

漁業情報のための衛星画像の等温線解析

誌名	日本水産學會誌
ISSN	00215392
著者	小長谷, 庸夫 内田, 誠 藤田, 弘一
巻/号	54巻2号
掲載ページ	p. 161-166
発行年月	1988年2月

漁業情報のための衛星画像の等温線解析

小長谷庸夫, 内田 誠, 藤田 弘一

(1987年6月29日受理)

Contouring of Satellite Images for Fishing Information

Tuneo Konagaya,*¹ Makoto Uchida,*¹ and Koichi Fujita*²

This paper deals with the surface temperature mapping of fishing grounds by the use of satellite data. A wide range of subjects of the fishing information in Kumano-Nada sea were discussed using the questionnaires from fishermen and records of satellite images received by Fisheries Research Institute of Mie. Temperature mapping of fishing grounds was carried out by the use of a computer. Results are summarized as follows;

Satellite images of temperature profiles of fishing grounds have become to be widely used by coastal fishermen of Kumano-Nada sea. In the future, it is proposed that communication methods be improved in order to give out the information more quickly.

Monthly receiving rate of available satellite images was significant for mean value of monthly cloudiness at Kumano-Nada sea; the number of available images received in the sea was 5 in 80 orbits (6.25%) in July and 28 in 78 (35.89%) in December 1987.

Under ordinary conditions of Kumano-Nada sea, computer contouring was successful by the use of data estimated by satellite images. This contouring method is useful for the construction of data-base of hydrographical forecast of the fishing grounds.

人工衛星によるリモートセンシングは広水域の海面を同時に観測出来る上、微細な水温分布も表示されるから漁業関係者に重視され、その評価は高い。しかし、気象条件、特に雲や海霧などの影響を受けやすいから漁場の環境を常に正確に把握できないうらみがある。そこで、衛星画像の解析には良好な数日の画像を重ね合わせて雲や霧の部分を除去する方法がとられている。^{1,2)} 漁海況情報はこの画像をもとにして水塊構造や漁場の位置を等温線と各種の記号で表わして速報される。³⁾ 一般に、この作業には人手に頼る部分が多いから電算機を導入して処理の客観性と能率の向上をはかる必要がある。また、漁況予報には過去の情報の蓄積が欠かせないが衛星画像は通常 10 カ月程度で消去されているからデータベースの構築が望まれる。^{4,5)} ここでは、漁海況情報の処理の効率化をはかるための基礎研究として現況調査と画像の解析に等高線プログラムを応用した結果を報告する。

方 法

漁海況速報 三重県水産技術センターは 1985 年 9 月

から衛星情報による漁海況速報を開始し、通算 62 号を刊行した (1987 年 2 月現在)。速報は主として熊野灘北部海域の近海カツオー本釣、延縄、定置網、曳縄、サンマ流網、およびまき網漁業などに利用されている。この海域の 1983 年度の漁獲高は年間 94,363 トンで、そのうち上記の漁業により 29,117 トン、30.9% が漁獲されている。この漁獲高は三重県全体の 11.7% を占めている。⁶⁾ 漁海況速報はこの海域の主要漁業に利用されているから、さらに充実をはかるために漁業者の要望の意向調査結果⁴⁾ および漁海況速報の実績を検討した。

等温線解析 人工衛星による海況の情報量は極めて多く、船舶による観測では調べ得ない複雑な水温構造がわかる。³⁾ しかし、海面の全域が快晴に恵まれることは稀である。したがって、衛星画像の利用には雲の領域の除去と海霧およびスモッグ層などによる誤差の補正が不可欠である。通常衛星画像の解析は 10 日を単位とし、40~60 軌道のうち良好な画像の 2~3 枚を重ね合わせて雲の範囲を除き、寒暖流、潮境、冷暖水張出部、渦などの位置を記号で示す。^{1,5)} この解析には熟練者による長

*¹ 三重大学生物資源学部 (Faculty of Bioresources Mie University, Edobashi, Tsu 514, Japan.)

*² 三重県水産技術センター (Fisheries Institute of Mie, Hamajima-chyo, Shima-gun, Mie Pref. 517-04, Japan.)

*³ 1983 年度農林水産省統計

*⁴ 三重県農漁村情報化推進協議会、漁海況情報部会 (1986 年).

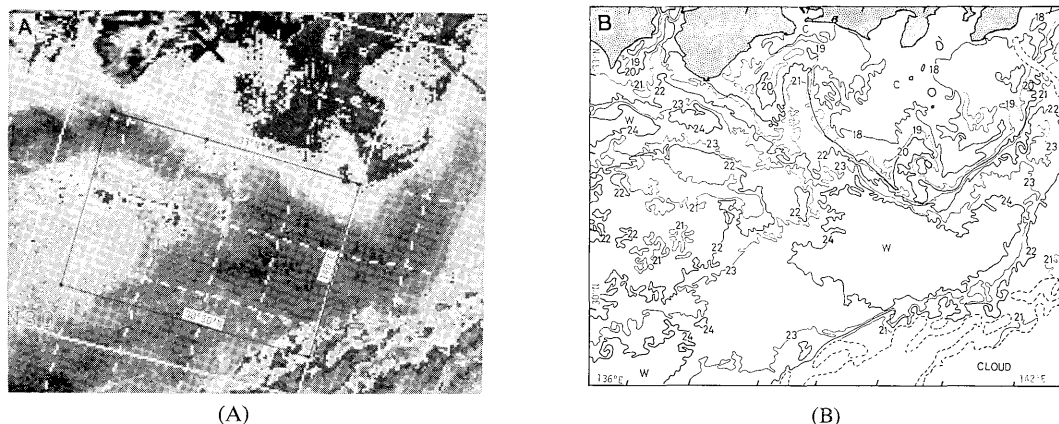


Fig. 1. Sea-surface temperature profiles off Kumano-Nada sea on May 17, 1986.

(A): Satellite image. (B): Fishing information. (Fishery Research Institute of Mie)

時間の作業が必要であるうえ、個人差も生じやすい。しかし、この作業を一挙に電算化することは困難である。そこで、まず電算機を併用し、段階的に改善を進めていく必要がある。⁶⁾ ここでは、地図、天気図、水温分布図などの作画を目的として開発されたプログラム“CONPAS”^{*5}の応用を試みた。このプログラムはマトリクスデータで最大300点、ランダムデータで最大2000点の3次元データから3次元曲面を構成し、この曲面から等高線や断面線を計算する。曲面解析法にはパラメトリック構成法を採用し、作画処理は自動化されている。解析手法は標準化され、データの重みづけやノイズの除去など経験や勘に頼る要素がない。測点数が少なければあいや測点の集中や偏在があると不完全なこともありうるが手作業と同様な作画性能を目標としている。

まず、三重県水産技術センターで1986年度中に受像した衛星画像^{*6}の内、最も良好な5月17日の画像を選んで等温線解析した。この衛星画像の海面部分(A)とこ

れから手作業によって転写した海況図(B)をFig. 1に示す。漁海況速報はこの転写図に黒潮の流路や漁場位置を記入したものである。“CONPAS”による解析は図中の陸岸と雲の影響のない熊野灘沖合の海域(30°30'N~33°N, 135°30'E~140°E)に限った。

次に三重大学練習船勢水丸が気象条件の不良な期間に受像した画像^{*7}を重ね合わせて作画し検討した。その方法は熊野灘北部海域の等間隔の定点毎の10日間の水温変化から表面水温を推定して等温線図を作画し、この期間の直前の比較的良好な画像と比較した。

結果と検討

漁海況速報 熊野灘北部海域の沿岸漁業者から寄せられたアンケート(Table 1)によると衛星情報を操業に利用している者は62.5%であった。回答者は沿岸および近海のカッター本釣漁業者が多く、これらの漁業者の期待の大きさがうかがわれる。また情報の入手に無線ファ

Table 1. Outcome of questionnaires of fishing information from coastal fishermen of Kumano-Nada

Satellite information		Desires of acquisition (plural answers)		
Use: 43 (67.2%)	Useful: 40 (93.1%)	Wireless facsimile: 28 (29.8%)	Notice* 24 (25.5%)	
No use: 20 (31.3%)	Useless: 11 (2.3%)			TV: 11 (11.7%)
Others: 1 (1.5%)	Others: 1 (4.6%)			

* At the fishermen's cooperative association.

^{*5} CPNPAS (CONtouring Program Aided Special analysis): FACOM 230 OSII OSII/VS CONPAS 解説書, 第1版, 富士通, 東京, 1974, 1-331.

^{*6} 人工衛星 NOAA-9号, 受画装置: JCV-6型, ATP信号.

^{*7} 人工衛星 NOAA-9号のほぼ同一軌道の画像, 受画装置: SU-8型, ATP信号.

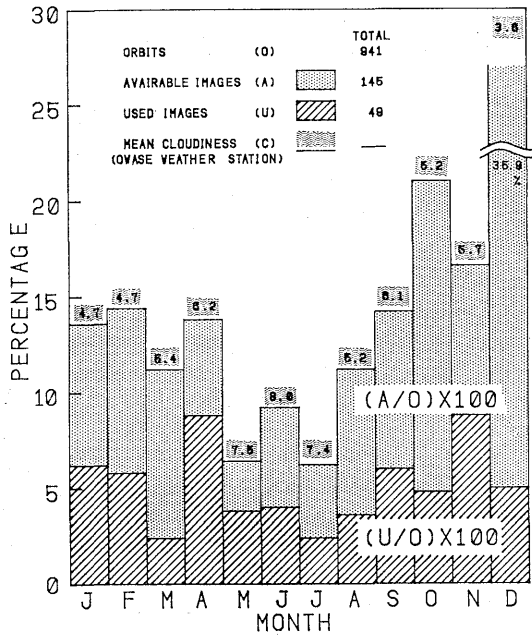


Fig. 2. Monthly records of satellite images received by Fisheries Research Institute of Mie.

ックスの導入を希望する者が特に多かった。この結果はこの海域の漁業者が情報の速報性を要望していることを示す。漁海況速報の内容に関しては水色や漁場位置などの要求が多かった。したがって、きめ細かい情報の解析も必要である。1986年度における三重県水産技術センターが受信した NOAA 9 号の衛星画像の記録を Fig. 2 に示す。図で1年間の衛星軌道の総計は 941 回で、そのうち熊野灘を中心とした海域の天候が良く、解析可能な画像が得られた軌道は 145 回 (15.4%) であった。季節毎の受信記録をみると 5 月と 7 月は約 6% であるが、12 月には約 36% で初夏から梅雨期にかけて受像率は低く冬季のそれは高い。尾鷲測候所の観測結果から月平均雲量を求めると、12 月には 3.6 で最低であるが 6 月には 8 と最高となり、月平均雲量と受像率の間には負の相関 (危険率 5%) が認められた。一方、解析可能な海面画像の得られた軌道数 145 回のうち、速報に使用した軌道数は僅か 45 回で、これは全軌道数の 5.2% にすぎない。特に 35.9% の良好な画像が得られた 12 月の解析数と他の月の相違が認められない。この主な原因は解析者の作業限界によるもので、増員、または解析手法の省力化と効率化を進める必要がある。ただし、気象条件の悪い初夏の速報を増加出来ないのは当然である。この季節はこの海域におけるカツオ一本釣、曳縄およびシイラ延縄などの盛漁期である。よって、他の方法による観測データ

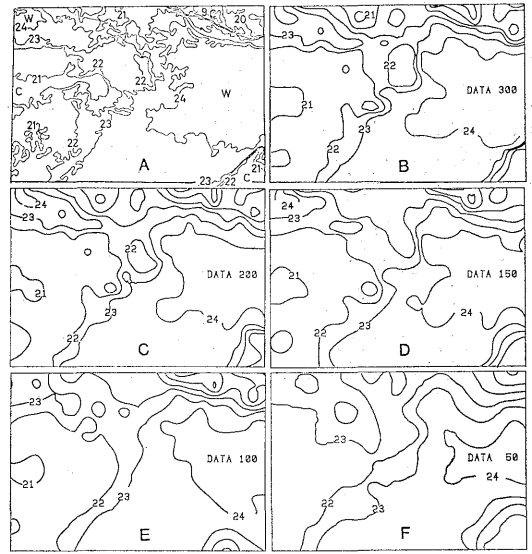


Fig. 3. Contour maps of sea-surface temperature in the Kuroshio-area (30°30'N-33°N, 135°30'E-140°E).

(A): Trace of the satellite image. (B-F): Contour maps drawn by a computer with random data of sea-surface temperatures at 300-50 points.

も併用する必要がある。

等温線解析 “CONPAS” の作画性能を検討するために、1986年5月17日の衛星画像について測点数を様々に変えて等温線を作画した。その方法は、Fig. 1 に示す熊野灘北部海域の緯度方向で 150 マイル、経度方向で 210 マイル間のそれぞれ 15 本および 20 本の等間隔の格子の各交点を xy 座標で表わし、これと水温との 3 次元データを電算機のカードに穿孔した。このカードをトランプの要領で十分切って任意の数を電算機に入力して等高線プログラム “CONPAS” により等温線を X-Y プロッターで作画した。得られた等温線図の一部および手作業による転写図を Fig. 3 に示す。図で 350 (B) から 150 測点 (D) による等温線図は転写図のパターン (A) をかなり良く表現する。100 測点以下でも等温線は微妙に変化するがその特徴は残る。ここで、300 測点のばあい 135 平方マイルあたり 1 測点、150 測点では 270 平方マイルあたり 1 測点の割合である (各測点が均等に分布したと仮定)。一方、衛星画像の APT (Automatic picture transmission) 信号の分解能は温度で 0.4°C、距離で 4 km である。⁸ したがって転写図は約 4.7 平方マイルあたり 1 測点のデータで描かれたことになる。すなわち、“CONPAS” の応用により衛星画像からの直接の転写の約 1/28 から 1/57 のデータでパターンを表現

⁸ 古野電気株式会社: 気象衛星 NOAA の概要, p 18, 1985.

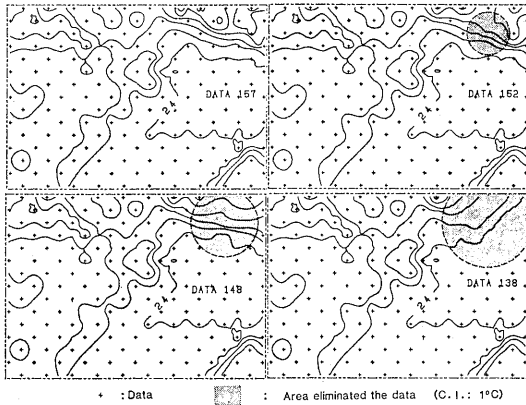


Fig. 4. Deformations of contours due to the elimination of data in dotted circles (+: station measured).

できることになる。しかし、この値は船舶データ(4752×10³平方マイルの海域約4000点)による漁業情報サービスセンターの等温線作画例⁹⁾1188平方マイルあたり1点に比べ4.3~8.6倍となり熟練者による作画に比べると測点密度は高い。

熊野灘北部海域では黒潮の流路の変化により暖水舌や小暖水塊が現れやすい。⁷⁾ また潮境には、冷水と暖水を巴状に巻き込んだ形状に渦が発生することが多い。⁹⁾ このような複雑な海況を等温線で表現するためにはデータの密度を高めると共に測点の偏在を避ける必要があると考えられる。そこで上述の海域で等温線の最も複雑な部分を選んでデータを次々に除いて作画した結果を

Fig. 4に示す。ただし解析には等間隔の157測点(図中の+記号)を用い、欠測域は破線の円で示した。図から明らかなようにデータが欠けるとその部分の等温線は単純化され、複雑な水塊分布の表現が不可能となる。したがってデータの偏在や雲域などによる欠測の影響も大きい。よって、現状ではさしわたし20マイル程度の微細な水塊構造に関しては記号で表示するのが妥当であろう。

衛星画像の解析に関して、前述の重ね合わせの手法の他、¹⁾ 雲の状況は日々変化するが海面水温分布は短期ではあまり変化しないことを利用して各測点毎の最高温度をピックアップして等温線を描く方法も採用されている。ただしこの方法では測器のノイズを含む恐れがあるから数日の資料が必要であるといわれる。²⁾ そこで、将来のシステム開発の方向を検討するための一つの試みとしてこれらの手法を応用した“CONPAS”による作画手法を検討する。まず、熊野灘北部海域(32°N~35°N, 135°E~140°E)の全域にわたって絶えず多数の雲域で覆われ個々の画像では全く解析が不可能であった期間(1987年1月10日~1月19日)の人工衛星画像を位置補正し、陸地部分も含めて緯度方向と経度方向にそれぞれ10本と13本の格子の各交点(130測点)の水温を機械的に読み取って各測点毎にプロットした(Fig. 5)。図で各グラフの原点は130測点の位置に対応し、それぞれのX軸の長さは10日間を、Y軸のそれは0~20°Cの範囲を示す。各グラフをみると、ピーク値は安定しない。この原因は局部的な晴天域も海霧や水蒸気あるいは海面の粗度や吹送流の影響を受けるため、²⁾ リモート

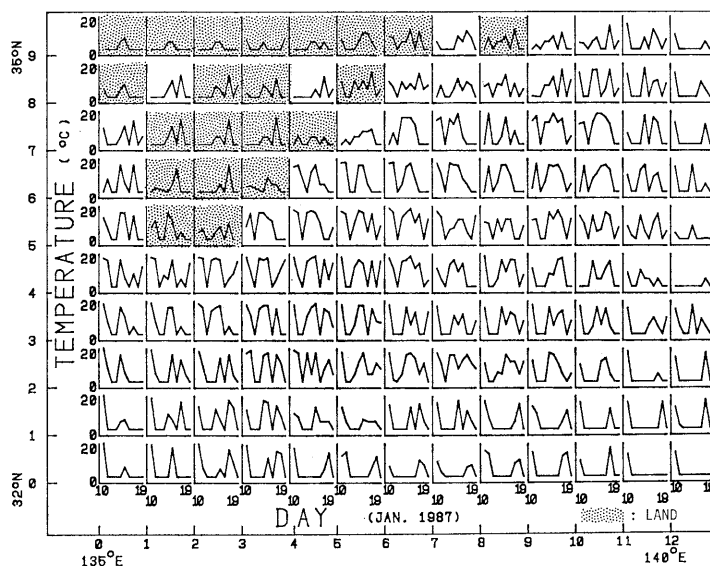


Fig. 5. Daily changes of sea-surface temperatures at 130 points in Kuroshio-area during 10 days of inclement weather (10-19 Jan. 1987).

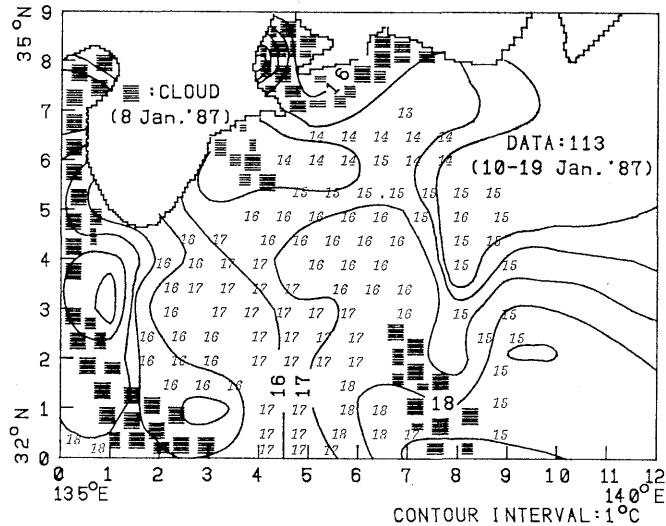


Fig. 6. Computer contouring of sea-surface temperature drawn by the use of maximum temperatures during 10 days at every point in Fig. 5.

Numbers: Sea-surface temperature obtained before the weather breaks (Satellite image on 8 Jan. 1987).

センシングの限界を示す。また、雲域は最低温度に近い。いま、各格子の交点の最高水温を海面水温と仮定して作図した等温線図から陸地部分を除き、これに比較的良好な海面情報が得られた1月8日の水塊の水温を数字で示すと Fig. 6 が得られる。図からみると両者の海水温の可成りの部分は一致するがパターンは異なる。もっとも、この等温線図はごく一部の海面情報しか得られない個々の画像から各点の水温を推定して作図した結果である。格子状の測点にこだわることなく、晴れ間の部分の水温を選びランダム データー (“CONPAS” では 2000 点) として等温線解析すれば、Rao ら⁹⁾ が行った柵目水域毎の各温度値の出現頻度により測点の重みを増した方法と同様の効果が期待される。

考 察

水温の絶対値と共に暖水渦や冷水渦、潮境などの分布が漁場探索の手掛りとなる。⁹⁾ この観点から広範囲の表面水温分布や微妙な水塊構造が表示される衛星画像利用の漁海況速報に対する期待は大きい。

現在、衛星画像の解析は手作業によることが多いが等高線プログラム “CONPAS” による作画結果は解析の補助となしえよう。また、19 あるいは 20°C の水塊の面積の大小からカツオの漁獲量を予測する試みがあるが、*8 “CONPAS” による作画は客観性が高いからこの種の応用にも有効であろう。

リモートセンシングは気象条件に左右されやすい。い

わば、雲の間から垣間見た海面情報と言える。特に梅雨期の 6, 7 月や台風の多い 9, 10 月の海面の観測はさらに困難となるから、現状では画像の重ね合わせの手法のみでなく、船舶などのデーターなどに加え過去の漁況図などからの判断も必要となる。

現在、衛星画像は磁気テープに記録されている。しかしこのテープは日々蓄積され、莫大な量となる。また、テープから画像を引き出して再生する方法は時間もかかるし実用的でない。“CONPAS” は海面水温の 3 次元データーから等温線図を作画する。すなわち比較的小さいデーターで水温分布をパターン化できる。この 3 次元の等温線の作画データーと漁場位置や漁獲量などのデーターベースを構築すれば必要に応じて、過去の漁海況図を直ちに検索できるから人工衛星応用の漁海況予測法の改善に役立つ。

この計算は FACOM 230-38S によった。処理能力の優れた電算機を用いれば熊野灘北部海域の漁場形成と関連の深い暖水舌や暖冷水塊の微細構造の作画も可能になる。近く稼動予定の三重大学情報処理教育センターの FACOM M-760/6 によって衛星画像処理のさらに詳細な研究を進めたい。

謝 辞

本研究には三重大学練習船勢水丸船長、陣野哲朗氏始め乗組み員各位、並びに三重県水産技術センター所長山下悦夫氏はじめ所員の方々の御協力を頂いた。また計

*8 和歌山県水産試験場

算には三重大学計算センターの電算機 (230-38S) を用い、オペレーターの伊藤恭子氏の御助言と御助力を頂いた。計算の実行には三重大学水産学部学生、浅井吉文氏の御協力を得た。厚く御礼申し上げます。

此の研究は三重大学教育研究特別経費によった。

文 献

- 1) 為石日出生：水産海洋研究会報，**45**，132-136 (1984).
- 2) 日本海洋学会：海洋環境調査法，初版，恒星社恒生閣，東京，1979，537 p.
- 3) 為石日出生：日本水産学会漁業懇話会報，**20**，13-24，(1983).
- 4) 水産庁研究部：人工衛星利用技術 研究開発検討会報告書，**38** (1984).
- 5) 岡田鋭一，為石日出生：空と海，**6**，13-30 (1983).
- 6) 青山恒雄：水産海洋研究会報，**46**，28-29 (1984).
- 7) 杉本隆成：日本全国沿岸海洋誌，初版，日本海洋学会沿岸海洋部会編，東海大学出版会，東京，pp. 573-580.
- 8) 為石日出生：空と海，**8**，1-13 (1986).
- 9) Rao, P. K., E. L. Smith and R. Koffler: Monthly Weather Rev., **100**, 10 (1972).