



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	畑作経営におけるスマート農業技術に対する評価と期待：十勝管内の自動操舵システム導入経営を対象として
Author(s)	三宅, 俊輔; MIYAKE, Shunsuke; 木村, 智之 他
Citation	フロンティア農業経済研究, 26(1-2), 55-62
Issue Date	2025-12-24
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/99049
Type	journal article
File Information	26(1-2)_05_Miyake.pdf



〔報告論文〕

畑作経営におけるスマート農業技術に対する評価と期待 —十勝管内の自動操舵システム導入経営を対象として—

帯広畜産大学／元北海道立総合研究機構十勝農業試験場	三宅俊輔*
北海道立総合研究機構十勝農業試験場	木村智之
北海道立総合研究機構十勝農業試験場	大畑美結
北海道立総合研究機構十勝農業試験場	関口建二
北海道立農業大学校	馬淵富美子
北海道農政部生産振興局技術普及課	花岡伸光
十勝農業協同組合連合会	前塚研二
十勝農業協同組合連合会	秋江大雅

Expectations and Evaluations for Smart Agricultural Technology in Upland Farm

Shunsuke MIYAKE^{*a}, Tomoyuki KIMURA^b, Miyu OHATA^b, Kenji SEKIGUCHI^b,
Fumiko MABUCHI^c, Nobumitsu HANAOKA^d, Kenji MAEZUKA^e, and Taiga AKIE^e

^aObihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine

^bHokkaido Research Organization Tokachi Agricultural Experiment Station

^cHokkaido College of Agriculture

^dHokkaido Government Department of Agricultural Technology and Extension Division

^eTokachi Federation of Agricultural Cooperatives

Summary

This paper analyzes management issues, and evaluates the purpose as well as effects of introducing an automatic steering system for upland farming in the Tokachi district. The following conclusions may be drawn:

Upland farming strongly evaluated the reduction of burden and the improvement of accuracy. In farms of 60 ha or more, which are expected to increase in the future, in addition to issues related to the labor force, issues related to long working hours, and products grown were also pointed out. The upland farming aims to respond to these issues with smart agricultural technologies other than automatic steering systems. Further, it is expected that such farms will contribute to labor savings.

I 背景と目的

トラクタの自動操舵システム等のスマート農業技術の導入が進んでいる。北海道の畑作地帯においても、自動操舵システムの他に、可変施肥や農薬散布でのセクションコントロール^{注1)}等の先端技術が活用されている。北海道農政部 [1] にあるように、こうした技術を導入することで、省力化や生産性の向上、作業の効率化等が期待されている。

三宅 [5] は北海道の畑作の主産地である十勝管内においても、販売農家の戸数は2015年から2030年にかけて74%に減少すると予測している。関根 [7] は、大規模化が進む十勝の畑作地帯（中央周辺部）の町を分析対象とし、労働力が限定される中で経営規模の拡大が見込まれることから、新技術の開発と普及の重要性を指摘している。こうした知見を踏まえて、三宅 [6] では、「労働力に制約がある下で、自動操舵システムを含めたスマート農業技術を用いることにより、労働制約の緩和と、畑作4品のバランスを保持しつつ相対的に大きい経営耕地面積での営農を実現することを志向している」と推察している。したがって、畑作経営におけるスマート農業技術の導入のねらいや効果が、希少化する労働力と拡大する経営面積の動向に対応しているかを明らかにすることは、今後のスマート農業技術の効果的な活用を検討するうえで重要な課題だと考える。中でも導入が進むトラクタの自動操舵システムについて、馬淵 [3] は、自動操舵システムの導入事例への調査の結果から、資材利用や労働の効率化、生産性の向上等の面に幅広く効果を発揮することを指摘している。馬淵 [4] では、実際の圃場での試験により整地作業での作業能率の向上が確認できたと指摘している。また、辻ら [8] は5名の被験者を設定し、唾液に含まれる成分を指標として、トラクタの自動運転技術がオペレータの負

担軽減に寄与していることを指摘している。すなわち、自動操舵システムはオペレータの心身における負担の軽減に効果があることが示されている。さらに、作業の効率化や生産資材の削減に貢献する事例があることも指摘されている。

一方で、可変施肥やセクションコントロール等は自動操舵システムほど普及が進んでいないこともあり、畑作経営における負担軽減や資材削減、生産性等に対する広範な評価はされていない。これらの先行研究は、自動操舵システム等を利用した事例の効果を明らかにした重要な知見である。しかしながら、畑作経営の経営面積や労働力により導入のねらいや効果が異なるのか、またそれらは敷衍して指摘できるのかを明らかにするためには、多数の畑作経営の調査・分析が重要であるが、これまでそうした知見は示されていない。北海道農政部 [1] でもスマート農業の積極的な推進を示していることから、今後もスマート農業技術の開発と普及が進むとみられる。現時点における自動操舵システムを含むスマート農業技術に対する総体的かつ主観的な評価を示すことは、スマート農業技術を用いた今後の経営展開の検討に資するものである。

本稿では、十勝管内の畑作経営から抽出した自動操舵システム導入経営^{注2)}に注目する。スマート農業技術の中でも道内で導入が進んでいる自動操舵システムを中心として、経営への導入のねらいと効果に対する利用者の主観的な評価の解明を目的とする。特に、今後増加が見込まれる大規模畑作経営のニーズと技術対応に注目する。具体的には、経営面積や労働力の多寡に注目して以下を検討する。

第一に、分析経営の自動操舵システムおよび連動して利用できる技術の導入実態と導入のねらいの関係を明らかにする。第二に、導入した技術に対する省力化や作業時間の軽減等の評価項目と導入技術に対する満足度を分析する。

注1) 施肥や農薬散布等の作業幅がいくつかのセクションで構成された作業機が持つ機能であり、圃場や位置情報に基づいてセクションの開閉を制御することで、未散布や重複散布を抑制することが可能な技術。

注2) 近年の北海道ではGNSSガイダンス単独での導入ではなく、自動操舵装置とともに導入する事例が大半である（北海道農政部 [2]）。また、自動操舵システムによる精神的な負担軽減が指摘されている（馬淵 [3]、辻ら [8]）ことから、GNSSガイダンス単独導入ではなく、自動操舵システム導入経営を対象とした。

II 分析方法と対象

1. 調査方法と対象

調査対象は、十勝管内の農協で構成される十勝管内農業協同組合農産技術対策協議会（以下、農技協）がアンケート調査票を配布した、十勝管内の畑作経営 3,303 経営である。アンケート調査票は道総研十勝農業試験場および十勝総合振興局（以下、調査協力者）の協力により作成した。調査時期は 2021 年 5～12 月であり、回収数は 1,195 経営（回収率 36.2%）であった。この中から、第二の検討内容である自動操舵システムに対する満足度を分析する上で、自動操舵システムを導入しており、かつ回答に不備のない 529 経営を分析経営とした。分析経営とした自動操舵システム導入経営と 2020 年農林業センサスの 1 経営体当たりの経営面積と家族労働力を表 1 に示した。分析経営の平均値はセンサスの十勝管内の平均値より経営面積が広く、家族労働力数は多かった。十勝管内における畑作経営の担い手経営が分析経営として抽出されたと判断できる。なお、本稿での自動操舵システムは、「受信した位置情報により作成した走行経路に沿って、ハンドルやタイヤを自動制御するシステム」と定義して調査を行った。

表 1 分析経営の経営面積と家族労働力

(単位)	経営体当たり	
	経営面積 (ha/ 戸)	家族 労働力数 (人 / 戸)
分析経営	45.6	3.6
2020 年農林業センサス	35.6	3.1

資料：2020 年農林業センサス（北海道）およびアンケート結果より作成。

注：センサスの値は、十勝の値である。「経営面積」は販売目的の作物の類別作付経営体数と作付面積より、家族労働力数は農業経営体数と世帯員、役員・構成員（経営主を含む）値より算出した。

2. 分析方法

分析は、分析経営における現在の課題、自動操舵システム及び同システムに連動して用いることも出来る可変施肥やセクションコントロールの導入実態と、それらの技術の導入の目的についての作表分析により行う。その際には、経営面積と家族労働力により区分して分析を行う^{注3)}。

導入技術に対する主観的な評価には、満足度分析（CS（Customer Satisfaction）分析）を適用し、総合満足度及び評価項目について 5 段階リッカーにより回答された結果を用いて分析した。評価項目は、農技協事務局及び調査協力者の検討により、8 項目（負担軽減、精度向上、時間短縮、人員削減、資材削減、面積拡大、収量向上、品質向上）を設定した。この分析では、分析経営があげる課題や技術の導入目的に対する導入技術の主観的な評価について、経営規模間の差異に注目する。この結果から、規模の差と技術との関係性について考察する。

注3) 十勝では地域区分により土地利用の動向が異なる。後述する「現在の課題」や自動操舵システムの導入目的について、地域区分により異なることも想定されたが、分析経営が多かった中央部と中央周辺部では、回答結果に大きな差異は認められなかった。これらの実態は、地域に関わらず普遍的に生じていると考えられる。

Ⅲ 結果

1. 分析経営の実態と技術導入のねらい

1) 分析経営における課題

分析経営を経営面積と家族労働力で区分して表2に示した。この表からは、以下の点が指摘される。

第一に、畑作経営は40 ha前後に集中しており、60 ha以上の経営数は相対的に少なかった。第二に、60 ha以上の経営においても家族労働力が3人以下の経営が一定数存在していた。

大規模経営と捉えられる60 ha及び家族労働力数の多寡として3人で区分した下で、分析経営における現在の課題として回答された結果を表3に示した。この表からは、以下の点が指摘される。

第一に、全体的に「コスト・経費」、「人手不

足」、「面積の拡大」及び「作業者の負担」の回答が多かった。第二に、60 ha以上区分では、半数以上が「人手不足」をあげており、「作業者の負担」、「長時間作業」及び「収量低下」の回答割合は有意差がみられた。

以上から、特に60 ha以上区分において労働力や作業に係る課題があるといえる。人手が不足する下で、長時間作業が顕在化し、作業者の負担や収量の低下に波及していることが推察される。

2) 導入技術とねらい

同じ区分の下で、自動操舵システムや可変施肥、及びセクションコントロールの導入状況を表4に、それらの3つの技術を導入した目的を表5に示した。これらの表からは、以下の点が指摘される。

第一に、60 ha以上区分は60 ha未満区分よりも、自動操舵システムを複数台導入する経営の割合が高く、可変施肥やセクションコントロールの導入割合も高かった。ただし、複数の種類を導入する経営は一部に止まった。第二に、特に60 ha以上の家族労働力3人以下の区分において、自動操舵システムを複数台導入する経営割合が高かった。第三に、「負担軽減」、「精度向上」及び「時間短縮」は、区分に関わらず目的として多くあげ

表2 経営面積別の分析経営数 (単位：経営数)

経営面積	分析経営	家族労働力	
		3人以下	4人以上
1 20ha 未満	12	8	4
2 20～40ha	216	115	101
3 40～60ha	218	87	131
4 60～80ha	54	17	37
5 80～100ha	19	6	13
6 100ha 以上	10	6	4

資料：アンケート調査結果より作成。

表3 区分別の「現在の課題」の割合

(単位：数、%)

経営 面積 区分	家族 労働力	経営数	現在の課題									
			人手 不足	作業者 の負担	長時間 作業	コスト ・経費	輪作 体系	基盤 整備	面積の 拡大	収量 低下	品質 低下	その他
	全平均	529	49.7	41.4	24.0	62.9	28.7	29.5	41.6	7.8	6.0	4.0
60ha	3人以下	210	50.5	41.0	21.0	59.5	33.3	28.6	<u>35.7</u>	8.1	4.8	4.3
未満	4人以上	236	47.0	37.7	22.9	67.8	25.8	28.4	<u>50.0</u>	5.9	7.2	3.4
60ha	3人以下	29	55.2	48.3	<u>41.4</u>	51.7	27.6	31.0	27.6	<u>20.7</u>	6.9	6.9
以上	4人以上	54	55.6	<u>55.6</u>	31.5	61.1	24.1	37.0	35.2	7.4	5.6	3.7
p 値 (X ² 検定)			0.613	0.095 *	0.053 *	0.166	0.293	0.629	0.004 ***	0.048 **	0.747	0.819

資料：表2に同じ。

注：1) 分析経営が現在の課題と感じている課題として、複数回答された結果を集計した。経営面積と家族労働力で4区分での回答された「現在の課題」は2.9～3.2 課題/経営であり、あげられた課題数には区分間に大きな差はみられなかった。

注：2) 「現在の課題」ごとにX² 検定を行った (10%：*、5%：**、1%：***)。有意な関連が見られた「現在の課題」に対する残差分析による特徴的な値を斜字で示し下線を付した。

表 4 区分別の導入技術の割合

(単位：％)

経営 面積 区分	家族 労働力	導入技術					可変施肥及びセクションコントロール の保有数の経営割合			
		自動操舵システム		可変施肥	セクションコン trol					
		1 台	2 台以上		ブロード キャスト	スプレーヤ	なし	1 種類	2 種類	3 種類
60ha	3 人以下	26.5	73.5	5.2	5.2	4.8	87.1	10.5	2.4	0.0
未満	4 人以上	22.1	77.9	8.9	7.6	10.2	78.8	15.7	5.5	0.0
60ha	3 人以下	6.9	93.1	27.6	17.2	10.3	62.1	24.1	10.3	3.4
以上	4 人以上	17.3	82.7	13.0	31.5	18.5	50.0	38.9	9.3	1.9

資料：表 2 に同じ。

注：「可変施肥及びセクションコントロールの保有数の経営割合」は、可変施肥及びセクションコントロール（ブロードキャスト、スプレーヤ）を保有していた場合は「3 種類」ということを示す。

表 5 区分別の導入技術の導入目的

(単位：％)

経営面積 区分	家族 労働力	導入技術	導入の目的							
			負担軽減	精度向上	時間短縮	人員削減	資材削減	面積拡大	収量向上	品質向上
全平均		自動操舵システム	94.9	93.6	54.4	25.3	8.5	20.4	25.1	25.3
		可変施肥	44.7	74.5	38.3	10.6	68.1	25.5	68.1	76.6
		セクションコントロール	52.0	80.6	36.7	4.1	58.2	14.3	30.6	43.9
60ha 未満	3 人以下	自動操舵システム	94.3	95.2	51.0	24.8	8.6	16.7	<u>20.0</u>	19.0
	4 人以上	自動操舵システム	94.1	92.4	55.5	26.3	7.2	20.3	25.8	25.8
	3 人以下	可変施肥	54.5	81.8	36.4	18.2	81.8	27.3	72.7	63.6
	4 人以上	可変施肥	38.1	76.2	42.9	14.3	66.7	14.3	66.7	76.2
	3 人以下	セクションコントロール	52.4	85.7	23.8	4.8	47.6	14.3	19.0	28.6
	4 人以上	セクションコントロール	54.8	73.8	42.9	7.1	59.5	14.3	28.6	40.5
60ha 以上	3 人以下	自動操舵システム	100.0	93.1	62.1	24.1	10.3	27.6	34.5	<u>48.3</u>
	4 人以上	自動操舵システム	98.1	92.6	59.3	24.1	13.0	<u>31.5</u>	<u>37.0</u>	35.2
	3 人以下	可変施肥	37.5	75.0	25.0	0.0	62.5	50.0	75.0	87.5
	4 人以上	可変施肥	57.1	57.1	42.9	0.0	57.1	28.6	57.1	85.7
	3 人以下	セクションコントロール	<u>87.5</u>	100.0	<u>75.0</u>	0.0	75.0	25.0	<u>75.0</u>	75.0
	4 人以上	セクションコントロール	37.0	81.5	25.9	0.0	59.3	11.1	29.6	51.9
p 値 (X ² 検定)		自動操舵システム	0.357	0.653	0.508	0.975	0.568	0.078 *	0.038 **	0.002 ***
		可変施肥	0.704	0.693	0.834	0.434	0.688	0.265	0.875	0.596
		セクションコントロール	0.086 *	0.317	0.035 **	0.472	0.586	0.808	0.032 **	0.110

資料：表 2 に同じ。

注：1) 色付きセルは、導入した経営のうち半数以上が目的としてあげたことを意味する。なお、回答は複数回答された結果を集計した。

注：2) 各導入技術の「導入の目的」ごとに X² 検定を行った（10％：*、5％：**、1％：***）。有意な関連がみられた「導入の目的」に対する残差分析による特徴的な値を斜字で示し下線を付した。

られていた。一方で、60 ha 以上区分にはそれらの3つ以外の「面積拡大」、「収量向上」及び「品質向上」をあげる割合に有意差を持つ区分がみられ、相対的に高かった。

以上から、分析経営では負担軽減や精度の向上を技術導入の中心的な目的としているといえる。さらに、60 ha 以上の区分では、自動操舵システムを複数台導入している下で、圃場や位置情報を活用した可変施肥やセクションコントロールを導入することにより、課題とした収量や品質の向上等への対応を志向する経営の存在が推察される。特に労働力が相対的に少ない家族労働力3人以下の経営でこうした志向を持つことが示唆される。

2. 導入技術に対する主観評価

1) 自動操舵システムに対する評価

分析経営における導入の目的に対して、実際どのような評価がされているのだろうか。経営面積60 haで2群に分け、自動操舵システムに対するCS分析を行った結果を図1に示した^{注4)}。この図からは以下の点が指摘される。

第一に、目的として多くあげられていた「負担軽減」、「精度向上」及び「時間短縮」に対しては、面積区分に関わらず、総合満足度との関連が強く、満足率も高かった。特に、前者2項目はその傾向が顕著であった。第二に、その他の大半の項目は第三象限にプロットされ、各項目の満足率や総合満足度との関連は相対的に低かった。第三に、人員削減と総合満足度との関連については、60 ha 以上区分の値は60 ha 未満区分に比べてより高く、第四象限にプロットされた。

以上から、自動操舵システムの導入目的として多くあげられた負担軽減や精度向上に対しては、経営面積に関わらず、畑作経営において普遍的に評価が高く、技術評価の上での満足度との関係が強いといえる。さらに、60 ha 以上区分では人員削減に対する満足率を向上させることで、自動操

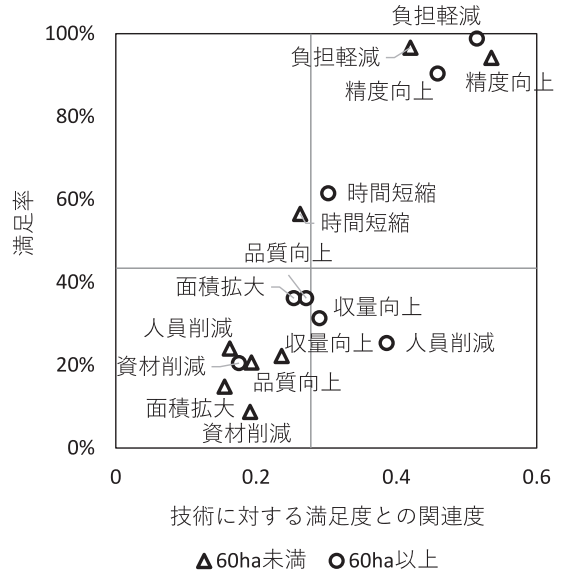


図1 規模別での自動操舵システムに対する満足度との関連と評価項目の満足率の関係

注：1) 「技術に対する満足度との関連度」は、総合満足度と各評価項目の相関関係を、「満足率」は、5段階リッカートのうち、4（やや満足）または5（満足）と回答された割合を示す。

注：2) 図中の縦横線は、分析経営529経営における技術に対する関連度と各項目の満足率の平均値を示す。

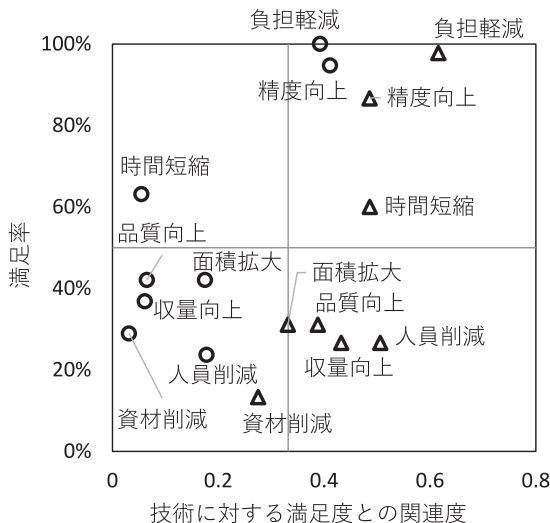
注：3) 両群の総合満足度は、60 ha 未満：AV4.31、SD0.33、60 ha 以上：AV4.30、SD0.33であり、群間に有意な差異はなかった。

舵システムに対する総合的な評価をさらに向上させ得ることが示唆される。

2) 複数技術の導入の下での評価

60 ha 以上区分においては、課題や導入技術、及び自動操舵システムに対する主観評価の傾向が異なった。そこで、60 ha 以上区分の経営群を自動操舵システムのみを導入する経営群（45経営）と自動操舵システムに加えて可変施肥やセクションコントロール（施肥・農薬）のいずれか1つ以上を導入する経営群（38経営）に分けた下で、自動操舵システムに対するCS分析を行った。その結果を図2に示した。この図からは以下の点が指摘される。

第一に、自動操舵システムのみを導入する経営



△ 自動操舵システム

○ 自動操舵システム

+ 可変施肥・セクションコントロール

図2 導入技術別での自動操舵システムに対する満足度との関連と評価項目の満足率の関係

注：1) 図1に同じ。

注：2) 図中の縦横線は、60 ha 以上の分析経営 83 経営における技術に対する関連度と各項目の満足率の平均値を示す。

注：3) 両群の総合満足度は、自動操舵システム：AV4.27、SD0.38、自動操舵システム+可変施肥・セクションコントロール：AV4.34、SD0.29であり、群間に有意な差異はなかった。

群は、60 ha 以上区分で課題としてあげられた人員削減や収量・品質向上が第四象限にプロットされた。すなわち、自動操舵システムに対する総合満足度との関連度は高いがそれらの項目の満足度が低かった。第二に、自動操舵システムと可変施肥やセクションコントロールを導入する経営群は、各評価項目と総合満足度の関連度が全体的に低かった。一方で、各項目の満足率は自動操舵システムのみの経営群と比べてやや高かった。特に、時間短縮の満足率は高いが、総合満足度との関連度は非常に低かった。

以上から、自動操舵システムは単独の利用でも負担軽減や精度向上への評価は高いといえる。ただし、自動操舵システムに可変施肥等を組み合わ

せた経営群の総合満足度は、自動操舵システム単独の群と同様に高いが、自動操舵システム単独で時間短縮や収量向上等の項目が改善するとは捉えていないことが推察される。すなわち、これらの項目の効果を得るために、自動操舵システムに他の技術を組み合わせて利用していることが推察される。

注4) 自動操舵システム及び自動操舵システムと可変施肥やセクションコントロールにより区分したCS分析を行うために、図2で経営面積と家族労働力により4区分すると、分析経営数が限定される区分がある。このため、ここでは規模に注目して、経営面積のみで区分して分析した。

IV 要約と含意

本稿では、十勝管内の畑作経営を調査対象としたアンケート調査を行い、その中から自動操舵システムに対する主観的な評価を実施しうる 529 経営を分析対象とした。それらの経営の経営面積と家族労働力に注目して、経営における課題や自動操舵システムの導入目的及び導入技術に対する評価を明らかにすることを目的とした。具体的には、経営面積を 60 ha、家族労働力を 3 人で区分し、経営の課題、自動操舵システムや連動して利用できる技術の導入実態及び導入技術の導入目的を作表分析した。さらに、省力化や作業時間の軽減等の課題に対して、導入した自動操舵システムが改善に貢献していると評価しているのか、各評価項目の満足率と技術に対する総合満足度を計測して分析した。その結果は以下である。

第一に、経営面積や家族労働力の区分に関わらず、人手不足やコストが課題としてあげられた。特に 60 ha 以上区分においては、人手不足以外において、長時間作業が顕在化し、作業者の負担や収量の低下に波及していることが示唆された。第二に、分析経営での自動操舵システムの導入目的は、負担軽減や精度の向上を中心としていた。

60 ha 以上区分の導入実態と目的からは、複数台の自動操舵システムと可変施肥やセクションコントロールを導入することにより、収量や品質の向上等の実現を志向している経営の存在が推察された。特に3人以下の経営でこうした傾向が確認された。第三に、自動操舵システムの導入目的として多くあげられた負担軽減や精度向上に対する評価は高かった。60 ha 以上区分の特徴的な点として、人員削減の総合満足度との関連が高く、自動操舵システムを活用することで人員削減に貢献することが期待されていると推察された。第四に、特に可変施肥やセクションコントロール等の他のスマート農業技術を組み合わせた60 ha以上の経営では、自動操舵システム単独の効果としては、時間短縮や収量向上等の効果を強く評価してはいないことが推察された。

自動操舵システムについては、調査事例を基にして作業に伴う身体的・心理的な負担の軽減につながることが指摘されているが、今回の大量データを用いた分析結果はそうした知見を裏付けるものである。すなわち、本稿で負担軽減とした軽労化は、規模や労働力に関わらず強く評価されている。他方で、今後増加が見込まれる60 ha以上の経営群において、人手不足や作業者の負担等の労働力に係る課題にとどまらず、長時間作業や生産物に係る課題も指摘された。こうした課題には、自動操舵システム以外のスマート農業技術の導入によって改善させることを志向しているとみられ、さらに、人員削減（省人化）に寄与することが期待されているとみられる。

大規模畑作経営においてもスマート農業技術を用いることで、安定した存立に繋がることが期待される。すなわち、今後の畑作経営の展開を考える上では、経営規模と導入技術との関係では、経済性や省力性における具体的な効果について分析することも重要である。自動操舵システムを用いた上で、他の技術を組み合わせることによって、

どのように省人化を図ることができるのか。十勝では中央周辺部の経営面積は60 haを超える経営も増加していることから、そうした地域における具体的な経営像や投下するコストを明らかにすることが重要である。これらの点は今後の課題としたい。

謝辞

本稿は、筆頭者が道総研十勝農業試験場に在籍していた際に、他の共著者とともに行った農技協のアンケート調査・分析から得られた知見の一部をまとめたものである。農技協、同事務局及び十勝総合振興局のご協力なくして本稿の知見は得られなかった。記して感謝する次第である。

参考文献

- [1] 北海道農政部『北海道スマート農業推進方針』、2020。
- [2] 北海道農政部『GNSS ガイダンスシステム等出荷台数の推移』、2023。
https://www.pref.hokkaido.lg.jp/ns/gjf/a0007/b0003/smart_guidance.html
- [3] 馬淵富美子「北海道における ICT・スマート農業の普及と課題」『北農』第83巻第1号、2016、pp20-28。
- [4] 馬淵富美子「土地利用型農業におけるトラクタ自動操舵装置の省力効果」『農業食料工学会北海道支部会報』第61号、2021、pp3-8。
- [5] 三宅俊輔「2015年農林業センサスを用いた北海道農業・農村の動向予測」『北海道立総合研究機構農業試験場資料』第42号、2018。
- [6] 三宅俊輔・大畑美結・木村智之「大規模畑作経営の展開とスマート農業技術による対応—北海道十勝地域を対象として—」『農業経営研究』第61巻第2号、2023、pp19-24。
- [7] 関根久子「北海道畑作経営における土地利用の動向と今後の展望」『農業経営研究』第59巻第2号、2021、pp1-10。
- [8] 辻博之・澁谷幸憲・西脇健太郎「北海道畑作における自動操舵トラクタの導入効果と可変施肥技術導入の取り組み」『農研機構研究報告』第1号、2019、pp19-25。