

氏名(本籍)	むら 上 ひと し (徳島県)
学位の種類	農学博士
学位記番号	博甲第168号
学位授与年月日	昭和58年3月25日
学位授与の要件	学位規則第5条第1項該当
審査研究科	農学研究科 農林学専攻
学位論文題目	森林情報と二方向性反射に関する研究
主査	筑波大学教授 陣内 巖
副査	筑波大学教授 農学博士 小田 桂三郎
副査	筑波大学教授 理学博士 三宅 和夫
副査	筑波大学教授 農学博士 青山 経雄

論文の要旨

本研究は、リモートセンシングにあたり、太陽やセンサーの位置、対象表面の粗度、地形の起伏等の条件によって反射率が変動することに着目し、二方向性反射シミュレーション式から逆に表面の粗度に相当する森林情報のうち、立木本数および平均樹冠径を算出することを試みた。

その概要は次のとおりである。

(1) 単葉の反射特性

植物の単葉の反射特性を、①波長別にみた単葉の反射特性、②単葉の二方向性反射特性に分けて検討した。すなわち、本研究の最終目標とする立木本数および平均樹冠径の算出にあたり、先づ、単葉の生理的変化の分光反射特性に及ぼす影響を調べた。次に、孤立木での二方向性反射特性の基礎資料をうるために、単葉での二方向性反射特性を検討した。

単葉に一定強度の放射光束を照射すると、それぞれの方向における単葉の反射強度には大きな差異が認められた。森林情報の解析には、近赤外波長域(900 nm付近)が最も適していることが確認された。

単葉の葉面反射パターンは、ランバーシャン反射というよりも、鏡面反射に近い特性を有しているが、二方向性反射特性は波長域により大きな差がみられる。

(2) 樹木の反射特性

単葉のもつ二方向性反射特性が、孤立木を対象とした二方向性反射特性を扱う場合に、どの程

度の影響を及ぼすかを検討した。

方法として、コンピューターシミュレーションモデルを用い、モデルの個々の葉に単葉の二方向性反射特性値およびランバーション反射表面をもつ球体の二方向性反射率値を与え、各方向別の反射光量の総計を算定し、孤立木の二方向性反射特性を求めた。

樹木モデル各葉の二方向性反射特性値の総和は、球体の反射値の総和とほとんど差が認められなかった。従って、孤立木の二方向性反射特性を扱う場合に、単葉のそれがほとんど影響せず、無視することができる。すなわち、孤立木の樹冠面をランバーション反射球面とみなしてよいと判断された。

(3) 野外における検証

以上の結果を前提として、野外での検証を行なった。すなわち、球状刈込みのサワラ植込み地に、高さ3mの鉄塔を組み、その上にカメラを据え、一定時刻毎の太陽光照射量の変化とサワラ群の反射光の変化を撮影、記録した。

影の量は、南中時が近づくにつれ減少し、反射率が高くなる。球状サワラ群の樹冠面がランバーション面反射特性をもつと仮定すると、表面が受ける照射強度が、太陽天頂角 θ_1 の $\text{Cos}\theta_1$ により影響を受けることになり、理論値と測定値がほぼ同じ結果となった。

(4) 二方向性シミュレーションによる森林情報の算定

以上の室内モデル実験および野外における検証を通じ、二方向性反射シミュレーションが、森林地帯を記録した画像データに適用しうる可能性が認められた。この結果をもとに、実地航空写真データを使用して、二方向性反射シミュレーションを行なった。

先づ、本研究の基礎になるEgbertの球粒モデル理論は、水平面を対象として組み立てられているため、斜面を水平面に回転補正した修正式を求めた。次に、この修正理論を山岳地帯2地域の航空写真に適用したところ、理論値と実測値との間に相関が認められた。

さらに、実際の森林地帯をリモートセンシング手法により計測した対象地域の反射率、その時点における太陽とセンサーの位置およびランバーション反射率の決定に必要な樹種名が明らかであれば、対象地域内の樹木個体数とその林分の平均樹冠半径が、球粒モデル理論で用いた式から求めうる事が明らかにされた。

この点について、実地森林帯の航空写真についての検証を試みた。フィールドには5地域14区域に亘り、ヒノキ、トドマツ、ブナおよびアスナロの4樹種の林分を選んだ。その結果、全体的には樹木個体数、平均樹冠半径は、理論値と実測値の間に相関が認められた。しかし、各区域毎にみると、両者の間に大きな差異のある例もあった。これらの誤差の原因は、区域内における小さな起伏による陰影、区域内の樹木個体間の変異による二方向性反射率の一定しないこと、樹齢が低いことのため樹冠が閉鎖せず林地が露出し、ランバーション二方向性反射率に影響を与えたために起ったものと考えられる。

審 査 の 要 旨

リモートセンシングによる生物資源の生育状況、生産量等の推定は資源の開発、育成の立場から重要である。しかし、正確な情報をうるためには、陰影が大きな問題となる。

この陰影の研究は、影そのものを対象とした研究がなされてきたが、本研究では、反射率に与える陰影の影響を考慮し、反射率のシミュレーションを行った点で独創性が高い。すなわち、単葉における反射特性が、スペキュラー反射特性を有しているに拘らず、分枝、孤立木では、各方位に分布することによる影響が統計的に平均化されるため、ランバーシャン反射特性を有する球面と殆んど等しい反射率を与えることを、シミュレーションによって確かめた。

単葉、分枝さらに孤立木の順に実験は進められたが、分枝、孤立木についてはモデル実験であり、実際には針葉樹と広葉樹またそれらの樹種による特性があるので、それらを配慮した実験例の追試が望まれる。

本論文は、さらに前記の基礎理論を基にして、実地森林への適用を試み検証がなされた。その結果、この基礎理論の応用の可能性を示唆したものとして、本研究の対象である森林に限らず、農作物等を含めた生物資源情報の精度をより高める足がかりを得たものとして高く評価されよう。

しかし、実地森林についての検証データについても、その理論値と実測値に差の大きい例がみられている。特に、この実測値データは、国有林の施業台帖によるものであり、必ずしも正確とはいえないので、労力、時間等の困難はあろうが、直接、対象森林について立木本数、平均樹冠半径等の実測を行えば、より正確を期しうると考える。

以上、本論文は、研究手法は一応の手順を踏んで進められ、基礎理論を確めたうえで、さらに実地への応用を試み、新たな知見を得た点では評価しうるといえよう。しかし、本研究の基礎理論のより確立を期すため、また、その応用の精度を期すためには、本研究の成果を踏まえて、一層のデータの積上げを今後望みたい。

よって、著者は農学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。