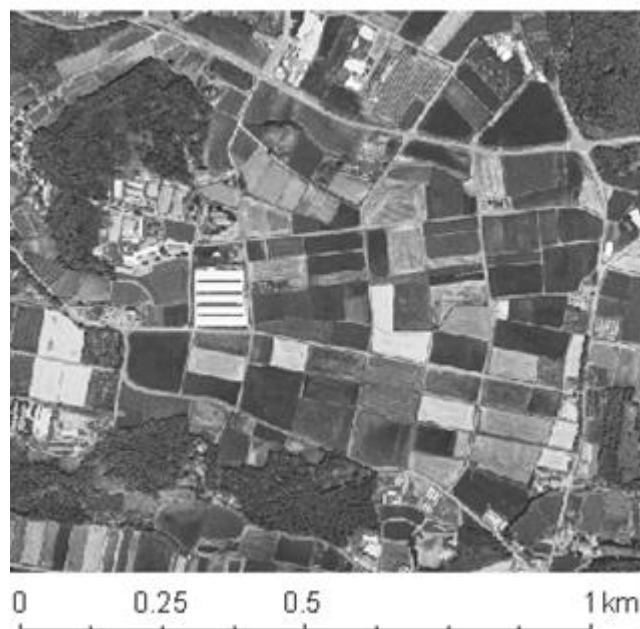


図 5-4 空中写真イメージ

注：国土地理院撮影空中写真をオルソ補正.

圃場図の作成について、事例の圃場は広域に分散しており、対象範囲全面の圃場図を作成するのは大きな労力を要する。そこで、構成員がコントラクター利用組合に加入していることから、圃場図作成過程でこのコントラクターの収穫圃場図を利用した。収穫圃場図はハーベスタに簡易 GPS ロガーを搭載し、そのデータと背景空中写真を重ね合わせることで作成している。この圃場図に ID を割り振り、空中写真と重ね合わせた印刷図面（A0 サイズ）で構成員各自が圃場の確認を行った（図 5-5）。

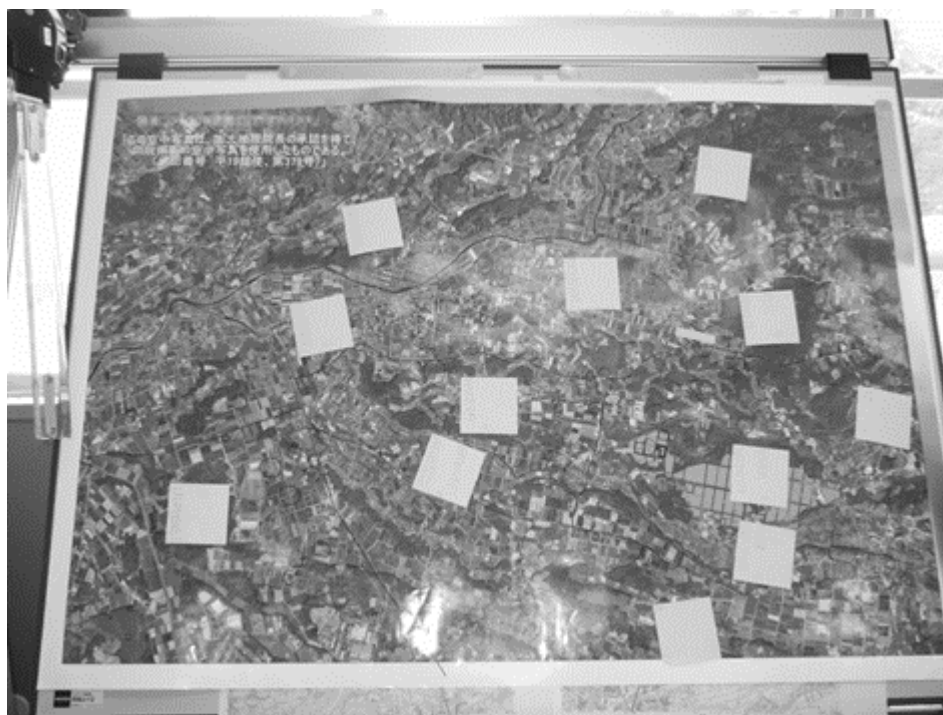


図 5-5 大判印刷された航空写真及び圃場図

図化されていない圃場は印刷図面に直接書き込みを行い、それを基に圃場図に新たな圃場を追加した。同時に印刷図面の ID に対応した圃場リストをセンター担当者が Excel で作成し、これに耕作者、地権者、住所、地番、地籍等の必要な圃場情報を入力した。このリストを dbf 形式に変換したうえでテーブルデータとして ArcGIS に読み込み、前記圃場図の属性テーブルと圃場 ID をキーにテーブル結合することで必要な圃場情報を付加した。リストに含まれない ID を持つ圃場は結合の過程で除外することができる。完成した圃場図は 10km×8km の範囲に 393 筆の圃場を含み、総面積は 133ha（図面上推計値）であった。

この圃場図と前節で作成した空中写真画像が事例を飼料生産管理システムの基盤データベースとし、作付計画の策定、作業計画の策定、指示書の作成、作業履歴の管理は全てこのデータベースで行った。

5.6.4 作付計画の策定と作付圃場図の作成

圃場は約 130ha 集積しているが、1 シーズンで作付けを行うのは 100ha～110ha であり、残りの圃場は休耕とする。作付・休耕の設定はマップ上で候補地を選択しつつ、作付面積が約 100ha になるように調整した。作付・休耕が決定した後、作付・休耕別に色分け表示かつ、圃場 ID をラベル表示した作付圃場図を作成した。この作付圃場図は後述の播種作業における作業指示図としても利用した。

5.6.5 播種計画策定と作業指示書の作成

播種作業は 2 台の不耕起播種機を用いて構成員のうち主に 4 名のオペレータが持ち回りで担当する。播種計画は図面上で大まかな範囲と経路を設定し（図 5-6）、それを基準にオペレータが圃場の状態を見ながら各自の判断で播種を行う。オペレータには圃場図全体図および拡大・分割した印刷図面（A3 サイズ）を渡し、播種圃場を指示した。また、播種作業がある程度進んでからは前日までの GPS データ（後述）を印刷することにより、未作業圃場の確認と作業の効率化を図った。

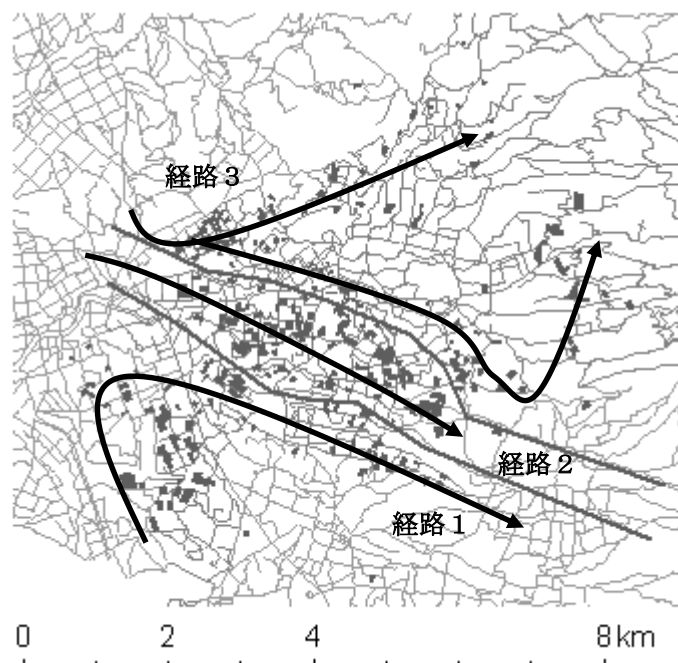


図 5-6 播種計画の策定

注：背景道路データは国土地理院「数値地図 25000（空間データ基盤）」

5.6.6 耕うん・整地，除草剤散布の作業計画と指示書の作成

耕うん・整地，除草剤散布については，圃場の元の利用者が作業・管理を行い，作業の実施報告のみを管理担当者に報告する体制であったため，当初は明確な作業指示や作業指示書作成は行っていなかった．しかし，作業状況の把握や，作業報告，また，日当の集計を確実にを行うために，構成員毎に担当圃場図（担当者が以前管理していた圃場）を作成・配布し，これをもって作業の指示を行うことにした．

5.6.7 作業履歴の収集と入力

前述のように播種作業は主に 4 名のオペレータが担当する．しかし，圃場筆数が多いのでオペレータによる記帳ミス为避免，電子データとして作業記録を保存・管理する等の目的で作業トラクタには簡易 GPS ロガー（実売価格 1 万円前後）と高精度 DGPS 端末（実売価格 30 万円前後，70 万円前後の 2 機種）を搭載し，試験運用を行った．簡易 GPS ロガーはユーザーの設定する時間間隔で日時，緯度経度，速度等を記録する．このデータはテキストデータであるが，ArcGIS の ver9.2 以降であれば Excel 形式に，ver9.1 以前であれば dbf 形式に変換することでテーブルデータとして読み込むことができる．読み込んだテーブルデータは ArcGIS 上でラインデータに変換した（図 5-7）．

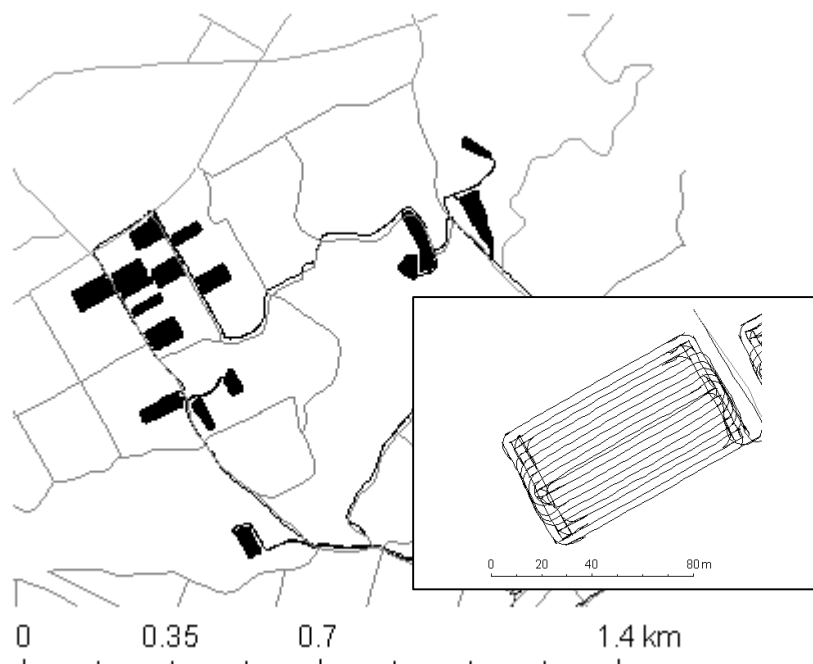


図 5-7 ライン変換した GPS 作業データ

DGPS 端末のデータは付属ソフトで ESRI/shp 形式で出力できるので、変換作業を行わなくとも ArcGIS で表示可能である。簡易 GPS ロガーと DGPS 端末では作業圃場の識別を行うレベルでは精度上大差なかった。これら GPS データと位置が重なる圃場をマップ上で選択し、連動する属性テーブルから作業日、作業者、日付等を入力した。これにより確実な作業履歴の収集と入力が可能になった。

なお、耕うん・整地、除草剤散布の作業記録は、作業者の申告する圃場 ID を属性テーブルから検索する、もしくはマップ上で作業実施圃場を選択し、データベースに値を入力した。

5.6.8 各種集計作業

作業面積、栽培面積等の集計では Excel から ArcGIS のデータベースに接続することによりテーブルデータを取得し、Excel 上に展開したデータにオートフィルタやピボットテーブルを適用した。作成した Excel ファイルは各種リストの作成・印刷にも利用できる。

5.6.9 収穫計画策定とコントラクターへの作業委託指示書の作成

収穫作業の外注先であるコントラクターは、依頼元経営の多くがトウモロコシ 2 期作生産に取り組んでおり、収穫作業日程が非常にタイトである。具体的には 4 章表 4-1 に示したとおり、約 3 週間で 200ha に及ぶトウモロコシ畑の収穫を行う。この作業日程において事例センターとその他依頼元との間で、2 日間センターの圃場の収穫を行ったら 2 日間一般農家の圃場の収穫を行うといった、センターとその他依頼元を交互に収穫を行うという調整が図られた。バンカーサイロの詰め込み容量は 20~25ha であり、コントラクターの保有する大型自走式ハーベスタ 2 台で収穫を行えば、2 日間で完了することが可能である。したがって、20ha ずつ 5 回に分けた収穫作業日程案の作成をセンター側で行った。収穫圃場の日程割当ては、基本的に播種日の早い順に行うが、マップ上で圃場の分布と収穫効率を考慮して一部組み替えを行った。また、エリア別の土壌条件が異なり、播種日と生育状況が必ずしも一致しないので、生育の進んでいるエリアの収穫を優先的に行った。

コントラクターへの収穫指示はバンカーサイロ別に作成した収穫圃場図と圃場リストで行った。収穫圃場図は播種と同様に対象範囲全面の図面と、圃場を容易に識別できる縮尺まで拡大・分割したものを作成し、また、収穫漏れを防ぐためにハーベスタに GPS を搭載し、バンカーサイロの詰め込みが終了する都度、ArcGIS 上で収穫完了を確認した。以上、GIS を利用した飼料生産管理の概要を図 5-8 に示す。



作業指示図の作成

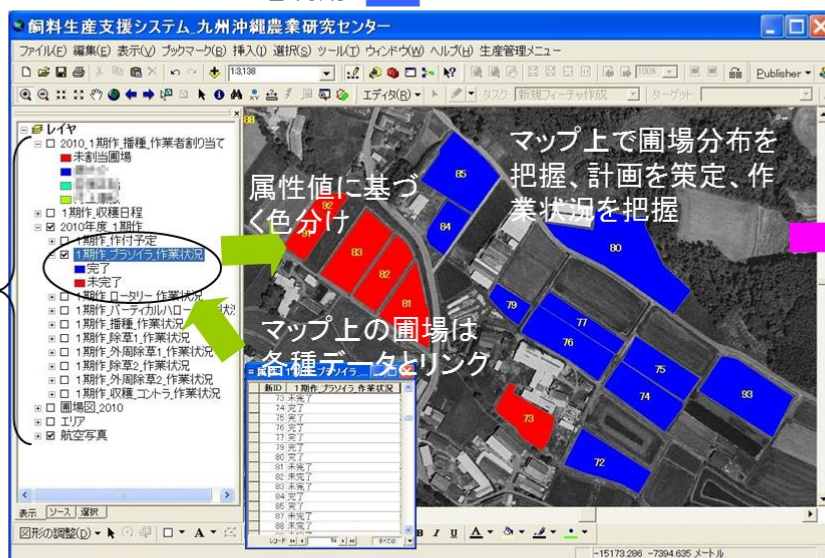
1	A	B	C	D	E
2	2010 1期作	除草1	作業圃場一覧	面積計91,901 m ²	
3	新ID	耕作者	住所	地番	Shape_Area
4	257			f687-1	1,939m ²
5	258			f687-2	841m ²
6	259			f903-1	474m ²
7	260			f905	1,047m ²
8	261			f678	2,880m ²
9	262			f1268	2,680m ²
10	263			f1270	1,066m ²
11	264			f1271	899m ²
12	265			f1207, 1214	2,499m ²
13	266			f1258	2,754m ²

Excelへのデータ展開・作業圃場一覧の作成

オペレータへの指示書作成

GISエンジンにはESRI/ArcGISを利用

属性値(データ)に基づく色分け図面の作成



背景図には国土地理院撮影の空中写真を加工・利用

日当、賃借料等の集計

1	A	B	C	D
2	全体集計表(2010/05/19 10:28:33) 出力			
3	作業者	作業名	面積	料金
4	1期作	1期作 除草1 作業資金	1,307a	82,860円
5	1期作	1期作 パーティカルハロー 作業資金	309a	16,789円
6	1期作	1期作 除草1 作業資金	1,067a	79,245円
7	1期作	1期作 プランソイル 作業資金	1,631a	81,568円
8	1期作	1期作 除草1 作業資金	919a	68,627円
9	1期作	1期作 パーティカルハロー 作業資金	207a	10,844円
10	1期作	1期作 播種 作業資金	1,969a	147,683円
11	1期作	1期作 除草1 作業資金	902a	67,616円
12	1期作	1期作 パーティカルハロー 作業資金	1,067a	82,863円
13	1期作	1期作 除草1 作業資金	895a	60,364円
14	1期作	1期作 パーティカルハロー 作業資金	559a	27,853円
15	1期作	1期作 除草1 作業資金	944a	70,811円
16	1期作	1期作 除草1 作業資金	1,425a	106,847円
17	1期作	1期作 播種 作業資金	3,389a	253,700円
18	1期作	1期作 播種 機械賃料	5,352a	107,033円
19	1期作	1期作 除草1 作業資金	622a	46,615円
20	1期作	1期作 パーティカルハロー 機械賃料	1,056a	79,369円
21	1期作	1期作 プランソイル 作業資金	4,118a	205,881円

Excelへのデータ展開、各種集計

作業履歴の入力・電子化
(GPSデータと作業日誌を併用)



GPSロガーによる作業履歴の収集
(データベース構築時の圃場図作成でも利用)

図 5-8 GIS を利用した飼料生産管理の概要

5.6.10 2008 年及び 2009 年の試行と評価

事例センターでは、ArcGIS による生産管理を試行したことで、追加の事務作業要員等を雇用・配置することもなく、年間延べ 200ha に及ぶ大規模トウモロコシ生産の管理を行うことが可能になった。GIS の導入により、意思決定及び伝達にかかる組織内取引コストの削減に成功したと言える。作成された圃場図・作業指示図は、構成員及び作業担当者からも、自分が作業すべき圃場がわかりやすいと好評を得た。

しかし、GIS というコーディネーション・ツールの利用で、現実的に実行可能な水準まで組織内取引コストが削減されたとはいえ、生産管理担当者の負担は依然として大きなものであった。管理担当者も酪農経営を営む構成員の一人であり、自らの経営における作業に加えてセンターの生産管理業務を行うことは容易なことではない。管理担当者については、当初は交代制という想定をしていたが、GIS 操作がやや高度なために次期管理担当者への引き継ぎが難しいという問題も残った。本稿では GIS の利用内容を平易に記述しているが、これら業務を行うには利用する GIS エンジンに対する知識と操作の慣れが必要である。試行期間中においても、筆者がセンター事務所に頻繁に出向き、管理担当者に支援を行っている。

そこで、2 年間の試行期間を経て、組織内取引コストのさらなる削減を目指し、誰もが簡易に飼料生産管理を行える特化型システムの開発に取り組むことにした。

5.7 飼料生産管理に特化した機能拡張

5.7.1 機能拡張におけるねらい

ArcGIS による飼料生産管理の試行は前節のとおりであるが、汎用 GIS 故の操作の煩雑さや、管理担当者の負担の大きさ、次期管理担当者への業務引き継ぎが難しいことが課題として残った。当初は時間をかけてセンター構成員の中で人材育成を図る思惑もあったが、自らの酪農経営管理に加えて新たな技術習得のために多大な時間を割くのは困難であった。そこで、①センター管理担当者の負担軽減を目的とした、対象組織の管理業務に特化したデータ入力、表示、集計、帳票作成フォームの開発、②後の汎用化、他組織向けシステムへの応用に利用可能な各種処理のパターン化、を念頭に入れシステムの開発・カスタマイズを行った。

5.7.2 試行期間を通じた飼料生産・管理体制の確立

試行当初は流動的・場当たりの側面もあった生産管理体制についても、試行期間を通じて確立しつつあった。大きく変わったのは、全作業に対して管理者から作業員に対して作業指示が出されるようになったことである。この作業指示は、エリア毎に作業担当者を割り当て、所定期間内に作業の実施を求めるものである。割り当てられた担当者は期間内に対象圃場群での作業実施について責任を負うが、詳細な作業日程については裁量がある。いわば、管理担当者は中長期的な日程計画と作業割当を行い、詳細な日程計画については作業担当者レベルで策定する、ということになる。生産管理における意思決定を下部構成員に委譲していく管理体制は、事例センターのような大規模組織においては非常に有効な手段であり、組織内取引コスト削減に向けたマネジメント構造の改善が進んだと言える。

また、作業実施報告について、作業実施者情報に加えて使用機械（トラクタ、アタッチメント）についても報告し、作業日当に加えてこれら使用機械の借料についても支払われることになった。これら日当・借料は通常用いられることが多い時間当たり単価ではなく、面積当たりの単価で算出される。

5.7.3 管理業務内容と機能拡張における要件

確立されつつあった生産管理体制を踏まえて、機能拡張における要件を明確に定義した。

（１）作付計画の策定

集積している面積は約 130ha であるが、連作による地力低下回避や堆肥処理のために、それぞれの作期で 20～30ha の休耕畑を設定する必要がある。テーブル形式のデータビューで対象圃場を選択・設定するのがシンプルな方法ではあるが、地図画面上で圃場間の位置関係を考慮に入れながら圃場を選択・設定する方法も求められる。値の設定については、対象圃場が膨大なことからマウス操作による複数圃場への一括データ入力が必要である。

（２）播種用指示図面・圃場一覧作成

作業員に対しては作付・休耕別に色分けされた圃場図面と表形式の圃場一覧で指示を与えるので、エリア毎に分割された印刷レイアウトの設定を簡易に行える必要がある。

（３）作業員圃場割り当て・作業指示図作成

耕耘，除草剤散布については10人程度の構成員で分担して行うが，これらについては作業員別に担当圃場を割り振る必要がある．組織体制上，地権者と圃場の関係は切り離されているので，作業員の圃場割り当ては地図上で近隣圃場をまとめて選択・設定できることが望ましい．また，地図上で設定済み圃場と未設定圃場を，データ入力を行いながら確認できる必要がある．作業指示図については作業員別に対象圃場を表示，圃場一覧とともに出力することが求められる．

（４）作業履歴の入力

作業員に対しては面積単価で出役日当が支払われ，トラクタやアタッチメントについても所有者に対して面積単価で借料が支払われる．後の日当・借料集計のために圃場別に作業員，使用機械を入力する必要がある．また，作業日誌だけではなく後述するGPSロガーによる軌跡データも利用することから，テーブル上だけではなくマップ上での圃場選択・設定に対応する必要がある．これについても対象圃場数が膨大かつ入力項目数が多いのでクリック操作による複数圃場への一括データ入力が必要である．また，播種については後述の収穫計画の策定に播種日を利用するので，入力項目として作業日が必要になる．

（５）収穫計画の策定，指示図作成

収穫計画の策定は２段階で行う．第１段階では播種日の早い圃場から順に収穫日を割り振る．第２段階ではマップ上に圃場を収穫日程別に色分け表示し，圃場間の位置関係を考慮に入れながら修正・調整を行う．このため，播種日別に収穫日程を入力できるフォーム１と，その結果をマップ上に表示し修正・調整を行えるフォーム２が必要となる．策定した計画で日程別に作業指示図，圃場一覧を出力する機能も必要である．

（６）GPSデータの取り込み

播種については収穫計画策定のために正確な作業日の記録が必要である．このため播種作業についてのみGPSロガー（GlobalSat社DG-100）による作業データの記録を行っている．

GPSロガーが出力するデータはテキスト形式なので，これを日程別にラインデータ化する必要がある．ArcGISにはGPX形式のデータを直接インポートする機能がなく，テキスト形式の経緯度座標からポイントデータを作成し，それをさらにラインデータに加工する必要がある．これを手動で行うにはArcGISの操作について相当習熟する必要があり，作業時間がかかるのでこれを自動化する機能が求められる．

（７）作業日当，機械借料，地代の集計

構成員には作業日当，機械借料，地代を支払うので，これらの集計が必要である．集計は作業者別の集計とともに，作業圃場明細一覧も求められる．集計結果は 2 次利用できると同時に印刷レイアウトにも対応する必要があるので Excel に出力されることが望ましい．

5.7.4 データベースの定義

試行においては管理項目が少ないことと，管理の手順・方法が定まっていなかったこともあり，厳密なデータベースの定義は行っていなかった．しかし，機能拡張にあたり，センターにおける生産管理の項目，手順等が定まり，要件定義が明確になったことから，データベースについても厳密に定義を行うことになった．

(1) 圃場図フィーチャクラス

圃場の図形，位置情報，その他属性を持つテーブルであり，本システムのメインテーブルとなる．属性情報には基本情報として圃場 ID，地権者，住所，面積等とともに，各作物の作付予定，品種，作業別の作業者，使用機械，使用アタッチメント，作業日，作業状況を入力するフィールドを作成する．フィールドの命名規則は「作物名_作付予定」，「作物名_品種」，「作物名_作業名_作業者」，「作物名_作業名_使用機械」，「作物名_作業名_アタッチメント」，「作物名_作業名_作業日」，「作物名_作業名_作業状況」とする（図 5-9）．

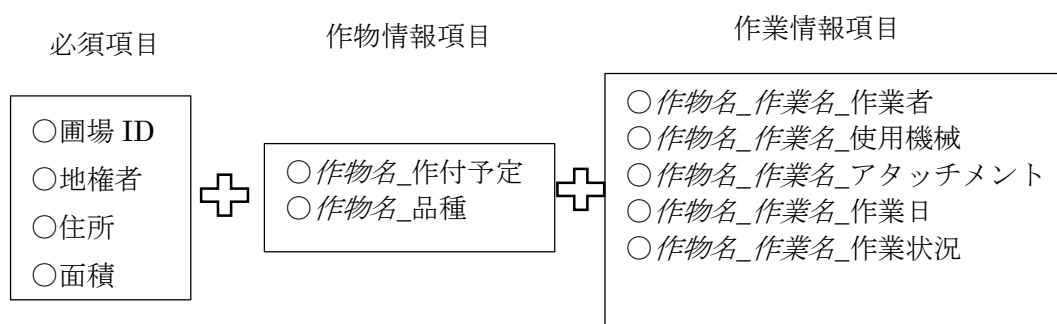


図 5-9 圃場図フィーチャクラスのフィールド構造

事例センターの場合，作物は「トウモロコシ 1 作目」，「トウモロコシ 2 作目」の二つ，作業数は「荒起こし」，「ロータリー耕」，「砕土・鎮圧」，「播種」，「除草剤（土壌

処理型) 散布」, 「除草剤 (茎葉処理型) 散布」, 「収穫」の 7 工程が基本となるので, 作物, 作業に関連するフィールド数は $2 \times (2 + 7 \times (5)) = 74$ 項目となる.

なお, 圃場図フィーチャクラスは毎年度新規に作成する. 手順は前年度の圃場図フィーチャクラスを名前のみ変更して複製し, 基本情報以外のフィールドを削除後に作物, 作業関連のフィールドを作成し直す. 圃場図フィーチャクラスの命名規則は「圃場図_年度」とする.

(2) マスタテーブル

作物マスタ, 作業マスタ, 作業者マスタ, 資材マスタの 4 つのテーブルを作成する. 作物マスタには対象となる作物名, 作業者マスタには人名を格納する. 作業マスタでは作業名とそれに対応する作業単価, トラクタ借料単価, アタッチメント借料単価を格納する. 単価は全て面積当たりである. 資材マスタには主に除草剤名と面積当たりの使用量, パッケージ単位 (500ml/本等) を格納するが, これは除草剤散布指示において, 担当圃場で使用する薬剂量と希釈水量の指示の計算で用いる.

5.7.5 開発・カスタマイズしたシステムの概要

概要を表 5-1 に示す. 生産管理業務内容や要件に合わせて各フォームを作成したところ, フォーム数は 20 となった.

表 5-1 開発したツール群概要

メニュー	フォーム	機能
データ管理	マスタエディット	作物, 作業, 作業者をマスタに登録する
	フィールドエディット	システムで利用するフィールド(作物や作業)を選択する
	フィールド一括削除	不要なフィールドを一括削除する
	新規圃場図作成	既存圃場図から新年度圃場図を複製する
圃場情報入力	圃場情報入力	マップに追加した圃場に台帳情報等の基本情報を入力する
各種レイヤ作成	各種レイヤ作成	作物, 作業別に作業進捗状況を示すレイヤを作成する
作付計画	作付計画～テーブルから	リスト表示された圃場一覧で作付・休耕の値を入力する
	作付計画～マップから	マップ上で選択した圃場に作付・休耕の値を入力する
播種用図面作成	播種用図面作成	エリア別に播種用図面のレイアウトを作成, 印刷, pdf 化する
作業計画, 指示 図作成, データ入 力	作業割当	作物, 作業, 圃場別に担当作業者を割り当てる
	作業指示図作成	担当作業別作業用図面のレイアウトを作成, 印刷, pdf 化する
	作業状況入力～テーブル から	作業者の申告をもとに, リスト表示された圃場一覧に作業者, 使用機械, 作業日等の情報を入力する
	作業状況入力～マップか ら	作業者の申告をもとに, マップ上で選択した圃場に対して作業者, 使用機械, 作業日等の情報を入力する
収穫計画策定	播種日から策定	データベースに登録された播種日をもとに収穫基本計画を策定する
	マップ上で微修正	上記で作成した収穫計画をマップ上で圃場の位置を確認しながら微修正を行う
	指示図作成	エリア別, 日程別に作業用図面のレイアウトを作成, 印刷, pdf 化する
GPS データ変換	データベースへの取り込み	GPS ロガーの CSV データを作業日別に分割し, ジオデータベーステーブルに変換する
	点・線フィーチャへの変換	ジオデータベーステーブルに変換された GPS データを点・線フィーチャに変換する
各種集計	作業料金集計	作業料金の集計, 帳票作成を行う. 帳票は Excel に対して出力される
	借地料集計	借地料の集計, 帳票作成を行う. 帳票は Excel に対して出力される

各フォームの呼び出し

作業状況入力

図 5-10 下部右は作業者割り当てフォームとなる。フォーム上で対象年度、作物、作業を選択すると作業用の圃場図が担当者別に色分けされた状態でマップに追加され、フォーム下部のリストには作業者別の担当圃場筆数と面積が集計・表示される。マップ上で選択した圃場をフォーム上部のリストに表示することができ、これらの圃場に一括で作業担当者を設定できる。設定結果は即座にマップ上の色分けと下部リストにも反映される。

図 5-10 下部左は作業状況入力フォームで、フォーム上の対象年度、作物、作業を選択すると圃場一覧がリストビューに表示される。入力対象圃場をリスト上で選択し、作業者等の入力値をコンボボックスで選択後にデータ入力ボタンを押すことで、一括データ入力が可能である。作業状況入力フォームはマップ上で選択した圃場に対して一括データ入力できるパターンも作成している。

図 5-11 に作業料金集計フォームの動作例を示す。

作業料金の集計

集計対象年度 2010

集計する作目の選択

作物名	
1期作	
2期作	
3期作	
4期作	
5期作	
6期作	
7期作	
8期作	
9期作	
10期作	
11期作	
12期作	

集計する作業項目の選択

作業名	作業単価	作
ロータリー	500	25
バディカハロ	500	25
播種機	350	10
除草機	350	10
外除草機	350	10
内除草機	350	10
外除草機	350	10
内除草機	350	10
收穫機3条	500	25
收穫機2トラ	5000	0

集計する作業者の選択

作業者名	
岸上 寛司	
山本 健一	
田中 一郎	
佐藤 健二	
鈴木 健三	
高橋 健四	
北村 健五	
西村 健六	
中村 健七	
小村 健八	
大村 健九	
小川 健十	
小林 健十一	
小島 健十二	
小野 健十三	
小野 健十四	
小野 健十五	
小野 健十六	
小野 健十七	
小野 健十八	
小野 健十九	
小野 健二十	
小野 健二十一	
小野 健二十二	
小野 健二十三	
小野 健二十四	
小野 健二十五	
小野 健二十六	
小野 健二十七	
小野 健二十八	
小野 健二十九	
小野 健三十	
小野 健三十一	
小野 健三十二	
小野 健三十三	
小野 健三十四	
小野 健三十五	
小野 健三十六	
小野 健三十七	
小野 健三十八	
小野 健三十九	
小野 健四十	
小野 健四十一	
小野 健四十二	
小野 健四十三	
小野 健四十四	
小野 健四十五	
小野 健四十六	
小野 健四十七	
小野 健四十八	
小野 健四十九	
小野 健五十	
小野 健五十一	
小野 健五十二	
小野 健五十三	
小野 健五十四	
小野 健五十五	
小野 健五十六	
小野 健五十七	
小野 健五十八	
小野 健五十九	
小野 健六十	
小野 健六十一	
小野 健六十二	
小野 健六十三	
小野 健六十四	
小野 健六十五	
小野 健六十六	
小野 健六十七	
小野 健六十八	
小野 健六十九	
小野 健七十	
小野 健七十一	
小野 健七十二	
小野 健七十三	
小野 健七十四	
小野 健七十五	
小野 健七十六	
小野 健七十七	
小野 健七十八	
小野 健七十九	
小野 健八十	
小野 健八十一	
小野 健八十二	
小野 健八十三	
小野 健八十四	
小野 健八十五	
小野 健八十六	
小野 健八十七	
小野 健八十八	
小野 健八十九	
小野 健九十	
小野 健九十一	
小野 健九十二	
小野 健九十三	
小野 健九十四	
小野 健九十五	
小野 健九十六	
小野 健九十七	
小野 健九十八	
小野 健九十九	
小野 健一百	

集計出力のオプション

- ☒ 全体集計票の出力
- ☒ 作業者別集計票の出力
- ☒ 作業者別明細票の出力

☐ 全体集計票と作業者別集計票で作業していない項目も出力する

フォームを開ける 集計を出力する

A1 全体集計票(2011/08/15 9:11:13)出力

	A	B	C	D
1	全体集計票(2011/08/15 9:11:13)出力			
2	作業者	作業名	面積	作業料金
3	1期作	1期作 ローターリー、作業資金	190a	9,486円
4	1期作	1期作 ローターリー、機械賃料	190a	4,743円
5	1期作	1期作 ローターリー、アタッチメント 賃料	190a	1,896円
6	1期作	1期作 パーティカルハロー、作業資金	2,619a	130,967円
7	1期作	1期作 パーティカルハロー、機械賃料	2,790a	69,761円
8	1期作	1期作 パーティカルハロー、アタッチメント 賃料	1,226a	12,258円
9	1期作	1期作 除草1、作業資金	1,307a	97,993円
10	1期作	1期作 除草1、機械賃料	1,307a	26,130円
11	1期作	1期作 除草1、アタッチメント 賃料	1,307a	19,596円
12	1期作	1期作 除草2、作業資金	1,307a	97,993円
13	1期作	1期作 除草2、機械賃料	1,307a	26,130円
14	1期作	1期作 除草2、作業資金	1,307a	19,596円
15	1期作	1期作 収穫、作業資金	1,244a	62,204円
16	1期作	1期作 収穫、機械賃料	595a	14,870円
17	1期作	1期作 収穫、3条、アタッチメント 賃料	595a	8,921円
18	1期作	1期作 パーティカルハロー、作業資金	557a	27,841円
19	1期作	1期作 パーティカルハロー、機械賃料	221a	5,526円
20	1期作	1期作 ローターリー、機械賃料	279a	6,985円
21	1期作	1期作 ローターリー、アタッチメント 賃料	279a	2,795円
22	1期作	1期作 パーティカルハロー、作業資金	2,31a	11,538円
23	1期作	1期作 パーティカルハロー、機械賃料	376a	9,391円
24	1期作	1期作 ローターリー、作業資金	734a	36,727円
25	1期作	1期作 ローターリー、機械賃料	734a	18,600円
26	1期作	1期作 除草1、作業資金	1,307a	97,993円
27	1期作	1期作 除草1、機械賃料	1,307a	26,130円
28	1期作	1期作 除草1、アタッチメント 賃料	1,307a	19,596円
29	1期作	1期作 除草2、作業資金	1,307a	97,993円
30	1期作	1期作 除草2、機械賃料	1,307a	26,130円
31	1期作	1期作 除草2、アタッチメント 賃料	1,307a	19,596円
32	1期作	1期作 収穫、3条、作業資金	1,244a	62,204円
33	1期作	1期作 収穫、3条、機械賃料	595a	250円
34	1期作	1期作 収穫、3条、アタッチメント 賃料	595a	150円
35	1期作	1期作 作業料金、賃料計		602,544円

全体集計票

	A1	作業面積・作業料金集計票(2011/08/15 9:11:13)出力		
	A	B	C	D
1	作業面積・作業料金集計票(2011/08/15 9:11:13)出力			
2	項目	面積	単価	作業料金
3	1期作	190a	500円	9,486円
4	1期作	190a	250円	4,743円
5	1期作	190a	100円	1,896円
6	1期作	2,619a	500円	130,967円
7	1期作	2,790a	250円	69,761円
8	1期作	1,226a	100円	12,258円
9	1期作	1,307a	750円	97,993円
10	1期作	1,307a	200円	26,130円
11	1期作	1,307a	150円	19,596円
12	1期作	1,244a	500円	62,204円
13	1期作	595a	250円	14,870円
14	1期作	595a	150円	8,921円
15	1期作			602,544円

作業者別集計帳票

全体集計票9月15日出力

図 5-11 Excel への集計結果出力

フォームのリスト上で対象作物、作業、作業者を選択し集計を実行すると、内部的に作業者別に作業料金と機械借料の集計が行われ、結果を Excel に出力する。出力は作業者・作業別の面積・料金一覧を表示する「全体集計シート」、作業者別の集計帳票を表示する「作業者別集計票シート」、作業者別の圃場明細一覧を表示する「作業者別明細票シート」が出力される。

以上、開発したツール群を利用した飼料生産管理の流れを図 5-12 に示す。

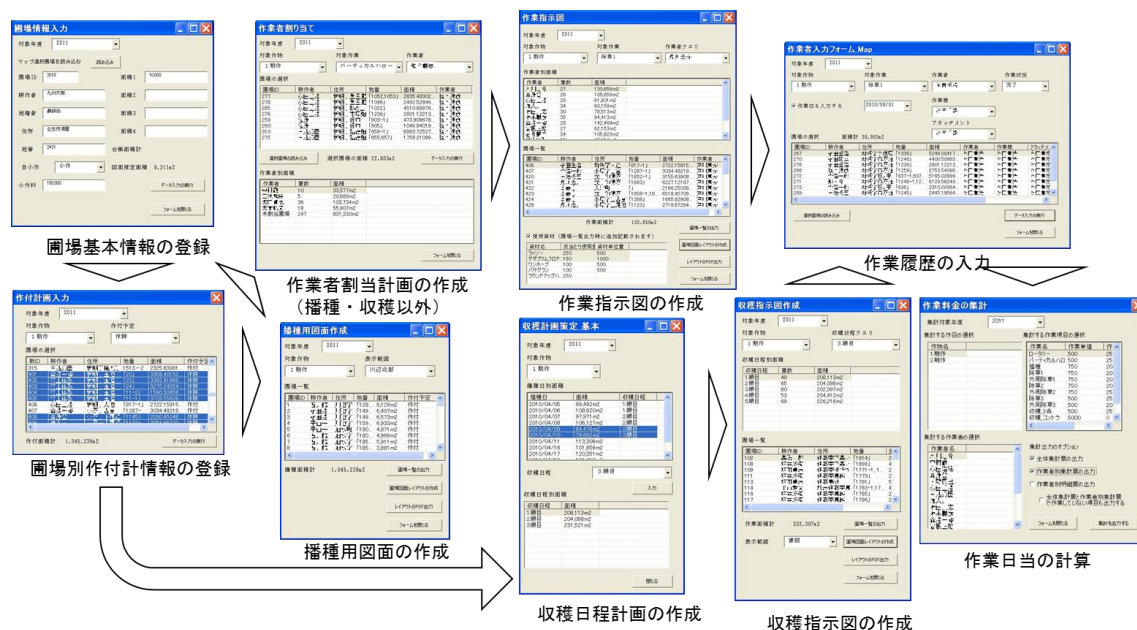


図 5-12 専用ツール群を利用した飼料生産管理の流れ

5.7.6 導入効果

機能拡張したシステムは、ほとんど全てのデータ入力、集計、図面・帳票作成を幾つかのクリック操作で可能にするものであり、管理担当者の負担を大きく削減した。詳細な作業日報がないので、削減効果を定量的に評価することはできないが、電話による ArcGIS の操作ガイダンス依頼頻度、筆者による入力・集計支援回数は確実に低下し、担当者による負担軽減の所感を得ている。

本システムは 2010 年より本格稼働を開始し、8 年間使い続けられており、その間、生産規模についても年間延べ 300ha に達するまで拡大している。

5.8 コーディネーション・ツールとしての ICT

事例のような農業経営における ICT 導入は経済学的にはどのような意味を持つであろうか。生源寺 (2017) は ICT の農業導入について

農業の ICT 活用は基礎にある科学のジャンルからすれば、工学的な技術革新であり、節約される資源のカテゴリーからすれば、労働節約型のイノベーションとみてよい。ただし、ここが肝心ののだが、ICT によって節約されるのは筋肉労働ではない。(中略) ICT の普及によって解放されるのは、複雑多様な情報を受信・評価するさい

の苦勞であり、受信情報に基づく判断・行動に伴う緊張感である。いわば頭腦労働の節約なのである。

としている。この観点から事例を見ると、確かに作付計画や作業計画策定等の意思決定は頭腦労働であり、GISの導入により、これに要するコーディネーション・コストが削減されている。しかし、生源寺（2014）の新古典派的整理では、生産活動の前提となるコーディネーションについてもコストが発生することが十分考慮されておらず⁵、生産とコーディネーションの関係についても不明瞭である。農業経営へのICT導入の経済学的意味を定式化するには、農業経営組織を単なる生産関数ではなく、コーディネーションの観点からも捉える必要がある。

5.3節では、飼料生産コストに組織内取引コストを導入したが、ここでは生産関数に対して、非効率性に起因する損失を節約するためのコーディネーション活動について導入を試みる。新古典派的な分析では、農業経営を技術的な構築物とみなし、生産関数についても

$$Y = F(L, K, A, V)$$

（ Y :生産量, F :生産関数, L :労働投入量, K :資本投入量, A :土地投入量,
 V :圃場配置の分散度）

$$\frac{\partial Y}{\partial L} > 0, \quad \frac{\partial Y}{\partial K} > 0, \quad \frac{\partial Y}{\partial A} > 0, \quad \frac{\partial Y}{\partial V} < 0$$

と定義する。しかし、この定義ではコーディネーションが生産活動に及ぼす影響を定式化することができない。そこで、生産関数をフロンティア生産関数として定義し、生産活動水準、コーディネーション活動に投入される労働及び資本に規定される損失関数を導入する。

$$Y = F(L_p, K_p, A, V) - \varepsilon(L_p, K_p, A, V, L_g, K_g)$$

（ Y :生産量, F :フロンティア生産関数,

L_p :生産活動への労働投入量,

K_p :生産活動への資本投入量,

A :土地投入量

V :圃場配置の分散度

ε :コーディネーションレベルに応じた損失関数,

L_g :コーディネーション活動への労働投入量,

K_g :コーディネーション活動への資本投入量)

ε は生産活動水準と圃場配置の分散度について増加関数であり、

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial L_p} > 0, \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial K_p} > 0, \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial A} > 0, \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial V} > 0$$

コーディネーション活動への労働・資本投入に対して減少関数とする

$$\frac{\partial \varepsilon}{\partial L_g} < 0, \quad \frac{\partial \varepsilon}{\partial K_g} < 0$$

ここで、 L_p , K_p , A について利潤最大化の一階の条件⁶⁾は

$$P \frac{\partial Y}{\partial L_p} = P \left(\frac{\partial F}{\partial L_p} - \frac{\partial \varepsilon}{\partial L_p} \right) = w_p$$

$$P \frac{\partial Y}{\partial K_p} = P \left(\frac{\partial F}{\partial K_p} - \frac{\partial \varepsilon}{\partial K_p} \right) = r_p$$

$$P \frac{\partial Y}{\partial A} = P \left(\frac{\partial F}{\partial A} - \frac{\partial \varepsilon}{\partial A} \right) = l_p$$

(w_p : L_p の価格,

r_p : K_p の価格

l_p : A の価格)

となる。フロンティア生産関数 F について限界生産力が逓減し、かつ、効率を引き下げる損失関数が生産活動水準に対して正の関数であるとする、生産活動に投入される労働投入量 L_p と資本投入量 K_p , 土地投入量 A は、組織内取引コストが存在しない新古典派的モデルに比較して低くなる。直感的には「ここまで生産規模を拡大した方が儲かるけれど、管理しきれないからほどほどにしておこう」というもので、市場の失敗ならぬ「組織の失敗」と言えよう。

一方、損失 ε はコーディネーションによって低下させることができるが、当然ながらこれにはコーディネーション・コストが発生する。コーディネーション活動への投入量 L_g , K_g について利潤最大化の一階の条件は

$$P \frac{\partial Y}{\partial L_g} = -P \frac{\partial \varepsilon}{\partial L_g} = w_g$$

$$P \frac{\partial Y}{\partial K_g} = -P \frac{\partial \varepsilon}{\partial K_g} = r_g$$

(w_g : L_g の価格,

r_g : K_g の価格)

となり、損失関数がコーディネーション活動について逓減すると仮定すると、限界損失価値が投入財価格に等しくなる水準まで L_g , K_g を投入しうる。コーディネーション水準の上昇は生産における損失を減少しうるが、最適な水準を超えたコーディネーションは損失の減少を上回るコーディネーション・コストの増加を招く。

事例のような ICT 管理ツールの導入は、このモデル内ではコーディネーション活動における技術革新と捉えることができる。損失 ε を規定するコーディネーション水準関数を定義する。

$$M = M(L_p, K_p, A, V, L_g, K_g)$$

ここで、既存のコーディネーション手法に対応した M を M_1 、ICT を利用したコーディネーション手法に対応した M を M_2 とし、同水準の生産活動における等コーディネーション水準曲線を

$$M_1(L_p^*, K_p^*, A^*, V^*, L_g, K_g) = M^*$$

$$M_2(L_p^*, K_p^*, A^*, V^*, L_g, K_g) = M^*$$

とすると、両者の関係は図 5-13 のように示すことができる。

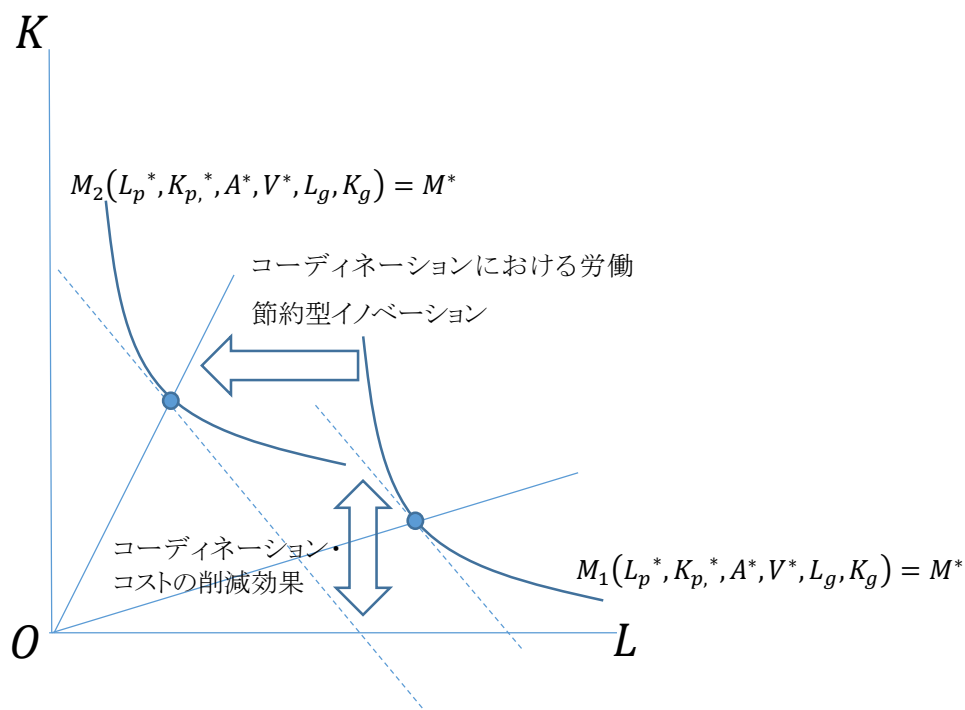


図 5-13 コーディネーション活動における労働と資本の代替

即ち、事例に類似する ICT 管理ツールの導入は、コーディネーション活動における労働節約型のイノベーションと見ることができる。

5.9 小括

本章ではコントラクター構成員が設立した農場制型 TMR センターを対象に、そこで発生した問題の構造を明らかにするとともに、対応策として ArcGIS を用いた飼料生産管理の試行、及び、機能拡張による飼料生産管理特化型システムの開発と実証について示した。

対象 TMR センターは構成員の経営耕地を全て集積し、圃場情報と利用の一元管理を行った画期的な組織であり、その集積の効果については前章でも述べたとおりである。しかし、400 筆、100ha を越える農地でトウモロコシ二期作の生産管理を行うには、意思決定と伝達について非常に大きな組織内取引コストを要する。事例センターでは、ArcGIS による生産管理を試行したことで、追加の事務作業要員等を雇用・配置することもなく、年間延べ 200ha に及ぶ大規模トウモロコシ生産の管理を行うことが可能になった。圃場分散に起因する組織内取引コスト削減のためのコーディネーション・ツールとしての、GIS の有効性が示された。

しかし、試行を通じて明らかとなった GIS の操作難易度と管理者の負担の大きさは、飼料生産管理業務に特化した GIS 生産管理システムの必要性を示すものであった。これに対応するため、試行期間を通じて確立しつつあった飼料生産・管理体制を踏まえて要件定義された機能拡張を行い、開発されたシステムにより、管理担当者の負担を軽減し、組織内取引コストをさらに削減することができた。開発したシステムは 2010 年より稼動し、現在（2017 年）に至るまで、飼料生産部門の基幹システムとして稼動し続け、トウモロコシ生産規模の拡大にも貢献している（2017 年時点で年間延べ 300ha）。

しかし、一連の試行、開発、導入を経てもなお、普及の観点からは課題が残された。第 1 はシステムの導入に係る経費である。本章で示した ArcGIS は、高機能かつ拡張性に富む優れた GIS エンジンではあるが、その導入コストは決して安くはない。他地域・組織とのやりとりにおいても、ベースとなる GIS の導入経費がネックという指摘を多く受けた。第 2 はシステムの構成である。本章で示した飼料生産管理システムは対象 TMR センターの制度の形態に合わせて開発した、いわばオーダーメイド品であり、他組織でそのまま利用するのは困難であった。もちろん汎用 GIS の基本機能を組合せることでほとんど全ての飼料生産組織に対応することは可能であろうが、それは対象事例での試行結果からも明らかなように、管理担当者に高度なスキルと管理作業負担を強いることになる。飼料生産組織の制度の形態をどのようにパターン化

し，どこまで特化型の開発を行うかについて，更なる検討が必要である．これへの対応については，補論において詳細に述べる．

5.10 補節：農場制型 TMR センターにおける生産管理

本章で提起したコーディネーション問題⁷は，生産管理論⁸のアプローチから，より実務的な整理を行うことができる．一般的な生産管理の概念を図 5-14 に示す



図 5-14 一般的な生産管理の体系

吉良(2014)によれば生産管理は「所定の品質の製品を所定の期間に，所定の数量だけ，所定のコストで生産されるように，生産を予測し，諸活動を計画し，統制及び調整して，生産活動全体の最適化を図ること」とされている．また，その構成要素（管理領域）として

1) 一次管理

(1) 工程管理

所定の品質，コスト，数量の製品を，所定の納期に生産するために，生産の4要素（人・機械・材料・方法）を総合的に統制し，経済的な生産を実施するための管理活動．

(2) 原価管理

標準原価や許容原価を用いて，原価企画，原価統制，原価改善を実施する管理活動．

(3) 品質管理

顧客の要求する品質を備えた製品・サービスの生産を実施するための管理活動．

2) 生産機能別管理

(1) 設計管理

顧客の要求を満足する製品を効率的に設計するために実施される，設計部門の組織管理，設計業務の日程管理，設計の標準化，設計情報の維持更新等の管理活動．

(2) 資材購買管理

製品を効率的に生産するために，製品情報と生産計画に基づいて，所定の品質と数量の，材料，部品，消耗品である資材を，所定の納期に，最小のコストで提供するための管理活動．

(3) 作業管理

生産工学における作業研究の手法を用いて裁量の作業方法として標準作業を定義すると共に，それを平均的な技能を有する作業者が行う場合の時間として標準時間を定義した後，それらと実際作業並びに実際時間の際を分析し，改善し，新たな標準時間と標準作業を定義するための管理活動．

3) 生産要素別管理

(1) 人事管理（作業管理）

生産の実施に必要な従業員及び作業環境を整備するとともに，生産性を高めるための管理活動．

(2) 倉庫運搬管理

資材や製品の適正な保管と，迅速かつ確実な出入庫を実施するための管理活動である倉庫管理と，所定の品質と数量の資材や製品を，所定の場所までに，所定の納期に，最小のコストで運搬するための管理活動である運搬管理の総称．

(3) 設備管理管理

調査，計画，設計，製作，設置から運転，保全を経て廃却に至る設備のライフサイクルを通じ，設備を有効活用することにより，企業の生産性を高めるための管理活動．

を挙げている．この定義に従えば，農場制型 TMR センターにおける生産管理は，「所定の品質の TMR を安定的に，所定のコストで生産されるように，生産を予測し，諸活動を計画し，統制及び調整して，TMR 生産活動全体の最適化を図ること」となる．トウモロコシ生産は TMR 製造における一過程に過ぎず，その生産管理は TMR の製造過程全体の中で計画・統制されるのが，本来の生産管理の体系である．

しかし，一般的な製造業の中間生産物と異なり，トウモロコシは農作物であるがゆえに生産スケジュールが作物としての生育時期に束縛され，「在庫圧縮のため，必要な時期に必要な量だけ生産する」ことができない．TMR の年間生産量の予測に基づき，トウモロコシの生産を行い，その在庫であるトウモロコシサイレージを取り崩しながら TMR を製造するというのが現実的な姿である．一方でこのようなトウモロコシ生産における制約は，自給飼料活用型 TMR センターにおける生産管理において，TMR

製造部門とトウモロコシ生産部門にはば分離して実施できることにつながり、生産管理体系を単純化することを可能にする。事例センターでのトウモロコシ生産部門に限定した生産管理の体系を、吉良（2014）の定義に従い整理したものを表 5-2 に示す。

トウモロコシ生産部門に限定してなお、その生産管理領域と項目は多岐にわたるが、特に工程管理の領域がウェイトを占める。しかしこれは、トウモロコシ生産部門において品質管理や原価管理の重要性が低いということではなく、予め想定されているトウモロコシ生産方式（技術）に従った生産を行えば、トウモロコシの収量・品質のバラツキは相当程度抑えられ、圃場一筆毎の個別品質管理・原価管理を行う費用対効果が低い、ということである。工程管理を適切に行うこと自体が、品質管理・原価管理につながっているとも言える。

ただし、工程管理を適切に行う前提として、圃場の基本情報、計画値、実績値が適切に設定、記録されており、生産の計画や統制においてそれらを利用できることが求められる。圃場の筆数が少なく、分布範囲も狭い家族経営等の場合は、圃場の基本情報等を Excel でリスト状に整理し、地図や航空写真と照らしあわせながら生産の計画と統制に利用することも十分可能である。しかし、事例のように広域に 400 筆・130ha を越える圃場が分散しているケースでは、その管理労働時間及び管理労働人件費（以下、管理労働コスト）が甚大なものになる。

例を挙げると、生産統制における作業担当者への対象圃場の割当では、近接圃場群を一定の面積規模でグループ化し、グループ毎に作業担当者を割り振ることになる。例えば 10ha 毎のグルーピングと作業割当を Excel と地図を交互に参照しながら行うことは、多くの労力を要する。また、作業担当者への作業指示においても、圃場のリストと、地図上に対象圃場を枠取りした作業図面等、いわば作業伝票を準備する必要がある、この作成・準備にも多くの労力を要する。作業伝票は作業実施状況を記入する作業報告書にもなるため、作業伝票の作成及び作業指示が適切に行われない場合、進捗管理に必要な作業進捗状況の把握において支障がでることもある。当然のことながら、作業日当の計算・支払いについても適切な計算ができず、原価管理や財務管理にもその影響は波及する。

このような生産管理、工程管理について、一般製造業では実務的に様々な手法が考案され、体系的に機能を維持させるべく ICT を活用したシステム化が図られている。しかし、農業分野では長らくの間、家族経営が主たる担い手であったため、管理の対象規模が小さく、システム化が遅れている状況にあった。近年は農業分野においても経営の法人化、大規模化が進展し、民間各社より様々なシステムが提供されつつあり、農業の各分野、対象作物に適した管理精度・構成の検討が進むことが期待される⁹。また、導入する側においても、その生産管理体制において、ICT 活用を前提とした見直しを行うことが望ましい。

表 5-2 飼料用トウモロコシ生産における生産管理体系

管理領域・項目						管理内容
一次管理	品質管理					ロット(サイロ)毎の水分率測定、成分分析
	原価管理	原価統制				製造原価計算
		原価改善				単収の維持・改善
	工程管理	生産計画	基本計画	作業計画		生産方式(技術)の選択
			業務計画	期間別計画	大日程計画	年間通した作業計画
					中日程計画	各作業の作業開始時期・完了時期の決定
					小日程計画	週単位あるいは日別の作業スケジュールの決定
			要素別計画		資材計画	種子、肥料、薬剤の使用量と使用時期の決定
					設備計画	作付圃場の決定
					日程計画	各作業の作業開始時期・完了時期の決定 週単位あるいは日別の作業スケジュールの決定
		生産統制	作業手配	作業割当		作業担当者への対象圃場の割当
						作業担当者への対象圃場の指示
			作業統制	進捗管理		進捗状況の把握・計画の修正
			実績データ管理	実績データ集計		作業日当、機械借料の集計
						地代の集計
				実績データ分析		作業報告の集計
						作業完了圃場・未完了圃場の確認
						作付け履歴
生産機能別管理	資材購買管理	資材計画				種子、肥料、薬剤の使用量と使用時期の決定
		在庫管理				種子、肥料、薬剤の余剰返品
		購買管理				種子、肥料、薬剤の発注
		外注管理				コントラクターへの収穫作業発注
生産要素別管理	設備管理					圃場の地力維持(休耕・作付けの決定、堆肥散布等)
						圃場の基本情報の管理

¹ 集落では生産・生活両面にわたる地域的な共同活動を維持・運営していくものとして集落機能が形成されている。この機能に依拠して、農家を地縁的に組織化する点に集落営農の特質がある (naropedia <http://lib.ruralnet.or.jp/nrpd/>)。

² 取引コスト(費用)に類似する概念・用語は他にもあり、例えば篠崎(2014)では組織内の業務間の調整には費用が必要であり、それをコミュニケーション費用としている。また、Williamson(1999)は企業と市場を相互に代替的なガバナンス様式とみなし、その維持に要するコストをガバナンスコストとしている。取引コスト理論の原点を示したのは Coase(1937)であるが、そこでは取引コストという用語は使用されておらず、取引コストという用語を世の中に広めたのは Williamson(1975)である(菊沢(2016))。取引コストの概念については Coase(1988)、Douma(1991)、Milgrom and Roberts(1997)、菊澤(2016)を参照。

³ 意思決定支援を目的とした情報システム研究としては、これまでも櫻元ら（1994）、南石（1999）、櫻元ら（2000）、櫻本・南石（2005）、大石ら（2011）等がある。

⁴ 速水（2000）はこのような動機付け、モラルハザードの問題の観点から、最小の共同体単位である家族経営の優位性について説いている。

⁵ Milgrom and Roberts（1997）では「経済活動を計画しコーディネートするためには、資源が必要である。オフィスを与えられた従業員，資料とデータベース，その処理を支援するコンピュータや通信機器など，多くの実物資源が必要だからである。計画立案者自身の時間に加えて，生産担当者も書式を作り，報告を完成させ，計画立案者の質問に答えるために時間をつかう。」としている。

⁶ 2 階の条件としてヘッセ行列の首座小行列式が

$$\frac{\partial^2 Y}{\partial L_p^2} < 0$$

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial^2 Y}{\partial L_p^2} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_p \partial K_p} \\ \frac{\partial^2 Y}{\partial K_p \partial L_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial K_p^2} \end{vmatrix} > 0$$

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial^2 Y}{\partial L_p^2} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_p \partial K_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_p \partial A} \\ \frac{\partial^2 Y}{\partial K_p \partial L_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial K_p^2} & \frac{\partial^2 Y}{\partial K_p \partial A} \\ \frac{\partial^2 Y}{\partial A \partial L_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial A \partial K_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial A^2} \end{vmatrix} < 0$$

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial^2 Y}{\partial L_p^2} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_p \partial K_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_p \partial A} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_p \partial L_g} \\ \frac{\partial^2 Y}{\partial K_p \partial L_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial K_p^2} & \frac{\partial^2 Y}{\partial K_p \partial A} & \frac{\partial^2 Y}{\partial K_p \partial L_g} \\ \frac{\partial^2 Y}{\partial A \partial L_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial A \partial K_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial A^2} & \frac{\partial^2 Y}{\partial A \partial L_g} \\ \frac{\partial^2 Y}{\partial L_g \partial L_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_g \partial K_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_g \partial A} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_g^2} \end{vmatrix} > 0$$

$$\begin{vmatrix} \frac{\partial^2 Y}{\partial L_p^2} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_p \partial K_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_p \partial A} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_p \partial L_g} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_p \partial K_g} \\ \frac{\partial^2 Y}{\partial K_p \partial L_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial K_p^2} & \frac{\partial^2 Y}{\partial K_p \partial A} & \frac{\partial^2 Y}{\partial K_p \partial L_g} & \frac{\partial^2 Y}{\partial K_p \partial K_g} \\ \frac{\partial^2 Y}{\partial A \partial L_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial A \partial K_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial A^2} & \frac{\partial^2 Y}{\partial A \partial L_g} & \frac{\partial^2 Y}{\partial A \partial K_g} \\ \frac{\partial^2 Y}{\partial L_g \partial L_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_g \partial K_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_g \partial A} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_g^2} & \frac{\partial^2 Y}{\partial L_g \partial K_g} \\ \frac{\partial^2 Y}{\partial K_g \partial L_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial K_g \partial K_p} & \frac{\partial^2 Y}{\partial K_g \partial A} & \frac{\partial^2 Y}{\partial K_g \partial L_g} & \frac{\partial^2 Y}{\partial K_g^2} \end{vmatrix} < 0$$

を満たす必要がある。

7 バーナード以前の管理論では、管理を計画・組織化・命令・調整・統制の過程と捉え、管理に役立つ諸原則を分類・整序しており（三戸 2002）、その観点で言えばコーディネーション問題はまさに管理問題である。しかし、現代経営学における管理論は多様な組織と様々な環境との動態的関連を明らかにする理論的認識活動であり（高橋 2015）、その意味では古くて新しい問題と言える。

8 生産管理の体系的整理については吉良（2014）、片山（2015）を参照。

9 5.7 節で示したように、コーディネーション（あるいは管理）には、費用対効果を勘案した適度な水準が存在する。過度のコーディネーションは見合う効果を得られないばかりか、システム化の誘因そのものを低下させる懸念がある。また、篠崎（2014）が指摘する「効果のない仕事を IT で効率化するムダ」については十分考慮する必要がある。

第6章 要約と結論

6.1 要約

以上、本研究では暖地で展開するトウモロコシコントラクターと、そこから派生した農場制型 TMR センターを対象に、圃場分散状況とそれに起因する問題の構造を明らかにするとともに、その対応策について現地での試行・実証試験事例を通じて提示した。以下、その要約を示す。

6.1.1 トウモロコシ二期作の経済性とコントラクターの意義

熊本県における酪農経営を対象に、暖地型酪農の特徴としてのトウモロコシ二期作を取り上げ、その経済的効果とコントラクターの意義について確認した。

対象は搾乳頭数規模が 110 等を超える大規模経営ながら、コントラクターを活用しつつ、二期作によりトウモロコシ年間栽培面積が 30ha に及ぶ自給飼料重視の経営を行なっている。対象地域では温暖な気候からトウモロコシ二期作が広く普及しているが、二期作栽培では 1 作目の収穫を 7 月下旬～8 月上旬に行うとほぼ同時に 2 作目の播種を行う必要があり、この時期の 1 作目収穫と 2 作目播種の作業競合により、トウモロコシの播種と収穫を担うコントラクターが活発に活動している。対象経営では、播種と収穫作業をコントラクター委託することで、大規模なトウモロコシ二期作に取り組むことが可能になっている。

対象事例が仮に二期作栽培に取り組まず、イタリアンライグラスとの二毛作を選択した場合と、現状の二期作栽培を前提とした場合の搾乳牛向け給与メニューを試算し、それらの資料費を比較することで、二期作栽培の効果を検討した結果、二毛作での濃厚飼料給与量 14.8kg 対して二期作では 12.1kg (1 作目)、13.5kg (2 作目) と濃厚飼料購入量が大きく低下し、搾乳牛 1 日 1 頭当たりの飼料費は二毛作で 1,222 円であるのに対して、二期作では 1,091 円 (1 作目)、1,152 円 (2 作目) となることが試算された。対象経営と同規模の搾乳規模 100 頭水準の経営で 2 期作栽培に取り組んだ場合、搾乳牛向け年間飼料購入費の削減効果は $(1222 - (1091 + 1152) / 2) \times 100 \text{ 頭} \times 365 \text{ 日}$ であり、368 万円におよぶ。

対象経営の収益性指標を生産費調査の 100 頭以上層と比較すると、乳代に対する総飼料費の割合は生産費調査結果の 43%、42%と比較して、40%、38%と低い水準であり、生乳 100kg 当たり所得についても、2009 年度、2010 年度それぞれで 14%、12%の所得増効果が表れている。飼料費シミュレート、生産費調査との収益性指標で

の比較双方において、大規模なトウモロコシ二期作の経済的メリットが現れており、トウモロコシ二期作を支えるコントラクターの重要性が明らかとなった。

6.1.2 自給飼料生産を支援するコントラクターの成立条件

コントラクターを活用しつつ、自給飼料生産に立脚した酪農経営を展開する事例について、その収益性については明らかになったが、委託側にとっての優位性が受託側のコントラクターにとって、常に経済性を有する事業につながるとは限らない。暖地トウモロコシ二期作地帯で展開するトウモロコシ共同収穫組織を事例とし、その事業継続に必要となる最低面積規模について明らかにした。

対象は8戸の酪農経営により平成12年に設立された。作業期間中、ハーベスタのオペレータやダンプ運転手を組合外部より日雇で調達し、不足分については組合員が出役する。トウモロコシ収穫作業が主体であるが、不耕起プランターを利用した播種作業も行う。組合員は組合に対して作業を委託する形をとるが、事務局・運営主体は出資している酪農経営8戸であり、組合員の出役を伴うことから作業受託組織と機械共同利用・共同収穫組織の中間的な形態と言える。

設立当初はおよそ80haからスタートしているが、その後順調に作業実績を拡大し、平成23年には年間延べ作業実績が160haに達している。これには員外からの収穫受託も積極的に請け負っていることが寄与しており、組合収入においても員外受託収入の割合は大きく、平成22年で29%、平成23年で39%である。員外受託・作業実績の拡大は組合収支の改善をもたらし、現在では大きな利益が発生するに至っている。

事例と同様の収穫作業体制を前提に、規模別、作業料金別の収支および年間作業日数を試算する。リース半額補助事業を前提にした場合、作業料金が6,500円/10aの場合で80~90haが損益分岐点となってくる。リース半額補助が無い場合、作業料金6,500円/10aにおける損益分岐点は150ha~160haとなり、必要最低規模が大きく引き上げられる。

組織の設立の際にはこれが一つの目標値となるが、対象が畜産経営に限定されるため、事業面積規模の拡大は、活動エリアの広域化を伴い、圃場の分散問題を生じさせることが推測される。

6.1.3 トウモロコシコントラクターの圃場分布状況とその作業効率

大型自走式ハーベスタを所有するコントラクターの成立条件について、高額な機械投資の回収に必要な受託面積規模は約160haに達すると試算された。この規模の受託を確保するには、相当の広域エリアを対象とせざるを得ないと考えられる。そこで、

九州管内で展開するトウモロコシコントラクターを対象に収穫圃場の分布状況と作業効率について明らかにするとともに、対象事例で行われた TMR センターによる圃場集積の効果を明らかにした。

調査対象は、1996 年に設立された組合員戸数 80 戸を超える広域・大型コーンコントラクタである。主な受託作業は大型自走式ハーベスタ 2 台（6 条刈り）による収穫と不耕起播種機による播種で飼料用トウモロコシ生産に特化している。受託範囲は広く、旧 4 市町村にもおよぶ。2008 年には組合員 20 戸が圃場を集積し（約 130ha、1 シーズンで作付するのはうち約 100ha）、農場制型 TMR センターを稼働させた。

2007 年、2008 年ともに広域に収穫対象圃場が分散しており、圃場重心座標よりその範囲を算出すると 11km×15km となる。圃場平均面積は 36a であり、区画として大きいとは言えない。このような小中区画圃場が広域に分散している点が対象コントラクターの大きな特徴のひとつである。2008 年には収穫全体面積の 45%を占める 103ha の圃場がセンターにより集積されており、その範囲は 7.1km×7.4km に及ぶ。

ハーベスタに搭載した GPS ロガーのデータから、2007 年の稼働時間/日はハーベスタ 1 で 5 時間 12 分、ハーベスタ 2 で 4 時間 39 分であり、うち移動時間がそれぞれ 1 時間 25 分、1 時間 5 分であることがわかった。移動時間/稼働時間比率は 27%、23% であり、すなわち、正味稼働している時間のうち約 4 分の 1 を圃場間移動に当てていることになる。

一方、2008 年のセンターからの受託部分ではハーベスタ 1 について移動時間/日が 50 分と短縮されており、そのため移動時間/稼働時間比率も 16%に低下している。ハーベスタ 2 についても稼働時間が上昇したことで移動時間が僅かに低下したことで移動時間/稼働時間比率が 18%に低下している。

対象コントラクターの 2007 年及び 2008 年のハーベスタ作業データから、対象コントラクターにおける圃場の広域分散状況と、圃場間移動時間の割合の高さ（作業効率の低さ）、（団地化を伴わない）TMR センターの農地集積による作業効率の改善効果が明らかとなった。

6.1.4 TMR センターによる圃場情報と利用の一元管理の効果

TMR センターの圃場の集積により収穫作業における圃場間移動の効率化が実現された理由として、構成員と圃場の関係が分離され、センターにより圃場情報と利用の一元管理が可能になったことが挙げられる。

トウモロコシ収穫はサイロへの詰め込み・密封作業が伴うので、依頼者別に圃場を巡回・収穫するのが原則である。つまり、依頼者 A の圃場を巡回・収穫中はたとえその経路上や近傍に他の依頼者の圃場があっても収穫することはできない。収穫圃場が密集していても依頼者が異なればまとめて収穫することができないことが、トウモロ

コシコントラクターの作業効率低下の一要因になっている。しかし、事例における TMR センターではセンター利用者の圃場を一括管理しており、収穫物もセンター内の大型バンカーサイロで一括調製している。そのため、センターで集積している圃場については近隣圃場を順次収穫していくことが可能であり、移動距離(m)/面積(10a)や移動時間/稼働時間の指標改善につながっている。2007 年と 2008 年の播種・収穫計画の策定と実施方法の違いを見ると、センター稼働前は耕作者・依頼者毎に圃場を巡回・収穫していたが、センターの圃場の集積により耕作者と圃場の関係は分離され、近接圃場を効率よく巡回・収穫を行うことが可能になっている。これは、センター設立前の収穫作業については各農家が部分最適を行うことでコントラクター全体としては損失が発生しており、センターによる一括管理は全体最適に近づくことで効率が改善していると言える。

ところで、事例では TMR センターを立ち上げ、それに付随する形で圃場の集積が行われている。しかし、収穫対象エリアを数ブロックに分割し、ブロック別に利用者間の土地利用調整を行うことでも同様の効果を得ることができる。具体的にはブロック内の収穫圃場を全て 1 本の経路で繋ぎ、所有面積に応じて経路を分割し、利用者に再配分する方法がある。本事例は、団地化を伴わない農地集積の効果を示すと共に、コントラクター利用者間の農地調整だけでも収穫作業の効率改善が可能であることを示唆している。

6.1.5 TMR センターにおける圃場分散問題の構造

暖地コントラクターにおける圃場分散状況とそれに起因する作業効率の低下、また、TMR センターによる圃場情報と利用の一元管理の効果について明らかにしたが、ここでは、圃場を集積した TMR センター側に焦点を当て、その設立当初に発生した問題を組織内取引コストの観点からその構造を明らかにし、解決の一方策について示した。

対象事例は酪農家集団 20 戸（総搾乳頭数・約 1000 頭）により 2008 年から稼働を始めた農場性型 TMR センター（圃場面積 130ha・筆数 400 筆、延べ作付面積 200ha/年）である。事例は約 130ha（2008 年時点）の圃場を集積しトウモロコシの 2 期作栽培に取り組んでいる。

しかし、数百枚の圃場が広域に分散し、作業を担う構成員が 20 名に及ぶ状況で、大規模なトウモロコシ生産を適切に計画（意思決定）、統制（伝達）する有効な手段を有していなかったため、設立当初に大きな混乱が発生した。

農場制型 TMR センターの経済的メリットは、個別小規模生産・家族経営と比較した協業大規模生産によるスケールメリットに集約することができる。n 戸の同質・同

規模の飼料生産ユニットが協業するケースを考えると、個別生産と比較して協業生産はスケールメリットによる生産費の削減が期待できる。

しかし、個別生産が小規模において経営主が意思決定、具体的には作付け計画の策定や作業計画の策定を行い、専ら自らが作業を実施するのに対して、協業生産においてはリーダーが全体の意思決定を行い、決定された内容に基づき構成員に作業指示・伝達が行われ、構成員からリーダーに対して作業報告が行われる。すなわち、協業生産では意思決定の規模が大きくなることによるコストの増大に加えて、作業指示・伝達コストという新たなコストが発生する。このようなコーディネーションコスト（組織内取引コスト）を飼料生産コストに明示・導入すると、コーディネーション・コストの大小によってはスケールメリットが相殺され、協業生産への誘因力も低下することがわかる。スケールメリットの観点からは、協業生産は家族経営に対して優位性を持つが、コーディネーション・コストの観点からは家族経営が優位性を持ち、意思決定及び伝達・コミュニケーションのコストの評価によっては、スケールメリットは増大するコーディネーション・コストで相殺されうる。

先行研究においては、この種のコーディネーション・コストや組織内取引コストへの言及はほとんど見られない。理由の一つとしては、先行研究の多くが北海道酪農地帯をフィールドにしているものが多く、都府県とは圃場の集約度が異なることが挙げられる。例えば久保田（2014）で対象としている事例センター構成員の圃場は40ha・6筆、37ha・6筆、36ha・9筆、60ha・8筆、68ha・9筆と例示されている。対して本章事例では130ha・400筆の圃場が10km×8kmに分散している。つまり、意思決定の対象、また、伝達の単位である圃場が、先行研究のフィールドでは比較的集約されているのに対して、事例では広域に大量分散している状況にある。これにより、事例では圃場分散に起因する意思決定・伝達コスト、即ちコーディネーション・コストが増大したと考えられる。

6.1.6 GISによる飼料生産管理

圃場の大量・広域分散に起因するコーディネーション・コストの削減方策として、GISによる飼料生産管理を試行した。

具体的な内容は、作付け計画の策定（作付け・休耕地の配置）、播種計画の策定、播種作業指示書の作成、播種作業進捗管理、播種作業以外の作業指示図作成、作業実績データの入力、作業日当の集計、借地料の集計、コントラクターへの収穫作業指示図の作成である。これにより、例えば計画の策定については、対象圃場をマップ上に表示し、圃場の配置状況を視覚的に把握しつつ作付け・休耕地の配置や各種作業の担当者への割当を行い、各種作業の指示についても、策定された計画・マップを作業指示図として活用することで、作業担当者へ明確に伝達することが可能となった。GISの

導入により、意思決定及び伝達にかかる組織内取引コストの削減に成功したと言える。作成された圃場図・作業指示図は、構成員及び作業担当者からも、自分が作業すべき圃場がわかりやすいと好評を得た。

GIS というツールの利用で、現実的に実行可能な水準までコーディネート・コストを削減することができたが、生産管理担当者の負担は依然として大きなものとして残った。管理担当者も酪農経営を営む構成員の一人であり、自らの経営における作業に加えてセンターの生産管理業務を行うことは容易なことではない。そこで、2年間の試行期間を経て、組織内取引コストのさらなる削減を目指し、誰もが簡易に飼料生産管理を行える特化型システムの開発に取り組むことにした。具体的には、

- (1) 作付計画の策定
- (2) 播種用指示図面・圃場一覧作成（センター内部向け）
- (3) 作業員圃場割り当て・作業指示図作成（センター内部向け）
- (4) 作業履歴の入力
- (5) 収穫計画の策定、指示図作成（コントラクター向け）
- (6) GPS データの取り込み
- (7) 作業日当、機械借料、地代の集計

等を簡易に実行しうる専用ツール群（フォーム数 20）を開発した。

機能拡張したシステムは、ほとんど全てのデータ入力、集計、図面・帳票作成を幾つかのクリック操作で可能にするものであり、管理担当者の負担を大きく削減した。詳細な作業日報がないので、削減効果を定量的に評価することはできないが、電話による ArcGIS の操作ガイダンス依頼頻度、筆者による入力・集計支援回数は確実に低下し、担当者による負担軽減の所感も得ている。

本システムは 2010 年より本格稼働を開始したが、2017 年現在も管理担当者の交代も経ながら、事例センターの基幹システムとして稼働中である。また、生産規模についても年間延べ 300ha に達するまで拡大しており、大規模飼料生産管理システムとして着実に効果を挙げている。

6.1.7 コーディネーション・ツールとしての ICT

事例のような農業経営における ICT 導入は経済学的にはどのような意味を持つだろうか。生源寺（2017）は ICT の農業導入について、工学的な技術革新であり、労働節約型のイノベーションであるとしている。しかし、生源寺の枠組みでは生産活動の前提となるコーディネートについてもコストが発生することが十分考慮されておらず、生産とコーディネーションの関係についても不明瞭である。農業経営への ICT 導入の経済学的意味を理解するには、農業経営組織を単なる生産関数ではなく、コーディネーションの観点からも考察する必要がある。

生産関数をフロンティア生産関数として定義し、生産活動水準とコーディネーション活動に投入される労働及び資本に規定される損失関数の導入を試みた。

フロンティア生産関数 F について限界生産力が逓減し、かつ、効率を引き下げる損失関数が生産活動水準に対して正の関数であるとする、生産活動に投入される労働投入量 L_p と資本投入量 K_p は、組織内取引コストが存在しない新古典派的モデルに比較して低くなる。直感的には「ここまで生産規模を拡大した方が儲かるけれど、管理しきれないからほどほどにしておこう」というもので、市場の失敗ならぬ「組織の失敗」と言えよう。

一方、組織の失敗とも言える損失はコーディネーションによって低下させることができるが、当然ながらこれにはコーディネーション・コストが発生する。損失関数がコーディネーション活動について逓減すると仮定すると、限界損失価値が投入財価格に等しくなる水準まで L_g , K_g を投入しうる。コーディネーション水準の上昇は生産における損失を減少しうるが、最適な水準を超えたコーディネーションは損失の減少を上回るコーディネーション・コストの増加を招く。

事例のような ICT 管理ツールの導入は、このモデル内ではコーディネーション活動における技術革新と捉えることができる、即ち、事例に類似する ICT ツールの導入は、コーディネーション活動における労働節約型のイノベーションと見ることができる。

6.2 結論と考察

以下、本研究を通した結論と考察を示す。

対象地域では、その温暖な気候からトウモロコシ二期作が可能であり、それを支援する形でコントラクターが展開している。委託者側の経済的メリットが大きい一方、受託する側のコントラクターでは安定的な運営を維持可能な事業規模が極めて大きく、事業規模の確保と圃場の広域分散というジレンマを構造的に抱えている。事例コントラクターの圃場は極めて広域に分布しており、その作業効率は良いとは言い難い。しかし、TMR センターが農地を集積し、圃場情報と利用の一元管理を行うことで、収穫作業を担うコントラクターにおいて、作業効率の改善が見られた。団地化を伴わない農地集積が作業効率を改善しうる確証であり、コントラクター利用者間の農地利用調整の有効性を示唆するものである。一方、農地を集積した TMR センターでは、大量圃場の広域分散に起因する組織内コーディネーション問題が発生し、トウモロコシ初回生産時に混乱が生じた。これに対して、GIS を利用した生産管理の有効性を、2 年の試行及びその後の本格運用を通じて明らかにすることができた。このような ICT ツールの導入は組織内コーディネーションにおける労働と資本の代替と見做す

ことができ、コーディネーション・コストの削減に効果を発するということができる。

本研究の対象は外部飼料作組織であるが、このような圃場分散に起因するコーディネーション問題は他の作目においても起こりうるものである。例えば、水田作経営においては現在、急速に担い手への農地集積が進む一方で、耕作地の錯綜化が顕在化している。このような状況に対して「人・農地プラン」,¹「農地中間管理機構」が発足し、これら諸制度を活用した大規模経営への農地面的集積も検討されているところである¹。

しかし、このような地域全体あるいは地域を跨いだ土地利用調整は、短期的に達成されるものではなく、規模拡大に対応しうる組織内コーディネーション手法についても並行して検討する必要がある。本研究で提示した、コーディネーション活動における労働を資本で代替しうる ICT ツールの活用は、畜産飼料作に限らず、規模拡大・農地集積が急速に進展しつつある耕種経営においても極めて有効であると考えられる。

¹ 例えば、細山（2014）では人・農地プランの下での担い手や集落営農の動き・方向性として、離農と農地供給、及び担い手への集積を推し進め、担い手においては集落の枠組みを超えて面的集積が進んでいくことを示している。また、細山（2017）では農地の借り手市場地域における農地の面的集積の特徴と地域農業資源管理の対応について、大規模借地経営間の農地集積ゾーニングによる競合緩和、受け入れる集落側の地域農業資源管理機能の発揮を特徴としてあげ、課題として集落の地域資源管理機能への依存の限界を指摘している。安武ら（2017）によれば、高齢農家の離農による農地供給は今後急速に進むことが予測されている。飼料作における土地利用調整の観点からの先行研究としては、土地利用の地域的な調整の必要について信岡（2006）は飼料生産規模と作付け圃場の分散の関係とともに、農地の集積・団地化の重要性を指摘している。また、農業委員会による農地移動適正斡旋事業や農地保有合理化法人の活用、それら事業等を活用できる人材の確保等の重要性を指摘している。農業委員会の役割については志賀（2000）でも指摘されている。盛田（1998）では北海道においても「北海道型農地流動システム」に基づくルールが機能しておらず、借地を取り込んだ新しい農地流動システムの必要性を指摘している。鵜川（2003）においても、酪農経営者の意識として既存農地との隣接性が重要な要因であることを指摘している。

補論：A フリーでオープンソースの地理情報システム (QGIS) を活用した大規模飼料生産組織向け生産管理ア プリケーションの開発

A.1 目的

第5章では130ha・400筆の圃場を集積し、トウモロコシ二期作に取り組むTMRセンターを対象に、ArcGISによる飼料生産管理の試行と、飼料生産管理特化型システムの開発と実証について示した。開発されたシステムが対象TMRセンターの飼料生産管理に大きく貢献したものの、導入コストと他組織への適用性について課題が残ることは、既に述べたとおりである。本章ではこの二つの課題への対応の一方策として、フリーGIS (QGIS) を活用した大規模飼料生産組織向け生産管理アプリケーションの開発と実証について示す。

A.2 農業分野におけるクラウドサービスの展開

ところで前章での実証試験を行った2010年と、本章での課題に取り組み始めた2016年の間に、農業分野におけるクラウドサービスに大きな動きがある。民間各社より大規模化・高度化する農業経営・生産管理業務に対して、クラウドベースの農業SaaS (Software as a Service) が続々とリリースされ、圃場情報を地図上に可視化することも可能となってきた。これらサービスの中にはGoogle社のGoogleMap及びGoogleMapAPIをベースにした比較的安価なwebアプリケーションがあり、注目を浴びている。しかし、GoogleMapAPIは入力されたデータの可視化ができるものの、マップ上に展開された圃場群への操作・データ入力について、操作性は良いとは言い難く、広域に分散した圃場群の取り扱いには問題がある。また、標準的な農業経営・生産管理方式について未整理のまま、想定する限定的な管理業務体制に対応する形で構成を完結しており、機能拡張を行えるようなAPI (Application Programming Interface) 等も提供されていないことから、拡張性についても非常に乏しい。本研究で目標とする大規模飼料生産管理については、依然として未解決のまま課題として残っている。

A.3 FOSS4G の近年の動向

もう一つの大きな動きとして、科学技術分野におけるオープン化がある。GIS アプリケーション・プログラム開発においてもオープンソース化が進んでおり、QGIS や GRASS, PostGIS は FOSS4G (Free Open Source Software for Geospatial) として注目を浴びている。特に QGIS は ArcGIS に類似した機能構成となっており、ファイル式データベースである spatialite との組合せにより、高額な商用 GIS に匹敵する機能を発揮する。拡張性においても、スクリプト言語 python を対象にした API が提供されており、python の GUI (Graphical User Interface) 開発キットである PyQt を併用することで、誰でもプラグイン開発を行い、機能の拡張を図ることができる

(Alex et al 2016, Gary 2014, Joel 2017, Mark et al 2015, Harwani 2011)。林業分野においては、その活用方法が提案されており (喜多 2017)、農業分野においても大きな可能性を持っている。QGIS 本体が無償で利用できること、既存プラグインを活用することで背景図に GoogleMap や国土地理院オルソ画像を読み込めること、拡張性に富む等、その利用価値は極めて高い。

本章では、FOSS4G である QGIS を活用し、大量圃場群の取扱い性・操作性の高い、無償利用可能で、代表的な飼料生産組織の類型に対応し、今後の拡張性にも富む飼料生産管理システムを提示する。

A.4 開発の手順

開発は以下の手順にそって行う。

1. 対象とする飼料生産組織の機能に着目した類型化
2. 類型化を踏まえたアプリケーションの要件定義
3. アプリケーションの要件定義を踏まえたデータベース定義
4. 要件定義、データベース定義に基づくアプリケーション開発

なお、コーディングには Pleiades (Eclipse の日本語版) 環境下で python2.7 及び PyQt4 を用いる。また、GUI のデザインは QGIS に同梱されている Qt Designer を使い、同じく QGIS に同梱されている OSGeo4W Shell から pyuic4 コマンドにより python 形式に変換する。データベース形式はファイル形式データベースの spatialite を使い、背景図には公開されているオフィシャルプラグインである OpenLayers プラグインから GoogleMap, あるいは TileLayer プラグインから国土地理院空中写真を表示・利用する。

A.5 対象とする飼料生産組織の機能的類型

近年，多種多様な形態の飼料生産組織が展開しているが，その分類が行われないまま飼料作外部化議論が行われることも少なくない．ここではアプリケーション開発における要件定義を意識し，本システムで対象とする組織について，その機能に着目した類型を表 A-1 に示す．

表 A-1 飼料生産組織の類型と類型別主要管理項目

類型	概要	主要管理項目
大規模畜産経営	自給飼料生産を自己完結する畜産経営	○作物・品種作付計画 ○全作業一貫した生産工程管理
大規模稲作経営	水田作の中に飼料作物が品目として組み込まれている稲作経営	
コントラクター	作業の受託を主事業とする組織	○作業受託計画・登録管理 ○単一作業の工程管理 ○依頼人への料金請求 ○オペレータ等への日当・賃金支払い
農場制型 TMR センター	TMR 製造を行いつつ，自らの経営耕地で飼料自給を行う	○作物・品種作付計画 ○全作業一貫した生産工程管理 ○オペレータ等への日当・賃金支払い

飼料生産の主要な担い手として，大きくは個別経営と飼料生産組織があり，前者には大規模畜産経営と大規模稲作経営が含まれる．うち，大規模稲作経営は稲・麦・大豆の水田輪作を基本としつつ，輪作品目に飼料作物を組み込んでいる経営体を想定する．例えば，千田（2015）は経営耕地面積 60ha，WCS 用稲 16ha，飼料用米 3.5ha の生産に取り組む農業生産法人の事例を報告するとともに，これをベースとした飼料作多角化経営モデルの試算を行っている．現状，事例としては少ないが，今後，高齢農家の離農が進み，担い手による農地集積が加速すると考えられることから，類似の大規模稲作経営における飼料作物の導入事例が増加すると考えられる．畜産経営も含め，個別経営型における管理項目として，1）作物・品種の作付・配置計画の策定，2）全作業一貫した生産工程管理が挙げられる．

主に作業受託を担う分類としてはコントラクターが挙げられる．コントラクターについては，福田（2008c）が組織形態別に分類を行っているが，その機能については共通しているため，ここでは一つの類型として取り扱う．典型的なコントラクターと

しては、複数戸の畜産経営が収穫機械を共同購入し、構成員の出役と臨時雇用により飼料作物の播種や収穫作業の受託を行うものが挙げられる（西村 2013）。主な管理項目として、1）作業受託計画・登録管理、2）受託した単一作業の工程管理、3）依頼人への料金請求、4）オペレータ等への日当・賃金支払いがある。個別経営型と比較して、土地利用に関する権限・責任を持たないが、複数の依頼人と、対応する圃場の管理が厳密に求められる。また、依頼人への作業料金請求や、臨時雇用者への日当・賃金支払い管理等、請求・支払い業務が煩雑となる。

農場制型 TMR センター（荒木 2006）は、構成員が TMR センターに農地を貸し出し、TMR センターが飼料生産から TMR 調製まで担う。西村（2009a）は、20 戸の酪農経営の共同出資により設立された自給飼料活用型 TMR センターの事例を報告している。この事例では構成員の農地を TMR センターが集約管理し、飼料用トウモロコシの栽培全体に対する管理を担っている。前述のコントラクターと TMR センターは、飼料作物の栽培管理、また、土地利用管理の権限・責任を持つか否かの点が大きく異なり、農場制型 TMR センターの機能は大規模個別経営と同等と見ることが出来る。

以上の分類は、作業受託を主とするか、あるいは自ら経営耕地を所有し管理するかの2軸で大きく異なり、特に、コントラクターと農場制型 TMR センターを明確に識別することは、飼料生産管理業務を整理するうえで重要である。

A. 6 システム要件定義

システムのユーザーとして想定する飼料生産組織の類型別に、求められる管理機能（要件定義）を表 A-2 に示す。

1) 農地情報の管理

圃場位置情報、圃場名称、面積、地権者等の基本的な情報を管理する、全類型に必須の基本的な機能である。これら基本情報を格納する圃場台帳と、それにアクセス・データ入力を行うツールが必要である。

2) 作物・品種の圃場配置計画

生産資源として経営耕地を所有し、それらの利用管理を行う権限・責務を持つ大規模畜産経営、大規模稲作経営、農場制型 TMR センターが必要とする。対象圃場、対象年度、対象作物、対象品種を格納する作付台帳と、圃場の位置情報等を格納する圃場台帳を連結させながら作付台帳にアクセス・データ入力を行うツールが必要である。また、作付計画策定において、同一時期の作物間圃場利用競合を常に把握できる

表 A-2 要件定義（類型別に求められる管理システムの機能）

項目 No	項目	大規模畜産経営 大規模稲作経営	コントラクター	農場制型 TMR センター
1	農地情報の管理	○	○	○
2	作物・品種の圃場配置計画策定	○	×	○
3	作業受託の登録管理	×	○	×
4	作業計画の策定	○	○ ※依頼人単位で作業日程を組める必要がある。	○
5	作業指示書作成	○	○ ※同一作業日程で、依頼人の圃場を識別できる必要がある。	○
6	作業履歴の登録	○	○	○
7	作業進捗状況の把握	○	○ ※依頼人単位での進捗状況を識別できる必要がある。	○
8	作業受託料金の集計		○	
9	日当・賃金の集計		○	○

必要がある。なお、作業受託を主たる事業とし、自らの生産資源として経営耕地を所有しないコントラクターでは、この機能を必要としない。

3) 作業受託の登録管理

依頼者の求めに応じて依頼者経営耕地と、対象となる作業を登録・管理するもので、作業受託を主たる事業とするコントラクターが必要とする。対象圃場、対象年度、対象作業、依頼者を格納する受託台帳と、圃場台帳と連結させながら受託台帳にアクセス・データ入力を行うツールが必要である。

4) 作業計画の策定

圃場毎の作業予定期間、作業予定者を割り付けるもので、全類型で必要な機能である。対象年度、対象作物、対象作業、作業予定期間、作業予定者を格納する作業台帳と、圃場台帳、作付台帳、受託台帳を連結させながら作業台帳にアクセス・データ入力を行うツールが必要である。また、飼料用トウモロコシ収穫作業等においては、収穫物を依頼人のバンカーサイロに運搬する必要もあるため、依頼人単位で作業日程を組む機能も必要である。なお、既存の類似システムでは作業計画の策定を1日単位で策定することを要求するものが大半であるが、このような日別作業計画を圃場に割当てることは現実的とはいえない。本ツールでは、〇月〇日～〇月〇日のように、一定の期間を持つ作業日程を圃場に対して割当てることにする。

5) 作業指示書の作成

作業オペレータに対して、作業の対象となる圃場図や圃場一覧を出力する。基本的に作業計画策定と類似のツールであるが、コントラクターにおいては、同一作業日程で、依頼人の圃場を識別できる必要がある。

6) 作業履歴の登録

日別に作業状況を登録するものであり、全類型で必要な機能である。作業台帳を圃場台帳と連結させながら対象圃場、対象作物、対象作業、作業実施者、作業実施日等の情報を入力するツールが必要である。また、作業補助者、使用機械、使用資材といった補足的な履歴を登録する場合への対応として、作業者実績台帳、機材使用台帳、資材使用台帳等の付加的台帳とのデータ入力・連携が必要である。

7) 作業進捗状況の把握

作業の進捗管理のため、圃場台帳、作業台帳を連結、参照しながら、作業別の進捗状況を把握するツールが必要である。また、コントラクターにおいては、依頼人単位での進捗状況を識別することも求められる。

8) 作業受託料金の集計

依頼人に対して作業料金を請求する際の基礎集計であり、コントラクターで必要な機能である。作業台帳と受託台帳を連結させながら、作業が実際に完了した圃場について、依頼者・作業別に集計するツールが必要である。

9) 日当・賃金の集計

臨時雇用の支払い賃金のための基礎集計であり、コントラクター、農場制型 TMR センターで必要である。作業台帳と作業者実績台帳を連携・相互参照しながら、作業者・作業毎に作業実施状況を集計するツールが必要である。

A.7 データベース定義

要検定義に従い設計したデータベースのテーブル構造を図 A-1 に示す。（なお、マスターテーブルについては図示を省略する。）

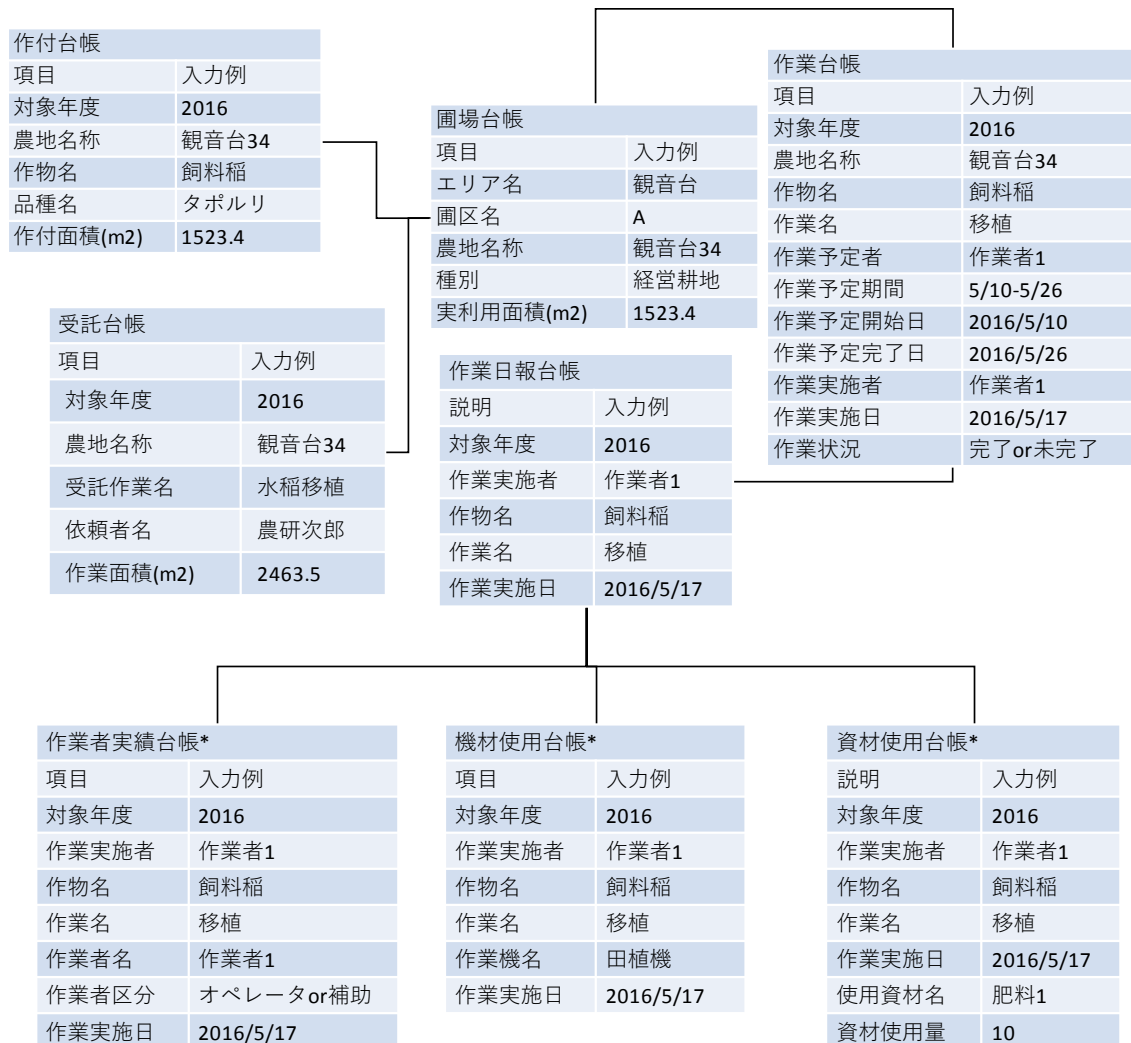


図 A-1 管理システムのテーブル定義

1) 圃場台帳

GIS で地図上に展開可能な、地物の位置情報を含むテーブルである。項目のうち農地名称が他台帳との結合キーとなる。また、種別には圃場種別の識別値として経営耕

地、受託地、その他を格納する。レコードの単位は実際の利用区画である「耕区」であり、登記上の詳細な情報についてはデータベース外の CSV ファイルを参照する。

2) 作付台帳

圃場を単位に、対象年度、作物名、品種名、作付面積を格納する。農地名称をキーに圃場台帳と結合させることで、地図上に作物・品種の圃場配置情報を展開する。作付面積は原則、圃場台帳の実利用面積と同値であるが、全体の作付面積調整のため、圃場によって実利用（可能）面積よりも小さくなることもあるので、別途、この台帳で格納する。

3) 受託台帳

圃場を単位に、対象年度、対象作業、依頼人を格納する。作付台帳と同様、農地名称をキーに圃場台帳と結合させることで、地図上に作業受託圃場を展開する。作業面積は原則、圃場台帳の実利用面積と同値である。

4) 作業台帳

圃場を単位に、対象年度・対象作物・対象作業の作業計画と作業実績値を格納する。農地名称をキーに圃場台帳と結合させることで、地図上に作業計画及び作業進捗状況を展開する。計画値の入力時にレコードが作成されるため、計画を策定していない圃場の作業実績値は入力できない。また、作業実施者は対象作業に対して責任を持つ作業責任者等の代表者のみを入力する。

5) 作業日報台帳

対象年度、対象作物、対象作業、作業実施日、作業実施者の5項目を格納する。これら5項目の組合せを検索キーとすることで、作業台帳上から対象圃場群を検索する。また、これら5項目が後述の作業者（補助者含む）、使用機械、使用資材の検索キーとなる。

6) 作業者実績台帳

作業台帳では、作業責任者・代表者のみを入力するが、補助者等のその他作業者はこの台帳に格納する。対象年度、対象作物、対象作業、作業実施日、作業実施者（責任者・代表者）を検索キーに作業日報台帳より作業者一覧を検索する。同一作業日報値に対して、複数の作業者を格納できる。

7) 機材使用台帳

作業日報値に対応する使用機械を格納する。対象年度，対象作物，対象作業，作業実施日，作業実施者（責任者・代表者）を検索キーに作業日報台帳より使用機械一覧を検索する。同一作業日報値に対して，複数の使用機械を格納できる。

8) 資材使用台帳

作業日報値に対応する使用資材を格納する。使用量については作業日報値の対象圃場全体に対する使用量であり，圃場毎使用量ではない。圃場一筆単位で使用量を格納する仕様も技術的には可能であるが，飼料生産管理の実際の運用場面において，一筆単位の入力を行うのは現実的ではないので，複数圃場群に対する総使用量を格納することにする。

A. 8 開発した管理ツール群

1) ツール群概要

要件定義及びデータベース定義に従い開発した管理ツール群を表 A-3 に，それらを利用した飼料生産管理フローを図 A-2 に示す。

表 A-3 管理ツール群の概要

項目	管理ツール	書込み対象	クエリ項目	入力項目	レンダリング
	各種マスタエディット	各種マスターテーブル	—	各種マスタ情報	—
1	圃場台帳基本情報	圃場台帳	—	圃場名、地区名、種別、面	種別
2	作付計画	作付台帳	年度、作物名	年度、作物名、品種名	作物名・品種名
3	受託登録	受託台帳	年度、作業名	年度、作業名、依頼者名	依頼者名
4	作業計画	作業台帳	年度、作物名、作業名	年度、作物名、作業名、作業日程、作	作業日程・作業予定者
4	作業計画（受託）	作業台帳	年度、作業名	年度、作業名、作業日程、作業予定	作業日程・作業予定者
5	指示図作成	—	年度、作物名、作業名、作業日	—	作業状況
5	指示図作成（受託作業）	—	年度、作業名、作業日程、作業予定者 or 年度、作業名	—	作業状況
6	作業日報の入力	作業日報台帳 作業者実績台帳* 機材使用台帳	年度、作物名、作業名、作業日程、作業予定者	年度、作物名、作業名、作業実施者、作業実施日、作業補助者*、	作業状況
7	作業状況	—	年度、作物名、作業名	—	作業日程・作業予定者毎の
7	作業状況（受託作業）	—	年度、作業名	—	作業日程・作業予定者毎の作業状況 or 依頼者毎の作
8	作業受託集計	—	—	—	—
9	要員・機械稼働実績	—	—	—	—

圃場基本情報の登録

圃場別作付情報の登録

圃場別作業受託の登録

作業指示図の作成
(下：受託作業用、上：自営用)

圃場別作業日程・作業担当者の登録
(左：受託作業用、右：自営用)

作業日報の登録

作業進捗状況の確認

図 A-2 ツール群を利用した飼料生産管理フロー

これらのツールは、ユーザーの指定するクエリ項目（データの検索・問い合わせ項目）に従い、管理対象となる圃場群の表示を絞り込み、ユーザーのデータ入力と同時にレンダリング項目（マップ上での色分け表示を行う項目）に従って、マップ上での圃場の色分け表示を行う。また、フローに示す通り、利用に当たっては①作付情報の登録（受託の登録）、②圃場別作業日程・作業担当者の登録、③作業指示図の作成、④作業日報の登録、⑤作業進捗状況の把握、と順番に管理作業を進める必要がある。例えば、作付計画が策定・登録されていない段階で作業計画を策定する、作業計画が策定・登録されていない段階で作業日報の登録を行うことは出来ない。管理業務フローに対してある種の制約を設けることになるが、想定されたフローに従う限りにおいて、管理対象圃場群の抽出、データ入力、レンダリングを簡易に行うことが出来る。

2) 経営耕地管理と受託圃場管理

作業受託については圃場と依頼者情報を紐付けた管理が必要であり、経営耕地の管理とは異なる圃場表示機能が必要となる。このため、作業計画、指示図作成、作業状況については、自経営圃場管理と受託圃場管理でそれぞれ管理ツールを分割している。それぞれのツールで読み込む圃場は、圃場基本情報の「種別」で識別され、自経営圃場管理ツールでは種別が「経営耕地」、受託圃場管理ツールでは種別が「受託地」の圃場のみを読み込み・表示する。

3) 集計ツール

入力したデータに基づく集計ツールとして、作業受託集計と要員・機械稼働実績の二つのツールを用意している。

作業受託集計については、対象年度、対象作業を指定することで依頼者別の作業実施面積集計結果及び、作業圃場一覧が出力される。集計には面積計に加えて筆数が出力され、作業圃場の平均区画規模による作業料金の割増計算に活用できる。具体的な作業料金については、課金水準・ルールが組織毎に異なるため、本ツールでは直接出力せず、作業料金算出に必要な基礎データの出力に留めている。要員・機械稼働実績についても、要員あるいは機械の作物・作業・使用者別の稼働面積の集計と、作業圃場一覧の出力を行うに留めている。これらは CSV 形式で出力されるので Excel やその他ソフトウェアにて再集計に活用できる。

4) 操作性

図 A-3 に作業計画策定ツールの利用画面例を示す。

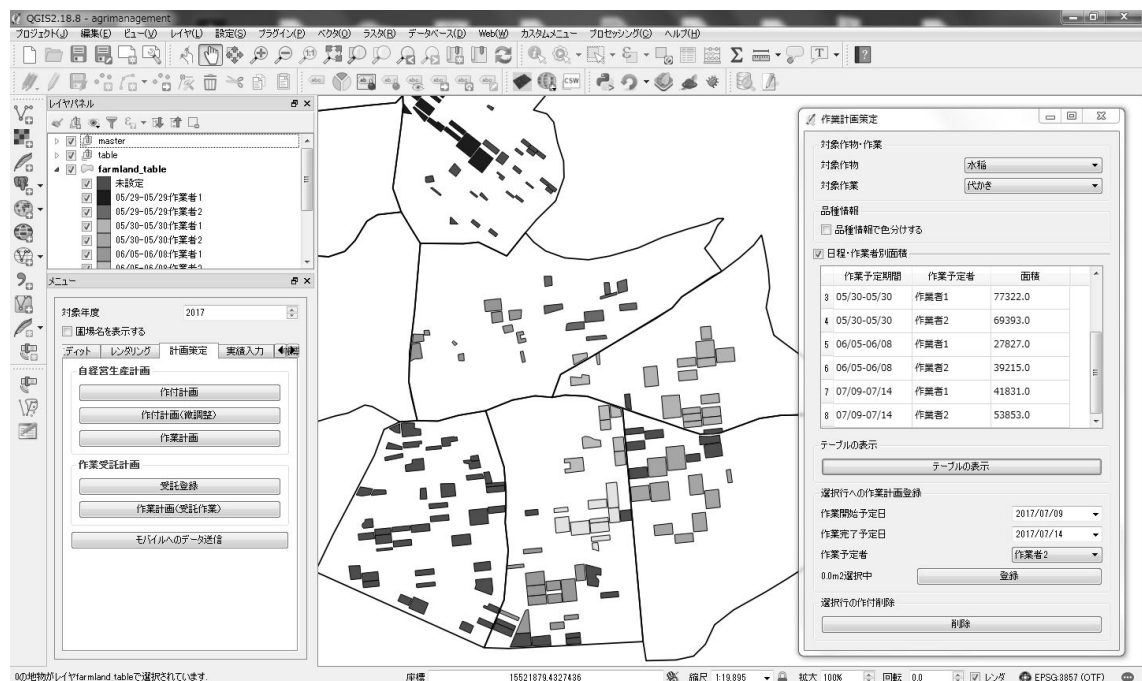


図 A-3 管理ツール（作業計画の策定）の利用画面例

QGIS 画面左下にメニュー画面が表示され、ここから各種ツール群を起動する。作業計画策定では対象作物と対象作業をコンボボックスから指定することで、指定作物の作付登録のある圃場のみがマップ上に展開される。このツールでは圃場に作業日程と作業予定者を登録するが、既に作業計画の登録のある圃場については作業日程・作業予定者の組合せで色分けが自動的に行われ、未割当ての圃場については赤色で表示される。ユーザーはマップ上で範囲指定等でまとめて圃場を選択し、それらに作業日程・作業予定者を登録できる。登録と同時に圃場の色分けは更新され、ツール内の作業日程・作業予定者毎の割当て面積についても再計算・更新される。ユーザーは作業計画の策定状況を容易に把握することができ、クエリ項目の設定からデータ入力まで簡易な操作で行うことができる。特に、広域に分散する大量圃場群に対する操作性について長けており、コントラクター等の飼料生産組織において使い勝手の良いものとなっている。

5) 拡張性

開発したプラグインツールは python スクリプトで記述されており、公開されている QGIS の API を参照しながら、だれもが改変・拡張することが可能である。例えば、今回提示したプラグインでは、作物の生育情報、肥培管理、一筆毎の品質・収量情報については対応していないが、これらの情報を格納するテーブルをデータベースに追加し、管理ツールを追加することが可能である。また、西村(2012)で示されてい

るような、気象データを活用した飼料作物の発育・収穫適期予測ツールを組み込むこともできる。管理ツールの追加の方法として、提示したプラグインに直接追加する方法は無論、別プラグインとして開発を行い、データベースを共有することもできる。各種集計ツールについては、Excel ベースの VBA あるいは.NET アドインで開発を行うことも考えられる。

A. 9 現場における実証と評価

開発したシステムを大規模法人 A にて実証試験を行った。法人 A は稲・麦二毛作に取り組む大規模法人である。作付構成は表作の水稻 77ha のうち、飼料用米と飼料用稲 (WCS) が約 25ha を占め、栽培様式では乾田直播も一部導入している (食用・飼料用合わせて約 30ha)。裏作では小麦 86ha、ビール麦 5.6ha を作付けており、作物及び品種、栽培様式等、圃場情報の管理と、その活用が重要となっている。従来はエクセルで作成した表形式の帳票で管理を行っていたが、本システムを導入することで、圃場情報の管理と構成員間での共有が容易になった。システムの操作についても、特段の問題もなく行うことができおり、対象法人を指導・支援する立場にある普及機関担当者からは、地域内の類似農業組織に対しても適用しうる、との評価を得ている。ただし、法人 A での実証試験開始においては、基盤となる圃場図データの作成を筆者が行っている。100ha 規模の大規模法人では、耕区単位での筆数は 300 筆ほどにおよび、法人 A においてもその筆数は 253 筆である。本システムの導入においては、この大量圃場のデータ (図面データ) 作成がネックになりうるとの指摘を受けている。これは操作が難しいということではなく、農作業を行いながらこのようなデータ整備を行うことが現実的に難しいのではないかと、ということであり、今後、システム導入に必要な基盤データの整備が課題となる可能性がある。

A. 10 小括

本章では QGIS のプラグインとして開発した飼料生産管理システムを提示した。開発にあたって飼料生産組織の類型化を行い、それぞれで求められる要件を踏まえた上でシステムの構成を決めており、前章で示したシステムと比較して、多様な飼料生産組織で活用が可能となっている。また、QGIS 自体が無償で利用可能なこと、また、他プラグインを利用することで背景図に GoogleMap や国土地理院オルソ画像を読み込むことができることから、導入コストについてもほぼゼロに近づけることができた。飼料用米と飼料用稲の生産に取り組む大規模法人で実証試験を行い、その有効性

について示すことができ、他法人への波及も期待できる。無論、示したシステムが全ての飼料生産組織について完璧に対応することは難しいが、必要となる機能を適宜追加する、あるいは別プラグインへフォークさせることは難しくはない。システムそのものの活用とともに、ソースコードの改変による様々な発展についても後押しをしていきたい。

参考文献

- Alex M and Anita G and Victor O.2016. Qgis 2 Cookbook. Packt Publishing. Birmingham.
- 天野哲郎・相原克磨・鶴川洋樹.2003.畑地型酪農地帯における飼料収穫作業委託の規範分析とコントラクター運営の課題.日本農業経済学会論文集.2002 年度:23-26.
- 荒井聡.1996.法人コントラクターによる粗飼料生産の展開条件.農政調査委員会.東京都.
- 荒木和秋.2006.農場制型 TMR センターの成果と意義.農業経営研究.128:85-88.
- 荒木和秋.2007a.農場制型 TMR センター参加による経営展開-網走管内興部町オコッペフィードサービスを事例として-.平成 18 年度粗飼料の生産・利用体制の構築のための調査研究事業報告書.農政調査委員会.東京都.
- 荒木和秋.2007b.農場制型 TMR センターと畜産的土地利用.酪農学園大学紀要.32(1):32-38.
- 淡路和則.2007.ドイツにおける農作業受委託組織とその展開.平成 18 年度粗飼料の生産・利用体制の構築のための調査研究事業報告書.pp64-75.農政調査委員会.東京都.
- 淡路和則・山内季之.2009.農作業請負業者における労働力の調達と利用-北海道の牧草収穫請負業者の事例-.農業経営研究.47(2):39-44
- Coase,RH.1937.The Nature of the Firm.Economica.4:386-405.
- Coase,RH.1988.The Firm , the Market, and the Law. University of Chicago Press.
(宮沢賢一・後藤晃・藤垣芳文.1992.企業・市場・法.東洋経済新報社.東京都)
- 服部育男.2004.牧草および飼料作物の栄養収量-西日本の例-.松中照夫(編).牧草・トウモロコシの生産量から乳生産を考える-単位面積当たりの土地からどれくらいの乳生産が可能か-.pp73-81.デーリィマン社.北海道.
- Douma,S and Schereuder,H .1991.Economic Approached to Organizations.Prentice Hall. New Jersey. (S.ダウマ・H.シュルーダー 岡田和秀・渡部直樹・丹沢安治・菊沢研宋(訳).1994.組織の経済学入門.文眞堂.東京都.)
- 速水佑次郎.2000.開発経済学.創文社.東京都
- 福田晋.2004.コントラクターの役割と課題.グラス&シード.11.
- 福田晋.2005.地域畜産支援システムとコントラクターの役割.農林水産技術研究ジャーナル.28(8):40-44.
- 福田晋.2006.資源循環型畜産の展望と政策課題.資源循環型畜産の展開条件.栗原幸一・小林信一・新井肇(編).pp57-74.農林統計協会.東京都.
- 福田晋.2008a. コントラクターによる粗飼料生産の課題と展望. 54(3).262-266.
- 福田晋.2008b. 我が国における稲 WCS 生産の営農実態とコントラクター活用の条件. 東北農業研究センター農業経営研究.26:5-15.
- 福田晋.2008c.コントラクター ―つくり方― 活かし方―.中央畜産会.東京都

- 福田晋・森高正博.2009.酪農経営におけるコントラクター利用の経済性と今後の展望.小林真一（編）.日本酪農への提言・持続可能な発展のために-.pp158-172.筑波書房.東京都.
- Gary Sherman.2014. The Pyqgis Programmer's Guide. Locate Press. Chugiak.
- Harwani BM.2011. Introduction to Python Programming and Developing GUI Applications With PyQT. Course Technology Ptr. Independence.
- 日向貴久.2008.農場制型 TMR センターの生産体系に与える影響と効果.平成 18 年度粗飼料の生産・利用体制の構築のための調査研究事業報告書.pp75-85.農政調査委員会.東京都.
- 細山隆夫.2014.「人・農地プラン」下における担い手の農地集積と農村集落：北陸・新潟県上越地域の動き.農業経営研究.52(3): 23-28.
- 細山隆夫.2017.大規模借地経営における農地の面的集積と地域農業資源管理：30a 区画圃場条件下の対応.農業経営研究.54(4):1-13.
- 稲垣純一.2003. 稲発酵粗飼料による耕畜連携システムの構築に関する研究--埼玉県川里町を事例として.日本畜産学会報.74(2):251-260.
- 市川修.2007.酪農支援の建設会社などのコントラクター参入の意義と課題.資源循環型酪農・畜産の展開条件:233-239.農林統計協会.東京都
- 伊藤房雄.2009. 稲発酵粗飼料生産の普及・拡大の可能性-宮城県農業公社の事例分析-.畜産の情報.239:55-63.
- 岩崎徹.1996.北海道におけるファーム・コントラクターの存立構造に関する研究.北海道地域農業研究所.
<http://www.chiikinouken.or.jp/zousyosearch/own/kensousyo/pdf/kensousho000028.pdf> (2017.11.20 閲覧)
- Joel Lawhead.2017. Qgis Python Programming Cookbook, Second Edition. Packt Publishing. Birmingham.
- 梶井功・石光研二.1972.農業機械銀行.家の光協会.
- 菅野勉・森田聡一郎・佐藤節郎・黒川俊二・西村和志・九石寛之・増山秀人・島田研.2013. 関東におけるトウモロコシ二期作の栽培適地と限界地帯における生産性.農研機構成果情報.
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2012/120c1_04_11.html (2017.11.14 閲覧)
- 片山和也.2015.ぐるっと！生産管理.株式会社すばる舎.東京都.
- 菊沢研宗.2016.組織の経済学入門改訂版.有斐閣.東京都.
- 吉良隆史.2014.生産管理総論.三恵社.東京都.
- 喜多耕一.2017.業務で使う林業 QGIS 徹底使いこなしガイド.全国林業改良普及協会.東京都.

- 小林信一.2006.資源循環型畜産の成立の条件. 栗原幸一・小林信一・新井肇(編).資源循環型畜産の展開条件.pp22-38. 農林統計協会.東京都.
- 久保田哲史.2012. 大規模和牛繁殖経営における飼料生産の存立条件：圃場への通作距離の影響分析.農業経営研究.152:1-15.
- 久保田哲史・藤田直聡(2011). TMR センターにおける収獲委託コスト低減のための作物立地配置モデル.農業経営研究.150:43-48.
- 久保田哲史・藤田直聡・若林勝史(2014). 飼料コントラクターの経営改善および TMR センターの作業委託可能性に関する考察.農業経営研究.162:101-106.
- 熊代幸雄.1970.比較農法論.お茶の水書房.東京都.
- 濃沼圭一.2004.トウモロコシの栄養収量-北海道の例. 松中照夫(編).牧草・トウモロコシの生産量から乳生産を考える-単位面積当たりの土地からどれくらいの乳生産が可能か-.pp83-94.デーリィマン社.北海道.
- Mark S.2015. Rapid GUI Programming with Python and Qt: The Definitive Guide to PyQt Programming. Prentice Hall. New Jersey.
- Milgrom,P and Roberts,J.1992. Economics, Organization and Management. Prentice Hall. New Jersey. (ミルグロム,P ロバーツ,J 奥野正寛・伊藤秀史・今井晴雄・西村理・八木甫(訳).1997. 組織の経済学.NTT 出版.東京.)
- 三戸公.2002.管理とは何か-テイラー, フォレット, バーナード, ドラッカーを超えて-. 文真堂.東京都.
- 南石晃明.1999. 営農技術体系評価・計画システム FAPS97 の特徴と利用者評価.農業経営研究.37(1):65-70.
- 新沼勝利・井形雅代.2000a.ファーム・コントラクターの展開過程に関する研究(2). 農村研究.90:37-50.
- 新沼勝利・井形雅代.2000b.ファーム・コントラクターの展開過程に関する研究(3). 農村研究.91:90-100.
- 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.日本農業経済学会論文集.2007 年度:55-60.
- 西村和志.2009a. GIS を用いた飼料生産支援システムの運営・管理と展望-自給飼料活用型 TMR センターにおける試験運用事例-.農業経営研究.141:45-50.
- 西村和志. 2009b. 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の挙動データの収集と移動効率指標の算出. 日本農業経済学会論文集.2009 年度:158-165.
- 西村和志.2009c. Excel でらくらく飼料設計!--Excel 上で利用できる搾乳牛向け飼料設計ツール.畜産技術.646:13-16.
- 西村和志.2011. GIS による大規模飼料生産支援システムの開発. 農村と都市をむすぶ.722:41-44.

- 西村和志.2012. 飼料作体系適地判定・マップ化システムの開発.農業経営通信.252:2-3.
- 西村和志.2013. 大型自走式ハーベスタを活用したトウモロコシ共同収穫組織成立条件の解明.農林業問題研究.49(1):100-105.
- 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ト.日本農業経済学会論文集. 2012 年度. 100-105.
- 信岡誠治.2006.畜産的土地利用から見た農地流動化の現状と展望. 栗原幸一・小林信一・新井肇（編）.資源循環型畜産の展開条件.pp39-56. 農林統計協会.東京都.
- 農林水産省.2017.コントラクターをめぐる情勢.
http://www.maff.go.jp/j/chikusan/sinko/lin/l_siryo/attach/pdf/index-65.pdf
- 盛田清秀.1998.畜産経営における農地集積に伴う問題点-北海道畜産経営農地問題アンケート結果から-.農業経営研究.36(1): 127-132.
- 岡田直樹.1994.コントラクターの確立と地域農業の展開.農作業研究.29（別 2）:38-67.
- 岡田直樹.2004.飼料作分業化に向けた自生的ネットワークの形成と支援.北海道立農試集報.86:73-81.
- 岡田直樹.2011. 飼料作受委託における新たな主体間関係の形成:北海道の草地酪農地帯を対象に.農業経営研究.49(3): 49-54.
- 岡田直樹.2013.TMR センター化の特質と運営支援の考え方. 北海道立総合研究機構中央農業試験場農業経営研究資料.15:1-10.
- 岡田直樹.2016a.イギリスのコントラクター及びマシナリィリング体制の存立形態.家族酪農経営と飼料作外部化 グループ・ファーム展開の理論.pp253-296.日本経済評論社.東京都.
- 岡田直樹.2016b.TMR センター体制における主体間関係の枠組み.家族酪農経営と飼料作外部化 グループ・ファーム展開の理論.pp253-296.日本経済評論社.東京都.
- 小野洋.2003.不作付水田における飼料イネ生産拡大の可能性.農業と経済.69(10):37-47.
- 大石亘・松本浩一・梅本雅.2011 営農計画策定支援システム Z-BFM の特徴と活用方法. 関東東海農業経営研究.101:63-68.
- 櫻本直美・小林一・樋口英夫. 1994.パソコンを用いた農業簿記システムの開発.日本農業経済学会論文集.1998 年度:1-3.
- 櫻本直美・小林一・松村一善.2000. パソコンを用いた農業用資金繰りシステムの開発研究--園芸作・家族経営を対象として.農業経営研究.38(1):49-54.
- 櫻本直美・南石晃明.2005. ポケット簿記システムおよび農業技術体系 DB を統合した農家向け経営計画システムの設計.農業経営研究.43(1):77-81.
- 佐藤尚.2004.トウモロコシの栄養収量-都府県の例. 松中照夫（編）.牧草・トウモロコシの生産量から乳生産を考える-単位面積当たりの土地からどれくらいの乳生産が可能か-.pp95-104.デーリィマン社.北海道.

- 千田雅之.2009.営農試験地 5 年間の成果と飼料イネ生産利用システムの到達点.関東地域における飼料イネの資源循環型生産・利用システムの確立最終報告書 I .pp33-44.
- 千田雅之・石川哲也・草佳那子.2010.飼料イネ多収技術の経済分析.農業経営研究.48(2):1-10.
- 千田雅之.2015.水田飼料作コントラクターの課題と経営展開方向.中央農業総合研究センター研究資料.11:151-162.
- 志賀永一.2000.農協によるコントラクター事業の取り組みと課題 北海道・JA 鹿追町の事例.畜産の情報.
- 生源寺眞一.2017.農業と農政の視野 理論の力と歴史の重み 完.農林統計出版.東京都.
- 篠崎彰彦.2014.インフォメーション・エコノミー情報化する経済社会の全体像.NTT 出版.東京都
- 高橋公夫.2015.現代経営学の潮流と限界-これからの経営学-.経営学史学会（編）.現代経営学の潮流と限界-これからの経営学-.pp9-19. 文眞堂.東京都.
- 恒川磯雄.2013.水田利用型耕畜連携におけるコントラクター組織の経営安定化に関する考察.農業経営研究.51(29):31-36.
- 恒川磯雄.2015. 府県における WCS 用稲収穫を主とするコントラクターの実態と課題.中央農業総合研究センター研究資料.11:132-144.
- 恒川磯雄・井上憲一・棚田光雄・宮本誠・大呂興平・藤本高志・堀江達哉.2005.中国地域における飼料用稲を基軸とした耕畜連携の展開-水田転作転換下の動向と課題-.近畿中国四国農研農業経営研究 9.
- 鵜川洋樹.2003.飼料生産拡大に関する酪農経営者意識.農業経営研究.41(1):65-68.
- 梅本雅.2010. 圃場分散に伴う団地間・圃場間移動の実態--茨城県西部の大規模水田作経営を事例として. 関東東海農業経営研究.100:55-58.
- 浦谷孝義.1993.コントラクターの動向と地域農業.北海道農業経済研究.3(1):15-26.
- 浦谷孝義.1997.ファーム・コントラクターの雇用労働力問題.岩崎徹（編）.農業雇用と地域労働市場-北海道農業の雇用問題.pp221-241.北海道大学図書刊行会.北海道.
- 浦谷孝義.2002.酪農における農作業受委託組織の存立構造.樋口昭則・淡路和則.農業の与件変化と対応策.pp143-163.農林統計協会.東京都.
- 山田洋文.2004. コントラクタ委託による経営的特徴と委託条件形成に関する研究：北海道網走管内湧別町を事例にして. 北海道大学農業経営学研究室農業経営研究.30：1-19.
- 山田洋文.2005. 北海道における TMR センターの設立効果と意義に関する予備的考察.北海道大学農業経営学研究室農業経営研究.31：111-128.
- 山岸秀一.2013.TMR センター利用に伴う移行前及び移行後の農家経済の試算.北海道立総合研究機構中央農業試験場農業経営研究資料.15:44-52.
- 安武正史・千田雅之.2017.稲作農家の動向解析と水田作経営の将来展望－農林業センサ

ス個票組替集計による一.農業経営研究.51(3):103-108.

Williamson,O,E.1999.The Mechanisms of Governance. Oxford University Press.Oxford. (ウィリアムソン O,E 石田光男・山田健介 (訳) .2017.ガバナンスの機構.ミネルヴァ書房.京都)

Williamson,O.E.1975.Markets and Hierarchies:Analysis and Antitrust Implications.Free Press. (ウィリアムソン O,E.浅沼萬里・岩崎晃 (訳) .1980.市場と企業組織.日本評論社.東京都)

初出

第1章 書き下ろし

第2章

西村和志, 大型機械体系によるトウモロコシ二期作技術と酪農経営への導入効果, 関東東海農業経営研究, 103:85-90, 2013

第3章

西村和志, 大型自走式ハーベスタを活用したトウモロコシ共同収穫組織成立条件の解明 : 暖地トウモロコシ二期作地帯における事例分析, 農林業問題研究, 190:100-105, 2013

第4章

西村和志, 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, 2009

第5章

西村和志, GIS を用いた飼料生産支援システムの運営・管理と展望--自給飼料活用型 TMR センターにおける試験運用事例, 農業経営研究, 141:45-50, 2009

第6章 書き下ろし

補論 書き下ろし

謝辞

本学位論文のとりまとめに当たっては、北海道大学農学部大学院農学研究院の近藤巧教授，柳村俊介教授，合崎英男准教授の各先生から貴重なご指導・ご教示を賜りました。深く感謝申し上げます。とくに近藤先生には本学位論文以前，学部ゼミから長年に渡って日常的なご指導を頂きました。あわせて，近藤先生と合崎先生の大学院ゼミワークショップでは，ゼミ生の方々から多くの助言を頂きました。

また，現地調査にご協力頂いた多くの方々，特に熊本県菊池市の七城町コントラクター利用組合，（株）アドバンス，旭志中央支所コントラクター利用組合の皆様には多大なご協力を頂きました。その他多くの農業経営者，指導機関関係者，民間企業の方々に多大なご協力を頂きました。

本学位論文の基となった各研究の遂行に当たっては，当時の九州沖縄農業研究センターの佐藤健次氏，服部育男氏，畜産研究部門の菅野勉氏，野中和久氏，阿部佳之氏，喜田環樹氏，川出哲生氏に大変お世話になりました。また，中央農業研究センターの梅本雅氏，金岡正樹氏には学位論文執筆を勧めていただき，農業経営研究領域の方々にはとりまとめの作業に当たって多大なご配慮を頂きました。

多くの方々のご協力により本学位論文は取りまとめに至りました。この場をお借りして心より感謝を申し上げます。

〔付記〕本学位論文は農林水産省委託プロジェクト研究「粗飼料多給による日本型家畜飼養技術の開発－4系 地域先導技術の実証・解析－」、「低コスト・省力化、軽労化技術等の開発（うち自給飼料を基盤とした国産畜産物の高付加価値化技術の開発）」、農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）」の支援を受けて実施した成果を含む。