

利根川の歴史地図作成に関する研究

日大生産工（院）○森 幹高 日大生産工 西川 肇
日大生産工 藤井 寿生 建設技術コン 伊藤 誠敏

1.はじめに

Plate 1 は、降雨直後の 2004 年 6 月 4 日に観測された Landsat TM データの赤外波長域 Band-4(0.75 ~ 0.90 μm)・5(1.55 ~ 1.75 μm)・7(2.08 ~ 2.35 μm)に G・R・B を割当て、カラー合成処理を施した関東地方の衛星画像を示したものである。この画像を見ると、那須山地から鬼怒川に沿うようにして銚子方向に続く幾筋もの濃緑の帯、利根川・荒川・江戸川に囲まれた埼玉平野を右下がりに湾曲しながら東京湾方向に続く幾筋もの濃緑の帯が判読できる。これら濃緑の軌跡は、関東平野形成時の旧河道に沿って発達した後背湿地に立地している水田の湛水によって生じたものと思われる。

上越国境を水源とする利根川はその昔、埼玉県に加須および中川沖積低地(埼玉平野)において大規模な変流・乱流を激しく繰返しながら、現在に至るまでに多くの自然堤防や后背湿地などの痕跡(歴史地形)を残した¹⁾。旧河道沿いに発達したシルト質の后背湿地は低湿な皿状地形であるため、その多くは水田に利用され²⁾、一方、砂地の自然堤防は周辺より地盤が高く水はけが良かったため、畑地や集落が開け、寺社・神社、屋敷林などが展開した。

このように、自然堤防の線状構造や后背湿地の皿状構造などの歴史地形には特徴的な植生域や土地利用状況が形成され、人々の生活環境に関わる重要な役割を担っている。しかしながら、このような歴史地形は、水災害の際、水の通過経路となりうる可能性が高い。そのため、歴史地形の把握は、今後のインフラ整備やリスクマネジメントの基本情報となるものであり、また地域の文化ならびに生活様式などの歴史的経過の解明にも役立つものと考えられる。

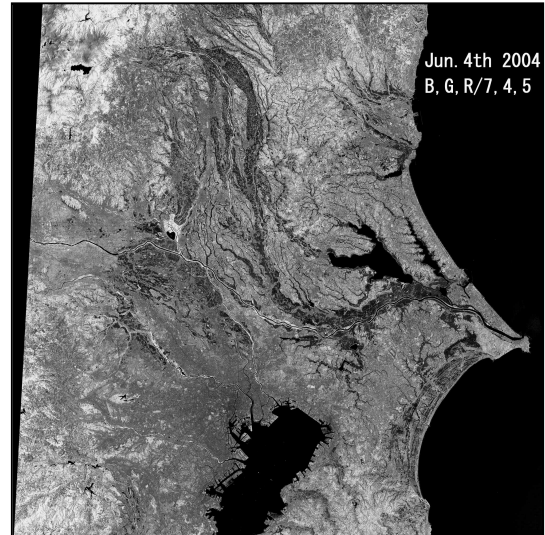


Plate 1 降雨直後の Landsat TM 画像

2.研究の背景

これまで埼玉平野における旧利根川水系の自然堤防や后背湿地などの歴史地形の判読は、航空写真、地形図および史書などを利用した解明が主であったように思われる^{1),2),3)}。しかしながら、衛星データのコンピュータ処理によって容易に地域の植生や土地利用形態などの可視化ができるようになった今日、衛星リモートセンシング技術の活用によって、埼玉平野における歴史地形に関するこれまでのデータベースに新たな情報を加えることが期待できる。

また、衛星リモートセンシング技術を活用した歴史地形判読の利点としては、以下のことがあげられる。

- 1)可視光～赤外線波長域の電磁波で探査した地被情報を利用することにより、人間の眼で識別できない自然堤防と后背湿地の植生情報の違いなどを通じて、その区別が可能である。
- 2)広域的に植生や土地利用形態の分布パターンを強調して可視化することができるため、自

然堤防のようなリニアメントの地被状態を容易に判読することが可能である。

本研究は、上記の利点を利用し、埼玉平野を対象に衛星リモートセンシング技術を用いて抽出した地被状態のリニアメント強調処理と寺社・神社位置のオーバーレイ処理による自然堤防の判読法を提案した。

3. 衛星データを用いた自然堤防の判読

衛星データの画像解析によって自然堤防の分布を可視化するには、画像処理に必要な自然堤防の地被状態に対応した分光反射特性をあらかじめ把握しておく必要がある。

本研究では、これまで旧利根川水系で確認されている自然堤防を対象に、地被状態が示す分光反射特性を調べるとともに、これに基づいた自然堤防の判読に最適な画像処理法についての検討を行った。なお、本研究で用いた衛星データは、自然堤防の土地利用を改変する行為が現在より少ないと思われる 20 年前の 1985 年 8 月 3 日に観測された Landsat TM データである。

3-1. 衛星画像の前処理

幾何補正

衛星データの幾何学的歪みを除去するためには、多項式を利用した補正方法が一般的であるが、高さを考慮しないため地形の起伏が激しい場所では誤差が発生する可能性がある。本研究では、地形による幾何学的な偏位を修正するため、国土地理院が発行する数値標高モデル 50m メッシュと数値地図 25,000 を利用してオルソ幾何補正を行った。

画像輝度値の変換

衛星データから、地被状態の分光反射特性を正確に捉えるため、衛星データ(DN 値)から放射輝度への変換、ならびに放射輝度から反射率への変換を行った。

3-2. 旧河道の分光反射特性

Fig.1 は、国土地理院発行の数値地図に記された「樹木に囲まれた居住地」が並列に蛇行しながら流下している埼玉県杉戸町佐左エ門付近の旧渡良瀬川痕跡地³⁾に設定した横断測線の位置を示したものである。本研究では、Fig.1 に示す

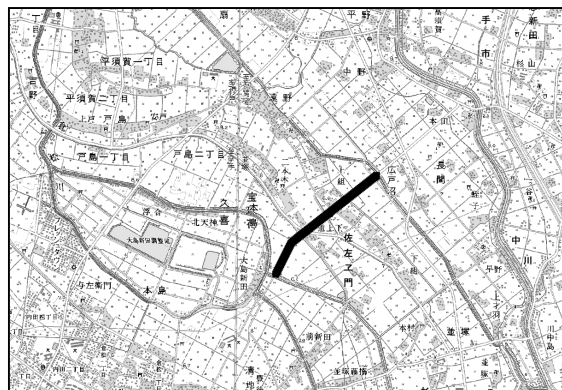


Fig.1 現地調査地点



Plate 2 渡良瀬川旧河道

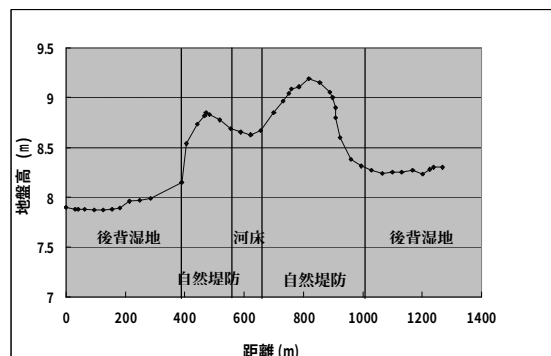


Fig.2 旧河道の横断地形

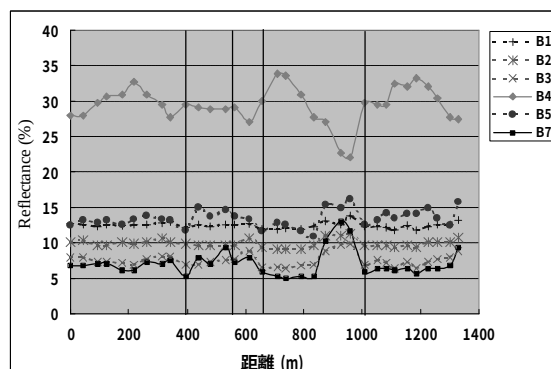


Fig.3 旧河道の分光反射特性

ような地域を対象に、自然堤防横断面の地被状態ならびに横断地形の現地調査を行った。(2005 年 2 月 10 日、11 日)

Plate 2 は、現地調査の際、上流側から航空機で撮影した写真である。これより、蛇行しながら流下している旧渡良瀬川の姿が伺える。

Fig.2 は、現地測量で得た旧河道の横断地形を示したものである。これより、地盤のやや低い河床部の左右に地盤が盛り上がった自然堤防、その外側に平坦の低地である後背湿地が続く旧河道部の横断地形が確認できる。なお、現地では、自然堤防には建物・道路・裸地・畑・屋敷林など、河床部には畑や建物、後背湿地には水田が、それぞれ認められた。Fig.2 に記入した自然堤防・河床部・後背湿地の位置は、横断地形の凹凸と分光反射率の変化地点とから判断して決めた範囲である。

Fig.3 は、地表面反射率が示す横断方向の変化を示したものである。Fig.3 から判読した自然堤防・河床部・後背湿地の分光反射特性は、以下のとおりである。

- 1) 後背湿地と河床部において、植生に応答する Band-4($0.75 \sim 0.90 \mu\text{m}$)の反射が上昇する一方、自然堤防で低くなった。ただし、左岸(Fig.3 右側)の自然堤防では、屋敷林が認められたため、Band-4 の反射が高い値を示しているものと考えられる。
- 2) 自然堤防において、植生以外に応答する Band-3($0.63 \sim 0.69 \mu\text{m}$), 5($1.55 \sim 1.75 \mu\text{m}$), 7($2.08 \sim 2.35 \mu\text{m}$)の反射が上昇したが、最も上昇が大きいのは Band-7 の反射である。
- 3) Band-1($0.45 \sim 0.52 \mu\text{m}$), 2($0.52 \sim 0.60 \mu\text{m}$)の反射はあまり変化しない。

4. 自然堤防を可視化する画像処理法

衛星画像から必要とする情報を抽出するには、観測波長域の異なった衛星画像を加工して全く別の情報を作り出すアナログ方式の画像処理が有効的である。本研究では、現地で確認した自然堤防・河床部・後背湿地における分光反射特性の差異を基にカラー合成処理ならびに画像間演算処理を行い、埼玉平野における自然堤防の可視化を試みた。

4.1. カラー合成処理による自然堤防の強調

カラー合成処理は、観測波長帯の異なる 3 つ

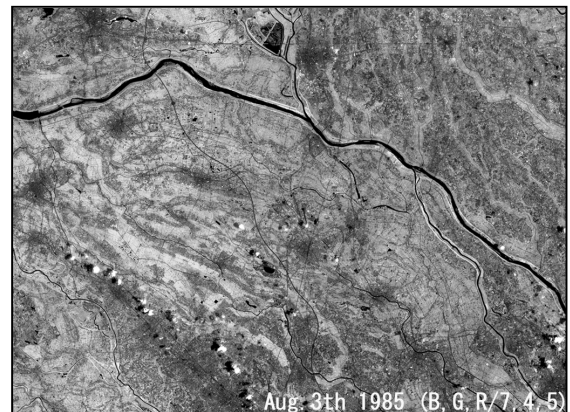


Plate 3 Band-4,5,7 (G・R・B)

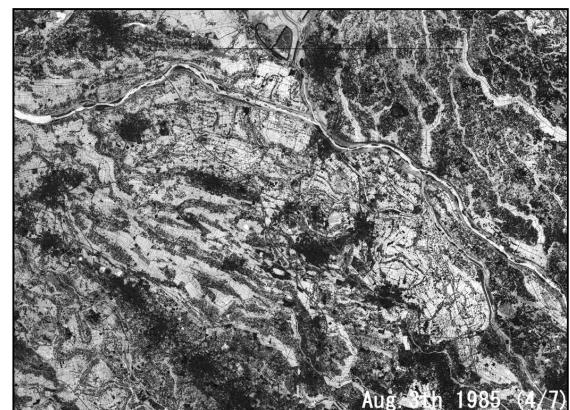


Plate 4 Band-4/Band-7

のモノクロ衛星画像にそれぞれ青・緑・赤の 3 原色を割付けて加法混色し、各観測波帯の画像が有する地被情報を一つのカラー画像上に統合して再表現する処理である。本研究では、現地で確認した自然堤防・河床部・後背湿地における Band-4,5,7 データの分光反射特性に着目し、これらの Band データを用いたカラー合成処理によって自然堤防を可視化した。

Plate 3 は、1985 年 8 月 3 日観測の Landsat TM/Band-4,5,7 データにそれぞれ(G・R・B)を割付け、カラー合成処理で作成した埼玉平野の赤外カラー画像である。この画像では、色調の違いにより、後背湿地における水田や、自然堤防における市街地、植生域が明瞭に区別できる。

4.2. 画像間演算処理による自然堤防の強調

画像間演算処理は、領域内で示す特異的な地被状態の地域を抽出する処理である。本研究では、現地調査結果より得られた、自然堤防・河床部・後背湿地における Band-4 と Band-7 とのスペクトルパターンの相違に着目し、これらの Band データを用いた比演算処理によって自然

堤防を可視化した。

Plate 4 は、植物の反射が高い Band-4 データを分子、逆に反射が低い Band-7 データを分母とする比演算処理で作成した埼玉平野のシュードカラー画像である。この画像では、農耕地の後背湿地は Band-4 と Band-7 の差が大きいので白色に、市街地などの無植生域は差が小さいので紺色に、屋敷林や建物が混在地の自然堤防は中間色である緑色に、それぞれ発色している。河幅の広い旧河道は左右の自然堤防が 2 本に分かれた緑と黄色の帯として発現し、河幅の小さい旧河道は一体となった帯として発現している。

5. 地域の歴史的背景を考慮した自然堤防の判読

近世以前に形成された旧利根川水系の河道沿いに発達した自然堤防を踏査してみると、多くの寺社・神社が建立されていることに気が付く。組織的な洪水対策が不十分な当時、度重なる氾濫は多くの人命を奪い、農作物を奪い、飢饉を招いた。信仰深い当時の人々は洪水氾濫で亡くなった人々の供養と鎮魂を願い、浸水被害の少ない高台の自然堤防上に寺社・神社を建立した。このような歴史的背景は、埼玉平野の自然堤防に建立されている多くの寺社・神社に記されている寺史などからも明らかである。

Fig.4 は、国土地理院発行の 1/25000 地形図に表記されている埼玉平野に置ける寺社・神社の位置(○印)を示したものである。

Plate 5 は、(Band-4/Band-7)の値を白黒で 2 値化して自然堤防を強調した画像に埼玉平野に立地する寺社・神社分布をオーバーレイし、寺社・神社が立地している自然堤防だけを残した画像である。これより、自然堤防上に寺社・神社が集中している様子が明瞭に確認できる。また、Plate 5 と既往の歴史地図とを比較すると、ほぼ同様の旧利根川河道を確認することができる。しかしながら、羽生市付近を現在の利根川と平行して続く帯や、その上・中流から南流する 2 筋の帯、浅間川中流から東南方向に流れ、島川・権現堂川に合流する 2 筋の帯など、既往の歴史地図には記載されていない旧河道と思わしき流路も確認することができる。

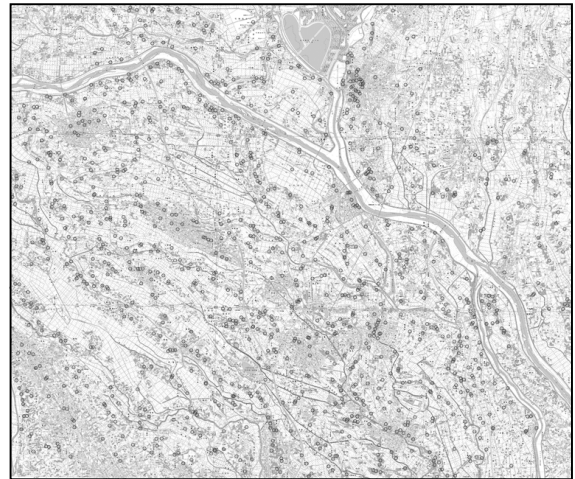


Fig.4 研究対象地域内における寺社・神社の分布

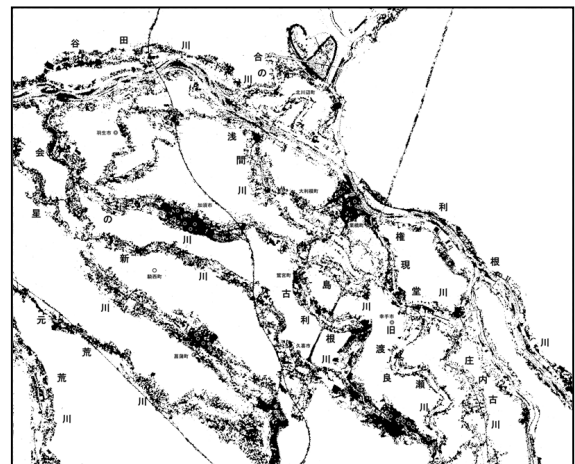


Plate 5 衛星データから判読された旧利根川河道

5. まとめ

- 1) 地被状態の分光反射特性を基に行った、異なる波長帯間の画像処理によって、自然堤防の分布を可視化することができた。
- 2) 寺社・神社の建立に関する歴史的背景を踏まえた画像処理によって、新たな旧河道を見出すことができた。
- 3) 今後の展望として、寺社・神社の建立時期を通じて、自然堤防発達の歴史的経過を調査することにより、旧河道の形成年代についての検討を行う。

【参考文献】

- 1) 小出 博：日本の河川研究、東京大学出版会、pp.34-40、(1982)
- 2) 小出 博：日本の河川研究、東京大学出版会、pp.19-20、(1982)
- 3) 金井忠夫：利根川の歴史、近代文芸社、pp.166、(1999)