

IoT を活用したトマト生育における 自動灌水・計測システムの構築

高野 新士[†] 酒井 一樹[†]
[†] 長岡工業高等専門学校 電子制御工学科

1. はじめに

トマトは世界で最も多く生産されているポピュラーな野菜である。近年では農業のIT化が進んでおり、稲作などにおいて省力化・無人化のための自動灌水システムなどが実用化されているが、トマト生育に特化したシステムはほとんど無い。安定した品質のトマトを生育するためには、土壌の状態や気候条件を考慮した灌水を行うことが必要である。

本研究では、土壌含水率を計測し、それに応じて自動で灌水を行うシステムを構築する。そして、土壌含水率の計測の際に、安価なセンサで高精度な計測を実現することを目的とする。

2. 自動灌水実験

インターネットから取得した時刻と水分センサから取得した土壌水分量より、灌水が必要かどうかを判断し、自動で灌水を行うシステムを構築する。その後、取得した土壌水分、気温などのデータから土壌の状態による自動灌水の必要性を考察する。

システムの灌水条件として、灌水後のセンサの出力値を w としたときに、 $1.03w$ と $1.10w$ の 2 つの基準値を検討する。センサの値は水分量が多いほど小さくなるので、 $1.10w$ の方がより土が乾いてから灌水させる条件となる。

水分センサの出力とビニールハウス内の気温を時系列でプロットしたグラフを図 1 に示す。それぞれの灌水条件による水分センサの出力を比較すると、灌水条件の基準値が $1.10w$ のものの方が、 $1.03w$ のものより変化の幅が大きい。すなわち、灌水条件によって土壌の状態を制御できているとわかる。水分センサの出力値と気温を比較すると、気温が低いときには水分量の変化が小さいことがわかる。このことから、定時の灌水ではなく、土壌の状態から灌水が必要かを判断することは理にかなっていると言える。

3. 含水率の計測の高精度化実験

土壌の含水率を変化させた場合の、水分センサ METER TEROS-12 と DFRobot SEN0193 の出力値の関係を調べる。TEROS-12 は比較的高価なセンサであり、EC 値による出力値の誤差が小さいという特徴がある。

まず、室内で風乾させた土を用意し、土に水を足していきながら、TEROS-12 と SEN0193 で測定を繰り返していく。最後に、TEROS-12 と SEN0193 の出力値の関係を調べる。

TEROS-12 と SEN0193 の出力値の関係を図 2 に示す。図 2 より、TEROS-12 と SEN0193 の出力値は分数関数の

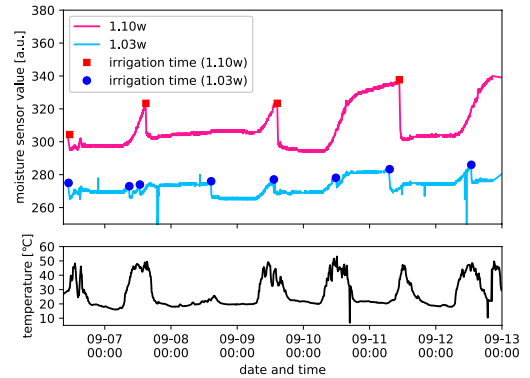


図1. システムの動作結果とビニールハウス内の気温

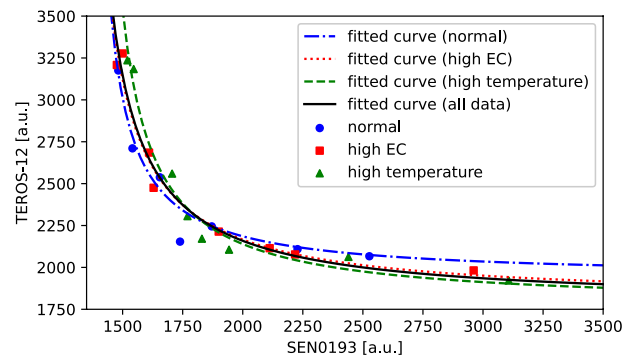


図 2. TEROS-12 と SEN0193 の出力値の関係

ような関係があることがわかる。

TEROS-12 と SEN0193 の出力値の関係を非線形最小二乗法で分数関数に近似すると、

$$(\text{TEROS-12}) = \frac{261780}{(\text{SEN0193}) - 1308} + 1780$$

となり、EC 値や温度の変化が小さい場合は 1 つの式で近似できることがわかった。しかし、ビニールハウス内の温度変化は非常に大きく、この近似式では精度が下がってしまう可能性がある。その場合は温度によって複数の式を用意して使い分ければよい。

また、水分センサで土壌含水率を測定できる場合、土壌含水率を設定した範囲内に収めるような灌水が可能となる。これにより、土壌状態を精密に制御できる。

4. まとめ

自動灌水実験により、土壌の状態から灌水が必要かを判断することは理にかなっていると言えることがわかった。また、含水率の計測の高精度化実験より、比較的安価な水分センサの値を高価な水分センサの値に近づけることができた。今後はトマトの生育に最適な灌水条件を求めることに取り組んでいく。