

愛媛県が主催する「作業効率化モデル整備事業研修会」への参加者における園内道やロボットシステム等の導入意向について

河野靖 藤井栄一* 上加裕子** 池内温 間健二

Inclination of attendees for application of work path in orchards, robot systems and other apparatus in the 'Ehime Prefecture's workshop on operational efficiency model development project training seminar'

KOHNO Yasushi, FUJII Eiichi, UEKA Yuko, IKEUCHI Sunao and HAZAMA Kenji

要 旨

愛媛県が主催する「作業効率化モデル整備事業研修会」に参加した生産者・農協等農業関係者延べ192名に対しアンケート調査を実施し、100名から回答があり、そのうち48%が生産者であった。生産者の園内道設置に対する考えは地区別、年代別に差はなかったが、経営面積の大きな生産者では園内道の必要性を感じていた。省力化が必要な作業は防除、収穫、除草、運搬の順に高かった。防除用ドローンが必要と感じている人は防除作業の省力化が必要だと感じているが、それ以外のロボットシステム等と省力化が必要とする作業は一致しておらず、導入の動機付けには技術自体が魅力的である必要性が示唆された。

キーワード：アンケート調査、園内道、省力化、ロボットシステム

1. はじめに

本県の温州みかん園の傾斜度別の面積割合は5度未満が11%、5～15度が22%、15度以上が67%と、急傾斜な園の割合が高く（農林水産省、2009）、作業機械の導入が進んでいない。急傾斜なかんきつ園では収穫物や肥料等の資材運搬を目的に単軌条運搬機（通称モノレール）が開発され、設置のための樹木の伐採が少なく、傾斜度、造成形態、栽植密度などの変化に対して作業性能が安定していることから広く普及した（宮崎ら、2002）。作業者に負担の大きな薬剤散布作業については、かん水用のスプリンクラーの散水機能を利用した薬剤散布方法が研究され、実用化されている（山下、1976；相原、1989）。また、多くの産地で共同選果場が整備され、規格や外観品質のみにとどまらず、糖度や酸などの内部品質に基づく選果選別が実施されている。

急傾斜地かんきつ園において作業の省力化および軽作業化を実現する機械化体系の開発を目指し、宮崎ら（2002）によって風筒式防除機、リフト付き運搬車、肥料散布機およびこれ

らの機械を急傾斜地かんきつ園へ導入可能とするための園内作業道の簡易舗装法の開発が行われ、これら歩行型機械化体系により省力・軽作業効果を明らかとした。これらの技術は一部導入されたものの広く利用されるまでには至らなかった。

そこで、愛媛県農林水産研究所では、生物系特定産業支援センター「戦略的スマート農業技術等の開発・改良」により、愛媛大学を代表機関とし「急傾斜農業の超省力化に向けた小型農業ロボットシステムの開発」に取り組んでおり、急傾斜地における安定走行を実現する制御システムを搭載した走行ユニットとともにロボット高適応性園地の開発を進めている（指原ら、2024）。走行ユニットは今後開発の進む薬液散布ユニットや摘果・収穫ロボットなどを搭載することでマルチオペレーション化を進めようとしている。

ここでは、生産者や関係者が考えている省力化が必要な作業やロボットシステム等に対する期待についてアンケート調査により明らかにした。

* 現 愛媛県中予地方局農業振興課

** 愛媛大学大学院農学研究科

2. 方法

2023年に県が伊方（9月11日）、宇和島（9月7日）、松山（9月13日）の3か所で実施した「傾斜園地作業効率化モデル整備事業研修会」に参加した延べ192名を対象に、室内研修の資料配布に合わせアンケート用紙を配布し、室内研修終了後に回答のための時間を取り回答記入後、回収した。なお、研修会では室内研修後に整備したモデルほ場において現地研修を行うとともに、開発中の走行ユニットの走行実演を行った。

アンケートの内容は回答者の属性に関する設問（職業、性別、年齢、後継者の有無）、生産状況に関する設問（品目別経営面積、園内道の設置状況・意向、省力化が望まれる作業）、開発技術等の導入意向に関する設問（必要性の有無と導入希望価格）および「果樹生産に係る管理作業について、ロボット化やシステム化を望むこと、情報システム活用など、今後果樹生産のために開発が必要なものなどについての自由記入」とした。

3. 結果及び考察

3.1 アンケート回答者の属性

研修会参加者192名の内、アンケートの提出があったのは100名で、回収率は52.1%であり、松山で回収率が39.1%とやや低くなった。それぞれの会場の参加者を職業別にみると、伊方では生産者の割合が83.9%と高く、松山では農協や市町など農業関係者の割合が高かった（表1）。

表1 アンケート回収率と回答者の属性 (人)

実施地区	参加者数	アンケート回収数 (回収率)	職業別 (0内は割合)				
			生産者	農協関係者	市町関係者	普及指導員	その他
伊方	65	31 (47.7)	26 (83.9)	3 (9.7)	0 (0.0)	2 (6.5)	0 (0.0)
宇和島	63	44 (69.8)	18 (40.9)	13 (29.5)	2 (4.5)	10 (22.7)	1 (2.3)
松山	64	25 (39.1)	4 (16.0)	6 (24.0)	2 (8.0)	3 (12.0)	10 (40.0)
計	192	100 (52.1)	48 (48.0)	22 (22.0)	4 (4.0)	15 (15.0)	11 (11.0)

それぞれの会場毎に生産者の平均栽培面積を集計すると、伊方では中晩柑、温州みかんの面積が多く、宇和島では中晩柑、温州みかんが多く、加えて米麦、野菜の面積もわずかながら

あった。松山では中晩柑、温州みかんが多いものの、野菜、米麦の面積が3地区の中では多くなっている。3地区の中では、宇和島が温州みかん、中晩柑を合わせたかんきつ類の面積が多く、経営面積も高くなっている（表2）。

表2 開催地別の生産者の平均栽培面積 (a)

	温州みかん	中晩柑	落葉果樹	米麦	野菜	花き	計
伊方	79.6	136.3	2.1	0.0	0.0	0.0	217.9
宇和島	135.6	146.7	0.3	1.7	1.1	0.6	285.8
松山	63.8	120.8	5.0	7.5	25.0	0.0	222.0
平均	100.1	139.0	1.6	1.3	2.6	0.2	244.8

3.2 アンケート回答者のうち、生産者の園内道に対する考え

生産者の園内道の設置に対する意向は、地区別では一定の傾向はみられず、3地区の合計で設置済みが27.1%、設置を検討が52.1%と設置に対し前向きに考えている生産者が8割近くとなった（表3）。調査を行ったのが「傾斜園地作業効率化モデル整備事業研修会」の参加者であり、作業改善に対し積極的な生産者が中心となっていることもあり得られた数値が高くなっている可能性はある。

表3 開催地別の生産者の園内道設置に対する考え方(人)

	必要なし	設置済み	設置検討	未回答	計
伊方	5	8	12	1	26
宇和島	2	5	10	1	18
松山	1		3		4
計	8 (16.7)	13 (27.1)	25 (52.1)	2 (4.2)	48 (100.0)

年代別に園内道設置の意向についてみてみると、10歳代、20歳代のサンプル数が少ないこともあり判然としないが、導入に対して年代による意向に差はないように見える。あわせて、調査を行った研修会に参加した生産者には、60歳代以上の年齢の高い生産者はおらず、各地域で生産を支え、比較的改善意欲の高い人の意向をとらえたものと考えられる（表4）。

表4 年代別生産者の園内道の設置に対する考え方 (人)

	10歳代	20歳代	30歳代	40歳代	50歳代	未回答	計
必要なし		2	3	2	1		8
設置済み	1	2	3	4	3		13
設置検討			11	10	3	1	25
未回答			1	1			2

経営面積別に園内道設置の意向についてみると、経営面積の大きな生産者では設置済みか、設置を検討と回答した人が多い。一方、2ha未満の経営面積の生産者では必要ないと回答している人が、それ以上の経営面積の生産者と比較すると多くなっており、経営面積の大きな生産者で作業改善の必要性を感じていると思われる(表5)。今後、担い手が減少していく中で、地域農業を支えていくためには限られた担い手が農地を集積し規模を拡大していかなければならないが、その中で園内道の設置により作業改善を進めていくことは重要となってくると考えられる。

表5 生産者の経営規模別の園内道に対する考え方 (人)

	1.5ha未満	1.5haから2ha	2haから2.5ha	2.5haから3ha	3haから4ha	4ha以上
必要なし	4	2	2	0	0	0
設置済み	1	0	2	3	5	1
設置検討	3	5	12	1	3	2
未回答	1	0	0	1	0	0
計	9	7	16	5	8	3

3.3 アンケート回答者の省力化に対する考え方とロボットシステム等の導入意向

職業別に省力化が必要な項目について回答率の高かったものは、生産者では防除(20.8%)、除草(18.1%)、農協関係者では防除(22.7%)、収穫(18.2%)、市町担当者では収穫(25.0%)、普及指導員では防除(22.2%)、収穫(20.0%)であり、防除作業は省力化が必要であるという共通の認識があった。防除作業に続いて省力化の必要な作業に、生産者は除草作業をあげており、農協などの関係機関の職員は収穫作業をあげた。生産者と関係者で異なった作業があげられており、実際に作業をする人と指導的立場の人では少し異なった感覚にあることが伺えた。全体では防除(21.3%)、収穫(14.7%)、除草

(13.3%)、運搬(12.3%)となった(表6)。

各ロボットシステム等に対して「必要ない」か導入に係る金額を数段階提示し選択をしてもらったが、いずれのロボットシステム等についても3割から5割の人が「必要ない」と回答している。一方、いずれかの金額に回答をした人を「導入意向あり」と判断すると、詳細な能力、仕様を提示していない状態で回答を求めているため、価格の高低はあるものの、防除用ドローンに対しては45%、自走運搬車では46%、リモコン草刈り機では34%、摘果ロボットでは31%、収穫ロボットでは35%、AI庭先選果機では47%で導入の意向があった(表7～12)。

リモコン草刈り機で導入意向が低いのは、傾斜が急な園が多いことや石垣がありテラス面が狭い園があることなどが原因となっていることが推察され、摘果ロボット・収穫ロボットについては、先のリモコン草刈り機と同様に栽培園地の条件に加え、その性能がわからないため導入の判断がつかないことが低くなったことにつながっていると考えている。また、農協関係者や普及指導員は防除用ドローンやリモコン草刈り機、AI庭先選果機などカタログ提供や実演会への参加など多くの情報を入手できる立場にあると考えられるが、生産者の経営状況から判断して妥当な金額として記載してもらったものかどうかは不明であるが、ここで回答のあった金額は、生産者と大差ないものとなった。

各ロボットシステム等に対して「必要ない」を選択しなかった人(いずれかの価格を選択した人)がどの作業に対して省力化が必要だと考えているのかを整理すると(表13)、防除用ドローンの導入意向があると考えられる人は防除作業の省力化が必要であると考えていると思われるが、それ以外のロボットシステム等に

表6 職業別に省力化が必要と考える項目

(%)

	せん定	防除	施肥	除草	摘果	収穫	運搬	かん水	選果	未回答	計
生産者	5.6	20.8	7.6	18.1	9.7	11.8	11.8	0.7	9.7	4.2	100.0
農協関係者	7.6	22.7	6.1	4.5	12.1	18.2	13.6	3.0	6.1	6.1	100.0
市町担当者	0.0	16.7	8.3	8.3	0.0	25.0	16.7	8.3	0.0	16.7	100.0
普及指導員	8.9	22.2	2.2	13.3	6.7	20.0	13.3	4.4	8.9	0.0	100.0
その他	3.3	20.0	0.0	13.3	6.7	6.7	10.0	13.3	16.7	10.0	100.0
未回答	0.0	33.3	0.0	0.0	0.0	33.3	0.0	33.3	0.0	0.0	100.0
計	6.0	21.3	5.7	13.3	9.0	14.7	12.3	3.7	9.0	4.7	100.0

愛媛県が主催する「作業効率化モデル整備事業研修会」への参加者における
園内道やロボットシステム等の導入意向について

表7 防除用ドローン導入経費に対する意向 (人)

	必要ない	50万円ま で	100万円 まで	150万円 まで	200万円 まで	未回答	計
生産者	24	7	8	5	1	3	48
農協関係者	5	5	4	3		5	22
市町担当者	1		1			2	4
普及指導員	2	1	5	1		6	15
その他	6	2	1			1	10
未回答			1				1
計	38	15	20	9	1	17	100

表8 自走運搬車導入経費に対する意向 (人)

	必要ない	100万円 まで	200万円 まで	300万円 まで	未回答	計
生産者	22	22		1	3	48
農協関係者	9	6	2		5	22
市町担当者		2			2	4
普及指導員	2	6	1		6	15
その他	4	4	1		1	10
未回答		1				1
計	37	41	4	1	17	100

表9 リモコン草刈り機導入経費に対する意向 (人)

	必要ない	100万円 まで	150万円 まで	250万円 まで	350万円 まで	未回答	計
生産者	29	15	1			3	48
農協関係者	8	7	2			5	22
市町担当者	1	1				2	4
普及指導員	4	3	2			6	15
その他	7	2				1	10
未回答		1					1
計	49	29	5	0	0	17	100

表10 摘果ロボット導入経費に対する意向 (人)

	必要ない	100万円 まで	250万円 まで	500万円 まで	1,000万 円まで	未回答	総計
生産者	28	12	4	1		3	48
農協関係者	10	5	2			5	22
市町担当者	2					2	4
普及指導員	5	2		2		6	15
その他	7	2				1	10
未回答		1					1
計	52	22	6	3	0	17	100

表11 収穫ロボット導入経費に対する意向 (人)

	必要ない	100万円 まで	250万円 まで	500万円 まで	1,000万 円まで	未回答	総計
生産者	27	10	7	1		3	48
農協関係者	9	6	2			5	22
市町担当者	1	1				2	4
普及指導員	4	2	1	2		6	15
その他	7	2				1	10
未回答		1					1
計	48	22	10	3	0	17	100

表12 AI庭先選果機導入経費に対する意向 (人)

	必要ない	250万円 まで	500万円 まで	1,000万 円まで	2,000万 円まで	未回答	総計
生産者	20	13	11	1		3	48
農協関係者	7	7	2			1	22
市町担当者		2				2	4
普及指導員	4	4	1			6	15
その他	5	4				1	10
未回答		1					1
計	36	31	14	1	1	17	100

についてはその目的としている作業以外の省力化を選んでいる人が多くなった。省力化が必要と考えている作業と導入の意向のあるロボットシステム等に強い関連性がみられないことから、技術そのものに魅力を感じるかどうか導入に向けた動機づけにつながるものと考えられる。

表13 各ロボットシステム等に対して導入意向者が考える省力化が必要な作業 (%)

	防除用ド ローン	自走運搬 車	リモコン 草刈り機	摘果ロ ボット	収穫ロ ボット	AI庭先選 果機
せん定	4.9	4.3	2.9	6.5	6.7	6.4
防除	18.6	18.5	23.5	19.4	19.0	21.3
施肥	4.9	6.0	7.8	6.5	5.7	5.7
除草	13.7	10.9	17.6	14.0	12.4	12.8
摘果	12.0	8.7	10.8	12.9	10.5	11.3
収穫	13.1	15.8	18.6	17.2	18.1	12.1
運搬	11.5	13.0	10.8	10.8	12.4	11.3
かん水	3.8	3.8	2.0	2.2	2.9	2.1
選果	11.5	10.9	4.9	6.5	6.7	12.1
未回答	6.0	8.2	1.0	4.3	5.7	5.0
計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

3.4 果樹生産に係る管理作業について、ロボット化やシステム化を望むこと、情報システム活用など、今後果樹生産のために開発が必要なもののなどについての自由記入

自由記入には21件の記載があり、「人手のかかる作業の省力化を望む」「人手不足による摘果の労力確保が課題」「除草作業が間に合わない」「防除・施肥の省力化が重要」など省力化に向けた記入、「ある程度システム化できているものはあると思うので、導入・運用が安価であれば普及が進む」「どんなシステムも安価になってくれることを期待している」など価格に対する記入、「園地でのロボット導入には園地の整備から始めないと無理」「自動せん定機などがあればいい」「安全性、作業性の向上については園内道・作業道の設置が最もウエイトが大きい。モノレール、クローラ等ではなく、軽トラックでの収穫可能な園地を増やすことができればほかの作業用ロボットの活用が容易かと思った」などロボットシステム等とは場の条件整備についての記入、「高齢化しているためデータの集約化はむづかしいと思うが、品質の安定化、省力化、次世代継承のため必要」「マルドリでのかん水量のコントロールの自動化」

「園地別・樹別など詳細な生産情報と栽培情報・気象情報などを組み合わせた分析」など情報活用に係る記入があった(表14)。現在愛媛大学とともに進めているロボットシステムの開発において、ロボット開発のみだけでは限界があることから、園内道・園内作業道の設置とあわせロボット高適応な園地とすることで、ロボットの運用が可能となることに合わせ、作業者にとっても作業性を向上させることができると考えており、研修会参加者からも同様な意見があり方向性の一致が見られた。また、今後のかんきつ生産に対して種々の情報活用が重要であると考えているが、生産者・農業関係者においても同様の考えであることが確認できた。

表14 果樹生産のために今後の開発が必要なものなどについての自由記入

記入内容
○ 防除や除草など人手がかかるもののできる限りの省力化を望んでいます。 ○ 自動せん定機などがあればいいと思いました。 ○ ある程度システム化できているものはあると思うので、導入・運用が安価であれば普及が進むと思います。 ○ どんなシステムも安価になってくれることを期待しています。 ○ 情報をまとめ、利用が楽、利用ハードルのないシステム ○ 高齢化しているためデータの集約化はむづかしいと思いますが、品質の安定化、省力化、次世代継承のため必要である。 ○ マルドリでのかん水量のコントロールの自動化(品質・収量向上のため)。 ○ スマートフォンのカメラ等を用いた葉果比算出アプリ。 ○ 低価格化に期待します。 ○ 安全性、作業性の向上については園内道・作業道の設置が最もウエイトが大きいのと考えている。まずはこの点を入口にして他のことを考えています。モノレール、クローラ等ではなく、軽トラックでの収穫可能な園地を増やすことができればほかの作業用ロボットの活用が容易かと思った。 ○ 土壌・病害虫の分析・予測・対策提案の詳細 ○ 自走式草刈り機による除草作業 ○ 獣害対策 ○ 気象を読むことが年々難しくなっている。手軽に自分のスマホでいつでも設定した畑の天候がわかるようなアプリの開発をしてほしい。 ○ 人で不足による摘果の労力。年々除草が困難になるくらい枯れにくい草が生えてきている。除草作業が間に合わない。 ○ 家庭選果作業の軽減システム。栽培情報と気象情報の連動。未来予想できる情報システムの確立。 ○ 園地別・樹別など詳細な生産情報と栽培情報・気象情報などを組み合わせた分析。山どり持ち込みによる全量選果システム。収穫ロボットシステム。 ○ AI選果機能は共選に導入すべきと考える。防除・施肥の省力化 ○ 園地でのロボット導入には園地の整備から始めないと無理だと思う。 ○ 共選の簡素化 ○ 除草

本報告のもととしたデータは、県が主催する「作業効率化モデル整備事業研修会」の参加者を対象としたアンケートによるものであり、参加者の職業や作業改善への意欲などに基づいている。このため、県下全体の生産者や関係者の意向とするためには、対象を広げたさらなる意向調査を行う必要がある。

なお、本研究は生物系特定産業支援センター「戦略的スマート農業技術等の開発・改良」(JPJ011397)により実施した成果の一部である。

引用文献

- 宮崎昌宏，岡崎紘一郎，石束宣明，高辻豊二，猪之奥康治，関野幸二，山本博，長崎裕司，田中宏明，角川修（2002）：急傾斜地カンキツ園の機械化体系に関する研究。近中四農研報，**1**，1 - 48。
- 農林水産省生産局生産流通振興課（2009）：果樹農業に関する資料，33。
- 山下重良（1976）：カンキツ園におけるスプリンクラーの散液特性ならびに装置化に関する研究，和歌山果園試研報，**4**，28 - 54。
- 相原和夫（1989）：傾斜地柑橘作農業における基盤整備の意義と課題 - とくに多目的スプリンクラーの導入・利用に関して - ，愛媛大学経営農学研究，**32**，99 - 114。
- 指原豊，上加裕子，大畑秀平，土井義典，有馬誠一，武山絵美，藤井栄一（2024）：急傾斜地向け走行ユニットの開発と収穫運搬作業への適応性，農業食糧工学会誌，**86**，231 - 239。