

# 異なる人工衛星画像を用いた 植生変化抽出の試み

1090456 高関良

高知工科大学工学部社会システム工学科

近年環境問題で特に気象変動が話題となっているが、それにより土地被覆の状況が実際どのように変化しているか、あまり把握されていない。そこで、本研究では人工衛星画像を用いた植生変化の抽出を試みた。今回 1998 年の TM 画像、2001 年の ASTER 画像を用いて、幾何補正・濃度補正・NDVI 計算・二値化処理・変化抽出の一連のプロセスを構成する事ができた。しかし、結果は満足できるものではなかった。まず、センサ同士の観測波長帯の差と感度特性の差、幾何学的特性の差を完全に補正する事ができなかったことが挙げられる。また、同一季節の画像を選んだつもりであったが、季節の異なる時期同士での変化抽出となったのかもしれない。今後、検証方法を確立するとともに、画像の補正手法を改良していく必要がある。

**Key Words : 人工衛星画像、NDVI**

## 1. はじめに

近年環境問題で特に気象変動が話題となっているが、それにより土地被覆の状況が実際どのように変化しているか、あまり把握されていない。そこで、本研究では人工衛星画像を用いた植生変化の抽出を試みる。

表 1-1 は研究室に存在する衛星画像データの一部である。まず経年変化を見るためには、雲に覆われていない画像でなければならない。また、植物は 1 年の間でも季節変化がある。したがって植物の経年変化を見るためには、同一季節のデータが必要である。最終的に使用できるデータは Landsat TM の 1998/10/05 と Terra ASTER の 2001/10/31 の画像であった。

表 1-1. 所有している画像

撮影時間	衛星センサ	分解能(m)	雲量(%)
1998/07/14	Landsat TM	30	0
1998/07/24	Landsat TM	30	0
1998/10/05	Landsat TM	30	0
1999/01/05	SPOT HRV	20	30
2001/10/31	Terra ASTER	15	0
2002/01/03	Terra ASTER	15	0
2002/03/08	Terra ASTER	15	1
2002/09/26	Terra ASTER	15	1
2007/02/15	ALOS AVNIR2	10	0

## 2. 対象地域の範囲

国土地理院発行の 2 万 5 千分の一地形図の図画である繁藤、奈呂、土佐山田、美良布を比較対象とした。範囲は緯度・経度で範囲を現すと、北緯 33° 35' 00" ~ 33° 45' 00" 東経 133° 37' 30" ~ 133° 52' 30" となる(図 1-1)。

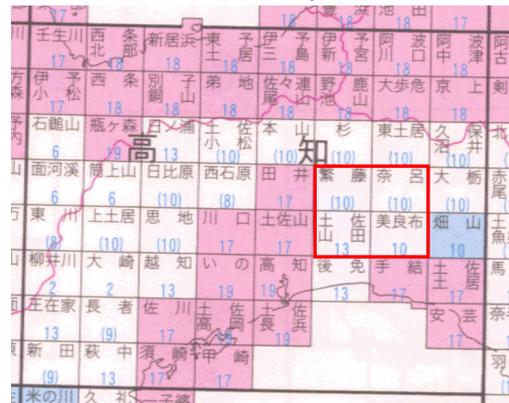


図 1-1. 地図(1/25000)

## 3. 使用データ

### 3.1 Landsat TM 画像

衛星 Landsat は、1972 年に世界で初めて打上げられた本格的な地球観測衛星であり、当時からすれば、すぐれた観測能力から人工衛星によるリモートセンシングの飛躍的な発展のきっかけを作った衛星

である。

この研究で使用する TM 画像は、Landsat に搭載されているセンサの一つで、可視・近赤外域、短波長赤外域、熱赤外域の光の情報を取得できるシステムより構成されており、可視バンドから熱赤外バンドまでの計 7 バンド持っている。可視・近赤外域・近赤外域 30m・熱赤外域は 120m の分解能衛星画像である。現在は 7 号が運用されている。

### 3.2 Terra ASTER 画像

衛星 Terra は、1999 年に打ち上げられ、高度 705km の軌道を周回しながら、観測している。地球観測システム計画という、NASA によって進められている地球規模の環境問題への貢献を目指す国際プロジェクトがあり、そのプロジェクトの中心的な役割を担うことを期待されている。

この研究で使用する ASTER 画像は、Terra に搭載されている日本製のセンサで、可視・近赤外域、短波長赤外域、熱赤外域の光の情報を取得できるシステムより構成されており、可視バンドから熱赤外バンドまでの計 14 バンド持っている。可視・近赤外域 15m・近赤外域 30m・熱赤外域は 90m の分解能衛星画像である。

### 3.3 スペクトル特性

TM と ASTER の観測波長域は異なっている。図 3-1 は、それぞれのセンサの観測波長域を示している。植物の状況を把握するためには、可視の赤バンドと、近赤外のバンドを利用する。両センサとも、可視の赤バンドの波長域は同じであるが、TM の近赤外測量域は ASTER よりも大きい。したがって、得られた画像データを補正する必要がある。

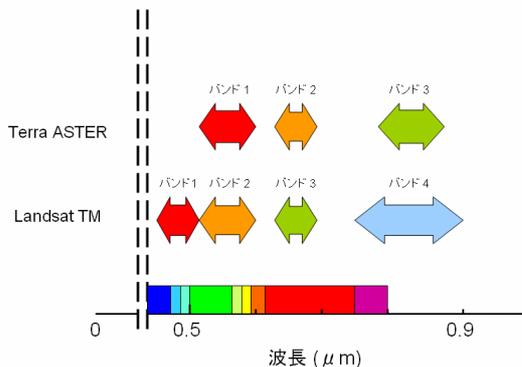


図 3-1. 可視・近赤外域バンドの波長

### 3.4 幾何特性

TM、ASTER とともにラインセンサを用いて軌道上を走査している。図 3-2 のように TM は常に直下方向で観測しているが、ASTER はポインティング機能を有し、斜め方向の観測を行っている。その影響により、線形モデルによって幾何補正を行うことができない。

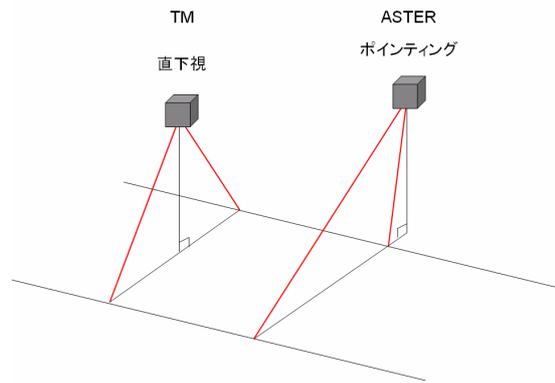


図 3-2. センサによる画像取得方法の違い

## 4. 幾何補正

衛星画像は個別の座標系を有しており、植生の変化を捉えるためには、座標系を地上座標系に統一する必要がある。今回は、非線形の幾何モデルである三次元射影変換のプログラムを用いて幾何補正を行った。この変換は、ASTER のように斜め方向から観測された画像であっても標高データがあれば補正できるものである。今回用いた標高データは国土地理院発行の 10m メッシュデータである。幾何補正には、画像上の座標とそれに対応する地上座標が必要である。

図 4-1 は TM 画像において利用した基準点の配置を示し、図 4-2 は ASTER 画像において利用した基準点の配置を示している。幾何補正処理は、同一範囲を同一分解能の画像を出力する事が出来る。用いる衛星画像の分解能が Landsat は 30m、ASTER は 15m であるため、25m に統一して出力した。

幾何補正精度は、TM 画像は u 方向 9.750m、v 方向 10.20m となった。ASTER 画像では u 方向 3.505m、v 方向 5.090m となった。両方とも分解能 25m であるので誤差は 1 ピクセル以内に収まっているので許容範囲内といえる。



図 4-1. TM 画像の基準点情報

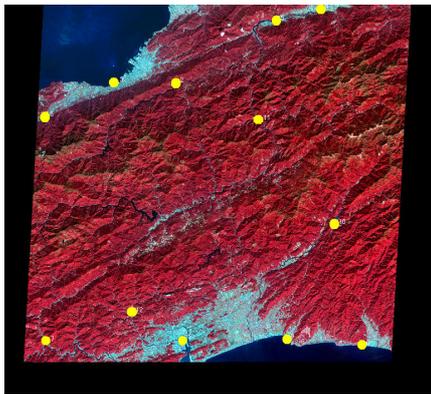


図 4-2. ASTER 画像の基準点情報

## 5. 濃度補正

ASTER 画像は、図 3-1 で示したように近赤外の観測波長域がせまいので、TM 画像に比べて暗い画像である。したがって濃度補正が必要となる。

画像の明るさやコントラストの調節は、原画像の各画素の輝度のある関数によって変換することができる。この輝度値を変換する関数として今回用いたのは、線形変換 (linear stretch) である。原画像の輝度値を  $P$ 、一次変換によって得られる輝度値を  $Q$  とすると、次式で表すことができる。

$$Q = aP + b \quad (\text{式 5-1})$$

この式の  $a$ 、 $b$  は変換係数を表しており、一般的には  $a$  はゲイン (gain)、 $b$  はオフセット (offset) と呼ばれている。そして、ゲインによってコントラストが、オフセットによって明るさが調節できる。

ゲインは統計量の分布幅を調節することから、原画像における輝度の最小値  $P_{\min}$  と最大値  $P_{\max}$  を、変換によって最小値  $Q_{\min}$  と最大値  $Q_{\max}$  にしたいとき、次式によってゲインが決定できる。

$$a = \frac{Q_{\max} - Q_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} \quad (\text{式 5-2})$$

オフセットは、原画像の最小値にゲインをかけたとき、それが変換後の最小値になるように設定する必要があるため、次式で計算を行う。

$$b = Q_{\min} - aP_{\min} = \frac{Q_{\min}P_{\max} - Q_{\max}P_{\min}}{P_{\max} - P_{\min}} \quad (\text{式 5-3})$$

$P_{\min}$  と  $P_{\max}$  の値は、両画像ともに最小値・最大値となる画素の値を読み取る。今回最小値は水域 (早明浦ダム湖) を選び、最大値は構造物 (高知県南国市甘枝 1185-1) を選んだ。 $Q_{\min}$  と  $Q_{\max}$  の値は、1 バイトでの量子化のため、 $Q_{\min}=0$ 、 $Q_{\max}=255$  とした。なお、近赤外の  $Q_{\min}$  は、後に計算する植生指標において、 $Q_{\min}=0$  だと計算不能となるため  $Q_{\min}=18$  とし、赤の可視光は  $Q_{\min}=14$  とした。

図 5-3、図 5-4 は濃度補正を行った画像である。本来の目的通りに濃度補正が行えたのであれば、二つの画像濃度は一致しなければならない。しかし、実際に濃度変換を行った結果、未だなお ASTER 画像は TM 画像に比べ暗く、結果は十分ではないと言える。これは各センサの感度特性とセンサの幾何学の違いによるものと考えられる。

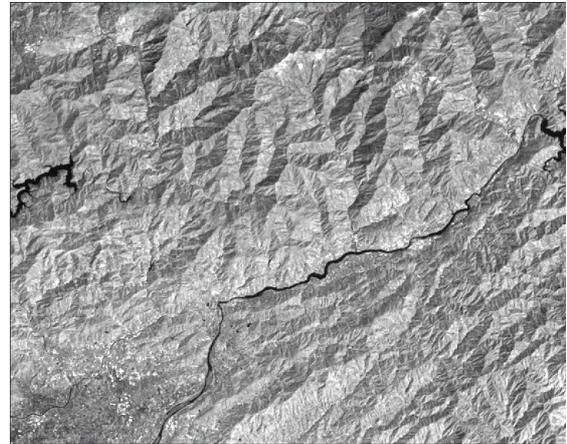


図5-3. TM画像の濃度補正後

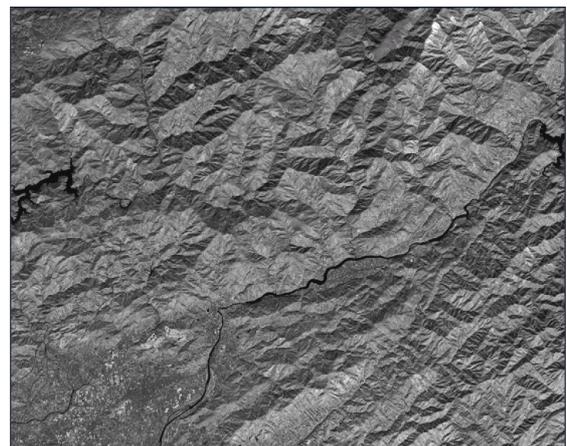


図5-4. ASTER画像の濃度補正後

## 6 NDVI 計算

分光反射特性を用いて、地目を分類するのに最も簡便な方法は、バンド間演算と呼ばれる手法である。バンド間演算は、人工衛星センサにより得られた各バンドの値同士について演算処理を施すものである。特にバンド比を計算するために用いられる。植物の分光反射特性は、近赤外域で高い反射をし、可視光の赤では低い反射をする。この特徴を利用することで、近赤外域と可視光の赤バンドの比は植物を強調することができる。植物を強調するためのバンド間演算に正規化植生指標 (NDVI) と呼ばれている手法がある。NDVI は次式で計算できる。

$$NDVI = \frac{IR - VR}{IR + VR} \quad (\text{式 6-1})$$

この式において、 $IR$  は近赤外のバンド値、 $VR$  は

可視光の赤のバンド値をを代入して求める。NDVIは比を計算する事から、濃度の違いはある程度補正できる。NDVIの値は-1~1の範囲となり1に近いものほど植物が多い事になる。TM画像において、IRは第4バンド、VRは第3バンドの値となる。ASTER画像において、IRは第3バンド、VRは第2バンドの値となる。



図6-1. TM画像のNDVI画像



図6-2. ASTER画像のNDVI画像

図6-1、図6-2はそれぞれ、TM画像、ASTER画像のNDVIの値を画像化したものである。NDVI-1~1を黒~白のグレースケールで表現している。

その結果、今度は逆にASTERのNDVI画像の方が明るい画像となった。

ASTERのVRである第2バンドは、TMに比べてさらに非常に暗い画像であり、IR-VRの値がTMよりもASTERが大きくなる傾向にあったからである。

## 7. 二値化処理

NDVIの画像はそれぞれ濃度に差が生じている。この問題を解決するために、二値化処理を行う。二値化処理は、グレーで表現された画像に対して、ある閾値を設定し、閾値より小さい値はすべて0、閾値より大きい値はすべて1という二値のみに変換することをいう。ここでは、TMのNDVI画像、ASTERのNDVI画像に対して別々の閾値を設定し、植物のない

要素を0、植物のある画素を1とする二値化処理を行った。

閾値の決定は、市街地の範囲はほぼ変化がないものと見なし、閾値を変化させながら両者の市街地の形状を目視で確認し、両者の形状がほぼ同じとなる閾値を選んだ。

## 8. 変化抽出

二値化されたNDVI画像を用いて、植物の変化抽出を行った。二値化されたASTERのNDVI画像から、TMのNDVI画像を減算すると、変化域を抽出することができる。ASTER画像は2001年、TM画像は1998年のものなので、植生の増えた画素は1、減った画素は-1と計算される。その値をそれぞれ赤(1)と青(-1)で表現したものが図8-1である。この図より非常に多くの箇所が増加したり減少したりしており、3年間の変化にしては、激しすぎる変化ではないかと思われる。

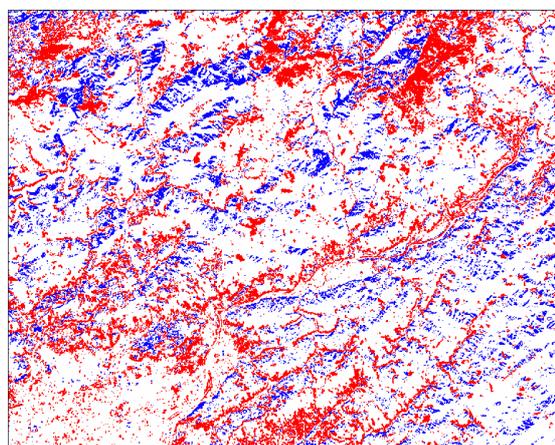


図8-1. 植生の変化抽出結果

## 9. 考察

今回 1998 年の TM 画像、2001 年の ASTER 画像を用いて、植生の変化抽出を試みた。幾何補正・濃度補正・NDVI 計算・二値化処理・変化抽出の一連のプロセスを構成する事ができた。しかし、結果は満足できるものではなかった。まず、センサ同士の観測波長帯の差と感度特性の差、幾何学的特性の差を完全に補正する事ができなかったことが挙げられる。

また、同一季節の画像を選んだつもりであったが、季節の異なる時期同士での変化抽出となったのかもしれない。今後、検証方法を確立するとともに、画像の補正手法を改良していく必要がある。

### 参考文献

- 1) 図解リモートセンシング 著者：日本リモートセンシング研究会
- 2) JAXA ホームページ <http://www.jaxa.jp/>