

環境制御型施設園芸における自動灌水制御システムの開発

常三島技術部門 計測制御システムグループ*

大学院社会産業理工学研究部 理工学域電気電子系**

北島 孝弘 (KITAJIMA Takahiro)*

桑原 明伸 (KUWAHARA Akinobu)*

安野 卓 (YASUNO Takashi)**

鈴木 浩司 (SUZUKI Hiroshi)**

Abstract :

This paper describes an automatic irrigation system for a greenhouse horticulture. The irrigation system mainly consists of an electric water pump, solenoid valves, and a single board computer (Raspberry Pi). And drippers are installed at each vegetable crop to realize drip watering. The irrigation system waters the crops at specific time intervals and a certain amount of water.

Keywords : greenhouse horticulture, automatic irrigation, raspberry pi

1. はじめに

近年の気候変動や農業従事者の高齢化にともない農業の持続可能性が懸念されており、農作物の高品質化、収量安定化、省力化を目的として施設園芸が注目されている。施設園芸はガラス温室やビニールハウス内で行われる農業であり、温湿度および二酸化炭素濃度の制御、自動灌水による土壌水分量の最適化、生育状況のモニタリング、収穫の自動化等が可能である。

本研究グループでは、温湿度の3次元モニタリングおよび制御、自動灌水制御、作物収穫の自動化の実現に向けてビニールハウスにおけるトマトの試験栽培、実験研究を実施している。日本では甘いトマトが好まれる傾向があるが、そこで重要となるのが栽培時の土壌水分量コントロールである。土壌水分量を抑える、つまり灌水量を少なくするとトマトは甘くなるがトマトのサイズが小さくなり収量が低下してしまう。本稿では最適な土壌水分量を検討するための自動灌水制御システムの開発について報告する。

2. 自動灌水制御システム

図1に自動灌水制御システムの構成図を示す。灌水タンク (Water tank) には電気伝導度 (EC) で管理された液肥混入の養液が蓄えられており、電動ポンプにより送り出される。

ポンプおよび電磁バルブの動作はリレーを介して小型コンピュータ (Raspberry Pi) により制御され、一定時間間隔、一定量の灌水を可能とする。また、電磁バルブは4個設置されており、Line1~Line4までの各給水ラインが個別に操作できることから、各ラインの灌水時間をそれぞれ設定することも可能である。各給水ラインは作物の場所でT字に分岐され、先端に取り付けられた定格2L/hの流量の点滴灌水部品 (ドリッパ) から灌水が行われる。表1に主要部品の型式等を示す。ポンプ-電磁バルブ-ドリッパ間はそれぞれソフトチューブにより接続され、そのチューブ内全容積は約2Lである。

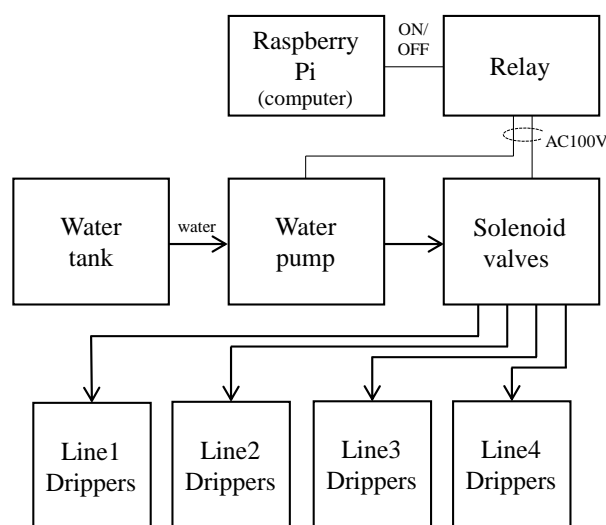


図1 自動灌水制御システム構成図

表 1 自動灌水制御システムの主要部品

コンピュータ	Raspberry Pi 3 Model B+
電動ポンプ	寺田ポンプ製作所 SL-52
電磁バルブ	CKD AB31-02-3
ドリッパ	カクダイ 5740

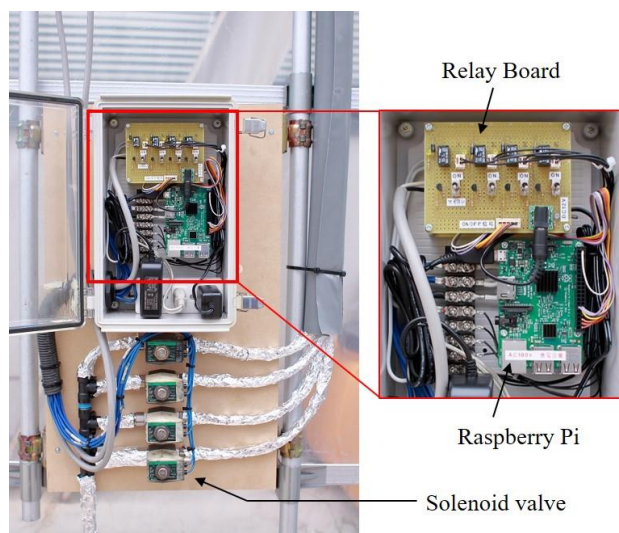


図 2 自動灌水制御コントローラ



図 3 ドリッパの設置状況

図 2 に扉付き開閉ボックスに収納された自動灌水制御コントローラを示す。コントローラはポンプおよび電磁バルブを ON/OFF するためのリレー基板と Raspberry Pi で構成されている。ビニールハウス内は加湿や農薬散布を行うためボックスは配線を通す穴以外は密閉されているが、日中の気温が上昇する時間帯でも扉面の遮光を行うことでボックス内の換気なしでも Raspberry Pi は問題なく動作する。灌水は日の出、日の入り時刻に合わせて行っており、Raspberry Pi に時刻情報を保持させる必要があるため Wi-Fi に接続している。また、灌水時間帯やドリッパ時間を変更する際

は Wi-Fi を介したリモート接続により遠隔で行う。リレー基板は Raspberry Pi の指令による ON/OFF に加えて、手動でも ON/OFF ができるようにスイッチを設けている。図 3 にロックウールの栽培ベッド上に植え付けられたトマトの苗とドリッパの設置状況を示す。栽培ベッド 1 ブロックにつき 3 株の苗が定植されており、ドリッパはトマト苗 1 株につき 1 個ずつ設置されている。ドリッパは部品内部の狭小水路に水を通過させることで滴下しており、水路にゴミが詰まると流量が低下するため適宜分解して掃除する必要がある。本システム構成では 10 秒間で約 5ml が灌水される。

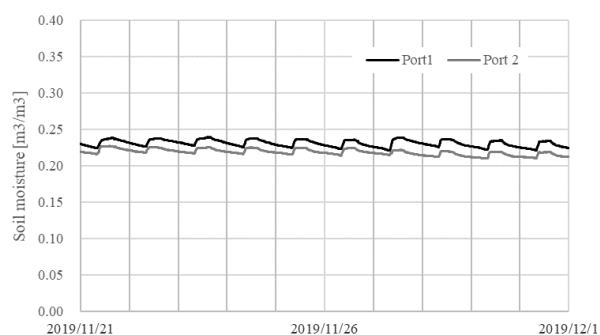


図 4 土壌水分センサの値

図 4 に異なる栽培ベッドに設置した 2 か所の土壌水分センサ (METER 社 5TE) で 10 日間計測した土壌水分量を示す。この期間は 10 分毎に 70 秒間の灌水を午前 8 時から午後 3 時までに行っている。センサの差し込み具合でセンサ間の計測値に差異はあるが、土壌水分の日変動は捉えられている。

さいごに

本稿の自動灌水システムが設置されたビニールハウスでは温湿度の 3 次元分布を計測するシステムも導入されており、今後は環境制御と併せて高品質・高収量のトマトを安定的に栽培し、収穫を自動化するシステムの開発を進める予定である。

謝辞

本研究に際して、徳農種苗株式会社の井上雅弘氏、西條武司氏、星野修一氏に多くのご支援、ご指導を賜りました。厚く御礼申し上げます。