

出典:令和2年度データ駆動型農業の実践・展開支援のうちスマートグリーンハウス展開推進 事業報告書
(別冊2)「スマートグリーンハウス転換の手引き～データ活用と実践の事例～」令和3年3月

2. スマートグリーンハウスへの転換の考察

2.1 委員による考察

スマートグリーンハウス検討専門委員会による現地調査（一部オンラインによる）で得られた知見など、各委員による考察を記します。

2.1.1 データ活用型施設園芸 成功のポイント

東出 忠桐

近年の施設園芸では、従来の篤農技術に頼る農家的視点から、様々なデータを収集して活用するタイプの経営に移行しつつある。このデータ活用型施設園芸について、今年度の調査から得た結果を考察し、成功のポイントを以下に3点述べる。

1.工学的視点に立ったデータ活用

施設園芸では環境制御や労務管理が重要であるが、その機器やコンピュータは、それぞれの生産者にとって必ずしも使いやすいものではない。しかしながら、従来の農業者にとっては、機器の問題点の指摘やその改善は容易ではない。一方、工学やICT等の異分野から施設園芸に参入してきた者にとっては、システムの問題点や改善方向の把握が可能であり、その考え方を生かした経営者が発展してきている。データ活用型の多くの経営がデータの見える化には至っており、試行錯誤でデータ活用がなされている状況であるといえる。ただし、環境制御データと生育データの紐づけは個々の経営レベルでは難しい点も多い。

2.連携によるデータ活用

生産者、営農指導員および普及指導員のキーパーソンが活躍してスタディクラブを形成したり、生産者部会が県、JA、民間企業と連携して新しい技術を導入していったり等、複数の者の連携が、産地や個々の生産者レベルの向上に結び付いている。選果場と部会が連携し、キュウリの画像から曲がり等を検出、統計的データとして利用してそれぞれの生産者の品質向上につながっている例やトマトの販売や流通を重視し、強い影響力を持って進める例も、連携を上手に利用しているといえる。

3.女性活躍の視点

従来の農業ではトラクタ等の機械の利用が必要であり、これらの機械作業は男性が受け持つことが多い。ところが養液栽培であれば、機械作業が軽減されることから女性が十分に活躍できる。また、生産物の販売方法としてネット販売に取り組む例は多いが、必ずしも成功していない。この中で、女性中心の購入層に対しては、女性目線での商品紹介が有効である。これらのような女性が活躍する視点から、経営方向を改善、構築している成功例が目立

つ。

おわりに

次世代施設園芸拠点のような大規模経営が発展する一方で、わが国の施設園芸では中小規模経営が大部分を占める。今回、調査した経営では、中小規模から開始し、大規模資本なしで規模拡大を少しずつ進める例が多かった。このような規模拡大のスタイルは、データ活用型施設園芸が拡大する一つのモデルとなると思われる。

(スマートグリーンハウス検討専門委員会 委員長)

2.1.2 生産管理へのデータ活用

大山 克己

現在でも、複数個所の中小規模の生産者を調査した結果、想像よりも多くの生産者の方々が、様々な品目で、生産性を高めるためにデータを高度に活用していた。調査個所はあくまで限定されており、それゆえ、わが国全体では、より多くの生産者が様々な取り組みを実施していることが推測される。ここでは、生産管理へのデータ活用事例の調査の中で、とくに、栽培管理と作業管理とを取り上げる。また、データ活用のためのツールに関する話題にも触れておく。

1.栽培管理のためのデータ活用

ラプター会に代表されるようなスタディクラブでは、環境計測装置をそれぞれの生産者が導入し、栽培環境データを計測している。また、生産者が取得した栽培環境データを見せ合い、よりよい栽培を実践するための方策を討議している。このスタディクラブでの活動は、データを取得した生産者自身だけではなく、スタディクラブに参加している生産者全体のデータ活用技術の向上に寄与すると考えられる。

環境計測装置は、それぞれの生産者が導入し管理している。今後より正確な栽培環境データを取得し、比較検討するためには、施設内での設置場所を工夫しなければならない場面が生じるかもしれない。また、適切なキャリブレーションにより、栽培環境データの正確性を保つ必要がある。これらの知見の蓄積は、スタディクラブの発展に寄与すると考える。

2.作業管理のためのデータ活用

いわて若江農園や絹島グラベルなどでは、取得したデータを作業管理に活用するために、ソフトウェアの開発を手掛けている。このような生産者により手掛けられたソフトウェアが横展開すれば、データ活用技術の向上が図れるようになると期待される。

作業管理は、規模が大きくなるほど煩雑となり、ソフトウェアの利用価値が高まると考え

られる。小規模から始めた場合でも、規模拡大にともない、ソフトウェア導入を考える場面が生じることも予想される。上述したように、生産者が手掛けたソフトウェアは、実際の生産活動にもとづいた設計がなされている点において、他の生産者にとっても有益であると予想される。

3. データ活用のためのツール

スタディクラブでは、様々なデータを比較検討し、栽培管理の適正化を図っている。また、作業管理にソフトウェアを活用することで、多くの貴重なデータを比較的簡単に取得できるようになる。ただし、データの量が多くなればなるほど、その解析に時間を要する。それゆえ、今後は、管理のためのソフトウェアとともに、そこで取得したデータを簡便に解析するツールも用意する必要があると予想する。

データを解析するツールとしては、データがそれほど多くない場合には、市販の表計算ソフトウェアで対応できるかもしれない。ただし、より詳細なデータ解析のためには、専門のソフトウェアを作成する必要があると予想される。いずれの場合にせよ、どのようなデータをどのように扱うかは、それによりデータ活用の効果が異なってくると予想されるので、慎重に検討する必要がある。

おわりに

次世代施設園芸拠点のような大規模な経営体だけでなく、今回調査に伺った中小規模の経営体においても、データ活用のための様々な取り組みが行われてきている。データ活用のすそ野を広げる、ひいてはスマートグリーンハウスへの転換を推し進めるという点においては、経営体の規模によらずに取り組みが行われる必要がある。今後、わが国の施設園芸の生産性は、現状よりもスマートグリーンハウスへの転換が進めば、さらに向上すると期待される。

(スマートグリーンハウス検討専門委員会 委員)

2.1.3 データ活用型施設園芸の成功事例からわかったこと

阪下 利久

本年度はコロナ禍という不利な条件の中、関係者の努力により全国で多くの成功事例が調査できた。わかったことは以下の3点であった。

1. データ活用の成果は、経営規模の大小に拠らないこと

中小規模の生産者であっても、データ活用をすることで、品質重視型し、付加価値の高い品種を栽培し、有利な時期に出荷する、という基本を厳守した生産者は、経営収支を飛躍的

に向上させることができていることがわかった。これは日本におけるデータ活用型の施設園芸において、特徴と言えるだろう。また、かえって中小規模の生産者のほうが、売り先との強い信頼関係を構築できており、経営収支がよいケースが目立った。

2.熱心なリーダーの存在

データ活用型の施設園芸の成功は、地域の仲間を巻き込み、切磋琢磨へと導く、熱心なリーダーの存在がカギであることがわかった。また特徴的だったのが、組織の規模や役職・立場に拘らず、一担当者や生産者が実質的なリーダーを担っているケースも多く見られた。

3.地域研究拠点との連携ならびに先進生産者との学習ネットワーク構築による技術向上

データ活用型施設園芸の成功事例では、地域の研究拠点との連携により、植物生理や栽培管理における高度な知識を習得し、栽培に生かすことで、高品質かつ高収量を達成し、消費者市場の支持を得ているケースが目立った。また地域内のみならず、先進生産者同士の情報交換により、高度な技術を習得し、同様以上の芳しい成果を上げる生産者まで見られた。

おわりに

データ活用型施設園芸の成功事例では、ハード面は多様であり、これという特色はなかった。むしろソフト面に特徴が見られ、まず基本に忠実で確かな知識および技術の裏付けがある生産であること、つぎに地域および全国へ波及するリーダーの熱心さに依存していた。彼らの技術面およびネットワークのサポートこそ、今後のデータ活用型施設園芸の大事なポイントであると思われた。

(スマートグリーンハウス検討専門委員会 委員)

2.1.4 栽培管理へのデータ活用

林 真紀夫

前掲の15か所のスマートグリーンハウスへの転換調査事例において、ICTやデータを活用した生産性・収益性向上への取り組みが紹介されている。栽培品目・作型、生産規模や施設形態、経営形態などは異なるものの、参考になる取り組みが多く、スマートグリーンハウスへの転換の現状（事例ではあるが）を俯瞰する上で参考になる。

データ活用に関しては、環境制御、生産管理、労務管理、出荷・販売管理、経理、設備管理など広範囲にわたり、経営上は、これらが相互に関連していることから、全体を連携したデータ活用形態が理想となり、その方向に進みつつあることが伺える。

以下では、主に環境制御や栽培管理面に絞って、調査事例から見えるいくつかの事項について記す。

1.環境制御装置の選定

環境制御装置（地上環境や給液など）の利用は、省力化と同時に増収・品質向上にもつながる。環境制御装置は多種販売されており、性能や特徴、価格は様々である。機種固有の特徴があるので、どのような機種を選定するかは、経営上の一つのポイントとなる。生産性にも大きく影響するからである。高機能な機種が必ずしも有利なわけではなく、費用対効果を勘案し、投資を抑えて、施設規模や栽培形態に見合った機能や特徴を有する機種の選定が大事である。調査事例では、計測データ活用ができるよう、データ記録を可能とする機種の導入が多い。産地で同機種の環境制御装置あるいは環境モニター装置を導入して、それらのメンバーがグループを形成し、相互のレベルアップを図っている事例は参考になる。

2.グループ内のデータ共有と勉強会・検討会

収量や収益アップを図るために、生産者グループ内でデータ共有や定期的勉強会・検討会を開催している事例が見られる。これらのグループの立ち上げには、リーダー格的な人物の存在が大きい。クラウドを利用した環境モニタリングデータの共有や、LINE 利用によるメンバー間の逐次情報交換などの例がある。環境モニタリングデータなどを共有することで、他メンバーや収益性の高いメンバーとのデータ比較が可能となり、さらに勉強会や検討会の開催によって、課題発見や解決策の検討が進み、メンバー全体の管理技術向上につながっている。また、仲間意識と同時に、互いの競争意識も高まり、モチベーションを高める効果もあるように思われる。このようなグループ活動は、後継者や新規就農者のレベルアップにもつながり、産地全体の底上げ波及効果もあるように思う。

3.適正な環境データの取得

環境計測データの活用にあたっては、データが信頼できる精度をもつことが前提にある。この点に関しては、意外とおろそかにされがちである。信頼できる計測データを得るためには、適正な測定（気温測定であれば通風測定するなど）やセンサーの定期的な校正・更新などの配慮が必要である。また、空間的な環境ムラもあることから、測定場所の影響を勘案したセンサー配置やデータ分析が必要である。

多点計測を行い、3次元で環境分布ムラを把握するツール開発事例が示されている。比較的安価なセンサー類も増えており、今後、多点計測を取り入れた環境制御の検討も必要であろう。

4.データの見える化ツール

環境計測データを分析に活用するためには、計測データから必要なデータを抽出し、見やすい形に加工する必要がある。その過程でデータの移し替えや加工に手間や時間がかか

ると利用につながらない。このため、計測装置からデータを自動取り込みし加工できる、環境データの見える化ツールが役立つ。計測データを図表化するツール開発や、その活用事例がみられる。今後、より扱い易く汎用性があり、自動分析機能を備えた見える化ツールの開発を期待する。

5.データ分析

データを栽培管理に活用するには、およそ次の過程を経ることになる。データ収集⇒データ加工・見える化⇒データ分析（課題の抽出と改善内容の明確化）⇒改善の実行⇒改善効果の確認。この過程において重要なカギとなるデータ分析は、現状では人に頼るところが大きく、分析者の経験や知識・知見に依存するところが多い。定期的な生産者グループ内検討会や社内検討会などをもち、分析をより深め、正しい判断に近づけることが大事であろう。将来的には、AI利用による分析や改善提案など、AI技術活用が期待される。

6.他業種からの新規就農

他業種からの転職による、大規模資本なしでの新規参入のいくつかの事例は参考になる。新規就農者の多くは、モチベーションが高く、着実なレベルアップと規模拡大を果たしているように見受けられる。前職がSEなどの工業分野からの参入者の事例では、PDCAサイクルの考え方が身についていると思われ、データ活用による改善が着実に進んでいるように見受けられる。また、ICT活用にも前向きである。希少事例ではあろうが、既製品に満足せず、前職の技能を活かし、自前ソフトウェア開発や環境制御機開発を行い、さらには商品化を進めるなど、興味深い事例も見られる。近年、就農への関心も高まっており、施設園芸への新規参入者の増加を期待するところである。

おわりに

各種データ活用や省力化・自動化技術が、増収や収益増につながることは、調査事例からも確認できる。これらの事例を参考に、実効性のあるスマートグリーンハウスへの転換が進むことを期待する。

(スマートグリーンハウス検討専門委員会 委員)

2.2 事例調査総括

スマートグリーンハウス転換の手引き総括

(株) 三菱総合研究所

1. 今回の調査対象の概観

今回の調査結果では、東北から九州までさまざまな品目を生産している事業者のうち、各種データ（需要、環境、生育、作業、収量、販売等）を活用し、自動化や省力化を進めるスマートグリーンハウスの事例を紹介した。

対象者の栽培規模は、18a から 2.4ha/事業体と幅広く、データ活用を決めたポイントや規模拡大時の留意点、データ活用による生産性向上に必要な視点と具体的な対応など様々な示唆をいただいた。



図表：調査対象の地域別・栽培規模別整理



図表：調査対象のデータ等活用目的別・栽培規模別整理
(主に今回調査対象としたもののみ取り上げている)

環境制御は、小規模から大規模まで、幅広く活用されているが、いずれも自分のほ場の状況に沿って市販のシステムを改良したもの、または自社開発したものを導入しているのが印象的であった。規模に関わらず生産性や品質の向上につなげており、1ha未滿の中小規模のほ場であってデータ活用の意義があることがわかった。

いずれもデータ活用への意欲が高く、また前職などでシステム開発などに詳しい担当者おり、メーカーや研究機関と連携し、その土地、ほ場に合わせて改良を重ねていた。

また、農業協同組合の部会単位で導入し、部会内で共有しながら自分の問題点を振り返り、産地の競争力向上のために改善を重ねている様子が見られた。

作業管理では、既存のツールと上手に組み合わせて自社の作業に沿ったデータ活用をしており、スマートフォンの活用も見られたが、ミーティングルーム等職員が顔を合わせる場での紙での貼り出しなど、データ上、対面上双方での情報共有が図られている。

選果データの活用による収益向上は、農業協同組合の部会の取り組みであるが、個々の農家の負担を抑制しつつ、市場の状況をデータ分析するなどして出荷計画を組織的に立てるなど、産地の競争力強化につながっている。

搬送の省力化は、タカヒコアグロビジネスが試作しているが、同時に、これまでコンテナ単位で台秤計測し、手作業で記録集計していたものを、電子天秤で自動計測、Raspberry Pi 経由でクラウドに送信して自動集計する Web アプリケーションを開発しており、それとの連携なども含め改良が進められている。

このようなシステムは、栽培規模などを考慮した費用対効果も検討の上、作業の負担軽減化とともに、転記ミスの軽減、計測作業に関する作業動線の改善など、担い手の減少が進む地域や比較的重量のある品目の生産者の負担軽減のために、導入拡大が期待される。

2. 自作のツールの活用状況

いわて若江農園の若江氏は、自動車メーカーのエンジニアとして 10 年間、生産ラインの適合化や設備計画の策定、その運用の経験を積んだことが、施設園芸の経営、生産管理に活きていると語っている。

絹島グラベルの長嶋氏は、パソコン販売店などの経験もあり、多棟での環境計測ができる機器開発を独自にしている。副業として電子デバイス事業も立上げ、それらの販売も行っており、地域への波及効果も出ている。

いずれも既存の安価や無料のアプリ、エクセル、google などの共有ツールを活用して、無理なくデータ活用を拡充しており、そのノウハウのサービス化によって地域の生産性向上にもつながる。

サンファーム中山は、企業として静岡大学、名古屋大学、産総研、浜松フォトニクス等との共同研究を行っており、本社施設を研究農場として、作業管理、環境制御の開発を進めている。

また、静岡大学発のベンチャーである静岡アグリビジネス研究所は、地元企業の環境制御システムを導入して、生育データの分析、トマト糖度向上とブランド化を進めながらメーカーにもフィードバックし、環境制御の技術向上に貢献している。

三重県農業研究所では、2011 年に植物工場三重実証拠点が本格稼働したのを機に、周辺の生産者の栽培技術や収益性の向上を狙って、施設内の環境条件のみえる化を地元生産者と共に進めた。当時 1ha 程度であった施設園芸の面積は現在 14ha と拡大している。

研究開発を目的としたデータ活用や産地単位で急速に広まっており、それぞれのシステムの規格の乱立や計測方法が統一されていないなどの指摘もあるが、地域単位もしくは品目単位での工夫が重ねられるような基盤であることが望ましい。

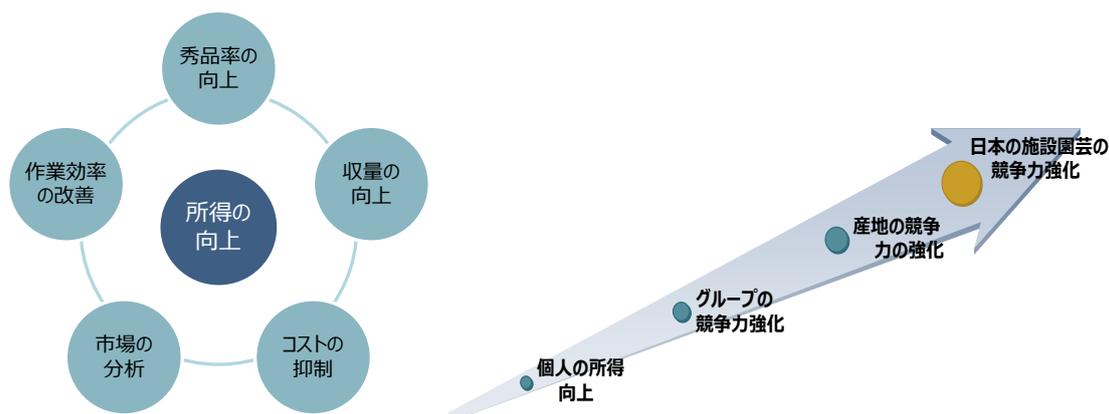
3. 導入の効果

各種データ（需要、環境、生育、作業、収量、販売等）の取得とその活用により、所得の向上につながる効果があることがわかった。生育データと環境制御データの適切な活用により収量の増加や秀品率の増加につながった事例、また、同じデータの活用により冷暖

房費を削減できた事例、作業管理データの活用による無理・無駄・ムラの削減（＝作業効率の向上）につながった事例など、個々の生産者の所得の向上の効果が見られた。

さらに、データ活用の結果を同じ品目を栽培する仲間や地域と共有し、改善を重ねることによる、グループや産地としての競争力向上にもつながることがわかった。

スマートグリーンハウスの概念が周辺に波及していくことで、中小規模の生産者が多く生産性が低いと言われている日本の施設園芸においても、競争力強化が期待できる。



図表：データ活用による効果

4. 今後のデータ活用拡大に向けて

環境制御の導入やデータ活用には投資と手間が必要になると考える生産者は少なくない。また、データを取得するためのシステムやツールを導入し、取得まではしていても、その先のデータの可視化、分析、活用にまで手が回っていない生産者も多い。

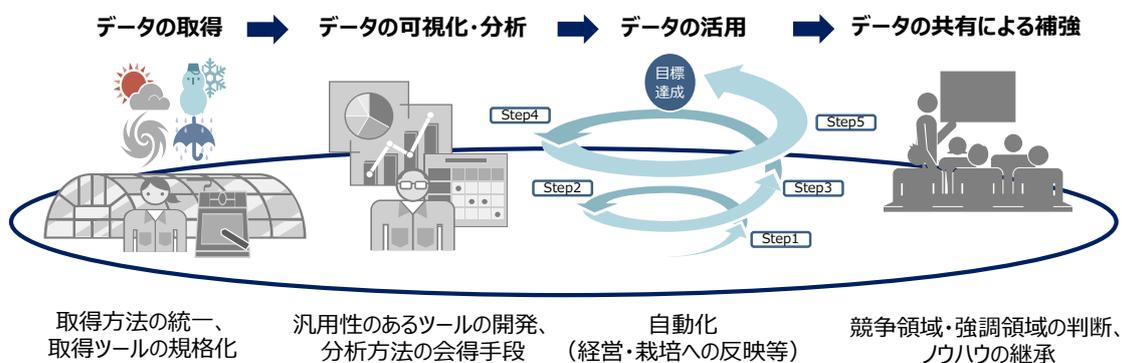
今回の事例調査では無料や安価なツール活用による作業管理の効率化や見える化が功を奏している生産者が多くみられた。

そのようなノウハウについては、競争領域、協調領域を判断の上、自治体やJA等生産者団体が中心となって産地内であれば無償もしくは安価で共有することでデータ活用は拡大すると思われる。

また、いわて若江農園では、5人以上になると帳面での作業管理が難しくなってきたとの話もあり、導入の最適なタイミングや選び方など、先進事例のカタログ化が進み、地域や品目、栽培規模、目的などから何をどう選ぶと間違いがなさそうか、多くの情報から選択できる環境が整備されることが望ましい。

さらに、産地全体でデータ活用による生産性向上を進める際、ファーストペンギンである生産者の試行錯誤の結果と営農指導員、普及指導員等支援体制が充実していると、それらのキーパーソンが異動等でいなくなった際に、産地の牽引を誰が行っていくかが問題になるという指摘があった。

このような場合、ノウハウがデータ化されていて、残されている地域単位の課題をどう掘り起こすか等の仕組みが明確になっていれば、継続した技術のスパイラルアップは可能と思われる。



図表：データ活用の手順と課題