

# — 地震動編 —



# 目 次

1. 対象地震の選定	1
1.1 地震動想定の基本方針	1
1.2 想定地震候補の選定	1
2. 地震動の想定手法	5
2.1 地震動予測の概要	5
2.2 工学的基盤上の地震動予測計算	5
2.3 浅部地盤の地震動予測計算	11
3. 震度分布	15
3.1 山崎断層帯主部の地震	15
3.2 那岐山断層帯の地震	20
3.3 中央構造線断層帯の地震	24
3.4 長尾断層帯の地震	29
3.5 長者ヶ原断層—芳井断層の地震	33
3.6 鹿野・吉岡断層の地震	39
3.7 倉吉南方の推定断層の地震	43
3.8 大立断層・田代峠—布江断層の地震	46
3.9 鳥取県西部地震	50
3.10 宍道湖南方の地震	54
3.11 松江南方の地震	57
3.12 宍道断層の地震	60
3.13 被害想定対象地震の選定	63
4. 液状化危険度の分布	65
4.1 液状化危険度の想定手法	65
4.2 液状化危険度の想定結果	69
5. 急傾斜地崩壊危険箇所の分布	74
5.1 対象とする土砂災害	74
5.2 想定手法	76
5.3 想定結果	78



## 1. 対象地震の選定

### 1.1 基本方針

- （想定地震）地震調査研究推進本部や隣接県の想定地震に基づき、岡山県内に被害をもたらす可能性のある地震を選定する。
- （基盤地震動）震源～工学的基盤の計算には、統計的グリーン関数法を用いる。
- （計算条件）地震調査研究推進本部等による既往の設定を基本とする。  
ただし、アスペリティの配置や破壊開始点の位置の設定においては、岡山県内に大きな揺れが予想される条件も考慮する。
- （地表震度）詳細法（表層地盤の地震応答解析）を用いる。  
ただし、「全国地震動予測地図」では簡易法を用いているので、「全国地震動予測地図」で対象としている地震については、南海トラフ巨大地震の想定<sup>[1]</sup>の際と同様に、詳細法と簡易法の大きい方の値を用いる。

### 1.2 想定地震候補の選定

岡山県の過年度想定での想定地震<sup>[2]～[4]</sup>、岡山県周辺の県での最新の想定地震<sup>[5]～[9]</sup>、地震調査研究推進本部「全国地震動予測地図」<sup>[10]</sup>での想定地震を**表1.2.1**に示す。これより、岡山県に影響の大きな地震として以下の12地震を想定地震として選定する。岡山県での過年度想定や周辺県での想定、地震調査研究推進本部「全国地震動予測地図」での想定での地震規模を**表1.2.2**に示す。12地震の断層の位置を**図1.2.1**に示す。

- ① 山崎断層帯(大原・土方・安富・主部南東部)の地震  
以降、「山崎断層帯主部の地震」と記す。
- ② 那岐山断層帯の地震
- ③ 中央構造線断層帯(讃岐山脈南縁～石鎚山脈北縁東部)の地震  
以降、「中央構造線断層帯の地震」と記す。
- ④ 長尾断層帯の地震
- ⑤ 長者ヶ原断層－芳井断層の地震
- ⑥ 鹿野・吉岡断層の地震
- ⑦ 倉吉南方の推定断層の地震
- ⑧ 大立断層・田代峠－布江断層の地震  
以降、「大立・田代峠－布江断層の地震」と記す。
- ⑨ 鳥取県西部地震
- ⑩ 宍道湖南方の地震
- ⑪ 松江南方の地震
- ⑫ 宍道断層の地震

表 1.2.1 岡山県過年度想定での想定地震と周辺県の最新の被害想定での想定地震

<p>岡山県過年度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>中央構造線の一部</li> <li>大原断層</li> <li>鳥取県西部地震</li> <li>第2鳥取地震</li> <li>松江南方地震</li> </ul>	<p>兵庫県H21</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>山崎断層帯</li> <li>六甲・淡路島断層帯</li> <li>中央構造線断層帯 (鳴門海峡から紀淡海峡)</li> <li>御所谷断層</li> <li>養父断層</li> <li>有馬一高槻断層帯</li> <li>大阪湾断層帯</li> <li>山田断層帯</li> <li>上町断層</li> <li>中央構造線断層帯 (紀伊半島側)</li> <li>奈良盆地東縁断層帯</li> <li>那岐山断層帯</li> <li>生駒断層帯</li> <li>中央構造線断層帯(四国側)</li> <li>京都西山断層帯</li> <li>三峠断層</li> <li>花折断層帯</li> <li>上林川断層</li> <li>郷村断層帯</li> <li>木津川断層帯</li> <li>鳥取地震</li> </ul>	<p>香川県H24</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>中央構造線</li> <li>長尾断層</li> </ul>	<p>広島県H25</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>中央構造線断層帯 (讃岐山脈南縁一石鎚山脈北縁東部)</li> <li>中央構造線断層帯 (石鎚山脈北縁)</li> <li>中央構造線断層帯 (石鎚山脈北縁西部一伊予灘)</li> <li>五日市断層帯 (五日市断層)</li> <li>五日市断層帯 (己斐一広島西縁断層帯)</li> <li>岩国断層帯 (岩国断層群 (主部))</li> <li>安芸灘断層群 (広島湾一岩国沖断層帯)</li> <li>長者ヶ原断層一芳井断層</li> </ul>	<p>鳥取県H17</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鹿野・吉岡断層 (1943年鳥取地震)</li> <li>倉吉南方の推定断層</li> <li>鳥取県西部地震断層</li> <li>大立断層・田代峠一布江断層</li> <li>山崎断層</li> <li>雨滝一金戸断層</li> </ul>	<p>島根県H24</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>安道断層帯</li> <li>安道湖南方の地震</li> <li>大田市西南方の地震</li> <li>浜田市益原の地震</li> <li>弥栄断層帯の地震</li> <li>出雲市沖合の地震</li> <li>浜田市沖合の地震</li> </ul>
---	--	---	---	---	--

表1.2.2 岡山県・地震調査研究推進本部・隣接県の地震被害想定等における地震規模の設定

相対 地震	岡山県P25		岡山県I15		岡山県I13		岡山県I7		岡山県I21		岡山県I17		岡山県I24		岡山県I18		地震本部		備考	
	対象	地震規模 対象	対象	地震規模 対象	対象	地震規模 対象	対象	地震規模 対象	対象	地震規模 対象	対象	地震規模 対象	対象	地震規模 対象	対象	地震規模 対象	対象	地震規模 対象		
相対 地震	山崎断層帯 (大原・土方・安富・ 主部南東部)	$M_w 7.3$ ( $M_j 8.0$ )	$M_w 6.7$ ( $M_j 7.2$ )	$M_j 7.4$	$M_j 8.0$	$M_j 7.7$		$M_w 7.24$ ( $M_j 7.7$ )										$M_w 7.3$ ( $M_j 8.0$ )	岡山県I15は大原断層 岡山県I17は大原・土方断層に相当 兵庫県I1は大原・土方・安富・主部南東部 鳥取県I17は主部北西部	
	那岐山断層帯	$M_w 7.0$ ( $M_j 7.6$ )																$M_w 7.0$ ( $M_j 7.6$ )		
	中央構造線断層帯 (備前山脈縁一 石鎚山脈北縁東部)	$M_w 7.6$ ( $M_j 8.0$ )	$M_w 7.4$ ( $M_j 8.0$ )	$M_j 8.0$														$M_w 7.6$ ( $M_j 8.4$ )	岡山県I15は岡山県I7と同じ震源モデル (若狭地震の規模が異なる) 香川県I25は地震本部の4ケースの最大値を採用	
	長尾断層	$M_w 6.6$ ( $M_j 7.1$ )																$M_w 6.6$ ( $M_j 7.1$ )	香川県I25は地震本部の3ケースの最大値を採用	
	長者ヶ原一芳井断層	$M_w 6.9$ ( $M_j 7.4$ )																		
	鹿野・吉岡断層	$M_w 6.9$ ( $M_j 7.2$ )	$M_w 7.1$ ( $M_j 7.2$ )	$M_j 7.1$																岡山県I13、岡山県I15では「第2鳥取地震」 岡山県I15は岡山県I13と同じ地震動
	倉吉南方の推定断層	$M_w 6.8$ ( $M_j 7.2$ )	$M_w 7.1$ ( $M_j 7.2$ )	$M_j 7.1$																岡山県I13、岡山県I15では「第2鳥取地震」 岡山県I15は岡山県I13と同じ地震動
	大立断層・田代峠一 布立断層	$M_w 6.8$ ( $M_j 7.2$ )																		
	鳥取県西部地震	$M_w 6.6$ ( $M_j 7.3$ )	$M_w 6.6$ ( $M_j 7.3$ )	$M_w 6.6$ ( $M_j 7.3$ )																岡山県I15は岡山県I13と同じ地震動
	宍道南方の断層	$M_w 6.5$ ( $M_j 7.3$ )																		
	松江南方地震	$M_w 6.5$ ( $M_j 7.3$ )	$M_w 6.6$ ( $M_j 7.0$ )	$M_w 6.6$ ( $M_j 7.0$ )																岡山県I15は岡山県I13と同じ地震動 鳥取県I24は第1次選定対象地震になっているが 最終的な想定地震にはなっていない
	宍道断層	$M_w 6.4$ ( $M_j 7.1$ )																		
	推定 手法	統計的グリーン 関数法 等価線形解析 (Satecom&Yoshida)	移すほかの 方法 等価線形解析 (GPEL)	移すほかの 方法 等価線形解析 (GPEL)	統計的グリーン 関数法 AVS30による 増幅率	統計的グリーン 関数法 AVS30による 増幅率	不明	統計的グリーン 関数法 AVS30による 増幅率	統計的グリーン 関数法 等価線形解析 (DYNER)	統計的グリーン 関数法 AVS30による 増幅率	不明	不明	不明	不明	不明	不明	不明	不明	不明	

なお、岡山県の過年度想定<sup>[2]</sup>～<sup>[4]</sup>については、以降では下記のように略して記す。

岡山県平成7年度想定：「岡山県地震被害想定概要調査業務」、平成7年度

岡山県平成13年度想定：「岡山県 山陰地方の断層系による地震被害想定・軟弱地盤調査研究委託」、平成13年度

岡山県平成14年度想定：「岡山県 南海地震に係る被害想定及び液状化想定」の再評価・研究等事業」、平成14年度

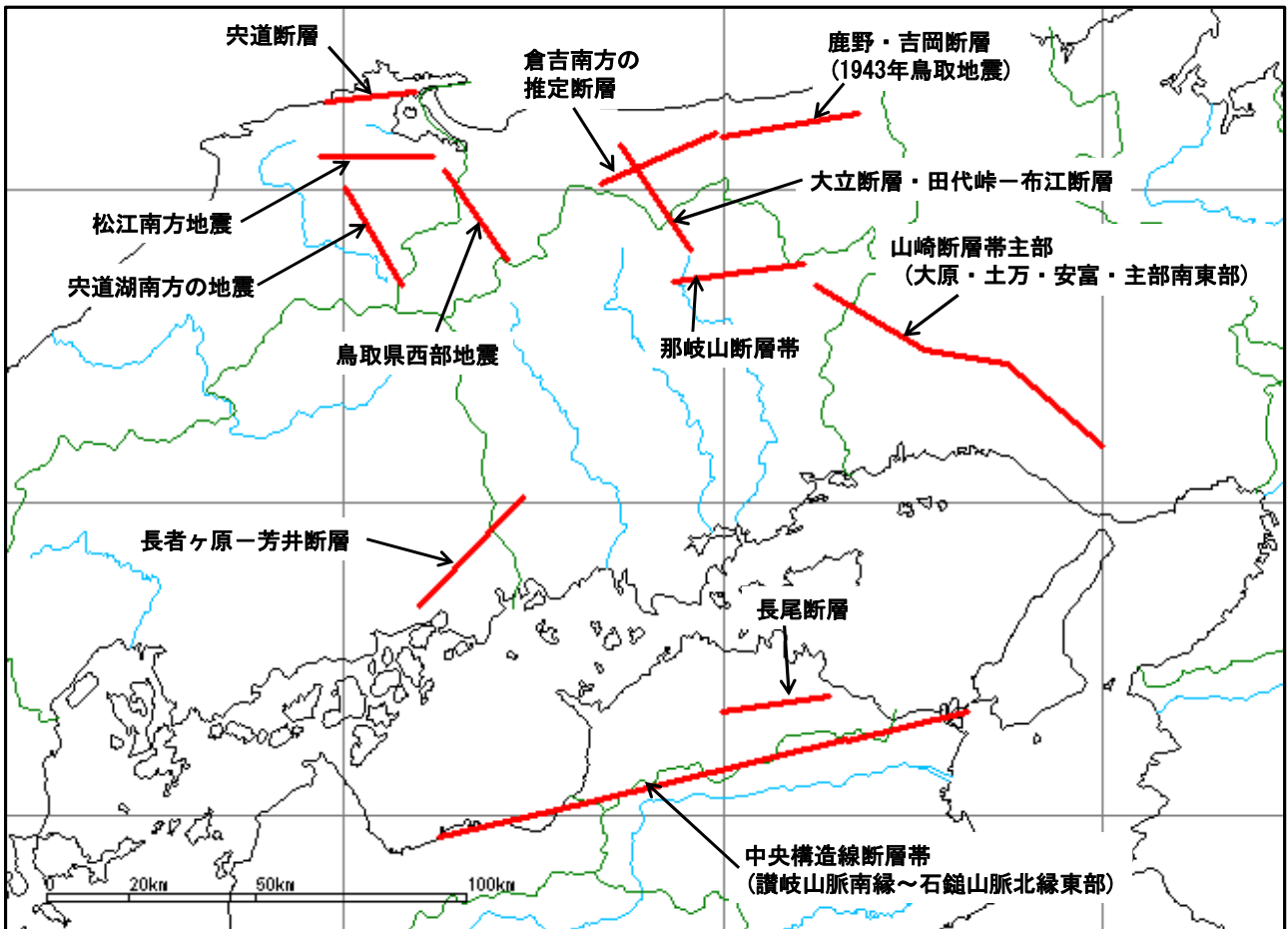


図1.2.1 想定地震12地震の断層面

注) ——— は断層の概略位置を表す。



岡山県内の微小地震の震源分布を図1.2.2に示す。山崎断層帯や六甲・淡路島断層帯の他、鳥取県西部地震、宍道湖南方の地震の周辺で地震活動が活発である。一方で、岡山県内には、断層面の存在を示唆するような領域は特に見られない。したがって、新たに想定地震を加えることは行わない。

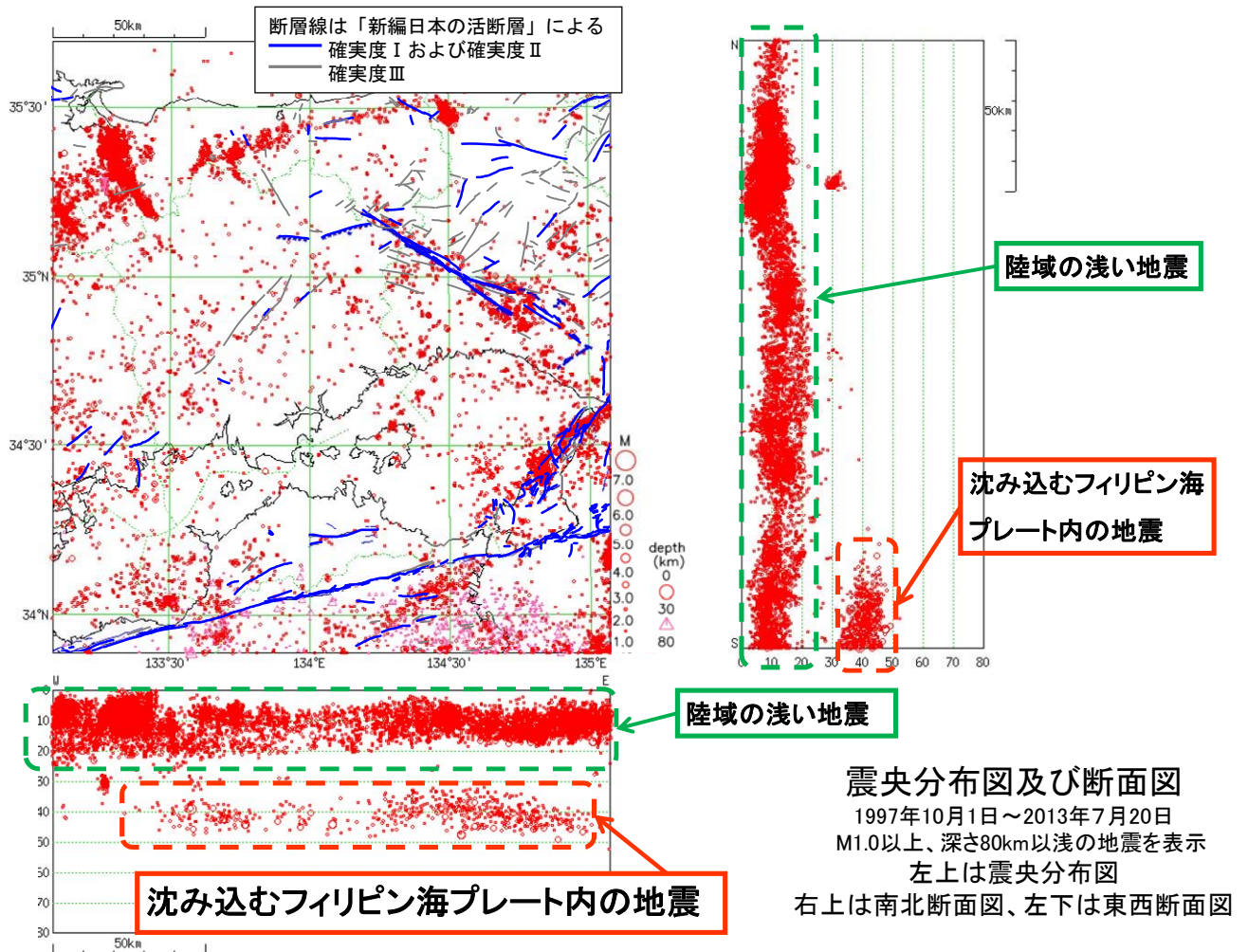


図1.2.2 岡山県及びその周辺の微小地震分布と活断層

## 参考文献[1章]

- [1] 岡山県危機管理課：岡山県地震・津波被害想定調査 報告書，2013年7月  
(<http://www.pref.okayama.jp/page/345185.html>)
- [2] 岡山県地域振興部：岡山県地震被害想定概要調査業務委託 報告書，1995年7月
- [3] 岡山の地盤震動研究会：岡山県 山陰地方の断層系による地震被害想定・軟弱地盤調査研究委託 報告書，平成13年度
- [4] 特定非営利活動法人環境振動の評価・予測・対策研究会：岡山県 南海地震に係る被害想定及び液状化想定 of 再評価・研究等事業 報告書，2003年3月
- [5] 兵庫県防災計画課：地震被害想定について，平成24年度兵庫県防災会議(平成24年6月1日開催)参考資料1，2012年5月  
(<http://web.pref.hyogo.lg.jp/kk38/bousaikaigi240601.html>)
- [6] 広島県：広島県地震被害想定調査報告書，2013年10月  
(<http://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/4/1181640340970.html>)
- [7] 鳥取県：鳥取県地震防災調査研究報告書，2005年3月  
(<http://www.pref.tottori.lg.jp/jishinbousaichousa/>)
- [8] 島根県：島根県地震被害想定調査 報告書，2012年6月  
([http://www.pref.shimane.lg.jp/bosaikikikanri/bosai/jishinhigaisoutei\\_matome.html](http://www.pref.shimane.lg.jp/bosaikikikanri/bosai/jishinhigaisoutei_matome.html))
- [9] 香川県危機管理総局危機管理課：香川県地震・津波被害想定 第一次公表報告書，2013年3月  
(<http://www.pref.kagawa.lg.jp/bosai/tunami/1jikouhyou/kendokuji.html>)
- [10] 地震調査研究推進本部地震調査委員会：全国地震動予測地図，2009年7月  
([http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09\\_yosokuchizu/index.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09_yosokuchizu/index.htm))

## 2. 地震動の想定手法

### 2.1 地震動予測の概要

地震動は、震源特性・伝播経路特性・地盤増幅特性で表される。地表での地震動は式(2.1.1)に示すように、断層での地震動に、伝播経路と地盤増幅の特性を乗じることにより得られる(図2.1.1参照)。

$$O(f) = S(f) \times P(f) \times G_d(f) \times G_s(f) \quad (2.1.1)$$

- $O(f)$  : 地表の地震動
- $S(f)$  : 断層での地震動
- $P(f)$  : 伝播経路の特性
- $G_d(f)$  : 地震基盤～工学的基盤の深層地盤の増幅特性
- $G_s(f)$  : 工学的基盤～地表の浅層地盤の増幅特性

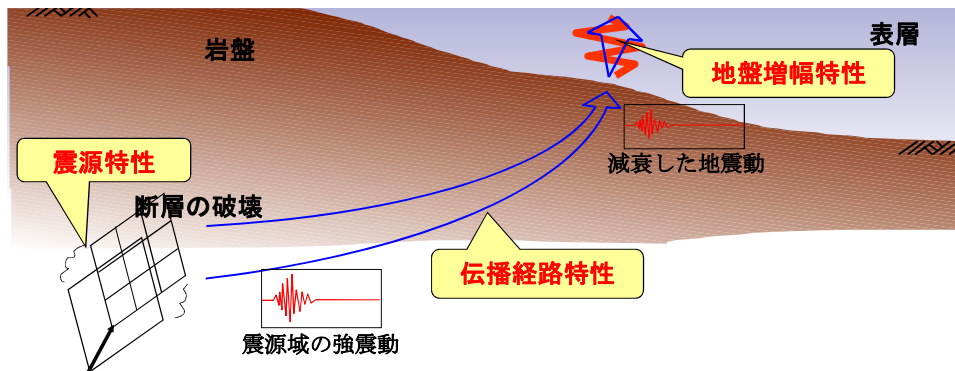


図2.1.1 地震動予測の概念図

### 2.2 工学的基盤上の地震動予測計算

震源から工学的基盤までの地震動予測計算は、統計的グリーン関数法などの詳細法と、距離減衰式などの簡易法に大別される。本想定では、内閣府による近年の想定<sup>例えば[1]</sup>、地震調査研究推進本部による「地震動予測地図」<sup>[2]</sup>など広く用いられている、統計的グリーン関数法<sup>[3]</sup>により行う。これは、小断層に分割して波を算定し、これを重ね合わせるものである(図2.2.1参照)。

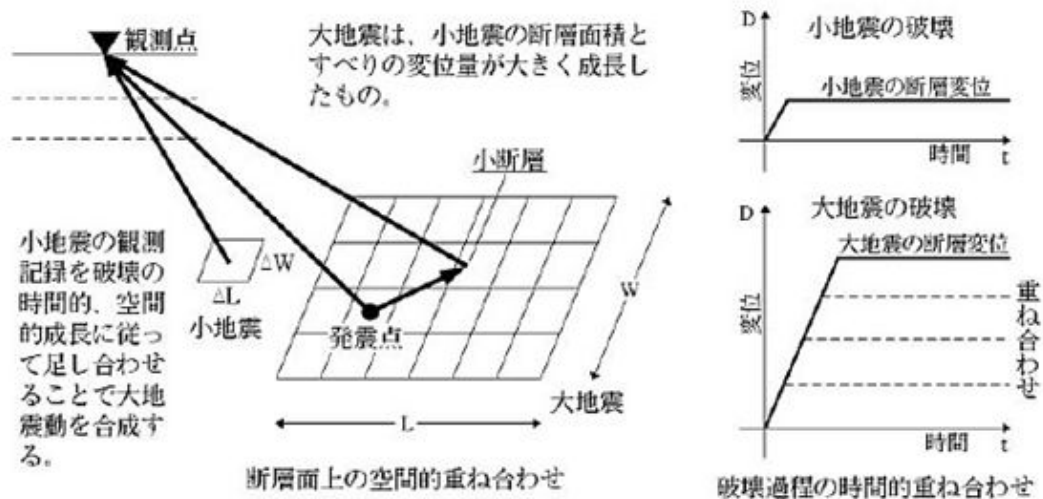
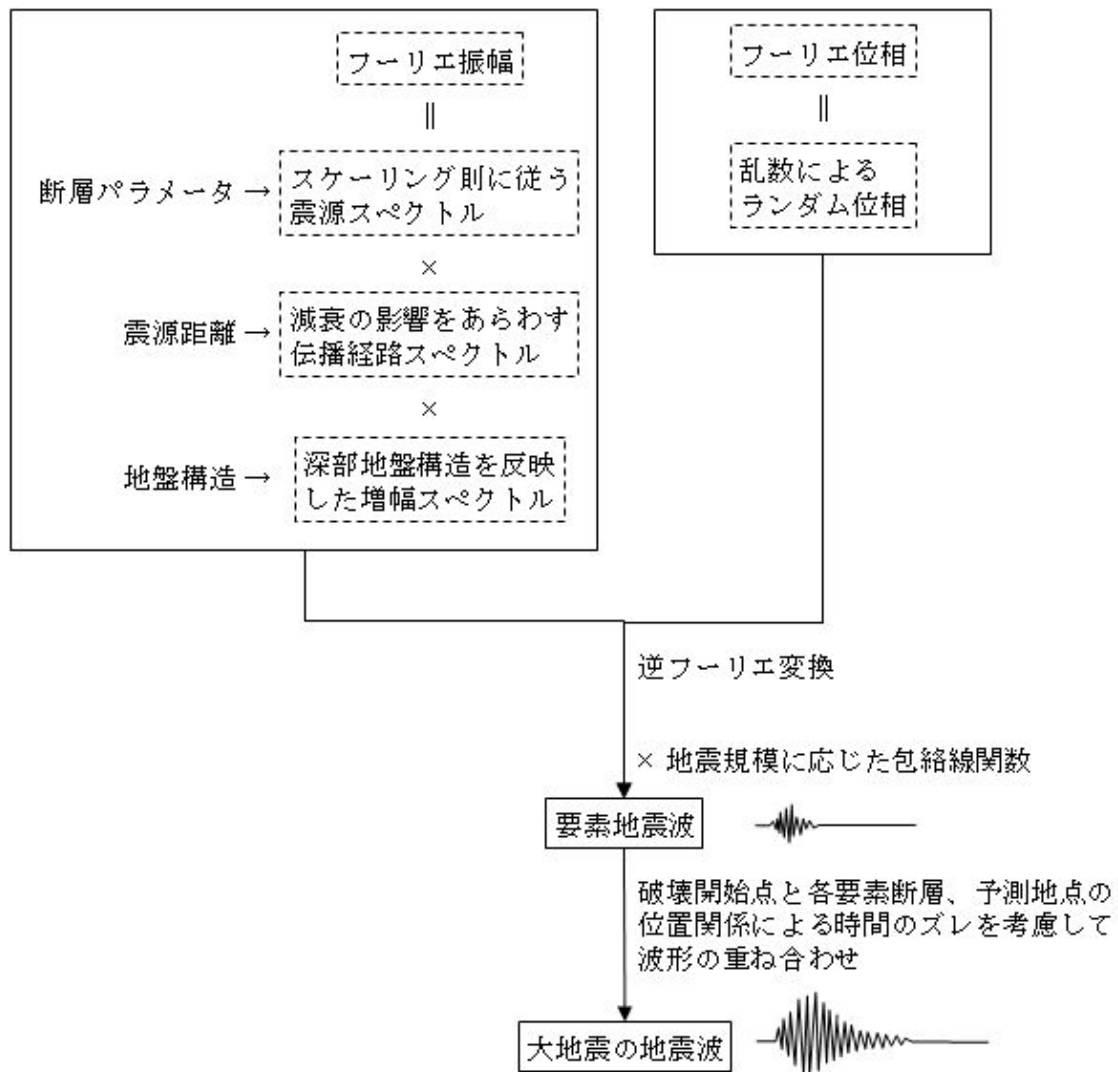


図2.2.1 統計的グリーン関数法概念（「強震動の基礎 ウェブテキスト2000版」<sup>[4]</sup>に加筆）

以下に手法の概要を記す。

対象震源断層を分割した要素断層から発生する地震基盤 ( $V_s=3000\text{m/s}$ 程度の層の上面) における小地震波形(統計的グリーン関数)は、Boore(1983)<sup>[5]</sup>の方法に準拠したフーリエスペクトルモデルと経時特性モデルを用いて作成する。

フーリエ振幅スペクトルは、下式で計算する。

$$A_b(f) = \frac{R_{\theta\phi}}{4\pi\rho\beta^3} \cdot \frac{M_0 \cdot (2\pi f)^2}{1 + \left(\frac{f}{f_c}\right)^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{f}{f_{\max}}\right)^m}} \times \frac{1}{r} \exp\left(-\frac{\pi f r}{Q(f)\beta}\right) \times 2 \sqrt{\frac{\rho\beta}{\rho_b\beta_b}} \quad (2.2.1)$$

ここに、

$f$ : 周波数

$A_b(f)$ : 地震基盤での統計的グリーン関数の加速度フーリエスペクトル

$R_{\theta\phi}$ : ラディエーションパターン係数 (=0.445)

Boore and Boatwright(1984)<sup>[6]</sup>による全方位での平均的な係数0.63を水平2成分に分解した値

$\rho$ : 地震発生層の密度

$\beta$ : 地震発生層のS波速度

$M_0$ : 要素地震の地震モーメント

$f_c$ : コーナー周波数。Brune(1970)<sup>[7]</sup>による下式を用いる。

$$f_c = 4.9 \times 10^6 \beta \left( \frac{\Delta\sigma}{M_0} \right)^{1/3} \quad (2.2.2)$$

$\Delta\sigma$ : 静的応力降下量

$f_{\max}$ : 高周波遮断周波数

$m$ : 定数 (=2)

$r$ : 震源距離

$Q(f)$ : 周波数依存のQ値。

$\rho_b$ : 地震基盤の密度

$\beta_b$ : 地震基盤のS波速度

である。

フーリエ逆変換により得られる統計的グリーン関数(小断層の地震波)を、断層の破壊過程に合わせて重ね合わせ、地震基盤における大地震波形を合成する。波形合成には、入倉ほか(1997)<sup>[8]</sup>の下式の重ね合わせを用いる。

$$U(t) = \sum_{i=1}^{NL} \sum_{j=1}^{NW} \left( \frac{r}{r_{ij}} \right) \cdot f(t) * (Cu(t-t_{ij})) \quad (2.2.3)$$

$$f(t) = \delta(t) + \frac{1}{n'(1 - \exp(-1))} \times \sum_{k=1}^{(ND-1)n'} \left[ \exp\left(-\frac{k-1}{(ND-1)n'}\right) \cdot \delta\left\{t - \frac{(k-1)\tau}{(N-1)n'}\right\} \right] \quad (2.2.4)$$

$$t_{ij} = \frac{r_{ij} - r_0}{\beta} + \frac{\xi_{ij}}{V_R} \quad (2.2.5)$$

ここに、

$U(t)$ : 合成された大地震動の時刻歴

$u(t)$ : 統計的グリーン関数時刻歴

$C$ : 大地震と要素地震の応力降下量比

$r_0$ : 要素地震の震源距離

$r_{ij}$ : 要素断層  $ij$  から地震動評価地点までの距離

$\xi_{ij}$ : 破壊開始点から要素断層  $ij$  までの距離

$\beta$ : 地震発生層のS波速度

$V_R$ : 破壊伝播速度

$\tau$ : ライズタイム

$NL, NW, ND$ : 断層長さ方向、断層幅方向、時間方向の重ね合わせ数

(大地震と小地震の地震モーメント比、応力降下量比から決める)

$n'$ : 重ね合わせによる非物理的な周期を、興味範囲外の短周期にするための整数

第3章以降で各想定地震での断層モデルを示す。その際、断層の長さ、幅のような巨視的断層パラメータのみならず、アスペリティ、破壊開始点が特に重要となる。これは、実際の地震断層上の滑りは一様でなく不均質であることによる。不均質さについては、簡単にアスペリティと背景領域に二分することで、概ね地震動を再現できることが近年の地震での観測記録の分析から知られている。その手順を具体的に記したのが「震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」）（地震調査研究推進本部(2009)）」<sup>[8]</sup>であり、近年の強震動予測では、これを基本的に用いて設定されている。

#### ※アスペリティ

強震動生成域とも呼ばれ、図で緑色で示している部分。地震を起こす岩盤のずれは決して断層面全体にわたって一様ではなく、大きくずれるところとほとんどずれないところがある。通常は強く固着しているが、地震時に急に大きくずれるところ、つまり強い地震動を発生する領域をアスペリティという。この位置や大きさが地震動の特性に大きく影響する。

#### ※ディレクティビティ

伝播の進行方向では断層各部で発生した地震波が重なりあい、全体として振幅の大きな長周期のパルス波が形作られる。方向に依存して地震動の強さに違いが出ることから、この現象は指向性（ディレクティビティ）と呼ばれる。音の伝播におけるドップラー効果に似た現象である。

対象地域に対し遠くから向かってくる方向に破壊伝播が進んでくるように破壊開始点を設

定すると、ディレクティビティの影響が強く現れる。

深部地盤モデルについては、最新の知見に基づき構築され、現時点では最も精度が高いと考えられる、地震調査研究推進本部「長周期地震動予測地図」2012年試作版<sup>[10]</sup>の地下構造モデル(全国1次地下構造モデル(暫定版))に基づき、深部地盤モデルを構築した。

深部地盤モデルの物性値は表2.2.1に示す通りである。

表2.2.1 深部地盤モデルの物性値(「長周期地震動予測地図2012年試作版」<sup>[10]</sup>より)

層番号	S波速度 Vs (m/s)	密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	Q値 Qs
1	350	1.80	70
2	500	1.95	100
3	600	2.00	120
4	700	2.05	140
5	800	2.07	160
6	900	2.10	180
7	1000	2.15	200
8	1300	2.20	260
9	1500	2.25	300
10	1700	2.30	340
11	2000	2.35	400
12	2400	2.45	400
13	2900	2.60	400
14	3200	2.65	400
15	3400	2.70	400
16	3800	2.80	400
17	4500	3.20	500
18	2900	2.40	200
19	4000	2.90	300
20	4700	3.20	500
21	2800	2.60	200
22	3500	2.80	300
23	4600	3.40	500

$Q_s = 1000 \times V_s / 5$  ただし $Q_s$ が400を超える場合は400とする

構築した深部地盤モデルでの地震基盤の深さを図2.2.2に示す。全国1次地下構造モデル(暫定版)は、約1km間隔のデータとなっている。

内閣府による南海トラフ巨大地震の想定<sup>[1]</sup>での5kmメッシュ単位では、断層近傍の特性を表せないで、1kmメッシュ単位で、工学的基盤上の波形データを作成する。

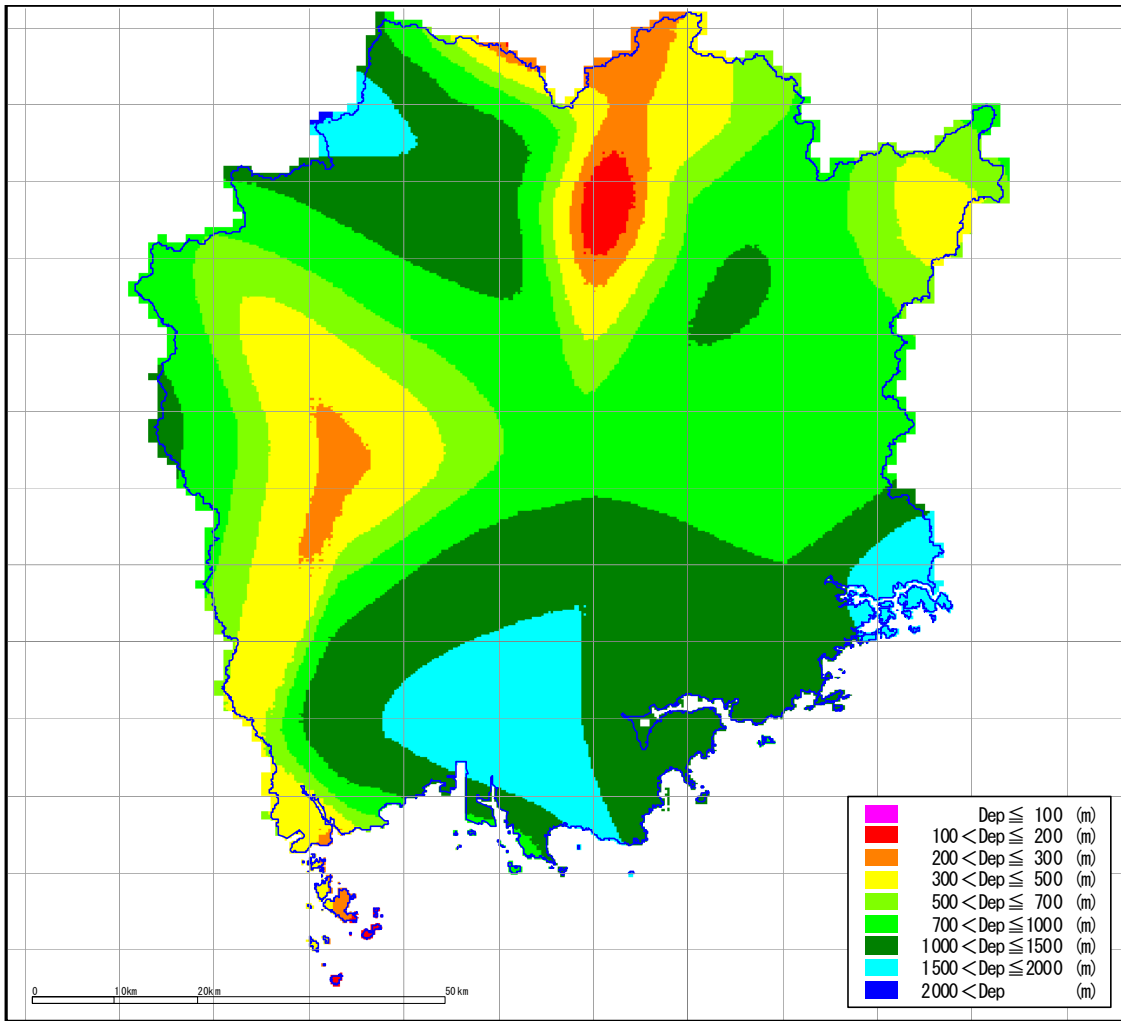


図2.2.2 地震基盤の深さ分布



## 2.3 浅部地盤の地震動予測計算

基盤地震動予測と同様に、詳細法と簡易法に大別される。詳細法は、層モデルを用いるので高い精度が期待できる。一方で、層モデルには多くの地盤情報を必要とするにもかかわらず、情報が不足している地域が多いのが現状である。深さ30mまでの平均S波速度(AVS30)を用いる簡易法では、精度の限界はあるものの、全県での情報が得られる。そのような現状に鑑み、また既往の成果との整合性を確認するため、以下の方針で手法を選択する。

工学的基盤上の地震動を基に、詳細法(浅部地盤の地震応答解析)を行い、地表の地震動を予測する。計算手法は、等価線形解析法とし、震度階分布等を作成する。ただし、地震調査研究推進本部<sup>[2]</sup>では、簡便法も実施されていることをふまえ、地震調査研究推進本部の強震動評価の対象となっている山崎断層帯主部、那岐山断層帯、中央構造線、長尾断層帯については、詳細法と簡便法の両方で算出し、各メッシュで大きい方の値を用いることとする。

詳細法と簡易法の概略を記す。

### (1) 詳細法【地震応答解析】

地表の地震動については、工学的基盤で算出された地震動波形と表層地盤モデルを用いて、地震応答解析を行って求める。地震応答解析は、地盤の非線形性を考慮するために、一次元の等価線形法を用いる。ただし、通常の等価線形計算(SHAKE)<sup>[11]</sup>では、高周波数での地震動の減衰が大きくなり過ぎることがある。そのため、各種の有効ひずみの周波数依存性を考慮した等価線形計算手法が提案されている。ただし、逆に改良手法の効果が出過ぎて高周波数を過大評価する場合もあるので、地震観測記録との整合性がよい、Suetomi&Yoshida(1998)<sup>[12]</sup>によるFDEL<sup>[13]</sup>のパラメータを調整した手法を用いる。解析コードとしては、吉田・末富(1996)によるDYNEQ<sup>[14]</sup>を用いる。

図 2.3.1 に一般的な等価線形地震応答解析の概要を示す。地震応答解析に用いる物性値については、南海トラフ巨大地震の想定<sup>[15]</sup>で用いた地盤モデルにより、物性値を設定する。

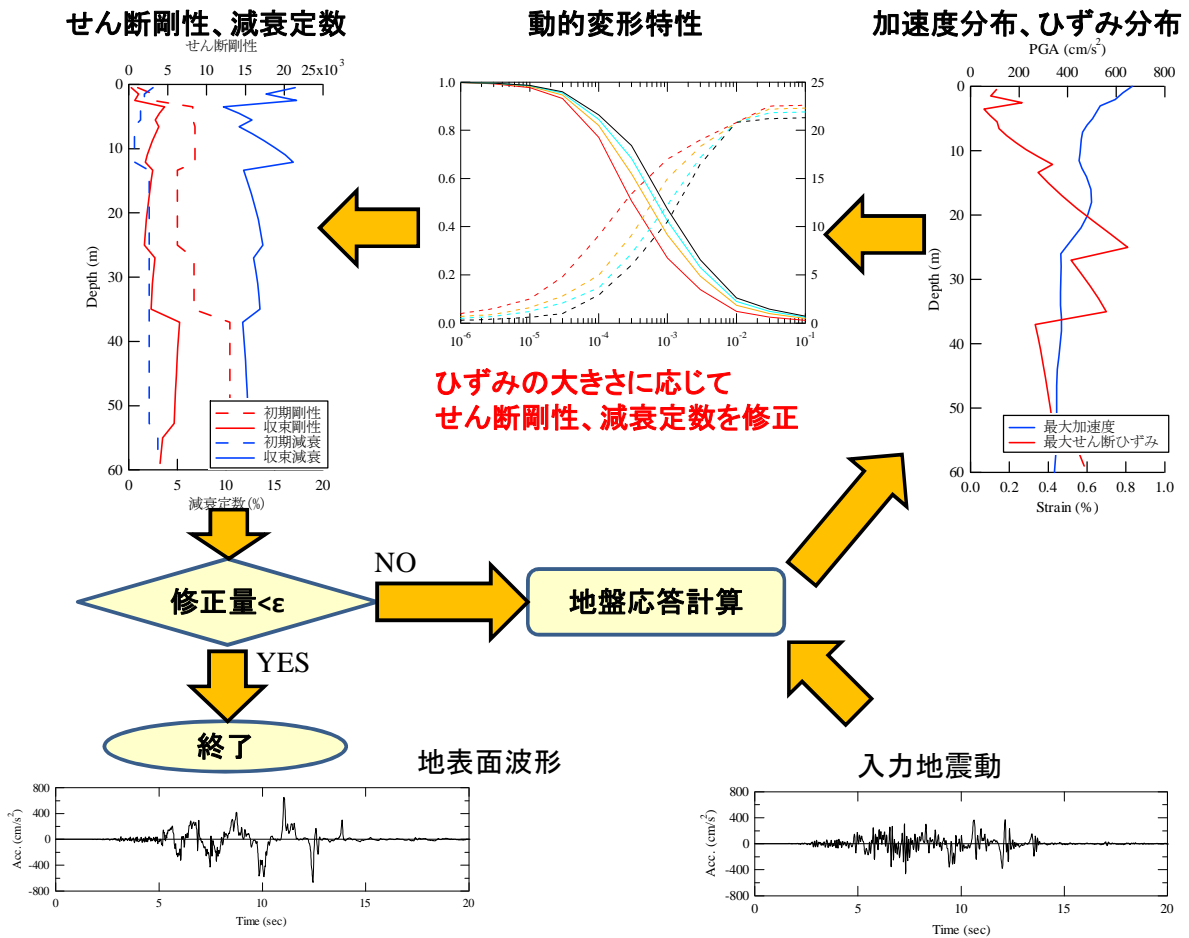


図2.3.1 等価線形地震応答解析の手順概要

## (2) 簡易法【AVS30との関係】

南海トラフ巨大地震の想定と同様に、AVS30を地盤指標として、内閣府(2012)<sup>[1]</sup>で用いている横田ら(2005)<sup>[16]</sup>の関係(表2.3.2)により、震度増分を算出する。地震被害想定では、最大加速度やSI値など他の指標が必要な場合もあるので、計測震度との関係式を用いて、計測震度から算出する。計測震度については、非線形性(軟弱地盤では揺れが強くなるほど増分は小さくなる)を考慮したモデルとしている。

$$\lambda_{II} = a - b \cdot \log_{10} AVS30 \quad (2.3.1)$$

童・山崎(1996)<sup>[17]</sup>の関係

$$PGV = 10^{0.45 \cdot I_{jma} - 0.97} \quad (2.3.2)$$

$$PGA = 10^{0.51 \cdot I_{jma} - 0.23} \quad (2.3.3)$$

童・山崎ら(1994)<sup>[18]</sup>の関係

$$SI = 1.18 \cdot PGV \quad (2.3.4)$$

表2.3.2 横田ら<sup>[16]</sup>の関係における係数a, b

基盤震度	a	b
3.0～3.9	2.943	1.034
4.0～4.4	2.916	1.026
4.5～4.9	2.888	1.015
5.0～5.4	2.715	0.954
5.5～5.9	2.494	0.876
6.0～6.4	2.434	0.855

250mメッシュのAVS30には、南海トラフ巨大地震の想定<sup>[15]</sup>で構築した図2.3.2の分布を用いる。

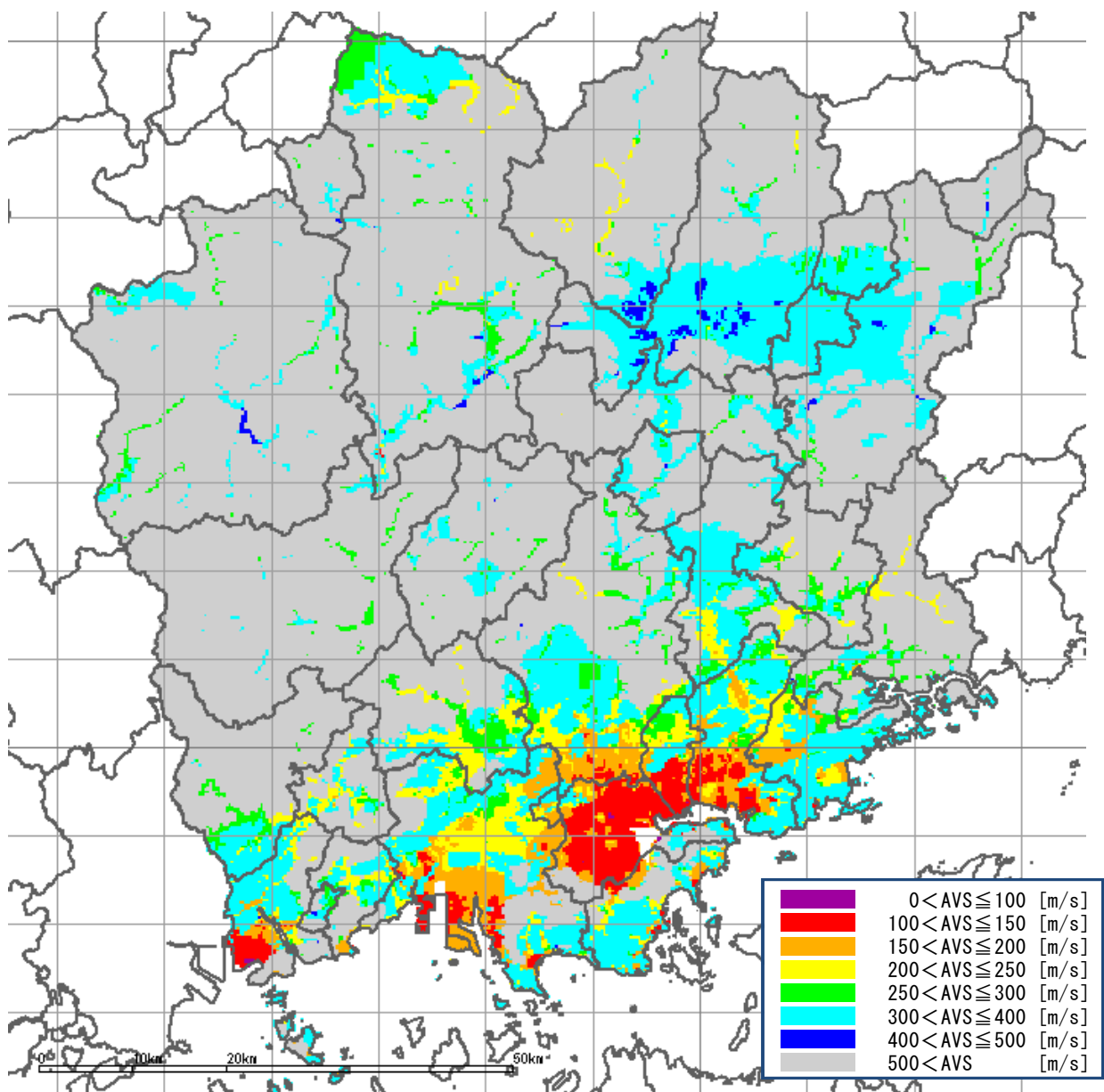


図2.3.2 AVS30（深さ30mまでの平均S波速度）の分布

## 参考文献[2章]

- [1] 内閣府 南海トラフの巨大地震モデル検討会：南海トラフの巨大地震モデル検討会(第二次報告)，2012年8月 (<http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/model/>)
- [2] 地震調査研究推進本部地震調査委員会：全国地震動予測地図，2009年7月 ([http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09\\_yosokuchizu/index.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09_yosokuchizu/index.htm))
- [3] 釜江克宏，入倉孝次郎，福知保長：地震のスケーリング則に基づいた大地震時の強震動予測，日本建築学会構造系論文報告集，第430号，pp.1-9，1991年
- [4] 木下繁夫，大竹政和 監修：強震動の基礎 ウェブテキスト2000版，2000年 (<http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/gk/publication/>)
- [5] David M. Boore : Stochastic Simulation of High-Frequency Ground Motions Based on Seismological Models of The Radiated Spectra, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.73, No.6, pp.1865-1894, 1983年
- [6] Boore, D.M. and J. Boatwright: Average body-wave radiation coefficients, Bull. Seism. Soc. Am. , 74, pp. 1615-1621, 1984年
- [7] Brune J. N.: Tectonic stress and the spectra of seismic shear waves from earthquakes, J. Geophys. Res. , 75, pp.4997-5009, 1970年
- [8] 入倉孝次郎，香川敬生，関口春子：経験的グリーン関数を用いた強震動予測方法の改良，日本地震学会講演予稿集（1997年度秋季大会），No.2, B25, 1997年
- [9] 地震調査研究推進本部地震調査委員会：震源断層を特定した地震の強震動予測手法（「レシピ」），2009年12月 ([http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09\\_yosokuchizu/g\\_furoku3.pdf](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09_yosokuchizu/g_furoku3.pdf))
- [10] 地震調査研究推進本部地震調査委員会：「長周期地震動予測地図」2012年試作版，2012年1月 ([http://www.jishin.go.jp/main/chousa/12\\_choshuki/index.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/12_choshuki/index.htm))
- [11] Schnabel, P. B., Lysmer, J. and Seed, H. B.: SHAKE A Computer program for earthquake response analysis of horizontally layered sites, Report No. EERC72-12, University of California, Berkeley, 1972年
- [12] Suetomi, I. and N. Yoshida: Damping characteristics of soil deposits during strong ground motions, Proceedings of the Second International Symposium on the Effect of Surface Geology on Seismic Motion, Yokohama, pp.765-772, 1998年
- [13] 杉戸真太，会田尚義，増田民夫：周波数特性を考慮した等価ひずみによる地盤の地震応答解析法に関する一考察，土木学会論文集，No.493/III-27, pp.49-58, 1994年
- [14] 吉田望，末富岩雄：DYNEQ：等価線形法に基づく水平成層地盤の地震応答解析プログラム，佐藤工業株式会社中央技術研究所 技術研究所報，22号，pp.61-70, 1996年
- [15] 岡山県危機管理課：岡山県地震・津波被害想定調査 報告書，2013年7月 (<http://www.pref.okayama.jp/page/345185.html>)
- [16] 横田崇，稲垣賢亮，増田徹：数値実験による地盤特性と増幅率の関係，日本地震学会講演予稿集（2005年度秋季大会），p.86, B064, 2005年
- [17] 童華南，山崎文雄：地震動強さ指標と新しい気象庁震度との対応関係，生産研究，Vol.48, No.11, pp.547-550, 1996年
- [18] 童華南，山崎文雄，佐々木裕明，松本省吾：被害事例に基づく地震動強さと家屋被害率の関係，第9回日本地震工学シンポジウム，pp.2299-2304, 1994年

### 3. 想定地震の条件と震度分布

#### 3.1 山崎断層帯主部の地震

##### 3.1.1 山崎断層帯の概要

図 3.1.1 に山崎断層帯の概略位置を示す。山崎断層帯は、図 3.1.2 に示すように、那岐山断層帯、山崎断層帯主部、草谷断層の 3 つの起震断層に区分される<sup>[1]</sup>。那岐山断層帯については、3.2 で記す。草谷断層は岡山県からは離れている。

山崎断層帯主部は、岡山県美作市(旧 勝田郡勝田町)から兵庫県三木市に至る断層帯で、ほぼ西北西－東南東方向に一連の断層が連なるように分布している。全体の長さは約 79km で、左横ずれが卓越している。

山崎断層帯主部は、兵庫県姫路市より北西側と兵庫県神崎郡福崎町より南東側とではそれぞれ最新活動時期が異なるので、さらに北西部と南東部に分けて長期評価が行われている。山崎断層帯主部(北西部)の平均的な左横ずれ速度は約 1m/千年で、最新の活動時期は 868 年(貞観 10 年)の播磨国地震であったと推定されている。1 つ前の活動時期は約 3,400 前～約 2,900 年前であった可能性があり、平均活動間隔は約 1,800～2,300 年と考えられている。

山崎断層帯主部(南東部)の平均的な左横ずれ速度は、0.8m/千年程度で、最新の活動時期は 4 世紀～6 世紀で、平均活動間隔は 3,900 年程度と考えられている。山崎断層帯主部(北西部)では、 $M_J$  7.7 程度の地震が発生する可能性があり、そのときの左横ずれ量は 2～5m 程度、山崎断層帯主部(南東部)では、 $M_J$  7.3 程度の地震が発生する可能性があり、そのときの左横ずれ量は 3m 程度と考えられている。

今後 30 年間に地震が発生する確率は北西部で 0.09～1%、南東部ではほぼ 0～0.01%となっており、北西部は我が国の主な活断層の中ではやや高いグループに属している。

山崎断層帯主部全体が連動して活動することも考えられ、その場合、 $M_J$  8.0 程度の地震が発生する可能性がある。その連動して活動する場合の地震発生確率は、北西部と南東部それぞれの地震発生確率を超えないと考えられている。

岡山県平成7年度想定<sup>[2]</sup>では、大原断層・土万断層に相当する部分で想定し、 $M_J$  7.4 としている。岡山県平成14年度想定<sup>[3]</sup>では、大原断層部分で想定し、 $M_J$  7.2 としている。

地震調査研究推進本部<sup>[4]</sup>では、主部全体が連動、北西部のみ、南東部のみ、の複数ケースで検討しており、本想定では最大級となる山崎断層帯主部全体(大原・土方・安富・主部南東部)が連動して活動するケースで想定し、地震規模は  $M_J$  8.0 とする。なお、地震調査研究推進本部による震度分布では、北西部のみの場合でも、岡山県内の揺れはほとんど変わらない。

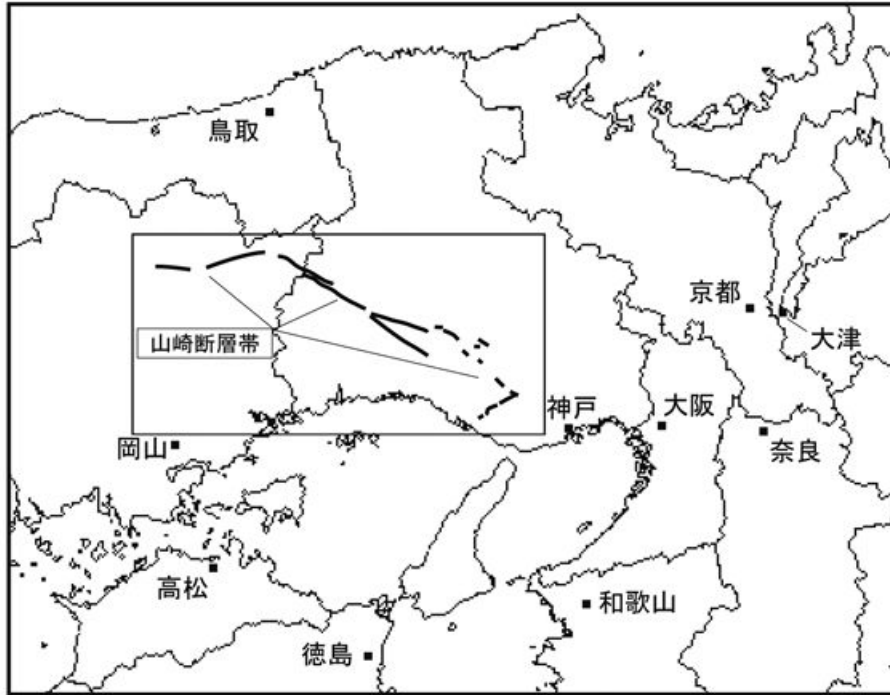


図3.1.1 山崎断層帯の概略位置(地震調査研究推進本部<sup>[1]</sup>に加筆)

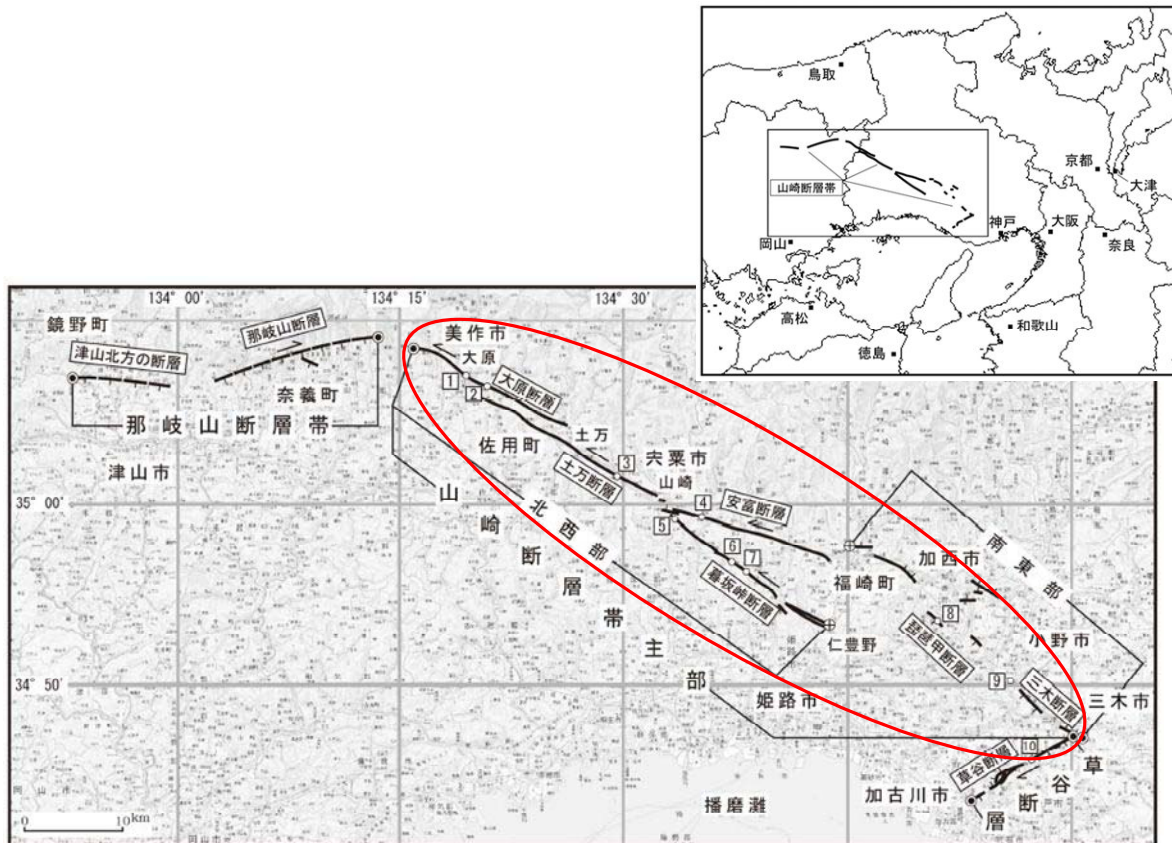


図3.1.2 山崎断層帯主部の位置(地震調査研究推進本部<sup>[1]</sup>に加筆)

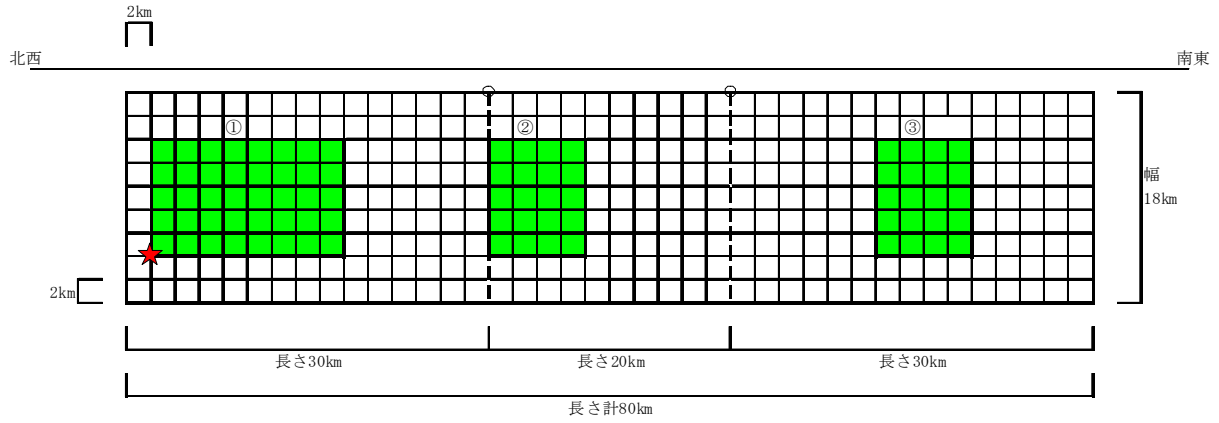
### 3.1.2 断層パラメータ

地震調査研究推進本部「全国地震動予測地図」<sup>[4]</sup>での山崎断層帯主部全体での設定(長さ計80km、 $M_j8.0$ )を用いる。なお、「全国地震動予測地図」では、全体が連動するケースでは北西側から破壊するケースのみ考慮している。岡山県内には、南東側から破壊するケースの方が、フォワードディレクティビティの影響が現れるので、このケースも加える。震源パラメータを表3.1.1に、震源モデルを図3.1.3に示す。ケース2が、今回加えたケースである。

表3.1.1 山崎断層帯主部の地震の震源パラメータ

項目		値			単位	
巨視的 震源特性	区間	大原・ 土万断層	安富断層	琵琶甲・ 三木断層		
	緯度	34.989	34.957	34.783	°	
	経度	134.533	134.749	135.000	°	
	上端深さ $d$	2	2	2	km	
	長さ $L$	30	20	30	km	
	幅 $W$	18	18	18	km	
	断層面積 $S$	1440			km <sup>2</sup>	
	走向 $\theta$	300	280	310	°	
	傾斜角 $\delta$	90	90	90	°	
	すべり角 $\lambda$	0	0	0	°	
	地震モーメント $M_0$	1.15E+20			Nm	
	モーメントマグニチュード $M_w$	7.3				
	密度 $\rho$	2.7			g/cm <sup>3</sup>	
	S波速度 $\beta$	3.4			km/s	
	剛性率 $\mu$	3.12E+10			N/m <sup>2</sup>	
	静的応力降下量 $\Delta\sigma$	3.1			MPa	
	すべり量 $D_a$	2.6			m	
微視的 震源特性	全	面積 $S_a$	316.8		km <sup>2</sup>	
	アス	すべり量 $D_a$	5.1		m	
	ペリ	実効応力 $\Delta\sigma_a$	14.4		MPa	
	ティ	地震モーメント $M_{0a}$	5.08E+19		Nm	
	アス ペリ ティ	面積 $S_{a1}$	158.4	79.2	79.2	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_{a1}$	6.1	4.3	4.3	m
		実効応力 $\Delta\sigma_{a1}$	14.4	14.4	14.4	MPa
		地震モーメント $M_{0a1}$	3.02E+19	1.06E+19	1.06E+19	Nm
	背 景 領 域	面積 $S_b$	1123.2		km <sup>2</sup>	
		すべり量 $D_b$	1.8		m	
実効応力 $\Delta\sigma_b$		2.4		MPa		
地震モーメント $M_{0b}$		6.46E+19		Nm		
その他の 震源特性	高周波遮断周波数 $f_{max}$	6			Hz	
	破壊伝播速度 $V_R$	2.4			km/s	

ケース1



ケース2

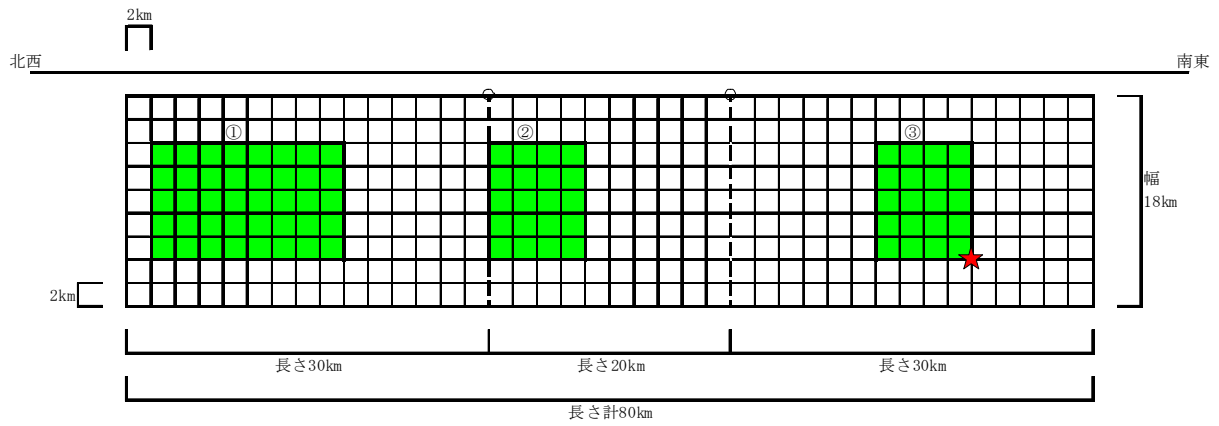


図3.1.3 山崎断層帯主部の地震の震源モデル



### 3.1.3 震度分布

震度分布を図3.1.4に示す。詳細法、簡易法で行い、それぞれ各メッシュで2ケースの最大をとった後、両手法の結果での最大を示している。

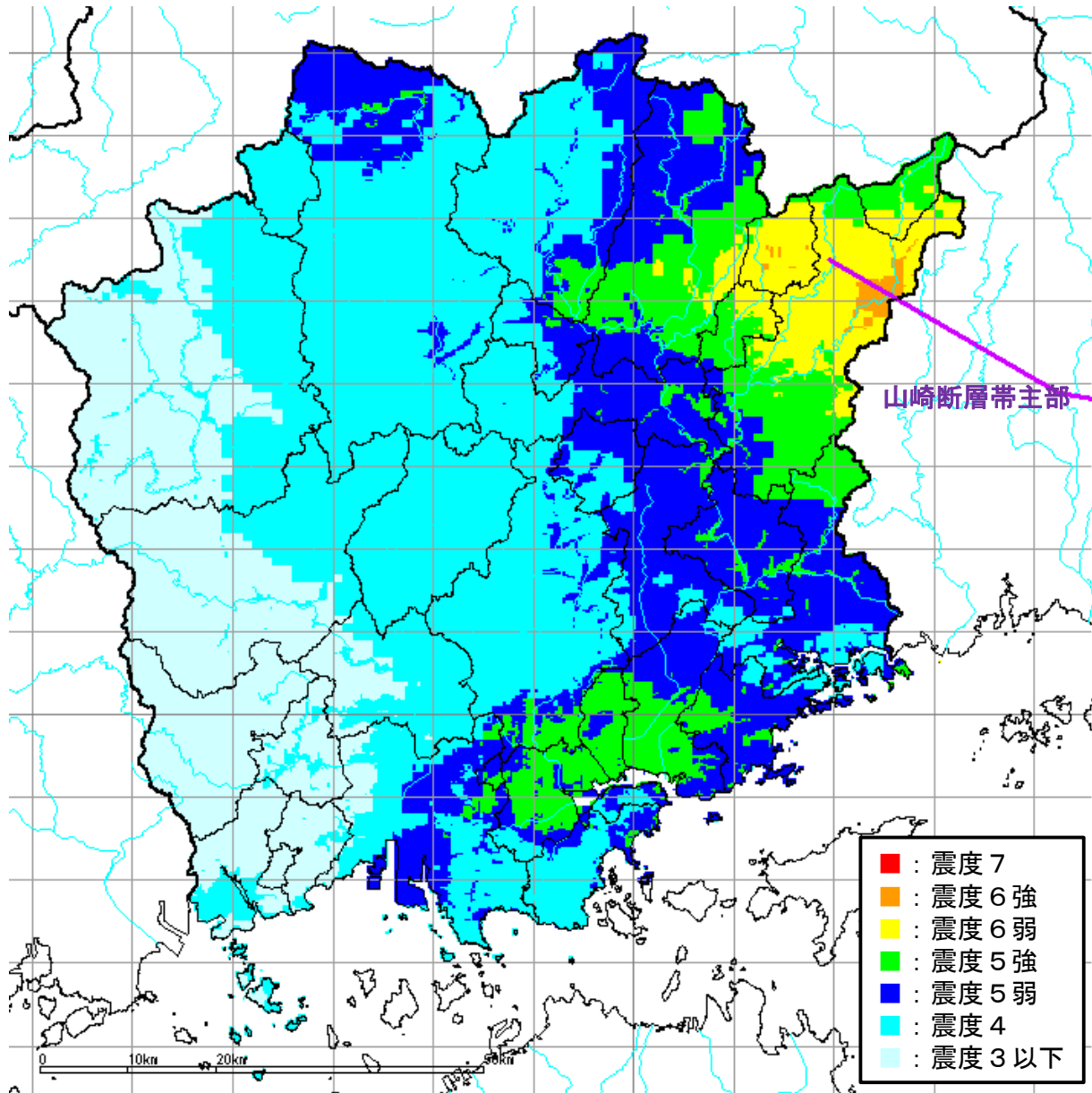


図3.1.4 山崎断層帯主部の地震の震度分布

## 3.2 那岐山断層帯の地震

### 3.2.1 那岐山断層帯の概要

那岐山断層帯は、3.1 で述べた山崎断層帯の北側に位置し、岡山県苫田郡鏡野町から勝田郡奈義町に至る断層帯である（図 3.2.1）<sup>[1]</sup>。ほぼ東西方向に延びており、断層帯の北側が南側に対して相対的に隆起する断層帯である。

那岐山断層帯の平均的な上下方向のずれの速度は約 0.06~0.09/千年であったと考えられるが、最新活動時期の正確な年代は不明である。1回のずれの量と平均的なずれの速度の関係に基づくと、平均活動間隔は 24,000~53,000 年程度であったと考えられる。今後 30 年間に地震が発生する確率は 0.06~0.1%であり、我が国の主な活断層の中ではやや高いグループに属している。

岡山県平成 7 年度想定<sup>[2]</sup>、岡山県平成 14 年度想定<sup>[3]</sup>では、対象としていない。しかしながら、岡山県内の活断層で県北東部に大きな影響をもたらす可能性があり、地震調査研究推進本部<sup>[4]</sup>が強震動予測を行っている地震でもあるので、今回は想定地震とし、地震調査研究推進本部にならって、地震規模は  $M_j7.3$  とする。

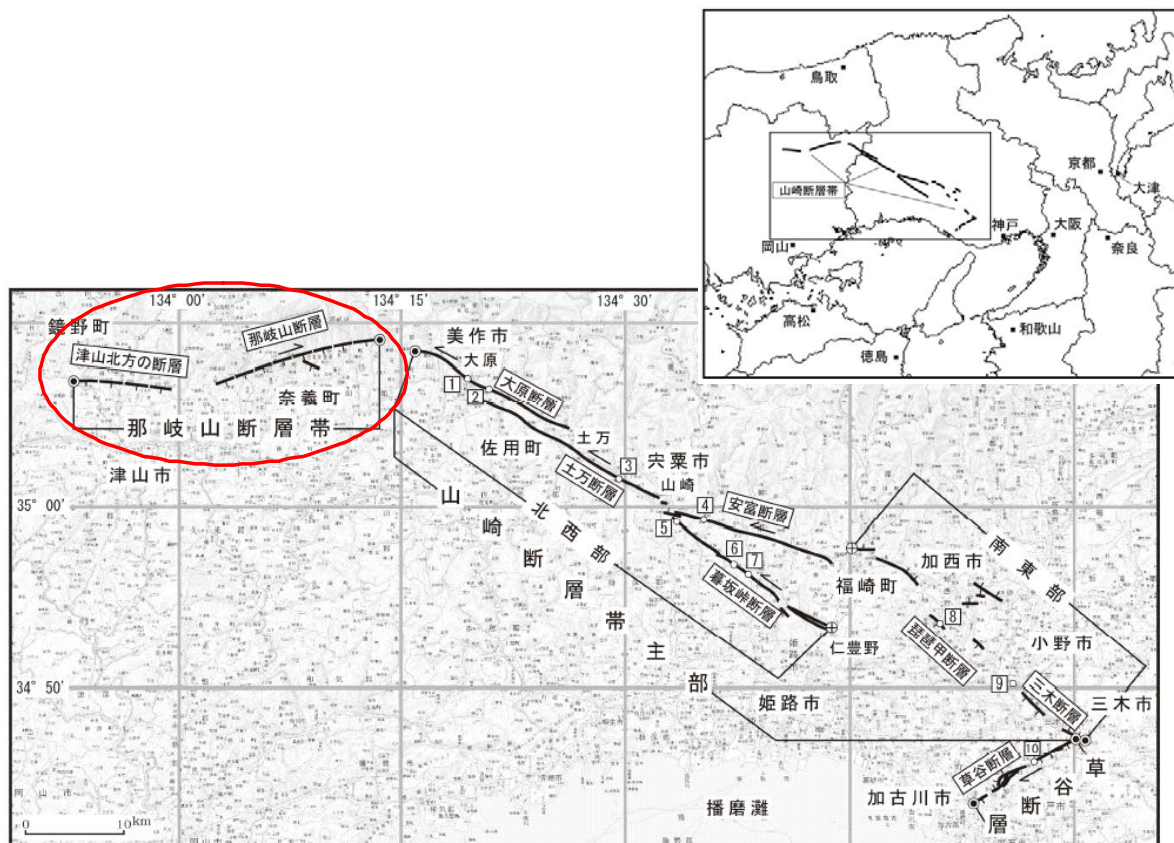


図3.2.1 那岐山断層帯の位置(地震調査研究推進本部<sup>[1]</sup>に加筆)

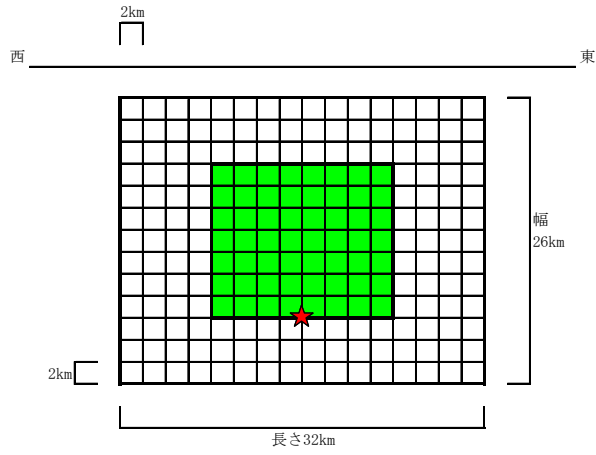
### 3.2.2 断層パラメータ

地震調査研究推進本部「全国地震動予測地図」<sup>[4]</sup>での那岐山断層帯の設定(長さ32km、 $M_j7.3$ )を用いる。「全国地震動予測地図」ではアスペリティ1個のモデルとなっているが(図3.2.2のケース1)、アスペリティ2個のモデルもあり得る地震規模である。那岐山断層帯は津山市周辺に大きな影響を及ぼす可能性があることから、アスペリティ2個のモデルも考慮する。震源パラメータを表3.2.1に、震源モデルを図3.2.2に示す。逆断層であることから破壊開始点はアスペリティの下端中央に置くこととし、アスペリティ1個のモデルで1通りに、アスペリティ2個のモデルで2通りを加えている(ケース2、3)である。

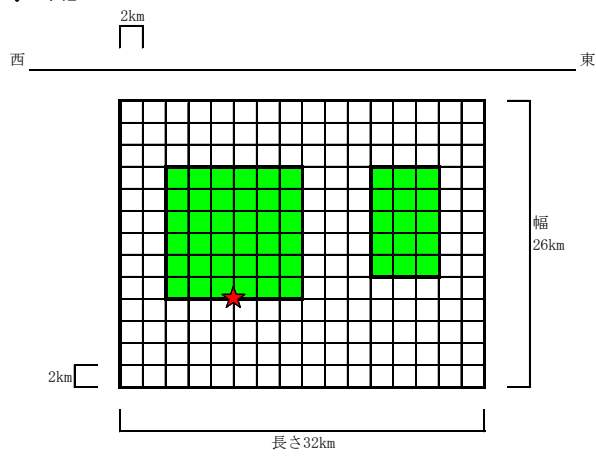
表3.2.1 那岐山断層帯の地震の震源パラメータ

項目		値		単位	
		ケース1	ケース2, 3		
巨視的 震源特性	緯度	35.170		°	
	経度	134.217		°	
	上端深さ $d$	2		km	
	長さ $L$	32		km	
	幅 $W$	26		km	
	断層面積 $S$	832		km <sup>2</sup>	
	走向 $\theta$	262.7		°	
	傾斜角 $\delta$	45		°	
	すべり角 $\lambda$	90		°	
	地震モーメント $M_0$	3.85E+19		Nm	
	モーメントマグニチュード $M_w$	7.0			
	密度 $\rho$	2.7		g/cm <sup>3</sup>	
	S波速度 $\beta$	3.4		km/s	
	剛性率 $\mu$	3.12E+10		N/m <sup>2</sup>	
静的応力降下量 $\Delta\sigma$	3.9		MPa		
すべり量 $D_a$	1.5		m		
微視的 震源特性	全	面積 $S_a$	221.7		km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_a$	3		m
		実効応力 $\Delta\sigma_a$	14.6		MPa
		地震モーメント $M_{0a}$	2.08E+19		Nm
	アスペリティ1	面積 $S_{a1}$	221.7	147.9	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_{a1}$	3	3.3	m
		実効応力 $\Delta\sigma_{a1}$	14.6	14.6	MPa
		地震モーメント $M_{0a1}$	2.08E+19	1.52E+19	Nm
	アスペリティ2	面積 $S_{a2}$	—	73.9	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_{a2}$	—	2.3	m
		実効応力 $\Delta\sigma_{a2}$	—	14.6	MPa
		地震モーメント $M_{0a2}$	—	5.36E+18	Nm
	背景領域	面積 $S_b$	610.3		km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_b$	0.9		m
実効応力 $\Delta\sigma_b$		2.5		MPa	
地震モーメント $M_{0b}$		1.77E+19		Nm	
その他の震源特性	高周波遮断周波数 $f_{max}$	6		Hz	
	破壊伝播速度 $V_R$	2.4		km/s	

ケース1



ケース2



ケース3

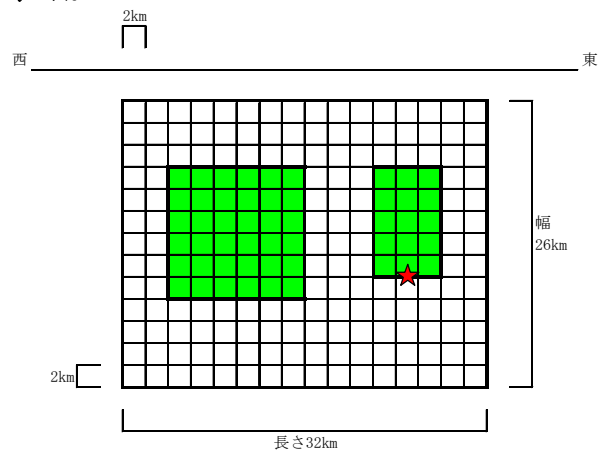


図3. 2. 2 那岐山断層帯の地震の震源モデル

### 3.2.3 震度分布

震度分布を図 3.2.3 に示す。詳細法、簡易法で行い、それぞれ各メッシュで2ケースの最大をとった後、両手法の結果での最大を示している。

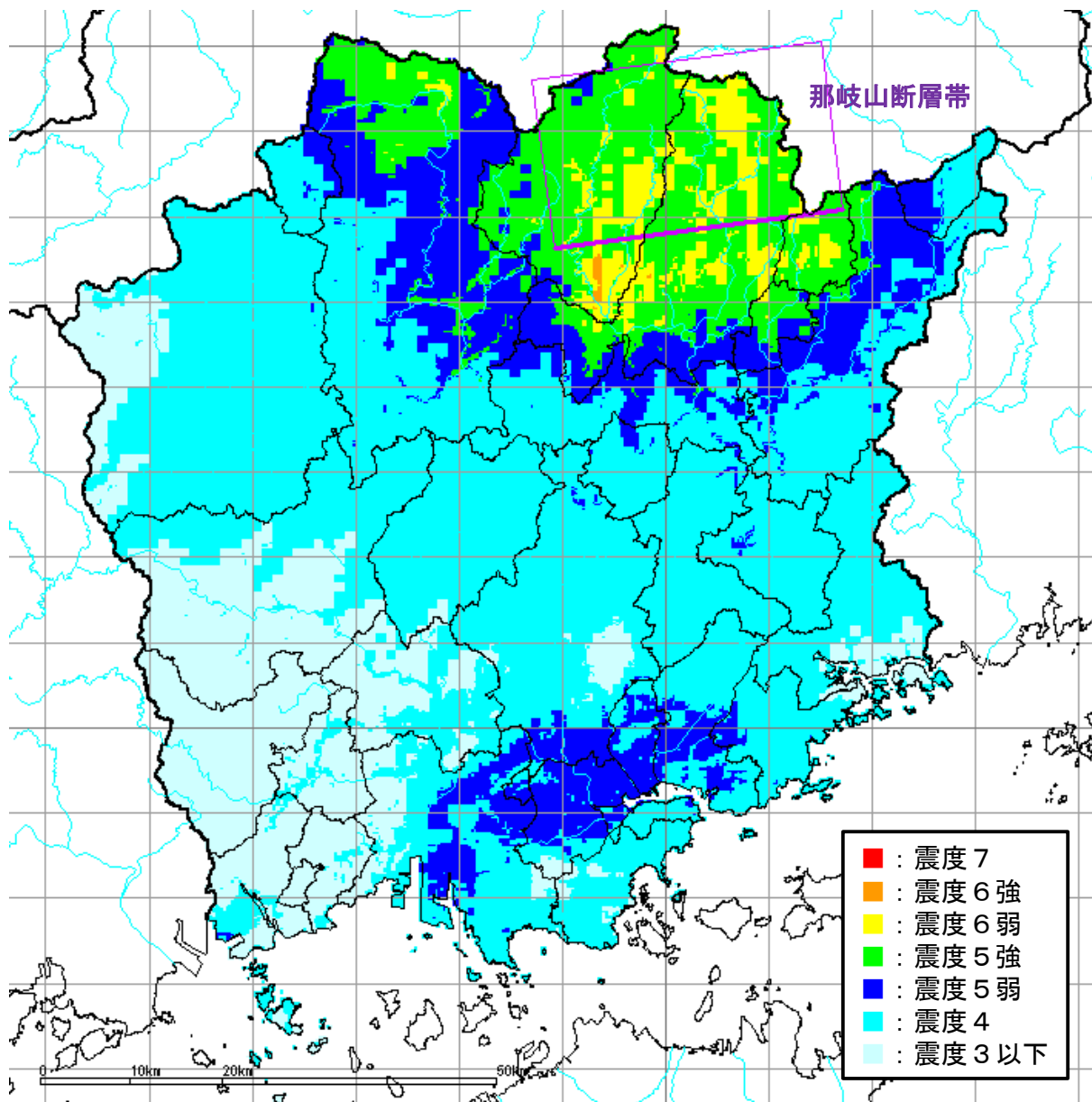


図3.2.3 那岐山断層帯の地震の震度分布

### 3.3 中央構造線断層帯の地震

#### 3.3.1 中央構造線断層帯の概要

中央構造線断層帯は、近畿地方の金剛山地の東縁から、和泉山脈の南縁、淡路島南部の海域を経て、四国北部を東西に横断し、伊予灘に達する長大な断層帯である。地震調査研究推進本部<sup>[5]</sup>によると、この断層帯は、6区間に分けられる（図 3.3.1）。岡山県内に影響が大きいのは讃岐山脈南縁～石鎚山脈北縁東部区間である。香川県および広島県の平成 25 年度想定でも、この地震調査研究推進本部による区間分けに基づいている。以下に、概要を記す。

過去の活動時期の違いに基づけば、①金剛山地東縁から和泉山脈南縁に至る区間（当麻断層～根来断層、もしくは当麻断層～磯ノ浦断層及び和歌山北断層）、②紀淡海峡から鳴門海峡に至る区間（友ヶ島水道断層～鳴門海峡断層、もしくは和歌山北断層及び磯ノ浦断層～鳴門海峡断層）、③讃岐山脈南縁～石鎚山脈北縁東部（鳴門断層及び鳴門南断層～石鎚断層）、④石鎚山脈北縁（岡村断層）、及び⑤石鎚山脈北縁西部～伊予灘（川上断層～伊予灘西部断層）の 5 つの区間に分けられる（①を金剛山地東縁と和泉山脈南縁に分けると 6 区間）。

四国東端の鳴門市付近から愛媛県伊予市を経て伊予灘の佐田岬北西沖付近に至る範囲では、16 世紀に最新活動があったと推定される。この時には、鳴門市付近から佐田岬北西沖付近まで同時に活動したと推定されるが、複数の区間に分かれて活動した可能性もある。また、一つ前の活動では、石鎚断層及びこれより東側の区間（讃岐山脈南縁～石鎚山脈北縁東部）、石鎚山脈北縁の岡村断層からなる区間、川上断層及びこれより西側の区間（石鎚山脈北縁西部～伊予灘）の 3 つに分かれて活動したと推定される。

本断層帯付近における歴史時代の活動として、1596 年 9 月 1 日に伊予地方で地震があったとの記録がある。また、その 4 日後の 9 月 5 日には、慶長伏見地震が発生した。この地震については、京都及び畿内において被害の記録が多く残されているが、鳴門地方や伊予地方にも被害の記録があり、さらに、現在の徳島県北東部の撫養の海岸が隆起したとの記録もある。さらに同年 9 月 4 日（または 9 月 1 日）には別府湾を中心とする地域で、慶長豊後（瓜生島）地震が発生している。

9 月 5 日の慶長伏見地震では、有馬～高槻断層帯が活動したと推定されているが、その被害は四国地方の一部にも及んでいる可能性がある。地形・地質的な調査結果からは、中央構造線断層帯は、四国地方全域が 16 世紀以後に活動したと推定されるが、四国地方の中央構造線断層帯沿いの慶長・伏見地震時の被害の記録はごく一部に限られており、慶長伏見地震の際に中央構造線断層帯も活動したと特定することはできない。9 月 1 日の伊予地方の地震及び 9 月 4 日（または 9 月 1 日）の豊後の地震も同様である。このように、まだ不明の点も多いが、この区間で今後 30 年間に地震が発生する確率はほぼ 0～0.3%であり、我が国の主な活断層の中ではやや高いグループに属している。

岡山県平成 7 年度想定<sup>[2]</sup>、岡山県平成 14 年度想定<sup>[3]</sup>でも、中央構造線の一部 ( $M_j 8.0$ ) として想定地震している。本検討でも、地震調査研究推進本部による中央構造線断層帯（讃岐山脈南縁～石鎚山脈北縁東部）の想定に基づき、地震規模を  $M_j 8.0$  として想定する。

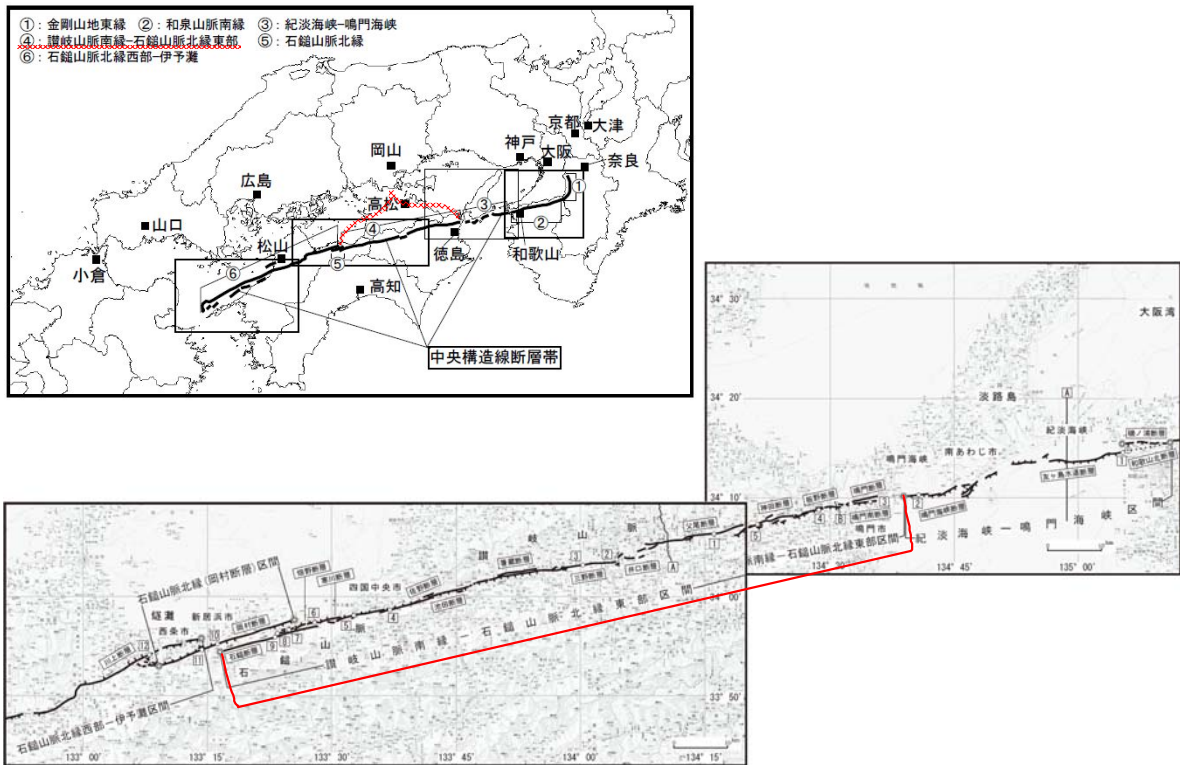


図3.3.1 中央構造線断層帯(讃岐山脈南縁～石鎚山脈北縁東部)の位置  
(地震調査研究推進本部<sup>[5]</sup>に加筆)

### 3.3.2 断層パラメータ

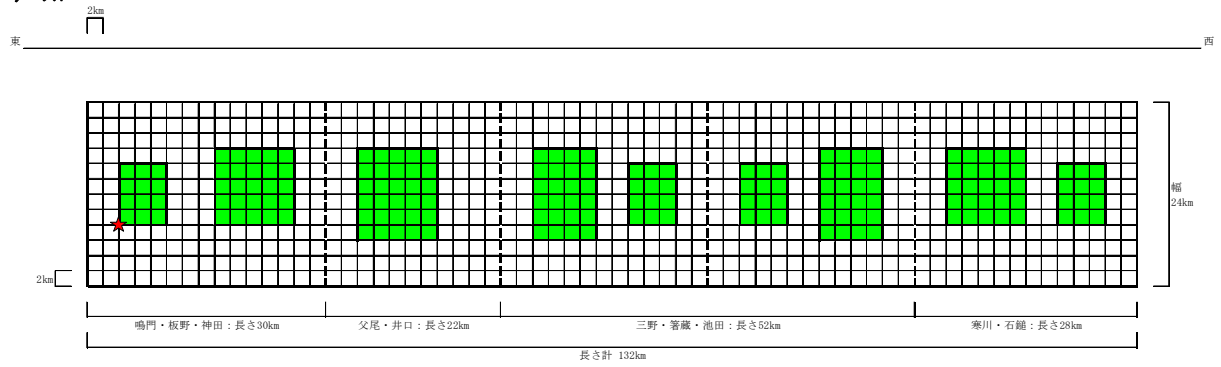
地震調査研究推進本部「全国地震動予測地図」<sup>[4]</sup>での中央構造線断層帯(讃岐山脈南縁-石鎚山脈北縁東部)の設定(長さ131km、 $M_j$ 8.0)を用いる。破壊開始点も、「全国地震動予測地図」と同様、東側から破壊するモデルと西側から破壊するモデルの2通り考慮する。震源パラメータを表3.3.1に、震源モデルを図3.3.2に示す。

表3.3.1 中央構造線断層帯の地震の震源パラメータ

項目		値					単位	
巨視的 震源特性	区間	鳴門・板野・神田	父尾・井口	三野・箸蔵・池田	寒川・石鎚			
	緯度	34.219	34.158	34.113		34.008	°	
	経度	134.647	134.329	134.097		133.547	°	
	上端深さ $d$	4	4	4	4	4	km	
	長さ $L$	30	22	26	26	28	km	
	幅 $W$	24	24	24	24	24	km	
	断層面積 $S$		720	528	624	624	672	km <sup>2</sup>
			3168					km <sup>2</sup>
	走向 $\theta$		257.0	257.0	257.0	257.0	257.0	°
	傾斜角 $\delta$		35	35	35	35	35	°
	すべり角 $\lambda$		180	180	180	180	180	°
	地震モーメント $M_0$		3.41E+20					Nm
	モーメントマグニチュード $M_w$		7.6					
	密度 $\rho$		2.7					g/cm <sup>3</sup>
	S波速度 $\beta$		3.4					km/s
	剛性率 $\mu$		3.12E+10					N/m <sup>2</sup>
静的応力降下量 $\Delta\sigma$		3.1					MPa	
すべり量 $D_a$		3.4					m	
微視的 震源特性	全	面積 $S_a$	158.4	116.2	137.3	137.3	147.8	km <sup>2</sup>
	アス	実効応力 $\Delta\sigma_a$	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	MPa
	ペリ	すべり量 $D_a$	7.4	6.2	6.8	6.8	7.0	m
	ティ	地震モーメント $M_{0a}$	3.66E+19	2.25E+19	2.91E+19	2.91E+19	3.23E+19	Nm
	アス	面積 $S_{a1}$	105.6	116.2	91.5	91.5	98.5	km <sup>2</sup>
	ペリ	すべり量 $D_{a1}$	8.2	6.2	7.5	7.5	7.8	m
	ティ	実効応力 $\Delta\sigma_{a1}$	14.1	14.1	14.1	14.1	14.1	MPa
	1	地震モーメント $M_{0a1}$	2.70E+19	2.25E+19	2.15E+19	2.15E+19	2.39E+19	Nm
	アス	面積 $S_{a2}$	52.8	—	45.8	45.8	49.3	km <sup>2</sup>
	ペリ	すべり量 $D_{a2}$	5.8	—	5.3	5.3	5.5	m
	ティ	実効応力 $\Delta\sigma_{a2}$	14.1	—	14.1	14.1	14.1	MPa
	2	地震モーメント $M_{0a2}$	9.56E+18	—	7.61E+18	7.61E+18	8.44E+18	Nm
	背景	面積 $S_b$	561.6	411.8	486.7	486.7	524.2	km <sup>2</sup>
	領域	すべり量 $D_b$	2.6	2.3	2.5	2.5	2.6	m
	実効応力 $\Delta\sigma_b$	1.9	2.3	1.9	1.9	1.9	MPa	
	地震モーメント $M_{0b}$	4.57E+19	2.92E+19	3.73E+19	3.73E+19	4.19E+19	Nm	
その他の 震源特性	高周波遮断周波数 $f_{max}$	6					Hz	
	破壊伝播速度 $V_R$	2.4					km/s	



ケース1



ケース2

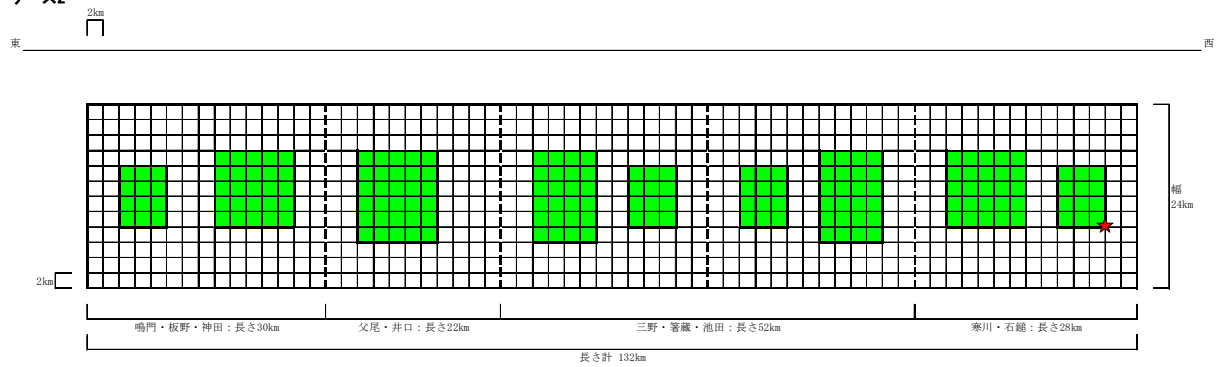


図3.3.2 中央構造線断層帯の地震の震源モデル

### 3.3.3 震度分布

震度分布を図 3.3.3 に示す。詳細法、簡易法で行い、それぞれ各メッシュで2ケースの最大をとった後、両手法の結果での最大を示している。

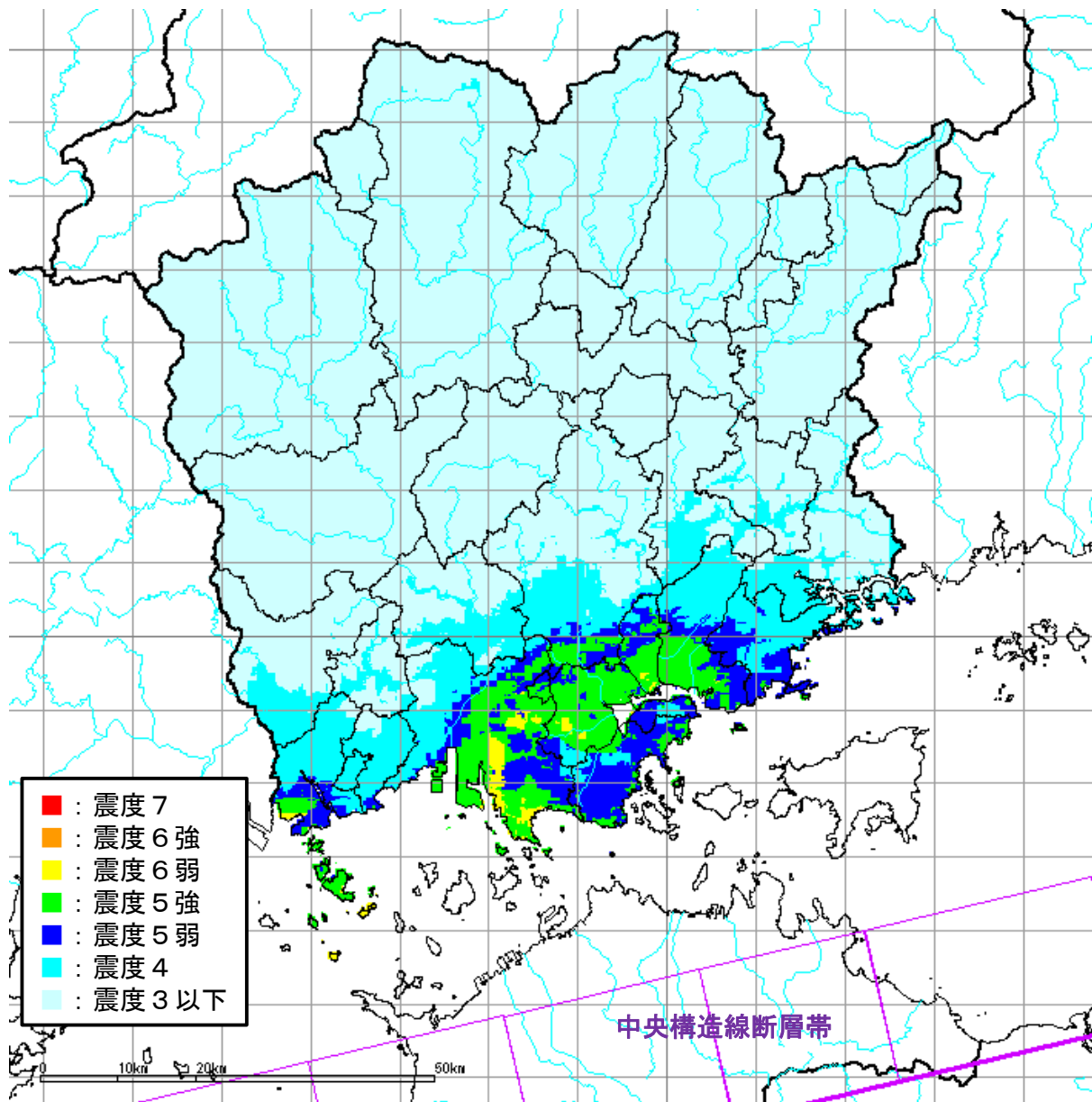


図3.3.3 中央構造線断層帯の地震の震度分布

### 3.4 長尾断層帯の地震

#### 3.4.1 長尾断層帯の概要

長尾断層帯は香川県さぬき市から高松市(旧香川郡香南町)に至る断層帯である<sup>[6]</sup>。図3.4.1に概略位置を示す。概ね東西方向に延びており、断層の南側が北側に対して相対的に隆起する逆断層である。

本断層帯の最新活動時期は9～16世紀であったと推定され、平均的な活動間隔は概ね3万年程度と考えられている。今後30年間に地震が発生する確率はほぼ0%となっている。

岡山県平成7年度想定<sup>[2]</sup>、岡山県平成14年度想定<sup>[3]</sup>では、3.3で記した長大な中央構造線を想定していることもあり、長尾断層帯地震については、想定の対象としていない。香川県平成25年度想定<sup>[7]</sup>では、地震調査研究推進本部に基づき想定対象に加えている。

本検討でも、地震調査研究推進本部<sup>[4]</sup>や香川県<sup>[7]</sup>で考慮している長尾断層帯を想定地震とし、地震規模は $M_j7.1$ とする。

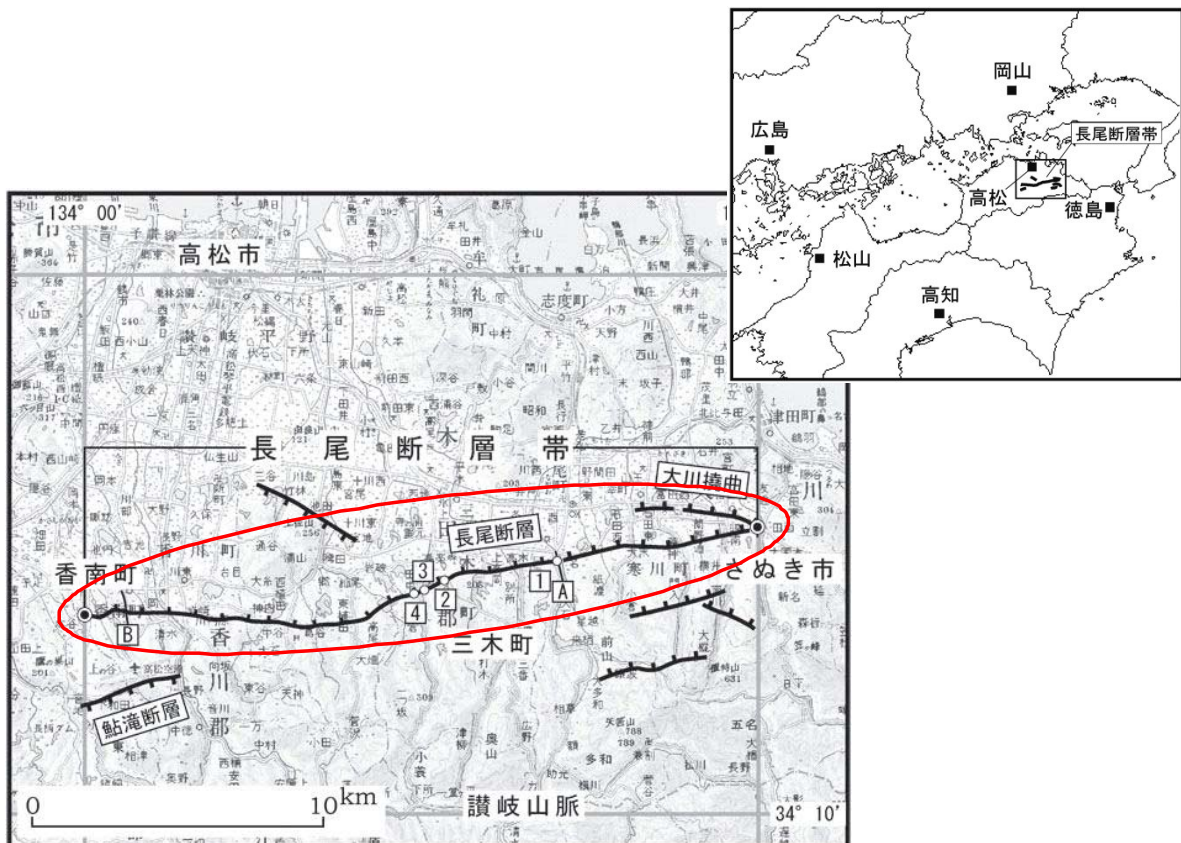


図3.4.1 長尾断層帯の位置(地震調査研究推進本部<sup>[6]</sup>に加筆)

### 3.4.2 断層パラメータ

地震調査研究推進本部「全国地震動予測地図」<sup>[4]</sup>での長尾断層帯の設定(長さ26km、 $M_j7.1$ )を用いる。「全国地震動予測地図」では、アスペリティ2個のケース1、ケース2とアスペリティ1個のケース3の3ケースが設定されている。しかしながら、「全国地震動予測地図」の結果では、中央構造線断層帯の地震と比べて岡山県内の震度は明らかに小さいので、アスペリティ1つの場合のみで想定する。このケースが「全国地震動予測地図」の結果において、岡山県内で最大震度となるメッシュ数が最大となる。

震源パラメータを表3.4.1に、震源モデルを図3.4.2に示す。

表3.4.1 長尾断層帯の地震の震源パラメータ

項目		値	単位	
巨視的 震源特性	緯度	34.177	°	
	経度	133.997	°	
	上端深さ $d$	3	km	
	長さ $L$	26	km	
	幅 $W$	18	km	
	断層面積 $S$	468	km <sup>2</sup>	
	走向 $\theta$	80.9	°	
	傾斜角 $\delta$	35	°	
	すべり角 $\lambda$	90	°	
	地震モーメント $M_0$	1.17E+19	Nm	
	モーメントマグニチュード $M_w$	6.6		
	密度 $\rho$	2.7	g/cm <sup>3</sup>	
	S波速度 $\beta$	3.4	km/s	
	剛性率 $\mu$	3.12E+10	N/m <sup>2</sup>	
	静的応力低下量 $\Delta\sigma$	2.8	MPa	
すべり量 $D_a$	0.8	m		
微視的 震源特性	アス ペリ ティ	面積 $S_a$	81.7	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_a$	1.6	m
		実効応力 $\Delta\sigma_a$	16.1	MPa
		地震モーメント $M_{0a}$	4.08E+18	Nm
	背景 領域	面積 $S_b$	386.3	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_b$	0.6	m
		実効応力 $\Delta\sigma_b$	3	MPa
	地震モーメント $M_{0b}$	7.58E+18	Nm	
その他の 震源特性	高周波遮断周波数 $f_{max}$	6	Hz	
	破壊伝播速度 $V_R$	2.4	km/s	

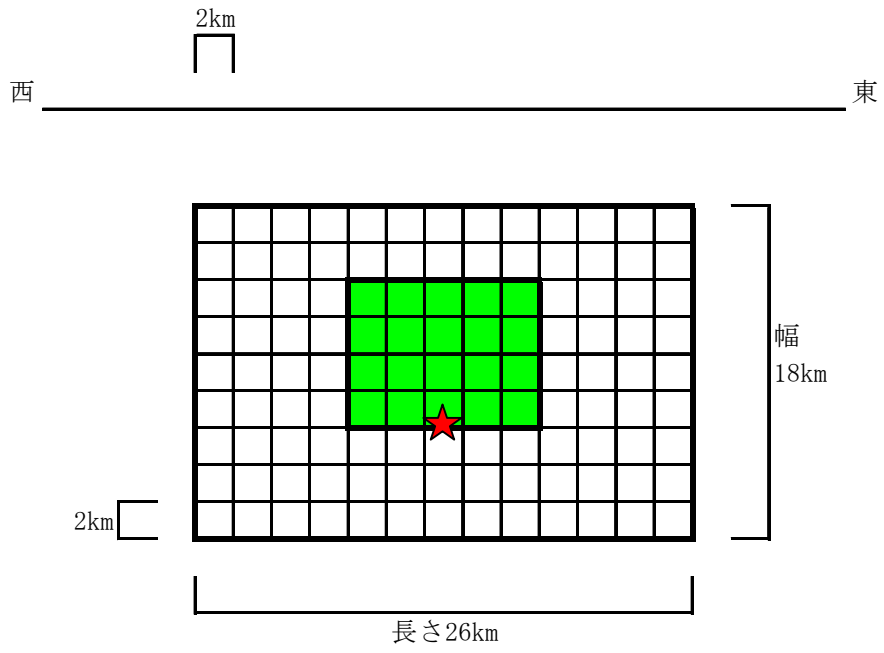


図3.4.2 長尾断層帯の地震の震源モデル

### 3.4.3 震度分布

震度分布を図 3.4.3 に示す。詳細法、簡易法で行い、それぞれ各メッシュで両手法の結果での最大を示している。

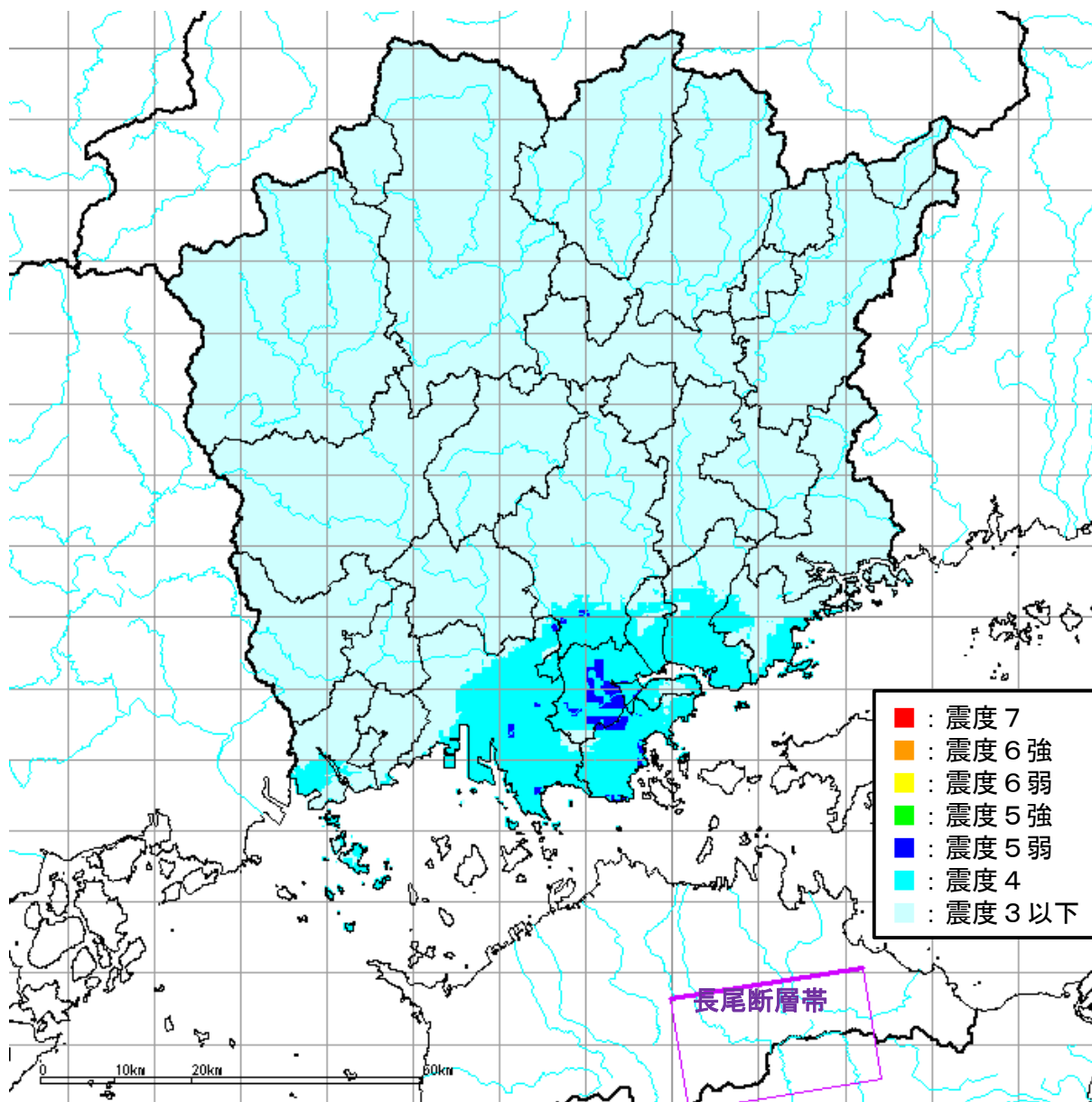


図3.4.3 長尾断層帯の地震の震度分布

### 3.5 長者ヶ原断層－芳井断層の地震

#### 3.5.1 長者ヶ原断層－芳井断層の概要

長者ヶ原断層－芳井断層は、広島県福山市から岡山県井原市に至る活断層である(図3.5.1)。概ね南西－北東方向に延びる右横ずれ断層である。地震調査研究推進本部による主要活断層帯に含まれていないため、長期評価等は公表されていない。(独)産業技術総合研究所<sup>[8]</sup>によると、今後30年間に地震が発生する確率は0.09%となっている。

広島県平成25年度想定<sup>[9]</sup>において、トレンチ調査や反射法など詳細な断層調査を行った上で、断層モデルを設定している。以下に、その調査結果の概要を記す。

##### a) トレンチ調査の結果について

トレンチ調査では明瞭に活断層と認識できる変位を認めることは出来なかった。既往調査成果(2003年調査実施)で活断層と判断されていた地層の境界は断層変位ではなく、浸食などでできた不整合面と判断される。今回のトレンチ調査成果からは直接、活断層は確認できなかったが、断層活動に伴う地盤の引っ張りにより形成されるサグポンド(断層池)の可能性がある地形が認められることから、付近に活断層が通るものと推察される。

##### b) 反射法地震探査の結果について

###### ① 万能倉地区

他区間に比べて堆積物の反射面が不鮮明であり地層の不連続性が疑われる。

###### ② 芳井地区

堆積物の厚さの変化や地層の不連続が確認される他、基盤岩の段差が顕著に認められており、断層の変位を示していると考えられる。

##### c) 長者ヶ原断層・芳井断層のトレースについて

両断層のトレースによる断層の不連続間隔は最大でも約3kmである。5km程度までの距離にある断層は一連の活動を起こす可能性があるとの考え(松田, 1990)<sup>[10]</sup>に基づいて、一連の活断層として評価することが適切としている。その結果、断層延長は37kmとしている。

##### d) 検討結果(結論)

今回の活断層調査では、神辺平野での反射法地震探査およびトレンチ調査においては明瞭な活断層の存在を確認することはできなかった。しかし、活断層の通過によると考えられる堆積物の不連続やサグポンド(断層池)の可能性がある地形が認められ、また、断層トレースにおいても調査地点周辺には断層地形(リニアメント)が明瞭であることから、これらの結果を総合すると、芳井断層、神辺平野のリニアメントおよび長者ヶ原断層は一連の活断層として評価できるとしている。

これに基づき、地震動想定 of 計算条件は下記のとおりとしている。



- ① 断層トレースの基点と終点を直線で結んだ断層線を設定し、延長は 36 km とする。ただし、直線での結線のため、中間位置の湾曲が反映されないため延長が短くなっている。
- ② 断層の傾斜は、断層露頭では北傾斜（約 80 度）を示すが、この他に傾斜角を推定する資料が無いことから、垂直として設定する。
- ③ アスペリティの面積配分は、最新活動の地震のアスペリティの大きさ等に応じて設定するのが望ましいとされているが、それらのデータが無い場合には、最近の研究成果からアスペリティが 2 つの場合は 2 : 1 となる（石井・佐藤 2000）<sup>[11]</sup> との見方を参考として、長者ヶ原断層では断層露頭付近、芳井断層では芳井町吉井（反射法地震探査実施地点）付近にアスペリティを設定し、その面積配分は長者ヶ原断層：芳井断層=2:1 とする。

岡山県平成7年度想定<sup>[2]</sup>、岡山県平成14年度想定<sup>[3]</sup>では、想定地震としていない。本検討では、広島県平成25年度想定<sup>[9]</sup>にならい、想定地震として加え、地震規模は $M_j7.4$ とする。

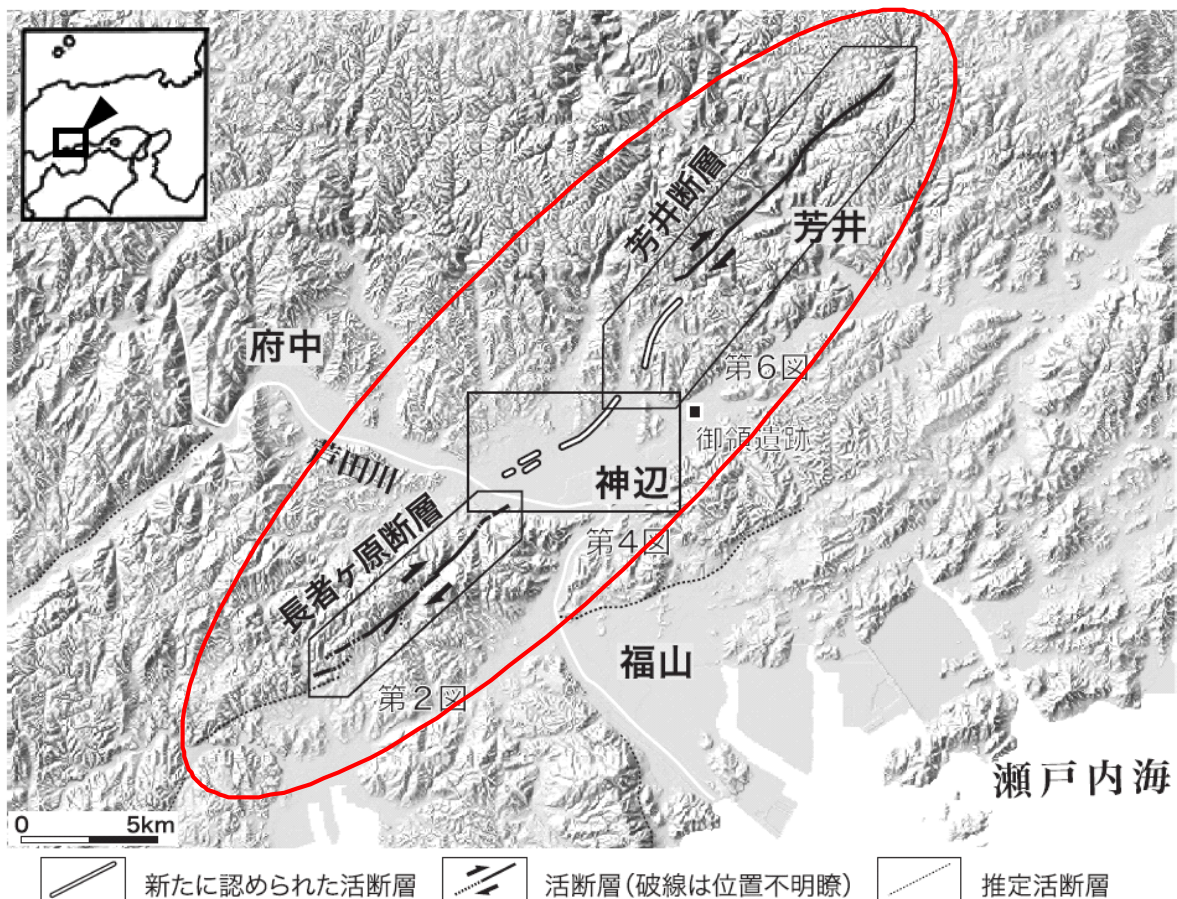


図3.5.1 長者ヶ原断層－芳井断層の位置(熊原ほか(2004)を引用)



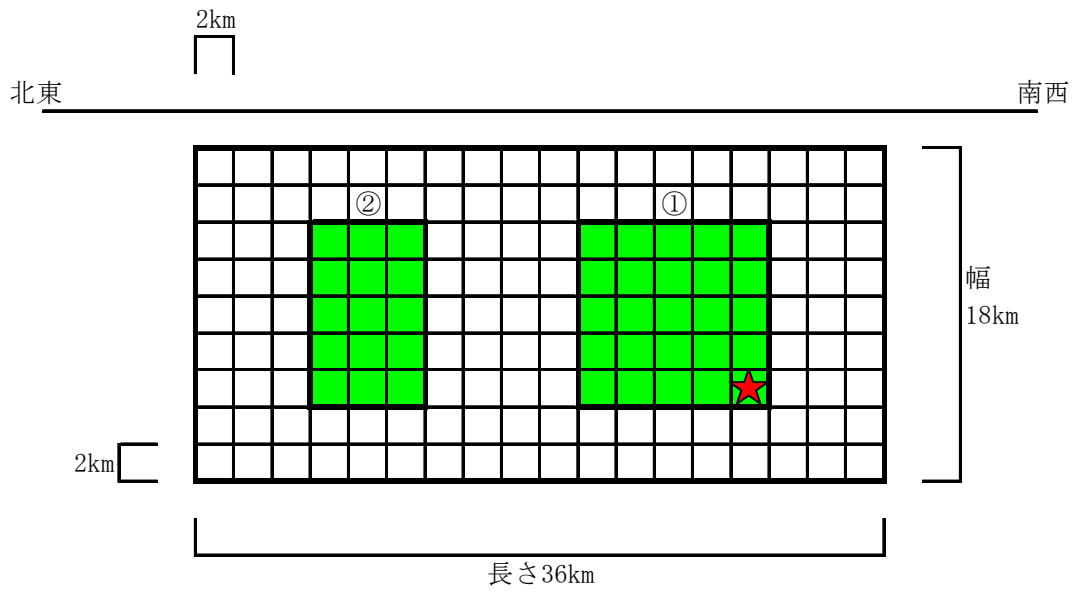
### 3.5.2 断層パラメータ

平成25年度広島県想定<sup>[9]</sup>での設定を用いる。広島県想定では、第1アスペリティを西側(長者ヶ原断層の断層露頭付近)、第2アスペリティを東側(芳井断層の反射法地震探査実施地点(芳井町吉井)付近)に設定している。アスペリティの面積配分(長者ヶ原断層:芳井断層=2:1)となっている点について、岡山県に近い芳井断層側を第1アスペリティとすることも考えられることから、広島県の断層モデルで第1アスペリティと第2アスペリティを入れ替えたケースも検討することとする。どちらのケースについても、岡山県にとってフォワードディレクティビティの位置関係となる西側から破壊するモデルとする。震源パラメータを表3.5.1に、震源モデルを図3.5.2に示す。

表3.5.1 長者ヶ原断層－芳井断層の地震の震源パラメータ

項目		値	単位
巨視的 震源特性	緯度	34.675	°
	経度	133.474	°
	上端深さ $d$	2	km
	長さ $L$	36	km
	幅 $W$	18	km
	断層面積 $S$	648	km <sup>2</sup>
	走向 $\theta$	224.2	°
	傾斜角 $\delta$	90	°
	すべり角 $\lambda$	180	°
	地震モーメント $M_0$	2.57E+19	Nm
	モーメントマグニチュード $M_W$	6.9	
	密度 $\rho$	2.7	g/cm <sup>3</sup>
	S波速度 $\beta$	3.4	km/s
	剛性率 $\mu$	3.12E+10	N/m <sup>2</sup>
	静的応力降下量 $\Delta\sigma$	3.8	MPa
すべり量 $D_a$	1.3	m	
微視的 震源特性	全	面積 $S_a$	166 km <sup>2</sup>
	アス	すべり量 $D_a$	2.5 m
	ペリ	実効応力 $\Delta\sigma_a$	14.8 MPa
	ティ	地震モーメント $M_{0a}$	1.32E+19 Nm
	アス	面積 $S_{a1}$	110.7 km <sup>2</sup>
	ペリ	すべり量 $D_{a1}$	2.8 m
	ティ	実効応力 $\Delta\sigma_{a1}$	14.8 MPa
	1	地震モーメント $M_{0a1}$	9.73E+18 Nm
	アス	面積 $S_{a2}$	55.3 km <sup>2</sup>
	ペリ	すべり量 $D_{a2}$	2.2 m
	ティ	実効応力 $\Delta\sigma_{a2}$	14.8 MPa
	2	地震モーメント $M_{0a2}$	3.81E+18 Nm
	背景	面積 $S_b$	482 km <sup>2</sup>
	領域	すべり量 $D_b$	0.8 m
	実効応力 $\Delta\sigma_b$	3 MPa	
	地震モーメント $M_{0b}$	1.25E+19 Nm	
その他の 震源特性	高周波遮断周波数 $f_{max}$	6	Hz
	破壊伝播速度 $V_R$	2.4	km/s

### ケース1



### ケース2

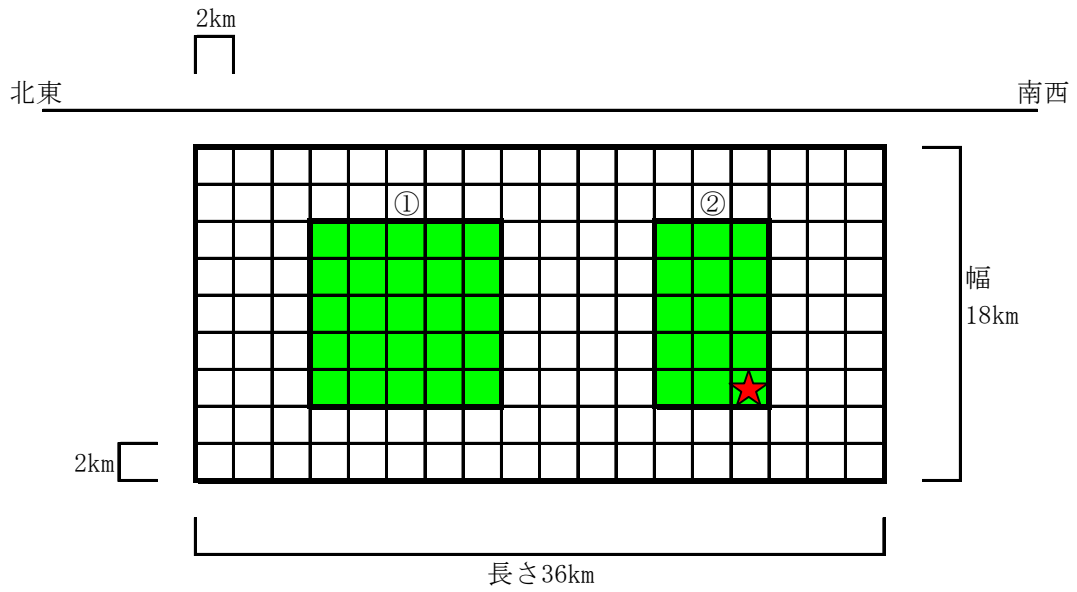


図3.5.2 長者ヶ原断層－芳井断層の地震の震源モデル

### 3.5.3 震度分布

震度分布を図3.5.3に示す。詳細法による2ケースの最大を示している。

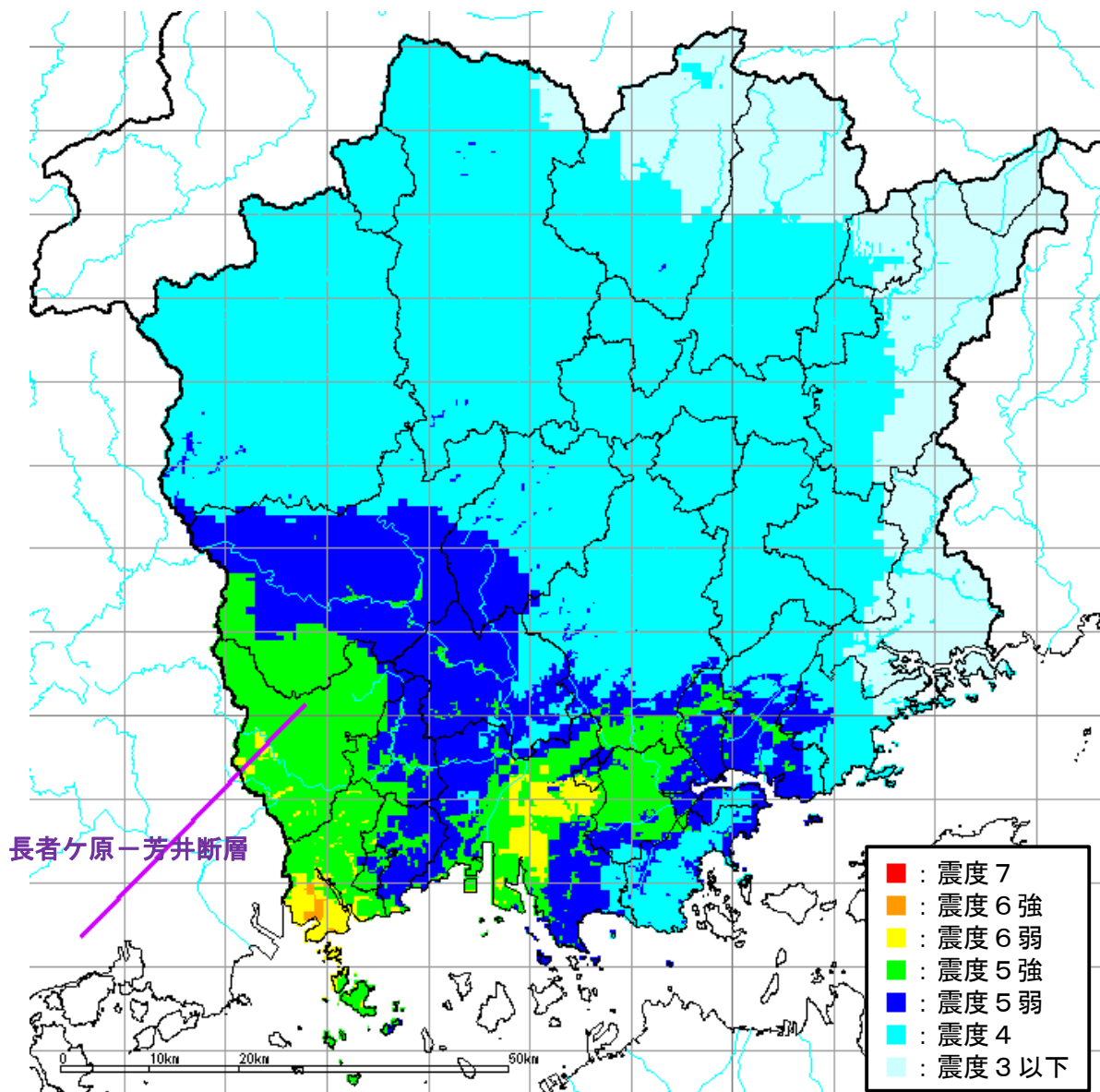


図3.5.3 長者ヶ原断層-芳井断層の地震の震度分布

### 3.6 鹿野・吉岡断層の地震

#### 3.6.1 鹿野・吉岡断層の概要

1943年9月10日に、鳥取県東部を震源とするマグニチュード7.2の地震(鳥取地震)が発生した。鳥取市で全壊5,754棟、死者854人など鳥取県で全壊7,485棟、死者1,083人の被害が生じているが、岡山県内では震度5程度と想定され、特に被害は生じていない。

鹿野・吉岡断層は、この地震で出現した、鳥取市南部にほぼ東西方向に延びる右横ずれの地震断層である。

岡山県平成13年度想定<sup>[12]</sup>では、平成7年度鳥取県想定に基づき、第2鳥取地震( $M_j7.2$ )を想定地震としている。その後鳥取県で見直された平成16年度想定<sup>[13]</sup>では、第2鳥取地震を2つに分け、東半分を鹿野・吉岡断層の地震( $M_j7.2$ )、西半分を後述する倉吉南方の推定断層の地震( $M_j7.2$ )として設定している。1943年鳥取地震(震度分布を図3.6.1に示す)の再来を想定し、図3.6.2に示す地表地震断層位置に断層面を設定されたものである。

本検討でも、鳥取県平成16年度想定<sup>[13]</sup>にならって第2鳥取地震を2つに分け、1943年鳥取地震の再現として、鹿野・吉岡断層の地震を想定地震とし、地震規模は $M_j7.2$ とする。

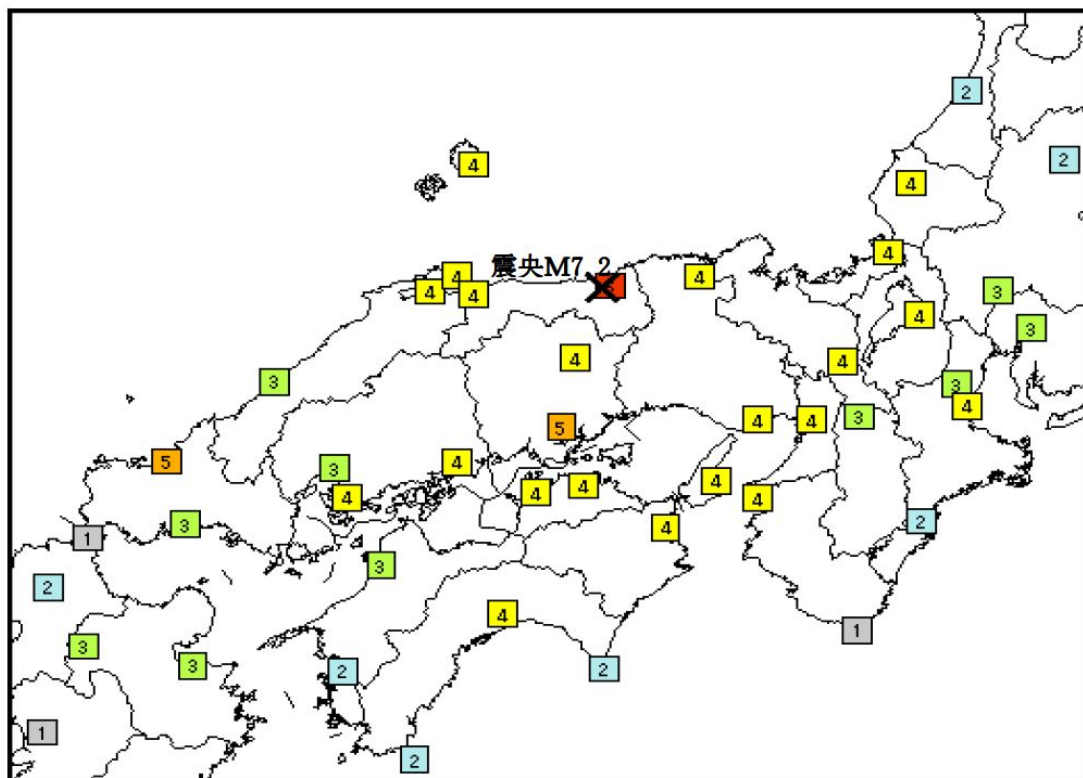


図3.6.1 1943年鳥取地震の震度分布(気象庁鳥取地方気象台<sup>[14]</sup>を引用)



表3.6.1 鹿野・吉岡断層の地震の震源パラメータ

項目		値	単位	
巨視的 震源特性	緯度	35.440	°	
	経度	13.000	°	
	上端深さ $d$	2	km	
	長さ $L$	33	km	
	幅 $W$	13	km	
	断層面積 $S$	429	km <sup>2</sup>	
	走向 $\theta$	80.0	°	
	傾斜角 $\delta$	90	°	
	すべり角 $\lambda$	180	°	
	地震モーメント $M_0$	2.36E+19	Nm	
	モーメントマグニチュード $M_w$	6.9		
	密度 $\rho$	2.8	g/cm <sup>3</sup>	
	S波速度 $\beta$	3.5	km/s	
	剛性率 $\mu$	3.4E+10	N/m <sup>2</sup>	
	静的応力降下量 $\Delta\sigma$	3	MPa	
すべり量 $D_a$	1.6	m		
微視的 震源特性	全 アスペ リティ	面積 $S_a$	92.95	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_a$	3.62	m
		地震モーメント $M_{0a}$	1.15E+19	Nm
	アス ペリ ティ 1	面積 $S_{a1}$	64.35	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_{a1}$	2.82	m
		実効応力 $\Delta\sigma_{a1}$	3.1	MPa
		地震モーメント $M_{0a1}$	8.91E+18	Nm
	アス ペリ ティ 2	面積 $S_{a2}$	28.6	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_{a2}$	2.71	m
		実効応力 $\Delta\sigma_{a2}$	2.6	MPa
		地震モーメント $M_{0a2}$	2.64E+18	Nm
	背 景 領 域	面積 $S_b$	336.05	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_b$	1.05	m
実効応力 $\Delta\sigma_b$		0.9	MPa	
地震モーメント $M_{0b}$		1.21E+19	Nm	
その他の 震源特性	高周波遮断周波数 $f_{max}$	6	Hz	
	破壊伝播速度 $V_R$	2.3	km/s	

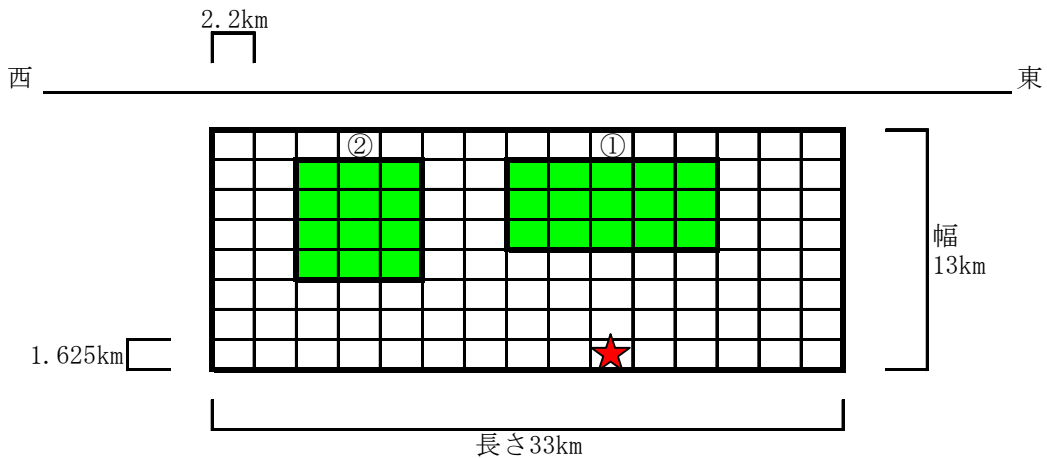


図3.6.3 鹿野・吉岡断層の地震の震源モデル

### 3.6.3 震度分布

鹿野・吉岡断層の地震における震度分布を図3.6.4に示す。

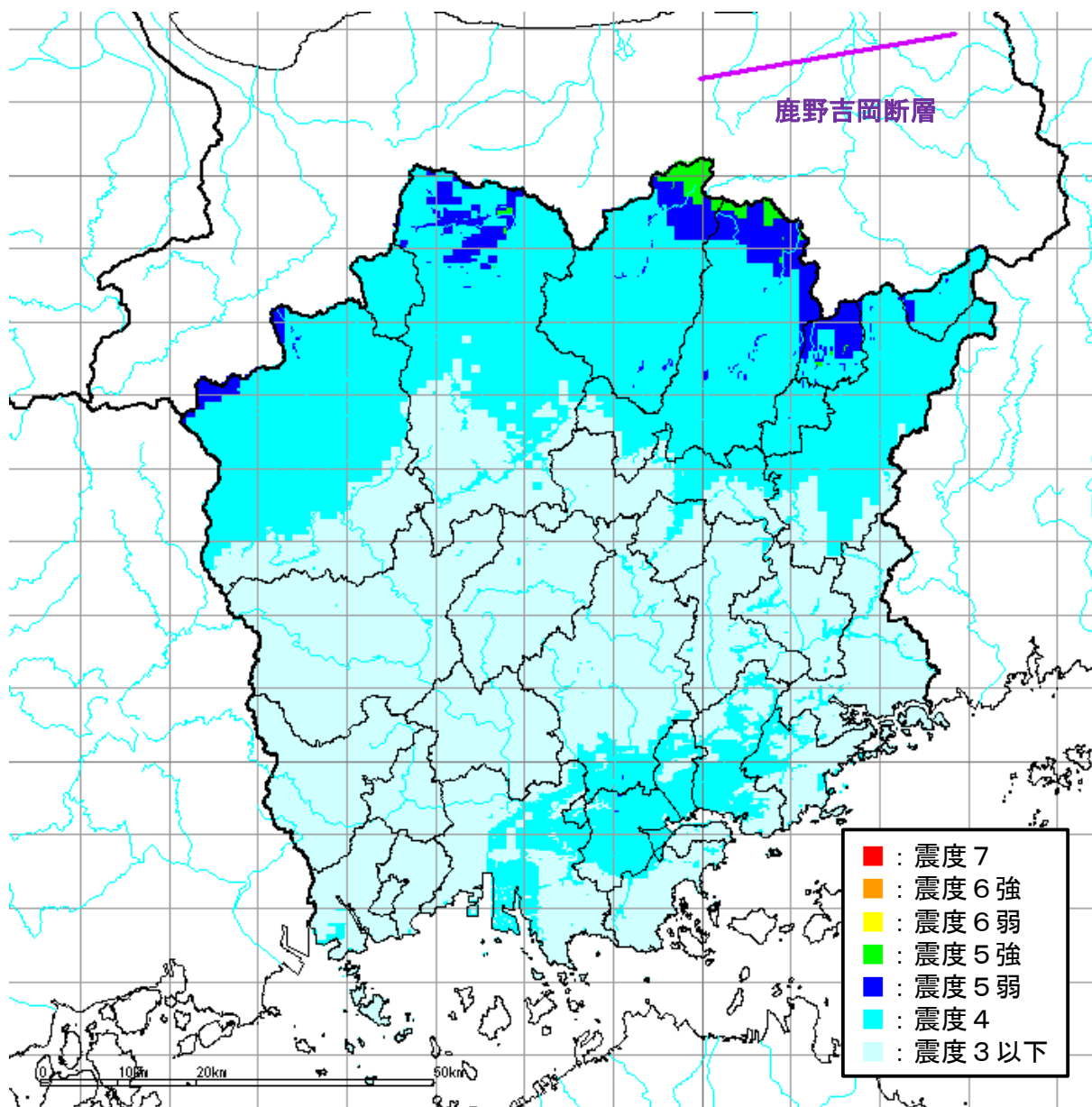


図3.6.4 鹿野・吉岡断層の地震の震度分布



## 3.7 倉吉南方の推定断層の地震

### 3.7.1 倉吉南方の推定断層の概要

3.6 で述べたように、岡山県平成 13 年度想定<sup>[12]</sup>では、第 2 鳥取地震 ( $M_j7.2$ ) を想定地震としている。鳥取県平成 16 年度想定<sup>[13]</sup>に基づき、その西半分を、倉吉南方の推定断層の地震として想定する。東半分の鹿野・吉岡断層は 1943 年鳥取地震を起こした明瞭な活断層であるのに対し、西の倉吉南方の推定断層は、各種活断層マップ等で対応する活断層は記載されていない。微小地震分布に基づき設定されたものである。岡山県内には、西側の倉吉南方の推定断層の地震の方が近いので、影響が大きい地震となる。本検討でも、鳥取県平成 16 年度想定にならい、倉吉南方の推定断層の地震を想定地震とし、地震規模は  $M_j7.2$  とする。

### 3.7.2 断層パラメータ

平成16年度鳥取県想定<sup>[13]</sup>における倉吉南方の推定断層の設定(長さ30km、 $M_j7.2$ )を用いる。震源パラメータを表3.7.1に、震源モデルを図3.7.1に示す。平成16年度鳥取県想定では西側から破壊するモデルとなっているが、東側から破壊するモデルに変更し、フォワードディレクティビティの影響が岡山県内に現れるようにしている。

表3.7.1 倉吉南方の推定断層の地震の震源パラメータ

項目		値	単位	
巨視的 震源特性	緯度	35.340	°	
	経度	133.680	°	
	上端深さ $d$	3	km	
	長さ $L$	30	km	
	幅 $W$	13	km	
	断層面積 $S$	390	km <sup>2</sup>	
	走向 $\theta$	146.0	°	
	傾斜角 $\delta$	90	°	
	すべり角 $\lambda$	0	°	
	地震モーメント $M_0$	2.10E+19	Nm	
	モーメントマグニチュード $M_w$	6.8		
	密度 $\rho$	2.8	g/cm <sup>3</sup>	
	S波速度 $\beta$	3.5	km/s	
	剛性率 $\mu$	3.4E+10	N/m <sup>2</sup>	
	静的応力降下量 $\Delta\sigma$	3	MPa	
すべり量 $D_a$	1.57	m		
微視的 震源特性	全 アスペ リティ	面積 $S_a$	84.5	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_a$	3.54	m
		地震モーメント $M_{0a}$	1.03E+19	Nm
	アス ペリ ティ 1	面積 $S_{a1}$	58.5	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_{a1}$	3.95	m
		実効応力 $\Delta\sigma_{a1}$	3.3	MPa
		地震モーメント $M_{0a1}$	7.92E+18	Nm
	アス ペリ ティ 2	面積 $S_{a2}$	26	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_{a2}$	2.63	m
		実効応力 $\Delta\sigma_{a2}$	2.7	MPa
		地震モーメント $M_{0a2}$	2.35E+18	Nm
	背 景 領 域	面積 $S_b$	305.5	km <sup>2</sup>
すべり量 $D_b$		1.02	m	
実効応力 $\Delta\sigma_b$		1.0	MPa	
地震モーメント $M_{0b}$		1.07E+19	Nm	
その他の 震源特性	高周波遮断周波数 $f_{max}$	6	Hz	
	破壊伝播速度 $V_R$	2.5	km/s	

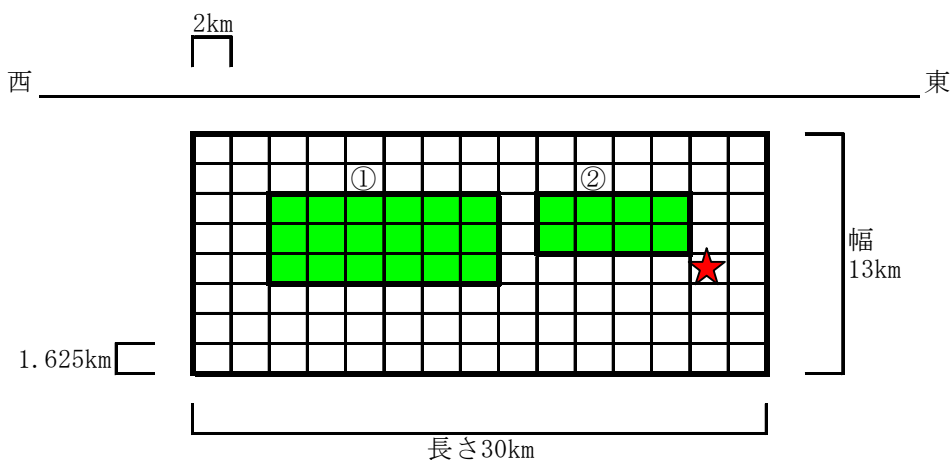


図3.7.1 倉吉南方の推定断層の地震の震源モデル

### 3.7.3 震度分布

倉吉南方の推定断層の地震における震度分布を図3.7.2に示す。

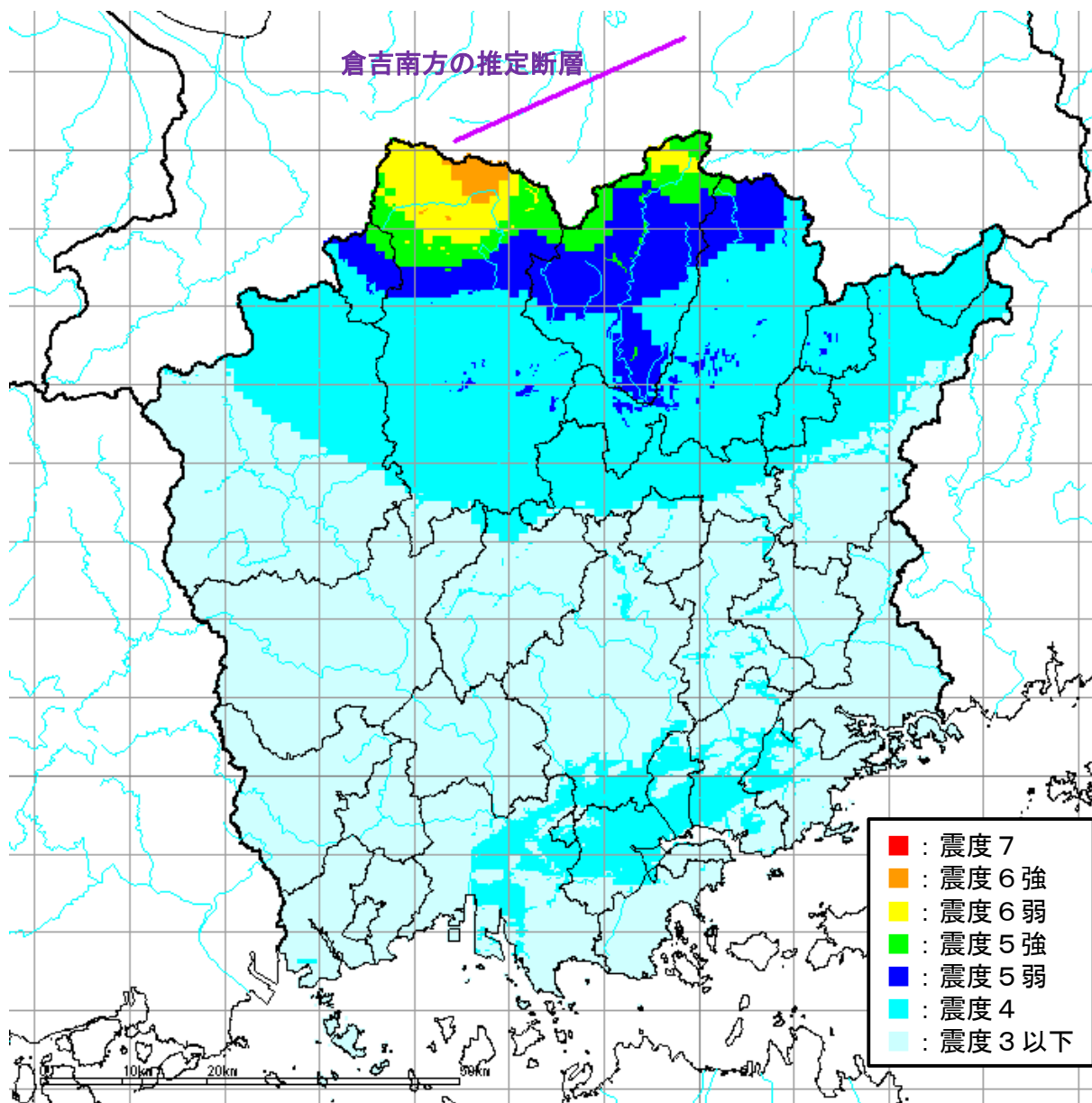


図3.7.2 倉吉南方の推定断層の地震の震度分布

## 3.8 大立断層・田代峠－布江断層の地震

### 3.8.1 大立断層・田代峠－布江断層の概要

大立断層は、鳥取県倉吉市大立付近の概ね北西－南東方向の長さ 1km の断層である。また、田代峠－布江断層は、鳥取県東伯郡三朝町から岡山県苫田郡鏡野町にかけての概ね北西－南東方向の長さ 18km の断層である。「新編日本の活断層」(1991 年)<sup>[16]</sup>によると、大立断層は確実度Ⅰ(確実度が高い)と評価されているが、田代峠-布江断層は確実度Ⅲ(確実度が低い)とされている。また、この文献より新しい「活断層詳細デジタルマップ」(2002 年)<sup>[17]</sup>では、大立断層・田代峠-布江断層の位置に活断層や推定活断層の記載は見られない。

岡山県平成 13 年度想定<sup>[12]</sup>では、想定地震としていない。活断層の確実度や、大立断層と田代峠－布江断層が連動するかどうか、十分評価されている断層ではない。しかしながら、平成 16 年度鳥取県想定<sup>[13]</sup>で想定地震とされている地震であり、発生する場合、岡山県北部の地域に影響の大きい地震であることから、本検討でも対象地震とし、平成 16 年度鳥取県想定にない、地震規模は  $M_j7.2$  とする。

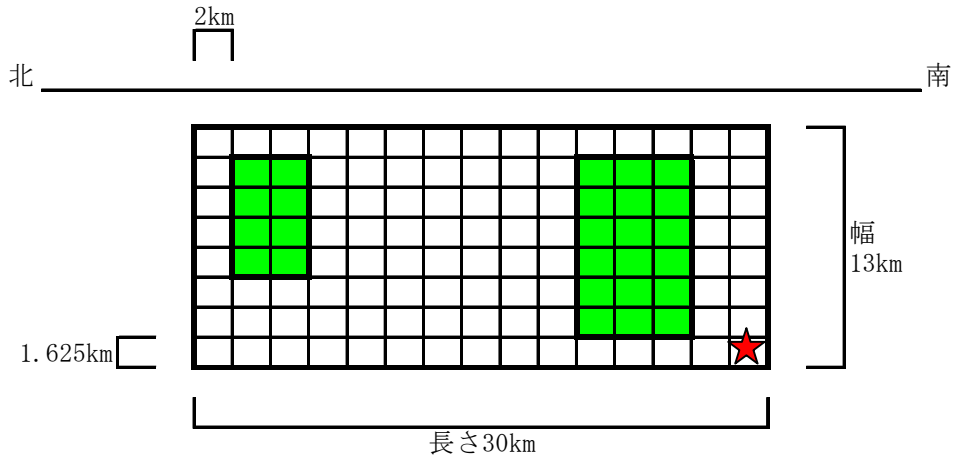
### 3.8.2 断層パラメータ

平成 16 年度鳥取県想定<sup>[13]</sup>における設定(長さ 30km、 $M_j7.2$ )を用いる。平成 16 年度鳥取県想定では南側から破壊するモデルの 1 ケースとなっているが、岡山県内に断層面の一部が到達する地震であるので、北側から破壊するモデルを加え、フォワードディレクティビティの影響が岡山県内に現れる条件も考慮する(ケース 2)。震源パラメータを表 3.8.1 に、震源モデルを図 3.8.1 に示す。

表3.8.1 大立断層・田代峠－布江断層の地震の震源パラメータ

項目		値	単位	
巨視的 震源特性	緯度	35.423	°	
	経度	133.731	°	
	上端深さ $d$	3	km	
	長さ $L$	30	km	
	幅 $W$	13	km	
	断層面積 $S$	390	km <sup>2</sup>	
	走向 $\theta$	146.0	°	
	傾斜角 $\delta$	90	°	
	すべり角 $\lambda$	0	°	
	地震モーメント $M_0$	2.10E+19	Nm	
	モーメントマグニチュード $M_w$	6.8		
	密度 $\rho$	2.8	g/cm <sup>3</sup>	
	S波速度 $\beta$	3.5	km/s	
	剛性率 $\mu$	3.4E+10	N/m <sup>2</sup>	
	静的応力降下量 $\Delta\sigma$	3	MPa	
すべり量 $D_a$	1.57	m		
微視的 震源特性	全 アスペ リティ	面積 $S_a$	84.5	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_a$	3.54	m
		地震モーメント $M_{0a}$	1.03E+19	Nm
	アス ペリ ティ 1	面積 $S_{a1}$	58.5	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_{a1}$	3.95	m
		実効応力 $\Delta\sigma_{a1}$	3.3	MPa
		地震モーメント $M_{0a1}$	7.92E+18	Nm
	アス ペリ ティ 2	面積 $S_{a2}$	26	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_{a2}$	2.63	m
		実効応力 $\Delta\sigma_{a2}$	2.7	MPa
		地震モーメント $M_{0a2}$	2.35E+18	Nm
	背 景 領 域	面積 $S_b$	305.5	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_b$	1.02	m
実効応力 $\Delta\sigma_b$		1.0	MPa	
地震モーメント $M_{0b}$		1.07E+19	Nm	
その他の 震源特性	高周波遮断周波数 $f_{max}$	6	Hz	
	破壊伝播速度 $V_R$	2.5	km/s	

### ケース1



### ケース2

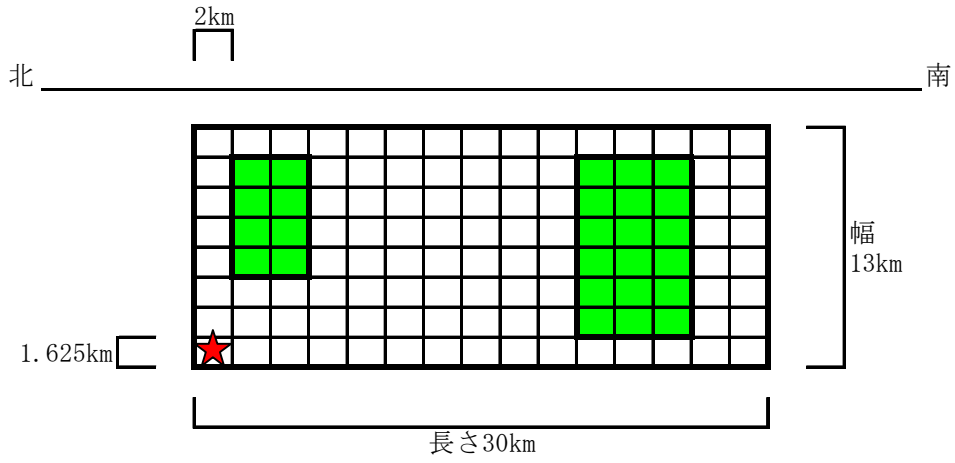


図3.8.1 大立断層・田代峠－布江断層の地震の震源モデル

### 3.8.3 震度分布

震度分布を図3.8.2に示す。詳細法による2ケースの最大を示している。

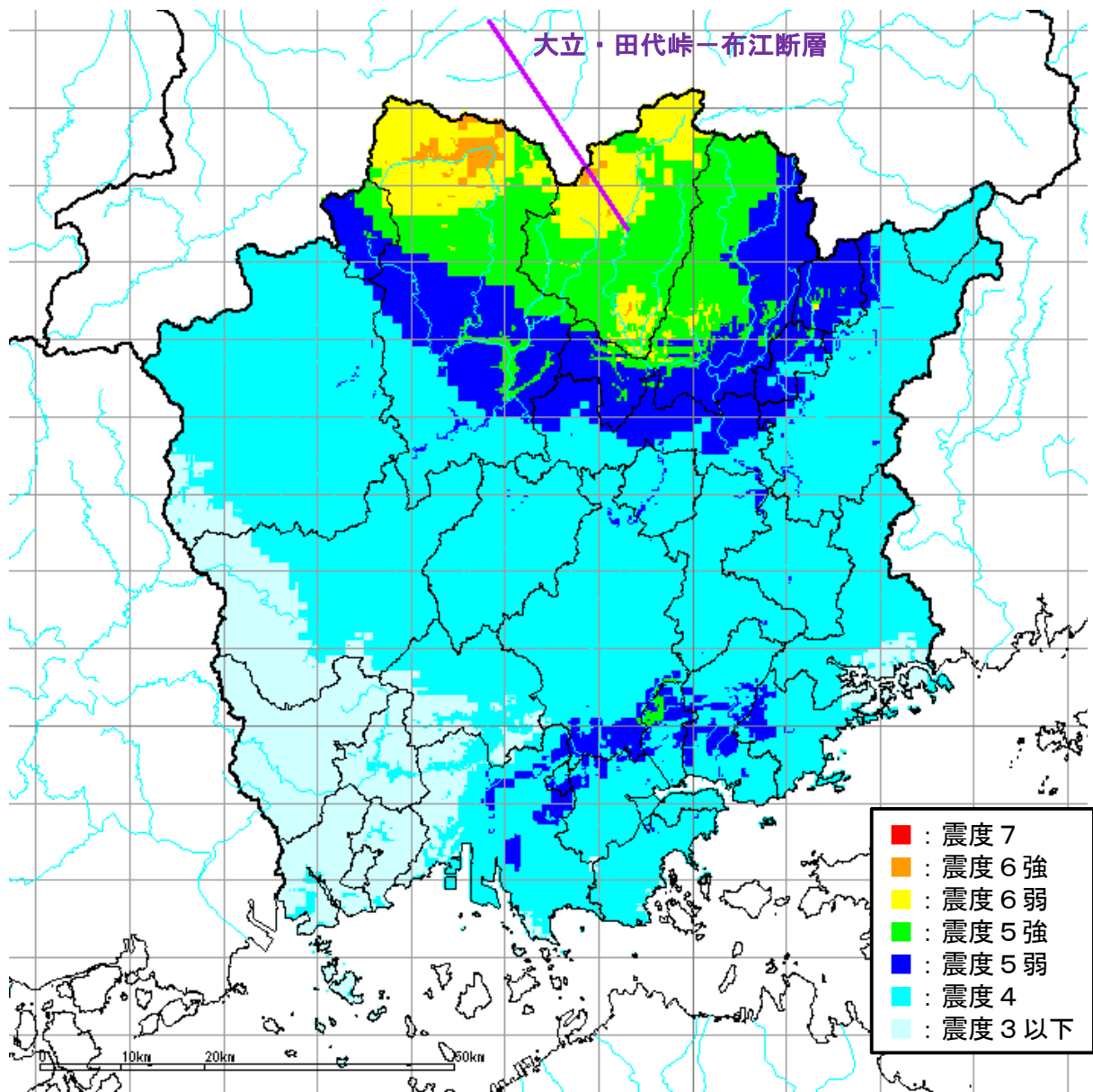


図3.8.2 大立断層・田代峠－布江断層の地震の震度分布

### 3.9 鳥取県西部地震

#### 3.9.1 鳥取県西部地震の概要

鳥取県西部地震は、2000年10月6日13時30分に、鳥取県西部の深さ9kmを震源として発生したマグニチュード7.3の地震である。図3.9.1に広域の震度分布を示す。活断層マップ等で知られていた活断層による地震ではなく、地下の震源断層による活動による地震である。発震機構は横ずれ断層であったことがわかっている。

2000年鳥取県西部地震では、死者はなく、鳥取県で全壊354棟、負傷者97名、島根県で全壊34棟、負傷者11名、岡山県で全壊7棟、負傷者18名という被害概況である。岡山県内では、新見市で全壊6棟、半壊24棟、岡山市で全壊1棟、半壊7棟の建物被害、新見市で2名、井原市・勝山町・新庄村で重傷者が各1名である。

岡山県平成13年度想定<sup>[12]</sup>で、想定地震としている。本検討でも想定地震とし、地震規模は2000年鳥取県西部地震での $M_j7.3$ とする。

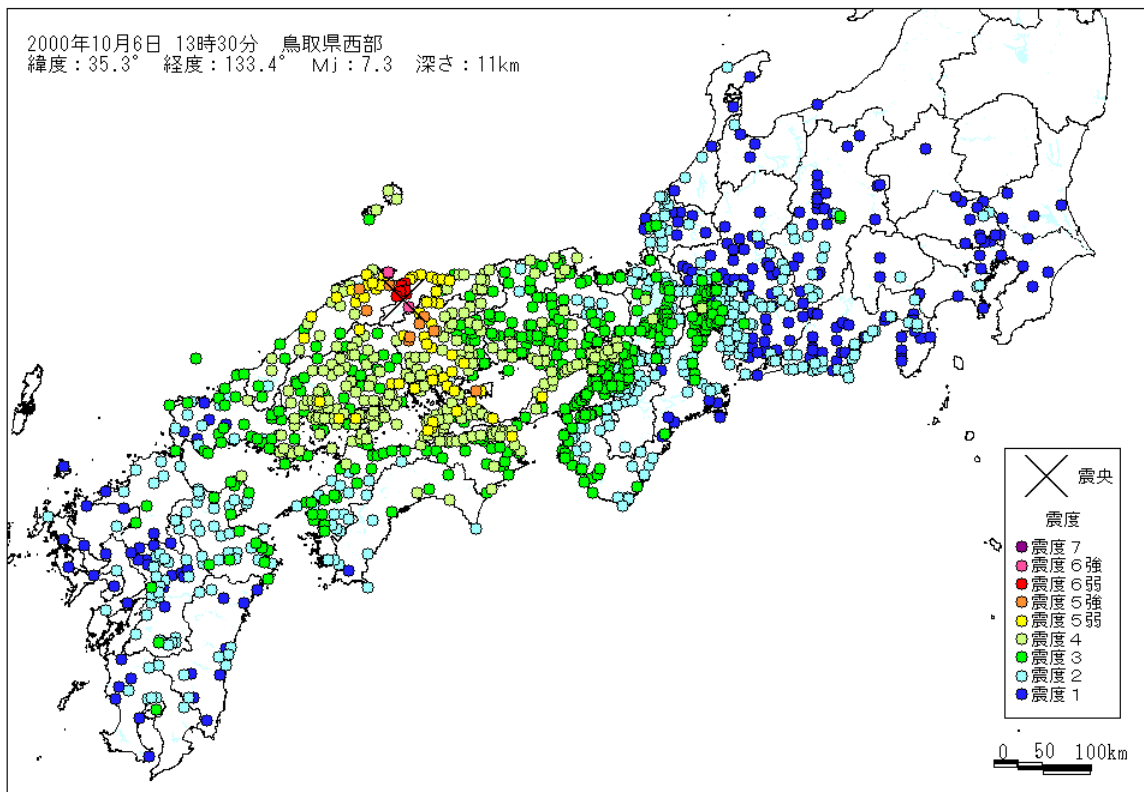


図3.9.1 2000年鳥取県西部地震の震度分布(地震予知総合研究振興会<sup>[18]</sup>を引用)



### 3.9.2 断層パラメータ

地震調査研究推進本部「鳥取県西部地震の観測記録を利用した強震動評価手法の検証について」(平成14年10月)<sup>[19]</sup>での鳥取県西部地震の設定(長さ26km、 $M_j7.3$ )は、2000年鳥取県西部地震の地震動を再現するモデルとなっているので、これを用いる。平成16年度鳥取県想定<sup>[13]</sup>では、同様の再現モデルである池田・釜江ほか(2003)<sup>[20]</sup>の震源モデルに基づいている。震源パラメータを表3.9.1に、震源モデルを図3.9.2に示す。

表3.9.1 鳥取県西部地震の震源パラメータ

項目		値	単位	
巨視的 震源特性	緯度	35.379	°	
	経度	133.280	°	
	上端深さ $d$	2	km	
	長さ $L$	26	km	
	幅 $W$	14	km	
	断層面積 $S$	364	km <sup>2</sup>	
	走向 $\theta$	150.0	°	
	傾斜角 $\delta$	90	°	
	すべり角 $\lambda$	0	°	
	地震モーメント $M_0$	9.60E+18	Nm	
	モーメントマグニチュード $M_w$	6.6		
	密度 $\rho$	2.8	g/cm <sup>3</sup>	
	S波速度 $\beta$	3.5	km/s	
	剛性率 $\mu$	3.3E+10	N/m <sup>2</sup>	
	静的応力降下量 $\Delta\sigma$	3	MPa	
すべり量 $D_a$	0.77	m		
微視的 震源特性	全	面積 $S_a$	96	km <sup>2</sup>
	アスペ	すべり量 $D_a$	2.21	m
	リティ	地震モーメント $M_{0a}$	3.9E+18	Nm
	アス	面積 $S_{a1}$	48	km <sup>2</sup>
	ペリ	すべり量 $D_{a1}$	2.21	m
	ティ	実効応力 $\Delta\sigma_{a1}$	16.0	MPa
	1	地震モーメント $M_{0a1}$	3.9E+18	Nm
	アス	面積 $S_{a2}$	48	km <sup>2</sup>
	ペリ	すべり量 $D_{a2}$	2.21	m
	ティ	実効応力 $\Delta\sigma_{a2}$	11.3	MPa
	2	地震モーメント $M_{0a2}$	3.9E+18	Nm
	背景	面積 $S_b$	268	km <sup>2</sup>
領域	すべり量 $D_b$	0.19	m	
	実効応力 $\Delta\sigma_b$	0.9	MPa	
	地震モーメント $M_{0b}$	1.7E+18	Nm	
その他の 震源特性	高周波遮断周波数 $f_{max}$	6	Hz	
	破壊伝播速度 $V_R$	2.3	km/s	

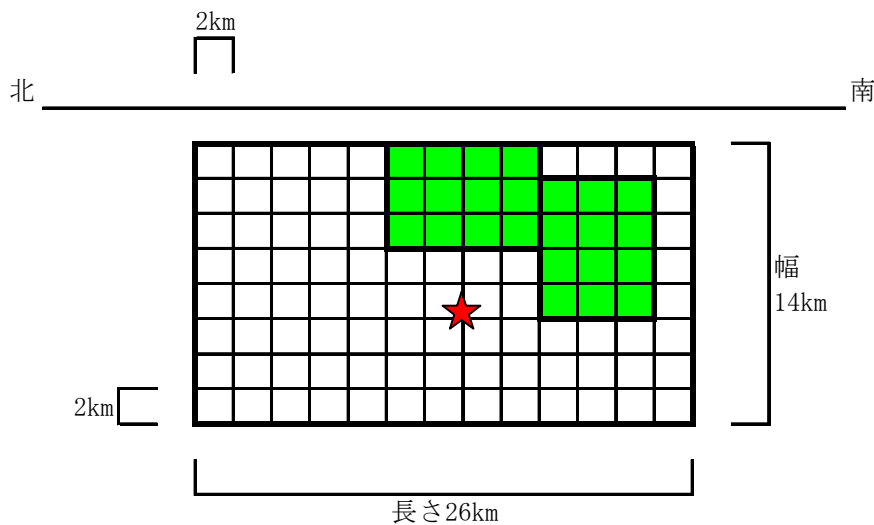


図3.9.2 鳥取県西部地震の震源モデル

### 3.9.3 震度分布

震度分布を図3.9.3に示す。

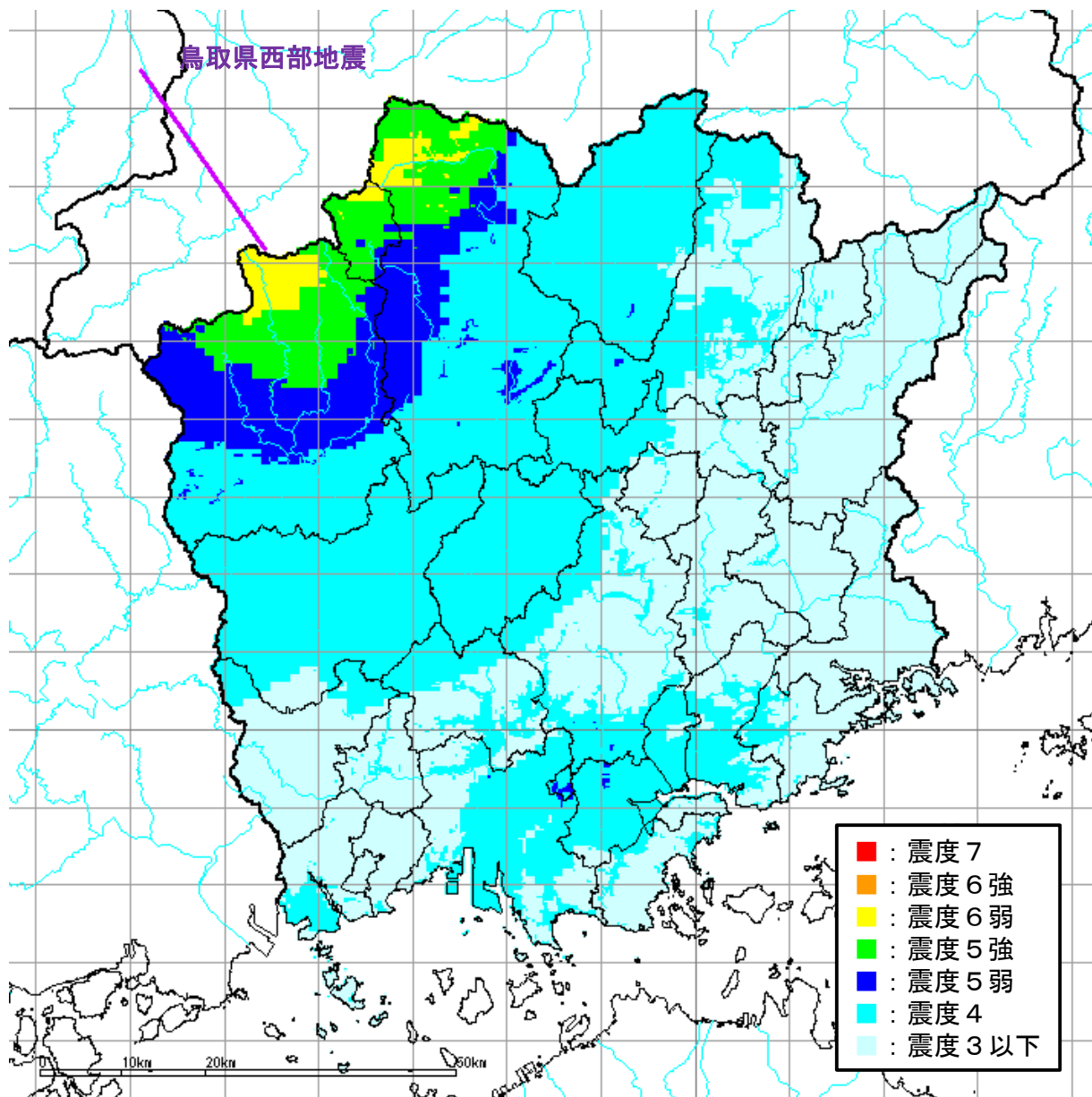


図3.9.3 鳥取県西部地震の震度分布

### 3.10 宍道湖南方の地震

#### 3.10.1 宍道湖南方の地震の概要

宍道湖南方の地震は、平成 24 年度島根県想定<sup>[21]</sup>で想定地震とされている地震である。各種活断層マップ等では、これに対応する活断層は記載されていないが、島根県では宍道湖南方の微小地震発生領域に震源断層が設定されている。

岡山県平成 13 年度想定<sup>[12]</sup>では、想定地震としていない。

地震規模は、鳥取県西部地震を考慮した当地域の「震源を予め特定しにくい地震」の最大値により  $M_j7.3$  と設定されている。本検討でも、島根県の想定にならい、宍道湖南方の地震を想定地震とし、地震規模は  $M_j7.3$  とする。

#### 3.10.2 断層パラメータ

平成 24 年度島根県想定<sup>[21]</sup>での宍道湖南方の地震の設定(長さ 27km、 $M_j7.3$ )を用いる。震源パラメータを表 3.10.1 に、震源モデルを図 3.10.1 に示す。

表3. 10. 1 央道湖南方の地震の震源パラメータ

項目		値	単位	
巨視的 震源特性	緯度	35. 3335	°	
	経度	133. 0067	°	
	上端深さ $d$	2	km	
	長さ $L$	27	km	
	幅 $W$	14	km	
	断層面積 $S$	378	km <sup>2</sup>	
	走向 $\theta$	150. 0	°	
	傾斜角 $\delta$	90	°	
	すべり角 $\lambda$	0	°	
	地震モーメント $M_0$	7. 0E+18	Nm	
	モーメントマグニチュード $M_W$	6. 5		
	密度 $\rho$	2. 7	g/cm <sup>3</sup>	
	S波速度 $\beta$	3. 5	km/s	
	剛性率 $\mu$	3. 3E+10	N/m <sup>2</sup>	
	静的応力降下量 $\Delta\sigma$	2. 3	MPa	
すべり量 $D_a$	0. 6	m		
微視的 震源特性	アスペリティ	面積 $S_a$	57. 8	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_a$	1. 1	m
		実効応力 $\Delta\sigma_a$	15. 1	MPa
		地震モーメント $M_{0a}$	2. 1E+18	Nm
	背景領域	面積 $S_b$	320	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_b$	0. 5	m
		実効応力 $\Delta\sigma_b$	2. 6	MPa
		地震モーメント $M_{0b}$	4. 8E+18	Nm
その他の 震源特性	高周波遮断周波数 $f_{max}$	6	Hz	
	破壊伝播速度 $V_R$	2. 5	km/s	

1. 929km  
  
 北西 南東

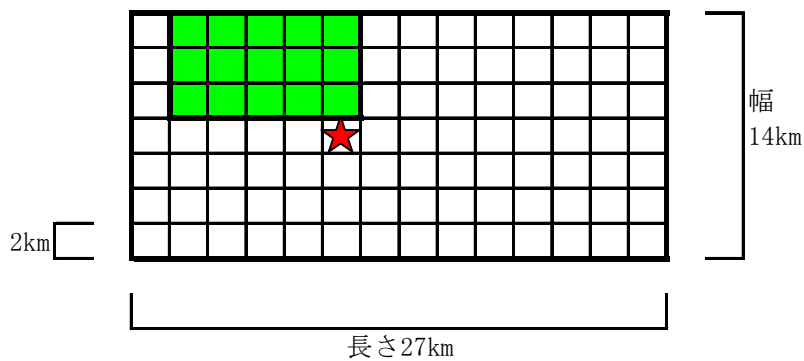


図3. 10. 1 央道湖南方の地震の震源モデル

### 3.10.3 震度分布

震度分布を図3.10.2に示す。

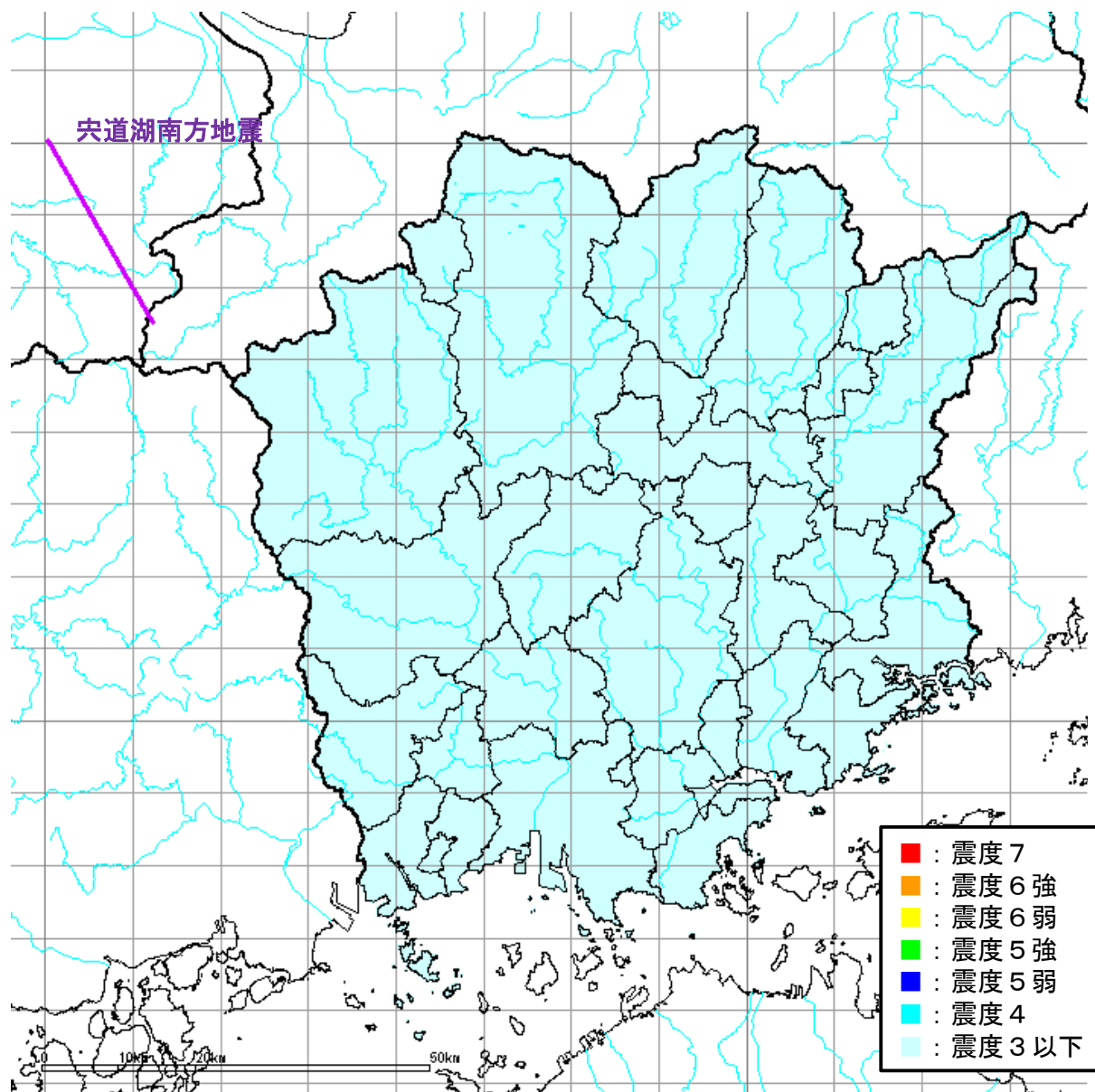


図3.10.2 関東湖南方の地震の震度分布

### 3.11 松江南方の地震

#### 3.11.1 松江南方の地震の概要

岡山県平成13年度想定<sup>[12]</sup>では、平成8年度島根県想定<sup>[22]</sup>に基づき、松江南方の地震( $M_J7.0$ )を想定地震としている。880年出雲の地震に対応する地震と考えられ、出雲国府の位置を中心として断層位置が設定されている。

島根県平成24年度想定<sup>[21]</sup>では、松江南方地震は最終的に想定地震とはなっていないものの、第1次選定対象地震になっている。地震規模は、鳥取県西部地震を考慮した当地域の「震源を予め特定しにくい地震」の最大値により、 $M_J7.3$ と大きくしている。

本検討でも島根県の考え方にならい、松江南方の地震を想定地震とし、地震規模は $M_J7.3$ とする。

#### 3.11.2 断層パラメータ

平成24年度島根県想定<sup>[21]</sup>では、松江南方の地震は、上記のように、最終的に想定地震となっていないため、震源モデルは示されていない。そこで、松江南方の地震と同様に、「震源を予め特定しにくい地震」の最大クラスとして設定されている前述の宍道湖南方の地震等と同様の設定(長さ27km、 $M_J7.3$ )とする。震源パラメータを表3.11.1に、震源モデルを図3.11.1に示す。

表3.11.1 松江南方の地震の震源パラメータ

項目		値	単位	
巨視的 震源特性	緯度	35.4000	°	
	経度	133.2385	°	
	上端深さ $d$	2	km	
	長さ $L$	27	km	
	幅 $W$	14	km	
	断層面積 $S$	378	km <sup>2</sup>	
	走向 $\theta$	90.0	°	
	傾斜角 $\delta$	90	°	
	すべり角 $\lambda$	0	°	
	地震モーメント $M_0$	7.0E+18	Nm	
	モーメントマグニチュード $M_W$	6.5		
	密度 $\rho$	2.7	g/cm <sup>3</sup>	
	S波速度 $\beta$	3.5	km/s	
	剛性率 $\mu$	3.3E+10	N/m <sup>2</sup>	
	静的応力降下量 $\Delta\sigma$	2.3	MPa	
すべり量 $D_a$	0.6	m		
微視的 震源特性	アスペリティ	面積 $S_a$	57.8	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_a$	1.1	m
		実効応力 $\Delta\sigma_a$	15.1	MPa
		地震モーメント $M_{0a}$	2.1E+18	Nm
	背景領域	面積 $S_b$	320	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_b$	0.5	m
		実効応力 $\Delta\sigma_b$	2.6	MPa
		地震モーメント $M_{0b}$	4.8E+18	Nm
その他の 震源特性	高周波遮断周波数 $f_{max}$	6	Hz	
	破壊伝播速度 $V_R$	2.5	km/s	

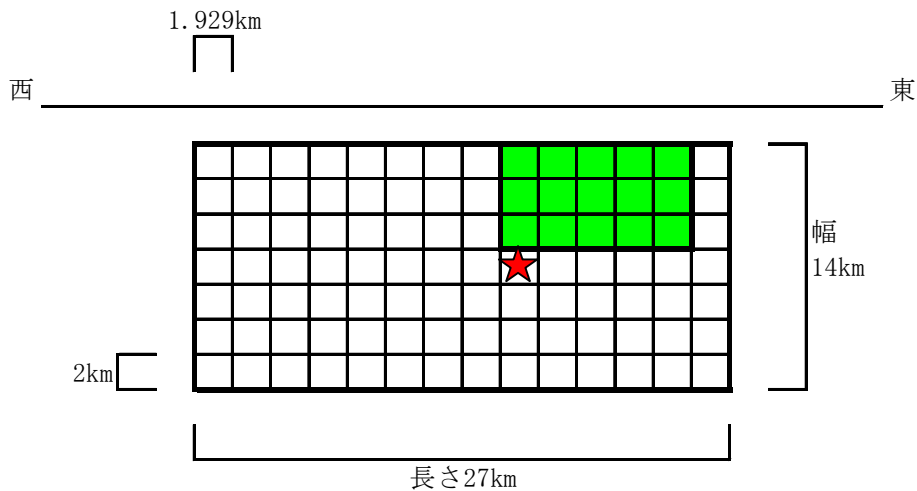


図3.11.1 松江南方の地震の震源モデル



### 3.11.3 震度分布

震度分布を図3.11.2に示す。

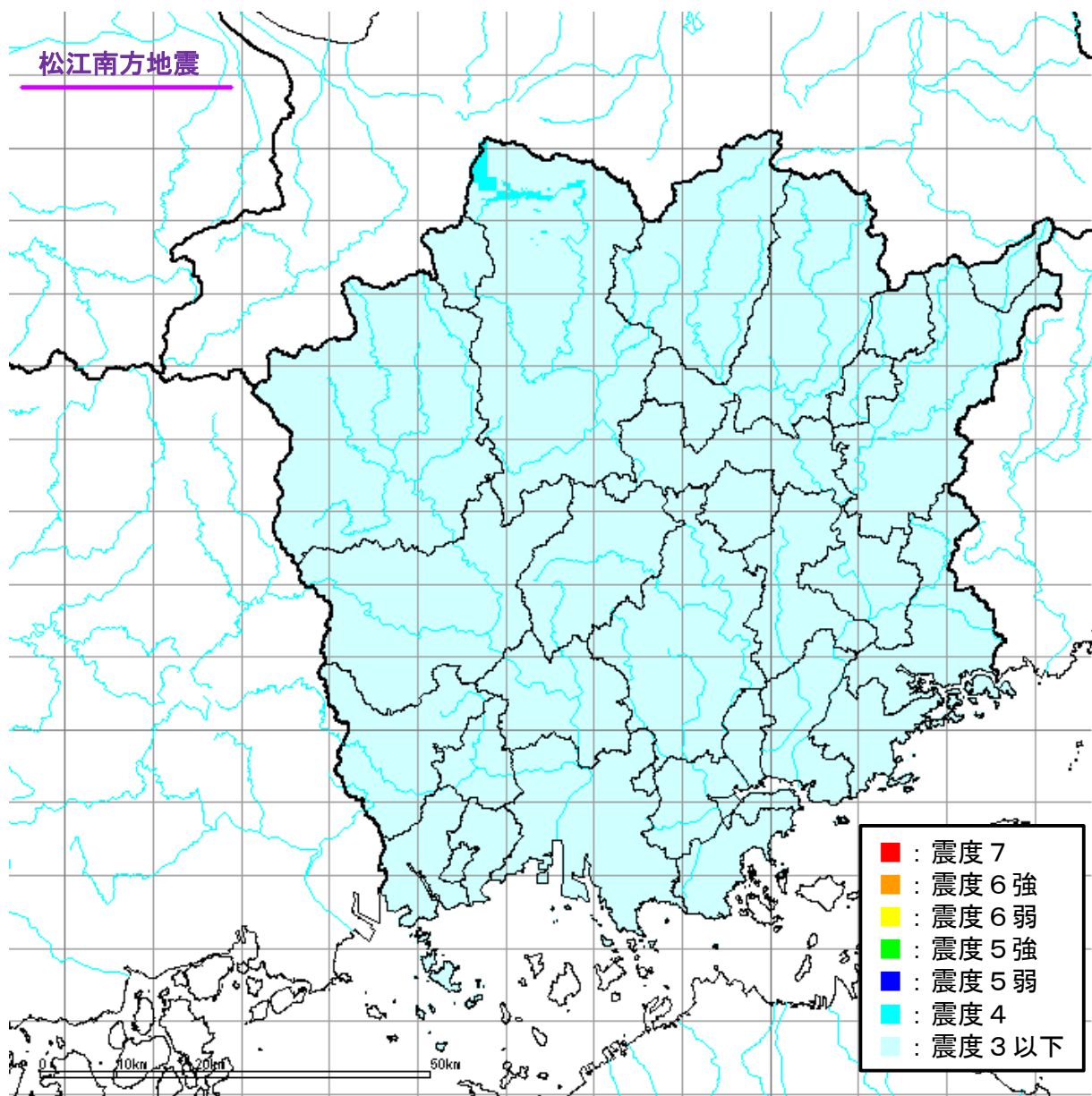


図3.11.2 松江南方の地震の震度分布

### 3.12 宍道断層の地震

#### 3.12.1 宍道断層の概要

宍道断層は地震調査研究推進本部の主要活断層帯には含まれていないが、「全国地震動予測地図」<sup>[4]</sup>では「その他の活断層」に位置づけられている鹿島断層帯が宍道断層に相当する。島根県松江市美保関ではほぼ東西方向に延びる右横ずれ断層である。宍道断層の位置を **図3.12.1**に示す。

宍道断層は、産業技術総合研究所<sup>[8]</sup>によると、今後30年間に地震が発生する確率は0.1%となっている。近年、中国電力(株)等により活断層調査が行われているが、今後も追加調査が行われることになっている。

岡山県平成13年度想定<sup>[12]</sup>では、想定地震となっていない。島根県平成24年度想定<sup>[21]</sup>では、「全国地震動予測地図」<sup>[4]</sup>における鹿島断層帯の評価や、中国電力(株)による宍道断層の調査成果等により、宍道断層の地震( $M_j7.1$ )を想定地震としている。

本検討でも、島根県<sup>[21]</sup>の想定にならい、宍道断層の地震を想定地震とし、地震規模は $M_j7.1$ とする。

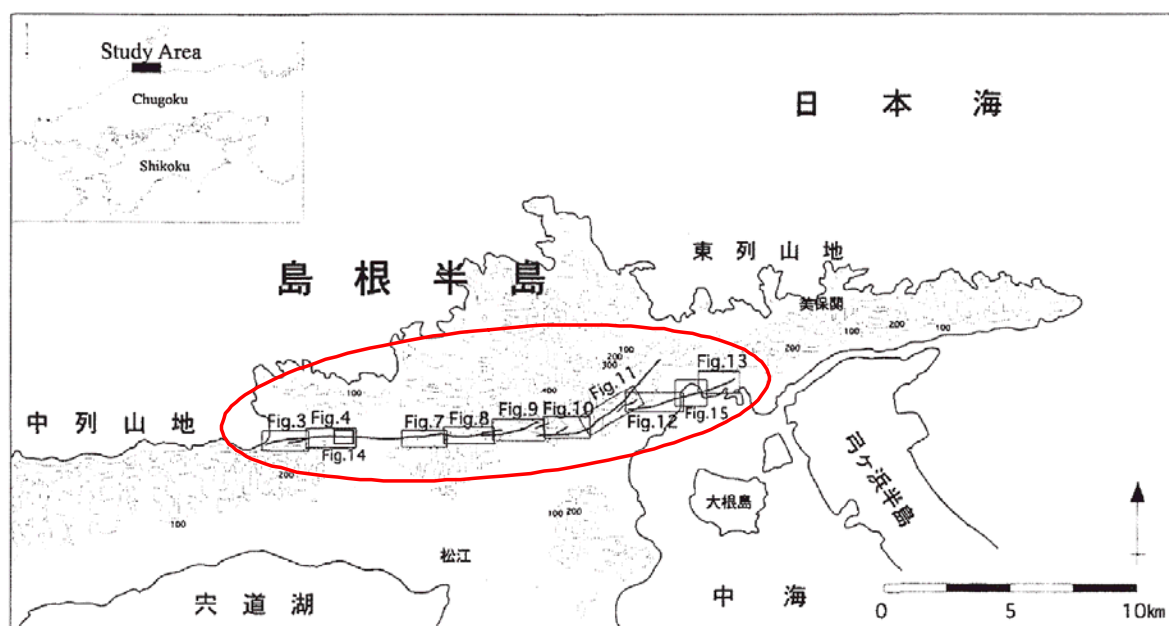


図3.12.1 宍道断層(鹿島断層)の位置(佐藤・中田(2002)<sup>[23]</sup>に加筆)

### 3.12.2 断層パラメータ

平成24年度島根県想定<sup>[23]</sup>での宍道断層の設定(長さ22km、 $M_j7.1$ )を用いる。震源パラメータを表3.12.1に、震源モデルを図3.12.2に示す。

表3.12.1 宍道断層の地震の震源パラメータ

項目		値	単位	
巨視的 震源特性	緯度	35.5148	°	
	経度	132.9529	°	
	上端深さ $d$	2	km	
	長さ $L$	22	km	
	幅 $W$	13	km	
	断層面積 $S$	286	km <sup>2</sup>	
	走向 $\theta$	83.0	°	
	傾斜角 $\delta$	90	°	
	すべり角 $\lambda$	0	°	
	地震モーメント $M_0$	4.6E+18	Nm	
	モーメントマグニチュード $M_w$	6.4		
	密度 $\rho$	2.7	g/cm <sup>3</sup>	
	S波速度 $\beta$	3.5	km/s	
	剛性率 $\mu$	3.3E+10	N/m <sup>2</sup>	
	静的応力低下量 $\Delta\sigma$	2.3	MPa	
すべり量 $D_a$	0.5	m		
微視的 震源特性	アスペリティ	面積 $S_a$	44.6	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_a$	1.0	m
		実効応力 $\Delta\sigma_a$	14.8	MPa
		地震モーメント $M_{0a}$	1.4E+18	Nm
	背景領域	面積 $S_b$	241	km <sup>2</sup>
		すべり量 $D_b$	0.4	m
		実効応力 $\Delta\sigma_b$	2.6	MPa
その他の 震源特性	高周波遮断周波数 $f_{max}$	6	Hz	
	破壊伝播速度 $V_R$	2.5	km/s	

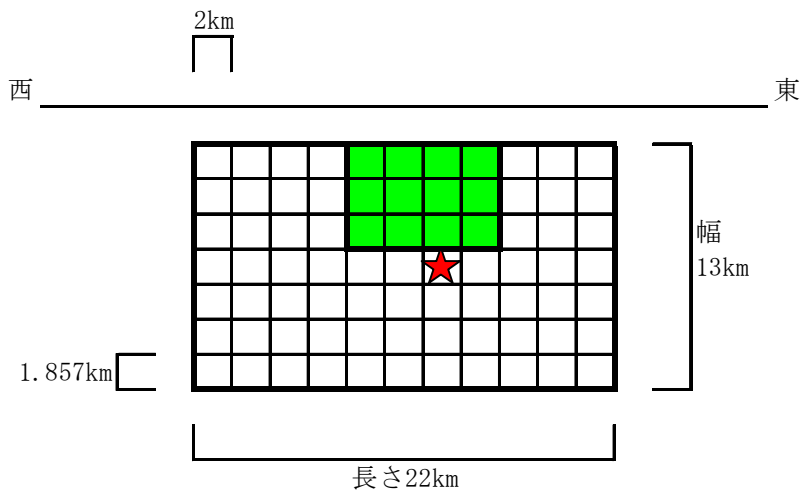


図3.12.2 宍道断層の地震の震源モデル

### 3.12.3 震度分布

震度分布を図3.12.3に示す。

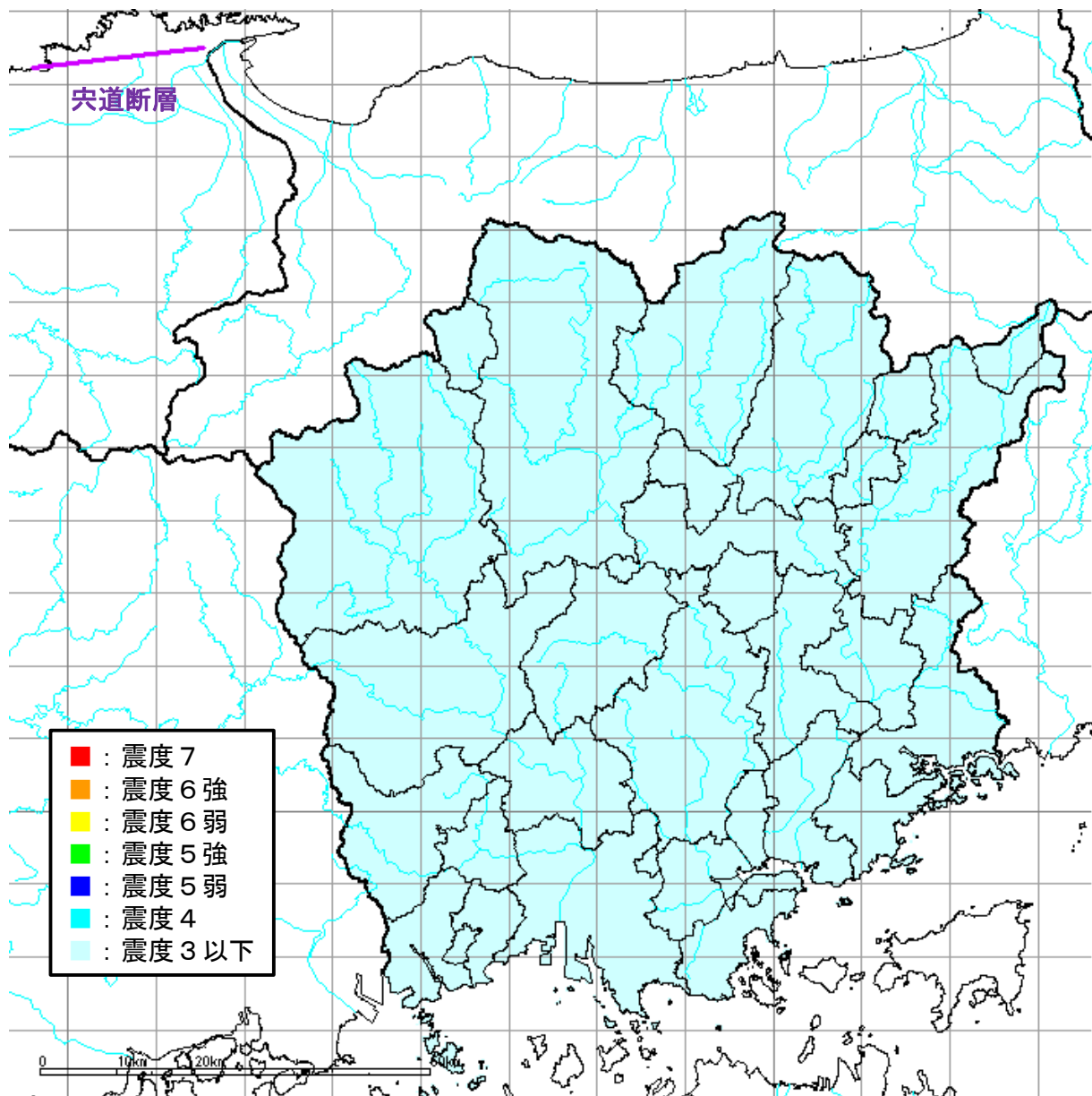


図3.12.3 宍道断層の地震の震度分布

### 3.13 被害想定対象地震の選定

地震被害が生じる可能性は、被害想定手法から考えると、下記の震度以上となる。

○建物被害：震度5強以上

○交通施設被害・ライフライン施設被害：必ずしも震度階と対応しないが、道路・鉄道・下水道管は震度5弱以上で生じる

建物被害が生じる可能性がある地震を対象とし、最大震度5強以上となる地震を抽出する。

鹿野・吉岡断層の地震で最大が震度5強である。ただし、震度5強となるのは、山地で建物が少なく、約400棟である。全壊率は震度5強では、まだ0であるので、全壊はなく、死者も0人となる。したがって、これは対象に含めず、最大震度6弱以上の7地震を被害想定の対象とする。

表3.13.1 地震動算定結果一覧（最大震度）

	想定地震	Mw	最大震度
①	山崎断層帯主部(大原・土万・安富・主部南東部)の地震	7.3	6強
②	那岐山断層帯の地震	7.0	6強
③	中央構造線断層帯(讃岐山脈南縁-石鎚山脈北縁東部)の地震	7.6	6弱
④	長尾断層帯の地震	6.6	5弱
⑤	長者ヶ原断層-芳井断層の地震	6.9	6強
⑥	鹿野・吉岡断層の地震	6.7	5強
⑦	倉吉南方の推定断層の地震	6.8	6強
⑧	大立断層・田代峠-布江断層の地震	6.8	6強
⑨	鳥取県西部地震	6.6	6強
⑩	宍道湖南方の地震	6.5	4
⑪	松江南方の地震	6.5	4
⑫	宍道断層の地震	6.4	4

### 参考文献[3章]

- [1] 地震調査研究推進本部地震調査委員会：山崎断層帯の長期評価（一部改訂）について，2013年7月（[http://www.jishin.go.jp/main/chousa/13jul\\_yamasaki/index.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/13jul_yamasaki/index.htm)）
- [2] 岡山県地域振興部：岡山県地震被害想定概要調査業務委託 報告書，1995年7月
- [3] 特定非営利活動法人環境振動の評価・予測・対策研究会：岡山県 南海地震に係る被害想定及び液状化想定の新評価・研究等事業 報告書，2003年3月
- [4] 地震調査研究推進本部地震調査委員会：全国地震動予測地図，2009年7月（[http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09\\_yosokuchizu/index.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/09_yosokuchizu/index.htm)）
- [5] 地震調査研究推進本部地震調査委員会：中央構造線断層帯（金剛山地東縁－伊予灘）の長期評価（一部改訂）について，2011年2月（[http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11feb\\_chuokozo/index.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/11feb_chuokozo/index.htm)）
- [6] 地震調査研究推進本部地震調査委員会：長尾断層帯の長期評価について，2003年9月（[http://www.jishin.go.jp/main/chousa/03sep\\_nagao/index.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/03sep_nagao/index.htm)）
- [7] 香川県危機管理総局危機管理課：香川県地震・津波被害想定 第一次公表報告書，2013年3月
- [8] 産業技術総合研究所：活断層データベース（[https://gbank.gsj.jp/activefault/index\\_gmap.html](https://gbank.gsj.jp/activefault/index_gmap.html)）
- [9] 広島県：広島県地震被害想定調査報告書，2013年10月（<http://www.pref.hiroshima.lg.jp/soshiki/4/1181640340970.html>）
- [10] 松田時彦：最大地震規模による日本列島の地震分帯図，東京大学地震研究所彙報，65，pp. 289-319. 1990年
- [11] 石井透，佐藤俊明：強震動評価のための不均質断層モデルの主破壊領域の面積とモーメントの関係，日本地震学会2000年秋季大会予稿集，B09，2000年
- [12] 岡山の地盤震動研究会：岡山県 山陰地方の断層系による地震被害想定・軟弱地盤調査研究委託 報告書，平成13年度
- [13] 鳥取県：鳥取県地震防災調査研究報告書，2005年3月（<http://www.pref.tottori.lg.jp/jishinbousaichousa/>）
- [14] 気象庁鳥取地方気象台：鳥取県の気象・地震に関する防災テキスト，地震災害事例編（<http://www.jma-net.go.jp/tottori/bousaitext.htm>）
- [15] 金田平太郎・岡田篤正：1943年鳥取地震の地表地震断層－既存資料の整理とその変動地形学的解釈－，活断層研究，21，pp. 73-91，2002年
- [16] 活断層研究会 編：新編日本の活断層－分布図と資料，東京大学出版会，437p，1990年
- [17] 中田高，今泉俊文 編：活断層詳細デジタルマップ，東京大学出版会，DVD-R，2002年
- [18] 地震予知総合研究振興会：平成12年鳥取県西部地震（2000/10/06 13:30），地震加速度情報，2000年（[http://www.adep.or.jp/kanren/Eq\\_data/001006.html](http://www.adep.or.jp/kanren/Eq_data/001006.html)）
- [19] 地震調査研究推進本部地震調査委員会強震動評価部会：鳥取県西部地震の観測記録を利用した強震動評価手法の検証について，2002年10月（[http://www.jishin.go.jp/main/chousa/02oct\\_tottori/index.htm](http://www.jishin.go.jp/main/chousa/02oct_tottori/index.htm)）
- [20] 池田隆明，釜江克宏，川辺秀憲，三輪滋，入倉孝次郎：経験的グリーン関数法による2000年鳥取県西部地震の強震動シミュレーション－合成結果に及ぼす経験的グリーン関数の影響－，地震災害軽減のための強震動予測マスターモデルに関する研究第2回シンポジウム論文集，pp. 19-22，2003年
- [21] 島根県：島根県地震被害想定調査 報告書，2012年6月（[http://www.pref.shimane.lg.jp/bosaikikikanri/bosai/jishinhigaisoutei\\_matome.html](http://www.pref.shimane.lg.jp/bosaikikikanri/bosai/jishinhigaisoutei_matome.html)）
- [22] 島根県：島根県地震被害想定調査報告書，1997年3月
- [23] 佐藤高行，中田高：鹿島断層の変位地形－一括活動型活断層のモデルとして－，活断層研究，21，pp. 99-110，2002年

## 4. 液状化危険度の分布

### 4.1 液状化危険度の想定手法

液状化判定で広く用いられている液状化指数( $P_L$ 値)により予測する。これは、 $F_L$ 法およびこれを深度方向に積分した $P_L$ 法（浅いところでの重みが大い）を用いて、液状化危険度を表すものである。算出の流れを、**図4.1.1**に示す。

$$P_L = \int_0^{20} (1 - F_L)(10 - 0.5x)dx \quad (4.1.1)$$

ここで、 $x$ は表層からの深さ(m)、 $F_L$ は液状化に対する抵抗率( $F_L$ 値)である。 $F_L$ は下式によって深さ毎に算出される。

$$F_L = \frac{R}{L} \quad \dots \quad \begin{cases} F_L \leq 1.0: \text{液状化すると判定} \\ F_L > 1.0: \text{液状化しないと判定} \end{cases} \quad (4.1.2)$$

R ; 地盤が有する動的せん断強度比

L ; 地震時せん断応力比

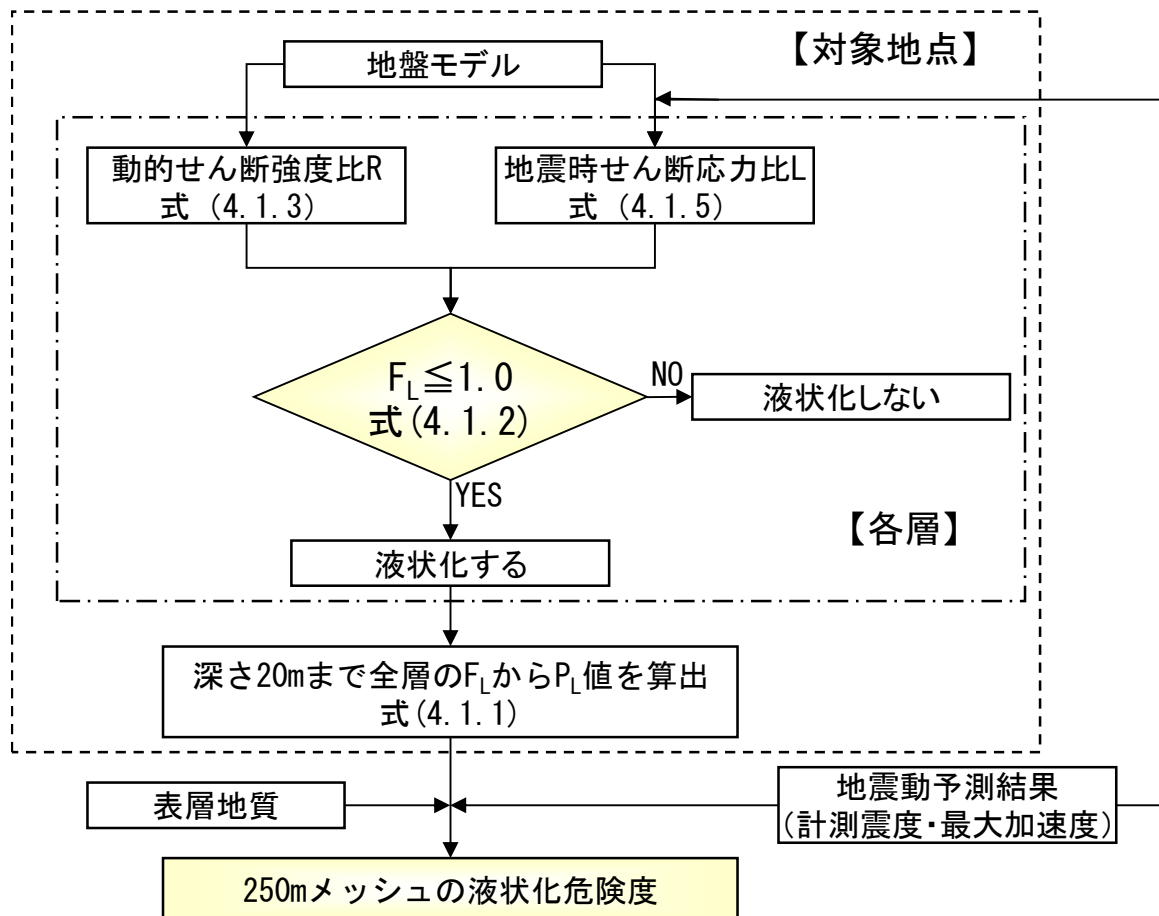


図4.1.1 液状化危険度予測の流れ

道路橋示方書<sup>[1]</sup>に示されている方法とは、以下の点で異なる。

○細粒分を多く含む砂の特性を考慮（内閣府<sup>[2]</sup>でも採用）

○継続時間の長さが及ぼす影響を考慮（石田ら<sup>[3]</sup>、横浜市<sup>[4]</sup>）

$P_L$ 値と液状化危険度は、表4.1.1のように関係づけられる。

表4.1.1 液状化判定基準

区 分	液状化の程度と対応
$P_L = 0$	液状化危険度はかなり低い。
$0 < P_L \leq 5$	液状化危険度は低い。
$5 < P_L \leq 15$	液状化危険度は高い。
$15 < P_L$	液状化危険度は極めて高い。

以下に手法の詳細を記す。

(1) 地盤が有する動的せん断強度比  $R$

$R$  は、地盤の繰返し三軸強度比  $R_L$  を用いて、以下の補正式(4.1.3)により得られる。

$$R = c_w R_L \quad (4.1.3)$$

$c_w$  は地震動の繰返し回数（継続時間）が液状化に大きく影響することを表すための、地震動特性による補正係数である。「建築基礎構造設計指針」で用いられるなど、広く採用されている時松・吉見(1983)<sup>[5]</sup>の式では、繰返しせん断応力を一様振幅のせん断応力に換算する係数  $r_n$  を、式(4.1.4)のように、地震規模  $M$  の関数として表している。

$$r_n = 0.1 * (M - 1) \quad (4.1.4)$$

これを、式(4.1.5)で、 $c_w$  に換算して用いる。 $M=7.5$  の際に、 $c_w = 1.0$  となり、道路橋示方書での値と一致する。

$$c_w = \frac{0.65}{r_n} \quad (4.1.5)$$

三軸強度比  $R_L$  は以下の式により算出する。

$$R_L = \begin{cases} 0.0882 \sqrt{N_a / 1.7} & (N_a < 14) \\ 0.0882 \sqrt{N_a / 1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} & (N_a \geq 14) \end{cases} \quad (4.1.6)$$

粒度の影響を考慮した補正  $N$  値 ( $N_a$ ) は、以下のように与える。



〈砂質土の場合〉

東京低地部に分布する砂の液状化強度は細粒分に強く依存することから、亀井ら<sup>[6]</sup>では、東京低地部や多摩川流域のデータから、下式を提案している。内閣府(2012)でも採用していることから、この補正式を採用する。

$$N_a = N_1 + \Delta N \quad (4.1.7)$$

$$N_1 = \frac{170N}{\sigma'_v + 70} \quad (4.1.8)$$

$$\Delta N = \begin{cases} 0 & FC < 5\% \\ 20.769 \cdot \log_{10}(FC) - 14.210 & 5\% \leq FC < 40\% \\ 19 & FC \geq 40\% \end{cases} \quad (4.1.9)$$

$$FC = \begin{cases} \frac{916}{N + 9.21} - 29.5 & (N < 22) \\ 0 & (N \geq 22) \end{cases} \quad (4.1.10)$$

$N_1$  : 有効上載圧 100kN/m<sup>2</sup> 相当に換算した N 値

$\Delta N$  : 東京低地における細粒分の影響に基づく N 値補正量

FC : 細粒分含有率(%)

〈礫質土の場合〉

$$N_a = \left( 1 - 0.36 \log_{10} \frac{D_{50}}{2} \right) N_1 \quad (4.1.11)$$

ここで、

$N$  : 標準貫入試験から得られる N 値

$N_1$  : 有効上載圧 100kN/m<sup>2</sup> 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

$D_{50}$  : 平均粒径(mm)

(2) 地震時せん断応力比 L

$$L = r_d k_{hg} \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} \quad (4.1.12)$$

$$r_d = 1.0 - 0.015x$$

$$\sigma_v = \gamma_{t1} h_w + \gamma_{t2} (x - h_w)$$

$$\sigma'_v = \gamma'_{t1} h_w + \gamma'_{t2} (x - h_w)$$

ここで、

$r_d$  : 地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数

$k_{hg}$  : 設計水平震度

$\sigma_v$  : 全上載圧(kN/m<sup>2</sup>)

$\sigma'_v$  : 有効上載圧(kN/m<sup>2</sup>)

$x$  : 地表面からの深さ(m)

$\gamma_{t1}$  : 地下水面より浅い位置での土の単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)

$\gamma_{t2}$  : 地下水面より深い位置での土の単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)

$\gamma'_{t2}$  : 地下水面より深い位置での土の有効単位体積重量(kN/m<sup>3</sup>)

$h_w$  : 地下水位の深さ(m)

設計水平震度は、童・山崎(1996)の関係を用いて、計測震度  $I_{jma}$  から最大加速度  $\alpha$  を算出して用いる。なお、内閣府は最大加速度から計測震度を予測する式を用いているが、ここでは利用法に合わせて計測震度から最大加速度を予測する式を用いる。

$$k_{hg} = \frac{\alpha}{g} = 10^{(0.51 \cdot I_{jma} - 0.23)} / 980 \quad (4.1.13)$$

### (3) 地下水位の設定

地下水位には季節変動があることもあり、全域で適切な値を設定するにはデータが不足するので、安全側として一律GL-1mとする。ただし、山間地にも同じ設定とするのは過大と考えられるので、谷底低地・扇状地には式(4.1.14)を用いて標高から設定する。これは、安田ら(2009)<sup>[7]</sup>が図4.1.2に示すように、首都圏の谷底低地での関係を求めたものである(WL:地下水位、GL:標高)。平成14年度の想定では、地形分類に応じて設定し、低地部でGL-1m、谷底低地でGL-2~3mとなっていて、概ね同程度の条件となっている。

$$\text{首都圏の谷底低地} : WL = 2.006 + 0.01470 \times GL \quad (4.1.14)$$

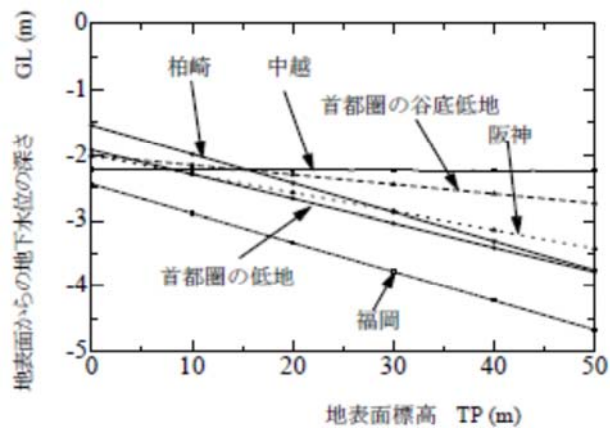


図4.1.2 地表面標高と地下水位の深さの関係

### (4) ボーリング地点での評価による補正

揺れの評価と同じく、層モデルによる評価では、空間的な変化を十分に捉えていないので、ボーリング地点で算出したPL値と組み合わせて算出する。

## 4.2 液状化危険度の想定結果

想定地震における液状化危険度分布を図4.2.1～7に示す。

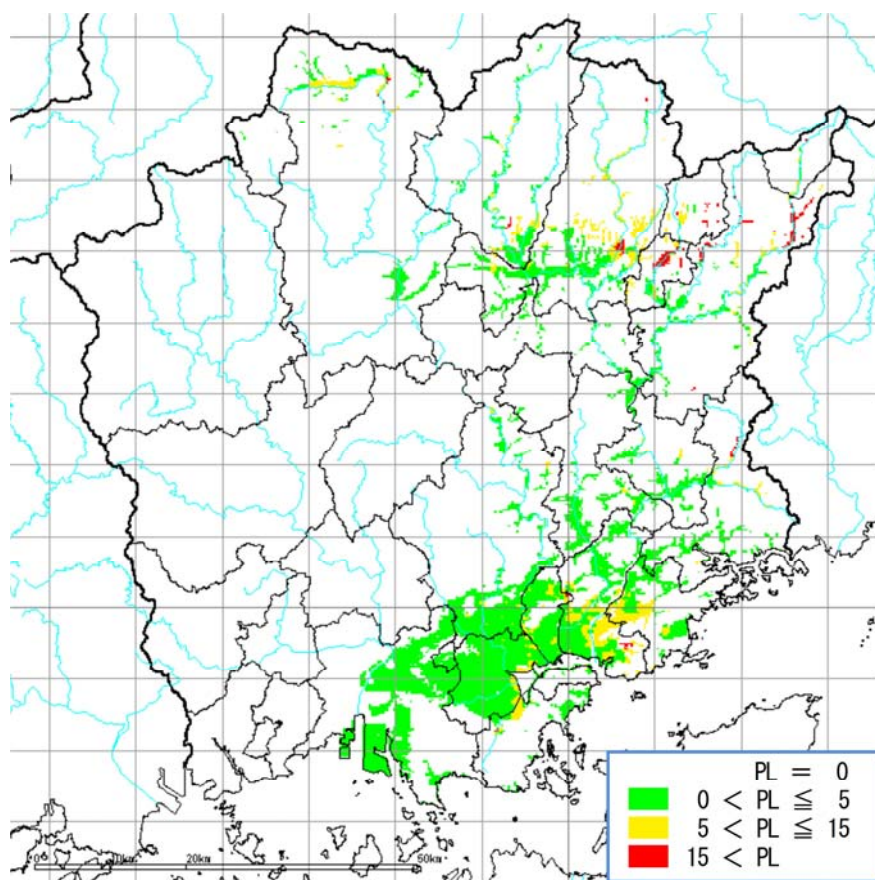


図4.2.1 液状化危険度分布（山崎断層帯主部の地震）

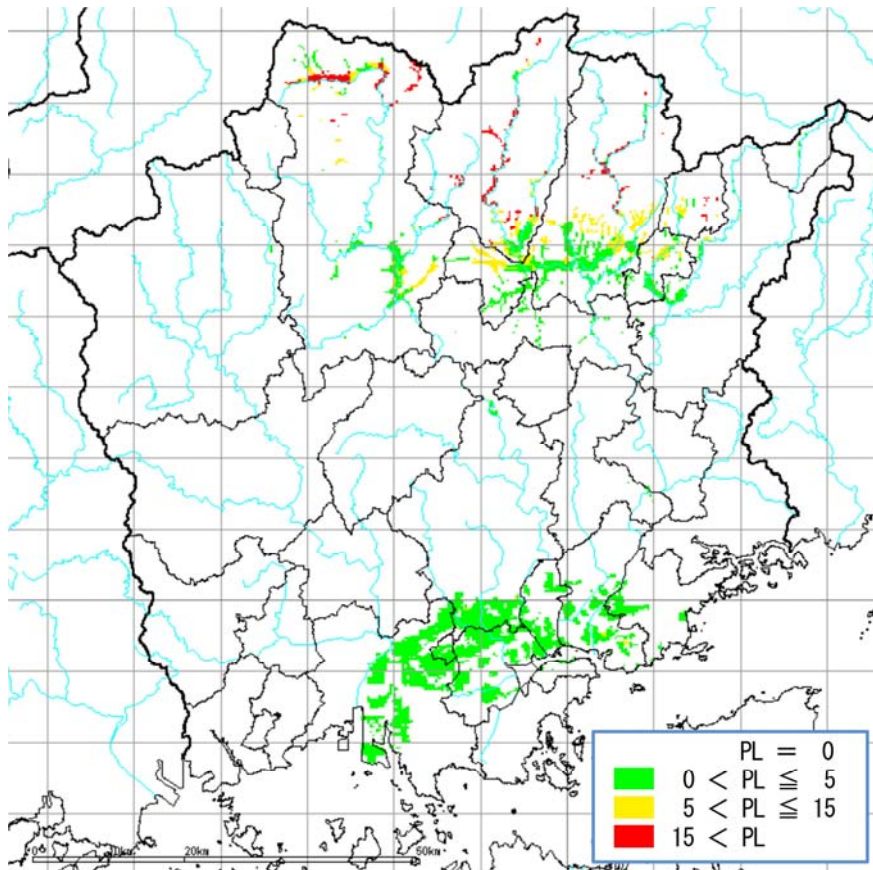


図4.2.2 液状化危険度分布（那岐山断層帯の地震）

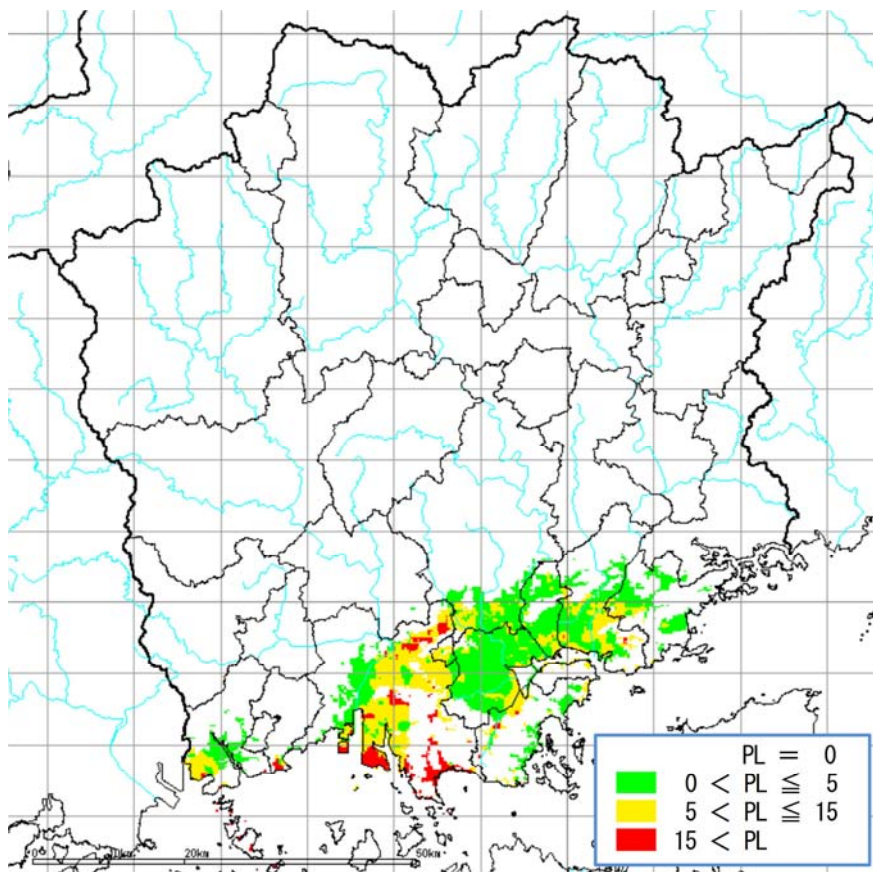


図4.2.3 液状化危険度分布（中央構造線断層帯の地震）



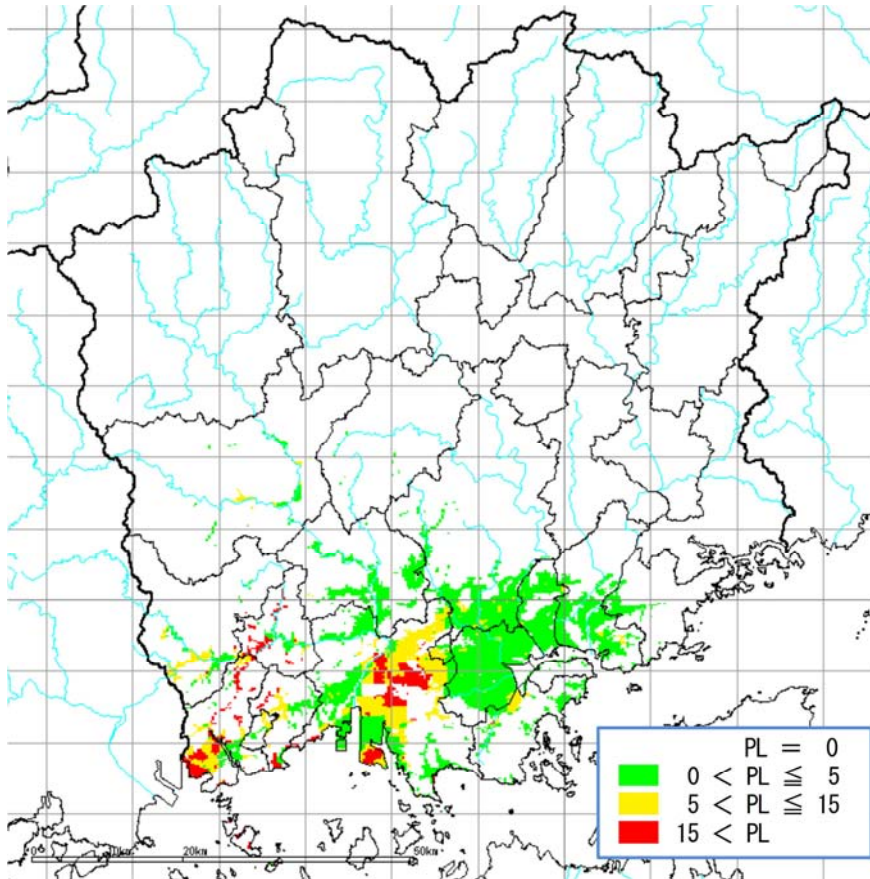


図4.2.4 液状化危険度分布（芳井断層の地震）

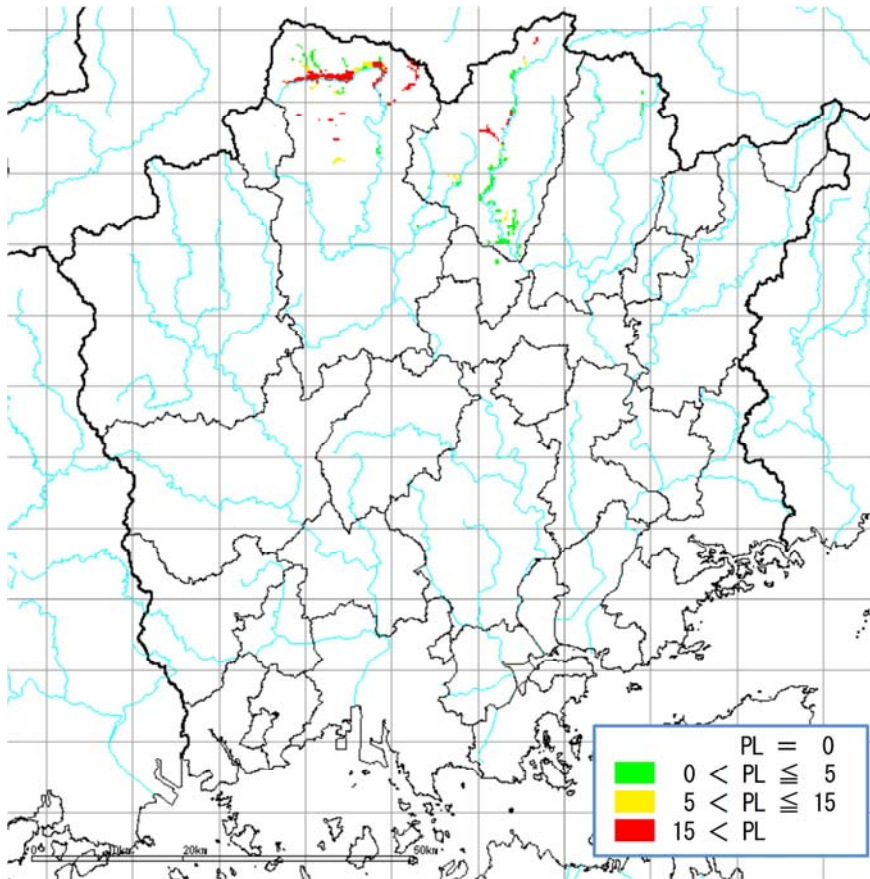


図4.2.5 液状化危険度分布（倉吉南方の推定断層の地震）

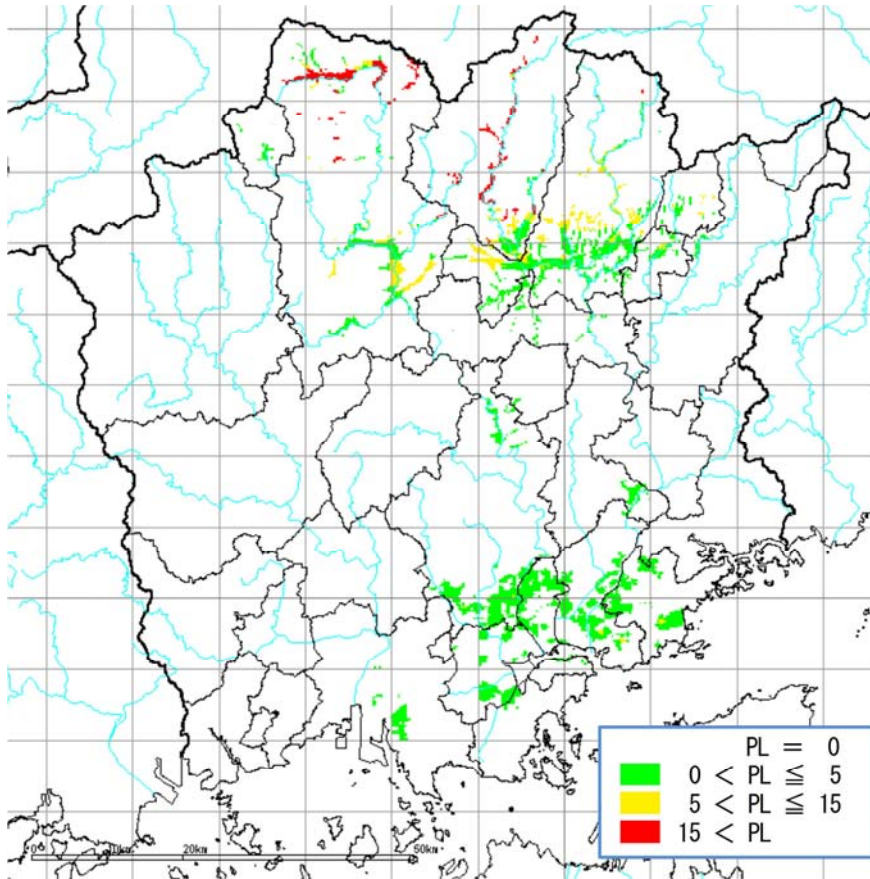


図4.2.6 液状化危険度分布（大立断層の地震）

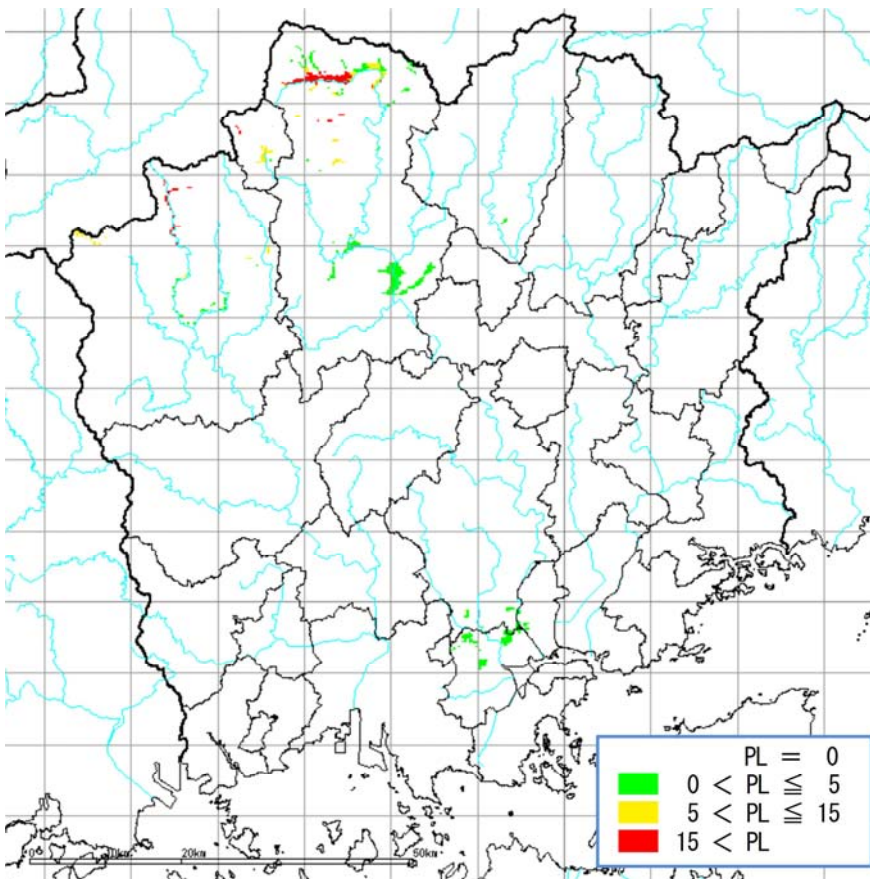


図4.2.7 液状化危険度分布（鳥取県西部地震）

#### 参考文献 [4章]

- [1] 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，V. 耐震設計編、2012年
- [2] 内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」：第二次報告、2012年
- [3] 石田栄介ら：2011年東北地方太平洋沖地震の際に即時推定した液状化危険度分布の検証、土木学会地震工学論文集、第68巻、第4号、pp.268-273、2012年
- [4] 横浜市：横浜市地震被害想定調査報告書、2012年
- [5] 時松孝次・吉見吉昭：Empirical Correlation of Soil Liquefaction Based on SPT N-value and Fines Content、土質工学会論文報告集、Vol. 23、No. 4、pp. 56-74、1983年
- [6] 亀井祐聡ら：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、pp.101-110、2002年
- [7] 安田 進・石田 栄介・細川 直行：液状化のハザードマップにおける作成方法の現状と問題点、第30回土木学会地震工学研究発表会論文集、2009年
- [8] 内閣府中央防災会議 防災対策検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ：南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）、2012年

## 5. 急傾斜地崩壊危険箇所の分布

### 5.1 対象とする土砂災害

対象とする土砂災害は、以下に示す土砂災害危険箇所のうち、地震による崩壊危険性が特に高い急傾斜地崩壊危険箇所とした。

- ・ **急傾斜地崩壊危険箇所：対象**

がけ崩れ（急傾斜地の崩壊）は、雨や地震等の影響で地盤がゆるみ、突然斜面が崩れ落ちる現象である。急な斜面で発生しやすいため崩壊速度が極めて速く、逃げ遅れる人が多いという特徴がある。

- ・ **地すべり危険箇所：対象外**

地すべりは、地下水等の影響により、斜面を構成する土塊が斜面下方に大きくすべりだす現象である。すべり落ちるスピードはゆっくりであるが、広い範囲にわたって地面が動くため、家や道路や田畑等が広範囲に被害を受ける。

- ・ **土石流危険渓流：対象外**

土石流は、山や川を構成する土砂が大雨等により発生する大量の水と一緒に激しく押し流される現象である。時速20～70kmという速度で、周辺の木々や岩等を先端部に巻き込みながら進み、人家や田畑、道路を一瞬のうちに壊滅する。

県が指定している急傾斜地崩壊危険箇所を対象とした。すなわち、「傾斜度 30° 以上でその高さが 5m以上の急傾斜地のうち、がけ崩れにより人家や公共施設等に被害を及ぼす恐れがある箇所」を対象とした。

ランクⅠ：災害想定区域内に人家5戸以上等（5戸未満であっても官公署、学校、病院、社会福祉施設等の災害弱者関連施設等のある場合を含む）ある箇所。

ランクⅡ：災害想定区域内に人家が1～4戸ある箇所。

ランクⅢ：災害想定区域内に人家がない場合でも、都市計画区域内であること等、一定の要件を満たし、住宅等が新規に立地する可能性があると考えられる箇所。

表 5.1.1 に、ランク毎の箇所数を示す。また、**図 5.1.1** に、分布図を示す。



表5.1.1 急傾斜地崩壊危険箇所の箇所数

ランク	箇所数
I	2,540
II	2,663
III	233
合計	5,436

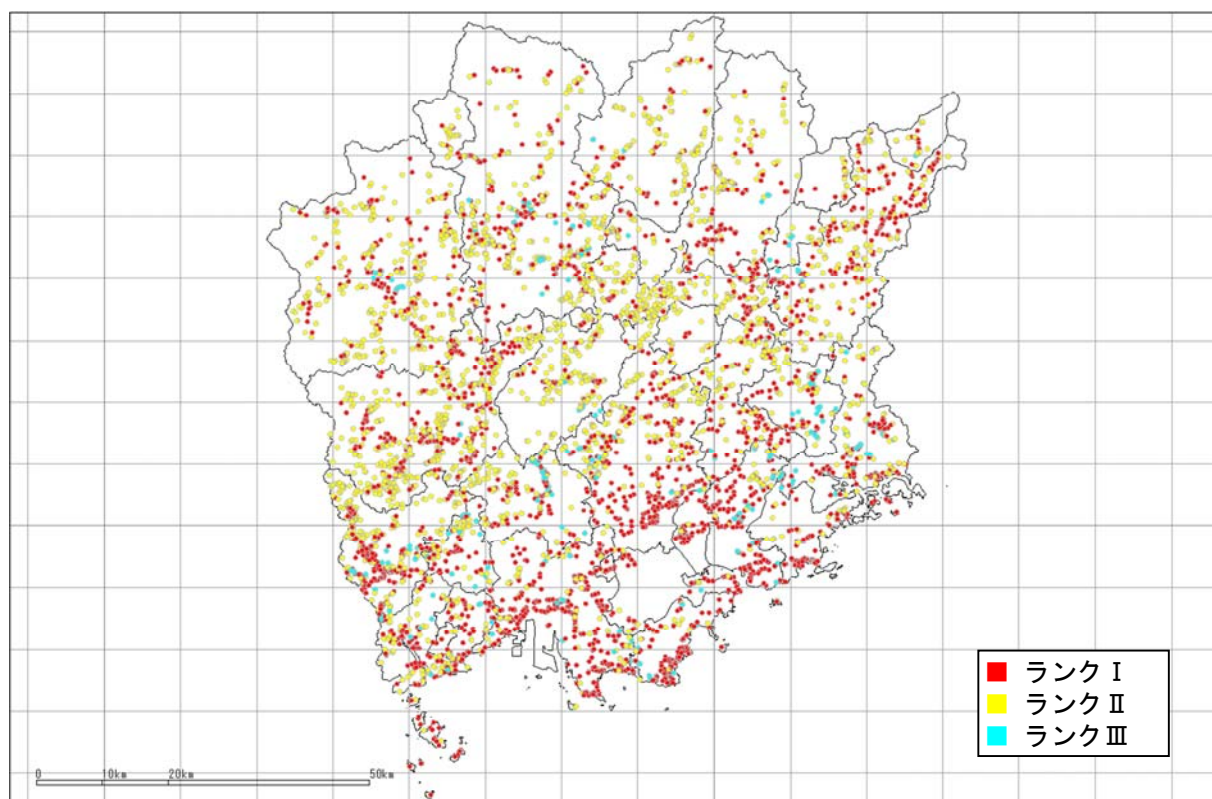


図5.1.1 急傾斜地崩壊危険箇所の分布

## 5.2 想定手法

想定手法は、内閣府(2012)<sup>[1]</sup>を用いる。

図 5.2.1 に、地震による急傾斜地崩壊危険度の想定フローを示す。同図に示すように、急傾斜地崩壊危険箇所潜在危険度ランク(a, b, c)と地震動(震度階)から、危険度ランク(A, B, C)を評価する。すなわち、表 5.2.1 の判定ランク表に基づき想定する。

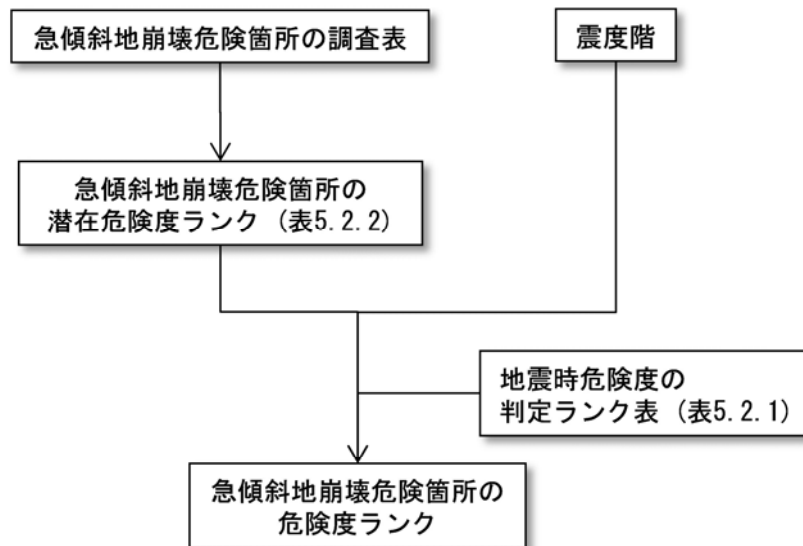


図5.2.1 地震による急傾斜地崩壊危険箇所の危険度想定フロー

表5.2.1 地震時危険度の判定ランク表

震度階	急傾斜地崩壊危険箇所の潜在危険度ランク		
	a	b	c
震度 6 強以上	A	A	A
震度 6 弱	A	A	B
震度 5 強	A	B	C
震度 5 弱	B	C	C
震度 4 以下	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

○対策工の効果

- ・対策工が施され、対策工に異常が無い場合には、ランクを1ランク下げる(ランクA→B、ランクB→C)。

急傾斜地崩壊危険箇所の潜在危険度ランクは、表 5.2.2 に基づき評価する。すなわち、急傾斜地の高さ、傾斜、湧水等の状況を項目毎に点数付けし、急傾斜地崩壊危険箇所そのものの潜在危険度を点数化する。さらには、表 5.2.3 に基づき、潜在危険度ランクを設定する。

なお、潜在危険度ランクは約 8 割がランク b と評価された。これに基づき、諸元が整理されていない急傾斜地崩壊危険箇所の潜在危険度ランクについては、ランク b として想定した。

表5.2.2 急傾斜地崩壊危険箇所の潜在危険度の判定調査表

大項目	データ項目	小項目	点数
①斜面高(H) [m]	斜面の高さ(H) [m]	$50 \leq H$	10
		$30 \leq H < 50$	8
		$10 \leq H < 30$	7
		$H < 10$	3
②傾斜勾配( $\alpha$ ) [°]	傾斜度( $\alpha$ ) [°]	$59 \leq \alpha$	7
		$45 \leq \alpha < 59$	4
		$\alpha < 45$	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
		礫混じり土、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

表5.2.3 急傾斜地崩壊危険箇所の潜在危険度ランクの判定表

潜在危険度ランク	a	b	c
①～⑦の点数の合計値 (表 5.2.2)	24 点以上	14～23 点	13 点以下

### 5.3 想定結果

想定地震における急傾斜地崩壊危険箇所の危険度ランク別箇所数を表5.3.1～7に、危険度ランクの分布を図5.3.1～7に示す。

表5.3.1 危険度ランク別箇所数（山崎断層帯主部の地震）

ランク	箇所数
A	181
B	427
C	4,828
合計	5,436

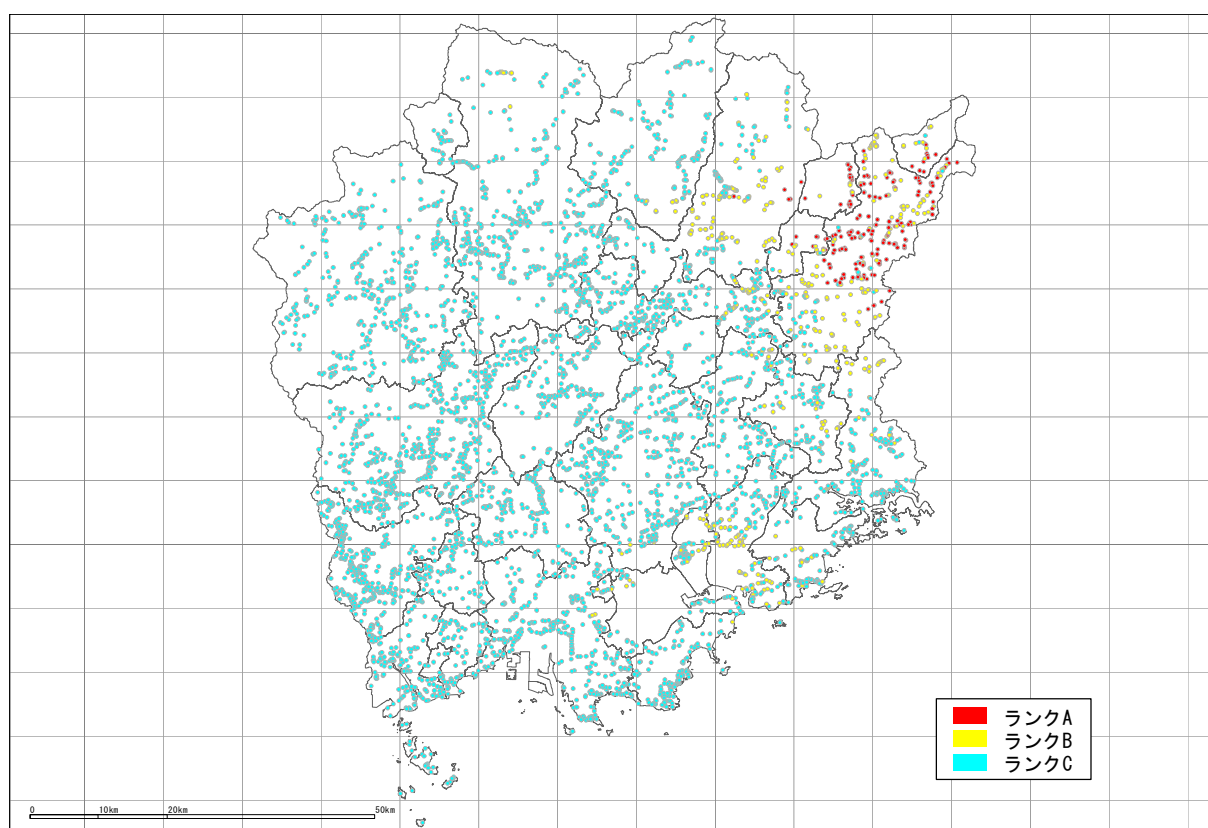


図5.3.1 急傾斜地崩壊危険箇所の危険度ランク（山崎断層帯主部の地震）

表5.3.2 危険度ランク別箇所数（那岐山断層帯の地震）

ランク	箇所数
A	105
B	339
C	4,992
合計	5,436

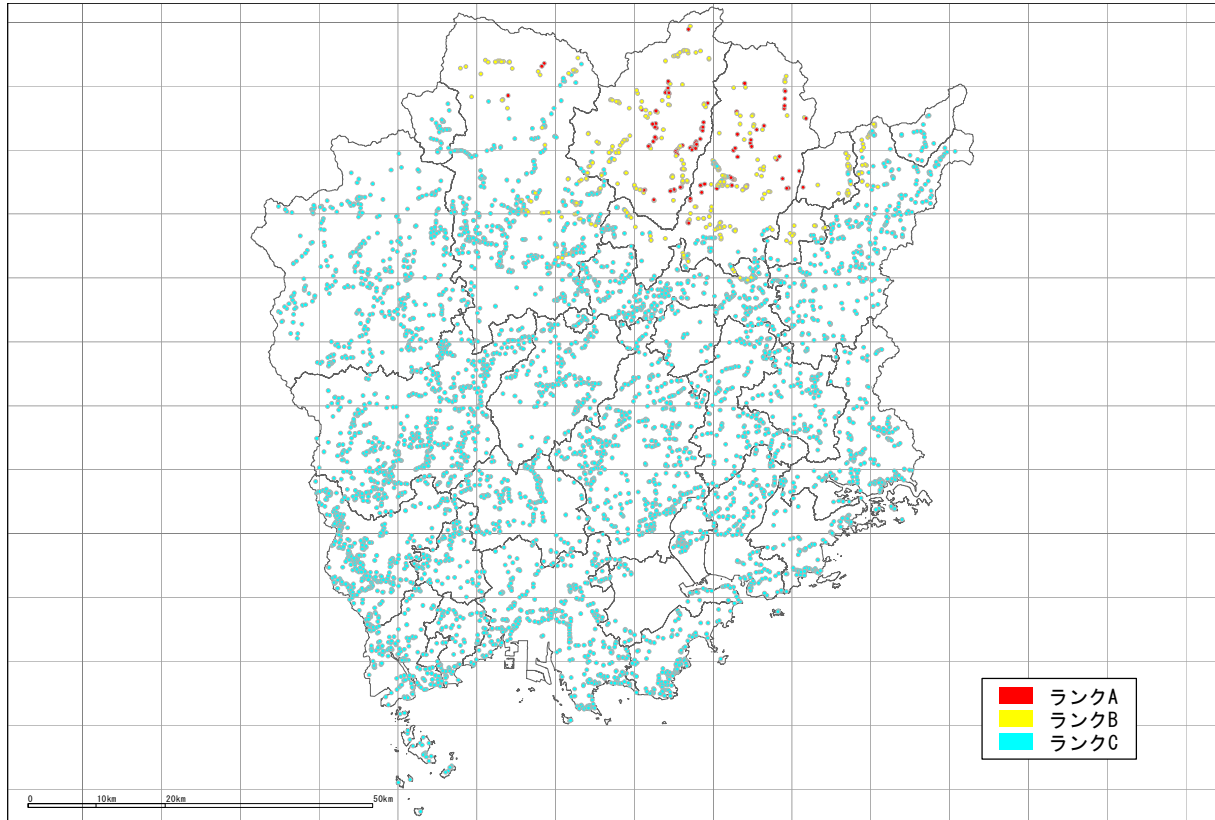


図5.3.2 急傾斜地崩壊危険箇所の危険度ランク（那岐山断層帯の地震）

表5.3.3 危険度ランク別箇所数（中央構造線断層帯の地震）

ランク	箇所数
A	181
B	427
C	4,828
合計	5,436

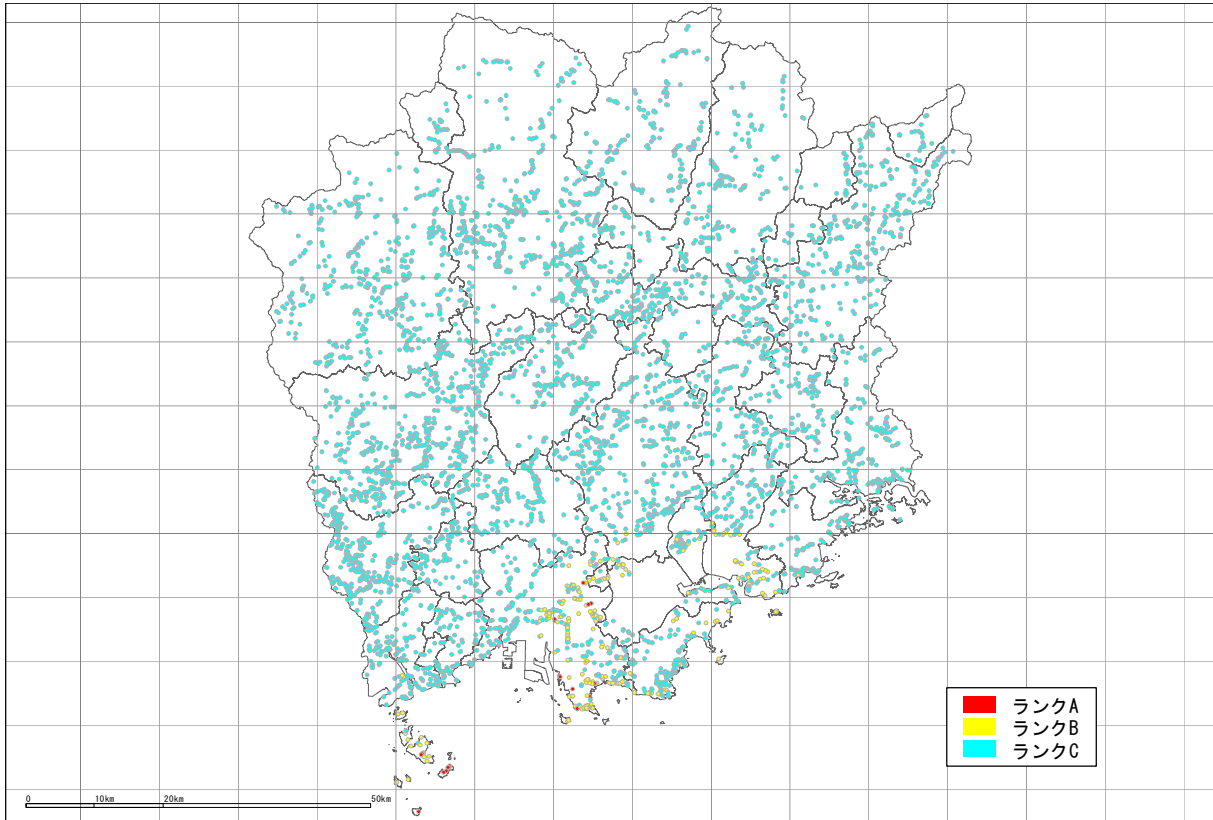


図5.3.3 急傾斜地崩壊危険箇所の危険度ランク（中央構造線断層帯の地震）

表5.3.4 危険度ランク別箇所数（芳井断層の地震）

ランク	箇所数
A	106
B	716
C	4,614
合計	5,436

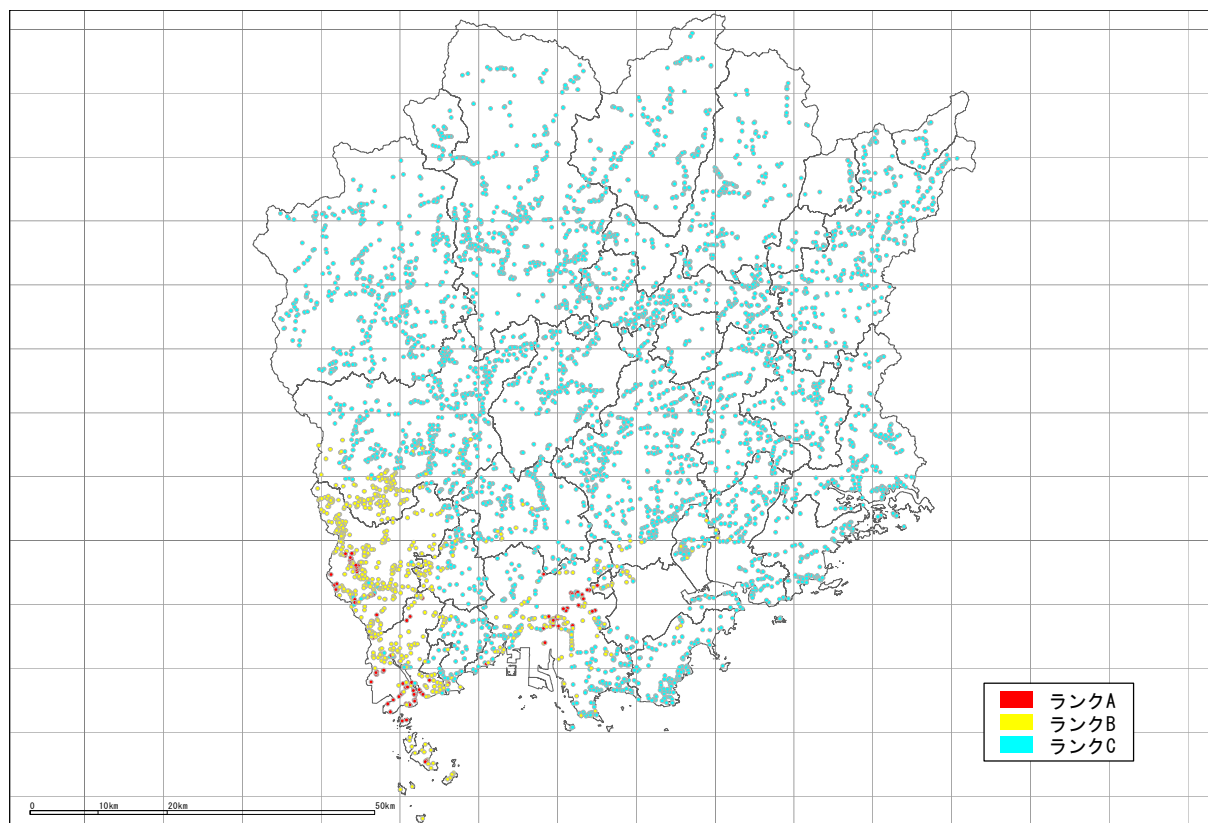


図5.3.4 急傾斜地崩壊危険箇所の危険度ランク（芳井断層の地震）

表5.3.5 危険度ランク別箇所数（倉吉南方の推定断層の地震）

ランク	箇所数
A	25
B	41
C	5,370
合計	5,436

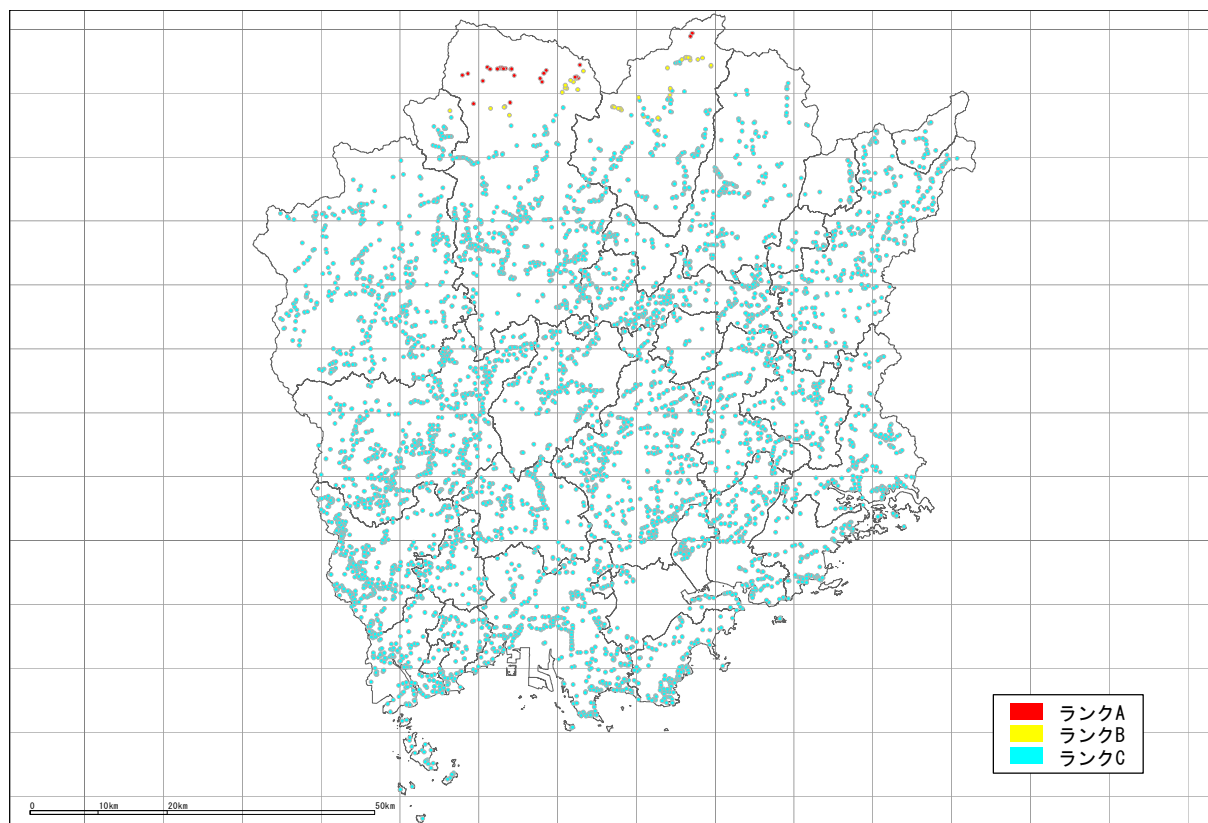


図5.3.5 急傾斜地崩壊危険箇所の危険度ランク（倉吉南方の推定断層の地震）



表5.3.6 危険度ランク別箇所数（大立断層の地震）

ランク	箇所数
A	99
B	303
C	5,034
合計	5,436

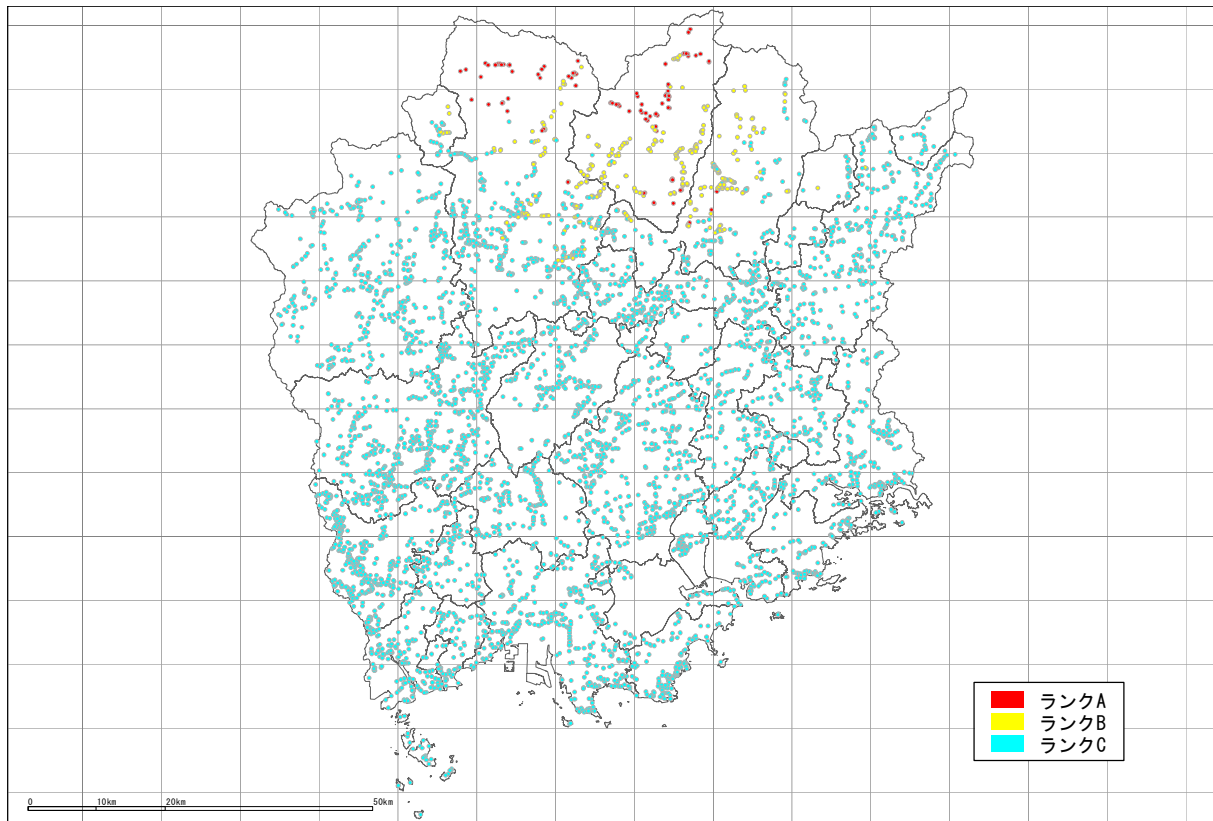


図5.3.6 急傾斜地崩壊危険箇所の危険度ランク（大立断層の地震）

表5.3.7 危険度ランク別箇所数（鳥取県西部地震）

ランク	箇所数
A	18
B	123
C	5,295
合計	5,436

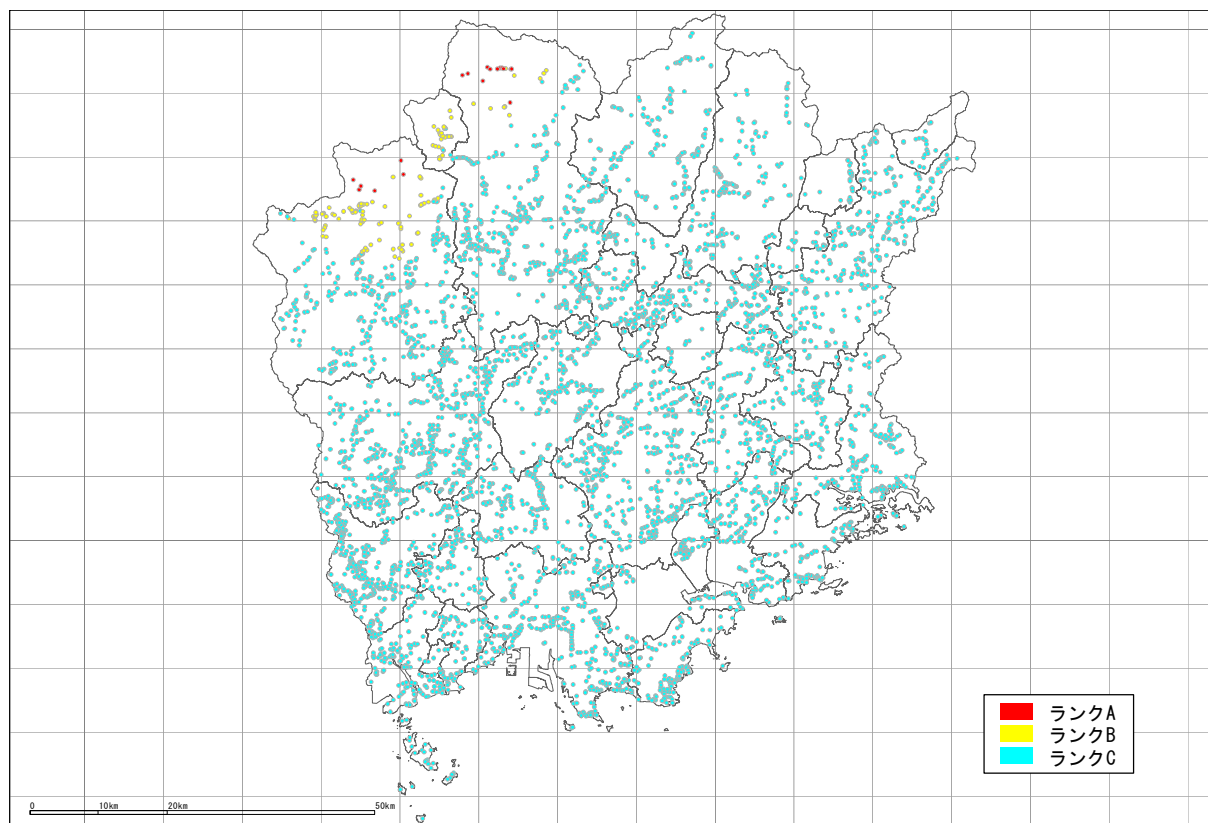


図5.3.7 急傾斜地崩壊危険箇所の危険度ランク（鳥取県西部地震）

参考文献 [5章]

- [1] 内閣府中央防災会議 防災対策検討会議 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ：南海トラフ巨大地震の被害想定について（第一次報告）、2012年