植物工場への取組み･事例報告

中村謙治
エスペックミック株式会社
〒572-0039　大阪府寝屋川市池田 3-11-17

はじめに

当社は，大阪に本社を置く，「エスペック株式会社（旧タバイエスペック株式会社）」の生物環境調節装置ならびに植物工場，および自然環境の再生・保全分野の事業を推進するグループ会社として，活動を行っている．

植物工場の取組みは，1980 年代後半に植物工場が大きくクローズアップされた時期になる．当初は，完全制御型植物工場の実用化を目指して，空調・制御・栽培装置等に関しての開発に取組み，今日の当社の植物工場の基盤となる技術開発を行ってきた．その後，アグリガラス（赤外線カットガラス）などを応用した補光型植物工場の開発も進め，中小規模の研究実証用途から生産用途などの様々な植物工場施設の設置のお手伝いを全国で行ってきている．

当社の植物工場の特徴

当社の取組む植物工場には図 1 のように構成する技術・装置にさまざまな特徴がある．そのうち特徴的な２つを取り上げる．

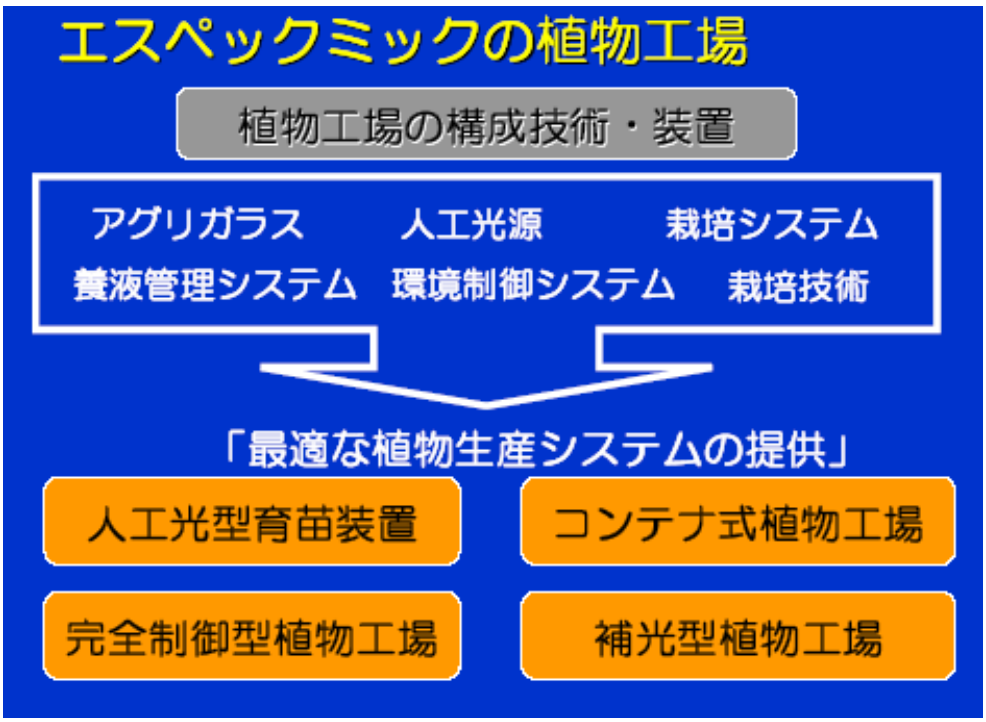

図 1　当社の植物工場の構成．

特徴１：アグリガラス

補光型植物工場においては，当社が開発した「アグリガラス（赤外線遮へいフィルター）」を使用してい

る．このガラスは，ガラス表面に特殊フィルムを張付けた構造で，厚みや重量も通常のフロート板ガラスとほとんど変わらないにもかかわらず，温室内の温度上昇の原因となる赤外線域の波長の光をカットすることで，温室内の温度上昇を抑制する効果がある．温室内部を冷房する場合など，アグリガラスを使用することでランニングコストを最大 30%低減する．
また，可視光の透過率も高く，かつ紫外線（UV-A）も透過させるので，ほとんどの植物の栽培に使用することができるとともにガラスに特殊フィルムを張る構造であることから，台風などによるガラス破損時も飛散防止効果があるなどの特徴を有している．

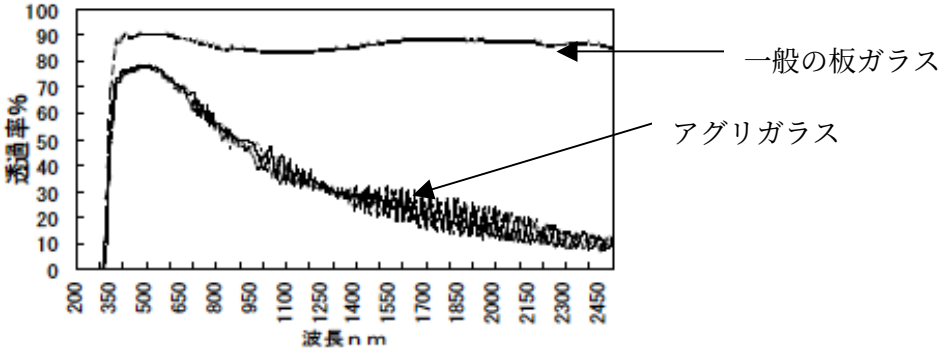

図２　アグリガラスの光透過率．

図３　使用例（沖縄県産業教育センター）．

特徴２：コンテナ式植物工場

コンテナ式植物工場は，人工光型の植物工場で，本格的な植物工場を導入する前の実証施設や小規模な生産を目的とした施設として開発された．装置本体は海上輸送用の 20 フィート，あるいは 40 フィートコンテナであり，どこにでも輸送が可能で，栽培装置等も装備されているため，電気と水の用意さえあれば現地工事も不要で，簡単に設置ができるところに特徴がある(図４)．

蛍光灯・LED 利用ハイブリッド光源の開発

植物工場で栽培に使用される光源は，高い光量が得られる高圧ナトリウムランプやメタルハライドランプなどの HID 光源による，平面栽培から，空間を有効利用した近接立体栽培を可能にする蛍光ランプ（FL）や

発光ダイオード（LED），冷陰極ランプ（CCFL）などが主流になっている．しかしまだ LED などの新しい光源はＦＬなどと比べてコストが高いのが現状である．

図４　コンテナ式植物工場．

図５　蛍光灯・LED ハイブリッド光源例．

このような植物工場用光源の現状を踏まえ，完全制御型植物工場の課題である，採算性の高い経済性の実現を目指し，FL と LED を組合せたハイブリッド光源の開発を行っている．光源は，省エネ型の３波長発光型スリム蛍光ランプと赤色または青色 LED を特定の比率で混合した光源を開発している．栽培面全体の光量確保をＦＬで行い，栽培作物にピンポイントで赤色ＬＥＤを照射(補光)しているところに特徴があり，経済性と生育促進の両方の効果を得ることを狙っている．

植物工場と養殖の複合生産システム

水耕栽培と養殖の複合生産システム（hydroponic acquacultured）の取組みは，欧米を中心などに生鮮野菜や食料の不足するアフリカや，島嶼地域での生鮮野菜とたんぱく資源の供給手段のひとつとして研究が行われてきた．この技術は使用する用水を閉鎖環境で両方の生産に利用し，水資源の節約と環境中への窒素やリンなどの排出を抑制する水環境保全・地球環境保全の技術として貢献が期待できる．われわれは，特にこの技術の環境保全面での役割に着目し，淡水魚養殖と養液栽培を組合せた植物工場として開発に取組んでいる．

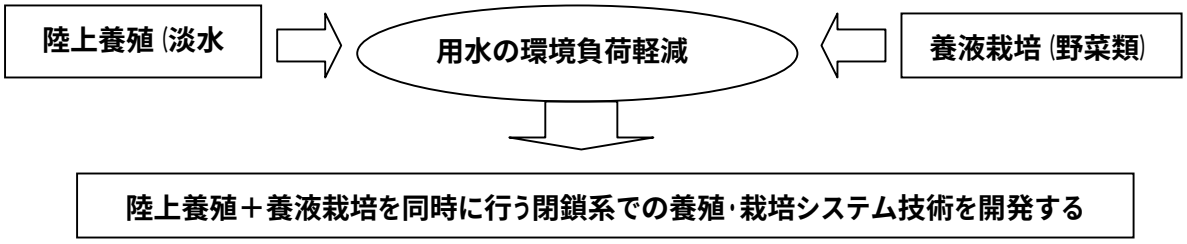

図６　植物工場・養殖複合生産システムの概念．

植物工場と養殖の複合生産システムの基本構成は，養液タンクと養殖用の水槽を兼用した水槽と，その上部にＤＦＴ方式の養液栽培部を設けているシンプルなものである.このシステムにおいては養液･用水管理，すなわち地上部の栽培作物と水槽部の淡水魚類を両方枯死あるいは死滅させることなく育てるための，栽培密度・飼育密度を常にバランスよく最適に保つことが重要となる．魚類の密度が低く，栽培作物の生育が旺盛になりすぎると養液の肥料濃度（EC）が低下し，栽培作物の生育に影響を与える．逆に栽培植物の生育より魚の成育が旺盛で密度が高くなると，用水の脱窒が追いつかず，アンモニア態窒素や硝酸態窒素濃度が高くなり，魚の枯死や植物の根部の生育障害などを引き起こす原因となる．

欧米での研究では養殖魚として，テイラピアが多く対象魚として用いられている．大きな理由は，テイラピアが比較的悪い水環境でも生育し，雑食性且つ高密度養殖などにも適していることによる．日本国内では，養殖魚としてのテイラピアの需要は少ないことから，コイやフナなどの日本の固有種や，鑑賞魚などの飼育をこのシステムで検討している．

これまでの試験結果では，コイやフナも通常の養液栽培の養液濃度（EC1.2～2.0）でも生存が可能であり，複合生産の対象魚としても飼育できることを確認している．栽培作物としては，リーフレタスなどの葉菜類および，トマト・ナスなどの果菜類などについて栽培を行い，通常の養液栽培（魚を水槽で飼育していない区）と比較した結果，良好に生育することも確認している．リーフレタスの試食では，魚類の残餌や老廃物などが有機肥料として使用されることからか，食味も通常の養液栽培より良いようであり，養液交換も試験

中は行うこともなく栽培が可能であることから，化学肥料の使用を抑制した有機水耕の方法としても期待できる．

図 10　収穫時のトマト.

図 11　飼育中のテイラピア.

有機等利用植物工場の取組み

植物工場の栽培システムは，化学肥料を使用した養液栽培方式が採用されている．最近では，化学肥料を使用しない，有機栽培の農産物を求める消費者のニーズは高いものとなっており，その対応として有機栽培を組合せた，安全・安心・食べてよりおいしい野菜生産を行う植物工場の開発に取組んでいる．

この有機等利用植物工場は，植物工場の建物も新しく建設するのではなく，たとえば減価償却が終わったような都市部の空きビルや工場，空き店舗などを活用することで，建設・設備コストを抑えた都市型の植物工場として検討している．

おわりに

このようにわれわれはいくつかの切り口での，新しい植物工場技術の実用化に向けての取組みを行っている．植物は人間とって切り離せない身近な存在であり，さまざまな生活の場面と密着している．この中にあってわれわれは，地球環境保全と植物生産を両立させることで，食と環境を守るとともに，地域の新しい産業育成に貢献できればと願っている．