

**研究ノート** 現場値との比較から見た NOAA-MCSST 解析値の特性  
及びその効果的な利用法の紹介<sup>†</sup>  
～詳細水温情報図自動作成システムの構築～

習田恵三\*

Introduction of characteristics of NOAA-MCSST analysis data compared with the observation data and its effective use<sup>†</sup>  
～Construction of automatic making system of the detailed SST maps～

Keizo SHUTTA\*

Abstract

Detailed dataset of 1.13 km square mesh was developed using NOAA satellite SST (sea surface temperature) data (MCSST : Multi-Channel SST analysis data) which our department receives in real-time, and the dataset was verified in comparison with an enormous amount of data observed around inshore Japan. Then by using MCSST analysis data I performed to construct a system which automatically outputs SST maps and numerical analysis data around inshore Japan, and from these outputs I developed some products distributed to Hydrographic and Oceanographic Department of Regional Coast Guard everyday.

Regarding the accuracy of MCSST analysis data, I verified the data by comparing with data observed at SST observation stations, which were scattered in the Setonaikai (the Inland Sea of Japan) and I proved the validity by checking correlation maps of daily and seasonal variations between MCSST analysis data and observation data. I also examined sea area characteristics of SST in the Uwakai Sea where the influence of open sea was received easily and in the area from the Iyonada Sea to Osaka bay where the influence was not received directly. As a result, I proved the validity of SST information made from MCSST analysis data.

The observation data for comparative verification had the period of 2 years (2004-2005). MCSST analysis data used here was mapped around the Setonaikai, and was fitted into the area of the Setonaikai. That meant observation data corresponded to MCSST data averaged in 5° pixel × 5° pixel (about 5 km × 5 km) over centering on the point corresponding to the observation point. Generally, MCSST analysis data was considered to be varied around inshore area and narrow sea area, but by averaging MCSST analysis data into 5° pixel × 5° pixel, comparatively stable data could be obtained. Still, there were many points where the data was lack or the value was unusually low because of cloud cover, so I also examined the validity of data composite period. As a result, it was indicated that it was possible to make a valid SST map by compositing daily MCSST analysis data and the map accuracy was good enough in a narrow sea region for example the Setonaikai although there were slight variations depending on season.

<sup>†</sup>Received December 8, 2008 ; Accepted February 6, 2009

\*環境調査課 Environmental and Oceanographic Research Division

## 1 はじめに

海上保安庁海洋情報部では、1996年に、海況監視に関する情報取得の一つとして海況監視衛星受信解析装置を導入し、日々の海況把握（海面水温分布の把握）に努めている。2006年3月に同装置の改良版として新たな海況監視衛星受信解析装置が整備され、現在に至っている。新たな装置の主な機能としては、気象衛星NOAA（米国）に加え、今後NOAA衛星の後継機としての運用が予定されているMETOP（仏国）に搭載されているAVHRR（Advanced Very High Resolution Radiometer：改良型超高分解能放射計）センサーで観測されたHRPT（High Resolution Picture Transmission：高分解能画像転送）信号を受信し、MCSST（Multi-Channel Sea Surface Temperature Retrieval Algorithm）法によって、日本近海における海面水温を算出し、水温解析値のグリッド出力及び画像情報出力機能も有した装置である。その出力分解能は緯度経度方向に約1.13 kmと詳細であり、雲域等で生じるデータ欠測域を除けば、海況場におけるメソスケールの渦擾乱についても把握が可能となっている。また、画像情報から判断される温度勾配等により海流の流路の解析手法としても、その一端を担っている。

同装置による出力情報は本庁海洋情報部において平日毎日発行される海洋速報の表面水温観測図の解析用データとして使用されている他、日本付近全般の日々のMCSST解析画像のWeb公表、各管区海洋情報部においても、それぞれの担任海域における海況把握に利用されている。但し、管区に対してはネットワーク回線速度等の制限もあり、同装置の出力分解能を最大限活かしたデータ配信は実施されず、格子間隔で10′（約20 km格子）の画像データとして、マッピングしたデータを配信している。

本稿では同装置の更なる効率的な運用を図るため、同装置の機能を最大限活かしたプロダクトとして、詳細水温情報作成システムと称し、任意海域におけるMCSST水温解析画像及び水温数値解析値の自動出力・配信システムを構築し、2007

年8月から各管区海洋情報部向け配信を開始したので、概要を紹介する。またこのプロダクトを開発する事前調査として、現場水温（実況値）とのバリデーションを通じてMCSST解析値の特性を知るとともに、MCSST解析値を単独に用いた水温情報の有効性について調査した結果も併せて報告する。

同プロダクトの稼動状況は、2008年11月現在、日本沿岸域を中心に53海域82情報図として毎日管区向け自動作成配信中である。これらの情報は管区における海況把握並びに漂流予測業務の支援資料として活用されている。

## 2 MCSST解析値精度調査及びデータセットの作成手法

### 2.1 比較目的及び現場水温データ作成手法

当庁における海面水温の面的情報としては、主にNOAA-MCSSTから解析した水温を用いている。水平スケールに広く取得できる衛星のデータを使用することにより、水温分布のパターンが理解でき、渦などの現象が把握できる利点がある。しかしながら、衛星の解析値は雲など海面と衛星間の大気の影響を受ける事から、場合によっては現場水温と大きく異なる恐れもある。今回開発した詳細水温情報作成システムはNOAA-MCSST解析値のみによる情報であり、現場水温との比較結果に大きな差異が認められる場合は、その使用方法に注意が必要である。そのため、現場水温との比較を通して、その差異及び特性を見ることとした。今回の調査で使用した現場水温は、筆者が気象庁に在籍していた2004~2005年にインターネットで公表されている瀬戸内海域での現場水温データをWindowsのタスク機能により毎日定時に自動収集したものを使用した。当時、データの収集に際しては事前に了解を得ている。現場水温として、収集した地点は第1図に示す23箇所である。また、第2図にインターネットホームページ上にテキストで書かれた水温値を自動抽出・収集する処理の流れを示す。この手法はホームページ上にテキストとして公表される水温値の抽出と

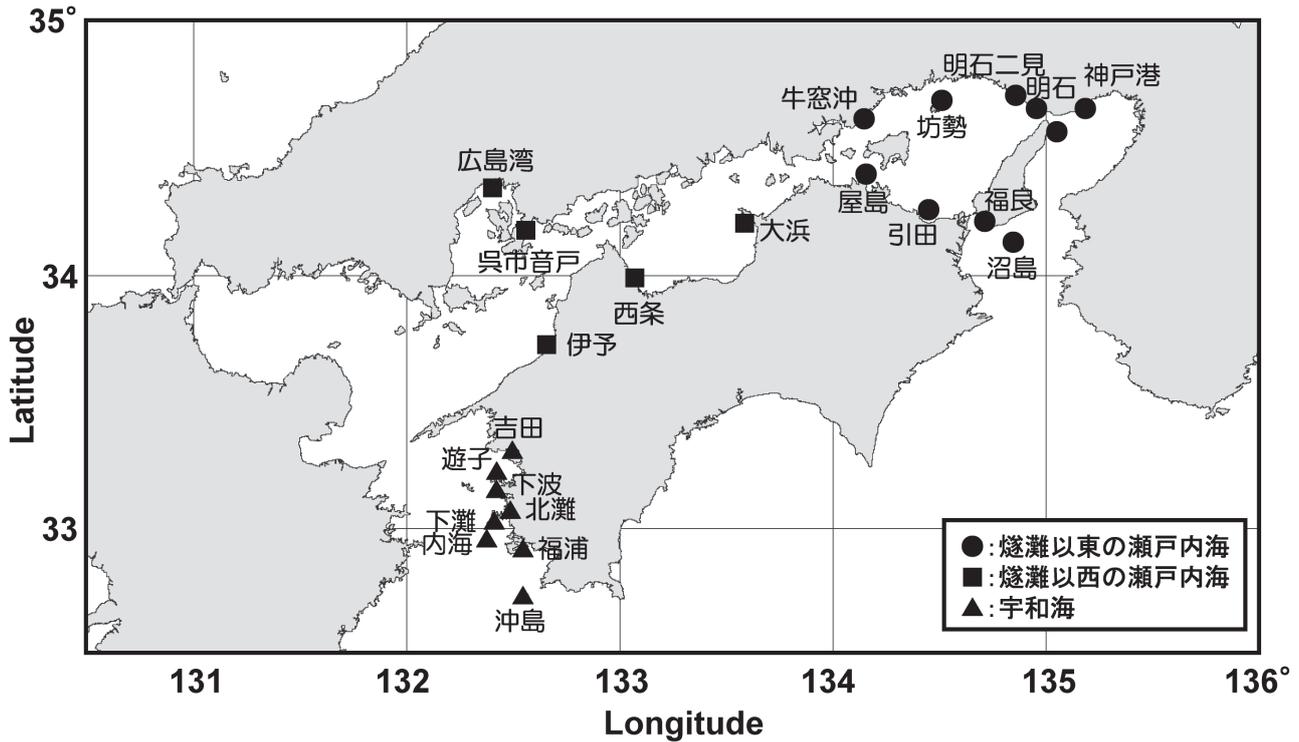


Fig. 1 Sea surface temperature (SST) observation points

● : Seto Inland Sea east of Hiuti-nada ■ : Seto Inland Sea west of Hiuti-nada ▲ : Uwa Sea

して有効かつ効率的な手法であるが、水温値がグラフや図情報として掲載されている場合は抽出不可能である。現場水温観測地点における観測層及びデータ取得期間等は次の通りである。

神戸港（第五管区海上保安本部）：水深 1 m, 2004 年 1 月～2005 年 12 月

明石, 明石二見, 坊勢, 交流の翼, 沼島, 福良（兵庫県立水産技術センター）：水深 1.5～2 m, 2005 年 4 月～2005 年 12 月

引田, 屋島, 大浜（香川県水産試験場）：水深 0.5～1.5 m, 2004 年 1 月～2005 年 12 月

牛窓沖（岡山県水産試験場）：水深 2 m, 2004 年 10 月～2005 年 12 月

広島湾（第六管区海上保安本部）：水深 2 m, 2004 年 6 月～2005 年 12 月

呉市音戸（広島県立水産海洋技術センター）：水深 5 m, 2004 年 1 月～2005 年 12 月

伊予, 西条（愛媛県中予水産試験場）：水深 1～2 m, 2005 年 10 月～2005 年 12 月

吉田, 遊子, 下波, 北灘, 下灘, 内海, 福浦, 沖島（愛媛県沿岸海況情報システム）：水深 5

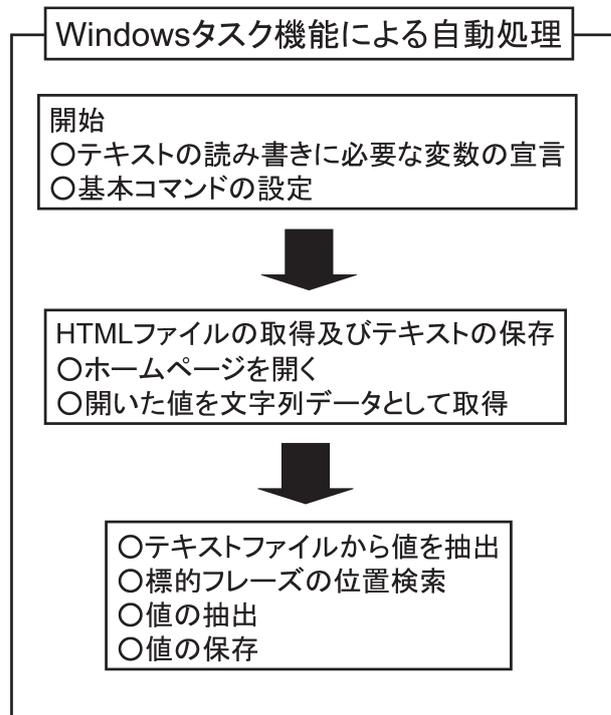


Fig. 2 Flow chart of extracting observation SST data shown on the Web site.

m, 2005年4月~2005年12月

## 2.2 MCSST 解析値の計算手法

気象衛星 NOAA による水温は、2004年~2005年にかけて海上保安庁海洋情報部で直接受信した NOAA 15, 16, 17 による HRPT/AVHRR データから、NOAA/NESDIS で公開されている全世界共通の係数を用いて MCSST 法により算出した水温データを日本付近でマッピングし、更に現場水温との比較海域である瀬戸内海域にあわせて切り出したものを使用した。なお、雲域の除去処理は実施していない。水平解像度は 1.13 km, 温度の分解能は 0.2°C である。ここで、MCSST 法による海面水温の算出方法について以下に記載する。

MCSST 水温解析値は HPRT/AVHRR の 11 μm, 12 μm 帯の輝度温度 T11, T12 (単位 K) を用いて以下のように算出される。

$$SST = a * T_{11} + b * (T_{11} - T_{12}) + c * (T_{11} - T_{12}) (\sec Z - 1) + d$$

a, b, c, d: 算出係数で NOAA/NESDIS が公表している Global SST の係数 (全球のブイデータと衛星データとのマッチアップデータから求められた係数) である。また、Z: 衛星天頂角 (rad) である。

NOAA/NESDIS による水温算出方法の詳細は以下 URL に示されている。

NOAA 15 号 (詳細水温情報作成システムで使用  
中)

[http://noaasis.noaa.gov/NOAASIS/pubs/SST/noaa\\_15\\_sst.asc](http://noaasis.noaa.gov/NOAASIS/pubs/SST/noaa_15_sst.asc)

NOAA 16 号

[http://noaasis.noaa.gov/NOAASIS/pubs/SST/noaa\\_16\\_sst.asc](http://noaasis.noaa.gov/NOAASIS/pubs/SST/noaa_16_sst.asc)

NOAA 17 号 (詳細水温情報作成システムで使用  
中)

[http://noaasis.noaa.gov/NOAASIS/pubs/SST/noaa\\_17\\_sst.asc](http://noaasis.noaa.gov/NOAASIS/pubs/SST/noaa_17_sst.asc)

NOAA 18 号 (詳細水温情報作成システムで使用  
中)

[http://noaasis.noaa.gov/NOAASIS/pubs/SST/noaa\\_18\\_sst.txt](http://noaasis.noaa.gov/NOAASIS/pubs/SST/noaa_18_sst.txt)

## 2.3 比較に用いた瀬戸内海域 MCSST 解析値 データセット作成手法

瀬戸内海域における MCSST 解析値については、データ解析値をビットマップ画像へ投影する手法を用いた。瀬戸内海のビットマップ画像は、海況監視衛星受信解析装置に備わっている画像作成コマンド機能を用いて、その全体画像から瀬戸内海域を切り出す手法を用いた。この設定手法は後述する詳細水温情報作成システムにも導入しているため、瀬戸内海を例に挙げて詳細に説明する。

瀬戸内海域における画像サイズは 560×336 ピクセル (東西×南北) であり、投影範囲は東経 130°~136°, 北緯 32°~35° である。抽出画像を第 3 図に示す。瀬戸内海域の画像上のピクセル位置 (nx, ny) と地図上の位置 (λ, φ) との間には以下の関係がある。

$$\lambda = 129.983^\circ + 0.0107^\circ \times nx$$

$$\phi = 2 * [\arctan \{ \exp (ny \times aa + bb) \} - 45^\circ]$$

ここで aa=1.8746656 \* 10<sup>-4</sup>, bb=0.5898864 となる。なお、nx, ny はそれぞれ衛星水温画像の西端, 南端からのピクセル数である。

今回の調査で用いた任意海域のビットマップ解

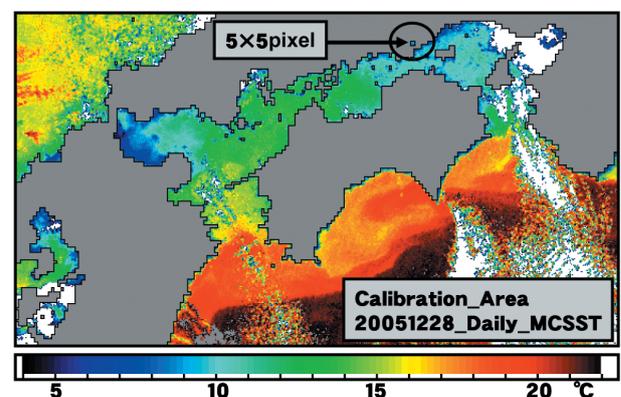


Fig. 3 The Area map of the Seto Inland Sea where SST data is used in comparison with observation data.

析画像の作成アルゴリズムは、画像上のピクセル位置と物理的位置との対応について、全域図としての投影はメルカトル図法により、ビットマップ画像に投影させており、そのパラメーターとしては、次の通りの設定とした。投影中心経度：東経140°，画像中心緯度：北緯38.5°，画像中心経度：東経140°とし，投影範囲としては，北緯50.22630°～24.4848325°，経度118.09282°～161.90717°，投影範囲のビットマップピクセル数は，東西方向4096ピクセル，南北方向3072ピクセルとした。

メルカトル図法で投影された各ピクセルの位置と対応する緯度経度の間には以下のような関係がある。

$$X0 = R \cos(P) \lambda$$

$$Y0 = R \cos(P) \ln\{\tan(\pi/4 + \phi/2)\}$$

ここでX0・Y0は東西・南北方向の投影位置，Rは地球半径，Pは交角， $\lambda$ は経度， $\phi$ は緯度である。今回比較に用いた瀬戸内海域の図は，この全域図から東西方向では1114ピクセル目から560ピクセル（西端からのピクセル数），南北方向では796ピクセルから336ピクセル（南端からのピクセル数）を抽出したものであり，地理上の投影範囲は東経130°～136°，北緯32°～35°である。瀬戸内海域に図のピクセル位置（nx,ny）と地図上の位置（ $\lambda$ ,  $\phi$ ）との関係は前述した通りである（作図例は付録参照）。

## 2.4 現場水温との比較に用いる NOAA-MCSST 水温データセット

現場の観測点に対応する NOAA-MCSST 解析値は，日々作成される MCSST 解析値の画像上で観測点に対応する位置を中心とした5×5ピクセル（約5km×5km）の値の平均値とした（「NOAA衛星日別水温」とする）。平均値を用いた理由として，沿岸付近で多々見られる値のばらつきを安定させる事が挙げられる。陸域との境界については，明らかに異常値と見なされる解析値が現れる頻度が高く，処理過程において雲域データの除去が完全でない場合もあり，その際は欠測や解析値

そのものが非常に低く算出されることが多い。そのため，今回の比較では更に日々解析値を最新10日間で合成した画像から，日別水温同様に5×5ピクセルの平均値を求め，値を平滑化することにより，異常値の反映を出来る限り防ぐこととした。ここでいう日々解析値とは24時間に取得される各軌道毎の解析値の合成であり，重なり合う部分の解析では，最高温度をその地点の解析値としている。

合成機能を用いることで，異常値を比較対象から外せる割合は，日別及び10日合成それぞれで，58%，97%という統計結果を得た。ここでいう異常値とは現場水温と NOAA 衛星水温との差が5℃以上のものをいう。つまり，合成期間を長くすることで，データ欠落域を少なくし，平滑化（平均化）することで，異常値の反映を小さくすることが出来るということである。

## 3 精度調査

### 3.1 現場水温から見た神戸港付近の水温の特徴

神戸港の水温（第5管区海上保安本部の観測値）及び神戸（兵庫県南部）と豊岡（兵庫県北部）の気温の日変化について2005年8月の平均及び標準偏差を第4図に示す。水温の日変化は気温に比べて小さく，偏差で0.5℃以下である。また地理的に沿岸部にある神戸は内陸に位置する豊岡に比べて気温の日変化が小さい。示した図は海

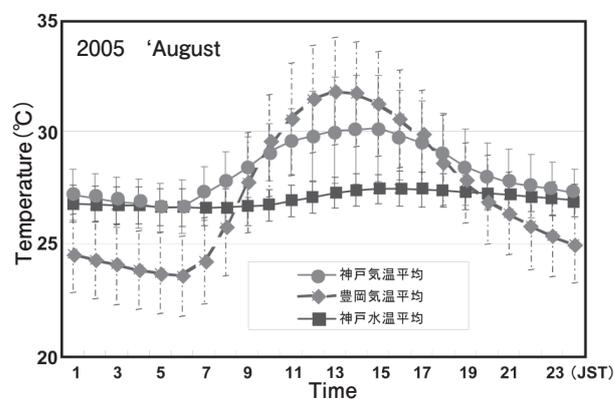


Fig. 4 Monthly variation of daily averaged SST in the Port of Kobe (■) and air temperature in Kobe (●) and Toyoka (◆) in August 2005. Each bar shows standard deviation.

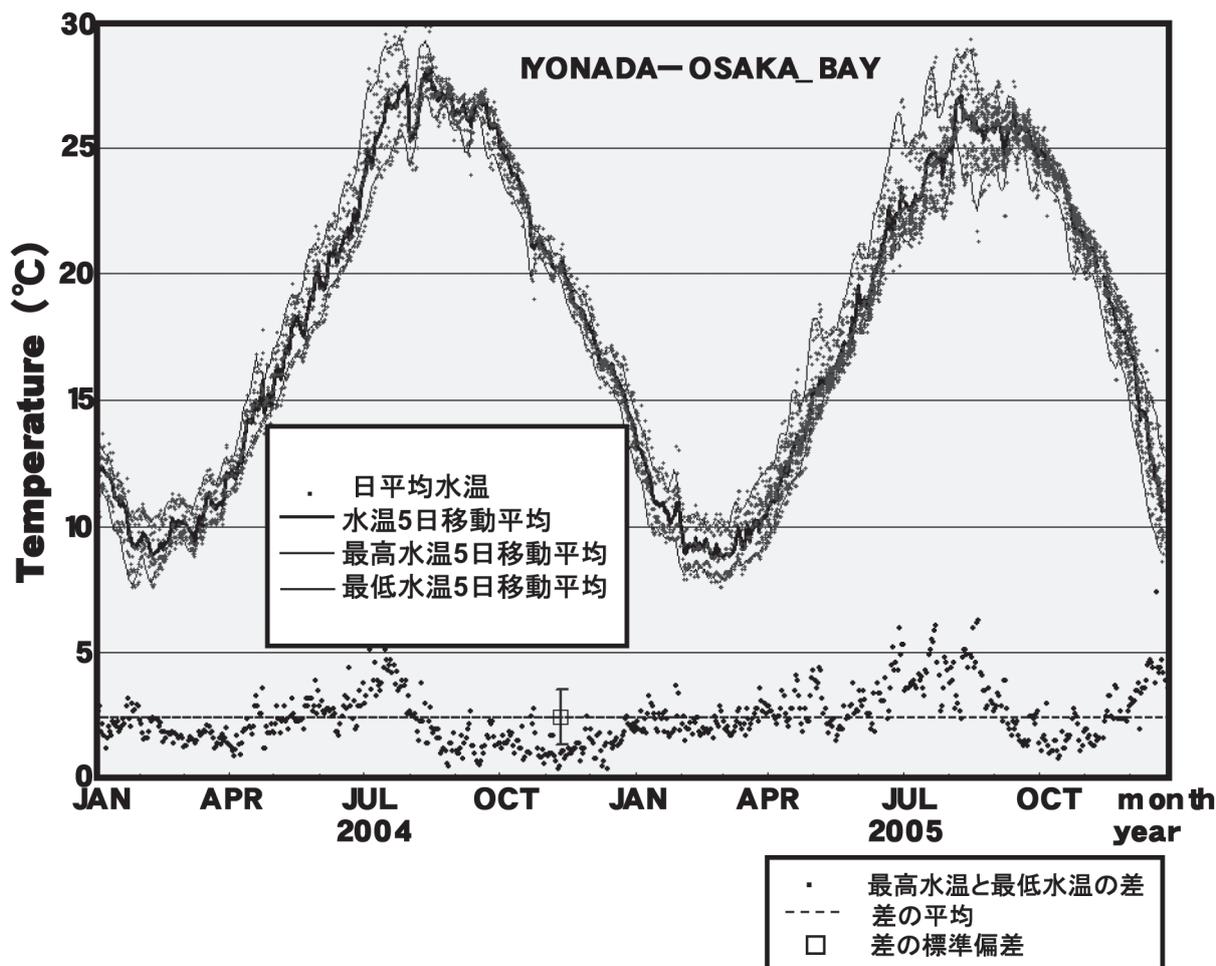


Fig. 5 Time series of SST on the observation points between the Iyo-nada Sea and Osaka Bay)

陸風の解析に役立つものと考えられるが、ここでは傾向の紹介だけに留める。

### 3.2 現場水温から見た瀬戸内海における現場水温の季節変化時系列

伊予灘から大阪湾までの現場水温の時系列を第5図に、宇和海における現場水温の時系列を第6図に示す。外海の影響が少ないと考えられる伊予灘から大阪湾までの観測点については東西400km以上に及ぶ細長い海域であるにもかかわらず、観測点の違いによる水温差は意外と小さいことがわかる。地域的な水温の変化は年間を通じて5°C以内である場合がほとんどであり、全観測点を通じての最高点と最低点での差は $2.5 \pm 1.1^\circ\text{C}$ である。また、今回の観測点比較に使用した水温データは毎時データから日平均値を作成し、最高水温及び最低水温の時系列には5日間移

動平均を用いた。水温は2月頃に最低となり $7.5 \sim 10.5^\circ\text{C}$ 、8月頃に最高となり $23 \sim 30^\circ\text{C}$ である。なお、2004年8月初めに水温が一様に低下しているのは台風第10号通過に伴う海面の攪拌作用に伴う一時的な水温の低下によるものと考えられる。また黒潮の影響を大きく受けていると考えられる宇和海では北から南に行くにつれて水温が高くなっていることがわかる。宇和海は南北60km程度の海域であるが、水温の南北差が比較的明瞭であり、北に位置する観測点(吉田)と黒潮に近い南の観測点(沖島)との温度差は平均で約 $3^\circ\text{C}$ となっている( $3.3 \pm 1.1^\circ\text{C}$ )。また、上記同様比較の測定間隔は1時間である。

### 3.3 現場水温との比較でみたNOAA衛星水温の精度

(1) NOAA衛星水温(日別・合成)と現場水温

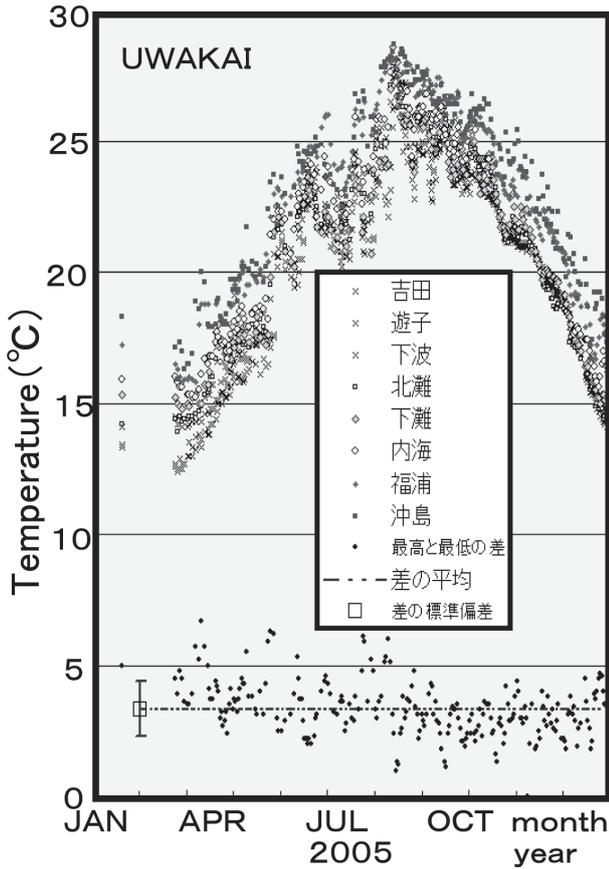


Fig. 6 Same as figure 5, but on the Uwakai Sea.

の差の頻度分布

大阪湾・播磨灘の代表地として神戸港、宍灘以西の瀬戸内海の代表地として広島湾、宇和海の代表地として沖島の衛星水温と現場水温との差の頻度分布を第7図に示す。これを見ると、NOAA衛星日別水温と現場水温との差は $-5^{\circ}\text{C}$ 以下の場合（雲やエアロゾルの影響が大きいと考えられる）を除くと、 $0\sim 1^{\circ}\text{C}$ の場合が最も多く、差が大きくなるにつれて頻度が小さくなっている。一方 NOAA衛星合成水温は前10日間の最高値であることから、現場水温よりも高くなる傾向にあり、 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 高くなる場合がほとんどである。日別と違い、現場水温より低く算出される傾向は非常に少ない。この傾向は他の地点においても同様の傾向である。

(2) NOAA衛星水温と現場水温との対比

現場水温と NOAA衛星水温を対比してプロットしてみると（第8図 a, b），NOAA衛星日別水

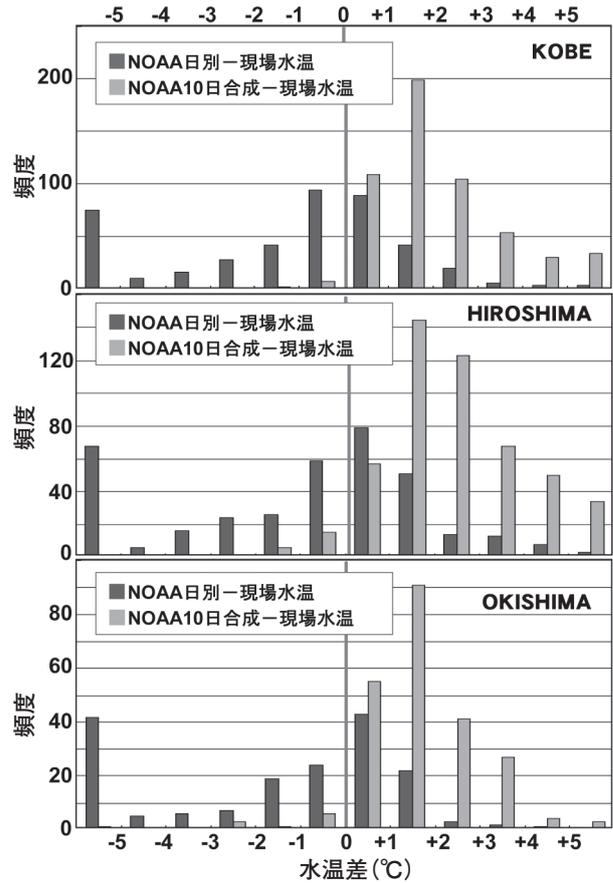


Fig. 7 Histogram of difference value between NOAA-MCSST and observation SST at the Port of Kobe (upper), Hiroshima Bay (middle) and the Okishima Island (lower).

温と現場水温の相関係数はばらつきが大きく、 $0.4\sim 0.7$ 前後であるが、NOAA衛星合成水温と比較した場合の相関係数は約 $0.9$ 前後で非常によい対応を示している。

NOAA衛星日別水温と現場水温とは衛星水温が雲などの影響により低くなっている場合を除けば良い対応が見られるがこのままでは定量的な評価は難しい。

4 考察

NOAA衛星日別水温と現場水温は雲などにより大きく外れる場合を除くと概ね良い対応を示していることがわかったので、現場水温との差が $5^{\circ}\text{C}$ 以上外れた NOAA衛星日別水温を除き、定量的な評価を各現場水温観測点について試みた。そのうち、神戸港、広島湾、沖島についての対比

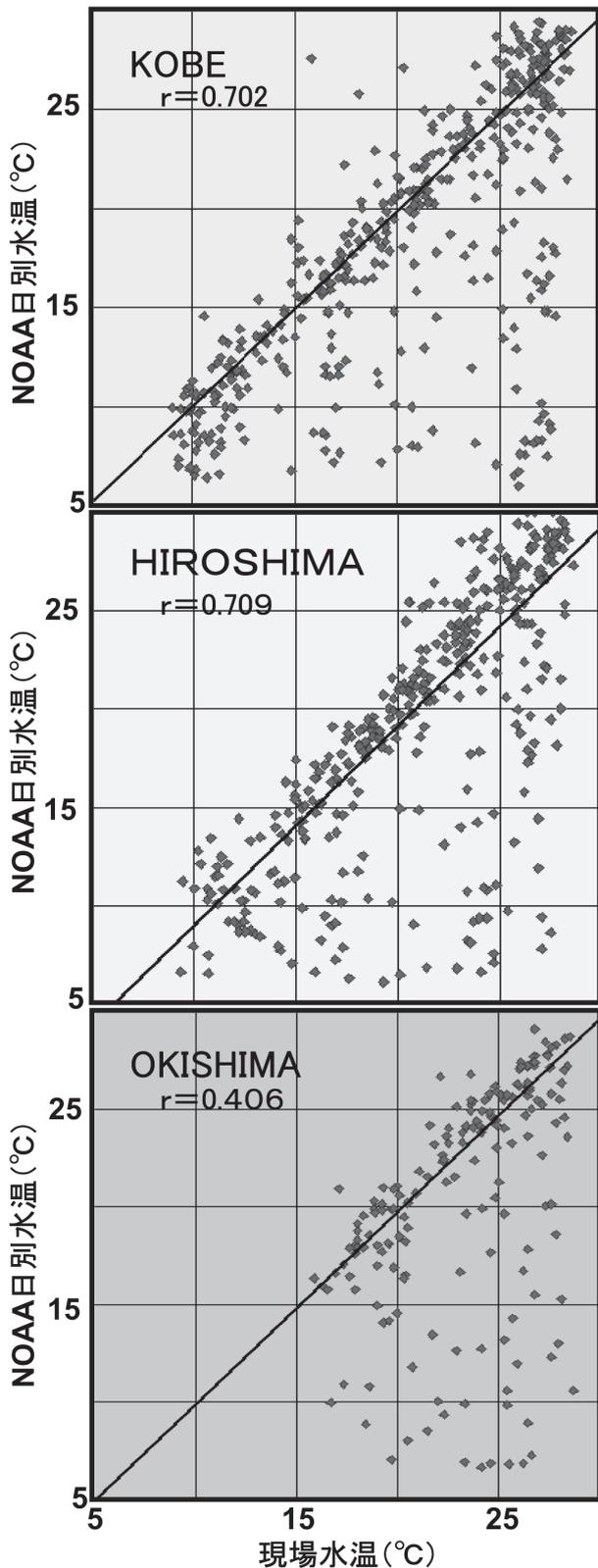


Fig. 8 - a Scatter plots for NOAA-MCSST (each day) and observation SST at the Port of Kobe (upper), Hiroshima Bay (middle) and the Okishima Island (lower).

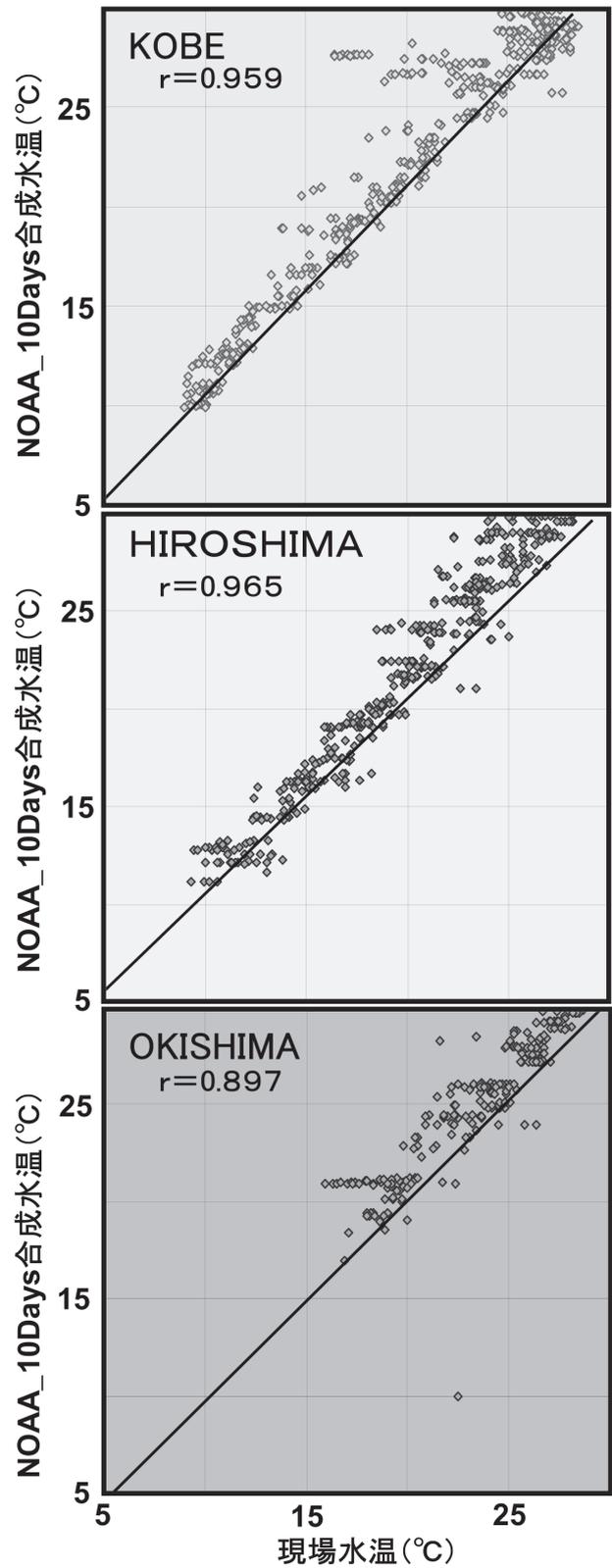


Fig. 8 - b Scatter plots for NOAA-MCSST (10 days composite) and observation SST at the Port of Kobe (upper), Hiroshima Bay (middle) and the Okishima Island (lower).

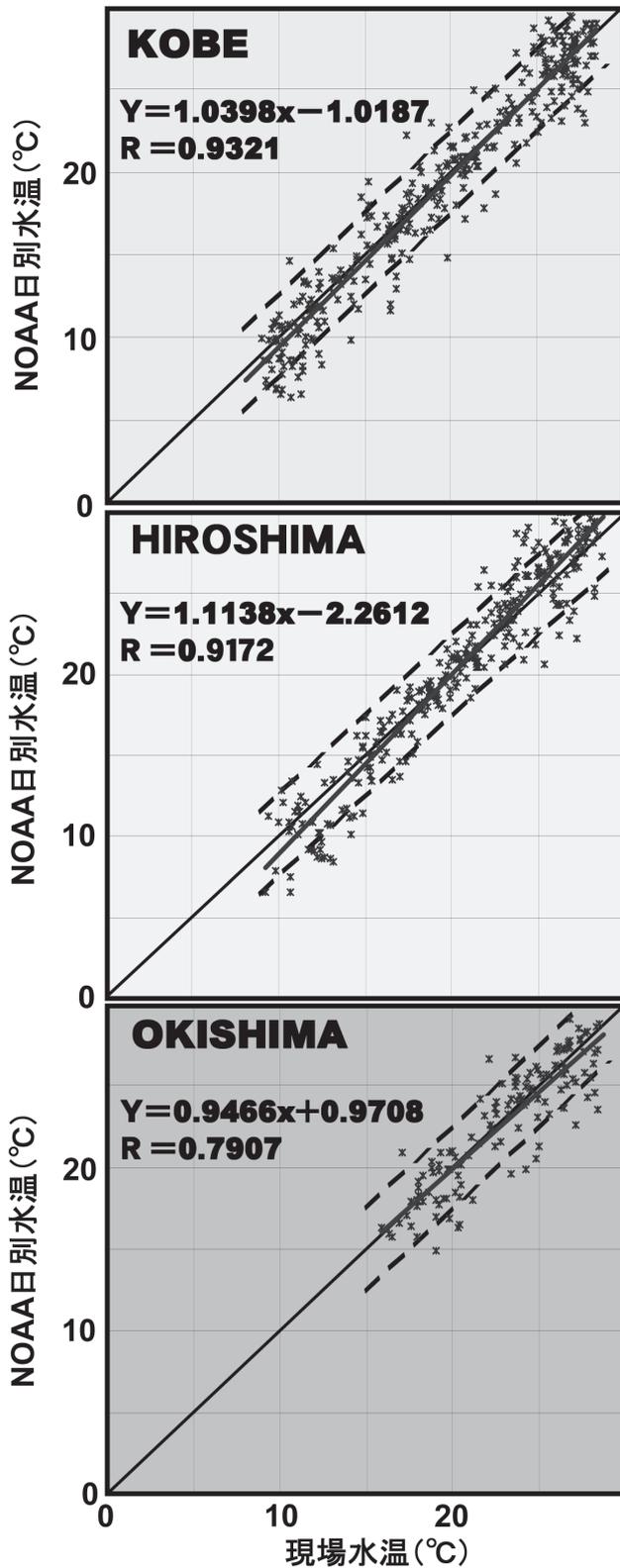


Fig. 9 Scatter plots for quantified NOAA-MCSST (each day) and observation SST at the Port of Kobe (upper), Hiroshima Bay (middle) and the Okishima Island (lower).

図を第9図に示す。図中の点線は現場水温と±2.5°C異なる値を示す。また、各観測点について両者の差の平均と標準偏差、相関係数を第1表に示す。現場水温と選別したNOAA衛星日別水温と現場水温との相関係数は大阪湾から広島湾にかけての観測点では0.81~0.98、宇和海の観測点については0.8前後であり、全体の平均は0.93である。観測値の平均の差(バイアス)は最も高い観測点で0.55、最も低い点で-0.52°C、平均で0.02°Cである。

回帰直線の値との差の標準偏差は最も大きい観測点で2.21°C、最も小さい観測点で1.36°Cであり、平均で1.85°Cである。雲などによる影響の無い場合は非常に良い対応をしていることがわかる。

一般に、夏季で日射が強く風が弱い場合には、NOAA衛星日別水温が現場水温と比べて高くなる傾向がみられる。これは放射フラックス等により海面近くの水温が上昇しているためと考えられる。衛星水温は、海面のごく表層付近(0.01 mmから1 mm程度)の表皮水温(skin temperature)であり、夏場水温の鉛直混合が弱い時は現場水温(bulk temperature)と比べて高くなる傾向がある。

##### 5 精度調査及び考察のまとめ

伊予灘から大阪湾までの地域的な水温の差は年間を通じて平均2.5°C前後である。その差は5°C以内である場合がほとんどで、水温は2月頃に約9°Cで最低となり8月頃に約28°Cで最高となる。一方、宇和海は南北60 km程度の海域であるが、黒潮などの影響により南の方が高く、南北差は平均約3°Cで比較的是っきりとしている。

雲などにより低くなっている場合を除けば、NOAA衛星日別水温と現場水温とは相関係数が0.9程度、バイアスは1°C以下で良い対応を示している。なお、雲の影響による低水温域については、MCSST算出時ある程度除去されるが、完全に取り除くことは困難である。従って、面的な情報としてMCSTT解析図を用いる場合は、異常

Table 1 Difference value between observation SST data and MCSST analysis data, the standard deviation and correlation coefficient in each point.

	現場水温 観測点	サンプル 数	差の平均	残差の 標準偏差	相関係数
燧灘以東の瀬戸内海	神戸	337	-0.25	1.71	0.97
	明石	163	-0.28	1.78	0.95
	坊勢	155	0.15	1.98	0.94
	交流の翼	153	0.15	2.07	0.93
	沼島	162	0.00	2.03	0.93
	福良	150	0.14	2.07	0.93
	明石二見	153	0.39	1.72	0.96
	屋島	333	0.12	1.69	0.97
	引田	326	-0.08	1.72	0.97
	牛窓沖	191	0.11	1.36	0.98
燧灘以西の瀬戸内海	大浜	332	0.28	1.76	0.97
	呉市音戸	310	0.11	1.77	0.99
	広島湾	289	0.08	1.85	0.96
	伊予	31	0.23	1.61	0.95
	西条	40	-0.34	2.01	0.90
宇和海	吉田	124	0.55	2.21	0.89
	遊子	130	0.20	1.97	0.91
	下波	127	-0.28	1.97	0.91
	北灘	119	0.33	2.12	0.90
	下灘	121	-0.33	1.76	0.91
	内海	104	-0.15	1.82	0.92
	福浦	123	-0.52	1.93	0.88
	沖島	133	-0.26	1.71	0.89
最大値			0.55	2.21	0.98
最小値			-0.52	1.36	0.88
平均値			0.02	1.85	0.93

値の混入があることを念頭において扱うべきである。また、NOAA衛星日別水温は雲などにより解析されないことが多いため、解析されないピクセルについては、今回の調査同様、合成処理とい

う概念を導入して面的情報を作成することは有効な方法である。次に、合成処理概念を導入した任意海域におけるMCSST解析図及び解析値データセットの自動作成システムについて紹介する。

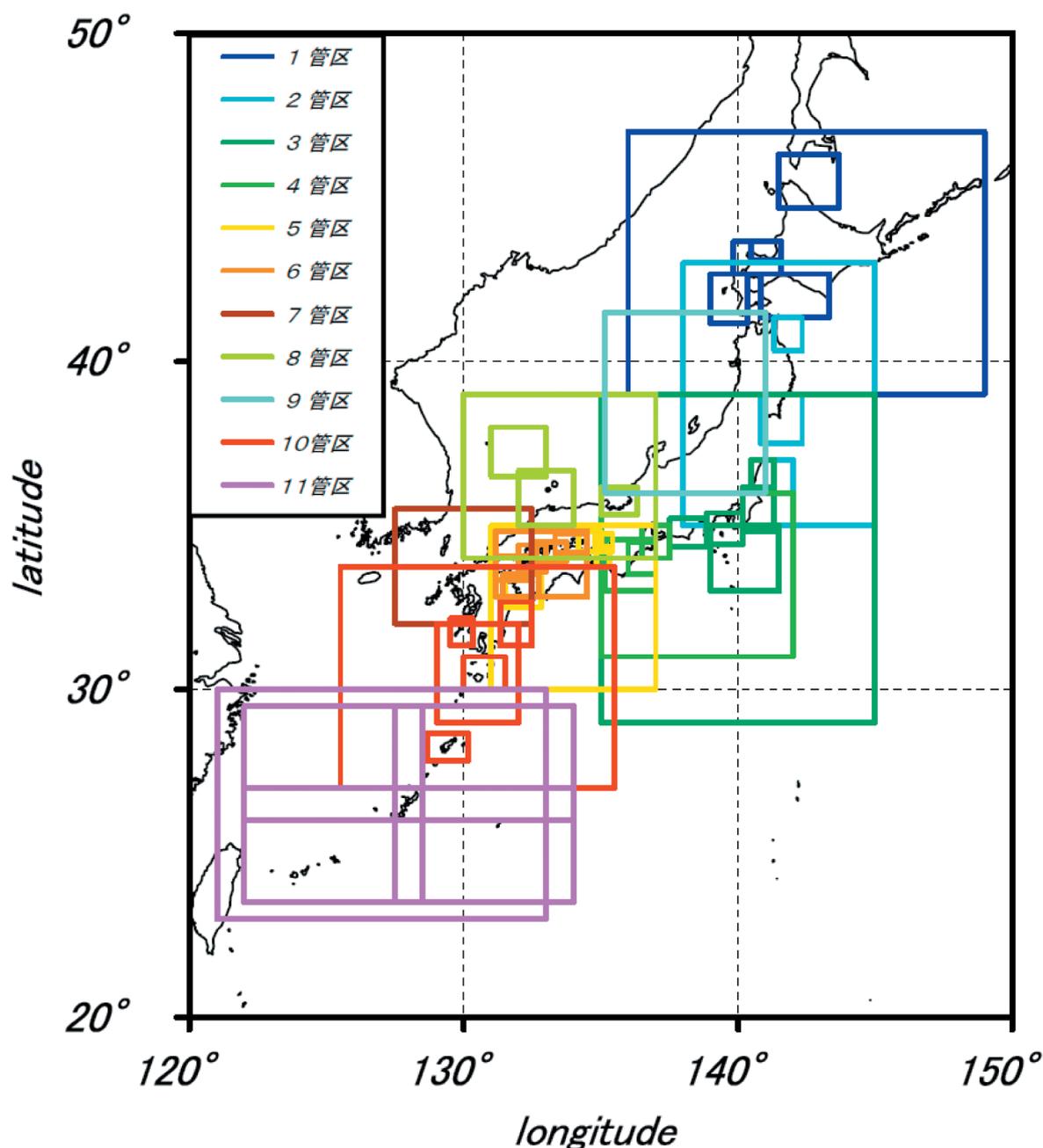


Fig. 10 Map for each area of data distributed by detailed SST information making system

6 詳細水温情報作成システムの有効性及び概要  
 MCSST 解析値を用いた面的水温場の把握は、日々解析値の合成期間を考慮することにより、有効な情報となることがわかった。そこで筆者は当庁海洋情報部に整備されている海況監視衛星受信解析装置（以後解析装置と略記）によりリアルタイムに受信・解析されている MCSST 解析値から、格子間隔 1.13 km メッシュの詳細なデータセットを日々作成し、任意海域における海面水温分布図及びその解析値出力の自動化をはかり、タ

スク機能を利用し、毎日定刻に管区海洋情報部宛に配信するプロダクトを作成した。また解析装置のシステム断等によるプロダクト未配信を考慮して、オフラインによる再処理機能も付加した。このプロダクト配信は 2007 年 8 月より管区海洋情報部向けに開始しており、漂流予測時における海況把握のための支援資料及び WEB による海洋情報コンテンツとして有効に利用され、現在に至っている。本報告ではプロダクトのフロー及び出力図の一例を紹介する。

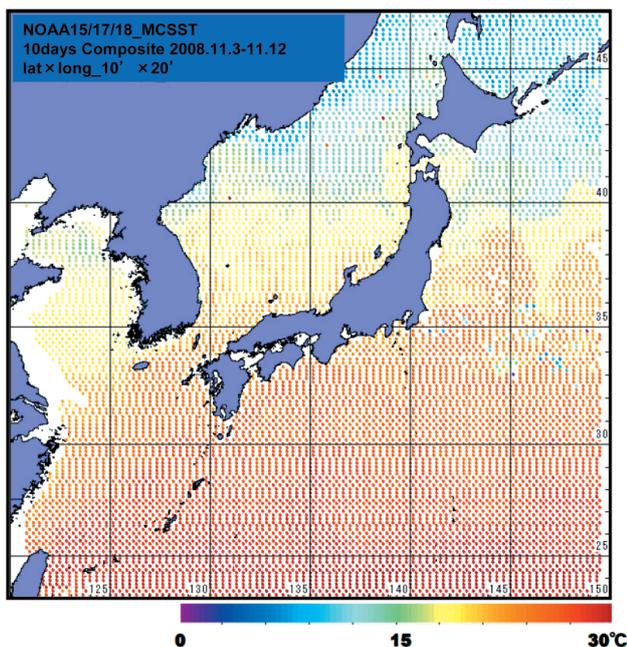


Fig. 11-a MCSST analysis data map with 10×20 minutes square mesh. This analysis data is from composite picture averaged for 10 days (November 3, 2008–November 12, 2008) by NOAA 15/17/18 satellites.

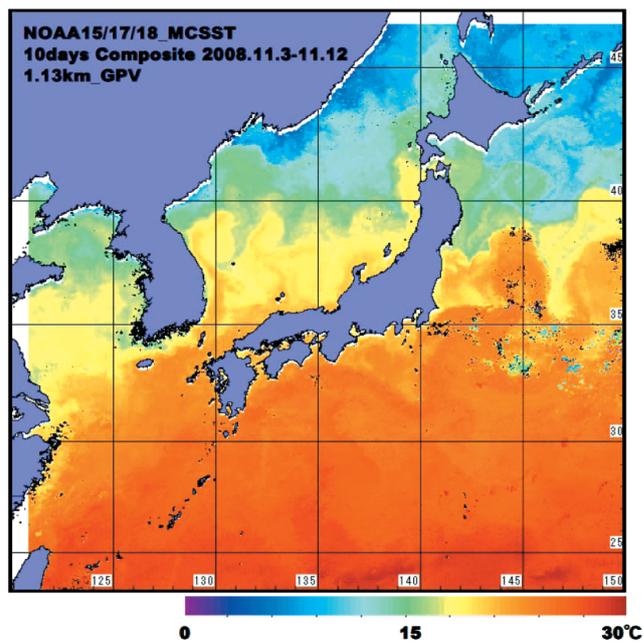


Fig. 11-b Same as figure 11, but with 1.13 km square mesh.

2008年11月末現在での情報配信海域を第10図に示す。情報配信先は第1管区～第11管区まで全域にわたり、広範囲の海域からごく沿岸の狭海域に至るまでの53海域82情報であり、図情報(gif画像)及び数値情報(テキスト形式ファイル)にて配信している。図作成時に用いる日々MCSST解析値の合成期間については、海域ごとに管区海洋情報部の要望に応じて作成しており、現状では1日～7日合成で作成している。またこれら図作成に必要な各海域のパラメーター設定ファイルはASCII形式の簡易なものとしており、新たな情報図の追加に関しても、バッチ化したファイルを起動することにより、容易に作成出来るように構築した。出力ファイル名については、次の通り規則性のあるものとして、管理を容易なものとした。例えば、「20081127\_05\_os\_5.gif」というファイル名であれば、2008年11月23日～27日の5日間のMCSST解析値を合成処理したもので、その海域は第5管区海洋情報部管轄内の大阪湾の情報図ということである。時間処

理については世界標準時(UTC)による処理としている。自動処理の都合上、2325 UTC(午前8時25分日本時間)までに受信処理を終えている解析データを使用している。

数値情報ファイル:yyyymmdd\_管区番号\_海域名\_合成日数.asc

解析画像ファイル:yyyymmdd\_管区番号\_海域名\_合成日数.gif

本庁海洋情報部においても日々の海洋速報(表面水温図)作成時の支援資料として3日合成によるMCSST解析図を参考値として使用しているが、第11-a図にこのプロダクトを開始する前に使用していた緯度経度10分×20分メッシュデータによるMCSST解析図を、第11-b図に1.13 kmメッシュデータによるMCSST解析図を示す。但し両者ともに合成期間は10日間による作図例である。

メッシュを詳細化することにより、温度フロン

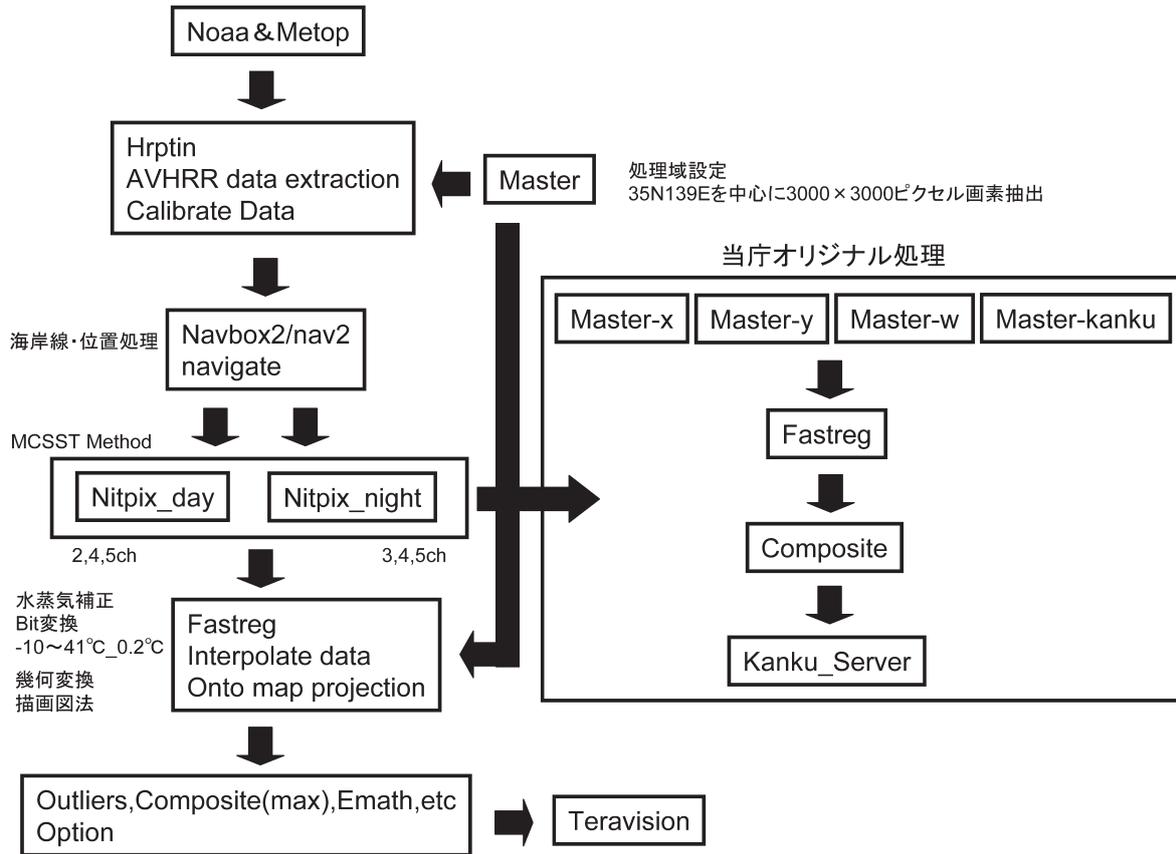


Fig. 12 – a Flow chart of process for analyzing MCSST data in the receiving and analyzing device of the data from oceanographic condition monitoring satellite

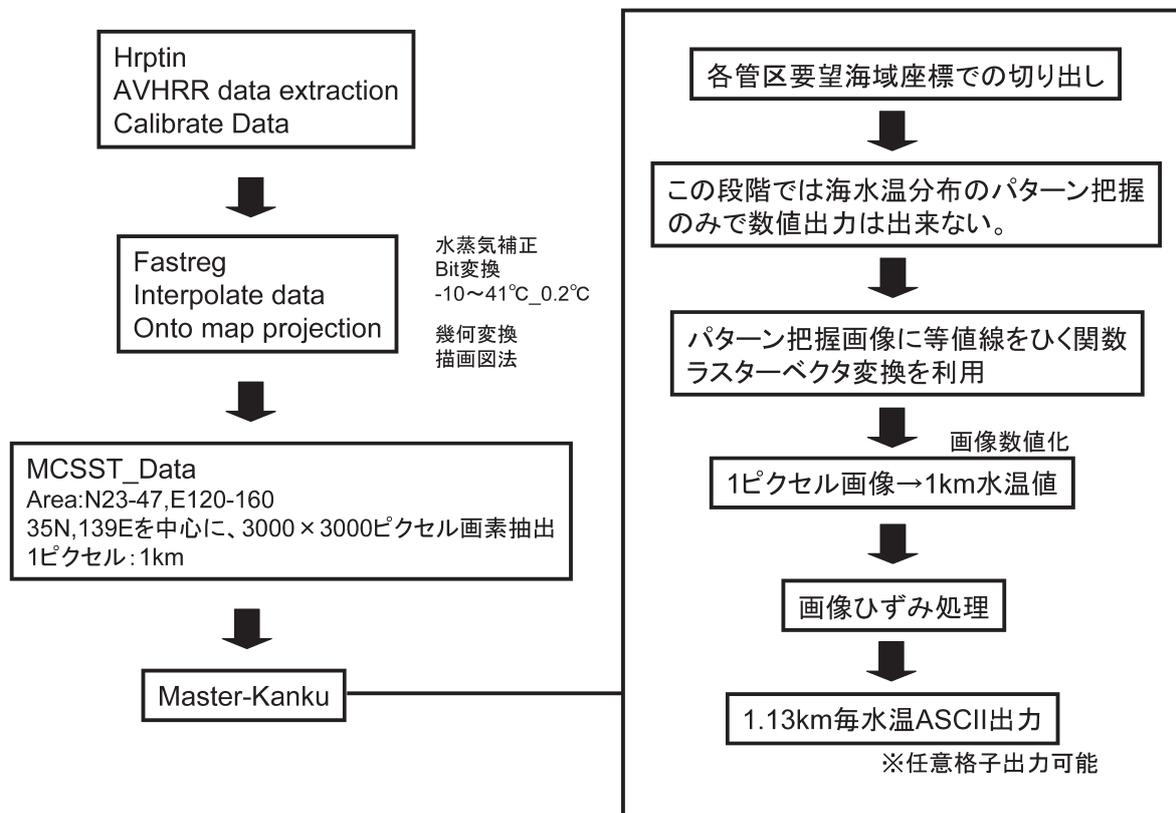


Fig. 12 – b Same as figure 12 – a, but process for detailed SST information.

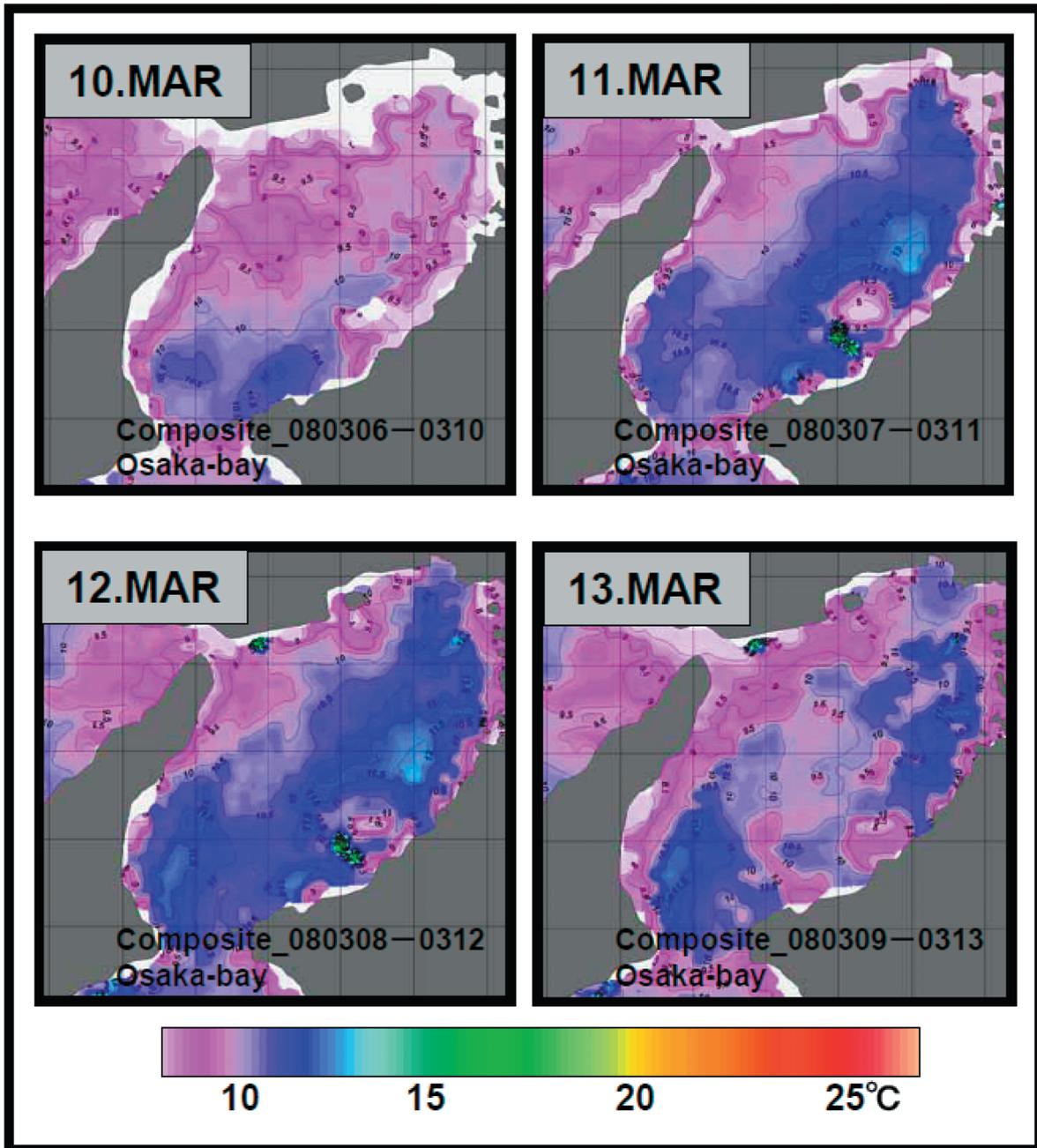


Fig. 13 Output examples of analyzed SST map in Osaka Bay by detailed SST information making system. Each figure is composited for 5 days.

ト及び黒潮流路，親潮前線，暖・冷水渦の存在海域について客観的に解析する手段としては非常に有効である。

#### 7 詳細水温情報作成フローチャート及びCRON処理

第12-a図に解析装置で実施しているMCSST処理フローを，第12-b図に今回構築した管区

向け詳細水温情報作成フローを示す。図中（12-b図参照）の「Master-kanku（海域設定）」→「Fastreg（描画図法変換）」→「Composite（任意期間合成処理）」→「kanku-Server（タスク機能による自動処理を経て配信）」のフローが新たに構築したプロダクトに相当する。各フロー処理について簡潔に述べる。開発に用いたプログラミング言語として，各種コマンドの実行処理にシェル

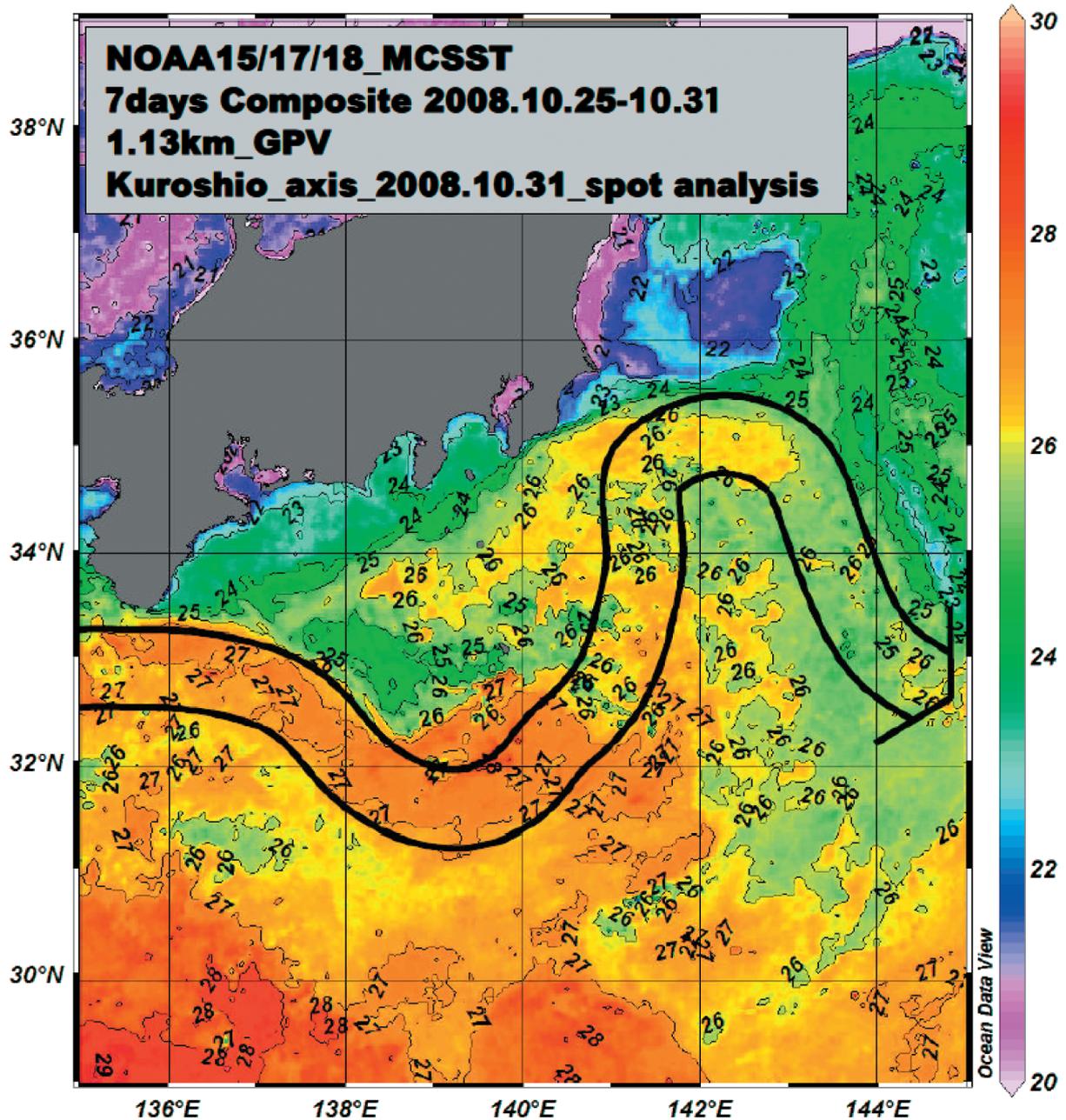


Fig. 14 Same as figure 12, but over near the Izushoto islands. Black flow arrow indicates the Kuroshio Current in October 31, 2008. Analysis period is from October 25, 2008 to October 31, 2008.

スクリプトを用い、バッチ化したものとした。これは処理にかかる時間短縮を考慮したためである。

### 7.1 Master-kanku (海域設定)

海域設定については、Linux上でバッチコマンドを実行させることにより、任意海域における画像切出設定の定義を行う。リクエストされる情報は、最小緯度、最大緯度、最小経度、最大経度、

出力ファイル名の5項目であり、対話形式による入力方法とした。

### 7.2 Fastreg (幾何補正及び描画図法)

ここでの処理の詳細については2-3で記載しているので省略する。

### 7.3 Composite (任意期間での合成処理)

幾何補正処理を施した複数のMCSST解析値

1	35	131.01	23
2	35	131.02	22.8
3	35	131.03	22.4
4	35	131.04	22.6
5	35	131.05	22.4
6	35	131.06	22.4
7	35	131.08	22.4
8	35	131.09	22.4
9	35	131.1	22.6
10	35	131.11	22.4
11	35	131.12	22.4
12	35	131.13	-10
13	35	131.15	***
14	35	131.16	
15	35	131.17	

Fig. 15 Example of file of analyzed numerical information by detailed SST information making system.

ファイルのデータを合成する機能であり、データ欠測域の補間処理が主な目的である。合成処理では同じピクセルにおける MCSST 解析値の統計手法について、6 種類の選択肢があり、本プロダクトでは合成期間内の最大値をそのピクセルの代表値としている。最大値以外では、平均値、中央値、最古値、最新値、最小値があり、プログラム内でのフラグ付けにより処理方法の変更が可能である。また、本プロダクトにおける最大合成期間は 10 日間としている。それ以上の合成についても実行上問題はないが、実況値との精度検証について 10 日間合成以上の解析値との検証を実施していないため、ルーチン的には使用していない。

#### 7.4 Kanku\_Server (管区海洋情報部への自動作成及び自動配信)

前述した処理過程を Linux 環境でのタスクスケジュール機能を用いて、自動処理とし (クローン処理)、管区サーバーへの自動配信については FTP 機能を利用し行っている。本プロダクトのスケジュールは次の通りである。

```
3023*** /data/TSCAN/bin/ingest_kanku 7
3523*** /data/TSCAN/bin/ingest_kanku 5
5623*** /data/TSCAN/bin/ingest_kanku 3
```

例として、最上段のスケジュールの内容は、08 時 30 分 (日本時間) に 7 日合成解析図及び数値解析図を作成し、管区サーバーへ配信するという事である。

処理にかかる時間はスケジュール毎に概ね 2 分程度である。

#### 8 詳細水温情報出力例

第 13 図に同システムを介して作成した大阪湾における詳細水温図を示す。この図は第 5 管区海洋情報部向け配信した実際の解析図である。解析期間は 2008 年 3 月 10 日～13 日であり日々の解析図はそれぞれ 5 日間合成による。合成処理を行うことにより、播磨灘東部から大阪湾にかけて、ほぼ面的に補間された情報図となっている。水温分布の状況についても、3 月 10 日の解析図では紀淡海峡 (友が島水道) 付近に限り見られた 10℃ 以上の暖水域が 11 日～12 日の解析図では大阪湾全域に広がり、13 日にはやや低温化する傾向にあることがわかる。気象的要因との関係では同時期の関西空港における日最高気温変化について同様の傾向が見られ、気圧系の推移は 13 日以降一時的に西高東低の冬型の気圧配置となり、寒気の流入に伴う気温の低下が示唆される。MCSST 水温は表皮の温度分布ということを考慮すると、気象的要因との相関が高いことは推測される。

次に第 14 図に伊豆諸島を中心とした詳細水温図を示す。この図は第 3 管区海洋情報部向け配信した実際の解析図である。解析期間は 2008 年 10 月 25 日～31 日の 7 日間合成図であり、図中に表示した流線 (黒色) は 31 日の黒潮実況流線である。この流線は海上保安庁海洋情報部で発行している海洋速報 (海流図) を転写したものであるが、流線解析の推定には海域を航行していた巡視船・測量船及び一般船舶が観測した海流値、海面高度計による海面高度分布図等リモートセンシ

ゲデータを主に利用している。26°C以上の暖水が黒潮流路に沿うように線状に潮岬沖から東海沖にかけて南東に分布しており、温度分布と黒潮域の対応が非常に良いことがわかる。また、房総半島北東海域の冷水域と黒潮北縁との境界域も明瞭に表現されている。このように解析図で表現される温度勾配から、ある程度の海流場を把握することも可能である。

第15図には詳細水温情報の数値出力例を示す。情報項目は緯度、経度、解析水温値のみの3要素であり、東西南北に隣接するメッシュ間の解析差が±5°C以上ある場合は「-10」という数値で固定化し、同じく同メッシュ内に解析値が全く無い場合（雲域判断による自動除去処理）は「\*\*\*」で置換し、解析図作成時には異常値として処理し、作図には採用しない。数値情報の有効利用としては、現場観測点に近いポイントを選択し、解析水温値と現場水温値の時系列情報として利用することも有効な海洋情報の一つと考える。

## 9 おわりに

MCSST解析値による詳細水温情報図が海況を把握する手段になり得ることが今回の調査において確認されたが、季節によっては前線停滞により、広範囲、長期間にわたりデータ欠測域が生じる等の問題は解消されていない。今後の研究業務の進め方として、MCSST解析値と実測値の時空間解析を更に密に実施する事によりMCSST解析値が欠測している場合でも現場水温から周辺海域の水温を客観的に推定する手法を確立することが求められる。また、定常的に取得が可能となった他機関の海洋同化による水温解析結果とMCSST解析値の精度をバリデーションすることにより、より面的な水温の推定が客観的に可能になると思われる。

## 要 旨

海上保安庁海洋情報部においてリアルタイムに

受信されているNOAA衛星水温データ（以下MCSST解析値）から、1.13 kmメッシュの詳細なデータセットを作成しその精度について、日本近海で観測された膨大な現場観測データで検証した。さらにMCSST解析値を使用した日本沿岸海域の海面水温分布図及び数値解析値の自動出力をはかり、毎日管区海洋情報部へ配信するプロダクトを作成した。

このシステムに用いるMCSST解析値の精度については、瀬戸内海に点在する海面水温観測施設で計測された実測値との比較によって検証を行い、実測値とMCSST解析値の日変動、季節変動等について相関分布を見ることで、その有効性を実証した。また同様のデータを用いて瀬戸内海のなかでも、外海の影響を受けやすい宇和海と外海の影響が比較的少ないと考えられる伊予灘から大阪湾における水温の海域特性についても検討し、MCSST解析値を用いた水温情報の有効性を実証した。

比較検証に用いたデータの期間は2004年～2005年の2カ年とし、MCSST解析値については瀬戸内海付近でマッピングし、瀬戸内海域にあわせて切り出したものを使用した。即ち、現場の観測点に対応するMCSST解析値は、観測点に対応する画像上の位置を中心とした5×5ピクセル（約5 km×5 km）の値の平均としたものを用いた。MCSST解析値は沿岸付近及び狭海域では一般に値のばらつきが大きいとされるが、5×5ピクセルの平均をとると比較的安定した水温値が得られる。それでも、雲などにより欠測箇所や異常に低く表示されることが多いため、合成期間の妥当性についても検討した。その結果、瀬戸内海等の狭海域についても、季節によって若干の変動はあるものの、日々のMCSST解析値について合成するという概念を用いることにより、有効な水温分布図の作成が可能であること、さらにはその分布図の精度についても良い結果であることが示唆された。

## 謝 辞

筆者は平成18年4月より、気象庁地球環境・海洋部より海上保安庁海洋情報部へ出向し、海洋環境調査業務に従事させて戴き現在に至っております。本調査研究は海洋情報部に平成19年3月に更新整備された海況監視衛星受信・解析装置の更なる有効利用という観点から始めたものであり、詳細水温情報作成システムの構築がその成果の一例と認識しております。システム構築をする際、適切な助言を戴き、本報告へ投稿する機会を与えて戴きました環境調査課平岩課長補佐並びに福島主任環境調査官、環境調査課各諸氏に感謝致します。また、特性調査に用いた現場水温データにつきましては、筆者が神戸海洋気象台海洋課物理班在籍時に第5管区海上保安本部、第6管区海上保安本部、兵庫県立農林水産技術総合センター、岡山県水産試験場、広島県水産海洋技術センター、香川県水産試験場、愛媛県水産試験場、愛媛県中予水産試験場、愛媛大学沿岸環境科学研究センターより提供して戴いた観測データを再度使用させて戴きました。ここに記してあらためて謝意を表します。最後になりましたが、本報告を作成するにあたり適切な助言等査読をして頂きました匿名査読者へ感謝いたします。

## 引用文献

木下秀樹, 石田雄三 (1997), 海況監視衛星受信解析装置 (Tera Scan システム) による NOAA/HRPT データの処理, *水路部技報*, 15, 1-4.  
西村めぐみ (2000), 図解でわかる Linux のすべて, シェルスクリプトの概要, 86-97.  
日本船用エレクトロニクス(株), Tera Scan コマンド簡易マニュアル及び Teravision ソフトウェア簡易マニュアル.

## 付 録

作成された画像ファイルの構成を瀬戸内海域の図を例として説明する。

ビットマップファイルは以下の3つの部分から構成される。

A: ファイルヘッダー部

B: 情報ヘッダー部

C: 画像データ部

各部の内容は以下の通りである。

A: ファイルヘッダー部

2 byte: [BM]

4 byte: ファイルサイズ (バイト) [220038]

2 byte: リザーブ (予約領域) [0]

2 byte: リザーブ (予約領域) [0]

4 byte: ヘッダー領域のサイズ

(画像までのオフセット) バイト [1078]

B: 情報ヘッダー部

4 byte: 情報ヘッダーのサイズ

(カラーパレット分の除く) [40]

4 byte: 画像の幅 (ピクセル数) [560]

4 byte: 画像の高さ (ピクセル数) [391]

(目盛の画像を含んでいる)

2 byte: プレーン数 (常に1)

2 byte: 1画像あたりのデータサイズ (bit) [8]

4 byte: 圧縮形式 [0] 圧縮なし

4 byte: 画像データ部のサイズ (バイト) [0]

4 byte: 横方向解像度 (1mあたりの画素数) [0]

4 byte: 縦方向解像度 (1mあたりの画素数) [0]

4 byte: 格納されているパレット数 (使用数) [256]

4 byte: 重要なパレットのインデックス [256]

カラーパレット (256色の場合)

色はRGBで表現, 実際の並びはB (青), G (緑), R (赤), 予約領域で表す. 青ならBGR = (255, 0, 0, 0)

1 byte: カラーインデックス0のB値 (0-255)

1 byte: カラーインデックス0のG値 (0-255)

1 byte: カラーインデックス0のR値 (0-255)

1 byte: 予約領域 [0]

1 byte: カラーインデックス1のB値 (0-255)

1 byte: カラーインデックス1のG値 (0-255)

1 byte: カラーインデックス1のR値 (0-255)

1 byte: 予約領域 [0]

～～

～～

1 byte: カラーインデックス255のB値 (0-255)

1 byte: カラーインデックス255のG値 (0-255)

1 byte: カラーインデックス255のR値 (0-255)

1 byte: 予約領域 [0]

C：画像データ（218960 バイト）

フッター部（目盛の画像）と海面水温画像部に分類される。画像は左から右に格納されるが、上下には下から上向きに格納されている。このため、画像ではより下に位置しているフッター部が最初に格納され、次に画像データが格納されている。

フッター画像は、

1 byte \* 画像幅（560 ピクセル）

\* 画像高（55 ピクセル）が格納されている。

1 byte \* 画像幅（560 ピクセル）

\* 画像高（336 ピクセル）が格納されている。

各ピクセルは 0~255 の値を取り（COUNT）、次の関係がある。

$COUNT = \text{int} (5 * (40 - \text{Temp}))$  の関係がある。（Temp は海面水温）。

例として、 $30^{\circ}\text{C} \rightarrow 50, 0^{\circ}\text{C} \rightarrow 200$  となる。但し、海岸線は  $COUNT = 0$ 、陸地は  $COUNT = 1$  と設定される。