

第Ⅲ部門

ニューラルネットワークを利用した N 値の空間分布推定における推定範囲に関する考察

大阪大学大学院	学生員	○工藤 俊祐
大阪大学大学院	正会員	小田 和広
大阪大学大学院	正会員	常田 賢一
大阪大学大学院	学生員	池田 智史

1. はじめに

標準貫入試験はわが国において最も普及している地盤調査法である。この試験において得られる N 値は、様々な地盤の物理・力学的特性を推定するための手がかりとなる。それに加え、現状では N 値に基づき種々の設計基準・指針が整備されているため、地盤にかかわる建設工事では N 値は不可欠な存在である。ところで、標準貫入試験はボーリング調査の際に行われるが、ボーリング調査によって得られる地盤情報は、深度方向への一次元的な広がりしか持っていない。そこで、地盤情報の空間的な広がりを明らかにするためには、検討範囲の中に位置するボーリング情報を使って、任意地点の地盤情報を推定するしかない。

筆者らは、人工知能のうちニューラルネットワーク（以下 NN）の技術を使って大阪湾沿岸地域の地盤特性の解明や推定に関する研究を進めてきている。本研究ではその一環として、緯度、経度および深度といった地理情報から、NN を利用することにより地盤の N 値を推定する際の推定範囲の決定法について考察する。

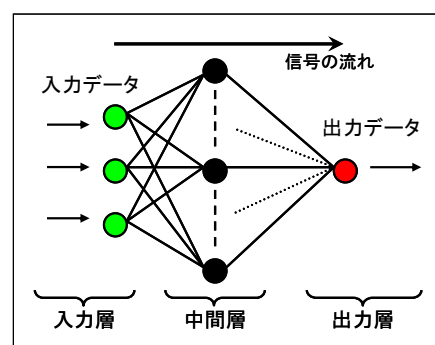


図-1 NN の構造

2. ニューラルネットワーク

NN とは人間の脳にある神経細胞（ニューロン）の情報伝達のしくみを数理的にモデル化した情報処理機構である。この手法はパターン認識等の計算機が従来苦手としていた分野を得意としている。すなわち、この手法を用いれば何らかの関係がありそうであるが理論的には説明しにくい事柄について、なかば強引に関係付けることができる。NN には種々の構造があるが、本研究で用いたバックプロパゲーション法では、入力層、中間層および出力層という階層状の構造をなしている（図-1）。北緯・東経・深度の位置情報を入力項目とし、N 値を出力項目とする。また、NN の作成にあたっては、NN による出力値による出力値と実際の値ができるだけ一致するように入力項目と出力項目を関係付ける関数のお重みを調整する。いわゆるこの過程が学習と呼ばれる。その後、学習用データとは独立した評価用のデータを NN に適用することにより NN の評価を行う。

3. 解析手順

本研究におけるデータの解析には SPSS『Clementine Graduate Pack 10.1』を使用した。また、NN の学習法には、使用ソフトの機能の 1 つある拡張剪定法を用いた。この手法は NN の学習を大きなネットワークから開始し、学習が進行するにつれて隠れ層および入力層内の最も弱いユニットを剪定することにより最適な NN を構築するものである。以下に図-2 に基づき解析手順を示す。

①推定地域を設定し、範囲内に存在するボーリングデータより位置情報と N 値の情報を抽出する。

②使用するボーリングデータを 7 対 3 の割合で学習用と評価用にランダムに分ける。

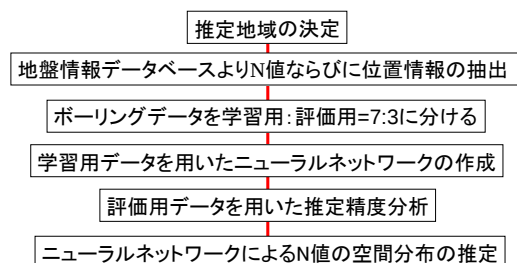


図-2 解析手順フロー

- ③学習回数を 1250 回, 2500 回, 5000 回および 10000 回の 4 パターン設け, 学習用データを用いて NN を作成する。
- ④作成された NN に対し評価用データを適用させることにより NN の推定精度分析を行う。
- ⑤推定範囲における任意地点の N 値の空間分布を推定する。

4. 推定地区と推定精度の関係

本研究では, N 値を推定する対象として大阪市域淀川以南地域を選んだ。まず, 図-3 に示す推定範囲を設定し N 値の設定を行った。次に推定地域の堆積環境の類似性が推定精度におよぼす影響について検討するため, 既往の研究を参考に推定対象地域を図-4 に示すように 4 つに区分けした。そしてそれぞれの範囲で N 値をした。また, これとは別に六甲アイランドの N 値を推定した。表-1 は推定範囲別の推定精度を示している。ここで, 推定精度の評価指標として線型相関に着目する。すなわち, 線型相関が高いほど推定精度が高い。大阪市淀川以南地域全体を対象とした場合の線型相関は 0.575 である。一方, 堆積環境の類似性を考慮して推定範囲を設定した上町台地西縁地区, 淀川南部地区および東大阪中部地区における線型相関はそれぞれ 0.644, 0.733, 0.703 であり, 全体を推定範囲としたものよりも高くなっている。ただし, 上町台地地区の線型相関は 0.300 と非常に低い。ここに, 上町台地地区においては海進・海退期における堆積作用の影響が少ないことに加え, 上町断層の活動の影響を受けているため, 地盤の構成が非常に複雑である。このため NN ではその複雑さに追従できなかったものと考えられる。また, 上町台地西縁地区の推定精度が 0.644 であるのは, 上町台地の影響を受けているものと考えられる。ところで, 六甲アイランドは

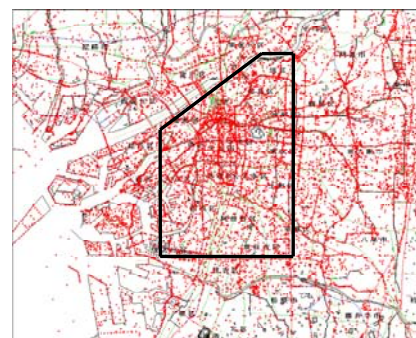


図-3 推定地域(大阪市全域)

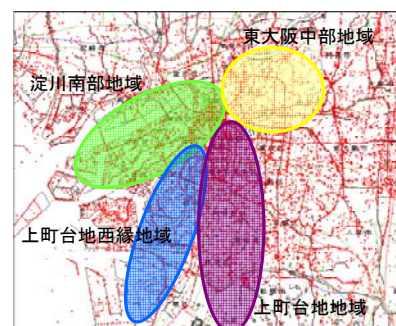


図-4 推定地域(大阪市区)

表-1 推定範囲別の推定精度

推定地域	大阪市全域	上町台地西縁地域	淀川南部地域	東大阪中部地域	上町台地地域	六甲アイランド
線型相関	0.575	0.644	0.773	0.703	0.300	0.560
頻度数	22512	8122	8502	6084	6044	1678
学習回数	5000	2500	1250	5000	2500	5000
NN構造 (1層-2層)	12-0	30-20	28-20	29-19	30-20	28-13

人工島であるためそもそも堆積環境が自然に由来しない。そのような場所でも 0.560 という線型相関となった。この値は大阪市全体の推定精度とほぼ等しく, 上町台地地区のそれよりも高い。これは埋め立て材料が比較的均一であり, 埋め立て地盤の N 値が大きく変動していないためであると考えられる。ただし, N 値分布におけるパターンはないので線型相関はさほど高くならない。つまり, 六甲アイランドのような人工地盤における線型相関を基準とすることにより逆に, 推定範囲における N 値分布パターンに代表される堆積環境の類似性を評価することができることが示唆される。

5. まとめ

大阪市域淀川以南を対象として NN を利用し N 値の空間分布推定を行った。主な知見をまとめると次のようになる。①高い推定精度を得るためには堆積環境の類似性を考慮して推定範囲を決定する必要がある。②人工地盤における推定精度を基準として考えることにより, 推定範囲における堆積環境の類似性を評価できる。

6. 参考文献

KG-NET・関西地盤研究会編, 関西地盤 2007 第3章