

大豆の生育予測に関する研究

第2報 乾物重予測のためのシミュレーションモデル

阿部 吉克・桃谷 英

(山形県立農業試験場)

Prediction of Soybean-growth

2. Model simulation of dry-matter growth

Yoshikatu ABE and Masaru MOMOYA

(Ymagata Prefectural Agricultural Experiment Station)

1 はじめに

作物の生育を的確に予測することは、適期、適切な栽培管理等の対応を可能にし、生育の安定化に寄与する。大豆も栽培面積の拡大とともに対応技術の開発が進み、それら技術の効果を安全かつ確実なものとするため生育診断技術の開発の必要性が高まった。

生育と気象との関係を説明しようとする場合、従来用いられた統計学的な手法では、広い変異を伴った多量のデータの蓄積が必要である。

大豆に関してはこれらのデータの蓄積が少なく、実用可能なモデルを導くことは未だ困難である。しかし、光合成、呼吸に関する研究は多く、これら既往の成果をシステム化しモデルを作り、動的な予測を行うことは可能であろうと思われる。本報では大豆に関して乾物生産予測のため基本モデルを作り、その妥当性について検討し合せて若干の知見を得たので報告する。

2 試験方法

圃場試験は品種スズタカを用い1983, 1984年に行った。播種期は5月25日, 6月5日, 6月15日, 栽植密度は畦幅75cm, 株間15cm 1本立て(8.8本/m²)とした。

施肥量はa当たりN 0.25kg, P₂O₅ 0.75kg, K₂O 1.0kg, 堆肥約300kgを全量基肥として施用した。

出芽後約10日間隔で9~10回抜取調査を行い器官別乾物重及び葉面積を測定した。また地上部がほぼ最大になった最上位葉展開期頃に層別刈取りを行うとともに、群落各層の相対照度を群落相対照度計で測定した。

3 結果及び考察

(1) 乾物生長シミュレーションモデルの作成

乾物成長モデルによる予測が大豆に適用可能であるかを検討するため、比較的簡単なモデル(図1)を作成した。

このモデルでは粗同化量、呼吸量を各器官プールに考え純同化量が各器官に分配される形をとっている。また、葉身の拡大と粗同化量、呼吸量のみがフィードバックループとなっており、他要素への情報のフィードバックは考えて

いない。

ここでは、気象要素特に日射量の変化に対応する乾物生産の反応をみようとしたものである。生育のステージを表わす指標としては、最上位葉展開期を基準にした積算気温の指標を用いた。すなわち、STAGE = 出芽~t₁時積算気温 / 出芽~最上位葉展開期積算気温。なお、最上位葉展開期の予測については前報で報告した。

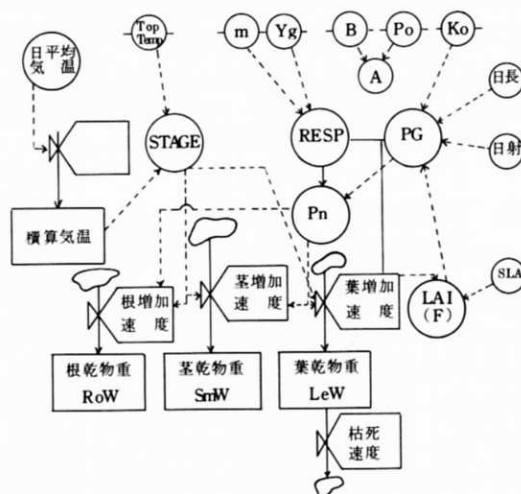


図1 モデルの流れ図

注. PG: 1日当たり粗同化量 RESP: 1日当たり全呼吸量 Pn: PG-RESP A, B, Po: $A = (B \cdot I - Po) / Po \cdot I$ I: 光強度 m: 維持呼吸率 Ko: 群落吸光係数 Yg: 光合成産物から変換効率 TopTemp: 出芽~最上位葉展開期積算気温

(2) パラメータの検討

1) 群落吸光係数: 層別LAIと層別相対照度及びLAIと地際相対照度の関係から常法より吸光係数(Ko)を算出した。Koは0.507とやや低めの値となったが、これを基本ランとした。

2) 光-光合成曲線と粗同化量: $A = (B \cdot I - Po) / Po \cdot I$, Po = 強光下における個葉の最大同化速度, I = 40 KLx のとき Po = 15 mg CO₂ / d m² / h とし, B = 0.1 を基本ランとした。I は t₁ 時の光強度で次式で表わせる。I = Ko · Io exp(-Ko · F), Io = IM sin²((π/DL) · t) IM: 日最高照度 DL: 日長 粗同化量の算出は次式によ

った。⁴⁾

$$PG(1日当たり粗同化量) = \int_0^{DL} \left\{ \int_0^F P \cdot dF \right\} dt$$

$$P = B \cdot I / (1 + A \cdot I)$$

3)呼吸速度： 全呼吸を生長呼吸と維持呼吸に分けた。パラメータは堀江³⁾、広田¹⁾等によって示されたものをそのまま用いた。光合成産物から作物組織体への変換効率 Y_g を 0.73, 維持呼吸率 m を STAGE 1.0 以下で 0.088, 1.0 以上を 0.012 とした。

4)光合成産物の各器官への分配率： 葉身への分配率は図2に示した。年次、播種期の違いにかかわらず生育ステージによって漸減し、環境条件にはほとんど影響されなかった。これは Horie のヒマワリでの報告²⁾とも一致した。

この推移パターンは多項式で近似し、モデルに組み込んだ。茎・根でも同様にして近似式を得た。落葉率は実測に基づき STAGE 1.45 までは 0%, 1.45~1.60 は 10%/STAGE, 1.6 以上では急激な落葉が始まり 1.65 付近で 100% 落葉するものとした。

5) SLA の推移： 同年次内では播種期が異なっても同様な推移をするが、年次間では推移パターンに大きな差がみられ、推定式を作ることは困難であった。そのため今回のモデルでは実測値をそのまま用いることにした。

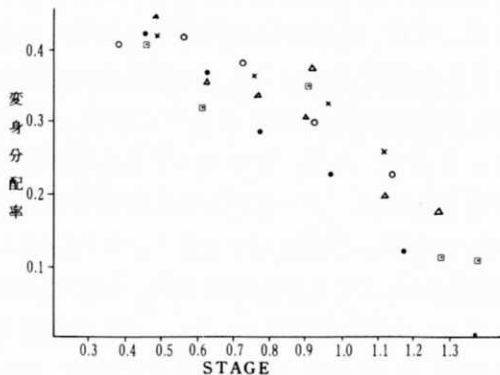


図2 葉身への乾物分配率の推移

注. ●: 1983 5/25 ×: 1984 6/15 □: 1984 6/5
○: 1983 6/5 △: 1984 5/25 ▽: 1984 6/15

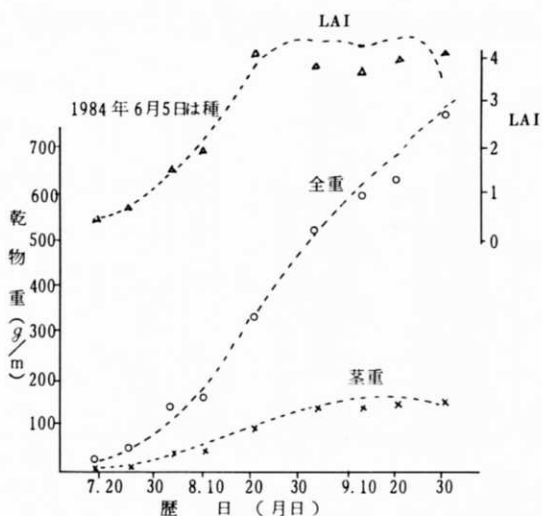


図3 シミュレーションによる乾物重・LAIの推移

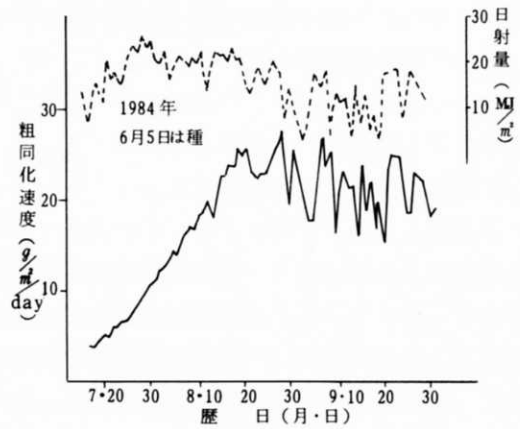


図4 日射量の変動による粗同化速度の変化

(3)シミュレーションの結果

図3にはシミュレーション結果の一部を示した。出芽後約1か月の測定値を初期値とし、ほぼ70日間に及ぶ比較的長期のシミュレーションを試みた。その結果、年次・播種期を問わず、乾物重、LAIともほぼ実測に近い推移をした。特に生長速度の速い生育中期の精度が高くなった。

図4は日射量の変動による粗同化速度の変化を示した。最大繁茂期(8月20日頃)までは1日当たり粗同化速度は漸増し、約 $25 \text{ g/m}^2/\text{day}$ くらいまで達した。この増加は葉面積の拡大に伴うものと考えられる。それ以降の増加はみられず日射量の変動に対応した変化が顕著に現われてくるパターンがみられた。

4 ま と め

収量成立の要因を解明するため既往の成果と実験値を使ってモデルを作り、検討したところ約70日間の乾物重LAI及び茎重の推移は、1983、1984年ともほぼ実測値に近い値が得られ、モデルの妥当性が認められた。

引 用 文 献

- 1) 広田 修. 1978. 数種作物の太陽光利用率に関する研究. 第3報. 水稻及び大豆個体群における光合成有効放射転換効率と構成呼吸及び維持呼吸の関係. 日作紀47: 336-343.
- 2) Horie, T. 1977. Simulation of Sunflower Growth (I). Bull. Natl. Inst. Agric. Sci. ser. A 24: 45-70.
- 3) 堀江 武. 1983. 作物の物質生産と気象[3]. 農業及び園芸 58: 1111-1114.
- 4) Iwaki, H. 1975. Computer Simulation of Vegetative Growth of Rice Plants. JIBP SYNTHESIS Vol. 11. University of Tokyo Press. p. 105-121.
- 5) 武田元吉. 1978. 麦類の光合成と物質再生産システム. 第Ⅱ報 麦類の乾物生長のシミュレーション. 農技研報 D29: 67-112.