

葉面受光量シミュレーションの精度検証と精度向上に関する研究

環境資源学専攻 生物生産工学講座 作物生産システム工学 閻 文傑

1. はじめに

先行研究において、作物に当たる光のエネルギー量を推計する葉面受光量シミュレーションプログラムが開発された。本プログラムは、全ての葉の位置、傾き、圃場の緯度・経度、日時および大気透過率をパラメータとし、任意の時間内の直達受光量を積算できる。本プログラムに、開花期頃のダイズの3Dモデルを適用した結果、栽植様式を変えた場合の受光量の比較が可能となる等、プログラムの有効性が確認できた。しかしながら、水平以外の角度における精度は未検証であること、また、上記の誤差は、特定の日の日中8時間の積算受光量の差であり、時間帯によっては誤差が大きくなることが示唆されるなど、改善すべき課題が残された。そこで、本研究において、これらの課題を解決し、本シミュレーションプログラムの実用性の向上を図った。

2. 方法

1) 推定精度の検証 同一条件下で実測とシミュレーションを行い、精度を検証した。実測には、日射量測定フィルムを供試した。本フィルムは光が当たると色素が退色し、その退色率から予め作成した検量線によって直達日射量に換算する。退色率と積算日射量の関係は直線性が高く($R^2=0.9844$)、受光量の測定が可能であることがわかった。水平面を含め方位・角度の異なる13面からなる立体受光模型を試作し、日射量測定フィルム貼付して、晴れ5日間、曇り5日間の測定を行った。上記の模型と同一の3DモデルをPC内に描き、葉面受光量シミュレーションプログラムにて各面の積算直達受光量を推定し、比較した。

2) シミュレーション手法の修正 前節の比較結果を踏まえ、大気中を透過する太陽光線の割合を示す大気透過率の設定を、これまでの1日毎からより短時間毎にするよう改善した。具体的には、太陽高度、太陽定数、および気象庁が公表している法線面直達日射量から、1時間毎に大気透過率を独自に算出するよう修正した。

3. 結果と考察

実測値を真値とみなしたときの、修正前のシミュレーションによる推定値の誤差率は、測定日に係わらず大きく、全測定日、全受光面の総受光量の平均誤差は、晴れでは凡そ15%、曇りでは33%であった。誤差の最大要因は、大気透過率が刻々と変化する天候に対応していないためと考え1時間毎に設定するよう修正した結果、ほとんどの試験日、方位・角度において、修正後の精度は向上し、全ての平均誤差率は晴天日で4%、曇天日で13%となった。特に、水平面では、誤差率はほぼ0%となったことから、直達日射量は正確に推計できたと評価された。実測値からは散乱光による受光量は除去されているので、水平面以外の面における誤差は、例えば地表面からの反射光等、他の要因の存在が考えられる。

4. まとめ

葉面受光量シミュレーションプログラムについて、大気透過率を1時間毎に設定するよう改良を加えた結果、実測値との誤差率は、晴れで約4%、曇りで13%となり、精度は格段に向上した。