

衛星画像を利用した地表面情報の解析と評価について

秋田高専環境システム工学専攻 学生会員 土田 昇

1. 緒言

近年、衛星の性能や衛星画像データ処理・解析法は目覚ましい進歩を遂げており、地球環境時代と呼ばれている現代においてこの技術の重要性はますます大きな物となりつつある。しかし、これらを利用し、実務に直結できる解析結果を得るには豊富な予算や知識と経験が必要であり、残念ながらこの様な設備を整える研究機関の数は十分とは言えない現状である。本研究ではいくつかの環境問題と話題を身近にあるパソコンと容易に入手可能な NOAA・LANDSAT 衛星画像を解析することでその有用性と可能性について多角的な面から詳細に検討した。

2. 研究内容と結果

() 解析用ソフトウェアの作成

衛星画像解析の代表的な手法は画素値演算と画像表示である。本研究では以下に示す 3 種の処理を目的に、GUI を重視したソフトウェア開発を行なった。

(1) 画素値計算と作画 (NDVI、クロロフィル濃度、地表放射熱温度)

(2) 幾何補正と画像間演算

(3) レベルスライスとヒストグラム調整

これらソフトウェアは、複雑な手順を不要とするほか非一般的な画像形式である衛星画像フォーマットを bmp や tiff に代表される汎用性のある画像形式へと変換する機能も備える。(2) のソフトウェアでは、宅地開発による植生の変化や自然災害による地被状況の変化など、いわゆる変化抽出を行う際に必要な作業である幾何補正を行なう。幾何補正においては、通常、ある時間差で撮影された同一地点の画像が幾何学上完全に一致することはあり得ず、それには衛星軌道要素や撮影角度など、さまざまな要素が反映する。この補正には通常、地上基準点 GCP (Ground Control Point) の設定や精度評価といった複雑な作業が伴うのが通例である。ここではマウス操作を基本とした GUI 環境の下、単純かつ直感的な手順でこれら操作が行えるよう工夫した。また任意の数式を入力し、幾何補正後の 2 つの画像間演算を同時に行う機能も付加した。(3) のソフトウェアでは演算結果として再構成・表示された時のグレースケール画像に対し、目的とする色の割り当てと画像補正を容易にしヒストグラムの調整とレベルスライス法により着色することで画像の視認性を高めるソフトウェアである。このように、本研究では従来のソフトウェアの複雑さを単機能に特化したソフトウェアにすることや、用途を特定の衛星フォーマットに限定することで解消した。なお本研究の大部分はこれら自作ソフトウェアによるものである。

() 画像解析による地表面情報の評価

NOAA に代表されるような更新頻度が高い衛星画像は、短期に大量のデータが蓄積される。そのため、時々の研究目的に応じた必要なシーンを取り出すためには、予め適切な判断基準で分類し、抽出するに容易な形態で管理する必要がある。ここでは NOAA 画像の中に現れる対象物、今回は海、陸、雲などのカテゴリーを取り上げ、その分類を目的とした、周期性及と基本的な傾向について考察した。

解析に使用したデータは、JAIDAS よりダウンロードした東日本 NOAA 画像の中から、極端に雲量が多くないもの、かつ地表面が確認できるものとし、最新の 2004~2005 年度の合計 89 シーンである。なお利用するスペクトル画像には可視による画像に最も近く、また多少の霧等を透過できる Channel 2 を選択した。解析方法は対象領域を 1 次元ヒストグラムに展開し、その数と画素値の分布を検討することでその特徴を考察した。

このヒストグラムには通例複数のピークが出現し、それぞれがスペクトル画像中に出現する雲や地表などの対象物の特徴を示している。その各カテゴリーを代表する値をそれぞれ時系列的に集計し、月毎に挙動を示した物が図—

1である。これによると年間を通じた変動では海洋が最も小さく、また雲域も変動は小さい。夏季において僅かながら数値が増加するなど、地表面と類似した変動パターンも現れるようである。雪域では今回検証を行うためのデータ数が十分ではなかったものの、ほぼ画素値で200前後を中心に変動し、またその分布幅も広いことが特徴であった。これは積雪面の反射が斜面の傾斜に大きく影響を受けること、また雪質の違いと融雪初期に見られる積雪面表面の汚れなどがその原因として考えられる。陸域においては年間を通じた明瞭な変動パターンが現れたが、これは主に太陽光の変動が間接的に現れたものと推察された。このようにそれぞれのカテゴリーには特徴的な傾向が認められた。今後さらに多くのシーンについて同様な検証を行うことで、衛星画像中に現れるカテゴリーの分類に有益な情報になるものと思われる。

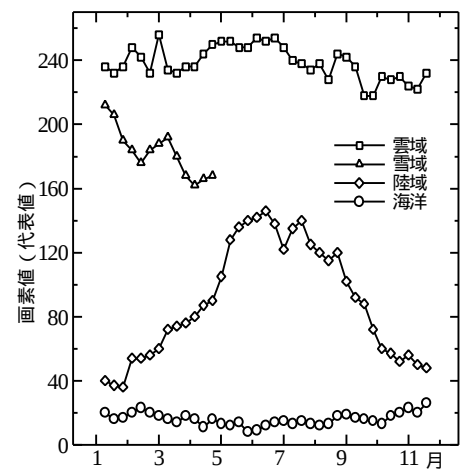


図 - 1 輝度値の経月変化

() PIV 法による移流解析

PIV (Particle Image Velocimetry) 法とは、実験水路における水粒子の軌跡を追跡するために、複数の連続写真からその挙動を理論的にトレースする際に利用される CIV 法と同じ概念と目的を持つ手法であり、特に粒子 (Particle) の追跡に特化したものである。本研究では、相関関数法を用い画像内の局所的な輝度パターンに類似する部分を、もう一方の画像から空間的な相互相関関数を用いて判断した。具体的には、テンプレート内の温度パターンなどを、指定された範囲内すべての組み合わせでその相関性を検討し、最も妥当と判断された移動先をベクトルを用いて表示し考察した。この手法を用い本研究では、秋田県沖の海流と黄砂の移流現象を解析した。

図—2 に示した秋田県沖の海流では、Channel4 の熱赤外画像を利用し海水温をトレーサーとした。これによると、日本海を北上する海流の時速が約 2～4km であること、またそれが一部男鹿半島にさえぎられ、さらに沖合いへと向きを変えながら移動する状況が明瞭に示され、実際の流れを適切に説明できたものと考えられた。また黄砂においては過去に報告された代表的な黄砂イベントの画像を農林水産省衛星画像データベース (SIDaB) より取得し、その状況を同様な PIV 法を用いて黄砂のベクトルを計算し地形画像と合成表示した。解析に利用した画像は、Channel4 と Channel5 の差画像である AVI 画像であり、画像に現れる黄砂と推定される対象物についてベクトル計算を行なった。これによると、本イベントにおいて得られた黄砂の平均ベクトル速度は時速約 60～90km の範囲に収まり、この速度は、ほぼ高層風の風速範囲であった。またその移動方向はほぼ東～南東となり、これもまた高層風の向きと合致した。このように、PIV 法は様々な対象物の移流解析に有効な手法であり、適切な画像が入手可能であるならば、今回検討した海流と黄砂の他にも、煙や火山の噴煙等の動きを評価するに非常に有効な手法と思われた。

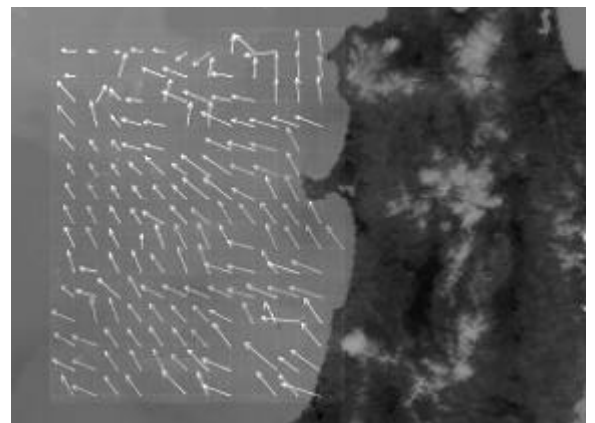


図 - 2 PIV 法による海流の可視化

5. さいごに

ここでは主に NOAA に代表される衛星画像を対象に、一般に公開されている各種データベースと身近なパソコンを利用しながら、さまざまな検討を行った。これには専用ソフトウェアの開発から始まり、衛星画像が示す対象物の輝度経時変化の特徴、さらには AVI 画像の利用と PIV 法による移流解析について検討し、その可能性について考察した。リモートセンシング技術はまだ歴史は浅く難解なイメージが強いが、非常に多くの可能性を秘めた技術である。今後ますます多くの研究がなされ、さまざまな分野での活用が期待される。