

NEAC 2200 (モデル 500)によるデジタル画像処理

上林孝史*

DIGITAL IMAGE PROCESSING WITH THE COMPUTER NEAC 2200-500

Takashi Kambayashi*

Received 1977 October 12

Abstract

Through the *LANDSAT Follow-On Project*, the Hydrographic Department of Japan has received the digital data, contained in the Computer Compatible Tapes (CCT), of Multi-Spectral-Scanner (MSS) from NASA. Some basic computer programs to process and to analyze the CCT data have been prepared for the computer NEAC 2200 model 500 in the department. They are as follows:

1. MSS digital image

Digital values of MSS image are substituted respectively by the selected character to represent such density as similar to photo imagery and are displayed as a digital picture. (Figs. 4, 5)

2. Density variation on a line

For any MSS band, sectionlike graphic representation of MSS image along the scanning line or the orbital track are depicted on printer sheet. (Fig. 6)

3. Correlation between two bands

For any two bands, mutual relations of digital values are visualized as frequency distribution on the X-Y coordinates on printer sheet. (Fig. 7)

4. Histogram of imagery values within the assigned area

For any band, numbers of occurrences of individual digital values (0 to 127) within the limited area are expressed as a histogram. (Fig. 8)

1. まえがき

ランドサット (LANDSAT)・フォローオン計画への参加を通して、水路部でも地球資源衛星 LANDSAT のマルチスペクトラルスキャナー (MSS と略称する) データを入手し、電子計算機を用いた MSS の画像処理をいくつか試みることができた。画像データを電子計算機を用いて解析することは、当部においては初めてのことであり、いわゆるキャラクタ系マシンと言われる NEAC 2200/500 を使って処理することに、全く不安がなかった訳ではないが、作業はほぼ順調にはかどり約 1 年を経過して、いくつかのプログラムも完成したので、その概要を報告する。

後での説明の都合上 LANDSAT およびそれにとりかわされている機器について、簡単に紹介しておく。LA

* 海洋研究室 Marine Research Laboratory

NDSAT 1号(1972年7月 打ち上げ)および同2号(1975年1月 打ち上げ)は、地表上約900kmの高さを、図1に示すように子午線に対し約9度傾く程度の、赤道面とほぼ直角に交わるような円に近い軌道を持った人工衛星で、太陽同期と呼ばれる特別に選ばれた周期を与えられているため、地表に投影された軌道コースは経度30度の間隔に並び、LANDSATは各軌道コース上を18日ごとに定時(地方時09時30分ごろ)に通過する。この衛星にはマルチ・スペクトラル・スキャナー(MSS)およびリターン・ビーム・ビジコン(RBV)と呼ばれる2台の装置がとうさいされていて、いずれも地表の写真的画像を撮ることを目的としている。MSSは4つのバンド(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)を持ち、これらの4つのバンドに、各々6本ずつの同型のセンサーが軌道方向に並んで鏡の回転によって軌道方向と直角に、地表を東西方向に約100マイルの幅で走査する。この1回の走査で地表を見る南北の幅は約500mで、従ってセンサー1本当たりの分解能はこの1/6の約80mである(図2)。MSSのデータは常時地表へ送信するとともに、指令によってテープレコーダーに記録され、直接受信できない地域の画像も得られるようになっている。地上へ送られた帯状の画像信号は、ほぼ100マイル平方の地表区画に分割され(25~35%重複させてある)、70mmあるいは240mmの写真または電子計算機による処理ができるようなデジタルデータに編集して、磁気テープ(Computer Compatible Tapeと呼ばれ、CCTと略称する)の形でユーザーに公開されている。

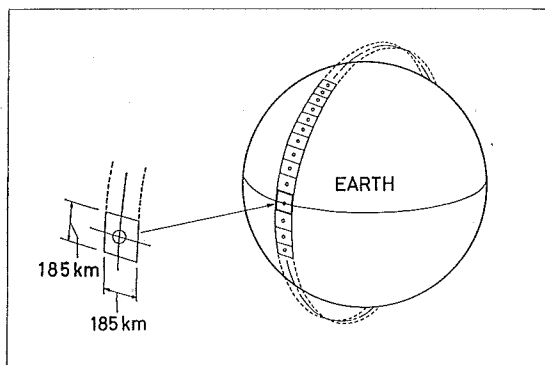


Figure 1 Orbit and one imagery scene of LANDSAT-MSS

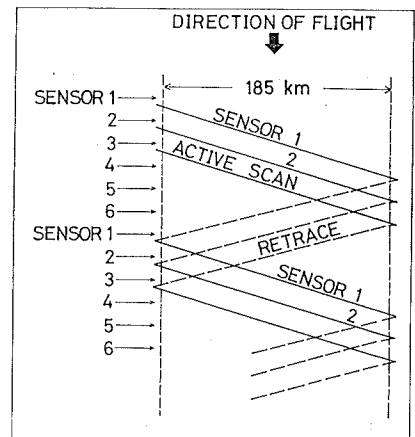


Figure 2 Grand scan pattern for a single MSS detector

2. CCT データ

MSSは鏡の回転で東西方向に走査しながら、南北方向(軌道方向)に走査線を集めて画像を作り上げてゆく。データの単位は、地表で約80m平方の区域からの太陽の反射光の強さであり、それが4つのバンドに分割されているから、分光的な地表の反射特性が観測されるのがMSSの特徴である。地上へ送られてくるMSSデータを時間系列で見れば、走査線に沿った4つのバンドごとの6本の検知器への入射光量の測定値の流れであり、CCTも大体このデータの流れて従って磁気テープ上に記録、編集されている。MSSの動作としては、軌道に沿った地表100マイルの幅の帯状のデータが得られるが、ユーザーにはこれを約100マイル平方の区画(以後シーンと呼ぶ)に分け、2巻の磁気テープ(水路部で入手したものは9トラック、800BPI)に編集し、提供されている。これをCCT(正確には、システム補正CCTと呼ぶべきだが、以下でこのことをことわらない)と呼んでいる。

次にCCTの内容について必要な事項を要約する。

1シーンの区域は軌道方向に沿って4等分され、各々が磁気テープ上のファイルとして独立している。以前はこれらの $\frac{1}{4}$ シーンに対して磁気テープ1巻が使われていたが、最近では $\frac{2}{4}$ シーン分が1巻の磁気テープに収まっている。従ってこの場合1巻のテープに $\frac{1}{4}$ シーンのファイルが二つ独立に記録されている。ファイルは一つの Identification, 一つの Annotation および多くの Data の各レコードによって次のように構成されている。

(1) Identification Record; ファイルの先頭に位置するレコードで (ヘッダーラベルは付いていない) 40バイトからなり、2進コードで書かれている。データファイル識別用である。

(2) Annotation Record; Identification Record につづくレコードで、このシーンに関する注記事項が EBCDIC コードで書かれている。624バイトからなる。

(3) Data Record 群; 以上のレコードに続いて Data Record が2340レコード並び、この数が1シーン分の走査線数になる。一つの Data Record は $\frac{1}{4}$ シーン分の走査線に対応し、この中に8バイト画像データグループと呼ばれる単位で、405個分のデータとそのあとに56バイトの Calibration データが続いている。

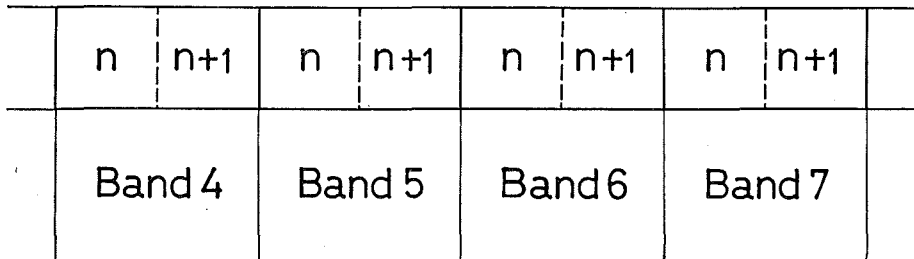


Figure 3 CCT 8 byte data group

(i) 8バイト画像データグループ

8バイト画像データグループは、CCTに編集されたMSSデータの最小の単位である。一つの8バイト画像データグループは、図3に示すように4つのバンドに対し各々2点(画素)分ずつの合計8個のデータから構成されている。またいずれのバンドでも1点分のデータは、数値の大きさの順で暗から明に対応する。各バンドの最大値、およびそれに対応する光量(放射輝度の単位で測る)を表1に示す。

Table 1 Maximum radiance at MSS

band	CCT digital value		radiance (mW/cm ² ·SR)
	minimum (dark)	maximum (bright)	
4	0	127	0 — 2.48
5	0	127	0 — 2.00
6	0	127	0 — 1.76
7	0	63	0 — 4.60

(ii) キャリブレーション・データ

一つのバンドに属する6個の検知器の特性は同じではない。従って測定された値をそのまま使って地表画像を作り上げると、横じまが目立つ画になるだろう。これを避けるためと個々の計測値から、放射輝度を求めることができるように、CCTに与えられた値には放射補正がほどこされている。キャリブレーション・データは、このような放射補正に用いた一次式の係数を記録したもので、データ利用上特に不可欠なものではない。このような補正が行われているから、例えばバンド4であれば、CCTの値127が $2.48\text{mW/cm}^2 \cdot \text{SR}$ に対応するように、CCTの数値と放射輝度が比例関係をもっている。

3. CCT解析用プログラム

今回作成したCCT用のプログラムは、MSSによるリモート・センシング解析用としては初歩的なものではあるが、順序としてはこのようなプログラムの上に、高級なものを積み重ねて行かなければならない。CCTを解析した結果は、図によって出力するものが多いが、現在のところこれらの出力をすべてラインプリンターで代用している。

以下プログラムごとにその内容のあらましを説明する。

(1) デジタル画像

(i) 目的

CCT上のデータ値は地表物からの反射光量に対応する測定値であって、 $0.5\mu\text{m}$ から $1.1\mu\text{m}$ までのほぼ可視および近赤外が、4つのバンドに分けて測られている。従ってあるバンドに着目してCCT上の値を濃度に置き換えて出力すると、ポジ写真のような画像出力が得られる。フィルムと違って濃度値(CCT上の値)に対して任意の活字をあてはめて出力できるから、写真における γ -特性に相当するものが、全く自由に選べるのが特徴である。

(ii) 概要

このプログラムを使用する時点で定めるパラメーターは、バンド、描出する区域、濃度値にあてはめるべき活字の種類3項目である。これらは操作カードによって計算開始時に指定される。濃度値に対応する出力濃度に幅をもたせるために1行に2度打ちすることも可能である。写真と違ってラインプリンターで出力された活字を読んで濃度値がどの(範囲の)値かということもわかる。わずかの濃度の差の地上模様を画像として強調したりできることも、このデジタル画像の特色の一つである。このプログラムで画像寸法を縮小する方法は点を間引くことである。この間引き方で東西、南北の縮尺比は自由に変わる。一般的にこのような方法で出力した図形は幾何学的にはひずんでいるから、地図として利用するには、別にひずみ補正のプログラムを用意しなければならない。点を間引くにあたって、その周辺の値の平均値で置き換えることもできる。そのような方法はノイズの消去に有効である。

(iii) 実例

図4にLANDSAT 2号によるバンド4の伊勢湾のシーンの一部(全シーンの約 $1/20$ の面積)を出力したものを示す。バンド4は他のバンドに比べて海からの反射に良く感じる波長域である。この図は陸、反射の強い水域、反射の弱い水域の三つに大別して出力したもので、陸部の細かな模様はつぶれている。水域は2段階に分かれており、伊勢湾内では西の方ほど海は明るい。恐らく透明度が悪く水中懸濁物からの反射であろう。この図はMSSシーンの区域の抽出であり点(画素)は全部使っている。従って地図としてのひずみは別として地表分解能はこれが限度である。図は写真で縮めてあるが原寸法は縦 2.3m ×横 2.0m の大きさで

ある。この図ではわからないが、原図では伊勢湾奥の防潮堤や巨大船らしきものが判別できる。

また図5は、昭和50年9月11日にLANDSAT 2号が潮岬沖で写したMS Sバンド4による海面模様である。渦状模様の短径は約20 kmで、沿岸水が黒潮に引かれて渦状に沖合へ流れ出たものと解釈されている。バンド4で見た海面の明るさは、CCTが示すカウント値で12~14の狭い範囲で、通常の出力では判別が容易ではない。この図は6本の検知器の指定の1本だけを使い、更に走査線上で5画素分を平均して1点に縮めて出力したものである。



Figure 4 Digital image (negative) of band 4 near the Ise-wan

(2) 一元グラフ

(i) 目的

濃度値の変化を縦(南北)方向あるいは横(東西)方向の断面として図示させる。同一図上に4つのバンドの濃度値変化が併せて示されるから、地表の分光的な反射特性を調べるのに役立つ。

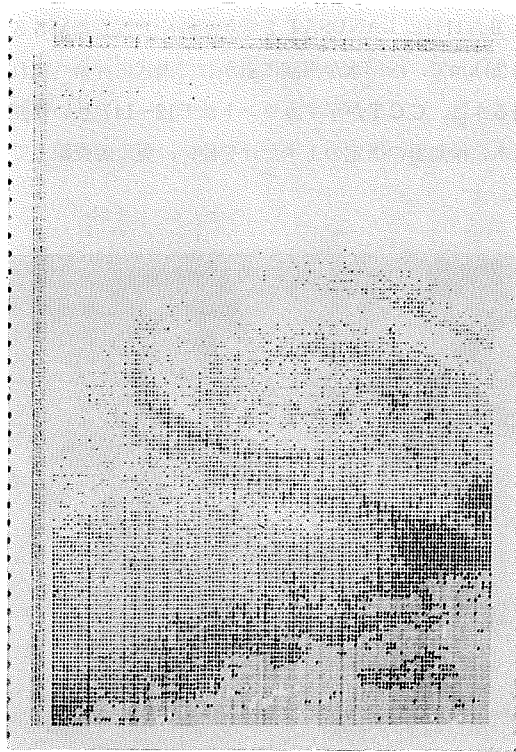


Figure 5 Band 4 digital image depicted from every 6th lines of CCT data

(ii) 概要

東西方向は1本の走査線のデータ・ブロックを見るだけでよいから、調べたい走査線のラインNo.と図示すべき東西両端を指定すればよい。これに対し南北方向は各データ・ブロック上の指定された横方向の座標を、逐次取り出して図示しなければならない。よって処理時間を早くするために、必要な地域のデータ・ブロックを磁気ディスクに格納してから画素を抽出する。

(iii) 実例

図6は3-(1)項の図4における右下の5本の実線の箇所を各々図示したものである。どのバンドにも共通して比較的濃度値が大きくかつ変化も大きいところが陸部すなわち半島の断面にあたる。

(3) 関連グラフ

(i) 目的

個々の画素のもつ濃度値の大小からみた地表の反射特性を、任意に選んだ二つのバンドからX-Y平面上の度数ひん度分布図として示す。これによってある抽出された地域について、分光的な反射特性を統計的に調べることができる。

(ii) 概要

二つのバンドの指定と地域の指定が、パラメータカードから与えられる。指定された二つのバンドにXおよびY座標が与えられ、各々の濃度値が座標値になる。1~9までの度数ひん度についてはそのまま数字で示される。値が10を越えたものについては、例えばAなら10から13までというように、英字に値(10~99の

範囲)を付与して印字する。

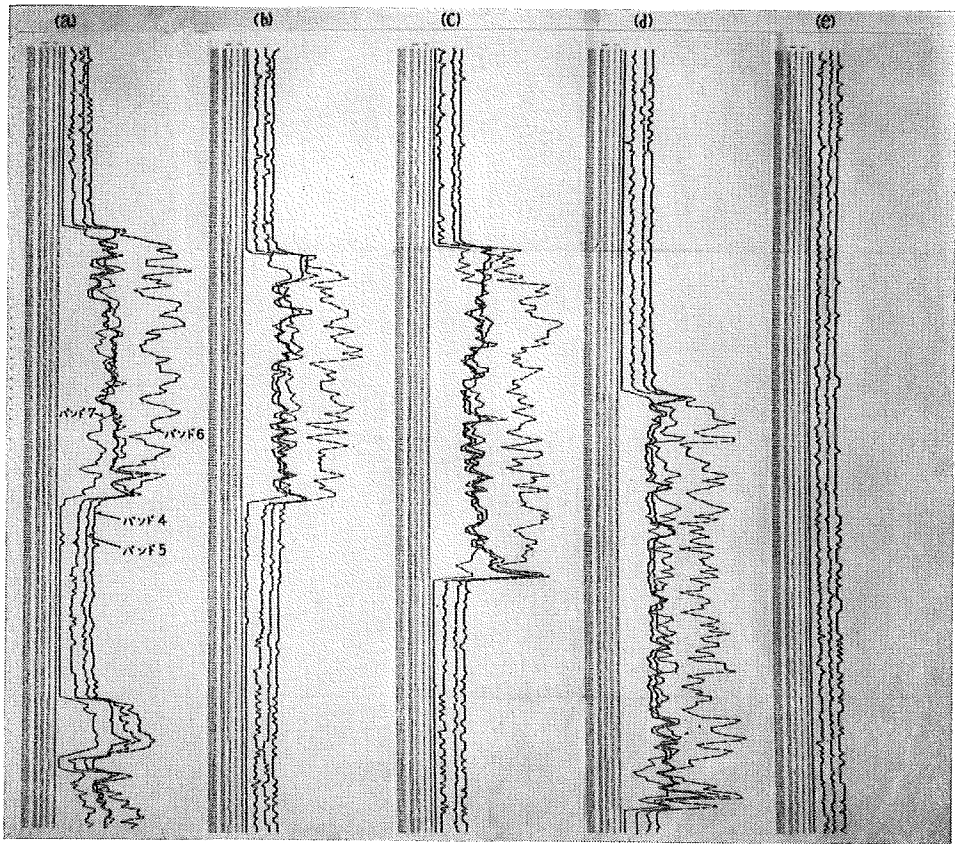


Figure 6 Density variation of MSS (band 4, 5, 6 and 7) across Tita-peninsula (west-east)

(iii) 実例

図7は海面上に雲の見える部分のバンド4およびバンド6の相関グラフである。座標上原点に近い方が雲の薄い部分で、雲の厚い部分まで相関は直線的である。分布図左下方端は海面からの反射と一致している。バンド4では海面は $0.23\text{mW}/\text{cm}^2\cdot\text{SR}$ 、一方バンド7では海からの反射は0である。

(4) 地域内ヒストグラム

(i) 目的

指定された一つのバンドについて、地域を指定してそこでのデータ値(濃度値)の度数分布図をつくる。これによって調べたいと思う地域での、バンドごとの濃度値の分布がわかる。反射率の違いから地表の特性を調べる場合、このヒストグラムからどの濃度値を強調すべきかの見当をつけてから、デジタル画像を作るといような利用の仕方ができる。

(ii) 概要

パラメータは、バンドおよび区域の指定の2項目からなる。グラフは縦軸に濃度値を、横軸に度数を表わす。“*”1個がデータ(画素)数1個を示す。データ数が100を越えると次の行に印字する。

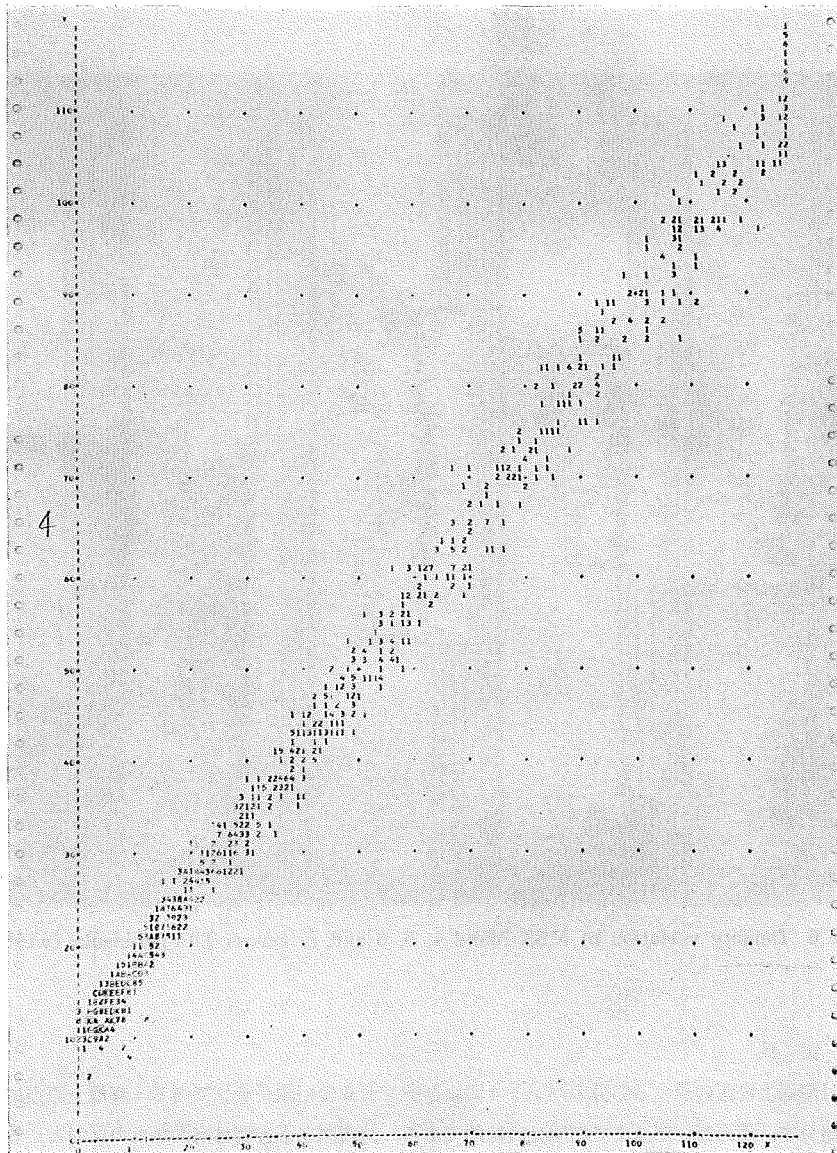


Figure 7 Density correlation between bands 4 and 6

(iii) 実例

図8は、図4における5本のラインのうち(a)以下連続する4本の走査線を抽出して、グラフに示したものである。濃度値49以上は該当するデータがないので省略した。濃度値20以上が陸部に相当する。

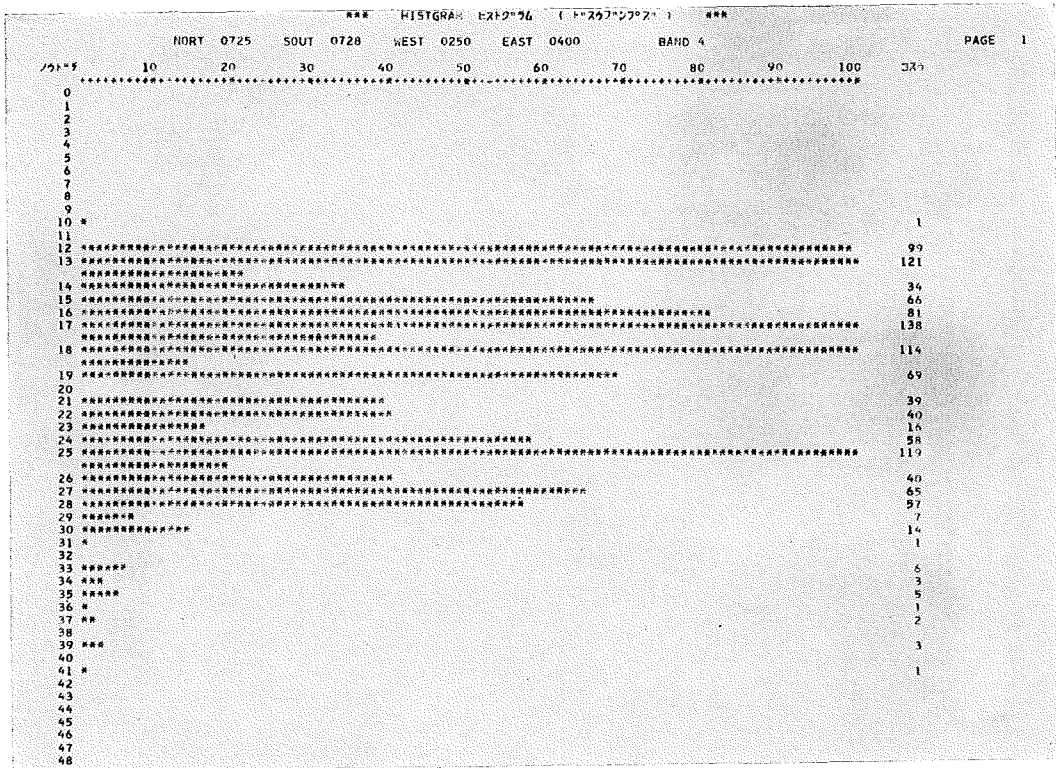


Figure 8 Histogram of imagery values across Tita-peninsula

4. おわりに

MS S画像の計算機処理はデータが膨大であり、処理する方法によってはたいへん困難であり、ディスクの効率よい使用もこれからの課題となっている。さきにも述べたように、画像処理を手がけて1年、まだまだ初歩的な段階ではあるが、ますます重要性をおびてくると考えられ、今後はより数値的な解析に着目して、調査を進めてゆきたいと考えている。

最後に、この報告を作成するにあたって、有益なご教示をいただいた海洋研究室長 徳弘敦氏 に深く感謝致します。またプログラムを作る上で、多大の協力をいただいた編暦課電子計算機室の諸氏に厚くお礼申し上げます。

参 考 文 献

Goddard Space Flight Center, 1972: Earth Resources Technology Satellite Data Users Hand-book
 科学技術庁 資源調査所, 1976: リモートセンシング情報利用技術の開発に関する調査報告書
 丸安隆和・土屋 清・中島 巖・渡辺貫太郎, 1974: 日本の衛星写真, 朝倉書店, 東京