

衛星画像による流出油の検出 —Photoshopによる画像解析—

中村啓美：海洋研究室

The detection of Oil Spills according to the Satellite Image. —Satellite Image analysis by Photoshop—

Hiromi Nakamura: Ocean Research Laboratory

1 はじめに

海上の流出油や海底火山に伴う変色水の状況を衛星画像で監視できれば、航海安全のための情報提供だけでなく、防災対策、環境保全対策のための情報としても有益である。著者は1995年～2002年に日本近海で発生した流出油（重質油）の事例と、1992年10月～2003年5月の伊豆諸島方面で視認された変色水の調査情報における各事象時の衛星画像を、宇宙開発事業団地球観測センター（現宇宙航空研究開発機構（JAXA）地球観測センター）のホームページから検索した。その結果、これら事象を捕らえた衛星画像は大変少なく、有っても雲に覆われ、検出に使用できる画像は稀少であること、また、発生の規模にもよると思われるが、ブラウザ画像による検出は不可能であることを報告した（中村，2004）。この検索において、流出油海難時で雲に覆われていないLANDSAT-7（ETM+）画像が唯一あったので、この画像データを入手し、画像解析が簡便にできるソフト「Photoshop（Ver.7）」を使用してその流出油の検出を試みたので報告する。

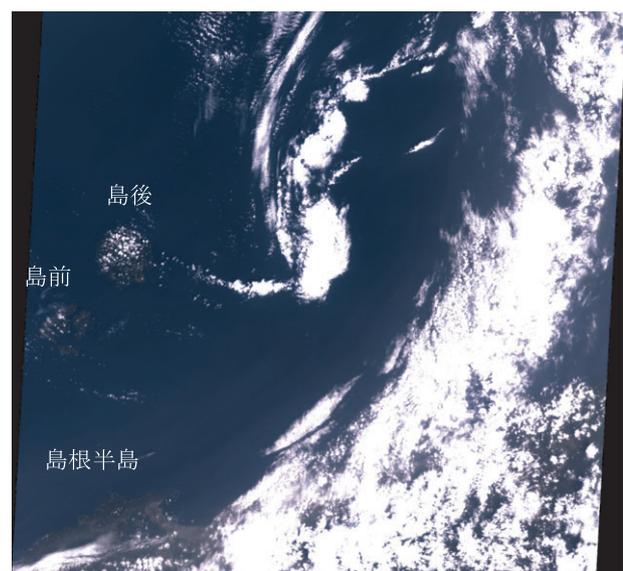
流出油の画像解析については、平成9年1月のナホトカ号の流出油事故によるJERS-1（SAR）画像、ADEOS（AVNIR）画像、LANDSAT（TM）画像、及びSPOT（HRV（XS））画像による調査報告（旧宇宙航空事業団，1999）や、土出・井本・蔭山（2000）の報告がある。今回解析に使用することができた流出油の状況について、ナホトカ号事件の場合と比較

すると、流出範囲は小規模であり、画像はLANDSAT-7（ETM+）データのみであった。

2 解析に使用した衛星画像データと流出油の規模

2.1 使用した衛星画像データ

第1図は、「photoshop」で処理したLANDSAT-7（ETM+）のカラー合成画像である。この画像は2002年3月31日10時30分（日本時間）に撮影され、白い部分は雲域、中央左側に隠岐諸島、下側に島根半島を視認できる。LANDSAT-7（ETM+）は8つの波長帯（バンド）の観測がされており、画像データは処理レベル1G（幾何学歪補正及び指定の地図



第1図 LANDSAT-7（ETM+）のカラー合成画像
Fig.1 Color composite image of LANDSAT-7（ETM+）.

投影法を行ったデータ), フォーマットはFast-L7Aのバンド別ファイルである. バンド別の解像度は第1表に示すとおりである.

第1表 LANDSAT-7 (ETM+) のバンド別解像度
Table 1 resolution of LANDSAT-7 (ETM+) according to the band

バンド	波長帯 (μm)	解像度 (m)
1	0.45 - 0.52	30
2	0.52 - 0.60	30
3	0.63 - 0.69	30
4	0.76 - 0.90	30
5	1.55 - 1.75	30
6	10.4 - 12.5	60
7	2.08 - 2.35	30
8	0.50 - 0.90	15

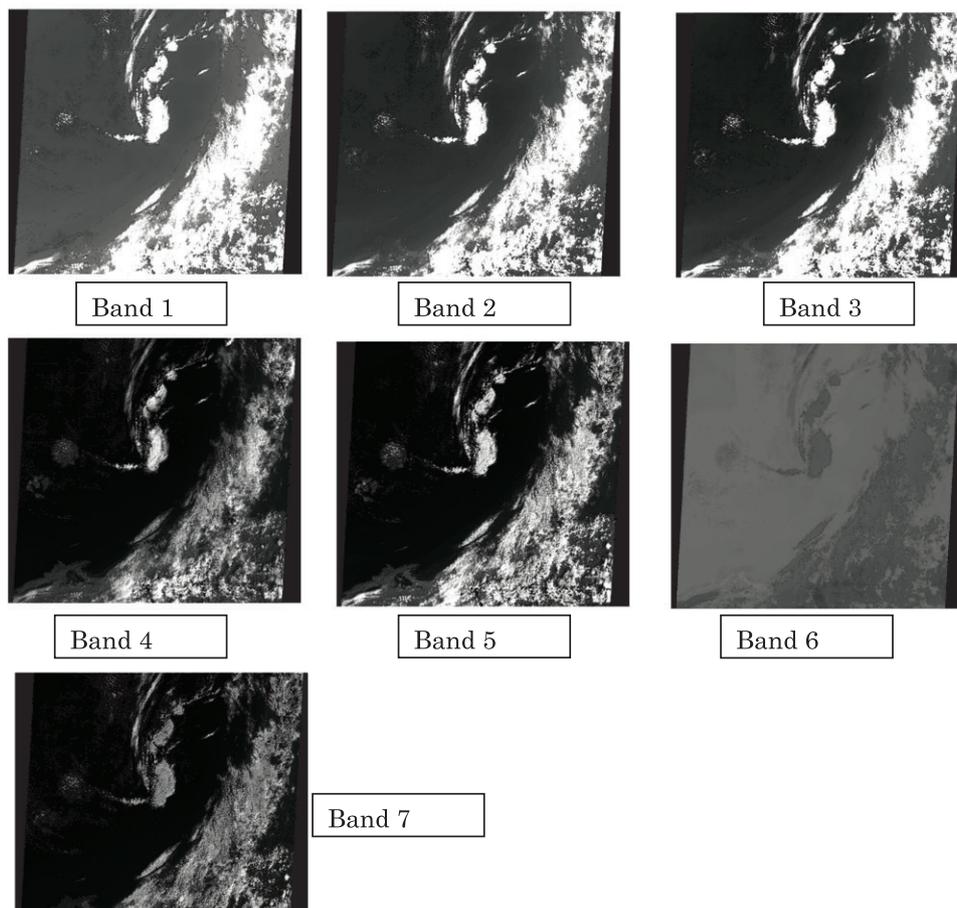
2.2 流出油の規模

2002年3月31日03時30分頃, 隠岐諸島南東約20海里において貨物船 (AIGE号) と漁船 (第3更賜丸) が衝突し, AIGE号が沈没して油が流出したものである. 流出油の規模については, 第八管区海上保安本部が実施した漂流予測第1報による「9時15分現在, 湧出地点 (36-00.3N, 133-31.7E) から120° 方向に長さ1200m, 幅500mで浮遊している」という情報に基づいた.

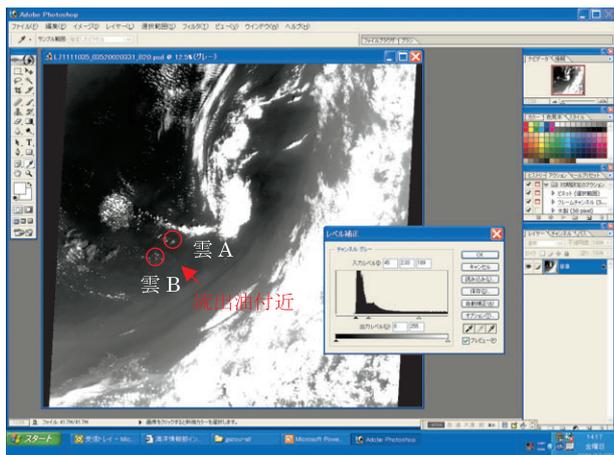
LANDSAT-7の画像は, この規模の約1時間後の撮影であったことになる.

3 Photoshop(ver.7)による画像解析の手順 (概要)

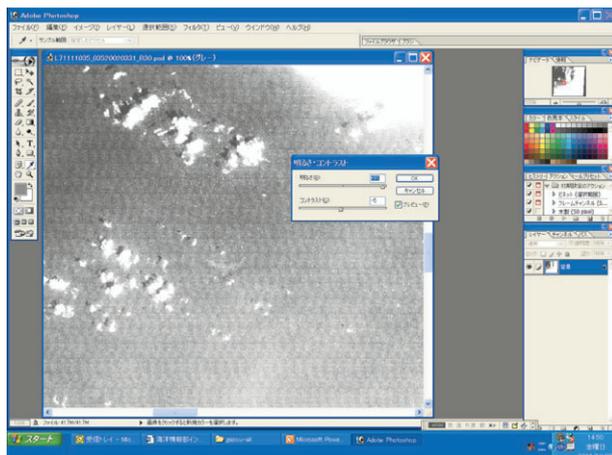
LANDSAT-7 (ETM+) の8つの観測波長帯については, バンド1~3は可視, バンド4は近赤外, バンド5は赤外, バンド6は熱赤外, バンド7は赤外, バンド8はパナクロマチックである. 第2図



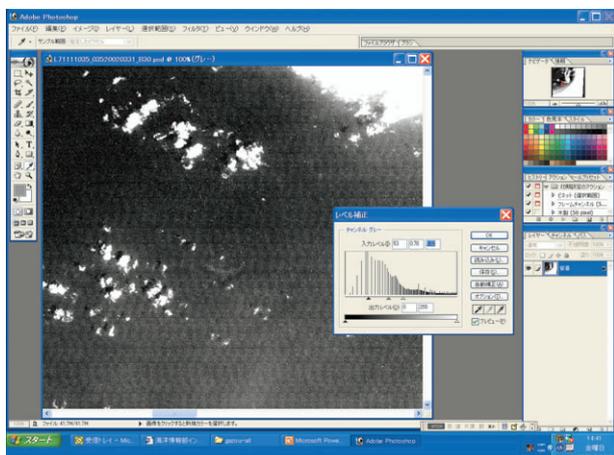
第2図 バンド別処理画像
Fig.2 Processing image according to the band.



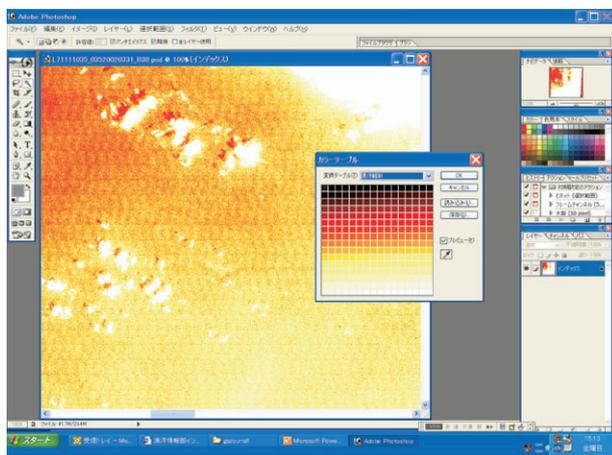
第3図 濃度変換後の画像
Fig.3 Image after gray scale transformation.



第5図 コントラスト調整後の画像
Fig.5 Image after contrast transformation.



第4図 色調調整後の画像
Fig.4 Image after tone transformation.

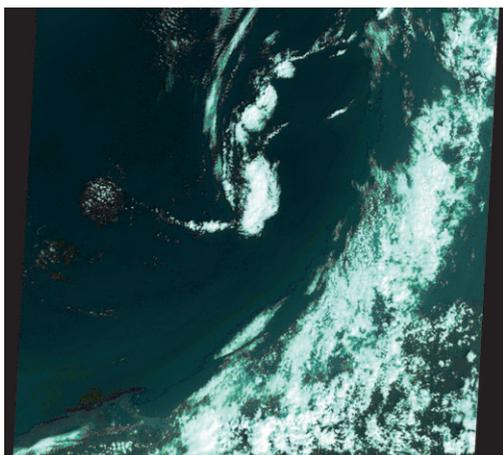


第6図 シュードカラー画像
Fig.6 Pseudo Color Image.

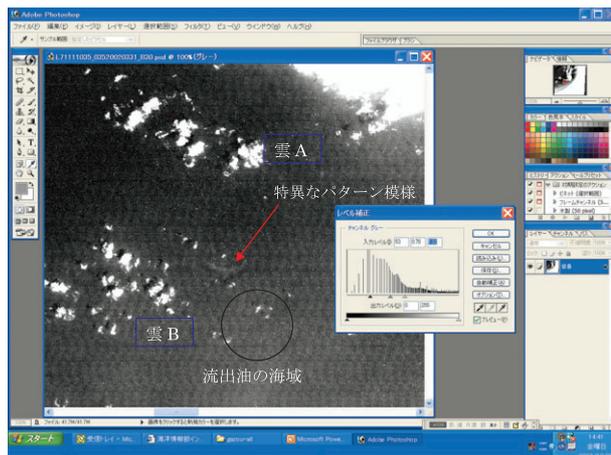
は、バンド8のパンクロマチックを除いたバンド1～バンド7のデータを処理した原画像である。これら原画像の処理から、バンド3の波長(0.63~0.69 μm)による画像の濃淡が人間の視覚と矛盾しないこと(長谷川, 2001), 及びLANDSAT(TM)画像のバンド3の情報が判読に適すると判断し、バンド3の画像データを中心に進めた。

画像の表示後、「ヒストグラム」の選択により画素の濃度分布を知ることができる。画像を見やすくするため調整することによって画像の明るさを変化させることができる。第3図は、ヒストグラムを調整して濃度補正処理を行ったバンド3の画像例であり、明暗がはっきりしていることがわかる。図中、雲A, Bは、後述の拡大図で流出油付近の目安のため

参考に付記した。処理画像を明瞭化するためのメニューから、「色調補正」や「明るさ・コントラスト」の処理を行い、第4図は、濃度補正後に「色調補正」を行って流出油海域付近を拡大したもの、また第5図は続いて「明るさ・コントラスト」処理を行ったものである。これらの処理の結果、流出油付近と思われる付近に特異なパターン模様が見られたので、この付近海域を拡大し、メニュー「コントラストの調整」処理を行った。この拡大した画像をカラーで表現するとどのようなパターンとなるかを見るため、「シュードカラー画像」の作成を行った。シュードカラーとは一つのバンドの濃淡画像を濃度幅別に色を割り当ててカラー表示するものであり、この表示では「カラーテーブル」を選択して「黒体



第7図 フォールスカラー画像
Fig.7 False color image.



第8図 バンド3画像の流出油付近の拡大図
Fig.8 Closeup in the vicinity of oil spills of band three.

輻射」により表示したものに特異パターンの識別に効果が見られた。第6図はバンド3の「シュードカラー画像」である。

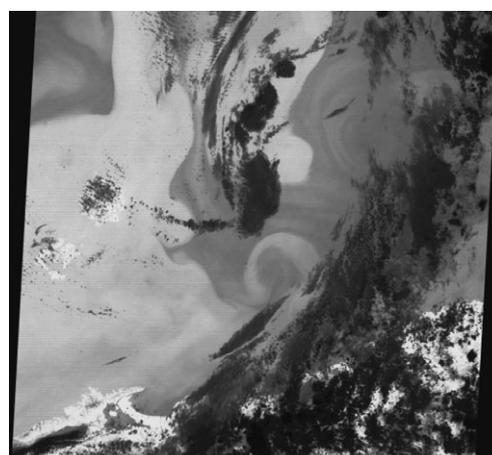
画像を明瞭化するこれまでの処理画像について、更に視覚的に見易い画像にする「カラー合成」を行うため、バンド3, 2, 1を用いて作成した「トゥルーカラー」画像（第1図）や、第7図にバンド2, 3, 4を用いて作成した「フォールスカラー」画像を示す。

「Photoshop」による画像解析は、ここまでは画像処理の段階であり、更に画像の特徴を抽出したり、白黒の濃度を分類する「画像の階調化」、「フィルタリング」、「領域分割」、及び「画像間演算画像分類」などの処理を行うことができる。

4 解析結果

正確な流出油の位置を緯度・経度で知るため、GISソフト「ArcMap」を使用した。「ArcMap」では、検索した画像情報にある4隅の緯度・経度を使って画像内の各点を緯度・経度で表示することができる。また、画像上で流出油の大きさ（09時15分の現場情報である「長さ1,200m, 幅500mで南東方向」）を確認するため、海図を使用して捜したところ、島後と中ノ島の間にある「大森島」がほぼ同じ大きさであることが分かった。

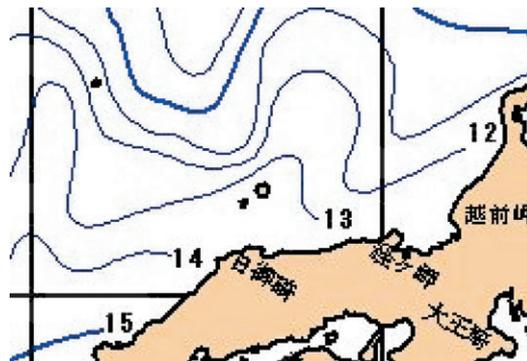
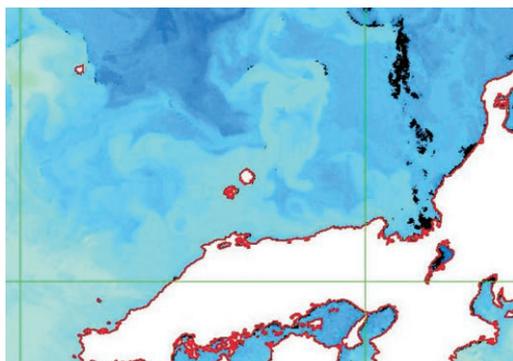
これらの作業で、流出油の位置と大きさを確認できたので、バンド3の画像に対して「色調補正」等の調整を更に行い、当該付近海域を拡大表示したも



第9図 バンド6の熱赤外画像
Fig.9 Heat infrared rays image of band six.

のが第8図である。この結果、この特異なパターン模様は大きさと方向が類似していたものの、流出油の位置とは異なり、流出油付近には変化のある状況を確認できなかった。ここまでの画像処理で流出油の検出はできなかったため、更に「画像の階調化」や「フィルタリング」等の処理を行ったが流出油の検出に効果的な結果は得られなかった。

ナホトカ号の流出油に関する調査報告書（旧宇宙開発事業団, 1999）によれば、LANDSAT (TM)の解析から漂流油と思われるパターンが確認できたこと、抽出には近赤外線バンド5およびバンド7が有効であるとの報告があるが、本報告では光学系のバン可視光線のバンド3について検討した。今後の試みとして、同一画像内の画素の濃度値を抽出し



第10図 NOAA画像と海洋速報
Fig.10 NOAA image and Quick Bulletin of Ocean Conditions.

て変化を見ること，異なるバンドデータの濃度値を分類して比較するなどの検討が必要と思われる．なお，バンド6（熱赤外）以外の各バンド画像にも，バンド3に現れた特異なパターン模様は現れたが，流出油と思われる変化は検出できなかった．

また，第9図はバンド6（熱赤外）の処理画像である．画像中，白い部分は高温域を示している．バンド6画像の白黒分布を水温分布で検討するため，NOAAの衛星画像（2002年3月31日）と，その時期の「海洋速報」（観測期間2002年3月19日～4月2日）の表面水温分布図を第10図に示す．これらを比較すると，バンド6画像はNOAA画像に比べ狭い海域の微細な水温分布状況が把握できるのではないと思われる．

5 おわりに

画像解析ソフト「Photoshop（Ver.7）」を使用して，流出油の規模が長さ1,500m，幅500mの事象に対してLANDSAT-7（ETM+）の各バンド画像データを処理し，主に可視光波長帯のバンド3のデータを解析したが流出油の検出はできなかった．衛星画像で流出油を検出することができれば，船舶や航空機で現地に行かなくとも，瞬時に広域な現場情報を繰り返し取得することができる．海上に流出した油は，海流や風の影響で分布範囲や経路が変動するため，衛星でその動静を監視できれば防災対応に有効と考えられる．

最後に，本画像解析を行うにあたり，貴重な画像データを提供していただいた宇宙航空研究開発機構

（JAXA）地球観測利用推進センターの各位に厚く謝意を申し述べます．

参 考 文 献

- 宇宙開発事業団：人工衛星・航空機による漂流重油の観測 ナホトカ号重油流出事故衛星観測調査報告書，（1997）
- 田中邦一・青島正和・山本哲司・磯部邦昭：フォトショップによる衛星画像解析の基礎，古今書院（2003）
- 土出昌一・井本泰司・蔭山邦幸：人工衛星データによる油汚染の検出，海洋情報部技報，18，47-65，（2000）
- 中村啓美：衛星画像による流出油と変色水の検出，海洋情報部技報，22，57-62，（2004）
- 長谷川 均：リモートセンシングデータ解析の基礎 THE ABCs OF RS，古今書院，（2001）
- 財団法人資源・環境観測解析センター：地球観測データの処理，（2002）