

特集 人工光型植物工場の技術革新とビジネスモデル

収益性の伴う植物工場のビジネスモデル

三輪 泰史

株式会社日本総合研究所 主任研究員

1. 植物工場の定義と特性

(1) 新たな栽培手法としての植物工場

高度な農業技術を駆使した新たな農産物栽培手法として植物工場が注目されている。植物工場と、建屋や温室の内部において温度・湿度・日照・CO₂濃度等の栽培環境を最適制御する栽培施設である。栽培に適した環境を維持することで、効率的・安定的に農産物を栽培することが可能である。

近年、日本国内で次々と植物工場が建設され、多くの小売店に植物工場農産物が並ぶようになった。既に植物工場は一時的なブームを超え、消費者から広く認知された農産物となっている。

(2) 植物工場の類型

植物工場は照明の使用方法により 2 種類に分類される。人工光型植物工場は建屋内で人工光のみを用いて栽培する手法である。一方、太陽光併用型植物工場は、温室内で自然光と人工光の両方を用いて栽培する手法である。また、前述の 2 種に加え、広義の植物工場として、太陽光併用型から人工照明を除いた太陽光型植物工場を含めることもある。

人工光型と太陽光併用型では能力や特性が大きく異なる。人工光型はレタス等の葉菜類の栽培が中心であるのに対し、太陽光併用型は葉物類、果菜類と幅広く栽培可能である。太陽光併用型の方が、一般的に設備投資や運転経費は低いが、一方で外部環境の影響を受けやすい、害虫が侵入しやすい等のデメリットを抱えている。

①人工光型植物工場の技術と特性

人工光型植物工場は密閉性、断熱性の高い建物内で、蛍光灯や LED 等の人工照明を用いて栽培するシステムである。外部環境から隔離されており、天候の変化や病害虫などの影響を受けにくく、栽培リスクの低減が可能である。病害虫リスクが低いいため基本的に農薬散布が不要であり、生菌数も少ないため、洗わず食

べられるという特徴を有している。

人工光型植物工場の利点の一つが、土地の有効活用度である。栽培期間短縮や通年栽培による時間効率の向上、栽培棚を多段に積むところによる空間効率の向上により、露地栽培よりもはるかに高い土地生産性を確保している。

②太陽光併用型植物工場の技術と特性

太陽光併用型植物工場とは、ガラス温室や高機能フィルム温室等の内部で、太陽光（自然光）を主たる光源とし、日照不足時に人工光源による補光を行う栽培システムである。センサーを用いて温度・湿度・CO₂濃度などの環境情報を取得し、複数の機器の統合環境制御により栽培に適した環境を維持している。

人工光型植物工場と比べて設備が簡素なため、初期投資は相対的に安価である。他方で、外部環境と完全には隔離されていないため、外部環境の変化の影響を受けやすく、外部からの害虫や病原菌の侵入リスクも高くなる。また、太陽光が主な光源のため日当たりの確保が必要であり、人工光型植物工場のような10段を越える多段栽培は困難で、土地生産性は人工光型に劣後する。

2. 植物工場農産物のマーケット戦略

植物工場農産物は卸事業者への販売、小売店・外食店・食品加工事業者への直売が多く、市場流通は少ない。小売店・外食店等への販売においては、契約栽培方式が増加している。契約栽培では、契約時に販売先との間で価格や量を決定するため、市場価格の影響を受けにくく、収入が安定化する。また、仕入れコストの変動を嫌う中食、外食、食品加工事業者は、価格が安定的な植物工場野菜を高く評価している。洗わずに加工が可能、賞味期限が長い、といった特徴もこれらの事業者のニーズと合致している。

以前はほとんどの植物工場が赤字で、補助金頼みだといわれていたが、最近では技術進歩やビジネスモデルの成熟により黒字の植物工場が増えている。農業参入した企業が植物工場を採用することも多く、収益事業として成立するようになった。

植物工場が全国に建設され、広く取り扱われるようになったことで、消費者における認知度は大きく向上した。かつては「植物工場農産物は遺伝子組み換えである」、「植物工場では多量の農薬が使用されている」といった誤解が一部で見受けられたが、近年は正しい理解が進んでおり、植物工場農産物の価値が伝わるようになった。一方で、供給増加により植物工場農産物のコモディティ化が進んでおり、単価は低下傾向を見せている。新鮮で安全だけでは絶対的な差別性とはな

らず、植物工場メーカーが強調する「洗わず食べられる」という特徴も、機内食や病院食といった特殊用途以外では期待されたほどの評価は得られていない。

収益性を高めるためには、高価な生産設備である植物工場のポテンシャルをいかに引き出すかがポイントとなる。従来の効率性追求に加え、新たな価値創出が重要となっている。品質面で圧倒的な差別性がない場合、無農薬・減農薬という面で類似する一般の水耕栽培との激しい競争が見込まれる。そのような厳しいマーケット環境の打破のため、低カリウムレタスや高リコピントマトといった、特定の成分を増減させた農産物が生み出されている。消費者の健康意識の高まりを踏まえ、一般の農産物が持ちえない新たな価値を付与することで、独自性の高い商品を生み出した。一般的な植物工場農産物のコモディティ化が進む中、植物工場ビジネスは従来のプロダクトアウト型から消費者ニーズを起点としたマーケットイン型に急速に転換していくと考える。

3. 植物工場の付加価値向上策

①機能性向上

汎用的な植物工場野菜の価格低下が始まる中、高い収益性の確保のため、新たな付加価値を訴求する事例が増えている。特に注目を集めているのが、病院食や老人食向けの販売だ。高齢化の進展により、高齢者向け植物工場農産物の開発が進んでいる。腎臓病患者向けの低カリウムレタスが商品化されており、他品目へ拡大しつつある。食事制限のある患者の生活の質（QOL）改善にも貢献しており、社会的な意義が高い。また、カロテン、ビタミン、リコピン等の栄養素を増加させた農産物が実用化しており、高リコピントマト等が消費者から注目されている。

②付加価値源泉としての活用

植物工場のビジネスモデルとして、葉物野菜の生産・販売という従来型農業のビジネスモデルとは異なる事業展開を図る事業者も出現している。野菜そのものを売るのではなく、植物工場の付加価値を他のサービスの付加価値として活用するモデルであり、レストランやマンション等への植物工場の設置事例が存在する。

ホテル、レストラン、ファストフード等の外食店舗に植物工場を設置し、取れたてサラダ等として提供する「店産店消モデル」が増えている。トレーサビリティの確保に加え、飲食客による収穫体験ができる場合もあり、集客力向上に効果を発揮している。

また、マンションやホテル等に植物工場を設置し、居住者・宿泊客に対して収

穫体験、施設見学、試食等のサービスを展開するモデルも出ている。まだ収益モデルを確立できていないが、消費者の食育や環境への関心の高まりが追い風となる可能性がある。このようなビジネスモデルでは農産物の収益性は重要ではなく、マンション等の不動産の付加価値向上が主眼である。

近年は、教育用施設として植物工場の設置を検討する学校や、農産物・農業の有する癒しの効果に注目し、入院患者に対するレクレーションやリハビリテーションを目的に植物工場を敷地内に設置したいという病院も増加しており、植物工場の新たな活用方法となっている。

5. 植物工場のグローバル展開

海外には厳しい環境のため露地栽培や温室栽培が難しい地域も多く、新たな農産物生産手法として植物工場に期待が集まっている。既に中国、中東等への植物工場の輸出を皮切りに、グローバル展開する企業が増えている。

新興国で日本の植物工場を用いて現地生産された農産物は”Made with Japan”としてブランド化が可能で、富裕層・上位中間層マーケットへの高値での販売が期待される。植物工場では、環境制御システムによる高い技術再現性と遠隔モニタリング機能を元に、現地で優れた品質の農産物を生産できることが強みとなる。

植物工場のグローバル展開においては、乾燥、寒冷、土地不足、安心・安全といった現地ニーズを踏まえた対応が不可欠である。

(1) 乾燥への対応

中東等の乾燥地域では水不足のため食料生産が困難であり、多くの農産物を輸入に依存している。フードセキュリティや鮮度等の課題を解消するため、植物工場を用いて自国で農業生産したいというニーズを持っている。

農産物栽培では、水分は土壌への浸透、蒸発散、排水により、大部分が外部に放出されている。対して植物工場では水の有効利用率が格段に高く、乾燥地域での栽培に好適である。多くの植物工場では水耕栽培で養液は循環利用でき、土壌への浸透も避けられる。さらに、人工光型植物工場では空気中に蒸発散された水分を冷房の際にド레인水として回収できる。これを再利用することで、人工光型植物工場の水の有効利用率は 9 割以上となる。さらには、淡水化プラントとのユニット化等も検討されている。

(2) 寒冷への対応

ロシア、モンゴル、中国北部等の寒冷地では冬季に農産物を栽培することが難しく、消費者は新鮮な野菜を欲している。また冬季は農業生産者の収入源がないことも課題であり。寒冷地に対応した生産手法として植物工場が期待されている。

人工光型植物工場の場合、高い断熱性を活かし、閉鎖空間内で効率的に暖房することが可能である。一方、太陽光併用型の場合にはガラス面、フィルム面から熱が逃げやすく暖房効率が低下しやすいため、断熱性の高い資材の採用や、フィルムの多重化等の対策が採られている。両方式ともに、地域暖房等の安価な熱供給が行われている地域ではコストの低減が可能で、工場等の廃熱利用の検討も進んでいる。

(3) 土地不足への対応

国土が狭く、かつ所得水準が高く新鮮な野菜に対する需要の高いシンガポール、香港、UAE等では、植物工場の土地生産性の高さが注目されている。

植物工場では作物の成育に最適な環境を作り上げることで、周年栽培と栽培期間短縮を実現し、年間の栽培回数を飛躍的に高めた。加えて、人工光型植物工場では日当たりの制約がないため、複数の栽培棚を垂直方向に重ねることができる。レタス類を例にとると、一般的な露地栽培と比べて、年間栽培回数が約10倍、垂直方向の面積効率が約10倍と、合わせて約100倍の土地生産性を有している。

植物工場のマーケットとしては大きくないが、経済水準の高い地域が主であり、2010年以降、日本の植物工場の展開事例が増えている。

(4) 安心・安全への対応

中国では食品購入の際に重視する点について、消費者の85%以上が健康志向と安全志向を挙げている。

土壌汚染の深刻な中国等では、安全な農業生産手段として農業が期待されている。中国の一部地域ではカドミウムを始めとする重金属に汚染された農地が多く存在し、農産物から重金属が検出されることが珍しくない。植物工場は水耕栽培や人工土壌栽培であり、土壌汚染の影響を受けずに栽培できる。

既に上海等の大都市のスーパーマーケットの一部では植物工場農産物が販売されており、今後の拡大が期待される。

6. 総括

植物工場農産物の供給増加を受け、消費者における認知度は格段に高まった。過去に繰り返された植物工場ブームとは異なり、農産物のラインナップの一つとして定着したと考えられる。一方で供給量の増加は植物工場のコモディティ化をもたらし、安全性と鮮度だけでは十分な差別性を発揮できなくなりつつある。植物工場農産物の価格はレタス類を中心に低下傾向で、一部の大手小売店では植物工場レタスは飽和気味となっている。今後新たに参入する場合には、新たな付加価値の創出による差別化が求められる。

経済成長著しい新興国を中心とした海外マーケットへの期待感も大きいが、設備費の高さや現地サポート体制が課題となっている。日本で生み出した技術・ビジネスモデルを、国内・海外でボーダレスに展開することでコストを大きく低減することが、植物工場ビジネスの更なる拡大の鍵となる。

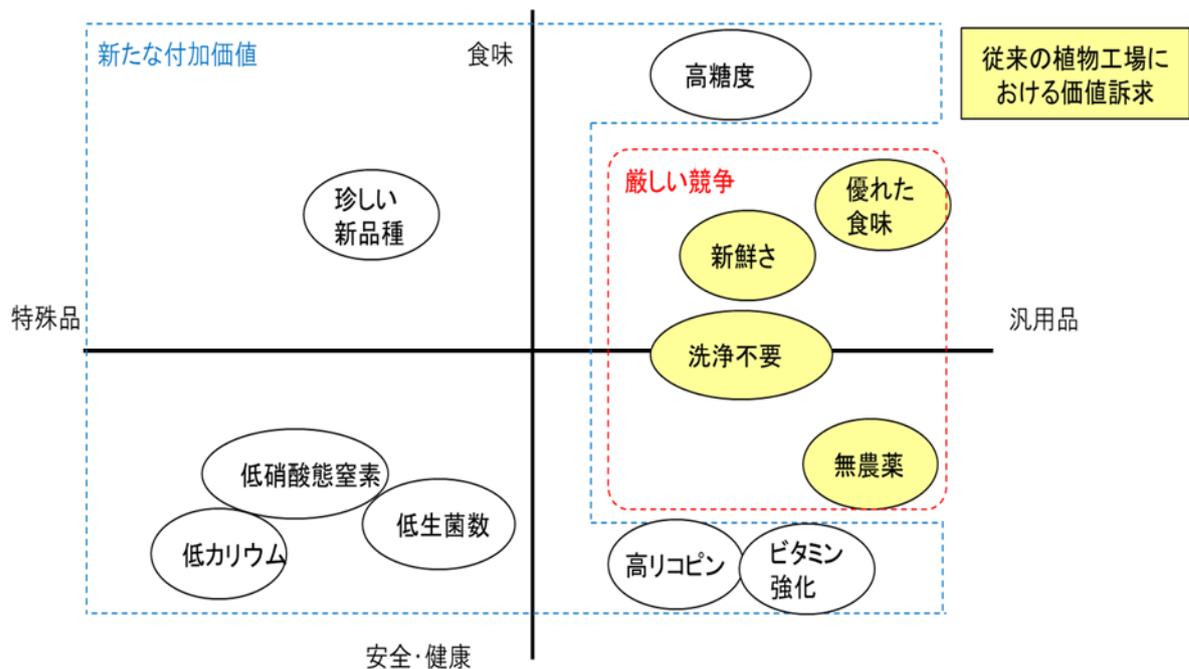


図1 植物工場農産物の有する価値 出所：筆者作成