

—中山間地域で求められるスマート農業技術—

中山間地域におけるスマート農業を活用した有機農業

The Organic Farming that Utilized Smart Agriculture in the Hilly and Mountainous Farming Areas

熊本県立大学 松添 直隆

1. はじめに

中山間地域は、日本の総土地面積の約7割を占めており、全国の耕地面積の約4割、総農家数の約4割を占めるなど、我が国の農業の中で重要な位置づけである（農水省）。令和2年度から、熊本県立大学を代表機関として、熊本県上益城郡山都町で、スマート農業や新しい次世代型農業支援サービスを活用した有機農業（米、サトイモ）の実証事業を行っている。コンソーシアムの名前は、「山都町中山間地域スマート農業実証コンソーシアム」で、熊本県立大学、生産者、エネルギーaproduct(株)、熊本高等専門学校、鹿児島大学、（公財）地方経済総合研究所、民間企業及び行政等で構成されている。

中山間地域の圃場は急傾斜・小規模・不整形のため、農地集約が困難であり、作業効率が悪く、労働災害が多い。特に、水管理、雑草防除の作業時間は平地農業に比べて長く、重労働である。また、その複雑な地形により気温・日照等の気象条件は圃場で異なるため、一定の収量を確保した上で品質を高めるには、各圃場に合った管理技術の提案が必要となる。さらに、鳥獣害の被害は経営を圧迫し、生産意欲の低下を招き、農地の荒廃につながる。鳥獣害対策の効果を高めるには集落間連携が必須である。

本実証事業では、中山間地域におけるスマート農業の導入による作業の効率化・簡略化、収益性の向上を目的とする。しかし、これらの技術やサービスは個人にとどまらず、地域全体で一貫して享受されるべきである。そこで、本実証事業ではエネルギーaproduct(株)（山都町営業所）が地域コーディネーターとなり、農作業を有料で請け負うモデルを構築する。なお、本実証事業の「地域コーディネーター」とは次世代型農業支援サービスを請け負う事業者である。

2. 実証圃場について

①実証圃場の紹介

実証地域の山都町は「九州のへそ」に位置し、標高が300～700mの準高冷地で典型的な中山間地域である。山都町は阿蘇外輪山、九州山地に囲まれ、起伏の激しい地形と複雑な気候風土を巧みに利用した棚田が多く、峰棚田と菅棚田は棚田百選に指定されている。山都町では棚田や小区画・不整形な水田を維持しながら、夏期の涼しい気候を活かした夏秋野菜の産地指定を受け、40年以上の歴史のある有機野菜の産地として発展してきた。有機農業の里として、全国各地から有機農業を目指して本町で就農を希望する者は多い。平成29年度からは「くまもとグリーン農業推進宣言」を行うなど、熊本県が推奨する環境保全型農業分野を牽引している（くまもとグリーン農業：熊本の自然環境を守り育てるため、土づくりを基本として化学肥料や化学合成農薬を低減するなど環境にやさしい農業）。一方、高齢化率は非常に高く（40%以上）、人口減少率は県内トップである。農家1件あたりの経営規模が小さく、個人での機械の高度化やスマート農業の導入は困難である。

②実証地域の課題

実証地域が抱える課題は次の通りである。①棚田に対する農業技術や販売戦略が不十分であり、労働生産性が低く、収益はきわめて少ない。②作業管理（鳥獣害対策・水管理・除草）の労働時間が大きい。③分散した水田は畦畔の形状が複雑で、農作業が困難で危険である。④高価・高機能の農機具の導入は経済的な負担が大きい。また、高機能な農機具の運用やメンテナンスができる人材が不在である。⑤有機JAS認証を取得しても販路拡大に繋がっていない

図1 実証水田がある棚田



い。⑥地域マネジメント能力のある人材の育成や体制の強化が必要である。

3. 実証の概要

実証圃場の生産者は、有機JAS認証4農家、無農薬農家2農家である。本実証事業の柱は以下の4つである。①複雑な判断を要する有機農業において、熟練農業者の暗黙知を科学的に整理して形式知化する。②有機農業の作業をスマート農業技術で効率化・見える化することで、安定生産・生産コスト削減により労働生産性の向上を図る。③鳥獣害対策、複雑な畦畔除草、遠隔地の棚田の水管理をIoT (Internet of Things) 等で効率化・見える化することで、安全・安心の提供と省力・軽労働化を図る。④スマート農業技術を次世代型農業支援サービスで提供する。

4. 導入・開発したスマート農業や技術について

1) 栽培環境情報「水田カルテ」とAIを活用した収量と食味の予測

「水田カルテ」に整理した栽培環境の情報とお米の収量・食味値との関係についてAI（人工知能）を活用して明らかにし、高品質・高収量の有機農業

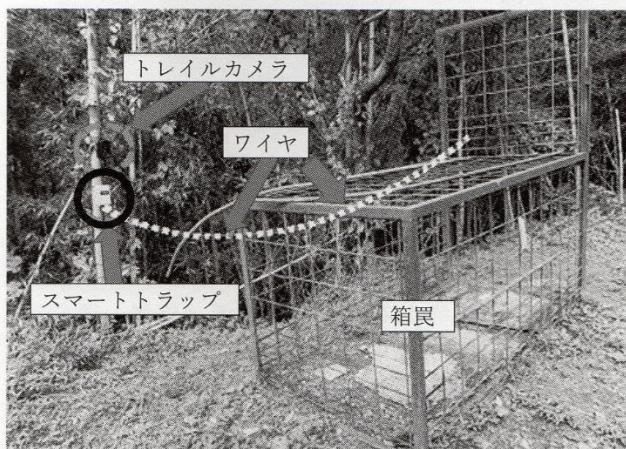
モデルを構築する。水田の場所（位置・標高）、Google earthの地図（画像認識）、日当たり・水はけ等の圃場特性、施肥等の栽培管理、田植え・収穫日等の作業内容、米の収量と食味値等を水田毎に「水田カルテ」に整理・管理した。令和2年度のデータを使って、AIによる収量並びに食味値に関する関係式を作成した。また、可変項目（施肥量、田植え日、収穫日等）の値を変化させ、収量・食味値の推定値の変化を求めた。今後、検証水田の数を増やすことでAIによる予測値の精度を上げ、施肥等の栽培管理の改善を提案できるようにする。

2) ドローンによる液肥等の散布

液肥等の散布を大型ドローン（機種名：MG-1、会社名：DJI、タンク容量：10 L、離陸重量：23.5kg、最大飛行可能時間：10～15分程度）で実施し、作業時間を削減する。大型ドローンによる作業時間は、8分/10a（うち準備5分、作業者2名）となり、慣行の背負い式動噴の作業時間50分/10a（うち準備2分、作業者1名）と比べ約5分の1になった。なお、本機種は平野部では10aを約1分で散布する能力があるため、自動走行機能を上手く活用することで、作業時間を6分/10a（うち準備5分）に短縮することは可能と考える。



図3 犬への設置イメージ



3) スマートトラップを利用した鳥獣害対策

既存の箱罠に遠隔監視可能な装置を導入し、見回り等の労働時間の削減を実証する。スマートトラップ本体とワイヤ接続部（図2の丸枠）がマグネットで接続されており、罠の作動時にはワイヤが引っ張られてマグネットが外れる（図3）。携帯電話通信

網を通して管理者にメールで通知される。令和2年の実績として、慣行と比較して、見回り回数を平均60%削減できた。本システムにより見回り回数削減効果以外にも、捕獲後12時間以内に現地確認ができるようになり、捕獲から屠畜までの時間が短縮された。同様に、餌の残量確認のための見回りの負担も大きいことから、遠隔で残量を確認できる仕組みを検討している。鳥獣害対策の罠とセンサー式をシェアリングし、設置・見回り・餌の補充・捕獲後の処理等を委託事業とすることで、効率よい鳥獣害対策の運用・管理ができる。

4) 畦畔の種類に応じた除草作業の効率化

中山間地域の畦は幅や形が不整形であり、また傾斜の条件が複雑である。そのため、除草作業の安全性を高めながら、労働時間の低減を実現するには圃場に合った除草機の選定が必要である。令和2年度では、慣行作業（人力による刈払い機）に比べて、手押し式除草機の作業時間は平均で36%減少した。

令和3年度では、小型ドローンで取得したデータの分析やGoogle earthの活用により、除草機の利用可能範囲（除草地の形状）および効果的な除草方法の提案を行っている。法面や畦畔等の傾斜角や作業範囲に応じて塗り分けを行い、圃場の状況を可視化し、どの圃場に、どのスマート農機を導入すればより効率化が図れるか検証している（図4）。特に、急斜面地の除草作業は機械が転倒しやすいことから、ウインチを内蔵した除草機（Spider XLiner、企業名：ソフトバンク株）での作業方法の確立を目指している（図5）。

図4 小型ドローンを活用した除草可能（又は可能性がある）な傾斜地面積の評価



図5 ウインチを内蔵した除草機（Spider XLiner、企業名：ソフトバンク株）の作業状況

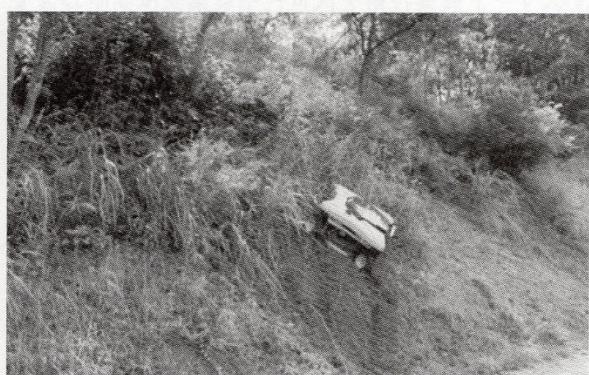
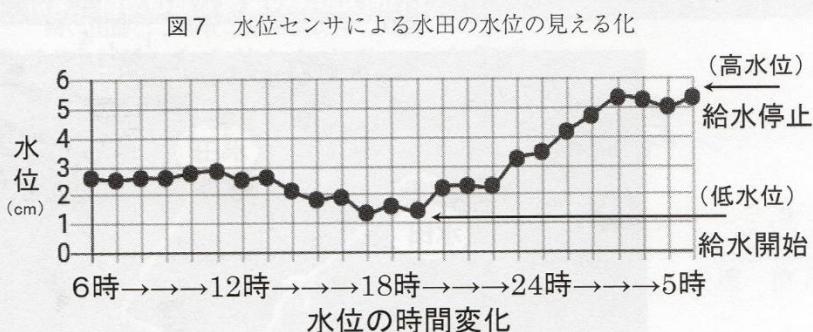




図6 水田内に設置した水位センサ



5) 水田の見回り・作業負担を軽減する水管理システムの確立

水位センサ（機種名：水田farmo、企業名：(株)farmo）で圃場の水位を見える化し（図6、図7）、また給水ゲート（機種名：水田farmo、企業名：(株)farmo）で配水操作（給水、停止作業）を自動化する（図8）ことで、圃場の水管理作業の効率化を図る。また、各圃場の水位・使用水量のデータを蓄積することにより、各圃場の保水特性を知り、効率的な水管理や水資源の活用を促す。

一般に、中山間地域の水田は散在しており自家から車で約30分を要する圃場もある（図9）。自動給水栓・自動水位観測装置の効果（生産者の感想）と

して、水位の確認・見回り回数・移動等の時間短縮、手動によるバルブ操作がなくなることによる作業性の改善、水資源・電気代・自動車のガソリン代の節約等の経営改善、また足元の悪い圃場や大雨時の水位確認等に対する危険回避につながっているようである。さらに、圃場の水持ち（保水能力）がわかるようになり栽培管理の改善にも役立っている。

傾斜地に階段状に作られた棚田には、一番上の水田に給水ゲート、最も下の水田に水位センサを設けることで、水田farmo一組で水管理できる。

6) 次世代型農業支援サービスの体系

稲の定植、水管理、除草、生育診断、追肥、収穫等の手間や熟練技術を要する作業をスマート化する技術は、中山間地域における農業の担い手不足への対応に有効である。しかし、先端技術の農機が高価であることや、ドローンの操縦などの新しい技術を習得するには研修や経費を要することから導入のハードルが高い。スマート農業技術を導入するには、先端技術を活用した作業代行やシェアリング・リース等の次世代型農業支援サービスを定着させる

図8 給水ゲートで配水操作（給水、停止作業）を自動化



※水位センサ及び給水ゲート一式を水田farmoと呼ぶ。

図9 中山間地域に分散した棚田の例



*自宅から水田まで車で片道約30分を要する。

必要がある。

生産者の次世代型農業支援サービスの利用意向を探るため、令和2年度に、我々が作成した受託作業別料金表とともにヒアリングを行った。参考までに一部紹介する。「ドローンは免許の取得が必要であり、ドローンを使うと圧倒的に楽になるので値段はまだ高く設定しても良い（2,000円/10aの想定）」。「水管理における水位センサを単体で考えると、若干割高に感じるが、給水ゲートまで含めた一元管理であれば、ある程度妥当である（水位センサ：3,500円/台、給水ゲート：10,000円/台の想定）」。これらのヒアリングを基に地域コーディネーター業務が成り立つための収支シミュレーションを作成し、令和3年度ではそのシミュレーションに沿った業務運営を行っている。

5. おわりに

中山間地域の農村・農業を維持・発展させるには、棚田等の地域資源や冷涼な気候等を活かして、集落維持に不可欠な稲作と施設園芸等の稼げる農業との両立が必要である。実証事業の目標は、スマート農業の導入により低減された労働時間をより収益性の高い作物栽培に当てることで生産者の収入増を図ることである。その解決策として、次世代型農業支援サービス（専門作業受注型、機械施設供給型、人材供給型、データ分析型）がある。これらの導入と定

着には本サービスを請け負う事業者（本事業では地域コーディネータ）が儲かる、すなわち年間を通して安定した委託業務を獲得し運営できる仕組みが必要である。そのためには、事業者の規模に合った地域枠の設定、その地域における年間作業の内容と作業時間の把握、業務実績・データに基づいた提案型営業活動や集落営農組織との連携による顧客の獲得、利用者の要望と地域全体のスケジュールとの調整、機械・器具の効率的な運用とメンテナンス等が挙げられるが、最も大切なことは「人材の確保と育成」であろう。経営的には黒字が見込まれることである。損益計算書を用いてシミュレーションシートを作成し、実際の作業から収入や人件費を算出し、また売上から販管費等の経費を差し引きすることで、経営の見える化が図られるべきである。スマート農業技術の導入・定着にはサービス内容に合った料金設定が重要となる。

健康や環境意識の高まりで、有機農産物への需要は拡大している。また、有機農業での新規就農希望者も少なくない。除草作業等、手間がかかる有機農業の作業をスマート化することや、有機農業に関する専門的な知識や技術等をデータ化・蓄積・活用することで、次世代へ継承していくことが可能になるであろう。本実証事業で、中山間地域での有機農業の発展にはスマート農業の技術や考え方の導入が必須であることが再確認できた。