

リモート農業の時代は来るのか

畑 直樹

生物資源管理学科

新型コロナウイルス感染拡大の影響で、在宅勤務やオンライン授業といった「遠隔（リモート）コミュニケーション」が常態化することとなった。リモートコミュニケーションが常態化する社会こそが、すなわち本来的な意味でのリモート社会であるように思われるが、多くの場合、リモートワークを中心とした社会をリモート社会と称しているようにも見受けられる。

現在、テレワークとリモートワークはほぼ同義の用語として使用されている。テレワークについて、日本テレワーク協会¹⁾は「情報通信技術（ICT = Information and Communication Technology）を活用した、場所や時間にとらわれない柔軟な働き方」と定義し、国土交通省²⁾や総務省³⁾も「ICTを利用し、時間や場所を有効に活用できる柔軟な働き方」と表現している。企業に勤務する被雇用者が行う雇用型のテレワークには、自宅を就業場所とする「在宅勤務」、電車、飛行機などの移動中や、移動の合間に喫茶店などで行う「モバイルワーク」、自社オフィスとは別に用意したワークスペースで業務を行う「サテライトオフィス勤務」が含まれる。また個人事業者・小規模事業者等が行う自営型のテレワークもある⁴⁾。いずれの形態であるにせよ、「ICT」がテレワークのキーワードであることは間違いない。

意外と感じたのは著者だけなのかもしれないが、テレワークの普及・啓発そのものは、新型コロナウイルス禍の以前より進められていたことである。実際に、総務省では2015年度より、テレワークの導入・活用を進めている企業・団体を「テレワーク先駆者」として、さらには、十分な利用実績等が認められる場合に「テレワーク先駆者百選」として、選定・公表を続けてきた⁵⁾。2019年4月には働き方改革関連法が施行され、働き方改革の一環として政府により一層の普及・啓発が推し進められようとした矢

先、昨今の新型コロナウイルス感染拡大によって、テレワークは社会へと急速な広がりを見せたように思われる。

テレワークの導入にあたっては、業務の性質上、適している職種もあれば、適さない職種もあることが知られている。国土交通省の調査結果⁴⁾によれば、雇用型では、「情報通信業」、「学術研究、専門・技術サービス業」でテレワーカーの割合が高く（それぞれ35.8%、29.5%）、「医療・福祉」、「宿泊業・飲食業」ではテレワーカーの割合は低く、10%に満たない。自営型でも同様に「情報通信業」、「学術研究、専門・技術サービス業」でテレワーカーの割合が高く（それぞれ50.4%、32.7%）、「医療・福祉」で割合が8.0%と最も低かった。「農林水産・鉱業」もまた9.7%と低く、やはり10%には達していない。ICTが進歩したとしても、その場にいることが業務を遂行するうえで重要な職種では、テレワークを行い難いことが背景にあるらしい。

農業におけるテレワークの現状について調査しようとする、「テレワーク+農業」の新聞記事⁶⁾を見出すこととなった。記事によれば、東京での業務を全てテレワークで行いながら、副業としての稲作を新潟で行い、これまでは通勤に充てていた時間を農作業の時間に充てて有効活用しているとのことである。このような兼業農家のスタイルは今後増えていくのかもしれないが、農業そのものがテレワーク化しているわけではない。全米経済研究所の刊行誌⁷⁾でも、農業において在宅で行える仕事はわずか8%であるとの見解が示されている。はたしてそんなのだろうか。法人経営でない限り、出勤という観点においては、農業という業種は、そもそも在宅勤務に近い状態にあり、通勤時間の短縮というテレワーク化のメリット自体が存在しないようにも感じられる。

農業経営における主な業務は、①製品である農産物の生産・管理、②収穫・出荷調整作業、③出荷・販売、④資材調達および⑤経理・会計業務である。このうち「⑤経理・会計業務」については、農業用会計ソフトの利用も進みつつあり、国税電子申告・納税システム(e-Tax)を利用すれば、完全在宅業務化も可能である。また「④資材調達」についても、通信販売を利用すれば、在宅でも行える業務となる。さらに「③出荷・販売」に関して考えてみると、農林水産省の調査結果⁷⁾によれば、青果物の80%強は現在も市場出荷されており、この場合、生産者、消費者の双方が接する機会に乏しい。一方で、全体の7.8%ではあるが消費者への直接販売も行われており、通信販売の形態であれば、消費者とのリモートコミュニケーションが成立することとなる。また営業活動の一環として、農地のリモート展示（消費者からみれば農地のリモート見学）のような事例も散見されるようになってきた。農業のテレワーク化によって、消費者からすると、とかく遠隔の存在となりやすい生産者との距離が近くなる効用もあるといえる。一方、「①農産物の生産・管理」、「②収穫・出荷調整作業」については、テレワーク化はほとんど進んでいない。その場にいることが重要となりやすい性質の業務ということもあるが、作業環境の改善、特に作業の機械化・省力化といったところによるメリットの方が大きく、そもそもテレワーク化による恩恵が少ないようにも思われる。しかしながら、テレワークであるかどうかは別として、これら作業にICTを積極的に活用しようとする機運はますます高まっており、最近では「スマート農業」という呼称が与えられるに至っている。これも著者が感じているだけなのかもしれないが、「スマート農業」は基本的には「リモート農業」を意味する用語ではないのだが、語感が似ているため、どうにも紛らわしい。ちなみに、「リモート農業」も、著者がそのように表現しているに過ぎず、用語として厳密に定義されているわけでもない。

スマート農業では、「データに基づいた客観

的で伝達しやすく誰でも使いやすい技術」を志向している⁸⁾。先述の「①農産物の生産・管理」に関するものとして、データには、作業日誌や作業記録のようなものも利用されるが、これとは別に、農地を診た情報が重要となる。概してみれば、農地が露地であるのか施設であるのかと、農地の何を診たのか、具体的には植物そのものであるのか、植物をとりまく環境であるのかで大きく分類できそうである。さらには、診るための技術として、旧来型の直接的診断から、非破壊分析やリモートセンシングを活用した診断方法へと変革していることも特徴であるといえる。

露地栽培で植物を診る場合（パターン1）は、人工衛星やドローンにより植物群落をリモート撮影し、植物の状態を調査することを基本とする。検知するのは主として植物の葉が反射する光の波長である。赤色光と近赤外光の反射率から算出する正規化植生指数（NDVI=Normalized Difference Vegetation Index）が有名であるが、利用する波長の組み合わせを変えた様々な植生指数も提案されている。現在のところ、得られた植生指数の画像から葉のクロロフィル含量や窒素含量を推定し、農地間や農地内の肥料の過不足をなくすことで、施肥効率を高め、環境負荷を少なくするといった活用が期待されている^{8,9)}。ちなみに、ここにきて、ようやく本記事に「環境科学」の要素が登場し始めたような気がするの、著者だけではないはずである。

露地栽培で植物をとりまく環境を診る場合（パターン2）は、地下部環境を知ることが中心となっている。その代表例は土壌診断であるが、土壌を採取して、分析センター等に委託し、その分析結果を確認して、施肥の調整や土壌改良を行うこと自体は、以前からも行われてきたことである。このような土壌診断を非破壊で行う手段として、「トラクタ搭載型土壌分析システム」の開発が行われており、トラクタを走行しながら、搭載したセンサーにより土壌反射光を計測することで、多数の土壌診断項目値を推定する手法も検討されている¹⁰⁾。また先述

した人工衛星画像より、土壌の肥沃度の指標として、土壌炭素含有率を推定し、土壌の評価を行う試みもある⁸⁾。簡易かつ迅速な土壌診断技術も、やはり適切な土壌管理に寄与すると考えられる。

水田の場合は、地下部環境として重要な水位を遠隔で診る技術も開発されている¹¹⁾。水田に水位センサーを設置するとともに、水田の取水口や排水口に自動給排水栓を設置し、水位を自動制御するか、もしくはモバイル端末で農地より送られてくる画像や水位センサーの値を確認しながら、水田の給排水を遠隔操作する。これにより、従来、直接現地に行き人手により入水・排水を行っていた業務がテレワーク化されるとともに、水資源の有効利用といった効用も得られるとされる。また水温センサーも併用することで、水温を下げたい場合は夜間に入水、水温を下げたくない場合は昼間に入水するといった利用法も検討されている。

露地栽培の場合と比較して、施設栽培の場合は、より精密な制御を行うことに力点がかけられる。植物を診る場合（パターン3）を論じる前に、まずは植物をとりまく環境を診る場合（パターン4）の方から紹介しておきたい。

施設栽培では、とにかく対象とする植物にとって最適な環境を与え続けることが基本であり、各種センサーにより計測した情報をもとに、機械的に制御を行う。地上部環境の場合は、特に日射量、気温、湿度（飽差）およびCO₂濃度について、遮光カーテン、換気窓、暖房機、ミスト散布装置およびCO₂施用装置などを使用して、設定値に近づくよう自動かつ複合的に制御する。地下部環境についてみれば、水耕栽培では、培養液の計測を行い、培養液組成がなるべく変化しないように制御することが基本かつ必須の技術となっている。また、培地を用いる養液栽培や土壌栽培において、根圏の水分量を計測し、日射量に応じて、灌水頻度や灌水量を調節する方法も普及している。

上述の環境について、近年では、モバイル端末より計測値を知るとともに、設定値を一括制御するシステムも開発されるに至った。このよ

うな制御のテレワーク化が、スマート農業と称されるようになった一因かもしれないが、施設栽培における環境制御は、スマート農業として位置づけられる以前より既に行われてきたことである。従来の技術が昨今スマート農業視されてしまった状況は、大規模、あるいは高度施設園芸が、やがて「太陽光利用型植物工場」と称されるようになった状況と似ているかもしれない。さらにいえば、もともとは「植物工場」と同義であった「人工光型植物工場」も、いつのまにかスマート農業の1つの形態として扱われるようになってしまった感がある。

最後に施設栽培で植物を診る場合（パターン3）についてであるが、古典的な手法としては栄養診断がある。葉などを採取して搾汁液の成分濃度を測定して、施肥管理に役立てるというものであるが、これはスマート農業とは認識されない。スマート農業として位置づける場合には、非破壊であることやICTが活用されていることが重要なのだろう。このような観点でいくと、スマート農業に位置付けられそうなものとしては、スピーキング・プラント・アプローチ（SPA=Speaking Plant Approach）が該当するかもしれない。SPA コンセプトは、様々なセンサーを用いて植物の生体情報を計測して生育状態を診断し、それに基づいて生育環境を適切に制御するというものであり、非破壊・非接触タイプの植物生体情報計測技術は、SPAにおける最重要技術に位置付けられている¹²⁾。具体的な例としては、光を受けた植物の葉が発する蛍光（クロロフィル蛍光）を計測し、得られる情報である光合成機能を知ること、施設内栽培環境や生育の均一化に役立てようとする技術がある。

以上のような、農地を診て栽培管理に役立てる技術とは別に、高度に機械化された技術もスマート農業として扱われている。先述した「②収穫・出荷調整作業」については、AI・画像認識を利用した自動走行型の収穫ロボットが開発されている¹³⁾。さらに、「①農産物の生産・管理」においては、測位衛星システム（GNSS=Global Navigation Satellite System）からの位

置情報を活用して自動走行するトラクタや田植え機の開発も行われている^{14,15)}。安全性確保のために作業中は監視者を配置することが必須であるとはいえ、このような農機の利用は、モバイル端末による遠隔環境制御と同様に、テレワークも一部可能とするものであるから、いわば「リモート農業」といえるものかもしれない。ただ先述したように、このような「リモート農業」の形態がもたらすメリットが、テレワークを可能とすることによるものといえるのかどうかは判断が難しい。作業の機械化・超省力化によるメリットが大きすぎるためである。

以上、特集「環境科学とリモート社会」の一環として、「リモート農業」に関する雑感を述べてきた。なんともとりとめのない内容になってしまったが、どうやらリモート農業の時代は来つつあるらしいのは確かなようである。実感が今一つ沸いてこないのは、著者の不勉強のなせる業なのか、周囲の環境がそうさせるのか。ふと窓の外に目をやれば、本学圃場実験施設にICTの足音が聞こえるのは、まだまだ先のようなのである。ただ、どうにもアナログかつローテクな生活スタイル、研究スタイルを辞めることができない著者にとっては、一方で、これが十分すぎる生活環境、研究環境でもあるらしい。

引用文献

- 1)一般財団法人日本テレワーク協会ホームページ
https://japan-telework.or.jp/tw_about/.
- 2)国土交通省ホームページ
<https://www.mlit.go.jp/crd/daisei/telework/>.
- 3)総務省ホームページ
https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho-tsusin/telework/18028_01.html.
- 4)国土交通省. 2020. 平成31年度（令和元年度）テレワーク人口実態調査－調査結果の概要－.
- 5)読売新聞. 2020. テレワーク＋農業、米どころで旗揚げ…「相性いい」新たな働き方提案. 2020年10月16日号.
- 6)Dingel, J. I. and B. Neiman. 2020. How many jobs can be done at home? NBER Working

Paper 26948.

- 7)農林水産省. 2019. 平成29年度食品流通段階別価格形成調査報告（青果物調査及び水産物調査）.
- 8)井上吉雄. 2019. リモートセンシングのスマート農業への実装に向けた研究開発の最前線－SIPプログラムによるリモートセンシングイニシアティブの活動概要－. 日本リモートセンシング学会誌 39(5): 414-420.
- 9)山下晃平・千葉大基. 2020. ドローンを利用した栽培管理技術. 農研機構技報 5: 14-17.
- 10)小平正和・澁澤 栄. 2016. トラクタ搭載型土壌分析システムの多項目多変量回帰モデル推定と土壌マッピング. 農業食料工学会誌 78(5): 401-415.
- 11)樽屋啓之・中矢哲郎・進藤惣治・宮本輝仁・浪平 篤・木村延明. 2019. 次世代型水管理システム導入ガイド. p.1-67.
- 12)高山弘太郎. 2019. 「植物環境工学の研究展望」（第六回）光合成診断技術. 植物環境工学 31(3): 134-142.
- 13)農研機構ホームページ 果実収穫ロボットのプロトタイプを開発 情報公開日: 2020年12月23日.
https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/nifts/137793.html.
- 14)岡本博史. 2020. 農業のロボット化の現状と今後の展開. 牧草と園芸 68(4): 1-4.
- 15)天羽弘一. 2021. これからの日本農業と農業技術 最終回 日本農業を支えるICT技術. グリーンレポート No.621: 2-3.