

## インターネットを利用した漁船への衛星画像情報の提供システム開発

二平 章・郡司 博・大坂 栄治・蔭山 邦幸・山脇 弘一・松村 皐月

Development of a Satellite Information Delivery System for Offshore Fisheries using the Internet

Akira NIHIRA, Hiroshi GUNJI, Eiji OHSAKA<sup>\*1</sup>, Kuniyuki KAGEYAMA<sup>\*2</sup>,  
Kouichi YAMAWAKI<sup>\*3</sup> and Satsuki MATSUMURA<sup>\*4</sup>

## Abstract

A satellite information delivery system for offshore fisheries in the Northwestern Pacific Ocean was developed. NOAA/AVHRR and SeaStar/SeaWiFS satellite image data were received at the Japan Fisheries Information Center and the Japan Marine Scientific Technology Center respectively. The data was mailed to the radio station belonging to the Ibaraki Prefectural Fisheries Experimental Station using the E-mail. From this data, satellite images for the offshore fisheries, purse seine and pole and line fisheries, were made and published in the Internet home page of the radio station using the ISPR program software for the personal computers which was made for this study. Offshore fisheries boats could obtain the satellite image from this internet home page within about three hours from the time the satellite image data was received in the two centers. NOAA satellite images could be delivered on 58% days to all the workdays in the purse seine fisheries during November 1999 to December 2000.

**Key words :** Satellite remote sensing, Chlorophyll, Ocean color, SeaWiFS, NOAA, Internet

## 1. はじめに

人工衛星画像情報の漁業への利用可能性については大きな期待がもたれている。特に、水温分布に加え植物プランクトン（クロロフィル a）分布の指標となる海色画像の利用が現実的になってきたことは、漁場形成機構の解明や海域の生物生産機構を解明する上で大きな力となりうる。近年、地方水産試験場の中には NOAA/APT の直接受信システムを導入し活用が図られ、沿岸カツオ釣漁業などで有効利用がされている事例などが出ている（久野, 1999）。しかし、陸上での直接受信システムは今のところ、まだ導入およびランニングコストが高価なことで、利用できる衛星が NOAA に限られていて打ち上げが予定されている ADEOS/GLI や他の海色衛星への対応が

なされていない点などが弱点となっている。また、NOAA 画像については漁船への直接受信装置の導入も試みられてきているが（平賀・為石, 1999）、船上の受信装置で得られる画像の 1 ピクセルスケールは約 4 km 四方と陸上で得られるスケールのおよそ 16 倍と解像度が悪い点が難点である。また、衛星情報を漁業に利用する場合の重要な課題は、データを観測してから利用者へ配信するまでの時間の問題であるが、海の状況は日々変化が大きいことから、観測後、数日遅れのデータでは漁業現場では利用価値が低いのが現実である。数時間から 1 日以内の準リアルタイムで衛星画像情報を漁業現場に提供するには受信から中継画像処理、ユーザーまでの情報伝達にインターネットを利用するのが簡易でしかも安価である。しかし、これまでは画像データの処理は、例えば宇宙開発事業団（NASDA）や漁業情報サービスセンター（JAFIC）、大学といった中央機関でしか対応できないハードおよびソフトで行われていた。漁業現場に密着した地方において自由に画像データを解析し、漁場情報などを付加した衛星画像情報を漁業者に送信するためには、水温・海色衛星データに対応したパソコン用の衛星画像解析ソフトの開発が是非とも必要であった。そこで著者らは、衛星画像データをパソコンでインターネット受信し、パソコン上で画像作成・解析し、それにまき網

- \* 1 日本船用エレクトロニクス株式会社
- \* 2 リモート・センシング技術センター
- \* 3 宇宙開発事業団
- \* 4 水産工学研究所
- \* 5 本報告の大要は、水産海洋学会地域研究集會（1997年波崎町、1999年大洗町、2000年長崎市）、日本水産学会東北支部大会（2000年）にて報告した（蔭山ら1998、二平ら2000、二平ら2001、二平ら2001）。

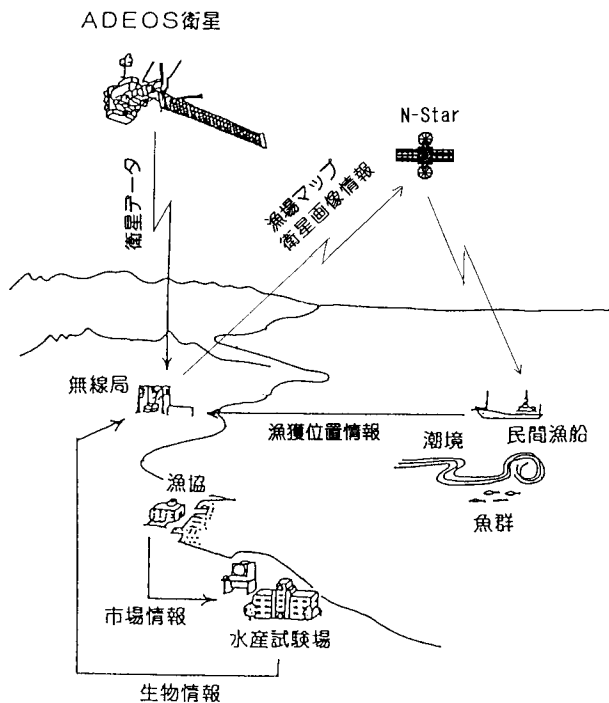


図1 沖合漁船への衛星画像情報の提供システム

船間無線通信のイワシ、サバ、アジなどの漁獲位置情報をマッピングした後、沖合にいる漁船にカラー画像で準リアルタイム配信することを目的とした沖合漁業における衛星画像情報の利用システム(図1)の開発に取り組んだ。

茨城県では1994年度に、イワシ、サバなどを対象にした「まき網漁場マップシステム」を開発し、茨城県漁業無線局の業務として、主に夜間の操業時間内に4～5回行われる船間無線交信の漁場位置、漁獲量情報などをパソコン内にデータベース化し、これを地図化して漁船にファックス配布していた。しかし、この図には水温線などの海洋情報がなかったため、漁業界からは海洋環境情報を付加した情報提供の要望が出されていた。そこで著者らは、水温、海色の衛星画像に漁場マップシステムで作成される位置情報を自動書き込みした画像を作成し、漁船に提供して魚群探索の効率化に貢献することを計画した。

また、著者らは漁業無線局を「衛星画像情報センター」として位置づけ、無線局業務の高度化をはかることも目的とした。全国的には衛星画像情報の広報事業は水産試験場の海洋研究者が実施しているのが普通である。しかし、地方の水産試験場における海洋担当の研究者は1名が普通で、衛星画像情報の広報を準リアルタイム化するには過重負担と人事の継続性が問題となっている。その点、この業務を実施する上で漁業無線局は、①人事異動が極めて少ないこと、②通信技術の専門家集団であること、③24時間の勤務体制にあり、船間無線交信である漁

獲情報のリアルタイム受信が可能であること、④全国的に統廃合にさらされている無線局の新たな可能性を開くこと、⑤地方における研究と広報の分業化ができること、⑥将来、漁業にとらわれず地方自治体における農業・林業など他の衛星情報分野への貢献可能性を開くことなどの面で最適な機関であるとした。

## 2. 衛星画像の提供対象としての北部太平洋まき網漁業

ここで、衛星画像の主な広報サービス対象とした北部太平洋まき網漁業の概要に触れておく。北部太平洋まき網漁業の対象海域は千葉県沖から北海道沖に広がる太平洋北西部海域で、稼働する船団数は80トン型22船団、135トン型18船団である。これら漁業の対象魚種としては主にマイワシ・カタクチイワシ・マサバ・ゴマサバ・アジ・カツオ・クロマグロなどである。1998年を例にとれば総漁獲トン数は67万トン、総漁獲金額は376億円であり、日本でも有数の規模をほこる沖合漁業の一つである。

操業は、普通、網船(網漁具を積んでいる船)1隻・魚探船(魚群探知器で魚群を探す船)1隻・運搬船(漁獲した魚を港へ運ぶ船)2隻が1船団となり、各船がそれぞれ役割分担して効率よく操業する。1船団の乗組員は46名程度で、網船に船団の最高責任者で操業の指揮をとる漁労長(船頭)が1名乗船するほか、各船には船長、機関長、通信長が配置されている。一般的に夕方出港して夜間に操業し朝方市場へ水揚げする。操業中は出漁しているすべての船団が1時間おきに当番船を決めて操業状況を無線で交信してお互いの情報を交換するシステム(QRY)をもっており、この無線交信を茨城県漁業無線局が受信している。

## 3. 海色画像と漁場形成に関する事例解析

### 3.1 ADEOS/OTCS画像で見た犬吠崎から鹿島灘海域における地形性渦流とアジ漁場の形成

#### 3.1.1 地形性渦の形成とブルーミング

1997年4月25日と26日のADEOS/OCTSの海色画像とまき網漁業の漁場位置データ(船間無線交信情報:QRY情報)を検討した。図2は4月25日と4月26日の犬吠崎から鹿島灘全海域におけるクロロフィル濃度分布を示す。この海域は福島県・茨城県沖を南下する親潮系水と千葉県九十九里沖を北上する黒潮系水の混合域となっておりイワシ、サバ、アジなどの好漁場が形成される海域である。図には北上して流れる黒潮が九十九里から犬吠崎沖の大陸棚に阻まれ東側沖合へ向きを変えながら流去した際に形成される地形性渦の形成が明瞭に現れている。しかもこの渦の縁辺域には黄色で示される筋条の高クロロフィル水が認められる。この高クロロフィル水の起源としては①植物プランクトンの多い沿岸の水を黒潮

水の流れが沖に引き込む作用と、②渦の形成で下層の栄養塩類を表層に運び上げ、その結果植物プランクトンのブルーミングがおきてクロロフィル濃度が高まるといった湧昇による作用が考えられる。25日より26日の方がクロロフィル濃度が顕著に高くなっていること、沿岸水の引き込み現象を起こす犬吠崎沖ばかりでなく渦形成に伴う黒潮系水の流れに沿って全体的にクロロフィル濃度が高まっていることから、おそらく湧昇現象によるブルーミングが広く起こったものと考えられる。

### 3.1.2 海色フロントとアジ漁場形成

4月25日は北緯35度29～31分、東経141度09～11分にかけてアジの漁場が形成され、1隻1網あたり20～180トンの漁獲を示した。QRY情報によるアジの漁場位置を4月25日のADEOS/OCTSの海色画像にプロットした(図3)。漁場は犬吠崎の東から南西沖にかけ大きく分けて3ヶ所に形成された。漁場は利根川から流出する河川水が混合してできる沿岸系水と黒潮系沖合水とのフロント付近にあたっており、沖合水は北東方向に流れていると推定される。漁場を北側からA、B、C漁場とするとA漁場は青色で表示される低クロロフィルの黒潮系水の東西海色フロントに、B漁場は同様な低クロロフィル黒潮系水の東側海色フロントと黄色と緑色の境として表示される沿岸系水東側海色フロントに、C漁場は北東に流去する低クロロフィル黒潮系水とその沖側の湧昇域と想像される相対的に高いクロロフィル域とのフロント付近に形成されていた。

## 3.2 SEASTAR/SeaWiFS画像で見た鹿島灘沖のサバ・マイワシ・カタクチイワシ漁場と海色フロント

1998年1月から2月における米国商業衛星SEASTAR/SeaWiFSの海色画像とまき網漁場データの事例検討をおこなった。

### 3.2.1 1998年1月20日のSeaWiFS画像とまき網漁場

図4にSeaWiFS画像、図5にはQRY情報による漁場分布を示す。SeaWiFS画像にはQRY情報の漁場位置がプロットしてある。白が漁獲量30トン以下、赤が31～60トン、青が61～100トン、灰色が101～150トン、黒が150トン以上である。漁場分布図では、△がマサバ、○がマイワシ、◇がカタクチイワシで表示してある。

クロロフィル分布によれば濃密な海色前線は水深80～100m水深域に形成されており、高クロロフィル域が銚子沖、鹿島沖で舌状に沖側に伸びている。川尻沖では大津沖で沖合に広がった高クロロフィル域が低クロロフィル域の中を南に張り出し、水深140m域にも水深に沿って南北にクロロフィル前線を形成している。

マサバの漁場は大きく分けて県北域と県南域の2つに

あるが、県北域の漁場は水深80mから140m域にあり、北緯36度34分、東経141度付近から北緯36度26分、東経140度50分付近にかけて北東方向から南西方向へ細長く形成されている。この漁場は先に述べた南北につながる沖側のクロロフィル前線域にあたる。この漁場へ分布したマサバは平均尾叉体長28.4cmの南下群であり、より北側の大津沖水深130m付近にも漁場が形成されていることから、塩屋崎沖から海色フロントに沿って直線的に南下してきた魚群が、那珂湊沖に広がる高クロロフィルの水帯に阻まれて、帯状の低クロロフィル域で一旦滞泳いるようにも思われる。

犬吠崎沖のマサバ漁場は水深120mから400mの、低クロロフィル域にまとまって形成されており、海色フロントの漁場ではなく別の要因によって形成されている可能性がある。一方、犬吠崎沖のマイワシ漁場は水深100m付近に形成されている海色フロントに形成されており、またカタクチイワシ漁場は犬吠崎沖水深60m付近で高クロロフィル域内に形成されている。

### 3.2.2 1998年2月1日のSeaWiFS画像とまき網漁場

図6にクロロフィル画像、図7にQRYマップを示した。クロロフィル画像によれば、沿岸部の濃密なクロロフィル域で形成される海色フロントは水深約140mの水深線に沿って形成され、犬吠崎沖から黒潮続流に引き込まれるように東へ伸びている。マサバ漁場は鹿島沖と犬吠崎沖の2カ所に見られるが、鹿島沖は水深140m、犬吠崎沖は水深200mの共に海色フロント域に形成されていた。マサバは1月20日の群とほぼ同じ平均尾叉体長28.1cmの群であった。マイワシ漁場は犬吠崎の水深60m域に形成されていたが、こちらは高いクロロフィル域内に位置していた。分布したマイワシは体長13～14cmの小中羽マイワシであった。

### 3.3 SeaWiFS画像で見た常磐沖のツノナシオキアミ漁場と海色フロント

ツノナシオキアミは冬季に親潮系冷水の南下に伴って、常磐海域に漁場が形成され、沿岸小型漁船による船曳網漁業の重要な漁獲対象資源となっている。茨城県水産試験場調査船「ときわ」は1998年3月9日から10日にかけて、まだツノナシオキアミ漁場が形成されない時点での漁期前調査を実施し、その漁期はじめてのツノナシオキアミ群を発見した。調査船「ときわ」は1998年3月9日に出航してツノナシオキアミの漁期前調査に向かい、一日、北緯36度40分、東経141度30分まで北東に探索したあと、西に進路を変え、探索を続けた後、北緯36度40分、東経141度07～13分付近でツノナシオキアミ群の反応を見つけた。反応層は水深10m～38m層であった。

ここでは、3月8日および3月10日のSeaWiFS画像と

ツノナシオキアミ群の分布について検討した。3月8日のSeaWiFS画像(図8)には福島県沖から高クロロフィル域が北緯36度48分,東経141度13~20分付近を南端として張り出している。その後,3月10日のSeaWiFS画像(図9)ではこの高クロロフィル域は舌状にさらに南下してその先端は北緯36度32分,東経141度2~8分にまで達している。この10日のSeaWiFS画像に3月9日の調査船ときわのツノナシオキアミ群の確認位置をプロットすると,群れの分布位置はこの舌状に張り出した高クロロフィル域の東西フロント付近にあっていた。

水産試験場では,ツノナシオキアミ群の分布状況を11日に各漁業協同組合に連絡,15日までは海が荒れて漁船は出漁できなかったが,16日には6隻がこの情報を元に出漁し21トンを出漁した。その後,4月22日までオキアミ漁が継続して3月から4月で合計2,021トン,8,854万円の水揚げがなされた。このようにツノナシオキアミ群の分布が海色フロント付近に形成されていたことから,冬季におけるオキアミ分布と海色前線との間に関連性が認められ,海色画像が沿岸漁業の魚群探索にも有効であることが確かめられた。

### 3.4 SeaWiFS画像で見た九十九里沖周辺漁場におけるイワシ・サバ漁場のクロロフィル濃度

1999年2月23日に得たSeaWiFSの衛星画像(図10)から,今回研究開発したパソコン用衛星画像データ処理ソフト(IPSIR)を用いて,QRYによるサバ・マイワシ・カタクチイワシの漁獲位置情報を画像上にプロットし,その位置のクロロフィル値を読み取って,魚種別の分布水温,分布クロロフィル値の関係を検討した。

サバ漁場は北緯35度52分から53分,東経140度59分から141度01分に形成され,水温は14.2℃から15℃,クロロフィル濃度は0.3から0.45  $\mu\text{g}/\text{l}$ であった。マイワシ漁場は35度27分から54分,140度47分から141度01分に形成され,水温は13.3から14.9℃,クロロフィル濃度は0.29から0.83  $\mu\text{g}/\text{l}$ であった。カタクチイワシ漁場は35度27分から29分,140度37分から40分に形成され,水温は13.3から13.5℃,クロロフィル濃度は0.82から0.98  $\mu\text{g}/\text{l}$ であった(図11)。

マサバが最も高水温で低クロロフィル域,カタクチイワシが最も低水温で高クロロフィル域に分布した。マイワシは両種の間領域に分布したが,同じマイワシでも銘柄により漁場分布が異なった。つまり銘柄「小羽から小中羽」と呼ぶ小型魚はクロロフィル濃度0.4  $\mu\text{g}/\text{l}$ ,水温13.3~13.9℃の海域でカタクチイワシ漁場にやや近く,「中羽」と呼ぶ中型魚は漁場が二分し,一方はクロロフィル濃度0.52~0.83  $\mu\text{g}/\text{l}$ ,水温13.4~14.1℃の海域でマサバとカタクチイワシ漁場の中間域,もう一方はクロロフィル濃度0.29~0.34  $\mu\text{g}/\text{l}$ ,水温14.5~14.9℃の沖側

海域でマサバ漁場の若干南側であった。

このように,マサバ,マイワシ,カタクチイワシでは明らかに異なる水温および海色環境に分布していたことから,衛星画像から与えられる水温,海色情報はそれぞれの魚群探索情報として有効な情報になりうることを示された。

## 4. パソコン用衛星画像データ処理ソフトの開発

現場対応型パソコン用画像処理ソフトの開発では,①できるだけ漁業現場対応の簡易性のあるもの,②インターネットからのデータ取り込み処理が可能なもの,③水温や海色の等値線の自動描画処理ができること,④複数画像の合成ができること,⑤最小単位が1ピクセル(約1キロ平方メートル)の水温,クロロフィル量表示が可能なこと,⑥漁獲位置マッピング処理ができること,などの要望を盛り込んだ衛星画像処理ソフト(IPSIR)を作成した。IPSIRソフトの総合機能・性能は次のとおりである。

### 4.1 IPSIRソフト全体の総合機能・性能

- (1) 利用する画像データは,NASDAまたはRESTECのサーバーにアーカイブされているデータをインターネットにより受信できる。
- (2) ADEOS/OCTS,ADEOS-II GLIのレベル3相当のクロロフィル濃度画像と水温画像及びSeaWiFS,MODISのクロロフィル濃度画像を処理する機能を持つ。
- (3) 各種の処理機能は,特定海域ばかりではなく処理海域に汎用性がある。
- (4) 処理画像のプリントアウトは,カラー印字が可能で表示イメージをそのまま印字できる。

### 4.2 IPSIRソフト各部の主要機能・性能

#### 4.2.1 処理部

- (1) 主要機能
  - ① インターネットへの接続ができる。
  - ② データの管理,データ解析,画像表示処理ができる。
  - ③ Windows95の環境下でマウスコントローラによる操作ができる。
  - ④ 表示画像データのカラー印字ができる。
  - ⑤ Windows95で動作する他のアプリケーションソフトウェアにデータ変換ができる。

#### (2) 主要性能

- |            |              |       |
|------------|--------------|-------|
| ① 処理画像データ: | ADEOS/OCTS   | 水色/水温 |
|            | ADEOS-II/GLI | 水色/水温 |
|            | SeaWiFS      | 水色    |
|            | MODIS        | 水色    |
|            | NOAA/HRPT    | 水温    |

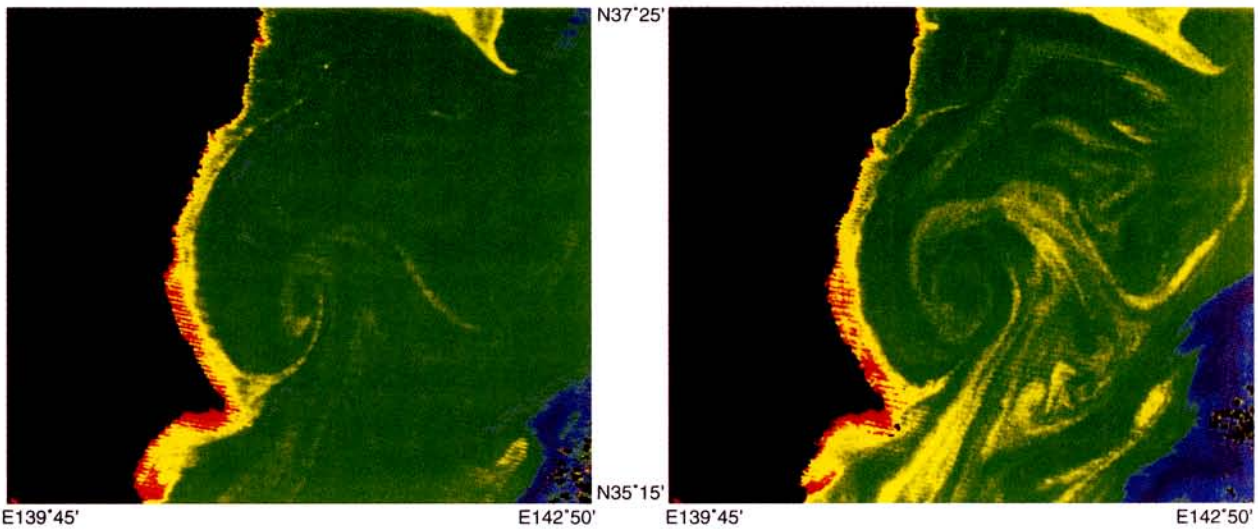


図2 ADEOS/OTCSによるクロロフィル a 分布画像に見られた鹿島灘沖合の地形性渦流（左図：1997年4月25日，右図：1997年4月26日）

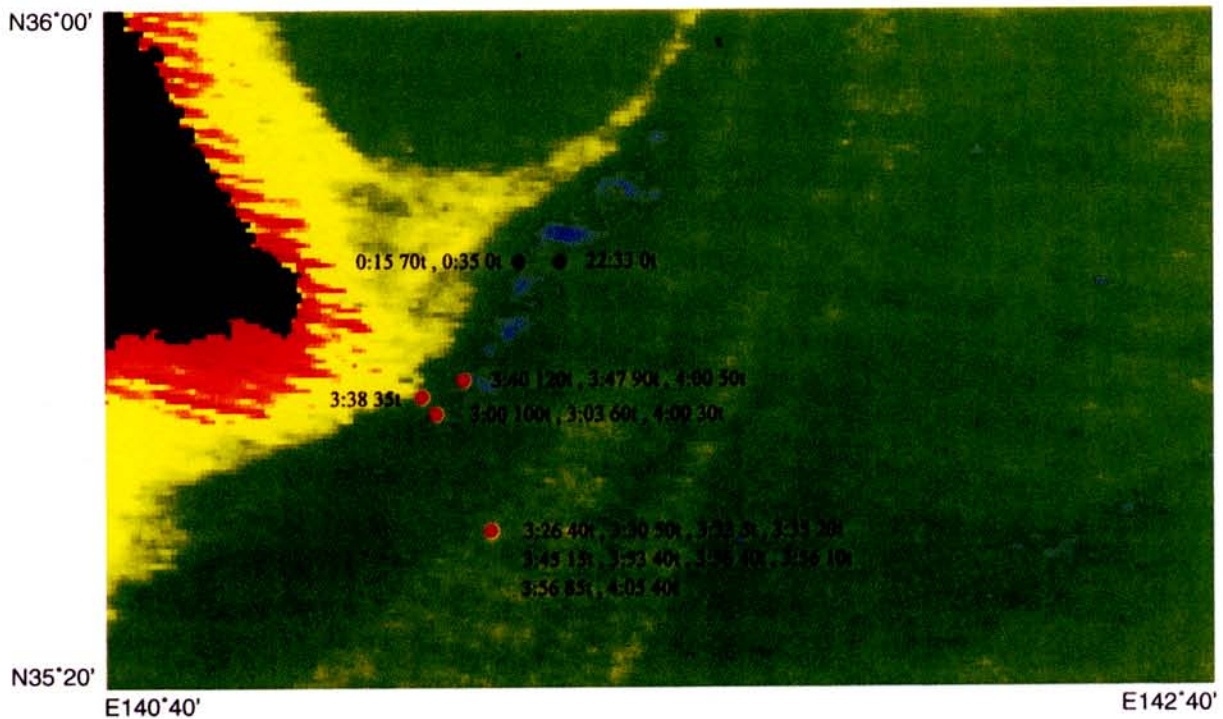


図3 犬吠埼沖のアジ漁場とADEOS/OTCSのクロロフィル a 分布画像（1997年4月25日）（図中の数字は投網時間と1網あたり漁獲トン数）





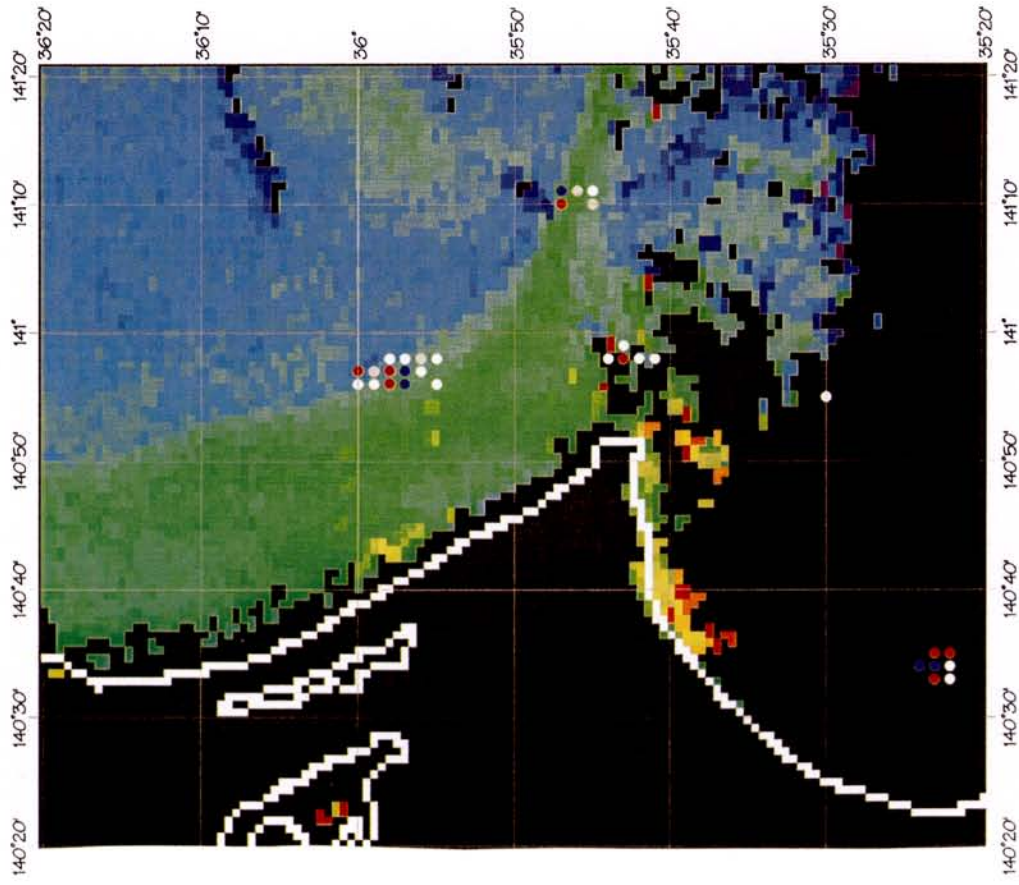


図6 SeaWiFSのクロロフィル a 分布画像 (1998年2月1日) とまき網魚群分布 (漁獲量: 白: 0~30, 赤: 31~60, 青: 61~100, 灰: 101~150, 黒: 150トン以上)

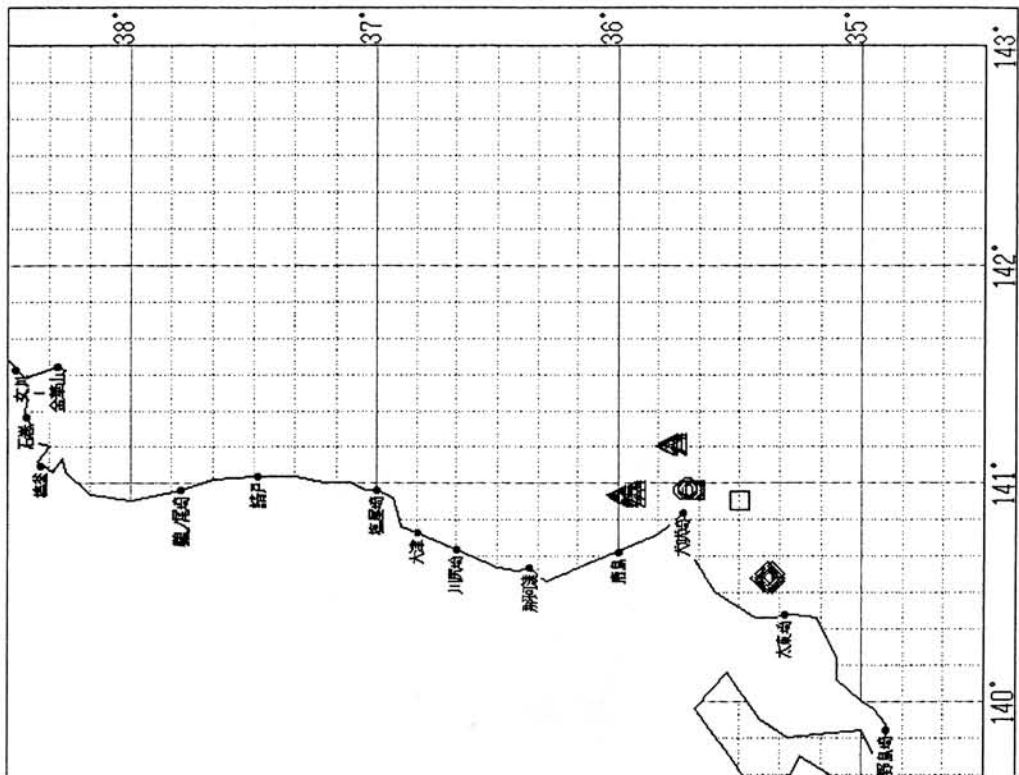


図7 まき網漁場マップ (1998年2月1日, ▲: サババ, ○: マイワシ, ◇: カタクチマイワシ)



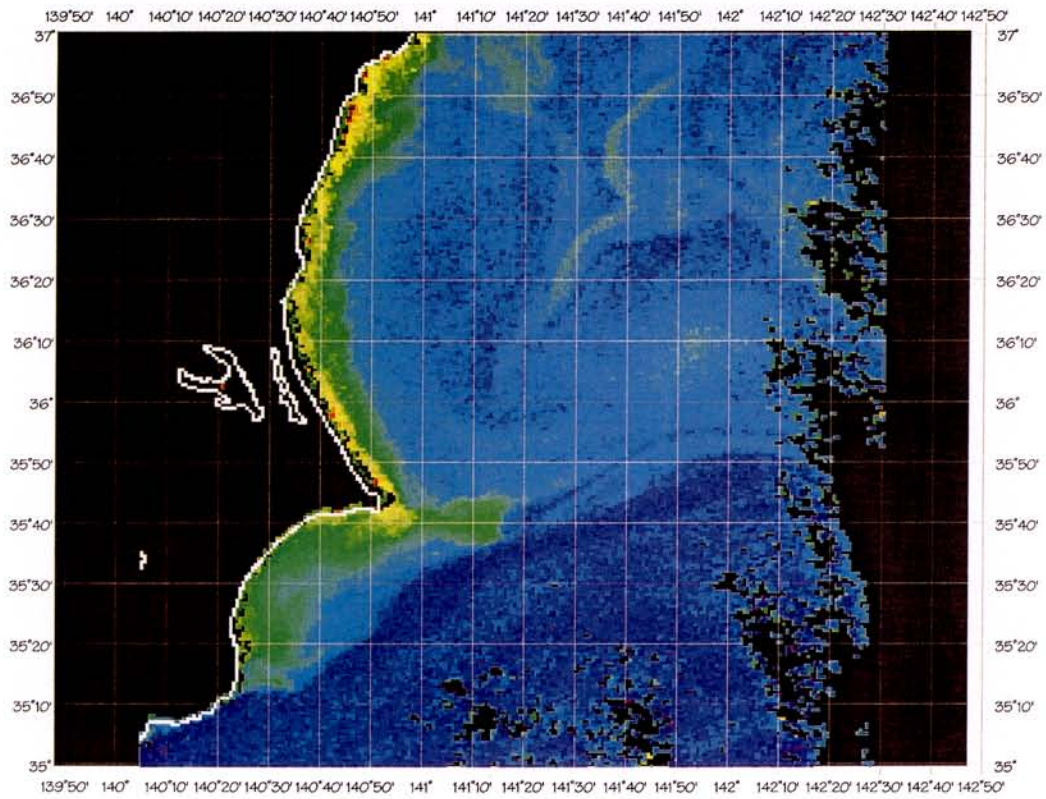


図8 SeaWiFSのクロロフィル a 分布画像 (1998年 3月 8日)

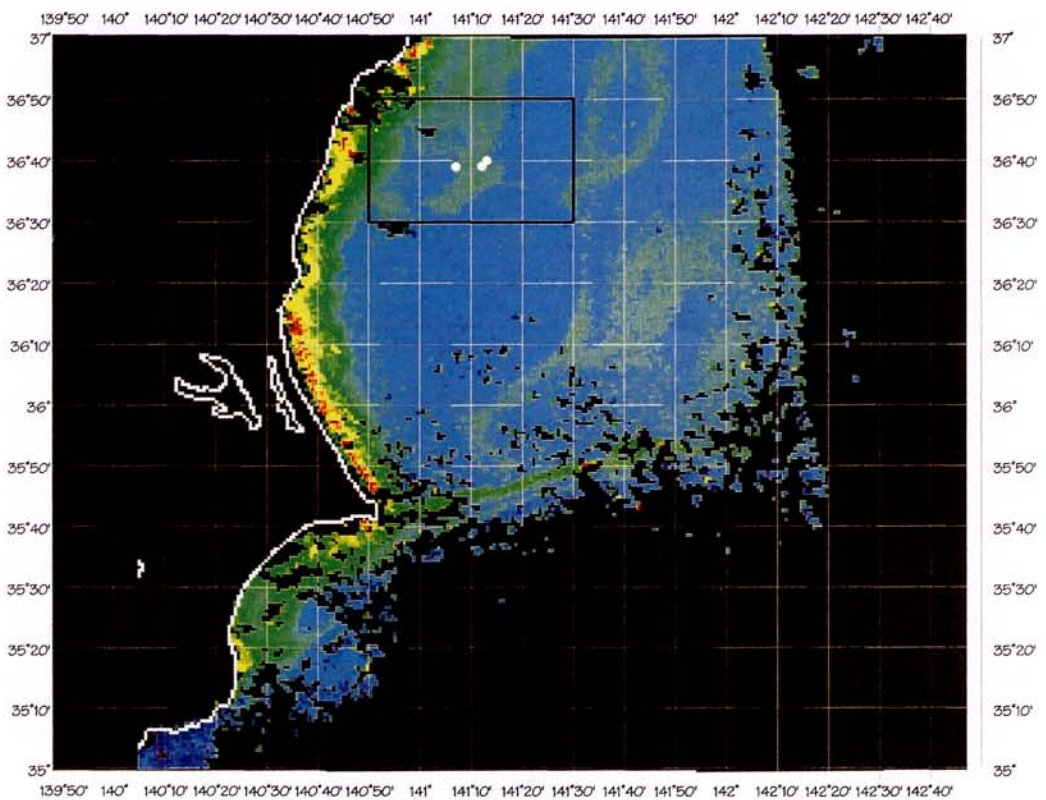


図9 SeaWiFSのクロロフィル a 分布画像 (1998年 3月 10日) とツノナシオキアミ群の分布位置



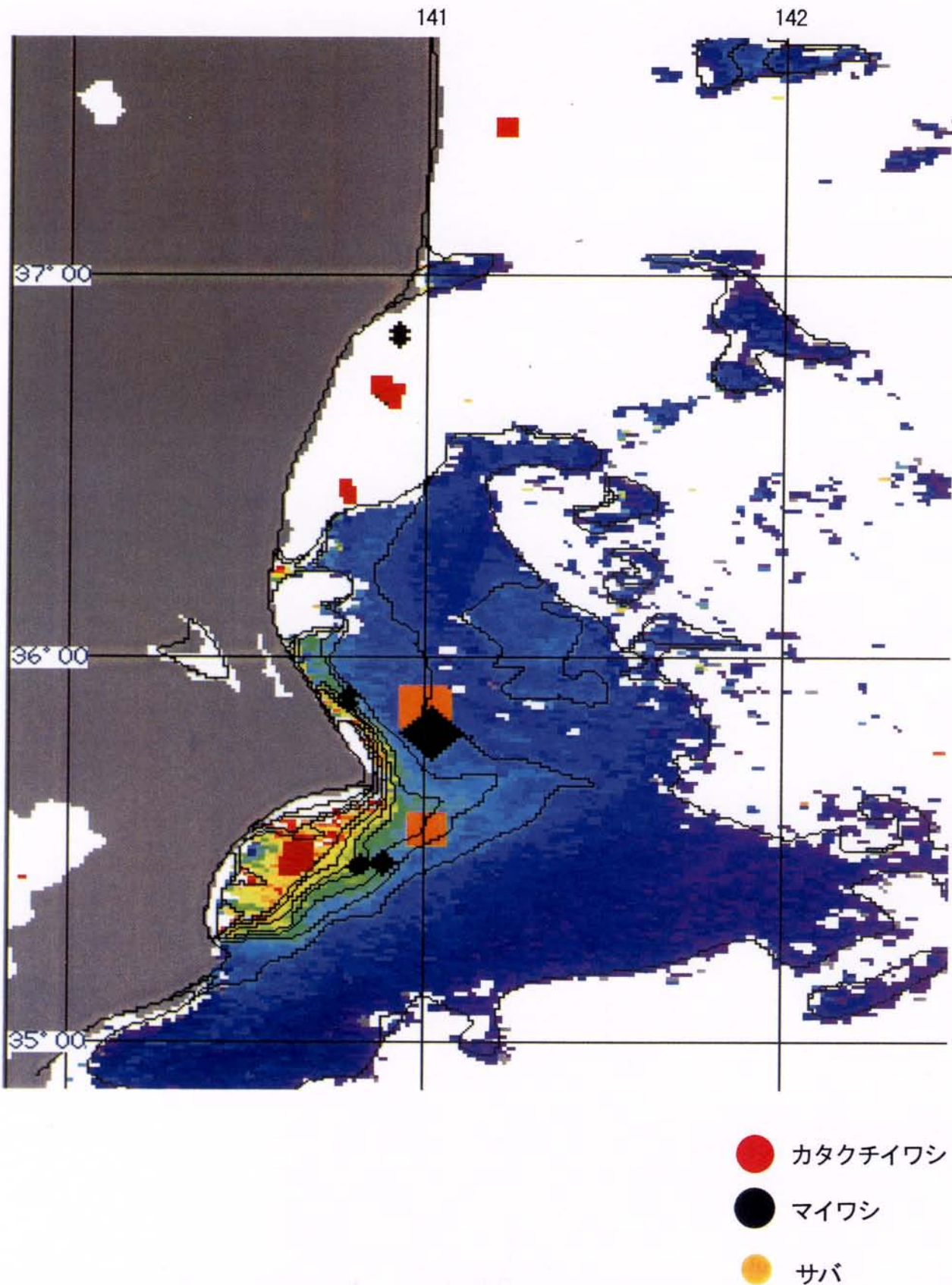


図10 SeaWiFSのクロロフィル a 分布画像 (1999年2月23日) とまき網魚群 (茶: サバ, 黒: マイワシ, 赤: カタクチイワシ) の分布位置 (実験画像)

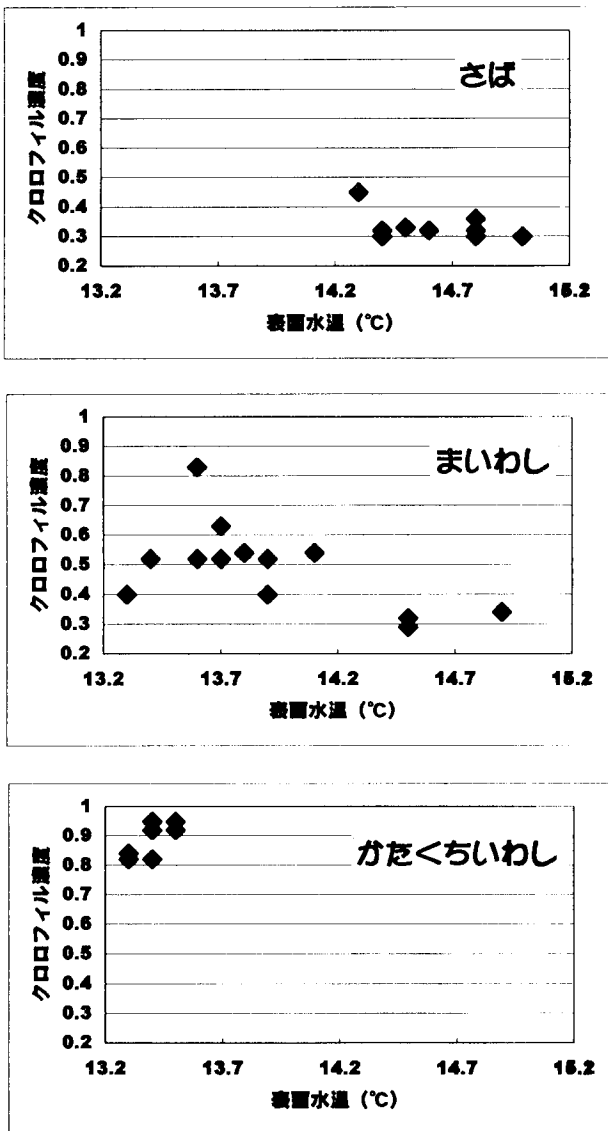


図11 SeaWiFSのクロロフィル a 分布画像 (1999年2月23日) から解析した3魚類 (サバ、マイワシ、カタクチイワシ) の分布海洋環境の差異

- ② 階調レベル : 256レベル
- ③ 表示画面構成 : 1,024ドット×768ライン以上
- ④ 表示色 : High Color (16bit) 以上
- ⑤ OS : Windows95以上

#### 4.2.2 画像出力部

- (1) ディスプレイに表示している画像のカラー印字ができる。
- (2) 性能は以下の通り。
  - ① 印字サイズ : A 4版
  - ② 解像度 : 300bpi以上
  - ③ 印字色 : 65,000色

#### 4.2.3 解析ソフトウェア

- (1) データ管理処理
  - ① 受信データ一覧表示  
受信保存したデータの一覧表示を行う。
  - ② カラーテーブルデータ登録処理  
画像の表示色・ルックアップテーブルの作成・登録 (64パターン) の処理を行う。
  - ③ イベントマークデータ登録処理  
画像上に重ね合わせするイベントマークの作成・登録 (64パターン) の処理を行う。
- (2) 画像表示処理
  - ① 表示画像の選択処理  
受信データの一覧表示を行い、表示処理するデータの選択を簡単に行う。
  - ② シュードカラー表示処理  
画像データに、登録または作成した表示色パターン及び階調パターンにより色付けし、疑似カラー表示する処理を行う。
  - ③ 拡大表示処理  
1, 2, 3, 4, 5 倍の倍率にて拡大表示する処理を行う。
  - ④ 画像のスクロール  
表示エリア以外の画像を上下左右に移動表示する処理を行う。
  - ⑤ 海岸線・緯度・経度線合成表示処理  
表示画像に海岸線の合成及び緯度・経度線を任意の間隔で合成表示する処理を行う。
  - ⑥ クロロフィル濃度値・水温表示処理  
任意の点のクロロフィル濃度値または水温を表示する処理を行う。
  - ⑦ イベントマーク・注釈合成表示処理  
画像の任意の位置にマークや文字を合成表示する処理を行う。
  - ⑧ 等値 (温) 線表示処理  
表示画像に指定温度または濃度値のコンターを表示する処理を行う。
  - ⑨ 複数画像の同時表示処理  
表示エリア内に複数画像を分割同時表示する処理を行う。
  - ⑩ 指定画像データを前もって中心緯度経度及び画像サイズで設定する範囲に読み込み表示する。
  - ⑪ 指定する画像表示範囲に海岸線、緯度経度線及び文字等を合成表示できる。また、エクセル等の表データの値を読み込み地形図上に表示できる。
- (3) 画像データ補正処理
  - ① 水温・クロロフィル濃度値の実測値補正処理  
実測値を用いて画像データ上に実測値を入力することにより画像データの補正処理を行う。

- ② 雲除去処理  
複数画像を合成することにより、雲除去処理を行う。
- (4) 漁況情報作成処理
  - ① 漁況情報入力処理  
表示画像上または地図画像上に、エクセル等で編集する漁獲位置、漁獲量、水温、クロロフィル濃度等の入力処理を行う。
  - ② 適水色・水温の分類処理  
温度・クロロフィル濃度画像からレベルスライス分類法により漁場の分類処理を行う。
  - ③ ヒストグラム作成処理  
指定エリア内のヒストグラムを表示する処理を行う。
- (5) 画像データ出力処理
  - ① 表示画像のカラー印字処理  
表示画像エリアすべてのカラー印字を行う。
  - ② 作業ウィンドウのカラー印字処理  
選択されているウィンドウのカラー印字ができる。
  - ③ 加工済データのビットマップ形式ファイル出力処理  
選択されているウィンドウの表示エリアをビットマップ形式のファイルに出力する処理を行う。
  - ④ 指定線上の断面グラフ表示を行う。
  - ⑤ 水温、海色画像の同地点の物理量を同時表示およびファイル出力する。

## 5. SeaStar/SeaWiFS海色画像の準リアルタイム伝送実験

NOAAの水温画像、SeaWiFSの海色画像の準リアルタイム伝送実験を1999年2月8日から12日および2月22日から26日の期間で実施した。開発したパソコン用画像データ処理ソフト（IPSR）を漁業無線局のコンピュータに組み込み、NOAA水温画像データを漁業情報サービスセンター（JAFIC）から、また、米国から一時的に購入契約したSeaWiFS海色画像データを海洋科学技術センター・日本船用エレクトロニクスを経由して茨城県漁業無線局でインターネット受信した。第1回目の実験は2月10日に行った。この日は、天候は比較的安定していたが海上は薄雲におおわれていたため、受診画像は全域雲域となって画像は使用することはできなかった。第2回目の実験は2月22・23日に実施した。この日は海上の雲も少なく天候は良好であった。SeaWiFSの画像データは、地上受信してから海洋科学技術センター・日本船用エレクトロニクスでの処理を経過して、2時間後に茨城県漁業無線局にてインターネット受信し、NOAA画像データは同様にJAFICからインターネット受信した。なお、

JAFICからのNOAA画像データは、この実験以前からの日常業務でインターネット受信していたが、今回開発したウィンドウ用画像データ処理ソフトでの処理可能とするため、JAFICにデータのヘッダー形式を前もってJAFIC形式からPVL形式に変更した。

受信したSeaWiFS海色画像、NOAA水温画像データをIPSRソフトで画像処理して茨城県沖の画像を作成した。画像には自動で水温、海色コンターラインを引かせ、同時に、当日すでに無線局で入手してあったQRY情報から太平洋北部まき網漁船のイワシ・サバの漁場をプロットし、カラーの水温漁場マップ、海色漁場マップを作成した。そして、直ちに白黒コンター図を作成して、宮城県に停泊中の茨城県水産試験場調査船水戸丸へファックス送信した。衛星画像はデータ発生から陸上受信機関でのデータ処理をへて地方でインターネット受信、画像処理、漁船向け送信までに、3時間から4時間程度でできることが明らかとなった。通常SeaWiFS海色画像データの受信時間は午前10時から12時が一般的であることから、仮に12時に受信したとしても漁船への画像配信は漁船が出港する16時までには終了できることになり、夜間の操業・魚群探索に利用できることが明らかとなった。

## 6. 衛星画像情報の提供サービスの充実

無線局としての衛星画像情報提供サービスの充実を図るため、衛星画像情報提供海域の拡大化、ファックスボックスサービスの開始、インターネットホームページの開設などを行い衛星画像情報をはじめとした情報提供サービスの充実をはかった。

### 6.1 衛星画像情報提供海域の拡大

これまで漁業無線局では、NOAA衛星画像の提供サービス範囲を図12のAエリア（常磐海域：北緯33度30分～38度30分、東経139度～145度）の範囲としていたが、北部まき網へ漁場マップ衛星画像を提供するのにあたり、サービスエリアを北部まき網の操業海域である八戸から三陸沖まで拡大するためにBエリア（三陸海域：北緯37度30分～42度30分、東経141度～146度）を追加し、また、沿岸海域の拡大図としてCエリア（常磐～房総沿岸域：北緯35度～38度30分、東経140度～142度）を加えた。

### 6.2 ファックスボックスサービス

本研究の開始時期には、各経営者、漁船、漁協では、インターネットよりはまだファックスの使用が一般的であった。そこで、ファックスユーザーの便宜を図るため、1998年6月より水産試験場漁業無線局のファックスにファックスボックスメモリー機能を増設してファックスサービスを開始した。ファックスボックスには、NOAA/HRPT画像（コンター入り白黒図）を毎日、定期



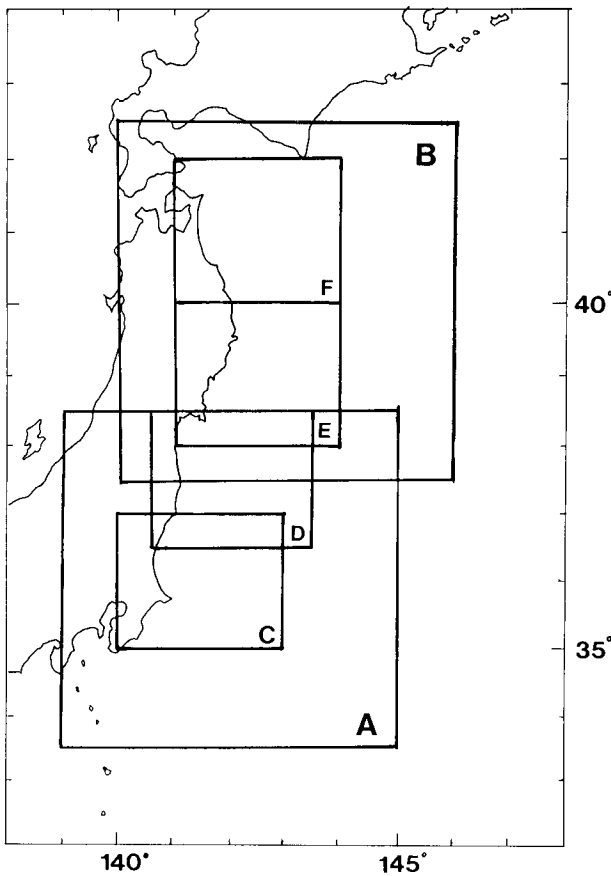


図12 NOAA衛星画像の提供サービスエリア (A, B) とまき網対応で想定される提供サービスエリア区分 (C, D, E, F)

発行の「茨城水試人工衛星速報」を毎週火曜に、定期発行の「茨城水試漁海況速報」を毎週金曜日に登録し、漁業関係者以外の一般ファクスユーザーも含め漁業無線局のファクスボックスサービス (029-270-1480) でこれら情報を受け取れるようにした。

### 6.3 インターネットホームページの開設

インターネットユーザーに対しては、漁業無線局にインターネットホームページを開設し (http://www.net-ibaraki.ne.jp/gyomusen), 1999年11月から衛星画像の提供サービスを開始した。掲載した画像および速報は、一般ユーザー向けNOAA/AVHRRカラー1日合成画像 (水温コンターライン入) の常磐海域 (Aエリア) および三陸海域 (Bエリア) を直近7日分、常磐海域の1週間合成画像を2週間分、「茨城水試漁海況速報」直近号および隣接する福島県海域をカバーするための「福島水試漁海況速報」直近号である。

図13には、インターネット上に掲載するために、実際にIPSRソフトで作成したNOAA/AVHRRの漁場マップ衛星画像を示した。

この画像の具体的な作成手順は次のとおりである。

- ① JAFICは前日の午前8時から当日の午前8時までの24時間に受信したNOAA14の4パスとNOAA15の4パスの合計8パス分の画像から常磐エリアと三陸エリアの1日合成画像を午前9時前に作成する。
- ② 無線局は、そのNOAA画像データを午前9時にJAFICからインターネット経由で取り込む。
- ③ 無線局はIPSRソフトを用いて受信した画像データから画像を作成し、1℃幅の水温コンターラインを入れる。
- ④ 無線局は前日午後6時から画像作成当日の朝午前6時までの夜間に操業されるまき網の船間無線QRY漁獲通信 (夜間1時間毎に漁獲状況を船間で通信する) をパソコンに順次入力し漁獲データベースを朝8時までに完成させておく。
- ⑤ 無線局はこの漁獲データをテキスト化し、IPSRソフトで読みとり、漁獲魚種・位置・漁獲量情報をマーク化して③で作成した画像上にプロットして漁場マップ衛星画像を作成する。

漁獲情報はまき網船間の秘密情報であるので、上記の手順で作成された漁場情報入りのNOAA/AVHRR画像はまき網船ユーザーだけに情報提供した。この他に、漁場情報を入れない単純なNOAA/AVHRR画像も作成し、こちらは一般ユーザー向けに毎日情報提供した。

### 6.4 NOAA/AVHRR衛星画像の提供実績

漁業無線局ではプロジェクト研究成果をもとに、IPSRソフトを用いた常磐海域 (Aエリア) と三陸海域 (Bエリア)、東北沖合海域 (Cエリア) の水温コンターライン入りのNOAA/AVHRR衛星画像の本格的な画像提供サービスをA・Bエリアは1999年11月よりCエリアは2000年4月より開始した。先にも述べたように、A・Bエリアはまき網漁場位置情報が入らない画像は一般ユーザー向け、漁場情報をいれた画像はまき網船向けとして情報配信した。1999年11月の開始から2000年12月までの衛星画像提供実績を表1に整理した。総日数に対する一般ユーザー向けNOAA画像の提供日数割合は低い月で39%、高い月で86%、14ヶ月の合計では57%であった。また、まき網船出漁日に対応する漁場入り画像提供日数割合は低い月で42%、高い月で81%、14ヶ月の合計では59%であった。

ここで、まき網船が実際の操業のために参考にできた画像の回数を検討した。まき網船が出漁する夕刻時に、事前の情報として取得する画像は当日午前中に無線局で作成された出港前日の一日合成画像である。この画像がまき網が出漁前情報として魚群探索の参考とする実際の画像となる。そこで、その提供日数割合を整理した。提供日数割合は低い月で33%、高い月で81%、14ヶ月の合

計では58%であった。出漁前情報として前日の衛星画像のまき網船への提供割合は58%に上ったことから、まき網船にとって衛星画像は魚群探索をする上で有効度の高い情報と言えるであろう。

## 7. 通信衛星N-Starを利用したインターネットによるカラー画像の船への送信実験

### 7.1 N-Star衛星による衛星船舶電話の普及利用

衛星画像情報の提供システムの確立のためには、作成した漁場マップ衛星画像を準リアルタイムで洋上の漁船へ送信しなければならない。陸上ならば電話回線を用いたインターネット通信が簡易であるが、洋上の場合、これまではファックスで白黒図を送信するだけに留まっていた。しかし、最近、サービスエリアが200海里あり、しかもデジタル方式のため音声通信だけでなく、ファックス通信、データ通信が可能な「N-Star衛星を利用した衛星船舶電話」が普及してきたため、簡易にインターネットメールで衛星画像を沖合の船に送信することが可能となってきた。そこで、民間漁船におけるインターネット利用の衛星画像受信普及を目的に漁業無線局ホームページから水戸丸への衛星画像のダウンロード検証実験を2000年3月21・28・29日に試みた。

### 7.2 N-Star衛星利用の検証実験のための使用機器と接続系統

#### 7.2.1 使用機器

パソコン NECバリュースターNX VU45L/1  
モデム パソコン内蔵 54bps アナログモデム

#### 7.2.2 接続系統

パソコンとN-Star回線との接続のため、船舶電話(N-Star)付属機器であるマルチアダプター(NST-4号マルチアダプター)を交換し、モデム専用端子より4ピンコネクター付の付属ケーブルでパソコンに接続した。

### 7.3 検証実験

#### 7.3.1 パソコンのダイヤルセットアップ

インターネットプロバイダーが指定する電話番号を、パソコンの接続ウィザードで設定する。注意点として電話番号の前の国番号(日本は81)が自動で設定されるが、このままではN-Star回線では接続ができない。手動にて国番号を除いた市外局番からのダイヤル設定を行う必要があった。

#### 7.3.2 通信速度

プロバイダーによりアナログ回線を使用する場合の接続スピードが異なる。陸上では通常64kbpsまで対応可能

であるが、N-Star回線は4.8kbps以上の速度には対応していないため4.8kbpsとした。

#### 7.3.3 画像のダウンロード

水戸丸船上より漁業無線局のホームページへアクセスし、NOAA画像のダウンロードを行った。検証実験では、N-Star回線が若干不安定なためダイヤル接続終了までに約3分を要した。ホームページに公開されているNOAA画像をモニター画面上に表示するまでには1シーン約5分を要した。

#### 7.4 N-Starを利用したカラー画像の船上受信に向けて

検証実験により、N-Star回線を利用した衛星画像を掲載したインターネット・ホームページの利用が船上から十分可能であることが判明した。しかし、通信回線速度が4.8kbpsと、陸上の64kbpsに比べてかなり低速であり、接続・画像取得・印刷までにはおよそ10分と時間を要する。しかし、2000年5月以降「衛星パケット通信サービス」がNTTドコモで開始された。その内容によれば、最高通信速度は船から陸上の方向で4.8kbps、陸上から船の方向で64kbps、サービスエリアは現行の衛星電話のエリアと同じ日本全土および200海里の海域である。このサービスを利用すれば陸上から船への通信速度は、陸上と同様な通信環境になる。いずれにしても、まき網船やカツオ一本釣り船の日常業務として、インターネットを利用すれば洋上で簡単にカラーの漁場マップ衛星画像を見て活用する条件整備が完成したことになる。

### 8. まとめ

本研究により茨城県水産試験場漁業無線局には、衛星情報を日常的にまき網業界および一般ユーザーに提供できる体制が整備された。先に述べたように漁業無線局では日常業務として1999年11月から、青森から千葉県沖にいたる三陸と常磐海域の、2つのNOAA/AVHRR画像に水温等値線を自動描画させ、これにイワシ、サバなどのQRY漁獲情報を自動マッピングしたカラー画像を作成して、まき網各船に画像受信から数時間以内に配信するサービスを開始した。また、漁獲位置情報が入らないカラー画像はホームページ(<http://www.net-ibaraki.ne.jp/gyomusen>)で、また白黒図はファックスボックスサービスで同じく1999年11月より一般公開した(029-270-1480)。米国SeaWiFS衛星データの伝送実験で明らかにしたように、衛星画像の購入予算さえあれば現在でもSeaWiFS衛星の海色画像も開発ソフトで利用提供が可能である。いくつかの海色画像データとイワシ・サバなどのまき網対象種およびツノナシオキアミの漁場分布との関係を検討した結果からは、魚群分布は海色フロントと

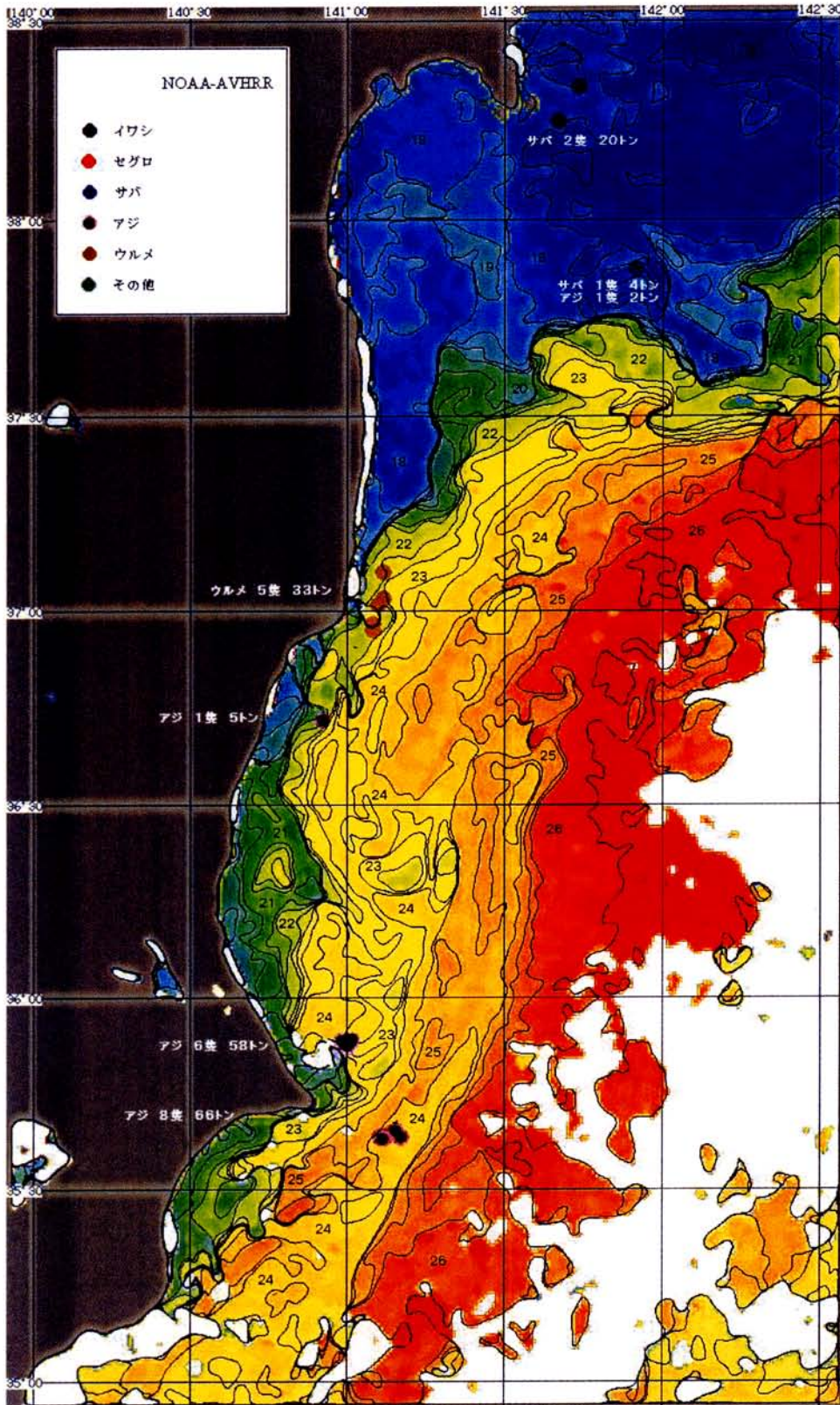


図13 まき網漁船へ提供を開始した漁場マップ入り NOAA 衛星画像



表1 NOAA/AVHRR衛星画像の提供実績

年月	総日数 (A)	一般ユーザー用 画像提供日 数(B)	まき網船 の出漁日 数(C)	漁場入り 画像発行 日数(D)	まき網出漁 前日画像提 供日数(E)	B/A	D/C	E/C
1999.11	30	18	19	14	11	0.63	0.74	0.58
12	31	22	23	17	16	0.74	0.74	0.70
2000.1	31	11	12	5	4	0.39	0.42	0.33
2	29	13	25	12	11	0.86	0.48	0.44
3	31	13	22	10	11	0.71	0.45	0.50
4	30	20	15	11	10	0.67	0.55	0.67
5	31	18	16	12	11	0.58	0.67	0.69
6	30	12	17	5	6	0.40	0.42	0.35
7	31	20	21	14	14	0.65	0.67	0.67
8	31	22	21	13	17	0.71	0.81	0.81
9	30	17	20	10	11	0.57	0.55	0.55
10	31	16	23	13	10	0.52	0.43	0.43
11	30	17	17	11	12	0.57	0.71	0.71
12	31	24	21	13	14	0.77	0.67	0.67
計	427	243	272	160	158	0.57	0.59	0.58

密接な関係を持つこと、また魚種別、あるいは銘柄別に適応するクロロフィル濃度域に違いがあることなどが認められた。これらの点から、海色衛星画像は今後、魚群の回遊行動生態を明らかにしていく上で、また、魚群の密集する海域の生物生産機構や稚仔魚の生き残り機構を解き明かす上で貴重なデータとなることが期待される。開発したソフトでパソコンでの衛星画像解析が可能となったことから、今後は事例研究を積み上げてこれらの課題に取り組んでいきたい。

海色画像の準リアルタイムでの提供サービスは、現時点では国産衛星「ADEOS/GLI」の利用開始となる2002年を待つ予定であるが、海色画像を利用した事例研究が増えることから、漁業界からの早期提供のニーズはより強くなることは確実であろうと思われる。可能ならばSeaSTAR/SeaWiFSまたは、2001年から利用可能性のある米国海色衛星MODISの利用も検討していきたい。また、衛星情報の最小単位が約1キロ平方メートルと、沿岸小型船の漁業にも利用可能性が高いことから、現在、受信画像を沿岸漁協や漁業者のパソコンで見られるように県内利用システムの開発をすすめている。今後、漁業界における衛星画像利用は急速な展開を見せるであろうこと

は疑いない。なお、開発されたウインドウズ用画像処理ソフト(IPSIR)は日本船用エレクトロニクス(045-453-6911)から販売している。

#### 要 約

沖合の漁船に衛星画像を送り、漁業操業に役立てるための画像情報提供システムの開発を行った。NOAA画像データはJAFIC(Japan Fisheries Information Center)で、SeaWiFS画像データはJAMSTEC(Japan Marine Scientific Technology Center)で受信し、インターネットメールで茨城県漁業無線局に送られた。無線局では、このシステムのために開発された画像データ処理のためのパソコン用プログラムを使用して、提供用画像が作成されホームページに掲載した。これによって沖合洋上の漁船は通信衛星N-starを用いて画像取得した。それぞれのセンターで画像データを受信してから、洋上漁船が画像情報を取得するまでの時間は3時間程度であった。1999年11月から2000年12月までの期間に北部まき網漁船のために提供したNOAA画像は、全まき網操業日の58%に達した。

## 謝 辞

本研究を推進するのにあたり、海洋科学技術センターの浅沼市男博士には、SeaWiFS衛星データの伝送実験において、また、漁業情報サービスセンターの為石日出生博士、中園博雄氏には本研究を進めるにあたって有益な助言と御協力をいただいた。記して心から感謝申し上げます。なお、本研究はリモートセンシング推進委員会のデモンストレーションプロジェクト研究として実施した。

## 文 献

平賀 一博・為石日出生 (2000) 漁船に搭載したDTL受信装置の利用の現状, 水産海洋研究, **64** (4), 288.  
 蔭山邦幸・郡司 博・中園博雄・大坂栄治・二平 章 (1998) 北部まき網漁船への水温・水色人工衛星

データの迅速提供システム計画, 水産海洋研究, **62** (4), 444-445.

久野正博 (2000) 沿岸カツオひき縄漁業への衛星情報の利用, 水産海洋研究, **64** (4), 279-281.

二平 章・郡司 博・大坂栄治・蔭山邦幸・山脇弘一・松村皐月 (2000) 太平洋北部まき網漁業への衛星画像情報の提供システム開発, 水産海洋研究, **64** (4), 283-284.

二平 章・郡司 博・大坂栄治 (2001 a) 沖合漁業への衛星画像データの提供システム開発, 水産海洋研究, **65** (1), 25-27.

二平 章・郡司 博・大坂栄治 (2001 b) SeaWiFS海色衛星画像情報の沖合漁船への提供実験, 日本水産学会東北支部会報 (印刷中)