

衛星画像を利用した沿岸流・海流把握の試み

倉本茂樹・小田巻 実
海 象 課

An Identification of Coastal and Ocean Current

With Satellite Imagery

By

Shigeki Kuramoto and Minoru Odamaki

Oceanographic Division

1. はじめに

海上保安庁は、日本近海における海潮流の流況を関係者に知らせるために、船舶及び航空機による水温、流速等の海洋観測結果、あるいは定置した各種流速計による海潮流観測結果をもとに、海洋速報、潮流図等を発行している。しかし、これら船舶等による観測方法には時空間的な限界があつて、同時に広域海面の流況を把握するには十分とは言えない。この点、近年、各方面から注目を集めているリモートセンシング、ことに人工衛星を利用した観測手段は、同時性、広域性に優れているために、その活用は海洋情報把握の観点から大きな期待がかけられている。本研究は、現在国内的に入手可能な人工衛星データのうち、気象衛星NOAAと地球観測衛星LANDSATのデジタル画像データを用いて、沿岸流及び海流の流況把握を試みることにより、今後の海洋力学分野への応用について検討しようとするものであり、本報告はその概要を述べる。

2. 人工衛星データと解析方法

本研究で用いた人工衛星データは、気象衛星NOAA-6と、地球観測衛星LANDSAT-2によって得られたデジタル画像データである。これらの人工衛星データの特徴は第1表に示すとおりであり、各衛星の軌道周期及び搭載されている観測機器によって異なる。データの収集周期は、NOAA-6は12時間に1回、LANDSAT-2は18日間に1回である。搭載観測機器の解像力は、NOAA-6のAVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer)が1.1Km、LANDSAT-2のMSS(Multi Spectral Scanner)が80mであり、本報告で取り扱うデータの波長領域もそれぞれ遠赤外部、可

Satellite	NOAA-6	LANDSAT- 2
Sensor	AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer)	MSS (Multi Spectral Scanner)
Other Sensor Data Channels Wavelengths(μm)	TOVS(HIRS,SSU,MSU) 4(5*) 0.55-0.68,0.725-1.10, 3.53-3.93,10.5-11.5 10.3-11.3* 11.5-12.5	RBV 4(5**) 0.5-0.6,0.6-0.7, 0.7-0.8,0.8-1.1 (10.5-12.5**)
Nadir Spatial Resolution	1.1km	80m (250m**)
Nadir Noise Equivalent Differential temperature Coverage Cycle	0.12K(300K) 1/12 hours	(0.5K**) 1/18 days
Coverage Area	60N-10N 120E-160E (Overpass on Japan)	180kmx180km (One scene)

第1表 気象衛星NOAA-6と地球観測衛星LANDSAT-2の人工衛星データの特徴

*: Channel 5 will be mounted on NOAA-12(NOAA-G), and wavelength of Channel 4 will be slightly changed.
**: Channel 5 (Thermal IR Band) is not available.

視部と異なる。これらのことから、一応NOAAのAVHRRデータはMeso-Scale (100Km~1,000Km), Coarse-Scale (1Km~100Km)の海洋現象に、LANDSATのMSSデータはCoarse-Scale, Fine-Scale (1m~1,000m)の海洋現象の把握に適していると言われている。なお、本報告で述べる人工衛星データは第2表に示すとおりである。

第2表 本研究に用いた人工衛星データ

NOAA-6(AVHRR)	LANDSAT-2(MSS)
May 23, 1980	March 19, 1981
September 17, 1981	

NOAAのAVHRRデータの解析は、古賀(1982)の方法により海面水温図を作成し、この図から黒潮及び黒潮周辺の渦等の海況を判定した。更に、この黒潮パターンと、アルゴス(ARGOS)システムを利用した漂流ブイによる海洋調査結果と対比させ、実際の流況とどう対応しているかを調べた。

一方、LANDSATのMSSデータの解析は、PATH番号117、LOW番号34の画像(北陸地方)データのうち、4, 5, 6バンドのデータから強調画像を作成した。更に、河川水の流出パターンを指標とした沿岸流の空間的な規模を推定するために、新信濃川河口付近のクラスター分析^(*)を行った。

3. 解析結果

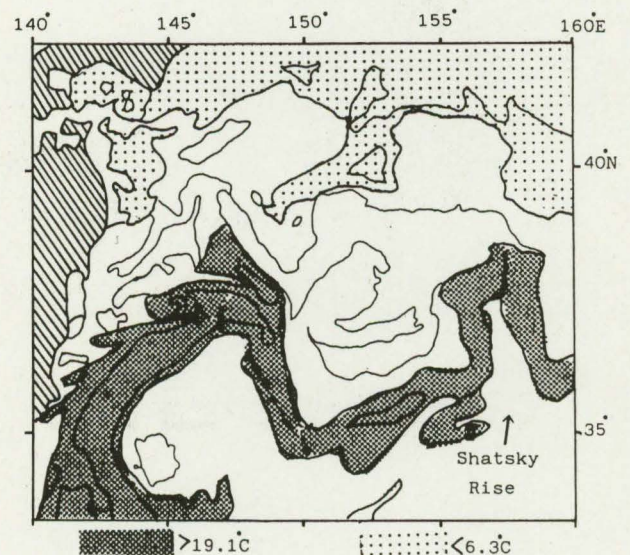
(1) NOAA-6のAVHRRデータ

(i) 1980年5月23日のデータについて

写真1は、幾何学補正を施し、メルカトル図法で表現した海面水温図である。この写真の場合、海面水温は1.5℃~24℃までの間を15段階に区分されており、1段階の温度差は1.6℃である。写真の左端には日本列島が表現されており、黒潮及び続流、親潮の第1、第2分枝が極めて明瞭に表現されている。また、海水温分布は船舶の離散的な測点による水温観測結果からは到底求め得ない複雑なパターンを表している。更に、これを見やすくするために、判読図を第1図に示した。黒く陰影をつけた部分は、19.1℃以上の高温域を示し、ほぼ黒潮に対応する。また、薄い陰影の部分は、6.3℃以下でほぼ親潮域を示す。親潮は、第1分枝、第2分枝ともに39°N付近まで南下しており、黒潮は、ベルト状に38°N, 145°E付近まで北上し、そこから約2℃降温しながら、36°N, 148°Eまで南下し、再び除々に北上して大きく蛇行しながら流れている様子が分かる。また、一口にその流路をベルト状と表現したが、水温分布からみる限り、場所によってその幅を広げたり、狭めたりしながら流れている。

ほぼ同時期のアルゴス漂流ブイの流跡は、第2図に示すとおりである。このブイの流跡については、石井ほか(1982)の詳しい報告があるが、このうち特に興味のあるのは、157°E付近の様子である。No.1のブイは北に大きく迂回して東流し、No.2のブイは約半年間この海域に停滞した。石井ほかによれば、この付近には、シャッキーライズ(北西太平洋海膨)と呼ばれる海底台地があり、No.2のブイはこの影響を受けて停滞し、No.1のブイは、この海

(*) クラスター分析：ある特徴空間におけるプロット点が分布している場合、各プロット点相互間の距離関係から統計的方法によってクラスター(集落)に分類する多変量解析の一方法である。



第1図 1980年5月23日のNOAA-6(AVHRR)による衛星画像判読図

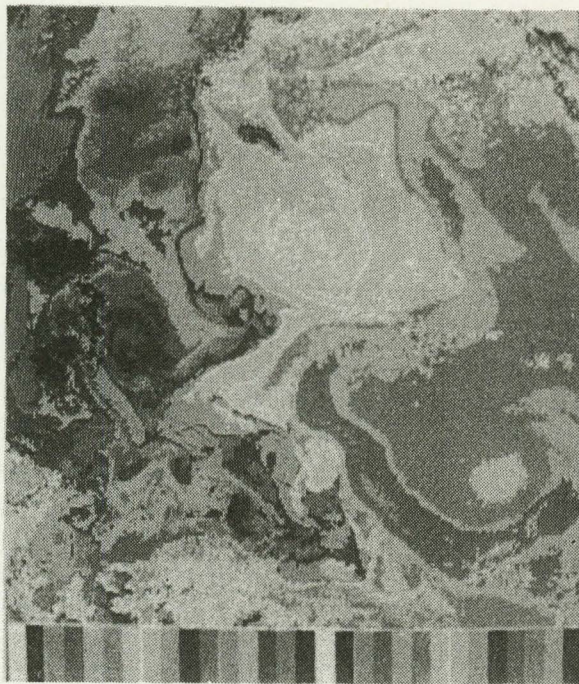


写真 1



写真 2

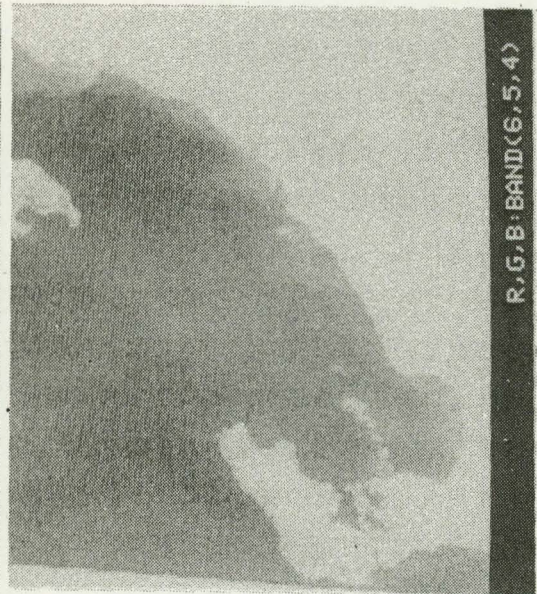


写真 3

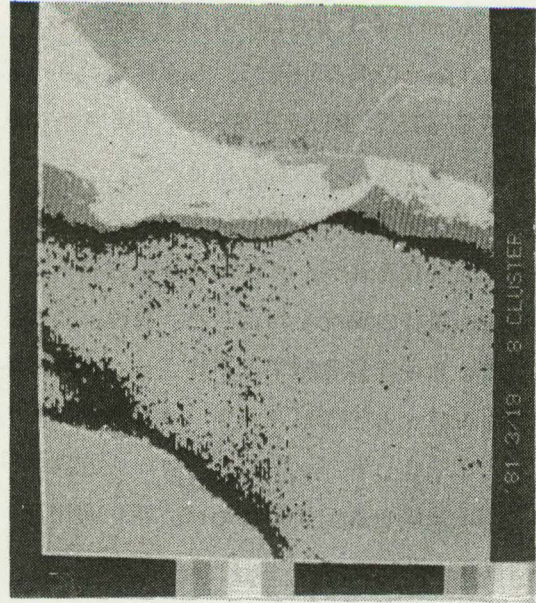


写真 4

底台地の北西部に立つ3,000 mの海山(周辺水深は約6,000 m)のまわりをほぼ等深線に沿うように蛇行したとしている。第1図の水温分布判読図にも、この付近で、等温線が北に迂回して蛇行するパターンとその南側にも、停留するパターンが認められ、漂流ブイの流跡とよく対応していることが分かる。

(ii) 1981年9月17日のデータについて

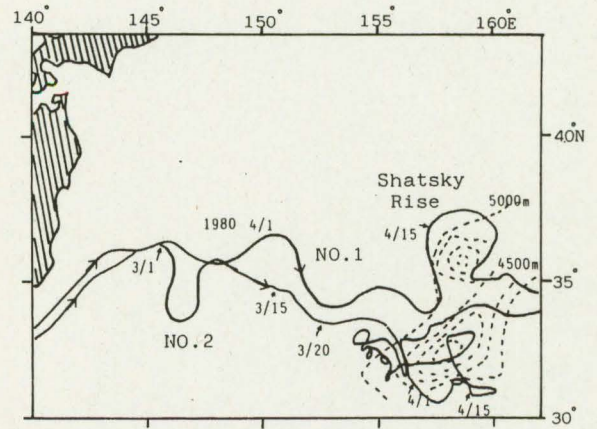
写真2は、幾何学補正を施していない、海面水温図である。この写真の場合、海面水温は15℃~22℃までの間を14段階に区分されており、1段階の温度差は0.5℃である。写真の左上には、幾何学補正を施していないので、かなり歪んでいるものの北海道と本州北部が表わされており、常磐沖の黒潮前線及び襟裳岬付近に親潮第1分枝が見てとれる。また、北海道の襟裳岬の南東方に、顕著な直径約80 Kmの暖水域が認められること及び北海道南岸沿いの水温が襟裳岬を境にして東西で異なっていることが注目される。

第3図は1981年8月初旬から10月下旬にかけてのアルゴス漂流ブイの流跡であり、第4図は、写真2から19.0~19.5℃の等温域を表示した判読図である。第3図によれば、漂流ブイは40°N, 146°E付近で複雑な流跡を示しながら、約40日間停滞した。これまでに放流した漂流ブイは、そのほとんどが房総半島沖合から黒潮続流によって東へ流れ去っており、この漂流ブイのように北上したのは珍しいケースである。漂流ブイの流跡と、第4図に示す19.0~19.5℃の温度帯のパターンとがよく対応していることから、漂流ブイはこの温度帯に沿って北上し、襟裳岬南東方の暖水域で複雑な流動をしながら停滞したものと推定される。

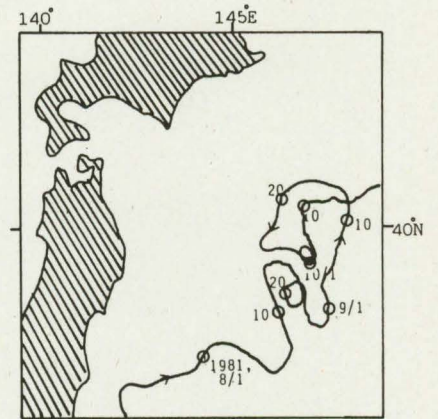
以上のように、漂流ブイの流跡と、人工衛星データによる画像がよく対応し、更にシャッキーライズのような局所的な海底地形がこれに反映されていることは、沖合の流動構造を把握するうえで有力な手段となる。

(2) LANDSAT-2のMSSデータ

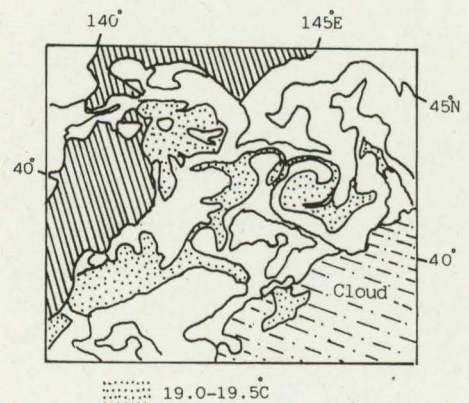
写真3は、LANDSATの4つのバンドのデータのうち、海洋情報が含まれている4, 5, 6の3バンドのデータを16段階に編集、合成して作成した強調画像である。この画像から、沿岸水の沖合への張り出しの状況が明瞭に見てとれる。第5図は、1981年3月1日から15日にかけて、第九管区海上保安本部が実施した海流観測結果であるが、MSSは対象物の色に関する情報を与えてくれるものであり、外洋域においては、海水の色に殆んど差はなく、海流観測結果と対応するような情報はみられない。従って、ここでは、沿岸域、特に新信濃川の河川水の流出パターンに着目して、この海域(第5図の線で囲まれた範囲)の8分割によるクラスター分析を行った。この結果を写真4に示す。これによれば新信濃川の河川水と同じクラスの水塊は、河口から沖合に向かって約5 Km流出すると



第2図 1980年3月~5月の西太平洋北部海域におけるアルゴス漂流ブイの流跡

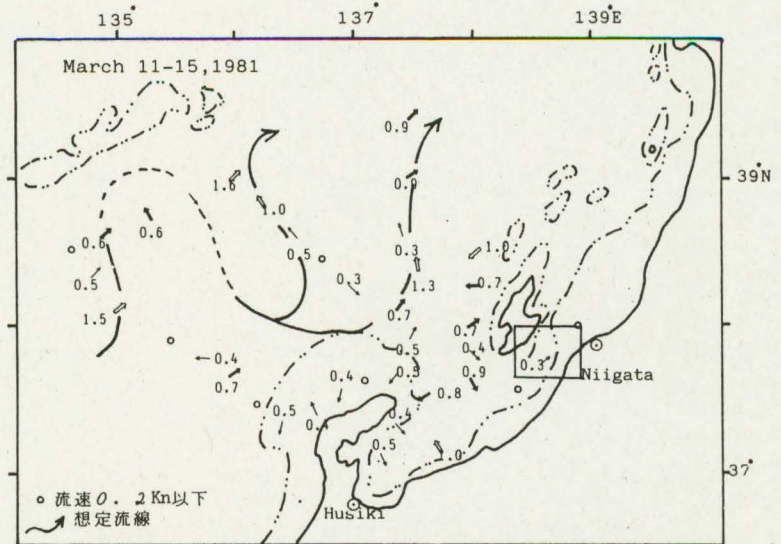


第3図 1981年8月~10月の三陸東方海域におけるアルゴス漂流ブイの流跡



第4図 1981年9月17日のNOAA-6 (AVHRR)による衛星画像判読図

ともに、岸沿いに約15 Km北上し、角田崎付近にまで至っている。また、河川水と沖合水とが混合し、色彩的に変質した水塊は、それより更に10 Kmも北上していることがよく分かる。これら、北向の流れは、第5図の海流観測結果にもみられるが、この例のように、河川水の流出域及び沿岸流の把握のためには通常の船舶による海洋観測では不十分であり、河口域の水理等を考察するうえで、人工衛星データは極めて利用価値の高いものと言える。新信濃川のこの時期の流量及び付近の地形について考慮すれば、この付近の水理についてかなり厳密な議論ができるであろう。



第5図 1981年3月17日～15日の日本海中部における海流図

4. おわりに

以上のように、人工衛星データによる画像は、海洋力学分野の研究にとって有力な手段となり得ることが分かる。本報告で取扱った人工衛星データのほかに、現在国内的に入手可能なデータとしては、静止気象衛星GMS-2(ひまわり)のVISSR(Visible and IR Spin Scan Radiometer)データと気象衛星NIMBUS-7のCZCS(Coastal Zone Color Scanner)データとがある。GMS-2のVISSRデータは3時間に1回の割合で得られ、Macro-Scale(1,000~3,000 Km)及びMeso Scaleの海洋現象把握に適していると言われており、NIMBUS-7のCZCSデータは18日に1回の割合で得られ、NOAAのAVHRRデータと同様にMeso-Scale及びCoarse-Scaleの海洋現象把握に適しているとされている。しかもCZCSデータは、その名のとおり、特に沿岸域のクロロフィルを持つ植物プランクトンをはじめとする生物性懸濁物の把握に威力があるものとして最近注目を集めている。また、1982年7月17日午前2時59分(日本時間)に打ち上げられた、LANDSAT-4には、従来のMSSのほかに高分解能多チャンネルの地球観測機器であるTM(Thematic Mapper)が新たに搭載されており、MSSでは観測できなかった分野のバンドが追加されたこと、地上分解能がよい(30 m)こと等によって、これに対する期待が寄せられている。

これらの人工衛星データを加えることによって、海洋力学の研究が更に進められる可能性は大きい。しかし、現在、人工衛星データの利用には、入手に時間を要すること、画像の地理的補正が困難なこと、専用の画像解析装置を要することなど、問題が残されている。今後は、これらの点について改善を図り、手軽に人工衛星データの利用が可能となるようにする必要がある。

参考文献

- ・ Ishii, H., Saruwatari, R., Ueno, Y., Kuramoto, S., and Nishida, H. 1982: Application of Drifting Buoys in Ocean Research Rep., Hydrogr. Res., No. 17, pp. 347 - 365.
- ・ 古賀真綱, 1982: 気象衛星NOAA-6, AVHRRデータによる地表面温度の算出、日本国土海洋総合学術診断昭和56年度技術報告集-海洋関係-, 169-177ページ。