

氏名	紙井泰典
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	論農博第2308号
学位授与の日付	平成12年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	地域日射量の算定方法に関する研究

論文調査委員 (主査) 教授 三野 徹 教授 櫻谷哲夫 教授 青山 成康

論文内容の要旨

本論文は、いろいろの斜面を含んだ、ある程度の広がりを持った地域の、斜面方位や勾配、地域内及び周辺地形を考慮した地域日射量を算定する実際的方法について考究したものである。地域日射量算定に当たっては、いろいろの斜面方位、勾配に応じた斜面日射量を算定すると同時に、その斜面に対する周辺地形による遮蔽の有無を考える必要がある。

その方法としては、まず地域を斜面毎に三角形平面で近似し、各斜面ごとに斜面日射量を算定するという方法をとる。斜面日射量のうち、太陽光球から直達する直達日射量については、時刻に応じて太陽方位と太陽高度が変化し、これに従って斜面に入射する角度が変化するため、時刻毎のデータを用いる必要がある。また、複雑な経路で地上に到達する散乱日射量については、全天一様に散乱すると仮定すると、斜面の勾配によって異なる値をとり、必ずしも時刻毎でなくてもよいが、少なくとも集計したい期間に応じて日量なり月量のデータが必要である。

周辺地形による遮蔽の影響については、直達日射量の場合は遮蔽地物の高度(仰角)と太陽高度との大小によって、日射が遮蔽されたりされなかったりするもので、太陽方位に対応した遮蔽地物の高度を算定し、太陽高度と比較する必要がある。しかし、この計算は、長期間になると計算労力が増高する。そこで本論文では、予め各斜面毎に水平360方位(1°刻み)の遮蔽高度を求めておき、随時、太陽方向の遮蔽高度を内挿によって求めることによって遮蔽の有無を判断している。

散乱日射量の場合は太陽方位、太陽高度は考えなくてよいが、全天空の斜面上への投影面積から周辺地物を斜面上に投影した面積を差し引いて計算する必要がある。この計算に際しても、前述の360方位遮蔽高度が利用できる。

この方法では、上述のように時刻毎の直達日射量データが必要である。しかし、実際に直達日射量を計測している気象官署は全国で14と少ないため、多くの地域ではデータが入手できず、そのままではこの方法を使うことができない。しかし、時刻別全天日射量を計測している気象官署は全国で67官署と多いので、全天日射量を何らかの統計的方法によって直達日射量、散乱日射量に分離することができれば、本論文の方法の適用が可能となる。このため、時刻別の全天日射量を直達・散乱日射量に分離推定する方法について、どのような関係式を検討すれば、良好な推定式が得られる可能性があるかを検討し(本論文では「二段階推定法」と名付けている)、これまで最も精度が高いと考えられている渡辺・浦野・林(本論文では「渡辺I」という)に改善を加え、独自の式を提案し、この式に基づいて、全国の直達日射量を計測している14官署のデータから全国係数を定めている。この方法を適用して、高知市三里地域をモデルに1990-1994年の平均の1月と7月の地域日射量を算定した例を示している。

全天日射量データが入手困難な地域にあっては、全国約840カ所のアメダス観測地点で計測されている日照時間データなどから全天日射量を推定できれば、実用的価値がある。このような考え方から、日照率と雲量から全天日射量を統計的に推定する方法(「気候学的推定」という)について検討している。特に、全国66地点のジョルダン式と回転式日照計の日照率(=日照時間/可照時間)から全天日射量を推定する回帰式の係数を求め、これから両推定式の全天日射率(=全天日射量/大気外水平面日射量)を等置して、両日照計相互の換算式を求め、また、バイメタル式、太陽電池式(旧型)との換算式についても検討している。ただし、このような気候学的推定が精度良く行えるのは、現在のところ月量・日量の全天日射量までであり、時刻毎の日射量を時間日照率から推定するのは、精度が良くない。このため本論文では日照率・雲量等による全

天日射量の気候学的推定は、月量、日量、全天日射量にとどめている。

論文審査の結果の要旨

太陽エネルギーの指標である日射量は、普通、水平面日射量として計測されたり表示される。しかしながら、地形が複雑なところでは斜面の方向や傾斜によって変わり、また周辺地形による遮蔽の影響を受けるために、地域が受ける日射量はきわめて複雑となる。本論文は、このような地形条件を考慮した場合の日射量を地域日射量と定義して、この地域日射量を算定する実際的方法について検討し、いくつかの式を提案してその妥当性を検証している。その評価できる点は以下のとおりである。

(1) 全国 66 観測点について、ジョルダン式及び回転式日照計の日間日照率から全天日射量を推定する式と推定精度を求めたことは、実用的価値がある。

(2) 感度の異なる日照計の間の換算式については、月単位の換算式については気象庁から公表されているが、第 2 章で提案している日量の換算式については公表されておらず、またジョルダン式日照計日照率により作成された過去の全天日射量推定式を現在でも使用することができるようにしたという点において実用的価値がある。

(3) 提案している二段階推定法は、複数の説明変数の組み合わせによって精度の高い推定式を導く一般的手法として価値があるとともに、どの説明変数とどの説明変数の組み合わせから最適推定式が生み出せるかの可能性の事前判定にも有用である。

(4) 本論文で提案している全天日射量の直達・散乱日射量への分離式は、従来提案されてきた最良と目される式と少なくとも同等の精度があり、その係数決定の方法及び全国 14 気象官署のデータから、全国係数を示していることは実用的価値がある。従来計算方法が提案されていなかった太陽高度 (h) が低い場合 ($\sin h \leq 0.1$) についても、全天日射量を直達・散乱日射量に分離する方法を示した。

(5) 斜面直達日射量は、従来は太陽方位の遮蔽高度をいちいち計算する方法によって求めていたが、これを予め 360 方位遮蔽高度を計算しておくことにより計算労力の節減となること、しかも 360 方位遮蔽高度は散乱日射量算定においても利用できる現実的な手法であることを示した。

以上のように本論文は地形の複雑な地域の日射量を、周辺地形を考慮しつつ、直達日射量・散乱日射量の両方について計算できる現実的方法を提案しており、これらは農業気象学、水文学、太陽エネルギー工学などの分野の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。なお、平成 12 年 2 月 17 日、論文ならびにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。