

氏名	堀江武 ほり え たけし
学位の種類	農学博士
学位記番号	論農博第950号
学位授与の日付	昭和56年11月24日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	気象と作物の光合成，蒸散そして生長に関する システム生態学的研究

論文調査委員 (主査) 教授 栗原 浩 教授 植木邦和 教授 堤 利夫

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、気象環境と作物の生長に関与する生理・生態学および物理学的諸要因の関係を解析し、気象環境と作物の生長反応を予測できるモデルを導くことを目的として行ったものである。

このため作物（水稻，ヒマワリ，キュウリ）の物質生産に着目して、個葉レベルの光合成，蒸散反応から解析を開始し，個体群レベルの物質生産におよび，これらの知見の上に，気象の経過と作物個体群の生長反応を予測できるモデルを導いている。その内容は，次のように要約される。

#### (1) 個葉の光合成，蒸散反応と気象環境

個葉の光合成，蒸散反応を葉と周辺空気中の  $\text{CO}_2$  あるいは水蒸気の拡散としてとらえ，それに関与する葉面境界層抵抗，気孔抵抗および葉肉抵抗，葉齢，葉温，光強度，温度，湿度および風速の諸関係を実験的に解析して，モデルを導き，このモデルの数値実験から，次の知見を得た。

植物の光-光合成曲線は，一般に飽和型になるといわれているが，低温下では不飽和型に，また高温乾燥条件下では最適値型になった。光合成，蒸散とも風速が増すにつれて増加するとされているが，それは高温下で成立するもので，低温下では光合成は低下した。

#### (2) 個体群の光合成，蒸散と気象環境

前項の諸要因に，作物の群落構造（幾何学的構造），放射成分組成，群落内の物質とエネルギー輸送過程を加味して，これらの関係を解析し個体群におけるモデルを導いた。このモデルによる数値実験から，葉面積が大きく，日射が強い場合は，垂直葉型群落の光合成は，水平葉型群落を上廻るが，最大25%程度の差にとどまること，群落構造の違いにかかわらず，個体群の光合成は，入射光中に占める散乱光の比率が増すにつれて高まり，その効果は最大30%にもおよぶこと，作物群落は，その構造と機能によって，風速，気温，湿度などによるストレス的環境を緩和するような微気象環境を形成するため，個葉ほどストレスの影響が強くあらわれないこと等を見いだしている。

#### (3) 作物の生長と気象との関係

以上の物質生産のモデルに加えて、生長と呼吸、物質の各器官への分配、発育や比葉面積と気象等について実験的に解析した。その結果に基づき、ヒマワリについて、気象経過と個体群生長を予測するモデルを導いた。このモデルの数値実験から、ヒマワリの高い乾物生産を説明するためには、ほかの  $C_3$  植物の個葉の光合成能よりかなり高い  $48 \text{ mg CO}_2/\text{dm}^2/\text{hr}$  が必要であった。このモデルによって気象が大きく異なる条件下に栽培されたヒマワリの栄養生長は説明できるが、生殖生長に移ってからは予測値は実測値を20~30%下廻った。中程度の標準的な気象環境下におけるヒマワリの生長は、光合成パラメータ、同化産物の転換効率、日積算日射量に強く支配されるが、葉の傾斜角、呼吸の温度係数には、ほとんど影響されないことを明らかにした。

### 論文審査の結果の要旨

気象と作物の生育・収量との関係を解明する手段としては、実験的方法、実態調査的方法および統計学的方法がある。

本研究は、これらの研究法の問題点を克服することを意図し、気象と作物の生長との関係に関与する生理学的、生態学的あるいは物理学的な諸過程に基づいて、モデル化とシミュレーションというシステム生態学的手法を導入し、新しい作物気象の研究を展開したものである。

著者は、まず個葉の光合成、蒸散作用に及ぼす気象要素の影響を明らかにした。この結果に基づいて、個葉の気象環境に対する多様な反応を論理的に説明できるモデルを導いた。このモデルによる数値実験から、光-光合成曲線は一般に飽和型といわれているが、気象条件により不飽和型や最適型になる場合があること、風速が光合成、蒸散に及ぼす影響も、気温と関係して複雑に反応すること等を明確にしている。

次に、個体群の光合成、蒸散作用に及ぼす気象要素の影響を評価するモデルを導き、このモデルの数値実験から、垂直葉型群落の光合成は水平葉型群落のものを上廻るが、これまでのモデルで予想されたほど大きくはないこと、群落状態では、作物の構造と機能によって、ストレス的な環境が緩和されること等を明らかにして、興味深い。

以上の結果を総合して、著者はヒマワリについて、気象の変化と作物個体群の生長を予測できるモデルを導いた。

ヒマワリの全生育期間を通じ、生長に対し影響の最も大きい要因は、光-光合成曲線の立上り角度であり、光合成産物の転換効率がこれに次ぎ、日積算日射量が3番目の要因にあげられた。これに対し、葉の傾斜角や呼吸の温度係数の大小は、ほとんど生長に影響しないことを見いだしている。

以上のように本論文は、気象と作物の生育との関係を、はじめてシステム生態学的に究明し、多くの新しい知見を見いだしたものとして高く評価され、作物学、農業気象学ならびに作況予測の実際面に寄与するところが大きい。

よって、本論文は農学博士の学位論文として価値あるものと認める。