

## G-15

## 古地図と数値標高モデル (DEM) データの比較解析による埋立地の抽出

## Extraction of landfill by comparison analysis of archaic map and Digital Elevation Model (DEM) data.

○吉越大貴<sup>1</sup>, 本田脩<sup>2</sup>, 井上文雄<sup>3</sup>\*Hiroki Yoshikoshi<sup>1</sup>, Shu Honda<sup>2</sup>, Fumio Inoue<sup>3</sup>

Abstract: The soil liquefaction was caused in the Kanto bloc by the Great East Japan Earthquake in 2011. The landfill in which the soil liquefaction occurs easily was extracted from the changed portion of the water area between an archaic map and Digital Elevation Model (DEM) data. The extracted landfill compared the record of the center-of-gravity point of soil liquefaction.

## 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災により地震や津波によって東北地方に甚大な被害がもたらされた。この地震により関東圏では、浦安などの湾岸沿いや河川跡といった埋立地で液状化現象が発生した。今後、予測されている都市直下型地震では、今回の地震以上の被害が推定されるため、液状化が発生しやすい箇所に対し、防災対策を施す必要がある。

本研究では、液状化現象の発生予測地点を示す防災用地図の製作を目指しており、液状化の発生しやすい埋立地の特定を行うため古地図を用いた方法を検討している。古地図には現在は埋め立てられているが、当時はまだ埋め立てられていない河川や湾岸沿いが地図として記録されている。そこで、古地図と数値標高モデル (DEM: Digital Elevation Model) データの比較解析により、液状化の発生しやすい埋立地の抽出を行い、液状化が発生した箇所と比較検証を行うことを目的とする。

## 2. 使用データと調査地域

DEM データは正確な標高値を持ち、高分解能である国土地理院発行の5mメッシュ標高データ(平成十五年発行)を使用した。古地図には、大正九年発行の東京市全図を使用した。調査地域は、旧河川の埋立地が多い東京都中央区、墨田区、江東区付近とした。前処理として5mメッシュ標高データを基に、DEMデータを水域とそれ以外のデータに変換・画像化し、古地図は目視で水域とそれ以外の画像に編集を行い、双方に2値化処理を施した。

## 3. 処理及び結果

埋立地の抽出を行うために、DEM データと古地図の位置合わせを行う必要がある。古地図の基準点とそれに対応する DEM データの基準点から最小二乗法を用いてアフィン変換の変換係数を求め、古地図に対して変換を行い、位置合わせをする。アフィン変換によって

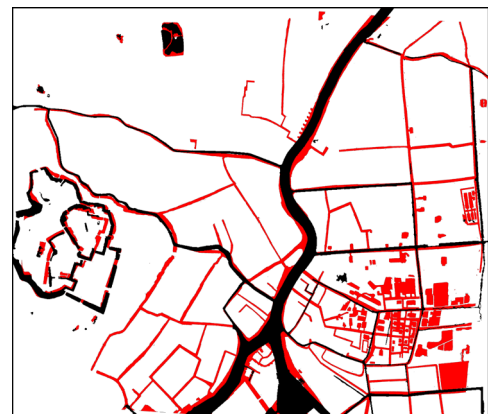


Figure 1. Alignment by affine transformation.

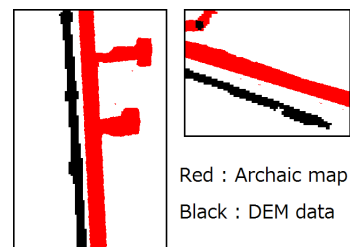
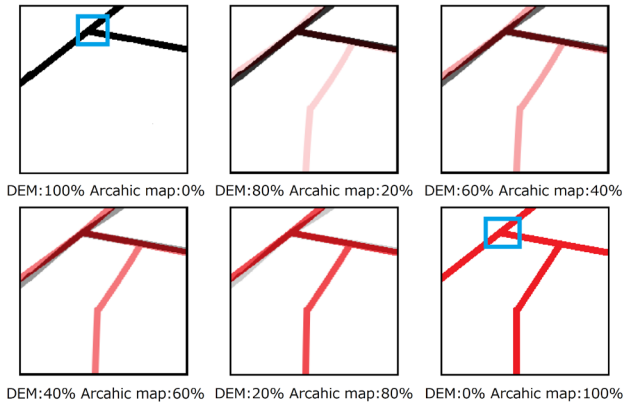


Figure 2. The local position gap between archaic map and DEM data.

おおまかな位置合わせを行うことができたが、局所的に位置ずれが残った(図1, 図2)。そこで局所的な位置ずれを補正するため、モーフィング<sup>[1]</sup>を行った。モーフィングとは、2つの画像の対応点を基に形状および色調を滑らかに変化させる処理である。対応点はDEMデータと古地図に共通している道路の交差点や川の流れ、合流地点などから目視で取得した。図3にDEMデータから古地図へ20%ずつ変化させた例を示す。対応点は四角形内の川の合流点である。DEMデータから古地図へモーフィングする際、色調が変化するためDEMデータには存在せず、古地図に存在する水域を抽出できる。実際の処理ではDEMデータを製作する地図の基準とするため、DEMデータの形状が大きく変化せず、水域を抽出できるようにモーフィング変換度をDEMデータ90%、古地図10%とした

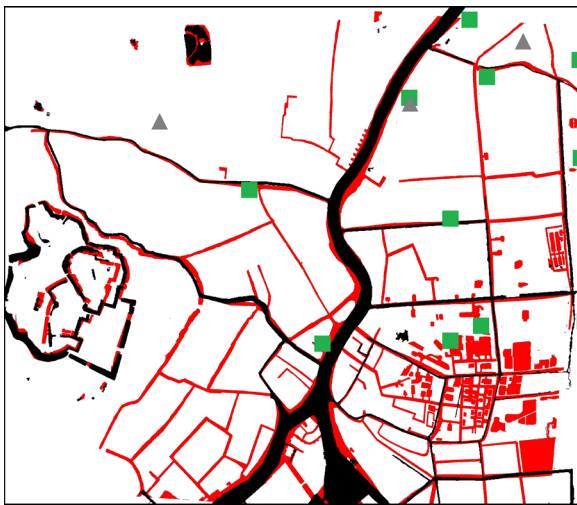


**Figure 3.**Morphing sample (Changes 20% respectively 0% to 100%).

処理は、以下の手順で行った。

- ① 対応点を双方の画像に設定
- ② DEM データ 90% 古地図 10% で変換した画像の取得
- ③ 10% 変換した画像から埋立地の抽出

処理後の画像に 1923 年に発生した関東大震災時の液状化履歴の重心地点<sup>[2]</sup>を重ね合わせた画像を図 4 に示す。表示色で白が陸地、黒が水辺、赤が抽出した埋立地、緑と灰色が液状化の重心地点を示している。



**Figure 4.**Superimposed the record of the center-of-gravity point of soil liquefaction of the Great Kanto Earthquake on the map of comparison between DEM data and archaic map by morphing.

図 4 から抽出した埋立地と液状化履歴が一致した箇所（緑の四角形）、抽出した埋立地以外で液状化履歴がある箇所（灰色の三角形）が確認された（図 5）。今回、比較に使用したデータは、大正九年の古地図と大正十二年に発生した関東大震災時の液状化履歴である。埋立地と液状化履歴が一致した箇所（緑の三角形）は、3 年間で河川改修が行われたとは考えにくい、隅田川周辺は液状化が発生しやすい沖積層であるため<sup>[3]</sup>、抽出した埋立地と一致した場合が考えられる。抽出し

た埋立地以外で液状化が発生している箇所（灰色の三角形）は、使用した古地図より昔は水辺であった場合が考えられるため、大正九年以前の古地図との比較検証が必要となる。また、抽出した埋立地と液状化履歴が一致しない箇所が多くあるが、液状化履歴は関東大震災時のデータであるので、2011 年に発生した東日本大震災時の液状化履歴と一致する可能性がある。よって今後は、東日本大震災時の液状化履歴と抽出した埋立地の比較検証を行う。モーフィング処理を行うことで、局所的な位置合わせを行うことが出来た。一方で、処理の際に対応点を川の流れに沿って取ってしまうと、河川改修で川の幅が狭くなった箇所、本来埋立地の箇所が位置合わせによって非埋立地と判断されてしまう箇所があることも確認された。また、10% 変換することで DEM データ自体も変化してしまう。そのため、今後は別の局所的な位置合わせ法も検討する。



**Figure 5.**Characteristic part of Figure 4. Congruous parts of extraction parts and the record of the center-of-gravity point of soil liquefaction (Green-quadrangle). Not-extraction parts by soil liquefaction parts (Gray-triangle).

#### 4. おわりに

本稿では DEM データと古地図から液状化現象の発生しやすい埋立地の抽出を行い、実際に液状化現象が発生した箇所との比較を行った。埋立地の抽出に関しては今回の方法で行うことができたため、今後は同様の方法で江戸時代や明治時代、昭和時代初期など他の時代の古地図についても処理を行い、時系列でどの時代に埋め立てられた箇所に液状化が発生しやすいか等の比較や、今回の抽出範囲で液状化現象が発生していない箇所について文献等で調査を行い、本研究の目的である液状化現象の発生予測地点を示す防災用地図の製作を目指す。

#### 5. 参考文献

- [1] 田中尚行, 佐藤剛士:「古地図と現在の地図との局所的重ね合わせ技法」, 測量, Vol.53, No.8, pp.35-39, 2003.
- [2] 若松加寿江:「日本の液状化履歴マップ 745-2008 DVD+解説書」, 東京大学出版会, 2011.
- [3] 久保, 黒田 他:「技術ノート」, No.7, pp.3-4, 東京都地質調査業協会, 1989.