NOAA/AVHRR データによる北太平洋の広域海面温度分布画像

Sea Surface temperature image covering North Pacific Ocean by using Univ. of Miami/RSMAS Global MCSST data set

斉藤 誠一*, 後藤あずみ**, 奥山和彦***

Sei-ichi SAITOH, Azumi GOTO, Kazuhiko OKUYAMA

1. はじめに

1978年にTIROS-N/NOAA衛星シリーズのTIROS-N号衛星が打ち上げられAVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) による海面温度画像が入手できるようになった。その後、この衛星に続いてNOAA-6号衛星が打ち上げられ、今日のNOAA-12号に至っている。通常、NOAA-11号とNOAA-12号のように奇数号と偶数号の2衛星で同一地域を6時間おきに観測を行っている。この間約15年間以上にわたって、米国海洋大気庁 (NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration) の国立衛星データ情報サービス (NESDIS: National Environmental Satellite, Data, and Information Services) によってNOAA衛星AVHRRデータが収集解析されている。NESDISではAVHRRデータを解析してMCSST (Multi-Channel Sea Surface Temperature) と呼ばれるデータセットを処理・保存している (McClain, 1983; McClain et al., 1985, McClain, 1989)。これらのデータは継続して蓄積されており、誰でも入手できるものである。斉藤 (1990a) は、NESDISより入手できるこのMCSST海面温度情報についてその概要を紹介した。ここではこのNESDISプロダクトからさらにマイアミ大学RSMAS (Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science) が加工した18kmメッシュ全世界海面温度データセットを北太平洋について画像化したものを紹介する。

2. マイアミ大学 MCSST プロダクト

MCSSTは雲域除去、大気補正、幾何学的補正を施した海面温度情報である。大気補正にSplit Window法を用いているのが大きな特徴である (McClain et al., 1985)。マイアミ大学のMCSSTは、全世界データと海域別データの2種類があり、NASAジェット推進研究所 (JPL) にあるDACC (Distributed Active Archive Center) より提供されている。どちらもNESDISのグローバルMCSSTデータのうち昼間データだけをもちいて作成されている。

全世界MCSSTは、全世界を東西方向に2048コラム、南北方向に1024ラインの等緯度経度座標系のデータセットである。海域別MCSSTは、区域がメキシコ湾を含む北大西洋、北東大西洋、南大西洋、アフリカ南部海域、インド洋、北西太平洋、北東太平洋、南西太平洋、南東太平洋の9つになっている。東西方向に512コラム、南北方向に512ラインの等緯度経度座標系のデータセットである。どちらのデータセットも、1画素が緯度方向、経度方向両方とも0.1757812度になっている。0.1757812度は360度を2048コラムに分割した角度である。距離で表すと約18kmとなるので18kmメッシュデータと呼んでいる。

今回用いた全世界MCSSTでは、それぞれの画素値は1週間の平均値が計算されている。1週間データがないピクセルは周辺の画素値を用いてラプラシアン補間法で内挿して埋められている。データは最初から海面温度値以外に陸域、氷域、データ欠測域のマスクをかけられる情報を含んでいる。氷域はNimbus-7衛星SMMRデータからそのマスク情報を作成している (Olson, et al., 1988)。このマスク情報の極小域は、1984, 1985, 1986の3年間のデータから両極が夏になる南極は3月、北極は9月のものを用いて作成してい

* 北海道大学・水産学部

** 財団法人日本気象協会・気象情報本部

*** 財団法人日本気象協会・研究所

「写真測量とリモートセンシング」Vol. 32, No. 3, 1993

る。1画素は2つの16ビットデータで構成され、前の16ビットデータは温度値が入っており、後ろの16ビットデータはマスク情報のフラグ値が入っている。温度値は、0.1℃刻みで表され、正負両方の表現になっている。マスクの判別は、陸域はフラグ値が-1の時、氷域は温度値が-1.8℃でかつフラグが-2の時である。その他の0以上の正のフラグ値は温度の平均値を計算するのに用いれた標本数を示す。このフラグ値が0の時は1週間観測データがなくその温度値は内挿値であることを示す。

海域別 MCSST は1画素で8ビット表現されている。データ欠測域、氷域、陸域は、それぞれ252, 254, 255の値をとり、温度値は0.2℃刻みで画素値0が摂氏-2.1度になっている。

なお、マイアミ大学 MCSST は1981年から1990年までのデータセットを以下の提供先より入手できる。提供媒体は9トラック磁気テープまたは8mmテープである。

担当者 Ms. ELIZABETH A. SMITH

住所 MS 300-323

Jet Propulsion Laboratory

4800 Oak Grove Drive

Pasadena, CA 91109

USA

電子メール インターネット：EAS@STANS.

JPL. NASA. GOV

オムネット：NODS. JPL/OMNET

3. 北太平洋の広域海面温度分布画像

(1) 画像の作成

カラー画像（小特集のカラー頁の最後に掲載）はマイアミ大学 MCSST の1989年3月22日～30日の全世界 MCSST の等緯度経度データをもとに投影法をかけて作成した地球の北半球画像である。投影法は外射図法を採用して、その有限の距離を気象衛星ひまわりと同じ約36,000kmに、視点を北緯55度、西経175度の上空に設定した。陸域を灰色、氷域を白、海面温度値を低温部から高温部にかけて寒色系から暖色系へと色づけた。海面温度は一つの色に1℃を与え、-2℃から32℃まで表現している。低温部から高温部にむかって寒色系から暖色系にした。濃青が0℃以下、淡青が

6℃前後、緑が14℃前後、黄色が22℃前後、赤が30℃以上を示す。

(2) 海面温度分布と海流循環系

北極海には氷域があり、北緯40度以北の亜寒帯海域はほとんど10℃以下、ニューギニア周辺海域の熱帯海域では30℃前後と約20℃ものの南北差がある。日本の本州南岸は黒潮系水におおわれ海面温度は20℃前後になっている。これをカリフォルニア沿岸の海面温度と比較すると、米国西海岸は15℃前後で相対的に低温であることに気づくであろう。これは黒潮が太平洋を黒潮統流となって東方へ向かい、西海岸の手前で2分され、北へアラスカ海流として南へカリフォルニア海流として流れ、このカリフォルニア海流が寒流の特性を示しているからにはほかならない。また、この水域が低温であることは、沿岸域で湧昇が盛んに起こって低温水を表面に運んでいることにも起因している。逆にアラスカ海流は暖流の特性を示して、アラスカ方面の気候の温和化に貢献している。

西海岸を南下したカリフォルニア海流は北緯25度付近から向きを西に変え北赤道海流となり黒潮につながり亜熱帯循環系を形成している。これが画像上では赤道より北の黄色からオレンジ色の海域に当たる。一方、北上したアラスカ海流はアラスカ湾内では反時計回りの環流を形成し、一部がアラスカン・ストリームとなって西に向かい、ベーリング海やオホーツク海に入りさらに変遷を受けて親潮として南下して亜寒帯循環系を形成している。画像上では淡青から濃青の海域に当たる。この2つの循環系である亜寒帯循環系と亜熱帯循環系がちょうど中緯度付近で熱交換をおこなっており、画像では緑色の東西方向に延びる帯がその混合域にあたる。

(3) 空間解像度と時間解像度

この画像は空間解像度18km、時間解像度約1週間、温度解像度1℃である。従って現象のもつ時空間スケールの違いによりこの画像に表れる海洋現象と表れない海洋現象がでてくる。例えば、房総半島沖合いに緑色の孤立した渦が見えるが、これは冷水リングとよばれる直径100～200kmの反時計回りの渦である（斉藤、1990b）。この渦は寿命も数カ月以上あり、1日の移動距離は数kmであるので、1週間の平均値画像でも見ることができる。周辺の水塊との温度差も1℃以上は十分あり、その温度のコントラストで判別できる。同様に、北海道の南東方向には暖水の渦も見られる。

NOAA/AVHRR データによる北太平洋の広域
海面温度分布画像 (1989年 3月22日～30日の期間の平均値画像)

しかし、一日単位の LAC (Local Area Coverage) 画像で暖水の帯として見られる黒潮の最高温帯は、この画像では見えなくなっている。それは黒潮の最高温帯の位置が1週間でも大きく変動することや高温帯の幅が画像の空間解像度とあまりかわらないからである。

(4) データセットの信頼性

境田太樹・川村 宏 (1992) はマイアミ大学の全世界 MCSST の海面温度値と日本周辺海域に係留されている気象庁海洋観測ブイによる海面温度値との比較を10年間についておこない、このデータセットの信頼性を検討した。その結果、平均値を算出するときに観測値が一つ以上あるデータセットでは、バイアスが 0.23°C 、rms が 0.97°C であった。LAC データの rms 0.6°C と比較してもそれほど大きな値ではない。しかし、観測値がなく内挿したものもすべて含むデータセットではバイアスが -0.21°C 、rms は 2.09°C まで大きくなった。

非常に広い範囲で観測値がない場合、内挿値は現況を反映しない可能性が高くなる。また、長期間観測値がないと時間軸でも歪んだデータセットとなる。これらのことを考慮してこのデータセットを利用する必要がある。

4. おわりに

図1に PICES (North Pacific Marine Science Organization) のシンボルマークを示した。カラー画像とおおよそ同じ範囲を表し、波線で覆った海域がこの PICES の研究対象水域である。PICES は北太平洋における海洋科学に関する国際機関として1992年3月に発足した新しい研究組織である。その組織には科学委員会として海洋物理学と気候、生物海洋学、海洋環境問題、水産科学の4つがある(永田, 1993)。ここで紹介したカラー画像が、これからの北太平洋の海洋科

図1 PICES (North Pacific Marine Science Organization) のシンボルマーク

学研究のシンボル画像として、地球環境問題も含めたいろいろな研究のアイデアを思い浮かべる材料となれば幸いである。

なお、ここで紹介したマイアミ大学 MCSST のオリジナルデータである NESDIS の MCSST について、その回帰式の係数など詳細な情報は NOAA/NESDIS (1991) が参考になる。

謝 辞

東北大学大気海洋変動観測研究センターの川村

宏, 境田太樹両氏には JPL から入手したマイアミ大学 MCSST データを等緯度経度画像として提供していただいた。ここに深く感謝いたします。

参 考 文 献

- McClain, E.P., NOAA Satellite-derived Operational Sea Surface Temperature, Workshop-I, NASA, JPL, JPL Publication 83-84, C1-C16, 1983
- McClain, E.P., W.G. Pichel, C.C. Walton, Comparative Performance of AVHRR-based Multichannel Sea Surface Temperature, J. Geophys. Res., 90, 11587-11601, 1985.
- McClain, E.P., Global Sea Surface Temperature and cloud clearing for aerosol optical depth estimates, Int. J. Remote Sens., 10, 763-769, 1989.
- 永田 豊, PICES (North Pacific Marine Science Organization) について, 海の研究 (日本海洋学会和文誌), 2, 23-29, 1993.
- NOAA/NESDIS, NOAA Polar Orbiter Data Users Guide, 1991.
- 斉藤誠一, NESDIS (NOAA 国立衛星データ情報サービス) の全世界海面温度情報, 空と海 (航水研ノート), 12, 59-69, 1990a
- 斉藤誠一, 海流の蛇行と渦, 写真測量とリモートセンシング, 29(2), 13-21, 1990b
- 境田太樹・川村 宏, Global MCSST と海洋観測バイ SST の比較と考察, 1992年度日本海洋学会秋季大会講演要旨集, pp.247-248, 1992.
- Olson, D.B., G.P. Podesta, R.H. Evans and O.B. Brown, Temporal variation in the separation of Brazil and Malvinas Currents, Deep-Sea Res., 35, 1971-1990, 1988.