

社会情勢の大きな変化、SDGsの潮流の中で、建設業界では「新4K」や「ESG」の取組が焦眉の急となっており、地域課題の解決、社会貢献の観点が必要視されつつある。このため、会員各社が関係機関との連携・協力を図りながら行っている食料・エネルギーの「地産国消」の取組を紹介し、地域、社会貢献に関する行政とのパートナーシップの深化を図る。

vol.7

## 棚田地域を対象とした スマート生産技術の開発

鹿島建設株式会社 土木管理本部

横井 績

技術研究所

山田 順之

### はじめに

棚田は、食料生産のみならず災害防止や景観保全など多面的機能を発揮している。しかし、中山間地域に立地する棚田は、平地の農地と比較して小規模かつ不整形であり、水利施設や道路、通信ネットワークなどのインフラが充分整備されておらず、荒廃の危機に直面している。

鹿島建設では、このような社会課題に対応するためスマート農業技術に注目して、新潟県十日町市の棚田において研究開発を実施している。スマート農業技術は、平地の大区画圃場で適用が進んでいるが、棚田地域への適用に関しては検討が不十分な状況にある。そこで、建設分野で培われてきた安全性確保、省力化や精度向上など、「鹿島スマート生産」のノ

ウハウを活用し、棚田地域におけるスマート農業技術を活用した持続可能な営農環境整備を試みている。

二〇二〇年度～二〇二一年度には、農林水産省の「スマート農業実証プロジェクト」に参画し、半自動運転の建機を利用した圃場メンテナンスや、携帯圏外での安価な無線通信ネットワークの整備など、作業の軽労化や安全性に資する技術の実装を行った。本稿では、その実証におけるスマート農業技術の適用結果と今後の方向性を報告する。

### LPWAを活用した

### モニタリング・安全対策

(1) 携帯圏外における無線通信ネットワークの確立

移動通信サービスは、人口が少ない棚田地域では受信できないエリアが多い。棚田地域では作業の省力化のため気象や水位の遠隔監視技術が期待されるが、通信ネットワークが技術導入の課題となる。加えて作業中の事故など緊急事態時に情報伝達が行えないという安全上の課題もある。

そこで、低消費電力で広い領域を対象とした無線通信技術である Low Power Wide Area (以下 LPWA) を活用した無線通信ネットワークの技術実証を実施した。LPWA は小型太陽光発電のみで持続的に稼働する一方、無線通信であるため地形や立木の影響を受け易く、棚田地域での利用には工夫が求められる。

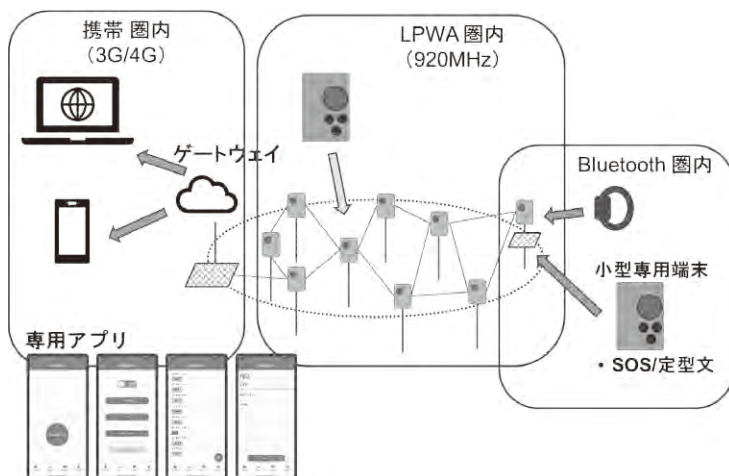
技術実証では、アンテナ、発電装置、バッテリー、温度や湿度など七チャンネルのモニタリングセンサが一つになった一体型センサを採用した。

新潟県十日町市内の棚田





一体型センサ及び送信機設置状況



LPWA通信ネットワーク

この一体型センサは、ソーラー発電を利用し電池や給電なしで作動可能である。小型で軽量であり、降雪量が多い冬期における装置の撤去・設置が容易である。そして無線による送受信が可能であることから、各々が中継器となるように四〇〜六〇m程度の間隔で設置し、携帯基地局と接続可能な場所に携帯通信網と接続するゲートウェイを設けることで、携帯圏外における通信ネットワークの確立を試みた。

## (2) 圃場における水位・水温のモニタリング

棚田地域では斜面上に圃場が点在し、水位や水温の確認作業の負担が大きい。そのため、水位・水温

場の漏水発見などにも活用できると考えられる。

## (3) 作業者の安全を確保する見守りシステム

棚田地域の携帯

圏外となるエリアでは、作業者の安全確保が課題となる。技術実証に参加した農業法人では、体調を崩した作業者の救護に四時間を要した経験があり、それ以



見守りシステム用小型端末

センサをLPWA通信ネットワークに組み込み、遠隔で監視するシステムを試行した。

水位・水温センサは圃場の隅に設置し、一体型センサと有線で接続した。データ送信は、通信データ容量を抑えるため一時間毎に送信する設定とした。

技術実証では、データ受信に問題が生じることなく、遠隔地からスマートフォンなどを利用してモニタリングできた。この結果、離れた圃場へ移動する頻度が減少し、水管理にかかる作業時間は、従来と比較して約二六%短縮された。

将来的には水位のモニタリングデータを蓄積することにより、圃

来、共同作業を基本とした作業計画が実施されている。そのため、LPWA通信ネットワーク内において、Bluetoothを用いて作業者の位置情報の確認や緊急時の通報を可能とする見守りシステムを試行した。

技術実証で用いた小型端末は、簡単な定型文の送信やボタンによるSOS発信が可能で、端末装着者が、いつでもこのセンサ付近に滞在したかの履歴を記録できる仕様とした。技術実証では、離れた圃場からSOS信号を発信し、その発信位置を探し出して救護するという緊急事態を想定した訓練を実施した。その結果、SOS信号発信から二〇分で発信場所まで救護に駆け付けることができた。

このような作業者の見守りシステムは、担い手不足で共同作業が困難なケースにおいて、作業員の安全確保に効果を発揮できると考えられる。今後、バッテリー持続期間の改善やモーションセンサによる転倒感知などを拡充していく予定である。

## ドローンによる圃場における地形把握の省力化

棚田地域では圃場が斜面上にあり、形状が不均一のため、目視による圃場面の不陸の把握には困難を伴う。加えて、周囲の立木や傾斜などの影響を受け、測量にかかる負担は平地よりも大きい。そのため、棚田地域における地形把握の省力化手法として、小型ドローン (UAV : Unmanned Aerial Vehicle) を用いた写真測量の技術実証を実施した。

小型ドローンは自動車等で運搬がしやすく、離発着に広い敷地を要しないため、運用性が高いと考え



られる。動力は電気モーター式でメンテナンスが容易であり、導入コストも低い。

従来、ドローンによる空中写真撮影では、後続作業の空中三角測量のため、水平位置および標高の基準となる複数の対空標識を設置し、その座標を測量する必要がある、そのための機材や技能、作業時間を要する。そこで、作業の合理化を図るため、設置後三〇分程度で誤差一〇cm以内の精度で自動測位可能となるGNSS内蔵型対空標識を採用した。

圃場形状などの把握は、ラップさせて撮影した画像を活用し、オルソ画像および三次元モデルを作成した。その解析には、クラウド型のドローン計測データ解析サービスを利用した。これにより、高価な解析ソフトウェアの購入や、高性能PCの利用が不要となった。

従来は、圃場に水張りを行い、水面との位置関係



空中写真撮影に用いたドローン

を目視で確認し、均平性（高低差）を把握するため、風などの影響により一〇cm以上の誤差が発生する場合もあったが、本手法では一〜三cmレベルの誤差で高低差を確認できた。さらに、圃場への水張りが困難な渇水期などにも均平精度の把握が可能である。

### ICT建機を利用した圃場の均平化

棚田では、土質や地下水脈の差異による不等沈下、不整形圃場の狭隘箇所における作業機の旋回や湧水に起因する特定箇所の軟弱化などの理由から、圃場の均平精度を保つことが難しくなる。均平が取れない圃場では農薬や肥料の均一散布や、水深管理による雑草防除などが困難となるため、均平精度は、収量や品質を確保する上で大きな課題となる。

これに対して、レーザレベラを利用した高精度の均平作業が考えられるが、農機のアタッチメントに利用される直装式や牽引式のレーザレベラは、棚田地域で主に使用される小型農機への装着が難しく、不整形な圃場における使用に適していない。そこで、農機と比較して作業効率や耐久性に優れる建機・ICTブルドーザによる均平化の技術実証を実施した。

使用したブルドーザは全長四、七四五mm、排土板二、四九〇mm、機械質量五、五三五kg、接地圧二九・八kPa（〇・三〇kgf/cm<sup>2</sup>）と小型で低接地圧であるため、湿润状態の圃場などでも比較的自由に走行が可能である。このブルドーザの排土板上部にレーザレベラ受光器を取り付け、圃場近くの作業エリアが見通せる場所にレーザレベラを設置した。

均平作業は、まず現地にて圃場の仕上がり基準高を設定し、レーザレベラ受光器を用いて排土板の高さを調整した。その後オペレータが受光器の表示に従い排土板を操作して均平作業を実施した。作業実施前後のドローンによる計測結果では、高低差三cm以内で作土面を仕上げることができた。特に高低差の偏りを目視で判断するのではなく受光器の表示で把握できるため、円滑な均平作業が可能となった。

加えて、建機は畔・法面の補修や冬場の除雪作業など幅広い用途で使用でき、農業経営上の利点となると考えられる。他方、建機購入における農業対象補助金の適用、レンタルする場合の圃場への運搬コ



ICTブルドーザ

スト、建機オペレータ不足などの課題があり、地域の建設事業者との連携や技術研修などに取り組む必要があると考える。

## 電動リモコン草刈機を用いた除草

急傾斜地に立地する棚田地域では、平地と比較して圃場全体に占める畦畔法面の面積割合が大きい。畦畔法面の除草作業には一般的にエンジン式の刈払機が用いられ、夏季の熱中症や斜面上での災害リスクを伴う課題の多い作業である。

十日町市の棚田地域では、女性や定年帰農者などの未熟練者を含む少ない人員で除草作業を行う必要がある。そこで、取り扱いが容易で、作業機械から離れた場所で操作可能な電動リモコン草刈機の導入について、効果の検証、普及上の課題抽出を行った。

選定した電動リモコン草刈機は本体と草刈りアタッチに分かれ、草丈に応じて草刈りアタッチを上下に動かすことができる。フル充電時の連続作業時間は約一二〇分、作業限界斜度は三五度である。技術実証では、刈払機との比較を行うため、電動リモコン草刈機の作業限界に近く、圃場間の段差が3m以上ある畦畔法面を選定し、面積、斜度、植生などの条件がほぼ等しくなる実験区を設定した。

その結果、作業時間は、刈払機では一三分、電動リモコン草刈機では二〇分を要し、今回の条件下では刈払機が優位となった。作業者へのヒヤリングでは、危険な法面中央部の作業時も、電動リモコン草

刈機は法面天端もしくは下部の足場の良い場所から操作でき、刈払機と比較して安全性が高く疲れにくいとのコメントがあった。作業時間に関しては、作業員が電動リモコン草刈機の操作に慣れていない面を考慮し、更なる検証が必要である。

また、現在の圃場整備の設計基準は、最も斜度の緩い畦畔法面で一・一五（三三・七度）となっており、今回使用した電動リモコン草刈機の作業限界三五度に近い。棚田の畦畔法面は、積雪や湧水なども影響し、勾配が一定でなく作業が難しいエリアが存在した。また、表層が軟弱で不陸が多い法面も作業が困難であった。地域の状況によつては、次世代型草刈機が全面導入できるような法面を緩勾配化し



電動リモコン草刈機による除草作業

た圃場整備なども検討する必要がある。

## おわりに

棚田地域にスマート農業技術を活用することで、管理作業の省力・軽労化、センシング技術による品質や収量向上、安全性の改善などに一定の成果があることを明らかにできた。一方、水利施設や交通インフラの整備に加え、棚田地域の特徴に適応した通信インフラなどの整備が必要であることが示された。特に、地域の状況に応じた畦畔の勾配、圃場の形状や規模など、スマート農業技術の導入に適した圃場整備について議論を深める必要があると考える。

先の通常国会で改正された食料・農業・農村基本法では、スマート農業技術の活用が大きな柱として盛り込まれ、関連法案としてスマート農業技術活用促進法が成立した。同法に基づく基本方針には、二〇三〇年度までにスマート農業技術の活用割合（経営耕地面積ベース）を五〇%以上とする目標が掲げられる見通しであり、中山間地域で如何に普及を図れるかが課題となる。当社では建設業で培ったスマート生産技術などのノウハウを活用して、棚田地域における持続可能な営農環境整備に関する研究を深めていくこととしており、棚田地域の振興に貢献できれば幸いである。

### 参考文献

- (1)山田順之：建設会社を取り組む棚田再生、機械化農業、2024.3
- (2)山田順之：棚田地域におけるスマート農業技術を用いた持続可能な営農環境整備に関する基礎的検討、鹿島技術研究所年報、第70号、2022.12