

氏名(国籍)	崔 毅 年 (韓 国)
学位の種類	博士(農学)
学位記番号	博甲第 3352 号
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 25 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	農学研究科
学位論文題目	耕地生態系における放射・水・CO ₂ フラックスの動態解明およびそのリモートセンシングに関する研究

主査	筑波大学併任教授	農学博士	井上 吉雄
副査	筑波大学教授	農学博士	小池 正之
副査	筑波大学教授	農学博士	佐藤 政良
副査	筑波大学助教授	農学博士	瀧川 具弘
副査	筑波大学教授	農学博士	永木 正和

論文の内容の要旨

本研究は、農耕地生態系が地球環境に及ぼす影響の評価や、環境負荷の低減化をはかる上で有力な精密農業管理への応用を念頭に、農耕地生態系における作物の生長と土壤水分・放射エネルギー・CO₂等の動態を総合的に計測し、それに基づいて変動実態の定量的把握、要因間の関係のモデル化、および蒸発散やCO₂フラックスなど重要変量のリモートセンシングに関する知見と手法を提示したものである。

主要な成果は以下のように要約される。

1. 日本の典型的な畑地生態系について、植物生長、微地象、微気象、熱・水・CO₂フラックス、およびリモートセンシング計測にまたがる多変量の総合的な長期・連続計測データセットを構築した。
2. 畑地生態系においては、播種後地表面温度が気温よりも高い状態が続くが、その差は葉面積指数の増大とともに小さくなり、両者の差は葉面積指数が約 2 程度の時期にほぼ等しくなり、その後は逆に地表面温度が気温よりも低くなることがわかった。顕熱、潜熱、地熱流など熱収支項と葉面積指数との関係を定量的に評価した。
3. 群落の分光反射率は播種後可視～中間赤外域のいずれの波長帯でも徐々に低下し、その後、可視域の反射率は葉面積指数の増加とともに低下するのに対して、赤外域、特に 830nm～1100nm の近赤外域では、葉面積指数の増加に応じて急激に上昇した。播種後の低下は土壤の圧密化と土壤水分の増加に伴うもので、耕地では播種後の一定期間はむしろ全波長域で反射率が低下することがわかった。分光反射計測による赤と近赤外の 2 波長を用いた簡易な植生指数 (NDVI, SAVI) と葉面積指数、および群落のバイオマスの密接な関係を指数関数式によりモデル化した。リモートセンシングによる分光反射率の測定によって、作物群落の葉面積指数およびバイオマスを遠隔的に評価できることを定量的に提示した。
4. 渦相関法により実測した日蒸発散量と日射法によって評価した日可能蒸発散量との間には 1:1 に近い密接な相関関係が得られ、日射法は簡明ではあるがきわめて有効であることを実測データに基づいてはじめて明らかにした。日蒸散量/日蒸発散量の比 (Tr/ET) ならびに地熱流フラックスの日射強度に対する比率

(G/Rs) は、いずれも葉面積指数との間に密接な指数関係があることを定量的に明らかにしモデル化した。また、群落の光合成有効放射吸収率 fAPAR が葉面積指数の逆指数関数で表されることがわかった。

5. 蒸散/蒸発散の比 (Tr/ET) が SAVI のような 2 波長型の単なりリモートセンシング指標と密接な直線関係にあることを明らかにした。Tr/ET, G/Rs, fAPAR という 3 つの重要な群落変量の評価には、従来は葉面積指数を用いる方法が主であったが、葉面積指数を用いる方法よりもリモートセンシング計測によるスペクトルデータを用いる方がより直接的かつ簡易に評価できることを定量的に示した。

6. 渦相関法による畑地生態系における CO₂ フラックスの連続測定値から、裸地状態ならびに作物作付期間における CO₂ フラックスと微気象要素ならびに植物生長とのダイナミックな関係が明らかになった。また、多年次の広範囲の条件において得られたデータの解析結果から、裸地状態での CO₂ フラックスが気温、地温、土壌水分とは相関関係が乏しいのに対して、リモートセンシングによる地表面温度と密接な関係にあることが見出された。これは、リモートセンシングによって広域に計測できる地表面温度がフラックス評価に利用できる可能性をはじめて提示したもので、きわめて波及効果の大きい結果である。また、両者の関係をモデル化し、地面からの CO₂ フラックスが 0 に接近する時の臨界温度は約 10℃であることを明らかにした。

以上、耕地の水・放射エネルギー・CO₂ フラックスの動態を定量的に解明し、モデル化を図った。また、これらのフラックス要素ならびに植物の生育状態とリモートセンシング計測データとの関係を明らかにし評価モデルを提示した。

審査の結果の要旨

本研究は、日本における典型的な畑地生態系を対象に、生長・微気象・フラックス・リモートセンシングの多変量を長期間総合的に取得し、それに基づいて植被におけるエネルギー分配、蒸散、CO₂ フラックス等に関わる重要変量をリモートセンシングにより評価する手法を提示したものである。

本研究の目的は、世界的に大きな関心を集めている地球規模の大気環境とそれに関わる炭素循環の解明に資する観点、ならびに農作物生産管理の効率化と低環境負荷化のための情報取得という二つの観点から、広域評価あるいは非破壊計測が容易なりリモートセンシング計測手法の開発に焦点をあてたもので、適切な社会的・学術的意義を有するものであるとみなせる。また、上記目的を達成するために行われた研究方法は、実験の計画、データの取得とも周到に行われたことが明瞭で、データの信憑性は高く、かつ統計処理、回帰分析等データの解析も適切に行われたものと判断される。本研究の主要な成果は、可視・近赤外～熱赤外域のリモートセンシングデータを、蒸散速度や地表面 CO₂ フラックスの評価に結びつけるための重要な知見と手法を提起していることである。これらの結果は十分なデータによって裏付けられており、従来は面的にとらえることの困難であった生態系や作物群落の現況を非破壊あるいは広域的にとらえるための新規かつ有用な情報を提供しているものとみなせる。本研究で収集・構築されたデータセットは長期間にわたって多変量・総合的かつユニークなものであり、世界的な研究データネットワークに資するものと考えられる。

以上のように、本研究で得られた成果は、世界で精力的に研究が進められている「精密農業」に必要な情報を取得するための手段として有用であり、また、地域・地球規模での炭素循環の定量的理解や農耕地生態系の役割評価に対しても貴重な知見を与えるものと考えられ、所期の目的にかなうものと判断された。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。