

革新的技術開発・緊急展開事業
(うち経営体強化プロジェクト)
経営体(大規模施設園芸)コンソーシアム

冬季寡日照地域における 大規模施設園芸導入・運営マニュアル



令和2年3月

富山スマートアグリ次世代施設園芸拠点整備協議会

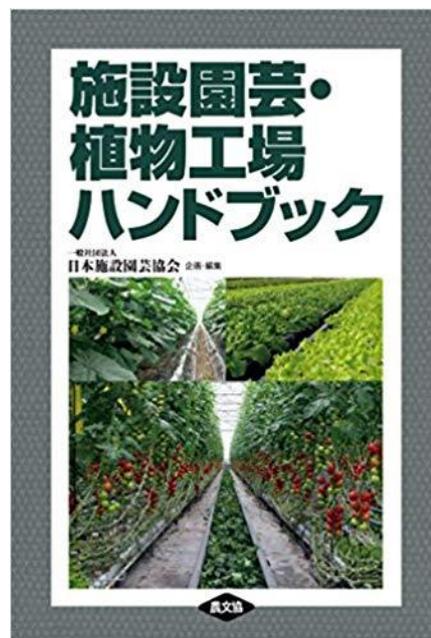
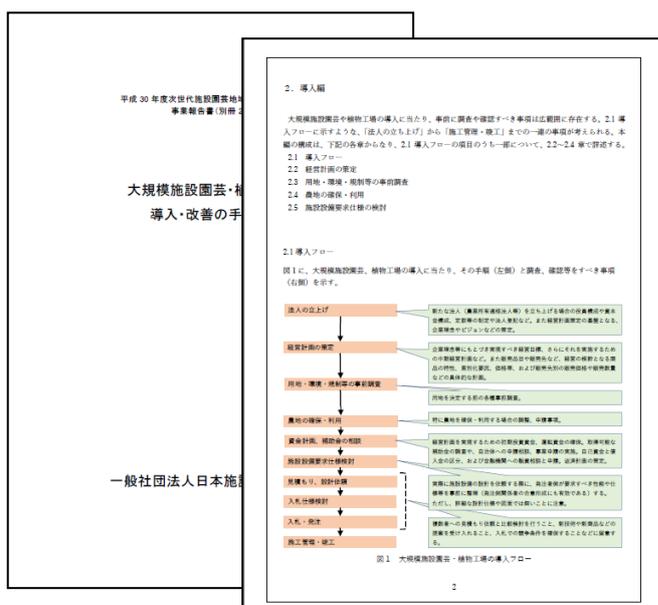
目 次

はじめに	1
1 導入編 - 成功するために事前に実施すべきこと -	
(1) 事前の調査・検討の流れ - 実現性の高い事業計画作成のために必要なこと -	2
(2) 需給動向の把握 - 「マーケットイン」が基本 -	3
(3) 気象条件の把握 - 気象災害を回避するために事前に把握 -	4
(4) 栽培品目、出荷期間、作型、商品特性の検討 - 需要動向・気象条件を踏まえ、しっかり検討 -	5
(5) 栽培方法の検討 - 幅広く情報を収集した上で検討 -	7
(6) 地域資源エネルギーの活用検討 - 周年安定生産を実現するために -	9
(7) ハウスの構造、環境制御装置の能力・台数の検討 - ハウス構造から考えよう -	10
(8) 育苗施設や集出荷施設の導入検討 - 関連施設を集積して、生産性を向上 -	12
(9) 事前の販路開拓と契約取引の拡大 - 事業計画作成時から販売対策も必ず検討 -	13
(10) 物流体制の構築 - 販売対策と併せて検討 -	13
(11) 事業計画の作成 - 目標達成に向けた見通しをしっかりと立てよう -	14
2 栽培編 - 収量向上と長期安定生産に向けた栽培管理 -	
(1) 栽植密度 - 葉面積指数 (L A I) を考慮して決定 -	15
(2) 温度管理 - 変温管理で光合成を促進 -	17
(3) かん水管理 - 天候や生育状態 (草勢、生育バランス) に応じた管理が重要 -	18
(4) CO₂管理 - 収量向上のため、光合成の原料をしっかりと供給 -	20
(5) 飽差管理 - 飽差 9 g/m ³ 以下で管理し、光合成を促進 -	21
(6) 補光管理 - 冬季寡日照地域での収量向上のための切り札 -	22
(7) 複合環境制御 - 光合成の限定要因を取り除き、確実に収量 UP -	23
(8) 環境モニタリング - 環境要素が適正に管理されているか確認 -	24
(9) 生育調査 - 生育の状態を的確に診断し、今後の管理にフィードバック -	26
(10) 病害虫防除 - I P M の手法を導入 -	28
3 運営編 - 生産性向上に向けた運営管理 -	
(1) 組織体制の構築 - 組織全体の目標達成に向けた役割分担と担当者間の連携 -	30
(2) ルールづくりとGAPの導入 - リスク回避の手順のルール化と全体への周知 -	31
(3) 「年間生産計画」、「年間・月間・週間作業計画」等の作成 - 作業遅れ防止のために -	33
(4) 標準作業時間の設定と標準作業書の作成 - 生産性向上には“作業の標準化”が必須 -	35
(5) 人材の確保・育成 - 人材育成の仕組みづくりが不可欠 -	36
(6) 作業指示 - 作業精度向上のために、わかりやすく、正確に -	37
(7) 作業記録 - 作業の進捗状況と作業者毎の作業効率の把握のために -	38
(8) PDCAサイクルによる継続的な改善 - 早期目標達成のために -	38
4 富山スマートアグリ次世代施設園芸拠点での作業標準書(作業マニュアル)	39~49

はじめに

当マニュアルは、北陸地域をはじめとする冬季寡日照地域における大規模施設園芸の導入を推進するため、「富山スマートアグリ次世代施設園芸拠点（以下、富山拠点）」での次世代施設園芸導入加速化支援事業（平成 26～27 年度）による拠点整備までの取組経過や革新的技術開発緊急展開事業（平成 28 年度～令和元年度）による取組成果等をもとに、農業者や企業の方々が大規模施設園芸を導入・運営するにあたってのポイントをまとめたものです。

大規模施設園芸の導入・運営にあたっては、当マニュアルと併せて、「大規模施設園芸・植物工場導入・改善の手引き」（一般社団法人日本施設園芸協会）や「施設園芸・植物工場ハンドブック」（農文協、一般社団法人日本施設園芸協会編集）を参照するとともに、農林水産省や一般社団法人日本施設園芸協会等のホームページから、広く情報を収集してください。



大規模施設園芸・植物工場導入・改善の手引き
（一般社団法人日本施設園芸協会）

<http://jgha.com/jisedai/h30/report/30bessatsu2.pdf>

施設園芸・植物工場ハンドブック
（農文協、一般社団法人日本施設園芸協会編集）

※関連情報 HP

農林水産省 施設園芸関係 : <http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/engei/sisetsu/index.html>

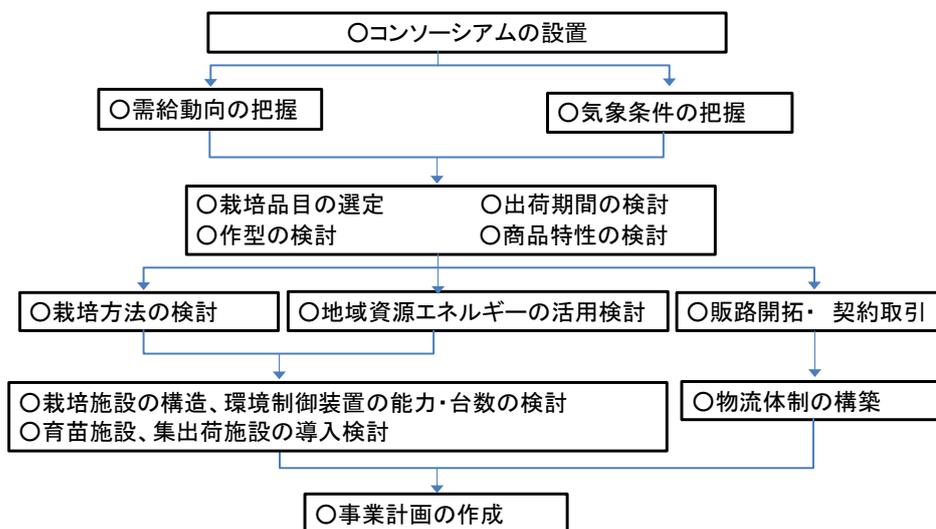
一般社団法人日本施設園芸協会 : <https://jgha.com/>

1 導入編 – 成功するために事前に実施すべきこと –

(1) 事前の調査・検討の流れ – 実現性の高い事業計画作成のために必要なこと –

- ・ 大規模施設園芸の導入・運営には、莫大なコスト（施設建設費、燃料費、人件費等）を要することから、栽培品目の選定や事業計画の作成にあたっては、事前に需給動向や施設建設予定地の気象条件を把握するとともに、事業計画を確実に実現するための栽培施設の構造や環境制御装置の能力・台数、販路や物流体制等、多岐にわたる事項について、総合的に検討することが不可欠です。
- ・ 事前に販路や需要量等について、十分な検討を行わなかったために、栽培施設を導入して、栽培を開始したものの、出荷が県外の大産地と競合し、取引価格が安く、採算がとれないといった事例が多く見られるので、事前の調査・検討を十分に行いましょう。
- ・ 事前の調査・検討を的確に行い、栽培施設を滞りなく導入し、スムーズに生産・販売・運営を行うためには、①実需者、②施設園芸の専門家、③普及指導・試験研究機関、④行政（県・市町村）、⑤生産者団体（JA、野菜出荷組合）等との連携が重要であり、これらを構成員とするコンソーシアムを設立し、構成員の密な連携のもと、着実に取組を進めましょう。

◆実現性の高い事業計画作成のための事前の調査・検討の流れの例



◆コンソーシアム構成員と役割の例

構成員	役割
①実需者	需要のある品目・出荷時期、商品特性の提案、助言
②施設園芸の専門家	安定生産を実現するための施設・装置や栽培技術の提案、助言
③試験研究機関・普及指導機関	施設・装置・栽培管理技術の助言、試験・調査の実施
④行政（県・市町村）	補助事業、用地確保や施設建設にかかる申請関係の助言
⑤生産者団体（JA、出荷組合）	JA等の集出荷施設や販売経路等の活用、地元との調整

(2) 需給動向の把握 - 「マーケットイン」が基本 -

- ・ 栽培品目や出荷時期、商品特性を検討するにあたり、事前に、市場関係者や量販店、加工業務用業者等への聞き取り調査等を実施し、品目毎の需給動向や消費者・実需者のニーズをしっかりと把握しましょう。

◆野菜の生産・流通・販売の状況

- ・ 野菜生産は、気象の影響を大きく受けるため、出荷量や市場価格は大きく変動する。
- ・ 特に、北海道、関東、東海、九州の大産地の生育・出荷の早晩や作柄により市場価格は大きく影響を受ける（図1、2）。

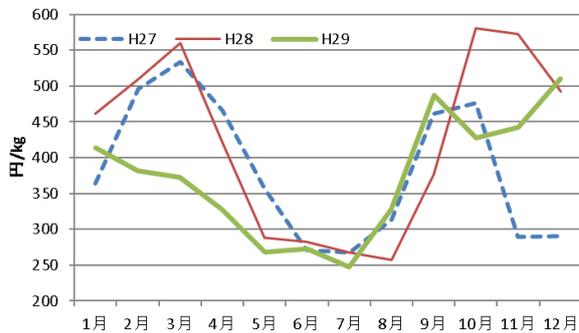


図1 富山市場における大玉トマトの平均価格の推移

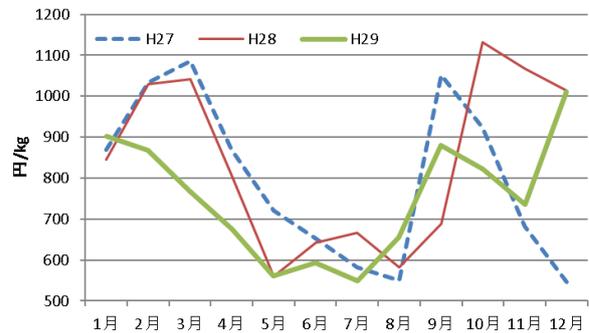
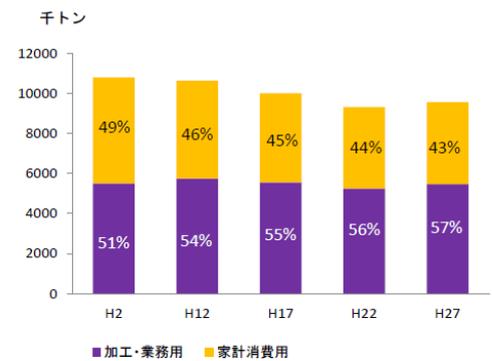


図2 富山市場におけるミニトマトの平均価格の推移

出典：富山市場市場年報

- ・ 家庭内調理向けが主体だった野菜の需要は、社会構造の変化（高齢化、女性の労働参加、単身世帯・共働き世帯の増加）や、消費構造の変化（食の外部化、簡便化）に伴って、加工業務用需要が拡大している（図3）。
- ・ 加工・業務用需要や大型量販店での取扱量の拡大により、長期間、まとまって量を安定的に出荷できる産地・生産者が求められる。
- ・ 流通販売経路では、従来からの市場流通に加え、実需者との直接取引やインターネット販売等が増加しており、流通・販売チャンネルは多様化している。



資料：農林水産政策研究所

出典：農林水産省 野菜をめぐる情勢 令和元年12月

図3 加工・業務用野菜及び家計消費用野菜の国内仕向け量の推移

※関連情報 HP

農林水産省 野菜関係

: <http://www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/yasai/index.html>

(3) 気象条件の把握 – 気象災害を回避するために事前に把握 –

- ・ 栽培施設の構造や配置を検討するにあたっては、事前に施設建設予定地の気象条件（気温、日射量、積雪量、風向・風速等）をしっかりと把握することが重要です。
- ・ また、競合産地との気象条件の違いをおさえておくと、販売対策の検討の際に役立ちます。

【参考情報】

◆富山県の一般的な気象の特徴

①気温（図4）

- ・ 富山県を含む北陸地域は、日本海を北上する対馬暖流の影響で比較的温暖な気候。
- ・ 5月～9月は、低気圧や台風が日本海を通過する際のフェーン現象により、非常に高温となる日も多い。

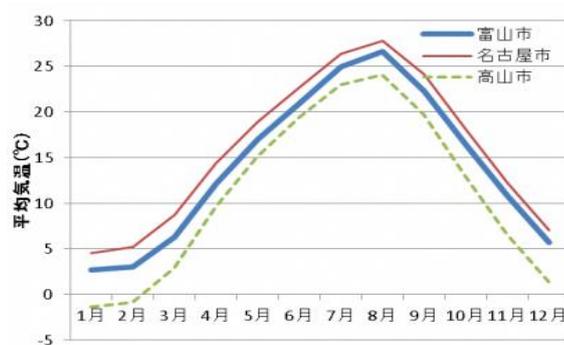


図4 平均気温（平年値）の推移（富山市）

②全天日射量（図5）

- ・ 5月～9月が多く、名古屋市等、太平洋側の地域と同等。
- ・ 日本海側気候に属するため、11月～2月は曇天日や降雨・降雪日が多く、同期間の富山市の全天日射量は名古屋市の2/3程度と少ない。

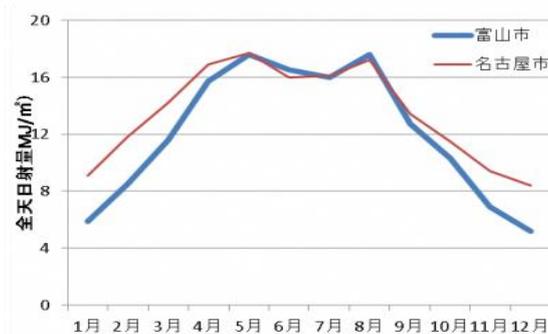


図5 全天日射量（平年値）の推移（富山市）

③降水量、降雪量、積雪量

- ・ 冬期（11月～2月）の降雪に加え、梅雨期（6月中旬～7月）や秋雨期（9月）の降水量が多く、国内でも有数の降水量の多い地域。
- ・ 積雪量や積雪期間は、地域や年によって大きく異なるが、富山市では12月～3月に積雪が見られる（図6）。

<富山市の積雪の記録>

初積雪（早いほうから1位）：11月15日（1950）、

終積雪（遅いほうから1位）：4月12日（1996）

最深積雪（平年値）：62cm、最深値：208cm（1939-1940）

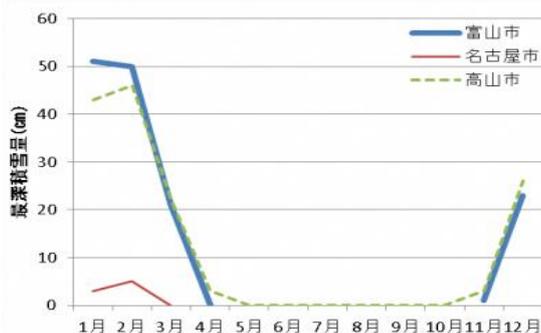


図6 最深積雪量（平年値）の推移（富山市）

④風

- ・ 風は、一年を通して南～西よりの風が強く、特に3月～5月は発達した低気圧が周期的に日本海を通過し、最大瞬間風速が20m/秒を超える強風となる日が多い。

(4) 栽培品目、出荷期間、作型、商品特性の検討

－需要動向・気象条件を踏まえ、しっかり検討－

- ① 需給動向や気象条件に基づき、栽培品目と出荷期間を検討します。
 - ・ 出荷期間は、できるだけ長期間（できれば周年）出荷でき、さらに県外の大型産地の端境期にも出荷できると有利な販売が可能となります。
- ② 目標とする出荷期間を実現するための作型の組み合わせを検討します。
- ③ 有利販売を目指し、競合産地と差別化できる商品特性（出荷時期・期間、形状・色、食味・糖度等）を検討します。

◆富山市場におけるトマトの県別入荷量

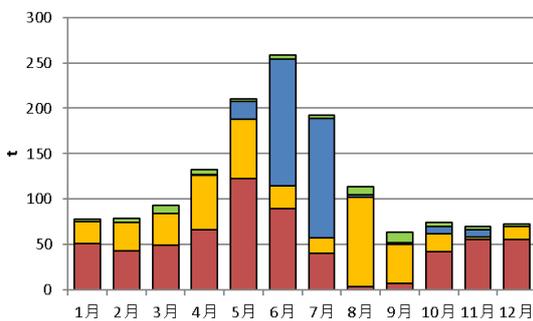


図7 富山市場における大玉トマトの県別入荷量(H29)

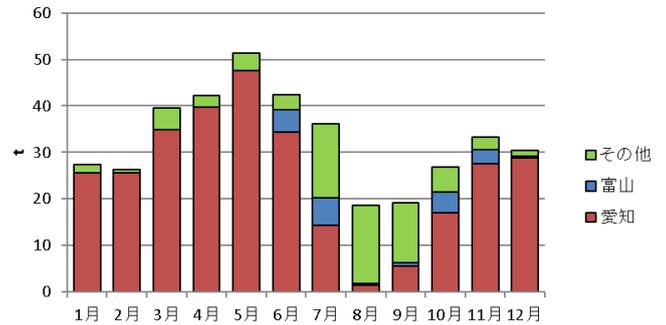


図8 富山市場におけるミニトマトの県別入荷量(H29)

出典：富山市場市場年報

- ・ 大玉トマトは、愛知県と岐阜県から長期間にわたり入荷が見られ、富山県産の出荷が加わる5月～7月の入荷量が多い（図7）。
- ・ ミニトマトでは、愛知県のシェアが高く、長期間にわたり入荷が見られるが、8～9月が端境期となっており、入荷量が少ない（図8）。

◆富山県内、近県におけるトマトの主な作型（表1）

- ・ 愛知県や岐阜県（平地）では、主に促成長期どり栽培が行われ、10月～6月頃まで、長期間出荷される。
- ・ 岐阜県（高冷地）では、冷涼な気候を活かした雨よけ栽培が行われ、8月～11月まで出荷される。
- ・ 富山県内では、主に半促成栽培が行われ、出荷期間は6～7月の約2ヶ月間に留まる。
- ・ 石川県では、半促成栽培と抑制栽培を組み合わせ、約4ヶ月間、出荷される。

表1 近県・県内におけるトマト産地の主な作型

産地	作型	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	備考
愛知 岐阜(平地)	促成栽培 冬春どり							●	▲	■	■	■	■	
岐阜(高冷地)	雨よけ栽培 夏秋どり			●		▲	---	---	■	■	■	■		
富山(平地)	半促成栽培 春どり	●		▲	---	---	■	■						
石川	半促成栽培 + 抑制栽培	●		▲	---	---	■	■	●	▲	■	■		

●は種、▲定植、■収穫

◆富山拠点におけるハウス毎の定植時期・収穫期間

- ・ 富山拠点では、定植後、8～10ヶ月間の長期間収穫する長期どり栽培を行うとともに、18棟のハウスで、約1ヶ月ずつ定植時期をずらして定植することで、周年安定出荷に取り組んでいる（表2）。

表2 富山拠点での年間作付計画

ハウスNo	面積 (㎡)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	1,944	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	---	---	---	■ ■	■ ■ ■ ■
2	2,448	■ △	---	---	- ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
3	2,448	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ △	---	---	- ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
4	1,944	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	---	■ ■ △	---	---	- ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
5	1,944	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ △	---	---	- ■ ■	■ ■ ■ ■
6	1,944	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ △	---	---	- ■ ■
7	1,944	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ △	---	-- ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
8	1,944	■ ■ ■ ■	■ ■ △	---	---	- ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
9	1,944	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ △	---	---	- ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
10	900	---	---	-- ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ △	---
11	1,020	---	---	-- ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ △	---
12	1,080	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ △	---	---	- ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
13	1,080	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ △	---	---	- ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
14	1,200	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ △	---	---	- ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
15	1,200	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ △	---	---	- ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
16	1,200	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ △	---	---	- ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■
17	1,200	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ △	---	---
18	1,200	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ ■ ■	■ ■ △	---	---

△定植、-生育期間、■収穫

- ・ 富山拠点では、「使いやすい」、「食べやすい」等の理由から人気が高まっているミディトマト品種を採用している（図9）。
- ・ 加えて、アイメック農法（8ページ参照）と非破壊式糖度センサーつき選果ラインを導入（図10）し、通常のとまとの約2倍の糖度のとまとを周年安定出荷することで、産地間競争が激しいとまとにおいて、差別化を図り、優利販売を目指している。



図9 富山拠点の生産するミディトマト



図10 非破壊糖度センサーつき選果ラインによる選果

(5) 栽培方法の検討 – 幅広く情報を収集した上で検討 –

- ・ 導入する作型で、目指す出荷期間や商品特性を安定的に実現できる品種や栽培方法を検討します。
- ・ 品種や栽培方法を検討する上で、幅広くメーカーや他県の試験研究機関、先進経営体等を調査することは極めて重要です。

◆トマトの主な栽培（誘引）方法

栽培（誘引）方法名	特徴	
主枝直立整枝栽培	<ul style="list-style-type: none"> ・ 半促成栽培や抑制栽培で用いられる栽培方法。 ・ 6～8段で摘心。1作あたりの収穫期間は2ヶ月程度に限られる。 ・ 通常の軒高のハウスで栽培可能。 	
斜め誘引栽培	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多段（15～20段）、長期どりが可能。 ・ 通常の軒高のハウスでも栽培可能。 ・ 誘引作業に労力を要する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 受光体勢が劣り、収量を上げにくい。
吊り下げ誘引栽培		
ハイワイヤー栽培	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多段（20段以上）、長期どりが可能。 ・ 高軒高ハウスが必要。 	
低段密植栽培	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多段栽培よりも密植にし、1～3段花房残して摘心する短期栽培を繰り返す。年4回程度の植え替えにより、長期どりが可能。 ・ 花房間の競合が少なく、1～3段に絞った管理ができるため、高品質で均一な果実生産を行いやすい。 ・ 通常の軒高のハウスで栽培でき、時期毎に適した品種を選択可能。 ・ 育苗や植え替えに労力を要する。 	

◆養液栽培と養液土耕栽培の特徴

区分	特徴
養液栽培	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土壌を使わずに、必須元素（窒素、リン、カリウム、カルシウム、マグネシウム、鉄、ホウ素、マンガン、亜鉛、銅、モリブデン）を含む培養液を、作物の生育に合わせて、過不足なく与える栽培方法。 ・ ①地下部の環境制御による生育制御が可能、②土壌が栽培に適さない場所でも栽培が可能、③土壌病害および連作障害を回避しやすい、④成長速度が速く、収量が増加する、⑤熟練技術や経験を必要としない等の特長がある。 ・ ①固形培地耕（固形物（ロックウール、ヤシ殻、ピートモス他、土壌を除く）を培地として使用）と②水耕（固形物を培地として使用しない。湛液型水耕（DF T）、薄膜水耕（NF T）他）に大別される。 ・ ①初期設備投資が大きい、②栽培できる品目が限定される、③良質で多量の水の安定的な確保が必要等の課題がある。
養液土耕栽培	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土壌を栽培基盤とし、土壌の持つ機能を活かしながら、点滴かん水により、作物の生育に合わせ、必要とする肥料（窒素・リン・カリウム）と水を吸収可能な状態（液肥）で、過不足なく与える栽培方法。 ・ 揚水ポンプ、液肥混入装置、点滴チューブ等、安価な装置で導入可能。

◆安定的に高糖度トマトを生産するための富山拠点での栽培方法

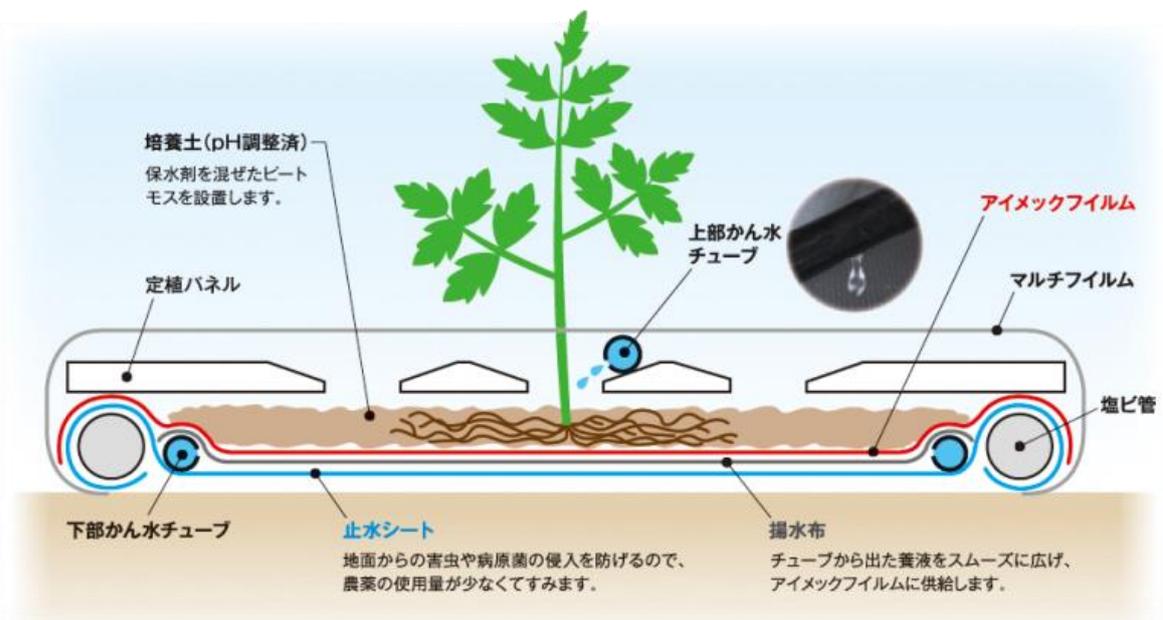
- ・ 富山拠点では、高糖度なフルーツトマトを周年・安定的に生産出荷することで競合産地との差別化を図っている。
- ・ 栽培（誘引）方法は、吊り下げ誘引栽培を採用している（図 11）。
- ・ 高糖度なフルーツトマトを安定的に生産できる栽培方法として、現在、アイメック®農法（図 12）を導入している。



図 11 富山拠点でのトマト吊り下げ誘引栽培

※アイメック®農法とは

- ・ メビオール株式会社が開発した、無数のナノサイズの穴が開き、水と養分だけを通す特殊なアイメックフィルムを用いた栽培方法。
- ・ アイメック®農法により、糖度や栄養価（リコピン、アミノ酸やギャバ等）の高いトマトが安定的に生産できる。



出典：株式会社クボタホームページ (<https://agriculture.kubota.co.jp/sisetu/horticulture/imec/>)

図 12 アイメック®農法の栽培ベットの構造

(6) 地域資源エネルギーの活用検討 -周年安定生産を実現するために-

- ・ 冬季は低温寡日照で、夏季が高温となる北陸地域で、周年安定生産を実現するためには、化石燃料だけに頼るのではなく、地域資源エネルギーを活用することが、大きな強みとなります。
- ・ 廃棄物や木質バイオエネルギーなど、地域の未利用資源を探索し、積極的な活用方法を検討しましょう。

◆次世代施設園芸国内 10 拠点が活用する地域資源エネルギー

拠点	地域資源エネルギー	拠点	地域資源エネルギー
北海道	木質チップ	愛知県	下水処理場放流水の熱エネルギー
宮城県	木質チップ	兵庫県	木質チップ
埼玉県	木質ペレット	高知県	木質バイオ（おが粉）
富山県	廃棄物由来燃料（電気・熱）	大分県	温泉熱
静岡県	木質ペレット	宮崎県	木質ペレット

◆富山拠点での地域資源エネルギーの活用例

- ・ 富山拠点では、廃棄物焼却発電施設で発電した電気を活用し、全てのハウスに設置したヒートポンプで、暖房・冷房を行っているほか、LED補光も行っている。
- ・ また、焼却時の排熱は、熱を蓄熱できるトランスヒートコンテナで輸送し、暖房時は熱交換機で温水を、冷房時は、吸収式冷凍機で冷水を一部のハウス内に設置したファンコイルユニットに供給し、ハウス内の空調に活用している（図 13）。

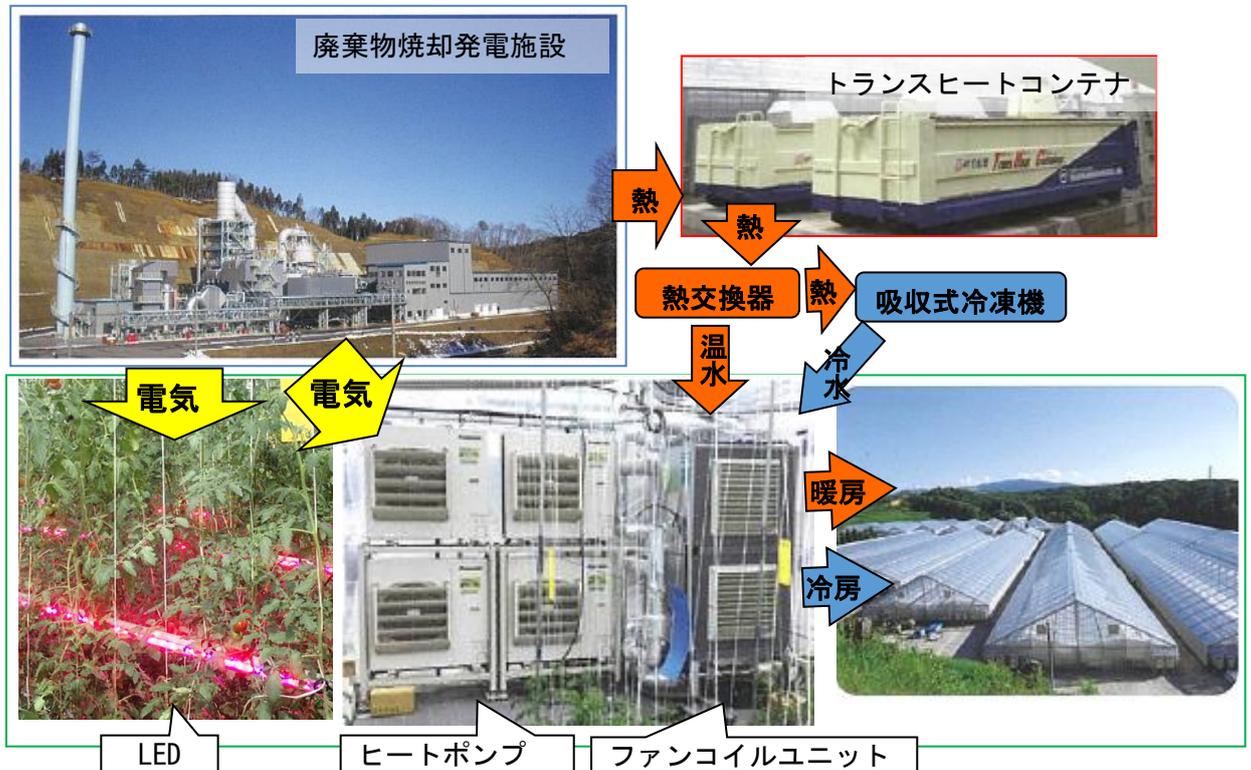
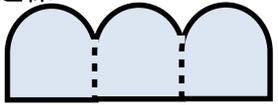


図 13 富山拠点における地域資源エネルギー

(7) ハウスの構造、環境制御装置の能力・台数の検討 —ハウス構造から考えよう—

- ・ ハウス内環境（温度、湿度、光等）は、ハウスの構造（種別、寸法、換気方法等）によって大きく異なってくることから、ハウス構造については、栽培品目の好適環境条件（生育適温等）や作型等を踏まえて、十分に検討することが不可欠です。
- ・ また、積雪や強風による気象災害を回避するため、栽培施設建設予定地の気象条件も十分に考慮した上で、ハウスの構造（形状、骨材等）や配置（ハウスの向き、大きさ、間隔）を検討することが重要です。
- ・ 環境制御装置の能力や台数についても、栽培品目の好適環境条件や気象条件を踏まえて、決定します。

◆主なハウスの構造と特徴

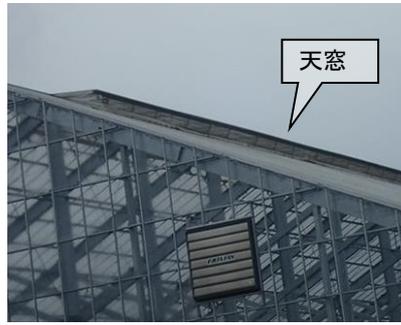
項目	種別と一般的な特徴		
形状	丸屋根型 地中打ち込み式 パイプハウス		最も簡易なハウス。間口は5.4mのハウスが一般的だが、7.2mや9mのものもある。価格は他のタイプより安価だが、耐候性が低い。間口が広がるほど、耐候性を高める必要がある。
	両屋根型 鉄骨ハウス		丸屋根型に比べ、表面積が小さく、暖房負荷が少なく、光も均一に入る。導入コストは高いが、耐候性は高い。
	単棟		連棟に比べ、土地利用効率や保温性は低いが、雪害を受けにくく、夏季は高温になりにくい。
	連棟		単棟に比べ、土地利用効率や保温性は高いが、夏季は高温になりやすい（特に丸屋根型で谷換気の場合）。冬季も栽培する場合、谷部に積雪するため、積雪の多い地域には不向き。
設置 方向	南北棟	冬の温度は上がりにくい、均一に光が入る。夏の光線透過量は多い。一般作物向け（トマト、きゅうり、なす等）	
	東西棟	冬の温度は上がりやすいが、南側と北側の光線量の差が大きい。夏の光線透過量は南北棟より少ない。いちご等、草丈の低い作物向き。	
間口	<p>・ 広いほうが、土地利用効率は高くなるが、強度が必要となる。暖房負荷は、間口が広いほうが、冬季の暖房負荷が小さくなるが、換気率が低下するため、夏季は高温になりやすい。</p> <p>※暖房負荷 = (ハウス表面積 × (貫流伝熱負荷 + 隙間換気伝熱負荷) × 内外気温差 + 床面積 × 地中伝熱量) × 風速に関する補正係数</p> <p>※換気率 = 換気量 (m³/h) ÷ ハウス床面積 = 換気回数 (= 換気量 ÷ 温室容積) (h) × ハウスの平均高さ (m)</p>		
軒高	<p>・ ハウスの床面積は同じ場合、軒高が高いと、植物体上部の空間や換気窓が広がるため、高温になりやすく、採光性も高くなる。</p>		
換気	自然換気	自然通風や温度差による煙突効果による換気。側窓、妻窓、天窗により換気。換気量は一定ではなく、ハウス内温度も不均一となりやすい。	
	強制換気	換気扇等による積極的な換気。自然換気に比べハウス内の温度差は小さくなる。制御装置と連動して換気を自動化することが可能。	



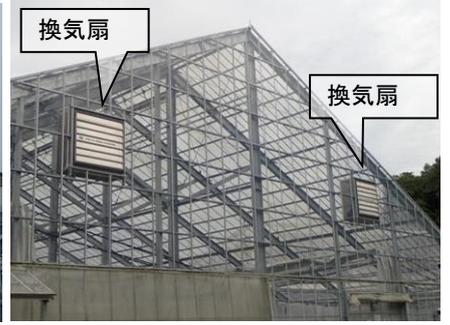
① ハウス全景（両屋根型鉄骨ハウス、南北棟、間口 20~24m）



② 側窓とハウス間隔



③ 天窗



④ 換気扇



⑤ 遮光・保温カーテンと
補光用LED



⑥ 保温カーテン（展張時）



⑦ 循環扇



⑧ ヒートポンプ（左）・ファンコ
イルユニット（右）



⑨ 除湿機



⑩ CO₂発生装置

図 14 富山拠点のハウス構造と主な環境制御装置

(8) 育苗施設や集出荷施設の導入検討 - 関連施設を集積して、生産性を向上 -

- ・ 栽培施設に加え、育苗施設や集出荷施設を一カ所に集積し、生産から出荷までを一気通貫で行うことで、生産性の一層の向上が可能となります。
- ・ 育苗施設や集出荷施設の必要な能力や容量については、「事業計画」や「年間生産計画」等に基づき、綿密に積算します。
- ・ 各施設の設置場所については、作業効率が高まるよう、作業者の移動や収穫物の運搬等の作業動線を十分考慮して決定しましょう。

苗テラス1台あたり 12,288 株/回 (128 穴x101の場合) 育苗でき、環境をコントロールすることで、トマトなら約1か月で定植可能な苗 (本葉3枚程度) ができる。富山拠点では苗テラスを4台整備。

苗テラスで育苗した苗を数日間養生。



①育苗施設 (外観)



②苗テラスの育苗ベット



③育苗ベット

図 15 富山拠点の育苗施設と主な装置



①集出荷施設 (外観)



②非破壊糖度センサーつき選果ライン

1時間に18,000個のミニトマト、ミディトマトを選果可能。

実需者からのオーダーに的確に応えるため、広さ10坪の予冷库(約17,000パックをストック可)を整備。

トマト用予冷库の他、切り花用予冷库(20坪)も整備している。



③予冷库 (トマト用)

図 16 富山拠点の集出荷施設と主な装置

(9) 事前の販路開拓と契約取引の拡大 - 事業計画作成時から販売対策も必ず検討 -

- ・ 事業計画の作成時から、経営目標や事業計画を実現するための出荷量に見合った販路を開拓しておくことが重要です。
- ・ 通常の市場出荷では、市場価格の変動が大きいことから、安定的な収益確保に向け、契約取引の割合をできるだけ増やしましょう。
- ・ 契約取引では、長期安定供給が必須であることから、①安定生産可能な栽培技術の確立はもちろんのこと、②販売計画に基づく計画的な生産、③生育データ等に基づく収量予測、④保冷庫を活用した貯蔵・出荷調整が必要となります。

◆富山拠点の販売対策

- ・ 富山拠点では、コンソーシアムメンバーである株式会社スマートフォレストが、販路開拓や商談、販売を行っている。
- ・ 高糖度のフルーツトマトを周年安定的に出荷できることを強みとし、販売全体を契約取引している。
- ・ 販売先は、大消費地である関東を中心に、関西や北陸など全国的に販売展開するとともに、高品質な野菜を求める東南アジア等の富裕層をターゲットに輸出も行っている (図 17)。



図 17 富山拠点の販売先

(10) 物流体制の構築 - 販売対策と併せて検討 -

- ・ 野菜の卸売価格のうち約3割を流通経費（選別・荷造材料費、包装・荷造材料費、出荷運送費）が占めると言われており (図 18)、収益確保のためには、流通経費をできるだけ抑えることが重要です。
- ・ 事前に、出荷箱や包装容器、取引先までの物流体制（運送業者、輸送方法、経路）についても検討しておきましょう。



資料：農林水産省「食品流通段階別価格形成調査(平成29年度)」から推計

出典：農林水産省 野菜をめぐる情勢 令和元年12月

図 18 野菜の卸売価格のうち流通経費が占める割合

(11) 事業計画の作成 - 目標達成に向けた見通しをしっかりと立てよう -

- ・ 需給動向の調査、栽培品目や販路等の検討に基づき事業計画を作成します。
- ・ 生産開始年から経営目標達成年までの収支の見通しをしっかりと立てるため、年毎の収支計画も作成しましょう。

◆事業計画（例）

経営方針	大規模施設園芸の導入による生産性の向上と周年生産供給に取組み、地域の雇用創出と地域農業の活性化を図る。
経営目標	フルーツマトの栽培面積3ha、販売金額4.3億円
品目・品種の特性	消費量が拡大傾向による「ミディマト」で、良食味な品種を選定
出荷期間	他産地の出荷の少ない8月～9月も含め、周年出荷することとし、競合産地との差別化を図る。
栽培方法	「吊り下げ誘引栽培」による長期どり栽培を採用。定植時期をハウスごとにならすことで、収穫量を安定化。安定的に高糖度な「フルーツマト」を生産できる「アイメック農法」を導入。
低コスト化対策	地域資源エネルギーとして、隣接する廃棄物の焼却発電施設からの熱と電気を活用して、ハウス内の空調コストの削減を図る。
販売対策	周年安定供給と良食味を強みに、北陸地域及び首都圏の品質重視の量販店やインターネット通販会社との契約取引を拡大する。
年間販売量(見込)	量販店A(県内)：50t、量販店B(北陸地域)：100t、量販店C(首都圏)：280t
組織体制	社員4名(全体責任者1名、栽培管理担当者2名、選別・出荷担当者1名)、パート従業員：延べ36名

収支計画 (千円)

		1年目	2年目	3年目	備考	
栽培面積(a)		300	300	300		
単収(t/10a)		10	11	12	環境制御技術の早期確立により、栽培開始3年目には目標単収12tを達成	
出荷量(t)		300	330	360		
単価(円/kg)		1,300	1,300	1,300	フルーツマトの周年安定生産と取引先との連携により、高単価を維持	
事業収入(千円)		390,000	429,000	468,000		
収入計 a		390,000	429,000	468,000		
生産原価	材料費	種苗費	3,368	3,368	3,368	
		肥料費	7,579	7,579	7,579	
		農薬費	1,263	1,263	1,263	
		諸材料費	16,842	16,842	16,842	
	労務費	社員給与	16,000	16,000	16,000	作業の標準化・効率化を図り、単収向上に伴う作業時間の増加を抑制
		パート賃金	57,000	57,000	57,000	
		水道動力光熱費	10,000	10,000	10,000	
	経費	減価償却費	192,416	192,416	192,416	
		修繕費	6,000	6,000	6,000	
		その他	3,000	3,000	3,000	
販売費・一般管理費	包装材料費	31,200	34,320	37,440		
	販売手数料	16,575	18,233	19,890	契約取引により販売手数料を削減	
	運賃	15,600	17,160	18,720		
	一般管理費	7,800	8,580	9,360		
経営費 b		384,644	391,761	398,879		
収益 c (a-b)		5,356	37,239	69,121		
収益率 d (c/a) (%)		1.4	8.7	14.8		

主要施設・機械装置 (千円)

	規模・規格	棟数・台数	単価	取得価格	耐用年数	年減価償却費
両屋根型鉄骨ハウス	間口20m×奥行51m	30	21,000	630,000	15	42,000
ヒートポンプ	7馬力	240	780	187,200	7	26,743
除湿機	両側吸込多翼送風機	90	468	42,120	7	6,017
自動カーテン	遮光フィルム、エアフィルム	30	7,570	227,100	7	32,443
CO2施用装置	灯油燃焼式	60	530	31,800	7	4,543
細霧装置		30	2,620	78,600	7	11,229
複合環境制御装置		30	4,625	138,750	7	19,821
養液栽培装置		30	5,720	171,600	7	24,514
LED補光装置	インターライティング	30	6,600	198,000	15	13,200
育苗施設	間口15m×奥行30m	1	24,000	24,000	15	1,600
苗テラス		4	8,900	35,600	15	2,373
集出荷施設	500㎡	1	45,000	45,000	15	3,000
選果ライン	非破壊糖度センサー付	1	72,000	72,000	15	4,800
保冷库	10坪	1	2,000	2,000	15	133
合計				1,883,770		192,416

2 栽培編 –収量向上と長期安定生産に向けた栽培管理–

(1) 栽植密度 –葉面積指数 (LAI) を考慮して決定–

- ・ 栽植密度は、収量を決定する重要な要素（収量構成要素）のひとつです。
- ・ 栽植密度は、植物の物質生産の基本である「光合成」に直接的に関わる受光効率に影響するとともに、作業効率にも関係します。
- ・ 栽植密度は、受光効率が高まるよう、葉面積指数 (LAI) を考慮して決定します。

◆収量構成要素

- ・ 収量 (kg/10a) = 栽植密度 (株/10a) × 株あたり収量 (kg/株)
- ・ 栽植密度 (株/10a) = ハウスあたりうね数 × うねあたり栽植本数 ÷ ハウス面積 (a) × 10a

◆栽植密度が収量や管理作業に及ぼす影響

○栽植密度が高いと（密植）・・・

葉が重なり合い、下の葉には光が当たらず、受光量が減少し、光合成量が減少する。

収量は増加しやすいが、果実は小さくなりやすい。

株間を狭くし、うねあたり栽植本数を増やすと、整枝・誘引等がしにくくなる。

通路を狭くすると、収穫作業がしにくくなる。農林水産省

○栽植密度が低いと（疎植）・・・

下の葉にも十分光があたり、受光量は増加するが、床面に落ちる光も多くなる。

果実は大きくなりやすく、収量が上がりにくい。

◆葉面積指数に基づく栽植密度の決定方法

【葉面積指数の算出方法】

- ・ $\text{葉面積指数} = \frac{\text{完全展開葉1枚の面積 (cm}^2\text{/葉)} \times \text{株あたり葉数 (葉/株)} \times \text{栽植密度 (株/m}^2\text{)}}{\text{m}^2}$
※完全展開葉1枚の面積：面積計で測定（品種や栽培方法によって、葉の大きさは異なる）
※トマトの完全展開葉1枚の面積の目安 = 500～1000 cm²（普通栽培の場合）



【栽植密度の決定】

- ・ トマトでは、葉面積指数 (LAI) が 3～4 で最も受光効率が良いとされる。
※時期によって適正な LAI は異なる（光の強い時期：4～5、光の弱い時期：3）
- ・ 適正な LAI となる期間ができるだけ長くなり、受光効率が高まるよう、栽植密度を決める（図 19）。
- ・ 通路幅が狭すぎると、収穫や誘引作業がしづらくなることから注意する。

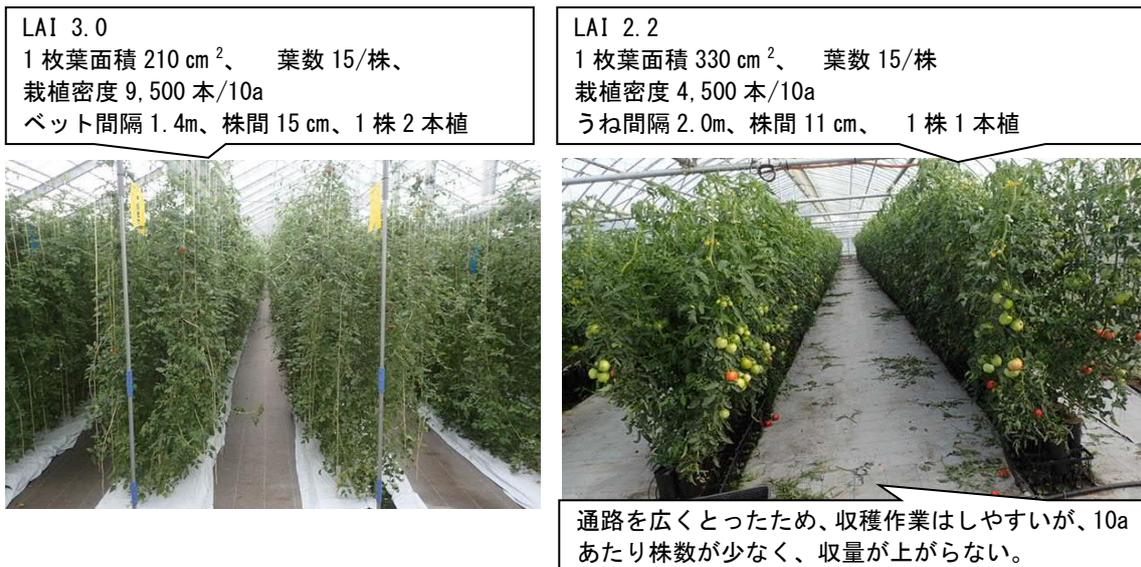
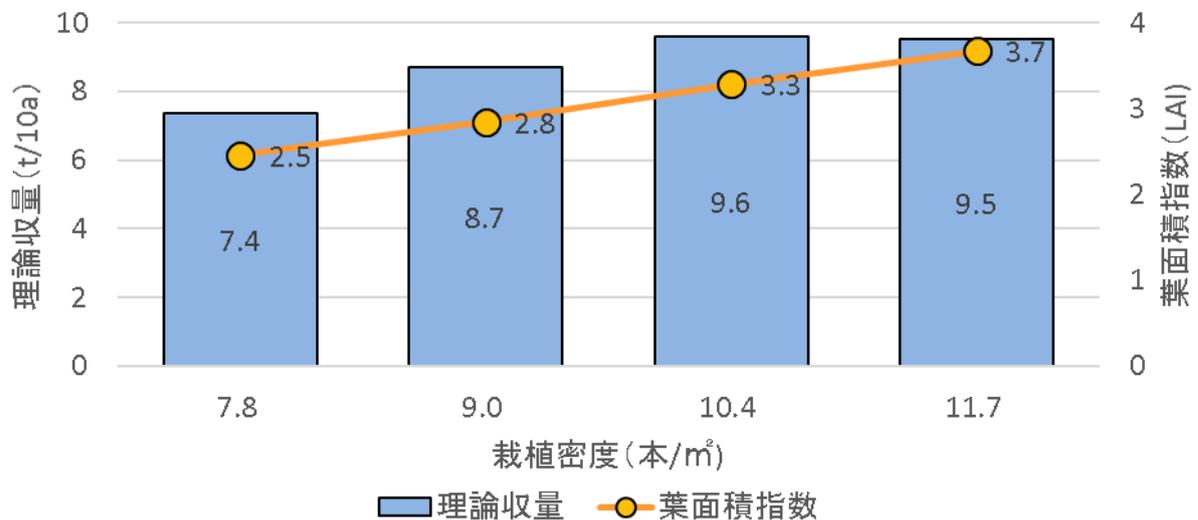


図 19 栽植密度が適正なほ場(左)と低いほ場(右)の例

◆富山拠点での栽植密度と収量との関係についての検討結果

- 富山拠点でのフルーツトマト栽培において、栽植密度と収量との関係を検討したところ、葉面積指数 (LAI) が 3.3 となる 10.4 本/m²の区で、最も収量が高くなった (図 20)。



【耕種概要】

品種：フルティカ (タキイ種苗)、栽培様式：アイメック農法
 栽植様式：株間 15cm×条間 140cm
 m²あたり栽植本数：7.8 本/m² (2.0 本/株 (2 本→2 本→2 本))、9.0 本/m² (2.33 本/株 (3 本→2 本→2 本))
 10.4 本/m² (2.67 本/株 (3 本→3 本→2 本))、11.7 本/m² (3.0 本/株 (3 本→3 本→3 本))
 CO₂ 濃度設定：1,000ppm、飽差管理：飽差 9g/m²以下で管理
 収穫調査期間：4～9月

図 20 富山拠点でのフルーツトマト栽培における栽植密度と収量の関係(2019 年)

(2) 温度管理 - 変温管理で光合成を促進 -

- ・ 安定生産とエネルギーの効率的利用を図るためには、作物毎の生育適温（表3）に基づき、温度管理を行うことが重要です。
- ・ 例えば、トマトでは、低温で障害果（チャック果、まだ開き果等）が、高温で着果不良等が発生しやすくなります。
- ・ また、葉・花房の展開や果実の成熟は、温度に影響される（表4）ことから、温度（日平均気温）の制御によって、計画生産に向けた開花や果実成熟のコントロールが可能となります。
- ・ さらに変温管理（図21）によって、光合成の促進や生育バランスのコントロールも可能となります。

表3 トマトの生育適温

	気温			地温		
	適温	最高限界	最低限界	適温	最高限界	最低限界
昼	25～28℃	40℃以上	5℃以下	22～23℃	32℃以上	6℃以下
夜	15～16℃			17～18℃		
夜	12～13℃					
日平均気温	20℃程度					

表4 トマト¹⁾の開花～生育に要する積算温度（神奈川農技2010年）

	必要積算温度	所要日数 ²⁾
開花～次花房の開花	210℃	10.5日
開花～収穫開始	1100℃	55日
収穫開始～同一花房 ³⁾ の収穫終了	420℃	21日

1) 品種はハウス桃太郎

2) 日平均20℃の場合

3) 4果/花房の場合

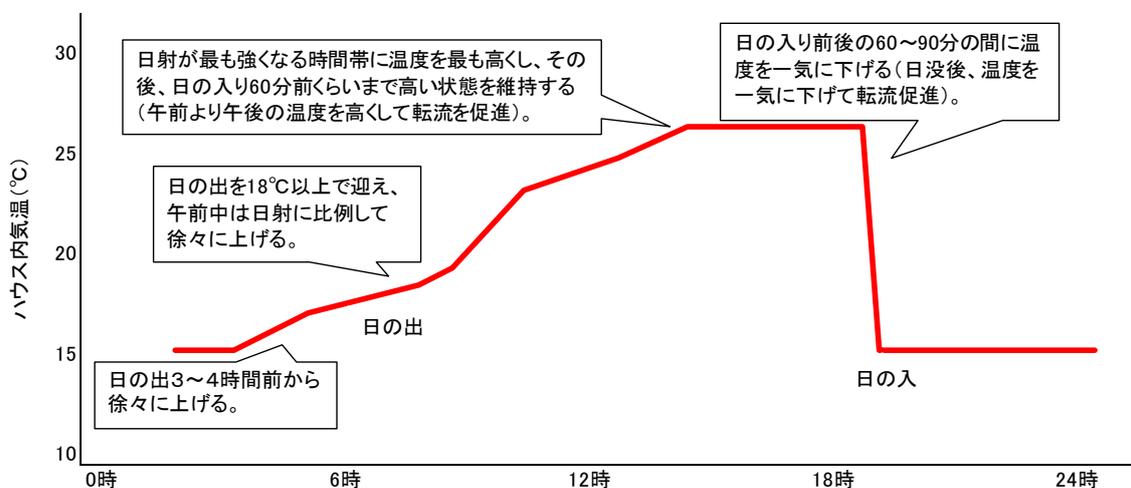


図21 光合成・転流を促進する温度管理（変温管理のイメージ）

(3) かん水管理 –天候や生育状態（草勢、生育バランス）に応じた管理が重要–

- ・ 植物は、太陽光をエネルギーとし、根から水を、葉から二酸化炭素（以下、CO₂）を取り込み、糖を合成する「光合成」により生育している。水を過不足なく供給する適正なかん水管理を行うことが、光合成促進による収量向上の基本となります。
- ・ 必要なかん水量は、生育ステージや天候（日射、温度）によって大きく異なることから、生育ステージや時期毎に、1日あたりの適正なかん水量の目安を作成する（表5）とともに、天候や生育状態（草勢、生育バランス）を見ながら、かん水量を調整します。
- ・ 日射量に応じ、水の取り込み量は変化することから、かん水管理を「日射比例制御」で行うと効果的です。
- ・ 環境制御を行うと、生育が旺盛となるため、養水分の必要量も増加します。

◆養液土耕栽培と土耕栽培の比較

	養液土耕栽培	土耕栽培
かん水方式	毎日少量かん水・施肥	数日に一度の大量かん水
かん水作業	タイマーにより自動化	手動
基肥	なし	あり
施肥効率	高い	やや低い
栽培管理	日射量や生育状態に応じてかん水量・施肥量を定める。	かん水量を誤ると土壤の乾燥・加湿、養水分の過不足になりやすい。

◆隔離養液土耕栽培でのかん水管理のポイント

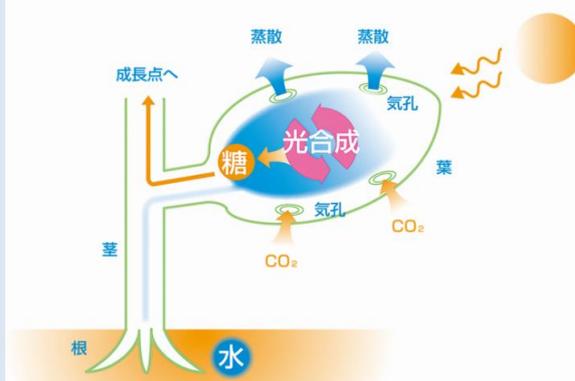
- ・ 少量多かん水が基本
- ・ 1日の給液量と廃液量を把握し、毎日のかん水量が適正であったかを確認する。
- ・ 1日の給液量のうち、10～20%が廃液として排出されることがかん水量の目安（廃液なし →かん水不足、廃液20%以上 →かん水過多）となる。
- ・ かん水開始時間は日の出から約1～2時間後、かん水終了時間は、晴天日は日没の約3時間前、曇天日は正午ごろ。
- ・ 日射量が多い日はかん水量を増やす（曇天日は、晴天日の半分以下）。

◆トマトの生育ステージに応じたかん水管理のポイント

生育ステージ	かん水管理のポイント
定植～第3～4花房開花期	<ul style="list-style-type: none"> ・ 定植後、活着するまでは萎れないようにかん水する。 ・ 活着後は、第1花房の果実が肥大を開始し、着果負担が増え始める第3～4花房開花期ころまでは、かん水量を控え、栄養生長に傾かないようにするとともに、根の発達を促進する。
第3～4花房開花期以降	<ul style="list-style-type: none"> ・ 生育状態（草勢（茎径）、葉の大きさ、葉巻きの有無）を見ながらかん水量と回数を増やし、草勢の低下や肥大不良とならないよう管理する。

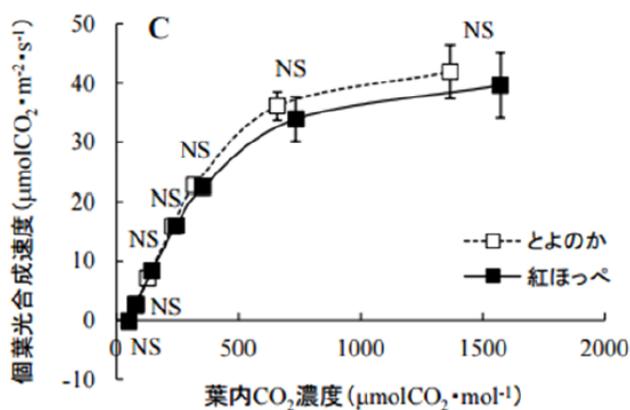
(4) CO₂管理 - 収量向上のため、光合成の原料をしっかりと供給 -

- ・ CO₂は、水と同様、植物の光合成の原料であり、葉の気孔から取り込まれます (図 22)。
- ・ ハウス内のCO₂濃度が大気濃度 (約 400ppm) を下回ると、光合成速度が著しく低下することから (図 23)、CO₂濃度は 400ppm を目安に施用します。
- ・ 特に冬季は、保温のため、換気回数が減り、ハウス内のCO₂濃度が低下しやすいことから、冬季の生育促進と収量向上を図る上で、CO₂施用が極めて重要となります。
- ・ CO₂施用は、かん水同様、日射量に比例した施用が効果的です。
- ・ CO₂施用を行っても、かん水管理や飽差管理が適切に行われなければ、光合成が促進されず、収量向上には結びつかないので、総合的な管理が重要です。



出典：株式会社ニッポーHP
(<https://www.nippo-co.com/products/nogyo/housa/89.html>)

図 22 光合成のイメージ



望月, 2015

図 23 いちごにおけるCO₂濃度と光合成速度との関係

◆ CO₂施用方式と特徴

方式	特徴
灯油燃焼式	最も一般的な方式で、導入コスト、ランニングコストとも低い。不完全燃焼をおこした場合に有害なガスの発生の恐れがある。灯油の燃焼に伴い熱が発生する。
プロパンガス燃焼式	灯油燃焼式に比べ導入コスト、ランニングコストが高い。不完全燃焼やガス漏れに注意が必要。
液化CO ₂ ガス方式	導入コストは低いが、ランニングコストが最も高い (灯油燃焼式の 18 倍)。供給に伴う熱の発生がない。

(5) 飽差管理 – 飽差 9 g/m^3 以下で管理し、光合成を促進–

- ・ ハウス内の温度が急激に上がり、飽差^{*}が上昇する（湿度が下がる）と、作物は、体内の水分を保持するために気孔を閉じ、蒸散量や CO_2 の取り込み量が減少するため、光合成量が低下します。
^{*}飽差：飽和水蒸気量と絶対湿度の差。空気中にとどれくらい水蒸気が入る余地があるかを示す。
- ・ 特に夏季は、高温乾燥によって草勢低下や着果不良が発生します。
- ・ 光合成促進や草勢維持、着果安定のためには、細霧（ミスト）装置を導入し、飽差を適正な範囲（ 9 g/m^3 以下）に管理することが重要です。
- ・ 植物体が濡れると病害等の発生につながることから、細霧装置は、植物体が濡れないよう、ミストの平均粒子径が $10\sim 30 \mu\text{m}$ と微細なものを用いるとともに、ミストが植物体に落下する前に気化するよう、ノズルを高い位置に設置することが重要です。
- ・ 飽差コントローラーを用いることで、ハウス内の飽差に応じた細霧噴霧量の自動制御が可能となります。

◆富山拠点での飽差管理の導入効果

- ・ 富山拠点では、動力噴霧機（図 24①）の圧力を用い、高圧フレキシブルホースと噴霧ノズル（図 24②）で平均粒子径が $40 \mu\text{m}$ 以下のミストを噴霧する多目的高圧微細霧システム「クールミスティ」（福栄産業(株)製）と飽差コントローラー「飽差プラス」（株）ニッポー、図 24③）を用いて、飽差が 9 g/m^3 以下となるよう飽差管理を行ったところ、高糖度の果実品質を維持しながら、慣行より、夏季の高温乾燥の影響を受ける6～10月で20%の増収が見られた（図 25）。



①動力噴霧機



②高圧フレキシブルホースとノズル



③飽差コントローラー

図 24 富山拠点で使用した細霧装置



図 25 富山拠点でのフルーツトマト栽培における細霧装置の導入効果(2019年6～10月)

【耕種概要】

品種：フルティカ（タキイ種苗）
 栽培様式：アイメック農法
 栽植様式：2本/株×株間15cm×条間140cm
 定植：細霧+高 CO_2 区 2019年1月、慣行区 2019年2月
 収穫：細霧+高 CO_2 区 2019年4月～2020年1月
 慣行区 2019年5月～2020年1月
 細霧装置：「クールミスティ」（福栄産業(株)製）
 飽差制御装置：「飽差プラス」（株）ニッポー）
 飽差管理： 9 g/m^3 以下となるよう管理
 CO_2 濃度設定：細霧+高 CO_2 試験区 1,000ppm、慣行区 400ppm

(6) 補光管理 – 冬季寡日照地域での収量向上のための切り札 –

- ・ 施設園芸先進国のオランダでは、「光が1%増えると作物の収量が1%増える」(1%ルール)と言われるように、光は光合成にとって最も重要な環境要素です。
- ・ しかし、日本海側地域では、特に冬季が寡日照となることから、光合成が抑制されるため、生育量や収量は低下します。
- ・ 日本海側地域において、寡日照期の生育促進と収量確保を図るためには、LED等による補光は、極めて有効です。

◆富山拠点でのLED補光の導入効果

- ・ 富山拠点では、波長 450nm~630nm にピークを持ち、暗黒状態で光源直下 20 cmの光合成有効光量子束密度 $228.15 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ のLEDでトップライティング(群落上部照射)するシステム(図 26-①)を用い、明期 16 時間、暗期 8 時間として、日中も日射量減少時には自動で補光するよう自動制御を行ったところ、高糖度の果実品質を維持しながら、慣行より、11~2月で69%、1作全体で30%の増収が見られた(図 27)。
- ・ この成果を踏まえ、富山拠点ではトマト栽培ハウス全 18 棟に、LED補光システムを導入(トップライティング: 5 棟、インターライティング(群落内照射、図 26-②): 13 棟)し、収量向上を目指している。

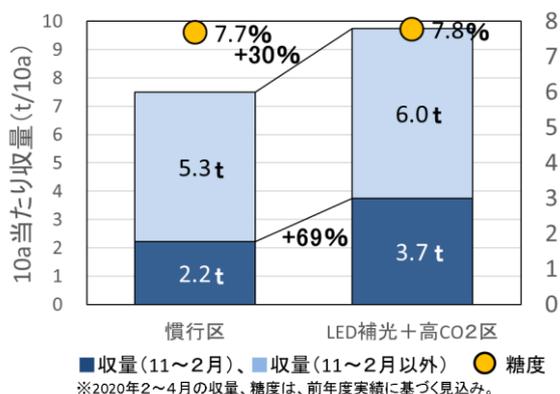


①トップライティング
(立山科学工業株式会社製)



②インターライティング
(フィリップス社製)

図 26 富山拠点での補光方法



【耕種概要】

品種: フルティカ (タキイ種苗)
 栽培様式: アイメック農法
 栽植様式: 2本/株×株間15cm×条間140cm
 定植: 2019年4月、収穫: 2019年7月~2020年4月
 補光装置: 立山科学工業(株)製 TL2400-WA610-48V-2-2 80W仕様
 波長ピーク 450nm~630nm、光合成有効光量子束密度 $228.15 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (暗黒状態で光源直下 20 cm)
 設置位置: トップライティング 地上 2 m
 補光時間: 6:00~22:00 (16 時間)
 CO₂濃度設定: LED+高CO₂試験区 1,000ppm、
 慣行区 400ppm

図 27 富山拠点でのフルーツトマト栽培におけるLED補光装置の導入効果(2019~2020年)

(7) 複合環境制御 – 光合成の限定要因を取り除き、確実に収量 UP –

- ・ 養水分、温度、飽差（湿度）、CO₂濃度、光等の環境要素が一つでも適正範囲から外れると、光合成は促進されず、収量は低下します（ブラックマンの限定要因説）。
- ・ 一方、ハウス内は、日射が急に増えると、急激に温度、飽差が上昇するように、ひとつの環境要素の変化が、その他の要素にも大きく影響します。
- ・ このため、各環境要素を別々に制御するのではなく、複合環境制御装置（図 28）を導入し、環境を複合的に制御することが重要です。
- ・ 複合環境制御は、光合成速度の最大化による収量向上に加え、燃料や水などの投入資源の効率的な利用にもつながります。
- ・ さらに、スマートフォンや管理棟のパソコンから遠隔操作が可能なシステム（図 29）を導入することで、ハウス管理にかかる労力が大幅に削減できます。

◆ブラックマンの限定要因説

植物の光合成には、CO₂、水、光、温度、葉緑素等の要素が必要であるが、この中の何れかの要素が十分でないとその最少量要素によって光合成は限定され、他の要素が多くなっても光合成は増加しない。

◆富山拠点での複合環境制御装置と遠隔操作システム



図 28 富山拠点の複合環境制御装置 (MC-6000 ((株) ネポン製))

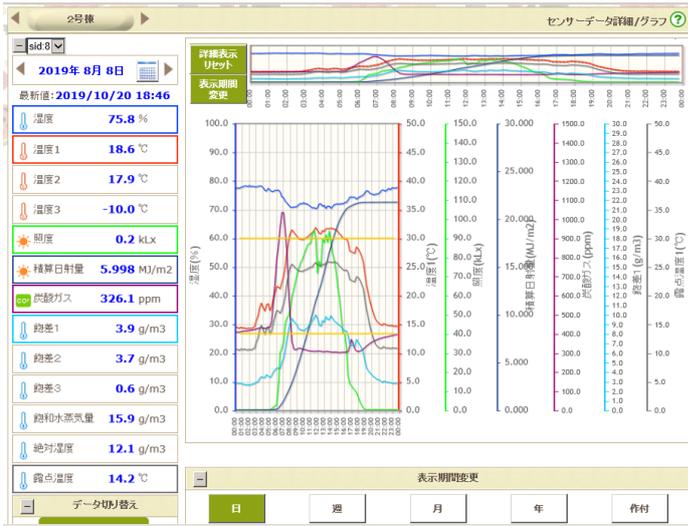


図 29 富山拠点の遠隔操作システム (アグリネット ((株) ネポン製))

(8) 環境モニタリング –環境要素が適正に管理されているか確認–

- ・ 環境モニタリング装置を活用し、各環境要素が適正な範囲に維持されているかを確認することが不可欠です。
- ・ 大規模施設園芸では、クラウドを利用し、遠隔地でも、ハウス内環境を確認したり、環境制御装置の設定を変更できるシステム(図30)を導入することで、効率的な栽培管理や運営が可能となります。

◆富山拠点での環境モニタリング装置



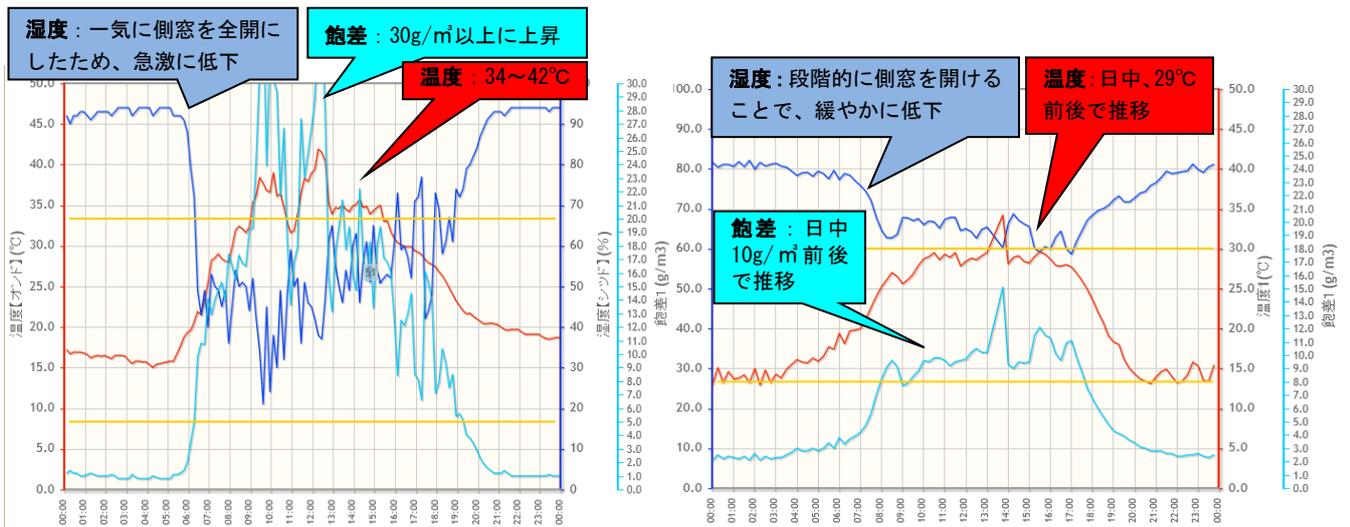
環境モニタリングシステムの機能

- ・ 遠隔地からもハウス内環境の確認が可能。
- ・ 異常発生時のスマートフォンへの警告の発信。
- ・ クラウドへのデータ蓄積(過去に遡って障害や減収の要因の解析が可能となる)。

図30 富山拠点の環境モニタリングシステム(アグリネット((株)ネポン製))

◆モニタリング結果によるハウス内環境の問題点の把握

- ・ 好天日にトマトが凋れ、その後に着果不良が発生したハウスのモニタリング結果を確認したところ、湿度の急激な低下や飽差の上昇、高温がその原因と把握できた(図31①)。一方、適切に制御されたハウスでは、そのような問題は見られない(図31②)。



①凋れや着果不良が発生したハウス

②適切に制御されたハウス

図31 好天日(R1.5.25)におけるモニタリングデータの比較

- ・ 灰色かび病等の発生が見られたハウスの曇天・雨天日のモニタリング結果を確認したところ、夜間の湿度は100%となり、露点温度と温度の差がなく、結露状態となった日があったことが、病害発生要因と把握できた（図 32①）。一方、適切に制御されたハウスでは、同日でも、湿度は80%で、露点温度は温度まで上昇せずに結露はなく、病害の発生は見られなかった（図 32②）。

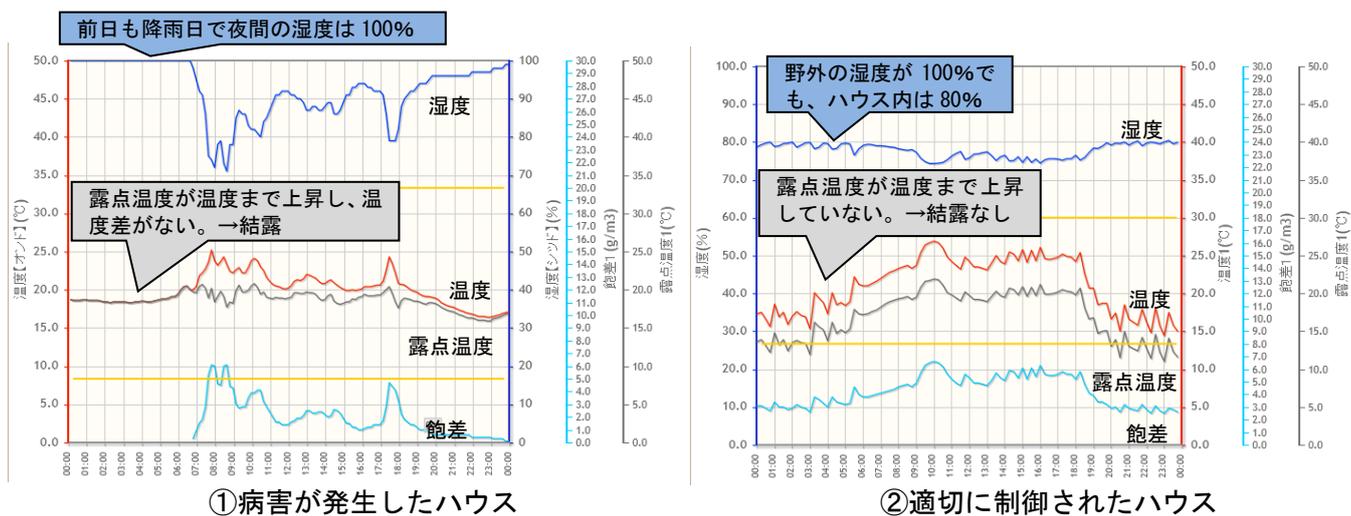
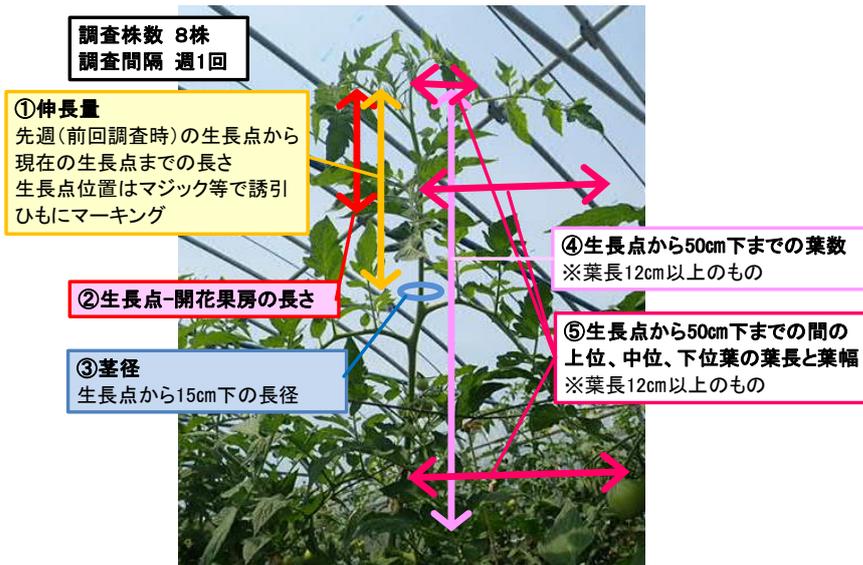


図 32 曇天日 (R 1. 6. 10) におけるモニタリングデータ

(9) 生育調査 - 生育の状態を的確に診断し、今後の管理にフィードバック

- 安定生産を図るためには、作物の生育状況を把握し、目標とする生育量に近づけるようかん水管理や環境制御を行うことが重要です。
- 特にトマトでは、栄養生長と生殖生長のバランスを適正に保つことが、収量・品質の向上を図るために不可欠です。
- 環境モニタリングとともに、生育調査を行って、生育のバランスや草勢を把握し、目標の生育状態に向け、今後のかん水管理や環境制御にフィードバックします(図 33)。

◆ トマトの生育調査項目の例



◆ 各調査項目の調査方法と生育診断事項

調査間隔	週 1 回	調査株数	8 株
調査項目	調査方法	主な生育診断事項 (○) と診断例 (◆)	
1 茎径 (mm)	茎頂から15cm下の茎周をメジャー (又は、長径をノギス) で計測	○ 草勢の診断 ◆ 太い → 草勢が強い。 ◆ 細い → " 弱い。	
2 開花位置 (cm)	茎頂に最も近い開花花房の茎頂からの長さを計測	○ 栄養生長と生殖生長のバランスの診断 ◆ 長い → 栄養生長に傾く。 ◆ 短い → 生殖生長に傾く。	
3 茎の伸長量 (cm)	茎頂位置を誘引ひもにマーキングし、前回調査時のマーキング位置との差を計測	○ 伸びに大きな変化がなく、順調に生育しているか。 ◆ 少ない → かん水不足 ◆ 長い → かん水量が多く、徒長ぎみ。	
4 葉数 (枚)	茎頂から50cm以内にある全長12cm以上の葉の枚数	○ 枚数に大きな変化がなく、順調に生育しているか。 ◆ 多い → かん水不足 ◆ 少ない → かん水量が多く、徒長ぎみ。又は、水不足で上位葉の伸長が抑制され全長12cmに達する葉が減少	
5 葉長・葉幅 (cm)	茎頂から50cm以内にある全長12cm以上の葉で、①最上位の葉 (上位葉)、②最下位の葉 (下位葉)、③上位葉と下位葉の中間の葉 (中位葉) の3枚の葉の全長と全幅を計測	○ 新たに展開した葉が、目標とする葉面積指数 (LAI 3~4) を確保するために必要な1枚あたりの葉面積となっているか※。 ◆ 調査葉の個葉面積が減少 → 今後、光合成能力が低下し、草勢が低下する恐れあり ◆ 調査葉の個葉面積が増加 → 今後、光合成能力が増加し、草勢が強まる恐れあり。	
6 着果数 (果)	各果房の着果数	○ 着果数(シンク)の確保状況 ◆ 葉面積が十分確保されているが、高温による落花により着果数が減少 → ソース > シンクとなり、草勢が旺盛になる恐れ。	

※ 光合成量を増やし、単収向上のためには、十分な葉面積 (LAI 3~4) の確保が必要とされる。

LAI = 完全展開葉1枚の面積 (cm²/葉) × 株あたり葉数 (葉/株) × 栽植密度 (株/m²)

★ 生育診断にあたっては、前週の栽培管理や栽培環境、作物の生理等に基づき、総合的に診断する必要あり。

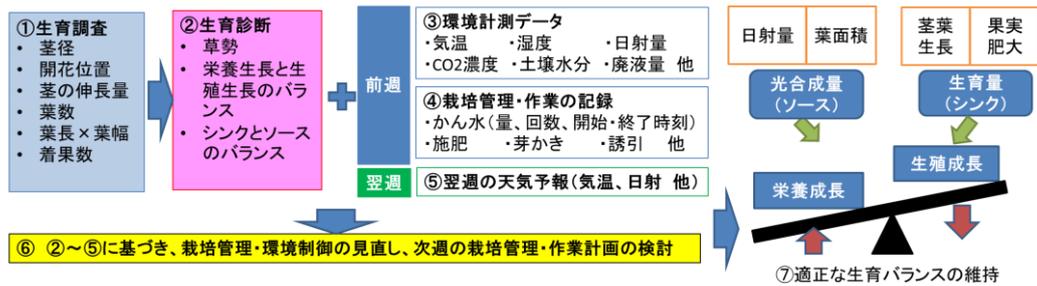


図 33 生育調査に基づく栽培管理手法 (イメージ)

◆環境制御や管理による生長バランスと草勢のコントロール

【生長バランス】

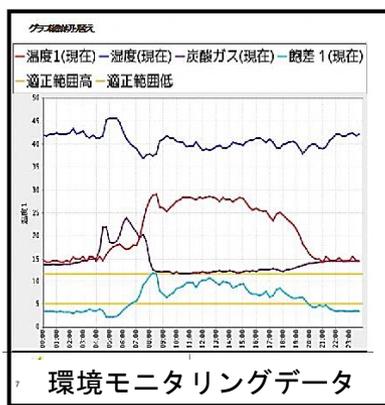
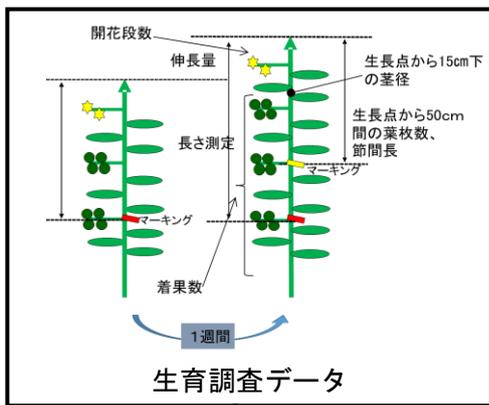
		栄養生長に向ける	生殖生長に向ける
環境制御	昼夜温度差	小さくする	大きくする
	夜間保温カーテン	閉じる	開ける
	日の出前昇温速度	遅くする	早くする
	日中の押し上げ加温	しない/低くする	高くする
	湿度	高くする	低くする
	飽差	下げる	上げる
	CO2濃度	上げる	下げる
	受光開始	早くする	遅くする
	受光終了	早くする	遅くする
	EC	下げる	上げる
かん水管理	かん水量・頻度	少量多頻度	多量少頻度
	かん水開始時間	早くする	遅くする
	かん水終了時間	遅くする	早くする
作業管理	葉欠き	少ない/低頻度	多い/高頻度
	収穫頻度	多くする	少なくする
	脇芽欠きの脇芽の大きさ	短いうちに欠く	長くしてから欠く

【草勢】

	草勢を弱める	草勢を強める
24時間の平均温度	上げる	下げる
午前中の昇温速度	早くする	遅くする
かん水EC	低くする	高くする
着果負担	大きくする	小さくする
葉の枚数	少なくする	多くする

◆富山拠点での生育調査やモニタリングデータ等に基づく栽培管理の取り組み

- 富山拠点では、ハウス毎の生育調査データ、環境モニタリングデータ、選果データ、栽培管理記録等を取りまとめ、その結果に基づき、週1回、生産課の社員でミーティングを行い、翌週の栽培管理の方針や作業計画を検討している。



	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	B10	B11	B12	B13	B14	C20	C26	C27	C28	全体
平均糖度	9.6	9.7			9.7	9.3		9.2	8.9	8.7	9.2				9.7	9.0	9.5	9.4	9.3
平均果重	14.7	13.9			17.1	13.9		12.7	18.1	15.8	14.5				15.3	17.0	15.0	14.8	15.2
平均収量	44.8	120.6			86.7	99.6		64.4	122.5	90.3	94.3				78.6	126.5	88.1	87.6	92.0
伸長量		7.1	10.0	24.4		14.3	24.4	14.4	10.6	18.3	11.0	16.7	12.3	19.5			10.8	21.0	15.2
節間長		6.2	3.2	5.9		7.8	5.4	8.2	7.5	9.1	7.1	7.3	7.7	9.0			6.7	8.5	7.1
葉径		3.4		4.4		4.5	4.4	3.6	3.6	4.1	4.2	3.6	3.4	3.6			3.6	3.6	3.8
着果数		13.4				12.6		15.9	16.4	20.0	15.0						16.3	12.0	15.2
開花段数		8.8				20.4		8.1	4.9	12.8	12.0						14.5	15.3	12.1
平均気温	20.9	20.3	20.8	20.7	20.8	21.2	22.6	19.9	19.9	20.7	20.8	19.9	19.0	19.6	20.1	20.0	20.0	20.2	20.4
平均湿度	78.9	75.5	64.3	68.1	79.0	80.4	75.7	81.0	76.1	82.7	81.0	77.2	72.1	75.0	78.0	78.4	78.3	78.7	76.7
積算日射量	10.0	10.5	10.2	9.7	10.3	10.0	11.5	7.7	9.3	7.6	8.0	7.6	8.0	10.2	11.3	10.5	11.6	11.0	9.7
灌水量	129.4	139.5	12.7	90.8	150.7	160.8	111.0	137.4	134.3	121.4	141.8	115.6	109.3	132.5	148.5	125.4	124.6	222.4	128.2
日射比例	12.9	13.3	1.3	9.4	14.7	16.1	9.6	17.8	14.5	15.9	17.8	15.2	13.6	13.0	13.1	12.0	10.8	20.2	13.4
EC:上	1.28	1.25	1.04	1.02	1.47	1.33	1.16	1.31	1.38	1.42	1.29	1.15	1.24	1.26	1.42	1.38	1.38	1.44	
EC:下	1.44	1.48	1.05	1.03	1.69	1.54	1.26	1.53	1.53	1.63	1.48	1.33	1.38	1.35	1.67	1.56	1.64	1.69	

データ解析



(10) 病害虫防除 - IPMの手法を導入 -

- ・ 野菜や花きの栽培では、様々な病害虫が発生します。病害虫が発生すると、収量が減少するだけでなく、防除にかかる経費（農薬費・防除労力）の増加によって、収益性は大きく低下します。
- ・ 総合的病害虫・雑草管理（Integrated Pest Management (IPM)）の手法（図 34）を導入して、予防措置を講ずるとともに、発生予察を行い、予察結果に基づく早期防除に努めることが不可欠です。
- ・ 大規模施設園芸では、一部の責任者だけでは、病害虫の発生発見を見逃す恐れがあることから、作業員全員が病害虫を診断できる能力を身につけ、常に、病害虫の発生状況を把握できる仕組み（図 35）を取り入れることが重要です。

◆総合的病害虫・雑草管理（IPM : Integrated Pest Management）

- ・ IPM は、利用可能なすべての防除技術を経済性に考慮しつつ、慎重に検討し、病害虫・雑草の発生増加を抑えるための適切な手段を総合的に講じるもの。
- ・ ①予防的措置、②判断、③防除の順に管理を行うことが基本（図 32）。

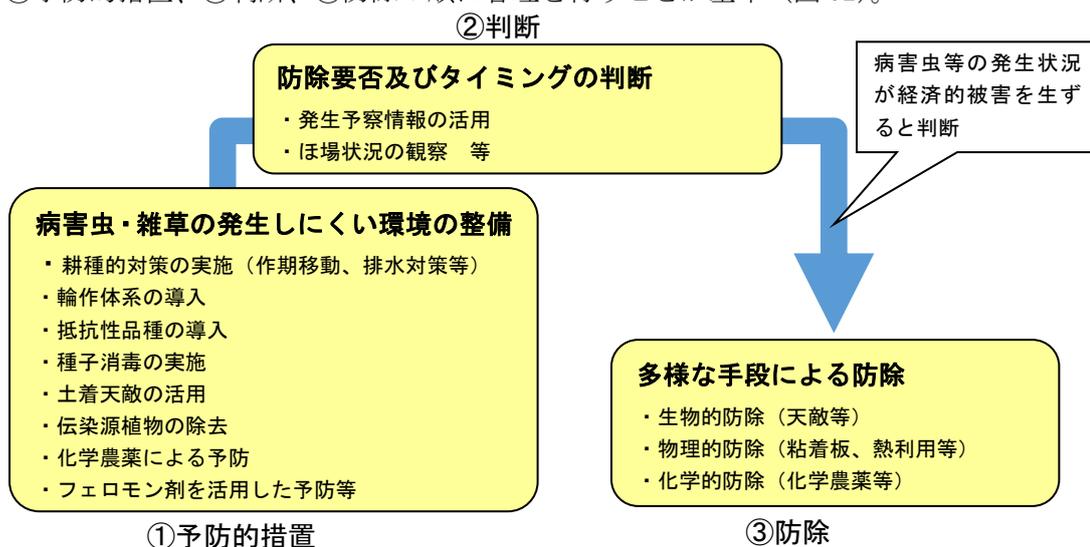


図 34 総合的病害虫・雑草管理（IPM）の手法

※関連情報 HP 富山県 IPM 実践指標 http://www.pref.toyama.jp/cms_sec/1612/kj00014638.html

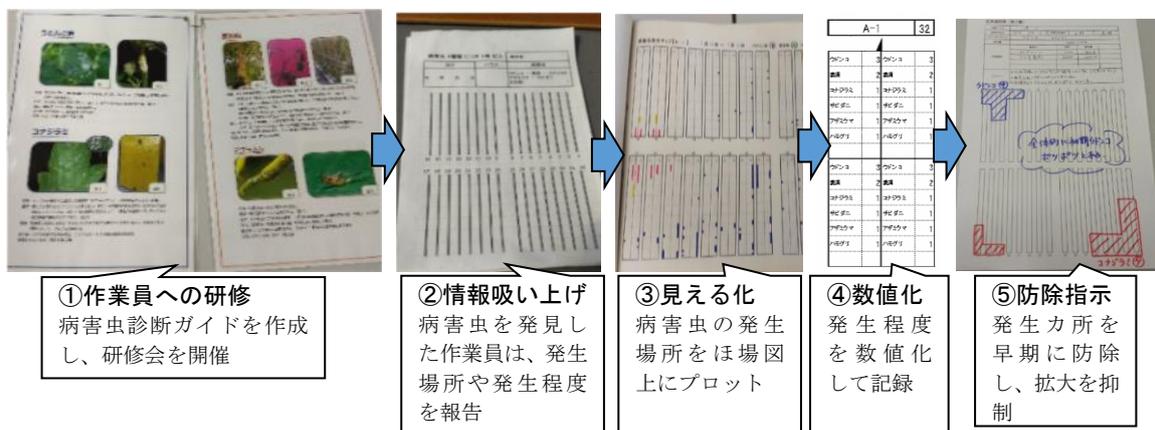


図 35 富山拠点での病害虫の発生状況把握の仕組み

◆富山拠点でのIPM手法を取り入れた病害虫防除対策



①防虫ネットの展張（出入り口：左、側窓：右）



②ハウス周囲の衛生管理（除草や排水の徹底） ③作業中・見学者用の手指の消毒剤の設置



④粘着板の設置

⑤各ハウスに設置された病害虫の解説書

図 36 富山拠点での病害虫防除対策

○その他 耕種的防除対策

- ・作物残渣の持ち出し処分
- ・作終了後のハウス内の蒸しこみ処理、栽培ベットの消毒

3 運営編 - 生産性向上に向けた運営管理 -

(1) 組織体制の構築 - 組織全体の目標達成に向けた役割分担と担当者間の連携 -

- ・ 大規模施設園芸の効率的な運営には、①人的資源管理、②生産管理、③品質管理・安全衛生管理、④エネルギー管理、⑤情報管理など、多岐にわたる項目について、適切に管理する必要があることから、担当部署と責任者を設置し、役割分担を明確にすることが不可欠です。
- ・ 冬季寡日照地域での大規模施設園芸では、季節によって作業量が大きく異なることに加え、異常気象や病害虫の発生等により、突発的に作業量が増加することも頻繁に見られます。
- ・ そこで、組織全体の目標達成に向けて、部署間の情報共有と綿密な連携を図りつつ、不測のアクシデントにも早急に対応できる、機能的な組織体制の構築が重要です。

◆富山拠点の組織体制

- ・ 富山拠点では、①生産課、②管理課、③技術開発課の3課を置くとともに、各課合同の全体ミーティングを定期的を実施したり、課毎のミーティングに他課の責任者が加わるなどし、課間の連携を図り、全体の生産性の向上に努めている（図 37）。
- ・ 実作業の中心となるパート従業員は、従業員個々の適性（性別、年齢、身長等）に応じた作業に、ある程度専門化させつつ、時期による作業量の変化に対応するため、基本的には全ての従業員が複数の作業を実施できる体制としている。

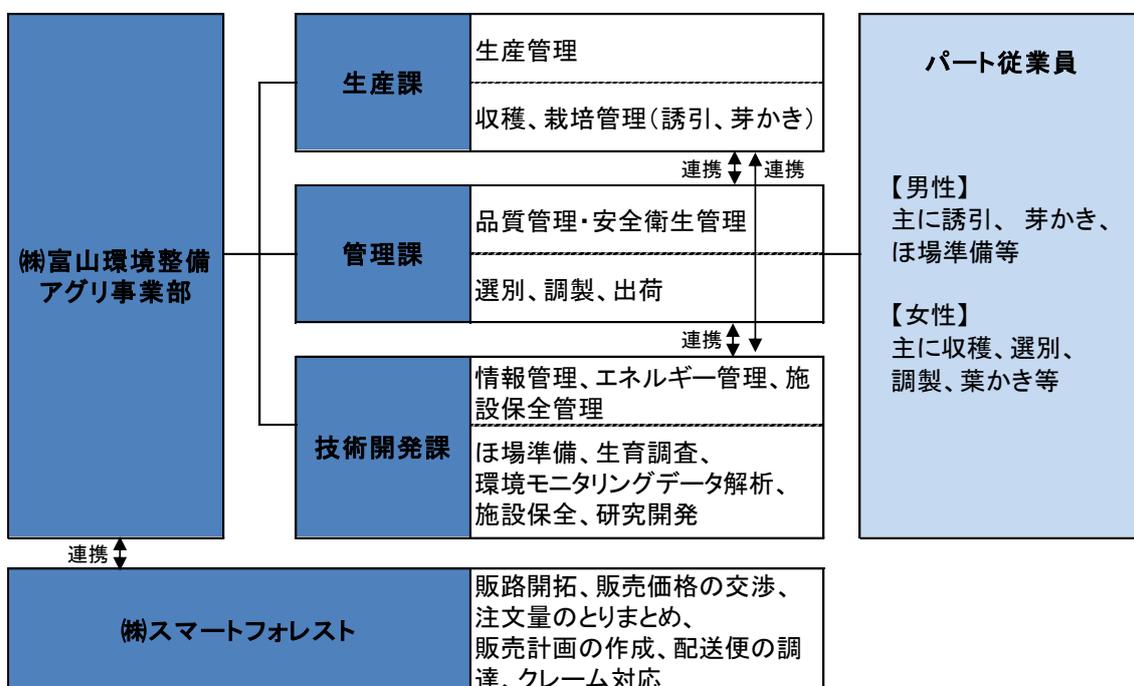


図 37 富山拠点の組織体制

(2) ルールづくりとGAPの導入 –リスク回避の手順のルール化と全体への周知–

- ・ 大規模施設園芸では、施設面積が大きく、作業者も多いことから、施設や作業者全体に目を配ることは容易ではありません。
- ・ 安定生産のための「栽培管理マニュアル」や作業の効率化のための「標準作業書」に加え、生産物や労働等の安全に対するリスクを洗い出し、リスク回避のための方法や手順を「ルール」として定め、作業者全員に周知することが重要です。
- ・ 近年、①生産物の安全、②環境の保全、③労働の安全を確保し、より良い農業生産を実践するための「適正農業規範」(GAP)を農場の運営管理手法として導入する経営体が増加しています。

【参考情報】

◆GAP (Good Agricultural Practice) とは

農業において、食品安全・環境保全・労働安全等の持続可能性を確保するための生産工程管理の取組み。第三者認証として、「JGAP」「GLOBALG.A.P.」等あり。

◆富山拠点でのGAP導入の取組事例

○富山拠点のギャップ導入の目的

- ・ 生産管理体制の構築（仕組み作りの道しるべ）
- ・ 競争力の強化（「安心、安全」な作物をアピール）

1人では、4haの大規模施設園芸を運営することが不可能

○GAPの導入までの取組経過

①農場内の責任分担の明確化

- ・ 組織体制を構築し、責任分担を明確化（やり忘れ・見逃しの防止、意識向上）。

②生産環境の確認とリスク検討

- ・ 全工程におけるリスクの洗い出 → 評価 → 対策の検討（改善の土台づくり）

③農場管理の作業手順づくり

- ・ 各作業工程において、リスクを回避する手順を定める（「安心、安全」の担保）。
- ・ 各作業工程において、より効率的なやり方を追求する（「標準」の設定と改善）。

④農場ルールの周知徹底と従業員教育

- ・ 定められた手順、ルールの周知（「安心、安全」の担保、作業平準化）。
- ・ 必要な教育訓練を義務付ける仕組みづくり（朝礼、掲示、勉強会等）。
- ・ 当たり前のことをしっかりやる意識（5S、あいさつ、時間厳守等）・やり方を統一し、平準化を図る（計画策定の円滑化、実行性の向上）。

○2016年10月：(株)富山環境整備では、JGAP、GLOBALG.A.P.の認証を取得

(3) 「年間生産計画」、「年間・月間・週間作業計画」等の作成 －作業遅れ防止のために－

- ・ 大規模施設園芸では、事前に時期毎の必要作業量をしっかり見積もっていないと、作業量が多い時期に作業者が不足し、作業が大幅に遅れ、著しい減収に繋がることが多く見られます。
- ・ 作業遅れを防止し、適期に作業を実施するためには、「年間生産計画」に基づき、「年間作業計画」を作成して、時期毎の必要作業量を見積もり、これに応じた作業者を予め募集し、確保しておくことが不可欠です。
- ・ 短期的には、「年間作業計画」に基づき、「月間作業計画」や「週間作業計画」を作成し、日毎の作業実施ハウスや実施作業、担当作業者を決定します。

◆ 「年間生産計画」、「年間・月間・週間作業計画」の作成の流れ（例）

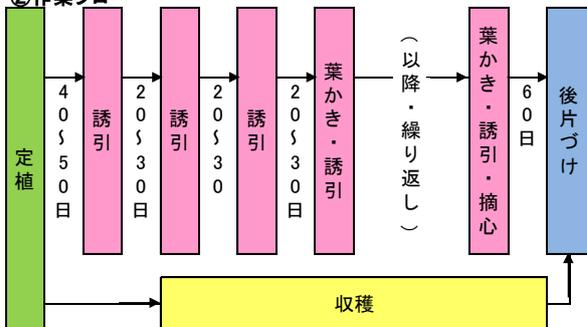
- ・ 「①年間生産計画」の作成：「年間販売計画」に基づき、ハウス毎に定植時期、収穫期間等を決定する。
- ・ 「④年間作業計画」の作成：「①年間生産計画」や「②作業フロー」、ハウス毎の「③標準作業時間」から、「④年間作業計画」を作成し、ハウス毎の必要作業時間を見積もる。→パート従業員の募集・確保
- ・ 「⑤月間作業計画」の作成：「④年間作業計画」とパート従業員の出勤予定表から、ハウス毎の作業実施日を決定する。
- ・ 「⑥週間作業計画」の作成：ハウス・作業毎の担当作業者を決定。前週までの作業の進捗状況や作物の生育状況、翌週の生育予測から、優先度の高いハウスや作業には、多く作業者を割り当てる。

①年間生産計画

ハウス No.	面積 (㎡)		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	予想収量(t)	単収(t)
1	1,944	作業実施日 □15日 ▲25日 収穫量(t)				20日							×中旬		25	12.6
2	2,448	作業実施日 ×中旬 □15日 ▲25日 収穫量(t)						20日							30	12.4
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
計	28,584	収穫量	25	25	30	35	35	35	35	30	30	30	25	25	360	12.6

□：後片付け ▲：定植 ○：収穫開始 ○：収穫 ×：摘心

②作業フロー



※誘引作業の間隔は、茎の伸長量の調査に基づき、設定。

③標準作業時間

ハウス	作業名	標準作業時間
A	収穫	17.43 kg/hr
	誘引	4.62 hr/レーン
	葉かき	3.04 hr/レーン
	後片付・定植	0.17 hr/㎡
B	収穫	17.43 kg/hr
	誘引	5.75 hr/レーン
	葉かき	3.78 hr/レーン
	後片付・定植	0.17 hr/㎡
⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮

※作業記録や作業効率調査に基づき設定。初年度は、他の経営体の実績を参考に設定。



④年間作業計画

ハウス No.	面積(m ²) レーン数	作業	月別・作業別 作業時間												作業時間 計(hr)	作業時間 合計(hr)	
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月			
1	1,944	収穫	57			57	201	201	172	172	143	143	143	115	1404	3,771	
		誘引			148	148	148	148	148	148	148	148	148	148	74		1406
	32	葉かき						97	97	97	97	97	97	97	49		631
		後片付・定植	330														330
2	2,448	収穫	143	172	69			69	258	258	229	229	172	143	1742	4,693	
		誘引	184	92			184	184	184	184	184	184	184	184	184		1748
	32	葉かき	121	61							121	121	121	121	121		787
		後片付・定植			416												416
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
計	28,584	収穫	1,400	1,400	1,700	2,000	2,000	2,000	2,000	1,700	1,700	1,700	1,400	1,400	20,400	60,092	
		誘引	1,400	1,500	2,000	2,200	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,000	2,000	1,800	1,500		24,000
	432	葉かき	600	700	900	1,000	1,100	1,100	1,100	1,100	900	900	900	800	700		10,900
		後片付・定植	660	330	416	330	416	330	660	330	330	330	330	330	330		4,792



⑤月間作業計画

ハウス No.	面積(m ²) レーン数	作業	7/1	7/2	7/3	7/4	7/5	7/6	7/7	7/8	7/9	7/10	7/11	7/12	...	7月	
			月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	...	計	
1	1944	収穫	20			20					20		20		...	172	
		誘引			32		32					32	32		20	...	148
	32	葉かき		32	33		32									...	97
		後片付・定植														...	
2	2,448	収穫		32			32				32			32	...	258	
		誘引	32			32					32		32	32		...	184
	32	葉かき														...	
		後片付・定植														...	
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮		
計	28584	収穫	64	64	64	64	64			64	64	64	64	64	...	2,000	
		誘引	64	64	64	64	64			64	64	64	64	64	...	2,400	
	432	葉かき	24	24	24	24	24				24	24	24	24	24	...	1,100
		後片付・定植														...	660
必要作業者数	1944	収穫	8	8	8	8	8			8	8	8	8	8	...	250	
		誘引	8	8	8	8	8			8	8	8	8	8	...	300	
	32	葉かき	3	3	3	3	3			3	3	3	3	3	...	138	
		後片付・定植													...	83	
計	19	19	19	19	19				19	19	19	19	19	...	770		



- 前週までの作業の進捗状況
- " 作物の生育状況
- 翌週の生育予測



⑥週間作業計画

ハウス No.	面積(m ²) レーン数	作業	7/1 月		7/2 火		7/3 水		...
			8:00~12:00	13:00~17:00	8:00~12:00	13:00~17:00	8:00~12:00	13:00~17:00	
1	1944	収穫	作業者a 作業者b 作業者c 作業者d 作業者e						...
		誘引					作業者i 作業者j 作業者k 作業者l		...
	32	葉かき			作業者m 作業者n 作業者o 作業者p		作業者m 作業者n 作業者o 作業者p		...
2	2448	収穫			作業者a 作業者b 作業者c 作業者d 作業者e 作業者f 作業者g 作業者h				...
		誘引	作業者i 作業者j 作業者k 作業者l						...
	32	葉かき							...

(4) 標準作業時間の設定と標準作業書の作成 –生産性向上には“作業の標準化”が必須–

- ・ 大規模施設園芸では、生産や出荷に関わる作業員間で、作業の正確さや効率が大きく異なるために、全体の生産性が上がらず、収益が確保できない恐れが想定されます。
- ・ 生産性の向上を図るために、作業毎に効率的な作業手順や作業方法を検討し、標準作業時間を設定するとともに、標準作業書を作成します。
- ・ 標準作業時間（作業時間/作業量）は、精度の高い年間作業計画を作成するために必要な基礎数値であるとともに、作業員全員の作業効率の目標数値にもなります。
- ・ 標準作業書には、作業員全員が、効率的・効果的な作業方法を早期に習得できるよう、①作業の目的、②作業実施前・後の状態、③作業手順、④作業効率化のポイント・注意点、⑤標準作業時間等を記載します。

◆富山拠点での標準作業時間設定と標準作業書作成

○作業調査の実施

- ・ 自社内で効率的に作業を行っている作業員や先進経営体の作業を調査し、効率的な作業手順、作業方法を検討するとともに、標準作業時間を設定。
- ・ 標準作業時間は、各作業員の作業記録からも検討し、設定する。



○標準作業書の作成

4 富山スマートアグリ次世代施設園芸施設での作業標準書(作業マニュアル)

1.1 標準書

1.1.1 目的

【目的】とは、主に収穫作業と出荷作業を効率化する。トマトの収穫作業は、収穫作業員が収穫作業の効率化を図ることにより生産性を向上させる。またトマトは収穫作業員が、生産性を向上させることができる。

作業を効率化していること

- ・ 作業員が作業効率を向上させることができる。
- ・ 作業員が作業効率を向上させることができる。
- ・ 作業員が作業効率を向上させることができる。

といったことが考えられます。

施設園芸の作業効率化(トマト)を向上させること、そのような作業効率化を図ることがあります。

1.1.2 対象

【作業前】 【作業後】

作業前、作業後、作業効率化の作業効率化を向上させる。またトマトの収穫作業は、収穫作業員が収穫作業の効率化を図ることにより生産性を向上させる。またトマトは収穫作業員が、生産性を向上させることができる。

作業効率化の作業効率化(トマト)を向上させること、そのような作業効率化を図ることがあります。

1.1.3 標準作業時間

4.24時間/1000㎡(1000㎡)の作業員が、標準作業時間(15分/1000㎡)

1.1.1 目的

【目的】とは、収穫作業と出荷作業を効率化する。トマトの収穫作業は、収穫作業員が収穫作業の効率化を図ることにより生産性を向上させる。またトマトは収穫作業員が、生産性を向上させることができる。

作業を効率化していること

- ・ 作業員が作業効率を向上させることができる。
- ・ 作業員が作業効率を向上させることができる。
- ・ 作業員が作業効率を向上させることができる。

といったことが考えられます。

施設園芸の作業効率化(トマト)を向上させること、そのような作業効率化を図ることがあります。

1.1.2 対象

【作業前】 【作業後】

作業前、作業後、作業効率化の作業効率化を向上させる。またトマトの収穫作業は、収穫作業員が収穫作業の効率化を図ることにより生産性を向上させる。またトマトは収穫作業員が、生産性を向上させることができる。

作業効率化の作業効率化(トマト)を向上させること、そのような作業効率化を図ることがあります。

1.1.3 標準作業時間

4.24時間/1000㎡(1000㎡)の作業員が、標準作業時間(15分/1000㎡)

(3) 下取り

【作業前】 【作業後】

作業前、作業後、作業効率化の作業効率化を向上させる。またトマトの収穫作業は、収穫作業員が収穫作業の効率化を図ることにより生産性を向上させる。またトマトは収穫作業員が、生産性を向上させることができる。

作業効率化の作業効率化(トマト)を向上させること、そのような作業効率化を図ることがあります。

(5) 人材の確保・育成 –人材育成の仕組みづくりが不可欠–

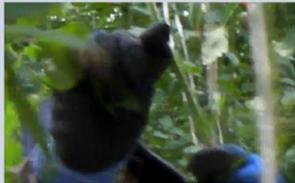
- ・ 大規模施設園芸の運営には、多くの管理者や作業者を必要とするとともに、様々な技術やノウハウを習得しなければいけません。
- ・ このため、生産や運営の中核を担う管理者（社員）の育成については、生産開始前から、先進経営体や各種研修会に派遣し、必要な技術やノウハウの習得を図ります。
- ・ 作業員（パート従業員）は、年間作業計画に基づき募集し、採用後は、標準作業書の提示や研修の実施により、効率的な作業方法の早期習得を図ります。
- ・ 経験を積んだ作業員については、作物の栽培管理や病害虫診断等の社内研修による更なるスキルアップを図ったり、新人のコーチング担当を任せます。

◆作業員の早期技術習得、作業効率向上に向けた手法例

- ・ 定期的な社内研修の実施。
- ・ 標準作業時間を設定し、目標をもって作業にあたらせる。
- ・ 作業の正確さやスピードが劣る作業員に対し、個別研修を実施（熟練作業員とペアで作業するも有効）。
- ・ 動画で、効率のよい作業員の作業方法を見せる。
- ・ 作業量に応じた評価の実施。

◆富山拠点での新人作業員の早期技術習得に向けた取組事例（対象作業：葉かき）

①熟練作業員と新人作業員の作業方法の違いを調査

熟練作業員		<p>下葉の付け元を中心に、人差指と親指・中～子指で茎を、親指と中～子指で下葉を挟むように握り、親指で下から上に折る。</p> <p>簡単に折れないときは、中～子指で上から下に折る。</p> <p>人差指で茎が固定され、槌子の原理が働きやすく、下葉に力が加わりやすい。</p>
新規作業員		<p>下葉だけを握って折る。</p> <p>茎が固定されず、槌子の原理が働きにくく、力が伝わらない。</p> <p>簡単に折れないものが多く見られ、何度も上下に引っ張る。</p>

②個別研修の実施

新人作業員に対し、熟練作業員から、効率的な作業方法を説明・実演



③個別研修の効果

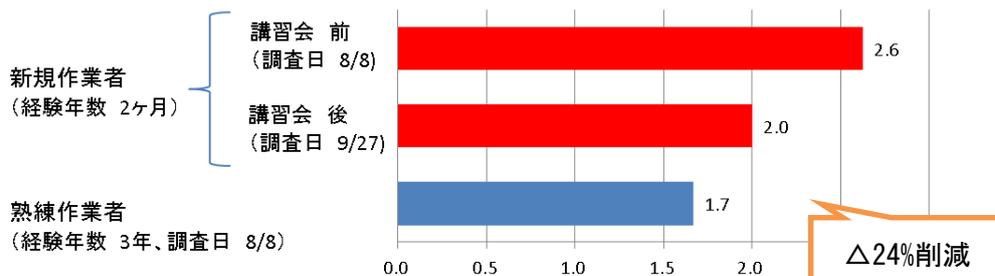


図 39 個別研修の効果

(6) 作業指示 - 作業精度向上のために、わかりやすく、正確に -

- ・ 時期やハウスによって、作業内容（葉かきの程度、収穫適期の基準等）異なるため、作業開始前に、作業者に作業内容をわかりやすく指示しなければなりません。
- ・ 作業指示にあたっては、作業指示書やホワイトボード等を活用し、作業場所、作業内容・程度、作業目標、留意点等をわかりやすく、正確に提示します。

◆富山拠点での作業指示の例

- ・ 毎朝、まず全体ミーティングを行い、その後、担当するハウスや作業毎に分かれてミーティングを実施。
- ・ ハウス毎の具体的な作業内容を記載した作業指示書をホワイトボードに掲示し、責任者（社員）より作業者（パート従業員）に説明。

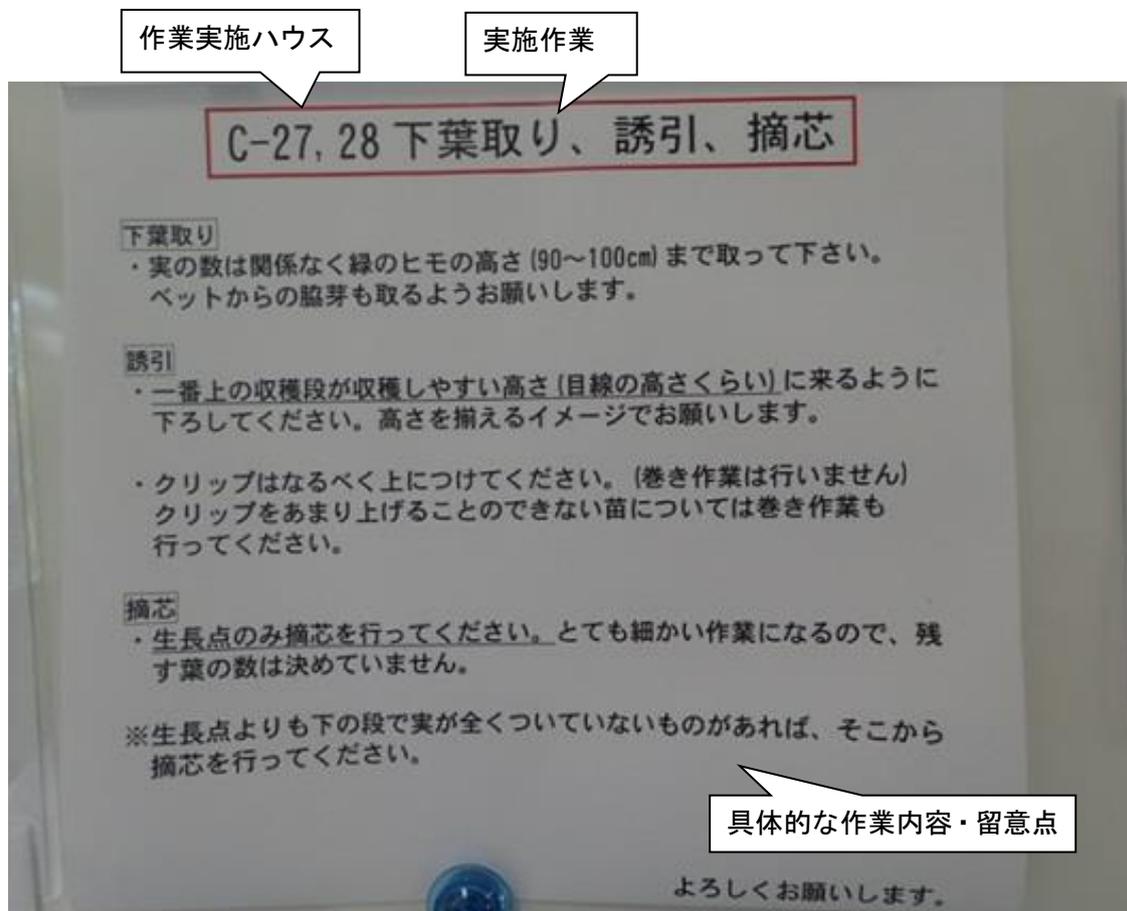


図 40 富山拠点で使用される作業指示書

(7) **作業記録** – 作業の進捗状況と作業員毎の作業効率の把握のために –

- ・ 作業遅れを防止するため、常時、作業の進捗状況を把握することが重要です。
- ・ 作業員には、作業終了後、必ず、作業記録表（作業日誌）に、作業時間と作業量（処理うね数、収穫量等）を記録してもらい、責任者は作業記録表をとりまとめ、作業の進捗状況を把握します。
- ・ 作業記録表から、作業員毎の作業効率も把握できます。

◆富山拠点での作業記録表の例

作業日報

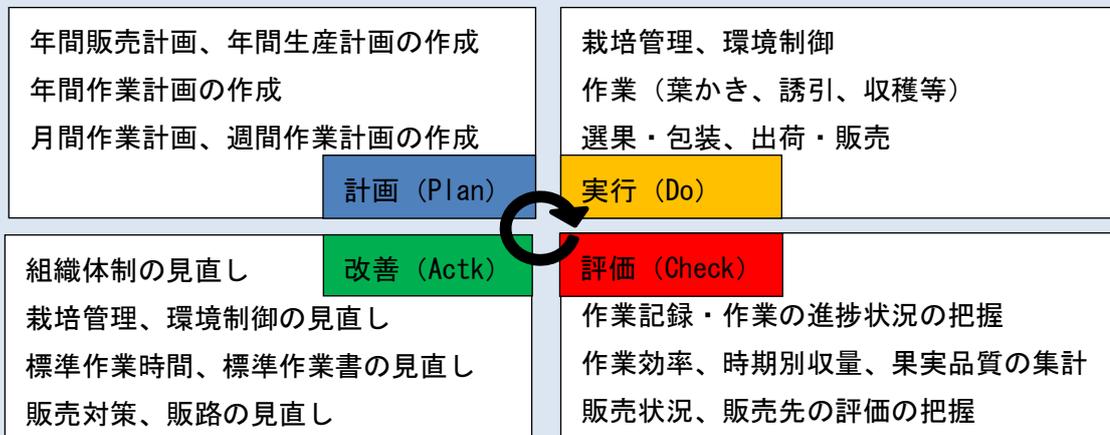
作業日	年 月 日			作業員名		勤務時間					作業量
作業内容	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	
誘引											レーン(うね)数
葉欠き											レーン(うね)数
収穫											kg
選果											kg・パック
その他											

作業進捗確認表(葉欠き・誘引)

ハウス	1日			2日		3日		4日		5日	
No1	作業内容	葉欠き	誘引								
	作業時間	hr									
	進捗率	/20レーン									
No2	作業内容	葉欠き	誘引								
	作業時間	hr									
	進捗率	/20レーン									
No3	作業内容	葉欠き	誘引								
	作業時間	hr									
	進捗率	/20レーン									
No4	作業内容	葉欠き	誘引								
	作業時間	hr									
	進捗率	/20レーン									

(8) **PDCAサイクルによる継続的な改善** – 早期目標達成のために –

- ・ 早期の作業効率・生産性向上を目指して、作業チーム毎、部署毎に、目標や計画に対する達成状況・進捗状況を把握し、これまでの取組を評価するとともに、作業効率や生産性の向上に向けた課題を抽出し、栽培管理や作業標準書等の見直しを継続的に行いましょう。



4 富山スマートアグリ次世代施設園芸拠点での作業標準書(作業マニュアル)

(1) 葉かき

▶ 目的

『下葉』とは、主に収穫果房より下位の葉を指します。

トマトは葉に光を受けて光合成を行ない、そこで作られた糖をはじめとする物質を各部位に送ることにより生長を続けています。葉はトマトにとって非常に大切なものですが、生長と共に不要となる葉もでてきます。

不要な葉を残していると…

- ・ 葉同士が重なり合い日当たりが悪くなる。
- ・ 風通しが悪くなり、病害の発生原因となる。
- ・ 余計な養分を消費してしまい、必要な部分（果実や生長点）に不足する。

といったことが考えられます。

適切な段階で不要な葉（下葉）をかくことで、そのような弊害を避けることができます。

▶ 作業



【作業前】



【作業後】

※下葉は、原則としてハサミ等を使用せず手がかきます。硬い下葉をかく際、茎等を傷つけてしまうことがあるので、無理に引っ張るようなことはせず丁寧に作業してください。

※どこまでの範囲の下葉をかくかは、トマトの生育状態により異なります。その都度作業指示を確認し、作業にあってください。（下葉のかき過ぎもトマトに悪影響を及ぼします）

※通常は下葉かきを行なった後に誘引しますが、作業状況によっては前後する場合があります。

▶ **標準作業時間** : 3.66 時間/レーン（平均レーン長 44.5m、栽植本数 7.8 本/m²（1 株 2 本植））

★効率的な葉かき作業のポイント

(1) 作業の流れ



- 作業指示のあった高さから、下に向かって、順に葉をかき落とす（下から上も可）。
- 主に左手（左利きの場合は右手）で茎を固定し、右手で葉をかき落とす。

(2) 下葉の折り方



- 下葉の付け元を中心に、人差指と親指・中～子指で茎を、親指と中～子指で下葉を挟むように握り、親指で下から上に折る。簡単に折れないときは、握ったままで中～子指で上から下に折る。
- このように握ると、人差指で茎が固定され、てこの原理が働きやすく、下葉に力が加わる。
- 下葉だけ握ると、茎がしっかり固定されず、てこの原理が働きにくく、力が加わらない。

(3) 下葉回収



- 手が届く範囲の株の葉を全てかき、次の株の場所へ移動する際、落とした葉を掻き集めてビニール袋に入れる。

(2) 誘引

▶ 目的

『誘引』とは、誘引ひもとクリップを使用しトマトの苗を支え、生育に適切な状態を維持する作業を指します。トマトの苗はどんどん上へ向かって伸びていき、1年間の栽培期間で6～7mにもなります。それを誘引により管理のしやすい高さに保つことが必要です。また、トマトの苗は支えが無ければ自立できません。誘引によりトマトの自立を補助してやる必要があります。

支えが無い（遅れる）と…

- ・ 苗が徐々に倒れていき、となりの苗と重なり日当たりが悪くなる。
- ・ となりの苗と絡まって、花芽や実が落ちてしまう。
- ・ 倒れが進むと最終的には茎が折れてしまう。

といったことが考えられます。

適切な段階で誘引をすることで、そのような弊害を避けることができます。

▶ 作業



【作業前】



【作業後】

手順①…脇芽をかく

手順②…片手で苗を支持しつつ、クリップをはずす

手順③…苗が適正な高さになるよう左方向にスライドしながら下ろしていく

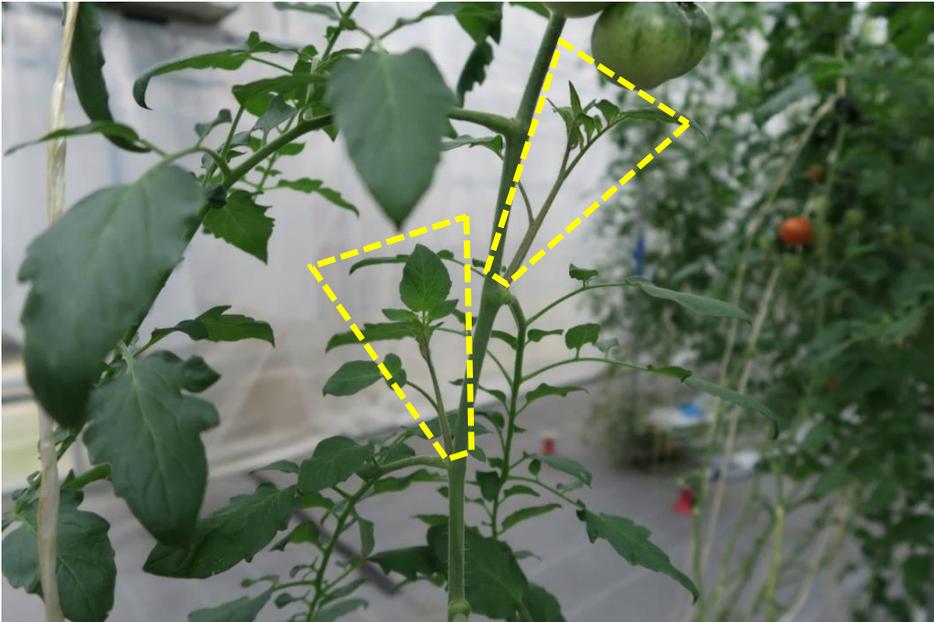
手順④…しっかりとした葉を選び、クリップを付ける

手順⑤…クリップから上でひもを茎に巻きつけ生長点がまっすぐ上を向くよう補助する

※通常は下葉かきを行なった後に誘引をしますが、作業状況によっては前後する場合があります。

※苗がまだ小さく高さの調整が必要ない場合は、手順②を省きます。

手順① 脇芽をかく



手順②…片手で苗を支持しつつ、クリップをはずし、誘引ひもをほどく（抜く）

②クリップをはずす



① 片手で茎を支持

③誘引ひもをほどく（抜く）



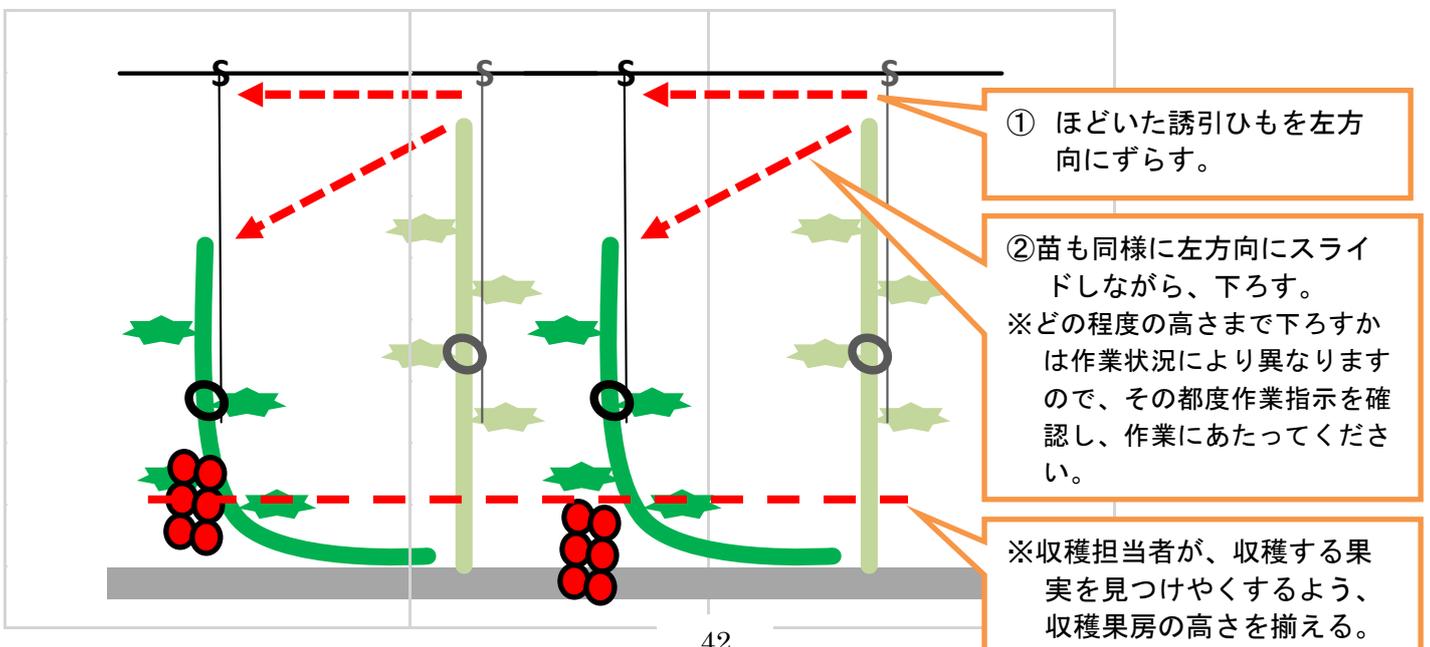
片手は茎を支持



片手は茎を支持

ほどいたひも

手順③…ほどいた誘引ひもを左方向にずらし、苗も同様に左方向にスライドしながら下ろしていく



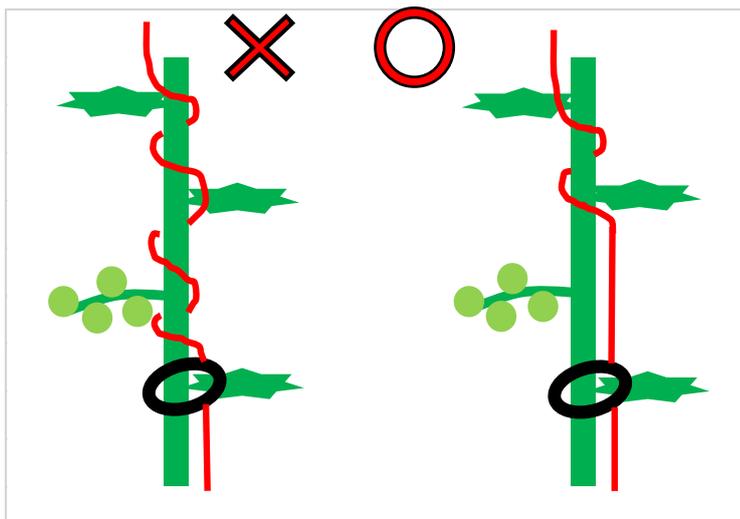
手順④…しっかりとした葉を選び、クリップを付ける



クリップはできるだけ上部に付けた方が次回誘引時までの苗の倒れ込みが少なくなりますが、上部の葉ほど弱いので、注意して作業してください。



手順⑤…クリップから上でひもを茎に巻きつけ、生長点がまっすぐ上を向くよう補助する



基本的にひもは2重3重には巻かず、苗の上部で1周程度のみ巻きます。

作業状況によっては巻き方を変える場合もありますので、その都度作業指示を確認し、作業にあたってください。



- ずり下ろした下の茎は、ベットのの上に収まるようにする。
- 通路にはみ出ると、作業の際に、茎を傷つけるので注意する。



- ペットの端では、反対側にターンさせる。



- 誘引ひもをずらす際には、茎が等間隔に並ぶよう注意する。

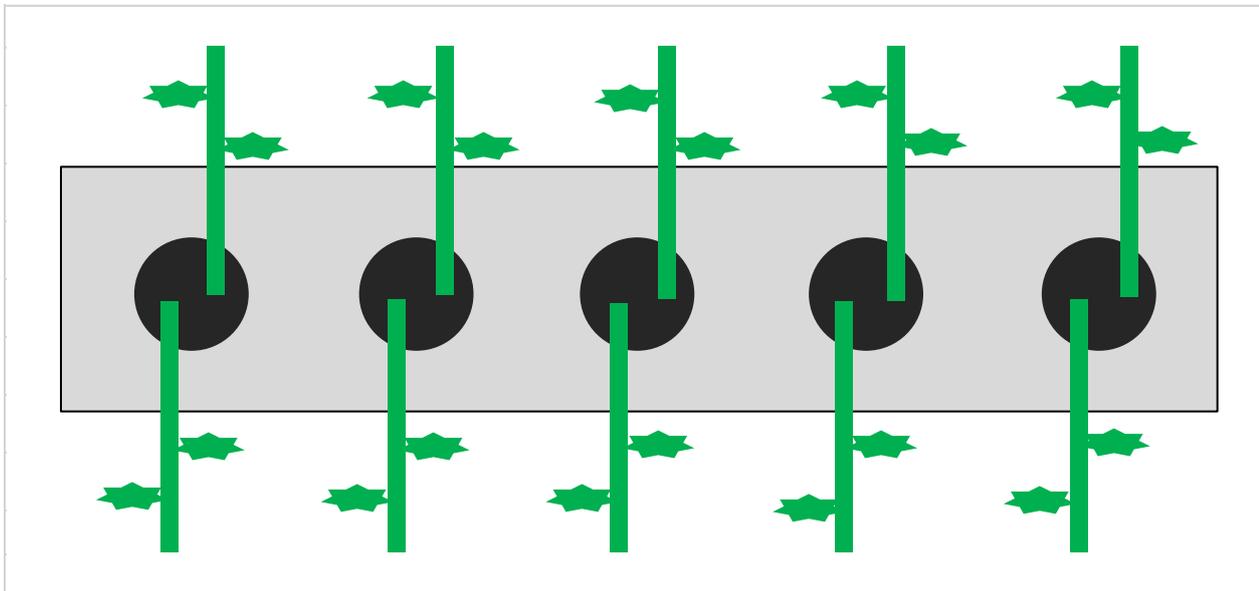


- 誘引ひもをずらす際には、ひっかけ棒を使うと効率的。

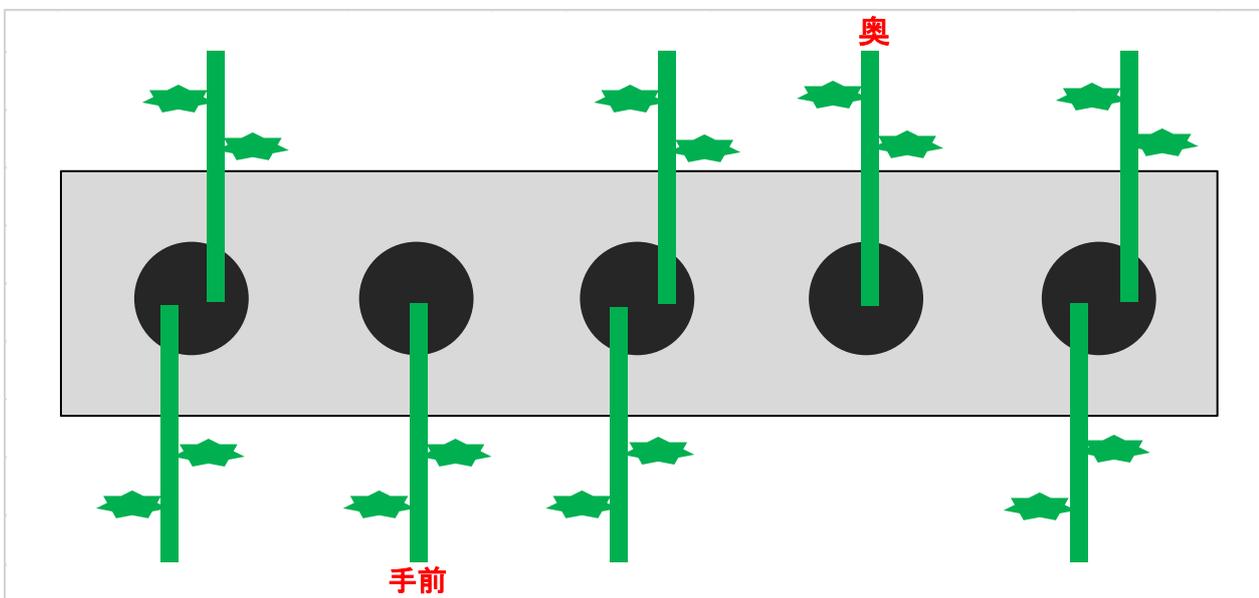
【補足①】…上記の誘引は、基本の誘引ひもとクリップを使用した場合の方法です。

その他の誘引具（クラシックフック等）を使用する場合は手順が異なりますので、その都度作業指示を確認し、作業にあたってください。

【補足②】…定植後、はじめて誘引する際の苗の振り分け方は下記の通りです。



1穴に対して2本植えの場合は、常に左側の苗を手前に振り分けて誘引してください。



1穴に対して2本・1本交互植えの場合は、2本の箇所は左側の苗を手前に、1本の箇所は奥と手前交互に振り分けて誘引してください。

▶ **標準作業時間** : 5.56 時間/レーン (平均レーン長 44.5m、栽植本数 7.8 本/m² (1株2本植))

(3) 収穫

▶ 目的

『収穫』とは成熟したトマトの果実を摘み取り、商品にならない状態のものを選別の上保管する一連の作業を指します。

収穫には適期があり、収穫が早過ぎるとまだ果実が熟しきっておらず、糖度や栄養成分が蓄積不足となり品質が不十分なものになることがあります。また、収穫が遅すぎると過熟となり、果肉が柔らかく割れやすくなります。

適切な状態で収穫することでそのような弊害を避け、品質を保つことができます。

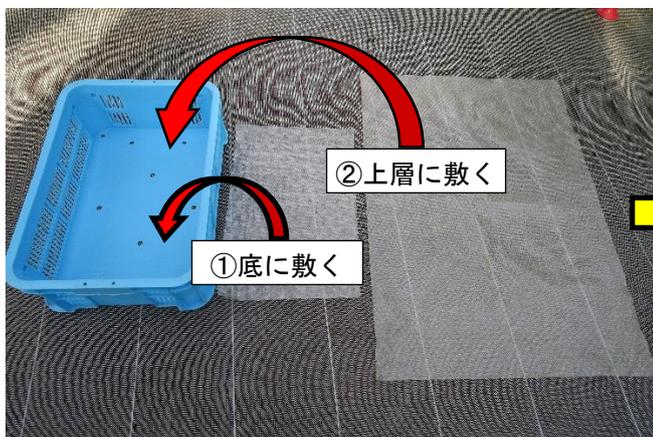
▶ 作業

手順①…作業準備をし、収穫を開始する

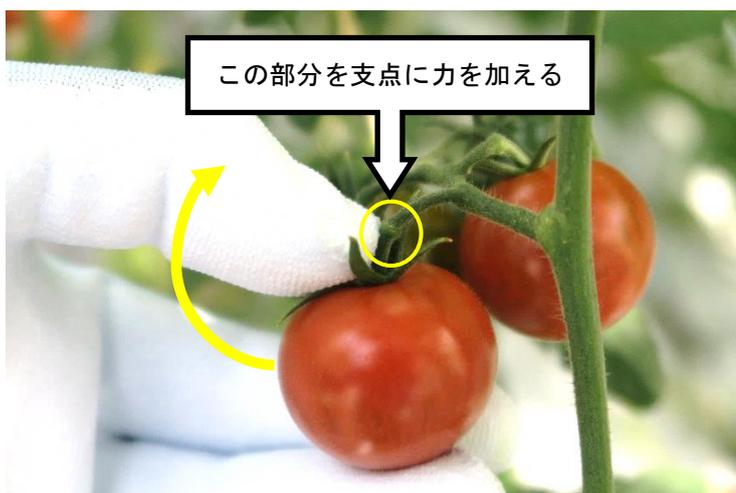
手順②…計量し記録する

手順③…収穫物を集出荷施設へ運搬し、保冷库に保管する

手順①…作業準備をし、収穫を開始する



収穫した果実の傷みを防ぐため、収穫カゴに緩衝シートを敷きます。シートは凹凸が無く平らな面を上側（トマトに接する側）にして設置してください。また、収穫カゴ、緩衝シートとも必ず清掃・消毒済みのものを使用してください。



収穫適期となった果実を選び、ハサミ等を使用せず手で収穫します。

ヘタの先端部分は節となり盛り上がっています。その部分に指を当て果実を持ち上げるようにすると、比較的容易に収穫できます。

無理に引っ張るとヘタが取れてしまったり、果房ごと折れてしまうことがあるので慎重に作業してください。

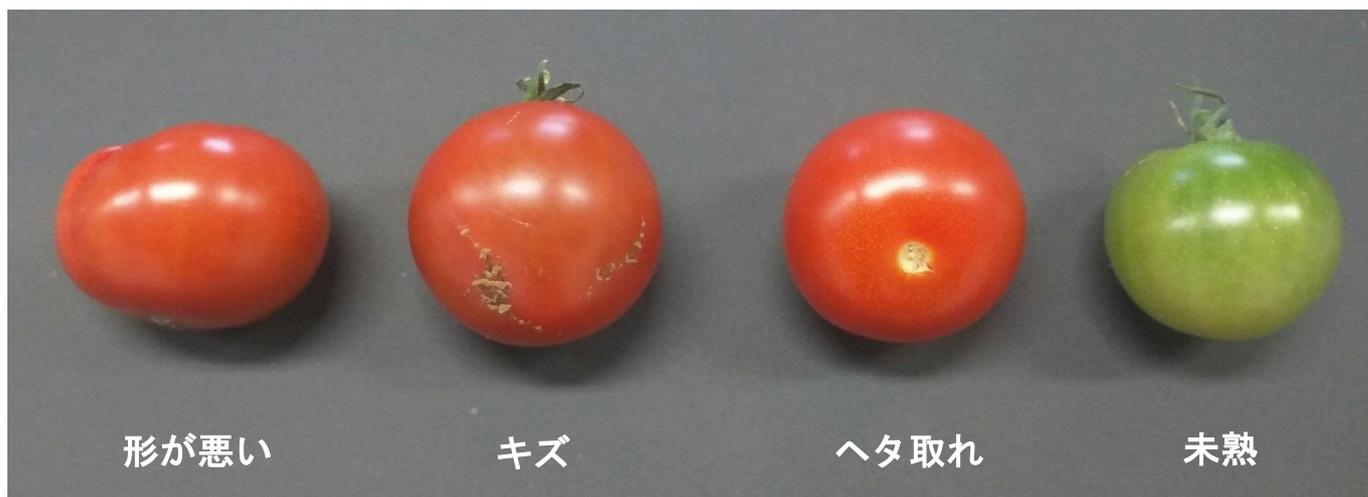
・収穫適期

収穫用カラーチャート



トマトの収穫適期の基準は、季節や出荷状況によっても変動します。その都度作業指示を確認し、作業にあたってください。

・規格外品



規格外品とは、形が悪い、キズがある、割れている等の理由で正規品として出荷できないものを指します。収穫時、選果時にそれぞれ仕分けます。規格外品の基準は、季節や出荷状況によっても変動します。都度作業指示を確認し、作業にあたってください。

手順②…計量し、記録する



風袋重量を引き、収穫物の重量のみを計量します。

積載量は1カゴに対して6kg程度を上限としてください。
(果実のつぶれ防止の為)



※1レーン（ロット）収穫終了毎に計量し、収穫ノートに記入します。

（規格外トマトも正規品と合わせて計量した後、各カゴに分別してください）

※計量済みのカゴ全てに作業者の名札を入れ、1か所にまとめておきます。

※全てのレーンの収穫が終了した後、収量、規格外量を集計します。

手順③…収穫物を集出荷施設へ運搬し、保冷库に保管する



10月 29日

SAMPLE

B-12

159.52 kg

・収穫したトマトを運搬車に積み込み集出荷施設へ運搬し、保冷库に保管します。

（ハウス・収穫日等を識別するための表示を忘れずに設置してください）

▶ **標準作業時間** : 17.43kg/時間

革新的技術開発・緊急展開事業(経営体強化プロジェクト)
経営体(大規模施設園芸)コンソーシアム
次世代施設園芸富山拠点関係機関一覧

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構【農研機構】 (野菜花き研究部門)
株式会社 富山環境整備 (アグリ事業部 技術開発課)
富山県農林水産部 (農業技術課広域普及指導センター)

発行

農業・食品産業技術総合研究機構

〒305-8517 茨城県つくば市観音台 3-1-1

本マニュアルの無断での複製・転載は禁じます。内容に関する問い合わせは農研機構ウェブサイト
の問い合わせ窓口 (<http://www.naro.affrc.go.jp/inquiry/index.html>)までご連絡下さい。