

ランドサット/TMによるクロロフィルa分布画像の検出

誌名	日本大学農獣医学部学術研究報告
ISSN	00780839
著者名	吉原, 喜好 廣海, 十朗 入江, 賢二
発行元	日本大学農獣医学会
巻/号	54号
掲載ページ	p. 18-22
発行年月	1997年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



Detection of Chlorophyll a Distribution Image by Landsat/TM

Kiyoshi YOSHIHARA¹, Jurou HIROMI², Kenji IRIE¹ and Hiroshi SHINOMIYA¹

¹Lab. Fishery resources Informatics, ²Lab. Fisheries Oceanography Coll. Bio. Sci., Nihon Univ., 1866 Kameino, Fujisawa, Kanagawa 252.

(Accepted Nov. 21, 1996)

Abstract: Although Landsat/TM have an excellent spatial resolvability and seven wave bands for sensing, the detection of chlorophyll a distribution image has not necessarily been developed in the methodology.

Authors have carried out observations of sea-truth in Tokyo bay in accordance with the regression of Landsat. Three sets of valuable image data were obtained as well as sea-truth and processed between wave band data as band 2/band 1 and band 2/band 3.

The image by the former was clarified as better and more stable image for the corresponding chlorophyll a distribution. Using this type of images and an image processor, areas were calculated of the distribution. Then the transition of these may be grasped in a manner of ecosystem by time-series of ocean color images.

Key Words: Landsat/TM, Sea truth, Chlorophyll a

ランドサット/TMによるクロロフィル a 分布画像の検出

吉原 喜好¹・廣海 十朗²・入江 賢二¹・四之宮 博¹

日本大学生物資源科学部 ¹水産資源情報学研究室 ²海洋学研究室

(1996年11月21日受理)

海洋の基礎生産力の指標となるクロロフィル a の広域的かつ同時的検出には、人工衛星リモートセンシングに必須的に依存している¹⁻³⁾。資源探査衛星ランドサットは、そのセンサーの1つ TM (Thematic Mapper)⁴⁾ が衛星直下の空間分解能が 30 m という優れた性能を持つにも係わらず、海域探査は付帯的であり、必然的に内湾のみに限られている。そのためクロロフィル a 分布検出の試みは希少例をみるに過ぎず^{5,6)}、その手法も確立されていない。

著者らは1992年以来、ランドサットの飛来(16日回帰)に合わせて、晴天を選んで東京湾でクロロフィル a 蛍光光度などのシートルース (Sea truth 遠隔探査による値に対する海上での実値) を観測してきた。それらのデータを伴い、かつ良質の画像データというのは得難いが、3 シーンを得たので、それらについてクロロフィル

a 分布画像を検出し、シートルースにより検証した。

方 法

1. シートルース調査

クロロフィル a 蛍光光度、水温、塩分の計測に用いた計測器は、アレックス電子 K.K 製のクロロテック ALC-100 および水温塩分連続測定器 ADS-2 である。計測値は NEC ノート型パソコン PC9801E で記録し、研究室で処理分析した。

これらの機器を木更津〜川崎間就航の K.K マリン・エクスプレスのカーフェリーおよび横浜〜船橋間就航の K.K シーコムクルーズのフェリーに搭載し、船内の GS ポンプにより連続的に汲み上げた海水を対象に計測した。クロロフィル a 蛍光光度のキャリブレーション用には適時海水をサンプリングし研究室で分析した。

Table 1 Data in relation to investigation of sea truth

Date	Departure	Arrival	Weather	Wind		Tide	
				Direction	Force	High	Low
6 Aug. '82	Kisarazu 11:35	Kawasaki 12:35	bc	South	1	11:34	15:49
26 Nov. '82	do.	do.	b	SW	2	11:41	16:58
28 Oct. '83	Kawasaki 11:55	Kisarazu 12:55	b	SE	1	15:39	9:33

また、シートルースと衛星画像階調値の対比に適した海上物標通過の位置と時刻を記録した。ランドサットの東京湾飛来は、その軌道計算から定常的に午前10時30分頃とされている。従ってこの時刻に最も近い木更津～川崎間のシートルース調査のデータを衛星画像との対比に用いることとする。なお、この程度の両者の時間差は画像の精度からいってほとんど無視できるものと考えられる。

Table 1 にシートルース調査時における気象条件などを示した。

2. 衛星画像処理

東京湾飛来日のランドサット/TM 画像データは(株)リモートセンシング技術センターから必要なパラメータによりフロッピーディスクに切り出したものを有償入手した。これを日本船用エレクトロニクス K.K 製の IPS-2 画像解析システムで、大要次のように処理した。

① 画像のひずみを軽減するために、3×3 近傍ピクセルの画像階調値を平均化する。

② ランドサット/TM の波長域¹⁾は、

- B 1 (バンド 1): 青色 0.45 ~ 0.52 μm
 - B 2 (バンド 2): 緑色 0.52 ~ 0.63 μm
 - B 3 (バンド 3): 赤色 0.63 ~ 0.69 μm
 - B 4 (バンド 4): 近赤外 0.76 ~ 0.9 μm
 - B 5 (バンド 5): 中間赤外 1.55 ~ 1.7 μm
 - B 6 (バンド 6): 熱赤外 10.4 ~ 12.5 μm
 - B 7 (バンド 7): 中間赤外 2.08 ~ 2.3 μm
- となっている。

これらのバンドのデータ間の比演算によりクロロフィル a を検出する試みとして、赤潮対策技術開発試験がある。担当した中日本航空 K.K は B 2/B 1 (クロロフィル a との相関計数 $r=0.816$) , B 2/B 3 ($r=0.751$) , またアジア航測 K.K は B 2/B 3 ($r=0.751$) の実績を得た。その他の方法もあるが、いずれも確定的ではないので、ここでは B 2/B 1, B 2/B 3 の両方について比演算を行い^{7,8)}、それらのモノクロ画像を得る。

③ 各ピクセル階調値のヒストグラム⁷⁾を参照し、シェードカラー画像にする⁷⁾。

④ これにフィルターをかけ、滑らかな画像に仕上げる⁷⁾。

3. 出力画像の検証

前述の出力画像がどの程度シートルースを反映しているか、次のように検証する。

① OHP シートにフェリーの航路線を含む拡大画像を出力させ、これを海図に重ね合わせて基準方位線を得る。

② 距離は比例的に求め、画像上の明確な地点からの方位・距離で、木更津港防波堤や木更津～川崎(浮島)間の航路線を描く。

③ 航路線上、木更津港防波堤見透し線との交点を Pt. 1 とし、川崎人工島西端見透し線(またはその方位線)との交点を Pt. 13 とする(Fig. 1 B)。この間を 13 等分してマークする。

④ この OHP シートをパソコンディスプレイの原画像に重ね合せ、各ポイントの階調値を読み取る。

⑤ Pt. 1 と Pt. 13 の通過時刻から、各ポイントの通過時刻と対応計測値を記録紙から読み取る。

⑥ 両者の相関分析を行う。

結果並びに考察

1. 比演算画像

Fig. 2 は、1992年11月26日のランドサット 5 号の B 2/B 1 および B 2/B 3 による比演算画像である。シェードカラーは青-緑-黄-赤-黒と移行するに従って階調値が低くなっている。両者ともラインノイズといわれる横縞が入っており、目障りであるが、これは水面の TM 画像には宿命的なものと言われている。

この日は晴天で、両画像とも多摩川や隅田川、荒川、江戸川など大河川のある湾の西岸から北岸にかけて階調値が高く、湾の中央部や五井沖などの東岸では低い。これは河川には豊富な栄養塩が含まれていることから、画像の階調値がクロロフィル a の濃度を表示するものと考えれば肯定できる。

また、浅瀬になっている盤州(バンズ)沖が高階調値になっているのも、州の高い基礎生産力から考えて、そ

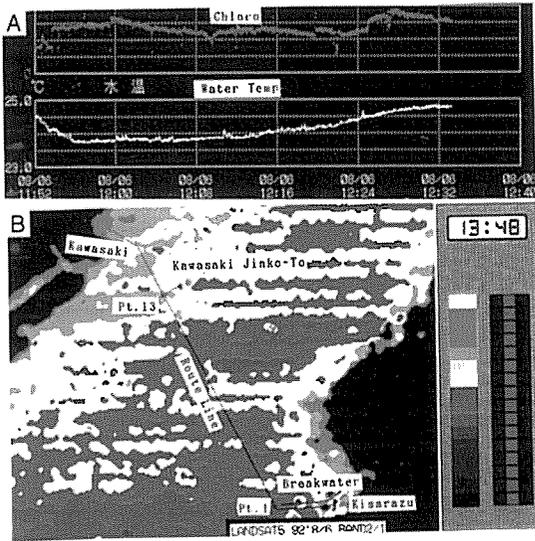


Fig. 1 A : Records of chlorophyll density and water temperature on Aug. 6, '92.
 B : Landsat/TM image obtained by Band 2/Band 1 on Aug. 6, '92.



Fig. 2 Landsat/TM images obtained by Band 2/Band 3 (A) and by Band 2/Band 1 (B) on Nov. 26, '92.

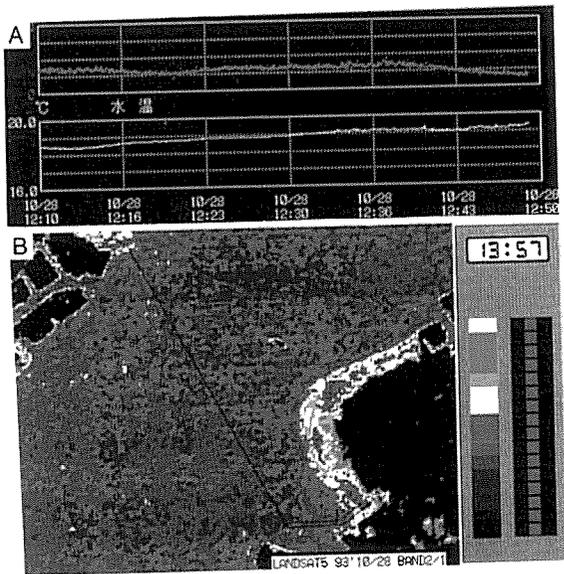


Fig. 3 A : Records of chlorophyll density and water temperature on Oct. 28, '93.
 B : Landsat/TM image obtained by Band 2/Band 1 on Oct. 28, '93.

れがクロロフィルaの高濃度を示しているものと考えられる。湾奥部は通常吹だまりになると考えられており⁹⁾、クロロフィルa濃度が集積効果により高められるのも当然であろう。

両画像は、このように東京湾におけるクロロフィル分布の一般性状を表している。

Fig. 1 Bの航路線上の13ポイントにおける画像階調値とシートルースとの相関分析ではB2/B1が $r=0.72$ 、B2/B3が $r=0.70$ になった。一見したところではB2/B3の方が高品質画像になっているようであるが、B2/B1の方が r が高いのは、木更津港周辺の高濃度がわずかではあるが実態に即していたものと考えられる。

ちなみに、1992年8月6日の場合(木更津→川崎)はFig. 1 Aのクロロフィルa蛍光光度時系列曲線が示すように比較的变化が大きく、相関係数も大であった(B2/B1: $r=0.81$, B2/B3: $r=0.89$)。ただし、この日は湾中央部から北部にかけて雲があった。

一方、1993年10月28日の場合(川崎→木更津)は晴天で、 r はB2/B1で0.75、B2/B3では0.72であった。Fig. 3 Aが示すように、蛍光光度時系列には大きな振幅の変化がなく、両画像とも r が低かったものと考えられる。しかしFig. 1 B, Fig. 3 BとともにB2/B1画像であるが、蛍光光度が湾の中央部で低く、多摩川沖、盤州付近で高いのはシートルースの変化とも一致しているが、Fig. 1 BのPt. 13は川崎人工島の南西部であり、この付近を航行中赤潮のパッチがあり、しばらく進航して再び別のパッチに遭遇した。Fig. 1 Bはその状態をよく表している。

2. ノイズ除去

前述のとおり、ランドサット/TM画像にはラインノイズが不可避免的に入る。これは人工衛星が地球表面を走査しているとき、センサーに地上からの強い光が入ったような場合や、センサーの作動が不具合であった場合に画像に生じる横縞である。

これを完全に消去する方法は現在のところ無い。そこでIPS-2システムの2次元FFT (Fast Fourier Transform)^{7,10)}により、ラインノイズの消去を試みた。例えばB1, B2, B3をそれぞれFFT処理した後に比演算をする、あるいはB2/B1, B2/B3に対しFFT処理する等である。その結果微小な改善はあっても、提言に至らなかった。

3. 画像上におけるクロロフィルa等分布域の面積計算

上述の3シーンについて得られたクロロフィルa分布画像は結局、B2/B1比演算によるものが安定性からも実態即応性からも当面ベストであることが明らかに

なった。

そこで、湾内をいくつかのブロックに分けてそれぞれのブロックごとにPIAS-LA500画像解析装置を用いて画像階調値から求めたクロロフィルa分布の各ブロック間の占有比率を計算した。その結果、河川流入域あるいは人口密集域に近いブロックでの比率が高くなっていることが分かった。

しかし、この処理に用いた画像データはわずかに3例にすぎず、季節的変動を論ずるには至らなかった。

今後より小さな時間幅での時系列画像データを用いることができれば、クロロフィルaを指標とした基礎生産力の季節的消長を明らかにできる可能性が示唆された。

水色センサーを備えた米国のSea-Wifs衛星も打ち上げの日程に上がっており¹¹⁾、またわが国初の水色センサーOCTS搭載のADEOS衛星も1996年8月に打ち上げられた。

上述の方法はこれら衛星の水色画像に適用可能で、さらに新しい展開が期待される。

終わりに、本研究を進める上で種々ご助言を賜った漁業情報サービスセンター為石日出生開発課長、日本大学理工学部井上文雄助教授、日本船用エレクトロニクスK.K.の関係者に謝意を表す。フィールド調査やコンピュータ処理にご協力を頂いた日本大学農獣医学部寺内誠前助教授を始め調査当時の学生であった秋坂謹一郎、手塚 丘、山田 達の諸君に、記して深く感謝の意を表す。

文 献

- 1 四之宮 博, 落合弘明, 1991: 外国におけるリモートセンシングの水産海洋への応用性追及の事例調査. 日本リモートセンシング学会誌, 11 (2), 153-166.
- 2 平野礼次郎, 1988: 水産とリモートセンシング. 日本リモートセンシング学会誌, 8 (1), 1.
- 3 四之宮 博, 1996: 衛星画像からの海洋特性のAIによる抽出と漁海況図作成への応用. 文部省科学研究費補助金研究成果報告, 1-3.
- 4 土屋 清, 1990: リモートセンシング概論 (朝倉書店, 東京), 3-56.
- 5 中日本航空株式会社, 1988: リモートセンシング技術を用いたノリ被害防止技術の開発 (伊勢湾). 赤潮対策技術開発試験報告書, 20-58.
- 6 アジア航空株式会社, 1985: リモートセンシング技術を用いたノリ被害防止技術の開発 (有明湾). 赤潮対策技術開発試験報告書, 45-74.

- 7 和達清夫, 土屋 清, 安田嘉純, 江森康文, 飯坂讓二, 長尾 真, 1986: リモートセンシング (朝倉書店, 東京), 40-175.
- 8 GORDON, H. R. and MOREL, A. Y., 1983: Remote Assesment of Ocean Color for Interpretation of Satellite Visible Imagery (Spring-Verlag, New York), 24-102.
- 9 平野敏行, 蓮沼啓一, 1982: 海の環境科学. 文部省科学研究費補助金研究成果報告, 8-11.
- 10 廣田 薫, 1984: 画像パターン認識 (マグロウヒル, 東京), 26-47.
- 11 松村皐月, 1989: 海洋広域水色センサー (Sea Wifs) と地球科学研究. 日本リモートセンシング学会誌, 9 (2), 53-60.