

# 東日本大震災に関連する主要4地震の震度曝露人口の推定

岐阜大学 学生会員 〇原 章裕  
岐阜大学 正会員 能島暢呂  
(独)産業技術総合研究所 非会員 松岡昌志  
京都大学 正会員 小山真紀

## 1. はじめに

地震後の災害対応を適切かつ円滑に進めるためには、地震直後の段階で被災規模を推定することが重要である。(独)産業技術総合研究所は、面でとらえた広域で詳細な地震動の揺れを推定する「地震動マップ即時推定システム(QuiQuake)」<sup>1)</sup>を開発し、その一部である QuakeMap をウェブ上に2009年10月13日より一般公開している。本研究ではこのシステムを用いて、東日本大震災に関連する主要4地震による震度曝露人口を推定する。

## 2. 既往の研究

(1) QuiQuake: このシステムは、(独)防災科学技術研究所の強震観測網(K-NET, KiK-net)で観測された地震記録を用いて、地盤のゆれやすさを考慮して速やかに空間補間計算を行い、広域かつ詳細な地震動マップを推定・図示するものである。これまでに、1996年6月から2011年9月までの15年間に記録された約6400個の地震に関する地震動マップ(計測震度, 最大地動加速度PGA, 最大地動速度PGV)が作成されてアーカイブ化されており、任意の地震動マップをダウンロード可能となっている。

(2) 震度曝露人口: 能島ら<sup>2),3)</sup>は震度分布および人口分布を用いて、メッシュを重ね合わせることで震害ポテンシャル指標「震度曝露人口」を提案し<sup>2)</sup>, さらに、住家被害・人的被害との関係を定量的に分析するとともに、震度曝露指標と被害総量との関数関係のモデル化を行った<sup>3)</sup>。

## 3. 用いたデータ

(1) 計測震度分布データ: 東日本大震災をもたらした一連の地震のうち、表1に示す本震と3つの主要地震(余震および誘発地震)を対象とする。

表1 対象とした東日本大震災関連の主要4地震

地震名	発生日時	マグニチュード
東北地方太平洋沖地震(本震)	2011年3月11日14:46	Mw=9.0
茨城県沖の地震(余震1)	2011年3月11日15:15	M=7.7
宮城県沖の地震(余震2)	2011年4月7日23:32	M=7.1
福島県浜通りの地震(誘発地震)	2011年4月11日17:16	M=7.0



図1 東北地方太平洋沖地震の推定震度分布(GeoTIFFデータ)

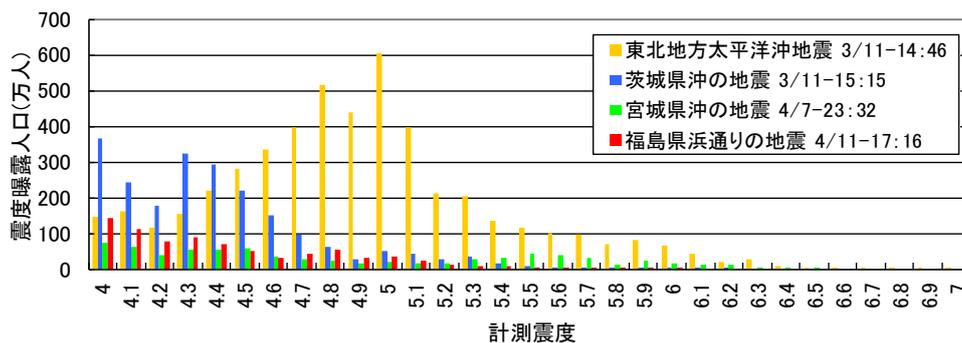
QuiQuakeでは、2次元ラスタ型1バイト符号なし整数のフォーマットで、GeoTIFFファイルとして震度分布データが提供されている。計測震度INTはピクセル値DN(0~255)と $INT=0.025692*DN+0.474308$ で対応付けられている。図1は東北地方太平洋沖地震(本震)の推定震度分布のデータを示す。

(2) 人口データ: 震度曝露人口の推定に用いた人口データは、平成17年国勢調査による地域メッシュ統計であり、2分の1地域メッシュ(約500m四方)の夜間人口を4等分して簡易的に4分の1地域メッシュ(約250m四方)に変換したデータである。

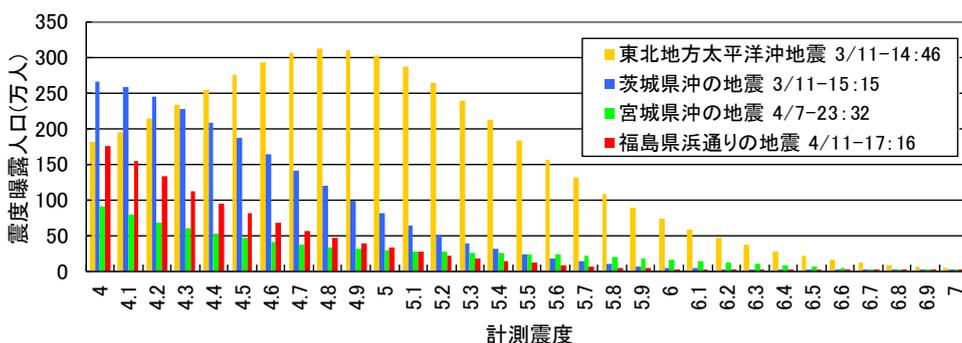
## 4. 震度曝露人口の推計結果

評価結果を図1に示す。図1(a)の「単純集計」は推定震度をそのまま用いた集計結果であり、図1(b)の「移動平均」は推定震度のばらつきを考慮して正規分布密度関数( $\mu=0, \sigma=0.45$ )の平滑化ウィンドウを適用した結果である。QuiQuakeで用いられている補間手法は、距離減衰式による推定結果をトレンド成分とする simple kriging であり、最大速度の補間推定誤差は対数標準偏差で $\sigma=0.232$ と評価されている<sup>4)</sup>。評価計測震度への変換式 $INT=2.68+1.72*\log_{10}PGV$ の係数1.72と変換誤差 $\sigma=0.21$ を考慮すると、計測震度の推定誤差は

$\sigma=0.45$  と評価される。2004 年新潟県中越地震を対象とした震度の補間推定でも  $\sigma=0.45$  と評価されている<sup>5)</sup> ことから、本研究でもこの値を採用した。各震度以上の累計人数を表 1 にまとめて示す。



(a) 単純集計：震度推定のばらつきを考慮しない場合 ( $\sigma=0.0$ )



(b) 移動平均：震度推定のばらつきを考慮した場合 ( $\sigma=0.45$ )

図 3 東日本大震災に関連する主要 4 地震の震度曝露人口

表 2 各震度階以上となる累計人数 (左欄：単純集計, 右欄：移動平均)

震度レベル	東北地方太平洋沖地震		茨城県沖の地震		宮城県沖の地震		福島県浜通りの地震	
5 弱以上	41,445,929	37,675,004	7,464,727	10,505,657	4,492,054	4,954,944	3,047,288	4,417,371
5 強以上	21,777,522	22,739,924	1,892,345	3,439,390	2,912,623	3,076,114	982,771	1,525,949
6 弱以上	6,313,831	9,737,106	179,969	801,506	1,845,376	1,751,944	106,937	394,961
6 強以上	1,703,023	3,072,941	6,536	122,106	410,914	705,782	1,074	61,177
7	64,646	680,772	0	9,389	925	158,105	0	4,549

## 5. 今後の課題

移動平均による結果は、高震度領域でやや過大評価になっていると考えられ、ばらつきの扱いに関して精査が必要である。今後、これまで集計した震度曝露人口と住家被害・人的被害との関係を調査し、既往研究<sup>3)</sup>で提案された被害関数の検証を行う。また、震度曝露人口および被害の即時推定および公開のためのシステムを構築するとともに QuiQuake と連携した Web アプリケーションの実装を検討する。

## 参考文献

- 1) (独)産業技術総合研究所：地震動マップ即時推定システム HP, <http://qq.ghz.geogrid.org/>
- 2) 能島暢呂・久世益充・杉戸真太・鈴木康夫：震度曝露人口による震災ポテンシャル評価の試み，自然災害科学, Vol.23, No.3, 2004, pp.363-380.
- 3) 能島暢呂・久世益充・杉戸真太：2000～2005 年の主な地震による震度曝露人口と住家・人的被害との相関に関する考察，自然災害科学, Vol.25, No.2, 2006, pp.165-182.
- 4) 松岡昌志・若松加寿江：九州の地形・地盤分類 250m メッシュマップを利用した 2005 年福岡県西方沖地震の地震動分布推定，日本地震工学会・大会－2007 梗概集, 2007.11, pp.104-105.
- 5) 松岡昌志・若松加寿江・橋本光史：地形・地盤分類 250m メッシュマップに基づく液状化危険度の判定，日本地震工学会論文集, 第 11 巻, 第 2 号, 2011, pp.20-39.