

施設園芸と環境制御技術

農業は作物の栽培、つまり「植物」を相手にする産業です。植物の体の約90%は水分で、残りの乾物部分は炭素(C)、酸素(O)、水素(H)が90%を占めています。それ以外のカルシウムや窒素、カリウムなど肥料成分である無機物も大切ですが、植物の体を主に構成している炭素、酸素、水素は、デンプン(糖)を元にしています(図1)。そしてこの重要なデンプンは、CO₂(二酸化炭素)と水に光合成による光エネルギーが加わって作られるのです(デンプンとともに酸素も産生されます)(図2)。

ハウスなどの施設園芸で、こうした光合成という基本的な営みを行う植物を栽培するためには、日射量や温度、CO₂濃度をはじめとする環境を制御する技術が重要になります。つまり温度だけでなく、灌水や肥料、CO₂濃度、湿度をモニタリングしコントロールできることが必要で、そのためにはこうした環境要因をデータとしてとらえることが重要となります。

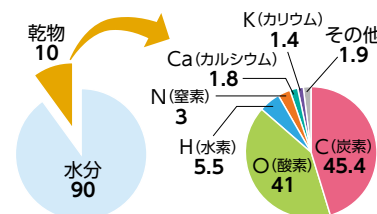
データに置き換えることはスマート農業への入り口

この「環境要因をデータとしてとらえる」ことが、スマート農業の第一歩となります。

スマート農業の効果としては、ロボット農機や自動水管理システムなどによる「作業の自動化」、位置情報や作業記録などをデジタル化・自動化することによる「情報共有の簡易化」があり、この他に衛星やドローンによるセンシングや、AI(人工知能)解析によって作物の生育や病害虫発生を予想するなど「データの活用」もあげられます。このことから、環境要因をデータとしてとらえることがスマート農業への第一歩だということがわかるでしょう。

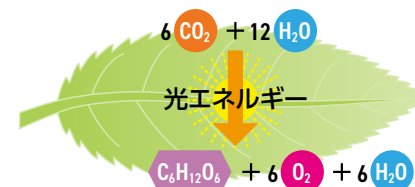
人間の健康診断でも、さまざまな数値から自分の現在の健康状態がわかります。それと同じく、温度や湿度も「暑い」「寒い」ではなく数値でとらえ、またCO₂濃度のように五感では感知できない環境をデータに置き換えることが重要となります。つまり、ハウス内の環境を、世界のどこでも通じる客観的なデータ(数値)として「見える化」する

図1 植物の体を構成しているのは糖



植物体の乾物部分の約90%はC、O、Hで構成されている

図2 植物生産の基本は光合成



環境制御技術は、光合成速度を増大させること

図3 ハウス内環境の「見える化」は重要



ことが重要です(図3)。

「データ」に対する考え方

個々のハウスでデータをとらえてコントロールする

数字のデータというと、収量データや温度計による気温などが頭に浮かびますが、最近では各社から各種モニタリング装置が発売されており、ハ

ウス内のさまざまな環境データを簡単に収集できるようになりました。この他にも、作物の生育調査データも重要となります。

ここで、データを「料理のレシピ」に例えて考えてみましょう。料理を作る上で、調味料の量や煮込む時間などの料理のレシピはインターネットなどから簡単に得ることができ、これに基づいておいしい料理が作れます。でも、料理は家庭や状況ごとに少しずつ違ってきます。夏に汗をかきながら帰宅する家族を思って、一般のレシピよりも塩分をすこし多めにすることもあるでしょう。太り気味の家族を気遣って、糖分や脂肪を抑える場合もあるでしょう。

施設園芸においても同じで、「一般的な管理データ」にしたがうのではなく、「それぞれのハウスのモニタリング装置のデータ」に基づいて最適にコントロールすることになります。データを見ながら臨機応変に対応することが大切なのです。

栽培に必要なデータは3つある

施設園芸において栽培に必要なデータは、大きく分けて3つあります(図4)。1つめは、日射量やハウスの内気温・外気温、ハウス内の湿度やCO₂濃度などの「環境データ」です。

2つめは、主に生育調査から収量や葉長・茎径などを数値化した「植物体データ」です。

3つめは、誰が・どこで・何時間働いたか、また個々の作業はどれくらい時間がかかったかなどをデータ化した「労務データ」で、農業という経営活動を行っていく上で必要なデータです。

作物の根の状態や、花の色・花自体の状態など数値化しにくいものについては写真に撮って画像データとして保存します。

データを集める時に注意しなければいけないのは単位です。温度なら「℃」、日射量なら「J(ジュール)」または「W(ワット)」に、湿度なら「%」または「g/m³」にというように揃えることが重要で、これを「プラットフォームの共通化」といいます。感覚ではなく数値でとらえようとしても、単位がバラバラであっては、正確な比較対照ができなくなってしまうからです。

図4 栽培に必要なデータとは？



データの種類

- ・環境データ： 日射量、気温、湿度、CO₂濃度 など
- ・植物体データ： 収量、葉長、茎径 など
- ・労務データ： 就労時間、各作業工数 など

データの分類

- ・数値に表せるデータ： 日平均気温○○℃、灌水量○○L/10a/日 など
- ・数値に表せないデータ： 根の状態、花の状態、→写真に撮る
※現状では正確に表すのが非常に難しい

図5 データ解析のポイント

決まった最適値はない

- ・最適な気温、最適な茎径はない
→状況により変化
- ・目標値はある

①データを比較する

- ・昨日と今日のデータ、他の生産者のデータ

②中長期的に見る

- ・植物体は、数日間の環境に影響する

③変化を確認する

- ・目標値に対して数値が上下してもすぐに変更しない。
様子見の時間が必要
→数値の追いかけてこさない

図6 必要に応じたデータ解析

短期的での解析

- ・1日～7日ごと
- ・日々の設定変更 など

中期的での解析

- ・週単位、月単位
- ・植物体の変化 など

長期的での解析

- ・年単位
- ・栽培管理全般
- ・前年度との比較

目的に応じたデータ解析が必要！

データ解析のポイント

収集したデータを活用するには解析が必要です。解析の際にまず気を付けなければならないのは「決まった最適値はない」ということです。例えば温度を設定する場合でも、目標値はあっても、実際には状況に合わせて最適な温度は変わっていきます。そのため、データはしっかりと集めてどのようにデータを使うかを常に意識することが大切です。

次に大切なのは「データを比較する」ことです。今日と昨日、今週の平均と先週の平均、月ごとの平均、さらに他の生産者のデータなどとも比較して、変化を確認することが重要です。その際、数値をグラフ化すると、数値の変化のようすがひと目でわかるようになります(図5)。

また、データの解析は目的に応じて行います(図6)。

図 7 スマート農業による「環境にやさしい農業作り」

LSスクリーン

保温による省エネ
灯油使用量削減



「みどりの食料システム戦略」

に沿った生産性向上と
環境負荷低減の両立・
SDGsの達成

CO₂施用機「真呼吸」

収量・品質向上
灯油使用量削減



養液栽培

水の有効利用・土壌保全
減肥料



(株) 誠和ではLSスクリーン(ハウス内の内張りフィルム)による保温維持や、養液による栽培、灯油の使用量の削減などの研究が行われている。

1週間での変化をとらえての「短期的での解析」は、日々の設定変更などに活かされます。

また、週単位や月単位での「中期的な解析」は植物の変化をとらえるために、年単位での「長期的な解析」は作物全体や収量の変化を確認するために行います。

施設園芸におけるスマート農業の実例

ここでは、(株) 誠和の実例を紹介します。同社では「みどりの食料シス



制御装置



LEDライト



ハウス内環境測定装置



暖房機

テム戦略」*に合わせて環境にやさしい農業作りを目指し、保温の工夫や、肥料および水を削減する方策、光合成に必要なCO₂の効率的な発生方法を模索しながら、ハウス内で作物を栽培しています(図7)。

栃木県の2つのハウス(約8000m²と約1万m²)と徳島県の1つのハウス(約1万m²)では、制御機器に人が数値を入力し、コンピュータによって高度な環境制御が行われています。光合成のためのLEDライトや巨大な暖房機などが環境制御装置として設置されており、コンピュータのコントロールによって稼動しています。コンピュータがコントロールするために必要となる風向・風速や温度、湿度、培地や葉の表面の温度、日射量などのデータは、ハウスの内外に設置された複数のセンサーから得ています。

こうした大規模なハウスばかりではなく、さまざま現場の施設園芸にもスマート農業は導入されています。ハウス内の状況をデータとして見える化し、それをクラウド上に上げてグラフ化したり、収量予想を行ったりしています。また、現場に行かずにスマートフォンでハウス内の状況を確認したりすることも可能となっています。

*みどりの食料システム戦略：環境を重視する国内外の動きが加速していく中で、これらに対応しつつ日本の食料・農林水産業において持続可能な食料システムを構築することを目的として策定された。食料・農林水産業の生産力の向上と持続性の両立を、技術革新で実現するとしている。