マイクロコンピュータによるランドサットデータの画像処理

——基本プログラムの開発——

鈴木　修

Microcomputer based image processing system for LANDSAT (MSS) data

Osamu Suzuki

1　緒　　言

人工衛星画像データを用いたリモートセンシングは，広域性，同時性，時系列性等において優れているため，地球科学のあらゆる分野に関係し，土地利用，農林水産業，海洋，水資源，気象，さらに最近では地域環境管理等にも応用されている[1),2),3)]．

これらのリモートセンシングデータの解析や研究は，ほとんどの場合大型計算機で行われており，大型計算機を簡単に利用できる環境にいなければデータの活用は困難であった．しかし最近になって，ランドサットのMSS（Multispectral Scanner：多重スペクトル走査放射計）データがフロッピーディスクでも入手可能となったことから，このデータを環境解析に利用するために，マイクロコンピュータによる画像処理プログラム[4)]の開発を行うとともに，プログラムの実用性についても検討を行った．

2　方　　法

2.1　使用機器

プログラムの開発に用いたマイクロコンピュータの構成は以下のとおりである．

・中央処理装置：NEC　PC-9801　VM2
・カラーディスプレー：NEC　N5913
・プリンター：NEC　PC-PR201H
・5"フロッピーディスクドライブ：NEC　PC-9831-MW
・8"フロッピーディスクドライブ：NEC　PC-9881
・プログラム言語：NEC　PC-98H44-4W(K)

2.2　ランドサットデータ

ランドサット衛星はアメリカが打ち上げた代表的な地球観測衛星であり，700kmの高度で北極や南極の近くを通過しながら15回／1日で地球を回っており，16日間で地球全体を観測している．観測データは185km×270kmにまとめられて利用でき，この広い範囲を約24秒で観測している．現在はランドサット4号，5号が稼働しており，MSSと，TM（Thematic Mapper）のデータを利用することができる．

日本におけるランドサットデータの配布窓口は（財）リモートセンシング技術センターであり，データは磁気テープ，8"フロッピーディスク，白黒写真，カラー写真等で提供している．今回はマイクロコンピュータの利用を考えているので，8"フロッピーディスクでデータを購入した．

MSSセンサの観測波長帯は，可視光から近赤外までの4バンドであり，バンド4が0.5～0.6 μm，バンド5が0.6～0.8 μm，バンド6が0.7～0.8 μm，バンド7が0.8～1.1 μmであり，分解能はいずれも地上約80mである．

また，このフロッピーディスク1枚には，地上約29km×23kmの範囲に相当するデータが入っている．

2.3　フロッピーディスクのフォーマット[5)]

8"フロッピーディスク1枚にはMSSセンサのデータが512ピクセル×400ライン×4バンド分が記録されている．記録方式は，両面倍密度IBM方式である．

格納されるデータのフォーマットはBIL（Band Interleaved by Line）とBSQ（Band Sequential）の2種類があり，ヘッダーブロックとイメージデータブ

ロックからなる.

・ヘッダーブロック

イメージデータブロックの内容を識別するための情報が，ASCII文字列によって格納されている.

・イメージデータブロック

MSS画像データが格納されている．1ピクセルの輝度情報は，1バイトのバイナリーデータとして記録されている.

・BSQフォーマット

バンド別に1つのファイルを構成しイメージデータがライン1から400まで順番に格納されている．データ処理や，画像の表示等をバンド別に行うといった用途に適する.

・BILフォーマット

1ライン毎にバンド4, 5, 6, 7の順に交互に格納されており，すべてのバンドのイメージデータが1つのファイルで構成されている．複数のバンド間での処理，演算を同時に行う用途に適する.

3　画像処理システムの機能

画像処理システムのプログラムの作成に当たっては，次の点を考慮した.

1）一般的なマイクロコンピュータの利用を考えているので，特殊な機器は使用しない.

2）小規模システムでも利用できるように，プログラムサイズをできるだけ小さくする.

3）他社のコンピュータへの移植が容易となるように，高級言語を用いる.

作成した画像処理プログラムの構成を図―1に，その機能を以下に示す.

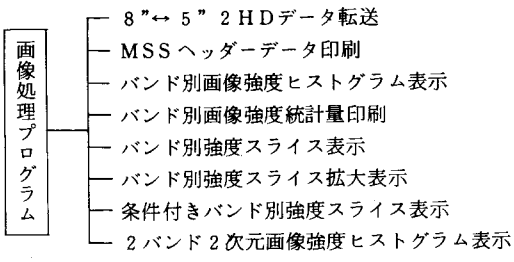

図-1　画像処理プログラムの構成

①　8"↔5" 2HDデータ転送

マイクロコンピュータでは5"のフロッピーディスクが一般的に用いられることから，提供された8"のフロッピーディスクのデータを5"のフロッピーディスク用に変換するために用いる．5" 2HDの場合，8"と同じサーフェス，トラック，セクタ数であるので，おなじ物理的位置にあるデータをそのまま転送している.

②　MSSヘッダーデータ印刷

購入した画像データのイメージデータブロックの内容を識別する情報，例えば撮影年月日，太陽角，幾何補正の種類，磁気テープからの切り出し位置等を印刷する.

③　バンド別画像強度ヒストグラム表示

各バンド毎の画像強度のデータの相対頻度分布図を表示する．バンド別強度スライス表示の色の割当の際にも用いる.

④　バンド別画像強度統計量印刷

各バンド毎の強度の度数分布，累積度数分布，最大値，最小値，平均値等を計算し印刷する．バンド別強度スライス表示の色の割当の際にも用いる.

⑤　バンド別強度スライス表示

ランドサットMSSの任意のバンド毎のデータを適当な段階に分け，これに色を割り当てて表示する．これによりデータの違いが色の違いとなって表示されるため，地表面の違いをパターンとしてとらえることができる.

⑥　バンド別強度スライス拡大表示

バンド別強度スライス表示のうち任意の地点を中心に適当な倍率で拡大して表示する．これによりある地点毎の細かなデータの違いを詳細に見ることができる.

⑦　条件付きバンド別強度スライス表示

あるバンドの強度スライス表示のうち，他のバンドのある強度の範囲のデータだけを表示する.

⑧　2バンド2次元画像強度ヒストグラム表示

異なるバンドの画像強度を座標軸とする2次元平面を考えると，地上のある1地点の画像データは，画像強度の平面上のある1点として表される．そこで，ある地域の画像データについて，このような2次元の画像強度の頻度分布を計算し，その頻度を適当な段階に分けこれに色を割り当てて表示する．これにより，地表面の状態に応じた各バンドの反射強度の関係を知ることができる.

4　処　理　結　果

購入した新潟市および周辺地域のMSSデータのヘッダブロックの内容を図―2に示す．この図からデータは

イメージデータフォーマット：BSQ		
チャンネル　ID　：BND4		
コメントエリア　：RESTEC　FLOPPY　DISK		
画像の撮影年月日　：12 JUN 84		
撮影時の衛星の飛行方向およびWRS表示　：D108-034		
センサの種類とスペクトルバンドの識別：M 4567		
伝達形式　：直接実時間		
太陽角　：SUN　EL 61　A 112		
幾何学的補正の種類　：BU-CP-N　L 2		
主務機関とプロジェクトの識別：NASDALANDSAT		
画像の識別　：E-40697-00465-4		
CCTから切り出した時の	開始ラインNo. 501，終了ラインNo. 900	
	インターバル1	総ライン数400
CCTから切り出した時の	開始ピクセルNo.1470，終了ピクセルNo.1981	
	インターバル1	総ピクセル数512

図-2　ランドサットフロッピーディスクのヘッダーブロックの内容

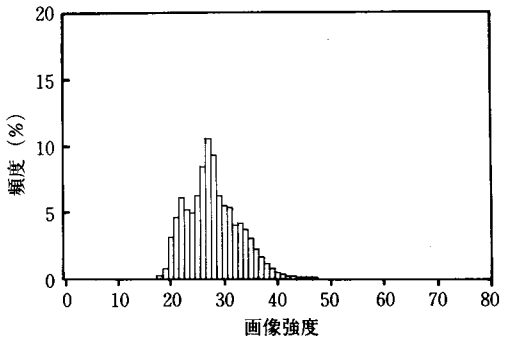

図-3　バンド4における強度分布

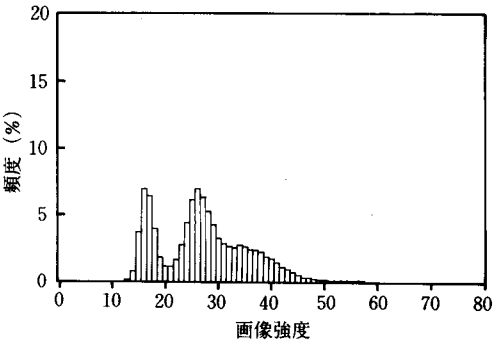

図-4　バンド5における強度分布

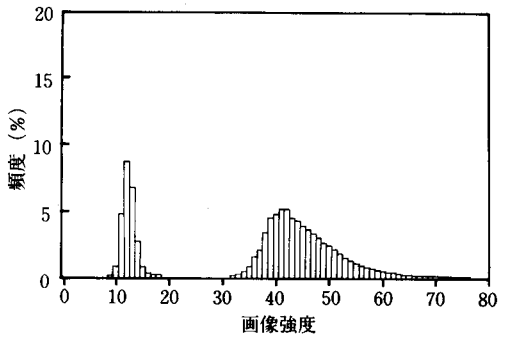

図-5　バンド6における強度分布

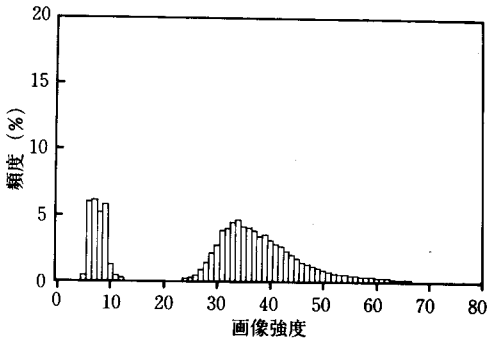

図-6　バンド7における強度分布

1984年6月12日に撮影されたものであり，間引き無しで磁気テープからフロッピーディスクに転写されていることがわかる．

次に各バンド毎の強度のヒストグラムを図－3，4，5，6に示す．この図から波長が長くなるほど強度分布が明確に二分されることがわかる．そこでバンド別強度スライス表示を行ったところ，強度の低い方のピークは水域に，高い方のピークは陸域に対応していることがわかった．ピークが明確に分かれているバンド7を用いて強度毎の表示結果と地図とを比較すると，強度0～12程度までは海域に，13～24程度までは河川等の陸水域に対応することがわかった．そこでバンド7の強度スライス表示の結果を図－7に示す．この図から陸域と水域がはっきりと分離されていることがわかる．また陸地の中の水域である鳥屋野潟周辺を拡大して表示したところ，よく抽出されていることがわかった．そこでバンド7で強度0～24を水域として，データ全体に占める水域の割合を計算すると27%であった．

またバンド7は植生の反射強度が大きく，実際に強度の大きい地点と地図とを比較してみると，防風林や防砂林などであった．

地表面の状態によるスペクトルバンド間の強度の関係を調べた．分類する項目は海域，緑地，市街地，水田地域である．バンド4とバンド7の関係について，その結果を図－8に示す．この図からスペクトル特性の違いを利用して地表面の状態を推定することがある程度可能であることがわかる．

次に糸魚川市を流れている姫川の海域における流出パターンを，河川水に含まれている懸濁物質に着目し，解析を試みた．この地域について陸域と水域の分離が容易なバンド7のデータで強度スライス表示した結果を図－9に示す．この図から，糸魚川港や姫川が抽出されていることがわかる．懸濁物質の影響がはっきりと見られるバンド4で強度スライス表示した結果を図－10に示す．ここで海域における河川の影響がはっきりと見られるように，バンド7のデータを用いて陸域をあらかじめ消去してある．この図から，海域に放出された懸濁物質は河口付近にかなり停滞する傾向があることがわかった．また河口沖にまで到達した懸濁物質は，対馬海流により北上することがわかった，

これらの処理は，今回作成した基本プログラムの適用例として実施したものであり，実際に地表面等の状態の推定を正確かつ定量的に行うためにはグラウンドトルースが必要不可欠である．

図-7　バンド７による新潟市周辺の陸域と水域の分類

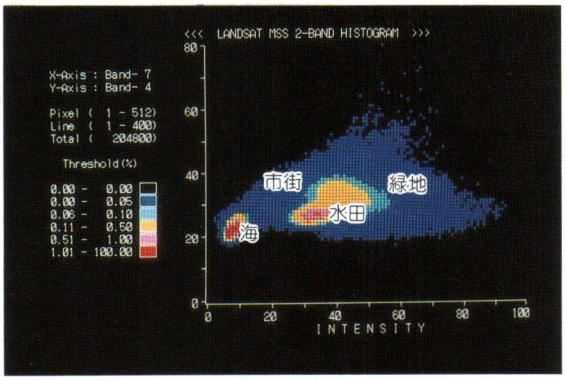

図-8　バンド４，７の画像強度の分布

図-9　バンド７による糸魚川市周辺の陸域と水域の分類

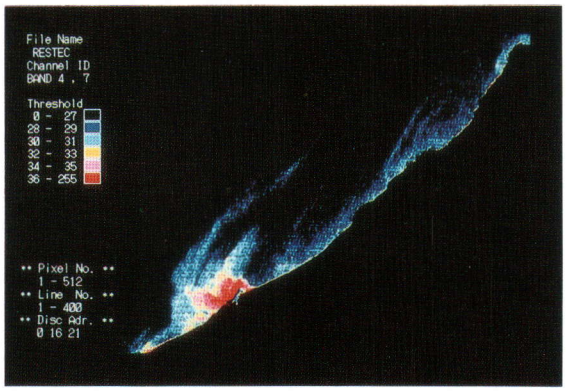

図-１０　糸魚川沖における姫川の流出パターン

処理時間については，1バンド分の強度スライス表示を行い，ヒストグラムを表示するのに約30分を要した．この理由の一つにデータ量が膨大であることがあげられる．すなわち1バンドは204,800個ものデータから構成されていること．さらにもう一つの理由はハードウェアの処理能力の不足である．実際の処理を見ると，処理の多くの時間をフロッピーディスクからのデータ転送に使用していることから，転送速度の速いハードディスクを使用すること．それに加えて，プログラム言語としては実行速度の遅いインタープリタ方式ではなくFORTRAN等のコンパイラ型の言語を使用すれば，処理時間はかなり改善されるものと思われる．

5　結　　語

マイクロコンピュータによる，ランドサット画像処理システムの基本プログラムの開発を行った．

このプログラムを，新潟地域のランドサットMSSデータに適用して処理を行ってみたところ，処理時間にやや問題があることがわかった．しかし，マイクロコンピュータの価格と性能を考慮すれば十分実用に耐えるものと思われる．

さらに，大型計算機の支援を受ければ，処理速度が遅いという欠点を補うことができるばかりでなく，高性能なTMセンサのデータやNOAA等の他の衛星データも利用でき，マイクロコンピュータでもかなり実用的な解析が可能であると考えられる．

今後さらに画像処理基本プログラムの種類を増すとともに，実際の現地測定との対応も含めて検討する予定である．

なお本研究の一部については第24回新潟県公衆衛生研究大会（新潟市 1986）で発表した．

謝　　辞

本報文の作成にあたり，衛生公害研究所水質科学科森山登研究員に貴重な御意見を賜りました．ランドサットデータの入手に際し，公害対策課中野雅夫主任に御尽力を賜りました．ここに厚く感謝致します．

参　考　文　献

1）石井吉徳：リモートセンシング読本，オーム社，p 87（1981）．
2）宇宙開発事業団地球観測センター：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，（1986）．
3）科学技術庁資源調査会編：リモートセンシングの現状と動向，大蔵省印刷局（1980）．
4）古今書院：ジオグラフィックス特集号　地理9月増刊（1986）．
5）（財）リモートセンシング技術センター：ランドサット・フロッピーディスクフォーマット説明書