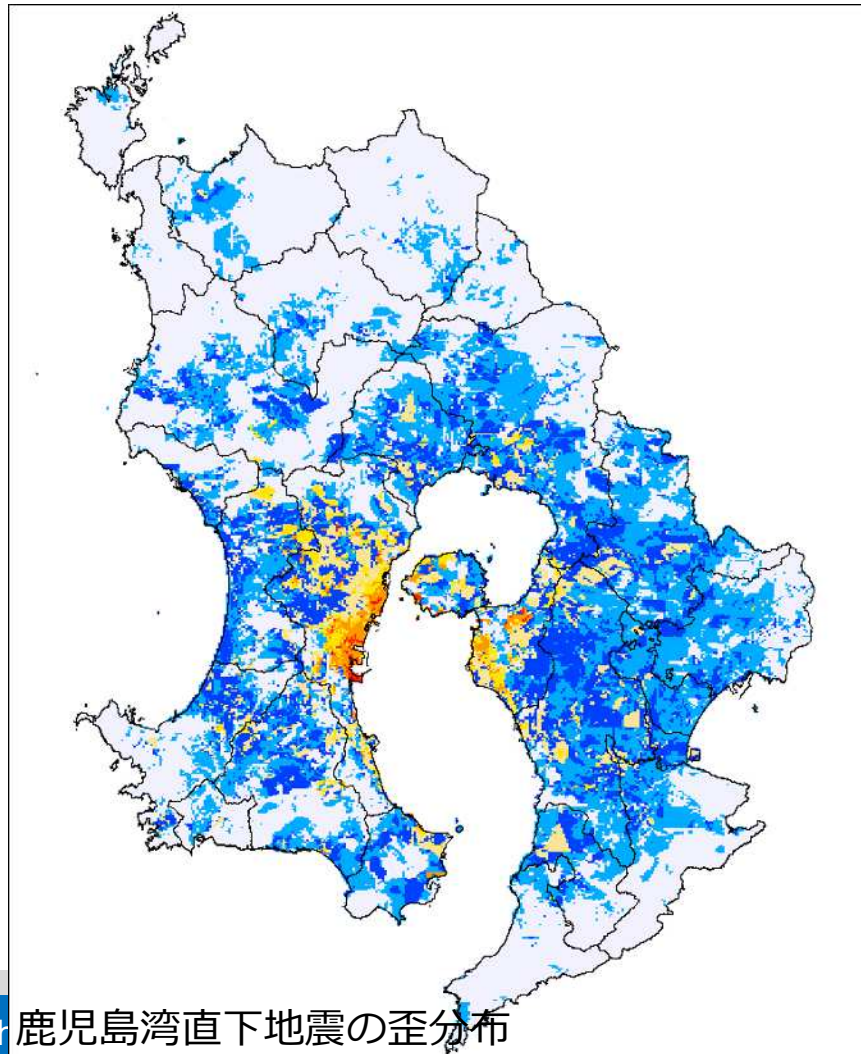


鹿児島県地震等災害被害予測調査検討有識者会議（第4回）

ハザードに関する指摘事項対応資料

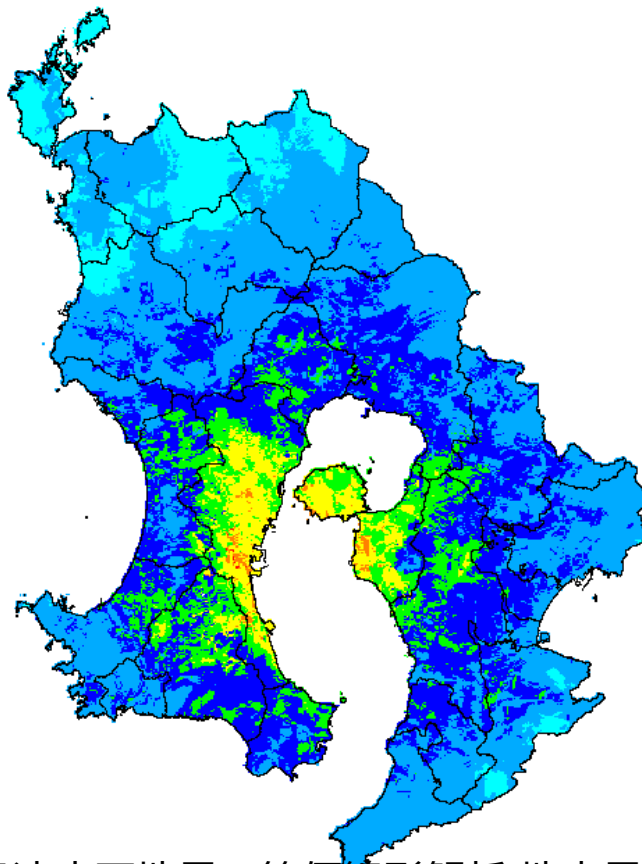
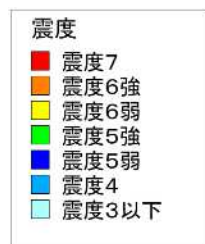
指摘事項①：等価線形の歪レベルの確認（福和委員）

- 指摘内容：地盤の応答計算は等価線形解析を使っている場合、歪レベルはどのくらいだったか。
- 鹿児島湾直下について、歪レベルの確認を行った。
- 堆積層の厚い鹿児島市南部の歪レベルが大きくなっている。

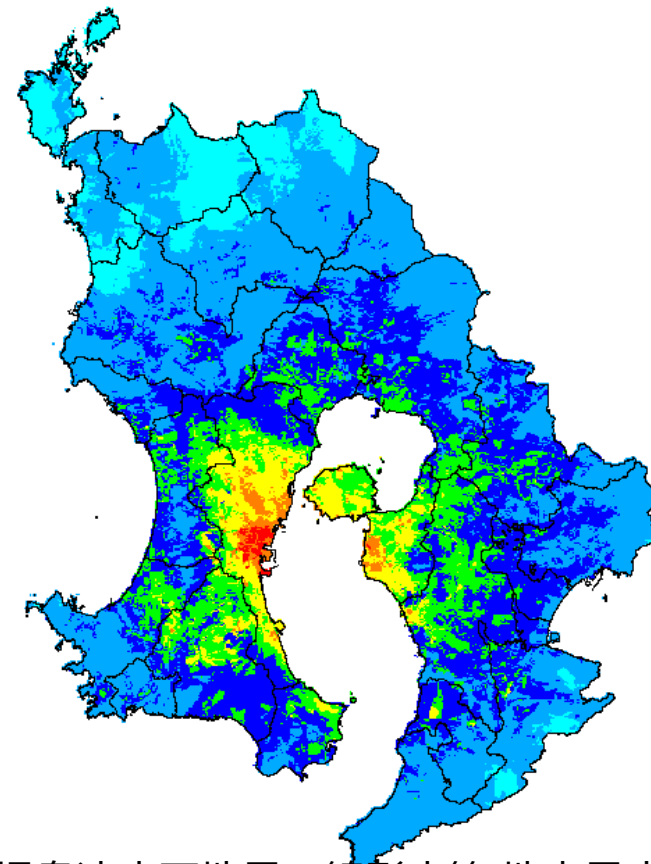
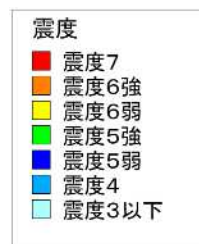


指摘事項②：線形応答解析と等価線形の比較。（福和委員）

- 指摘内容：他県では被害を過小評価しないために線形モデルを使うことが多いと思うが、等価線形でいくのか。
- 鹿児島湾直下地震において、線形応答計算を行い等価線形解析との比較を行った。液状化危険度および斜面災害への影響度を検証した。
- 等価線形解析に比べて線形応答の方が地震動が大きくなった。



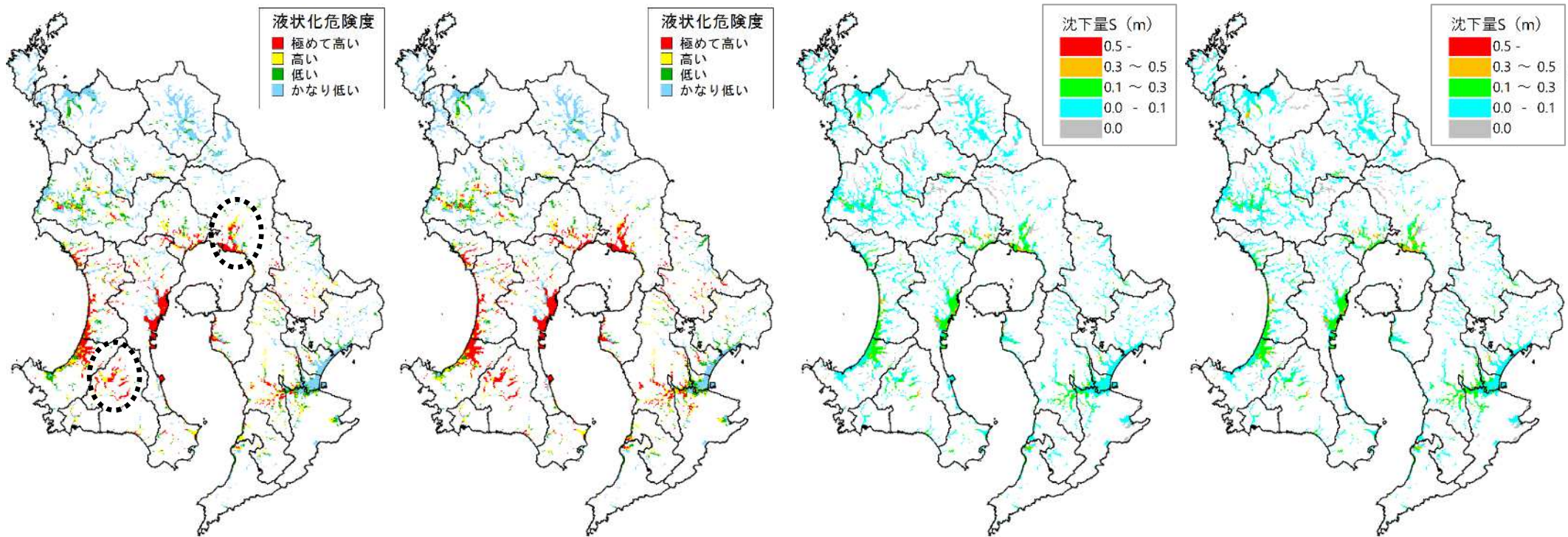
鹿児島湾直下地震の等価線形解析 地表震度



鹿児島湾直下地震の線形応答 地表震度

指摘事項②：線形応答計算と等価線形の比較。（福和委員）

➤ 破線の領域で、液状化危険度が極めて高い領域が増えた

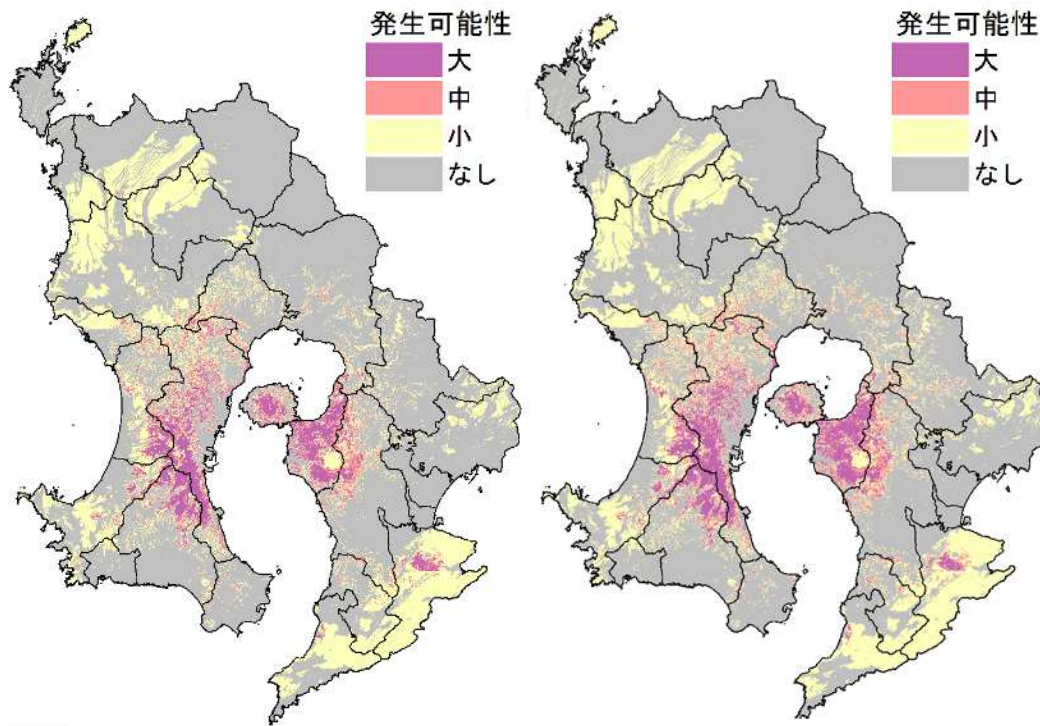


液状化危険度結果
左：等価線形 右：線形応答

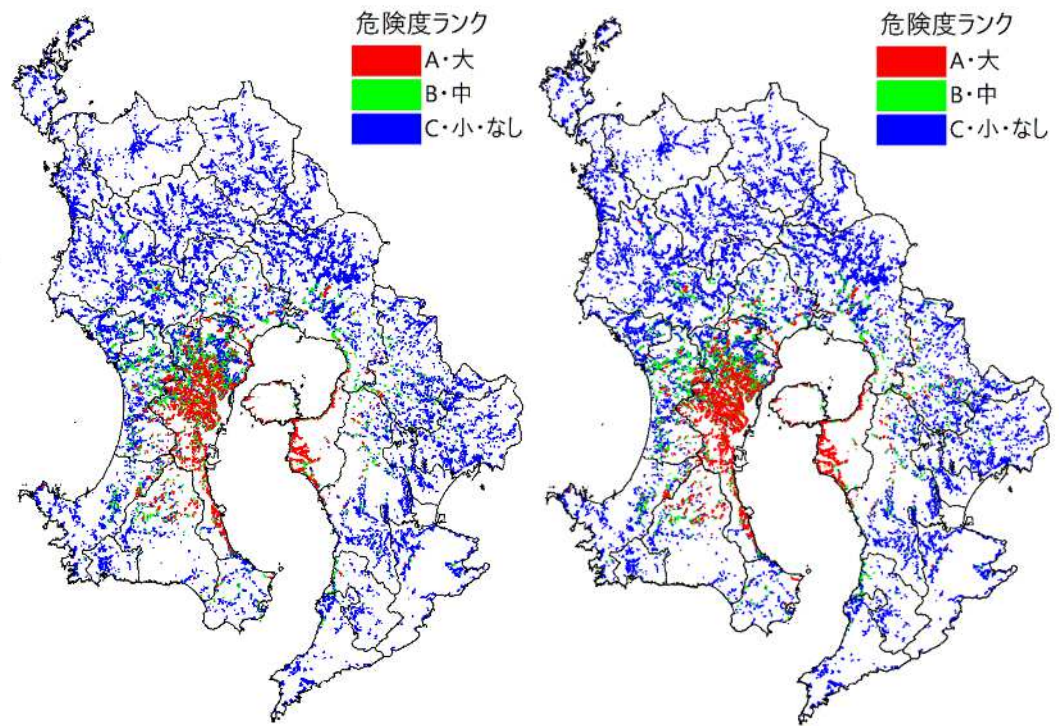
沈下量
左：等価線形 右：線形応答

指摘事項②：線形応答計算と等価線形の比較。（福和委員）

➤ 震源付近を中心に発生可能性が大きくなった。



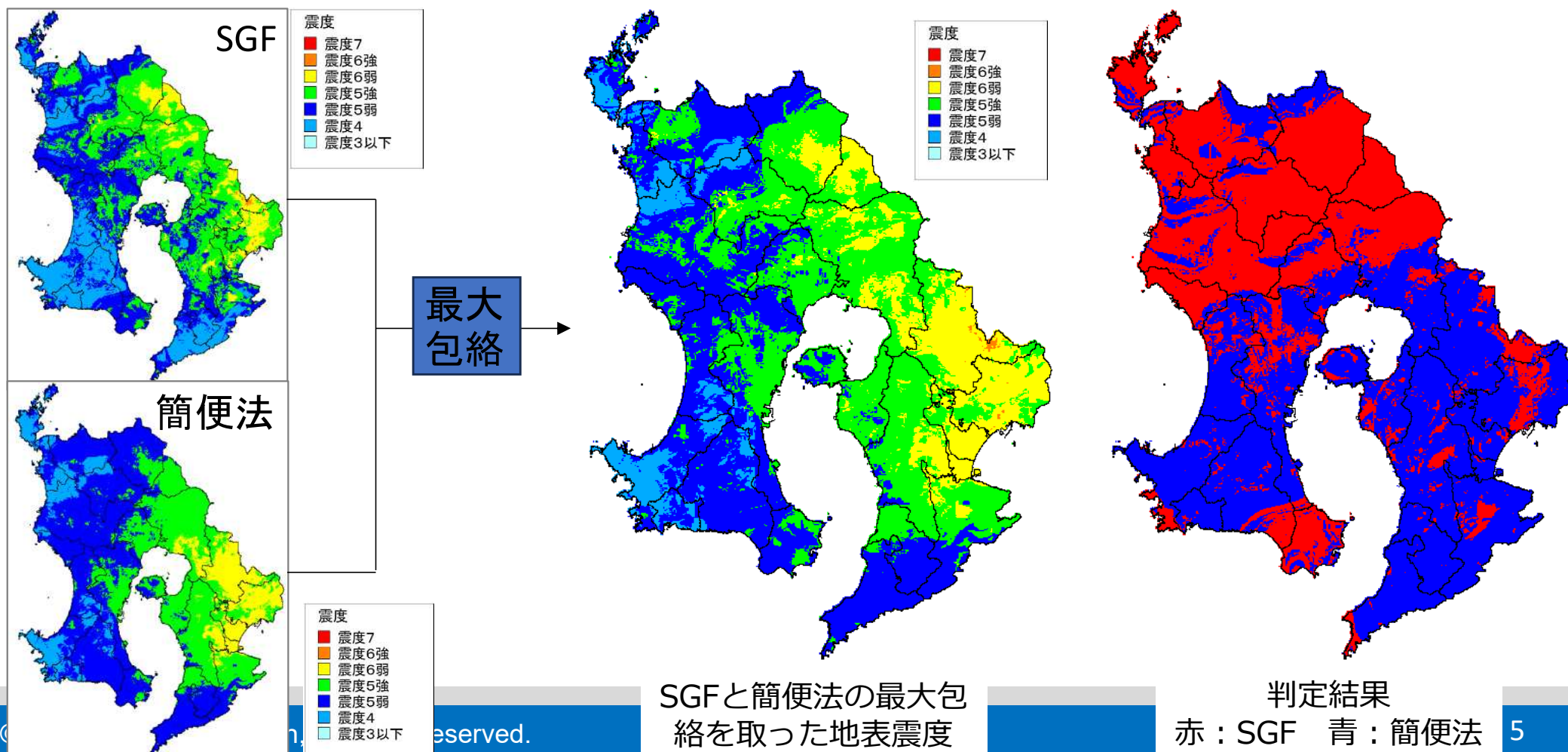
DEMによる50mメッシュ土砂災害危険度
左：等価線形 右：線形応答



土砂災害警戒区域（急傾斜地の崩壊）
山腹崩壊危険地区
左：等価線形 右：線形応答

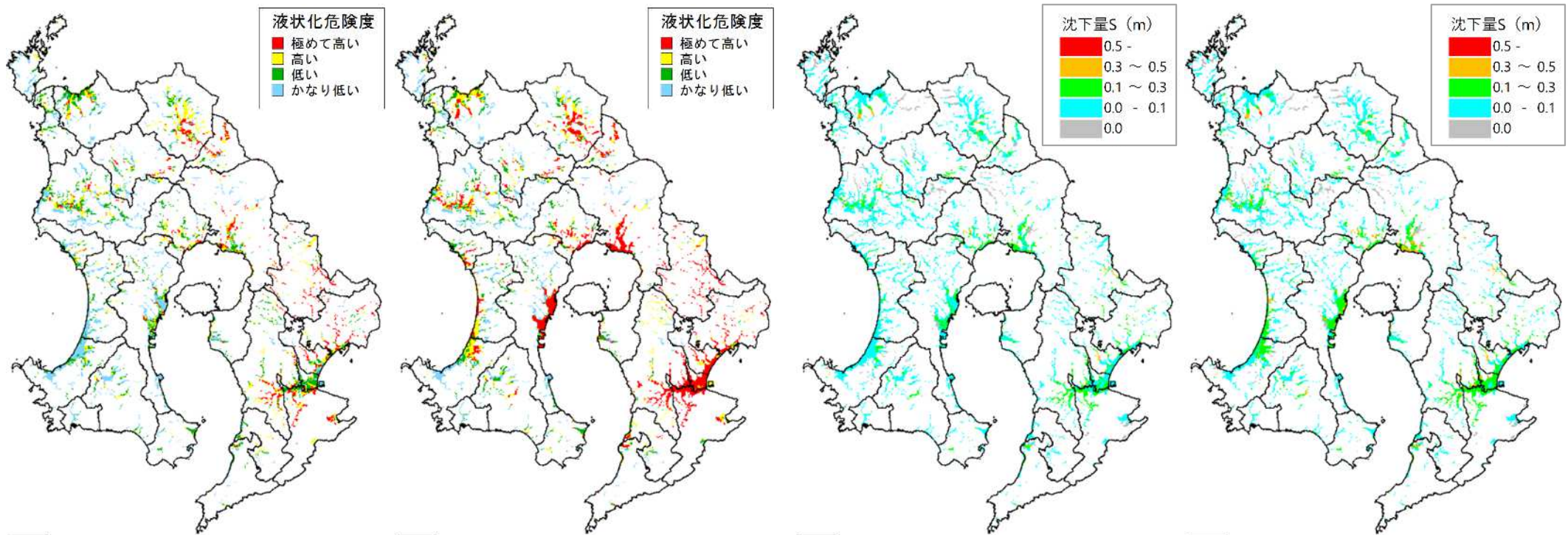
指摘事項③：簡便法を併用した地震動計算。（福和委員）

- 指摘内容：経験式による揺れの評価とAVS30に基づく震度増分の評価を行い、両者を包絡してチェックすることが多いが、今回は応答計算でチェックするのか。
- 理論上最大クラス（陸側）について、等価線形結果と簡便法の最大包絡を取り地表震度を試算した。液状化危険度および斜面災害への影響度を検証した。
- 日向灘域に位置するSMGAからの破壊伝播方向に位置する出水市周辺では、SGFの指向性効果によってSGFが優勢。鹿児島市内は、簡便法が優勢。



指摘事項③：簡便法を併用した地震動計算。（福和委員）

➤ 広範囲で液状化危険度が極めて高い領域が増えた。また、沈下量も大きくなった。



液状化危険度結果

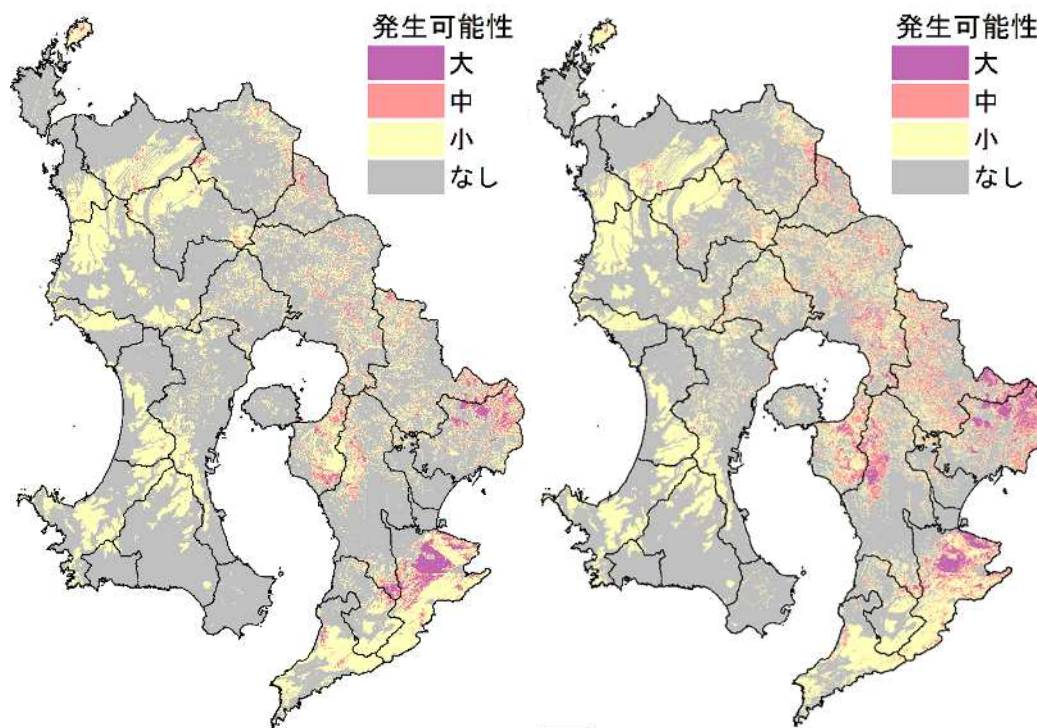
左：等価線形 右：等価線形と簡便法の最大包絡

沈下量

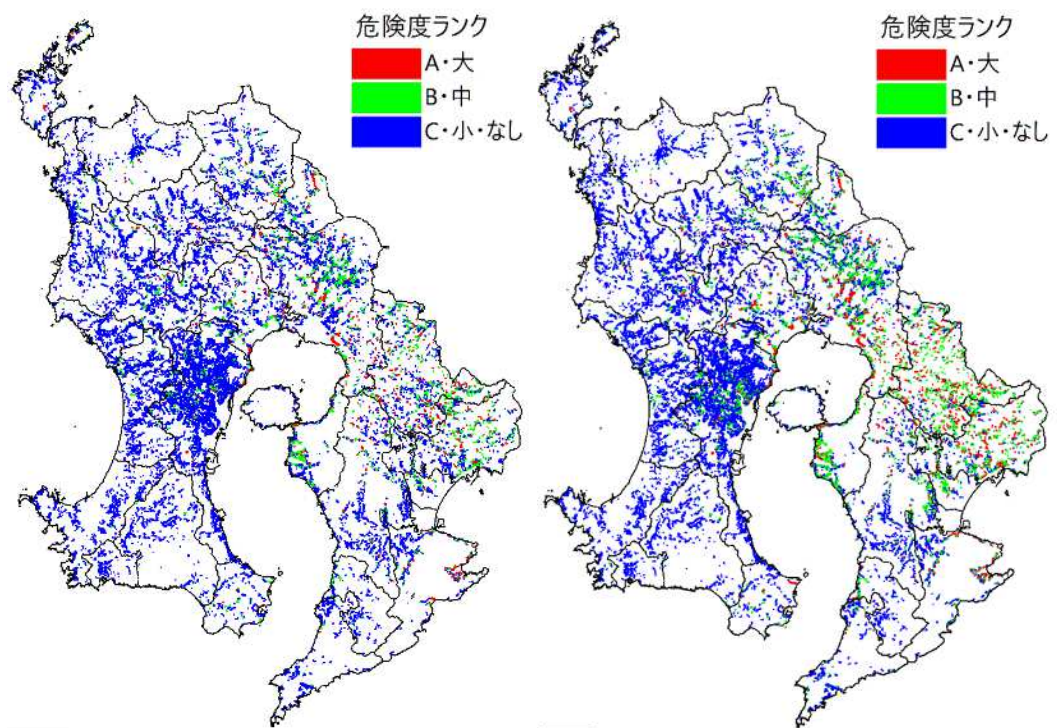
左：等価線形 右：等価線形と簡便法の最大包絡

指摘事項③：簡便法を併用した地震動計算。（福和委員）

➤ 広範囲で危険度が高い領域が増えた。



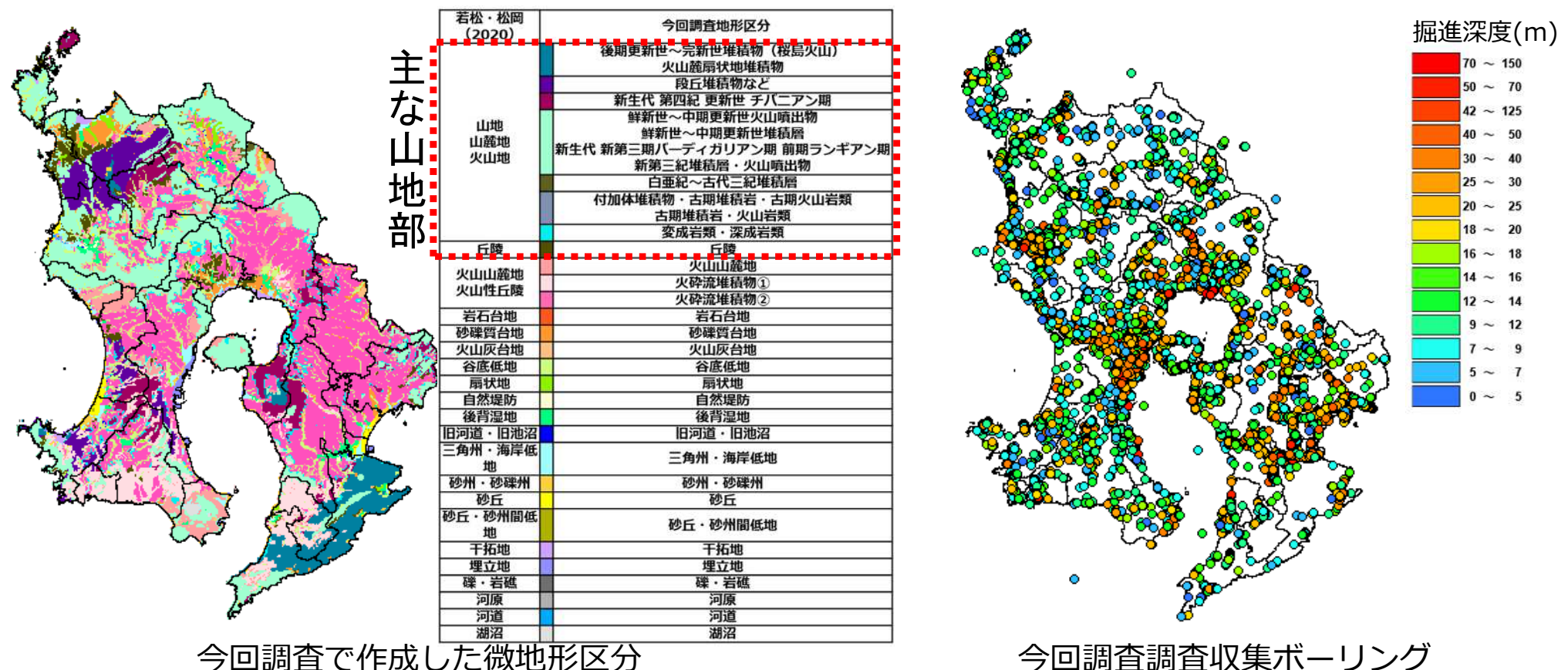
DEMによる50mメッシュ土砂災害危険度
左：等価線形 右：線形応答



土砂災害警戒区域（急傾斜地の崩壊）
山腹崩壊危険地区
左：等価線形 右：線形応答

指摘事項④：山地部におけるモデル化手法の整理（福和委員）

- 指摘内容：山地部の表層の取り扱いについて、どういう理由でどういう考え方でモデル化して検証したか。
- 他県では山地部のデータ不足により地質ごとでPS検層などを用いた平均的なモデル化を行っている。本調査ではデータ整理の結果、山地部においても十分なボーリングデータが得られたことから、局所的な地盤の変化を反映することを目的として、ボーリングから地盤モデルを作成した。



指摘事項⑤：市町村直下地震の断層モデルの整理（中道委員）

- 指摘内容：市町村によって断層モデルは違うのか。
- 各市町村直下で設定した断層モデルの整理を行った。想定する地震は、鉛直断面としているが、走行については、ひずみ分布を主として参照しており、各市町村役場で変更している。断層モデルを設定する際に参考にしたデータも合わせて整理を行った。

市町村別の断層モデルの諸元

市町村名	長さ L(km)	走向 $\theta(^{\circ})$	傾斜 $\delta(^{\circ})$	上端深度 du(km)	マグニ チュード	参考とした断層等
長島町	32.0	236	90	3	6.8	日奈久断層南西部
阿久根市	32.0	227	90	3	6.8	出水断層
出水市	32.0	227	90	3	6.8	出水断層
伊佐市	32.0	227	90	3	6.8	出水断層
湧水町	32.0	227	90	3	6.8	出水断層
鹿児島市	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
南九州市	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
枕崎市	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
指宿市	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
南さつま市	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
日置市	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
いちき串木野市	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
薩摩川内市	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
姶良市	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
さつま町	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
霧島市	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
曾於市	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
垂水市	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
鹿屋市	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
志布志市	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
大崎町	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
東串良町	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
肝付町	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
錦江町	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
南大隅町	32.0	75	90	3	6.8	市来断層
三島村	32.0	195	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
西之表市	32.0	195	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
中種子町	32.0	195	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
南種子町	32.0	195	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
屋久島町	32.0	195	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
十島村	32.0	195	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
悪石島	32.0	195	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
小宝島	32.0	195	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
奄美市	32.0	215	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
大和村	32.0	215	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
宇検村	32.0	215	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
瀬戸内町	32.0	215	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
龍郷町	32.0	215	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
喜界町	32.0	215	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
徳之島町	32.0	215	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
天城町	32.0	215	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
伊仙町	32.0	215	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
和泊町	32.0	215	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
知名町	32.0	215	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より
与論町	32.0	215	90	3	6.8	地殻ひずみ分布より

指摘事項⑥：国交省九州地整が検討している直下型地震との比較整理（酒匂委員）

- 指摘内容：市町村直下の地震について、国交省の九州地整が計画しているものと重複するかもしれないので、取り扱いを整理してほしい。
- 国交省の検討では、地形や土地利用、液状化履歴等から地形ごとの液状化傾向を分析していることから、地震動の想定は行っていない。本調査では、計算した地震動波形から液状化危険度を推定しており、検討の方針が異なる。

指摘事項⑦：震度階級別の暴露人口の整理（奥村委員）

- 指摘内容：防災上重要なのは、市町村内での最大震度そのものよりも、どの程度の人口が強い揺れにさらされるのか、という点である。
- 各想定地震の震度階級別の暴露人口を整理した。（夜間人口を使用）

	想定地震別震度階級ごとの暴露人口													
震度階級	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦_基本	⑦_西	⑦_東	⑦_陸	⑧	⑨	⑩	⑪
-	95026	101957	78555	104602	104621	104682	5	5	6	4	5	5	4	4
3以下	77118	66593	188430	336699	332318	534417	104610	105092	107452	104559	104103	165716	1445588	1483927
4	301644	524987	1091449	950569	1001862	916040	189391	119192	246931	131923	91735	1281051	55626	21201
5弱	414415	376495	168805	107887	86433	31685	672345	454020	902082	583720	573819	120646	19774	42992
5強	275796	378608	49587	26529	47713	1385	578477	863875	315967	678529	710553	16112	35877	32539
6弱	398618	91011	11197	37368	13088	0	43122	45936	15771	86832	100647	4679	24619	7546
6強	25348	39953	186	23983	1867	0	259	89	0	2642	7347	0	6430	0
7	244	8605	0	572	307	0	0	0	0	0	0	0	291	0

※想定地震の番号は本資料13頁を参照

指摘事項⑧：活断層と市町村直下地震の結果の整理（奥村委員）

- 指摘内容：市町村直下の地震について、最大震度が6強～7となる市町村はどこなのか、活断層を想定したケースよりも厳しい結果となった地域があるのか。
- 各市町村について、最大震度を予測している想定活断層と市町村直下地震の整理を行った。

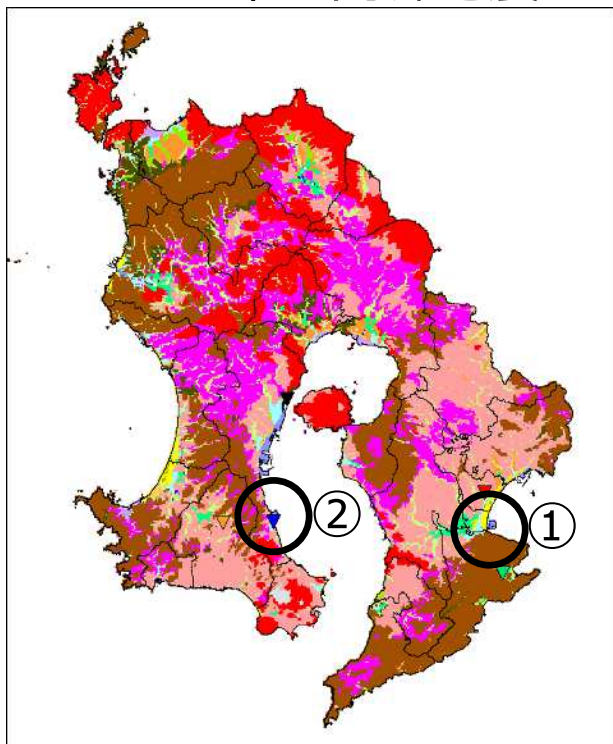
	想定地震 最大震度階級	最大震度の 想定地震	市町村直下地震 最大震度階級	最大震度の 市町村直下地震	※想定地震の番号は本資料13頁を参照				
鹿児島市	7	①	7	鹿児島市	さつま町	6弱	⑦_陸	7	さつま町
鹿屋市	6強	⑧	7	鹿屋市	長島町	7	⑤	7	長島町
枕崎市	5強	⑧	6強	枕崎市	湧水町	6強	⑦_陸	7	湧水町
阿久根市	7	④	7	出水市	大崎町	6弱	⑧	7	鹿屋市
出水市	7	④	7	出水市	東串良町	6弱	⑦_東	7	鹿屋市
指宿市	6弱	⑧	7	指宿市	錦江町	6弱	⑧	7	錦江町
西之表市	6強	⑧	6強	中種子町	南大隅町	6弱	⑧	7	南大隅町
垂水市	6強	①	7	垂水市	肝付町	6強	⑧	7	鹿屋市
薩摩川内市(本土)	7	②	7	薩摩川内市	中種子町	6強	⑧	6強	南種子町
薩摩川内市(甑島)	7	③	6強	阿久根市	南種子町	6強	⑧	6強	南種子町
日置市	7	②	7	日置市	屋久島町	6弱	⑨	7	屋久島町
曾於市	6強	⑦_陸	7	曾於市	大和村	6弱	⑩	7	大和村
霧島市	6弱	⑦_陸	7	霧島市	宇検村	6弱	⑩	7	宇検村
いちき串木野市	7	②	7	いちき串木野市	瀬戸内町	6弱	⑩	7	瀬戸内町
南さつま市	6弱	⑧	7	南さつま市	龍郷町	6強	⑩	7	奄美市
志布志市	6強	⑧	7	大崎町	喜界町	7	⑩	6強	喜界町
奄美市	6強	⑩	7	奄美市	徳之島町	6弱	⑪	6強	伊仙町
南九州市	6強	①	7	南さつま市	天城町	6弱	⑪	6強	伊仙町
伊佐市	6弱	⑦_陸	7	伊佐市	伊仙町	6弱	⑪	6強	徳之島町
始良市	6弱	②	7	始良市	和泊町	6弱	⑪	6強	和泊町
三島村	5強	⑧	6強	三島村	知名町	6弱	⑪	6強	和泊町
十島村	5強	⑨	6強	十島村	与論町	6弱	⑪	7	与論町

想定地震の一覧

想定地震	マグニチュード	津波の想定
①鹿児島湾直下の地震	7.1	○
②県西部直下の地震【市来断層帯(市来区間)近辺】	7.2	○
③甬島列島東方沖列島東方沖の地震【甬断層帯(新区間)近辺】	7.5	○
④県北西部直下【出水断層帯近辺】	7.0	—
⑤熊本県南部の地震【日奈久断層帯(八代海区間)近辺】	7.3	○
⑥県北部直下【人吉盆地南縁断層近辺】	7.1	—
⑦南海トラフ(最大クラス)	9.0	○
⑧種子島東方沖	8.2	○
⑨トカラ列島太平洋沖	8.2	○
⑩奄美群島太平洋沖(北部)	8.2	○
⑪奄美群島太平洋沖(南部)	8.2	○
⑫A桜島北方沖(桜島の海底噴火)	—	○
⑫B桜島東方沖(桜島の海底噴火)	—	○
⑬市町村直下型地震	6.8	—
(参考)南海トラフ(半割れ)	8.9	○
(参考)沖縄本島東方沖	8.8	○

長周期地震動について（福和委員ヒアリング）

- 指摘内容：長周期地震動の評価は行わないのか。高層ビルや油槽所があるのであれば、よく検討した方が良い。県全域を網羅しなくても、観測記録を使って限定的に実施することは可能なのではないか。
- 県内の超高層ビルは6棟と少ないが、国家備蓄基地が2カ所、民間油槽所が鹿児島市沿岸部埋立地に多数存在する。
 - ① 志布志国家石油備蓄基地（国家備蓄）
 - ② 喜入基地
- DHAKAL.et.al（2015）の長周期地震動距離減衰式より、今回調査で作成した地盤モデルを用いて理論上最大クラスにおける県内の長周期地震動階級を計算。
- 2024年日向灘地震における国家備蓄基地周辺の観測記録の整理。



長周期地震動について（福和委員ヒアリング）

● DHAKAL.et.al（2015）の長周期地震動距離減衰式

➤ 日向灘・潮岬の両ケースを計算。

$$\log_{10} Sva(T) = c(T) + a(T)M - \log_{10} R - b(T)R + siteFactor(T)$$

$$siteFactor(T) = DSC(T) + \varepsilon'(T)$$

$$DSC(T) = \begin{cases} k_1(T) & \text{if } D \leq D_0(T) \\ k_1(T) + k_2(T)\log_{10}(D/D_0(T)) & \text{if } D > D_0(T) \end{cases}$$

$$\varepsilon'(T) = \begin{cases} p_1 + p_2\log_{10}AVS30 & \text{if } AVS30 \leq V_0 \\ p_1 + p_2\log_{10}V_0 & \text{if } AVS30 > V_0 \end{cases}$$

$Sva(T)$: 周期 T の絶対速度応答スペクトル [cm/s]

$c(T)$ 、 $a(T)$ 、 $b(T)$: 定数

M : 気象庁マグニチュード

R : 予想地点から震源までの距離 [km]

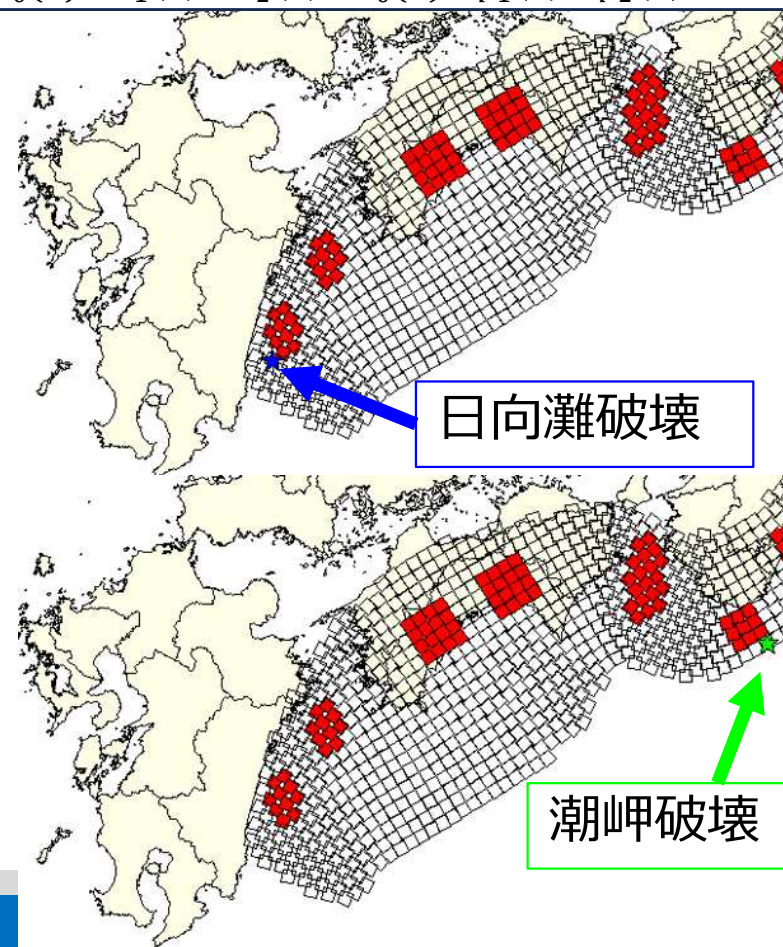
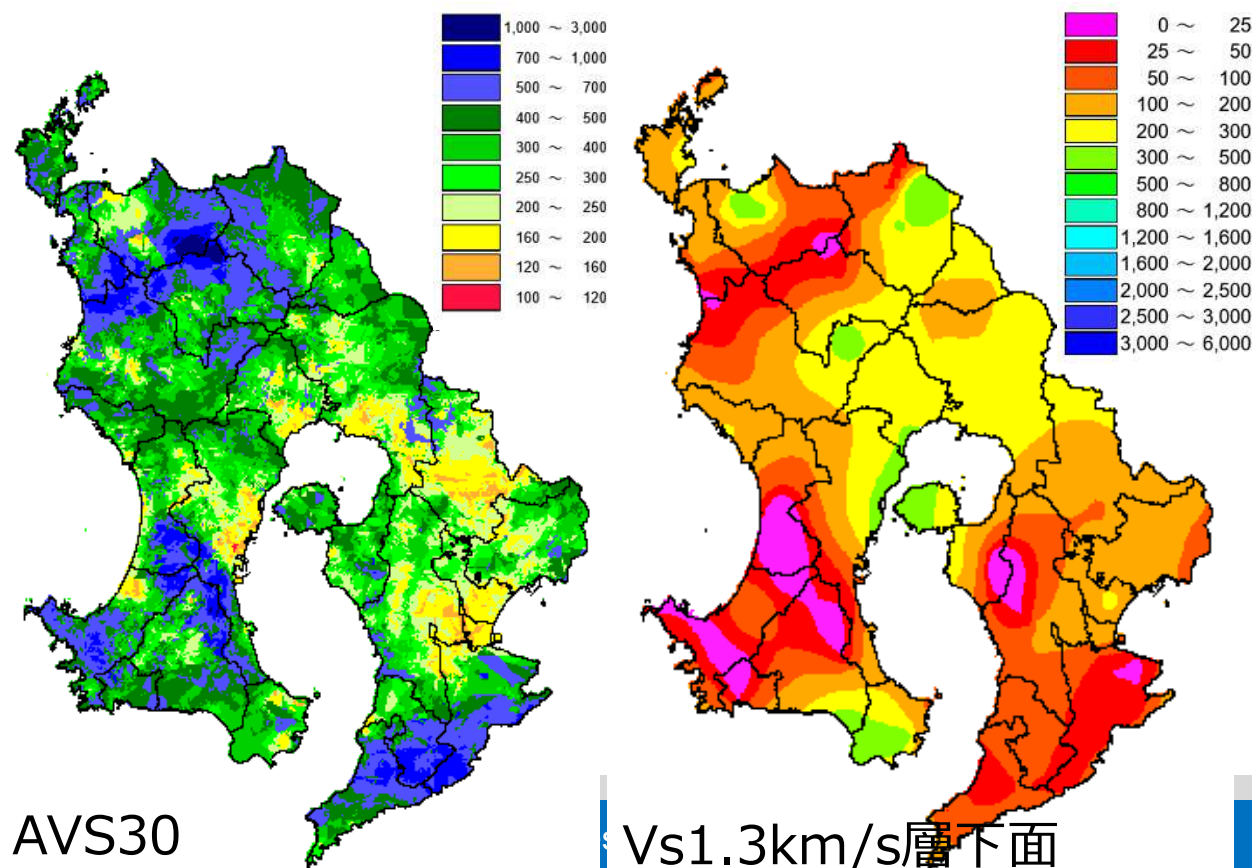
$siteFactor(T)$: 予想地点における補正係数

D : S波速度1.3km/s層下面の深さ [m]

$DSC(T)$: D を用いた補正係数

$\varepsilon'(T)$: AVS30を用いた補正係数

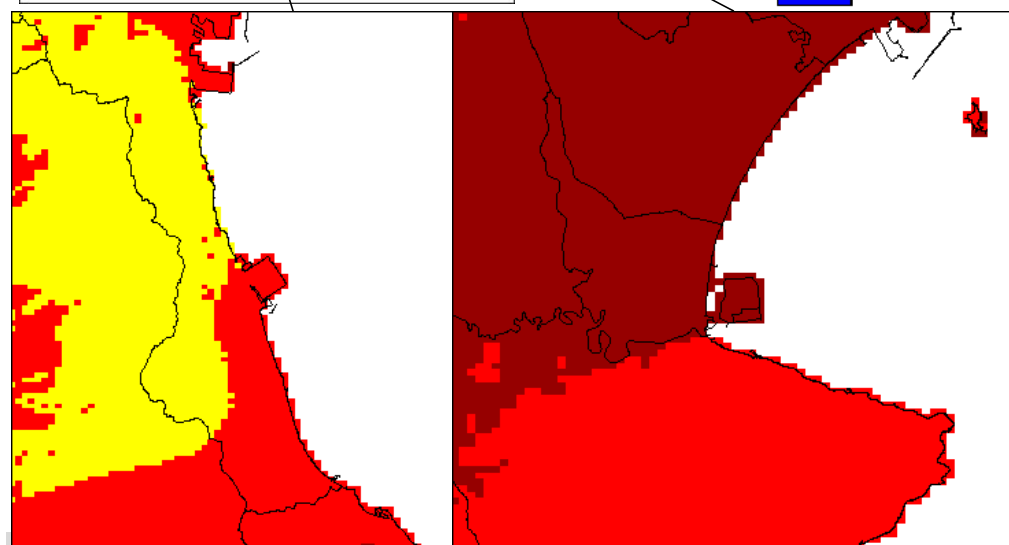
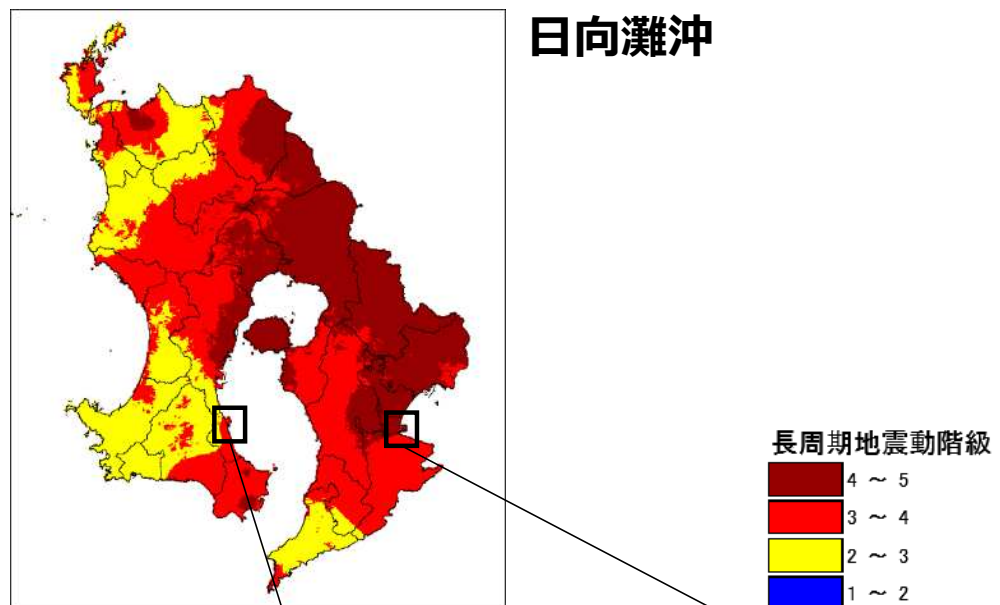
$D_0(T)$ 、 $k_1(T)$ 、 $k_2(T)$ 、 $V_0(T)$ 、 $p_1(T)$ 、 $p_2(T)$ 、: 定数



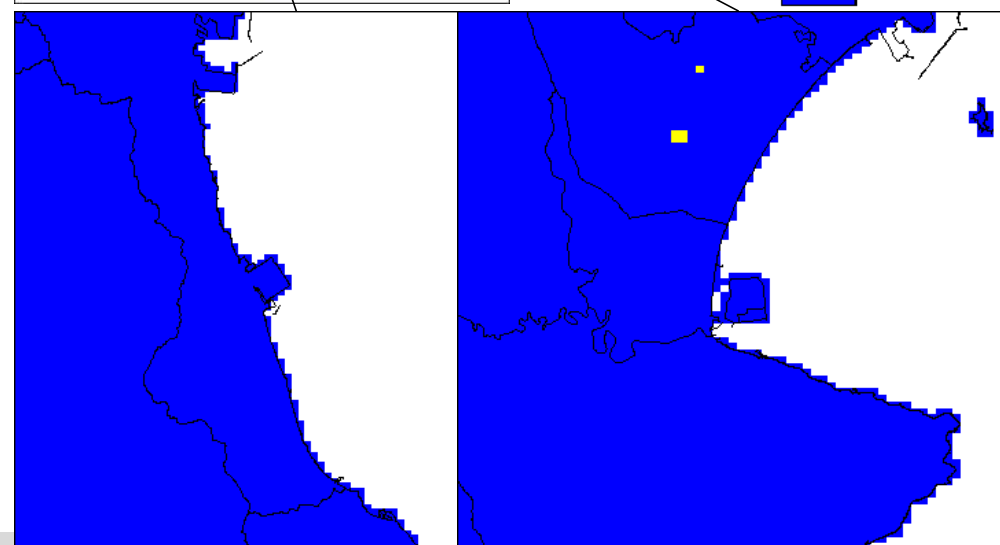
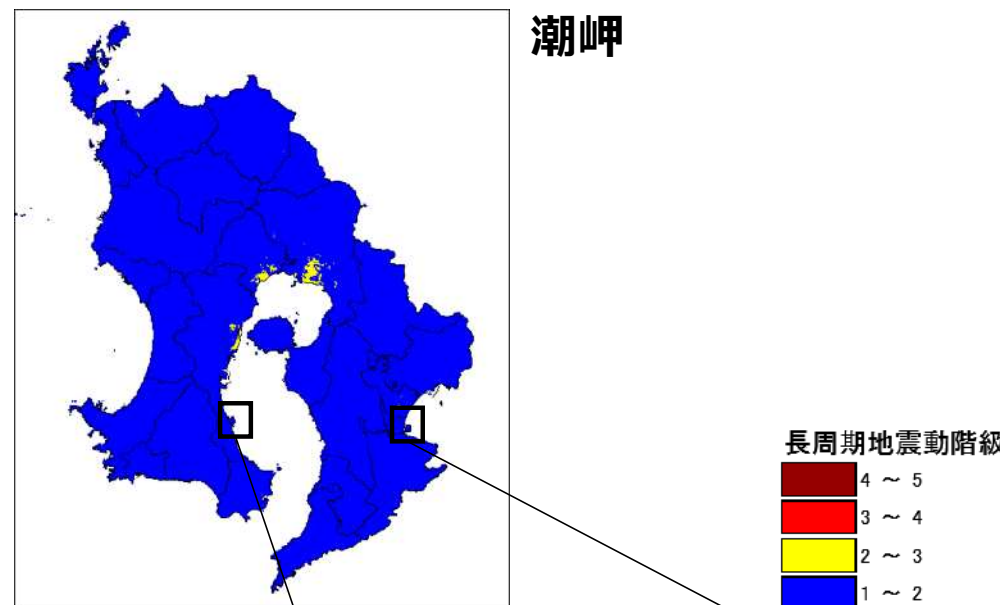
長周期地震動について（福和委員ヒアリング）

- DHAKAL.et.al（2015）の長周期地震動距離減衰式より、今回調査で作成した地盤モデルを用いて理論上最大クラスにおける長周期地震動階級を計算。震源位置を潮岬と日向灘沖の2ケースを計算。

日向灘沖

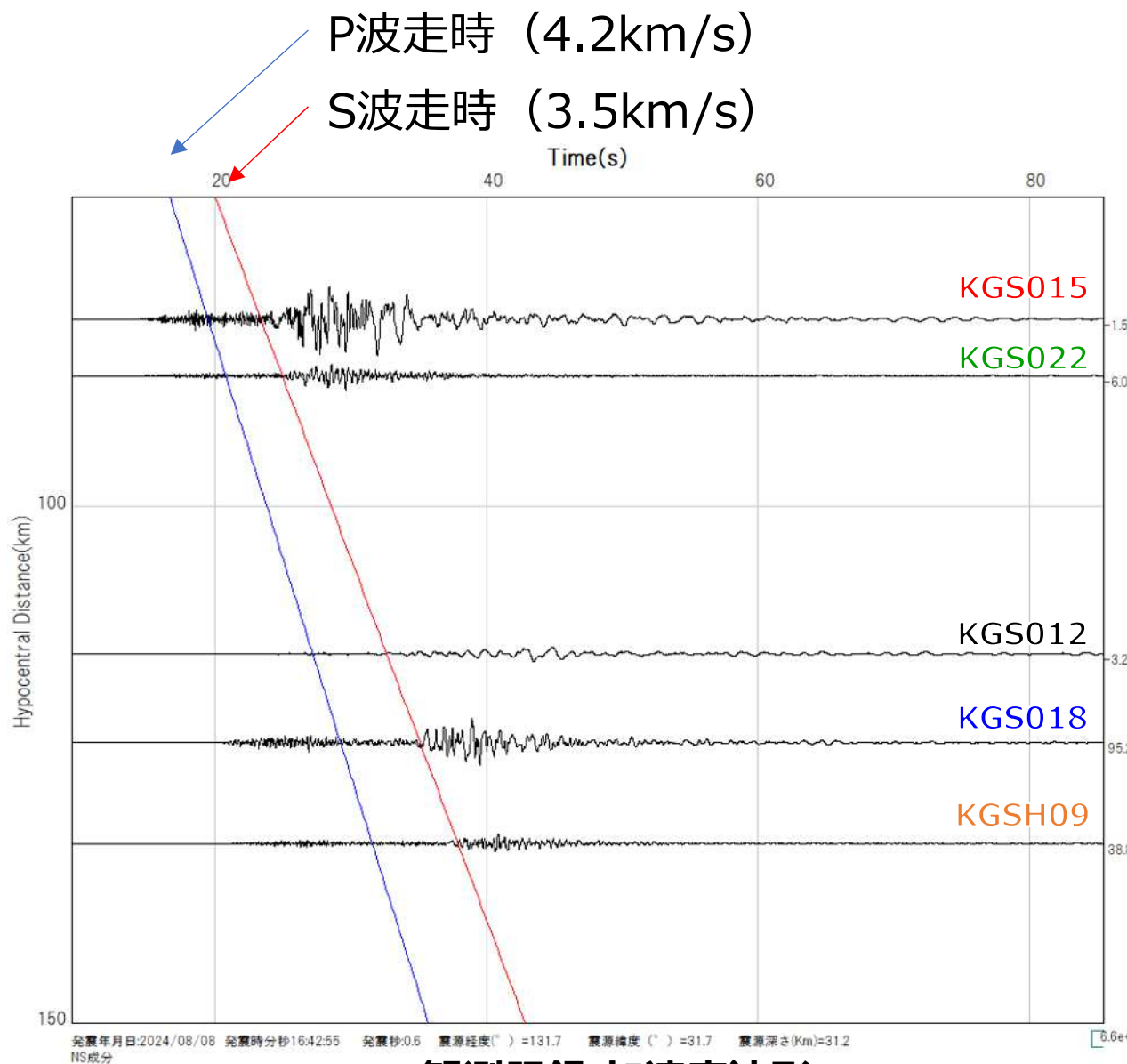


潮岬

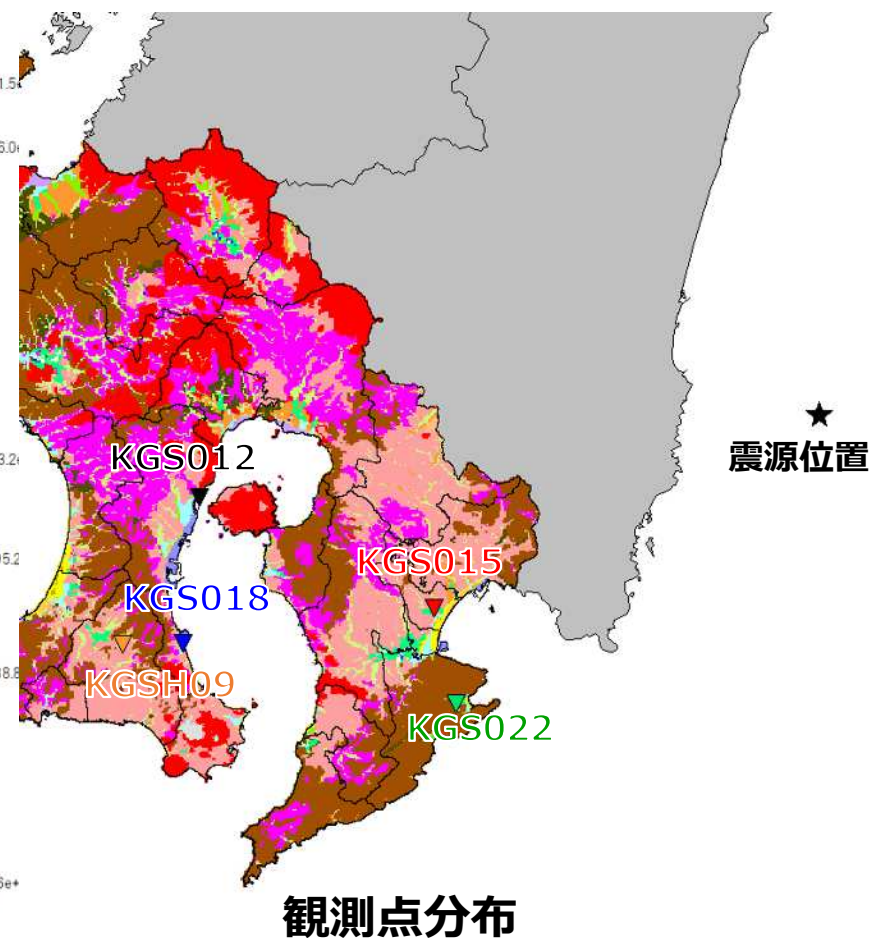


長周期地震動について（福和委員ヒアリング）

➤ 2024年日向灘地震における国家備蓄基地周辺の観測記録の整理。

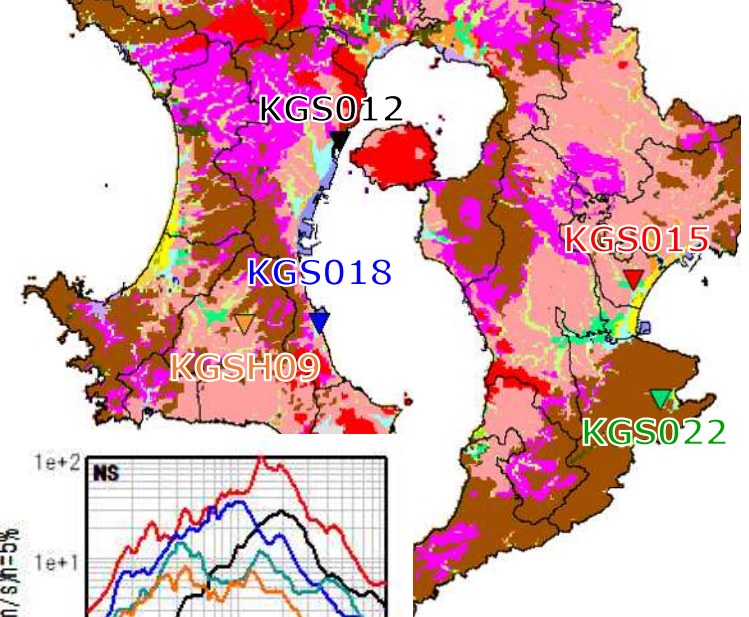
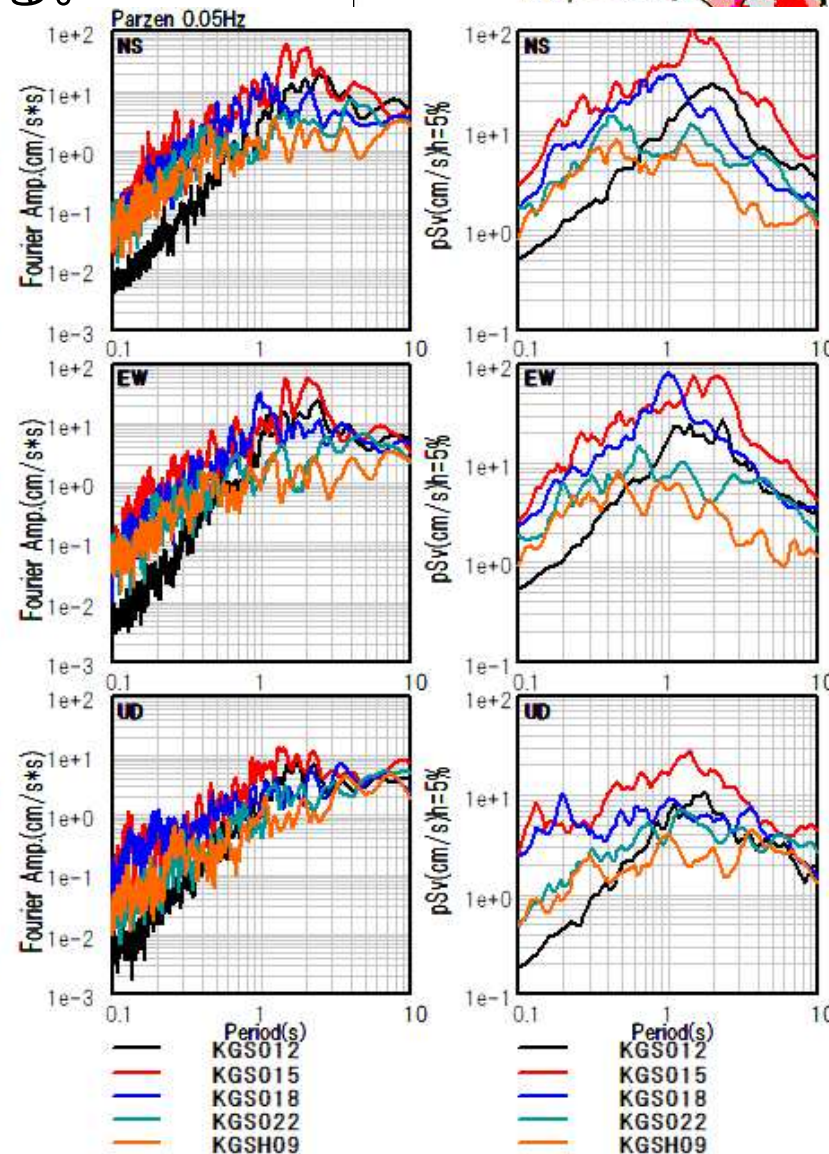
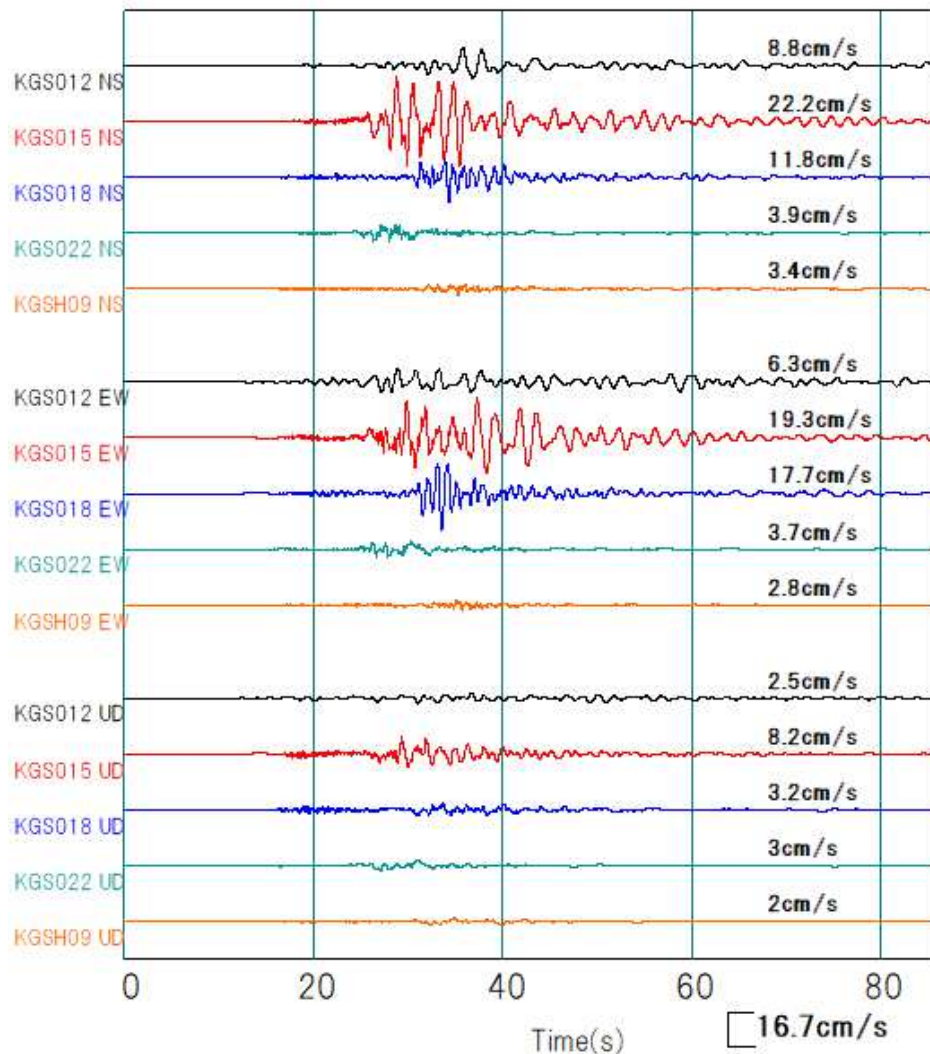


観測記録 加速度波形



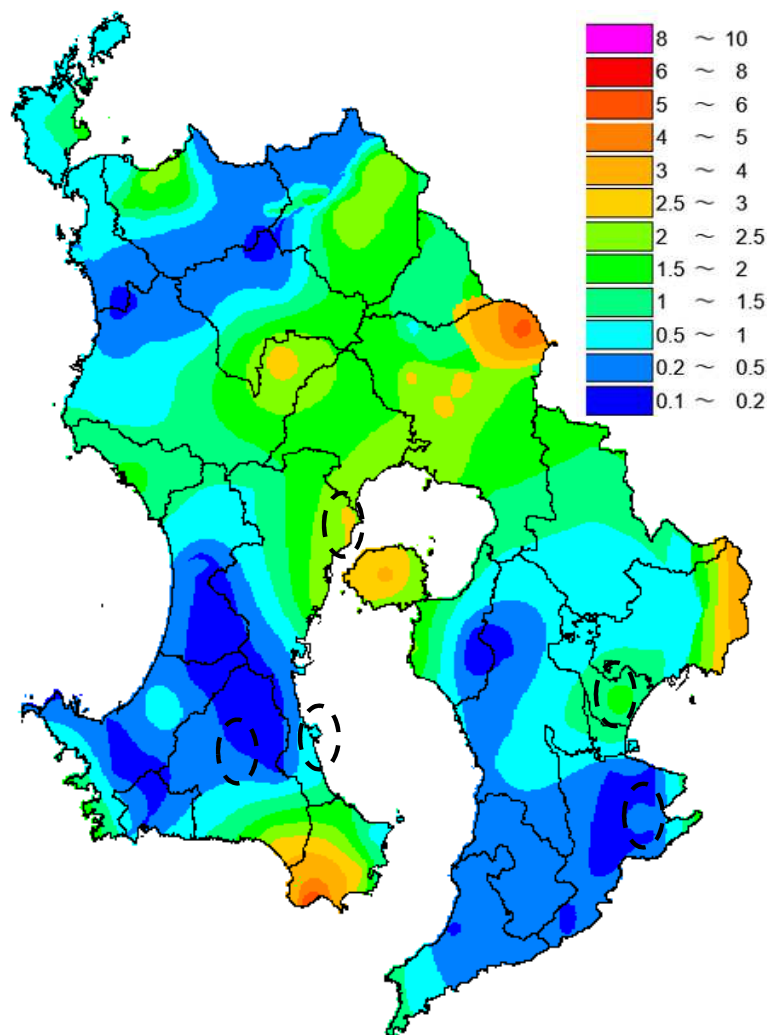
長周期地震動について（福和委員ヒアリング）

- 2024年日向灘地震における国家備蓄基地周辺の観測記録の整理。
- 油槽所があるKGS015、KGS018では、それぞれ2sと1s付近に明瞭なピークが見られる。

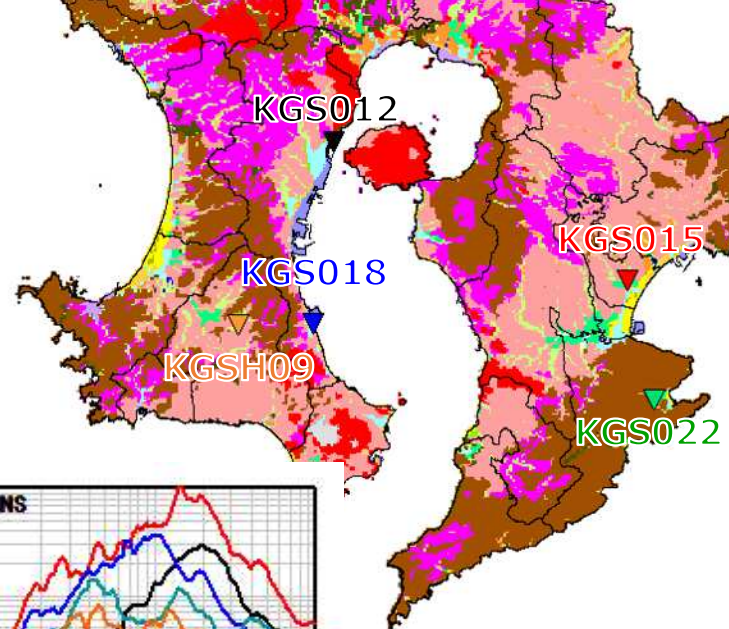
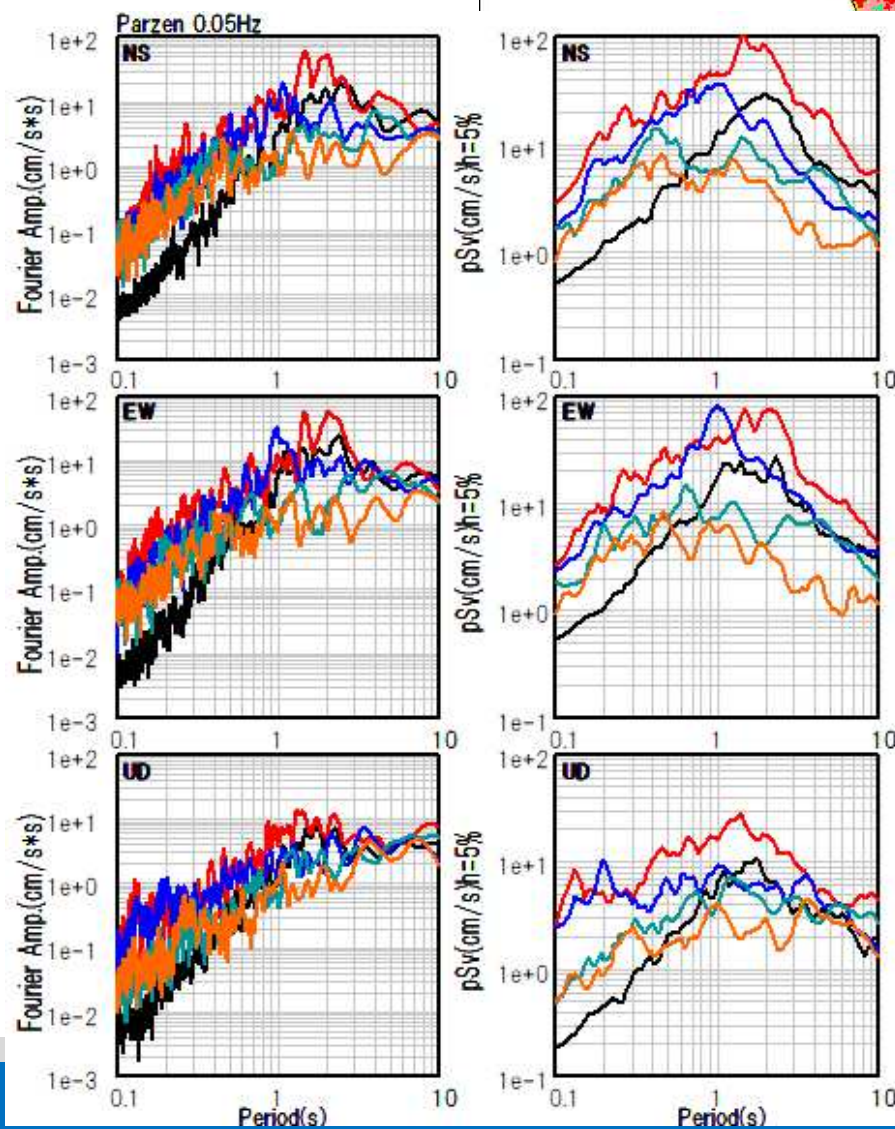


長周期地震動について（福和委員ヒアリ

- 2024年日向灘地震における国家備蓄基地周辺の観測記録の整理。
- 作成した地盤モデル卓越周期と観測波形の応答スペクトルの卓越周期は概ね対応する。



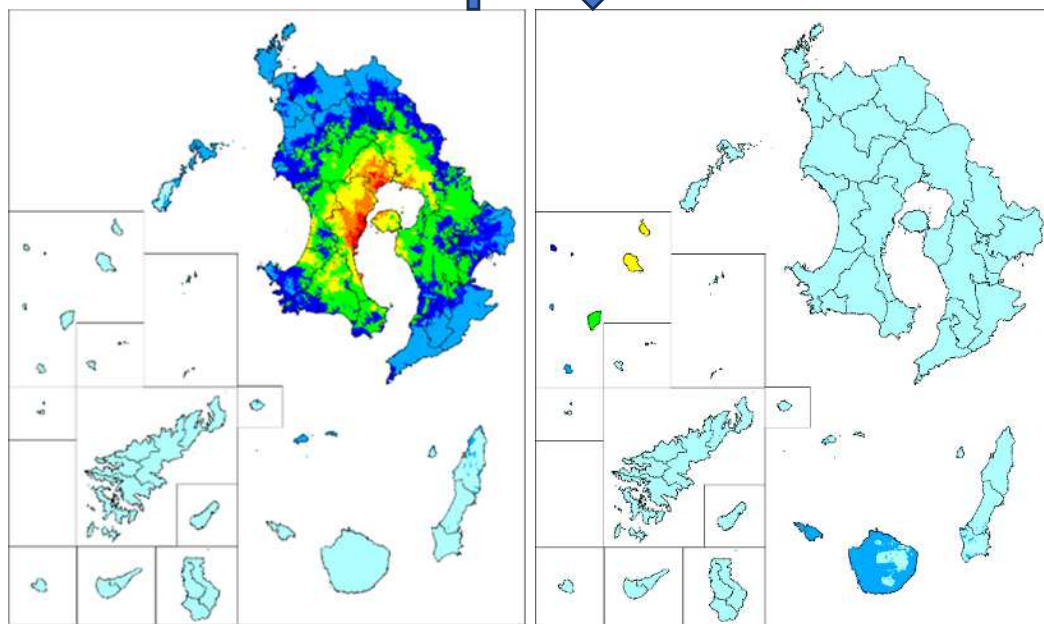
地盤モデル卓越周期分布



市町村直下地震における修正事項

- 第四回委員会での市町村直下地震では、十島村および三島村は、鹿児島市内に移転した役場の位置に断層モデルを設定したことにより、両ケースにおいて鹿児島市が大きく揺れる結果となった。
- 市町村直下地震は、どこでも起こりうる地震を想定することを目的としていることから、十島村・三島村については、移転前の役所の位置に断層モデルを設定し再計算を行った。

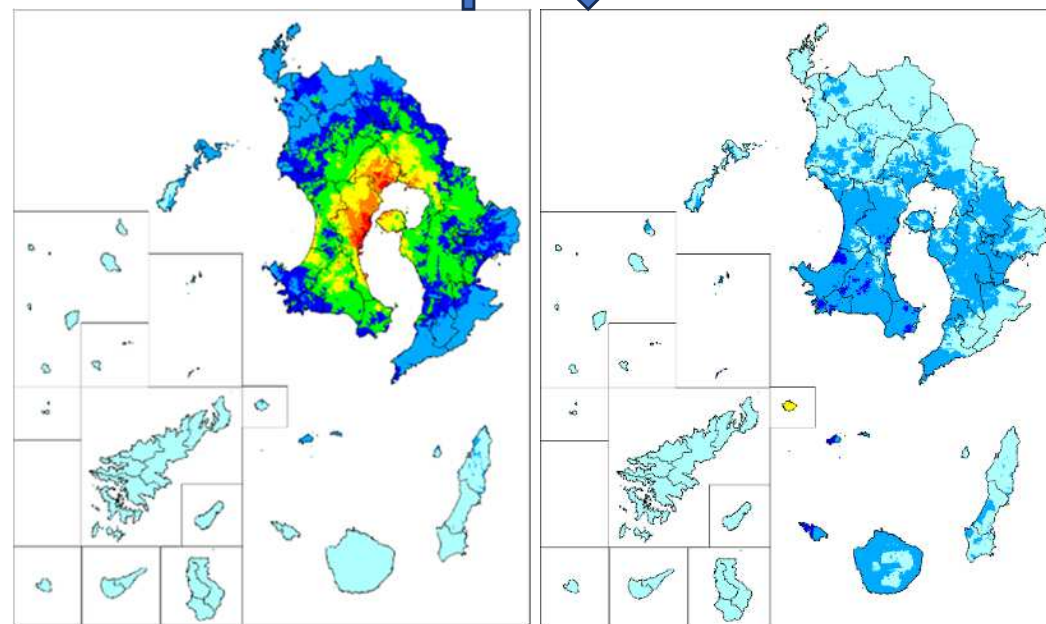
修正



十島村

左：第四回委員会での結果 右：修正結果

修正



三島村

左：第四回委員会での結果 右：修正結果