

## 合成開口レーダによる森林バイオマス計測へのアプローチ

## Approaches to forest biomass estimation by synthetic aperture radars

# 大内 和夫 [1]  
# Kazuo Ouchi[1]

[1] 防衛大学校  
[1] National Defense Academy

<http://www.jpgu.org/meeting/>

合成開口レーダ (SAR: Synthetic Aperture Radar) のポラリメトリックデータを利用した森林バイオマスの計測法には、2つの主な手法が提案されている。第1の方法は、後方散乱断面積 (RCS: Radar Cross Section) と現地計測されたバイオマスの相関関係から算出された回帰曲線を使う従来の技術で、新しく開発された第2の方法では、画像のテクスチャと現地計測バイオマスの相関関係を利用する。

RCS法では、SAR画像のRCSが実際に現地で計測された森林バイオマス量の増加とともに上昇することに注目し、データにフィットする回帰曲線を使って未知の森林バイオマスを計測する。しかし、RCSは森林バイオマスが一定量になると上昇が止まり、この飽和バイオマスのレベルは、樹種、地域、レーダ波長と入射角などに依存する。入射角 $45^{\circ}$ ~ $50^{\circ}$ でのLバンドとPバンドRCSでは針葉樹の飽和バイオマスがそれぞれ約100 ton/haと200 ton/haという報告がある。また、CバンドとLバンド、PバンドRCSに対するハワイの針葉樹と広葉樹の混交林の飽和バイオマスはそれぞれ約20, 40, 100 ton/haという研究成果も発表されている。

第2のテクスチャを利用する方法は、筆者らが新しく開発した手法である。分解能幅が数十メートルのSARでは、森林の各木々の画像が1つの画素内に入ってしまう、結果としてSAR画像はスッペクルと呼ばれるノイズ状の強度のゆらぎとなってしまふ。このノイズはガウス統計に従い、散乱体(木々)の情報は含まれていない。高分解能SARを使うと、森林内の各々の木がある程度識別されて木の幹や枝、樹間などの情報がSAR画像に反映される。テクスチャと呼ばれるこのような画像は非ガウス統計に従うことが知られている。

本研究では、北海道苫小牧の針葉樹林をテストサイトとして、Pi-SAR (Polarimetric-interferometric SAR) データからのテクスチャ利用による森林バイオマス計測アルゴリズムの開発を行った。Pi-SARは、情報通信研究機構と宇宙航空研究開発機構が共同開発した航空機搭載高分解能ポラリメトリックSARで、Lバンドポラリメトリック機能とXバンドでのポラリメトリックとインタフェロメトリック(干渉)機能を持っている。現地データとして、2002年と2003年、2005年に現地での樹種と樹高、DBH (Diameter at Breast Height: 胸高直径)、土壌水分量などの計測を実施し、40を超える林班のバイオマスを算出した。苫小牧森林のPi-SARデータは、2002年11月7日に収集されたLバンド画像を用いた。計測されたバイオマスの時期はSARデータ収集時期と異なるが、森林局の苫小牧森林の成長を示す式から計測バイオマスをSAR観測時の値に変換した。

まず、Pi-SAR画像振幅の非ガウス統計に従うゆらぎを最もよく記述するPDFを各々の林班画像ごとに求めた。考慮した分布関数は、K-分布、ワイブル分布、対数正規分布、逆ガウス分布、そして(ガウス統計に従う)レーリー分布である。データと分布関数の比較精度の検証にAIC (Akaike Information Criterion) と最小二乗法を用いて、K-分布(次いでワイブル分布)が最もよく全ての偏波データにフィットするPDFであることが判明した。さらに、HV-クロス偏波データのK-分布オーダーパラメータが森林バイオマスと共に相関係数0.89という強い相関関係で上昇することが分かった。苫小牧森林の場合、Pi-SARのRCS飽和が約40 ton/haのバイオマス値でそれ以上のバイオマスは算出できないが、オーダーパラメータはバイオマス値100 ton/ha領域までの計測が可能である。データから算出した回帰曲線を使って2005年に計測した林班のバイオマスを算出したところ、約85%の計測精度が得られた。

非ガウス統計のテクスチャを利用する方法は、ポラリメトリックSARが高分解能でなければならないが、RCS法と併用することで、より高精度でのSARによる森林バイオマスの計測が可能になると考えられる。