

第一港湾建設局 (前)沖縄総合事務局 正員 〇奥村研一
 沖縄総合事務局 正員 園山哲夫
 アジア航測株式会社 五味謙隆

1. はじめに 従来の海域環境調査は観測ブイや船などを用いた定点観測によるものが多く、しかし、広域を対象とする場合あるいは同時観測を重視する場合には経済性、効率性が問題となることがある。これに対してリモートセンシングは数百mから数百kmの高度で観測するため、広い範囲を同時に観測できる特長がある。なかでもランドサットは約900kmの高度から185km×185kmの広さを観測しており、18日周期で同一地域のデータを地上に送信しているため、広域を対象とした環境の長期的変動を捕えるのに適した手段といえよう。

本報告は、そのための一つの手法として、水質(消散係数)や海底被覆(海底反射率等)情報を用いて海域の環境変化をランドサットデータでモニタリングするシステムの実用化を検討したものである。調査対象海域は上記目的から考えて、海の汚れの少ない沖縄本島東海岸の中城湾を選んだ。

2. ランドサットデータの前処理

陸上の地物に比べ海洋はコントラストが低く海の現象を鮮明に把握するためには、さまざまな前処理が必要である。本調査では以下の項目を検討した(図-1参照)。

i) ラインノイズの除去 : ランドサットの検知器は各バンドごとに1回の走査で6つの走査線を同時に走査している。個々の検知器特性にわずかな違いが見られ、得られる画像に周期的なノイズが現われる。このノイズは画像の質を低下させるため未補正のランドサットデータ入手し、キャリブレーションデータを用いてセンサ間の感度補正を行った。

ii) 大気補正 : 高々度からの観測は長い大気層を通過するため、海からの情報の他に大気や雲の情報も含んでいる。ところが、ランドサットのバンド7は水による吸収率が高いため、バンド7から得られる情報は水質や雲に関する情報であると仮定できる。そこで各バンドのデータからバンド7のデータを引くことにより大気補正を行った。

iii) 幾何補正 : ランドサットデータはランドサット自体の回転やよじれ、高度変化等によって種々なひずみを有している。そこで1/50000地形図上の地固座標と対応をつけるため、基準点を10数点選定し、画像の地理的位置を求めることで精密処理補正を行った。

3. ランドサットデータを用いた水深の推定

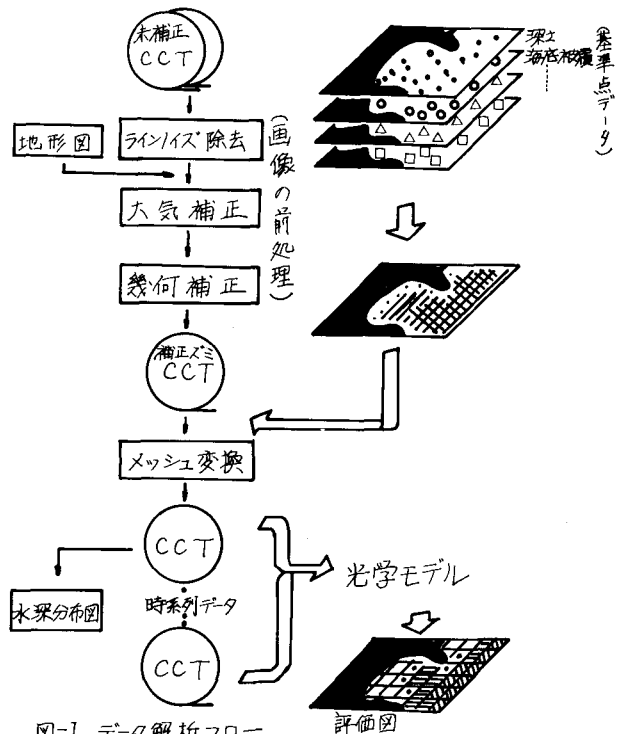


図-1 データ解析フロー

海上の保安庁水路部発行の1/50,000の海図から水深とラ

ランドサットデータ（補正ズミックデータ）とを対応させるため基準点（36点）を選定した。次にランドサットデータと基準点のデータを用い重回帰分析を行い、水深の評価が可能と思われるバンドの組み合わせを調べた。水深を目的変数、バンドごとのCCITカウントを説明変数とし検討した結果の一部を表-1に示す。これからバンド4あるいはバンド4との組み合わせが比較的高い相関を有することがわかる。そこで推定値の精度をさらに高めるため、バンド4あるいはバンド4を含む複数のバンドを組合わせたモデル回帰式を仮定し、深さの評価を試みた。その結果深さと直線的関係のみられるバンド4の対数値を用いた回帰モデル（ $r=0.81$ ）を作ることで、ランドサットデータから水深を推定することができた。図-2にはランドサットデータから推定した深さ分布図（メッシュ表示）を示す。

表-1 重回帰分析結果

説明変数	重相関係数	標準誤差
4	0.7941	10.50
5	0.7579	11.00
6	0.7037	11.95
7	0.6433	13.70
4,5	0.7762	10.66
4,6	0.7873	10.42
4,7	0.7953	10.25
5,6	0.7572	11.04
5,7	0.7617	10.95
6,7	0.7193	11.74

4. ランドサットデータを用いた水質の推定
 「3」で得られた水深とランドサットデータとの回帰モデルにPolcynのモデルを加味し水質（消散係数）の推定を試みた。このモデルはPolcynがミシガン湖で水深の推定を試みた時用いたもので、次式で表わされる。

$$\Delta V_i = (V_i)_{ss} \cdot T \cdot \left(\frac{\pi}{\lambda}\right)^2 \cdot \rho(\lambda) e^{-(\sec\theta + \sec\phi)Z} d(\lambda) Z$$

- $\rho(\lambda)$: みかけの水底反射率
- $d(\lambda)$: 消散係数
- Z : 水深
- θ : 垂線からの射出光角度（水中での）
- ϕ : 垂線からの入射光角度（水中での）
- n : 水の屈折率

$(V_i)_{ss}$: 地上太陽照明光の出力電圧

T : 大気の透過率

ΔV_i : ランドサットのバンドiの出力電圧

この式は、ランドサットの出力電圧、地上太陽照明光に対する出力電圧その他のパラメータがわかれば水深 Z を求めることができることを表わしている。この式の自然対数をとリ水中光路 $(\sec\theta + \sec\phi)Z$ を横軸にし傾きから消散係数を求めることができる。「3」に述べたようにランドサットデータと水深との関係が既知であることから水質（消散係数）をランドサットデータにより推定することが可能である。

5. ランドサットデータの時系列解析
 海域環境の長期的変化の様子を把握するため、Polcynの式をさらに発展させ、ランドサットデータと深さの関係をランドサットデータと透明度の関係に置換え評価することを現在検討している。ランドサットデータと透明度との関係のモデル化ができれば、水質とモデルの間を結びつける議論がより明確にできるものと考えたためである。最終成果はランドサット情報をメッシュに分割し、対象地域に関するデータバンク作成を目指している。

6. あとがき
 ランドサットデータを用いて海域情報を把握するための初歩的な考察を行い、一応の成果が得られたものと考えている。なお、本調査で利用したランドサットデータは宇宙開発事業団より提供されたものを使用した。

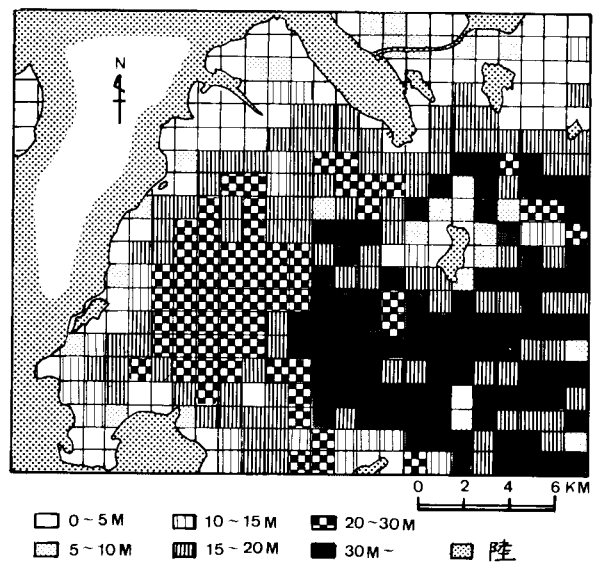


図-2 深さ分布図