第２章　地震動・液状化・土砂災害等の予測

１．地震動の予測

１．１　想定地震

想定地震による震度分布及び想定被害量等を提示する地震を表　２－１に示す。

表　２－１　想定地震

想定地震名	規模	備考
横浜市直下地震	Mw6.８	震度分布等及び想定被害量を提示
大正関東地震タイプの地震	Ｍ８クラス	震度分布等及び想定被害量を提示
南海トラフ巨大地震	Ｍ８～Ｍ９	震度分布等及び想定被害量を提示
元禄関東地震タイプの地震	Ｍ８クラス	津波による被害及び前回想定比較を提示
慶長型地震	Mw8.５	津波による被害のみ提示
都心南部直下地震（参考）	Mw7.３	震度分布等及び想定被害量を提示

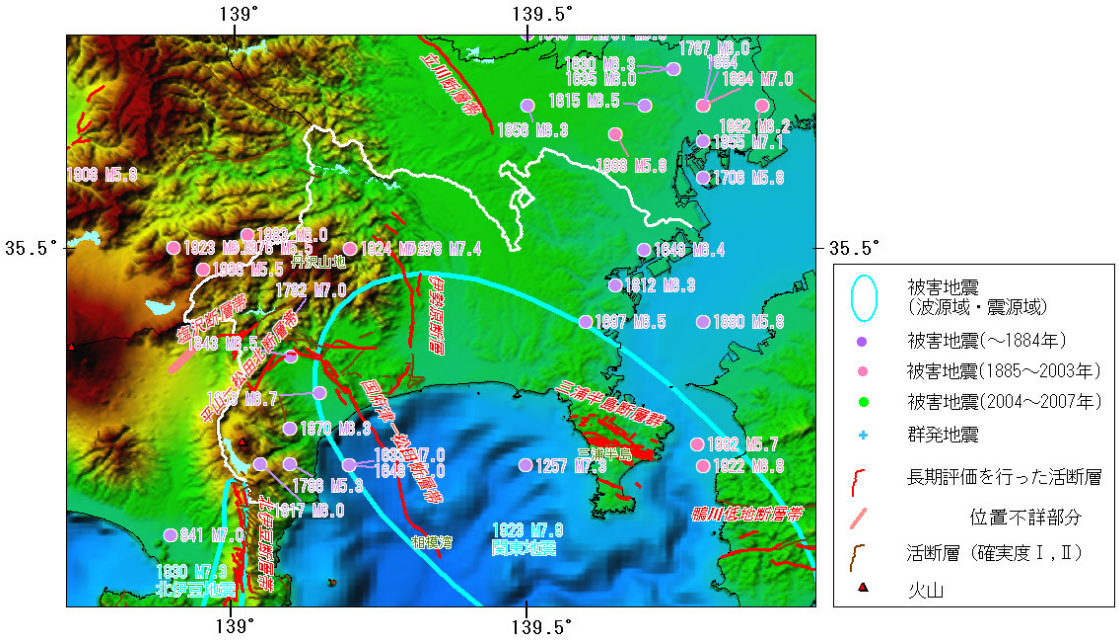


図　２－１　神奈川県とその周辺で発生した主な被害地震

（出典：地震調査研究推進本部「神奈川県の地震活動の特徴」）

表 2－2 神奈川県に被害を及ぼした主な地震

（出典：地震調査研究推進本部「神奈川県の地震活動の特徴」）

西暦（和暦）	地域（名称）	M	主な被害
818 年（弘仁９年）	関東諸国	7.5 以上	相模、武蔵、下総、常陸、上野、下野などで被害。圧死者多数
878 年 11 月１日（元慶２年）	関東諸国	7.4	相模、武蔵を中心に被害。圧死者多数
1257 年 10 月９日（正嘉元年）	関東南部	7.0～7.5	鎌倉で山崩れ、社寺・家屋倒壊などの被害
1293 年５月 27 日（永仁元年）	鎌倉	7.0	鎌倉で社寺・家屋倒壊、焼失などの被害。死者数、数千から 23,000 人余の諸説あり
1498 年９月 20 日（明応７年）	東海道全般	8.2～8.4	鎌倉で津波により、溺死者 200 人
1633 年３月１日（寛永 10 年）	相模・駿河・伊豆	7.0	小田原で最も被害が大きく、小田原市内で死者 150 人、家屋全壊多数。箱根でも死者あり
1649 年９月１日（慶安２年）	川崎・江戸	6.4	川崎で民家 140～150 軒などが倒壊。付近の村でも家屋倒壊あり。死傷者多数
1697 年 11 月 25 日（元禄 10 年）	相模・武蔵	6.5	鎌倉で家屋全壊あり
1703 年 12 月 31 日（元禄 16 年）	元禄地震	7.9～8.2	沿岸部を中心に甚大な被害。小田原領内で、死者 2,291 人、家屋全壊 8,007 棟。津波による被害もあり
1782 年８月 23 日（天明２年）	相模・武蔵・甲斐	7.0	箱根、小田原で被害が大きく、住家約 800 棟破損
1812 年 12 月７日（文化９年）	武蔵・相模	6.25	横浜で、家屋全壊 22 棟。付近でも死者、家屋全壊あり
1853 年３月 11 日（嘉永６年）	小田原付近	6.7	小田原を中心に被害。死者 24 人、負傷者 13 人、家屋全壊 1,088 棟
1855 年 11 月 11 日（安政２年）	(安政)江戸地震	7.0～7.1	県東部を中心に被害。死者 37 人、負傷者 75 人、家屋全壊 64 棟
1894 年６月 20 日（明治 27 年）	東京湾北部	7.0	横浜市、橘樹郡を中心に被害。死者７人、負傷者 40 人、建物全半壊 40 棟
1923 年９月１日（大正 12 年）	関東地震	7.9	死者・行方不明者 33,067 人、住家全壊 62,887 棟、住家焼失 68,569 棟、住家流出埋没 136 棟
1924 年１月 15 日（大正 13 年）	丹沢山塊	7.3	関東地震の余震。死者 13 人、負傷者 466 人、住家全壊 561 棟
1930 年 11 月 26 日（昭和５年）	北伊豆地震	7.3	死者 13 人、負傷６人、住家全壊 88 棟
2005 年２月 16 日（平成 17 年）	茨城県南部	5.3	負傷者１人
2005 年７月 23 日（平成 17 年）	千葉県北西部	6.0	負傷者９人
2009 年８月 11 日（平成 21 年）	駿河湾	6.5	負傷者４人
2011 年３月 11 日（平成 23 年）	東北地方太平洋沖地震	9.0	死者６人、負傷者 137 人、住家半壊 41 棟
2021 年２月 13 日（令和３年）	福島県沖	7.3	負傷者４人
2021 年 10 月７日（令和３年）	千葉県北西部	5.9	負傷者 16 人
2022 年３月 16 日（令和４年）	福島県沖	7.4	負傷者５人

１．２　地震動予測手法の概要

本想定においては、統計的グリーン関数法により工学的基盤波形を計算し、工学的基盤の計測震度、最大速度等の地震動指標を計算した。図　2－2に地震動予測手法の概念図を示す。

地表における地震動については、以下に示す AVS30 と計測震度の関係式及び計測震度と最大速度の関係式を用い、工学的基盤の地震動指標に加味し、地表における計測震度、最大速度等を評価した。

- AVS30 と計測震度の関係式：横田他（2005）
- 計測震度と最大速度の関係式：童・山崎（1996）

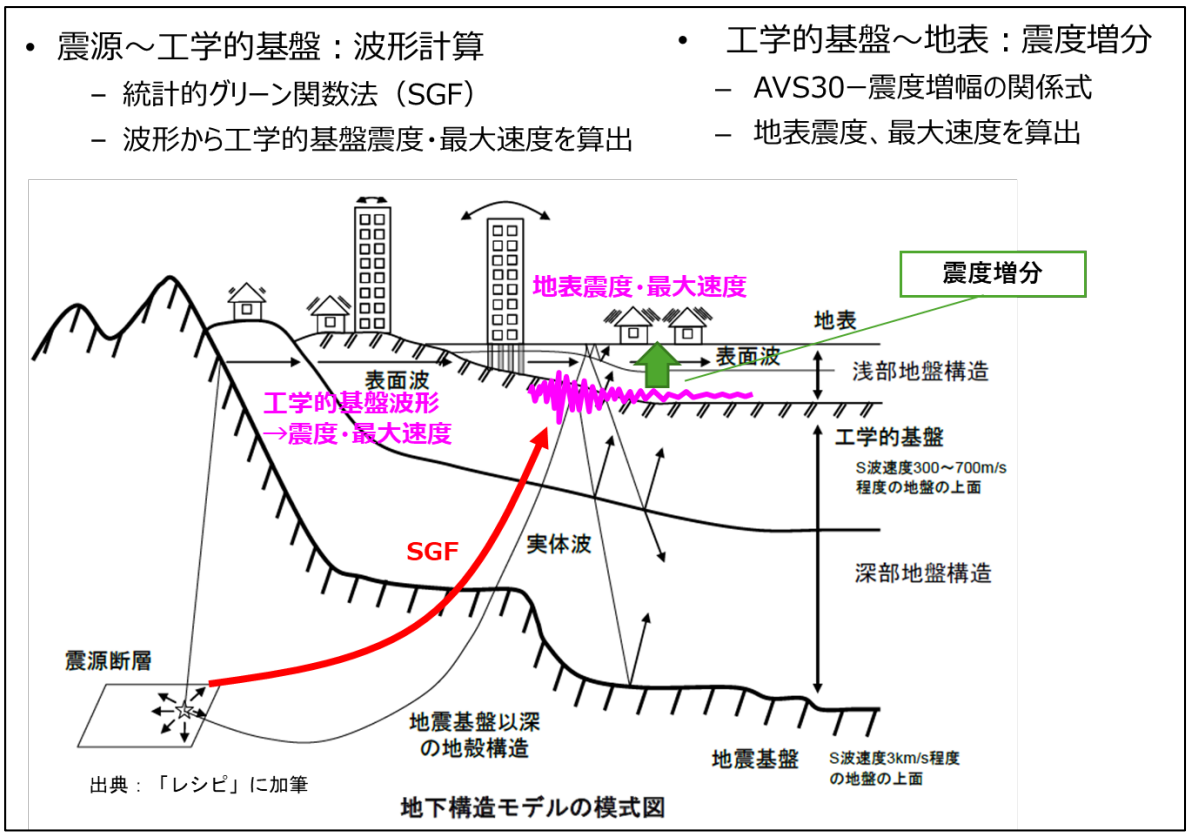


図　2－2　本想定における地震動予測手法の概念図 ※「レシピ」に加筆

１．３　地震動予測のための地盤モデル作成

本想定では、地震動予測のため地盤モデルを、工学的基盤以浅、以深でそれぞれ浅部地盤モデル、深部地盤モデルに区分して作成した。図　２－３に本想定で用いる浅部地盤の AVS30 を示す。なお、地盤モデルの作成方法については、本想定の手法編に取りまとめた。

本想定で作成した地盤モデルを用いて、横田他(2005)の震度と AVS30 の関係式から工学的基盤面から地表面までの震度増分を図　２－４に示す。横浜市北部や沿岸部の低地などで震度増分が大きくなる傾向にある。

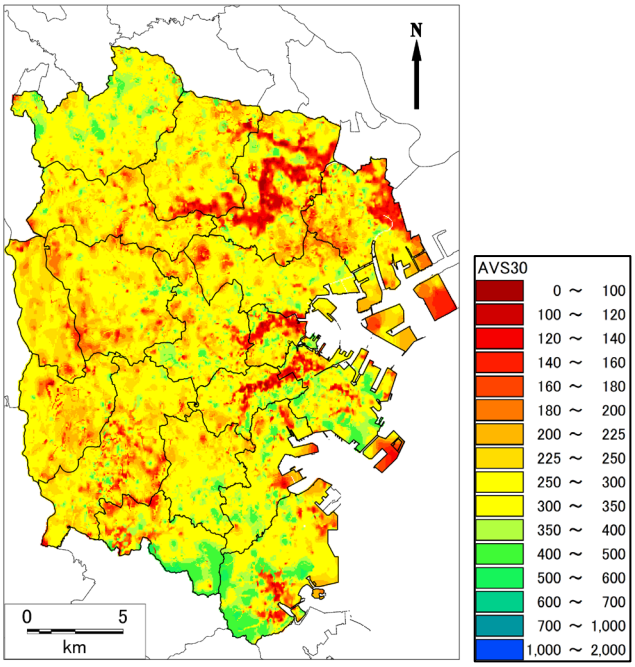


図　２－３　本想定で用いる AVS30

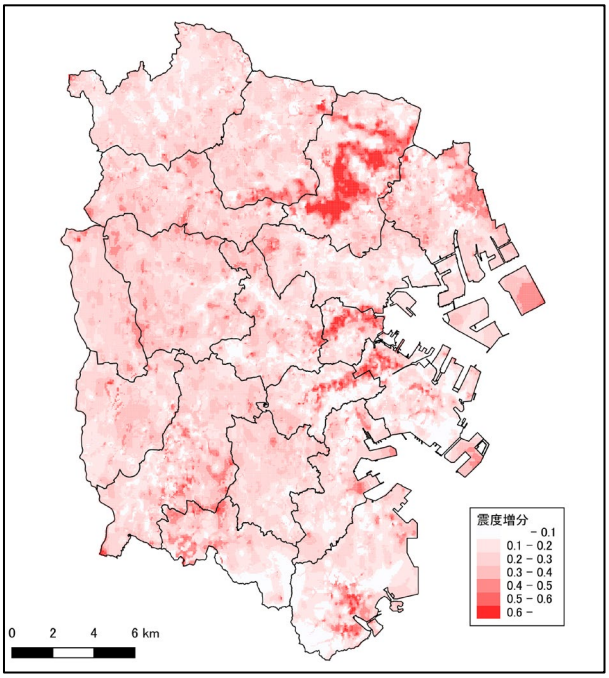


図　２－４　横田他(2005)による震度増分(工学的基盤面～地表面)

１．４　地震動の予測結果

各想定地震に対する地震動結果として、図 2-5～図 2-8に横浜市全域の地表震度分布を示した。各想定地震の地震動予測結果の概要は次のとおり。

１．４．１　概要

【横浜市直下地震】: 多くの地域で震度５強以上の揺れが想定される。横浜市東部では震度６強、一部地域で最大震度７と揺れが大きくなる。

【大正関東地震タイプの地震】: 震度５強以上の地域が広く、横浜市西部や南東部などでは震度６強と揺れが大きくなる。一部地域においては最大震度７の揺れが想定される。

【南海トラフ巨大地震】: 多くの地域で震度４から５弱の揺れが想定される。横浜市中央部から西部にかけて一部地域では震度５強と揺れが大きくなる。

【都心南部直下地震（参考)】: 多くの地域では震度５強から６弱の揺れが想定される。横浜市北部などでは震度６強と揺れが大きくなる。

１．４．２　区別の最大震度推計値

表 2－3 区別の最大震度推計値

区名	横浜市 直下地震	大正関東地震 タイプの地震	南海トラフ 巨大地震	都心南部 直下地震 （参考）
鶴見区	6強	6強	5強	6強
神奈川区	7	6強	5強	6強
西区	7	6強	5強	6強
中区	7	6強	5強	6強
南区	7	6強	5強	6強
港南区	6強	6強	5強	6強
保土ケ谷区	6強	6強	5強	6強
旭区	6強	6強	5強	6強
磯子区	6強	6強	5強	6強
金沢区	6強	7	5強	6強
港北区	7	6強	5強	6強
緑区	6強	6強	5強	7
青葉区	6弱	6強	5強	6強
都筑区	6強	6強	5強	6強
戸塚区	6強	7	5強	6強
栄区	6強	7	5強	6強
泉区	6強	7	5強	6強
瀬谷区	6強	7	5強	7

表 2-4 区別の震度別暴露面積（横浜市直下地震）（単位：㎢）

区名	震度４以下	震度５弱	震度５強	震度６弱	震度６強	震度７
鶴見区	－	－	－	10.45	22.85	－
神奈川区	－	－	－	8.82	14.86	0.09
西区	－	－	－	2.70	4.20	0.08
中区	－	－	0.02	15.54	6.77	0.02
南区	－	－	－	8.58	3.77	0.18
港南区	－	－	0.10	18.71	0.84	－
保土ケ谷区	－	－	0.00	14.80	6.80	－
旭区	－	－	6.23	25.93	0.24	－
磯子区	－	－	0.19	17.40	1.56	－
金沢区	－	－	1.01	28.90	1.35	－
港北区	－	－	0.27	20.22	10.71	0.02
緑区	－	－	8.14	16.98	0.16	－
青葉区	－	0.70	31.22	3.54	－	－
都筑区	－	－	5.80	20.32	1.65	－
戸塚区	－	－	0.55	32.84	2.28	－
栄区	－	－	1.01	17.38	0.38	－
泉区	－	－	1.33	22.28	0.18	－
瀬谷区	－	－	5.10	12.17	0.00	－
計	－	0.70	60.97	297.56	78.61	0.39

表 2-5 区別の震度別暴露面積（大正関東地震タイプの地震）（単位：㎢）

区名	震度４以下	震度５弱	震度５強	震度６弱	震度６強	震度７
鶴見区	－	－	0.25	26.50	6.55	－
神奈川区	－	－	0.00	22.88	0.89	－
西区	－	－	－	4.91	2.07	－
中区	－	－	－	16.46	5.89	－
南区	－	－	－	8.61	3.92	－
港南区	－	－	－	11.33	8.32	－
保土ケ谷区	－	－	－	17.86	3.74	－
旭区	－	－	－	21.66	10.75	－
磯子区	－	－	－	14.71	4.44	－
金沢区	－	－	－	14.99	16.22	0.05
港北区	－	－	1.95	27.82	1.44	－
緑区	－	－	－	24.62	0.66	－
青葉区	－	－	5.69	29.74	0.03	－
都筑区	－	－	1.65	25.22	0.90	－
戸塚区	－	－	－	3.70	31.83	0.14
栄区	－	－	－	10.95	7.81	0.00
泉区	－	－	－	0.28	23.38	0.13
瀬谷区	－	－	－	2.11	15.16	0.01
計	－	－	9.56	284.32	144.01	0.34

表 2-6 区別の震度別暴露面積（南海トラフ巨大地震）（単位：㎢）

区名	震度４以下	震度５弱	震度５強	震度６弱	震度６強	震度７
鶴見区	1.13	31.60	0.57	－	－	－
神奈川区	0.42	22.70	0.65	－	－	－
西区	0.13	5.76	1.09	－	－	－
中区	3.28	18.33	0.75	－	－	－
南区	0.22	11.28	1.03	－	－	－
港南区	0.00	19.50	0.15	－	－	－
保土ケ谷区	0.03	19.80	1.78	－	－	－
旭区	－	28.51	3.90	－	－	－
磯子区	0.22	18.76	0.17	－	－	－
金沢区	1.13	29.26	0.87	－	－	－
港北区	1.02	26.85	3.34	－	－	－
緑区	－	20.32	4.96	－	－	－
青葉区	－	28.55	6.91	－	－	－
都筑区	0.41	25.88	1.49	－	－	－
戸塚区	－	30.84	4.82	－	－	－
栄区	0.85	16.38	1.54	－	－	－
泉区	－	18.18	5.61	－	－	－
瀬谷区	－	14.05	3.22	－	－	－
計	8.84	386.55	42.84	－	－	－

表 2-7 区別の震度別暴露面積（都心南部直下地震（参考））（単位：㎢）

区名	震度４以下	震度５弱	震度５強	震度６弱	震度６強	震度７
鶴見区	－	－	－	15.86	17.44	－
神奈川区	－	－	－	20.77	3.00	－
西区	－	－	－	4.98	2.00	－
中区	－	－	－	17.53	4.83	－
南区	－	－	－	10.18	2.34	－
港南区	－	－	0.03	19.56	0.06	－
保土ケ谷区	－	－	－	19.25	2.35	－
旭区	－	－	0.04	24.64	7.73	－
磯子区	－	－	－	17.63	1.52	－
金沢区	－	－	1.58	27.96	1.72	－
港北区	－	－	－	21.34	9.87	－
緑区	－	－	－	6.11	19.16	0.00
青葉区	－	－	－	28.85	6.61	－
都筑区	－	－	－	20.01	7.77	－
戸塚区	－	－	1.12	34.42	0.12	－
栄区	－	－	1.00	17.65	0.12	－
泉区	－	－	0.22	23.38	0.19	－
瀬谷区	－	－	－	14.80	2.46	0.00
計	－	－	4.00	344.94	89.28	0.01

１．４．３　震度分布図

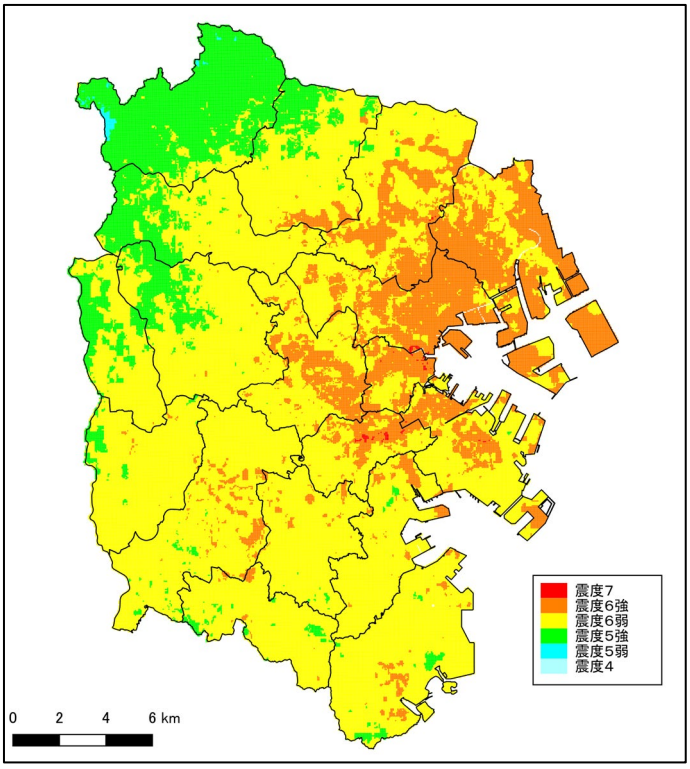


図　２－５　地表震度分布（横浜市直下地震）

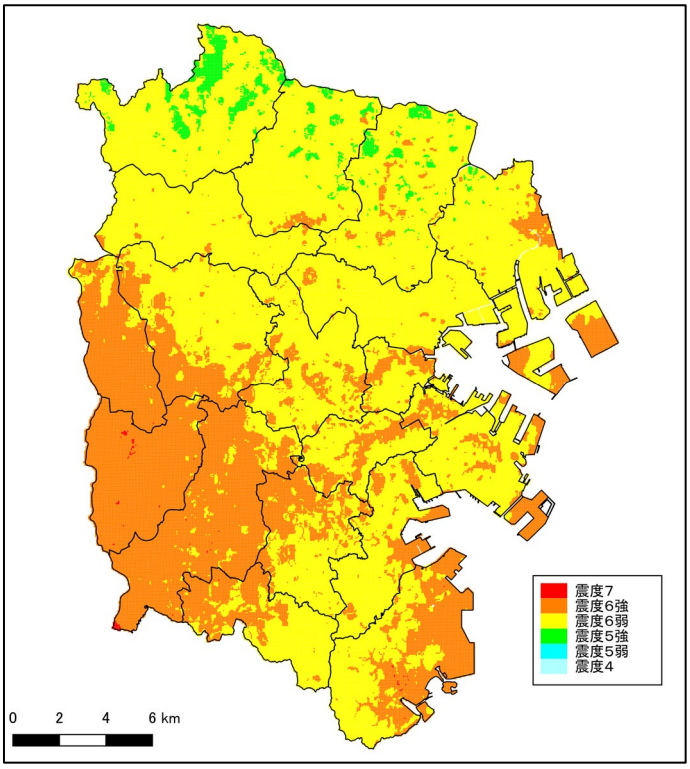


図　２－６　地表震度分布（大正関東地震タイプの地震）

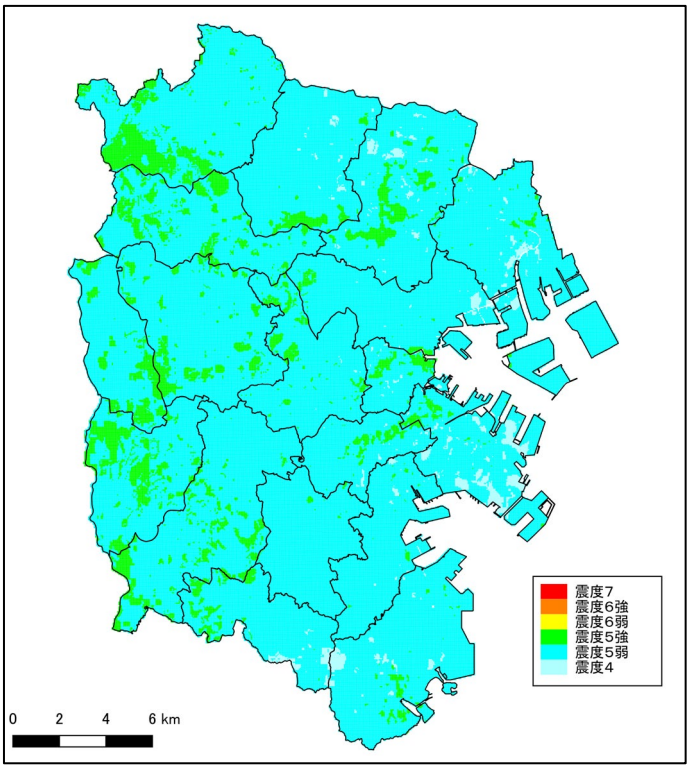


図　2－7　地表震度分布（南海トラフ巨大地震）

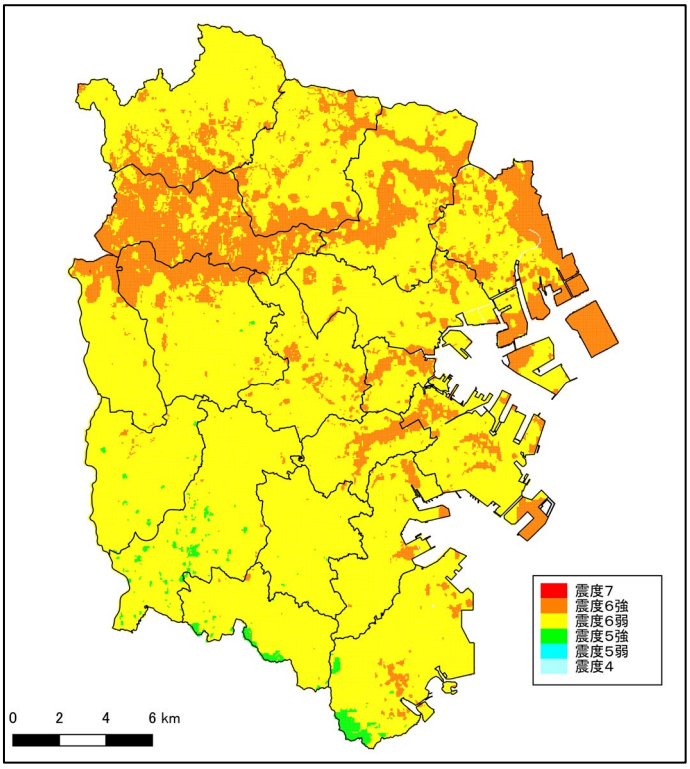


図　2－8　地表震度分布（都心南部直下地震（参考））

２．液状化の予測

２．１　液状化危険度予測手法の概要

液状化の予測は、新たに収集したボーリングデータを用いて作成した地盤モデルを用いて行った。以下に予測計算の手法を示す。

２．１．１　概要

液状化危険度の計算は、道路橋示方書（2025）の方法に準じて、F_L 法及びこれを深度方向に重み付けして積分した P_L 法を用いて計算し、液状化による被害を想定した。また、液状化による建物被害の想定に用いるため、地盤の沈下量を内閣府（2012）の方法に従って計算した。

また、液状化対象層については、以下の全てに該当する地盤とした。

・地下水位以深で、地表から深さ 20m までの盛土（砂）層、砂質土層あるいは礫質土層。

・細粒分含有率 FC が 35%以下の土層。

２．１．２　FL 法

道路橋示方書（2025）に従い、以下の手法で計算した。

F_L 値は、次式で与えられる。

$$F_L = R/L$$

ここで、R：動的せん断強度比　　（地盤の液状化に対する抵抗力）

L：地震時せん断応力比　（地盤に加わる地震力の大きさ）

F_L 値が 1.0 を下回る層については、液状化するものと見なした。

動的せん断強度比 R とは、地盤がどれだけ液状化しにくいかを示す指標であり、N 値や地震動のタイプ等を考慮して、以下の式により与えられる。

$$R = c_w R_L$$

$$R_L = \begin{cases} 0.0882\sqrt{(0.85N_a + 2.1)/1.7} & (N_a < 14) \\ 0.0882\sqrt{N_a/1.7} + 1.6 \cdot 10^{-6}(N_a - 14)^{4.5} & (14 \le N_a) \end{cases}$$

$$N_a = \begin{cases} c_{FC}(N_1 + 2.47) - 2.47 & (D_{50} < 2\text{mm}) \\ \{1 - 0.36\log_{10}(D_{50}/2)\}/N_1 & (D_{50} \ge 2\text{mm}) \end{cases}$$

$$N_1 = 170 \cdot N/({\sigma_{vb}}' + 70)$$

$$c_{FC} = \begin{cases} 1 & (0\% \le FC < 10\%) \\ (FC + 20)/30 & (10\% \le FC < 40\%) \\ (FC - 16)/12 & (40\% \le FC) \end{cases}$$

ただし、ここに、

R：動的せん断強度比

c_w：地震動特性による補正係数

R_L：繰返し三軸強度比

N：標準貫入試験から得られる N 値

N_1：有効上載圧 100kN/m^2 相当に換算した N 値

N_a：粒度の影響を考慮した補正 N値

σ_{vb}'：標準貫入試験を行ったときの地表面からの深さにおける有効上載圧（kN/㎡）

c_{FC}：細粒分含有率による N値の補正係数

FC：細粒分含有率(%)（粒径 75μm 以下の土粒子の通過質量百分率）

D_{50}：50%粒径（mm）

c_wについては、以下の式で与えられる。

（タイプⅠの地震動の場合）

$$c_w = 1.0$$

（タイプⅡの地震動の場合）

$$c_w = \begin{cases} 1.0 & (R_L \leq 0.1) \\ 3.3R_L + 0.67 & (0.1 < R_L \leq 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < R_L) \end{cases}$$

※1）タイプⅠ：大きな振幅が長時間繰り返して作用する地震動（プレート境界型の大規模な地震）を表したものである。

※2）タイプⅡ：継続時間は短いが極めて強度を有する地震動（兵庫県南部地震のような内陸型地震）を表したものである。

今回の想定では、全ての地震についてタイプⅠの係数を採用した。

地震時せん断応力比 L とは、地盤内のある 1 点にかかる地震力の大きさを表す指標であり、地表加速度から以下の換算式を用いて求めた。

$$L = r_d \cdot \alpha / g \cdot \sigma_v / \sigma_v'$$

$$r_d = 1.0 - 0.015x$$

ここに、

L：地震時せん断応力比

r_d：地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数

α：地表最大加速度（gal）。地震動予測計算で求めた地表の計測震度 Iから次式（童・山崎 1996）により求めた。

$\alpha = 10.0^{-0.23+0.51*I}$

g：重力加速度（980gal）

σ_v：全上載圧（kN/㎡）

σ_v'：有効上載圧（kN/㎡）

x：地表面からの深さ（m）

２．１．３　PL 法

算出した F_L 値を深さ方向に重みをつけて足し合わせ（図　2－9 参照）、地点での液状化危険度を表す P_L 値を算出し、この P_L 値によって液状化危険度の判定を行った。液状化危険度判定は、岩崎ほか（1980）による図　2－9 及び表　2－8 に示すような関係により判定を行った。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L)(10 - 0.5x)\, dx$$

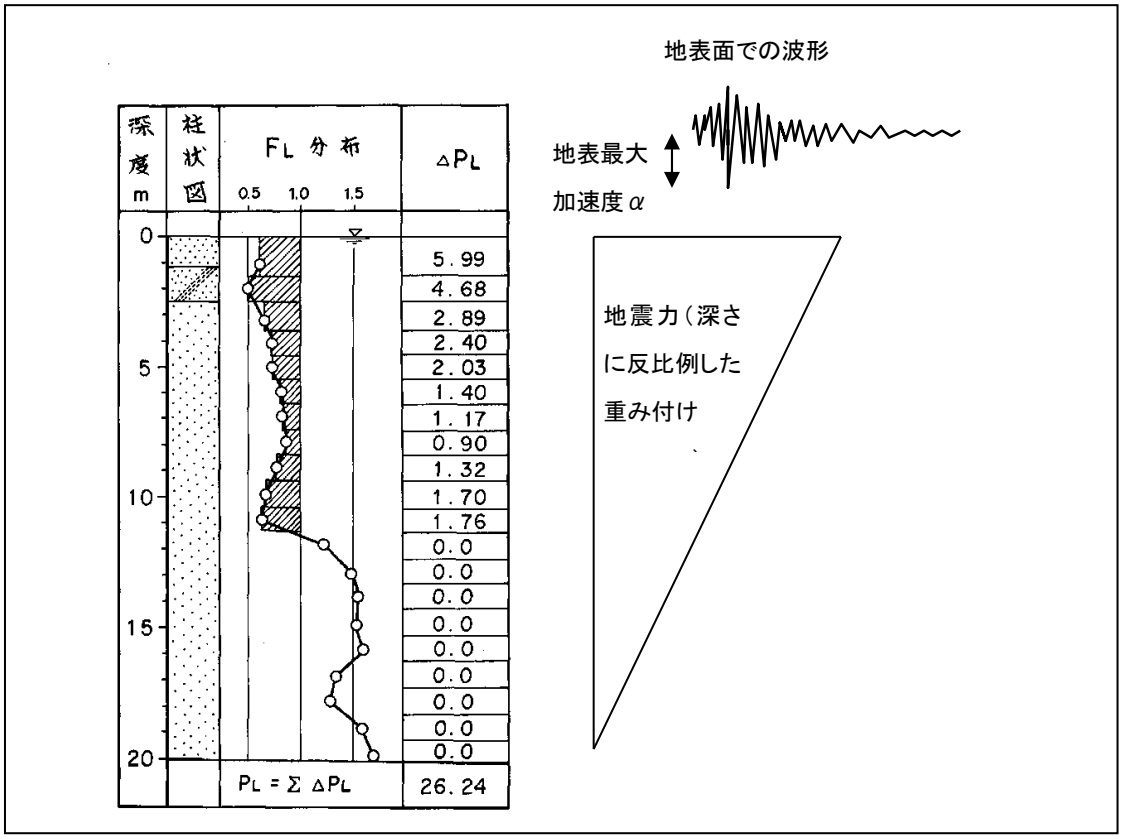


図　2－9　P_L 値の概念図（岩崎ほか（1980）に加筆）

表　2－8　P_L 値による液状化危険度判定区分（岩崎ほか(1980）に加筆）

	PL=0	0＜PL≦5	5＜PL≦15	PL＞15
PL値による 液状化危険度判定	液状化危険度は**極めて低い**。液状化に関する詳細な調査は不要	液状化危険度は**低い**。特に重要な構造物に対して、より詳細な調査が必要	液状化危険度が**やや高い**。重要な構造物に対してはより詳細な調査が必要。液状化対策が一般には必要	液状化危険度が**高い**。液状化に関する詳細な調査と液状化対策は不可避

２．１．４　沈下量

内閣府（2012）の方法に従って、液状化に伴う地盤の沈下量を求めた。

液状化に伴う地盤の沈下量 Sは、建築基礎構造設計指針(2001）に示されている補正 N値と繰返しせん断ひずみの関係（図 ２－１０）を用いて、補正 N値と応力比のプロット点に対応する繰返しせん断ひずみを隣接する γ_{cy}曲線の対数補間により求めた。

このとき、繰返しせん断ひずみ８%の曲線より左側にプロットされる場合には γ_{cy}＝８%とし、0.5%より右側にプロットされる場合には、γ_{cy}=0.5%とした。

繰返しせん断ひずみ γ_{cy}を体積ひずみ ε_vとして読み替えた。その上で、沈下量 Sを次のようにして推定した。

$$S=\sum_{i=1}^{n}\left(H_i\times\varepsilon_{vi}\right)$$

ここに、

S：沈下量

H_i：F_L<1.0 となる砂質土層 iの層厚

ε_{vi}：F_L <1.0 となる砂質土層 iの体積ひずみ

n：F_L <1.0 となる砂質土層数

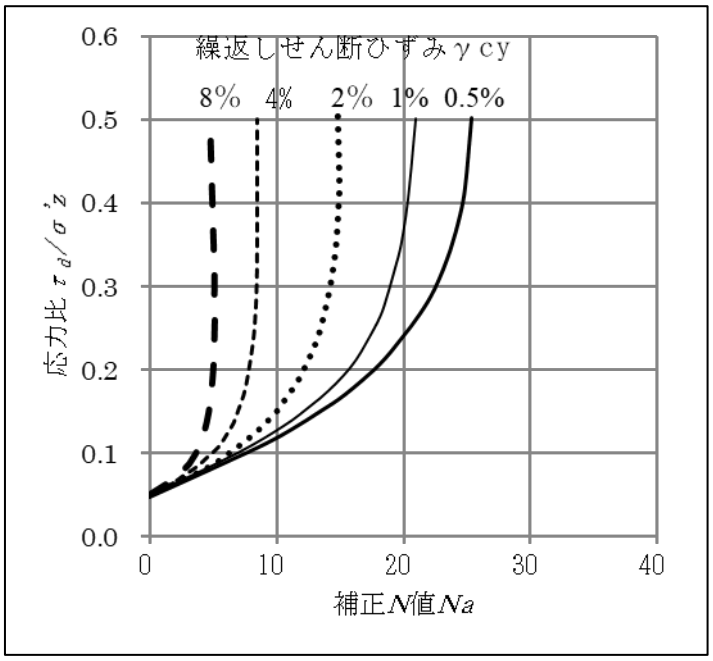


図 ２－１０ 補正 N値と繰返しせん断ひずみの関係

（建築基礎構造設計指針(2001），p66,図 4.5.7 補正 N値と繰返しせん断ひずみの関係に加筆）

２．２　液状化危険度予測のための地盤モデル

２．２．１　液状化予測の対象とする地形区分

国土地理院のベクトルタイル地形区分（自然地形）を参照して、図 ２−１１に示す 50m メッシュの地形区分を作成した。作成した地形区分をもとに、低地に該当する以下の地形区分を液状化予測の対象とした。

前回想定における液状化対象範囲との比較を図 ２−１２に示す。前回想定では、薄い砂層を含む砂質土地盤に区分されたメッシュを対象とした。前回の方が内陸部でやや範囲が広い傾向がある一方で、今回は新規埋立地を反映しており、臨海部で範囲が広くなっている。

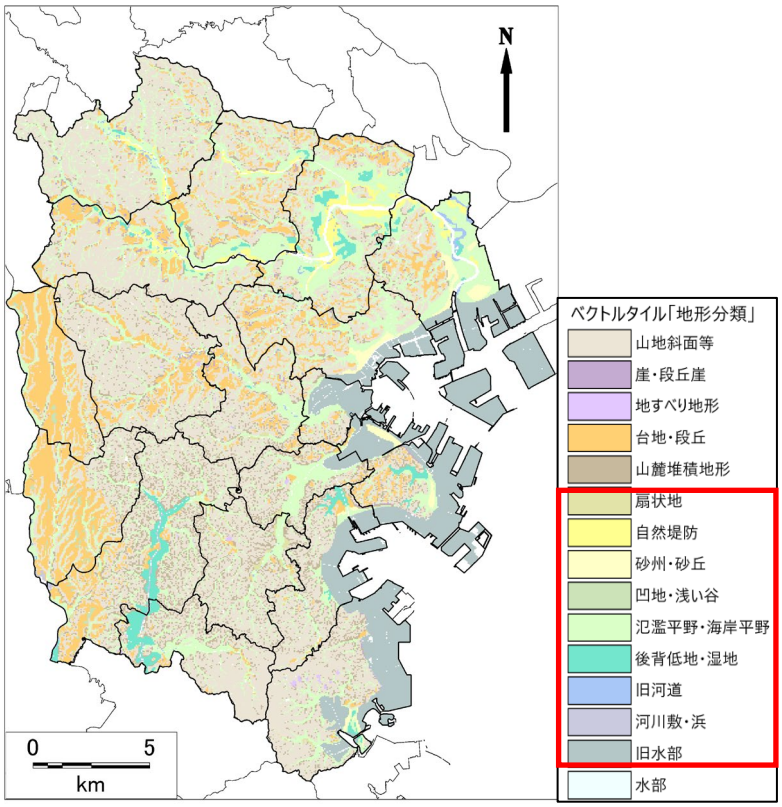


図 ２−１１ 作成した 50m メッシュ地形区分（凡例赤枠内は液状化予測の対象とする区分）

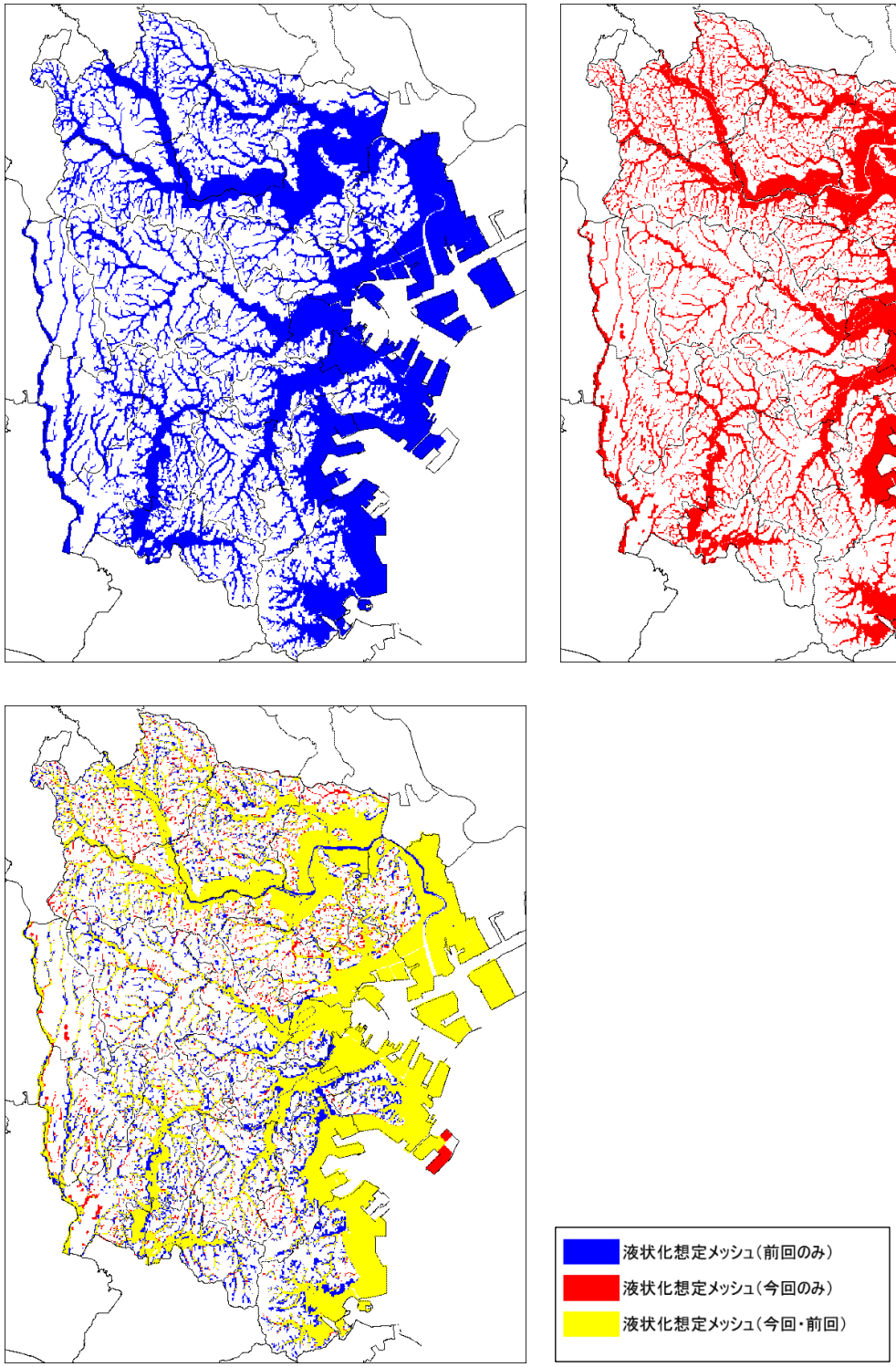


図　2－１２　液状化予測の対象とするメッシュ範囲の比較

２．２．２　液状化予測のための地盤モデルの作成

今回新たに収集したボーリングのうち掘進長が 20m 以上のデータ（約 11,500 本）を抽出し（図２-１３）、土質区分、N 値から液状化予測のための地盤モデルを作成した。ボーリングデータの無いメッシュについては、国土地理院のベクトルタイル地形区分を参照して 50m メッシュの地形区分を作成し、地形区分が同一で最も距離が近いメッシュのモデルを当てはめた。

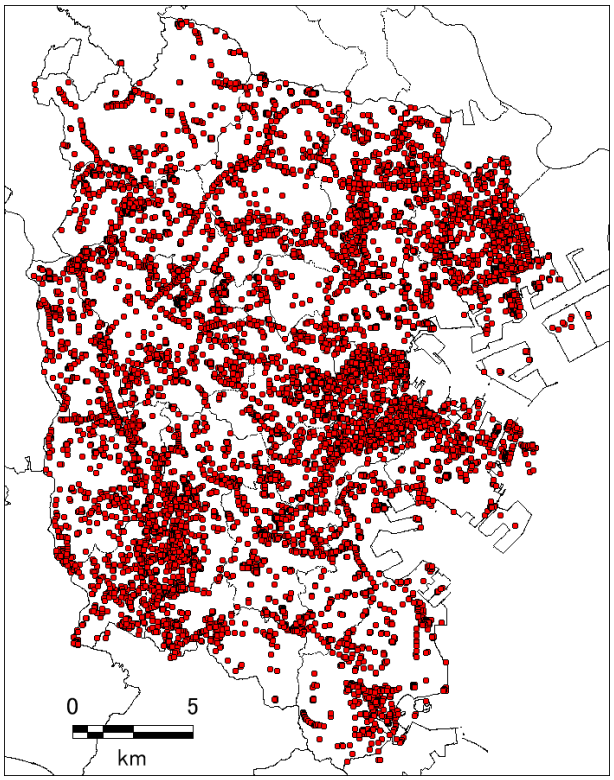


図　２-１３　掘進長 20m 以上のボーリングデータの分布

２．３　液状化危険度の予測結果

各想定地震について、液状化危険度及び沈下量の計算結果を図 ２-１４～図 ２-１７に示した。液状化危険度については、ランク別の面積を示した。各想定地震の液状化予測結果の概要は次のとおりである。

なお、本予測結果はメッシュ単位の想定に基づくものであり、メッシュ内の個別の液状化対策や地形条件の差異を反映したものではない点に留意が必要である。

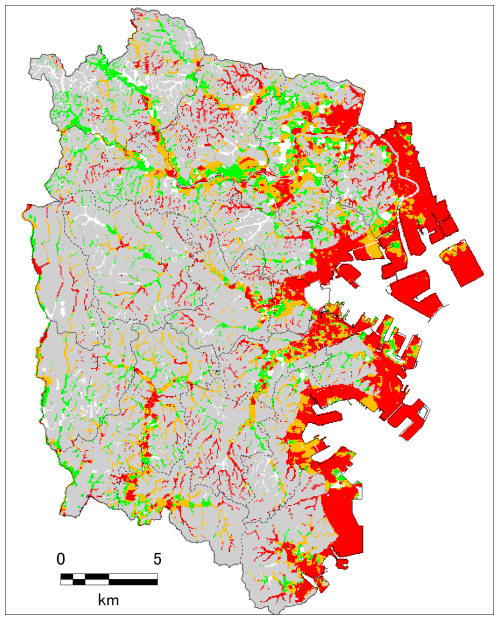
２．３．１　概要

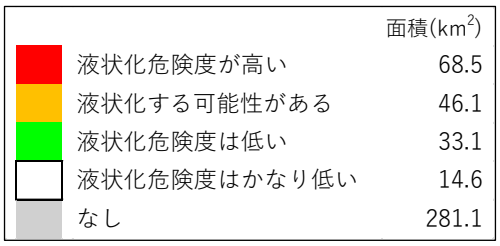
横浜市直下地震では、臨海部を含む横浜市東部の広い範囲で液状化危険度が高くなっており、特に横浜市の北西部でやや液状化危険度が小さくなっている。液状化危険度が高いとランクされる領域は 68.5km^2 である。

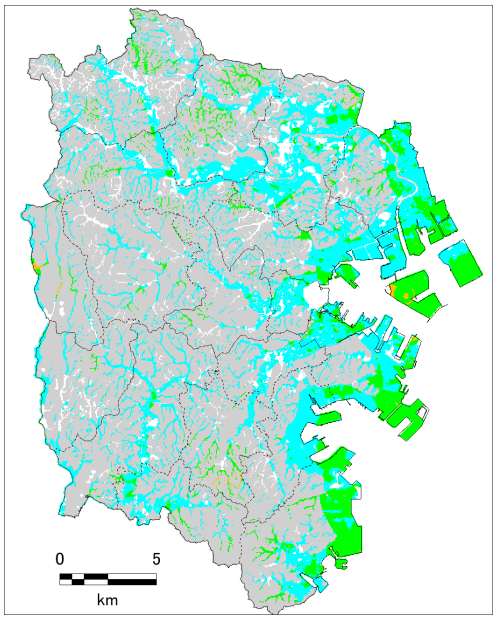
大正関東地震タイプの地震でも、臨海部を含む横浜市東部の広い範囲で液状化危険度が高くなっている。液状化危険度が高いとランクされる領域は 79.3km^2 であり、前回よりも 1.7 倍程度面積が広くなっている。

南海トラフ地震については、前回想定よりも全体的に震度が小さいため液状化危険度も前回より小さくなっている。液状化危険度が高いとランクされる領域は 4.0km^2 である。

都心南部直下地震（参考）についても、大正関東地震タイプの地震等と概ね近い傾向を示す。液状化危険度が高いとランクされる領域は 76.2km^2 であり、大正関東地震タイプの地震よりもやや面積が狭くなっている。







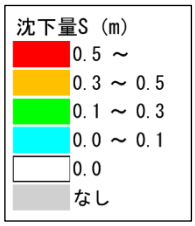
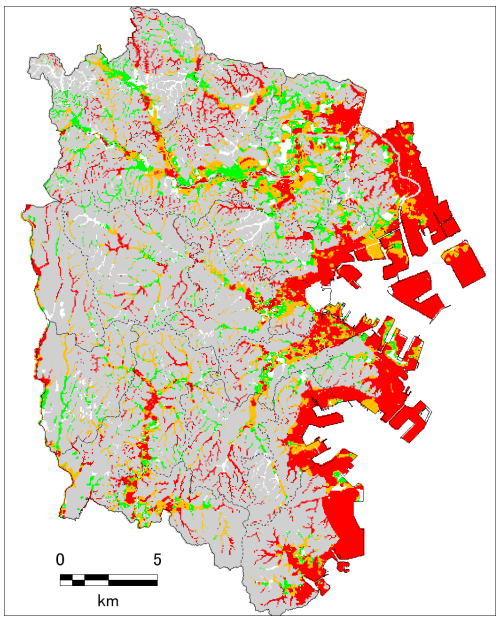
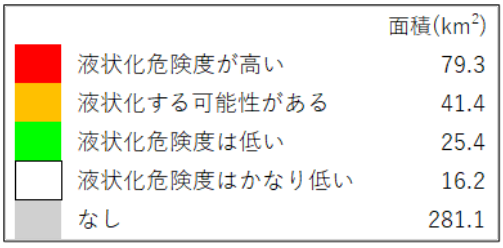
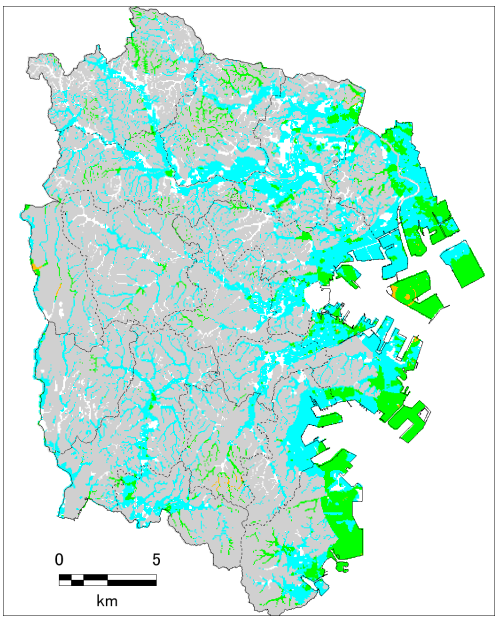


図　2－１４　液状化危険度(左)と沈下量(右)の予測結果（横浜市直下地震）







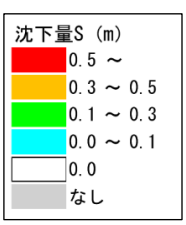
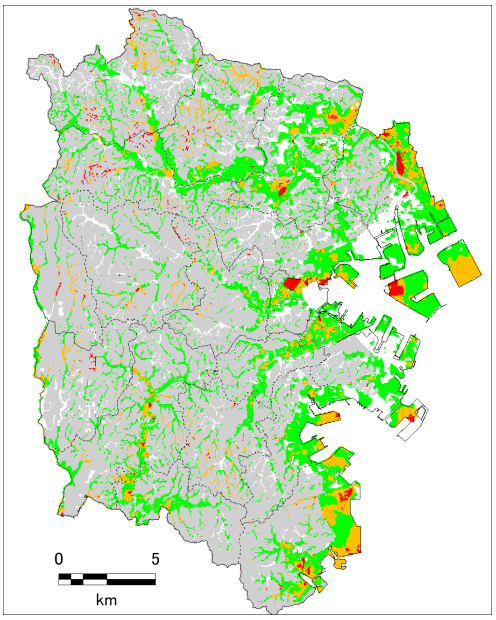
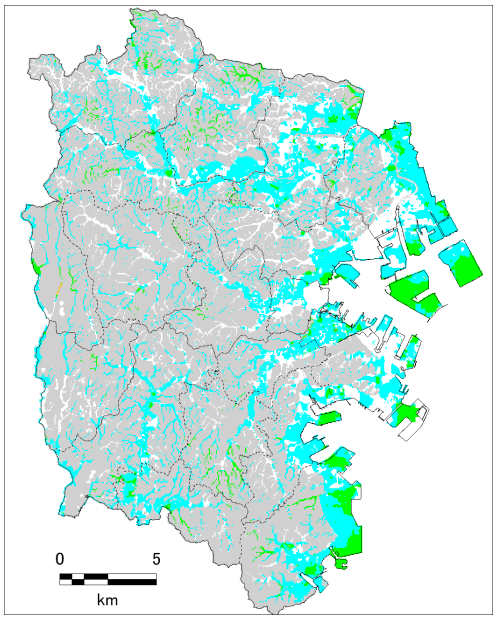


図　2－１５　液状化危険度(左)と沈下量(右)の予測結果（大正関東地震タイプの地震）





	面積(km²)
液状化危険度が高い	4.0
液状化する可能性がある	27.7
液状化危険度は低い	89.7
液状化危険度はかなり低い	40.8
なし	281.1

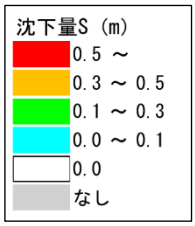
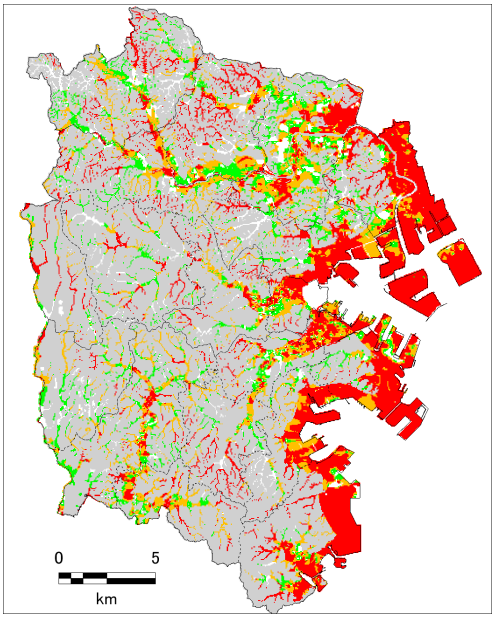
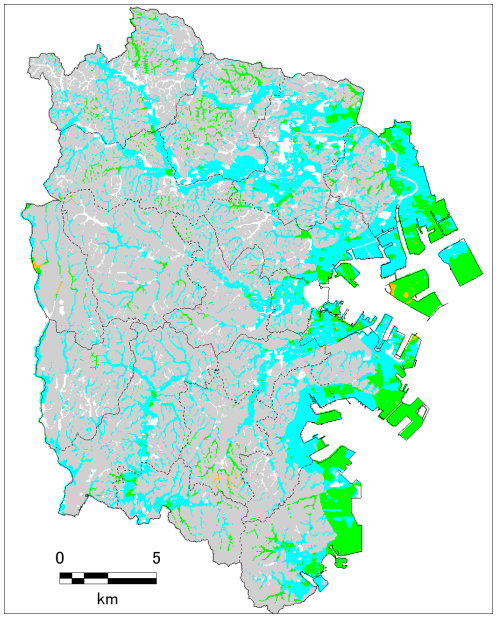


図　2－１６　液状化危険度(左)と沈下量(右)の予測結果（南海トラフ巨大地震）





	面積(km²)
液状化危険度が高い	76.2
液状化する可能性がある	43.6
液状化危険度は低い	26.2
液状化危険度はかなり低い	16.4
なし	281.1

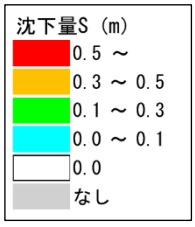


図　2－１７　液状化危険度(左)と沈下量(右)の予測結果（都心南部直下地震（参考））

２．３．２　過去地震の液状化発生地点との比較

過去地震の液状化発生地点として、若松（2011）による大正関東地震時の液状化発生地点データを整理し、予測結果と比較した。

横浜市内で確認された液状化地点は 22 箇所（うち確実度が高いのは 18 箇所）である。

液状化地点における液状化危険度の予測結果は、「かなり低い」が４箇所（液状化対策済３箇所を含む）、「低い」が１か所、「可能性あり」が６箇所、「高い」が 11 箇所であり、被害状況をよく反映している。

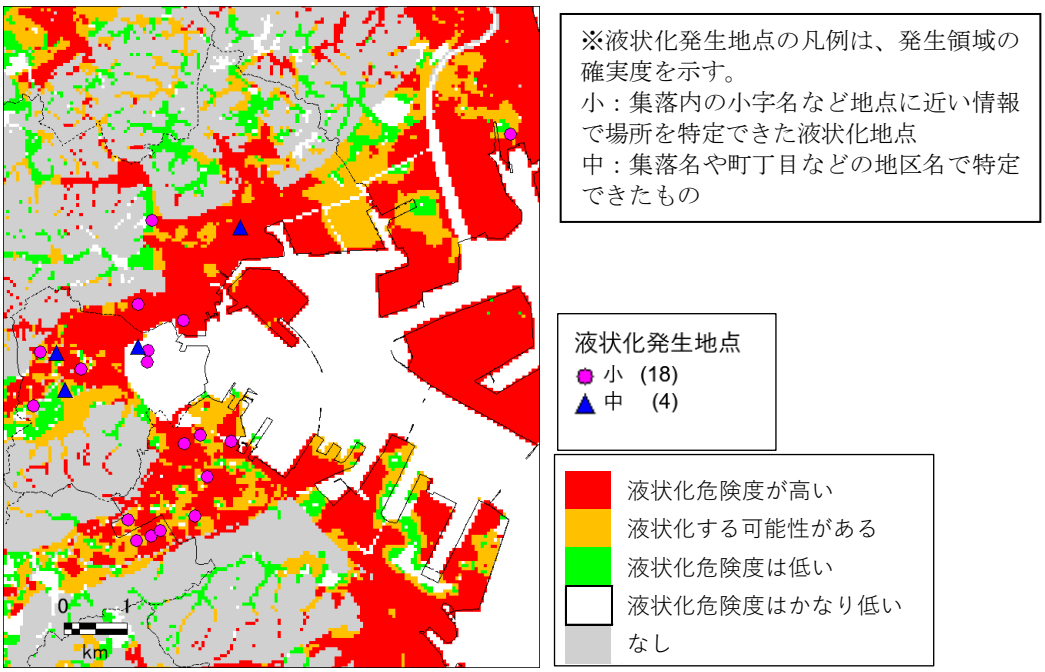


図　２−１８　大正関東地震の液状化地点（若松（2011）による）と想定結果の比較

３．土砂災害の予測

土砂災害の予測については、個別斜面として土砂災害（特別）警戒区域（急傾斜地の崩壊）を対象とした地震毎の崩壊危険度ランク（ABC）の判定と、横浜市全域の斜面崩壊危険度として中埜・大野（2021）による５mDEM を用いた手法を採用した。

３．１　土砂災害（特別）警戒区域の危険度予測

３．１．１　対象とする区域

個別斜面の危険度については、土砂災害（特別）警戒区域（急傾斜地の崩壊）を対象として想定した。

土砂災害（特別）警戒区域（急傾斜地の崩壊）として指定されている箇所を図 ２－１９にポリゴンで示した。

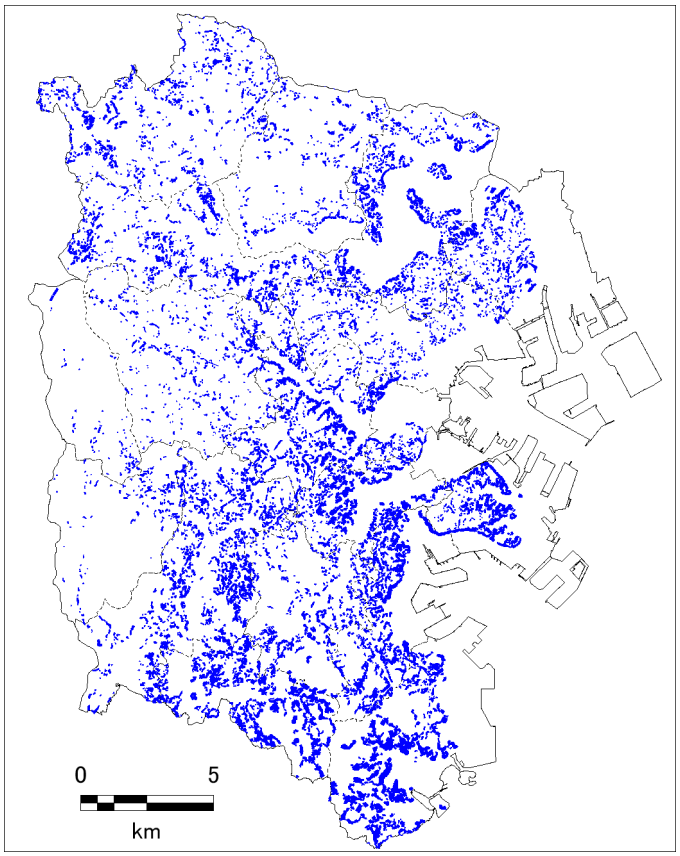


図 ２－１９ 土砂災害（特別）警戒区域（急傾斜地の崩壊）の分布

３．１．２　予測手法

土砂災害（特別）警戒区域は、土砂災害が発生した場合に、住民等の生命又は身体に危害が生じるおそれがあると認められる区域として、土砂災害防止法に基づき神奈川県が指定しているものである。

土砂災害（特別）警戒区域ごとに整理されている区域調書のデータをもとに、前回想定と同様な区域ごとの危険度ランクを設定し、このデータと想定地震の震度ランクから、地震毎の崩壊危険度ランク（ABC）を判定した。

データの整理方法、対策工の評価手法については、東京都（2022）を参考にした。

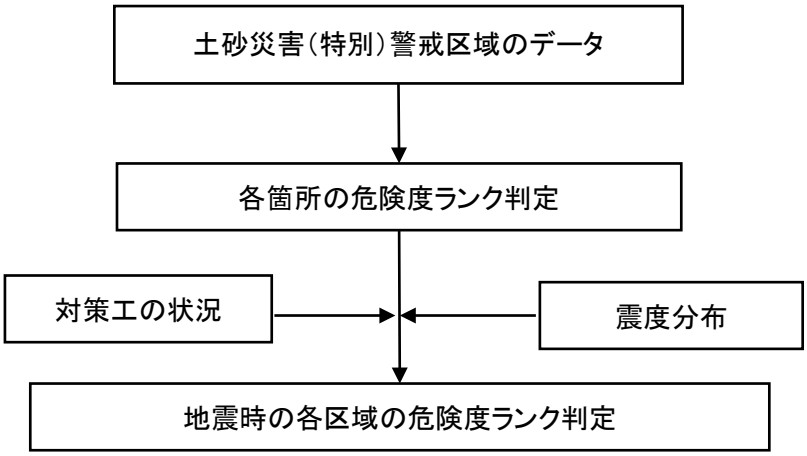


図　2-２０　土砂災害（特別）警戒区域（急傾斜地の崩壊）危険度予測の流れ
（東京都(2022)を修正）

土砂災害（特別）警戒区域の斜面の危険度ランクについては、区域調書の記載から日本道路協会道路震災対策委員会(1986)の判定基準（表　2-９を参照）に基づいて点数（基準要素点）を与えて評価した。また、斜面の危険度ランクと想定地震の震度ランクに応じた地震危険度判定ランク（表　2-１０を参照）に基づき、地震時の相対的な危険度ランクを求め、これを地震時危険度ランクとした。

なお、対策工については、東京都(2022)を参考にして対策工を考慮した急傾斜地危険度ランクの評価を図　2-２１に示すように実施した。土砂災害（特別）警戒区域で対策工が施工されている箇所を対象として、対策工の工種、施設効果の有無、施工年月、事業区分により対策効果を考慮した地震時危険度ランクとし、対策工がない箇所については、地震時危険度ランクのままとした。

図　2-２２に横浜市内の土砂災害（特別）警戒区域について設定した斜面危険度ランクを、図2-２３に設定した対策効果を示した。

表 2－9 斜面の危険度ランク算定のための基準要素点

（日本道路協会道路震災対策委員会，1986）

大項目	データ項目	小項目	点数
①斜面高(H)	斜面の高さ	50≦H	10
		30≦H＜50	8
		10≦H＜30	7
		H＜10	3
②斜面勾配(α)	傾斜度	59°≦α	7
		45°≦α＜59°	4
		A＜45°	1
③オーバーハング	横断形状	オーバーハングあり	4
		オーバーハングなし	0
④斜面の地盤	地表の状況	亀裂が発達、開口しており転石、浮石が点在する	10
		風化、亀裂が発達した岩である	6
		礫交じり土、砂質土	5
		粘質土	1
		風化、亀裂が発達していない岩である	0
⑤表土の厚さ	表土の厚さ	0.5m以上	3
		0.5m未満	0
⑥湧水	湧水	有	2
		無	0
⑦落石・崩壊頻度	崩壊履歴	新しい崩壊地がある	5
		古い崩壊地がある	3
		崩壊地は認められない	0

※合計 24 点以上：斜面の危険度ランク=A
合計 14～23 点：斜面の危険度ランク=B
合計 13 点以下：斜面の危険度ランク=C

表 2－１０ 土砂災害（特別）警戒区域における地震時危険度ランク

要素点ランク / 計測震度 / 基準要素点	c	b	a
	13点以下	14～23点	24点以上
6.0以上	A	A	A
5.5以上　6.0未満	B	A	A
5.0以上　5.5未満	C	B	A
4.5以上　5.0未満	C	C	B
4.5未満	C	C	C

○判定ランクの説明
・ランクＡ：崩壊の危険度が高い
・ランクＢ：崩壊の危険度がやや高い
・ランクＣ：崩壊の危険度が低い

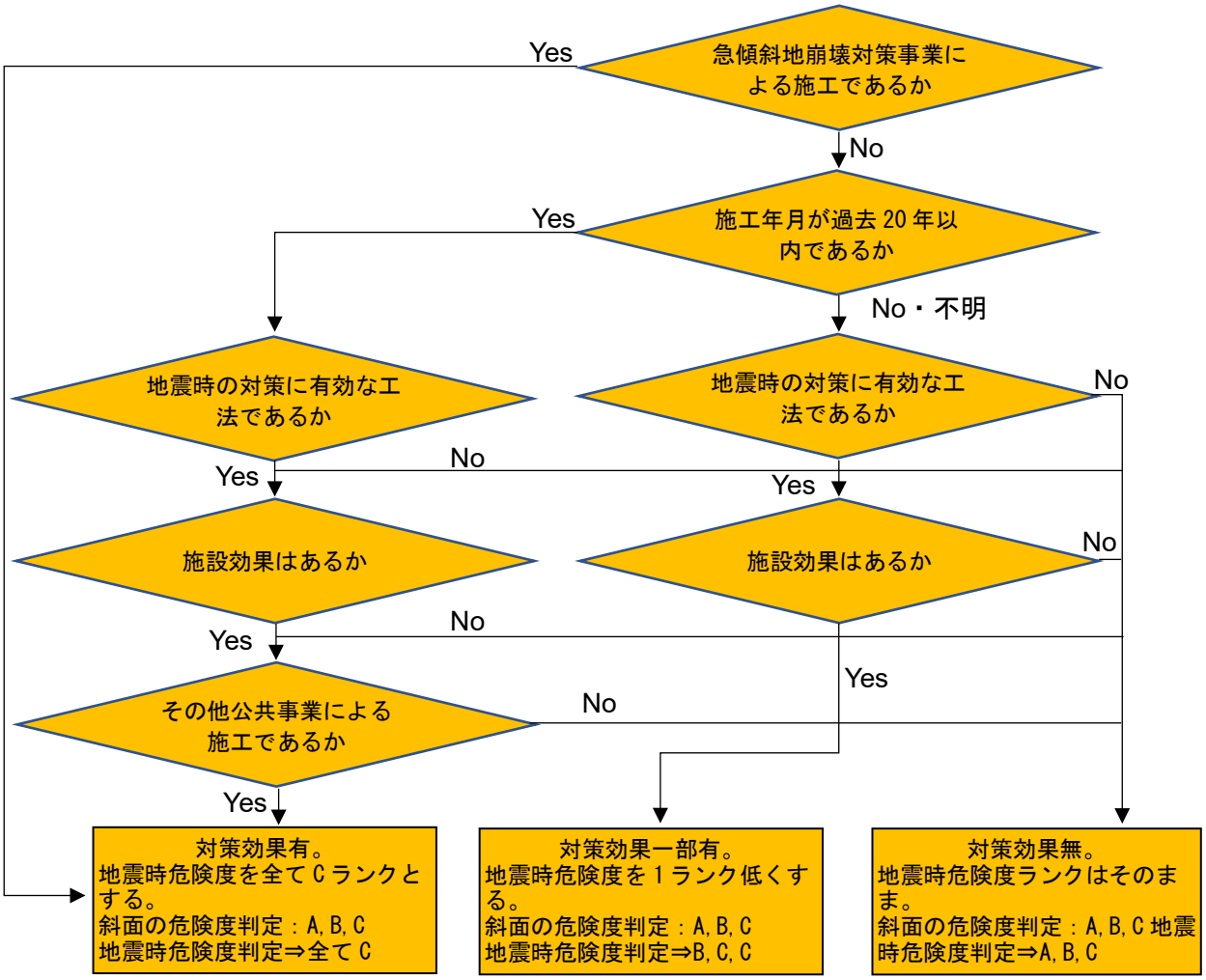


図　2－２１　対策工の状況を考慮した土砂災害（特別）警戒区域の
地震時危険度ランク評価フロー（東京都(2022)）

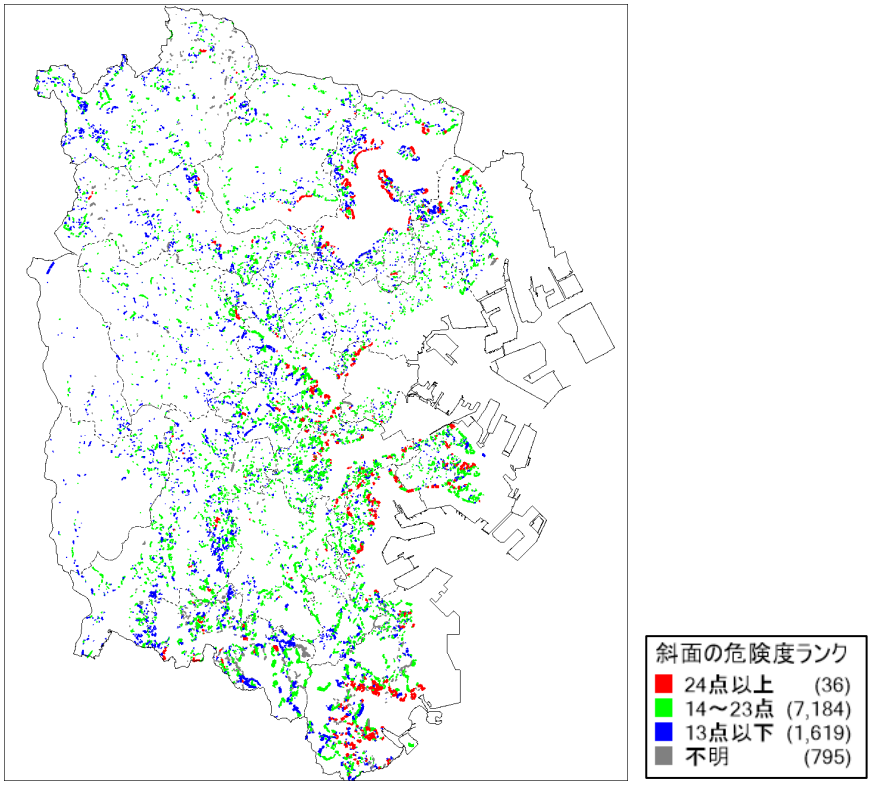


図　２−２２　斜面の危険度ランク

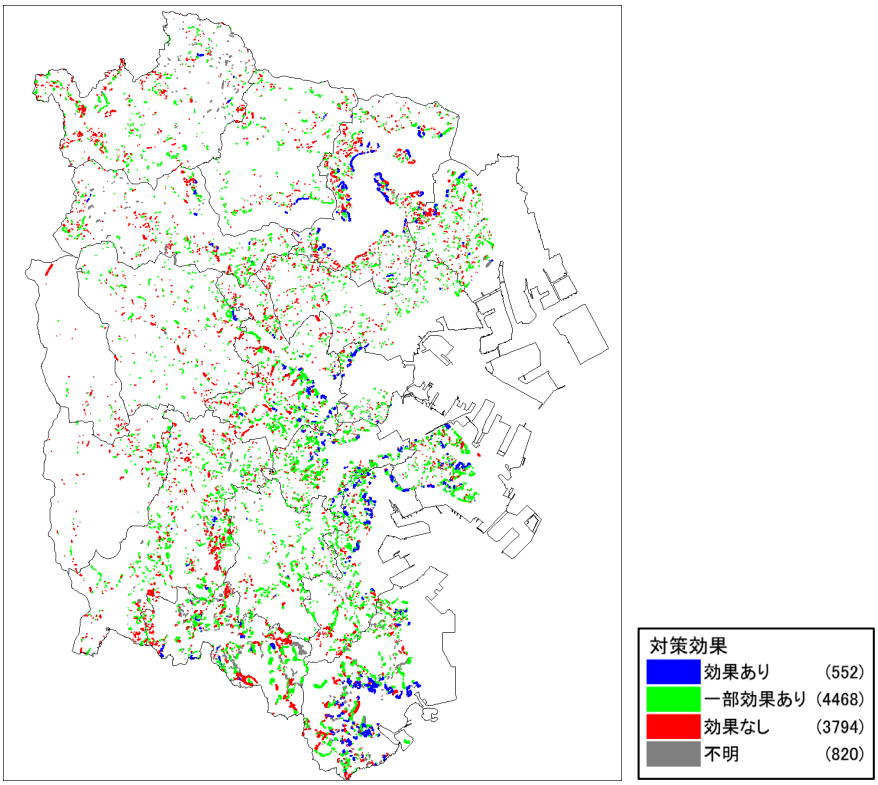
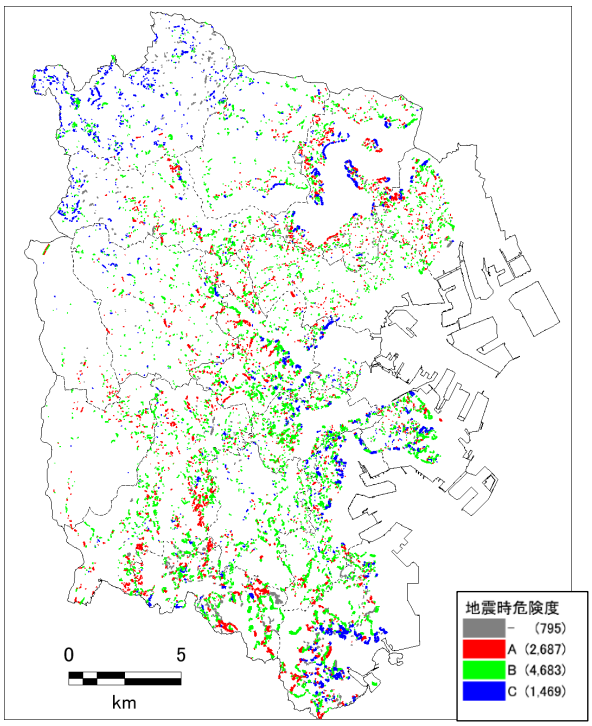


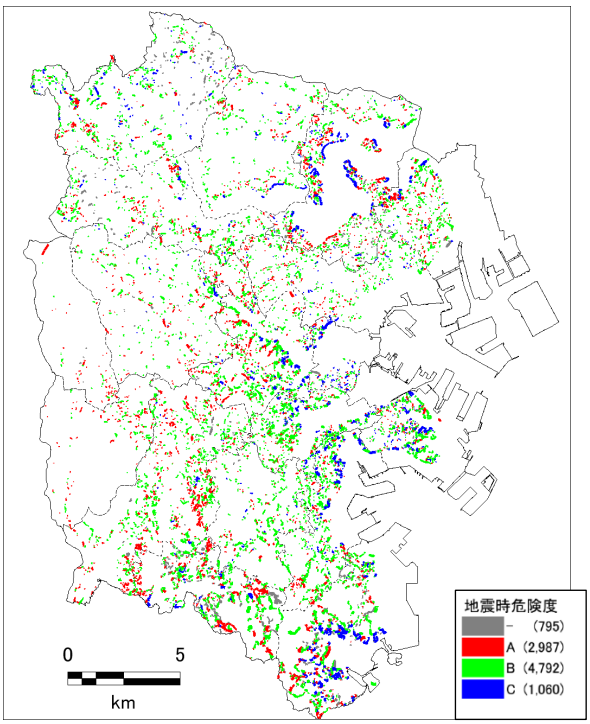
図　２−２３　対策効果

３．１．３　予測結果

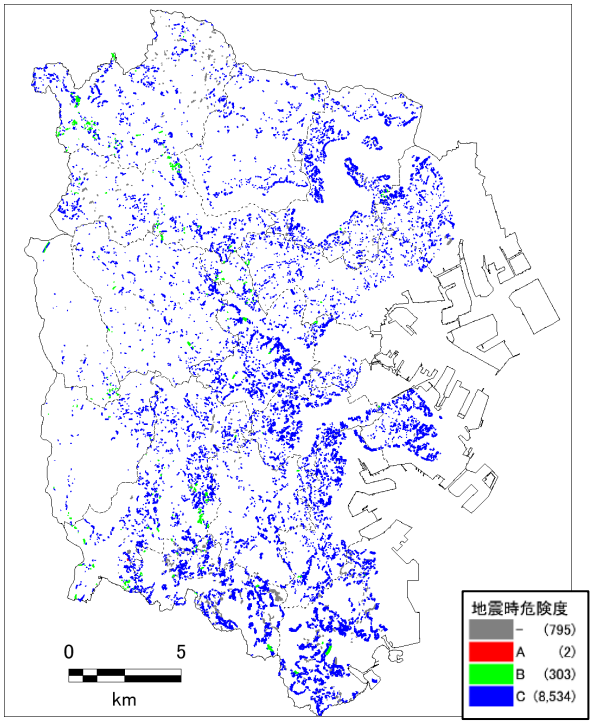
各想定地震について、地震時危険度ランクの計算結果を図 2-24に示した。ランクが「－」であるものは、区域のポリゴンに対応する調書が存在しないことを示す。想定地震については、概ね 3,000 弱の区域でランク「A」と判定され、南海トラフ巨大地震ではこれよりも少なくなっている。



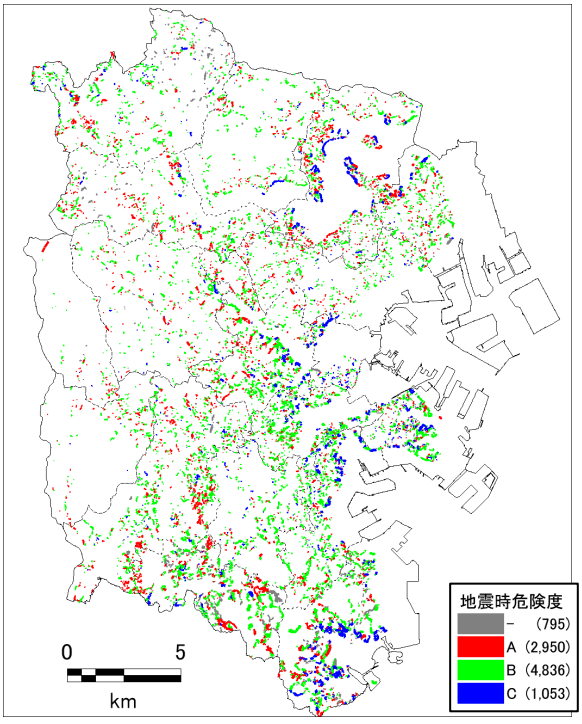
横浜市直下地震



大正関東地震タイプの地震



南海トラフ巨大地震



都心南部直下地震（参考）

図 2-24 土砂災害（特別）警戒区域の地震時危険度ランク

３．２　DEM データ（数値標高モデル）による横浜市内全域の評価

３．２．１　概要

DEM データによる横浜市内全域の評価については、国土地理院地震時地盤災害推計システム（SGDAS）の手法（中埜・大野（2021））を用いて検討した。

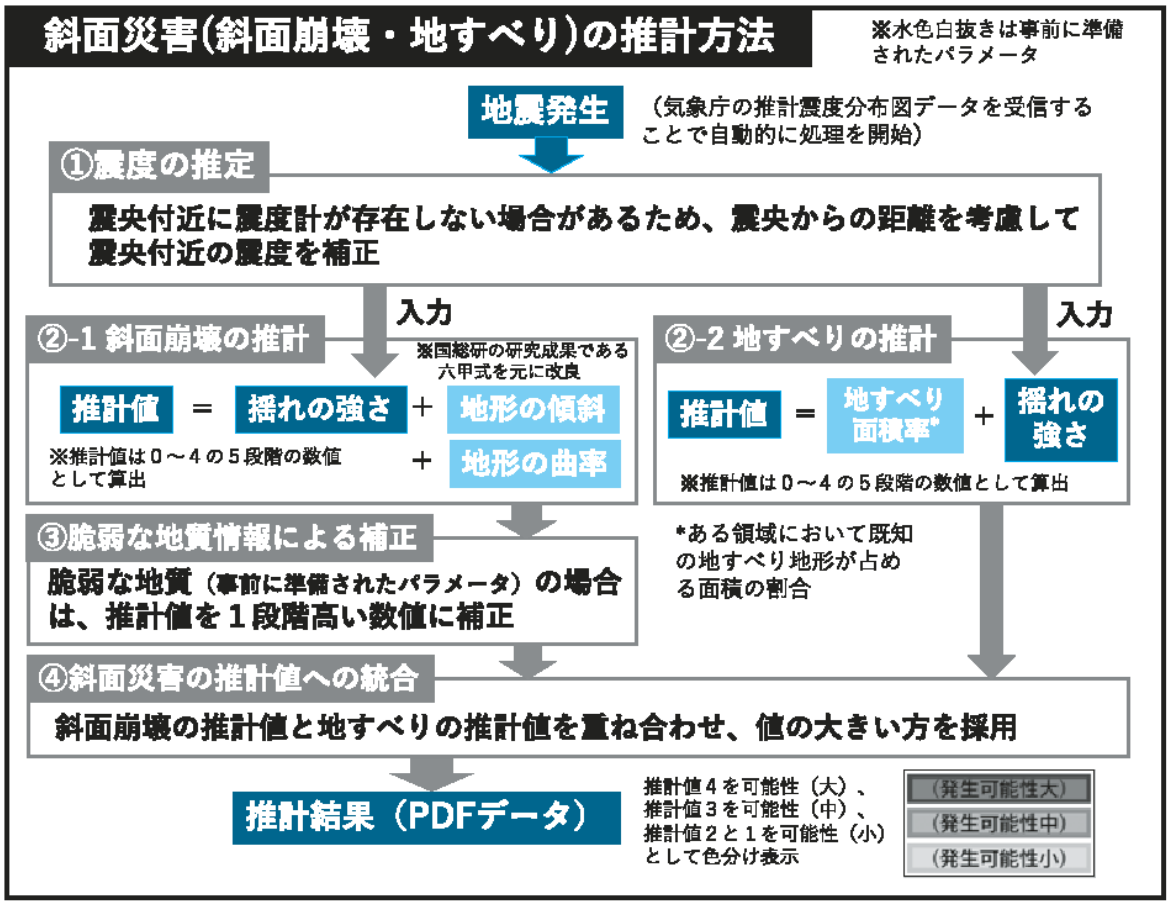


図　２−２５　地すべり等の斜面災害危険度想定の流れ（中埜・大野（2021））

３．２．２　予測手法

(1) 斜面崩壊

斜面崩壊については、神谷他（2013）の修正六甲式による手法により、以下の流れで計算した。

ア　次式により、５mDEM 単位で崩壊／非崩壊を判定した。

$$G = 4.38 \cdot log_{10}(s - 119c) + 3.93 log_{10} a - 15.27$$

ここで、

G：修正六甲式（神谷他 2013）による斜面崩壊危険度判定式（G＞０：崩壊、G＜０：非崩壊）

s：地表面の傾斜（°）

c：曲率（m^{-1}）

a：地表面最大加速度（gal）

イ　斜面内の各メッシュの修正六甲式の値を G_i としたとき、G_i ＞０となるメッシュについて、G_i の平均値から表 ２-１１により危険度を求めた。

表 ２-１１ 修正六甲式による手法における危険度ランク（中埜他（2013））

危険度ランク	０（小）	１	２	３	４（大）
G_iの平均値	0.0～0.2	0.2～0.4	0.4～0.8	0.8～1.6	1.6～

(2) 地すべり

地すべりの危険度については、防災科学技術研究所による地すべり地形 GIS データを用いて以下の流れで計算した。

ア　50m メッシュ内で地すべり地形ポリゴンの占める面積を求めた。

イ　これを近隣のメッシュと重みづけ平均して、各メッシュの地すべり面積率を求めた。

ウ　次式により、50m メッシュ毎の地すべり発生可能性を判定した。

$$R = log_{10} S / log_{10} A + (1 - C)/B + 1$$

ここで、

R：地すべり発生可能性（ R の整数部分をとり、０～４の５段階）

S：地すべり面積率

I：計測震度

A, B, C：係数（=2.5、0.33、5.0）

(3) 脆弱な地質

神谷（2013）で挙げられている脆弱な地質について該当するメッシュを抽出し、斜面崩壊の危険度を１ランク高くした。

(4) 斜面災害の推計値

(2)と(3)の値を比較し、値の大きい方を斜面災害の推計値とした。

３．２．３　予測結果

各想定地震について、50m メッシュ斜面崩壊危険度の計算結果を図　２－２６に示した。

想定地震については、横浜市直下地震で約 6,200～6,700 メッシュ、大正関東地震タイプの地震で約 8,700 メッシュであり、南海トラフ巨大地震ではこれよりも少なくなっている。

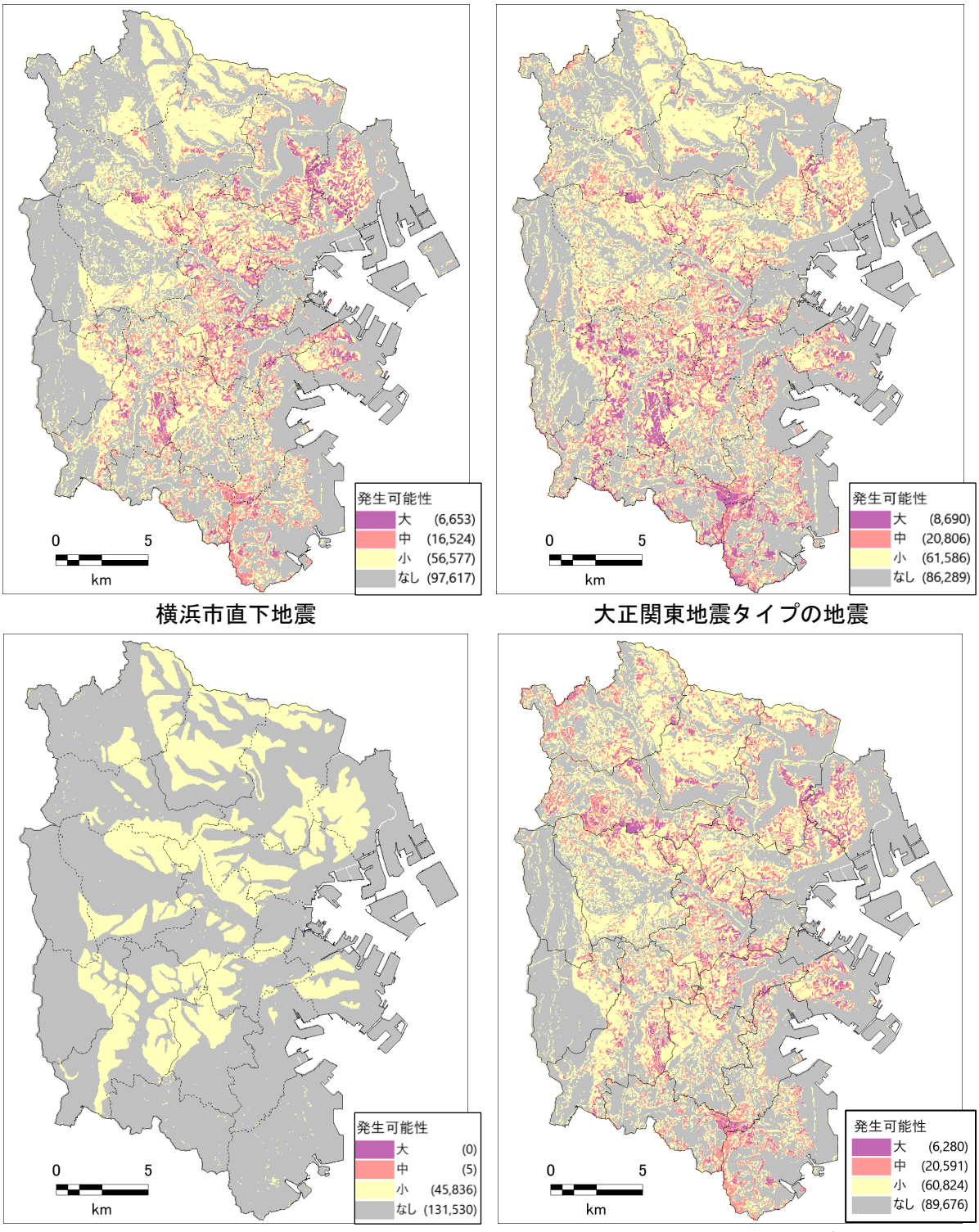


図　２－２６　DEM データによる横浜市域全体の斜面崩壊危険度

４．長周期地震動の予測

４．１　長周期地震動階級の予測手法の概要

超高層建築物や大型石油タンクなど、比較的長い固有周期をもつ構造物は、地震動の長周期成分の影響を強く受ける。よって、図 2－２７に示す気象庁の手法を用い、長周期地震動階級を評価した。なお、絶対速度応答スペクトルの距離減衰式における震源距離Ｒについて、アスペリティ最短距離と震源距離の２ケースを計算した。

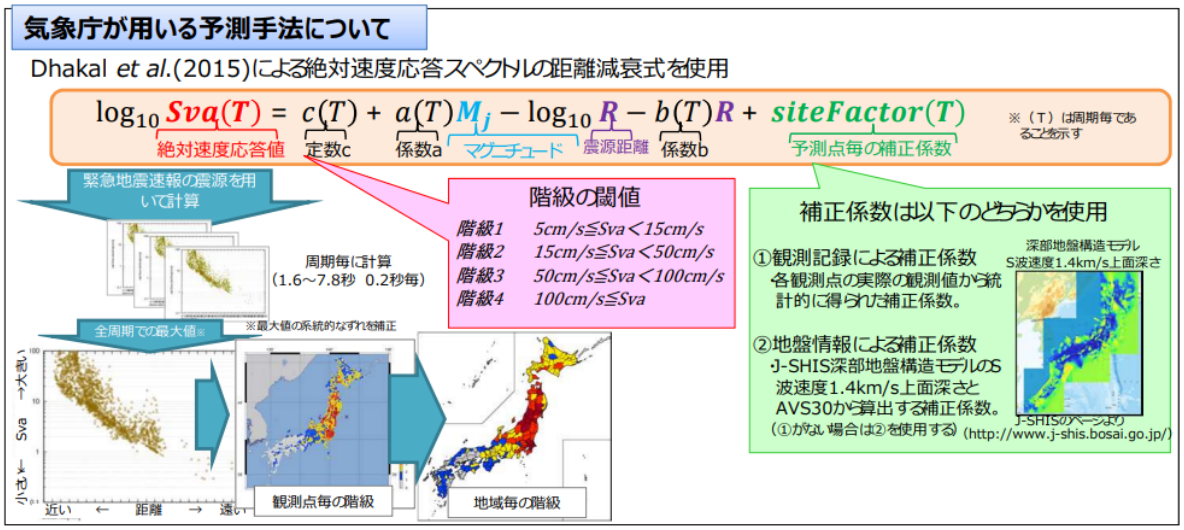


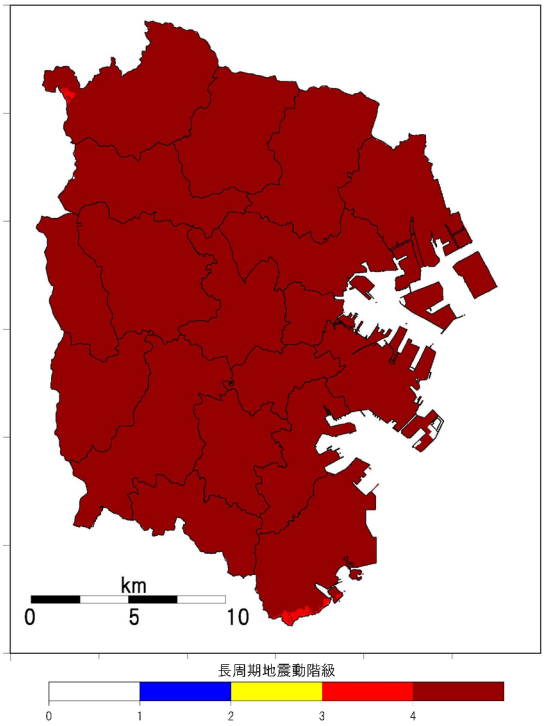
図　2－２７　気象庁による長周期地震動階級の予測手法
（気象庁「長周期地震動に関する情報のあり方について
（長周期地震動に関する情報検討会平成 28 年度報告書）」より引用）

表　2－１２　長周期地震動階級関連解説表（気象庁 HP より引用）

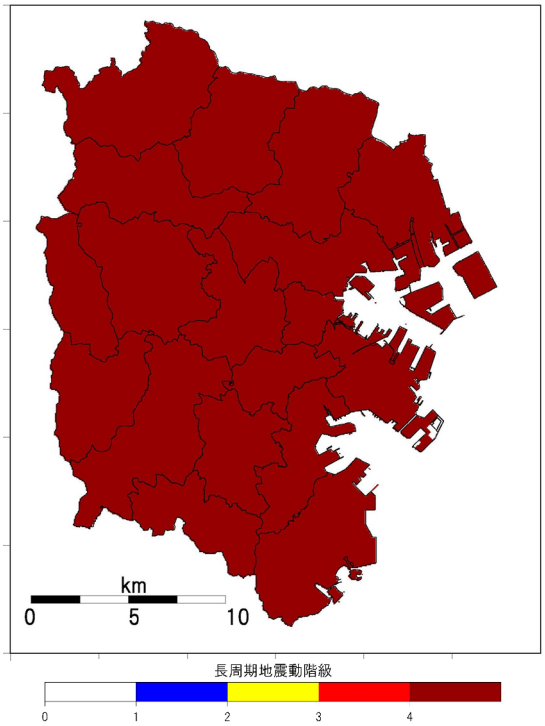
長周期地震動階級	人の体感・行動	室内の状況	備考
1	室内にいたほとんどの人が揺れを感じる。驚く人もいる。	ブラインドなど吊り下げものが大きく揺れる。	－
2	室内で大きな揺れを感じ、物につかまりたいと感じる。物につかまらないと歩くことが難しいなど、行動に支障を感じる。	キャスター付き什器がわずかに動く。棚にある食器類、書棚の本が落ちることがある。	－
3	立っていることが困難になる。	キャスター付き什器が大きく動く。固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある。	間仕切壁などにひび割れ・亀裂が入ることがある。
4	立っていることができず、はわないと動くことができない。揺れに翻弄される。	キャスター付き什器が大きく動き、転倒するものがある。固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。	間仕切壁などにひび割れ・亀裂が多くなる。

４．２　長周期地震動階級の予測結果

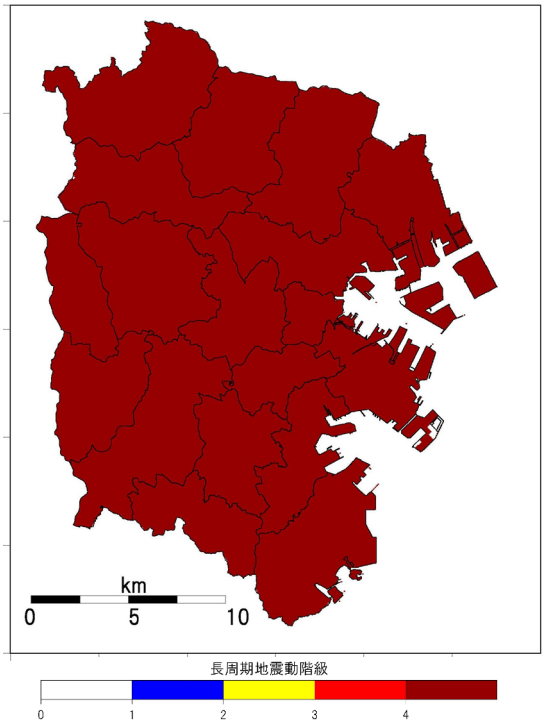
長周期地震動階級の予測結果を図　２－２８に示す。なお、震源距離Ｒはアスペリティ最短距離とした。長周期地震動階級は、横浜市全域で概ね階級４が想定される。



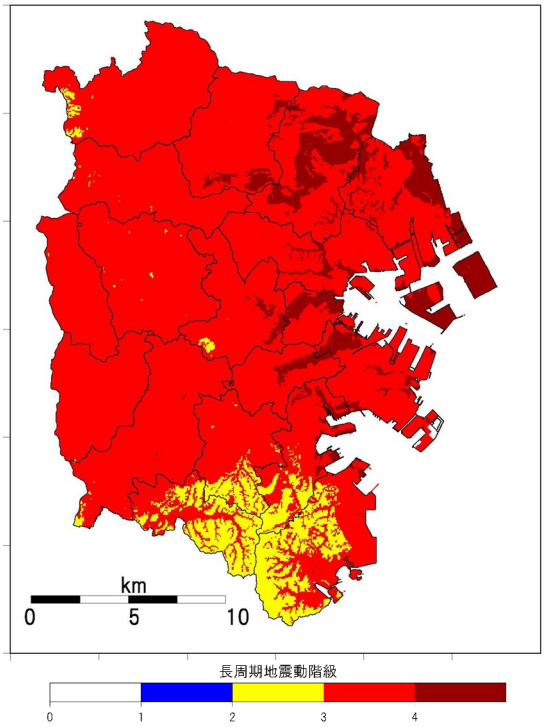
横浜市直下地震



大正関東地震タイプの地震



南海トラフ巨大地震



都心南部直下地震（参考）

図　２－２８　長周期地震動階級の予測結果

４．３　長周期地震動による被害

長周期地震動とは、地震により発生する周期の長いゆっくりとした揺れであり、周期の短い波より減衰しにくいため、震源から遠くまで伝わる性質がある。特に高層建築物、長大橋や石油タンクなどの構造物に影響を与えやすい。

東日本大震災では、長周期地震動によって首都圏で高層ビルが大きく揺れる様子が目撃されており、震源域から遠く離れた大阪市内のいくつかの高層建物でも、長周期地震動によりエレベーターでの閉じ込めや防火扉の損傷などが報告されている。東京都内の超高層（高さ60m以上）のオフィスビル34棟を対象にアンケートを行った「気象庁による東京都内の高層ビルにおける揺れの実態調査結果」（2011年，気象庁）によると、躯体への損傷・破損はなかったものの、半数以上のビルで天井材・内装材に損傷が生じ、固定されていない什器は移動・転倒した。エレベーターは34棟すべてのビルで停止した。

このように、長周期地震動によって超高層ビルの高層階では、内装物の落下、固定されていない什器類の移動・転倒等によって、建物内の人が死傷するおそれがある。首都圏では伊豆半島方面から地震波が到来する際に、特に長周期地震動（表面波）が発達することが地震観測データから知られており、東日本大震災を上回る長周期地震動となる可能性がある。また、高層ビルでは地震発生後にエレベーターが長期間停止する可能性があり、高層階への移動が困難となることが想定される。建物自体の安全性が確保されている場合には、無理に避難するのではなく在宅避難（施設内待機）が基本となるため、居住者や事業者は飲料水、食料、携帯トイレ、医薬品等の必要な備蓄をあらかじめ確保しておくことが重要である。また、家具・什器類の固定や落下防止対策を徹底し、長周期地震動による室内被害の軽減を図る必要がある。内閣府により、長周期地震動の予測が進められているところであり、これらを踏まえた備えが必要である。