

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 橋本 博文

本論文は 5 章で構成されている。第 1 章では、背景及び研究の目的を述べ、既存研究のレビューを行った。CO₂ 濃度上昇に起因した地球温暖化の影響が明らかになるにつれ、地球規模での炭素循環メカニズムを明らかにすることが重要な課題となった。1990 年代、陸域でのミッシングシンクが約 2.9PgC/year として計算されてはいるが、依然として炭素吸収源とその原因を特定するには至っていない。陸域での炭素収支を評価する一つの方法として衛星から NPP を計算する方法があり、本研究では LUE（光利用効率）モデルの一つである MODIS 17 アルゴリズムを用いて NPP（純一次生産量）の推定を行うことを目的とし、以下の二点に主眼をおいた。MODIS 17 アルゴリズムから得られた NPP のデータを、(1) 牧場・森林経営及び森林火災予測など現場ニーズにあうように提供できるように NPP 計算過程の改良を試みること、(2) 炭素循環研究に資することを目的として ENSO（エルニーニョ南方振動現象）による気候の年々変動に対して NPP の応答を明らかにすること。

第 2 章では、LST（地表面温度）から VPD（飽差）を線形関係で推定するアルゴリズムを MODIS に適合するように改定を行うことで、地域スケールからグローバルスケールまでの日中平均 VPD を得ることを目的とした。まず数値実験を行い、空気力学的抵抗により多少傾きが上下するものの、VPD と地表面温度の飽和蒸気圧はほぼ線形関係で表せることを示した。次に、地上観測地表面温度を用いて検討した結果、夜間は無相関であるが、日中平均の VPD が地表面温度から線形関係で示されることを明らかにした。最後に、気象観測データより得られた VPD に対して衛星データ LST を用いて回帰式 ($VPD=0.391e*(LST)$) を求めた。MAE は 0.32 kPa であり、気象観測点の内外挿で得られる VPD と比較しても十分な正確なものである。フィードバックが働かない海岸地域や砂漠地域ではこの回帰式を用いるのは不適切ではあるが、その他の地域では概ね適用が可能であることが示された。

第 3 章では、第 2 章の VPD 推定アルゴリズムを用いることで、入力データを衛星データのみとする NPP 及び GPP（総一次生産量）の推定を試みると同時に、蒸発散量の推定も行った。NPP 及び GPP の推定には MODIS 17 アルゴリズムを用いた。一方、蒸発散量の推定方法は NPP と異なり一般的な方法が存在しないため、4 種類の手法を比較しその計算結果を考察した。NPP の推定は、地上観測の GPP と比較した結果、過大評価ではあるが十分正確な結果が得られた。また、蒸発散量を衛星データのみから計算する方法を地上観測データと比較した結果、最も精度の良かった Penman-Monteith 式を用いた方法でも季節変化を捉えてはいるが、多くの地点で過大評価し、土壌の乾燥による乾燥の影響及び降雪の推定が十分ではなかった。このことから、蒸発散量の推定には改良を加える余

地のあることが示された。

地球規模での炭素循環に気候の年々変動が大きな影響を及ぼすことが知られており、第4章では、特に ENSO が NPP に及ぼす影響について、1982年から1999年を対象として解析した。その結果、ENSO に対する NPP の変動は場所によって大きく異なり、エルニーニョ期に多くの地域で NPP は減少するが、北アメリカ大陸北西部やアルゼンチンなどで気温の上昇により NPP の上昇する地域があること、ENSO に対するグローバルな NPP 変動には熱帯域の NPP 変動が最も貢献していることがわかった。結果として、グローバルな NPP は気温との相関は高くないことが示された。一方、グローバルな heterotrophic respiration (HR) は気温との相関は高く、1℃あたり 7.9PgC の上昇が計算された。これは従来の結果と一致し、HR は温度の変数のみで年々変動が説明できることを新たに証明するものである。また長期変動の解析結果は、地球温暖化による温度上昇に対して HR にアクリメーションが働いたことを示唆するものである。

第5章では、本研究の結果をまとめ考察を行った。

以上本論文において得られた NPP 推定法は、計算精度が上がり均質なデータが得られることと同時に、衛星データのみでほぼリアルタイムで計算できるという長所がある。本研究により、森林・牧場管理及び森林火災の予測の短期予報に適用可能な NPP 計算方法を提示したとともに、地球規模の炭素循環の研究に新たな知見を加えることができた。その成果は学術面だけではなく、応用上においてローカル及びグローバルな NPP 推定と炭素循環の解明に寄与するところが少なくない。よって審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。