

論文 Paper

館山の地形・地質とランドサット MSS データ

山 崎 良 雄*

Geological and Geomorphological Aspects in regard to LANDSAT MSS Data, Tateyama, Japan

YOSHIO YAMAZAKI*

Synopsis: Landsat MSS data give us useful indications to geomorphological and geological studies.

The author assembled a data-analyzing-system by a personal computer. The system is made of about eleven programs. One digital terrain file and 8 MSS data files are made by the author. Three-dimensional vision produced by Band-7 shows geomorphological and geological features of the Tateyama, Chiba, Japan.

1. 初 め に

千葉県館山市の南西部にあって西方に突出した地域は西岬地域と呼ばれ、地質学上興味をそられる場所である。西岬地域（以後調査地域と言う）は、北に館山湾（鏡ヶ浦）を、南に太平洋を望み、多くの別荘・保養所・寮・リゾート施設などが存在する。著者はかねてよりこの地域の調査を続けてきたが、ランドサットデータを三次元立体表示するなどの加工を施して調査研究に併用することを試みた。

図1に示すように、調査地域を東西に6区（1から6）、南北に4区（AからD）の合計24地区に分割した。分割の目的は、地区別の地形学・地質学的特徴を把握するためである。

2. 西岬地域の地形・地質

房総半島南部には、鴨川地溝帯や北条地溝帯（館山と千倉間）など断層による低地帯が発達している。調査地域でも、大賀南方の断層で切られたような山や、加賀名付近の三方を断層によって囲まれた低地などがある。図2に示すように、2万5千分の1地形図『館山』（以後地形図と言う）によると、調査地域で標高150 m以上の土地は半島西端付近にわずかに存在する。最も標高の高い地区は、半島西端付近にあって、第三紀の西岬累層で構成される大山（標高193.6 m）である。調査地域は隆起地域にあたる。段丘堆積物が館山湾に面した丘陵地周辺

*国土館大学教養学部 助教授, 理学博士

Associate professor, College of General Education, Kokushikan University, Dr of Sci.

の標高10~20 mの高さに分布する。貝の破片やサンゴを含む隆起海岸堆積物は沼サンゴ礁として有名である。1923年の関東大地震で、館山周辺は約157 cmほど地盤が隆起した。洲崎から西川名の海岸には、その際に海面上に出現した岩礁が見られる。

館山湾に面した波左間から洲崎に至る地域では、南北方向にのびた多くの谷が東西に走る分水嶺に向かっている。この地域の分水嶺は太平洋側に寄った所にある。太平洋側の山地は、50 m以上の標高差のある崖で沖積平地と境されている。

半島西部の山地では、東西に延びた分水嶺はやや南に位置し、10 m以下の低地を除き、館山湾側に広く分布する。館山湾に向かって走る谷は一般的に南北に平行に延びている。これに対して太平洋側では、不規則であるが南西へと延びている。

房総南端の層序の基礎調査は、成瀬洋・杉村新・小池清¹⁾、1951²⁾、成瀬洋 (1954³⁾) によってなされた。図3に示された調査地域の層序は下位から次のようになっている。

(1) 西岬累層

西岬累層は、坂田洲崎間の道路沿いの崖を模式地として、成瀬洋・杉村新・小池清¹⁾により、1950年に設定された。命名者らによれば、西岬累層は凝灰質粗粒砂岩層を挟む塊状で亀裂の多い淡灰色のシルト岩からなり、しばしば白色又は黒色の粗粒凝灰岩を伴う。西峰累層は全体的に均質であるが、館山市付近ではやや砂質になる。

著者の調査⁴⁾によれば、調査地域における西岬累層は、洲崎、坂田、西川名、大賀付近の山地に露出している。藤原地区を除いた太平洋岸の丘陵地の大部分も、西岬累層のシルト岩が丘陵地の基盤岩となっている。加賀名地域では、中央低地を囲む丘更地を構成している。調査地域全体では、東西方向の褶曲構造をしめしている。洲崎燈台付近では、北西から南東へのびた背斜軸があり、洲崎神社付近では東西にのびた向斜軸がみられる。波左間の海岸付近に露出する西岬累層は、節理のあるよく固結した明灰色のシルト岩からなり、火砕堆積物の薄層を挟んでいる。西岬累層(第三紀中新世)は、調査地域では最も下位にあり、その下限は不明である。上位にくる鏡ヶ浦とは断層で接している。

(2) 鏡ヶ浦層

鏡ヶ浦層は、宮城の崖を模式地として、成瀬洋・杉村新・小池清²⁾により、1951年に設定された。

著者の調査⁴⁾によれば、調査地域における鏡ヶ浦層は、館山湾を囲む地域に分布しており、調査地域では、加賀名、沖ノ島に露頭が見られる。模式地における鏡ヶ浦層(第三紀鮮新世)は、灰色から黄褐色の凝灰質粗粒砂岩からなり、上位へ向かって泥質となる。下限は断層で

切られているために不明であり、上位にくる豊房累層によって不整合に覆われる。

加賀名地区では中央の低地部分や館山湾岸に露出している。波左間付近では主に凝灰質粗粒砂岩からなるが、直径5～30 cmのシルト質亜角礫や円礫を含む。上位には薄いシルト岩層が見られるようになる。この岩相変化は、宮城における模式地での岩相変化と対応している。走向は北から10°～30°西、傾斜は20°～30°北東で、北東側に傾いた単斜構造をなしている。

見物の鳩山荘村付近では、主に粗粒黒色凝灰質砂岩からなり、時として直径約50 cmのシルト質亜角礫や円礫を含む。走向は東西、傾斜は20°～30°北で、他の地域とは地質構造が異なっている。

(3) 豊房累層

成瀬洋・杉村新・小池清(1950¹⁾)によれば、豊房累層は凝灰質粗粒砂岩と細粒砂岩の互層、シルト岩の角礫と凝灰質砂、時に軽石質・スコリア質になる白い縞のある暗灰色中粒砂、薄い凝灰質砂層を挟むシルト岩などからなり、模式地は調査地域東方の西長田付近である。豊房累層は、下位の西岬累層を不整合に覆い、上位を沖積層に覆われる。

調査地域では、南東部にある藤原付近の丘陵地に分布する。藤原付近の豊房累層は、固結度の低い凝灰質粗砂岩からなり、調査地域での主要な帯水層を形成している。

(4) 沖積堆積層

調査地域の沖積堆積層は、山地や丘陵地を囲むようにして標高約30 m以下の土地に分布する。泥まじりの中粒から粗粒の砂を主とし、時に貝片やサンゴを含む。館山市沼付近の畑からは約6000年前の隆起サンゴ礁が発見されている。他にサンゴを含む地層は、館山湾に沿った香、笠名、見物、塩見などの標高10～20 mの地域に分布する。

沖積堆積層が広く分布するのは、館山湾側では、大賀、加賀名などで、太平洋側では、西川名、伊豆、坂井、藤原付近である。沖積堆積層は、下位の西岬累層と鏡ヶ浦層、豊房累層を不整合に覆っている。

3. ランドサットとランドサットデータ

地球観測データ利用ハンドブック⁶⁾によれば、1号は72年7月23日に打ち上げられ、78年1月6日に運用停止した。また、2号の運用期間は75年1月から82年2月25日、3号の運用期間は78年3月5日から83年3月31日である。4号は82年7月16日、5号は84年3月1日に打ち上げられ、ともに現在運用中である。

搭載された観測機器のなかに多重スペクトル走査放射計(MSS: Multispectral Scanner)が

表1 ランドサット4-5号 MSS の4波長帯
(地球観測データ利用ハンドブック-ランドサット編・改訂版⁶⁾—より)

バンド	波長帯(μm)	応用分野
4	0.495 - 0.605	沿岸海域, 湖水の水質, 植物の活力度
5	0.603 - 0.698	沿岸海域, 湖水の水質, 植物生識別
6	0.701 - 0.813	地表水, 地質構造
7	0.808 - 1.023	水分分布, 地表水

ある。ランドサット1—2号のMSSは、可視・近赤外線領域の4波長帯を持ち、3号ではそれらに加え、熱赤外線領域を含む5バンドであった。ランドサット4, 5号のMSSは、表1に示すような可視・近赤外線領域の4波長帯をもっている。

調査地域をカバーするランドサットMSSデータは、調査地域全域が雲量0であった2つの時期を選択した。一つは1979年12月14日撮影のデータであり、他は1983年5月18日撮影のものである。LESTECが供給する8インチ標準フロッピーのフォーマットには、BILとBSQがあり、BILフォーマットは、1ラインごとにバンド4, バンド5, バンド6, バンド7の順に格納されており、複数のバンド間での処理をする場合に向いている。LESTECから購入した8インチフロッピーに記録されていたヘッダー情報の主なものは次のようであった。

・館山79年12月14日 disk 1枚 format: BIL path: 115-row: 36
 LANDSAT-3 MSS(band4-7) 打ち上げ後経過日数0649日
 line—開始: 300 終了: 699 インターバル: 1 総ライン: 400
 pixel— 開始: 1644 終了: 2155 インターバル: 1 総ピクセル: 512
 太陽: 府仰角25° 方位角(北から東回り) 149° バルク補正 地図投影法: UTM

・館山83年5月18日 disk 1枚 format: BIL path: 107-row: 36
 LANDSAT-4 MSS(band4-7) 打ち上げ後経過日数0306日
 line—開始: 551 終了: 950 インターバル: 1 総ライン: 400
 pixel—開始: 1745 終了: 2256 インターバル: 1 総ピクセル: 512
 太陽: 府仰角61° 方位角(北から東回り) 115° バルク補正 地図投影法: UTM

4. 作業で使したファイル

館山地域のランドサットデータと標高データをファイルにしたものを示す。これらのファイルは、調査地域を横180, 縦120のメッシュに切った合計21600のデータを、北西端から南西端へと、東向きに連続させたasciiファイルである。ランドサットデータは、財団法人リモー

館山の地形・地質とランドサット MSS データ

トセンシング技術センターから購入した 8 インチフニッピーの MSS データから、FM-11 と FM-R70 を使用して必要部分を切り出した⁵⁾。標高データは、2 万 5000 分の 1 地形図を拡大コピーした後にメッシュを切って、各メッシュの高度を読み取った。

ランドサットデータのファイル名は、撮影された年代とバンドがわかるように、TA83MS4.D, TA83MS5.D, TA83MS6.D, TA83MS7.D, TA79MS4.D, TA79MS5.D, TA79MS6.D, TA79MS7.D とし、標高データは、TCHI_AL.D とした。MSS データや標高データなどには、ファイル名の拡張子に D を付け、rtstatl.exe で統計処理をおこなった結果のファイルには拡張子 S を付けた。また、rtcorr.exe で相関計算をした結果のファイルには、拡張子 T を付けた。

調査地域全体のファイル数は 38 で、その内訳は次のようである。

(種類)	(基本)	(統計)	(相	関)
標高データ	TCHI_AL.D	TCHI_AL.S	TAHIL794.T TAHIL795.T TAHIL796.T TAHIL797.T TAHIL834.T TAHIL835.T TAHIL836.T TAHIL837.T	
MSS データ (79年)	TA79MS4.D TA79MS5.D TA79MS6.D TA79MS7.D	TA79MS4.S TA79MS5.S TA79MS6.S TA79MS7.S	TA794795.T TA794796.T TA794797.T TA795796.T TA795797.T TA796797.T	
MSS データ (83年)	TA83MS4.D TA83MS5.D TA83MS6.D TA83MS7.D	TA83MS4.S TA83MS5.S TA83MS6.S TA83MS7.S	TA834835.T TA834836.T TA834837.T TA835836.T TA835837.T TA836837.T	

なお、A1 から D6 の 24 地区別に同様なファイルを作成したので、今回作成したファイルは、総計 671 本となった。

4. 館山地域のランドサット画像処理メニューの概要

ここに紹介するシステムは、日本語 MS-DOS V 3.10 で作動する富士通の FM-R70 上に Basic コンパイラを用いて構築した。主なプログラム数は 11 本である。各プログラムは、メニュープログラムから呼び出すようにした。次に、それぞれのプログラムの概要をしめす。

(1) rtbibun.exe - 微分表示

MSS データ及び標高データについて、ピクセルとその隣接ピクセルとの、微分値を計算・表示する。入力ファイルは ta(79/83)ms(4-7).d と tchi_al.d であり、全地域の微分値を 15 段階に分けてカラーで分布を表示する。標高データについてこのプログラムを実行すると、急

傾斜地域がカラー表示できる。

(2) rtstatl. exe - 統計処理

MSS データと標高データを統計処理する。総計・平均・標準偏差・最大・最小を計算し、データの分布頻度をグラフで表示する。MSS データファイル ta(79/83)ms(4-7).d 及び標高ファイル tchi_al. d から読みとった値を計算した後に、その結果を ta(79/83)ms(4-7).s と tchi_al. s というファイル名で記録する。79年と83年のバンド4~7のデータの分布頻度をグラフィック表示する機能をもっている。

(3) rtstat2. exe - 地域別統計処理

地域別の MSS データと標高データを統計処理する。統計・平均・標準偏差・最大・最小を計算し、データの分布頻度をグラフで表示するのは、全体の統計処理と同じである。MSS データファイル tb(79/83)(4-7)(al-d6).d 及び標高ファイル tbhi_(al-d6).d から読みとった値を計算した後に、その結果を tb(79/83)(4-7)(al-d6).s と tbhi_(al-d6).s というファイル名で記録する。79年の4バンドと83年の4バンドの分布頻度をグラフィック表示する機能を有する。

(4) rtpsewl. exe - シュードカラー表示

MSS データ及び標高データについて、各データの強度をグラフィック表示する。入力ファイルは ta(79/83)ms(4-7).d と tchi_al. d であり、各データの値を15段階に分けてシュードカラーで分布を表示する。標高データについてこのプログラムを実行すると、高度別に色分けされた高度分布図がカラー表示できる。

(5) rtpsew2. exe - 地域別シュドカラー表示

地域別の MSS データ及び標高データについて、各データの強度を15段階にカラグラフィック表示する。入力ファイルは tb(79/83)(4-7)(al-d6).d と tbhi_(al-d6).d であり、各データの値を15段階に分けてカラーで分布を表示する。標高データについてこのプログラムを実行すると、高度別に色分けされた地形図がカラー表示できる。

(6) rtpcorr. exe - 相関表示

MSS データ及び標高データについて、2つの要素の相互関係を計算・表示する。入力ファイルは tb(79/83)ms(4-7).d と tchi_al. d であり計算結果を ta(79/83/hi)(4-7/1)(79/83/hi)

(4-7/1). t に記録する。結果は X 軸と Y 軸に展開して、15段階にカラーグラフィック表示される。

(7) rtslice. exe - 2 バンド間演算

標高データ及び MSS データについて、1つのデータをフィルターとして、他のデータの強度を15段階にカラーグラフィック表示する。入力ファイルは ta(79/83)ms(4-7). d と tchi_al. d であり、データの強度を15段階に分けてカラーで分布を表示する。

(8) rtcubic. exe - 立体カラー表示

調査地域を上空からながめたような立体地形を表示し、MSS データ強度に合わせて15段階にカラーグラフィック表示する。その際に、視点を様々な位置にすえることができる。入力ファイルは tb(79/83)ms(4-7). d であり、tchi_al. d から標高を読みとる。

(9) rtsect. exe - 地形処理

標高データの編集・作成・変換を行なう。Basic のエディターを利用して作成した標高データテキストをさまざまな形に編集するユーティリティである。テキストを t(b/c)hi_(al-d6). d として小地域ごとに記録する。2 文字目の b は30ピクセルごとに区切ったデータを、c は900個のデータを一行に並べたデータをしめす。

(10) rtcut. exe - ファイル処理

MSS データを、30ライン×30ピクセルの小地域ごとに分割する。元のファイルは ta(79/83)ms(4-7). d であり、これを A1 から D6 までの希望する地域ごとに分割し、t(79/83)(al-d6). d というファイル名で記録する。

(11) rthigh. exe - 地形統計表示

標高データ統計処理結果の高度分布をグラフィック表示する。tchi_al. s として記録されたファイルから統計処理結果を読みとった後に高度分布を 0 m から 190 m まで 10 m 毎に表示する。MSS データの表示とプログラムを分けたのは、縦軸の目盛りが異なるからである。

6. 三次元グラフィックについて

著者の作成したプログラム rtcubic. exe では、調査地域を立体的にグラフィック表示している。そこで、三次元グラフィックスについて触れることにする。

(1) グラフィック表示における座標系

三次元直交座標の表わし方の一つである(図4参照)右手系は、右手の人差指、中指、親指を互いに直角になるように開いて、順にX軸、Y軸、Z軸とした時の3軸の状態をいう。左手系は逆の軸関係を持っており、コンピューターグラフィックスではよく使用される。右手系から左手系への変換は、Z軸を逆にする事により、容易に実現できる。ここでは視平面座標系に左手系が使われている。

三次元空間における図形を説明するための座標系としては、図形内に基準点を持つボディー座標系と、図形を配置するためのワールド座標系、そして図形を投影するための視平面座標系(視点座標系)とがある。空間にある図形の点を(X, Y, Z)で表わし、立体図形の回転移動を経て、ディスプレイの二次平面上に置き換えると座標変換が完成する。ボディー座標系からワールド座標系への変換をモデリング変換(図5参照)と言い、ワールド座標系から視平面座標系への変換を投影変換(視野変換)と言う。

(2) 三次元モデリング変換と投影変換

三次元モデリング変換の手順はつぎの通りである⁷⁾。

- ・ボディー座標系での拡大、縮小(スケーリング)
- ・ボディー座標系での回転
- ・ボディー座標系からワールド座標系への座標変換

モデリング変換の変換行列 T_m は、次のような式で表わされる。

$$T_m = T_s T_r T_d$$

ただし、

スケーリングの変換行列: T_s

回転の変換行列: T_r

ワールド座標系への平行移動の変換行列: T_d

視野変換の変換行列 T_v は、次式で表わされる。

$$T_v = T T_a T_b$$

ただし、ワールド座標系の原点を視点に平行移動する変換行列: T

ワールド座標系のZ軸を視線方向に合わせる変換行列: T_a

右手系から左手系への変換行列: T_b

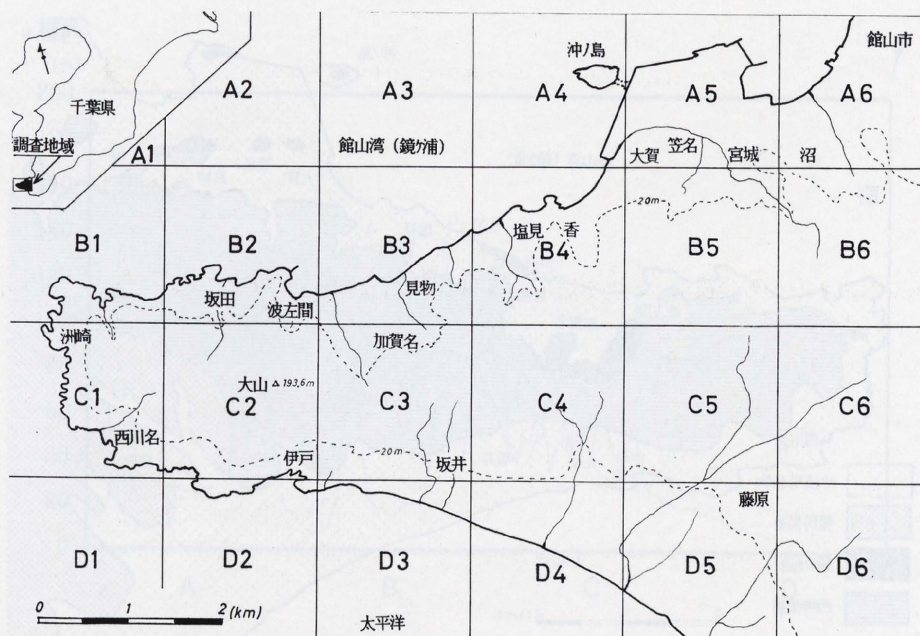


図1 調査地域とその区画

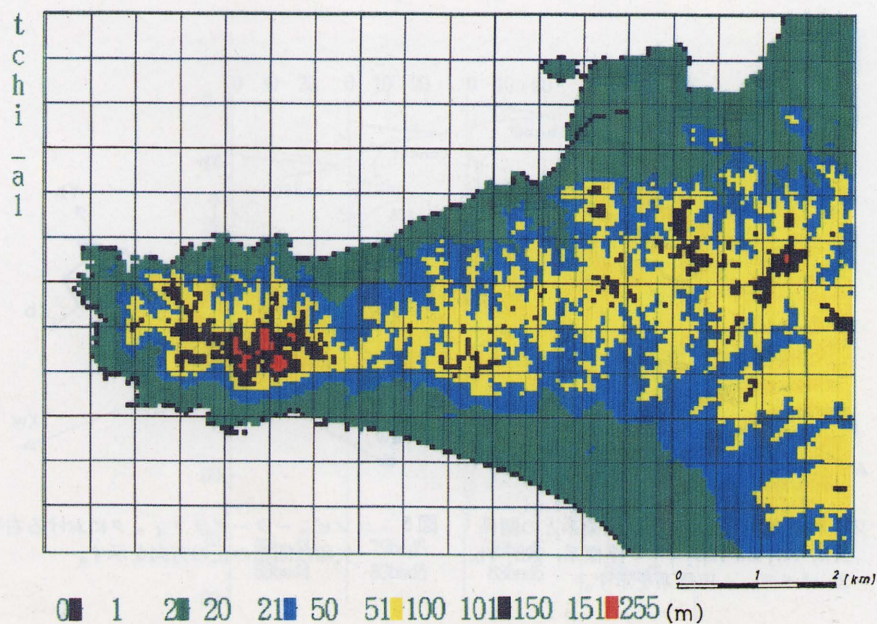


図2 調査地域の高度分布
後述する rtpsewl.exe で 20 m, 50 m, 150 m を境に区分して作成した。

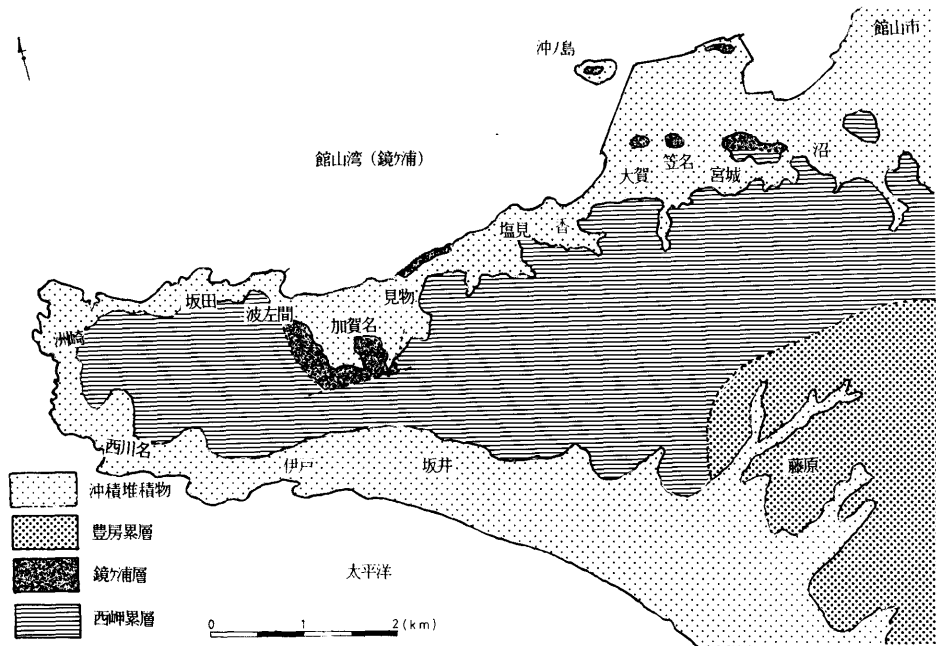


図3 調査地域の地質図

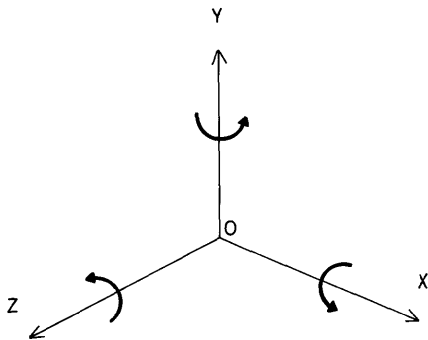


図4 ワールド座標系とボディ座標系との関係
 X_w, Y_w, Z_w はワールド座標系, X_b, Y_b, Z_b はボディ座標系を示す。

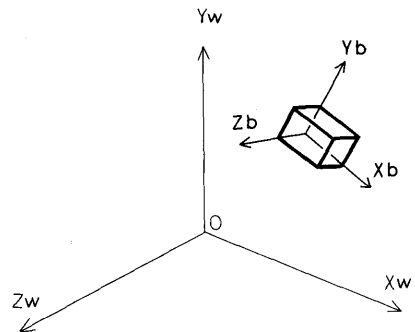


図5 コンピュータグラフィックにおける右手系
矢印は回転の正の方向を示す。

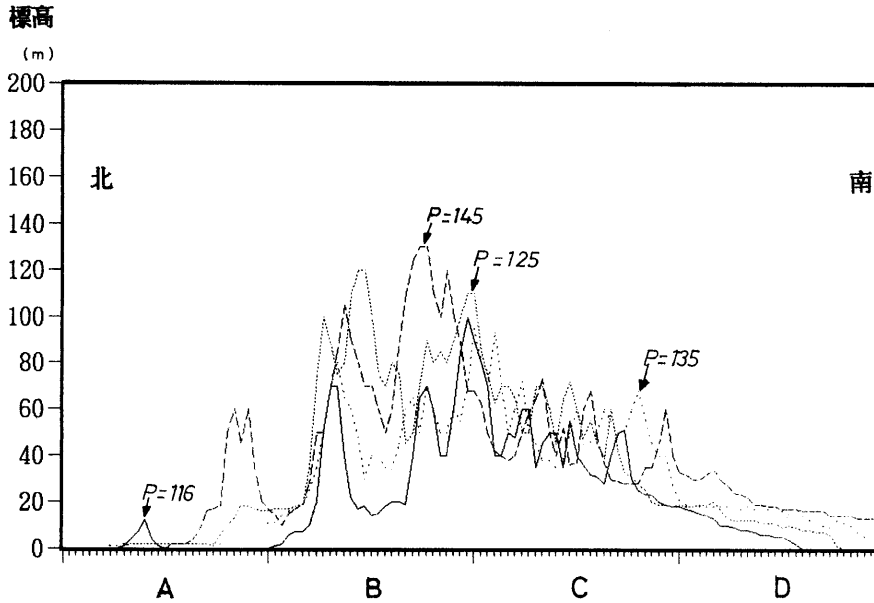
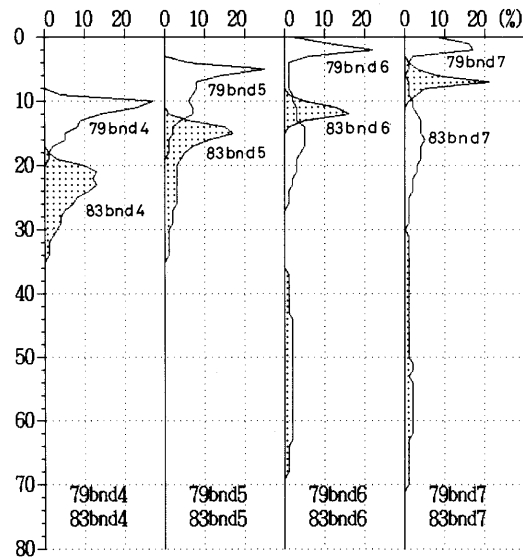


図6 調査地域東部南北方向地形断面図

P=116 は沖ノ島, P=125 は大賀, P=135 は笠名, P=145 は宮城を通る。



file = ta(79/83)ms(4-7).s

図7 1979年と1983年のランドサット MSS データの階調分布

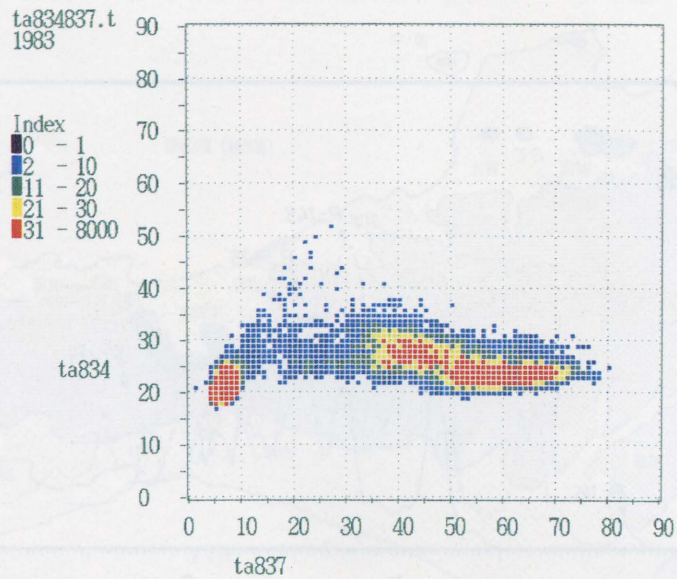


図8 1983年ランドサット MSS のバンド4 とバンド7 との関係

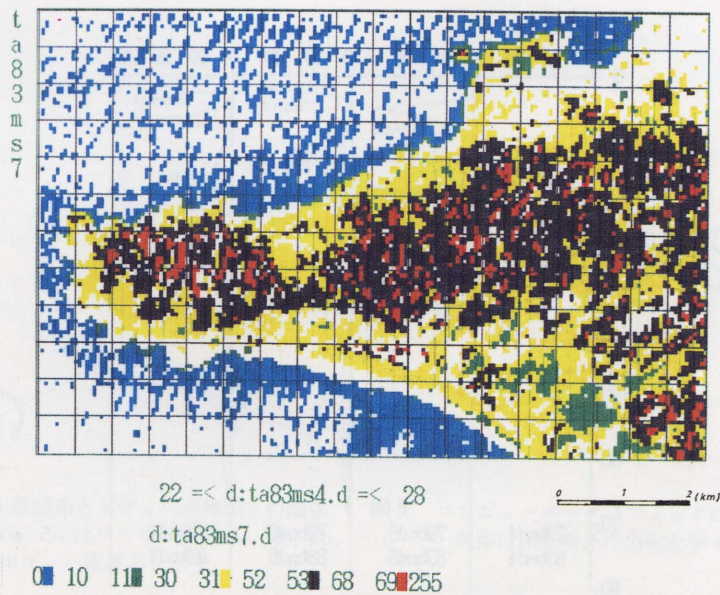


図9 1983年ランドサット MSS データのバンド4 とバンド7 で合成した画像
青色は海域，黄色は草地，赤色と黒色は森林，緑色は水田や湿地を示す。

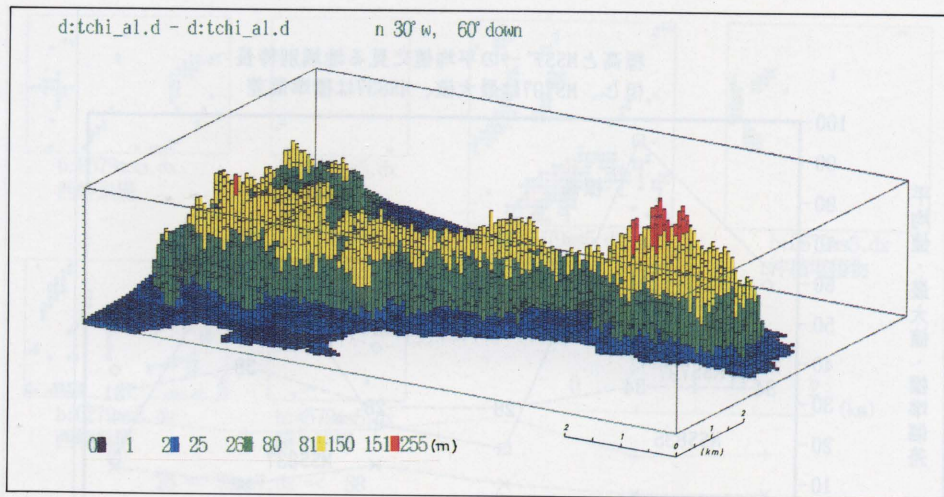


図10 調査地域の立体地形

rtcubic.exe で作成、北西30°の方向から60°下に調査地域を見下ろしたもの。
 青は 1~25 m, 緑は 26~80 m, 黄は 81~150 m, 赤は 151 m 以上を示す。
 標高 150 m 以上の土地が岬の西部にある。

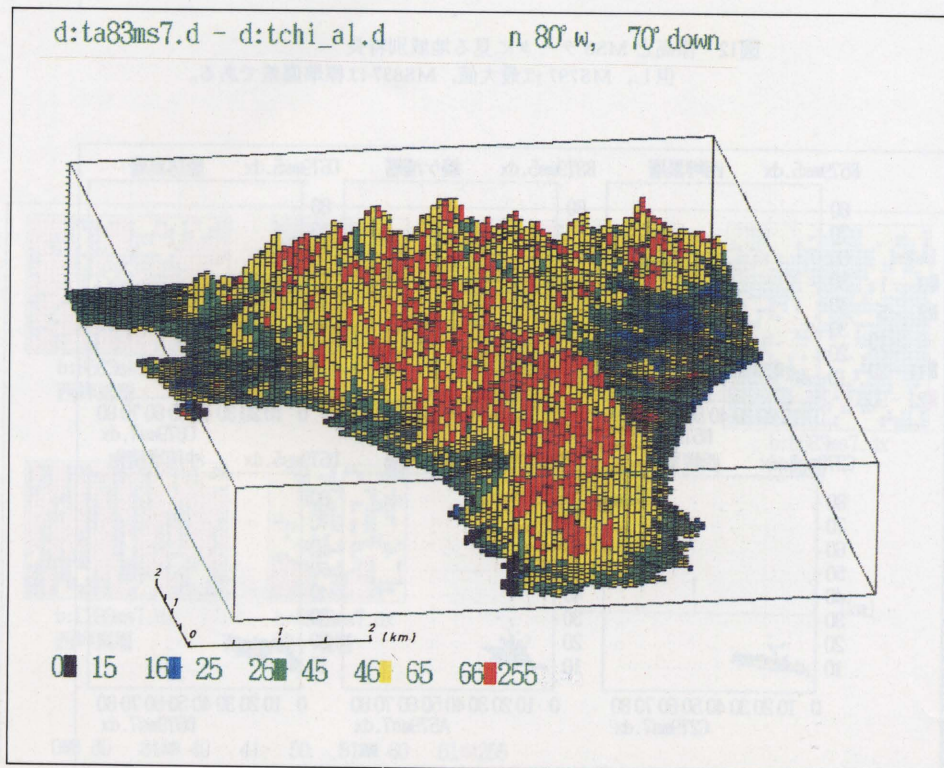


図11 1983年ランドサット MSS データのバンド7で見た調査地域

rtcubic.exe で作成、北西30°の方向から60°下に調査地域を見下ろしたもの。

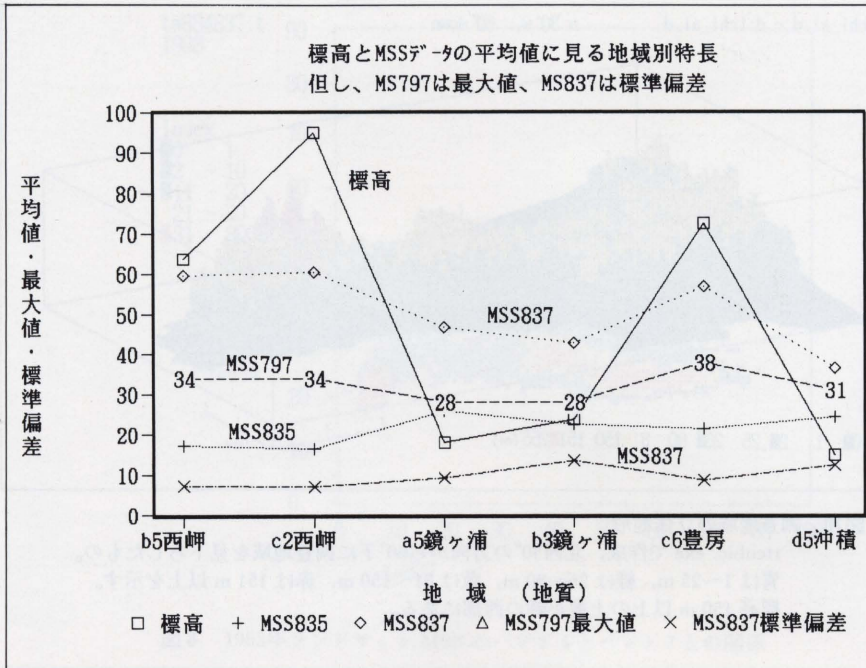


図12 標高とMSSデータに見る地域別特長
但し、MS797は最大値、MS837は標準偏差である。

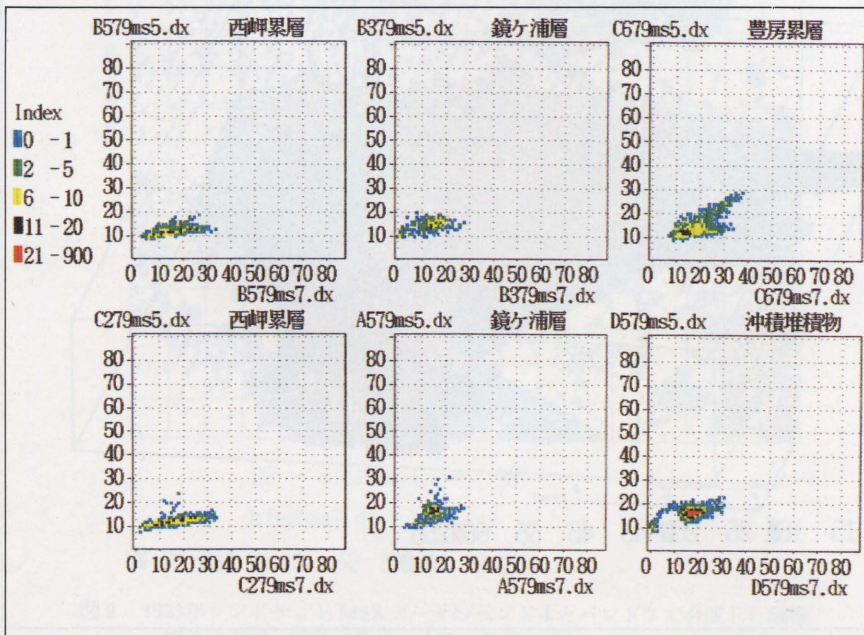


図13 1979年ランドサットMSSデータのバンド5とバンド7との関係

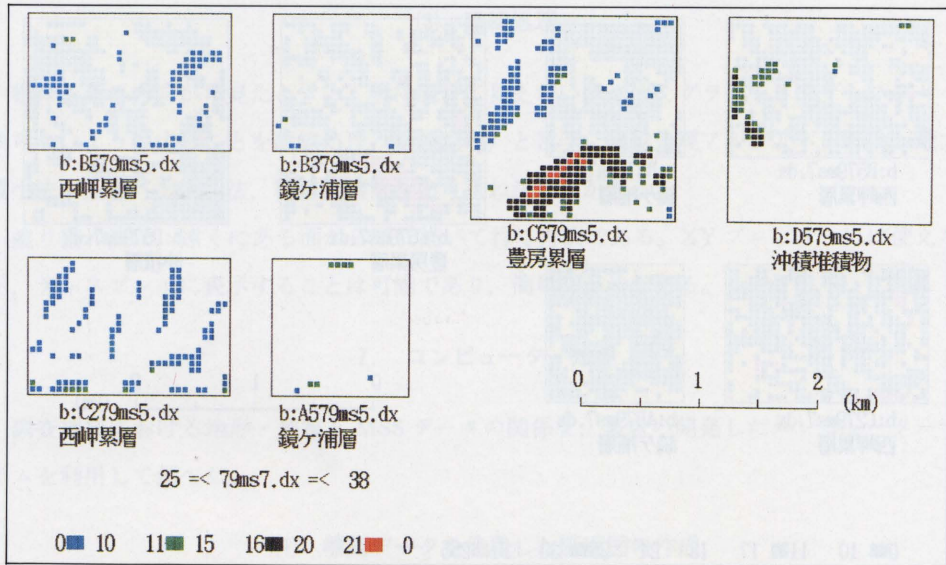


図14 1983年ランドサット MSS データのバンド7で見た6比較地域の画像

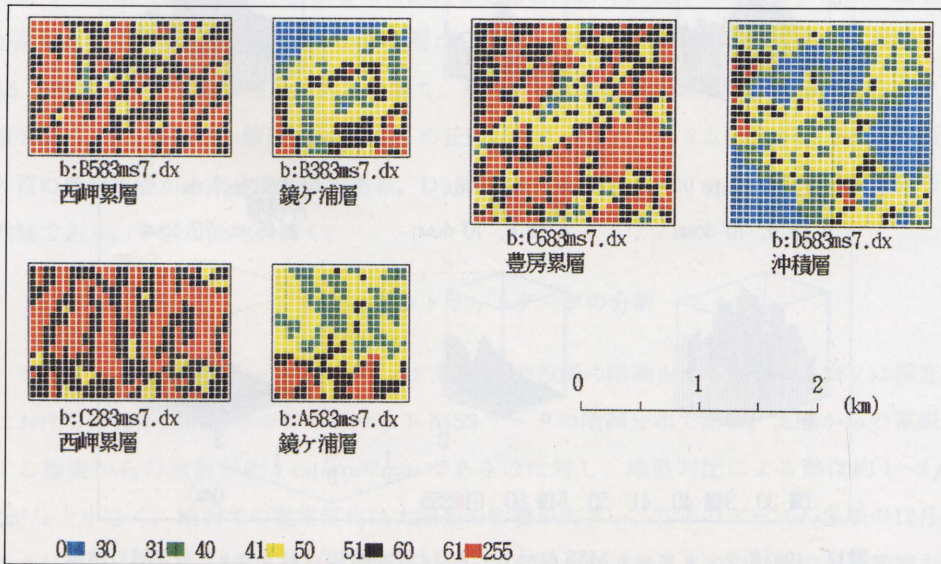


図15 1979年ランドサット MSS データのバンド5とバンド7で合成した6調査地域
バンド7をフィルターとしてバンド5を4段階にカラー区分した。

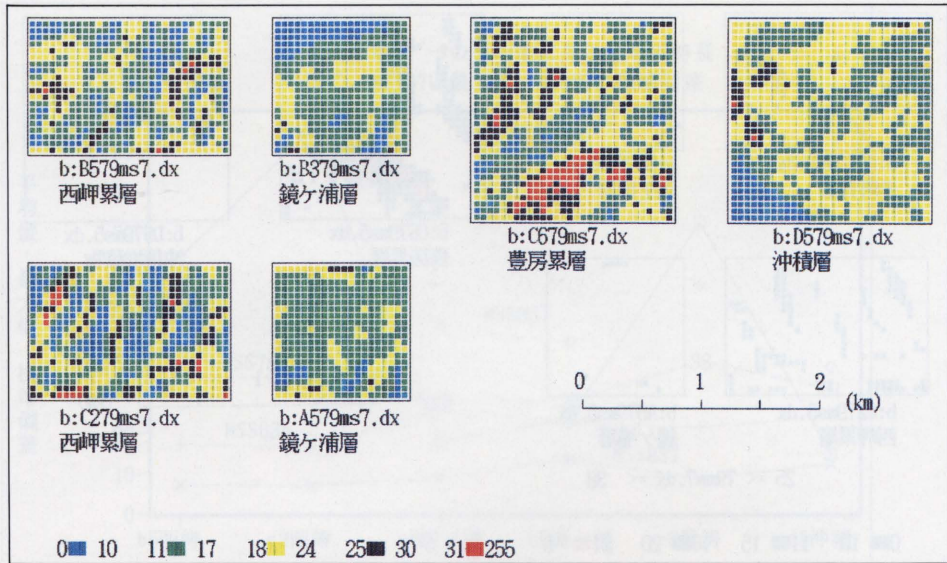


図16 1979年ランドサット MSS データのバンド7で見た6比較地域の画像

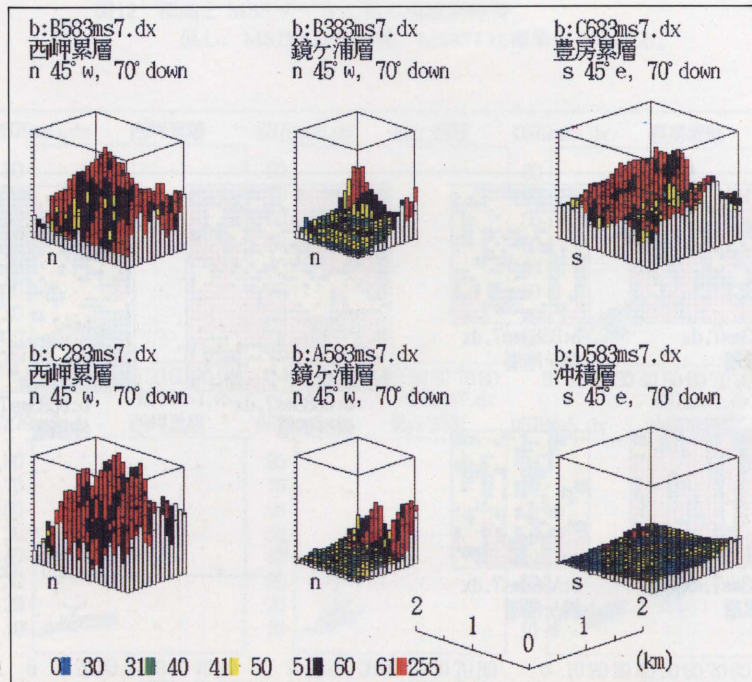


図17 1983年ランドサット MSS のバンド7で上空から70°下に見た6比較地域の画像
水平方向の視点は北から45°西または南から45°東の方向からである。

(3) 陰線処理

物体をある方向から見たときに、陰に隠れて見えない線や面をグラフィックディスプレイに映らないようにすることを陰線処理（陰面処理）と言う。陰線処理アルゴリズムには、最大・最小法、放線ベクトル法、稜線深索法、塗り重ね法などがある。

塗り重ね法は、遠くにある面から順に描いて行く方法である。XYプロッターには使えないが、ディスプレイに表示することは可能であり、簡単な方法である。

7. コンピューター処理

調査地域における地形・地質と MSS データの関係を、著者の開発したコンピューターシステムを利用して調べた。

(1) 標高データを使用した断面図の作成

標高データは東西180、南北120の二次元配列を持っている。この性質を利用すると、東西及び南北方向の地形断面図を容易に描くことができる。図6は、A4～D4、A5～D5地域を南北で切った断面である。P=116の断面は、A4右端の沖ノ島からD4の右端を結ぶ線上である。P=125の断面は、A5左端の大賀からD5左端の布沼を結ぶ線、P=135の断面はA5中央の笠名からD5中央を結ぶ線、P=145の断面は、A5右端の宮城付近からD5右端の藤原を結ぶ線で切った断面である。AからDまでの断面を見ると、西岬累層の分布するB地区が最も標高が高く高低差が大きい。最も古い西岬累層が分布する地域は風化に対して強いことに関連する。A5地域は、低い丘陵や残丘がある地域で、凝灰質の鏡ヶ浦層が断層で区切られて存在する地域である。C5地域は、標高40 m～80 mの丘陵が続ぎ、リズムミクな凹凸がある。より新しく砂質の豊房累層が分布する地域である。D5地域は、標高10 m～20 mの沖積堆積層が分布する地域であり、平坦な低地が続く。

(2) ランドサットデータの分析

ランドサット MSS データは、1バンドあたり128段階の階調をもっている。表2は調査地域における1979年と1983年のランドサット MSS データの階調分布である。太陽からの電磁波による地表からの放射が約 $1 \text{ cal/cm}^2/\text{min}$ であるのに対し、地温勾配による熱は約 $1\sim 2 \mu\text{cal/cm}^2/\text{s}$ と小さく、地表での温度変化は太陽光の影響が大きい。79年のデータが冬季の12月に撮影されたのに対し、83年は初夏に撮影された。近紫外から近赤外までの反射の波長帯域を対象とする観測では太陽照明光量の多いほうが明瞭なデータが得られる。各バンドの平均、標準偏

表2 館山地域ランドサットデータ 統計表 (全データ数21600個)

種 類 バンド	1 9 7 9 年 MSS				1 9 8 3 年 MSS			
	4	5	6	7	4	5	6	7
平 均	12.0	8.1	10.1	10.3	24.2	19.0	35.3	35.3
最 小	7.0	2.0	0.0	0.0	17.0	10.0	6.0	6.0
最 大	27.0	28.0	39.0	38.0	66.0	74.0	88.0	88.0
標準偏差	2.0	3.5	8.1	8.9	4.0	6.1	21.5	21.5

差, 最大, 最小ともに1983年のほうが大きくなっている。

図7は1979年と1983年の各バンドの階調分布を示す。バンド6とバンド7では, 海と陸の値が分離しており, 79年よりも83年のほうが開き大きくなっていることがわかる。

(3) 異なるバンド間の相関

図8に1983年のバンド4とバンド7の相関を例示する。MSS データのバンド4は, 葉緑素の反射の最大域を含んでいる。83年のデータは初夏に撮影された。初夏の調査地域で葉緑素を多く持っているのは, 海水中の植物プランクトンと陸地の森林である。83年のデータでは, バンド4の20~25の部分にピークがあり, バンド7の8付近と60付近の2カ所にピークがある。8付近のピークは海域を示し, 60付近のピークは森林を示している。大賀地域の調査⁶⁾でも同じ傾向があった。

(4) 異なるバンド間の演算とシュードカラー表示

樹木は $0.58\mu\text{m}$ で吸収が大きく, 近赤外で反射が大きいことはよく知られている。従って,

$$(\text{バンド5}) \cup (\text{バンド7})$$

の演算により, 森林地域を抽出することができる。図9は, この方法で抽出した調査地域の森林分布図である。この図では, 赤色と黒色が森林分布を示し, 黄色は草地, 青色は海域を示している。5月に撮影された画像であることから考えて, 緑色は水田のような湿った土地に類する地域である。

(5) MMS データや標高データの立体カラー表示

標高データやMSS データを立体表示すると, 視覚的に状況を把握できる。図10は, 標高データを調査地域の北西 30° , 上空 60° の視点から見おろしたものである。岬の西部に標高の高い所があり, 加賀名地域のやや低い地域を経て稜線が東へ続いているのがわかる。

図11のように ta83ms7. d を北西80°, 上空60°から見おろすと、山地を取り巻く平坦地の様子がわかる。鏡ヶ浦層の分布する加賀名地域は平坦地で階調が26~45であり、太平洋側の海岸線には階調が16~25の低地が広がる。西岬累層で構成される山地の階調は66以上である。

(6) 地形・地質とランドサットデータ

調査地域の中から、地質の異なる6比較地域をサンプリングしてファイルを作成した。地形・地質とMSSデータとの関連を調べるためである。6比較地域の地形・地質の概略を次に示す。

(B5 地域中南部) 大賀から宮城に至る地域の南方には、シルト岩よりなる西岬累層が山地を構成している。この地域の西岬累層は、東西性の背斜軸を北側に有するが、南にゆくにしたがって地層の傾きは南傾斜となる。

(C2 地域中北部) 西岬の西端付近にあり、坂田から波左間に至る地域の南方は、西岬累層のシルト岩が模式的に分布する山地である。調査地域中で標高が最も高く、西岬累層の分布地域を代表する地域である。

(A5 地域南部) 大賀地域は、鏡ヶ浦層が基盤岩となっている平坦地である。この地域の鏡ヶ浦層は、透水性の凝灰質砂岩からなり、北に傾いた単斜構造をなしている。鏡ヶ浦層の上には沖積層が薄く分布し、畑や住宅地が続いている。

(B3 地区南部) 館山湾に面した加賀名、見物地域は、鏡ヶ浦層が平坦地の基盤を構成している。鏡ヶ浦層は粗粒の凝灰質砂岩からなり、周囲の山地に露出する西岬累層とは断層で接している。加賀名の南にある切り通しでは、西岬累層と鏡ヶ浦層が断層で接しているのが観察されたが、現在では道路工事のために見えなくなっている。

(C6) 藤原付近の丘陵地には、薄いシルト岩を挟む凝灰質粗粒砂岩からなる丘陵地が広がっている。凝灰質粗粒砂岩の固結度は鏡ヶ浦層よりも弱い。比較的平坦な丘陵が1つの谷で北と南に分けられており、南部は開発が進んでいる。

(D5 地域) 太平洋に面した起伏の少ない低地で、沖積堆積層が厚く堆積している。北東から南西へと3本の川が流れ、水田が広がる土地であるが、北東部には藤原の町があり、南西部の海岸付近にはリゾート施設がある。

6地域のランドサットデータの特徴を表3に示す。図12に示すような83年ランドサットMSSデータの平均値や標準偏差、79年ランドサットMSSに注目して地層・地形とランドサットデータの関係を考えてみることにする。

西岬累層の分布地域での特長は、平均標高が高く、83年MSSデータのバンド6とバンド7の平均値が高いことである。調査地域に露出する地層の中では、西岬累層のシルト岩が最も古

表3 地質の異なるランドサットデータ 統計表 (全データ数5800個)

地域と地質		標高	794	795	796	797	834	835	836	837
B 5 地域 西岬累層 (データ数) 600	平均	63.7	11.1	7.6	14.3	16.2	23.4	17.2	59.3	59.6
	最小	15	8	4	3	3	19	13	44	33
	最大	140	16	14	26	34	29	29	76	78
	標準偏差	30.1	1.2	1.6	5.0	6.2	1.6	2.3	5.9	7.2
C 2 地域 西岬累層 (データ数) 600	平均	94.8	11.3	7.6	14.6	16.9	22.9	16.5	59.2	60.3
	最小	20	8	3	3	2	19	13	43	44
	最大	185	19	19	31	34	31	32	78	84
	標準偏差	37.2	1.3	1.7	5.9	7.5	1.5	2.0	6.3	7.1
A 5 地域 鏡ヶ浦層 (データ数) 400	平均	18.1	14.1	11.4	15.6	15.3	28.1	25.9	51.3	46.8
	最小	1	9	5	3	3	21	14	38	31
	最大	110	25	26	30	28	38	42	70	73
	標準偏差	20.0	2.3	2.8	3.7	3.8	3.3	5.7	6.6	9.2
B 3 地域 鏡ヶ浦層 (データ数) 400	平均	23.8	13.1	10.1	13.5	13.8	26.2	22.5	46.6	42.9
	最小	0	8	5	1	0	21	14	10	5
	最大	100	19	15	23	28	36	37	67	70
	標準偏差	19.6	1.6	2.1	4.5	5.4	2.5	4.2	11.7	13.6
C 6 地域 豊房累層 (データ数) 900	平均	72.4	12.9	10.4	18.4	19.8	25.8	21.4	58.1	56.7
	最小	30	9	4	7	7	20	14	35	27
	最大	130	20	24	39	38	39	45	76	80
	標準偏差	19.4	2.5	3.9	6.5	6.3	2.5	4.3	7.0	8.7
D 5 地域 沖積堆積物 (データ数) 900	平均	14.9	14.5	11.7	17.8	17.1	27.0	24.4	42.4	36.5
	最小	0	10	4	1	0	20	12	9	4
	最大	50	20	18	33	31	54	55	69	69
	標準偏差	8.2	1.5	2.0	4.8	5.0	3.1	4.1	10.4	12.3

くて固結度が大きい。西岬累層のシルト岩からは地下水を得ることが困難であり、西岬累層の分布地域の開発を妨げる一因となっている。調査地域の中では、自然景観を残しているところが西岬累層の分布地域に多い。

鏡ヶ浦層の分布地域での特長は、平均標高がやや低下し、83年 MSS データのバンド4とバンド5の平均値が西岬累層の地域のそれより高いことである。83年 MSS データのバンド6とバンド7の平均値は西岬累層分布地域よりも平均値がわずかに低下する傾向が見られる。バンド6やバンド7は地質構造や地表の水分布を反映する⁶⁾ことから、鏡ヶ浦層の分布地域と西岬累層の分布地域を識別する指標としてバンド6やバンド7が有効である。

豊房累層の分布地域での特長は、平均標高がやや増加し、83年 MSS データのバンド 4 やバンド 5 の平均値は鏡ヶ浦層の分布地域や沖積層の分布地域とあまり変わらず、83年 MSS データのバンド 6 やバンド 7 の平均値が西岬累層の地域と同様の値まで上昇する傾向があることである。

沖積層の分布地域での特長は、83年 MSS データのバンド 6 とバンド 7 の平均値の低下が著しいことであろう。79年（冬季）のバンド 6 とバンド 7 の平均値は、沖積層分布地域で高い値を示している。藤原周辺の沖積地が水田として利用されていることから、5 月には水田に水が張られ、冬季には裸地になっていることを示している。

豊房累層の分布地域である C6 地域の79年（冬季）のバンド 5 とバンド 7 の関係を図13に示す。バンド 7 の強度が30以上の時、バンド 5 は、階調が10～20のグループと、階調が20以上の2グループに別れている。79年のランドサット MSS バンド 7 の階調が25以上38以下で、バンド 5 の階調を分類してみると、図14の C6 地域の南丘陵にバンド 5 の階調が20以上のグループが集中していることが読み取れる。その地域はゴルフ場として土地利用されており、周辺の森林とよく区別されている。

図15は83年のランドサット MSS バンド 7 を5段階に色分けした6比較地域の様子を示す。西岬累層の分布地域と、豊房累層の分布地域で61の値以上が多く、鏡ヶ浦層の分布地域で50前後の値が多く、沖積層分布地域で50以下の値が多いのは、これらの特徴と一致している。又、83年ランドサット MSS バンド 5 で見るように、鏡ヶ浦層の分布地域や豊房累層の分布地域や沖積層の分布地域では、20以上の値の所が目立つ。

図12にもどって83年 MSS データのバンド 7 の標準偏差に注目すると、鏡ヶ浦層と沖積層の分布地域では、他の地域よりバンド 7 の標準偏差が大きく、MSS データのばらつきが大きいことがわかる。土地の利用形態がさまざまであると標準偏差も大きくなる。開発が進んでいることを示している。79年の MSS データのバンド 7 の最大値は、西岬累層の分布地域では34、鏡ヶ浦層の分布地域では28、豊房累層の分布地域では38、沖積層の分布地域では31を示し、地域の地質と対応して変化している。図16は79年のランドサット MSS バンド 7 を5段階に色分けした6比較地域を示す。バンド 7 の階調31以上の所が豊房累層の分布地域である C6 地域に多く、鏡ヶ浦層の分布地域では24以下の土地がほとんどであることも、鏡ヶ浦層と豊房累層を識別するのに役立っている。

1983年ランドサット MSS データのバンド 7 で上空から70°下に見た6比較地域の画像を図17に示す。標高データを使って6比較地域を立体的に表示し、83年のランドサット MSS バンド 7 を5段階にカラー表示して作成した。図15に現われた特徴を立体的に示したものである。B5 地域と C2 地域は西岬累層の分布する山地でランドサット MSS バンド 7 の階調が61以上が

多い。豊房累層の分布する C6 地域はランドサット MSS バンド 7 の階調が 61 以上の地域がやや低い山地を作っている。鏡ヶ浦の分布地域ではランドサット MSS バンド 7 の階調が 50 前後の値を持つ平地が多く、沖積層分布地域ではランドサット MSS バンド 7 の階調が 50 以下の低地が広がっているが、30 以下の水田や低湿地が認められる。

ま と め

ランドサット MSS データは、地形学的・地質学的調査に有益な示唆を与えてくれる。著者はパーソナルコンピュータによるランドサット MSS データ処理システムを構築し、同システムで使用する標高ファイルとランドサット MSS データファイルを作成した。標高データとランドサットデータを同じファイル構造としたので、多様な表現が可能となった。ランドサット MSS データによる各種カラー画像は、館山地域の地形・地質学的特徴を反映した。

参 考 文 献

- 1) 成瀬 洋・杉村 新・小池 清：房総半島南端部の地質学的特徴，地質学雑誌56巻，656号，p. 297 (1950)
- 2) 成瀬 洋・杉村 新・小池 清：房総南端—新第三紀層—，地質学雑誌，57巻，675号，p. 511-526 (1951)
- 3) 成瀬 洋：豊房累層の堆積環境—房総南端その2—，地質学雑誌，60巻，708号，p. 388-399 (1954)
- 4) Chisata T. and Yamazaki Y.: Studies on the Geological structure and the Underground Water in the neighbourhood of Kagana, Tateyama City, Chiba Prefecture, Japan., Bull. Fac. Educ., Chiba Univ., vol. 22, part 2, pp. 161-184. (1973)
- 5) 山崎良雄：マイクロコンピュータを使用したランドサットデータの処理について，国土館大学教養論集，第21号，p. 1-13 (1985)
- 6) リモート・センシング技術センター：地球観測データ利用ハンドブック—ランドサット編・改訂版一，(1986)
- 7) 守川 稔：パソコンのためのグラフィック・ソフト入門，インターフェイス，No. 71，p. 199-219 (1983)
- 8) 山崎良雄：房総半島南端大賀附近の地質とランドサットデータ，国土館大学教養論集，26-27号，p. 41-63 (1988)