

GIS と ANN を用いた東日本大震災による津波被害状況の分析に関する基礎的研究

長崎大学大学院 学生会員 ○渡部 真太郎 長崎大学大学院 フェロー会員 蔣 宇静
長崎大学大学院 正会員 李 博 長崎大学大学院 正会員 杉本 知史
長崎大学工学部 学生会員 本田 禎人

1. はじめに

地震大国である我が国では日々地震の脅威にさらされており、社会基盤における安全性の確保が大きな問題となっている。平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災では被災地に甚大な被害をもたらし、特に、津波による被害が深刻で、津波に対する認識や対策の不十分さが浮き彫りとなっている。これまで日本では度重なる地震の被害を受けてきたことから、地震対策は十分に講じてきたが、今回の大震災による被害状況を見ると津波対策はまだ不十分であるといえる。そこで本研究では、東日本大震災における津波による被害データを GIS により収集・整理し、そのデータベースとニューラルネットワーク (Artificial Neural Network 以下 ANN) を活用することにより、津波被害状況の分析を行うことを目的とする。

表-1 被災 3 県の被害状況

項目	岩手県	宮城県	福島県	3県合計
重軽傷者数(人)	188	4008	241	4437
行方不明者数(人)	1599	2082	120	3801
死者数(人)	4664	9439	1846	15949
被害数(戸)	23421	158669	41336	223426
被災市区町村面積(km ²)	4946	2003	2456	9405
浸水面積(km ²)	58	327	112	497
浸水率(%)	1.2	16.3	4.6	5.3

2. 解析対象と設定条件

2.1 被害状況

本研究では、東日本大震災に伴う津波の被害が特に大きかった岩手県、宮城県、福島県を分析の対象とした。被災した 3 県の被害状況は表-1 に示す通りであり、3 県の中でも特に宮城県の被害が大きいことが分かる。宮城県では死者数と行方不明者数が 1 万人を越え、家屋などの建築物における被害も 158669 戸と断然多い。浸水面積が 327km² であり、被災した市区町村のおよそ 16%にものぼる。これらのデータから宮城県における津波による被害が甚大であることが見て取れる。

2.2 GIS を用いたデータ収集

ANN による解析を行うために被災 3 県における被害データを教師データとして用いた。被害データを収集するにあたり図-1 に示すように GIS 上で被災 3 県沿岸部の地図データをそれぞれ作成し、沿岸部から 300m 離れた地点にポイントデータを 2km おきに赤い点でマッピングを行なった。本研究では津波被害の要因として沿岸部からの標高、沿岸付近の水深が大きく関わっていると考え、それぞれのポイントデータに沿岸部から 300m、150m、0m 地点の標高、水深、被害量を属性データとして入力した(図-2)。ここで、全壊及び半壊した建物の和を被害量とした。

ANN を用いた解析を行うにあたり、市町村ごとの標高と水深の平均値を求め、津波による市町村ごとの被害量を津波による浸水面積で割り単位面積当たりの被害量を算出した。本研究では、この単位面積当たりの被害量を 5 段階の被害指数により分類した(表-1)。解析条件

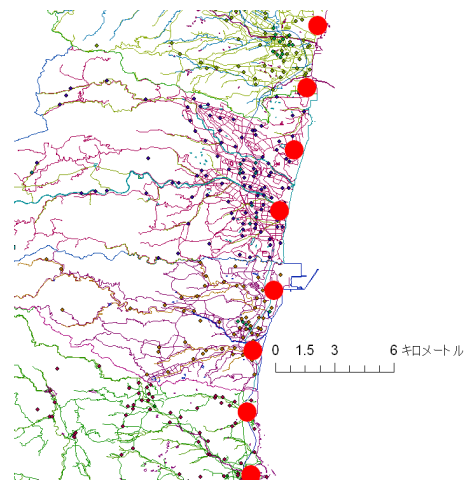


図-1 福島県沿岸部

FID	300m地点	150m地点	0m地点	水深	被害量
0	2	8	6	20	548
1	17	9	2	20	548
2	1	0	0	20	548
3	6	10	0	20	1692
4	3	2	1	20	1692
5	2	2	1	20	1692
6	48	22	10	20	1692
7	4	1	1	25	5657
8	2	1	0	25	5657
9	20	12	1	25	5657
10	2	2	1	25	5657
11	27	23	2	25	5657
12	4	2	1	25	5657
13	13	9	3	30	5657
14	26	24	13	30	5657
15	2	1	1	30	?
16	2	2	1	30	63
17	13	8	3	30	63
18	21	19	7	30	30
19	22	31	21	30	30

図-2 属性データ

としては表-2 に示すように、中間層のユニット数を 4、8、12、16、20、24 と変化させて比較を行なった。

3. 結果と考察

3.1 中間ニューロンユニット数の決定

ニューラルネットワークによる解析では、中間層ニューロン数とユニット数が多過ぎると学習能力が低下することが考えられる。一方、中間層ニューロン数やユニット数の決定について明確な手法がないため、多めの数から検討し、徐々に数を減らして最適な条件を見つける試行錯誤的方法が通常用いられる。そこで本研究も、中間層ニューロン数を 1 とし、中間層のユニット数を 24 から 4 まで変化させ解析を行った。

図-3 は被災 3 県の被害指数と解析結果を比較しその平均誤差を示したものである。誤差はユニット数を増やすごとに徐々に減少し、16 を境に増加した。この解析結果により被災 3 県の学習値を評価するために用いられた中間層ニューロンのユニット数は誤差の一番少ない 16 を採用した。

3.2 被害指数と学習値の比較

図-4 に被災 3 県における被害指数の実績と学習値との比較を示す。多くのエリアで被害実績と学習値が近い値を示しているが、いくつかのエリアでは誤差が生じている。例えば、塩竈市と仙台市では被害指数が 5 となっているのに、赤い丸で囲んでいる予測値が 2 を下回っている。これは、塩竈市と仙台市の学習データが被害指数の低い他のエリアの教師データと類似していたため被害指数が低く評価されてしまった。つまり、塩竈市と仙台市で津波被害が大きく生じた原因が標高や水深だけでなく、地形や防波堤など他の要因が深く関わっていると考えられる。

4. おわりに

本研究では東日本大震災における津波による被害データを収集・整理し、ANN を用いて被害状況の分析を行った。ANN を用いた津波被害の予測では、中間層のニューロンユニット数などのパラメータが予測精度を大きく支配することがわかった。被災 3 県における被害の予測値と被害実績が概ね合致しているものの、複数のエリアで誤差が生じていた。これは、今回用いた教師データ以外に津波被害に強く影響する要因があったためであると考えられる。今後は、被災地の様々なデータを収集し教師データ数を増やすとともに解析モデルの改善を進めていく。

【参考文献】

- 1) 東日本大震災被害情報地図: <http://www.j-risq.bosai.go.jp/ndis/>
- 2) みんなの海図:<http://mar-nets.com/member/>
- 3) 国土地理院ホームページ: <http://www.gsi.go.jp/>

表-2 被害指数

被害数(半壊数+全壊数)	被害指数
0~50	1
51~300	2
301~700	3
701~1300	4
1301~	5

表-3 解析条件

解析対象	岩手, 宮城, 福島
入力層ニューロン数	4
中間層ニューロン数	1
中間層ニューロンのユニット数	4,8,12,16,20,24
出力層ニューロン数	1
学習回数	10000

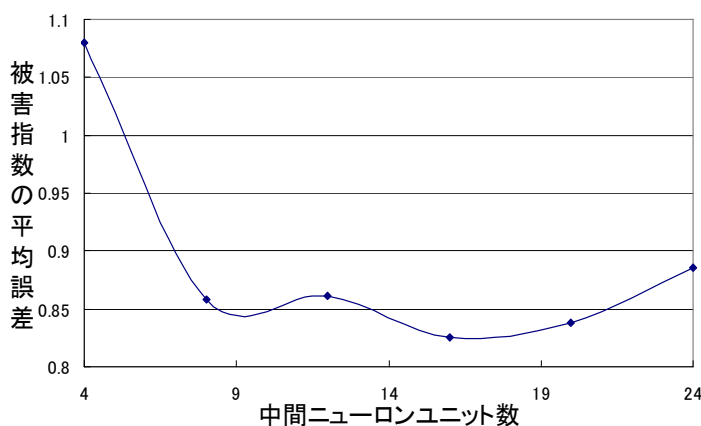


図-3 平均誤差

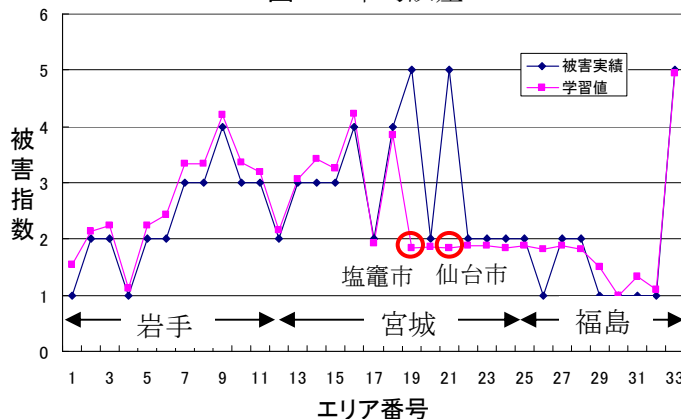


図-4 被災 3 県学習結果