

衛星画像を用いた宗谷暖流沿岸域における海表面アルベドの導出
 Derivation of the sea surface albedo around Soya warm current area along Hokkaido coastal area
 -沿岸海域の有色物質指標の算出-
 - Study for making the colored matter index for the costal area -

朝隈 康司
 東京農業大学 生物産業学部 アクアバイオ学科
 Koji Asakuma
 Faculty of Bioindustry, Tokyo University of Agriculture

はじめに

- 沿岸海中には有機、無機の懸濁態、溶存態など様々な物質が含まれており、これらの物質は、海洋の生物生産に大きく影響を与える。
- オホーツク海北海道沿岸の宗谷暖流域はホタテガイなど底生生物(ベントス)の水産資源が豊富であるが、これら底生生物は、表層から低層へ沈降する沈降物質を捕食する。
- オホーツク海の底生水産資源量を持続的に予測するためには、陸域から流れ込む懸濁物などの有色物質をモニタリングする必要がある。
- 衛星リモートセンシングを用いて検出可能な海中の有色物質には、主に、植物プランクトン、有色有機溶存態(CDOM: colored dissolved organic matter)、有機懸濁物(OSS: organic suspended solids)、無機懸濁物(ISS: inorganic suspended solids)などがある。
- これら有色物質は、可視域から近赤外域に8バンド以上をもつ中程度のスペクトル分解能のセンサを用いて分類することができるが、沿岸域など微地形を対象とするには 高空間分解のセンサが必要であり、高スペクトル分解能が期待できない。
- 昨年度、低スペクトル(4バンド以下)での分類を検討するため、対象海域をオホーツク海沿岸域の河口付近(天塩川、常呂川)に限定して、MODIS 500 m 解像度(5バンド)を用いて、従来のマルチレベルスライスを用いて有色物質を分類した。
- 衛星画像は大気上端から対象物を観測するので、必ず大気による効果(輝度値の変化や滲み)が発生し、分類の精度に問題が発生する。
- このため昨年度は、大気効果がある程度低減されると報告されている小野ら(2000)による規格化された各チャンネルの放射輝度を用いて分類を行った。



図1. 河川から海洋への流出が多い融雪期の北海道周辺のMODIS 可視合成画像(2012年4月15日)。右は拡大図。

図2. 2010年10月1日(右)の天塩川河口付近の分類例(左)と、2011年9月27日の湧別川、常呂川河口付近の分類例

研究目的と方法

- 昨年の結果から次の2点の問題点が考えられる:
 - 河口から流出する海中の有色物質を分類しただけでは、その濃度変化ならびにどこまで河川の影響が及んでいるのかが分からない。
 - 規格化されたスペクトルを用いた場合確かに大気効果は軽減されるが、エアロゾルの場合は短波長に向うにつれてその効果が大きくなるため、このことを考慮に入れた補正が必要となる。とくに沿岸域では青バンドでの正確な補正を行いたい。また、分類には有効であるが、最終的に実際の反射率への変換が必要である。
- NDVIなどに見られるように、対象物質に対応する指標を作成し、それを定量的に評価する必要がある。
- 沿岸域に含まれる対象物質を、外洋水(濁りの無い水)、懸濁態(泥水)、懸濁態(植物プランクトン)、有色溶存態(CDOM)の4項目に分けて、低スペクトル分解能のセンサ(MODIS HKM)で指標化できるか検討した。
- 図3に、図1と同日同場所それぞれの可視および近赤外の1から4チャンネルの各バンドの全ての組み合わせの正規化差値(Normalize difference value: NDV)の画像を示す。ここで泥水は土砂、直物プランクトンはクロロフィルa が水中に存在するとして、各NDVの特徴を述べる。
 - 泥水は、土砂の特徴として長波長になるにつれ単調に増加するが、水による吸収により赤と近赤外反射率が小さくなる。このため、全てのNDVは0または正の値をとる。
 - 陸上の植物(クロロフィルa)は、近赤外、緑、赤、青の順に反射率が高いが、植物プランクトンは水による吸収のため、緑、赤、近赤外、青の順となる。このため、NDVI(d_{21})は陸上の植物と逆で負となり、 d_{43} は正となる。
 - CDOMは青の吸収がとくに強く、これに水の吸収が加わるため、長波長になるにつれ単調に増加する。このため、泥水との区別は難しいと考えられる。

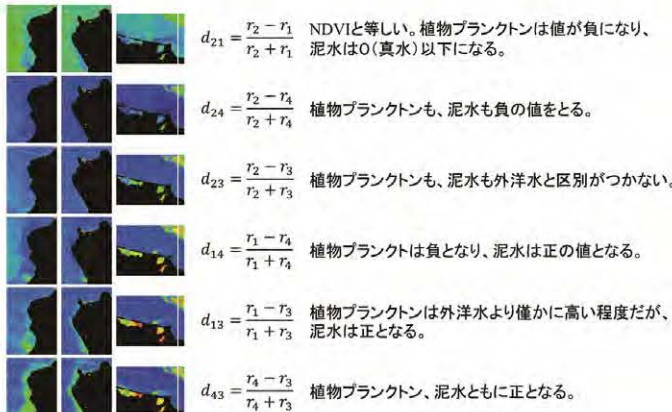


図3. MODISのチャンネル1から4のそれぞれの正規化差画像(2012年4月15日)。右から、石狩川、天塩川、常呂川

- 図3の関係から、NDV d_{14} と d_{43} を用いれば、泥水、外洋水、植物プランクトンの分離が可能だと考えられる。
- ここで、クロロフィルaの濃度を C_{chl} 、泥水の濃度を C_{SS} 、大気の影響を ϵ_{atm} とすれば、NDVとの関係は適当なパラメータ a_1, a_2, b_1, b_2 を伴って:

$$\begin{cases} d_{43} = a_1 C_{chl} + b_1 C_{SS} + \epsilon_{atm} \\ d_{14} = a_2 C_{chl} + b_2 C_{SS} + \epsilon_{atm} \end{cases}$$
 と書くことができる。
- 大気効果は観測しないかわからないが、 d_{14} はクロロフィルaが多く存在すれば負となる。そこで、 ϵ_{atm} を無視(=0)して:

$$\begin{cases} mC_{chl} = \alpha_1 d_{14} - \beta_1 d_{43} \\ nC_{SS} = \alpha_2 d_{43} - \beta_2 d_{14} \end{cases}$$
 と書き直し、クロロフィルaと泥水が存在する画素の mC_{chl} と、外洋水の画素の mC_{chl} が同値になるように a_1, b_1 を決め、このときの mC_{chl} をクロロフィルa濃度が0の時の値、つまり泥水のみを示す指標と仮定する。

$$\dots(A)$$
- 同様に、泥水と外洋水の画素から、クロロフィルaのみを示す nC_{SS} を決定する。

$$\dots(B)$$

結果と今後の課題

- 図4に上記(A)方法で求めた、泥水らしさを示す指標を示す。河口付近が高く、沖に向かって濃度の減少がみられる。これは、河口から土砂が流入し、その自重による沈降によって減少していく実際の現象に近いと思われる。
- 図5に同様クロロフィルaを示す指標を示す。沿岸に沿って高い値を示すが、図4の土砂の流入部では低い値となっている。土砂があまり多いと有光層が浅くなりプランクトンが光合成をできず増殖できないか、泥水の下に存在していると考えられる。今後、実際の海水をサンプリングして、濁度ならびにクロロフィルa濃度を用いて検証する予定である。
- また、今回の結果から沿岸域においても泥水、プランクトン共に存在しないとできる海域を検出できる可能性があるため、近赤外を0とする大気効果の算出が可能と考えられるため、放射伝達アルゴリズムとの反復計算により、沿岸域のより正確なアルベドを求めていく予定である。このことにより、上記(2)の問題が解決できるため、CDOM等を含めた沿岸域の分類精度向上も検討していく。



図4. 2012年4月15日の泥水指標

図5. 2012年4月15日のクロロフィルa指標