

地中レーダによる旧河道の土壌構造判読に関する研究

日本大学 学生会員 ○織茂 佳士
 日本大学 正会員 藤井 壽生
 日本大学 正会員 工藤 勝輝
 日本大学 正会員 今野 誠

1.はじめに

上越国境を源流とする利根川は、その昔に埼玉平野の加須および中川沖積低地において、大規模な変流・乱流を激しく繰り返しながら、多くの自然堤防や後背湿地などの微地形を現在に残した。このような微地形には水災害の際、氾濫流の通過経路となりうるため二次災害を引き起こす懸念がある。したがって、微地形の分布状態の広域的な把握は、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。本研究は埼玉平野を対象に、¹⁾衛星データの画像処理によって自然堤防と同じ地被状態を持つ線形地形を把握し、自然堤防の分布および流路変遷の歴史的経緯を明らかにするとともに地中探査レーダによる新たな地形判読の可能性の検証を目的とした。

2.調査対象地域の概要

図-1は、埼玉平野の近世以前に流れた旧利根川中流域を示したものである。この地域にはかつて渡良瀬川（庄内川から太目川にかけての流路）、利根川（古利根川）、荒川（元荒川）の3つの河川が流れており、それらの河道に沿って多数の自然堤防が網目状に発達している。線状構造の自然堤防は周囲の後背低地より2～3mほど高く相対的に乾燥した砂質土で構成されており、主として畑地や果樹園に利用され、また古い集落や神社・寺社、道路などの立地する場所となっている。一方、皿状構造の後背湿地は相対的に低く湿潤であり、粘性土やシルトで構成されているため、水田として利用されている場合が多い。

3.衛星データからの地被情報の抽出

3.1 衛星データの幾何学的補正

緯度・経度などの正確な位置情報を衛星データに反映させるために、多項式を利用した幾何学的な歪み補正を行うのが一般的であるが、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、国土院が発行する数値標高モデル50mメッシュと数値地図1/25000地形図を利用してオルソ幾何補正を行った。

3.2 自然堤防の地被状態が示す分光反射特性

図-2は数値地図1/25000地形図に緑色で表記されている杉戸町越野付近の「樹木に囲まれた居住地」が走行する河跡部に設定した横断観測線の位置を示したものである。

図-3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

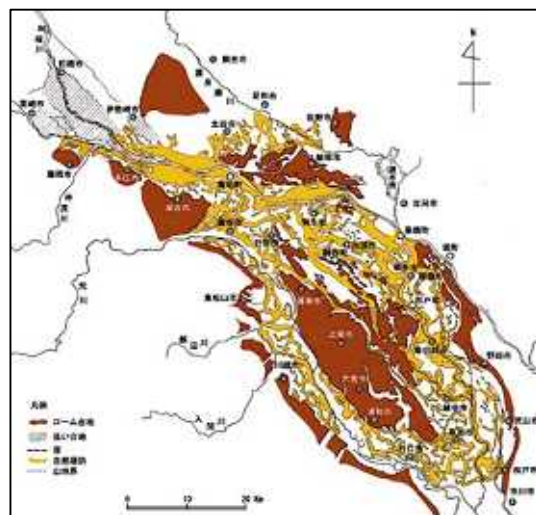


図-1 利根川中流域周辺の地形図



図-2 河跡の分光反射特性調査地点

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、現地の自然堤防には建物・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。

図-3は、2004年6月4日の降雨直後に観測されたLandsat/TM画像からサンプリングした横断観測線における同衛星の各バンドデータ(DN値: Digital Number)として記録される地表面の反射特性の変化を示したものである。降雨時には河床部や後背湿地の水田は冠水するが、自然堤防の地被物には冠水しないので、水に吸収される赤外線波長域のデータは河床部や後背湿地に

キーワード 地中レーダ 自然堤防 利根川

連絡先 〒275-8576 千葉県習志野市泉町1-2-1 日本大学大学院生産工学研究科 TEL047-474-2424 Email:yoshi.orn.5@gmail.com

において低下し、吸収の少ない自然堤防において上昇する分光反射特性を示すことになる。この特性は、図4に示されるような赤外線波長域(Band4,5,7)データが示す縦断方向の変化は河床・後背湿地で低く、自然堤防では大きくなる明瞭なる差異となって観測される。

4. 必要とする地盤状態を可視化する画像処理

観測波長域の異なった衛星画像には、分光反射特性に対応した異なった地盤情報が含まれている。そのため、観測波長域の異なる複数の衛星データを用いて必要とする衛星情報を抽出・可視化するには、観測波長域の異なる衛星画像の画像間演算処理によって全く別の情報を作り出して画像出力する画像処理が有効である。

画像間演算処理は、同じ対象領域を異なった波長域で観測した2つの衛星画像間の比演算によって特徴的な地盤状態を強調する処理である。河跡における調査でLandsat-5/TM/Band4,7データの差異が自然堤防と河床・後背湿地で大きく異なることを確認できたので、Landsat/(Band4/Band7)の画像間演算処理によって自然堤防の抽出・可視化を試みた。

写真-1は、Landsat/(Band4/7)の画像間演算処理で作成したシェードカラー表示の衛星画像である。この衛星画像では冠水した水田・草地・畑地が白～赤色、畑・果樹園・樹木に囲まれた居住地などが混在した地域が緑混じりの濃紺色に発色しており、白～赤色域の中を蛇行する線形的な濃紺色の個所が自然堤防に対応していると考えられる。

5. 地中探査レーダによる判読

5.1 地中探査レーダの概要

本研究では地中レーダを用い、歴史地形の地盤内を把握する方法を試みた。地中レーダは、送信アンテナから放射された電磁波の反射・透過・屈折などの物理的特性を受信アンテナにより受信・解析することで対象物の内部を探索することができる非破壊検査の一種である。地中レーダ探査において、対象とする媒質の誘電率は重要な要素である。この誘電率は含水量に大きく影響を受け、水分が多いほど電磁波は伝達しにくいという特徴がある。また、地中レーダには送・受信アンテナの間隔を一定に保ちながら移動させるプロファイル測定法と、送・受信アンテナの間隔を変化させながら探索するワイドアングル測定法があり、本研究ではプロファイル測定法により自然堤防・後背湿地等の異なる地形の地盤内部を可視化判読することとした。

5.2 地中探査レーダによる判読結果

図-5(a),(b)は地中レーダによる探索結果を示したものである。画像上で明るく表示されている部分が強い振幅の反射がとらえられた部分で、逆に暗く表示されている部分は弱い振幅の反射がとらえられた部分、すなわち媒質の変化が少ない均質な地盤である。探索結果から、それぞれの地形で特徴的な電磁波の反射が見て取れた。特に後背湿地においては、全体的に暗く表示されていることから、水分を多く含んでいることが判読される。

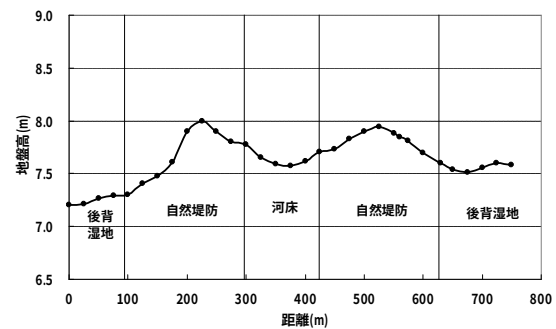


図3 河跡部の横断地形

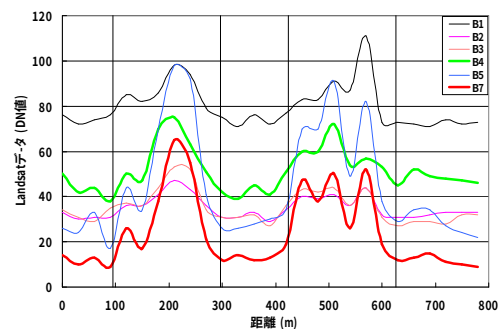


図4 旧河道の分光反射特性

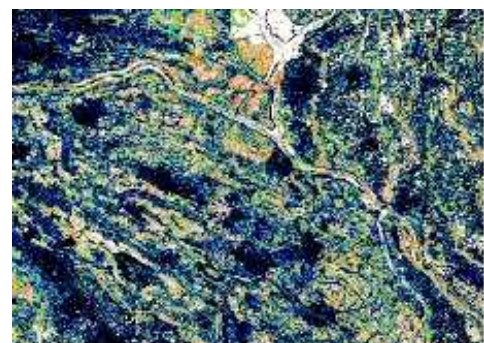
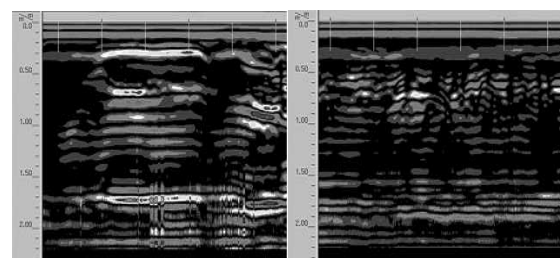


写真-1 埼玉平野の比演算画像(Band4/7)



(a) 自然堤防 (b) 後背湿地

図5 地中探査レーダ画像

6. まとめ

- 1) 地盤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、微地形の分布状態を可視化することができた。
- 2) 地中レーダにより自然堤防・河床部・後背湿地の各地点でそれぞれ異なる地盤状態を可視化することができ、新たな判読の可能性を見出すことができた。

参考文献

- 1) 藤井壽生・西川 肇・工藤勝輝・伊藤一正・近藤 勉・木田哲量・今野 誠: 衛星データを活用した利根川の流路変遷に関する研究