衛星画像を利用した地表面情報の評価について

秋田工業高等専門学校　学生会員　○高野　聖
秋田工業高等専門学校　正 会 員　　佐藤　悟

1.　はじめに

現在リモートセンシング技術は、様々な分野で用いられている。Landsat や NOAA に代表される地球観測衛星は、例えば陸域ではダムの設計・計画、都市の変遷、火山活動の調査に、水系では植物プランクトンの分布状況調査、海面推移、汚濁状況など各研究分野および関連産業で広く利用されている。Landsat や NOAA の他にも代表的な衛星としてはひまわり（GMS）、SPOT、資源調査衛星 EERS など多くのものがあり、それぞれの用途や得意とする事象には様々なバリエーションがある。ここでは、インターネット回線を利用するに最も入手性の高い Landsat と NOAA 衛星画像を利用し、主に秋田県を中心とした陸域と水系の植生指標（NDVI）の評価、相関関数法による海流の可視化、さらに地表面温度の熱赤外温度の特徴などを考察し、その詳細を報告する。

2.　解析方法

2.1 植生指標（Normalized Difference Vegitation Index）

植生指標として、ここでは正規化植生指標 NDVI の評価を Landsat 衛星画像を用いて行った。NDVI の算出には以下の一般式が用いられる。

$$NDVI = \frac{(Rnir - Rvis)}{(Rnir + Rvis)} \qquad (1)$$

ここで、Rnir は近赤外波長値、Rvis は可視波長値である。Landsat において、Rnir が Band4、Rvis が Band3 に相当する。ここでは、秋田県内の 2、3 の閉鎖性水域を対象とし Landsat 画像データから 1972～2009 年まで、雲量など条件を満たしたものを使用し、NDVI の経年変化を評価した。既往の研究から NDVI はクロロフィルと良好な正の相関を示すことが知られており、ここでは NDVI 値の分析をクロロフィルのものと仮定して評価を行った。一般にクロロフィルの評価には、Landsat の Band1 と Band3 の比を用いる場合が多いが、NDVI によって陸域と水域を同時に計算でき、水域のみを抽出することで、より簡便に水域の植生の特徴や傾向を知ることができる。

また陸域の NDVI については秋田県男鹿半島の特に海岸線に着目し、近年問題となった松枯れの状況についてその有用性を検討した。

2.2 相関関数法による海流の可視化

秋田県近海を対象とし、NOAA 衛星画像を用い、相関関数法による海流の可視化を行った。相関関数法はパターンマッチングの一種であり、一方の画像の局所的な画像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するものである。

使用した NOAA 画像データは東北大学ノア画像データベースより入手したもので、一日のタイムラグをもつ 2 つの画像を利用し、その状況をグラフィカルに表示した。

3.　解析結果および考察

3.1 閉鎖性水域の NDVI 評価

図-1 は秋田県田沢湖の水域を抽出し、(1)式に基づいた演算結果を基に着色し合成した画像である。田沢湖は現在なお酸性を示し、特に富栄養化による汚濁問題などの報告は少ないが、観光開発など、人為的影響が懸念されている。図には NDVI 値の大きい方から、緑、橙、赤、紫、白で着色した。NDVI が間接的にクロロフィルの分布を示すものと仮定できるため、相対的に濃度が高い緑色の部分は湖沼の北東部に集中していることが分かり、こ

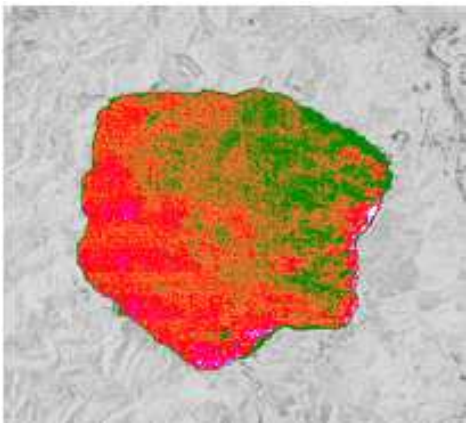

図-1　田沢湖のクロロフィル分布

キーワード：Landsat、NOAA、植生指標（NDVI）、海流の可視化
連絡先：〒011-8511 秋田市飯島文京町 1-1　TEL018-847-6073　FAX018-847-6073

の場所は観光ホテルなど、各種施設が集中する部分とも一致している。

図-2 は男鹿半島の東部に広がる八郎湖と田沢湖、十和田湖について 2009 年の NDVI を比較したものである。これによると、八郎湖の NDVI が相対的に低いことがわかる。また、同様に 2009 年と 1972 年データによると八郎湖のヒストグラムのピーク値が現われる位置は 2009 年の方が低く、その分布幅も小さいことが分かった。ここで、NDVI とクロロフィル間に存在する相関性を考えるならば、八郎湖のクロロフィル濃度は低下したこととなり、これは実際の分析結果とやや矛盾したものとなった。この一つの原因として、八郎湖はその時の気象条件により大量の濁質が発生することがあげられ、NDVI を用いたクロロフィルの評価には課題があるものと思われる。

図-3 は、男鹿半島沿岸線を対象とし NDVI についてその経年変化を示したものである。これによると、ヒストグラムのピークが現れる位置に注目した場合、1984 年から 2003 年にかけて低く推移している。両年は気温に大きな差は無く、異常気象等の報告も無いことから、植物の活力は減少したものといえる。また、2003 年と 2005 年、2007 年と 2009 年には、それぞれピークの現われる位置について大きな差は現れず、この間の植生の大きな変化は少ないものと判断できる。次に、2005 年から 2007 年にかけては、ピークの位置はさらに低く推移したが、両年には特に大きな気象要素の変化もなく、植生が減少した事を示したものと考える。この対象領域は沿岸線であり、近年問題となる松枯れによる被害を示したものであろう。

3. 2 秋田県近海の流向推定

図-4 は相関関数法による秋田県沖の海流を推定した一例を示したものである。矢印の向きが海流の流向を示し、長さは海流が一日で移動した距離を示している。平均流速は時速 1.5km であった。これによると、日本海を北上する大きな海流、対馬海流が明瞭に現われている。また、対馬海流が男鹿半島にぶつかり、沖合へと移動する海流が示されており、実際に起こっていたであろう流れを良好に再現できたものと考える。相関関数法を用いる場合、テンプレートと呼ばれる適切な局所領域のサイズと、その局所領域の移動が考えられる検索範囲の指定が必要である。テンプレートサイズが不適切な場合、予測される海流の流れが実際とは大きく異なる現象が現れるが、ここでは、31 ドットの広さをテンプレートサイズと定義し計算を行っている。

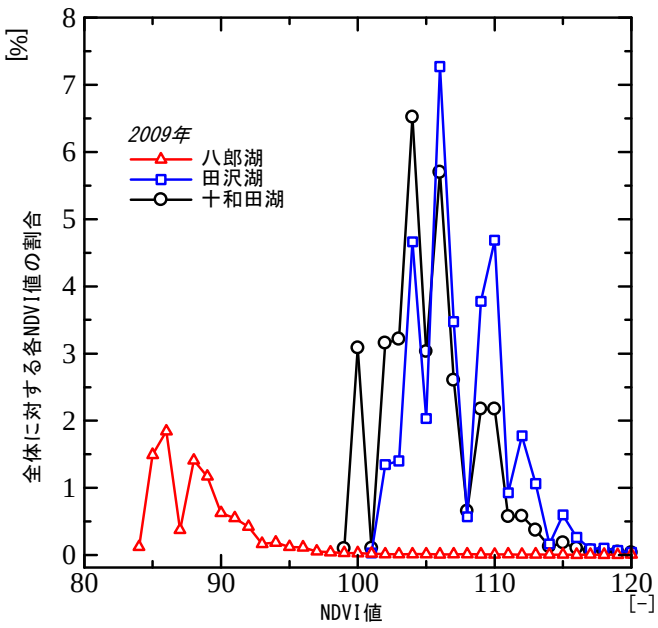

図-2　湖沼間における NDVI 比較

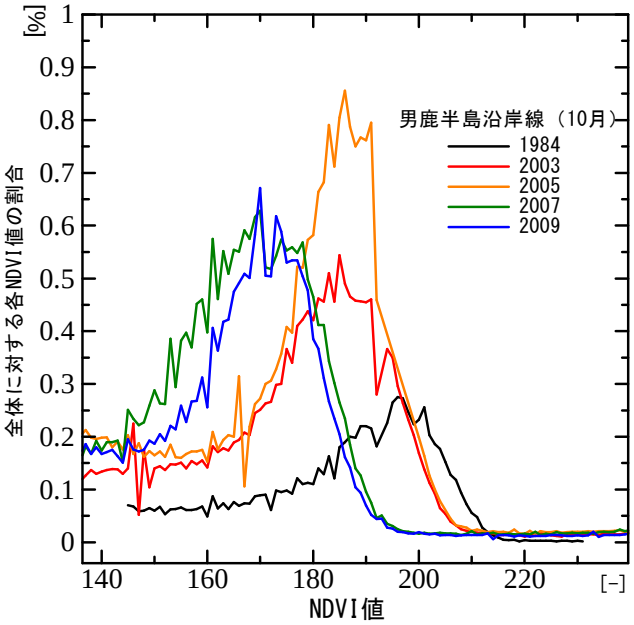

図-3　男鹿半島沿岸線における NDVI 経年変化

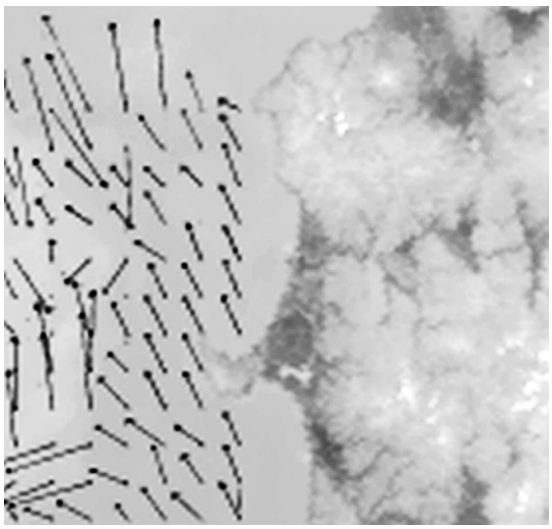

図-4　推定された海流ベクトル