油田地域の LANDSAT 映像の例およびその地質解析

その 2 植生被覆地域*

高 野 修**・西 代 孝***

LANDSAT Imageries of Oil Fields and Geologic Interpretation

Part 2 Vegetation Covered Regions

By

Osamu TAKANO and Takashi NISHIDAI

In the densely vegetated regions, tone anomalies probably caused by slight topographic and cover change, are detectable on LANDSAT imageries. In the article, three examples of tone anomalies which show good correlation with existing oil and gas fields, are presented.

1. はじめに

一般に、植生に被覆された地域のランドサット映像は、トーンが単調で、地質判読が比較的難しいとされている。しかし、航空写真を含むリモートセンシング・データの地質判読においては、地形・水系・被覆物質・リエアメント等の諸分析要素のうち、一般的には地形・水系が最も重要な要素である。従って植生に覆われていても、地質ユニット間の風化に対する抵抗の差がきわだっている場合、地形・水系分布による地質判読がかなりの精度で可能となる。また、地質構造上の特徴がかすかな地形的、植生的な影響を与える場合(トーン・アノマリー、環状アノマリー等)もあり、それらの認識は、地下構造把握の手懸りとなる可能性がある。以下に、中国、バングラティシュ、インドネシアの例を紹介する。

2. ランドサット映像と地質判読

2.1 中国、四川盆地

面積約23万km²の四川盆地は、川中油田群、河南ガス田群の存在など、石油探鉱にとって興味深い堆積盆である。しかし、入手可能な地質的資料は、きわめて限られ、広域調査手段としてのランドサット映像の可能性を

検討するのに適しているであろう。Plate 1 は、同堆積盆のほぼ西半分をカバーするコンピュータ・モザイク*である。この例に示すような拡大な範囲の予察をランドサット映像で行なう際には、70mm フィルムから写真的にモザイクを作成し、地域の大局的な状況把握を行なうのが従来の方法であった。しかし、季節変化にともなう太陽高度、植生の変化に起因するシーン間のカラー及びトーンのギャップは避け難い。コンピュータ・モザイクの利用は、地形的に盆地外側の過褶曲帯、主に盆地内部の比較的周辺部の褶曲帯、そして中央部を占める非褶曲帯という大構造区分、従って、基本的な堆積盆評価を可能にする。また、現在一般に、入手可能な、広域的な地質資料は 1:400 万の地質図類に限られるが、1:40 万のランドサット映像フォールス・カラーによる地質判読は、それら資料よりはるかに精度の高い地質情報を提供してくれる。

Plate 1 の東部には、南北ないし、北東-南西に伸びる特徴的なリッジが発達し、それらは、ストライクリッジ、

* 使用した映像 9 フレームは Path 毎に撮像日時が異なるため、輝度値に差を生じている。これを修正するためにオーバーラップする部分で相関を求め、幾何的な補正の後に、各々の平均値と分散を算出し、基準となる映像のそれに値を変換しモザイクの継目が現われないように処理をしてある。

使用したデータは以下の通り。

E-30149-02441 (01 AUG 78), E-30149-02444 (01AUG78)
E-30168-02501 (20 AUG 78), E-30168-02503 (20AUG78)
E-30168-02510 (20 AUG 78), E-30168-02512 (20AUG78)
E-30151-02554 (03 AUG 78), E-30151-02561 (03AUG78)
E-30151-02563 (03 AUG 78)

* 昭和56年6月11日、第46回石油技術協会定時総会、地質・探鉱シンポジウムにおける講演

**石油資源開発(株) 技術研究所

***石油資源開発(株) 物理探鉱本部

ディップ スロープの判読によって、急傾斜の翼部をもつ背斜であることが知られる。四川省地質局(1972)によれば、これらの背斜軸部には三疊系が露出し、周囲のジュラ系とぎわだつた地形的な差を形成していると考えられる。このような地形的特徴は、南方に追跡され、三疊系を鍵層として、構造と地質ユニット区分が Plate 2 のように判読される。Plate 1 は、モザイク最南端のジュラ系(J)をコアとする一背斜である。この図は比演算法によって、トーンの差を強調処理してあり、これによると、軸部にいくつかの円形のパターンが認められる。これらの発達は上位の白亜系(C)の分布と調和的であり、カルミネーションを示すものと考えられる(Plate 2)。このように、植生に覆われた地域でも、現地形が、顕著に、地質構造を反映している地域では探鉱の初期段階の予察としてはランドサット映像はかなりの精度の資料を提供し得る。

一方、モザイクの中央部は、均質な地形に支配される。このことは、地層傾斜がきわめて緩い、という地質的特徴を示しており、構造の詳細を知るとは、困難である。しかし、注意深い判読によれば、Plate 3 (Plate 2 の A の範囲)に示すようなトーンのアノマリーが、いくつか認められる。それらは、かすかな地形、水系の変化に起因するアノマリーであると考えられるが既存資料によれば、これらのあるものは、両翼の傾斜が 5° 以下の既存の

油田構造と一致している(TA 1: 営山油田, TA 2: 南充油田; 齊藤, 神原, 1979) これらの事実は、きわめて緩傾斜の構造も、地形的にアノマリーを形成し得るものであり、それらは、ランドサット映像上でトーン・アノマリーとして発見できる可能性があることを示している。

2.2 バングラディシュ, Surma Basin 北部

Plate 3 北部では、頻繁なリニアメントの存在と地形的高まり、テクスチャーの均一性およびフォールス・カラーでの緑色によって特徴づけられる花崗岩、そして、それを覆う古第三系の存在、東西方向の長大なリニアメントによって示される断層(Dauki 断層, McCASLIN, 1981)をもって接する、平坦地形を形成する新第三系の分布状況がきわめて明瞭である。このシーン内では、断層以北の古第三系、新第三系は、単斜構造であり、当然探鉱対象としては、シーン南部の新第三系に限られる。ここではフォールス カラー上で赤で示される部分がいくつかある(ただし、B/W の Plate 3 では明瞭ではない)。つまり、南東部の南北トレンドのストライクリッジをとともない、明らかに地形的高まりを示す背斜群(Habiganj (A)など)のほか、河川に沿ったもの、そして河川から隔たった地域に認められるものがあり、後者は、おそらく、かすかな、地形的高まりによる植生のアノマリーであると

図1 Plate 1 の南端部に認められる円形パターンの拡大映像

図2 図1の判読図(J; ジュラ系, C; 白亜系)

図3 Plate 1 の中央部に認められるトーンアノマリー (Band 5)

考えられる (Plate 4, B: Chhatak, C: Sylhet)。それらは既存資料の小油田と一致しており、ランドサット映像の判読から上述の大構造把握のほか、この地方での探鉱対象となる構造がある程度絞られるであろう。

2.3 インドネシア、ジャワ島東部

バングラディッシュとはほとんど同じ気候条件を持つと考えられる本地域は、ランドサット映像による地形分析から直接的に把握される地質的情報は、わずかに、南部における火山および火砕岩の分布範囲、シーン北東部の Madra 島におけるベッディング トレースと構造の存在のみである (Plate 5, 6)。しかし、北部においては、原因が定かではないが、いくつかのトーン・アノマリーが見い出され、それらのうちの多くは、たとえば Surabaya 南方の Lidah 油田(A)などの産油構造 (WEEDA, 1958) と一致を見る。フォールスカラーでは、青味がかったアノマリーとして認められ、バングラディッシュの例と同様、かすかな地形の高まり、および、それにとまなう土地利用、植生の変化に起因するものと考えられる。これらのアノマリーのいくつかは、ベッディング トレースも可能であり、それらの地質構造との関連に対しては、信頼性がより高い。前述のバングラディッシュとジャワ島の例は、地形が比較的平坦で、植生に厚く被覆された熱帯地帯でも、ランドサット映像によって、石油探鉱のための予察がある程度可能であることを示している。

3. ま と め

石油探査への応用

石油探査において LANDSAT データは、広い範囲のカバー、低コストなどの理由により、利用価値は高い。LANDSAT データの入手、処理、判読に要するコストは、探査計画の全コストに比べれば無視できる程度のものであり、それらの実施は、次の段階の探査計画に指針を与え全体的な探査コストを引き下げる効果をもたらす可能性がある。判読項目、処理方法は、対象地域の特殊性を重視すべきであるか、特に探査密度の低い地域においては一般的な予察手段として重要であることは小論中

の例で明らかであろう。しかし、あくまで他の探査手段、主に地球物理学的探査実施の前段階に位置づけられる手段であり過大な期待は危険でさえある。ランドサット映像の地質判読結果は、他の探査結果との十分な相互チェックが必要とされる。

参 考 文 献

- 1) ALIEV, M. et al. (1971): Geological Structure and Estimation of Oil and Gas in the Sahara in Algeria, Altamira-Rotopress, Spain.
- 2) BENTZ, F.P. (1975): LANDSAT Data Contributions to Hydrocarbon, Exploration in Foreign Regions, *U. S. Geol. Survey, Professional Paper* 1015, p. 33~92.
- 3) HALBOUTY, M. T. (1976): Application of LANDSAT Imagery to Petroleum and Mineral Exploration, *AAPG Bull.*, vol. 60, no.5, p. 745~793.
- 4) — (1980): Geologic Significance of LANDSAT Data for 15 Giant Oil and Gas Fields. *AAPG Bull.*, vol. 64 no.1, p. 8~36.
- 5) McCASLIN, J. C. ed. (1981): International Petroleum Encyclopedia, PennWell Publishing Co., OK.
- 6) McQUILLAN, H. (1981): 石油公団専門講座での講演.
- 7) Ministry of Development, Mineral Survey Project (1994): Geologic Map of IRAQ, Government of Iraq.
- 8) National Iranian Oil Company (1977): Geological Map of Iran, National Iranian Oil Company, Iran.
- 9) 斎藤 隆, 神原 達(1979): 中国の油田(下), 石油の開発, vol. 10, p. 44~58.
- 10) 四川省地質局編(1972): 四川省地質図, 中華人民共和国地質図集, 29 p, 中国地質科学研究院.
- 11) WEEDA, J. (1958): Oil Basin of East Java, in *Habitat of Oil*, ed. WEEKS, L.G., AAPG, OK.

Plate 2 Plate 1 の地質解析図（解析には1/400,000の映像を使用し、1/1,200,000(原図)に縮小コンパイルを行なった）

Plate 3 バングラディシュ北部のランドサット映像 (Band 7)

LANDSAT E-20748-03291-7 08FEB77 C N24-54/E091-02 D147-43 MSS 7 SUN EL34 A2131 ■■ STRETCH (30-125) ■■ JAPEX

0 50 Km

Plate 4 Plate 3 の地質判読例

(——— : 断層, ——— : リニアメント, - - - - : ユニット境界,
 (---) : トーンアノーマリー)

Plate 5 インドネシア、ジャワ島東部のランドサット映像 (Band 5, エッジ強調)

LANDSAT E-1066-02091-5 271EP72 C 107-11 E112-08 D 127-25 M11 5 JUN EL56 H2082 EDGE ENHANCE • 1T x 32 - 180 • JAFEX

0 50Km

Plate 6 Plate 5 の地質判読例

(-----: ベディングトレース, ○: トーンデノーマリー,
 ———: 火山噴出物の境界, ○: 火山)