

## 土地被覆分類における雲の影響の除去

九州大学工学部 ○ 正 出口近士  
九州大学工学部 正 沼田 實  
九州大学工学部 学 大浦浩一郎

## 1. はじめに

ランドサット画像から広域にわたって土地被覆情報を抽出する場合、その障害の一つに雲の存在がある。観測地域に雲がかかっている場合、MS S等のセンサーは雲に隠された地表面を観測することができず、また雲の陰にあたる区域では反射強度が低下するために誤分類の原因ともなる。このため次善の策として、雲およびその陰で覆われた地域の画素を、多少時期が異なる他のランドサット画像の雲のない画素の土地被覆情報で置き換えることが必要となる。ここでは、2次元高速フーリエ変換（以下、FFTと略記する）を用いたフィルタリング方法による雲およびその陰の影響の除去方法について検討した。

## 2. FFTの応用による雲の認識

雲の抽出方法の一つに、雲と判断される画素から教師データを手作業的に抽出して、この教師データを基にして雲を分類・認識する方法がある。この方法は雲の認識方法の一つと考えられるが、雲は空地等と分光特性が類似することから、一般には雲およびその陰を機械的に分離することが困難であり、また上述の陰に起因する誤分類の問題も残る。したがってこの方法とは別に、2 時期のランドサット画像の雲の有無によって生じる見掛け上の土地被覆変化に着目する方法が考えられる。すなわち一方の画像に雲が存在すれば、その部分は他方の画像とは異なる分類項目に分類されるので、この土地被覆変化の中から雲およびその陰に起因する画素を認識し、雲のない他の画像の画素（土地被覆情報）で置換すればよいことになる。ここでは以下に示す離散型のFFTを利用した<sup>1), 2)</sup>。

いま、 $m \times n$ の大きさの2次元の複素データ  $\{X_{j_1 j_2}\}$  が与えられれば、離散型複素フーリエ変換の複素フーリエ係数  $\{\alpha_{k_1 k_2}\}$  は次式で与えられる。

$$\alpha_{k_1 k_2} = \frac{1}{m n} \sum_{j_1=0}^{m-1} \sum_{j_2=0}^{n-1} X_{j_1 j_2} \omega_1^{-j_1 k_1} \omega_2^{-j_2 k_2} \quad (1)$$

ここに、 $j_1 = k_1 = 0 \sim m-1$ 、 $j_2 = k_2 = 0 \sim n-1$ 、 $\omega_1 = \exp(2\pi i / m)$ 、 $\omega_2 = \exp(2\pi i / n)$ である。

また、フーリエ逆変換は次式で表される。

$$X_{j_1 j_2} = \sum_{k_1=0}^{m-1} \sum_{k_2=0}^{n-1} \alpha_{k_1 k_2} \omega_1^{j_1 k_1} \omega_2^{j_2 k_2} \quad (2)$$

雲およびその陰を認識して、これを他の画素で置き換える作業は以下の手順で行う。

- ① 雲がある画像と雲のない画像の2つの画像に幾何学的歪補正を施し、位置標定した上で、土地被覆分類を実施して分類画像を作成する。
- ② 両分類画像で、位置の対応する画素が同一分類項目に属する場合は0、異なる場合は1を与えて、0-1型の2次元配列データ  $\{X_{j_1 j_2}\}$  を作成する。
- ③ FFTにより、0-1型2次元配列  $\{X_{j_1 j_2}\}$  のフーリエ係数  $\{\alpha_{k_1 k_2}\}$  を計算する。
- ④ 求めた  $\{\alpha_{k_1 k_2}\}$  のうち、短波長成分に相当するフーリエ係数を0にしてフーリエ逆変換を行い、2次元配列を再現する。
- ⑤ 閾値を設定し、再現した2次元配列の各要素の実数部分の値が閾値以上であれば、雲および陰と判定し、これらの画素の土地被覆情報を他方の画像の画素で置き換える。

地上における実際の土地被覆変化の分布形状に比べて、一般に雲は団塊状の分布をなす。したがって上述の

①～③の処理を施せば、雲については長波長成分の卓越した周波数成分が得られる。一方、地上の実際の土地被覆変化については短波長成分が卓越した周波数成分が得られるから、短波長成分をカットした上で2次元配列を再現すれば、雲が強調されるものと考えられる。

### 3. 解析例

以上の手法を福岡県宗像市周辺部(約7×9km)に雲の存在する1979年10月9日の観測画像に適用した。修正には同年9月21日の雲のない観測画像を用いた。図-1は分類結果であり、黒の強い部分が雲に該当する。図-2の黒印は前述②の手順により、2次元配列データの値が1となった画素である。図-3および図-4は、両方向の波長が共に224m以下の周波長成分をカットして逆変換した2次元配列に対して、前述の手順⑤を実施した結果である。すなわちそれぞれ( )内に示した閾値の基準から、雲および陰と判断された画素である。

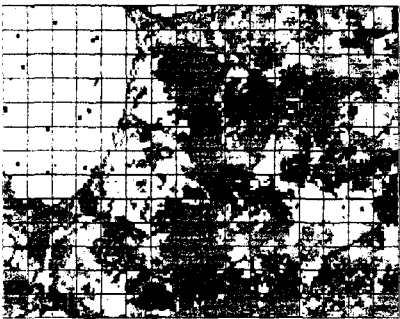


図-1 土地被覆分類画像(1979.10.9)

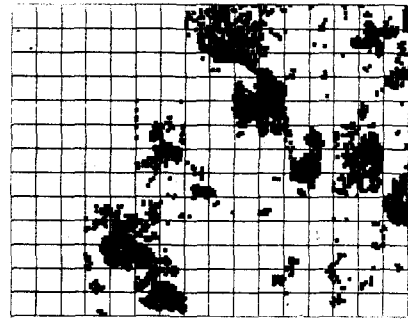


図-2 再現前の2次元配列データ

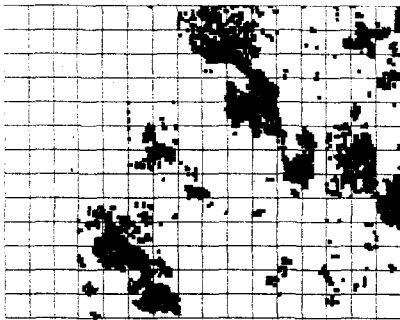


図-3 再現後の2次元配列データ(閾値;0.4)

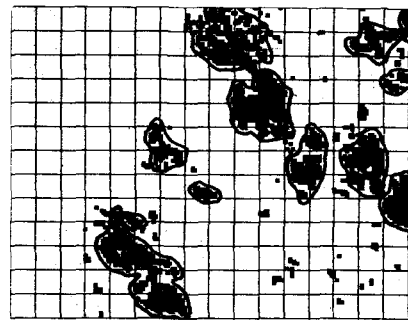


図-4 再現後の2次元配列データ(閾値;0.6)

図-4の実線で囲まれた部分は、フォールス・カラー写真の目視判読により確認された雲および陰を示しており、これらの大部分が抽出できたものと考えられる。しかし一方では、雲の存在しない地域でも雲と誤判断されている。これらの大部分は、2つの分類画像間の位置標定誤差、土地被覆分類時の誤分類などの影響によるものと考えられる。

### 4. おわりに

今回は、波長が224m以下に相当する周波数成分をカットして雲の認識を図ったが、一般に雲の分布状態は地域的に異なることが多いので、解析地域をできるだけ分布状態が均一な領域に区分して、それぞれの区分地域毎に解析すること、雲の分布状態とカットする周波数成分の対応、閾値の設定方法の検討が更に必要となる。また、土地被覆分類時の誤分類や位置標定誤差等、雲以外に起因する誤判断を排除するためには、2つの画像の観測時期および分類項目を統一することが望まれる。

参考文献 1)安居院 猛ほか：FFTの使い方，廣済堂産報出版，1983。

2)富士通編：SSL II使用手引書，pp.131-138，1977。