

Ⅲ－３ 地震動の分布

1 地震動予測手法とこれまでの予測との比較

内閣府（2012）「南海トラフの巨大地震モデル検討会（第二次報告）」を踏まえ、地震動については、東京都の区部・多摩や島しょ部において最大震度を示す①東側ケース＋経験的手法、②東側ケース単独の２パターンについて、地震動予測を実施する。

地震動予測手法の概略について、以下の図に示す。強震波形計算手法としては、内閣府（2012）と同様の統計的グリーン関数法を用いた。

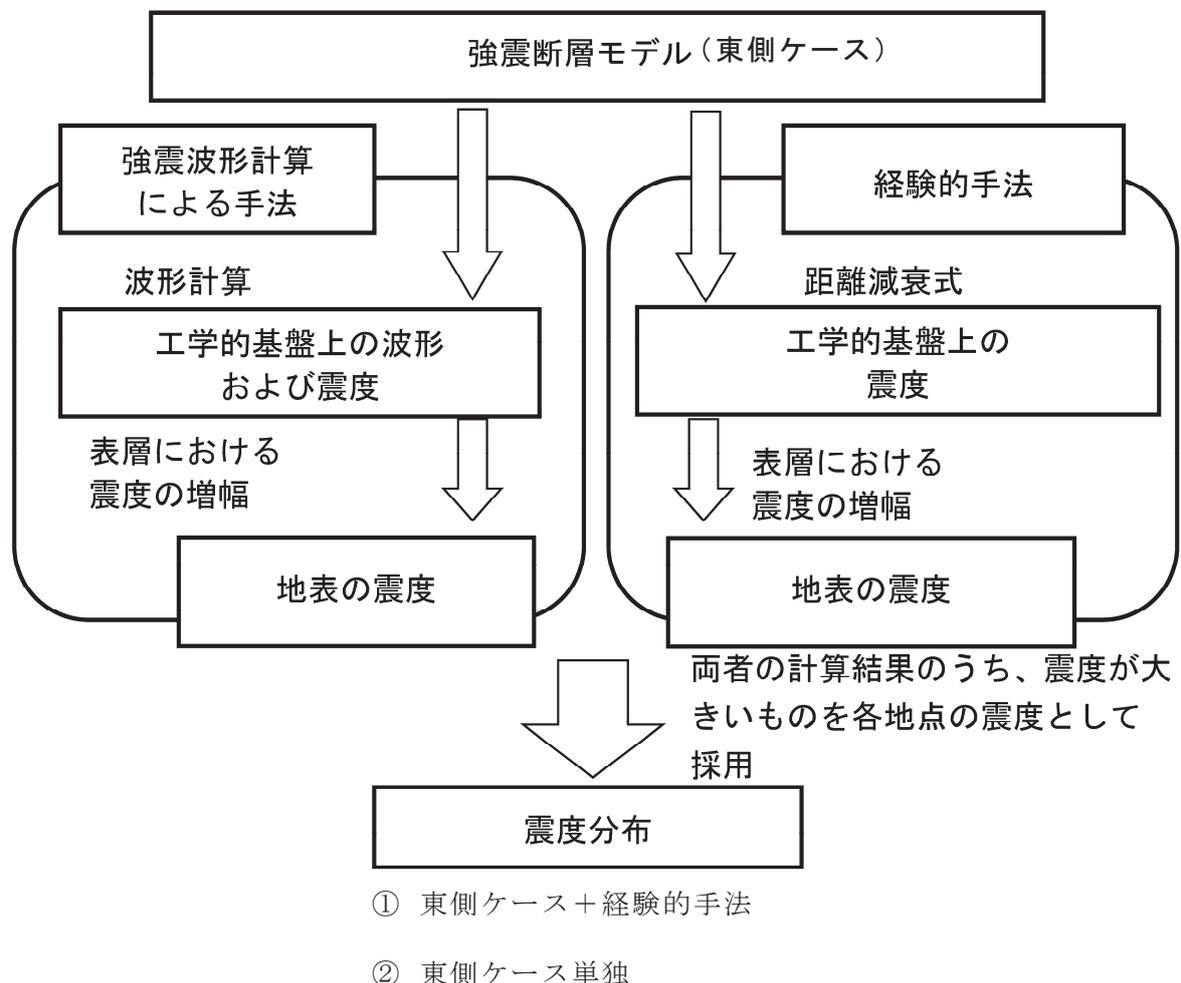


図 地震動予測手法の概観(内閣府(2012)に加筆)

また、経験的手法としては、内閣府（2012）と同様の司・翠川（1999）の距離減衰式を用いた。司・翠川（1999）の距離減衰式は、断層最短距離 $X(\text{km})$ を用いた場合、

$$\log A = b - \log(X + c) - kX$$

$$b = aM_w + hD + \sum d_i S_i + e + \varepsilon$$

となる。ただし、 A は地震動（工学的基盤加速度、工学的基盤速度等）の最大振幅値、 c は幾何減衰の補正係数、 k は A が最大速度の場合 0.002 だが、中央防災会議（2003）や内閣府（2012）では 0.0027 を用いており、今回も $k = 0.0027$ を用いる。 M_w はモーメントマグニチュード、 D は震源深さ、 S は断層タイプ、 e は定数項、 ε は標準偏差で、 a, h, d は回帰係数を表し、 A が最大速度の場合 $a = 0.58$ 、 $h = 0.0038$ 、 d はプレート間地震の場合 -0.02 、 $e = -1.29$ である。

内閣府（2012）では、経験的手法のパラメータについて評価を行っている。それによると、次の3点により、南海トラフ巨大地震 $M9.0$ の検討に用いる経験的手法のパラメータ M_w を 8.3 と設定している。

- ・ 中央防災会議（2003）より、司・翠川（1999）の距離減衰式は $M_w 8$ より大きな地震に対して適用できるように作成されたものではないが、過去の $M_w 8$ を超える地震の震度分布と比較すると、全体的には距離減衰の関係は成立していると考えられた。
- ・ 中央防災会議（2003）が検討した東海・東南海・南海地震は $M_w 8.7$ の地震であったが、経験的手法のパラメータ $M_w 8.0$ を仮定するとその震度分布をよく説明した。
- ・ 内閣府（2012）より、 $M_w 9.0$ の平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震の震度分布に適用されている経験式（司・翠川（1999）の距離減衰式）のパラメータ M_w は 8.2～8.3 であった。

以上を踏まえ、今回、南海トラフ巨大地震 $M9.0$ の震度分布を経験的手法（司・翠川（1999）の距離減衰式）で計算する際には、内閣府（2012）で設定したパラメータ $M_w 8.3$ を用いた。

以下の表に内閣府（2012）と今回の地震動予測手法の比較表を示す。

表 南海トラフ巨大地震の地震動予測に関する比較

項目	内閣府（2012）	東京都（2012）	今回
想定マグニチュード M	9.0	7.3～8.2	9.0
対象地震	南海トラフ巨大地震 基本ケース、東側ケース 西側ケース、陸側ケース + 経験的手法	東京湾北部地震 多摩直下地震 元禄型関東地震 立川断層帯地震	南海トラフ巨大地震 ① 東側ケース + 経験的手法 ② 東側ケース単独
工学的基盤波形予測手法	統計的グリーン関数法	統計的グリーン関数法 + 差分法	統計的グリーン関数法
幾何減衰の補正係数 C の値	18km	2.8km	18km
深部地盤モデル	全国 1 次地下構造モデル（暫定版）（地震本部, 2012）を改良（主に中京地域）	長周期地震動予測地図 2009 年試作版（地震本部, 2009）+ 首都直下地震防災・減災プロジェクト（2012）のフィリピン海プレート上面深度	全国 1 次地下構造モデル（暫定版）（地震本部, 2012）（震源域・島しょ部）+ 東京都（2012）の深部地盤モデル（区部・多摩を中心とした南関東）
表層地盤のメッシュサイズ	250m メッシュ	50m メッシュ 250m メッシュ	50m メッシュ 250m メッシュ
50m メッシュのデータ	—	東京ガス株（2004）SI 増幅度データ	東京ガス株（2004）SI 増幅度データを活用して内閣府（2012）を改良
250m メッシュ微地形区分（若松・松岡, 2011）の AVS30・増幅度・震度増分	内閣府（2012）で新たに評価 + 横田ほか（2005）	松岡ほか（2005）、Midorikawa et al.（1994）、童・山崎（1996）（中央防災会議（2004）、東京都（2006）と同様）	内閣府（2012）で新たに評価 + 横田ほか（2005）
250m メッシュの PS 検層データ・ボーリングデータ	微地形から求める AVS30 とは別に PS 検層結果から AVS30 を求め 250m メッシュデータとして使用	—	（内閣府（2012）の AVS30・震度増分を使用）

2 表層地盤の揺れやすさについて

地震動が工学的基盤から地表に伝わる際の、表層地盤による地震動の増幅効果を、震度については震度増分で表現する。一種の表層地盤の揺れやすさの指標となる。

今回の表層地盤の震度増分については、東京都（2012）とは異なり、「南海トラフの巨大地震モデル検討会」で検討し採用された内閣府（2012）の震度増分を採用する。しかし、内閣府（2012）では全て250mメッシュであるため、下図に示す50mメッシュの範囲については、東京ガス株式会社のSI増幅度データから求めた50mメッシュ震度増分の250mメッシュごとのばらつきを、内閣府（2012）の震度増分に加えることで、50mメッシュに対応した震度増分を作成した。

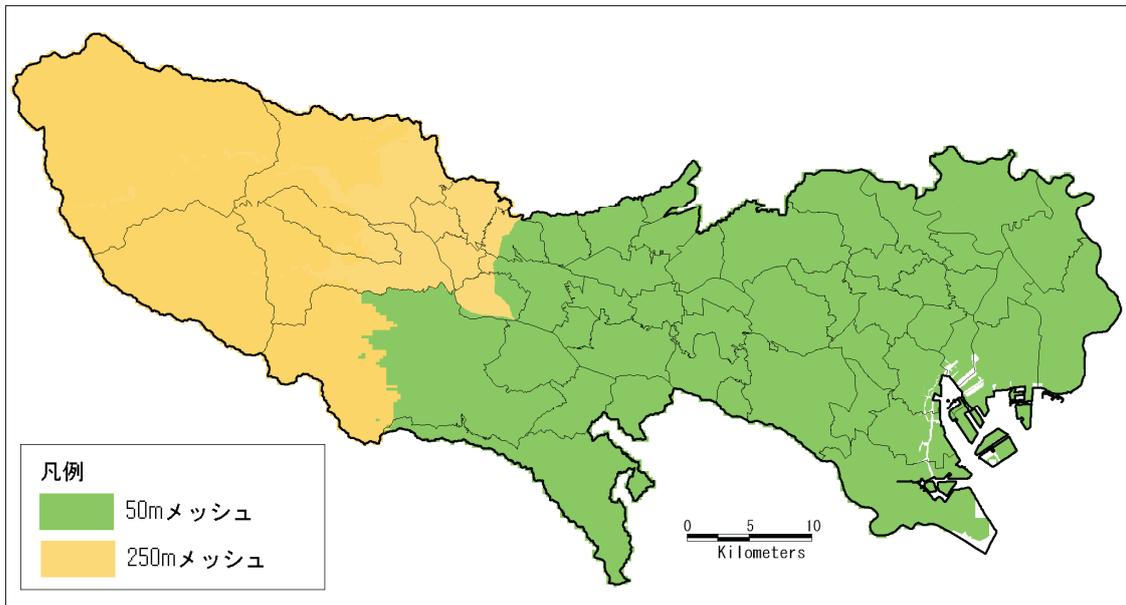


図 50mメッシュと250mメッシュの範囲

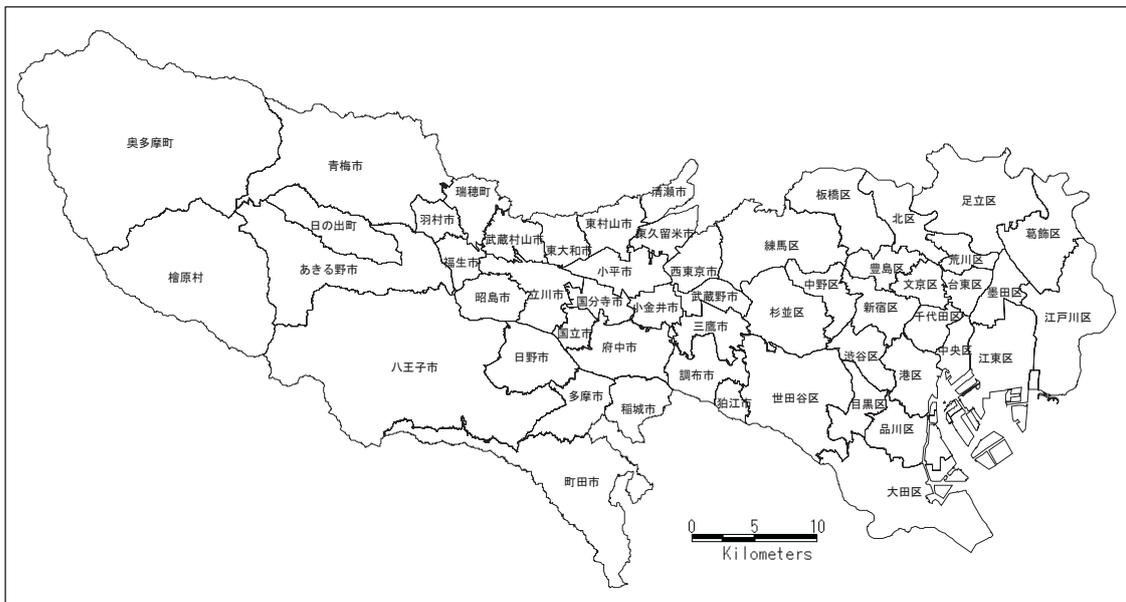


図 都内の区市町村図（島しょ部を除く。）

作成した震度増分の分布図（区部・多摩）を示す。

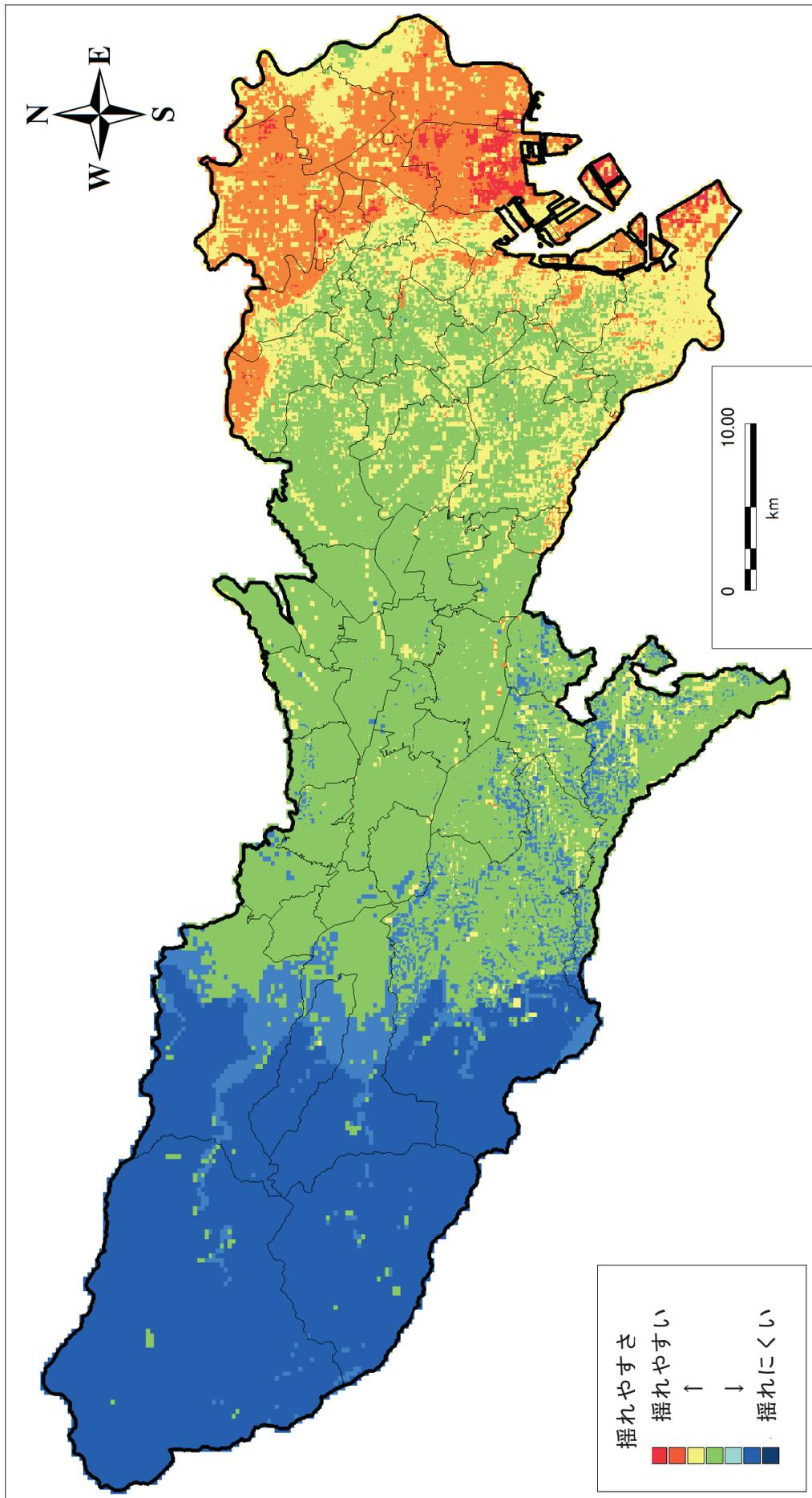


図 今回作成した表層地盤の揺れやすさ(震度増分)の分布図

3 南海トラフ巨大地震の震度分布

南海トラフ巨大地震（M9.0）の「東側ケース」について、統計的グリーン関数法による波形計算を実施して、工学的基盤波形を計算し、作成した表層地盤の震度増分を加えて地表の震度分布を求めた。計算した範囲は、深部地盤モデルが存在する区部・多摩～鳥島までとなる。

これに経験的手法（距離減衰式）によって工学的基盤における震度を計算し、同じ震度増分で地表震度を求め、東側ケースの地表震度と比較して大きな方を採用した結果を、「東側ケース＋経験的手法」の地表の震度分布として求めた。

区部・多摩から鳥島までの震度分布を、以下の順で示す。

- (1) 東側ケース（単独）
- (2) 東側ケース＋経験的手法

一方、小笠原諸島については、深部地盤モデルが整っていないため、統計的グリーン関数法による東側ケースの計算はできない。そこで、経験的手法（距離減衰式）による震度分布を求め、(2)に追記した。

(1) 東側ケース（単独）の地表震度分布図

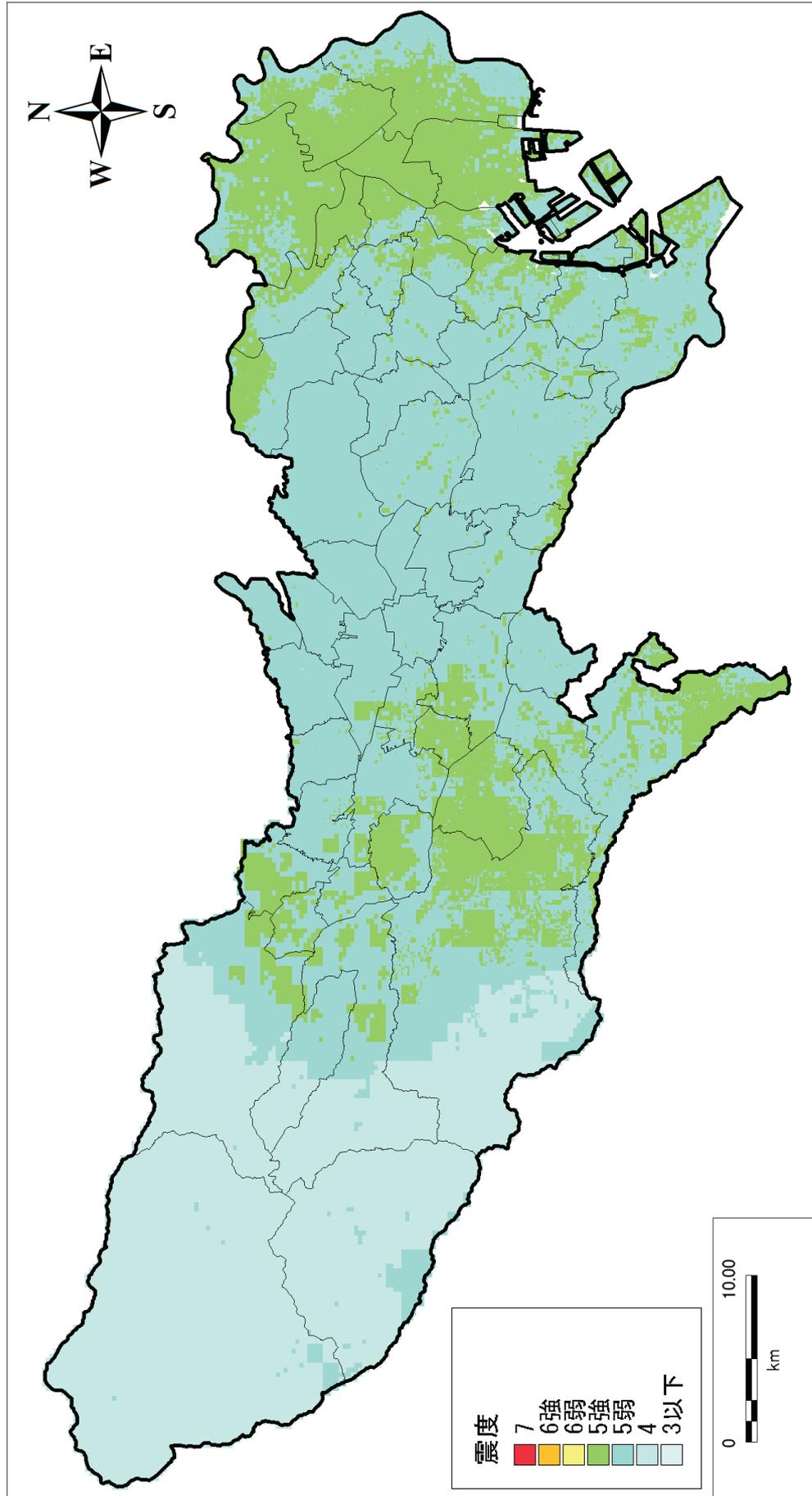


図 南海トラフ巨大地震 (M9.0) 東側ケースの地表震度分布図(区部・多摩)

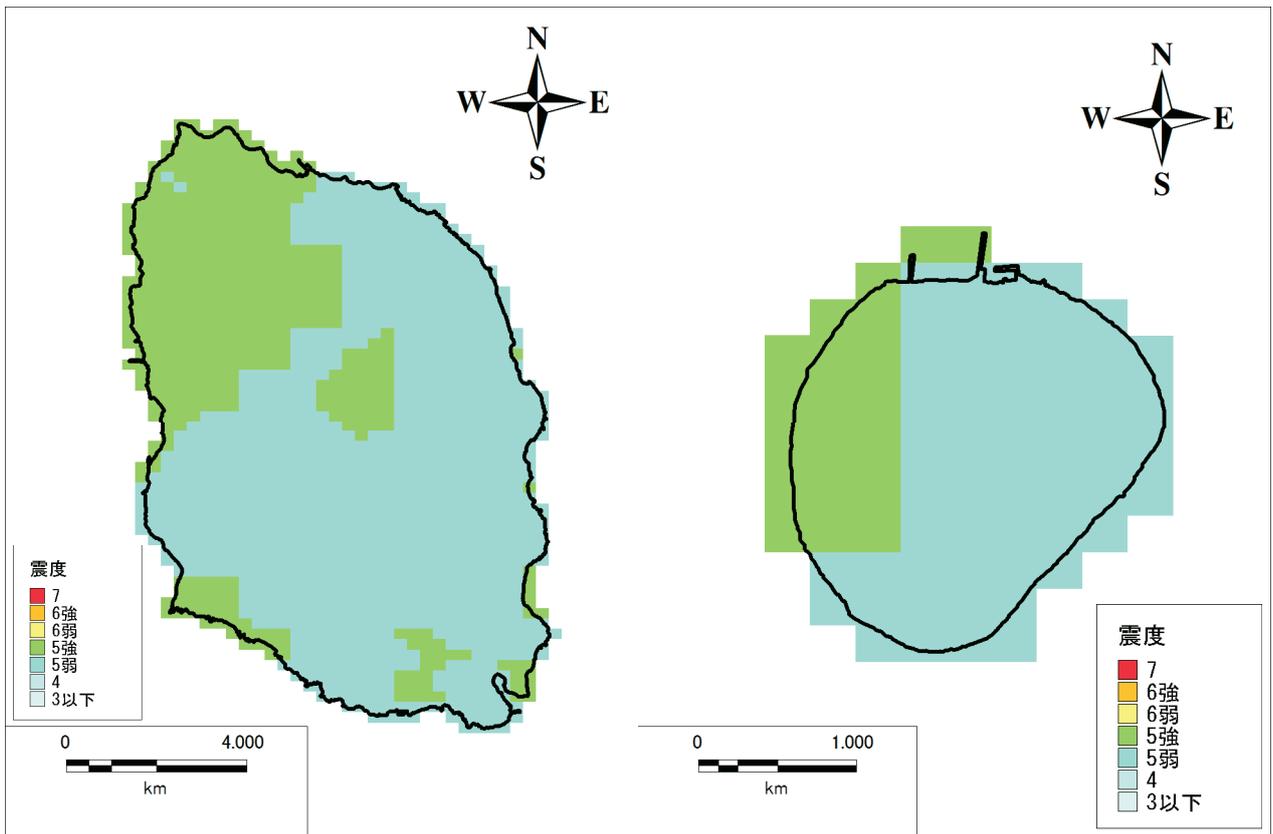


図 大島の地表震度分布

図 利島の地表震度分布

(南海トラフ巨大地震 (M9.0)・東側ケース)

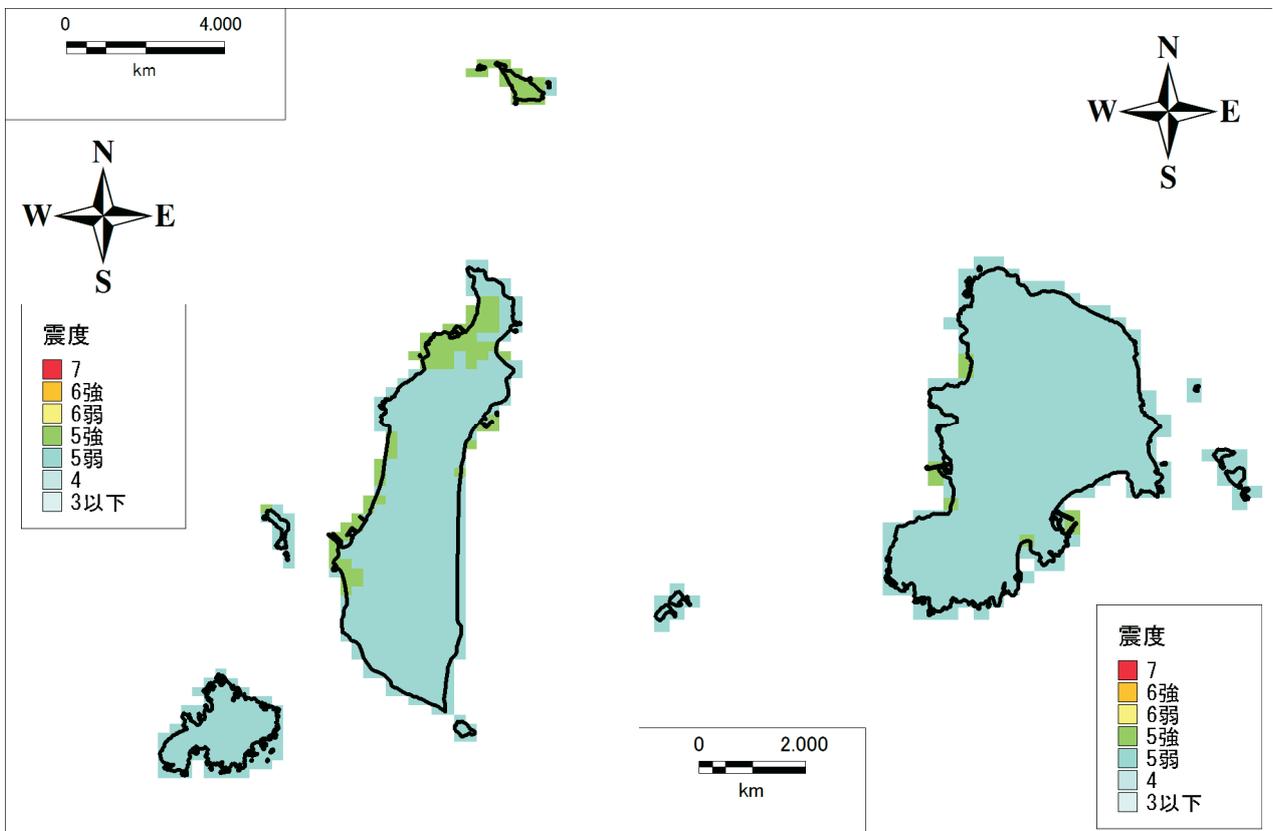


図 新島・式根島の地表震度分布

図 神津島の地表震度分布

(南海トラフ巨大地震 (M9.0)・東側ケース)

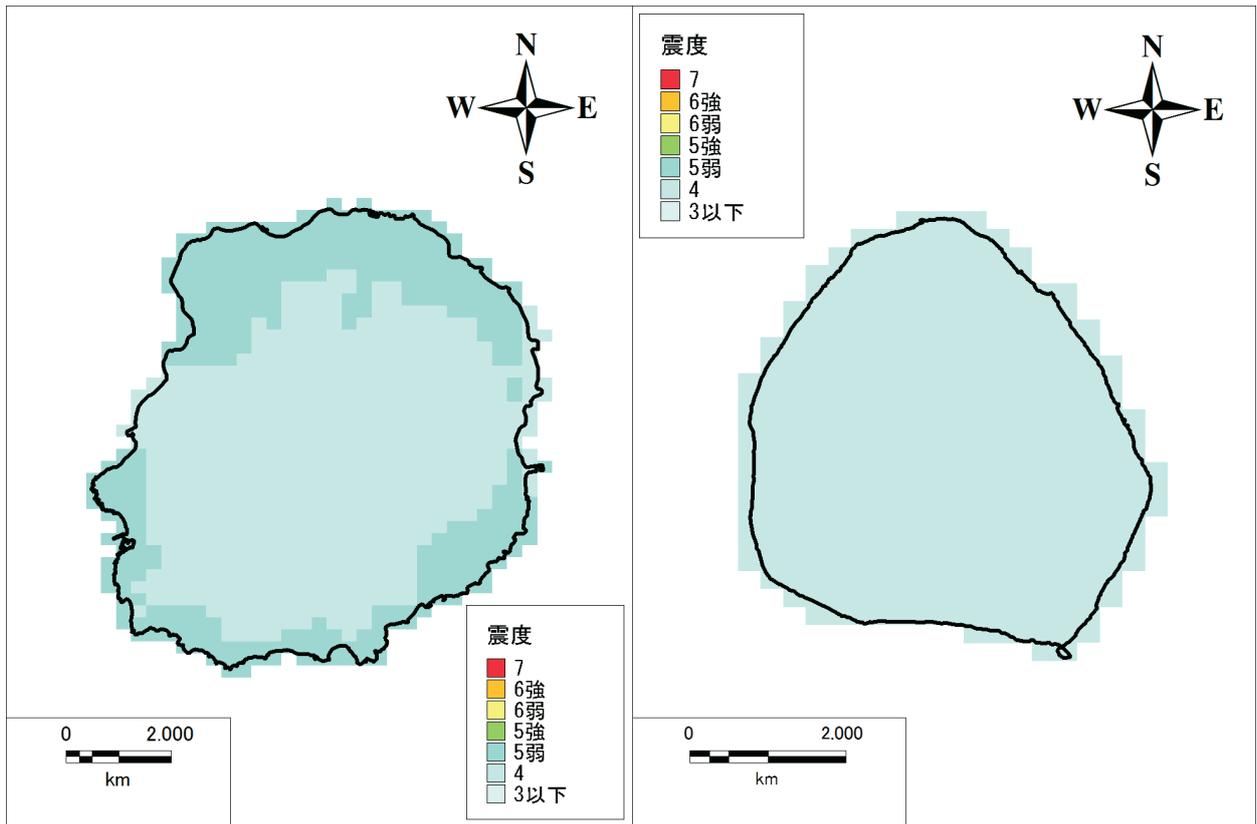


図 三宅島の地表震度分布

図 御蔵島の地表震度分布

(南海トラフ巨大地震 (M9.0)・東側ケース)

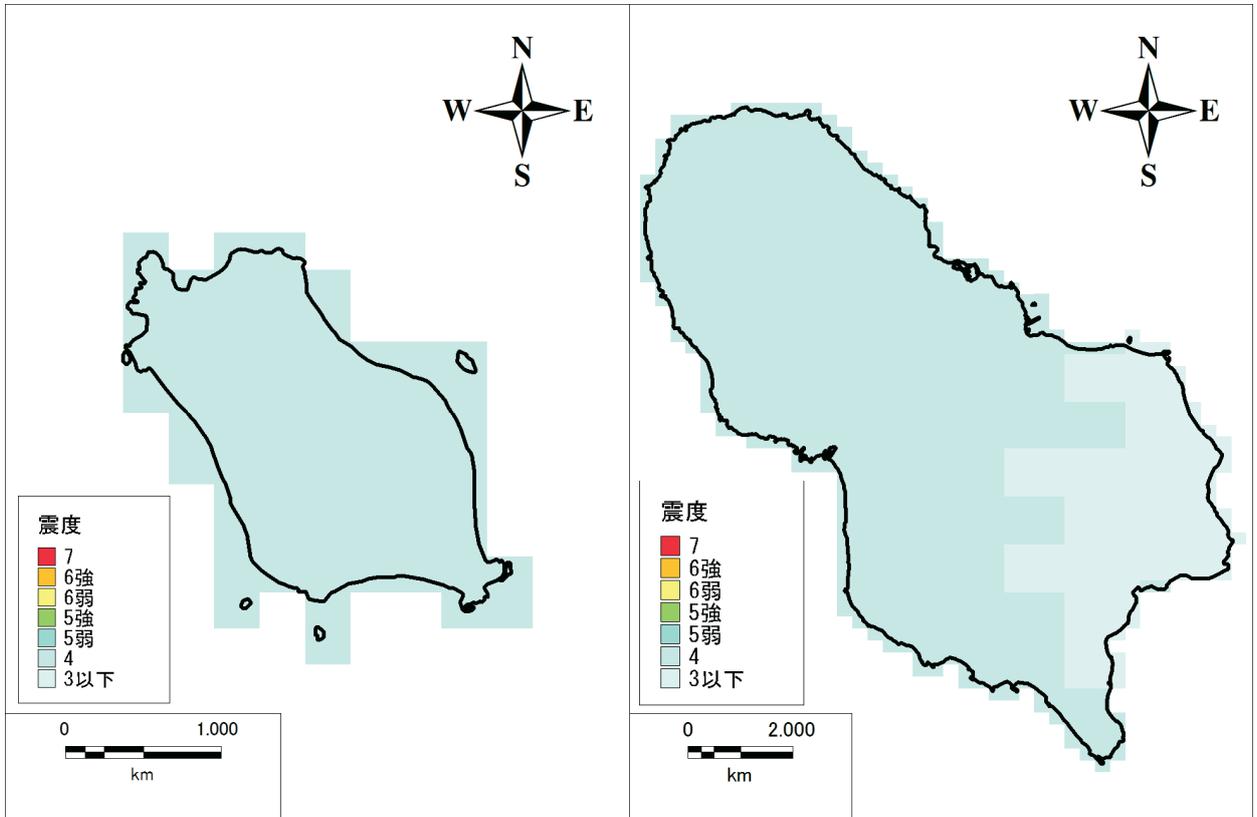


図 八丈小島の地表震度分布

図 八丈島の地表震度分布

(南海トラフ巨大地震 (M9.0)・東側ケース)

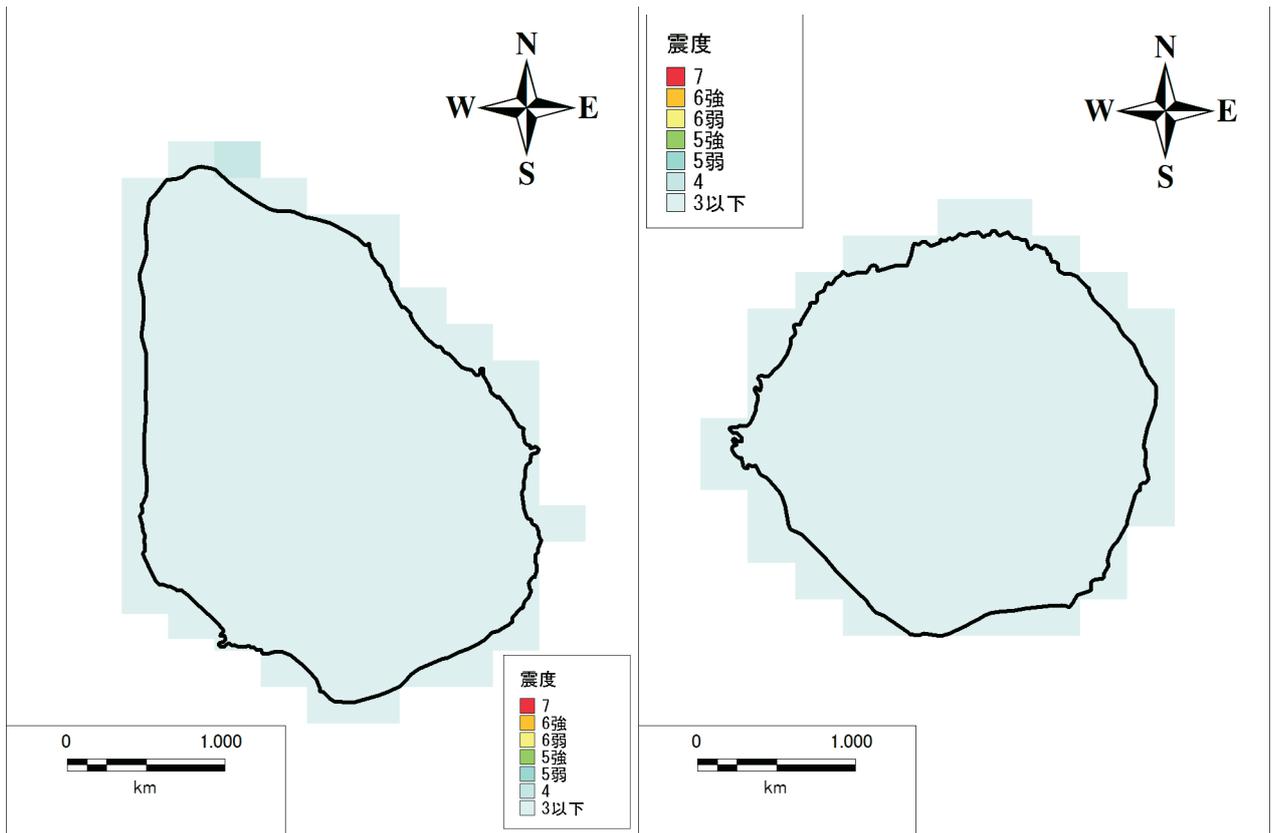


図 青ヶ島の地表震度分布

図 鳥島の地表震度分布

(南海トラフ巨大地震 (M9.0)・東側ケース)

(2) 東側ケース+経験的手法の地表震度分布図

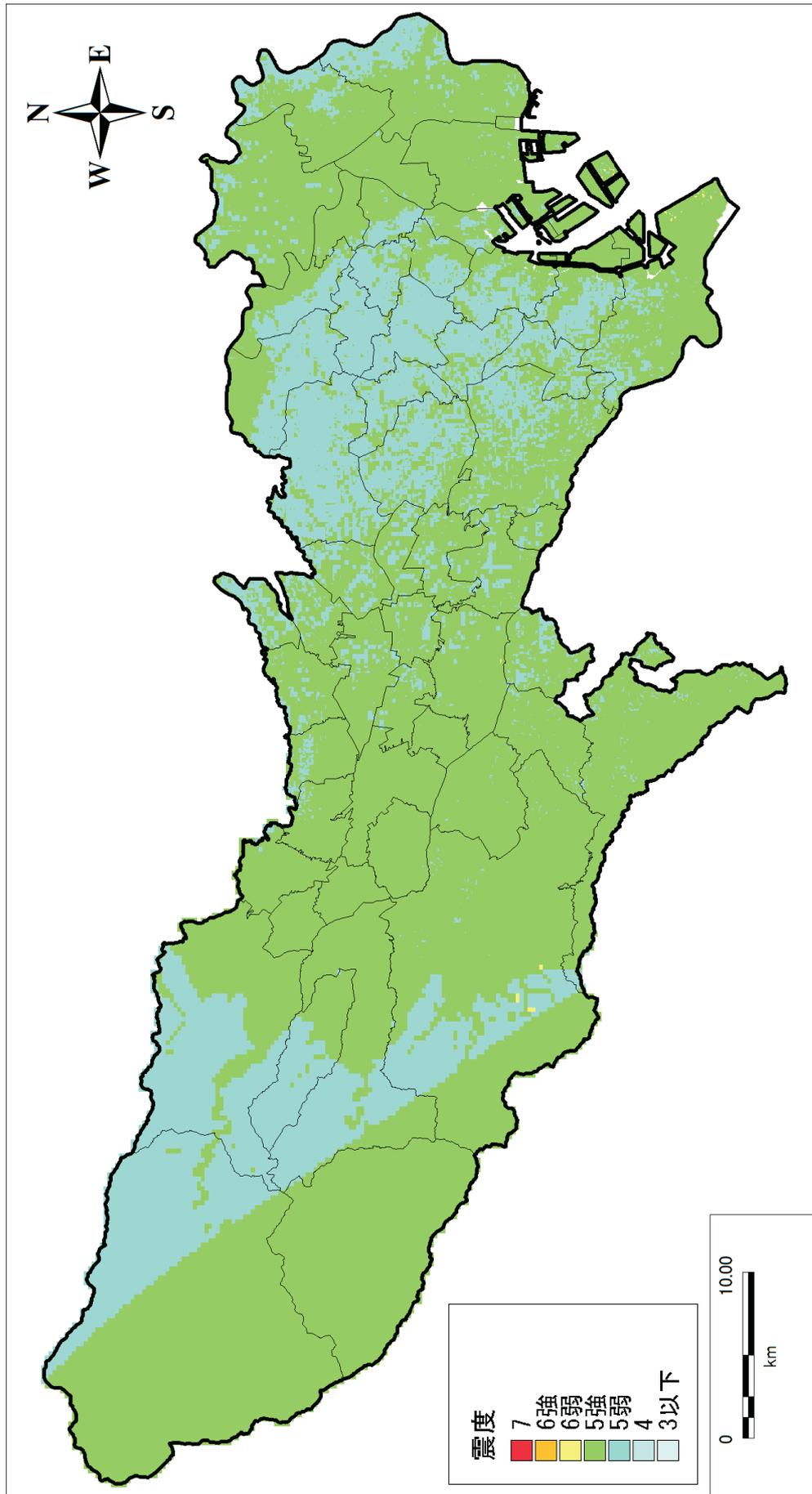


図 南海トラフ巨大地震 (M9.0) 東側ケース+経験的手法の地表震度分布図(区部・多摩)

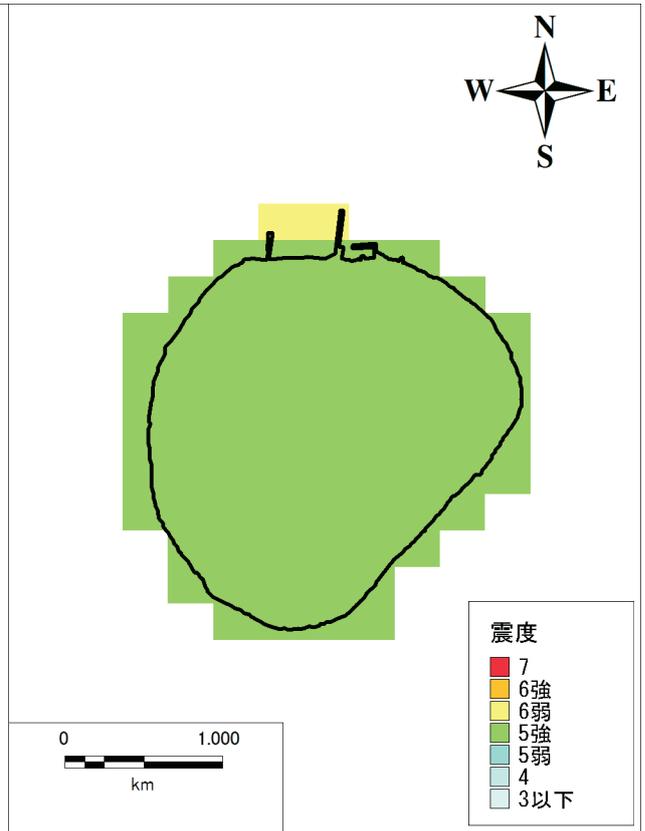
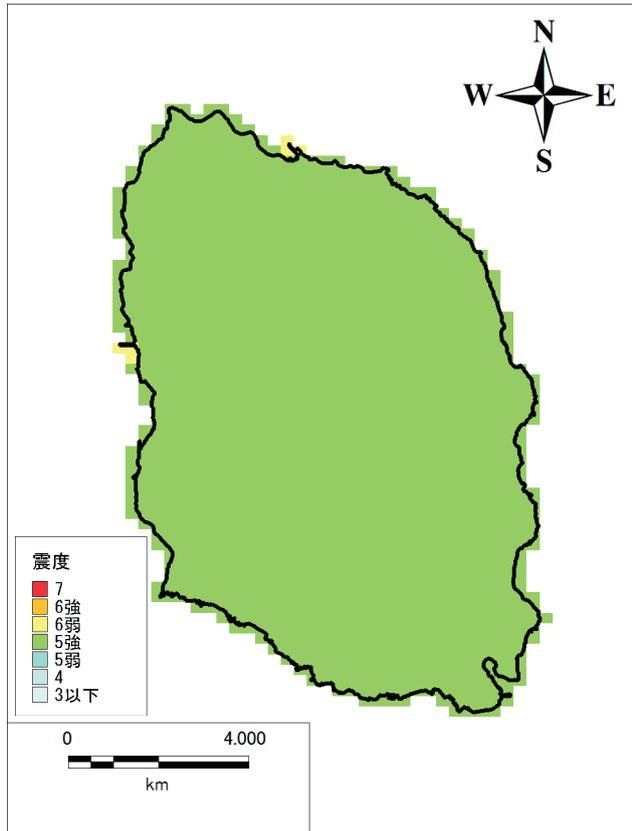


図 大島の地表震度分布

図 利島の地表震度分布

(南海トラフ巨大地震 (M9.0)・東側ケース+経験的手法)

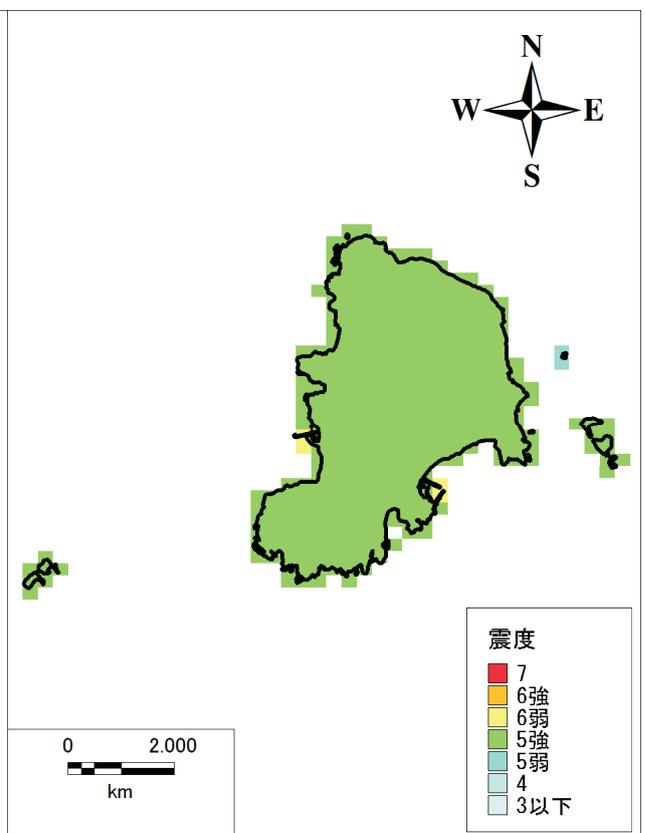
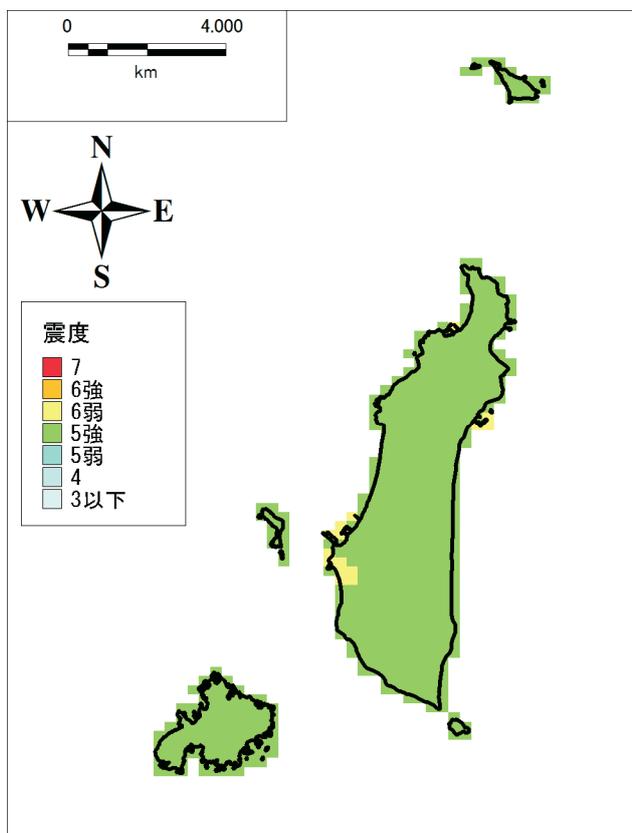


図 新島・式根島の地表震度分布

図 神津島の地表震度分布

(南海トラフ巨大地震 (M9.0)・東側ケース+経験的手法)

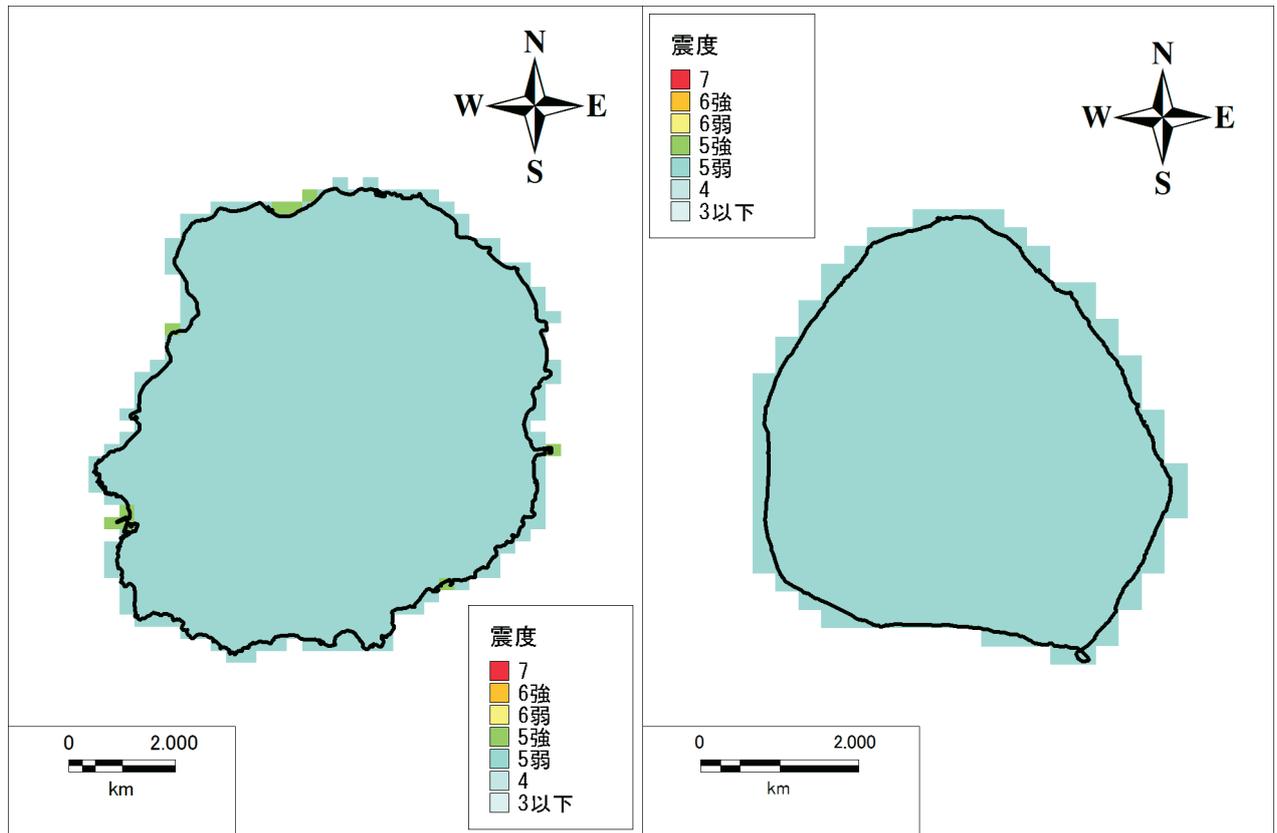


図 三宅島の地表震度分布

図 御蔵島の地表震度分布

(南海トラフ巨大地震 (M9.0)・東側ケース+経験的手法)

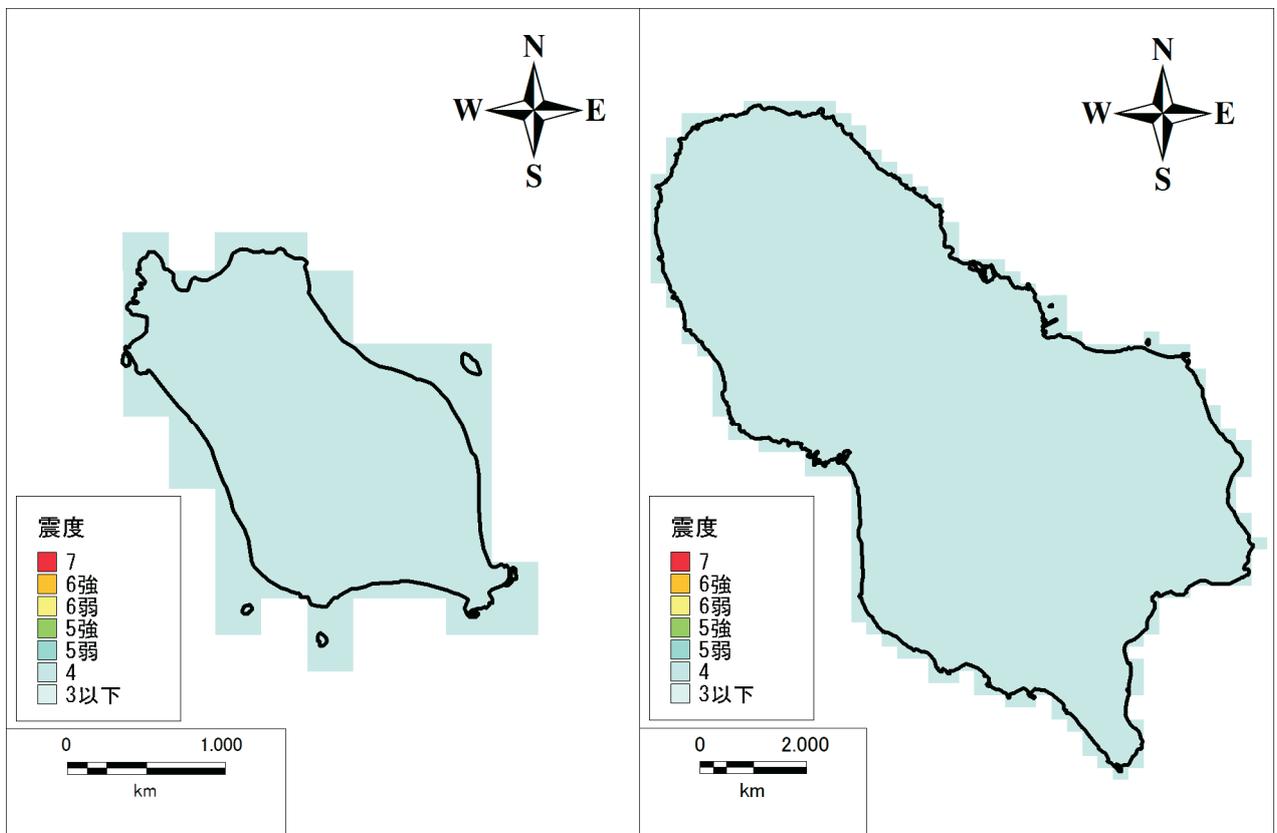


図 八丈小島の地表震度分布

図 八丈島の地表震度分布

(南海トラフ巨大地震 (M9.0)・東側ケース+経験的手法)

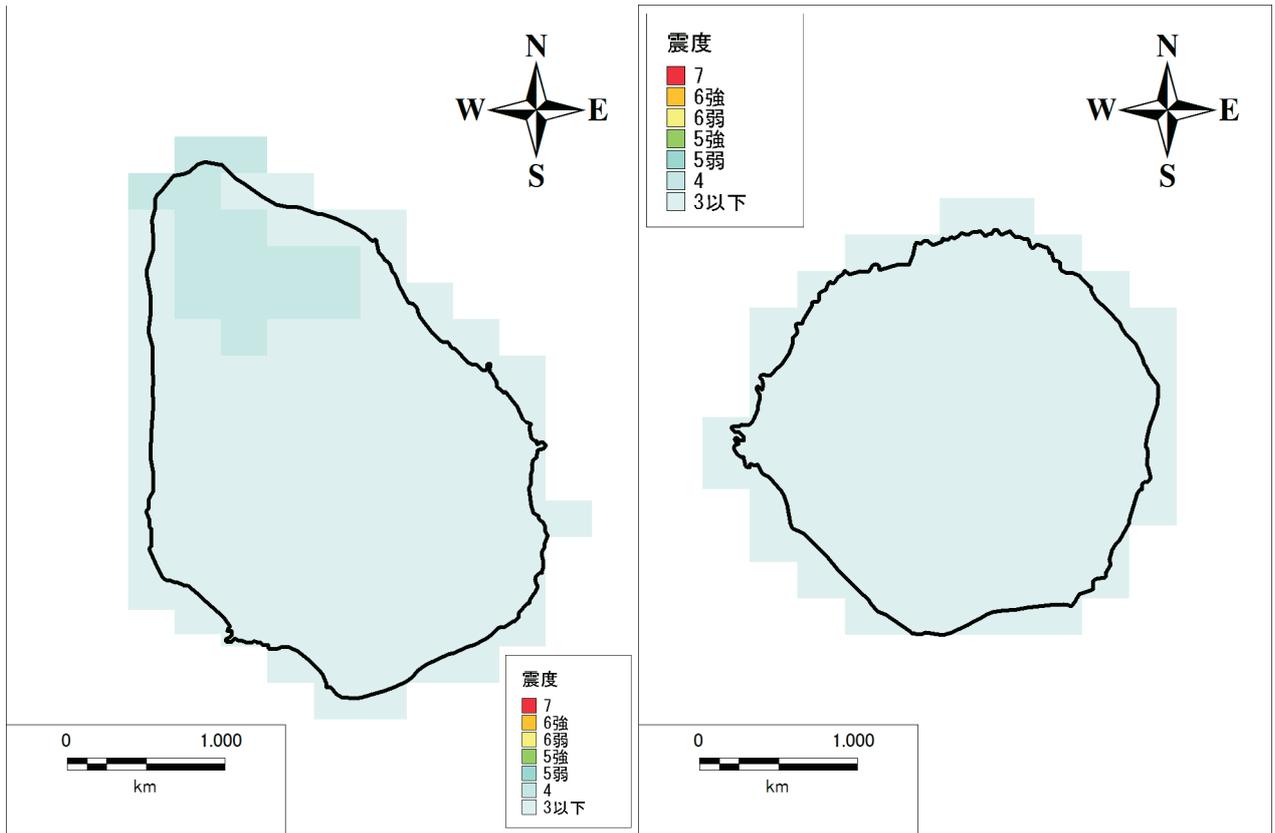


図 青ヶ島の地表震度分布

図 鳥島の地表震度分布

(南海トラフ巨大地震 (M9.0)・東側ケース+経験的手法)

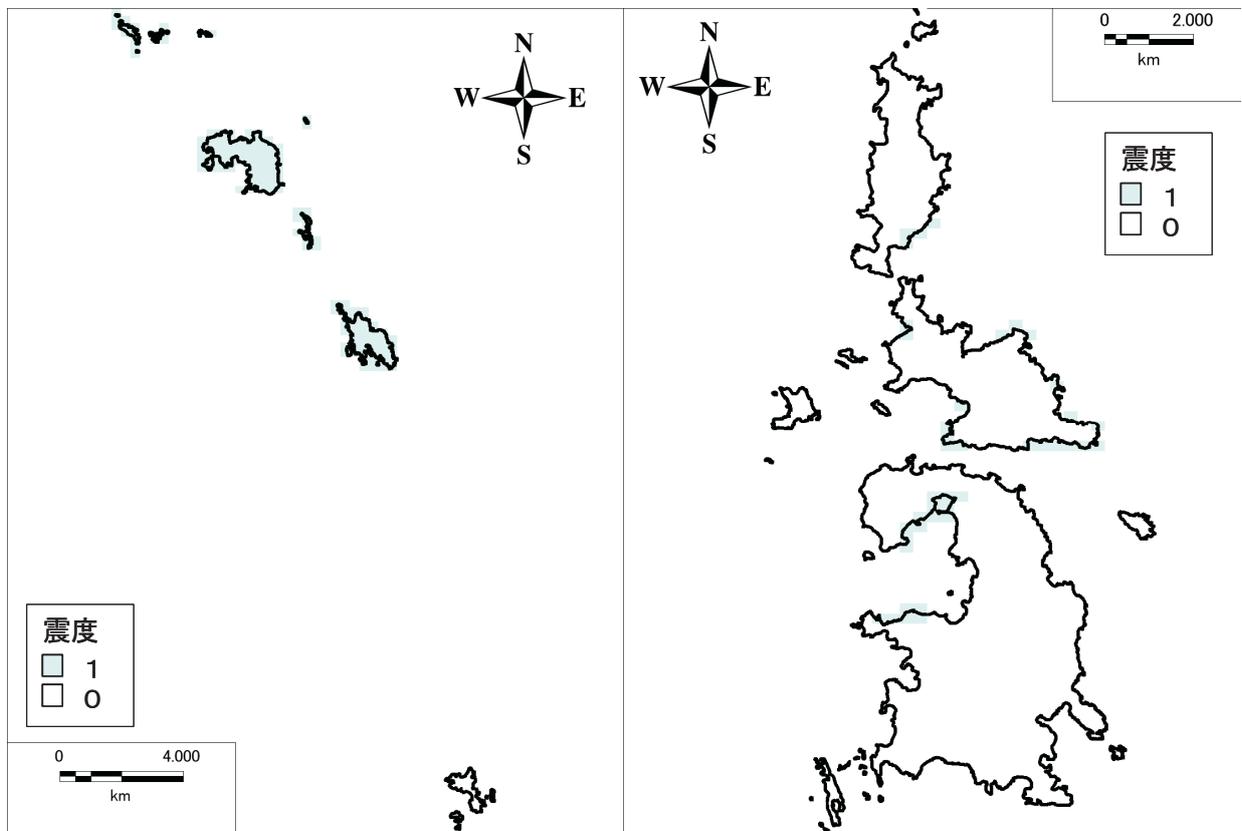


図 伊豆列島の地表震度分布

図 父島と周辺の地表震度分布

(南海トラフ巨大地震 (M9.0)・経験的手法)

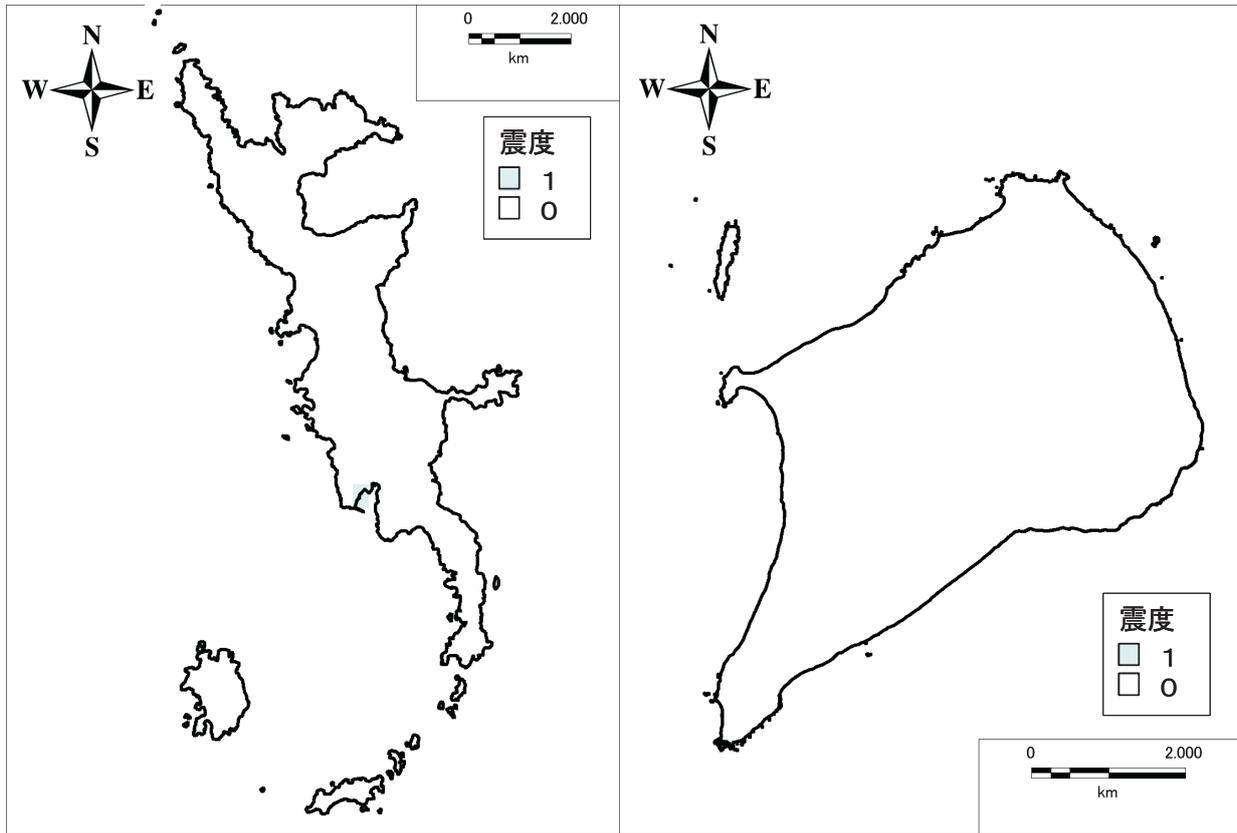


図 母島と周辺の地表震度分布

図 硫黄島の地表震度分布

(南海トラフ巨大地震 (M9.0) ・経験的手法)

4 元禄型関東地震の震度分布(島しょ部)

比較のため、島しょ部における、元禄型関東地震（M8.2）の地表震度分布について、東京都（2012）と同じ手法で計算した結果を示す。

東京都（2012）の元禄型関東地震（M8.2）では、工学的基盤波形には、統計的グリーン関数法（短周期側）による地震波形と差分法（長周期側）による地震波形を周期2秒で結合したハイブリッド波形を用いている。深部地盤モデルが存在した区部・多摩から新島北部までが計算されている。

今回、新島南部以南から鳥島まで深部地盤モデルが存在する地下構造モデルを使用していることから、同領域において元禄型関東地震（M8.2）について工学的基盤におけるハイブリッド波形を算出し、地表震度を計算した。表層地盤の震度増分は、東京都（2012）における震度増分を使用した。

小笠原諸島については、深部地盤モデルが整備されていないため、元禄型関東地震で波形計算を行っていない。司・翠川（1999）の距離減衰式により、小笠原諸島の工学的基盤における計測震度を求めたところ0であったため、地表計測震度も0と考えられる。

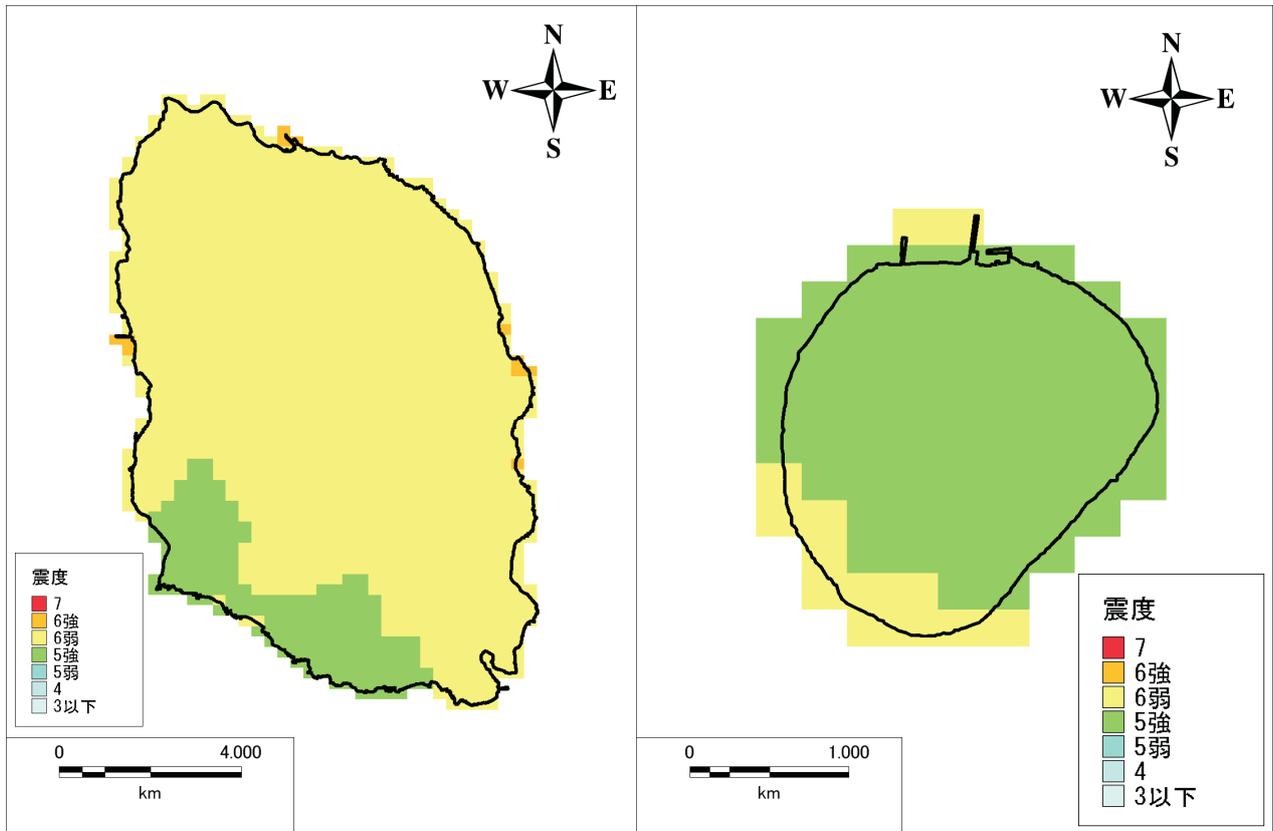


図 大島の地表震度分布

図 利島の地表震度分布

(元禄型関東地震(東京都,2012))

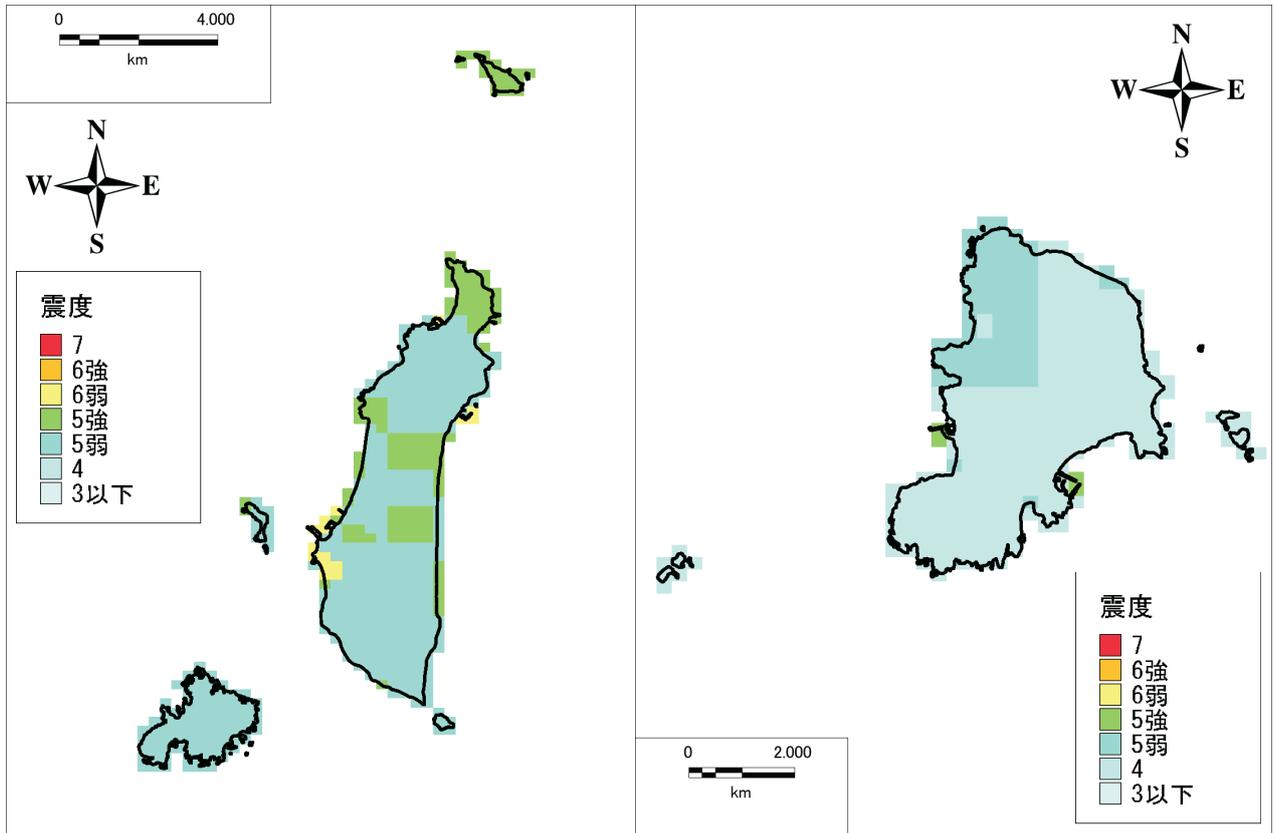


図 新島・式根島の地表震度分布
(元禄型関東地震)

図 神津島の地表震度分布

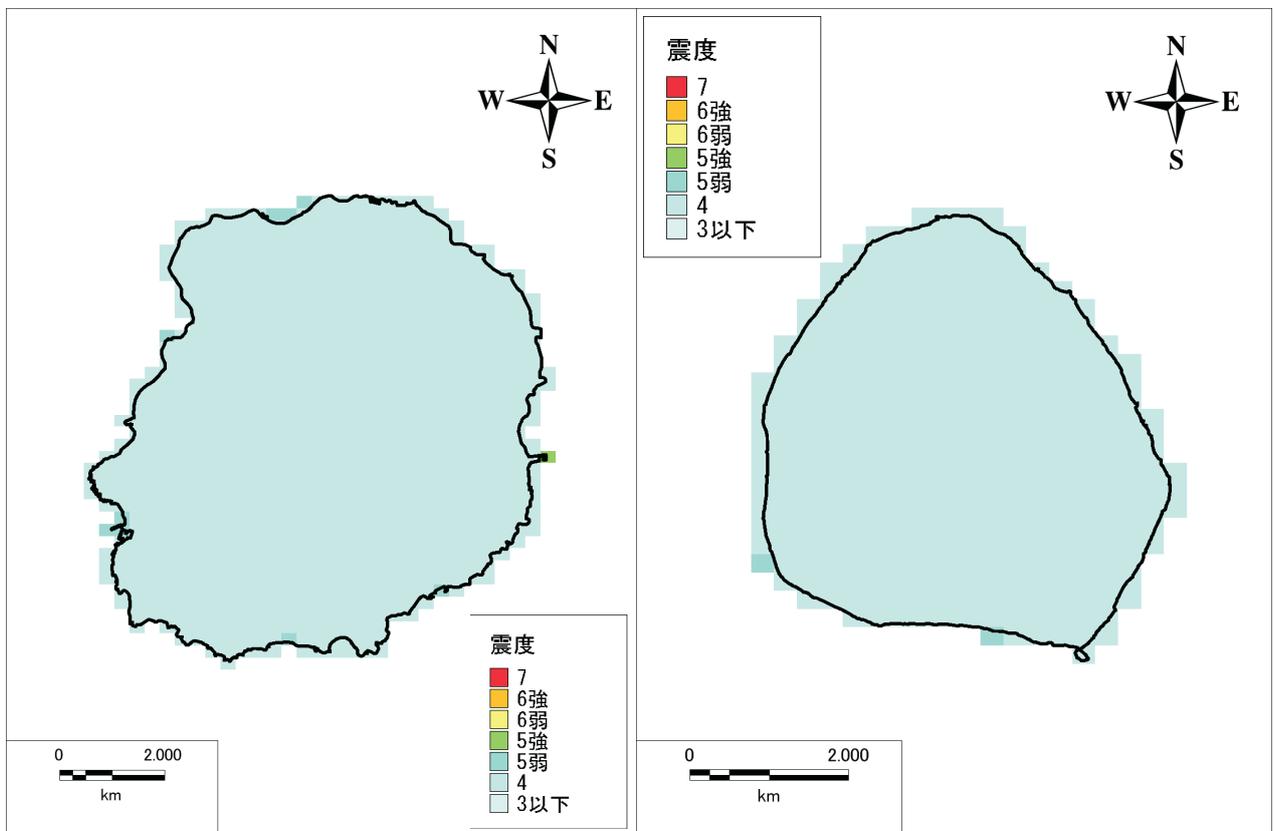


図 三宅島の地表震度
(元禄型関東地震)

図 御蔵島の地表震度

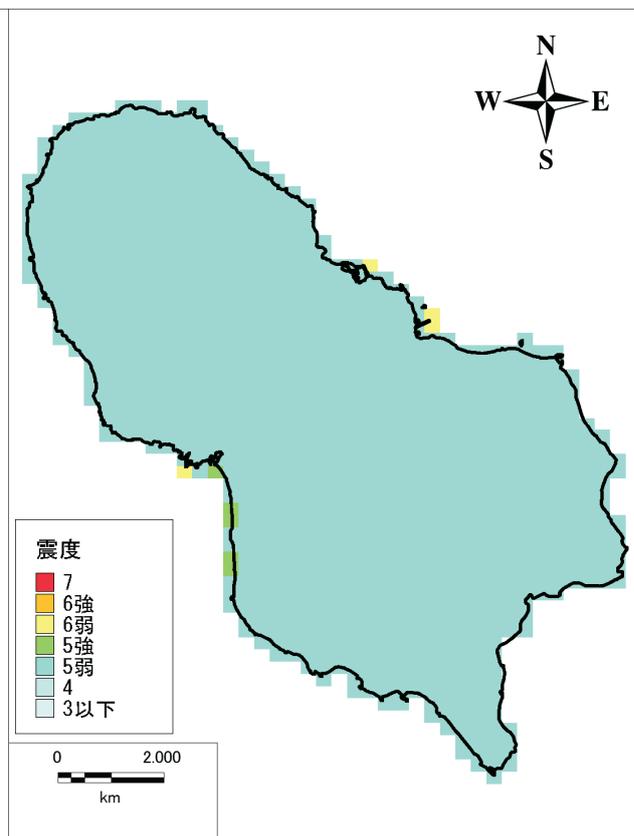
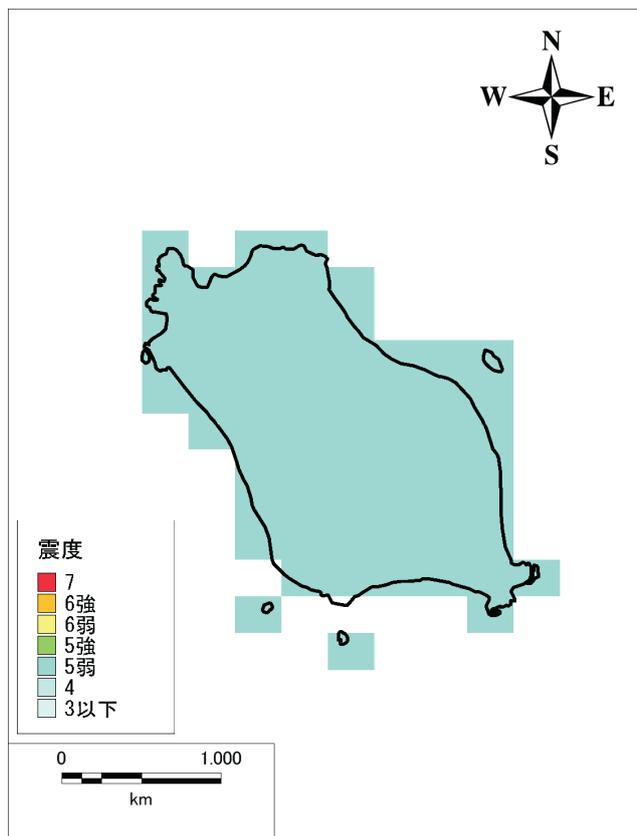


図 八丈小島の震度分布

図 八丈島の震度分布

(元禄型関東地震)

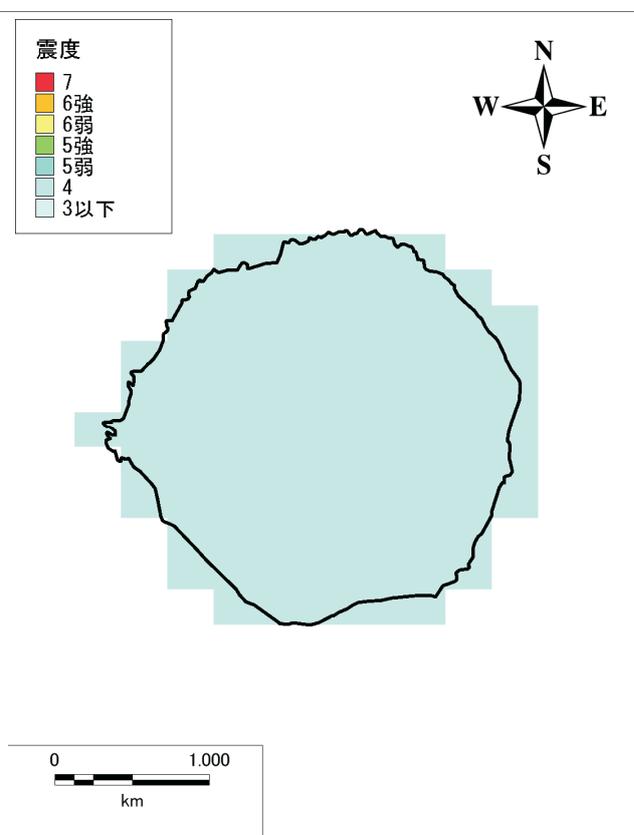


図 青ヶ島の震度分布

図 鳥島の震度分布

(元禄型関東地震)