

NOAA/AVHRR データと OrbView-2/SeaWiFS データを用いた オホーツク沿岸の水温とクロロフィル a 濃度推定

Estimation of chlorophyll-a concentration and water temperature in the coast Okhotsk
using OrbView-2/SeaWiFS and NOAA/AVHRR data

北見工業大学大学院 ○学生員 伊藤 勇輔(Yuusuke Itou)
北見工業大学工学部 フェロー 佐渡 公明(Kimiteru Sado)

1. はじめに

サロマ湖を中心としたオホーツク沿岸の海域には、常呂川や、湧別川、渚滑川などが流れ込んでいる。サロマ湖内において、ホタテを一年間ほど養殖した後、オホーツク沿岸海域を4区分に分けての養殖を行なっているが、その区分によって、ホタテの成長が異なっている。その原因の一つとして成長の良い区域にはクロロフィル a 濃度が高いといわれている。

本研究では、水温が植物プランクトンに与える影響と、時期によって植物プランクトンの種類を把握することが可能になると予測される。そこで NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)が搭載している AVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer)センサーを利用した水温推定と、OrbView-2 が搭載している SeaWiFS(Sea-viewing Wide Field-of-View Sensor)センサーを利用し得られるクロロフィル a 濃度の推定を行なった。

2. NOAA データと Orbview-2 データの受信と処理

2.1 衛星データの受信状況

本研究で利用した北見工業大学地域共同研究センターでは、1996年3月から NOAA 衛星を、1997年9月から OrbView-2 衛星データを受信し、UNIX ワークステーションで処理、解析を行なっている。

現在は、NOAA-12,15,16,17 号衛星と OrbView-2 衛星を受信しているが、1日に NOAA 衛星を約15パス、OrbView-2 衛星は約2パス受信している。

2.2 衛星データの処理

UNIX ワークステーションでは、米国 SeaSpace 社の開発した衛星受信解析ソフト TeraScan Ver3.1 を使用することにより NOAA 衛星、OrbView-2 衛星のデータ解析が可能となっている。

(1) NOAA/AVHRR データの処理

TeraScan では衛星の受信が始まると UNIX マシン内のハードディスクにフルシーンデータが書き込まれ、バックアップとして受信終了後 4mmDAT への書き込みが開始される。ここから NOAA 衛星データはスクリプトファイルによって、反射率や輝度温度を見ることが出来る AVHRR 画像、陸地の植生状況を見ることが出来る NDVI 画像、海面や水域の温度を見ることが出来る MCSST 画像を自動的に作成し、MCSST 画像については、本研究室のホームページ上に公開している。

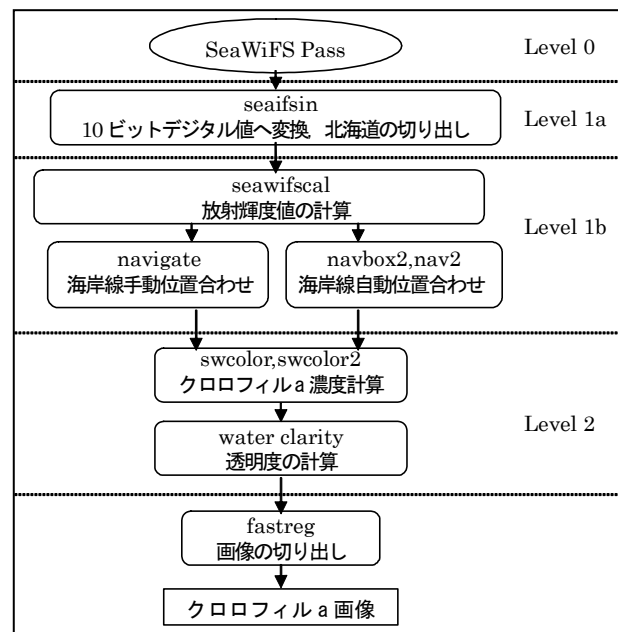


図-1 SeaWiFS データからクロロフィル a 画像作成までの流れ

(2) OrbView-2/SeaWiFS データの処理

OrbView-2 衛星データについては図-1 に示すフローチャートによって画像を作成することが出来る。

OrbView-2 衛星の生データには、スクランブルが掛かっているために受信後すぐにその画像を見ることは出来ない。このスクランブルを解除するためには、2週間ごとに Orbimage 社の Web サイトで発表される解読キーをインターネット上から入手し、データの解読を行なう。まずは 4mmDAT から生データを取り出した後に Orbview-2 衛星受信データの解読ソフトである OGP を起動させ、解読キーを使用して Level0 データを作成する。

次に、得られたデータを Master ファイルを使用し北海道を切り出す。またここでのデータは 10 ビットデジタル値で得る。これを Level1a データとし、seawifscal でこのデータを放射輝度値へ変換することにより Level1b データを取得できるが、ここまでの作業はスクリプトファイルを使用することにより自動的に行なうことが出来る。

次に海岸線の位置合わせを行なうのだが、今回は手動での位置合わせを行なった。この作業が終了した Level1b データを swcolor2 を使用することによりクロロフィル a 濃度の画像を得ることが出来る。また swcolor

は case1 水に,swcolor2 は case2 水に対応しているが,本研究ではオホーツク沿岸域を対象としているので swcolor2 を使用した.最後にサロマ湖を中心としたオホーツク沿岸域を切り出してクロロフィル a 濃度の画像を作成した.また,Level2 データより透明度の画像も作成することが可能である.

3. ホームページ水温公開

3.1 水温推定法

海面温度を求めるために本研究では以下の式で計算している¹⁾.

$$SST = A \cdot ch4 + B(ch4 - ch5) + C(ch4 - ch5)(SEC(sza) - 1) + D(SEC(sza) - 1) + E \quad (1)$$

(SST : 海面温度 sza : 衛星天頂角 ch4, 5 : 熱赤外バンドの輝度温度 A ~ E : 係数)

式(1)で用いられている係数 A ~ E は経験的に決められたものである.

3.2 ホームページ上の水温公開画像

本研究室のホームページで公開している水温画像

一例として図-2 を示す. この水温画像は式(1)を用いて計算したもので,1 画素は 1.1km×1.1km である. この画像は 1 パスごとに作成している MCSST 画像を 15 パス重ね合わせ,各画素の最高値を取ったものを 1 日の最高水温画像として 2003 年から載せている. 図-2 の各日の画像をクリックすることによりオホーツク沿岸域で切り出した画像とともに北海道で切り出した水温画像を見ることが出来る. 海や湖の画素が黒くなっているところは 15 パス全てが雲(異常値)と判定されたため値が削除され水温が表示されていない. また白くなっているところは陸域である. 1 パスの画像における水温値を得たピクセル数や最高水温値,最低水温値,平均値をサロマ湖,網走湖についても見る事が出来る. また本研究室で公開しているホームページのアドレスは <http://water.civil.kitami-it.ac.jp> である.

3.3 年間水温変化

2003 年の水温変化として図-3 の(a)~(h)を示す. この画像はホームページで公開している各日の最高水温画像を 1 ヶ月で重ね合わせ,各画素の平均値を取ったものである.

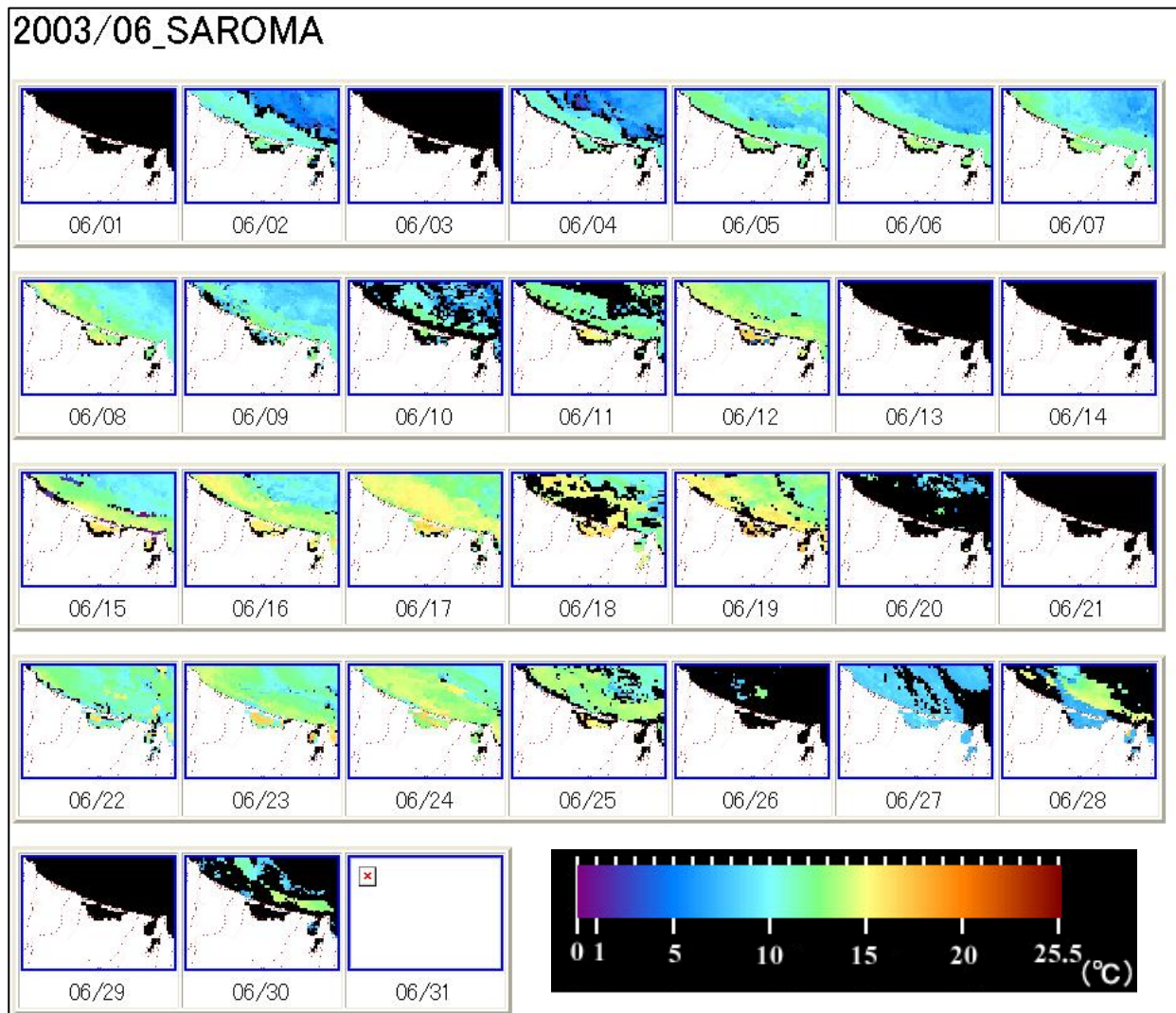
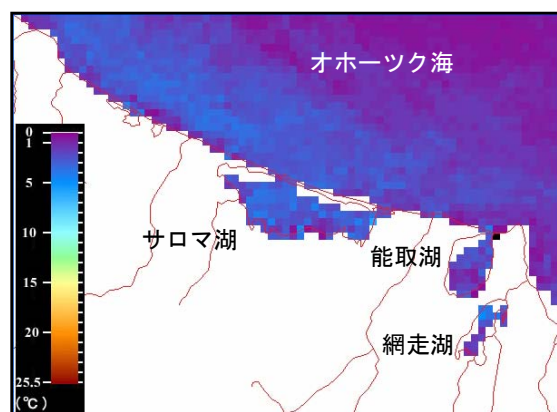
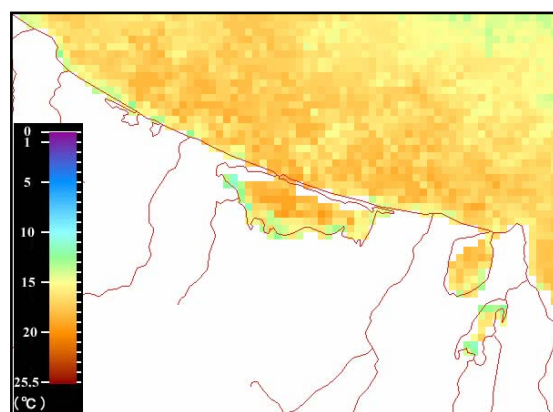


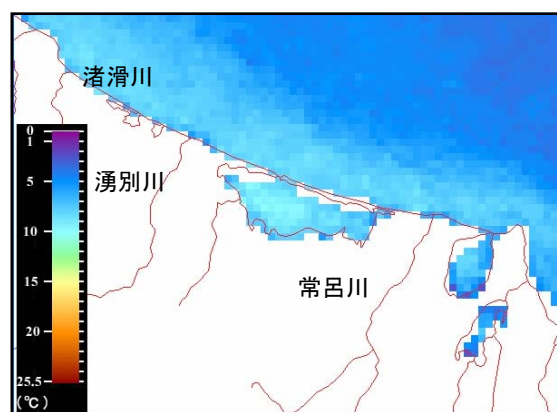
図-2 2003 年 6 月のホームページ公開水温画像



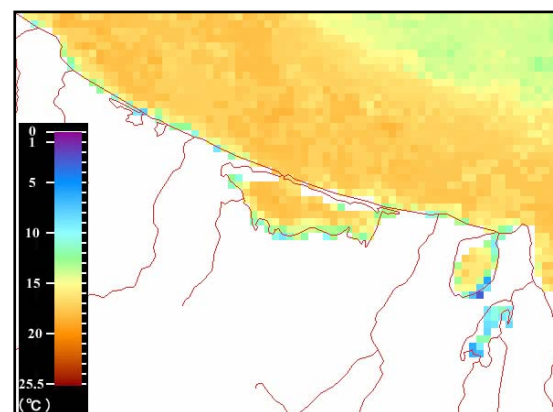
(a) 2003 年 4 月



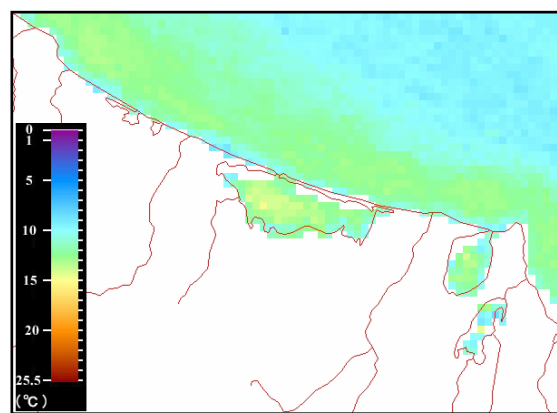
(e) 2003 年 8 月



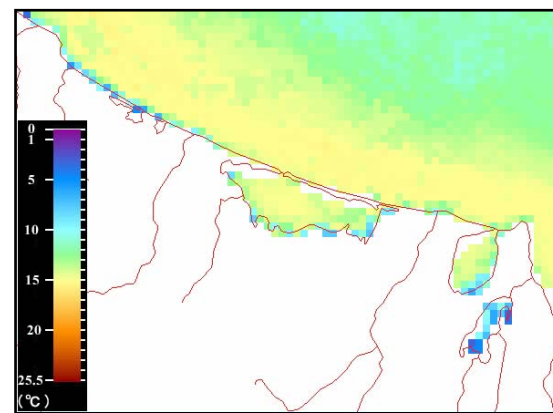
(b) 2003 年 5 月



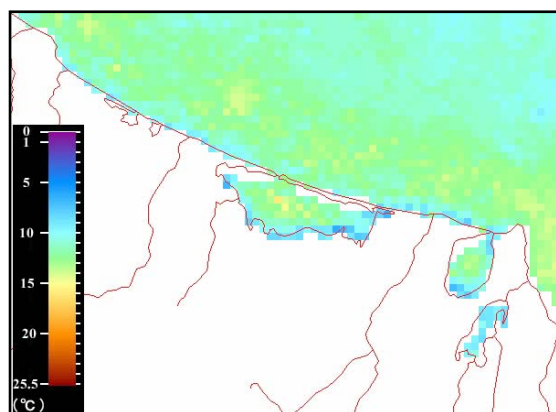
(f) 2003 年 9 月



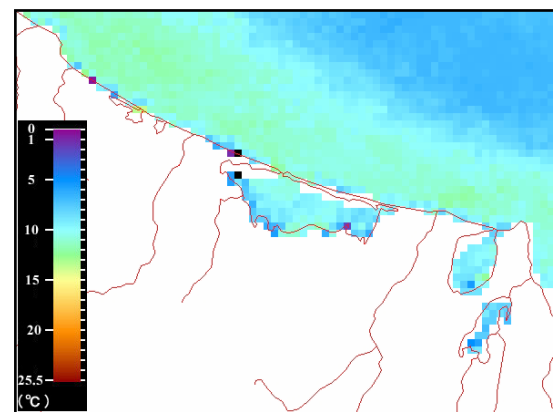
(c) 2003 年 6 月



(g) 2003 年 10 月



(d) 2003 年 7 月



(h) 2003 年 11 月

図-3 2003 年 4 月～11 月の日最高水温の月平均値画像

4. クロロフィル a 濃度推定法

クロロフィルは光合成に必要な緑色色素で全ての藻類に含まれている。海水中に含まれるクロロフィルは波長が $0.44\mu\text{m}$ および $0.67\mu\text{m}$ の間に強い吸収特性を持っている。よってクロロフィル a 濃度を求めるために以下の式を使用した²⁾。

$$\text{chl.a} = 10^{(a_0 + a_1 R + a_2 R^2 + a_3 R^3)} + a_4$$

$$R = \text{Log} \left[\frac{R_{rs}(490)}{R_{rs}(555)} \right]$$

$$a = [0.2974, -2.2429, 0.08358, -0.0077, -0.0929]$$
(2)

R は波長範囲の中心 λ_{490} と λ_{555} の反射率の比の対数をとった値となる。また a の値は経験的に決められた係数である。また $R_{rs}(\lambda)$ とは、ある波長範囲に対するリモートセンシング反射率である。

5. 推定結果

式(2)での計算により得られたクロロフィル a 濃度画像の一例として図-4 を、またクロロフィル a 濃度画像が得られた時間の 1 時間前後で最も近い時間に得られた水温画像の一例として図-5 を示す。

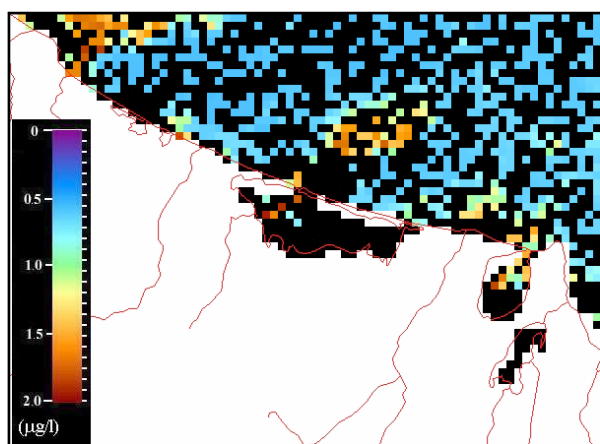


図-4 2003 年 7 月 31 日 12:06 のクロロフィル a 濃度画像

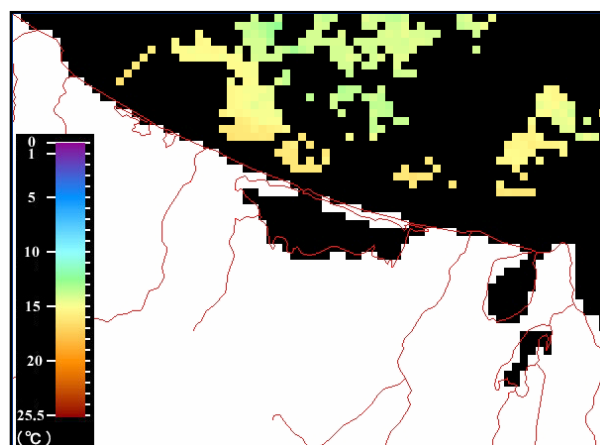


図-5 2003 年 7 月 31 日 12:45 の水温画像

今回は 2003 年 4 月 1 日～9 月 31 日までの期間に対し、クロロフィル a 濃度画像を得ることが出来たのは 5 月の 5 日分、6 月の 5 日分、7 月の 4 日分の全部で 14 日分であった。その中でクロロフィル a 濃度画像とともに 1 時間前後の水温画像も得ることが出来たのは合計 5 日分であった。

この 5 日分のデータについてクロロフィル a 濃度画像と水温画像の同じ画素で値を得たものに関する相関について図-6 を示す。

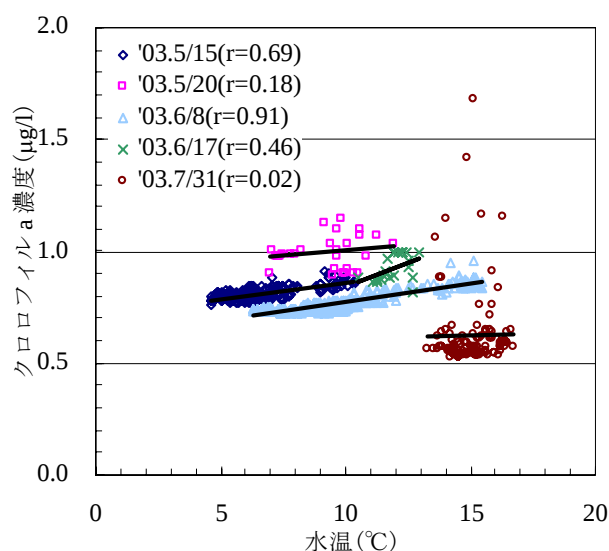


図-6 2003 年クロロフィル a 濃度と水温の相関関係

図-6 の各データについての相関係数 r は最も高いので 6 月 8 日の 0.91、最も低いので 7 月 31 日の 0.02 とかなりの幅があるが、グラフをみると水温が上昇するに連れてクロロフィル a 濃度も上昇していることがわかる。また図-4 でクロロフィル a 濃度が高くなっている海域があるが、この原因としてオホーツク沿岸域に注ぐ河川からの影響を受けていると推測される。

6. 結 論

図-6 からオホーツク沿岸域における 5 日間の水温とクロロフィル a 濃度の相関には良いものもあるし悪いものもある。また 5, 6 月のクロロフィル a 濃度から見ると 7 月のクロロフィル a 濃度はばらつきが多くなっていることがわかった。

今後の課題として、データ数が非常に少ないので、植物プランクトンの特長をつかむためさらにオホーツク沿岸域におけるデータの蓄積が必要である。

参考文献

- 1) 川村宏：海洋リモートセンシング，第 2 回衛星観測による海面水温，日本リモートセンシング学会誌，Vol.22, No.2, pp.206-211, 2002.
- 2) KAHRU M. and MITCHELL B. G. : Empirical chlorophyll algorithm and preliminary SeaWiFS validation for the California current, Int. J. Remote Sensing, 20(17), pp.3423-3429, 1999.