

植物工場における高付加価値植物の生産技術開発

研究期間：2004～2024年

研究背景・目的

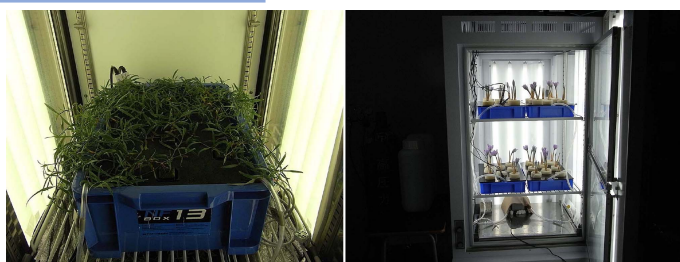
1. 概要

閉鎖空間における人工環境下において露地栽培では実現不可能な高付加価値植物の生産に必要な技術を開発しています。開発項目は環境制御技術および生体計測技術です。対象品種は葉菜および薬用植物です。各種センサーからの生体情報を基に植物栽培に最適な環境制御を行うSpeaking Plant Approachを実践することを目標としています。

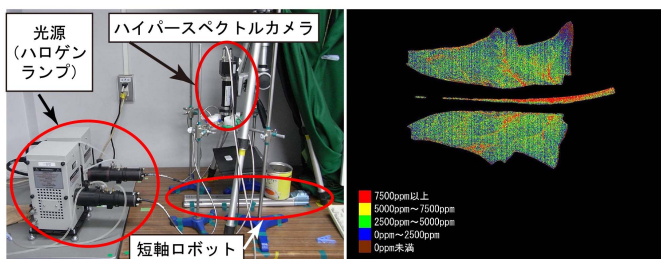
2. 新規性

品質の指標として植物の概観だけでなく含有成分に着目し、薬用植物に含まれる薬効成分含量の増大と葉菜中の硝酸イオン濃度の低減を目指しています。内容成分濃度の新たな検出法として、近赤外線分光法および光散乱画像計測法を使用した非破壊計測法を開発しています。トランスクリプトーム解析を実施し、生産植物の環境応答を詳細に解析しています。Speaking Plant Approachを実現すべく植物に必要な環境を適時与える次世代型植物工場の基盤技術とする予定です。

実験概要



白花蛇舌草の栽培 サフランの栽培
図1 人工気象器内における薬用植物栽培



ハイパースペクトル画像撮影システム ホウレンソウの硝酸イオン濃度分布計測例
図2 葉面内硝酸イオン濃度分布計測

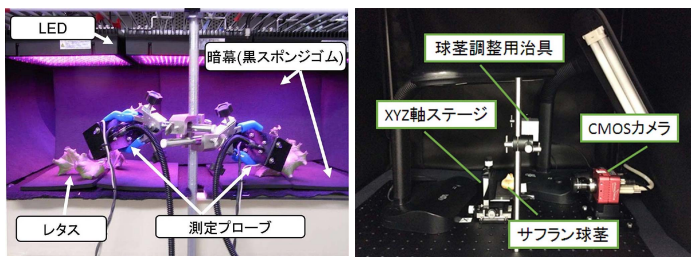


図3 レタス個体の近赤外分光測定 図4 光散乱画像撮影装置

結果と考察

2024年現在、薬用植物の栽培研究を主に進めています（図1）。当研究室は2009年の植物工場第3次ブームの時代に野菜ではなく薬用植物の生産を提唱した数少ない研究機関です。現在では薬用植物を生産品種として研究する機関が増えてきました。野菜内硝酸イオン濃度の非破壊計測は葉内の1点、葉面全体および個体全体の3種のスケールで測定する手法を開発しました。葉面全体の濃度分布はハイパースペクトルカメラにより（図2）、他の2通りの測定は汎用の近赤外分光計を使用します。個体全体の測定では栽培期間中の連続測定を行いました（図3）。光散乱画像計測法は近赤外線分光法では困難な球根内のデンプン濃度計測に適用しており、精度の高い非破壊計測を実現しました（図4）。最近ではサフラン子球のシンク強度を近赤外線分光法によって非破壊計測し、その結果に応じて環境制御を実施する、Speaking Plant Approachの実践に挑戦しています。

植物工場は国策であるスマートフードチェーンに組み込まれ、バリューチェーンを構成する要素として認識されるようになってきました。社会全体にデジタルトランスフォーメーションやグリーントランスフォーメーションが求められ、植物工場も持続可能なマーケットイン型の生産に対応することが求められています。将来得られる研究成果は社会の要請に応える内容であり、国策の実現に貢献すると考えます。

発表論文

1. 伊藤博通, 「本学会のパラダイムと学術用語」 (第十二回) 植物工場技術の鍵となる植物生体計測, 植物環境工学, 34(4), 175-179, 2022.
2. 伊藤博通, Speaking Plant Approach と非破壊計測, 植物環境工学, 32(2), 97-107, 2020.
3. R. NATSUHARA, Y. UNO, S. KUROKI, N. KAJIKAWA, K. UMABA, K. ZAKO, T. NISHIMURA, H. ITOH, Development of a Non-destructive Starch Concentration Measurement Technique in Saffron (*Crocus sativus* L.) Corms Using Light Scattering Image Analysis, Environmental Control in Biology, 58 (4), 105-113, 2020.
4. C. HANAWA, Y. UNO, S. KUROKI, K. HIGASHIUCHI, M. SHIBATA, T. MATSUI, C. W. WONG, P. C. LEUNG, C. B. LAU, H. ITOH, Effect of Air Temperature during Light and Dark Periods on the Iridoid Glycoside Content of *Hedyotis diffusa*, Environmental Control in Biology, 56 (2), 73-79, 2018.
5. N. KAJIKAWA, Y. UNO, S. KUROKI, S. MIYAGAWA, Y. YAMASHITA, Y. HAMAGUCHI, Y. UEDA, M. KOBAYASHI, K. KAJI, H. ITOH, Effect of Far-red Light on Saffron (*Crocus sativus* L.) Growth and Crocin Yields, Environmental Control in Biology, 56 (2), 51-57, 2018.
6. K. Higashiuchi, Y. Uno, S. Kuroki, M. Hisano, T. Mori, C. W. Wong, P. C. Leung, C. B. Lau, H. Itoh, Effect of Light Intensity and Light/Dark Period on Iridoids in *Hedyotis diffusa*, Environmental Control in Biology, 54(2), 109-116, 2016.
7. H. Itoh, K. Nomura, N. Shiraishi, Y. Uno, S. Kuroki, K. Ayata, Continuous Measurement of Nitrate Concentration in Whole Lettuce Plant by Visible-near-infrared Spectroscopy. Environmental Control in Biology, 53(4), 205-215, 2015.
8. 宮川沙千, 伊藤博通, 宇野雄一, 黒木信一郎, 宮地大樹, 北秋広徳, 植田頼親, 小林眞土, 鍛治研一, 芽の数と気温がサフラン子球生産とクロシン総量に及ぼす影響, 植物環境工学, 27(4), 204-212, 2015
9. 伊藤博通, 友田小百合, 八田朋子, 白石齊聖, 宇野雄一, ホウレンソウカルスの硝酸イオン濃度推定のためのハイパースペクトルイメージングシステムの開発, 植物環境工学, 24 (4), 233-243, 2012.
10. H. Itoh, H. Tomita, Y. Uno, N. Shiraishi, Development of Method for Non-destructive Measurement of Nitrate Concentration in Vegetable Leaves by Near-infrared Spectroscopy, Reprints of the 18th IFAC World Congress, CD-ROM(6 頁), 2011.
11. H.Itoh, S. Kanda, H. Matsuura, N. Shiraishi, K. Sakai, A. Sasao, Measurement of Nitrate Concentration Distribution in Vegetables by NearInfrared Hyperspectral Imaging, Environment Control in Biology, 48(2), 31-43, 2010.
12. 松本拓也, 伊藤博通, 白居祐希, 白石齊聖, 宇野雄一, 光質がレタス成長 と野菜中硝酸イオン濃度に及ぼす影響, 植物環境工学, 22 (3), 140-147, 2010.

学会発表

1. K. Muranaka, Y. Uno, S. Kuroki, S. Nakajima, T. Nishimura, H. Uoda, C. Tagami, R. Natsuhara, H. Kobayashi, H. Itoh, Transcriptome Analysis of the Effect of Changes in Air Temperature on Daughter Corms Development of Saffron, Proceedings of CIGR The XX CIGR World Congress 2022, 2022.
2. N. Morimoto, Y. Uno, S. Kuroki, S. Nakajima, T. Matsui, Y. Kuritani, T. Nishizima, H. Itoh, Non-destructive and Non-contact Measurement of Plant Growth of *Hedyotis diffusa* by Image Analysis, Proceedings of CIGR The XX CIGR World Congress 2022, 2022.

研究費 (JSPS科研費)

1. 気温と光量子束密度を入力とするサフラン子球シンク強度のシステム同定 (2024~2026年度)
2. スピーキングプラントアプローチによるサフラン子球の生育制御法解明 (2021~2023年度)
3. オミックス解析を援用したサフラン薬効成分の生合成促進のための生育制御法解明 (2018-2020)
4. 葉面内硝酸濃度分布計測法を援用した硝酸還元酵素活性を誘導するシグナル伝達物質同定 (2009-2011)