

合成開口レーダを用いた森林バイオマス推定

(財)リモートセンシング技術センター 春山 幸男

1、はじめに

本研究は、当財団の春山、小川、和田を中心に、カナダのビクトリア大学の飯坂教授、信州大学の加藤教授、東北大学の渡辺助教と実施した。その成果については、2009年10月の共同研究会にて、各研究者が解析結果等を報告し、更なる解析精度の向上を目指して研究解析等を行い、2010年3月にまとめた。

2、研究成果報告

2-1 背景

現在、日本が国際的に主導する「森林減少と森林劣化による排出の削減 (Reducing Emissions from Deforestation and Degradation in Developing countries : 以下 REDD)」に関して、森林の減少・劣化による二酸化炭素 (CO₂) の排出が問題視されている。本問題の解決にあたって、世界の森林の現状整理が重要であり、そのためには正確な森林情報の把握を行わなければならない。広範囲の森林情報を定期的に計測するには衛星データの利用が最適と考えられる。しかしながら、REDDのような熱帯雨林などの長期間の雨期を持つ地域を観測する場合、一年の大半が雲に覆われてしまうため、光学センサでは、定期的に定量的な観測を行うことが困難となる。そこで近年、全天候型の SAR データの利用が期待されている。SAR 衛星の中でも Lバンドを観測波長 (23.6cm) として有している ALOS-PALSAR はその波長特性により森林の把握に適しているセンサといわれている。

本研究では、広域を一括して観測することが可能であり、かつ全天候観測可能な SAR センサを利用した森林バイオマスの算出アルゴリズムを検証し、その妥当性を考察することまでを目的とする。

2-2 研究の流れ

地球観測衛星 ALOS(だいち)の PALSAR センサの後方散乱係数と森林バイオマスには相関があるといわれている。今回正確な情報が入手できる日本の森林において、その検証を行った。

また、ALOS-PALSAR には試験的に多偏波(四偏波、全偏波)観測のモードが実装されている。多偏波 SAR 観測では、マイクロ波を送受信する際に直交する2つの偏波面を使用することで、観測対象の形状に関連する情報を取得することが出来る。本研究では、PALSAR 多偏波観測モードにより取得されたデータを用い、森林監視への適用法を模索した。

2-3 研究結果

2-3-1 後方散乱係数と森林バイオマスの相関に関して

今回、13時期の ALOS データを使用し、時系列でどの程度の季節変動を起こすのかを調査した。図 2-3-1(1)に結果を示す。図の青のポイントが HH 偏波の結果、桃色のポイントが HV 偏波の結果である。結果より、冬季に後方散乱係数が著しく下がる現象が見られた。このことは、冬季に樹木の細胞外凍結が起こり、誘電率が変化した結果、後方散乱係数が下がったと考えられた。

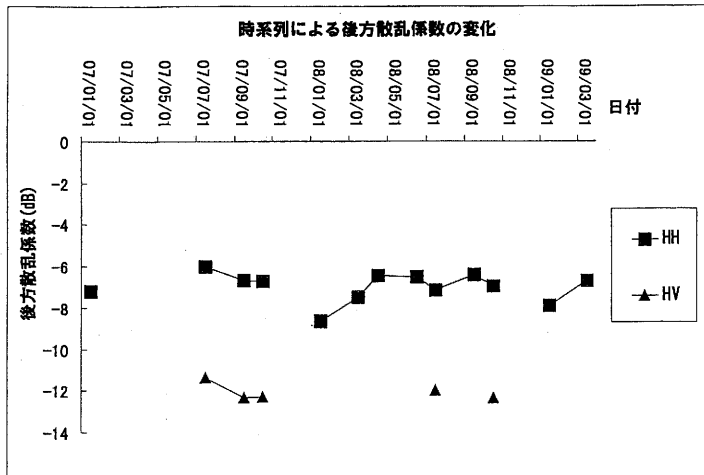


図 2-3-1(1) 時系列での後方散乱係数の変化

また今回、森林バイオマスと後方散乱係数の相関を見るために PALSAR 画像と調査地の調査結果に対して、しっかりと位置あわせを行い、それらの対応ポイントを散布図に記した。結果の一部を図 2-3-1(2)に示す。また、図は樹種ごとに色分けしている。

結果より HH 偏波、HV 偏波ともに、後方散乱係数と森林バイオマスの間にはある程度の相関があるが、100ton/ha を超えたところで、飽和状態となり、それ以降は詳細な予測が不可能となるといった結果が得られた。

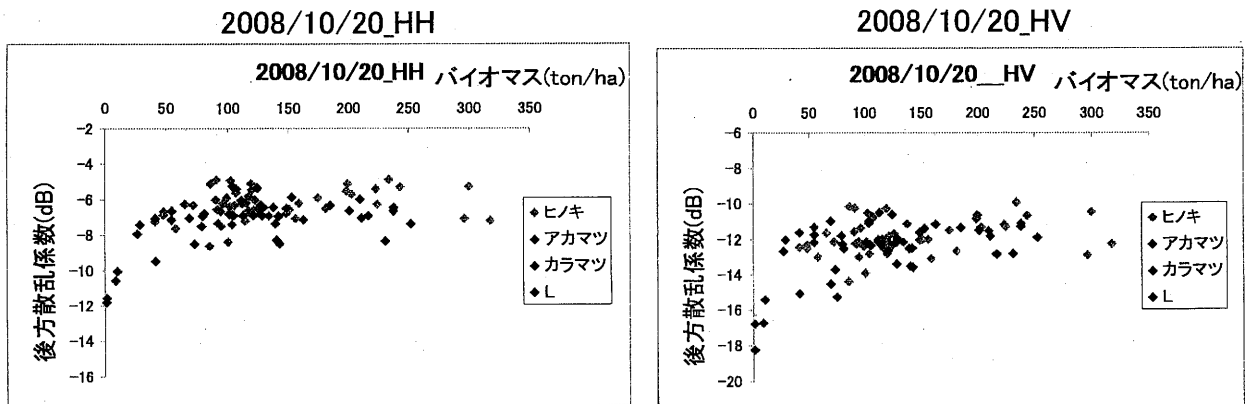


図 2-3-1(2) 樹種別森林バイオマス相関まとめ

2-3-2 多偏波干渉 SAR

SAR による観測データは散乱波の位相情報を持つことから、複数画像間の位相差を解析する位相干渉 SAR (Interferometric SAR, InSAR) の手法に関する研究が盛んである。本研究では、多偏波観測画像に対して干渉 SAR 解析を試みた。

異なる二時期に観測された多偏波観測画像の、同一偏波成分同士の干渉処理を行なった。2007年7月観測画像と2007年8月観測画像との、HH 偏波・HV 偏波・VV 偏波それぞれの干渉処理結果についての位相差分を図 2-3-2(1)に示す。衛星 SAR による繰返し観測を行なう際には、観測機会ごとに軌道がわずかにずれる（数十メートルから数キロメートル程度）ため、観測画像には視差に起因する位相の差が乗じる。この性質を利用し、各観測時の軌道同士の間隔と観測画像の位相差から、地表の標高差を推定することが可能である。HV 偏波は樹枝から多く発生し、HH 偏波は地表面から多く発生するこ

とが知られており、二時期の HV 偏波の位相差分から推計される標高値と HH 偏波の位相差分から推計される標高値には、地表と樹枝との高度差に起因する差異が生じることが予想される。

今回の HV 偏波位相差分と HH 偏波位相差分との差分から推計される高度差は、最大でおよそ 40m 程度であった。ただし、(1)干渉処理中の様々なノイズ要因（軌道推定誤差、大気遅延誤差等）の考慮が充分でないこと、(2)HV の発生源(樹枝)の高度と樹頂の高度との差が不明であること、(3)周囲よりも高度が 10m 以上低くなっている地点があり、何らかの誤差成分が疑われること、(4)地表面空間分解能が 30m 程度であり樹林のスケールに対して妥当であるかどうか疑問の余地があること、等の問題があり、今回の推計結果が直ちに樹高を捉えたものと判断するのは早計と思われる。

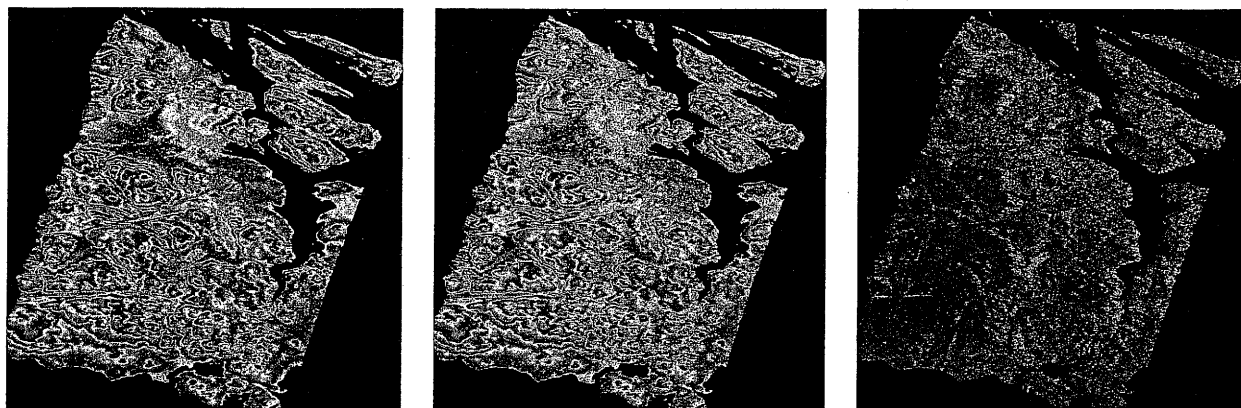


図 2-3-2(1) カナダの二時期の観測画像の位相差

(左：HH 偏波、中央：HV 偏波、右：HV 偏波と HH 偏波の差分)

二時期観測画像の位相差解析により、樹高推計の可能性が示唆された。今後は、HV 偏波・HH 偏波それぞれによって推計される高度について精度を高めるとともに、HV 偏波・HH 偏波の高度差と実際の樹頂高との相関性に関する検証も必要である。

2-4 まとめ

今回、本報告において、「後方散乱係数を利用した森林バイオマス推定」と「多偏波 SAR を利用した森林観測」を報告した。

「後方散乱係数を利用した森林バイオマス推定」においては、100ton/ha 以上のバイオマス推定が困難という結果が得られた。これらの結果より、この方法は森林の再生度合いを見ること、森林、非森林に分類することを見据えて 100ton/ha 以下の森林バイオマスの推定を行っていくことが良いと考えられた。そのためには、現在課題として挙げられているばらつきの要因の確定、季節変動の要因の確定が必要である。

また、「多偏波 SAR を利用した森林観測」の解析により、森林域の抽出への有効性が認められた。多偏波 SAR 解析は未だ研究途上の分野でもあり、各研究手法の妥当性の検証を進めていく必要がある。また、今回対象とした長野・カナダ以外の地域の森林（熱帯林等）に関する解析も試行すべきである。

3 謝辞

本研究は財団法人新技術振興渡辺記念会の助成を受けて行いました。ここに記してお礼申し上げます。