

第60回PFCコンソーシアム研修会 「共同研究等の成果発表会」

発表要旨

物質循環型野菜生産技術の開発

研究代表者（所属）：北宅善昭（大阪公大・研究推進機構）

メタン発酵改質消化液の余剰汚泥に含まれる栄養塩の養液栽培利用

○野間洋志¹，遠藤良輔¹，北宅善昭²，林 伯諺³，中村謙治³

所属： 1 大阪公大・農学研究科， 2 大阪公大・研究推進機構， 3 エスペックミック株式会社

キーワード：養液栽培，メタン発酵，汚泥処理，資源再生

要 旨

メタン発酵は、有機性廃棄物からメタンとしてエネルギーを、また、残渣液を液肥として回収する資源循環技術である。残渣液は、さらに硝化処理して固液分離することで養液栽培のための培養液に改質できる。ただし、これらの処理過程で、植物栄養塩である鉄やリンの一部は固形分である余剰汚泥に取り込まれ、培養液には十分に移行しない。本研究では、余剰汚泥に取り込まれた再生リンを養液栽培で有効に利用する手法について検討した。

物質循環型野菜生産技術の開発

研究代表者（所属）：北宅善昭（大阪公大・研究推進機構）

アクアポニックスへのメタン発酵改質消化液の適用

○川本尚茂¹，遠藤良輔¹，北宅善昭²，林 伯諺³，中村謙治³

所属： 1 大阪公大・農学研究科， 2 大阪公大・研究推進機構， 3 エスペックミック株式会社

キーワード：アクアポニックス，メタン発酵，污泥処理，資源再生

要 旨

メタン発酵消化液を改質して養液栽培の培養液として利用する際には，改質過程で発生する余剰污泥の処理が問題となる。本研究では，余剰污泥がタンパク質に富み高い栄養価を持つ点に注目した。魚の養殖と植物の水耕栽培を組み合わせたアクアポニックスにおいて，養殖餌料として余剰污泥が，また，培養液として改質消化液がそれぞれ利用できれば，メタン発酵とアクアポニックスの双方で廃棄物由来の再生資源の利用率が高まり持続性向上に寄与できる。本研究では，ドジョウならびにレタスを対象としたアクアポニックスにメタン発酵消化液由来の資源を適用したときの窒素フローについて調べ、再生資源利用型アクアポニックスシステムの構築について検討した。

物質循環型野菜生産技術の開発

研究代表者（所属）：北宅 善昭（大阪公大・研究推進機構）

食品残渣から再生した培養液を用いたレタス水耕栽培

○林 伯諺¹，中村 謙治¹，遠藤 良輔²，北宅 善昭³

所属： 1 エスペックミック株式会社， 2 大阪公大・農学研究科 3 大阪公大・研究推進機構

キーワード：食品残渣，化学肥料，植物工場，水耕栽培，レタス

要 旨

食品残渣はN, P, K等の植物栄養塩を豊富に含んでいることから、これを処理して培養液とすることで養液栽培に利用できる可能性がある。本研究では、食品残渣を微生物ならびに膜で処理して資源再生培養液を生成した。さらに、再生培養液単体や、これに不足栄養分を添加したもの、化学肥料（1/20AT A処方）と混合したもの等を用いてレタス栽培実験を行い、資源再生培養液の有用性について評価した。なお、レタスは2品種を用いて、品種間差についても検討した。

物質循環PJ

研究代表者（所属）：北宅 善昭（大阪公大・研究推進機構）

人工光型植物工場へのプロバイオポニックス栽培の導入に向けた 課題の検討

○林 伯諺¹，河合 真帆¹，中村 謙治¹，北宅 善昭²，○江口 雅丈²

所属： 1 エスペックミック株式会社， 2 大阪公大・研究推進機構

キーワード：有機質肥料，かつお煮汁，減化学肥料，水耕栽培，レタス

要 旨

環境問題に対する意識の高まりや昨今の肥料供給の不安定化により、食品残渣や動物の排泄物、あるいは食品加工時の副産物といった動植物由来の有機物を原料とする有機質肥料に注目が集まっている。有機質肥料の利用には、土壌微生物の作用が不可欠であるが、培養液中では一部の微生物が不活性化するため、有機質肥料を養液栽培において用いることは困難とされてきた。しかし、近年、この問題を克服する栽培方法が確立され、プロバイオポニックス栽培と命名されている。本研究では、商用規模の人工光型植物工場においてプロバイオポニックス栽培を行うための課題の抽出を目的とし、経節製造時の副産物である煮汁を用いて栽培試験を行った。本発表では、昨年度の試験結果を中心に報告する。

最適化空調システムの研究

研究代表者（所属）：木下進一（大阪公大・工学研究科）

人工光型植物工場の最適設計に関わる 生育予測モデルの構築とその適用性評価

○木下 進一¹，密原 秀真¹，鈴木 優希也¹，吉田 篤正^{1, 2}

所属： 1 大阪公大・工学研究科, 2 早稲田大学・工学部

キーワード：植物工場，最適設計，同化箱，光合成モデル，生育予測モデル

要 旨

人工光型工場におけるエネルギー利用の高効率化を目的として，レタスの光合成速度に及ぼす各種環境因子の影響を閉鎖型循環流路で構成された同化箱により評価し，レタスの光合成モデルを構築し，これを考慮した生育予測モデルを構築した．このモデルの適用性について，本学C20棟環境シミュレータ室にて制御された栽培環境で生育させたレタスの実測重量と，これと同じ環境条件を生育モデルに入力して得られた予測重量とを比較することにより検証した．その結果，定量的な予測精度には不十分な点があり，光合成モデルにおける光強度以外の因子の影響，生育の進行に伴う一株内および株間の葉の重なりの影響などについて，詳細に検討する必要性を確認した．]

最適化空調システムの研究
研究代表者（所属）：木下進一（大阪公大・工学研究科）

実稼働データに基づく完全人工光型植物工場の 温熱環境とエネルギー収支の解析

○加賀田 翔^{1,2}, トウ ギョウシン²
所属： 1 大阪公大・工学研究科, 2 大阪工業大学・工学部

キーワード：植物工場, エネルギー, 空調, 温熱環境, 実稼働データ

要 旨

完全人工光型植物工場は、隔離された空間で植物の生育に必要な光、温熱環境、CO₂濃度を人工的に制御するため、大量のエネルギーを消費する。特に照明と空調に要するエネルギーが占める割合が大きく、これらの削減が大きな課題となっている。本研究は植物工場の空調に要するエネルギー削減策を見出す事を目的として、実稼働中の完全人工光型植物工場の栽培室内の実測データを基に、温熱環境とエネルギー収支の時間変化、空調の運転効率について解析を行った。その結果、栽培室が持つ大きな熱容量が空調の効率的な運転を阻害している可能性が見出された。

最適化空調システムプロジェクト

研究代表者（所属）：木下進一（大阪公大・工学研究科）

完全人工光型植物工場用アオジソの育成

○山口タ¹，正岡里穂¹，竹田恵美²

所属： 1 大阪公大・農学研究科， 2 大阪公大・理学研究科

キーワード：植物工場、アオジソ、育種、機能性成分

要 旨

完全人工光型植物工場は、天候に左右されない栽培が可能のため安定した野菜供給源として広く流通している。しかし、生産される野菜は約8割がレタス類であり、品目の拡大はそれほど進んでいない。本研究では、単価の高いハーブ類の中でも最も販売額の大きいアオジソに焦点をあて、完全人工光型植物工場での栽培に適したアオジソ品種の育成に取り組んでいる。これまでにジーンバンク由来の17系統と市販4品種を植物工場設備で栽培し、草丈や収量、香気成分であるペリルアルデヒド含量、機能性成分であるロスマリン酸含量などの特性について調査した。現在、その結果を踏まえて交配育種を進めている。

最適化空調システムプロジェクト
研究代表者（所属）：木下進一（大阪公大・工学研究科）

レタス栽培に於ける風によるチップバーン抑制効果

○坂幸憲¹，山口タ²，正岡里穂²
所属： 1 CKD(株) 2 大阪公大・農学研究科

キーワード： 植物工場，空調制御，LED照明，チップバーン抑制，生育促進

要 旨

人工光型植物工場での栽培植物の安定生産を目指し最適な空調制御システムの研究に取り組み、レタス栽培に於ける風によるチップバーンの抑制と生育促進効果を明らかにしてきた。これまでは実験用栽培棚をもちいた栽培実証試験を行ってきたが、今回は量産植物工場に近づけるため栽培棚を市販の3段式水耕栽培棚に変更、光環境、風環境、栽培スペースの環境条件を変え、生育速度とチップバーン発症への影響を確認したので結果を報告する。

ここでは風環境と栽培スペースによる生育影響について報告。光環境については、別途、植物栽培用の面発光LED照明をご提供頂いた茶谷産業様より報告頂く。

低コスト植物生産のための面発光LED照明の開発
研究代表者（所属）：中崎龍（茶谷産業株式会社）

面発光LED照明による植物生産コスト低減と 生産性向上の可能性の検討

中崎龍¹，前川拓¹，[○]志戸崇紀¹，和田徳治¹，森智志¹，酒本洋樹¹

所属： 1 茶谷産業株式会社

キーワード：植物工場，LED照明，面発光，レタス，コスト低減

要 旨

植物工場はその建設にかかるイニシャルコスト、光源・空調などのランニングコストが高く、収益性が課題となっている。植物工場で栽培される作物の単位面積当たりの収量を上げること、消費される電気代の多くを占める光源の電気代を下げることは、今後植物工場市場を更に成長させるための大きな課題である。

当社が長年培ってきた車載ディスプレイ用の面発光技術を用いて、植物栽培用の面発光LED照明を開発できれば、植物と光源の距離を縮めることで、棚数を増やすことができ、即ち単位面積当たりの収量の増加につながる事が期待できる。

今回CKD様の実験において、当社面発光光源と従来の所謂線発光光源を用いた栽培棚を其々使用して比較実験をしていただいたところ、レタスの生育に違いがあることが確認された。

植物工場研究センター研究室での研究

研究代表者（所属）：大山 克己（大阪公立大学大学院 現代システム科学研究科）

植物生産を環境に配慮して効率化するための取り組み例

○大山克己¹

所属： 1 大阪公立大学大学院 現代システム科学研究科

キーワード：環境、管理、軽労化、作業、ロボット

要 旨

大山研究室では、植物生産を環境に配慮して効率化するための一連の研究を実施している。具体例として、①小型電動ロボットを用いた醸造用ブドウ生産の軽労化、②生産管理支援システムを利用した作業管理の体系化・簡略化、③植物を利用した排水および海水の浄化、に関する研究があげられる。①では、醸造用ブドウ園に小型電動ロボットを導入することによる軽労化を目指している。②では、大規模施設における働くひとの管理の適正化を見込む。③では、植物を利用して、排水や海水を浄化し、きれいな水を精製する手法が確立されることを期待する。これら一連の研究により、植物生産を環境に配慮して効率化することを目指している。

栽培自動化技術パッケージ開発の勉強会

研究代表者（所属）：福田弘和（大阪公大・工学研究科）

メタバース植物工場に向けた学術的考察

○福田弘和¹

所属： 1 大阪公大・工学研究科

キーワード：シミュレーション、デジタルツイン、ロボット、VR

要 旨

仮想現実・デジタルツインを利用した農業に期待が集まっている。これらの技術は、AI栽培ロボットの動作設計や、ゲームエンジンなどを利用した植物の成長解析や生理代謝のシミュレーション、VR遠隔栽培やメタバース植物工場などの新たな生産方式の基盤として大きな期待を集めている。産業としてのメタバース植物工場の実現はまだ先になると思われるが、アイデアを生み出すコンセプトとして現時点でも大きな価値がある。本発表では、メタバース植物工場の議論を開始するにあたり行った学術的考察を紹介する。

植物成長予測制御研究室

研究代表者（所属）：福田弘和（大阪公大・工学研究科）

ゲームエンジンを用いた体内時計の複雑環境応答シミュレーション

○八木亮太、青山尚暉、福田弘和¹

所属： 1 大阪公大・工学研究科

キーワード：位相応答場，概日時計，Unity，VR

要 旨

Cyber-Physical Systems (CPS) 農業の実現には、数理・デジタルの融合技術が必要である。中でも、ゲームエンジンなどを利用した植物の成長解析や生理代謝のシミュレーションは、AI栽培ロボットやVR遠隔栽培の基盤技術として必要である。そこで本研究では、ゲームエンジンUnityを用いて、非常に複雑な環境刺激に対する植物の概日時計細胞集団の振る舞いをシミュレーションするシステムを開発した。これにより、VRゴーグルを用いた直感的な操作により、複雑な環境入力を設計し、3D植物への入力パターンの解析を可能とした。

植物栽培における根圏環境改善へのファインバブルの応用
研究代表者（所属）：前野 聖志（株式会社サイエンス）

ファインバブルの農業展開の状況

○前野聖志¹，平江真輝¹

所属：1 株式会社サイエンス

キーワード：ファインバブル、酸素濃度、植物、生理効果

要 旨

ファインバブル（FB）とは100 μm 以下の微細気泡のことであり，中でも1～100 μm の範囲をマイクロバブル（MB），1 μm 未満をウルトラファインバブル（UFB）と呼ばれている。このFBは通常の気泡とは異なる性質を有している。MBは水中へ効率よく気体を溶かすことによる溶存酸素濃度の上昇、UFBはその微細さから水中で長期的な安定性を持っている。この特性により、洗浄分野、排水処理、漁業など多岐にわたり活用されている。今回はファインバブルの特性を活かした農業展開の状況について発表いたします。

植物を用いた組み換え病原体抗原の発現系の確立およびその大量高速生産システムの構築

研究代表者（所属）：北宅善昭（大阪公大・研究推進機構）

植物ウイルスベクター法を用いた感染症病原体の 抗原大量生産技術の開発

○北宅善昭¹，望月知史²

所属： 1 大阪公大・研究推進機構， 2 大阪公大・農学研究科

キーワード：植物工場，ウイルスベクター，ワクチン，ホスト植物

要 旨

以下の2目標に向けて、基礎的な検討を行った。植物ウイルスベクター法を用い、植物細胞で人獣感染症病原の抗原を大量生産する系を確立する。また、ホスト植物を植物工場を用いて大量高速生産するための環境制御技術を開発する。2022年度は、主に、目的遺伝子を導入した植物ウイルスベクターを宿主植物に接種し、接種部位における各タンパク質の発現を確認した。また、限られた栽培空間容積で、ウイルスベクターに感染したホスト植物の側枝の総収量を高めることを目的として、茎頂を除去した茎の一部の挿し木苗を用いた養液栽培において、側枝収穫時期が茎葉へのバイオマス分配に及ぼす影響を調べた。