

氏名(本籍)	宇野史睦(大阪府)
学位の種類	博士(理学)
学位記番号	博甲第6098号
学位授与年月日	平成24年3月24日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	<b>Modeling of Solar Radiation Distribution Using Sea Surface Reflection and Cloud Transmittance over Coastal Region</b> (雲による透過と海面反射を考慮した沿岸域の日射量分布推定モデル)

主査	筑波大学教授	理学博士	林陽生
副査	筑波大学教授	Ph.D	田中博
副査	筑波大学准教授	理学博士	上野健一
副査	筑波大学准教授	博士(理学)	日下博幸

### 論文の内容の要旨

日射量は気象学や気候学に関する分野だけでなく、作物生育予測、蒸発散推定、太陽熱量推定などの応用的な分野にとっても重要な気象要素である。本研究で対象とする日射量分布の研究は、主に農業土地利用における地表面のエネルギー貯存量を把握する観点から数多く行われてきた。なかでも、詳細な地形による日射遮蔽の影響を推定する研究が行われてきたが、日射量の時間変動や分布に大きく関与する雲の発生域や雲の層の日射透過率を実用的なモデルに組み込む研究は少ない。また、潜在的な生産性が高い沿岸地域に固有の問題として、海面反射による入射エネルギーの増加の効果についても研究例は限られている。そこで本研究は、雲量の時空間変動、海面反射、地形による遮蔽を考慮し、地形が複雑な沿岸地域に適用できる日射量分布推定モデルを開発し、典型的な地形および雲分布特性を有する韓国済州島に当てはめ、日射量の水平分布や季節変化などの日射環境の特性を明らかにすることを目的とした。

本研究で開発した日射量分布推定モデルの構造上の特徴は、1) 雲の発生域の季節性および発生高度別の日射透過率を推定し、詳細なメッシュで地表へ入射する日射量を求める過程、2) 海面による直達日射量の反射成分が沿岸部の地表に入射する過程、3) 地表への入射光が周辺地形により遮蔽される過程を考慮し、詳細な時間間隔で合計した日射量の空間分布を推定する点にある。またこのモデルは、国土数値情報など系統的に整備された標高データを利用することで任意地域に適用でき、比較的簡単なスキームのため小さな計算機資源で実用が可能である。

モデルによる主な推定結果は次の通りである。海面反射の効果は、太陽高度が低い条件で、単位地表面あたり日積算値は全天日射量の約4%であるが瞬間値では33%に達する。このため、冬季あるいは日出や日没頃の時刻には、全天日射量に付加されるエネルギー源として無視できない。雲層による日射量の減衰効果は、ISCCPデータをもとに、発生高度の3層ごとに一定の幅をもった異なる日射透過率を設定し地表での減衰量を求めた。すなわち、透過率の平均値は上・中・下の雲層でそれぞれ0.726、0.335、0.275と、下層ほど小さな値になった。こうした雲の高度別透過率の違いを考慮することで、例えば1年間に発生する上層雲を全て下層雲と仮定した場合には、全天日射量が約9%減少した。

過去に観測された実際の雲分布条件における雲層の透過率と海面反射を考慮し、濟州島の地表への入射エネルギーを求めた結果、雲のない場合と比べて南斜面上で  $6.1\text{MJ m}^{-2}\text{ day}^{-1}$  減少し、北斜面上で  $1.9\text{MJ m}^{-2}\text{ day}^{-1}$  増加した。この変化量の南北差は、全天日射量の構成要素である直達成分が減少する一方で散乱成分が増加した結果と考えられた。また、雲の効果が最も顕著に現れる冬の季節風の条件下では、南斜面で低層雲が発達するため、南斜面の全天日射量が非常に低下する特徴を再現することができた。加えて、海面反射と雲の関係について太陽軌道がほぼ等しい春季と秋季を比較すると、濟州島の南海上に雲の出現頻度が高まる4月に南斜面の沿岸域で反射成分が小さくなる一方、雲の出現頻度が低い10月に増大した。こうした特徴は、南斜面沿岸域における果樹生産地帯の分布と関係すると考えられた。

以上の結果から、本研究で開発したモデルを実際の天候および地形に適用することにより、実態に近い日射量分布を推定することが可能であり、気候資源の有効利用ほかの研究に応用できる価値が高いことが明らかになった。

### 審 査 の 結 果 の 要 旨

本モデルは、雲の発生高度による日射透過率の違いと海面による反射の成分を考慮し、同時に地形の遮蔽効果を加えて、年間を通し時々刻々変化する地表入射エネルギーをメッシュ毎に計算するものである。国土数値情報などの地形情報と雲分布に関する衛星画像データを基に、小規模な計算機資源で、入射エネルギー分布を推定することができ、実用性に優れたモデルである。濟州島へ適用した結果は、現地の農業土地利用分布を説明しえたと推察され、雲分布の時間変化と地形が複雑な東アジア諸国を含めた広範な地域について、気候資源量評価に対する利用価値が高い手法である。

平成24年1月30日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。