

合成開口レーダ (SAR) 画像特性に関する基礎的検討

豊橋技術科学大学 正会員 河邑 眞
 豊橋技術科学大学 学生員 柳田 暁
 豊橋技術科学大学 学生員 ○中岡 洋一

1. 研究概要

SAR は、マイクロ波を照射し地上からの反射波により昼夜天候に左右されずに地表面の特性を観測する能動型センサである。SAR は雲を透過して地表のデータを収集するので、雲に覆われている場合の多い日本や熱帯地域での利用価値は高いと考えられる。

しかし、SAR は光学センサに比べて画像処理技術が高度かつ閉鎖的であり、また、SAR に用いられるマイクロ波散乱特性は既知ではないため、実際の SAR 画像判読は簡単ではない。したがって本研究では SAR に用いられるマイクロ波の相互作用や SAR の画像化原理と画像が得られるまでの処理を理解し、SAR データの画像処理をおこない、SAR 画像がどのような輝度特性を示すのか分析をおこなう。

SAR データとして JERS-1 L バンドを用い、SAR 画像特性を分析し、SAR 画像の利用法を検討する。その検討例として、2 時期の SAR 画像を用いた土地被覆分類、経年変化の抽出を行い、また LANDSAT TM データから得られる UI (都市化指標) 画像と NDVI (正規化植生指標) 画像との比較を行う。

2. データ解析

2.1 解析データ

1993 年 1 月 15 日と 1997 年 11 月 10 日に撮影された Path68、Row242 における宇宙開発事業団で標準処理された JERS-1 SAR データ (レベル 2.1) を用いた。SAR データから後方散乱係数 σ の算出は、NASDA/EOC の公表した方法に基づき、式 (1) を用いた。¹⁾

$$\sigma = 10 \cdot \log_{10} I^2 + CF \cdots (1)$$

ここで、 σ は後方散乱係数、 I は SAR データの CCT 値、 CF は変換係数 = -68.5 である。



Fig.1 画像処理後の SAR 画像 (豊橋市 1997)

なお、8bit の画像データを表すために、スケール変換をおこなった。

$$DN = 5 (\sigma + 30) \cdots (2)$$

ここで、DN は画像のデジタルカウントである。SAR 画像ではスペックルノイズが大きな問題となる。スペックルノイズ除去のためにフィルタリング処理をおこなった。

2.2 SAR 画像の特性

画像処理後の SAR 画像を Fig.1 に示す。土地利用図、数値地図と照らし合わせて、土地被覆の違いが SAR 画像でどのような特性を示すのか分析を行った。さらに SAR 画像の特性を把握するために、水域、農地、都市域 1 (住宅地)、都市域 2 (密度が高い住宅地、市街地、工場) のカテゴリごとにトレ

ーニングデータを 2000 点取得した。その結果を Fig.2 に示す。Fig.2 より、それぞれのカテゴリーでの輝度特性が得ることができた。この特性を利用して、土地被覆分類を試みた。また、2 時期の SAR 画像から経年変化地点の抽出も試みた。

2.3 SAR と UI、SAR と NDVI の比較

SAR 画像の特性をあらゆる角度から見るため、LANDSAT TM データから得られる UI との比較を行う。UI は都市の程度を表すもので、一般に UI が高いと建物密集度が高いとされている。また、植生活性度を表す NDVI との比較も行う。一般に NDVI が高いと植生活性度が高いとされている。

3. 解析結果と考察

Fig.1 において、市街地は画像上で明るい部分にあたり、強い後方散乱が見られる。市街地の高層建物が地表面の粗さとなり、強い反射波をレーダに返していると考えられる。また田・畑である地域は輝度値が低く、後方散乱が弱いことがわかった。水域はさらに輝度値が低く、鏡面反射によって後方散乱がほとんどないことがわかった。山地を見ると、東側斜面が明るく、西側斜面は暗くなっている。これはレーダ照射面の正面の斜面は、フォーショートニング効果で明るくなり、背面の斜面は暗くなるレーダ画像特性が顕著に表れている。したがって、標高差のある山地では森林情報の処理に注意を要する。

土地被覆分類の結果を Fig.3 に示す。山地部分はフォーショートニングなどの影響があり被覆情報が得られないため、マスク処理を施した。愛知県統計資料での農地面積を用いて精度検定を行い、結果 93 年で 23.5%、97 年で 18.9% の誤差があった。また、経年変化地点を抽出した結果を Fig.4 に示す。豊橋市西部の工業地帯や埋立地での変化を抽出できた。SAR と UI、SAR と NDVI の相関関係を求めた。前者が 0.797、後者が -0.726 とそれぞれ高い相関係数が算出された。UI と相関が高いことから建物密度の程度を表し、都市構造の違いを把握できる。さらに SAR は都市構造物に敏感に反応し、かなり高い後方散乱を示すことがわかった。また、後方散乱が強い地域は植生が少ないという状況を示している。

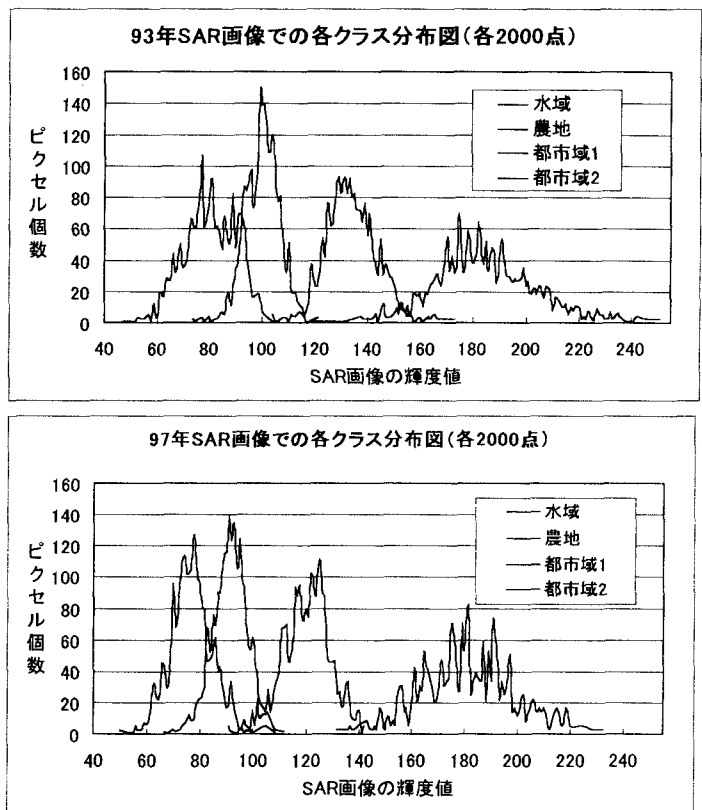


Fig.2 SAR 画像の各カテゴリーヒストグラム

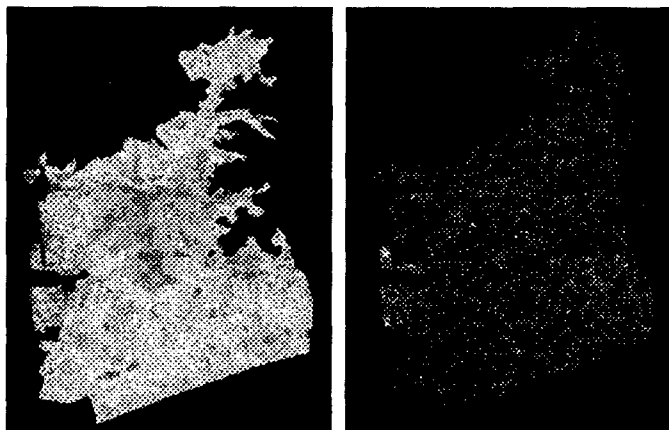


Fig.3 土地被覆分類結果

Fig.4 経年変化抽出画像

4. 結論

本研究では SAR 画像の特性を分析し、利用例として土地被覆分類を行ったが、カテゴリーの細分化、精度向上の問題が残った。今後は SAR の他バンド、TM の 7 バンドとの統合化など検討が必要である。SAR データは宇宙開発事業団から研究目的のため提供されたものである。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

飯坂譲二：合成開口レーダ画像ハンドブック
河邑眞ら：スリランカ・コロンボ市における都市化と環境変化についてのリモートセンシングによる分析、情報科学論文集, No.8, pp117-122, 1995