

## 地盤構造の推定のための空間補間法の比較

茨城大学 学生会員 ○長谷川 慶彦

茨城大学 正会員 村上 哲

茨城大学 フェロー会員 安原 一哉

茨城大学 正会員 小峯 秀雄

## 1.はじめに

近年の地球温暖化により海面上昇が起こると沿岸域での地下水位が上昇する。地下水位が上昇すると、液状化の危険領域の増加、基礎の破壊、沿岸構造物の安定性の低下、地盤の浮力の増加などの問題を引き起こすことが指摘されている。なかでも液状化は、構造物の耐震性に影響を及ぼすなど社会基盤に大きな被害を与えるとともに、その被害は地震時においてほとんど短時間で生じてしまうため、事前の被害予測およびそれに対応するための被害の防止・低減が必要となる。そこで、本研究では、液状化危険度予測を目的とする。

気候変動を考慮した液状化ハザードマップを作成する上で、地盤構造の空間分布を把握することができれば海面上昇や豪雨による地下水位変動予測の精度も向上し、なおかつ効率よく液状化危険度予測を行えると考える。

また、海面上昇による液状化現象の危険領域の変化は地域によって異なると考えられる。その要因として地盤の堆積状況があるが、それを考慮することができれば精度の良い予測が行えると考える。

そこで、本稿では既存のボーリングデータを用いて空間補間を行い、地盤構造を推定する手法について述べる。

## 2.対象地域及び使用したボーリングデータ

## 2-1.対象地域の概要

本研究の対象地域は北海道石狩平野とした。石狩平野は北海道の中西部、石狩川中・下流部に広がる平野で、西部には札幌市が位置している。地層は縁に沿って南北に丘陵がのび、ここでは鮮新統の滝川層群をおおって浅海成の中部～下部更新統野幌層・獅子内層が分布しているが、これらを基盤として海拔 200m 以下のところに、火山灰や軽石で覆われた数段の段丘が分布している<sup>1)</sup>。

また、海成沖積層は石狩湾沿岸で最大 140m の厚さに達し、最上部は泥炭や砂丘砂が発達し、その下は粘土・砂および礫の累層からなっている<sup>1)</sup>。

## 2-2.用いたデータ

データは、地盤工学会北海道支部の北海道地盤情報データベース化委員会が作成した北海道地盤情報データベース Ver.2003<sup>2)</sup>(以下北海道地盤 DB-03)を用いた。北海道地盤 DB-03 は札幌市・室蘭市周辺を中心として 13,166 本のデータ数があり、札幌市周辺に約 6,000 本が集中している。北海道地盤 DB-03 の中の地盤情報は柱状図、緯度・経度、標高、地下水位、土質分類、色調、N 値などがある。

## 3.用いた補間法

ここでは、IDW 法(Inverse Distance Weighted)を用いて補間を行った。IDW 法は、各セルの付近にある一連のサンプル・データ・ポイントの値から平均値を求めることによって、セル値が推定される<sup>3)</sup>。IDW 法は以下のような一般式で表現でき、推定対象のセルの中心に近いポイントほど、平均化プロセスで大きな影響度、つまり大きなウェイトを持つ<sup>3)</sup>。

---

キーワード 地盤構造 GIS 空間補間

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 TEL 0294-38-5163

$$Z^*(x^*, y^*) = \sum_{i=1}^N w_i Z_i(x_i, y_i)$$

$$w_i = \frac{(1/d_i)^m}{\sum_{j=1}^N (1/d_j)^m} \quad \sum_{i=1}^N w_i = 1$$

$z_i$  は, 「 $i$ 」番目の位置での測定値

$w_i$  は, 「 $i$ 」番目の位置での測定値に対する未知のウェイト

$d_i$  は, 測定地点と推定地点の距離

$m$  は, 乗数

$N$  は, 測定値の個数

また, IDW 法を使用すると, 出力ポイントからの距離に基づき, 内挿対象の値に対する既知のポイントの影響度を制御することができる<sup>3)</sup>. 大きな乗数を定義すると近いポイントほど強調され, 小さな乗数を定義すると遠いポイントの影響度が大きくなる.

#### 4.地盤構造の推定

地盤構造を推定するにあたり, まず, 北海道 DB-03 の柱状図に含まれている土質名称から, 表 1 の質量構成比の範囲の間の値をとり, 「混じり」なら 10%, 「質」なら 30%として粒度組成を与えた. しかし, 質と混じりが両方ある場合にはそれぞれ 25%, 10%とした. また, 単一の記号の場合はその土質を 100%とした. 表 2 にその例を示す. 次に, 推定したい地点を決め, その地点の標高を数値地図 50m メッシュ(標高)から類推した. その後, IDW を用いて同一深度の実測値から深度 1m ごとの粒度組成を推定し, その値に応じて土質名称を与えた. 土質名称は基本記号と副記号を組み合わせて記号化するとともに, 粘土, 砂, シルトに着目して色分けを行った(図 1 参照).

ここでは, 実測点 A, B の間の, それぞれの距離が等間隔の推定点 1, 2, 3 の地盤構造を, 乗数を変化させて推定した結果の違いを比較する. 図 2 に位置関係を示す.

#### 5.結果

結果は図 3-5 のようになった. 同じ土質名称でも色が異なるところは, 含まれる土質の割合の違いによるものである. 例えば, 乗数 3 における推定地点 2, 3 の深度 5m の地点では, 土質名称はどちらも粘土混じりシルト質砂(SM-C)だが色が異なっている. これは, 推定地点 2 での土質の割合は砂が約 68%, シルトが約 19%, 粘土が約 9%なのに対し, 推定地点 3 では砂が約 51%, シルトが約 34%, 粘土が約 12%となっているためである. また, 実測地点 A, B に含まれていない土質が現れるのは A, B 以外の地点の影響を受けているためだと考えられる.

3 つの結果を比較すると, 乗数が小さいと推定地点 1, 2, 3 の同一深度の構成土質の割合の変化が小さくなっていることがわかる.

表 1 質と混じり

| 質量構成比      | 分類記号  | 接続記号     |
|------------|-------|----------|
| 15%以上50%未満 | - 質   | なし       |
| 5%以上15%未満  | - 混じり | - (ハイフン) |
| 5%未満       | 表記しない | なし       |

表 2 粒度組成

|                  | 砂 (S) | シルト (M) | 粘土 (CH) |
|------------------|-------|---------|---------|
| 砂(S)             | 100   | 0       | 0       |
| シルト質砂(SM)        | 70    | 30      | 0       |
| シルト混じり砂(S-M)     | 90    | 10      | 0       |
| 粘土混じりシルト質砂(SM-C) | 65    | 25      | 10      |

(%)

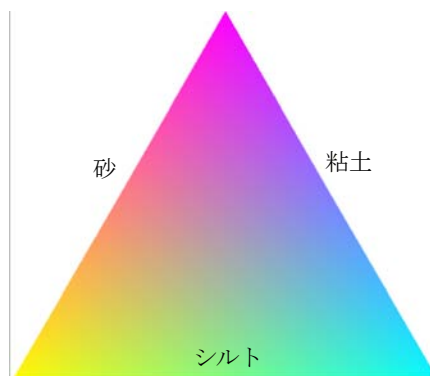


図 1 色分け

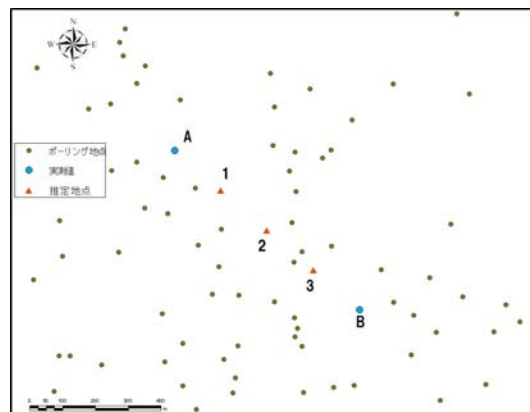


図 2 推定位置図

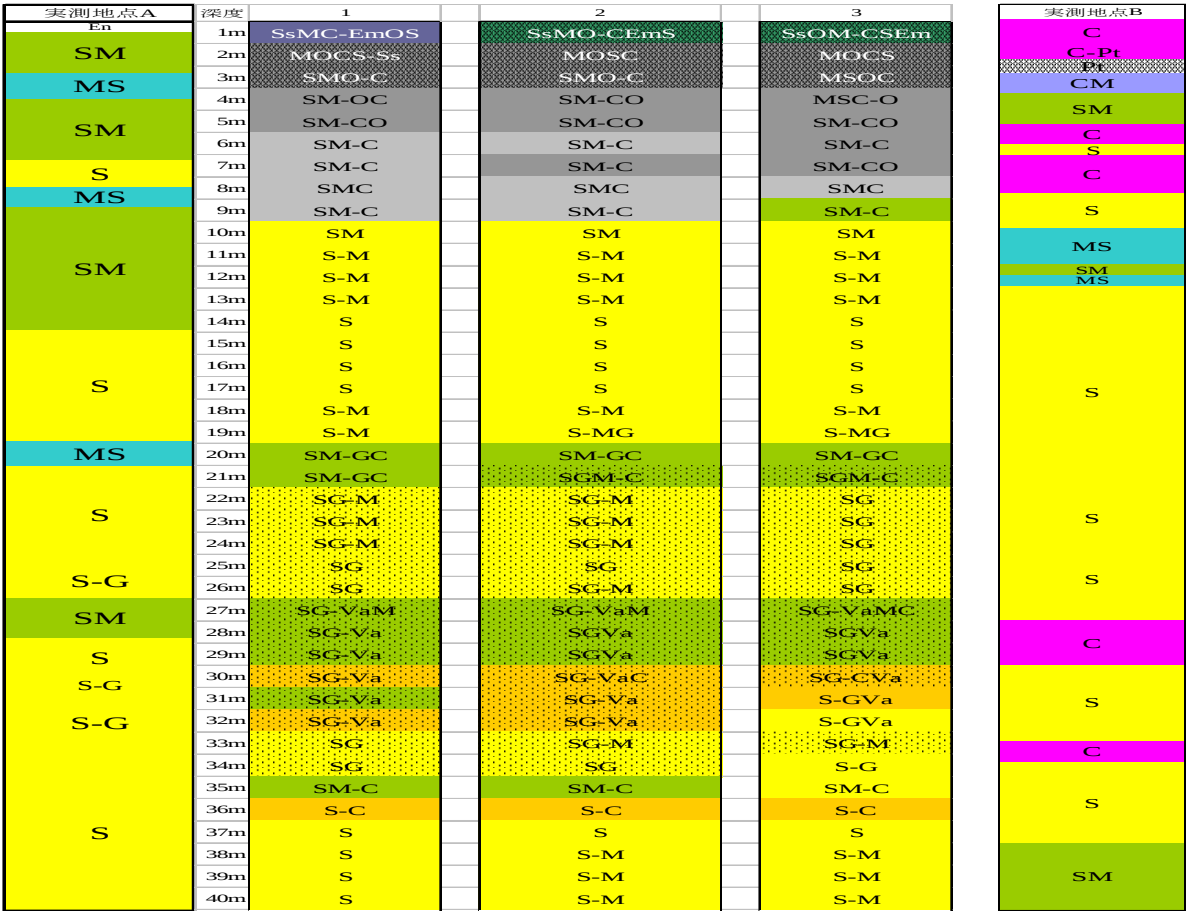


図3 乗数1での結果



図4 乗数2での結果

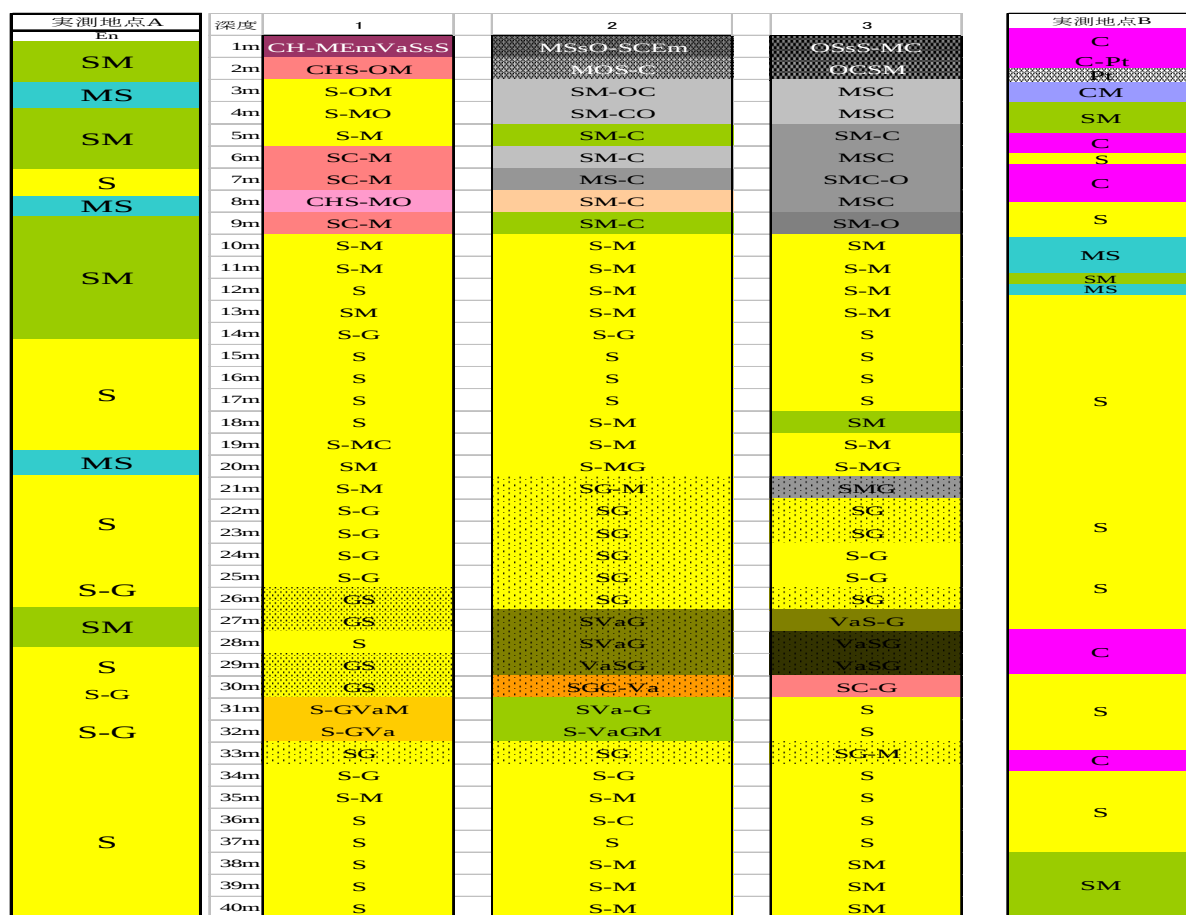


図5 乗数3での結果

## 6.まとめ

土質の粒度組成を与え、その値を元にポイントの1m深度ごとの粒度組成を推定し、そのポイントの地盤構造を推定することができた。しかし、3つの乗数では大きな結果の違いはないように思われた。今後の課題として250mメッシュのポイントを与え、全体的な地盤構造を推定する必要がある。また、液状化判定に必要な平均粒径や単位体積重量などの地盤物性値も決めていかなければならない。

## <謝辞>

本研究の一部は、科学研究補助金若手研究(B)(代表：村上哲)および環境省推進経費(代表：安原一哉)の研究助成を戴いて行ったものです。ここに付記して謝意を表します。

## 《参考・引用文献》

- 1) 勘米良亀齢・橋本光男・松田時彦: 岩波講座地球科学 15 日本の地質, 岩波書店, pp.200-201, 1980.
- 2) 地盤工学会北海道支部地盤情報データベース化委員会: 北海道地盤情報データベース Ver.2003, 地盤工学会北海道支部, 2003.
- 3) Jill McCoy and Kevin Johnson: ArcGIS Spatial Analyst ユーザーズガイド, 株式会社パスコ, p.136, 2001.