

令和5年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 3104-217231 （経常（一般）研究）

1. 研究課題名と成果の要約

- 1) 研究成果名：自動操舵システムおよびセクションコントロールの効果と導入条件
（研究課題名：トラクタ自動運転技術およびVRT作業機の効果と導入条件の解明）
- 2) キーワード：畑作経営、自動操舵、オペレータ(OP)創出、セクションコントロール、資材削減
- 3) 成果の要約：畑作経営の自動操舵導入は未熟練者をOP従事可能にすることで根菜類作付面積を維持した規模拡大に寄与する。自動操舵1台の利用下限面積は56.7ha、所得は70ha規模で増大する。変形圃場でのVRT作業機の利用下限面積は農薬20%削減で29.5ha、肥料25%削減かつ可変施肥併用で34.1haである。

2. 研究機関名

- 1) 代表機関・部・グループ・役職・担当者名：十勝農業試験場・研究部・農業システムグループ・研究職員
・木村智之
- 2) 共同研究機関（協力機関）：（十勝管内農業協同組合農産技術対策協議会）

3. 研究期間：令和3～5年度（2021～2023年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景

大規模化に伴い能率重視の技術選択が進む中、オペレータ(以下OP)不足による生産性の低下や変形圃場集積による資材の重複散布がみられる。自動操舵システムは近年の通信環境整備に伴い新規導入を検討する地域もみられるため、導入で所得向上できる経営を特定する必要がある。セクションコントロールは多様な圃場・作業条件における導入前後の資材余剰散布量を把握して、経済的に効果を発揮する条件の提示が求められる。

2) 研究の目的

自動操舵システム、セクションコントロール搭載のブロードキャスタおよびスプレーヤを対象とし、導入・利用実態を把握して、導入効果を評価するとともに、各技術の導入に向けた判断基準を示す。

5. 研究内容

1) 自動操舵システムの導入効果と経営評価（R3～5年度）

- ・ねらい：畑作経営への聞き取り等により、自動操舵の導入効果を評価するとともに、自動操舵の導入で所得増大が期待できる作付規模・構成や労働力などの経営条件を提示する。
- ・試験項目等：(1)自動操舵システムの導入効果 対象：畑作経営50ha規模、70ha規模、各4戸
調査項目：経営概要、自動操舵の評価点、自動操舵の利用実態、労働時間等
(2)自動操舵システムの経営評価：線形計画法、年間の利用下限面積（代表的な機種で試算）

2) セクションコントロールの導入効果と経済性評価（R3～5年度）

- ・ねらい：畑作経営を対象に、セクションコントロール機能を備えたブロードキャスタとスプレーヤの資材削減効果を明らかにする。
- ・試験項目等：(1)現地圃場におけるセクションコントロールの資材削減効果
施肥：3経営体4筆、農薬散布：4経営体9筆
実施項目：1筆あたりの資材余剰散布量測定、余剰散布領域特定、資材削減割合推定
(2)セクションコントロールの経済性評価：年間の利用下限面積（代表的な機種で試算）

6. 研究成果

- 1) ①自動操舵の導入効果として、経営主の配偶者等の未熟練者が新たなOPとして従事するといったOPの創出、掛け合わせ幅の減少等の投下労働時間の低減、心身の負担軽減等が確認された(データ略)。これらのうちOP創出効果に注目すると、畑作4品70ha規模経営では、配偶者がOP従事できるようになることで、4月～5月や9月の繁忙期のOP作業を分担でき(図1)、労働集約的かつ高収益な作物であるてんさいや生食・加工用ばれいしょ等の作付面積を維持した大規模化に対応できていた(データ略)。
- ②保有労働力2名・畑作4品の経営で自動操舵1台導入を想定したモデル分析の結果、導入前に比べ50haまでは作付構成に対するOP創出の影響は小さかったが、導入後は規模拡大してもてんさい、生食用ばれいしょ、金時の作付面積の維持が可能となった(表1)。また70haまで拡大すると、未導入では不作付の面積が生じるのに対し導入後は発生せず、所得が478万円増加した。自動操舵の利用下限面積は56.7haであり、それ以下では所得に対する効果は得られなかった。作業負担の軽減効果は経営耕地面積規模によらず高く評価されていた(データ略)。
- 2) ①セクションコントロール導入前の施肥および農薬散布において、本畦と枕地の境界部、曲線部掛合せ、圃場外で余剰散布領域がみられた(表2)。セクションコントロール導入前の余剰散布割合を測定すると、施肥で9～25%、農薬散布で0～21%となった。圃場形状や作業条件を用いた余剰散布割合推定手法を作成し、導入後の余剰散布割合を推定すると、導入による資材削減効果は変形圃場で高く、施肥で8～25%、農薬散布で0～21%と試算された。本手法で圃場毎の推定値から経営全体での資材削減効果を推定できる。
- ②畑作経営においてセクションコントロール対応作業機を導入する場合、スプレーヤの利用下限面積は経営全体での資材10%削減で59.1ha、資材20%削減で29.5haとなった(表3)。機械式ブロードキャスタの更新に伴う導入時の利用下限面積は、資材25%削減で70haとなるが、既往の成果に基づく可変施肥の増収効果を加えて試算すると、34.1haとなった。自動操舵システム保有の畑作経営において電子制御式ブロードキャスタの更新に伴う導入時の利用下限面積は資材25%削減で20.9haとなった。

< 具体的データ >

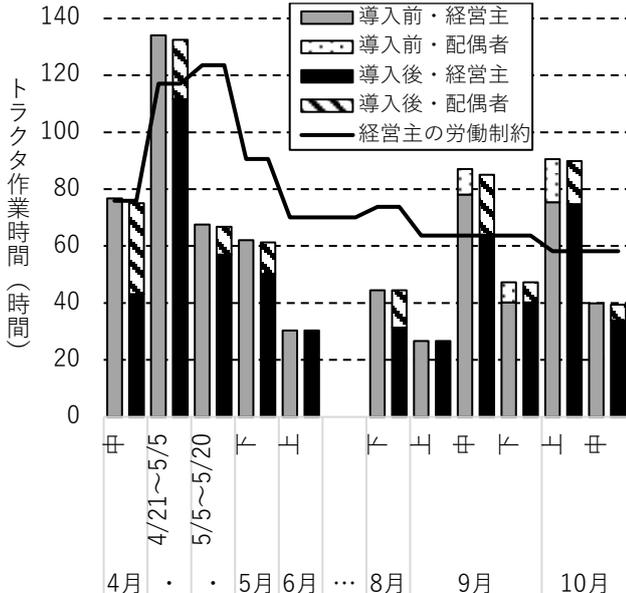


図1 自動操舵導入事例の月旬別トラクタ作業時間

- 注1) 経営耕地 73ha の経営の聞き取り調査に基づき作成
 注2) 労働制約: 北海道「農業機械導入計画の手引き(平成 26 年 3 月)」に基づき、日中に作業可能な時間を設定
 注3) 自動操舵利用作業: サブソイラ、パワーハロー、ロータリーハロー、プラウ、チョッパー
 注4) 自動操舵導入前後の変化: ①ロータリーハローの掛け合わせ幅、
 ②配偶者の実施作業
 導入前 ①0.3m ②ピックアップスレッシュャ、チョッパー
 導入後 ①0.1m ②ピックアップスレッシュャ、チョッパー、サブソイラ、
 パワーハロー、ロータリーハロー
 注5) 作業時間が労働制約を超過する場合、日中以外の夜間等まで作業するといった対応が確認された。

表2 セクションコントロールの資材削減効果

作業 No.	圃場名	圃場形状	余剰散布領域			導入前 余剰散布割合 (%)	資材削減効果 (%)
			本畦と枕地の境界部	曲線部 掛合せ	圃場外		
1	A	変形	○	○	-	11	8-10
2	B	変形	○	×	-	25	24-25
4	E	変形	○	×	-	9	8
5	F	変形	○	×	-	21	21
6	A	変形	○	○	○	20	16-20
7	C	変形	○	×	○	8	4-8
8	B	変形	○	×	○	21	18-21
10	F	変形	○	×	○	13	10-13
11	G	変形	○	×	-	9	7-9
12	H	変形	○	×	-	7	6-7
13	I	矩形	×	×	-	0	0
14	J	矩形	○	×	-	6	6
15	K	矩形	○	×	-	4	4

- 注1) ○: 余剰散布発生、×: 余剰散布未発生、-: 未測定
 注2) 余剰散布割合(導入前)は実測値
 注3) 資材削減効果
 = 余剰散布割合(導入前, 実測値) - 余剰散布割合(導入後, 推定値)
 注4) 導入後装備(施肥): セクション数 8, 1m 幅セクション
 注5) 導入後装備(農薬散布): セクション数 5+スライドコントロール、セクション数 9、
 セクション数 13、個別ノズルコントロール

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- ・本成果は自動操舵システムおよびVRT 作業機を新規導入する際の判断に活用する。
- ・自動操舵システムおよびセクションコントロールの経営・経済性評価は、道東畑作地帯を対象とした結果である。

2) 残された問題とその対応

8. 研究成果の発表等

表1 自動操舵導入効果のモデル分析

作付面積	自動操舵導入状況	50ha			70ha			
		導入前	導入後	差	導入前	導入後	差	
面積規模	ha	50.0	50.0		70.0	70.0		
前提	基幹労働力 ^{注1)}	人	2	2	2	2		
	うちメインOP	人	1	1	1	1		
	うちサブOP ^{注2)}	人		1		1		
	雇用労働力 ^{注3)}	人	2	2		2		
作付面積	てんさい 直播	ha	15.0	15.0	0.0	14.5	15.4	0.9
	ばれいしょ 計	ha	7.5	7.5	0.0	15.7	16.1	0.4
	生食・加工用	ha	7.5	7.5	0.0	6.9	8.5	1.6
	でん原用	ha	0.0	0.0	0.0	8.8	7.6	-1.2
	豆類 計	ha	12.5	12.5	0.0	14.0	17.5	3.5
	小豆	ha	4.7	6.3	1.6	4.5	6.7	2.2
	金時	ha	7.8	6.3	-1.6	6.3	10.8	4.5
	手亡	ha	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	大豆	ha	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	-3.3
	秋まき小麦	ha	15.0	15.0	0.0	15.3	19.5	4.2
スイートコーン	ha	0.0	0.0	0.0	7.6	1.5	-6.1	
不作付	ha	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	-2.8	
農業粗収入 ^{注4)}	万円	5,181	5,178	-3	6,346	7,054	708	
農業経営費	万円	3,903	3,937	34	4,657	4,887	230	
うち固定費	万円	1,921	1,969	49	2,042	2,091	49	
所得	万円	1,278	1,241	-37	1,689	2,167	478	

- 注1) 基幹労働力: メイン OP(トラクタ作業全般担当)、補助作業員(補助作業、ピックアップスレッシュャ、チョッパーのトラクタ OP 担当)の 2 名として試算
 注2) サブ OP: 基幹労働力における補助作業員が、従来の作業に加えて、サブソイラ、パワーハロー、ロータリーハローの OP を担当する場合を意味する
 注3) 補助作業員として、8 月下旬～10 月下旬の間、臨時雇用 2 名を雇うことをモデルに反映させた
 注4) 単収はてんさい 7,171kg、生食・加工用ばれいしょ 2,427kg、でん原用ばれいしょ 4,422kg、小豆 330kg、金時 263kg、手亡 307kg、大豆 250kg、秋まき小麦 581kg、スイートコーン 1,283kg として試算
 注5) 四捨五入の関係で、合計が一致しない箇所がある

表3 VRT 作業機の利用下限面積

単位: ha

経営全体での	スプレー	ブロードキャスト			
		現行: 機械式		現行: 電子制御式	
資材削減効果	セクションコントロール	セクションコントロール	セクションコントロール + 可変施肥	セクションコントロール	セクションコントロール + 可変施肥
5%	118.1	349.9	42.5	104.4	20.3
10%	59.1	175.0	40.0	52.2	19.1
15%	39.4	116.6	37.8	34.8	18.1
20%	29.5	87.5	35.9	26.1	17.2
25%	-	70.0	34.1	20.9	16.3

- 注1) 利用下限面積の作付構成(スプレーヤ):
 てんさい 25%、でん原用ばれいしょ 25%、豆類 25%(小豆 12.5%、金時 12.5%)、小麦 25%として試算
 注2) 利用下限面積の作付構成(ブロードキャスト):
 てんさい 33%、でん原用ばれいしょ 33%、小麦 33%として試算
 注3) 可変施肥の増収効果は平成 24 年度普及推進事項、平成 29 年度普及推進事項を参考に、てんさい 5.9%、秋まき小麦 3.7%、でん原用ばれいしょ 3.2%として試算
 注4) 電子制御式は電氣的に接続した端末から施肥量を制御可能なブロードキャスト

【用語解説】

VRT: Variable Rate Technology の略、可変作業技術。
 セクションコントロール: 作業幅を自動で分割制御する技術。
 利用下限面積: 本成績では、技術導入によるキャッシュフローの増加額が、技術導入による固定費の増加を上回り、所得増大が期待できる面積を指す。
 なお、固定費は法定耐用年数 7 年として試算した。