

色光照明を用いたIoTスマートアクアポニクスシステム

Effect of Lighting Conditions for IoT-based Smart Aquaponics System

森山剛*, Phok Chrin**, T.Y. Boreborey**
Tsuyoshi Moriyama*, Phok Chrin**, and T.Y. Boreborey**

* 東京工芸大学、243-0297 神奈川県厚木市飯山南5-45-1

** P.O. Box 86, Russian Federation Blvd, Toul Kork District, Phnom Penh, Cambodia

概要

SDGsに合致し環境の浄化と食糧計画、さらに人の癒しの効果も期待されるアクアポニクスにIoTを導入したスマートアクアポニクスを作成した結果及び色光照明を用いた水耕栽培の結果について報告する。農業は学問分野も国境も超える究極の分野横断的な課題であり、また人類にとって基本的かつ恒久的な挑戦である。色彩をはじめとした技術を今後活用する方法について議論する。

はじめに

アクアポニクスとは、水耕栽培(Hydroponics)と水産養殖(Aquaculture)を同時に行う農業形態である。これは決して新しいものではなく、約1500年前の東南アジアでは水田と魚の養殖が組み合わせられて稲作が行われていた[1]。しかしこれまで水を循環させることによる高い生産性を実現する方法であったものが、現代では、一種の工場として食料を計画的に生産することにより、食料の安定供給とフードロスの削減を実現する食糧生産システムとして期待されている。さらに、魚介類のエサとなる藻に温室効果ガスを吸収させたり、アクアポニクスで必要とする電力を生活ゴミを燃料として給電したりと、人の暮らしの浄化装置としての役割も期待されている[2]。

一方で、アクアポニクスを成功させるには植物と魚介類の両方に生存するのに適した環境を保全しなければならないが、単純ではない。例えば、水耕栽培ではミネラルの可溶性から酸性環境が望ましいが、魚の糞を硝化して植物の養分にする硝化細菌が最も活動するのはアルカリ性環境である。また、その硝化細菌が最も硝化するのは水温約30℃であるがニジマスなど冷水魚や葉物野菜は30℃では弱ってしまう。そこで、水温やpHが個別に調整できるように水の循環のさせ方を工夫したり、水温やpHの妥協点を保持するように管理したりといったことが行われる[1]。

本研究では、センサー等IoTデバイスを配備したスマートアクアポニクスシステムを構成し、その環境の管理及び可視化の方法を確立することを目的としている。特に本報告では、スペクトルの異なる色光照明下では野菜の生育状況が異なるとする先行研究に基づき[3]、環

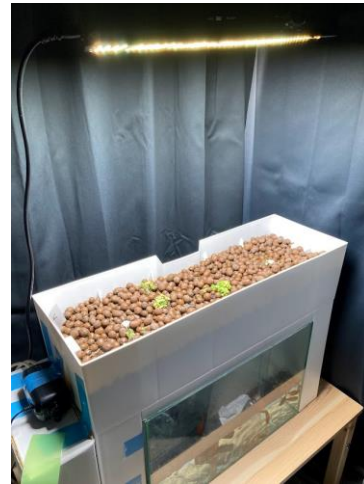


Fig. 1 アクアポニクスの基本構成

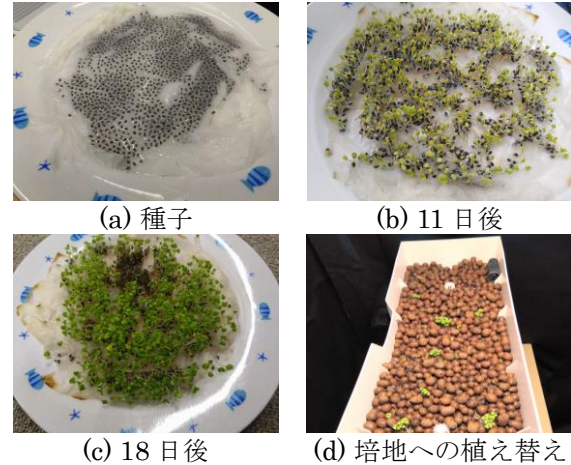


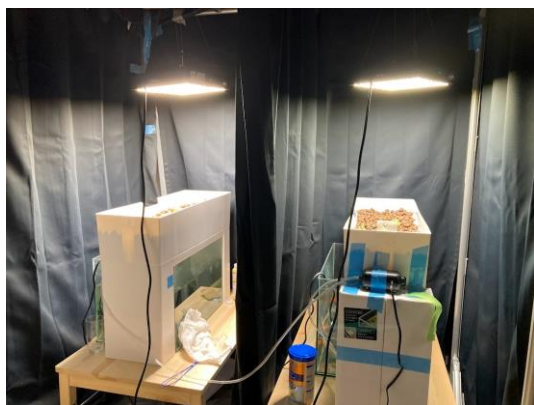
Fig. 2 バジルの導入

境要因の一つである照明条件に関する実験の経過について報告する。

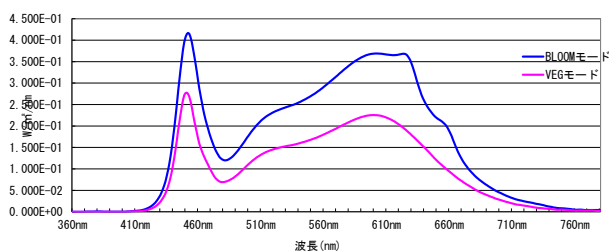
2. アクアポニクスの作成

2.1 基本構成

アクポニ製おさかな畑アクアスプラウトSVを導入し、野菜としてバジル、魚として金魚を用いることとした。バジルは種子で購入したものを湿らせたティッシュペーパー上で発芽させたものをハイドロボール(培地)上にまばらに植え替えた(図1及び2)。



(a) 左が BLOOM モードで右が VEG モード



(b) 色光照明のスペクトル

Fig. 3 導入した色光照明装置

2.2 色光照明装置

uplighting製UPA1000を2基用意し、図3のように暗幕で仕切ったアクアポニックス2基にそれぞれ、VEGモード(図中左で発芽段階用)、BLOOMモード(図中右で成長段階用)に切り替えたものを設置した。それぞれの色光を分光放射照度計CL-500Aで計測したスペクトルを図3(b)に示す。

2.3 センサーシステム

図4に示すようにArduino Uno (AD変換)を経由して接続したセンサーからPCにデータを転送し、図5のように全方位カメラ画像を球体に投影した映像に重畳表示したものを球体の内側の視点から見ることにより、アクアポニックス内の様子をリアルタイムかつ臨場感をもって視認することができるようにした。

3. 異なる照明条件下の植物の成長過程

図6に示すようにVEGモード(右)と比較してBLOOMモード(左)の方が歯面積が大きく色光照明の違いによって成長度が異なる結果が観察された。

4. まとめと今後の課題

IoTを導入したスマートアクアポニックスを作成し、色光照明条件の違いによる成長の違いを観察した。今後、温度、pH、硝酸やアンモニア濃度等センサーデータの解析結果をリアルタイムにモニタリングできるシステムを実装する。

5. 参考文献

[1] 榎康明, 山口智子, 筒浦さとみ, 化学と生物: 日本

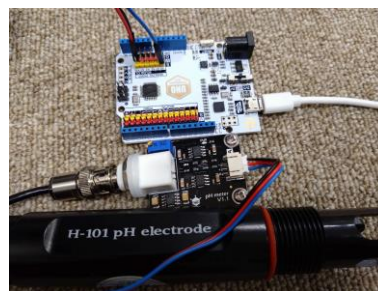
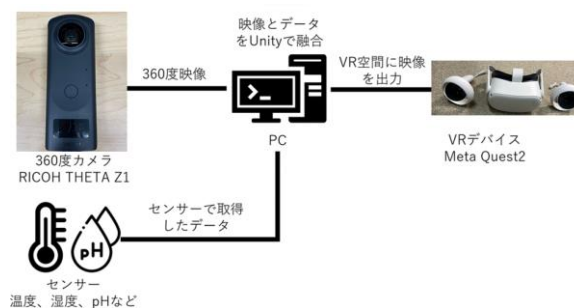
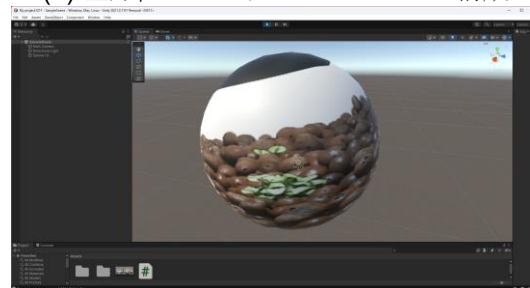


Fig. 4 pHセンサーを接続した Arduino Uno

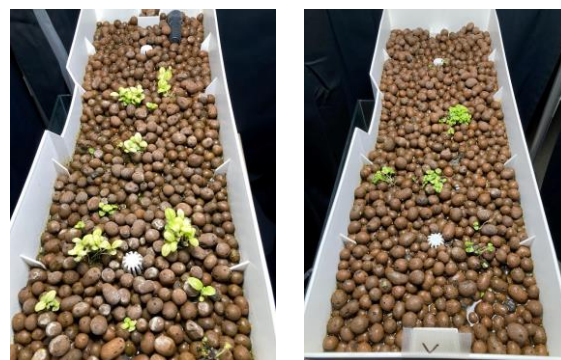


(a) 全方位モニタリングシステムの構成



(b) 球面に投影された 360° カメラ画像

Fig. 5 遠隔集中管理のための全方位可視化



(a) BLOOM モード

(b) VEG モード

Fig. 6 異なる色光照明条件下での成長の違い

農芸化学会誌: 生命・食・環境/日本農芸化学会編, 61(11), pp.530-538 (2023).

[2] 町田市バイオエネルギーセンター,

<https://machidashi-bioenergycenter.com/>.

[3] 北雄介, 青木広宙, 精密工学会学術講演会講演論文集2021年度精密工学会春季大会 (2021).