

植物工場について

はじめに

現在、日本の食料自給率は約 40 % となり、農業生産能力の低下が問題となっています。農業従事者の高齢化による人手不足，耕作放棄地の増加，価格の安い輸入農産物の影響に加え、天災や気候変動による農産物の安定した生産・供給の難しさが課題となっています。このような情勢において、政府は平成 25 年 12 月に「農林水産業・地域の活力創造プラン」（図-1）として、農産物の輸出促進による新たな需要の拡大，6 次産業化の推進により付加価値を向上させるプランを示しました。国内農業生産の強化のため、次世代施設園芸としての「植物工場」を活用した新たな栽培・環境制御技術が期待されています。

今回は、これらの背景を踏まえ、農産物を計画生産で安定供給することができ、低農薬による安全・安心な栽培を可能にした「植物工場」についてご紹介します。

農林水産業・地域の活力創造プランの概要

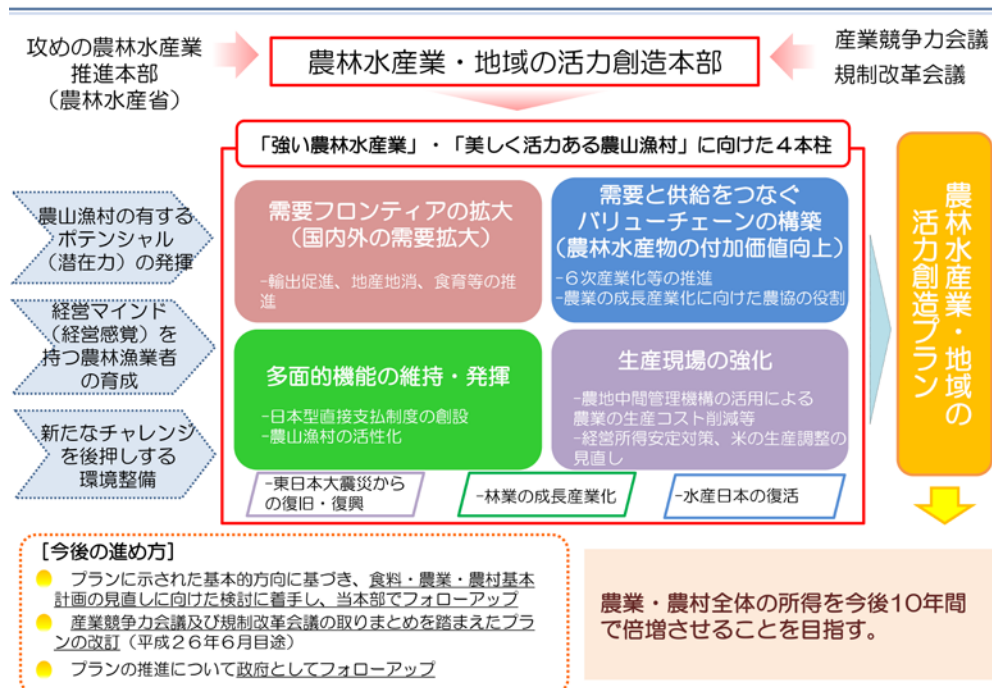


図-1 農林水産業・地域の活力プランの概要 (農林水産省のホームページより引用)

植物工場とは

植物工場とは、施設内で農産物の生育環境として必要な光，温度，湿度，二酸化炭素濃度，水分，培養液を人工的に制御して栽培を行うことにより，季節や場所に関係なく周年計画的・安定的に農産物を供給することを可能にした生産システムのことです。一般的には閉鎖環境で太陽光を利用しない「完全人工光型」と，温室等の半閉鎖環境で太陽光を利用した「太陽光利用型 (太陽光・人工光併用型)」の2つに大別されます。それぞれの特徴を以下に示します。

●完全人工光型

太陽光を利用せず、蛍光灯やLEDを光源とした閉鎖型の植物工場です（写真-1）。工場の設置場所として、倉庫、空きビルなどの遊休施設を利用したところが多く、最近では、新ビジネスとして異業種からの参入が目立ちます。また、立体栽培が可能であることや、栽培環境条件を制御することで、栽培期間を短縮させて、床面積あたりの生産量を上げることができます。また、閉鎖された室内であるため、外界からの害虫の侵入を遮断することで無農薬栽培を容易に可能にすることができます。商業化されている農産物としては、サラダ菜、リーフレタス、ハーブなどがあります。



写真-1 完全人工光型植物工場
（農林水産省のホームページより引用）

●太陽光利用型（太陽光・人工光併用型）

従来の温室栽培を進化させた栽培法で、太陽光の利用を基本とし、曇雨天時の補光や夏季の高温抑制技術等によって光合成効率を調整することで、周年計画生産を行う植物工場です。光源を主として太陽光とすることから、完全人工光型ほどの高効率、周年生産は不可能ですが、一方で設備費用や光熱費を低く抑えることができます。そのため完全人工光型では採算の合わないものについても生産が可能で、商業化されている農産物としては、トマト、キュウリ、イチゴ、パプリカ、メロン、ホウレンソウなどがあります。

植物工場の利点と課題

植物工場には、多くの利点と可能性がありますが、克服すべき課題も残されています。

<利点・可能性>

- ① 安定供給
 - ・ 季節、天候に左右されずに計画的に生産・安定供給が可能
- ② 労働力の確保、作業の軽減化
 - ・ 農作業を施設内で快適に行うことが出来る
 - ・ 高齢者や障害者に対する雇用増加の期待
- ③ 農産物の高付加価値化（＝差別化）
 - ・ 環境制御により高品質な農産物を生産することが可能
 - ・ 農薬使用量の低減が可能
 - ・ 機能性成分の強化、腎臓病透析患者に対する低カリウム野菜の生産など
- ④ 異業種からの参入増
 - ・ 立地場所を選ばず、非農地での生産が可能
 - ・ 異業種ゆえの考え方、ビジネスアイデアによる新たな事業モデルの期待
- ⑤ 周辺ビジネスの広がり
 - ・ 販売、開発、生産に関わる産業の拡大
（設備・機器・システム販売、技術・栽培コンサルティング、食育産業、輸送産業）
- ⑥ 医薬品等への展開による新たな市場の創出
 - ・ 医療用物質生産目的（抗ガン剤、ワクチン）の遺伝子組換え作物の開発・生産

<課題>

- ① イニシャルコストとランニングコストによる収益の圧迫
 - ・ 環境制御，搬送装置，栽培資材の導入などの減価償却費の負担
 - ・ 光熱費，人件費，流通費の負担
 - ・ 上記コストによる植物工場生産される農産物の価格上昇
- ② 栽培ノウハウの確立
 - ・ 農産物の生産，管理に不慣れ（参入企業の弱み）
 - ・ 栽培ノウハウ（生産管理・栽培技術）や人材育成などの教育・研修が必要
 - ・ 現状，栽培可能な農産物は少ない（リーフレタスなどの葉菜類が多い）
- ③ 安定的な販路の確保
 - ・ 小売店まで輸送するコールドチェーンの確立（鮮度の維持）
 - ・ 流通，加工業者，外食チェーンとの業務提携

植物工場のビジネス展開

経済産業省および農林水産省の平成 21 年度補正予算により研究拠点整備事業，植物工場普及拡大支援事業が推進されることになりました。それ以降，植物工場関連ビジネスは着実に広がりを見せています。また，農産物の販売による利益を求めたビジネスだけでなく，多様な事業が展開されています（表-1）。

例えば，植物工場併設型のレストランでは，料理に使われる野菜の新鮮さ，安全・安心といったイメージを消費者に与え，消費力を上げる効果として利用されています。また，植物工場生産される農産物を身近に感じることで，農産物に対する新しい価値観を与える場として活用されています。

表-1 多様な事業展開

事業	内容
卸売・流通 (大規模生産)	百貨店，量販店，ホテル，テーマパーク，機内食などへの卸売 <ul style="list-style-type: none"> ・ 大量生産～高品質の維持，生産管理，安全性確保の要求 ・ 特殊生産～健康食品，医療用，幼児向け野菜
卸売・個人 (小規模生産)	直売，地元飲食店等への卸売（地産地消） 地域コミュニティとしての活用（消費者に農園として貸出） 家庭菜園としての植物工場のキット販売
レストラン併設	レストランやファーストフード店に併設（見える化） <ul style="list-style-type: none"> ・ クリーンなイメージを与えて消費力を上げる効果 ・ 生産過程が見えることによる安心感，癒し
高齢者・障害者の雇用支援	高齢者，障害者の雇用促進（社会貢献） 障害者の自立支援（障害者福祉施設に併設）

品質確保（衛生管理）の取り組み

完全人工型植物工場生産された農産物は，雑菌が少なくクリーンなイメージが定着してきています。その反面，微生物危害のリスクが高く，諸外国ではサルモネラに汚染され

た発芽野菜を原因とする食中毒事例なども発生しており、十分な衛生管理が求められます。従業員に対する健康管理、衛生指導及び施設、装置等の洗浄を定期的に行う必要があります。また、細菌数を抑えて生産された野菜は流通段階の取り扱い（保管温度等）によっては、細菌数が急激に増加してしまう可能性があります。そのため、出荷された後も適切な保管温度での管理（低温保存、低温流通）が必要です。

衛生確認・栄養成分分析について

弊財団では、植物工場に対するサポートとして衛生状況の調査、農産物の栄養成分分析などを行っております。その一部を以下にご紹介します。

表-2 衛生確認，栄養成分分析について

カテゴリー	特 徴
原料・使用水 製品検査	製品である野菜の検査だけではなく、原料である種子、使用水、液肥などの微生物汚染を把握できます。
ふきとり検査	製造装置、設備、従業員の微生物汚染状況を把握することができます。検査対象の表面を綿棒でふきとり、その綿棒を検査することで、一定面積当たりの微生物の検査が可能です。
落下菌・浮遊菌	空気中には様々な細菌やカビなどの真菌が浮遊しています。これらが製造設備内に入り込み、微生物汚染の温床になることがあります。製造環境がクリーンなのか否かを調べることができます。 落下菌：測定箇所に実際に落ちてくる微生物の数 浮遊菌：空気中に存在している微生物の数
衛生状況調査	衛生状況調査のチェックシートに基づき、製造場内の調査、製造に係る付帯設備などの調査・アドバイスをします。
野菜の 特性成分	ビタミン類：カロテン，トコフェロール，葉酸，アスコルビン酸など ミネラル類：リン，鉄，カルシウム，マグネシウム，カリウム，セレンなど 有機酸：シュウ酸，クエン酸など
水耕培養液， 液体肥料など の特性成分	多量要素：窒素，リン，カリウム，カルシウム，マグネシウム，塩素など 微量元素：銅，亜鉛，マンガン，鉄，ホウ素，モリブデンなど その他：pH，硝酸根，電気伝導率など

おわりに

植物工場ビジネスには、克服すべき課題は多いですが、農業の発展と地域経済の活性化に関与しており、今後新しい農業として大きな可能性を持っています。持続可能な産業とするために、産官学および様々な企業との連携により、新しい植物工場モデルを確立していくことが重要です。

参考資料

- ・ 農林水産省，経済産業省：“農商工連携研究会植物工場ワーキンググループ 報告書”（2009）
- ・ 東京都健康安全研究センター：“工場生産された野菜類の衛生学的実態調査”（2011）