

圃場内のサトウキビ収量ばらつき予測モデル

琉球大学農学部 ○鹿内健志, 上野正実

〔キーワード〕 成長モデル, 光合成, 精密農業, 葉面積指数

目的

本モデルはサトウキビ栽培農家が圃場内の作物生育状況から将来の収量を予測し、これに基づき栽培管理を行う際の意思決定を支援するシステムの一部として提案するものである。サトウキビ収量に及ぼす影響を葉面積指数 (LAI) を入力データとし、光合成量から乾物の生産・分配をもとめ収量の予測を行うことを目標とする。LAI はリモートセンシング (人工衛星, 航空写真など) を用い NDVI 等の指標から情報を取得する (図 1)。

モデル

モデルは David A.らによる成長モデルを適用する。光合成速度が次式で与えられるとする。

$$\frac{\partial}{\partial L} \left(\frac{\partial P}{\partial t} \right) = \frac{\rho I P_m}{\rho I + P_m} - R_D \quad (1)$$

I : 葉面到達日射量

P : 光合成量

P_m : 光合成飽和量

t : 時間

ρ : 光合成効率

R_D : 呼吸量

光合成は植物葉面に到達する日射量に影響を受けるが、ここで群落により光が遮断されたときの日射量が LAI により次式で表現できるとする。

$$I = k I_0 e^{-kL} \quad (2)$$

L : LAI

(2) を (1) に代入し、次式を得る。

$$\frac{\partial}{\partial L} \left(\frac{\partial P}{\partial t} \right) = \frac{\rho k I_0 e^{-kL} P_m}{\rho k I_0 e^{-kL} + P_m} - R_D \quad (3)$$

(3) を LAI で積分すると単位土地面積あたりの光合成速度が求まる。

$$\frac{dP}{dt} = \int \left(\frac{\rho k I_0 e^{-kL} P_m}{\rho k I_0 e^{-kL} + P_m} - R_D \right) dL = \frac{P_m}{k} \ln \left(\frac{\rho k I_0 + P_m}{\rho k I_0 e^{-kL} + P_m} \right) - R_D L \quad (4)$$

植物の呼吸量には光合成速度に比例する部分と植物の重量に比例する部分の和に分けられることが知られているので次式を導入する。

$$R_c = R_D L = a \frac{dP}{dt} + bP \quad (5)$$

(5) を (4) に代入し、

$$\frac{dP}{dt} = \frac{1}{1+a} \left\{ \frac{P_m}{k} \ln \left(\frac{\rho k I_0 + P_m}{\rho k I_0 e^{-kL} + P_m} \right) - bP \right\} \quad (6)$$

を得る。

光合成による生産物は植物体各部への分配を考慮し以下のように表現できるとする。

$$\alpha P = R_m + S_m + L_m \quad (7)$$

R_m : 根の乾物重量

S_m : 茎の乾物重量

L_m : 葉の乾物重量

α : 乾物重量への換算係数

また根の乾物重量および葉の乾物重量は次式で表されると仮定する。

$$R_m = \beta L_m \quad (8)$$

$$L_m = \gamma L \quad (9) \quad (\beta \gamma : \text{定数})$$

(8)(9)を(7)に代入し、茎の乾物重量について求めると以下の式になる。

$$S_m = \alpha P - (1 + \beta)\gamma L \quad (10)$$

本モデルでは茎の乾物重量をサトウキビ収量とする。

LAI と時間の関係がわかれば(6)(10)を用いて、サトウキビ収量が求められる。LAIは下記の式で表されると仮定する。

$$\frac{dL}{dt} = k_1(L_{\max} - L) \quad (11)$$

(6)(11)の微分方程式は差分形に書き換え数値解析により計算を行う。

文献等を参照し計算に必要な定数を決定した。計算結果は1987年農林水産省グリーンエナジー計画の実験データと比較しモデルの検証を行なった(図2)。

参考文献

David A. Charles-Edwards, David Doley and Glynn M. Rimmington.: Modelling plant growth and development, 1986.

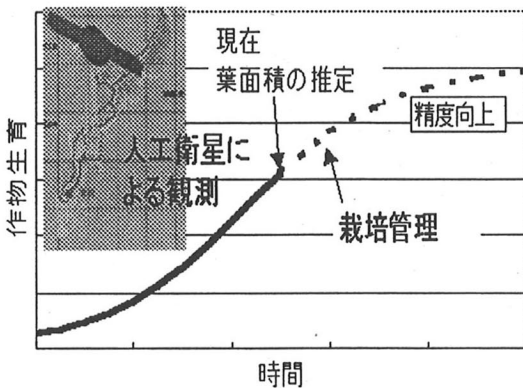


図1 リモートセンシングによる農家意思決定支援システム

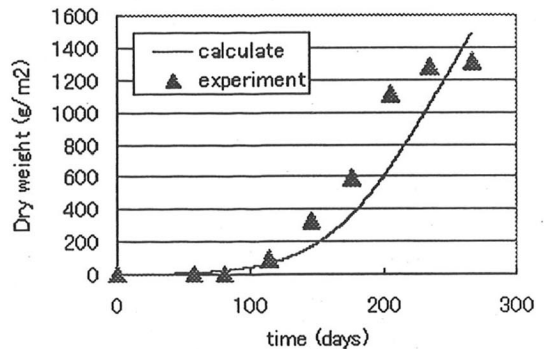


図2 計算結果(茎の乾物重量)