

研究課題別 事後評価結果

1. 研究課題名： 全球高精度植生バイオマス推定の実用化

—衛星による多方向観測を利用した高精度バイオマス推定の実用化—

2. 研究代表者： 本多 嘉明（千葉大学 環境リモートセンシング研究センター 准教授）

3. 研究内容および成果：

目標は、バイオマス推定の時間差分を用いてバイオマス変動量を把握し、陸上植生と大気の間で交換される炭素量の推定に役立てることであった。このためには、従来行われてきた一般的な植生指数によるバイオマス推定の精度では不十分であるため、体積(材積量)に比重を乗算する木質バイオマスの推定方法を、衛星による広域な多方向観測データに利用することで、正確な炭素収支量推定の実現を目指した。

1) 全球高精度植生バイオマス推定の実用

実際の森林を多方向観測するための観測システムを開発し、観測データから二方向反射特性 (BRF; Bi-directional Reflectance Factor) のモデル化を行った。また、実測データをもとに任意の観測条件における衛星観測値を求めるシミュレータを開発し、異なる観測条件における観測値を標準化することにより、バイオマス推定をより高精度に行うアルゴリズムを構築し、従来よりも高精度な推定が可能であることを実測値との比較により実証した。さらに、樹冠形状を3次元空間データ(サーフェスマデル)として計測するためのシステム開発を行い、森林構造モデルを高度化した。

バイオマス推定アルゴリズムを全球展開するためには森林と草本をあらかじめ分類し、それぞれに対して最適なバイオマス推定アルゴリズムを適用する必要があるが、これを可能とするためには従来の植生指標を用いた分類では不十分であることを示し、新たにカゲ指数を提案した。

また、水環境の把握に関しては、二時期以上の温度データを用いて温度変化量の比較を行うことにより、短波長域のスペクトルを用いる指標に比べ早期に水ストレスの検知が可能であることを明らかにした。

衛星データの高速処理システムの開発では、研究開始当初 15 日程度を必要としていた衛星データのマッピング処理を 1.5 時間まで短縮することが可能な分散型処理システムを開発した。

2) 温度センサの較正ならびに実温度推定アルゴリズム開発

衛星からの地表面温度推定法の開発については、統計的手法の誤差を解析し、放射率を正しく与えることで推定誤差標準偏差が 2 K 以下で地表面温度が推定可能であることを示した。次に、準解析的手法として 10.8 μm 、12.0 μm の2つの分光チャンネルの地表面放射率の関係を複数の関係式で表現し、関係式毎に観測値を用いて地表面温度推定、放射率推定を実施して、計算された輝度と衛星観測値の残差が最小となる放射率関係式を採用するアルゴリズムを開発した。数値シミュレーションから、本手法での地表面推定誤差は、大気補正誤差が 1.5%であれば 1.3 K

の誤差標準偏差で推定可能であることを確認した。また、2 種のアルゴリズムの運用法として、ある期間毎に準解析的手法で放射率を推定し、定常的にはその放射率をもとに統計的手法で地表面温度を推定する組み合わせが精度、速度の面から有効であることを提案した。

地表面温度の地上検証法として、黒体と仮定出来ない裸地での検証手法を開発した。まず、地表面放射率の影響をなくすため、凹面鏡を用いた放射温度計による地表面温度計測法を開発した。次に、裸地において、対象領域を歩きながら温度計測する移動観測と、高時間分解能で同一地点の温度計測する固定観測を組み合わせ、任意時刻での移動観測点の観測値から衛星通過時刻での観測値を推定する「時間ずらし処理」を開発し、対象領域の面平均温度を得る方法を開発した。これらの方法を用いて、米国ネバダ州 Railroad Playa での MODIS (MODerate resolution Imaging Spectroradiometer) LST プロダクトを検証したところ大きな誤差が見られたが、現地の地表面放射率と MODIS での設定値の差がその原因であることが明らかとなり、本検証法の有効性が示された。

4. 事後評価結果

4-1. 外部発表(論文、口頭発表等)、特許、研究を通じての新たな知見の取得等の研究成果の状況

期間中の外部発表、特許等の実績を示す。

発表論文:(邦文) 33 件/(英文) 37 件

口頭発表:(国内) 44 件/(海外) 34 件

特許出願:(国内) 0 件/(海外) 0 件

森林の BRF を計測する技術の開発および BRF のモデル化に成功した。この結果を多方向観測角の衛星データに適用して、従来法では困難であった密な群落のバイオマス推定の精度を向上させる等、画期的な成果を上げた。この BRF 観測システムは特許申請に値する発明である。また、多方向観測のデータを利用することによって全球のバイオマスマッピングへの糸口を掴んだことは高く評価出来る。国内外の類似研究と比較しても、成果のレベルは高いといえる。

今後、バイオマス推定式の係数を植生タイプや群落の成長段階毎に求め、BRF に寄与する要因と係数についてのさらなる検討が必要であるが、多方向からの観測を JAXA の地球観測衛星 (GCOM; Global Change Observation Mission) ミッションの計画に加えたことで、実用化に向けて進展が期待出来る。

しかし、温度データの解析については、温度データをバイオマス推定とどのように関連づけるのかが不明確であり、今後に課題を残した。

国際会議の Proceedings での発表等、成果が様々な形で公表されている点は評価出来るがバイオマス推定方法についての論文発表がやや不十分であり、今後は積極的な学術誌への掲載が望まれる。

4-2. 成果の戦略目標・科学技術への貢献

ヘリコプターによる観測システムの改良および様々な森林植生の BRF 観測を行って、反射特性をいくつかのグループに体系化することにより、多観測角データを用いたバイオマス推定の高効率かつ高精度なモデル化が期待される。

また、本研究の成果は GCOM-C (Climate) の主要センサである多波長光学放射計センサ (SGLI; Second-generation GLobal Imager) の仕様に反映される等、森林リモートセンシングの発展への貢献度は高い。GCOM-C ミッションによりあと数年で全球観測が実施され、高精度全球バイオマス図が作成される予定であり、全球炭素収支の解明に向けて大きな一歩を踏み出したと言える。

4-3. その他の特記事項(受賞等)

特になし。