

1.5 スイートピー栽培での新規就農における各種データの活用、管理作業の自動化の確立

～木下農園、木下良一氏(岡山県倉敷市船穂町)～



木下良一氏(Facebookより)

木下良一氏は、2000年に岡山県にて、スイートピー施設栽培で新規就農をした。元化学系メーカーで開発と生産管理の経歴があった木下氏は、岡山県の新規就農研修制度を利用して1年目は研修先農家で各種作業を修得し、2年目は小面積の研修用ハウスで土づくりから出荷まで一人で行った。

しかし研修先で感覚的な管理内容が理解できず、農業経験もない中で農家の暗黙知に対してデータで理解する必要性を感じていた。また灌水や換気などの多くの機器管理作業が手作業で行われ、灌水作業は1日がかかりとなることもあり、作物の管理に十分に時間を取れないという問題も感じていた。一方で就農する土地が見つかり、そこで2000年秋には栽培開始することとなり、様々な準備を並行して行う必要に迫られた。

このような中で木下氏が短期間で進めた、各種データにもとづく管理手法の確立や、管理作業の自動化について紹介する。またその後もデータの分析や活用について継続的な改善を進めて、自家用の様々なシステム開発も行っており、それらについても紹介する。

(1) 栽培管理の基準値の策定

木下氏の新規就農時に栽培管理の基準がデータ化されたことが何もなく、また農業経験はなくハウスの機器動作や灌水管理などの、農家の感覚的なことがわからなかった、そのため各種基準値の必要性を感じ、地域の実績数値を参考にして基準作りを進めた。具体的には研修先での指導農家の日常作業から数値化できるものを拾い出し、それを基準値として残すことから始めた。

1. 灌水施肥量の基準値

例えば灌水施肥量の数値化では、研修先のハウスの図面をおこし面積や定植本数を数えることから始めた。当地のハウスは、傾斜地にあって不規則な形状が多く、また小規模で分散していた。研修先ハウスのひとつひとつについて、そうしたデータを揃えていった。次に、当時行われていたホースによる手灌水の作業時間とホースからの水の流れを観察しておおよその流量を推定した。同様にホースからの

水の流れを自分で再現することで、その時の流量をもとに研修先での流量を推定している。そしてハウス全体の本数より、一株当たりの灌水量の推定値として数値化をした。またこれらのことをスイートピーの栽培ステージ別に行った。



写真1 スイートピー養液土耕栽培

施肥量について、元肥の施肥量について聞き取りし、追肥の作業状況を確認しながら施肥量の記録を行った。当時は圃場に肥料をまく形であり、それらの施肥量を一株当たりになおし数値化し、基準値とした。

灌水施肥は自分の就農当初より自動化する予定であったため、以上のように求めた一栽培ステージ別の灌水量や施肥量の基準値をもとに灌水装置や施肥装置の動作設定を行った。基準値はあくまで基準値であり、推定の部分もあって実際には修正が必要であった。安定した灌水施肥が行えるまでにスイートピーの生育を確認しながら調整を行っている。

2. 点滴チューブの試験と選定

また正確な灌水施肥を行うには、当時まだ利用されていなかった点滴チューブが必要であった。そこで2年目に使用した研修ハウスの灌水設備に流量計を設置して、各種灌水チューブについての試験を行った。各々の流量や点滴の吐出量精度などを確認し、それらのデータをもとに適切な点滴チューブを選択する基準とした。

3. 温度管理の基準値

栽培管理での重要なものとして、換気による温度管理があった。研修先のハウスにデータロガー（製品名：おんどり）を3台設置して、おおよそのハウス内温度の推移と換気窓の開閉状況を記録し、換気による温度管理の参考とした。

当地は山間の傾斜地であり、ブドウ施設栽培が盛んな地域である。島根型ハウスと呼ばれるパイプを組み合わせた自家施工型のハウスが不定形の傾斜地に建設されており、ストピー施設栽培でも同様なハウスを用いている。そこでの換気窓の開度や温度管理の状況は農家や施設によって、また時間帯によっても様々であった。農家の温度管理についても個別に調べることで、出荷状況や品質の違いの要因として捉えることができた。



写真2 島根型ハウス



写真3 島根型ハウスの内部

以上のような換気作業を中心とした温度管理についての記録や調査によって、実際に換気作業を自動化するに当たっての設定の基準値を作ることができた。しかし換気装置が基準値に対して想定した通りに動作するまでには数年の調整を要している。換気動作は微妙な開閉を伴い、制御範囲の設定によ

り動作状況も大きく変化する。また動作を頻繁に行うと換気モーター(韓国製を個人輸入)の寿命にも影響を及ぼす。そうしたことへの調整を繰り返し行っている。

(2) 出荷データや生育調査データの取得と活用

以上の取り組みにより、栽培管理の基準値をデータ化し、日常の管理で利用する状況となった。そうした基準値が適切なものかどうかを、さらにデータをもとに判断し、改善に活用することも求められた。その際の判断基準として、等階級別の出荷データや、圃場でのスイートピーの生育データがあり、その取得と活用を進めた。

1. 出荷データの取得

スイートピーは共選共販による出荷のため、日々のお荷データはFAXにより出荷先別の集計値が送信されるものであった。自己のお荷データは月に1回だけ数量や単価の明細が送られていた。それらをオフシーズンにまとめて集計し、年間の等階級別のお荷数量や単価などを把握していた。最近になって日々のお荷送信の元となるデータについて、Excel形式にてJAより提供を受けるようになり、自己のお荷データの明細を遅滞なく把握できている。

2. 生育調査の実施

スイートピーは8品種栽培しており、おのおのの生育状況をデータとして把握している。生育調査の時間は限られており、各品種の調査株は1株だけにしている。また調査株の選定が妥当かどうか、生育状態などを常に確認し、適切でないと判断した場合は調査株を変更している。また調査では、伸長量を毎日計測し、その他に葉長、節間長、葉数、開花数などを調査している。節間の伸長速度は時期により異なるため、計測間隔もそれに応じ変動する。



写真4 生育調査データのスマホ表示画面例

なお初期生育段階を対象に頭頂部の形体基準を自分で作って評価の基準としている。これはデータ化しにくいものであり、前年などくらべ日数の差異や形態の段階評価(ABCで)を行っている。特に初期生育での差は、その後の生育に大きな影響を及ぼすため、調査と評価を重視している。頭頂部の形態基準として標準生育パターン(数値化が難しい初期生育の様子を図式化、標準の生育、当初2週間分)を作成している。

3. 環境データと出荷データ、生育調査データとの相関関係の分析

出荷データから等階級別の出荷本数が集計されるが、そこで良品質のもの(切り花長の長いもの、輪数の多いものなど)の割合を高めることが求められる。良い結果、悪い結果が出た原因は、さかのぼって分析する必要がある。そのために過去の環境データとの相関関係を分析し、因果関係の把握につとめている。また原因を把握したら、それを改善するための栽培管理の手段(環境調整、灌水調節など)を検討し、実行する。

また生育調査データについては、草勢の強弱の把握のために利用している。具体的には葉長である。草勢の調節が必要な際には、同様に環境調節や灌水調節などの手段を講じている。

(3) データベースの構築と様々な分析への応用

前述の相関関係の分析などを簡易に行えるよう、データベースを構築してきた。現在のシステムは3世代目となり、Microsoft社のVisual StudioとSQLServerを利用している。2000年からの環境データや出荷データを蓄積しており、様々な検索条件を与えてデータを抽出し解析に用い、栽培管理等に反映させている。システムは元SEの研修生と開発を進めた。研修生には農業での栽培管理に必要な知識が不足しているので、必要な機能や仕様をやり取りしながら開発した。以下に画面例を示す。

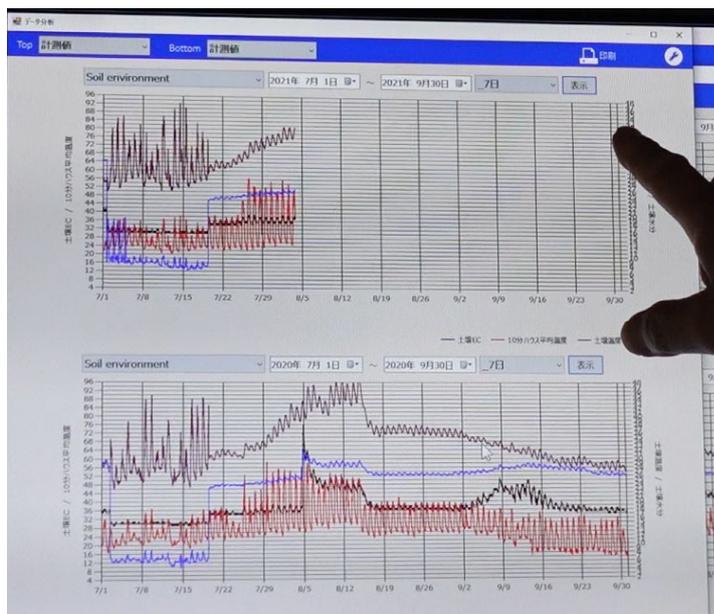


写真5 昨年と今年の環境データのグラフ

同じ項目をグラフ表示し上下に並べることで比較を容易にしている(茶色は地温で、上のグラフでは太陽熱消毒による上昇中、下のグラフは昨年のパターン)

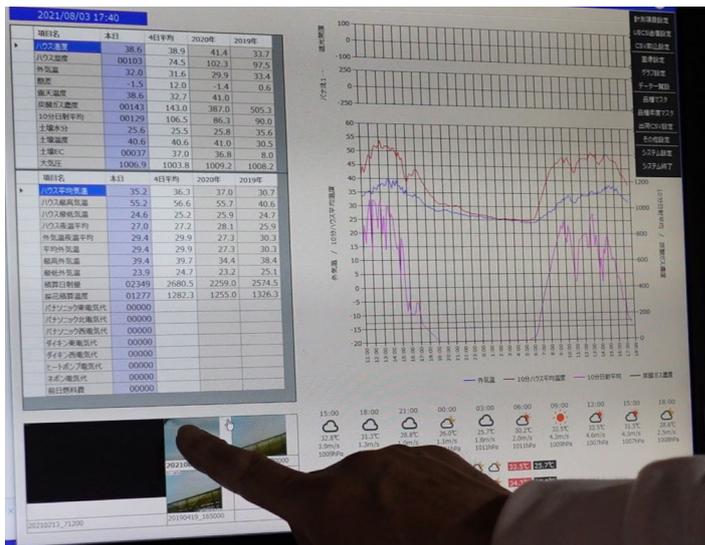
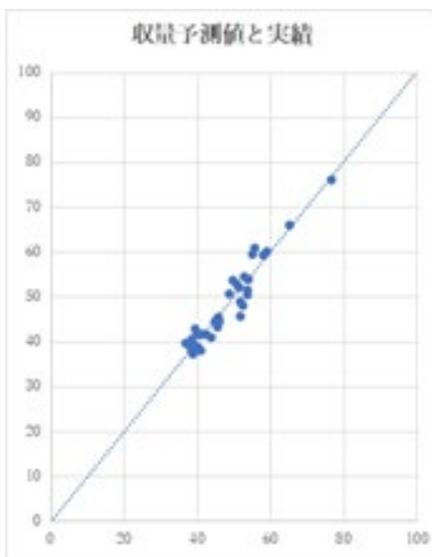


写真6 環境モニター画面

グラフの表示項目は自由に選ぶことができ、左下の雲の画像は昨年や一昨年の同日のものを表示でき、データではなく直感的に天候を把握できる。下の雲マークは外部の天気予報の記録で、実際の気象データと照合して予報が適切であったかの確認もしている。



図表1 収量予測画面

開花条件を各種データの解析から求め、独自の予測式を作成している。

7.6 °C	54 板力ヒ警報	0 %	15
14.4 °C	55 蒸器警報	0 %	16
2.9 °C	56 温熱消費指数	110.2 %	17
2.6 m/sec	57 しおれ警報	0 %	増
5.9 °C	58 草勢警報	130	自
14.28 MJ	59 予想採花本数	10250 本	1

試験 確認 空調 灌水 遮光

図表2 予想差異化本数と各種警報画面

収量予測式より予採花本数を表示している。

(4) 自動化と省力化

研修後の栽培開始初年度から灌水と換気の自動化を行った。当地での既存の管理は手作業が中心で多くの時間を要し、作物の管理に必要な時間がとれないと考えたためであった。当時、東京晴海で開催された施設園芸総合セミナー・機器資材展((一社)日本施設園芸協会主催)には必ず参加し、既存の環境制御装置などを調べたが、いずれも要望に合わず高価であった。そのための装置を自作することを決め、職業訓練校や制御器メーカーのセミナーなどに通い、電気や制御の技術習得を自ら行った。以下に自作した統合環境制御装置と、その画面例を示す。



写真7 統合環境制御装置の内部

右上がPLC本体。入出力点数は100点以上(換気窓24点、灌水18点、乾湿球センサー1点、カーテン装置1点、暖房機2点、ヒートポンプ2点、ミスト装置4点、電照装置1点、電力量計測7点、燃油使用量2点など)

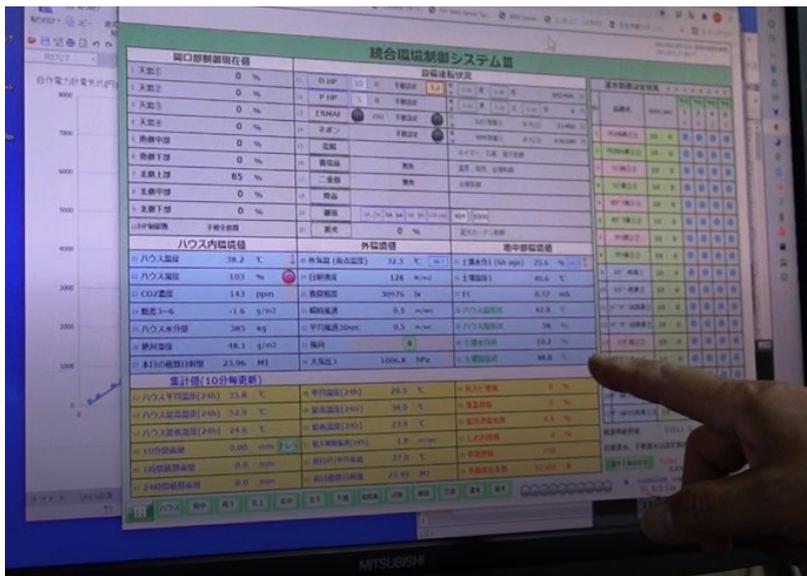


写真8 統合環境制御システムモニター画面

画面構成は、開口部制御現在値(換気装置)、設備運転状況(ヒートポンプ、暖房機、ファン、エネルギー使用量と金額等)、ハウス内環境値、外環境値、地中部環境値、集計値、灌水制御設定状況がある。赤字部分は各種警報値(灰カビ警報、落蕾警報、しおれ警報、草勢警報等)

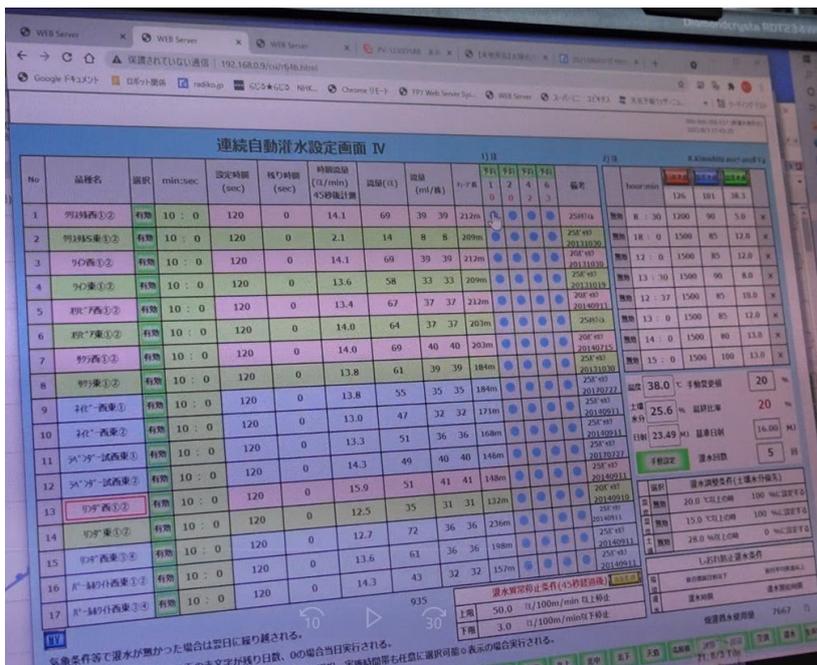


写真9 連続自動灌水設定画面

本圃17系統+試験区系統の灌水タイマー、灌水量、灌水日などを自由に設定し、日射比例機能などとも連動できる。

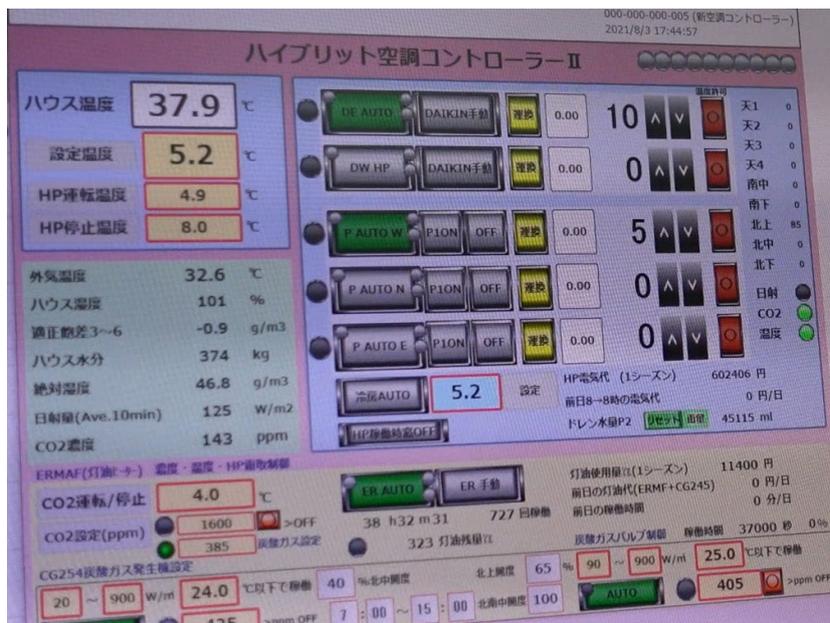


写真10 ハイブリット空調コントローラ画面

ヒートポンプの自動制御用で電力量もモニターし、デフロスト(霜取り運転)も電力波形の変動を感知して補助暖房(灯油炊きCO₂発生器)を動作させる機能がある。

その他に、カーテン装置などの自動化設備、ヒートポンプなどの環境制御設備等の設置状況を紹介する。



写真11 自家施工によるカーテン装置

パイプハウスに対し強い負荷がかからないよう、伸縮性のワイヤーを使うなど工夫がされている。



写真12 ハウス上部に設置されたヒートポンプ室内機

省スペースのため梁材の上に設置し、木板で気流をスイートピー群落方向へ調整している。

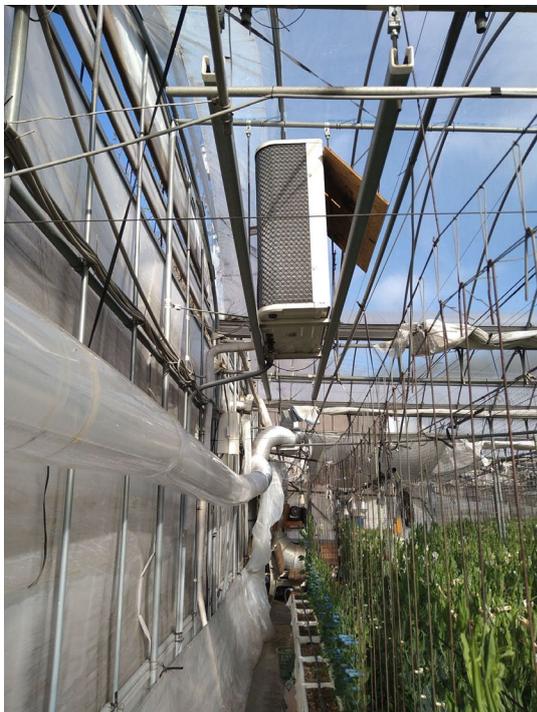


写真13 ハウス妻面付近の様子

ヒートポンプ室内機の他に、CO₂施用ダクトや暖房用ダクトが設置されている。妻面上部に換気窓がある。



写真14 生育調査のためのWEBカメラ(手前の白い筐体)

固定設置されたメジャーとスイートピーの伸長の様子を定点撮影している。



写真15 ハウス妻面の骨材を利用し設置した太陽光発電パネル

バッテリーに蓄電し制御装置等の予備電源としており、BCP(事業継続計画)の一環で災害時停電対策に活用している。なお、岡山県令和3年度BCP認定制度で三ツ星(地震、風水害、感染症)認定された。



写真16 作業場入口の自動ドア

コロナ感染防止対策として、人感センサによる自動開閉を行っている。

(5)まとめ

木下農園での新規就農における各種データの活用、管理作業の自動化の確立について紹介をした。各章でのデータ活用等のポイントについて、以下のようにまとめた。

1. 栽培管理の基準値の策定と、データ活用のポイント

- ・重要な基準値として数値化が必要なものは、できるだけデータを自ら集める。
- ・基準値として整理したものは、実際に栽培を行いながら修正をする。

2. 出荷データや生育調査データの取得と活用と、データ活用のポイント

- ・環境データと出荷データなどの相関関係を分析し、原因と結果の因果関係を把握する。
- ・原因が把握できたら、それを修正するための手段を検討し実行する。

3. データベースの構築と様々な分析への応用と、データ活用のポイント

- ・過去のデータを一元管理し、様々な検索や比較や検証を行って、因果関係の把握を容易とする。
- ・データ取り込みの自動化も進め、データ活用の省力化をはかる。

4. 自動化と省力化におけるポイント

- ・制御機器、データベースなど、メーカーのセミナー等で学びながら新たな技術の導入を積極的に行う。

【現地調査での委員所見(2022年1月7日)】

・安場専門委員

農園主は化学プラントの技術者の前職の経験を生かして開園当初からシステムチックなスイートピー栽培を指向して現在まで生産技術の改良を行っている。

新しい技術導入に貪欲で、毎年のように栽培システムの更新を行うと同時にその有用性に関するテストも実施し、生産効率の改善に努めている。展示会などにも頻繁に足を運び、新しいセンサなどに関する情報収集にも熱心で常により良いシステムに改善するよう心掛けている。

人間が収集する生育データの重要性を20年前から認識し、トマトなどと違いほとんど学会などでも研究の知見の無いスイートピーの栽培生理を独自に研究し、生育調査に基づく栽培管理を実施している先進的な事例である。現在、流行しつつある光合成モデルによる生産性改善とは違った栽培システム構築方法の模範的な事例になりうると感じる。

ヒートポンプの活用については、冬期間の冷暖房を含めて日本における最も先進的な制御事例の一つであると思われる。

データ収集については、多岐にわたり、一般的な環境データに加え、生育データ、各環境制御機器の消費電力、燃料使用量、天気予報の予想精度、市場の情報などを幅広く収集し実栽培に反映している、データ駆動型施設園芸の代表的な例であると認識している。

太陽光パネルを導入し、システムに組み入れるなど、施設園芸の将来像に関しても危機感を持って取り組んでいる。

・大山委員

スイートピーの生産にあたり、様々な計測・制御をご自身の手で開発されているところが非常に興味深い。

開発にあたり、電気工事士の取得など、様々な投資を実施していて、農業とひとくくりには言ったとしても幅広い知識、栽培だけではなく工学的知識も含め、必要であることを体現している。

計測・制御とともに、データの解析にも力を入れていて、過去・現在の比較、さらにはより高度な解析を実施し、生産に反映している点は特筆される。

・林委員

2000年に転職し新規就農し、20年余りの経験を積んでいる。ハウス内の栽培スイートピーは、形状もきれいに揃っており、また品質も良く、高い栽培管理技術を有していると感じた。

農園主の学習意欲が高く、講習を受けるなどして知識を身につけ、環境制御装置やモニタリング装置を自作している。また、データを見やすい形に表示し、解析するプログラムをSE出身の研修生とともに制作・改良するなど行っており、他に見られない稀有な事例である。

データ活用にも熱心で、生育調査を行い、環境データを過去データと比較するなどデータ解析をし、栽培管理の改善に役立っている。

灌水や施肥量を数値化して管理する方法を構築し、自動化することで省力化を図っている。

夜間の気温低下で落蓄を防止できることを突き止め、冬季においても冷房運転できるよう、ヒートポンプ制御方法を改良し、利用している。

電気工事士の資格を取得し、電気工事や制御盤製作も自ら行っている。その他、カーテン工事ははじめ、設備導入・改修の多くをできる限りDIYでこなし、外注をしないで経費の削減を図っている。上記は、農園主の能力と器用さによるところも大きいと思うが、取り組みに対する前向きな姿勢と熱意を感じる。

(本稿は木下良一氏からの聞き取り、および委員による現地調査をもとに事務局でとりまとめた。)