

## G-5

## 古地図と数値標高モデル (DEM) データの比較による液状化予測の新手法

A new method of soil-liquefaction prediction by comparison of archaic maps  
with Digital Elevation Model (DEM) data○吉越大貴<sup>1</sup>, 清水啓冬<sup>2</sup>, 植松大<sup>2</sup>, 井上文雄<sup>3</sup>\*Hiroki Yoshikoshi<sup>1</sup>, Hiroto Shimizu<sup>2</sup>, Dai Uematsu<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. For the future earthquakes, it is significant to provide the effective measures against such disasters in the area where soil-liquefaction is widely expected. In this study, we developed a new cost-effective method of soil-liquefaction prediction by comparing archaic maps with the latest Digital Elevation Model (DEM) data. Good consistency with the prediction data provided by civil engineering center TOKYO METROPOLITAN GOVERNMENT via different approaches indicates the effectiveness of our method.

## 1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災での地震や津波によって東北地方に甚大な被害をもたらされた。

この震災により関東圏では、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、今回の震災以上の被害が推定されるため、液状化が発生しやすい地域に対し、防災対策を施す必要がある。

液状化現象の発生予測については、ボーリングデータによる液状化判定法が挙げられるが、この手法は調査に時間がかかることやコストの面で課題がある。そこで本研究では古地図と数値標高モデル (DEM: Digital Elevation Model) データの比較解析を用いた手法を提案する。

## 2. 使用データと調査地域

DEMデータは国土地理院発行の5mメッシュ標高データ (平成十五年, 二十一年発行) を使用した。古地図には東京近傍図七面組-東京近傍東部 (明治二十年発行), 最新大東京地図 (大正十四年発行), 最新東京全図 (昭和二十五年発行) を使用した。

## 3. 処理及び結果

処理は3つの処理に分けられる。

- ①古地図とDEMの位置合わせによる埋立地の抽出
- ②過去の液状化の履歴の調査
- ③液状化予測図の製作

①本研究では地上基準点 (GCP: Ground Control Point) を用いて画像を幾何変換させる位置合わせ法を用いた。双方の画像上に共通して存在し、場所の変化が少ないと思われる神社や寺院にGCPを設定した。古地図のGCPは画像上から目視で設定し、DEMデータのGCPは目視で設定することが困難であるため、神社や寺院の緯度経度を平面直角座標系へ座標変換し、求めた座

標をGCPとして設定した (図1)。設定したGCPを基に画像処理ソフトウェアENVIを用いて古地図に対し幾何変換を行った。画像の空間補間には最近傍補間法を用いた。幾何変換した古地図の河川、池、運河、海と思われる箇所を青色に塗り、古地図とDEMの画像間の差分から各時代の埋立地を抽出した。

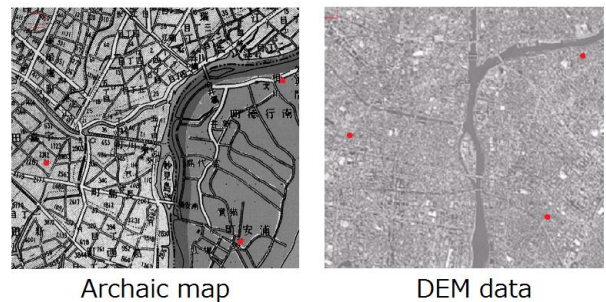


Figure 1. Ground Control Points (shown in red dots)

②現在までに東京都で大きな被害が発生した3つの地震 (1923年関東大震災, 1987年千葉県東方沖地震, 2011年東日本大震災) での液状化履歴について調査した。関東大震災, 千葉県東方沖地震での液状化履歴<sup>[1]</sup>については液状化発生地域の重心点の緯度経度を平面直角座標系へ座標変換し、被害図を参考に重心点の座標を中心に300m (重心点から25メッシュ分) を推定液状化発生箇所とした。また東日本大震災時の液状化履歴については国土交通省関東地方整備局の発表した調査結果<sup>[2]</sup>を基に確認した地点を推定液状化発生箇所とした。

③液状化予測図については液状化の可能性が高い地域 (赤), 液状化の可能性がありうる地域 (黄), 液状化の可能性が低い地域 (緑) の3色で色分けを行った。液状化の発生しやすい特徴として、

- 新しい埋立地
- 旧河道, 旧池沼

1: 日大理工・院 (前)・情報 2: 日大理工・学部・子情 3: 日大短大・教員・総合

- 大河川の沿岸
- 過去に液状化現象が発生した土地
- 地下水位の高い場所（標高の低い場所）

があるため、埋め立てられた時期（非埋立地、明治、大正、昭和の埋立地）、過去の液状化発生回数（0回～2回）、標高（東京都の発表した予測図から液状化の起きにくい地域の標高を6m以上の箇所と推定）から表1を液状化予測図の色分けの基準とした。

**Table 1.** Classification of soil-liquefaction probability

Elevation	Era	soil-liquefaction experience in the past		
		0 time	1 time	2 times
over 6m	no landfill	green	yellow	yellow
	Meiji(1887)	green	yellow	red
	Taisho(1925)	yellow	red	red
	Showa(1950)	yellow	red	red
Under 6m	no landfill	green	yellow	yellow
	Meiji(1887)	green	yellow	red
	Taisho(1925)	yellow	red	red
	Showa(1950)	yellow	red	red

表1を基に作成した液状化予測図を図2に示す。また、比較対象として2013年3月に東京都が発表した液状化予測図<sup>[3]</sup>を図3に示す。

図2と図3を比較すると、液状化の可能性が高いと思われる地域に関しては一部を除いて同等の結果を得られている。

本研究のメリットは運河、河川、池のような細かな埋立地も抽出できることが挙げられる。その結果と液状化履歴を比較することによって、現段階では液状化が発生していない埋立地に関しても液状化が発生する可能性を発見することができる。

また、新しい埋立地は液状化が発生しやすいということが分かっているため、さらに昔の江戸時代の古地図を用いることで、埋め立てられてからおよそ何年経過すれば埋立地でも液状化が発生しにくくなるかという指標が発見できる可能性がある。

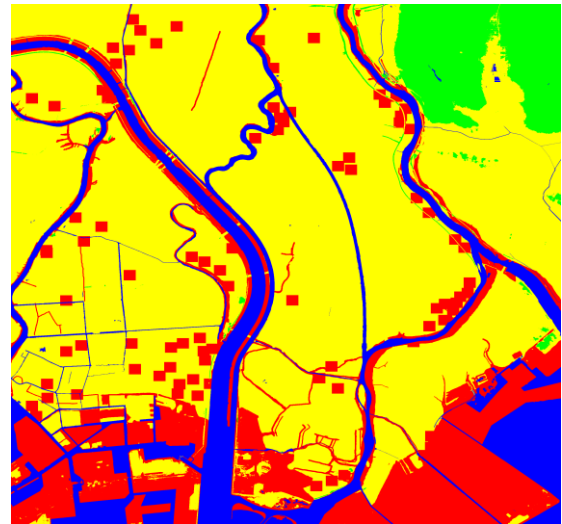
4. おわりに

本稿ではDEMデータと古地図から埋立地を抽出し、過去の液状化履歴の調査を行い、液状化予測図の作成を行った。東京都が作成した液状化予測図との比較の結果、おおまかな予測を行うことができることが確認できた。より正確な予測図を作成するためには、ボーリングデータの調査を行う必要があるが、コストや調査時間を考慮した場合、本研究の手法で予め液状化の

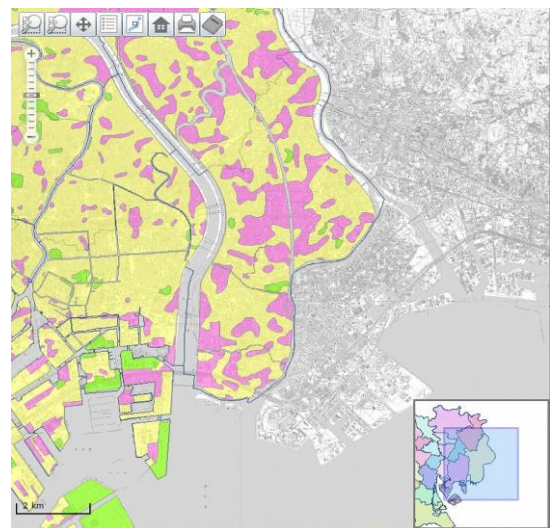
可能性の高い地域を断定し、優先して防災対策を施すことで被害を減らすことができると考えられる。

5. 参考文献

[1] 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。  
 [2] 国土交通省関東地方整備局，公益社団法人 地盤工学会：「東北地方太平洋沖地震における関東地方の液状化現象の実態調査」，2012。  
 [3] 東京都土木技術支援・人材育成センター：「東京の液状化予測 平成 24 年度改訂版」，2013。  
 [4] 吉越大貴 他：「古地図と数値標高モデル（DEM）データの比析による埋立地の抽出」，第 56 回日本大学理工学部学術講演会 G-13，pp.529-530，2012。



**Figure 2.** Soil-liquefaction prediction map (Red: high. Yellow: medium. Green: low.)



**Figure 3.** Soil-liquefaction prediction map by civil engineering center TOKYO METROPOLITAN GOVERNMENT