

低段密植ハウス栽培トマトの完熟乾燥重量の最適化

○新井 一成 (テラスマイル株式会社) * Farhad Hossain (テラスマイル株式会社)
 金田 千広 (テラスマイル株式会社) 國島 ミカ (テラスマイル株式会社)

1. はじめに

低段密植栽培とは、株間を密植し1~6段花房程度で摘芯して短期栽培を繰り返す栽培法である。本研究はこの栽培方法のトマト固有の問題に取り組むものである。乾燥重量と完熟乾燥重量の関係を、たとえば、日射量・平均気温・光合成量などに注目しつつ、既存のTOMGRO(農学モデル)に大幅な改良を加えつつ、工夫をこらした独自解析モデルを提案する。デジタル農業によって新たな知見を得ることができる。

Keywords: Time Series Forecast, TOMGRO.

2. TOMGRO モデルの概要

TOMGRO(A Dynamic Tomato Growth and Yield Model)はトマトの収穫量に関する予測モデルで、Jonesら(1991)によって提案された[1]。主に完熟乾燥重量と乾燥重量の関係性に着目する予測モデルであり、茎や果実の数、植物密度、炭素供給の比率、二酸化炭素濃度、温度、果実の発育速度等、パラメータは多岐に渡る。ただし、多くのパラメータ間の関係性が24本も定義されており、実際の圃場データから全ての条件を満たすようなパラメータを取得することは極めて困難である。私たちはTOMGROを実データを用いた予測モデルとして使用するため、パラメータの削減を検討した。

3. モデルの提案

私たちはJonesら(1999)によるTOMGRO発展モデルにおける(11)式に着目した[2]。(11)式はトマトの完熟乾燥重量 W_M と乾燥重量 W_F の関係を表現する微分方程式である。

$$dW_M/dt = D_F(T_d) \cdot (W_F - W_M) \quad (11)$$

式1 Jones(1999)の微分方程式(11)

この微分方程式は式変形により特殊解も一般解も得ることができない。これは右辺の一部の微分である dW_F/dt の値の導出が、TOMGROモデルにおいて解析的に困難であることに起因する。本研究の目的は、この dW_F/dt の値を工学的に求めるべく、解の存在範囲をシミュレーションにより明らかにすることである。そこで dW_F/dt を、Jonesら(1999)の(7)式に基づき次のように変形し、3つのパラメータに分解した。

$$dW_F/dt = GR_{net} \cdot \alpha_F \cdot f_F(T_d) \cdot [1 - e^{-\theta(N-N_{EF})}] \times g(T_{daytime}) \quad \text{if } N > N_{EF} \quad (7) \\ = \alpha \cdot K(L) \cdot R(N)$$

式2 Jones(1999)の微分方程式(7)とその変形

3つのパラメータは以下の通りである。

$$\alpha = E \cdot \alpha_F \cdot f(T_d) \cdot g(T_{daytime}) \cdot (1 - f_R(N))$$

$$K(L) = E(P_g - P_m)$$

$$R(N) = 1 - e^{-\theta(N-N_{EF})}$$

ここで $K(L)$ はトマトの純光合成量、 $R(N)$ はトマトの節の数の差分である。また α を定数係数として、正規乱数による解の存在範囲をシミュレーションした。

4. シミュレーション結果

横軸に $K(L)$ 、縦軸に $R(N)$ とした。結果から、 dW_F/dt はある程度上昇した後、緩やかに下がる数値をとることがわかった。

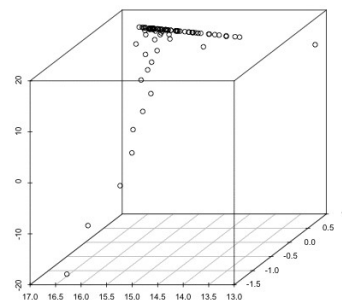


図1 解の存在範囲のシミュレーション

5. 考察と今後の展望

TOMGROモデルはトマトの生育状況を精密に捉えようとした数理モデルである。しかしながら、よくある統計解析では、予測できるように整理されていない。ここでは、パラメータ数を削減して、トマトの観察データで、収穫量予測をモデル上は可能にすることができた。ただし、農業データ一般に言えることではあるが、解析することは困難であるので、ここでは数値シミュレーションを実施し、観察データとの比較をするに止めた。

今後はこの課題を解決することに他の農作物の分析・応用できるかどうか検討したい。

参考文献

- [1] J.W.Jones, E.Dayan, L.Allen(1991), "A dynamic tomato growth and yield model (TOMGRO)", the American Society of Agricultural and Biological Engineers, Vol.34(2).
- [2] J.W.Jones, A.Kenig, C.E.Vallejos(1999), "Reduced State-Variable Tomato Growth Model-", the American Society of Agricultural and Biological Engineers, Vol.42(1)