

2.1 トマト周年養液栽培での生産管理の仕組み作りと寒冷地における省エネ対策

～(株)いわて若江農園(岩手県盛岡市)～

(株)いわて若江農園(以下同社)代表取締役の若江俊英氏は、製造業出身(トヨタ系エンジニア)で、2009年に地元での新規就農後、夏秋トマト栽培を開始し、その後法人化と規模拡大を順次行いながら、現在は約70aのハウスで社員3名とパート従業員12名でのトマト周年栽培を行っている。

令和3年度の事業報告書(別冊2)にて、同社における自社開発の作業管理システムと作業手順書による生産性向上を中心に紹介をした。また令和4年度の事業報告書(別冊2)にて、経営面・栽培面、技術面、人材面での当初からの推移と、そこでの自社システム開発やデータ活用のポイントについて紹介した。本年度は、週間社内会議の実施と生育レポートの作成による生産管理の仕組みと人材育成について、また寒冷地における省エネ対策として、ヒートポンプの利用状況について紹介をする。

(1)週間社内会議の実施と生育レポートの作成

1)週間社内会議の実施状況について

- ・2021年に農業大学校新卒社員1名を採用し、社員3名体制となる。当時は施設増設を見越して採用したが、増設は資材高騰により中断している。また2名より3名が、相談のしやすさなどで良いと考え、また将来的に若江社長が離脱した場合も考えてのこと。
- ・新卒採用後から、社員に担当圃場を持たせ、それぞれの状況や管理方針などを週間社内会議(毎週金曜日14時～17時の定例開催)で報告し、その場で方針を決定している。
- ・以前は朝の勉強会を開催し、各種書籍や報告書(施設園芸協会のものなど)について座学を行っていたが、現在は休止している。社員の体制も固定化し、知識を覚えるよりも会議で担当圃場の状況を掘り下げることを中心に位置付けるようにしている。
- ・社内会議には担当の普及指導員(盛岡農業改良普及センター)も毎回参加している。第三者の視点を入れることも重視している。
- ・地域では産地パワーアップ事業により越冬栽培可能な施設が増え、普及センターの経営体支援グループが面倒をみるようになった。地区の施設生産者では年に数回集まる程度で、販路がバラバラなことなどから共通の目標を持ちづらく、スタディクラブ的な活動には至っていない。
- ・社内会議では担当ハウスごとの生育レポートが提示され、現状と計画の達成に向けた方針について議論が行われ、最終方針をその場で決定している。
- ・現在は、社内会議を経て各担当ハウスの管理は社員に一任されており、若江社長が各ハウスを管理することは無くなっている。

2)人材育成の目標について

- ・2年間で研修、人材育成の目標を定めている。
- ・1年目では作業を覚えることその他、夏秋栽培でのホルモン処理で花芽の状態を常に観察することを重視している。また生育調査を通じたトマト全体の観察と生育の把握を目標としている。
- ・2年目では、作業への指示や指導ができることその他、生育レポートの作成を目標としている。

- ・研修生が独立した例もすでにある。

3) 生育レポートの作成について

- ・5ハウス(鉄骨ハウス3、雨よけハウス2)について、ハウスごとに社員3名で分担し作成している。
- ・生育レポートの作成は、2018年に宮城県で開催されたセミナーで知った「やまもとファームみらいの(宮城県山元町)」で用いられている全農のレポートの形式を参考にしている。
- ・生育調査のデータ等をもとに、生育状況の分析や対応について文書化しているが、文章量は全農のレポートに比べ多い。
- ・各社員が担当するハウスについて、毎週木曜日に生育調査を行う。調査株数は各6株、生育調査項目は、誠和による調査項目を参考に、草丈、葉長、葉幅、莖径、葉数、容色、開花花房段数、収穫果房段数、着果数、病害発生状況(病害ごとの発生レベル)、収量などである。病虫害発生レベルは、代表的な病虫害ごとに数字(0:無し、1:一部で発生、2:複数個所で発生、3:全体で発生)で表している。
- ・生育調査結果の他に、統合環境制御装置からの出力データ(温湿度、CO₂濃度、日射量、給液時刻等)、毎日の灌水記録データ(給液・培地内・排液のpH・EC、給液濃度設定値、給液量、株当たり窒素量等)等をExcelシートに入力している。シート上でデータの変化の推移をグラフ化しており、また過去のデータの確認も可能になっている。
- ・生育レポートでは、これらのデータをもとに担当社員が項目ごとにコメントを記している。そこではトマトの生育状態の推移と今後の生育の傾向、および次週の管理内容(環境、灌水、防除、作業等の予定)についてのコメントがされている。
- ・生育レポートの項目は、トマトの生育状態、環境データ、灌水施肥管理の履歴、作業内容、出荷量、累積の収量実績、および今後の栽培管理、作業内容、防除計画等である。

4) 生育レポートでの分析と活用について

- ・現状の分析と今後の対応については、過去との比較も含め、詳細な文書化を行っている。
- ・生育レポートは印刷資料の配布はせず、画面共有により週間社内会議で利用している(修正や最終方針の記載は、その場で行っている)。若江社長の製造業就業時(トヨタ)にも、社内レポートについて上司による文書指導が多く、そうした経験も反映されている模様である。
- ・環境制御の設定値については、統合環境制御装置での設定データのグループとしてファイル管理がされている。月ごとの設定の方針や具体的な内容については、ルーチン化した環境制御要綱として文書化がされている。生育レポートでは、要綱の利用状況や、天候に応じた要綱からの調整内容などが記され、なぜ変更を行ったのかについても履歴をたどれるようにしている。設定値の変更が突発的なものであったのか、ルーチンの中で行われたものかは、切り分けて考える必要があり、そのために変更履歴とその理由などを生育調査レポートに記録している。
- ・灌水の設定については、株当たりの給液量などが記され、生育のフェーズにより側枝の増枝などがあつた際には調整がされている。
- ・防除については、病虫害の発生状況の推移より、防除の方針や作業内容について記されている。
- ・作業予定の例として、LAI(葉面積指数、葉長×葉幅×係数(0.3))×葉数×栽植密度の式で簡易に計算)の値を参考に、葉かき作業予定を記すことなどがある。

- ・収穫状況について、収量と計画達成状況の他、1果重や糖度の推移についても記されている。
- ・社員による生育レポート作成と社内会議の開催は5年がたち、当初数年は社員の育成にも効果があったと考えている。今後は毎週3時間かけて行っている社内会議の内容について簡素化をはかり、また栽培上の減点を回避する体制となっている。今後は加点が可能となる方向を目指したいとのことである。

西棟生育レポート

2月8日～2月14日

1. 植物状態

・草勢と生育バランス

定植日9月8日

		前週	今週	前週差
大玉	茎径(mm)	9.7	10.8	1.1
	開花位置(cm)	19.8	15.4	-4.4
	日伸長量(cm)	2	1.7	-0.3
中玉	茎径(mm)	8.3	7.6	-0.7
	開花位置(cm)	18.1	13.1	-5
	日伸長量(cm)	2.1	2.3	0.2
ミニ	茎径(mm)	7	7.9	0.9
	開花位置(cm)	13.9	14.8	0.9
	日伸長量(cm)	2.5	2.4	-0.1

主枝・側枝ともに伸長は良好。
先週に引き続き、開花位置は上がってきている。

・開花段と収穫段

		前週	今週	前週差
大玉	開花段	10.3	10.8	0.5
	収穫段	4.2	4.6	0.4
	側枝開花段	1	1.6	0.6
中玉	開花段	13.8	14.8	1
	収穫段	6	7	1
	側枝開花段	1.3	1.7	0.4
ミニ	開花段	15.6	16.1	0.5
	収穫段	8	9	1
	側枝開花段	1.5	1.8	0.3

側枝の下葉欠きを実施中。

・環境データ

	前週	今週	前週差
日射量(MJ)	6.6	7.0	0.4
日平均気温(℃)	16.0	15.5	-0.5
昼平均気温(℃)	20.9	20.0	-0.9
夜平均気温(℃)	13.1	12.8	-0.3
日較差(℃)	7.8	7.1	-0.7
培地温(℃)	16.6	16.3	-0.3

翌週も晴れの日が多くなる予報で、火曜日あたりから、最高気温が10度以上に上がる見込み。
翌週のハウス内気温は、昼平均気温22.0度、夜平均気温14.0度、日平均気温17.0度と予想する。
日較差は8.0度となり、生殖成長に向きやすい環境となる。

◆対策:開花位置は徐々に上がってきており、生育相は徐々に生殖成長の方に推移していると見られる。翌週は、日較差もあり、摘葉も行うので問題無し。

2. 環境制御

・2/7 ハウス内気温が30度を越えることがあったため、月別管理要綱に沿って、天窓の設定のみ変更した。

天窓

外気依存度	変更前	外気温0度:10%、外気温16度:30%
	変更後	外気温0度:10%、外気温6度:100%

◆対策:まだ栄養成長が強いので、もう少し開花位置が上がってきたら、月別管理要綱を2月の設定

図1 生育レポートの例

(2) 寒冷地における省エネ対策

1) 気象条件

- ・厳寒期の最低気温は-10～12℃程度。日中を含め最高気温が氷点下となる日が続くことがある。冬期は午後2時過ぎには雪雲が遮り、日が陰る。積雪は20cm程度が年に数回あり、凍結により根雪となる。
- ・令和5年～6年の厳寒期は暖冬で、平年より2℃程度高く推移している。根雪も発生していない。連棟ハウス(フェンローハウス)では、平年は12月～1月の週平均伸長量が3～4cm程度と停滞していたものが、今年は7cm程度となっている。これは平年では積雪時に連棟ハウス屋根面に1～2日程度着雪していたものが無いためである。

2) ハウスと栽培設備、栽培概要

- ・雨よけパイプハウス2棟、大屋根単棟鉄骨ハウス2棟(うち1棟は既設ハウス譲渡によるリフォーム、1棟は新設)、高軒高連棟鉄骨ハウス1棟がある。
- ・雨よけハウスでは養液土耕栽培、鉄骨ハウスではロックウール栽培を行う。
- ・鉄骨ハウス3棟には各棟に統合環境制御装置(Next80)を導入。
- ・全体の施設面積70a、栽培実面積約60a
- ・大屋根単棟鉄骨ハウス(リフォーム、10a):9月定植、年1作型越冬栽培、つるおろし栽培(高所作業無し)
- ・高軒高連棟ハウス(20a):6月定植、年1作型夏越～越冬栽培、ハイワイヤー栽培
- ・大屋根単棟鉄骨ハウス(20a):9月上旬植替え:年1作型越冬栽培、ハイワイヤー栽培、本ハウスの収量が最も高く、大玉40t/10a台、ミニ24t/10a台。
- ・雨よけハウス(10a×2)。
- ・各ハウスとも、大玉、中玉、ミニトマトを栽培。比率は引き合いに応じ、現在は6:1:3。
- ・従業員数:役員2名(若江社長夫妻)、社員3名、パート13人(地元採用、不足はなし)、外国人技能実習生無し。
- ・高温対策:今年より屋根面に遮熱剤(レディヒート)を自家散布する。豪雨で流亡があった様子である。
- ・病虫害:過去にかいよう病による被害を経験し、現在は発生箇所を食い止めるなど、対応はできている模様。近年はコナジラミが増加し、防虫ネットの無いハウスもあり各ハウス間で連鎖している。雨よけパイプハウスで天敵導入(タバコカスミカメ)を試行中である。
- ・購入苗利用:ハルディンより9月時に花芽の見える接ぎ木2本仕立て苗の大苗を購入。

3) 加温設備等

- ・大屋根単棟ハウス(リフォーム):重油温風暖房機(ネポン製200坪用)1台、空気熱源ヒートポンプ(イーズ製55ツイン、7HP)×3台、灯油CO2発生器1台
- ・大屋根単棟ハウス(新設):重油温風暖房機(ネポン製400坪用)2台(早朝加温には能力が不足)、灯油CO2発生器1台
- ・フェンロー型高軒高連棟ハウス:重油温風暖房機(ネポン製500坪用)2台、空気熱源ヒートポンプ(ネポン製グリーンパッケージ、10HP)×4台、灯油CO2発生器1台
- ・各棟とも2層カーテン(保温、遮光)、サイド2層カーテン(サニーコート)



図2 高軒高ハウスの暖房設備



図3 高軒高ハウスでの大玉トマト栽培状況

写真左: 定植後の状況(令和5年7月20日撮影、定植日: 6月23日)

写真右: 生育状況(令和6年1月31日撮影)

4) 加温と暖房費等

- ・加温期間: 10月～5月(氷点下日もある)。
- ・ヒートポンプ導入ハウスでは、ハイブリッド運転を行う。
- ・今年の冬の日平均温度は15℃で、夜間平均温度は13℃程度で、早朝加温を行っている。暖房設定温度は以前より下げている。
- ・ハイブリッド運転での重油加温機による暖房開始温度の調整は行わず、光熱費の最適化には至っていない。またヒートポンプのon-offはNext80の制御信号により4台同時に行われており、台数制御等によるデマンド調整までは行われていない。
- ・ヒートポンプは寒冷地仕様であるがデフロスト運転は発生している。加温期間が太平洋岸地域などに比べ長いと、ハイブリッド運転による燃油節減効果が感じられている。なお、ヒートポンプ室外機の凍結や冷媒配管が割れるトラブルが毎年発生している。今シーズンは使用前にトラブルがあり、現在は4台中1台の利用ができない状態にある。
- ・CO₂設定濃度は、一律で密閉時600ppm。
- ・燃油価格高騰に加え、電気料金値上げの影響は大きく、以前は光熱費の対売上比は10%であったが、現状は13%に上昇している。収支的にもトントン状態となる(売上は7,000万円台で前年より増加、9月決算で確定見込み)。
- ・高軒高連棟ハウス(20a、前室を除き18a)には、栽培ベンチが1本追加可能なデッドスペースが補助事業要件の関係で発生している。今後は、ベンチ増設を行って増収による収支改善が見込まれる。

・高軒高連棟ハウスには前室(200㎡)があり、無加温のため樋の凍結やオーバーフローが発生し、電熱線加温による融雪を行っている。樋からの縦配管などの凍結もあり同様に電熱線加温を行っている。



図4 高軒高ハウスの前室とヒートポンプ室外機
(令和6年1月31日撮影)



図5 高軒高ハウスとパイプハウスの間の通路
(令和6年1月31日撮影、例年は積雪が多く根雪状態となっているとのこと)

(3)現地調査による委員所見

調査日: 令和5年7月20日(金)

(東出委員)

・寒冷地のためにエネルギーコストが大きく、冬季の低日射による影響も大きい。しかしながら、各種ハウスを組み合わせる周年出荷しており、10a当たり収量は大玉で40トン、中玉・ミニでも20トン以上の高い収量が得られている。

・社員によるきめ細やかな生育調査とPCによる管理が植物管理の向上につながっている。また、週1回開催している社員らと地域の普及員による勉強会が、スタディクラブ的な役割を果たし、技術向上に結び付いている。

(阪下委員)

・冬場マイナス15度を下回る日もある寒冷地にあり、エネルギーコストの上昇局面で、コストの構成比率13%(昨年までは10%)とのこと。比較的安く抑えているように思われるが、夏場の訪問ではその理由まではわからなかった。この理由に汎用性があれば、この地域の有望なモデルとなりうる。

・また、栽培管理や労務管理のシステムは内製だが、構造はシンプルかつ網羅的で、表現も明瞭に言語化されており、新卒の社員まで運用できるなど、汎用性があつた。工業管理の基礎に通じて

いる経営者が、制御機器メーカーや普及所の管理ノウハウを上手く組み合わせることで作り上げたようで、あまりコストをかけていないのも経営上理想的である。

（田口委員）

・3名の社員が、自身の担当ハウスについて、毎週木曜日に生育調査を行い、その結果をもとに、翌金曜日の生育会議での報告資料の作成を行い、会議の場で共有・検討を行っている。その報告資料では、各種数字に基づく情報に加え、定性的な情報も記載しており、作物が今どのような状態にあるかをイメージでき、次週以降どのような方針で栽培管理・環境制御を行っていくかを皆が議論しやすいよう資料が作られており、社長と社員が皆でPDCAサイクルを回していく組織文化ができている。このような検討・方針決定のパターンは、今後、経営の規模拡大時や、品目拡大時にも有効なパターンであり、さらに社長も社員も若いことから、今後の経営発展が期待できる。

調査日：令和6年1月31日（水）

（阪下委員）

・寒冷地ゆえ、冬季のヒートポンプの稼働状況に注目していたが、関東と同じような仕様であり、当地に十分な仕様とはなっていない模様で、凍結などが発生しており、ひとまず室外機のかさ上げ・囲い込みなどの対応が必要になっている。東北地方では導入事例が少ないため難しい部分があるが、今後は当農場の改善事例が東北地方で導入する際のよい事例となるだろう。

・訪問毎に驚かされるのは、生育レポート等のレビューが、従業員ごとのバラつきがなく、常に完結明瞭で、かつ正しい点だ。若江さん自らと、オブザーバーとして農業普及員が参加し、毎週会議を重ねている点が、何よりも従業員のレベルを高めるOJTになっているように感じられた。

（林委員）

・生産管理、労務管理、販売などあらゆる面で、たゆまぬ改善の取り組みがなされていることが伺える。データ活用にも熱心である。生産管理に関して、生育レポートをパソコンで記録管理し、レポート内の管理内容にコメントも入れるなど（例えば、設定値を変更した場合は、変更した理由など）、過去を振り返って管理内容を確認し、以後の改善につなげられるように工夫がなされている。生育調査データ、環境データ、灌水量、油残量なども記録しており、社員間で情報共有がなされている。毎週の定例会議における次週の管理方針の決定や管理改善にこれらデータを活用しており、データ活用法の参考になる。社員の熟達度があがってきており、会議内容の簡素化を考えているとのことである。

・燃油式温風暖房機とのハイブリッド方式で、ヒートポンプを利用している。節油効果があるとのことであるが、デフロスト運転があり、また屋外機への凍結による故障などの不具合も生じており、寒冷地ならではの利用上の課題がみられる。また、電気料金の値上がりがヒートポンプ運転経費を押し上げ、マイナス要因になっている。