

ランドサットMSSデータの解析

長谷川 武 司・七 尾 高 明

(昭和61年10月31日受理)

Image Processing for Low Frequency Shape with the
Landsat Multispectral Scanner

Takeshi HASEGAWA, Takaaki NANAŌ

Abstract : Landsat Multispectral Scanner (MSS) scene of Akita City and its vicinity was examined by intensity contour map to evaluate basic radiation patterns on 4 channels. The scene consisted 400×512 pixels was cut into 64 parts of 50×64 pixels to get average intensities for calculation of matrix points.

Finally we saw that our contour maps, processed on a micro-computer, may detect large scale shape of object covered on the earth.

1. はじめに

地球資源探査のため1972年以降打ち上げられてきたランドサットからの画像データに関し、当初は主として画像解析手法確立の観点で研究が行われたが1980年代に入ってから、国土利用、農林業、環境調査など人間生活の様々な分野での応用に関する研究が盛んに行われるようになってきた。(文献1又は2)これは、ランドサットが広域的かつ周期的な画像データを多重スペクトル放射計(MSS)によって取得してきたことによる。ランドサット搭載のMSSは、可視および近赤外域にそれぞれ2バンド、計4バンドに感度を有するセンサーから成っており波長の短い方から、バンド4(0.5~0.6 μm)、バンド5(0.6~0.7 μm)、バンド6(0.7~0.8 μm)、バンド7(0.8~1.1 μm)と呼称されている。各波長帯は特定の目標物に対して固有のパターンを示し、例えば植生の場合はバンド5の放射強度がバンド7のそれに比べ小さくなり、水の場合はこの関係が逆転する。又、バンド4は水深の浅い箇所での水底の反射強度を反映するので、広域的な水質調査に有効なことが実証されつつある。即ち、目標物の幾何学的形状と同時に、バンド情報として得られる物体の分光特性は重要な判断材料となるのである。この意味で、種々の地上被覆物について指標となるべき分光特性を明らかにしていく作業、グランドトゥルスデータの収集は重視される。

筆者らはランドサットMSSデータを広域環境調査の一助として利用する目的で、秋田市周辺(東西

23 km, 南北29 km)を対象にスムージングを施した画像データを作り、2次元的な放射強度分布を検討した。

2. 解析資料

ランドサットMSSデータは、宇宙航空事業団(NASDA)で取得し加工した成果品を、リモートセンシング技術センター(RESTEC)を通じて購入する。RESTECで提供するデータは、コンピュータ適合テープ(CCT)と呼ばれる磁気テープであるが、我々の解析システムは16ビットパソコ

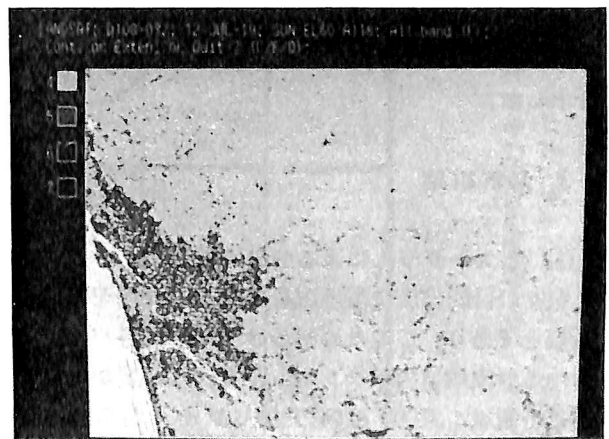


図1 ランドサットMSSデータによる秋田市周辺地域の画像。原画はカラーである為、赤が抜けている。擬似カラーでは、バンド4=青、バンド5=緑、バンド7=赤と三原色を割り当てる。

ン (if 800-M50) のため、同センターのフロッピーデスクサービス (8 インチ, IBM規格) を利用した。

ランドサットは16日 (又は18日) の周期で同一時刻に同一地域の上空を通過するが、可視から近赤外域のバンドの画像は雲量によって良し悪しが決まる。そこで日本周辺のランドサットデータに関する RESTEC のデータカタログを使い、対象領域を通るパス番号、ロウ番号を持ったデータ群を検索し、その中から雲量10%以下の画像を捜し出すのである。CCT データを購入する時は、データの日時・パスとロウ番号など一連のコードのみで RESTEC へ発注できる。しかしフロッピーデスクサービスの場合は、オリジナルデータから得られた写真 (又はそのコピー) にフロッピー用のテンプレートを当てて対象地域を指定したものを添付しなければならない。ところで、フロッピーデスク内に収められている画像データは、縦 400 横512 の20万4千8百ピクセルより成り、購入時に間引指定をしなければ1ピクセル 57m×57m の地上解像度である。前述のように MSS データは4バンドを持ち、それぞれ放射強度は7ビット+1ビットのインデックスで表される為、一画像は全部で820キロバイト余りとなる。これは両面倍密度の8インチフロッピーデスク1枚に丁度収まる。

このようにして我々は1983年7月12日の画像データを選んだ。図1にこのデータによる擬似カラー画像を示す。パソコンの画像表示能力が低いため明瞭ではないが、秋田市街、その周辺に広がる植生地域 (水田、丘陵地、山地など) 及び沿岸部が写し出されている。なお図2にはこれに対応する地形の略図を示した。

3. 解析結果

(1) ヒストグラムによる分光特性

我々の目的は広域環境調査の基礎的資料を整備することであり、このためMSSデータの各バンドにおける対象領域のポテンシャルを探る必要がある。そこで領域を縦50、横64の320ピクセルから成る全体で64の小区画に分け、それぞれの区画内でヒストグラムを調べた。これらの小区画の面積は10平方kmに及ぶので、その中には植生、水、それら以外のものが混在していると予想され、データは合成スペクトルになる。この場合混在した地上被覆物が同じ程度の放射強度を示すならば、ヒストグラムはブロー

ドもしくは2箇所以上にピークを持つ。しかし区画内で放射強度の卓越した地上被覆物が存在している場合、ヒストグラムは鋭く集中してくるであろう。

解析例の1つとして図3に示す画像中心線の南側にある区画群に関するヒストグラムを図4に示す。それぞれの区画は、秋田沿岸～向浜地区 (A)、秋田市中心部 (B)、郊外住宅地～水田地域 (C)、水田地域～丘陵～山地 (D～H) である。図によるとA、B、C及びD～Hのような4種類のヒストグラムパターンによってグループ分けされること、2箇所ピークを示すが明瞭に分離しているものや分離が不十分であるもの等が見られる。このなかで (C) のヒストグラムは明らかに市街部的要素と植

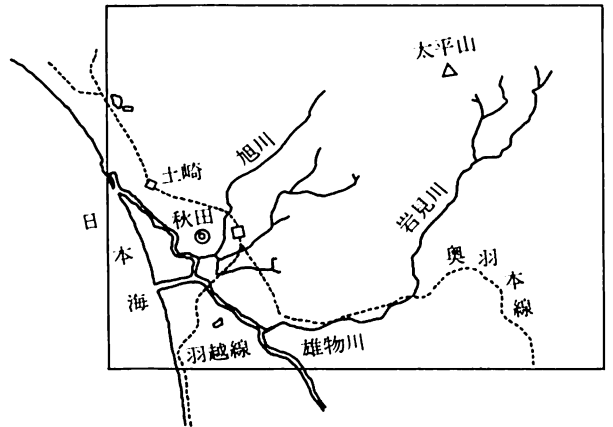


図2 秋田市周辺の概略図。ランドサットによる画像データの範囲を四角の枠で示した。画像データが斜めになっているのは、衛星のカメラが地上をスイープする間にも衛星が進行していくためである。

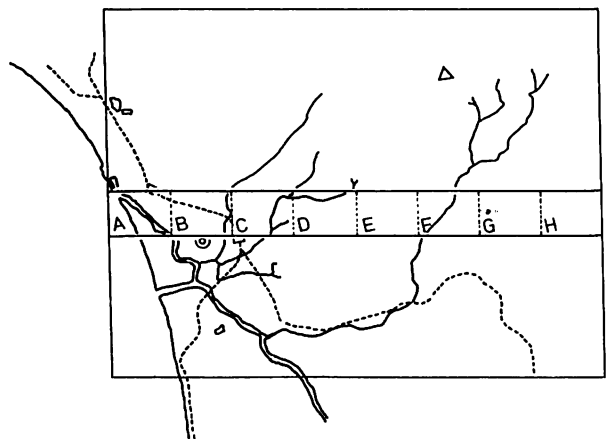
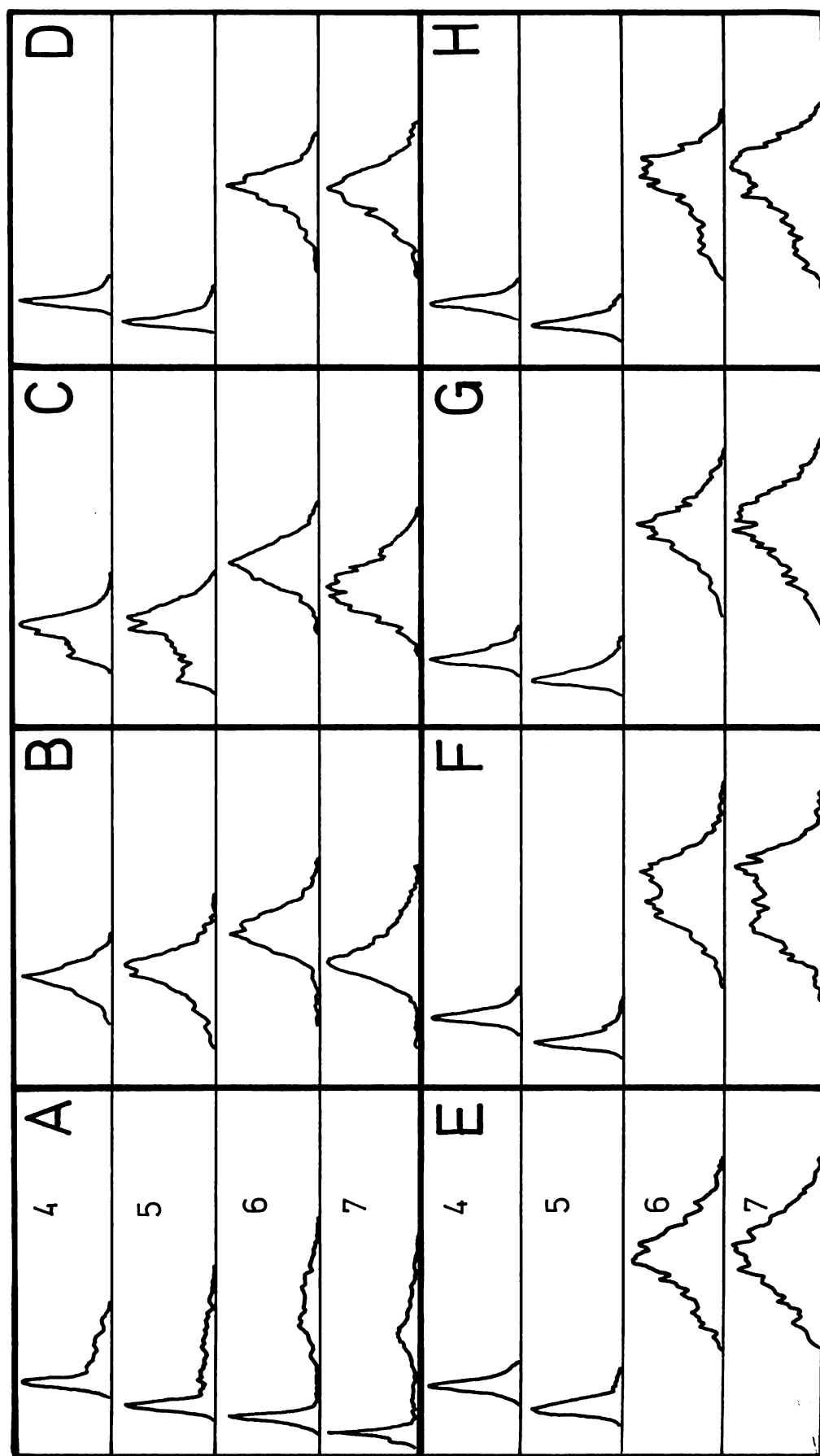


図3 次の図4におけるヒストグラムのサンプルに対応する小区画。



相対放射強度

図4 バンド4~7の小区内におけるヒストグラムの場合、区画Aの相対強度の小さい部分にある鋭いピーク群は典型的な水面からの反射を表わす。
また区画D~Hのバンド6, 7が他の区画と異なり同じ分布であり、ここが植生域であることを示す。

正規化頻度

生域的要素から成っている事がわかる。後述するように、秋田市は雄物川の旧流域に沿って発達した街である為バンドデータのトレンドは、ほぼ北西～南東の傾向が卓越している。しかし現在では雄物川の流域から離れ東進しつつあるのでヒストグラム (C) は早晚 (B) のようなものになると予測される。

(2) 放射強度 2次元分布による特徴抽出

ヒストグラムを得る過程でバンド毎の区画内平均値やその他の基本統計量が得られる。これらの統計量は各区画内で卓越した地上被覆物の存在する状態を示唆しており、隣あった区画同士では被覆物が連続的な分布をするものと解釈すれば複雑なアルゴリズムを使わずに広域的な特徴抽出ができる。ランドサット MSS データは謂わばポテンシャルであるから等放射強度線 (コンター) から成るマップそれ自体が、地上被覆物の分布と考えると良い。

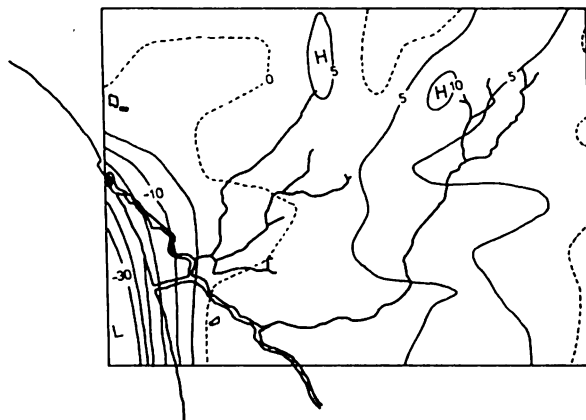


図5 (C) バンド6の放射強度コンターマップ
植生域に High がみられ市街地は低い。
しかし、コントラストは弱い。なお、陸
域から海域に変わるところの変化は急激
である。

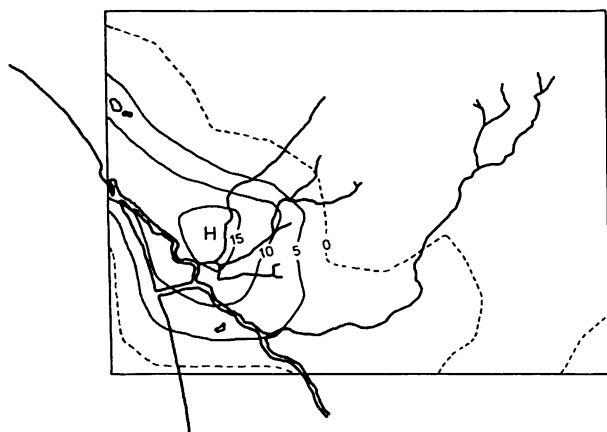


図5 (A) バンド4の放射強度コンターマップ
市街地に High がみられる。全体にコ
ントラストが弱い。



図5 (D) バンド7の放射強度コンターマップ
バンド6と共通点は多いが、ややコント
ラストの点で秀れているようである。

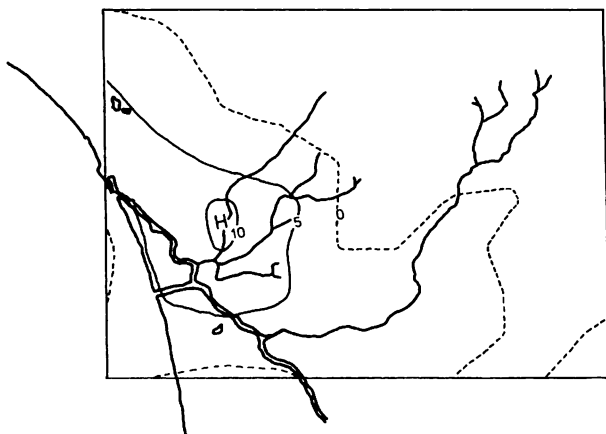


図5 (B) バンド5の放射強度コンターマップ
バンド4同様市街地に High がみられ
る。なおコントラストは強い。

図5 (A~D) は各区画内の平均値がその区画内の中心での値であるとし、コンターを求め地図上に重ねてプロットしたものである。図のA, B, C, D はそれぞれバンド4, 5, 6, 7に対応する。各図で点線は画像全体の平均放射強度に相当し、これより大きい又は小さい値のコンターは実線で表わしてある。可視域のバンド4, 5の結果によると旭川から旧雄物川によって囲まれる市街部の中心に分布のピークが存在し、平野部の発達した旧雄物川沿いに明るい地域が見いだされる。これに対し近赤外域のバンド6, 7では太平山を含む東部山地が最も強い放射強度を持ち植生域であることを示す。

ところでコンターマップのゼロ線は画像データの平均値であり、それ以外の意味はない。しかし地図

上に示されたゼロ・コンターは、平野部と山地との境界線にほぼ沿っているのである。この傾向は、植生の識別にしばしば利用されるバンド7とバンド5の比 x_7/x_5 について作られたコンターマップ（図6）にも明らかに認められる。このことは、2次元分布を表すコンターが幾何学的形状を表現するものと解釈され興味深い。この画像データではゼロ・コンターが平野部と山地の境界沿いを意味するが、同じカテゴリーに対し他のデータで異なった値を持つことは十分起こりうるであろう。

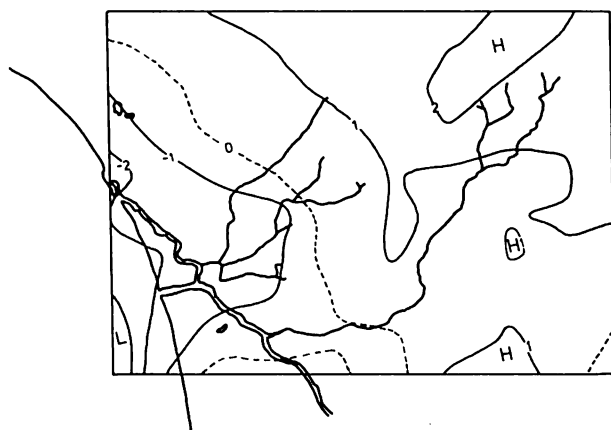


図6 バンド7とバンド5の比演算 X_7/X_5 の結果によるコンターマップ。これは植生域の識別にしばしば用いられる手法であるが、この図ではバンド6やバンド7と比べ大差がないようである。

4. おわりに

最近のランドサット画像解析は高精度の結果を要求されるため複雑なアルゴリズムによる計算方法が用いられる。これは衛星画像の応用分野が拡大し、ピクセル単位で土地利用図、作付け品種区別、森林分布図などを作りだしていく必要がでてきたためである。一方、地域の大勢的特徴を把握する場合、等ポテンシャル面の情報が有用であることは地球物理学のみならず様々な分野で示されており、本報告における方法論の指針となった。

さて前節の放射強度2次元分布解析が良好な結果を与えているが、それは秋田市周辺のヒストグラムが10平方 km という広い領域内にもかかわらず分散が小さく、少ないカテゴリーで分類される地域を対象にしているためと考えられる。但し、これは東京都のような様々な地上被覆物が混在する地域を対象として検定してみなければならない。

昭和62年2月

初めに述べたように、この計算処理はパソコンで実行された。フロッピーディスクを読みだしてから画像表示を行い、コンターマップを得るまでは約20分足らずであり、決して長過ぎる待ち時間と言えない。現在、処理プログラムの90%はフォートランで残りはアセンブラーである。改良すべき点があるとしたら、この比率を逆転し処理速度の高速化を図ることである。しかし処理内容の高度化は、同時に扱うデータ量が飛躍的に増加しパソコンでは対応しきれないため部分的な改良になるであろう。

謝辞

本報告をまとめるに当り科学技術庁主催の第1回MOS-1セミナーにおける様々なディスカッションが役だった。セミナー出席を勧め、貴重な機会を与えて戴いた校長、教務主事初め諸先生に深く感謝致します。尚、機械工学科の奥山先生にはアセンブラープログラムの相談にのって戴いた。記して感謝の意を表わします。

参考文献

- 1) 地球観測データ利用ハンドブック, 1982, (財) リモートセンシング技術センター
- 2) Manual of Remote Sensing-2ed, 1983, American Society of Photogrammetry