

南海トラフの巨大地震モデル検討会
(第二次報告)

強震断層モデル編
(別添資料)

—液状化可能性、沈下量について—

平成24年8月29日

1. 液状化可能性評価手法

液状化可能性の評価については、「道路橋示方書・同解説（2002年3月発行）」による、砂質土層の液状化の判定手法を採用した。すなわち、地震動計算結果から地表から 20m までの地中のせん断応力（ L ）と液状化対象層の繰り返し三軸強度比（ R ）を求め、液状化対象層ごとに液状化に対する抵抗率（ $F_L=R/L$ ）を求め、さらに地層全体の液状化可能性指数（ P_L ）を評価した。

以下に計算の手順を示す。

1) 動的せん断強度比 R については、下記の方法で求めた。

$$R = C_w \cdot R_L$$

$$R_L = \begin{cases} 0.0882(N_a / 1.7)^{0.5} & (N_a < 14) \\ 0.0882(N_a / 1.7)^{0.5} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} & (N_a \geq 14) \end{cases}$$

C_w : 地震動特性による補正係（タイプ I の地震動の場合）

$$C_w = 1.0$$

2) N 値及び F_c の算出については、亀井ほか(2002)¹ の式に従った。

$$N_a = N_1 + \Delta N$$

$$\Delta N = \begin{cases} 0 & (F_c < 8\%) \\ 20.769 \times \log_{10}(F_c) - 18 & (8\% \leq F_c < 40\%) \\ 15.27 & (F_c \geq 40\%) \end{cases}$$

ただし、

N_a : 道路橋示方書の液状化強度比を推定する式における粒度の影響を考慮した

補正 N 値

N_1 : 有効土載圧 100kN/m² 相当に換算した N 値

ΔN : 東京低地における細粒分の影響を補正する N 値

$$F_c : \begin{cases} 916 / (N + 9.21) - 29.5 & (N < 22) \\ 0 & (N \geq 22) \end{cases}$$

¹ 亀井祐聡、森本 巖、安田 進、清水善久、小金井健一、石田栄介：東京低地における沖積砂質土の粒度特性と細粒分が液状化強度に及ぼす影響、地盤工学会論文報告集、Vol.42、No.4、101-110、2002

3) 地震時せん断応力比 L

$$L = r_d \cdot K_s \cdot \sigma_v / \sigma_v'$$

$$r_d = 1.0 - 0.015x$$

$$\sigma_v = [\rho_{t1} + \rho_{t2} (x - h_w)] / 10$$

$$\sigma_v' = [\rho_{t1} + \rho_{t2}' (x - h_w)] / 10$$

ここに、

r_d ; 地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数

K_s ; 液状化に対する設計震度

x ; 地表面からの深さ (m)

ρ_{t1} ; 地下水面より浅い位置での土の密度 (tf/m³)

ρ_{t2} ; 地下水面より深い位置での土の密度 (tf/m³)

ρ_{t2}' ; 地下水面より深い位置での土の有効密度 (tf/m³)

h_w ; 地表面から地下水面までの深さ (m)

$$K_s = A_{\max} / 9.8$$

$A_{\max}$; 地表最大加速度 (m/s²)

9.8 ; 重力加速度 (m/s²)

南海トラフの巨大地震地震動予測では、地表は震度のみの出力となっている。地表最大加速度は、地表の震度より、童・山崎（1996）による計測震度と最大加速度の関係式を用いて求めた。

$$I = 0.59 + 1.89 \cdot \log_{10} (PGA)$$

4) R および L から、液状化に対する抵抗率 ($F_L = R/L$) を求め、震度の重み係数を考慮して F_L を積分し、液状化指数 P_L を計算する。

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

ここに、 F_L : 液状化に対する抵抗率 ($F_L \geq 1$ の場合には $F_L = 1$)

x : 地表面からの深さ (m)

求められたメッシュごとの P_L 値より、以下の基準で液状化可能性を評価する。

- | | |
|-------------------|-------------|
| $P_L > 15$ | : 液状化の可能性が大 |
| $5 < P_L \leq 15$ | : 液状化の可能性が中 |
| $0 < P_L \leq 5$ | : 液状化の可能性が小 |
| $P_L = 0$ | : 液状化の可能性なし |

2. 液状化に伴う地盤の沈下量の推定方法

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る。

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 $\gamma_{cy} = 8\%$ とし、0.5%より右側にプロットされる場合には、 $\gamma_{cy} = 0.5\%$ とする。

繰返しせん断ひずみ γ_{cy} を体積ひずみ ε_v として読み替える。そして、沈下量 S を次のようにして推定する。

$$S = \sum (H_i \times \varepsilon_{vi}), \quad i = 1 \sim n$$

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

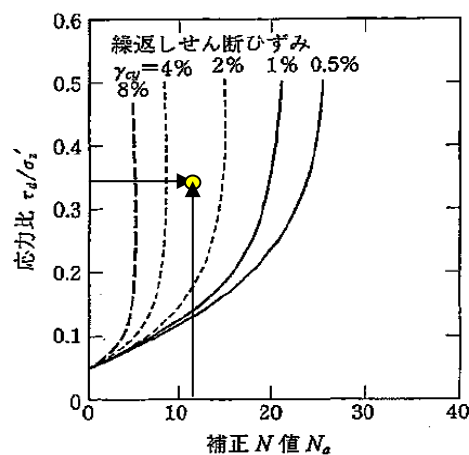


図1 補正 N 値と繰返しせん断ひずみの関係

(建築基礎構造設計指針(2001), p.66, 図4.5.7補正 N 値と繰返しせん断ひずみの関係に加筆)

○亀井ら(2002)の方法

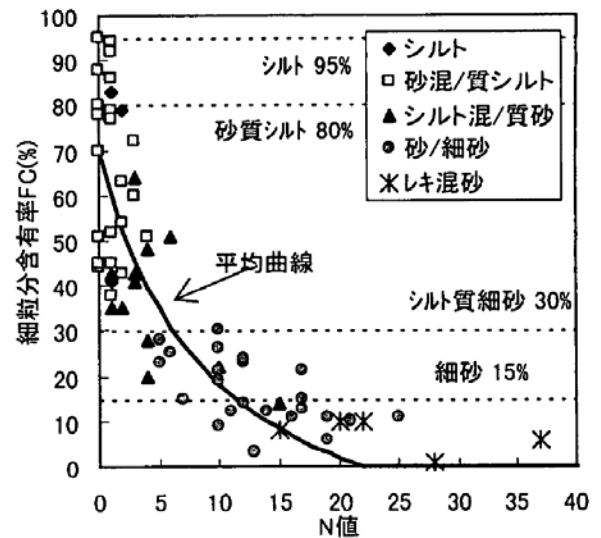
亀井ら(2002)は、東京低地における沖積砂質土の粒度特性と細粒分が液状化強度に及ぼす影響を検討している。概要を以下にまとめる。

1) 使用したデータ

- ・ 東京低地（荒川低地、中川低地を含む）と多摩川低地
- ・ 河川沿いの自然堤防地帯のデータを用いる
- ・ 整理した河川は、荒川、隅田川、中川、古利根川及び多摩川

2) 沖積砂質土（上部有楽町層）のN値と細粒分含有率の関係

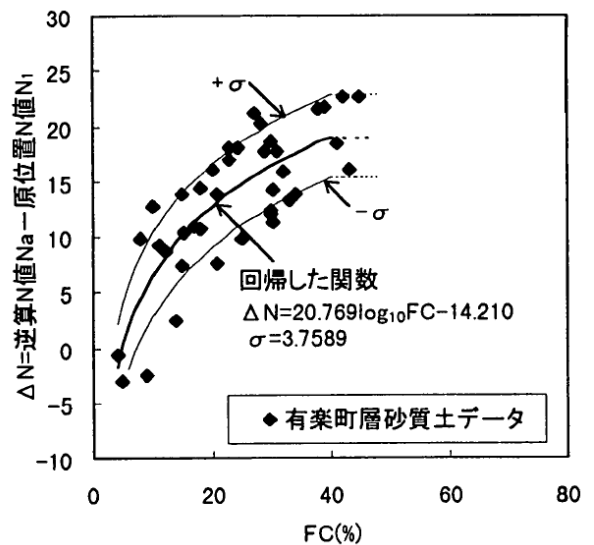
$$F_c = \begin{cases} 916 / (N + 9.21) - 29.5 & (N < 22) \\ 0 & (N \geq 22) \end{cases}$$



沖積層のN値と細粒分の関係

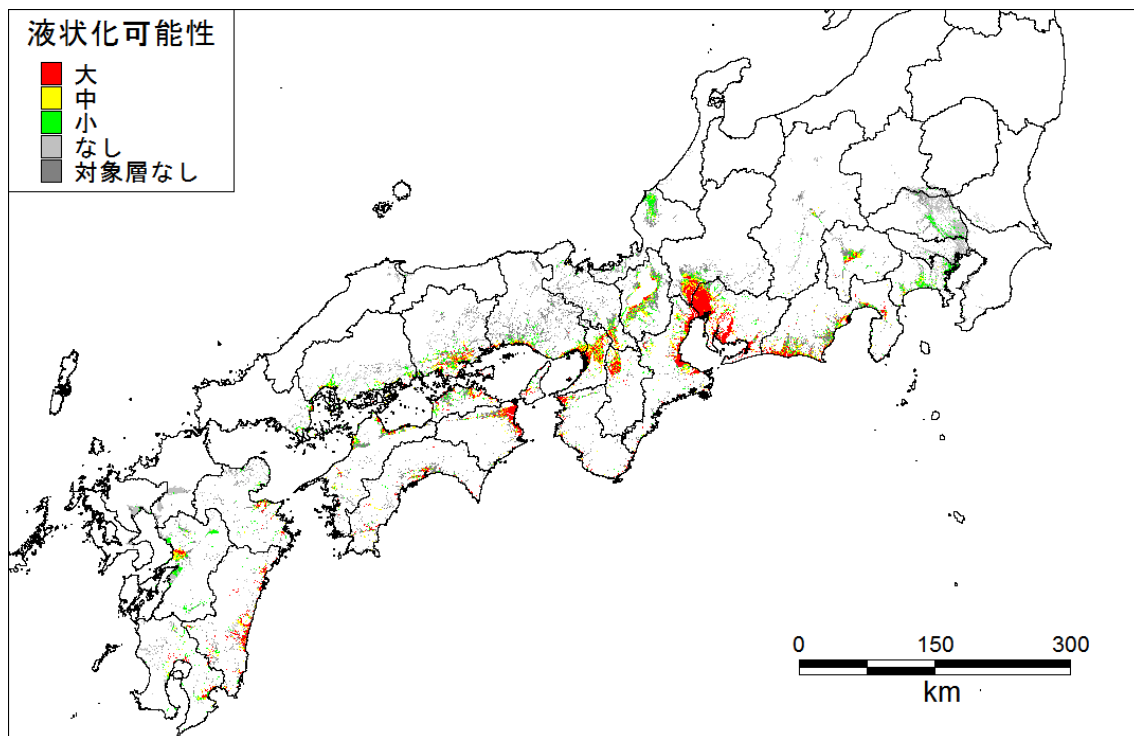
3) 細粒分補正関数（ $F_c \sim \Delta N$ の関係）

$$\Delta N = \begin{cases} 0 & (F_c < 8\%) \\ 20.769 \times \log_{10}(F_c) - 18 & (8\% \leq F_c < 40\%) \\ 15.27 & (F_c \geq 40\%) \end{cases}$$

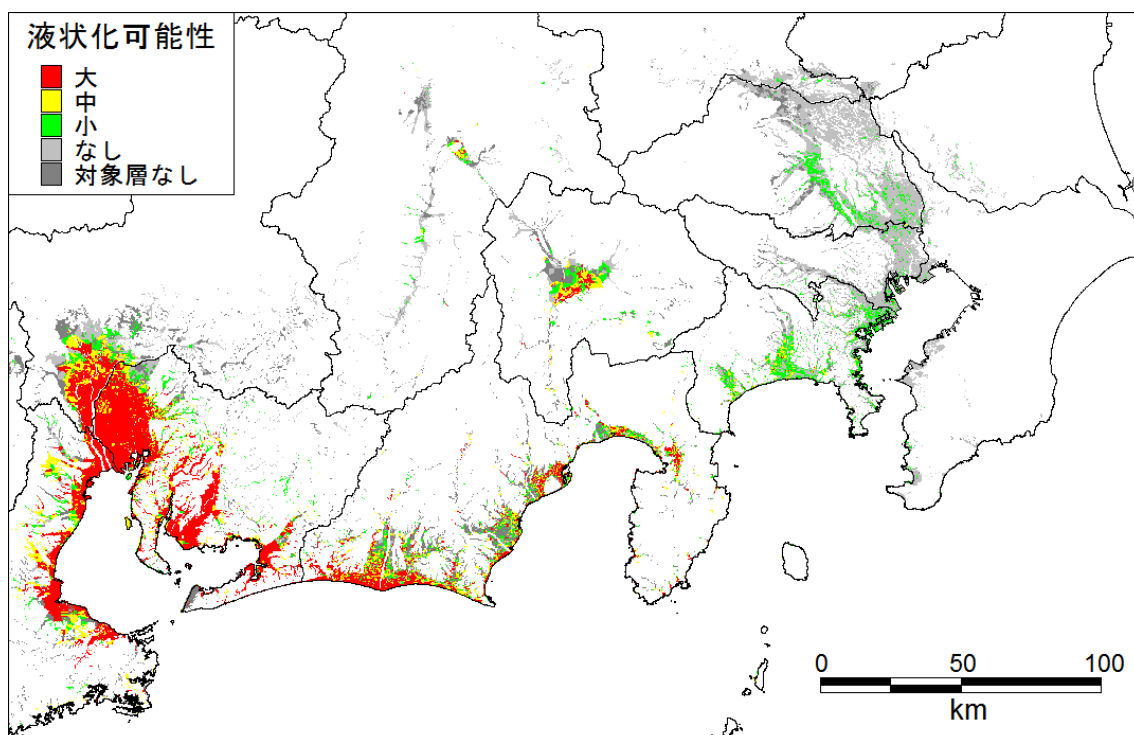


細粒分補正関数

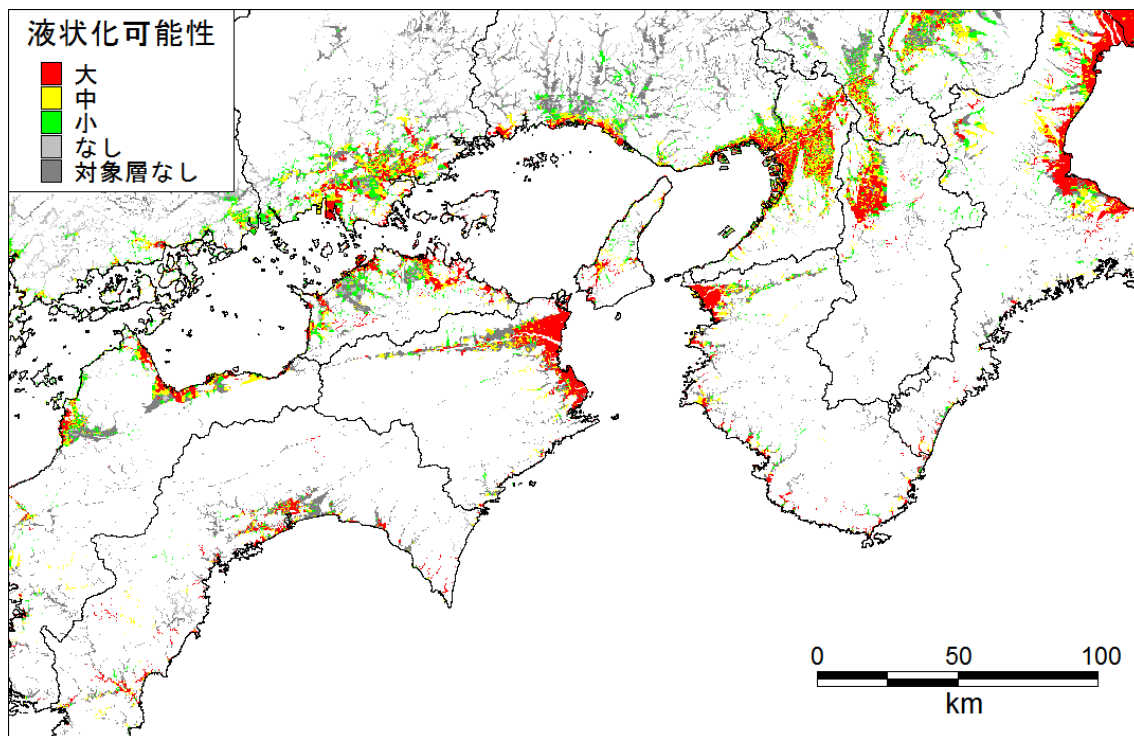
【液状化可能性の計算結果】



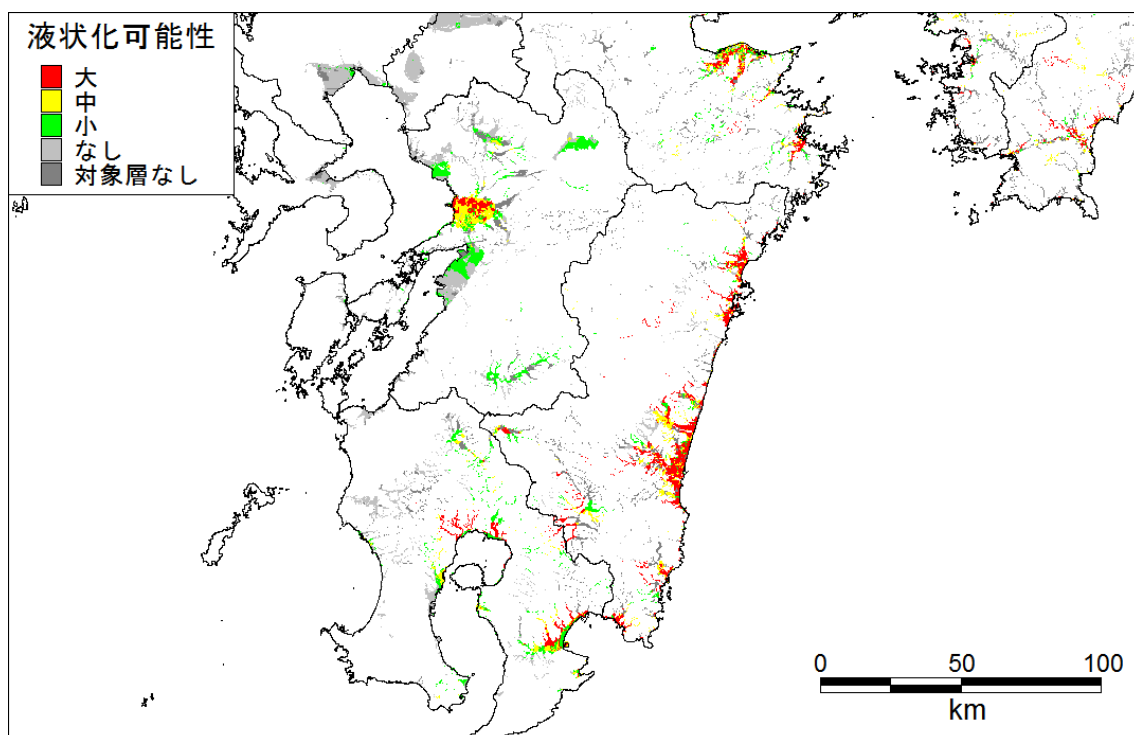
基本ケース 液状化可能性_全域



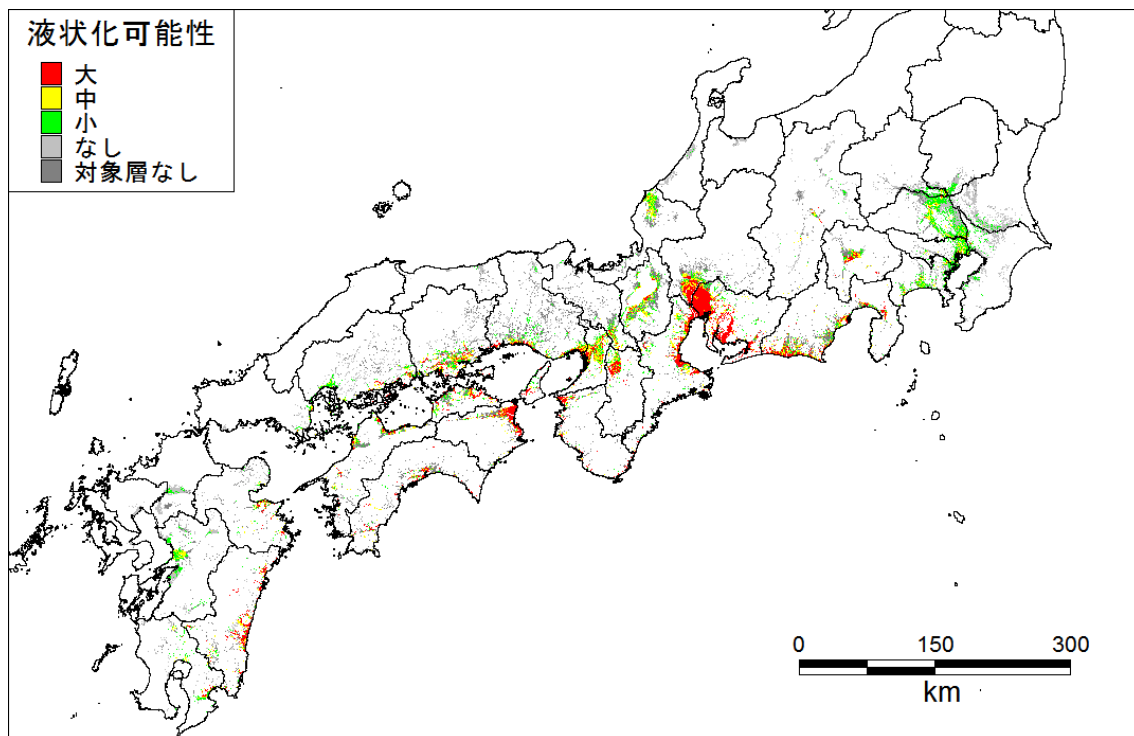
基本ケース 液状化可能性_関東-中部



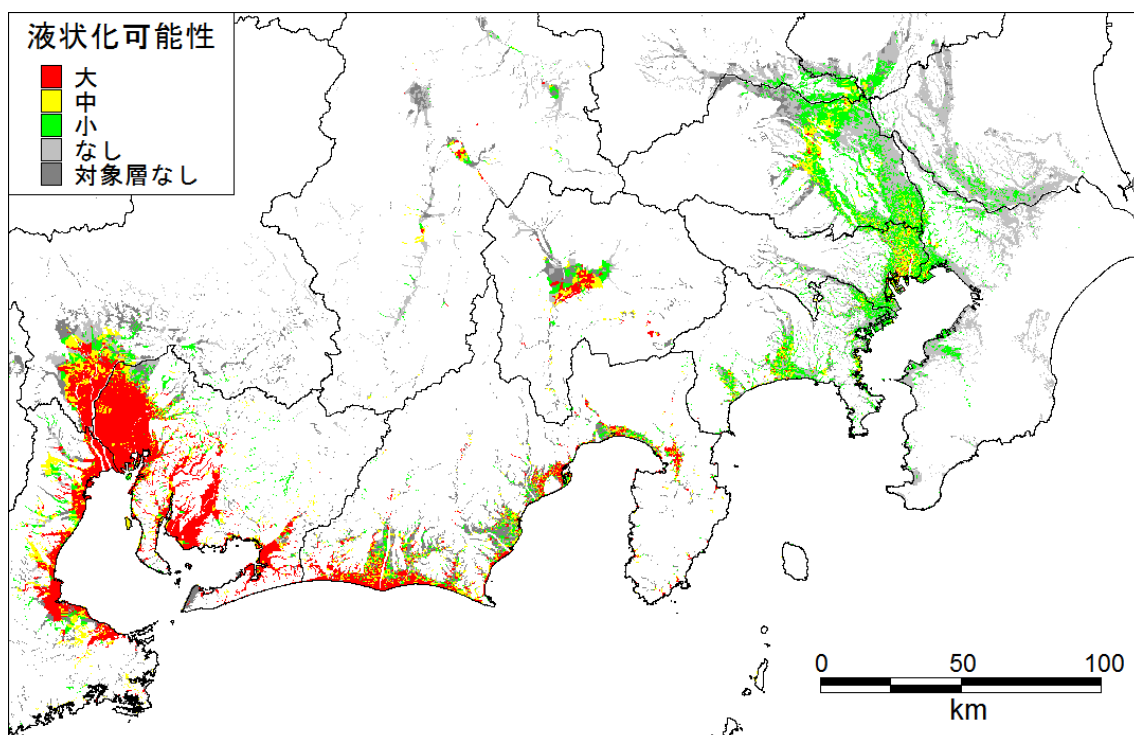
基本ケース 液状化可能性_近畿-四国



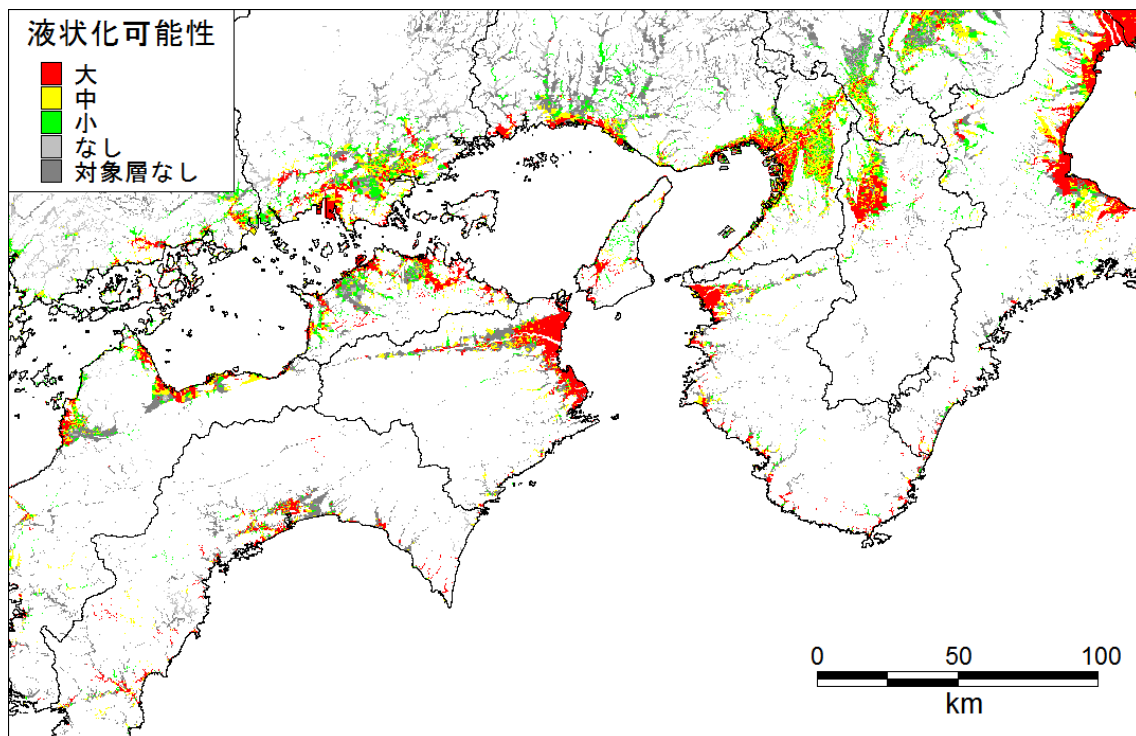
基本ケース 液状化可能性_九州



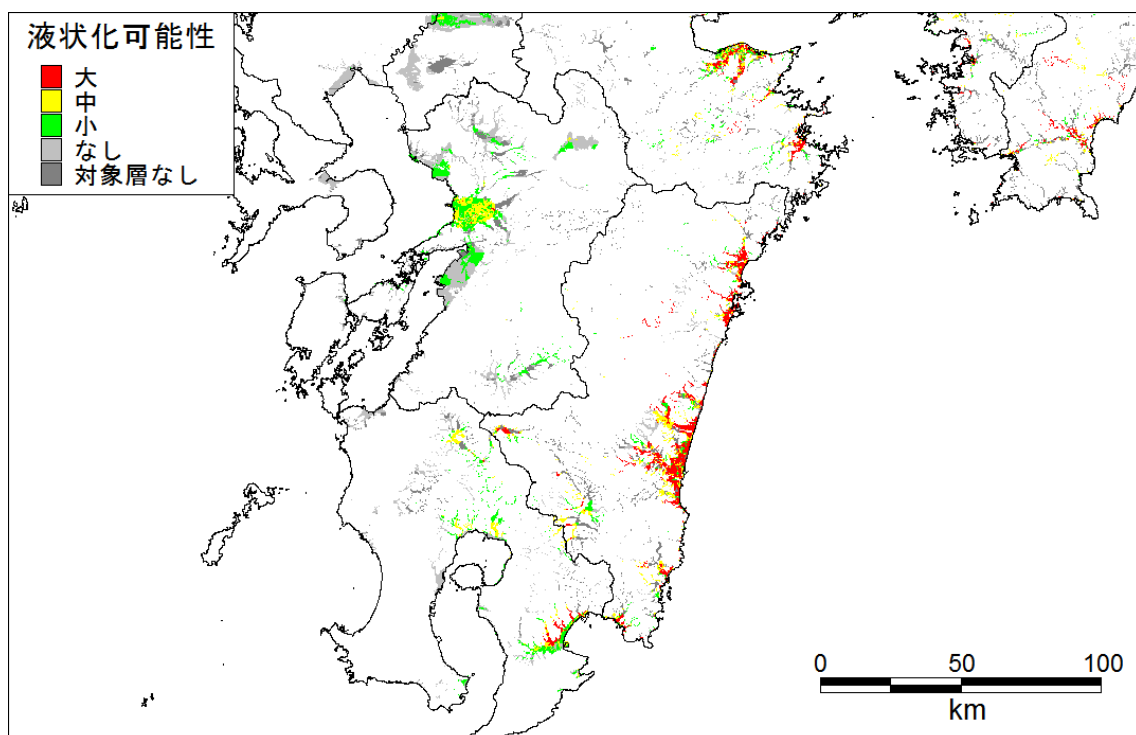
東側ケース 液状化可能性_全域



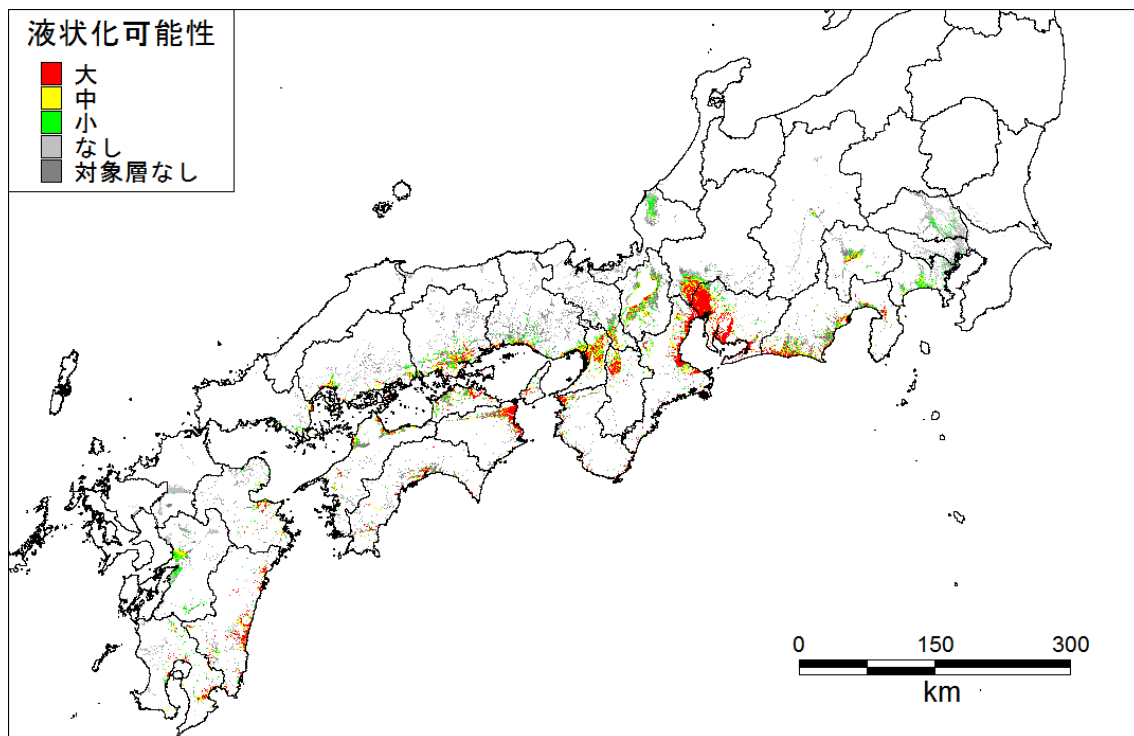
東側ケース 液状化可能性_関東-中部



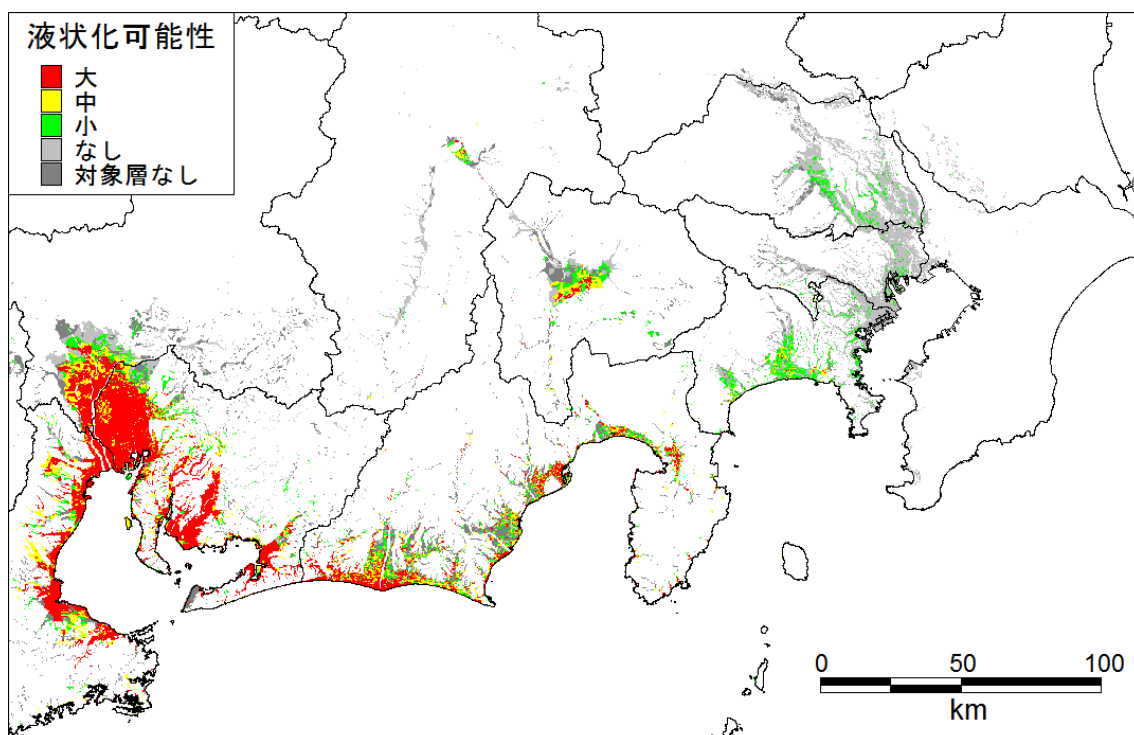
東側ケース 液状化可能性_近畿-四国



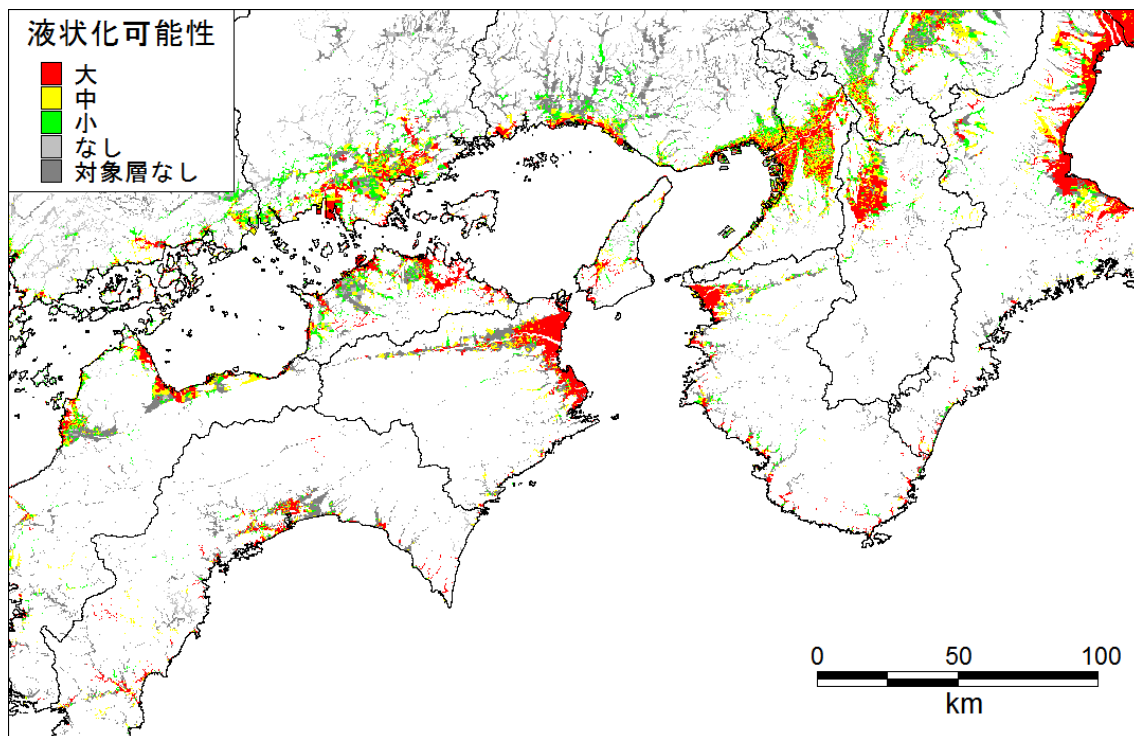
東側ケース 液状化可能性_九州



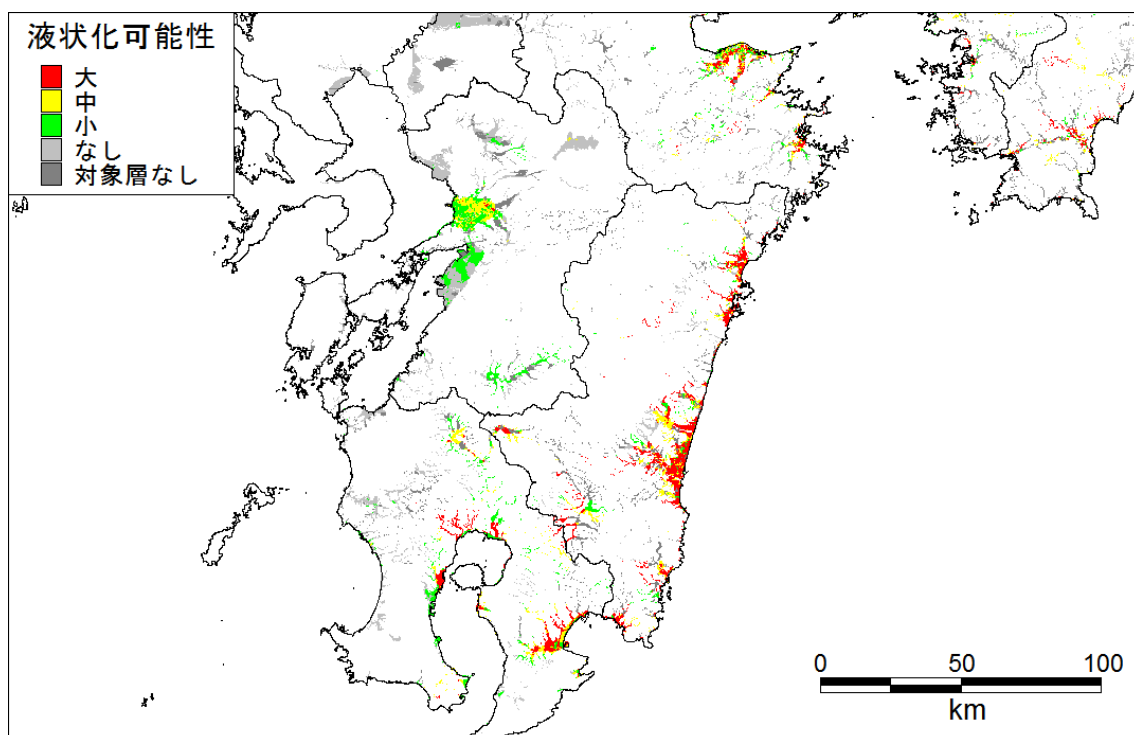
西側ケース 液状化可能性_全域



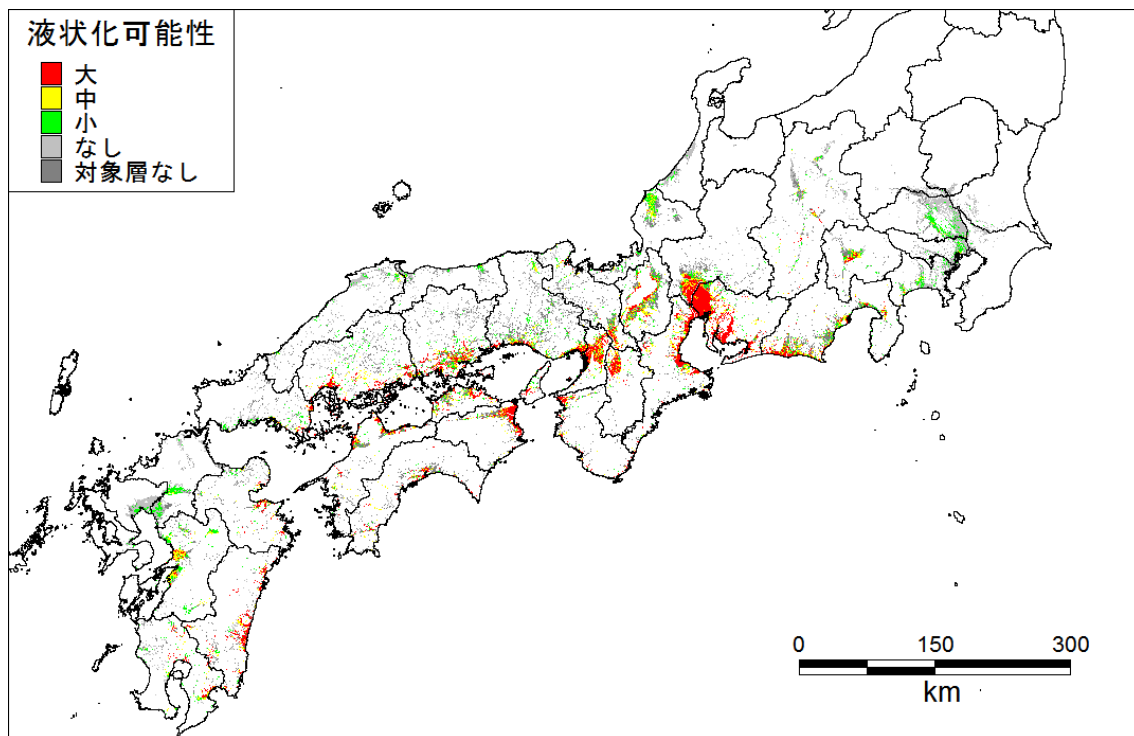
西側ケース 液状化可能性_関東-中部



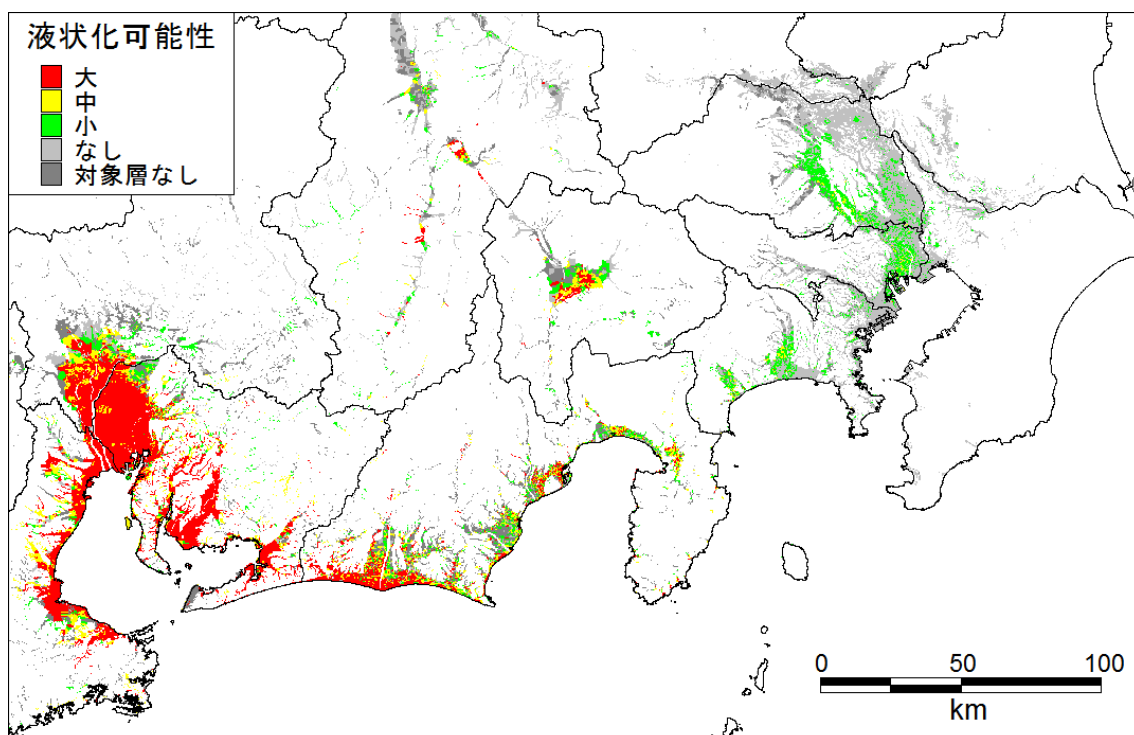
西側ケース 液状化可能性_近畿-四国



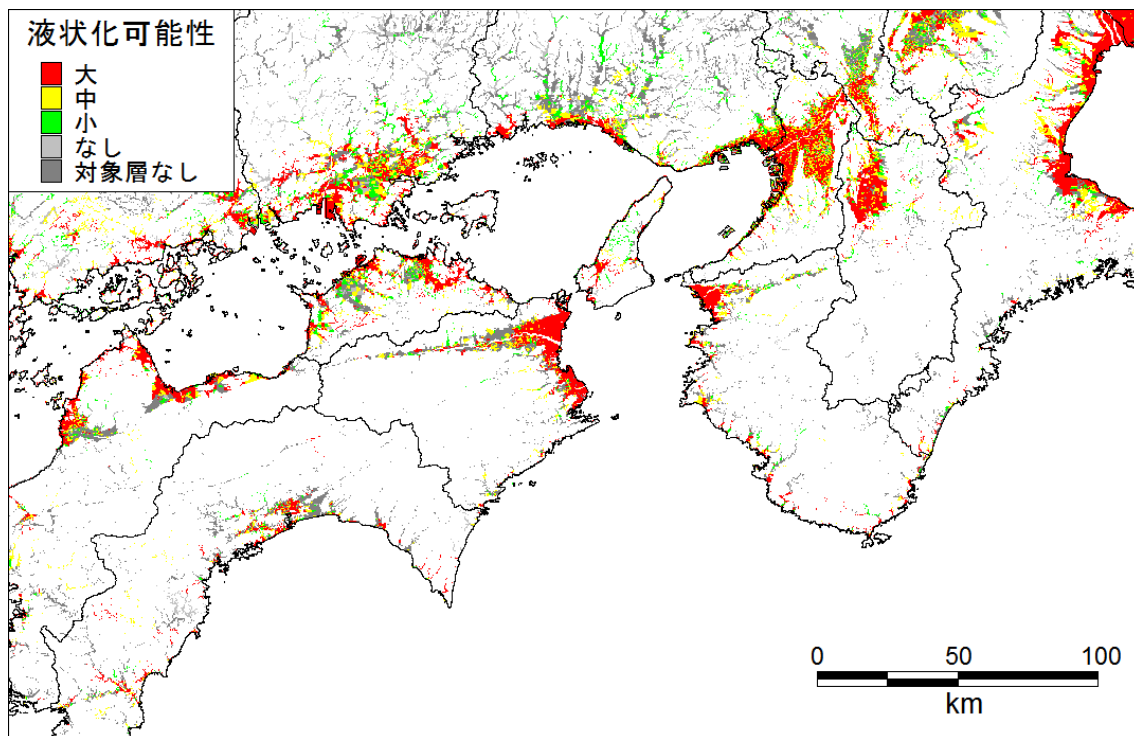
西側ケース 液状化可能性_九州



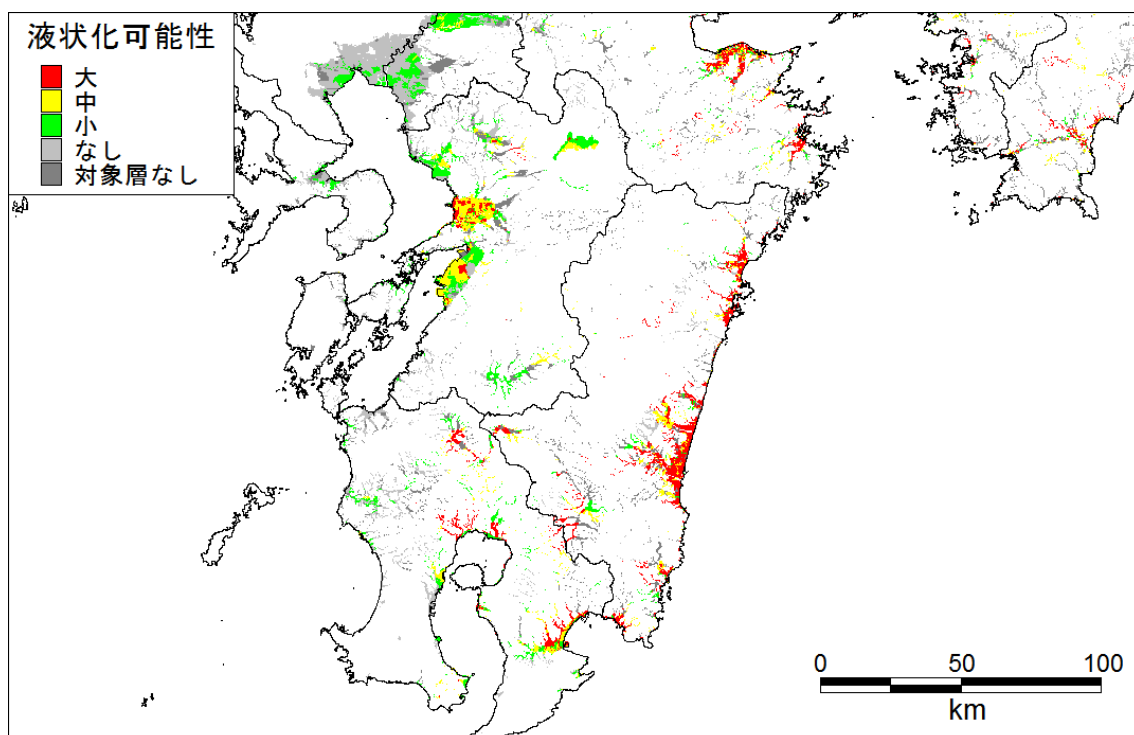
陸側ケース 液状化可能性_全域



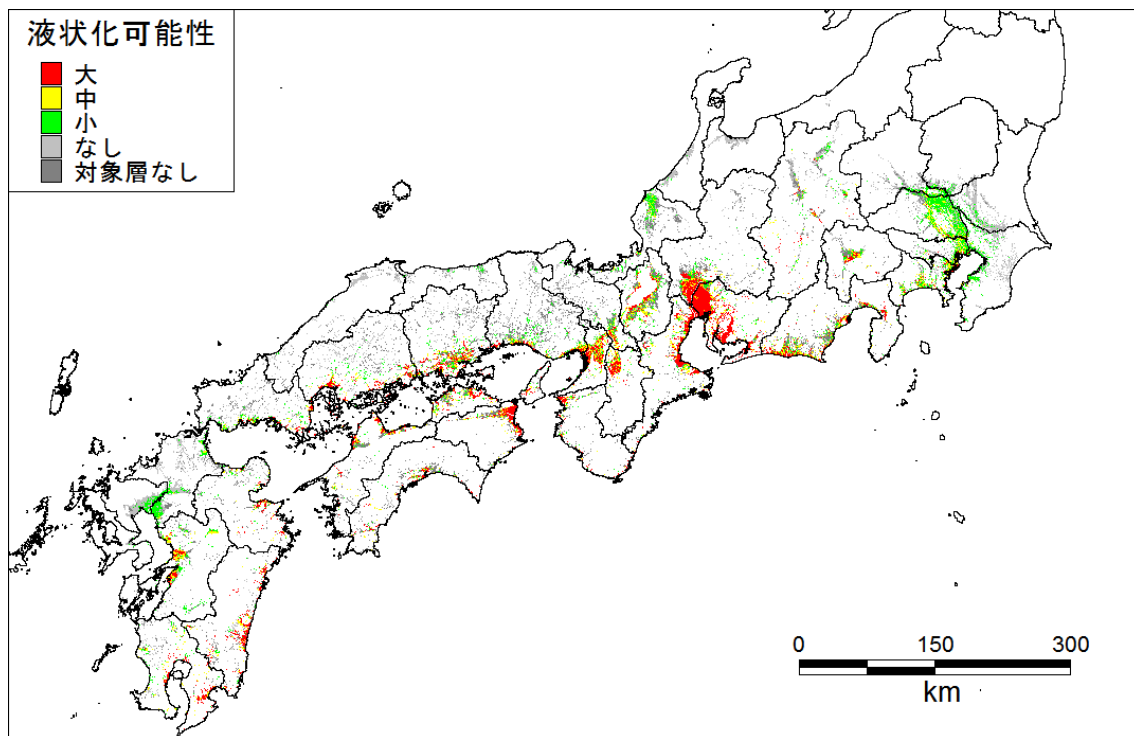
陸側ケース 液状化可能性_関東-中部



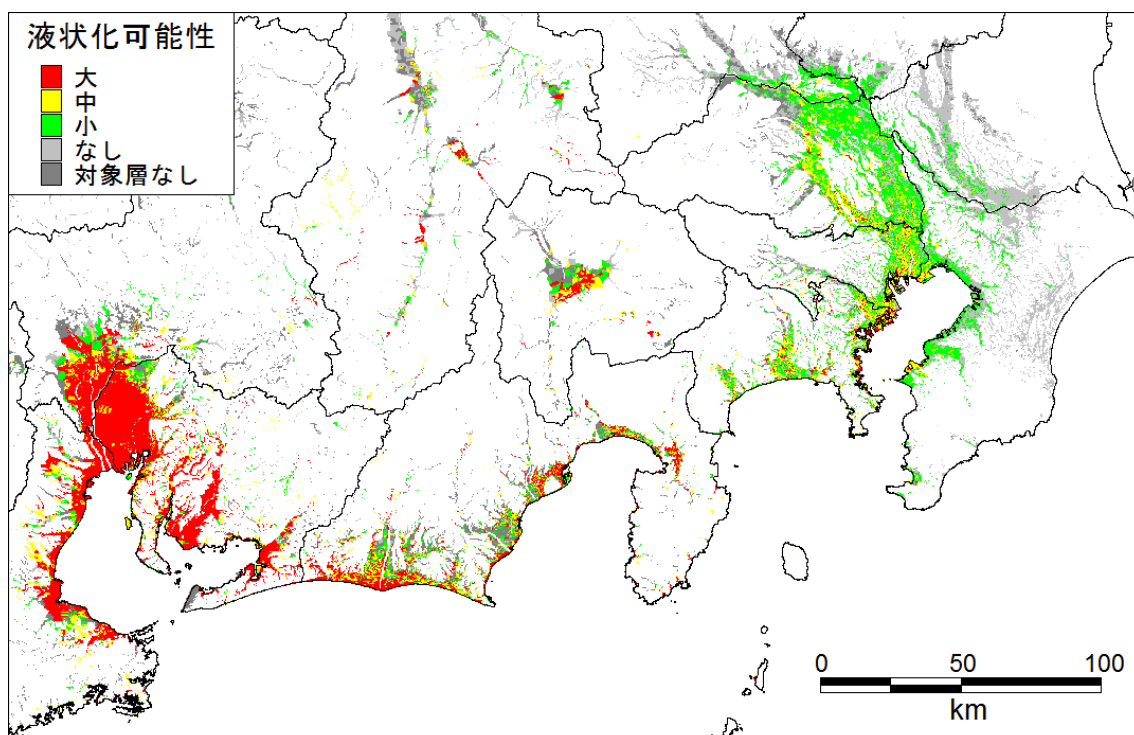
陸側ケース 液状化可能性_近畿-四国



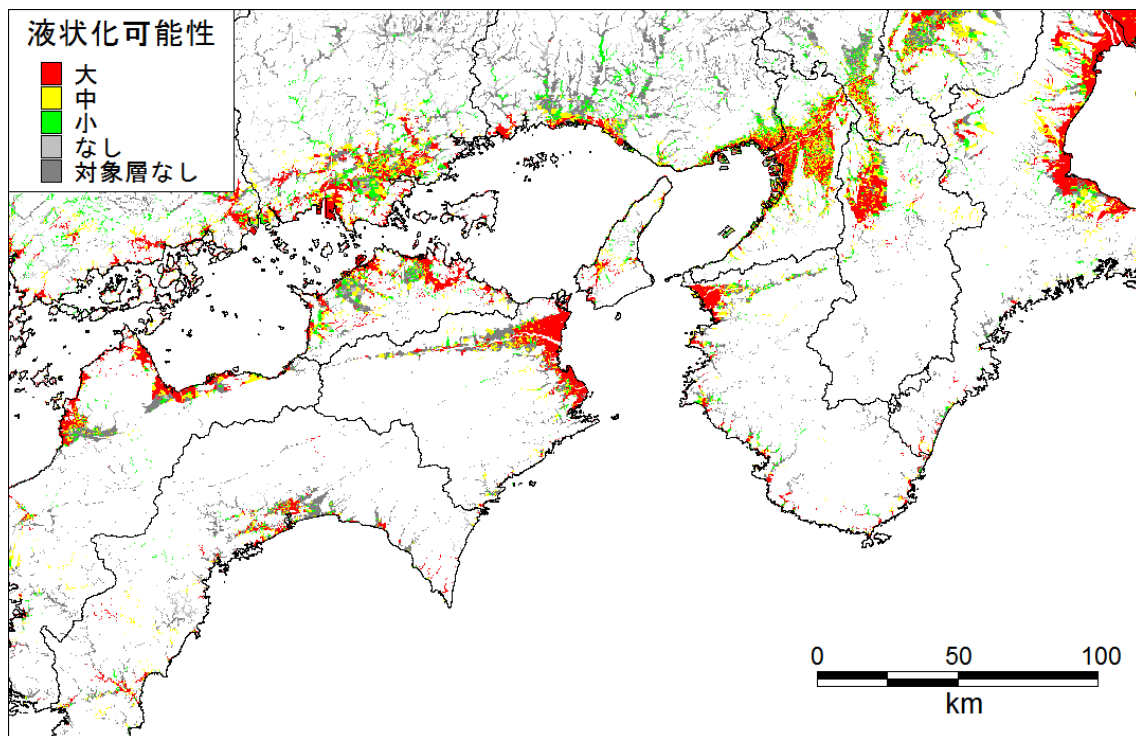
陸側ケース 液状化可能性_九州



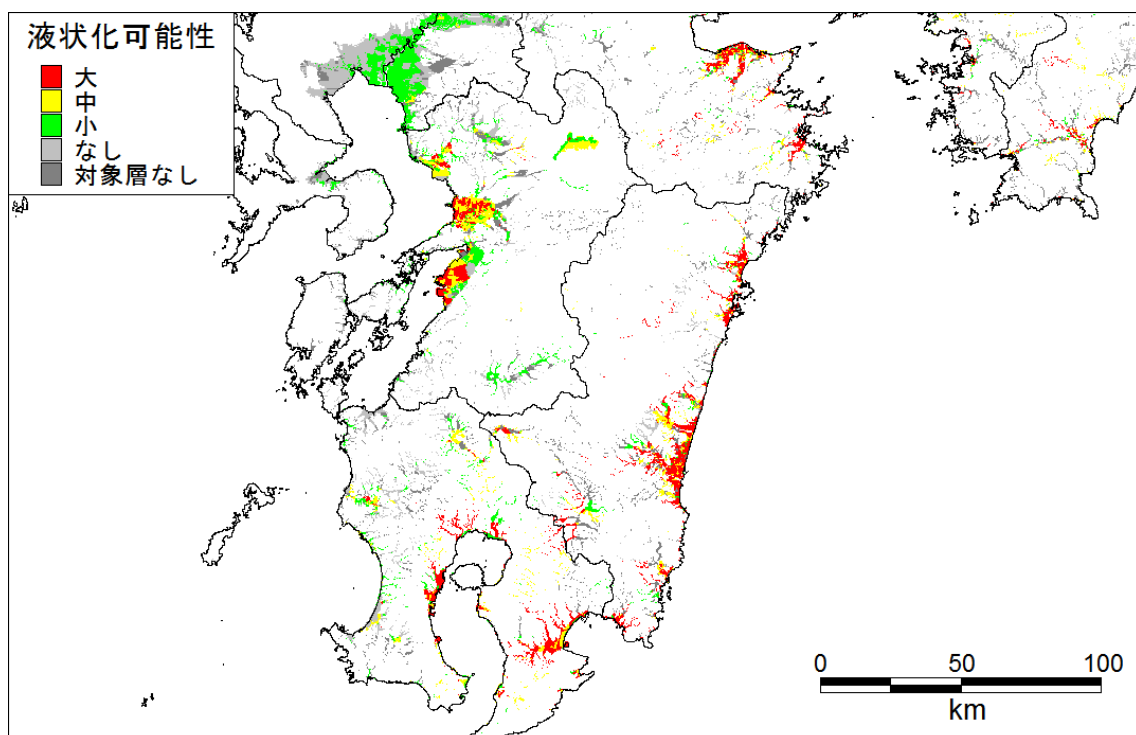
経験式 液状化可能性_全域



経験式 液状化可能性_関東-中部

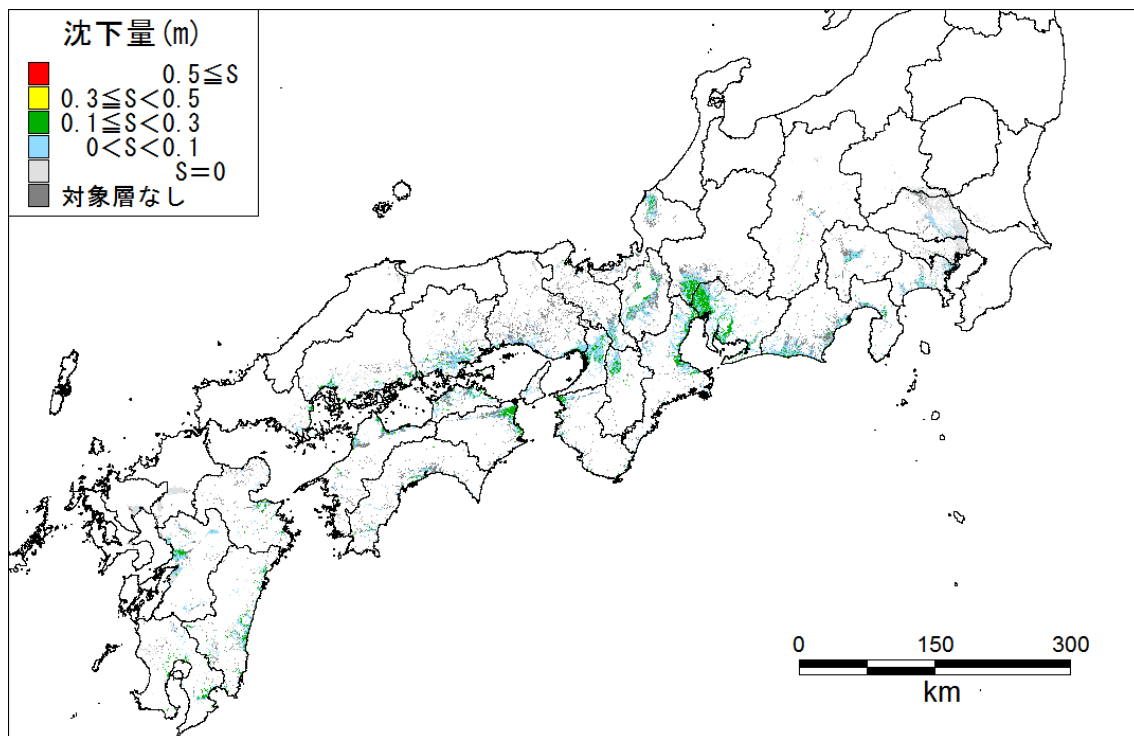


経験式 液状化可能性_近畿-四国

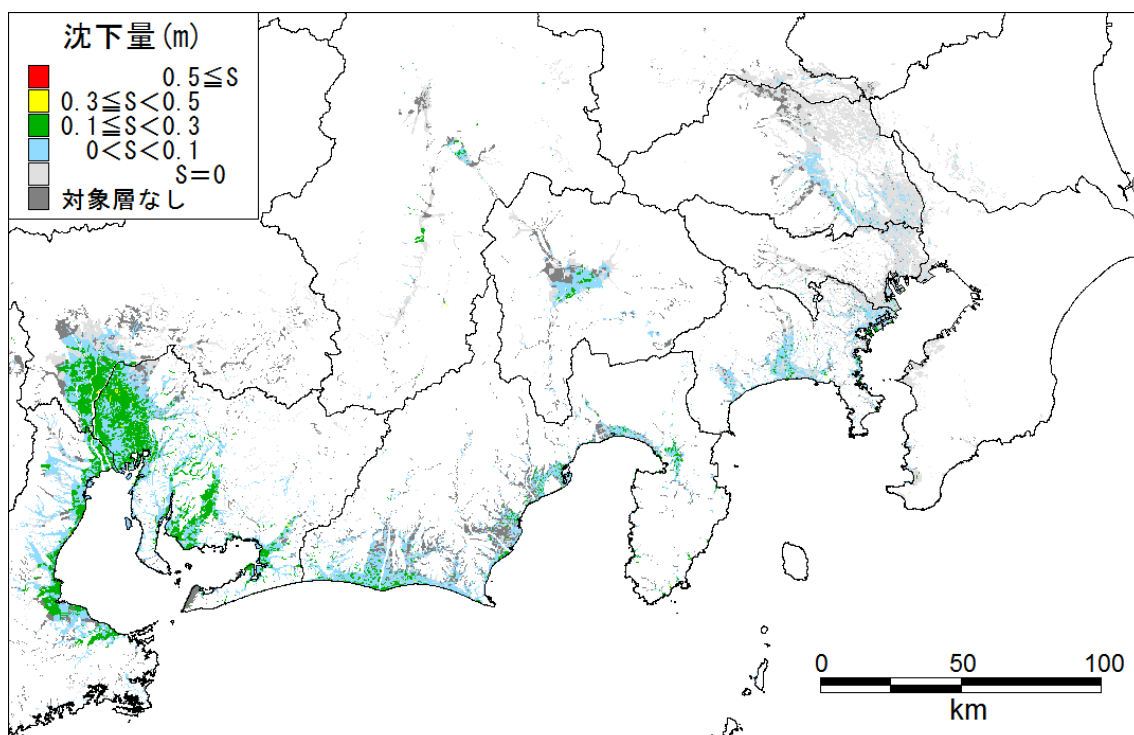


経験式 液状化可能性_九州

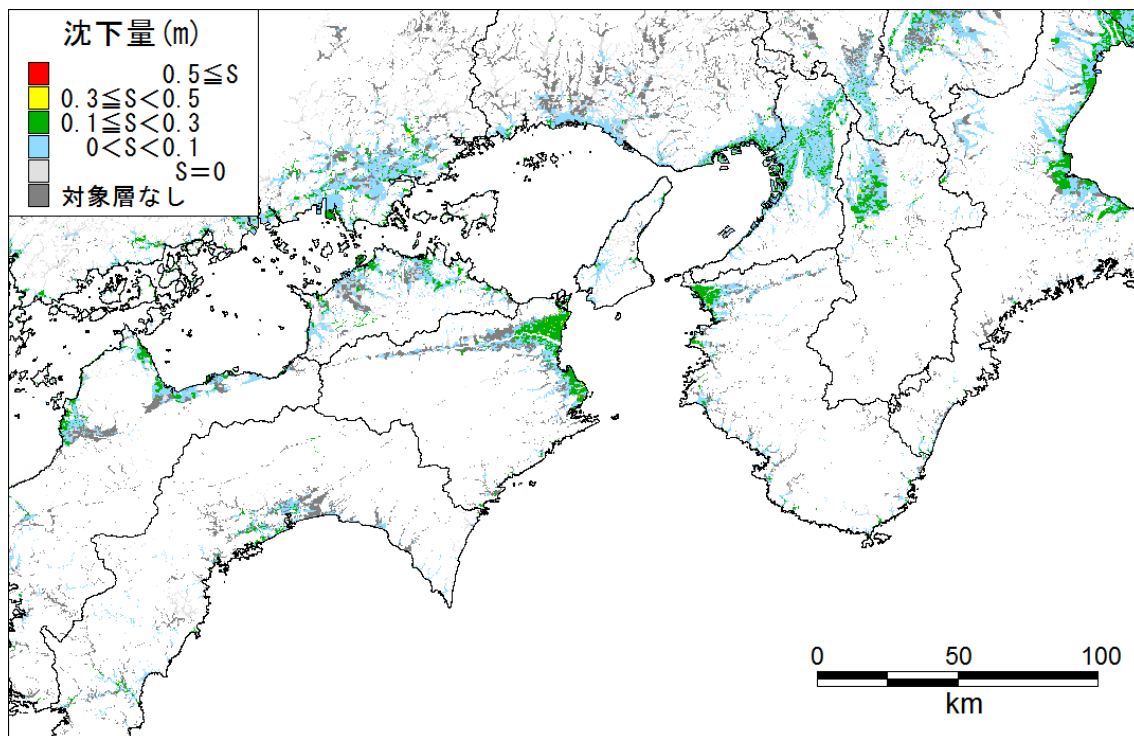
【沈下量の計算結果】



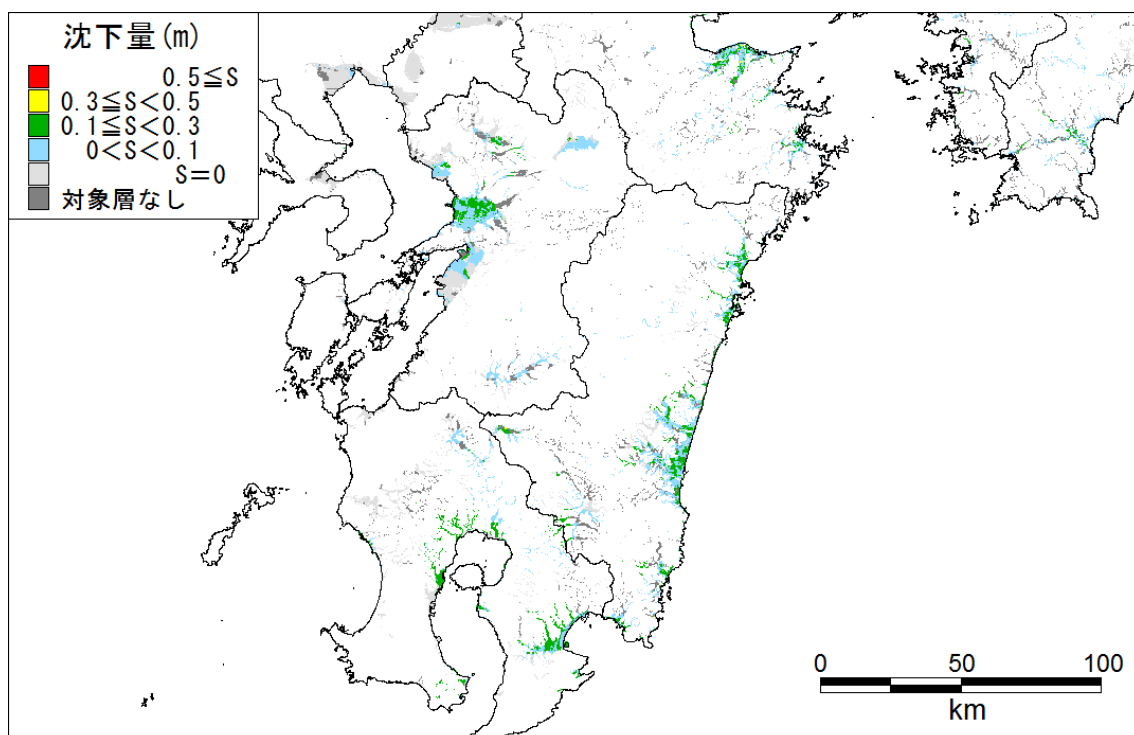
基本ケース 沈下量_全域



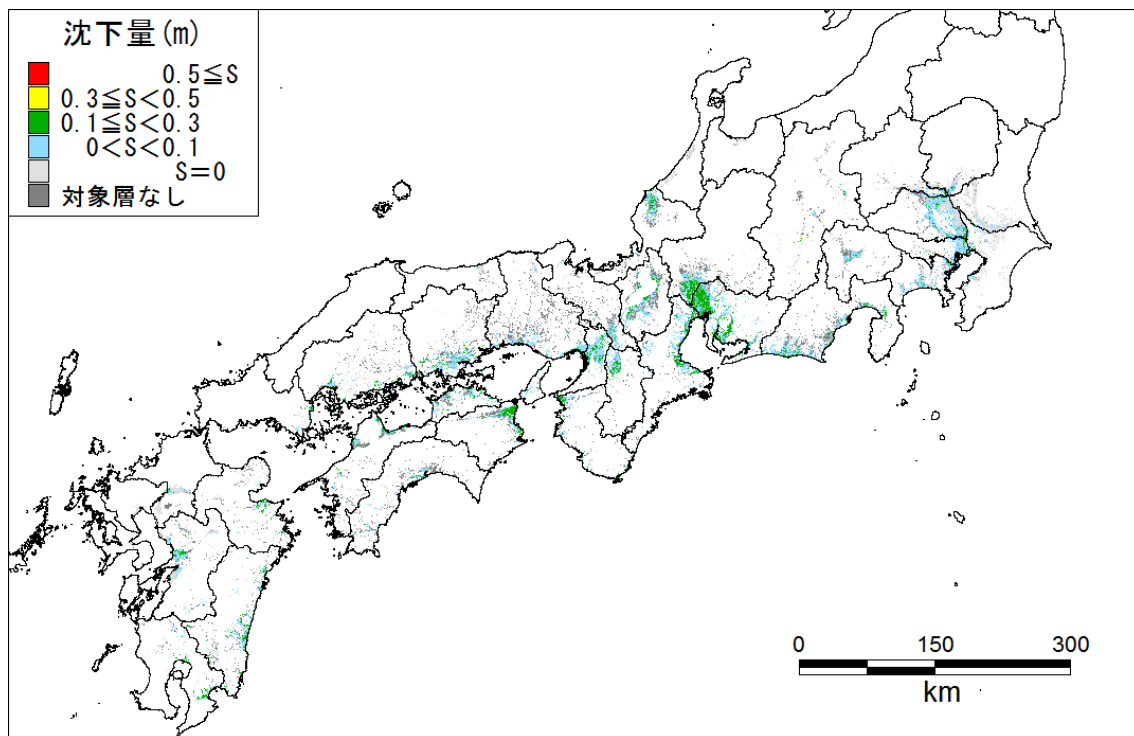
基本ケース 沈下量_関東-中部



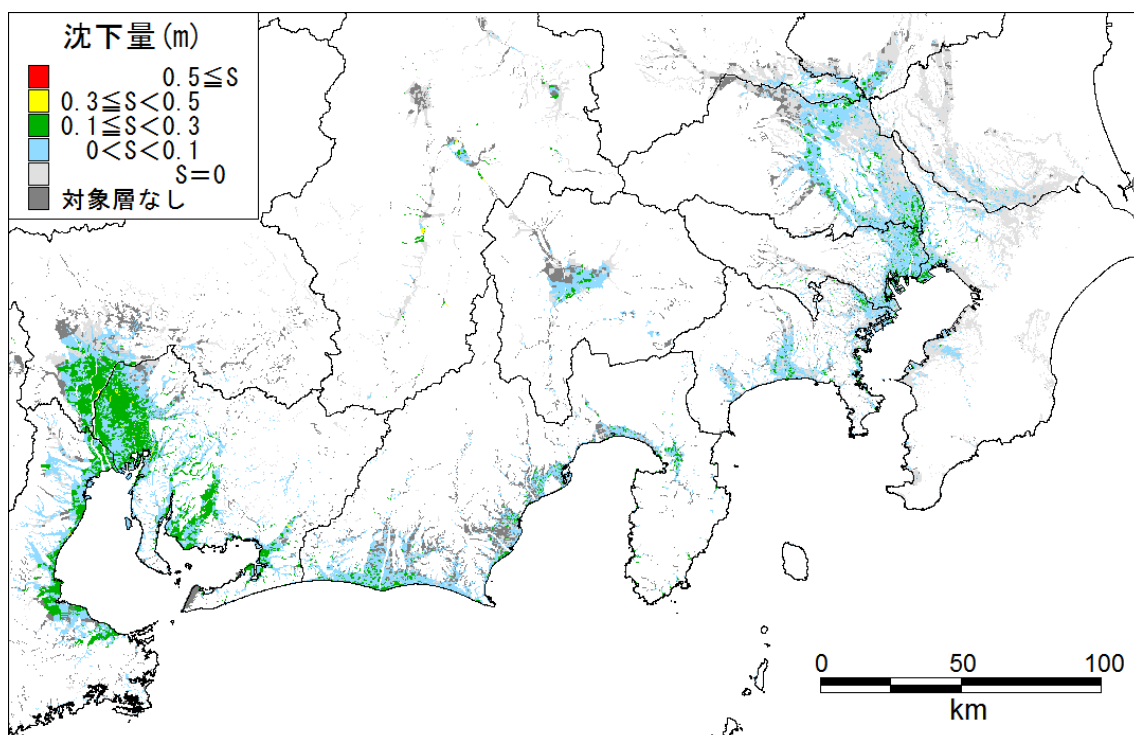
基本ケース 沈下量_近畿-四国



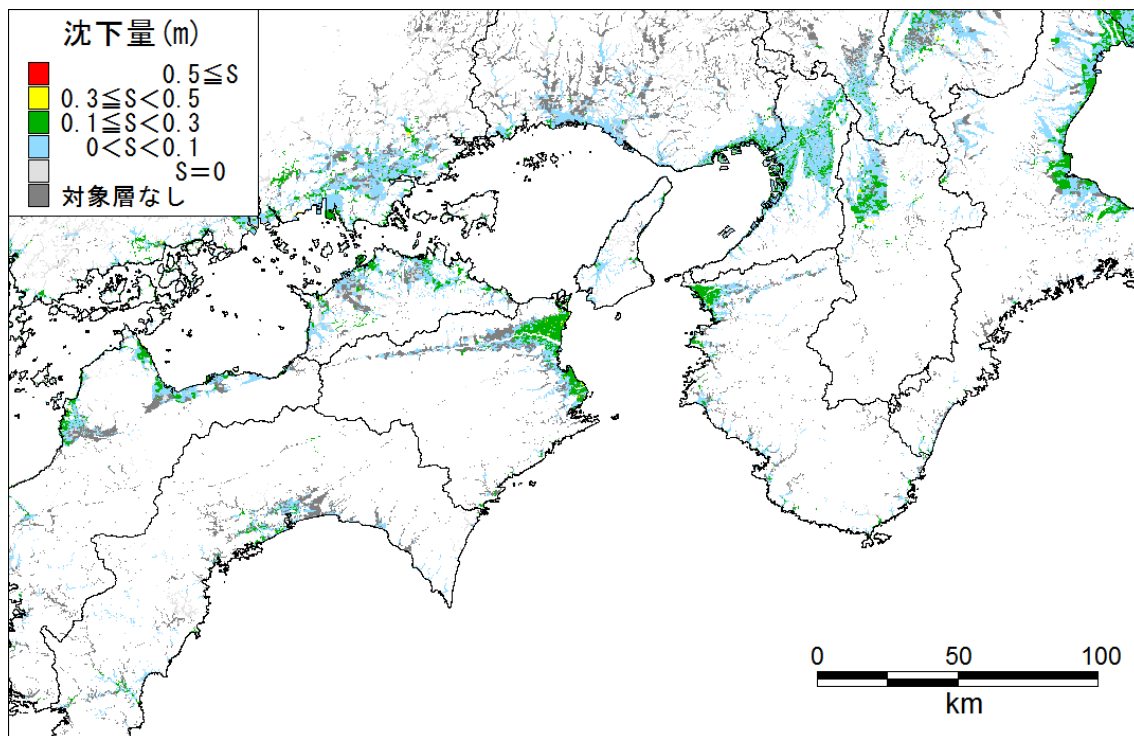
基本ケース 沈下量_九州



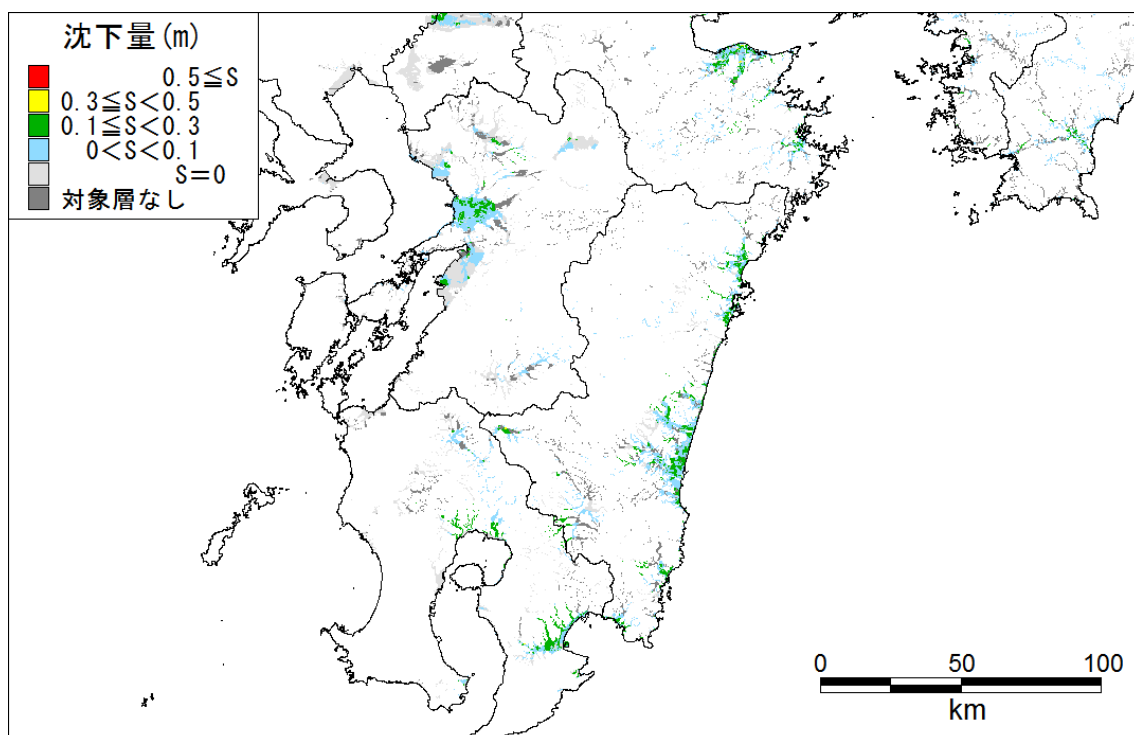
東側ケース 沈下量_全域



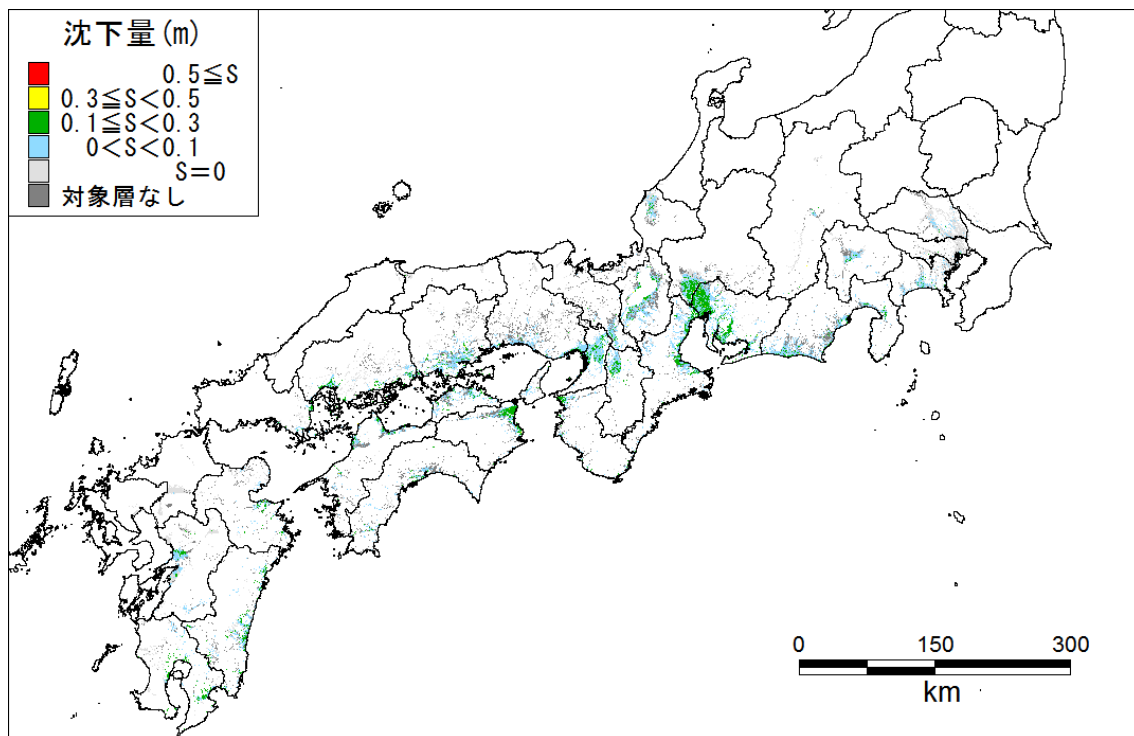
東側ケース 沈下量_関東-中部



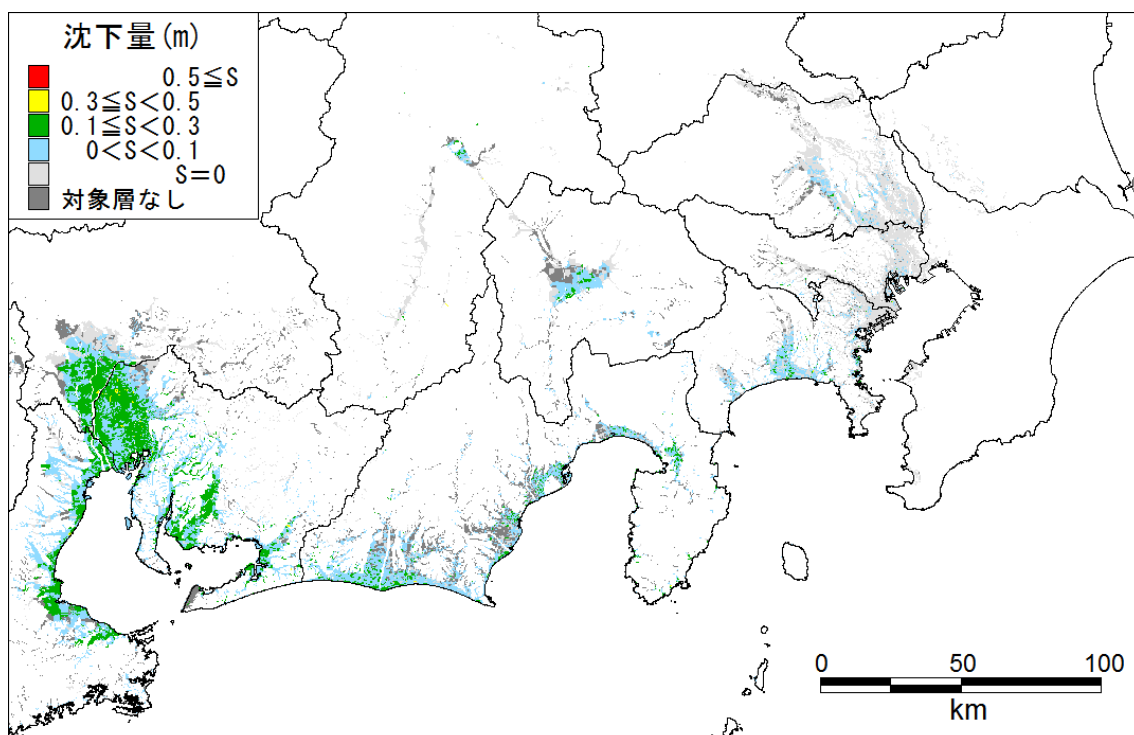
東側ケース 沈下量_近畿-四国



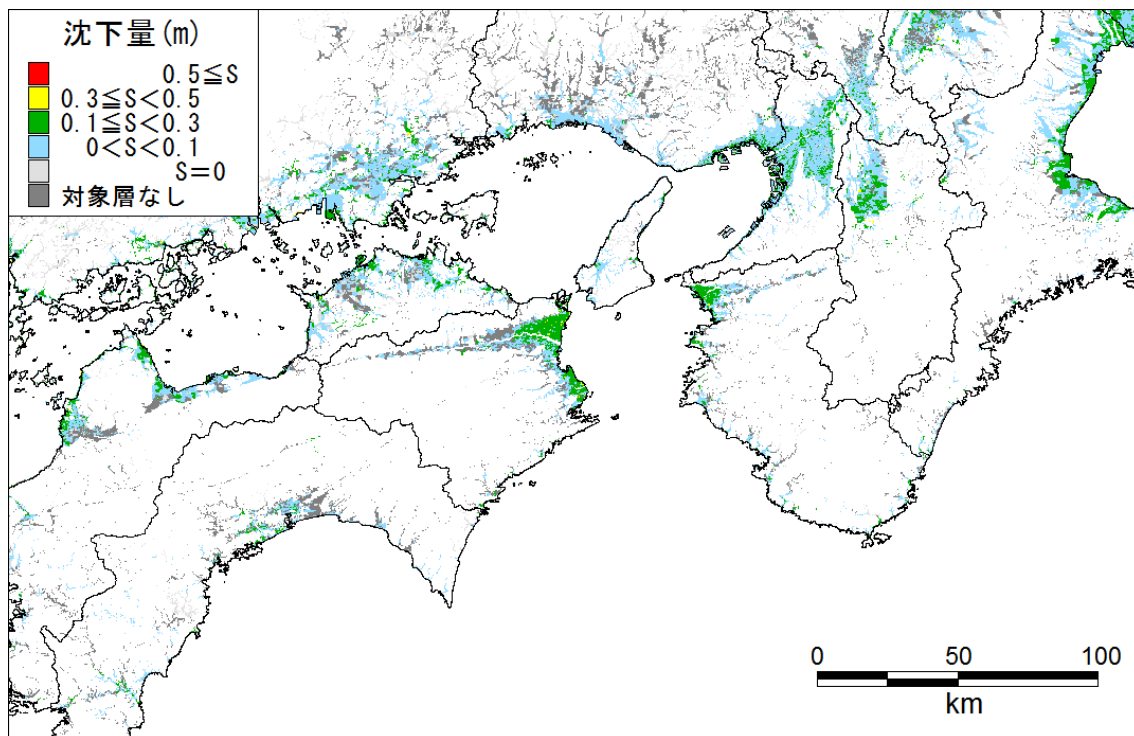
東側ケース 沈下量_九州



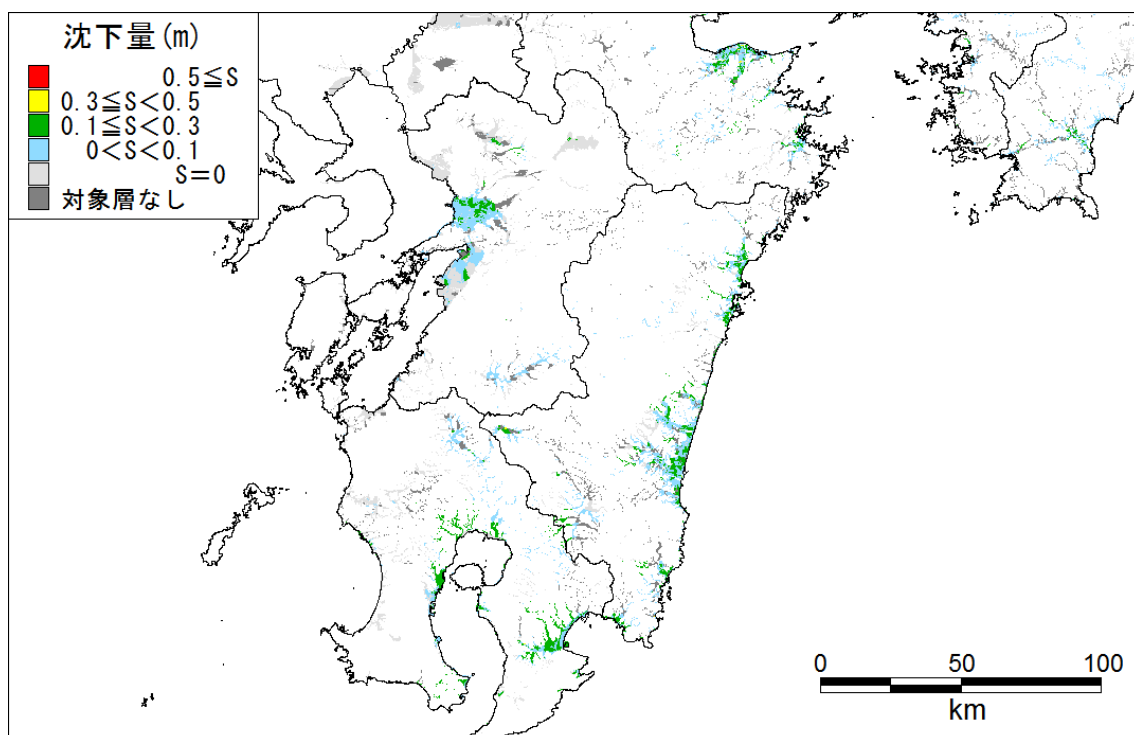
西側ケース 沈下量_全域



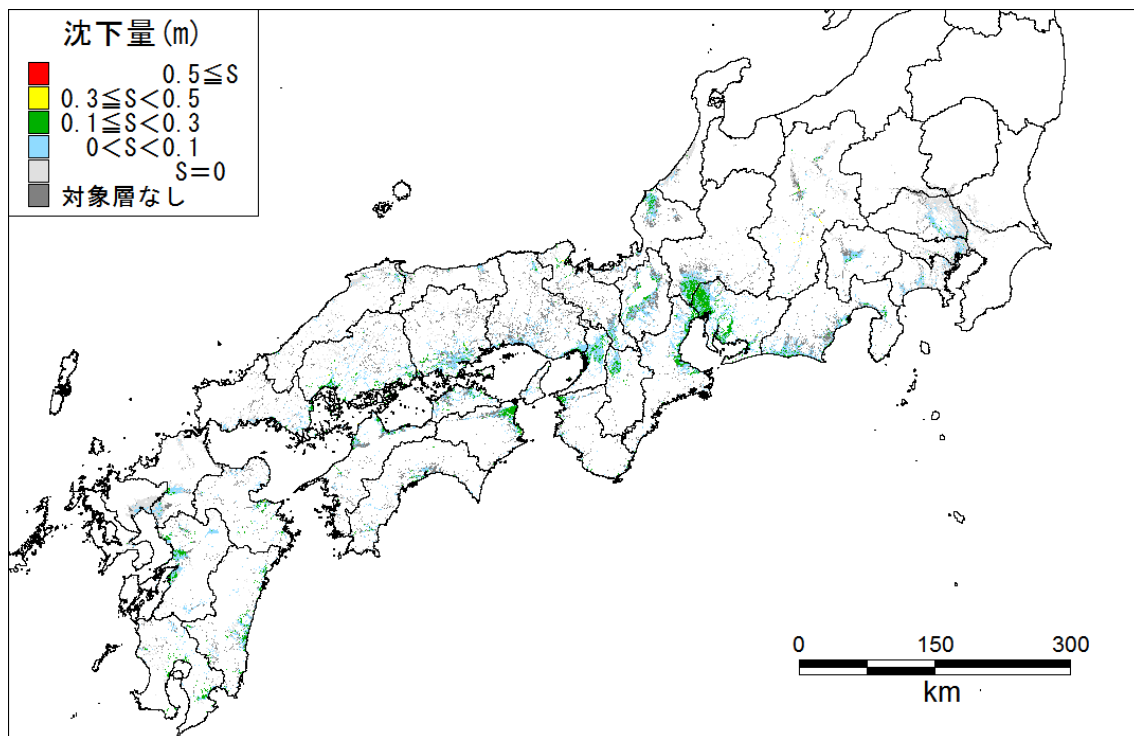
西側ケース 沈下量_関東-中部



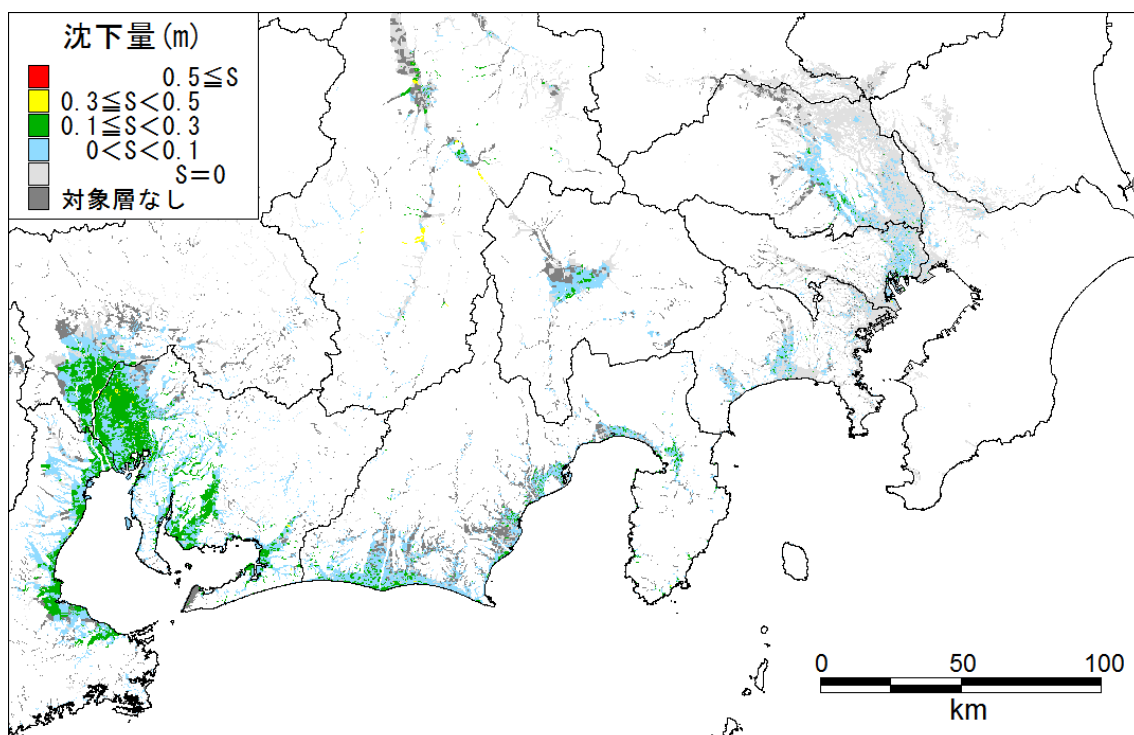
西側ケース 沈下量_近畿-四国



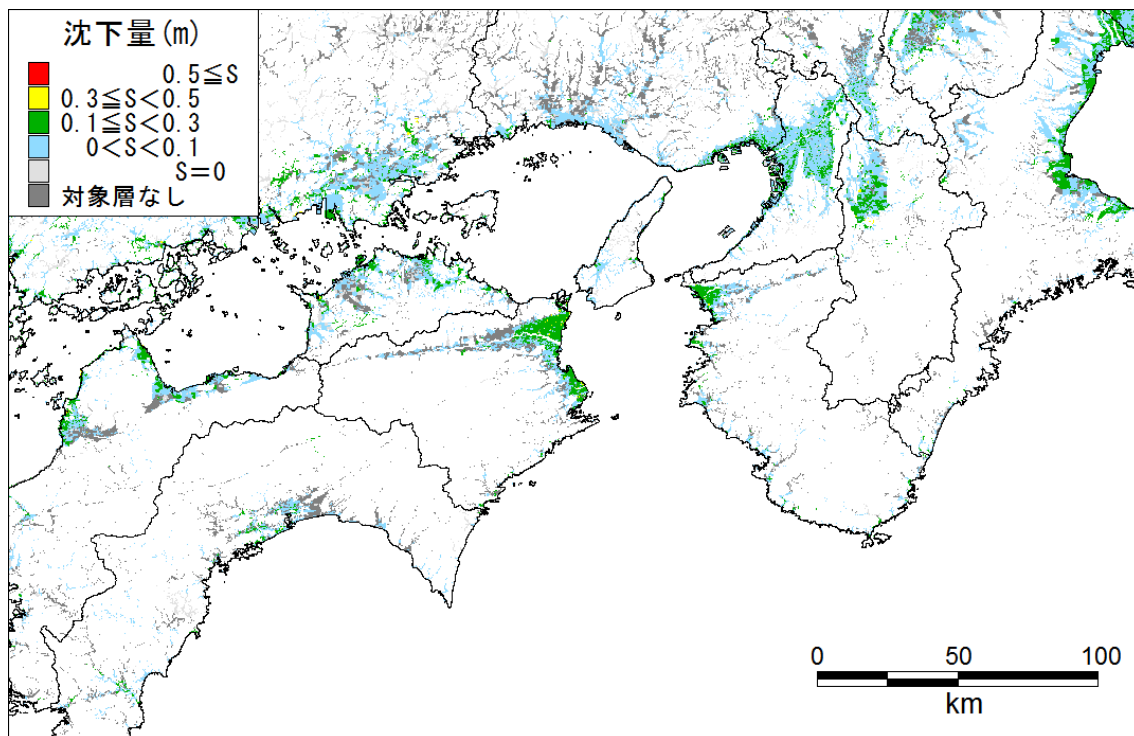
西側ケース 沈下量_九州



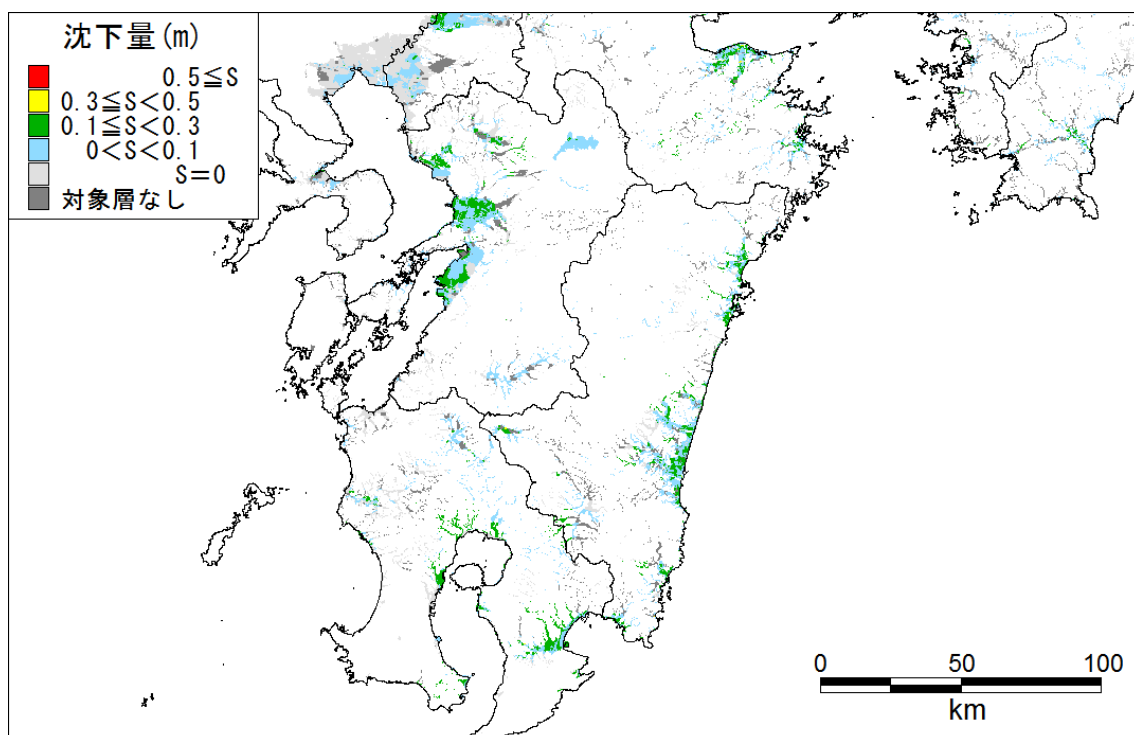
陸側ケース 沈下量_全域



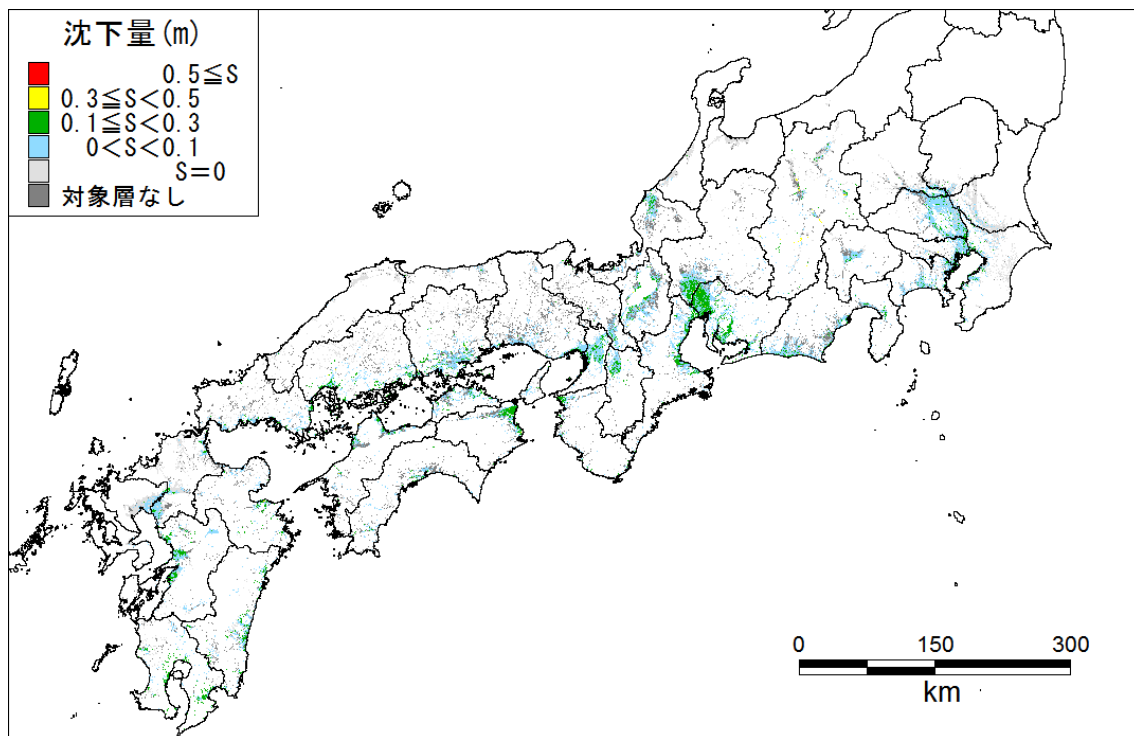
陸側ケース 沈下量_関東-中部



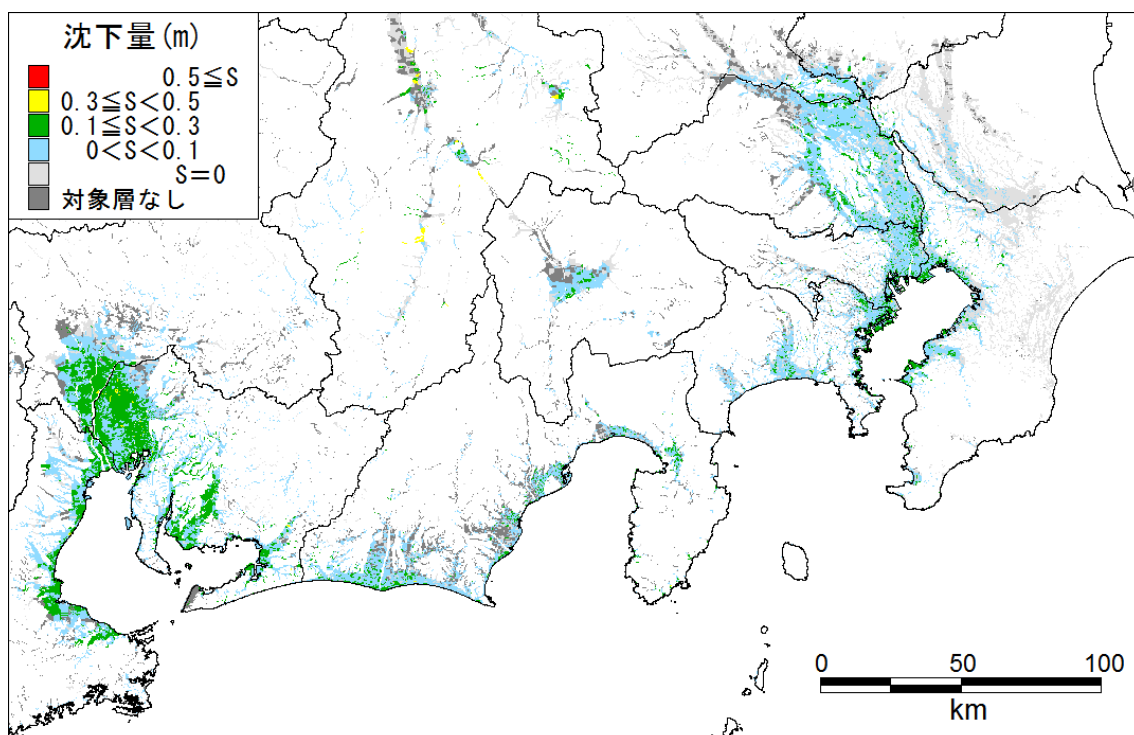
陸側ケース 沈下量_近畿-四国



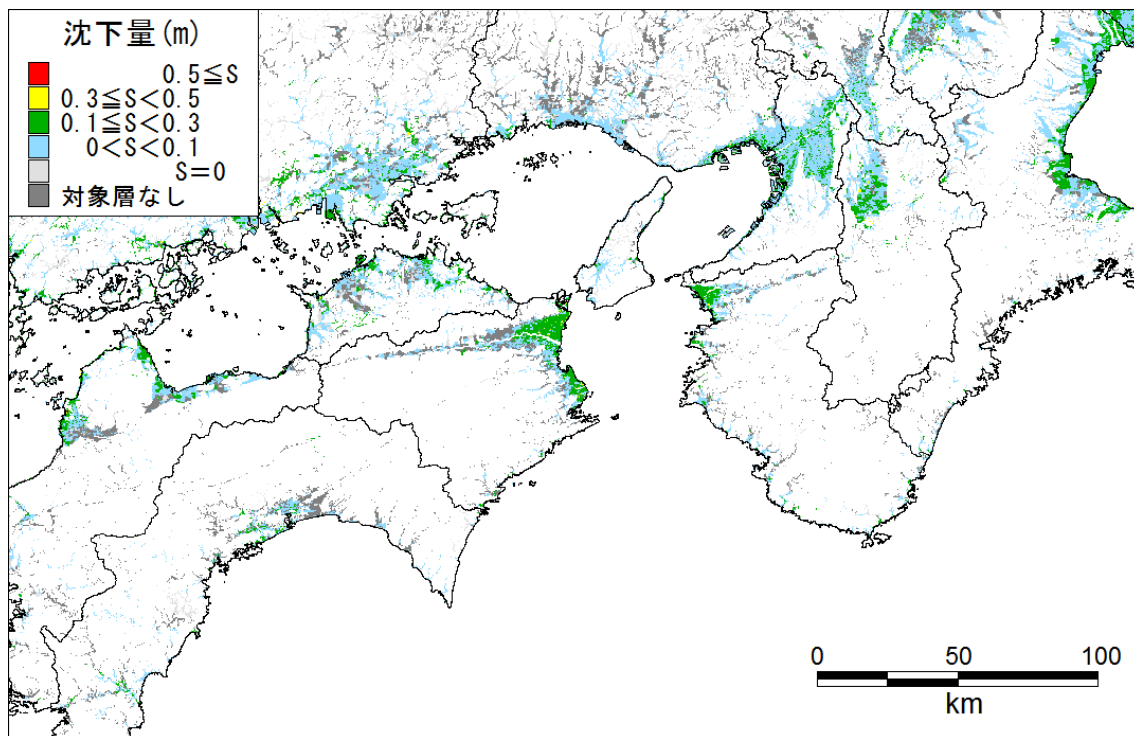
陸側ケース 沈下量_九州



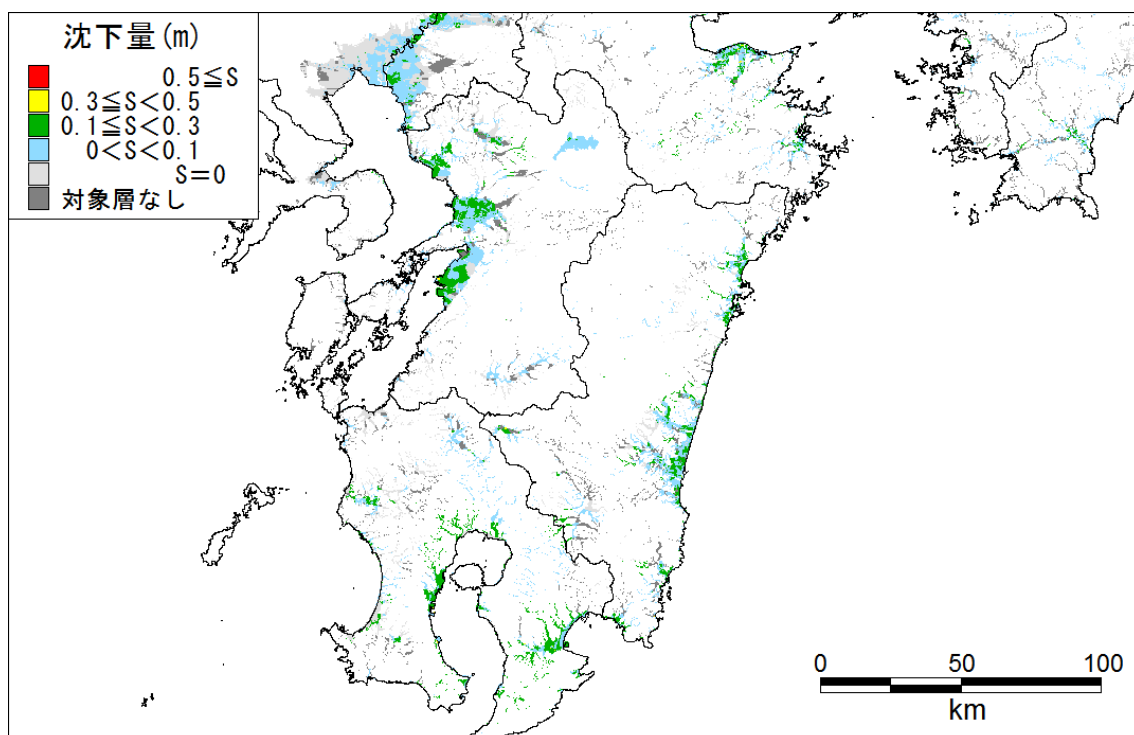
経験式 沈下量_全域



経験式 沈下量_関東-中部



経験式 沈下量_近畿-四国



経験式 沈下量_九州

