

# 高軒高ハウスの立体空間を利用したトマトの高生産システム

新堀 健二  
有限会社カンジンファーム

## The Tomato Mass Production by Two Storied Solid Culture Method in High Side Wall Structure of Greenhouse

Kenji NIIBORI  
Kanjinfarm co.

キーワード：養液栽培，トマト，高軒高ハウス，立体栽培，周年栽培，低段栽培，排液利用

### 1 はじめに

近年トマト生産において、従来型の小型ハウスでの年2作型に加え、オランダの方式にならった高軒高ハウスを使った大面積での年1作型が出現してきている。年2作型では定植から約3ヵ月後の収穫開始までの期間2回の計6ヵ月間が未収入期間となってしまうが、年1作型はそれが1回で済み、従来型より高生産性となっている。

しかし、日本のように四季の変化の大きな地域では、従来、促成型と夏秋型とで管理や品種を変え対応してきたが、年1作型では管理が非常に難しく、篤農家のように熟練生産者をもってしても30 t/10aを超え40 tに近づけるには並大抵のことではない。

一方農業全体の構造は、担い手の高齢化、後継者不足が年々進行すると共に、輸入に対抗するために国際競争力をつけ、食糧自給率アップさせる新たな施策も急務となっており、規模拡大、高収量、周年安定、環境対応、

作業性アップ、新規就農者でも運営しやすいような管理方法など一般産業に近づける要素が重要になってきている。

そこで今回、その答えの一つとして、私どもが試みているトマトの高軒高ハウスでの上下立体時間差連続栽培方式「鮮力農場」という世界ではじめての生産方式を紹介する。

### 2 開発経緯と開発目標コンセプト

#### 2.1 開発経緯

1989年：親会社である㈱誠和内で、将来に向けた検討プロジェクトスタート。農業高齢化・後継者不足の動きや人口増に対する需要供給に対応するための大規模化の方向に進む動きに対し、対応する先行技術開発の必要性を痛感。

作物マーケット調査し、需要側の人気と世界で通用する商品として、「トマト」を選定。日本で年間約70万ト



図1 世界特許「トマトの上下立体時間差連続栽培方式」を背景に当社従業員一同



図2 (有)カンジンファーム全景中央

ン生産されるが、世界中では日本の100倍生産されていることも再認識。世界を見つめると、オランダを超える技術を持たないと世界で勝てない。必然的に収量目標は当時収量最高水準のトマトで50t/10aと設定。さらに、高度栽培技術が必要な長段栽培ではなく、栽培技術の弱い国でも普及しやすい低段栽培を選定する。

国内生鮮トマト市場の中では、スーパー・八百屋等を通じた一般消費市場と外食業務用市場に大別できるが、品質仕様が絞り込みやすい外食業務用市場に注目。外食業務用市場では原価計算ができる仕組みが希望・・・定時定量一定価格の希望強い。さらに、その他一流外食専門家からいろいろな意見・要望が提出された。それを参考に構想に入った。

- 1990年～：具体的事業構想開始
- 1992年：本格的技術開発プロジェクトスタート
- 1993年：200坪周年栽培実験開始  
現栽培方式考案
- 1996年：200坪での第2回周年栽培実験にて総収量で52t/10a達成  
周辺技術開発
- 1999年：小面積育苗法基本技術確立  
3000坪実証農場計画開始
- 2001年：現カンジンファーム用地取得  
3月造成開始  
8月建設開始  
10月（有）カンジンファーム設立
- 2002年：2月25日農場竣工  
4月末～収穫開始  
現在に至る

2.2 開発目標コンセプト

コンセプトを整理すると以下のようなものとなる。(図3)

- ・作物：トマト
- ・大規模：3,000坪以上
- ・高収量：50t/10a
- ・周年安定：切れ目無い出荷、計画生産
- ・簡易性：低段、管理の自動化
- ・環境対応：リサイクル、省資源化
- ・作業性：3Kの排除、周年雇用
- ・安全性：省農薬、履歴の記録
- ・市場：外食業務用トマト市場

2.3 最終決定した栽培方式

外食業務用に強い要望のある定時定量を実現できるシステムを検討。多数の構想・試作・メカニック実験・栽培実験を繰り返し、行き着いた方式が、「上下立体時間差連続栽培方式」で、4段階摘心のトマトを生育ステージの時間差をつけて上下2段で連続栽培する方式であった。

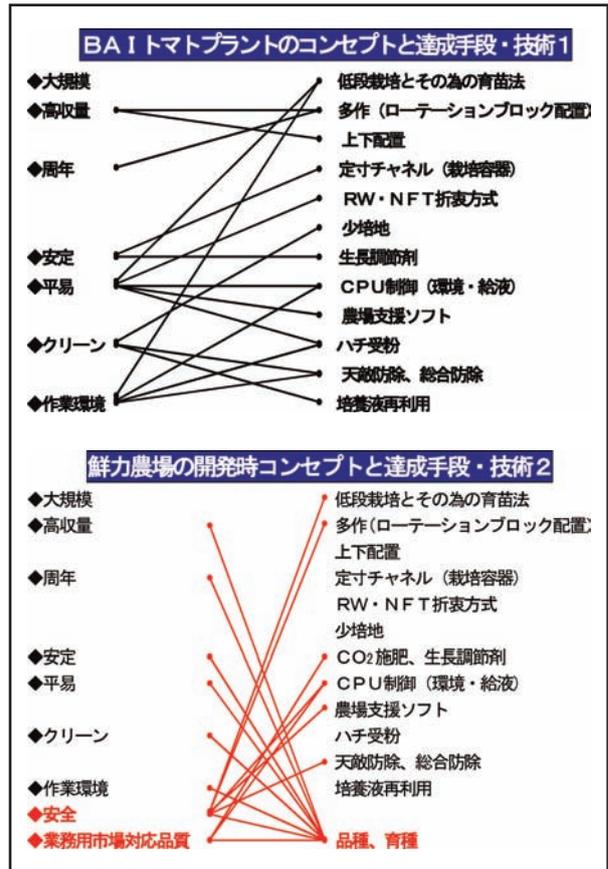


図3 鮮力農場の開発時コンセプトと達成手段

3 トマトの上下立体時間差連続栽培方式「鮮力農場」とは

本栽培方式は上下2段で栽培され、下段には収穫株が、上段には次の若い株が栽培される。4段階摘心のトマトが下段で収穫し終わると、上段で育った収穫直前のトマトが下段に降り、収穫開始となる。上段にまた別の場所で育成させた苗を定植し、これを繰り返すことにより文字通り周年栽培が可能になっている(図4, 図5)。高生産



図4 上段から収穫株を下段に移動

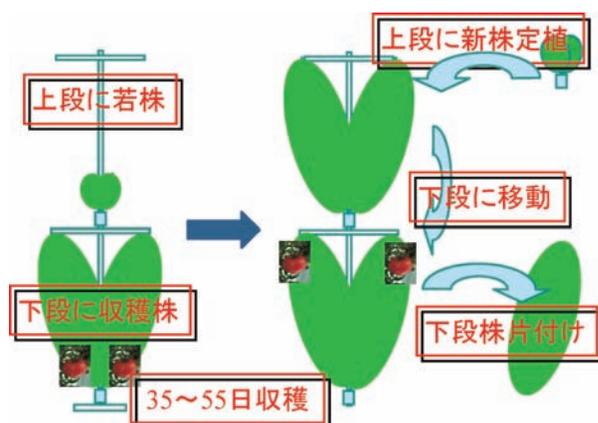


図5 株配置～移動の模式図

性と品質安定を追及でき、しかも年間切れ目なく収穫・出荷が可能な方式である。なお本栽培方式は、(株誠和)において国内はもとより海外20カ国で基本特許を既に取得済のものである。

#### 4 カンジンファーム耕種概要

- ・敷地：18,115 m<sup>2</sup>
- ・温室：12,080 m<sup>2</sup>
- ・本圃面積：9,240 m<sup>2</sup>  
その他：育苗・選果出荷・洗浄
- ・栽培区画：3区画
- ・培地：7.5cm キューブ・ロックウールポット  
+ 2m 毎の栽培容器
- ・栽培方式：4段摘心密植栽培の上下2段の養液栽培（上段若株，下段収穫株）
- ・品種：麗容・麗夏（(株)サカタのタネ）
- ・作型：株連続切り替えによる周年栽培，区画毎に定植日をずらしてある。  
(同一区画で年8回定植)

#### 5 運営の状況（現在までの主な成果）

##### 5.1 収穫量

収穫量は2004年度が40.2t/10a、2005年度実績は丸7カ月で30t/10aを超え、12カ月では47～48t/10aの予想。運営開始4年目でようやく50t/10aが身近になった。単位面積当たりの日本一の生産性は達成できたと思われる（図6）。

##### 5.2 計画性（栽培スケジュール）

(株)誠和での実験から栽培期間のデータも取り続けていたため、スケジュールは季節や天候の変動に対しても長年の実験により7日以内の誤差で管理が出来る。

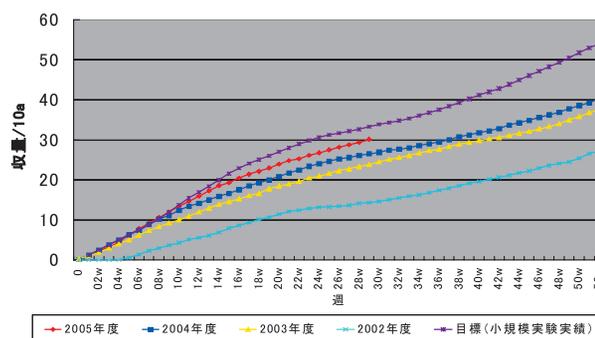


図6 週別収量実績推移

##### 5.3 簡易性

低段栽培ではより専門的な管理が不要となり、作業も細分化しやすく且つ上下で生育ステージが区分されるため、作業の標準化・単純化が図りやすい。栽培の基本的環境管理では最新設備や技術も採用しており、自動化や省力化ができています。

##### 5.4 環境対応

カンジンファームのカンジンは人間の血液浄化機能のある肝臓・腎臓のカン（肝）とジン（腎）より命名し、各種環境にも配慮した生産を行っている。

①立体栽培の上段若株の排水を下段収穫株で再利用。特別な処理設備なしでリサイクル化している。ただし、残念ながら年間10%程度は調整のための排出が必要となっているので、これを0にすることが次の目標となっている（図7）。

②リサイクル可能なロックウール培地を使用している。また7.5cm立方のポットのみで栽培しており、省資源となっている。

③暖房のLPガス燃焼排ガスの一部をCO<sub>2</sub>施肥に活用する等を行っている。

栽培終了時の残渣についてはまだその有効利用方法が見つからず、現在は産廃処理となっている。近年技術開発が進んできている分野のため再調査中である。

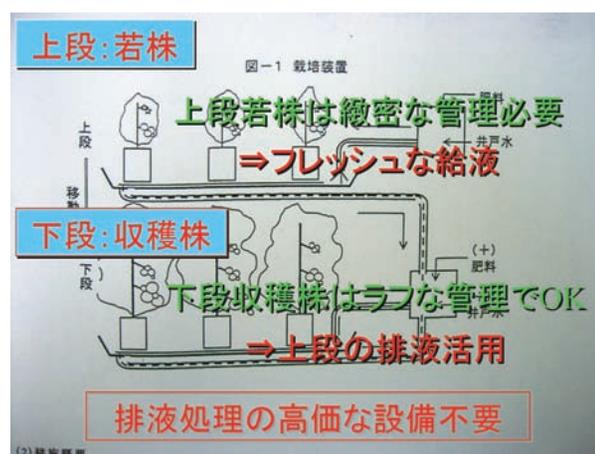


図7 給液の排水利用システム模式図

### 5.5 作業性

従来の農業と違って土を使わず、作業者にとっても清潔で、作業しやすい環境になっている。周年業務が途切れずバランスよく作業が入るため、従業員の周年雇用がしやすく、従業員も安心して勤務できている。また作付けが1区画当たり年間8作繰り返されるため、通常では年1回しか体験できない作業も8回行われ、しかも低段栽培で作業の単純化が図りやすく、学習効果がすぐに得られ、作業の上達が早いと思われる。その他、暖房の配管を利用してレールが敷設され各種作業車が走るようになっていたり、多数省力化設備を導入し、作業性改善が図れている(図8)。

### 5.6 安全性

安全性については極力農薬を控える管理をしており、無菌培地、天敵防除、環境制御にて、省農薬栽培を行っている。しかし、本栽培方式は圃場に休みがないため、害虫と天敵のバランスが崩れやすい時期や病気が発生しやすい時期には、天敵に影響の少ない薬剤を使用して、定期的に薬散を行わなくてはならない。この点が今後解決すべき課題である。

もう一つの安全の意味である経営リスクについても分散しやすくなっている。そもそも低段栽培は、植物の栄養成長と生殖成長を分離した管理ができることで、長段栽培より管理技術は簡単と思われる。さらに連続で作付けすることで、万が一何らかの生育不良の株が発生しても、本方式は年間の1/8の不作ということで、損失を最少限で食い止めることが出来る。

### 5.7 トマト販売先評価

現在生産しているトマトは国内品種の‘麗容’・‘麗夏’で、その生産量の95%が外食業務用に販売している。完熟しても実が硬く、調理しやすく、品質も安定した安全で安心できるトマトと、高い評価(図9)をいただいている。

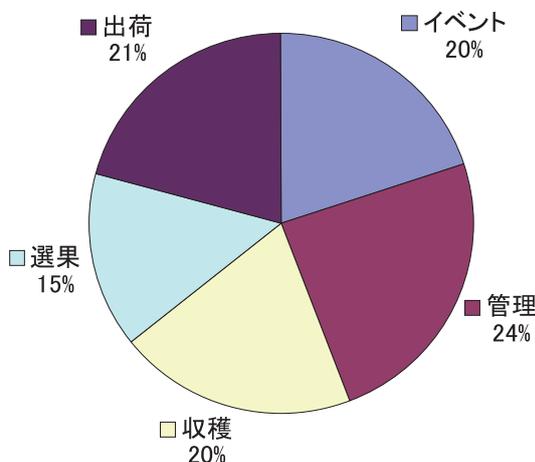


図8 作業工数割合(2004年度)

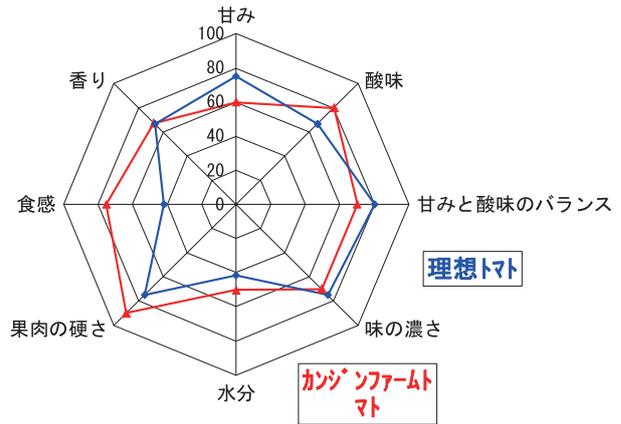


図9 品質の現状評価  
業務用トマトの理想品質とカンジンファームトマト  
品質の現状評価(内容品質仕様)

### 5.8 周年小面積育苗

本栽培方式を年間運営するためには、周年安定育苗技術が必要になる。当社では(株)誠和時代から10年以上育苗管理技術を積み上げてきた。従来本圃面積の1/3~1/5必要とされた育苗面積を、同1/25以下で、しかもほぼ計画通り管理することが可能などまでできている。

## 6 今後の課題~更なる増収と安定性のために

現状の栽培管理では、まだ一般生産者と比較すると不備な点が多々あり、そこを改善して行く必要があるが、目標の50t/10aは間違いなくクリア出来るレベルには達している。更なる増収や運営の安定化のためにも、改善の可能性がまだ多々あると考えられる。

### 6.1 夏季高温環境改善

年間収量は高レベルとなったが、春季の最多収穫期と秋季の最少収穫期ではまだ3倍近い差がある。特に、夏季高温の影響による秋季の収量落ち込みが極端に大きい。夏季管理環境が少しでも改善できれば、5t/10a以上の増収が図れると共に、外食業務用市場で要望される周年定時定量出荷への対応の幅がより広がることになる。

### 6.2 周年育苗技術のレベルアップ

低段栽培の場合、育苗管理の影響が直接年間収量に大きく影響を及ぼしてくる。そのために、育苗管理には力を入れてきており、現状では着果節位の安定化はコントロール可能な範囲になってきている。しかし、花数まではコントロールできていない。いつでも1花房当たり5花以上の花を分化させる技術が確立できれば、ここでも5t/10a以上の増収が図れるものと思われる。

### 6.3 病害虫管理

全ての生産者が農薬は使用したくないと考えているが、圃場を休まない期間が長くなればなるほど、病害虫管理は難しくなる。特に本方式のように休みなく365日連続栽培していく場合、いかに病害虫の進入を最小限にするか、いかに被害の早期発見をし、初期防除を徹底できるかがかぎとなる。願わくは、病気に強い育て方、病気に強い品種の開発が理想あり、これらが開発されるとさらに数t/10a以上の増収および葉散の経費・工数の削減が期待できる。

### 6.4 作業性向上

大規模での企業的経営を行い、省力化を図ったつもりでも、経費における人件費の割合は大きなウェートを占めている。その中で特に現在一番の課題は、①作物同様夏季の作業環境の改善と②出荷部門の工数削減にある。

①高軒高ハウスの特徴は室内の熱が煙突効果で天井部分に集まり、下部は高温を抑制できることにあるが、それでも外気温プラス1~2度あり、作物には日射が必要であるので遮光にも限度がある。高温期は生育スピードが一番速い時期であり、効率を求めたいが、作業者が少しでも快適さを感じながら作業に当れるようにしないと、作業軽減は現状では非常に難しい。

②一方外食業務用に出荷する場合、クレームを出さない、1個でも品質基準から外れたものは出荷しないという気構えでないと信用は得られないと考え、当社では「出荷」の部分に20%前後の工数をかけている。どんな製品を出荷する場合でも1個たりともクレームを出さない姿勢が本来の姿と思われるが、農業では自然の産物であるがゆえに、品質基準外のものも生産されやすく、一箱に1~2個基準外のもが含まれる場合も多い。当社ではそこを徹底するために出荷品質管理のチェックを重視し、その結果必要以上の工数がかかっている。従って大規模選果場と違い、一農場単位では選果から出荷までの品質管理と作業効率化がまだ画一化できてなく、当社での一番の作業改善テーマとなっている。

その他、小さな道具類や細かい作業まで含めると、農場内での作業性改善テーマはまだ多数残されている。

### 6.5 環境対応性

地球環境を大切にしていくことは、農業界においても重要なことである。当社でもいくつか取り組みつつあるが、まだまだ課題も多い。

本栽培方式では、日常管理上のわき芽や、栽培終了時の残渣株が定期的に発生してくる。現在は費用対効果の点で残念ながら産廃処理となっているが、安価で資源に有効活用可能な方法を模索中である。

下段でリサイクル利用している給液排水も年間10%程度はまだ排出しているため、排水ゼロでも管理が可能な方法の計画を詰めているところである。

その他、屋根に降った雨水の活用など利用できることはすべて利用していき、最終的にはゼロエミッション化が図れることを目標としている。

### 6.6 設備コスト

当社の設備は上下立体栽培の先行事例的なこともあり、特別仕様のもの、試作的なものが多々ある。その為まだ高額設備となっており、償却費負担が人件費の次に大きな費用ウェートを占めている。今後、上記の作業性の更なる改善のための省力設備開発のみならず、低コスト化の設備が必要である。農業は一般産業界のように高付加が得られる商品は少ないので、生産設備に高額なものを使用できないし、かといって大量生産設備でもなく、それだけではコストが抑えにくい。しかし、今世界中にはあらゆる設備・部品などが氾濫している時代であるので、他産業界で汎用していて流用できるようなものがあれば、さらなる低コスト化が図れるものと思いを期待している。

### 6.7 品種改良のお願い（低段栽培・養液栽培に適した品種）

最後に、一番の大きな課題は品種である。現在の品種は土耕栽培で中段や長段の栽培に向く品種である。しかし、本方式の低段栽培では4段までで100%のエネルギーを果実に移行できる品種があれば飛躍的な増収が可能である。品種改良でおそらく10t/10a以上の増収は可能と思われる。

例えば、果房段数の間の葉が3枚でなく2枚で花が咲く品種や生育スピードの早い品種、短節間で空間の有効利用の図りやすい品種があれば期待は大きい。

また、養液栽培に向く品種、養液栽培での生育環境を生かしやすい品種が望まれる。根圏や地上部の病気に抵抗性のある品種ができれば、接ぎ木の必要もなく、管理の簡素化や、何より無農薬栽培にかなり近づきやすくなると考えられる。オランダを中心にヨーロッパでは養液栽培が普及し、現在トマトの収量のトップレベルは70t/10a付近まできており、しかも無農薬栽培に近い管理が出来ていると言われているが、養液栽培に向き、根腐れ病抵抗品種をいち早く改良してきたことも収量増に大きく起因しているとのことである。

その他、摘芯作業の不要な芯止まり品種やホルモン処理やマルハナバチが不要となる単為結果性品種、外食業務用の多様化した用途に合う品種も魅力的であるし、今後輸出まで考えると、日本の栽培技術で外国の消費者ニーズに合う品種も面白いのではないかと考えている。

## 7 まとめ

当社は約3年半以上、この「鮮力農場」という上下立体栽培方式でトマトの生産を行ってきたが、この短い期

間でも日本一の生産性を自負できるところまでにすることができた。まだまだ栽培管理上荒削りなことから、不備な点も多々ある中、向上改善点を多数残していることを考えると、本方式は大きな可能性のある方式ではないかといっても過言ではない。

今後、上記の課題をクリアしていくことは、当社や親会社である㈱誠和だけでは困難で、各研究機関や企業の方々との連携をとりながら解決していくことが必要と判断している。本栽培方式がやがてオランダを超える生産技術の一つに育ち、日本の生産技術でトマトの輸出や海外での技術普及に発展できることも遠い夢ではないであろう。

#### 摘要

トマト生産の高収量と一般産業並みの合理化を目指す

事例として、高軒高ハウスを利用した上下立体時間差連続栽培方式の「鮮力農場」という、世界で初めての生産方式を開発し、栃木県で大規模生産を開始した。4段摘心のトマトを、生育ステージの時間差をつけて上下2段で連続栽培する方式で、空間で上下2段の栽培槽を配置し、下段には収穫株が、次の若い株をその上段で栽培する。4段摘心のトマトが下段で収穫し終わると、上段で育った収穫直前のトマトを栽培槽ごと下段に下ろし収穫が始まる。上段にまた次の株を定植し、これを繰り返すことによって周年栽培を可能とする。新しい栽培体系で、まだまだ荒削りなどところがある状態の中、50t/10aという周年高収量の目標が見えてきた。本方式は大きな可能性を秘めた栽培方法と思われる。