

資料 C

「想定地震案・地震動試計算結果」

目次

1. 想定地震と断層モデル案.....	1
2. 地震動試計算結果	7
3. 震度暴露人口試計算結果.....	24

1. 想定地震と断層モデル案

地震動の試計算を行うに当たり、想定地震の候補として F55 断層、F56 断層、F57 断層、F60 断層の 4 つの断層による地震について、断層モデル案を設定した。このうち、断層位置が比較的島根県に近く影響が大きいと考えられる F55 断層、F56 断層、F57 断層の 3 断層については波形計算を用いた詳細法による試計算を行い、震源がやや遠い F60 断層は距離減衰式を用いた簡便法による試計算を行った。

断層パラメータの設定方法は、日本海における大規模地震に関する調査検討会(2014) (以下、日本海検討会と略す) のモデルに準拠し、波形計算を行った 3 断層については、大すべり域を強震動生成域に置き換えた。大すべり域の位置は、基本の 3 ケース (右側、中央、左側) および隣接ケースを検討した。また、破壊開始点については、島根県への影響が大きい (地震動が大きくなる) と考えられるケースを検討した。

表 1 に検討ケース概要を示す。また、表 2～表 5 に各断層の断層パラメータ、図に断層位置を示す。

表 1 地震動試計算の検討対象とした断層および検討ケース概要

地震断層	Mw	大すべり域位置	破壊開始点	検討ケース数
F55 断層	7.5	基本 3 ケース、隣接 LLR、隣接 LRR	右	5×1=5 ケース
F56 断層	7.2	基本 3 ケース、隣接 LR	左、右	4×2=8 ケース
F57 断層	7.5	基本 3 ケース、隣接 LR	左、右	4×2=8 ケース
F60 断層	7.6	簡便法	(なし)	簡便法 1 ケース

表 2 断層パラメータリスト F55 断層

計算方法 断層名			詳細法 F55断層			参考文献 経験式 等	
地震の規模・断層の大きさ・形状							
気象庁マグニチュード	M_J		8.13			logL=0.6M-2.9	
モーメントマグニチュード	M_w		7.48				
地震モーメント	M_0	Nm	2.06E+20			日本海検討会(2014)	
			5.74E+19	9.27E+19	5.61E+19		
断層面積	S	km ²	1518				
			422	682	413		
断層長さ	L	km	95				
			26.4	42.6	25.8		
断層幅	W	km	16.0	16.0	16.0		
横ずれ			右				
隆起側			南				
断層の位置							
端点(原点)経度		°	134.4138	134.1259	133.6580	日本海検討会(2014)	
緯度		°	35.7569	35.7194	35.6530		
走向	θ	°	261	261	249		
傾斜	δ	°	60	60	60		
上端深さ	H_s	km	1.1	1.1	1.1		
下端深さ	H_d	km	15.0	15.0	15.0		
断層の運動							
すべり角	λ	°	215	215	215		日本海検討会(2014)
すべり量	D	m	3.96				
平均応力パラメータ	$\Delta\sigma$	MPa	3.1				長大な横ずれ断層
破壊伝播速度	V_r	km/s	2.52			$V_r=0.72V_s$	
高周波遮断周波数	f_{max}	Hz	6.0			鶴来・他(1997)	
短周期レベル	A	Nm/s ²	3.13E+19			$A=2.46 \times 10^{10} M_0^{1/3}$	
基本物理量							
S波速度	V_s	km/s	3.5			日本海検討会(2014)	
密度	ρ	kg/m ³	2800				
剛性率	μ	N/m ²	3.43E+10				
強震動生成域							
総面積	S_a	km ²	81	146	69	日本海検討会(2014)	
面積比	S_a/S		0.19	0.21	0.17		
個数			1	1	1		
すべり量	D_a	m	7.92	7.92	7.92		
総地震モーメント	M_{0a}	Nm	2.21E+19	3.97E+19	1.87E+19		
応力パラメータ	$\Delta\sigma_a$	MPa	16.12	14.47	18.60		$\Delta\sigma_a=S/S_a \times \Delta\sigma$
要素断層							
長さ	L_e	km	2.028	2.028	2.147	2×2km程度	
幅	W_e	km	2.003	2.003	2.003		
分割数							
長さ	N_{le}		13	21	12		
幅	N_{we}		8	8	8		
強震動生成域 長さ	N_{lea}		5	9	4		
強震動生成域 幅	N_{wea}		4	4	4		
背景領域							
面積	S_b	km ²	341	536	344	日本海検討会(2014)	
地震モーメント	M_{0b}	Nm	3.53E+19	5.30E+19	3.74E+19		
すべり量	D_b	m	3.02	2.88	3.17		
応力パラメータ	σ_b	MPa	3.07	2.63	3.72		$\sigma_b=D_b/W_b/(D_a/W_a) \times \Delta\sigma_a$

表 3 断層パラメータリスト F56 断層

計算方法			詳細法		参考文献 経験式 等
断層名			F56断層		
地震の規模・断層の大きさ・形状					
気象庁マグニチュード	M_J		7.66		logL=0.6M-2.9
モーメントマグニチュード	M_w		7.19		
地震モーメント	M_0	Nm	7.59E+19		
			1.09E+19	6.50E+19	
断層面積	S	km ²	793		日本海検討会(2014)
			114	679	
断層長さ	L	km	49		
			7.1	42.4	
断層幅	W	km	16.0	16.0	
横ずれ			右		
隆起側			南		
断層の位置					
端点(原点)経度		°	132.9596	132.9171	日本海検討会(2014)
緯度		°	35.6189	35.5699	
走向	θ	°	217	268	
傾斜	δ	°	60	60	
上端深さ	H_s	km	1.1	1.1	
下端深さ	H_d	km	15.0	15.0	
断層の運動					
すべり角	λ	°	143	215	日本海検討会(2014)
すべり量	D	m	2.79		
平均応力パラメータ	$\Delta\sigma$	MPa	3.1		長大な横ずれ断層
破壊伝播速度	V_r	km/s	2.52		$V_r=0.72V_s$
高周波遮断周波数	f_{max}	Hz	6.0		鶴来・他(1997)
短周期レベル	A	Nm/s ²	2.24E+19		$A=2.46 \times 10^{10} M_0^{1/3}$
基本物理量					
S波速度	V_s	km/s	3.5		日本海検討会(2014)
密度	ρ	kg/m ³	2800		
剛性率	μ	N/m ²	3.43E+10		
強震動生成域					
総面積	S_a	km ²	19	146	日本海検討会(2014)
面積比	S_a/S		0.17	0.21	
個数			1	1	
すべり量	D_a	m	5.58	5.58	
総地震モーメント	M_{0a}	Nm	3.64E+18	2.79E+19	
応力パラメータ	$\Delta\sigma_a$	MPa	18.60	14.47	$\Delta\sigma_a=S/S_a \times \Delta\sigma$
要素断層					
長さ	L_e	km	2.374	2.018	2×2km程度
幅	W_e	km	2.004	2.004	
分割数					
長さ	N_{le}		3	21	
幅	N_{we}		8	8	
強震動生成域 長さ	N_{lea}		1	9	
強震動生成域 幅	N_{wea}		4	4	
背景領域					
面積	S_b	km ²	95	534	日本海検討会(2014)
地震モーメント	M_{0b}	Nm	7.28E+18	3.72E+19	
すべり量	D_b	m	2.23	2.03	
応力パラメータ	σ_b	MPa	3.72	2.63	

表 4 断層パラメータリスト F57 断層

計算方法			詳細法		参考文献 経験式 等
断層名			F57断層		
地震の規模・断層の大きさ・形状					
気象庁マグニチュード	M_J		8.18		logL=0.6M-2.9
モーメントマグニチュード	M_w		7.51		
地震モーメント	M_0	Nm	2.33E+20		
			1.65E+20	6.83E+19	
断層面積	S	km ²	1637		日本海検討会(2014)
			1157	480	
断層長さ	L	km	102		
			72.4	30.1	
断層幅	W	km	16.0	16.0	
横ずれ			右		
隆起側			南		
断層の位置					
端点(原点)経度		°	132.4222	131.6174	日本海検討会(2014)
緯度		°	35.4992	35.5023	
走向	θ	°	271	235	
傾斜	δ	°	60	60	
上端深さ	H_s	km	1.2	1.2	
下端深さ	H_d	km	15.0	15.0	
断層の運動					
すべり角	λ	°	215	145	日本海検討会(2014)
すべり量	D	m	4.15		
平均応力パラメータ	$\Delta\sigma$	MPa	3.1		長大な横ずれ断層
破壊伝播速度	V_f	km/s	2.52		$V_f=0.72V_s$
高周波遮断周波数	f_{max}	Hz	6.0		鶴来・他(1997)
短周期レベル	A	Nm/s ²	3.26E+19		$A=2.46 \times 10^{10} M_0^{1/3}$
基本物理量					
S波速度	V_s	km/s	3.5		日本海検討会(2014)
密度	ρ	kg/m ³	2800		
剛性率	μ	N/m ²	3.43E+10		
強震動生成域					
総面積	S_a	km ²	220	96	日本海検討会(2014)
面積比	S_a/S		0.19	0.20	
個数			1	1	
すべり量	D_a	m	8.30	8.30	
総地震モーメント	M_{0a}	Nm	6.27E+19	2.74E+19	
応力パラメータ	$\Delta\sigma_a$	MPa	16.28	15.50	$\Delta\sigma_a=S/S_a \times \Delta\sigma$
要素断層					
長さ	L_e	km	2.010	2.004	2×2km程度
幅	W_e	km	2.283	2.283	
分割数					
長さ	N_{le}		36	15	
幅	N_{we}		7	7	
強震動生成域 長さ	N_{lea}		16	7	
強震動生成域 幅	N_{wea}		3	3	
背景領域					
面積	S_b	km ²	936	384	日本海検討会(2014)
地震モーメント	M_{0b}	Nm	1.02E+20	4.10E+19	
すべり量	D_b	m	3.17	3.11	
応力パラメータ	σ_b	MPa	2.66	2.49	

表 5 断層パラメータリスト F60 断層

計算方法			簡便法	参考文献 経験式 等
断層名			F60断層	
地震の規模・断層の大きさ・形状				
気象庁マグニチュード	M_J		8.39	logL=0.6M-2.9
モーメントマグニチュード	M_w		7.59	
地震モーメント	M_0	Nm	3.02E+20	日本海検討会(2014)
断層面積	S	km ²	1914	
断層長さ	L	km	136.871	
断層幅	W	km	13.982	
横ずれ 隆起側				
断層の位置				
端点(原点)経度		°	130.8816	日本海検討会(2014)
緯度		°	33.3933	
走向	θ	°	321	
傾斜	δ	°	90	
上端深さ	H_s	km	1.0	
下端深さ	H_d	km	15.0	
断層の運動				
すべり角	λ	°	325	日本海検討会(2014)
すべり量	D	m	4.60	

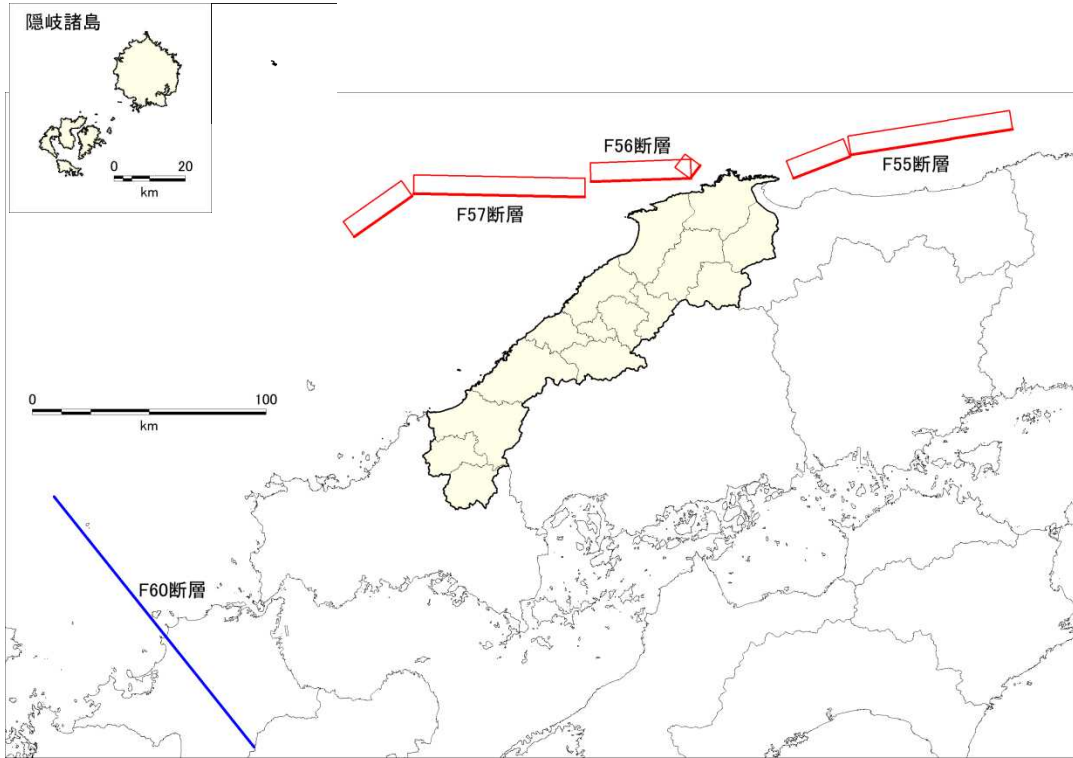


図 1 断層モデル位置 詳細法 (赤) および簡便法 (青)
断層モデル位置

2. 地震動試計算結果

2.1 地震動試計算方法

詳細法では、統計的グリーン関数法を用い、地震基盤～工学的基盤までの波形計算を行った。

工学的基盤～地表までの評価については、工学的基盤波形から計算される工学的基盤震度に、横田ほか(2005)の震度増分を加え、地表震度を計算した。

ここで、統計的グリーン関数法が乱数を用いる手法であるため、乱数によるバラつきが発生する。よって、統計的グリーン関数法では乱数5ケース分を計算し、最もバラつきが小さい乱数ケースを地表震度計算対象のケースとした。

簡便法では、司・翠川(1999)の断層最短距離による距離減衰式を用い、工学的基盤 ($V_s600\text{m/s}$ 程度) における最大速度を算出し、童・山崎(1996)により工学的基盤最大速度から工学的震度を算出した。その後、震度増分から地表震度を算出した。

2.2 3断層を対象とした詳細法による地震動試計算結果

2.2.1 工学的基盤震度の試計算結果

以降に、詳細法の対象とした3断層について、断層ごとに工学的基盤震度試計算結果を示す。ここでは、乱数1ケース分の結果のみ示す。

(1) F55 断層による工学的基盤震度試計算結果

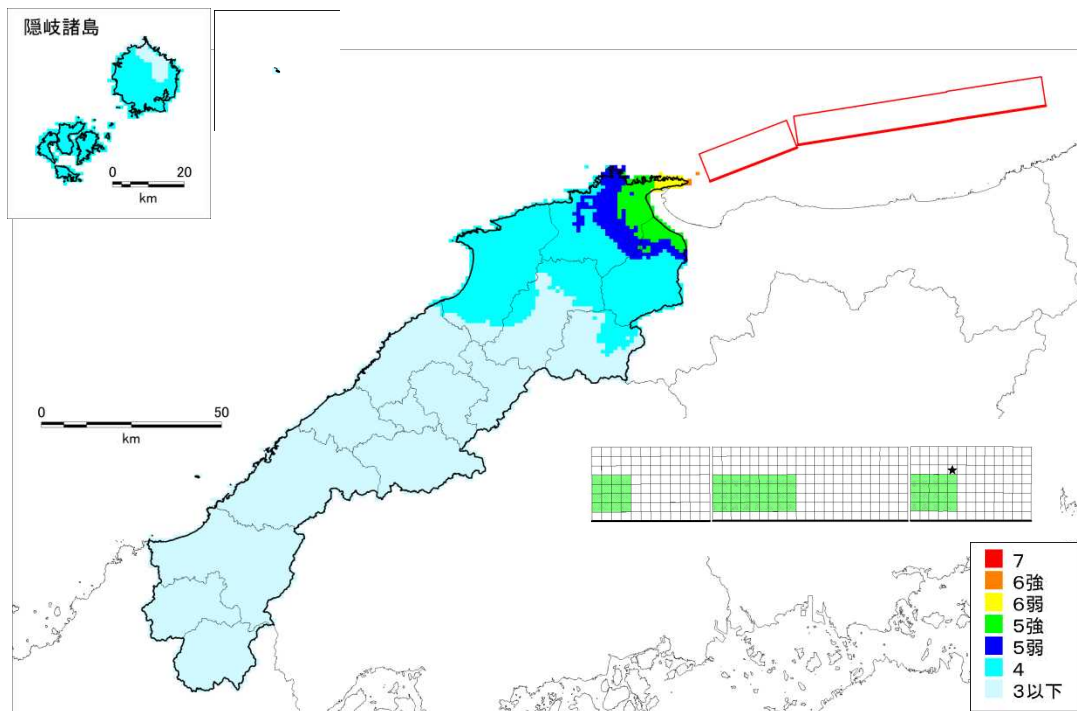


図 2 F55 断層① 大すべり左側 破壊開始点 右

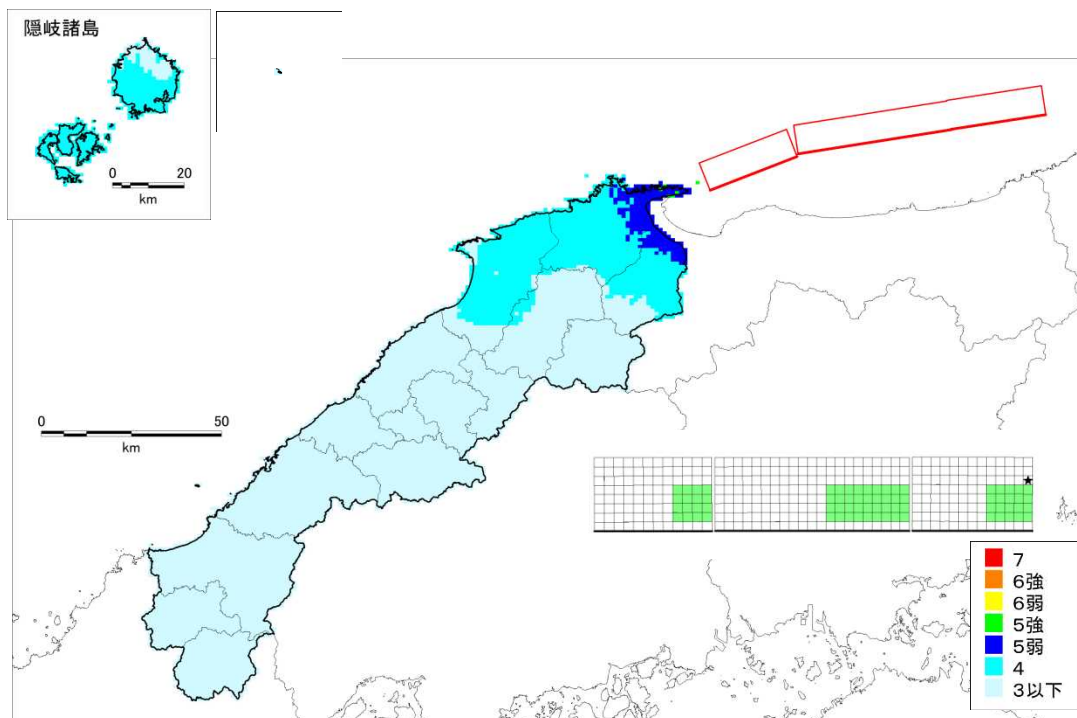


図 3 F55 断層② 大すべり右側 破壊開始点 右

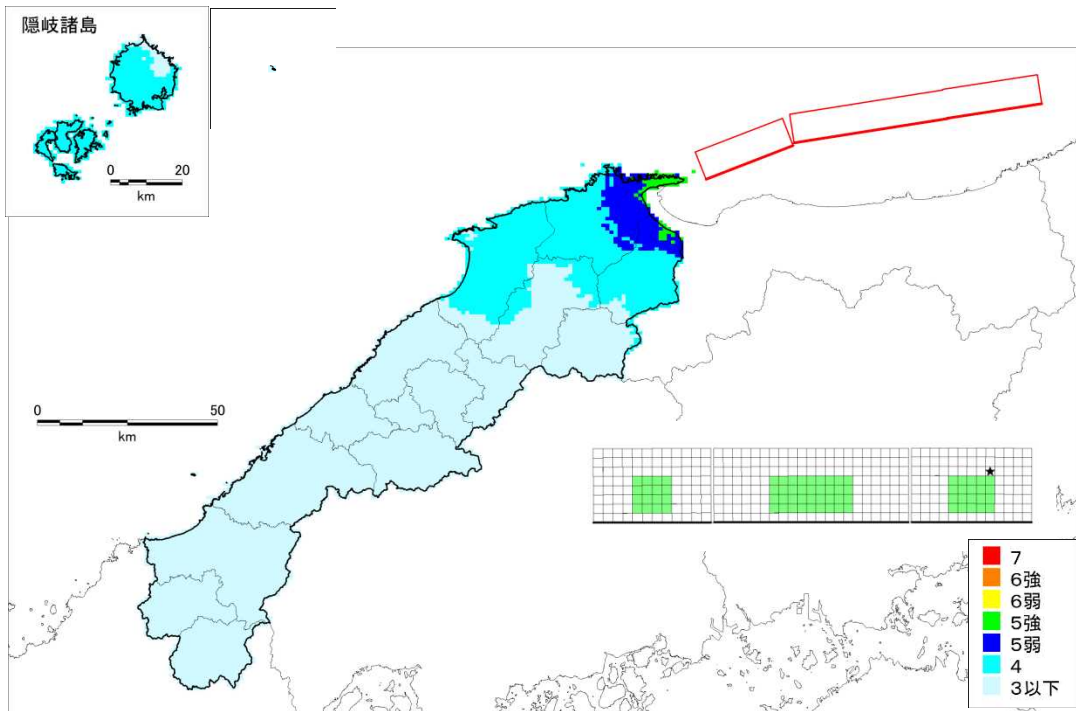


図 4 F55 断層③大すべり中央 破壊開始点 右

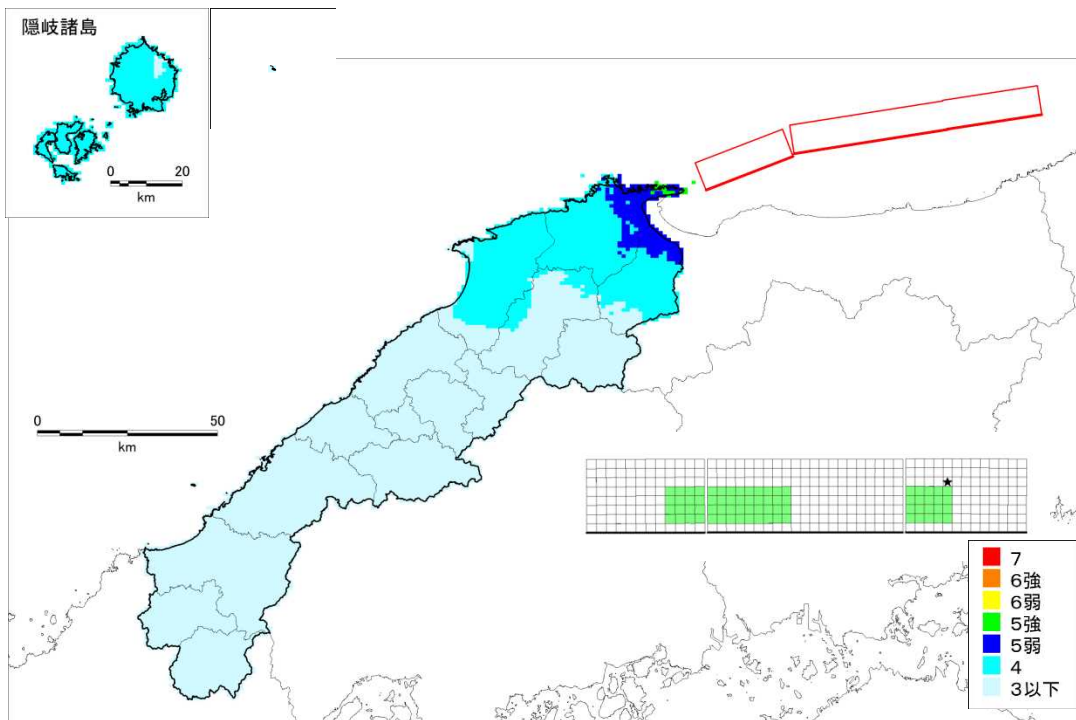


図 5 F55 断層④ 大すべり隣接 LLR 破壊開始点 右

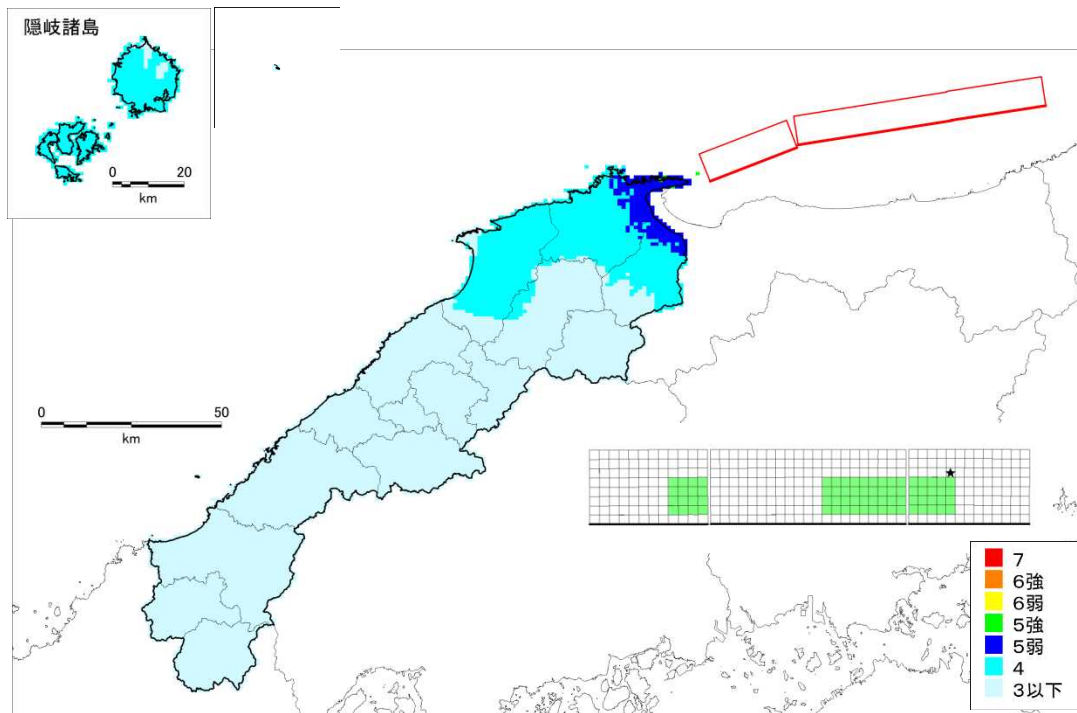


図 6 F55 断層⑤ 大すべり隣接 LRR 破壊開始点 右

(2) F56 断層による工学的基盤震度試計算結果

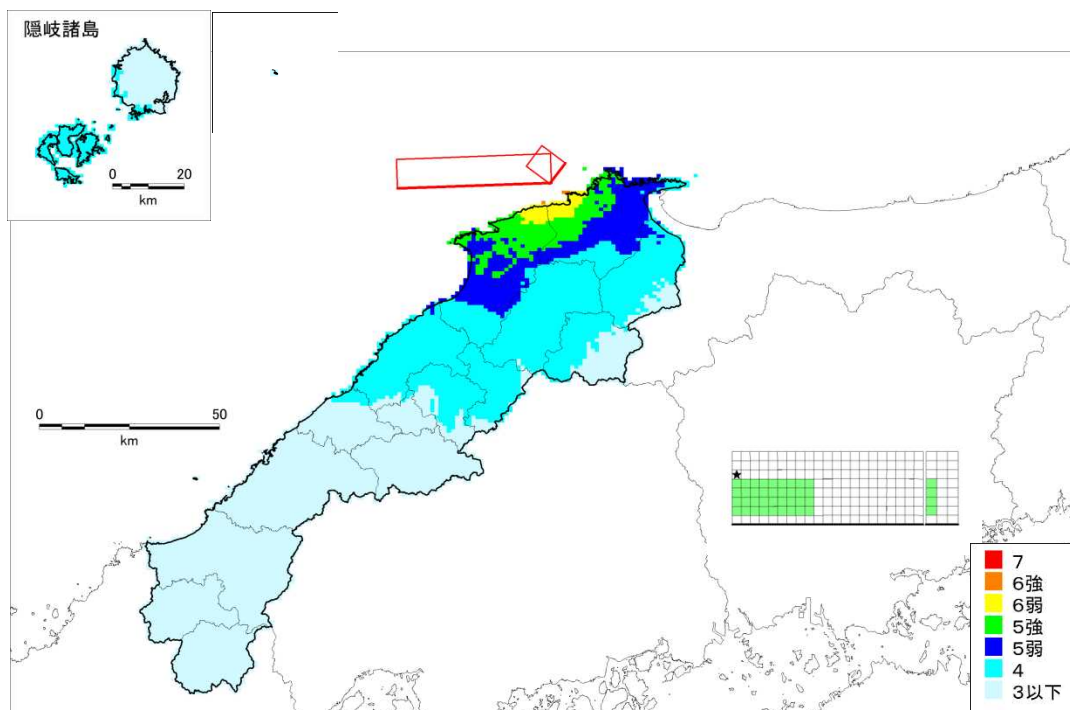


図 7 F56 断層① 大すべり左側 破壊開始点 左

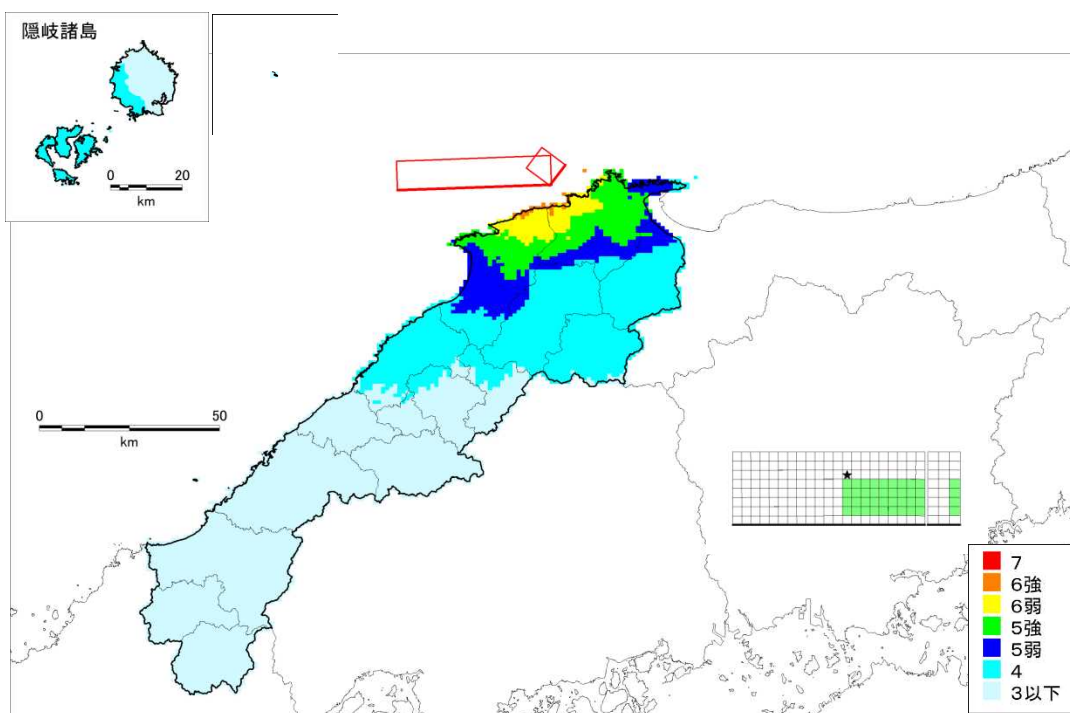


図 8 F56 断層② 大すべり右側 破壊開始点 左

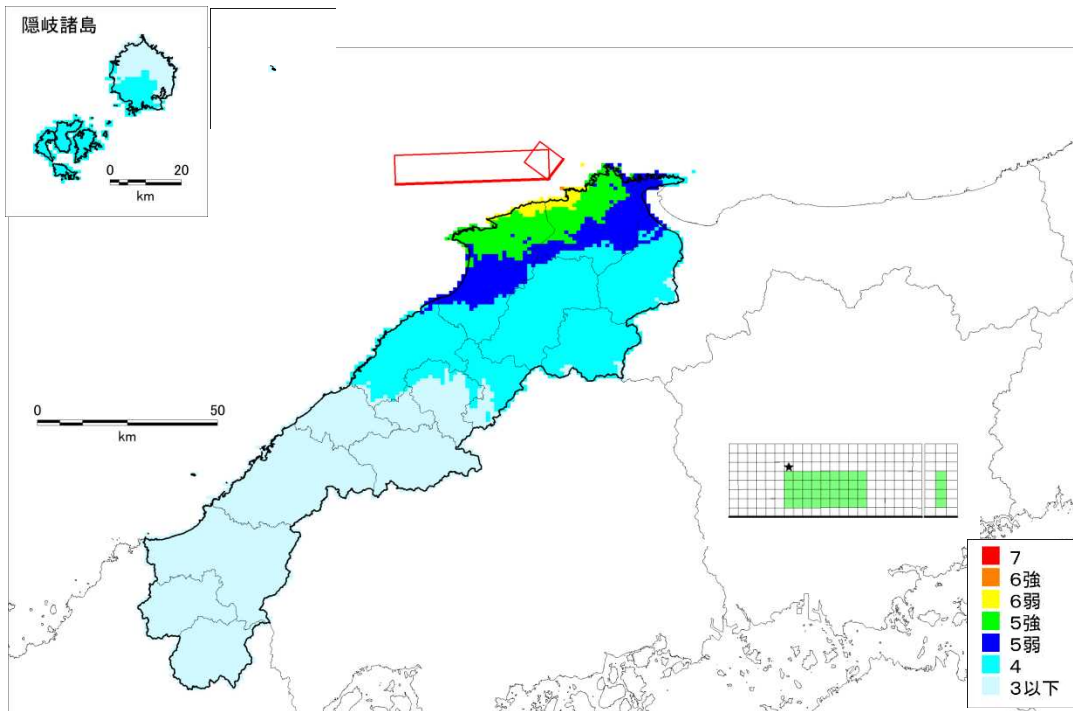


図 9 F56 断層③ 大すべり中央 破壊開始点 左

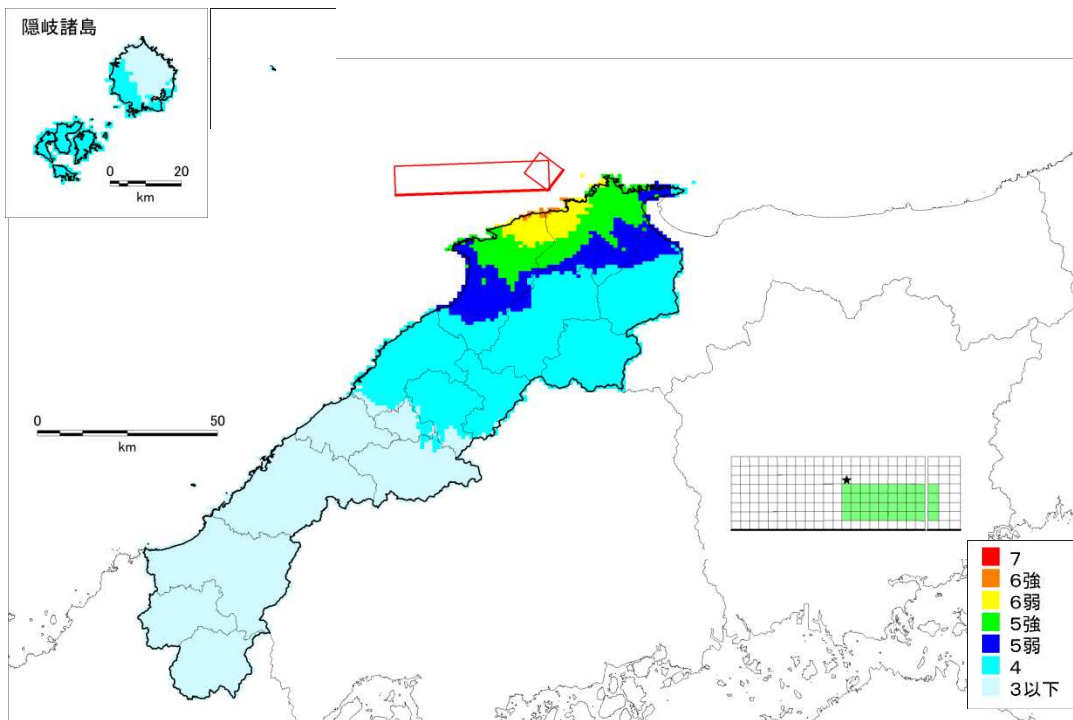


図 10 F56 断層④ 大すべり隣接 LR 破壊開始点 左

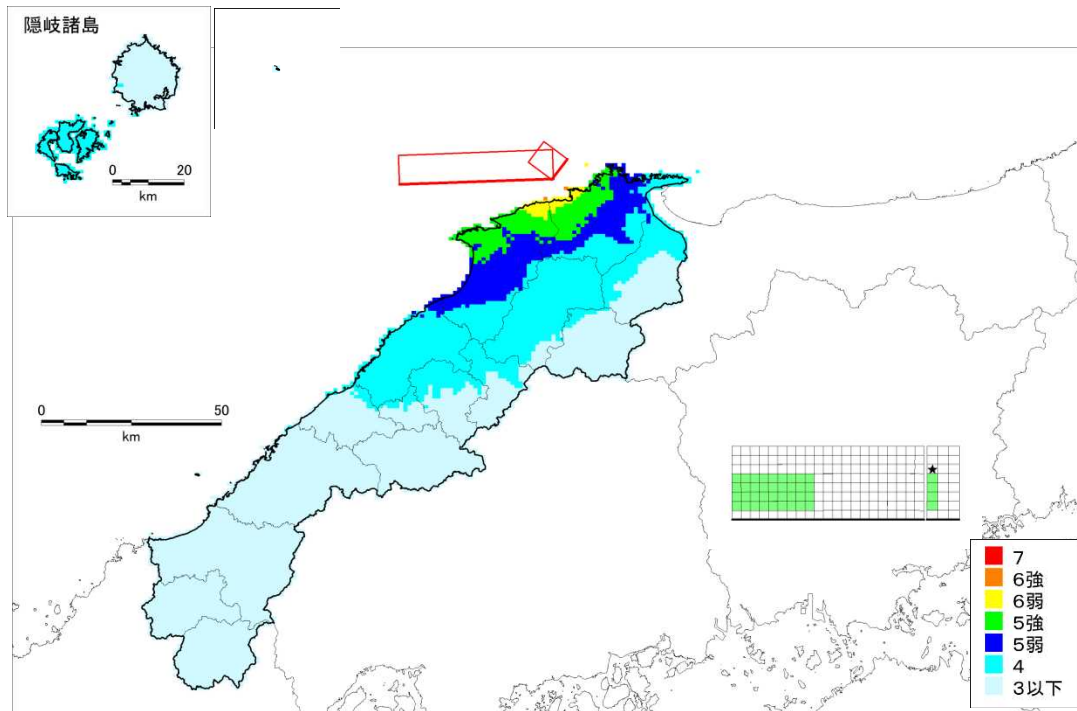


図 11 F56 断層⑤ 大すべり左側 破壊開始点 右

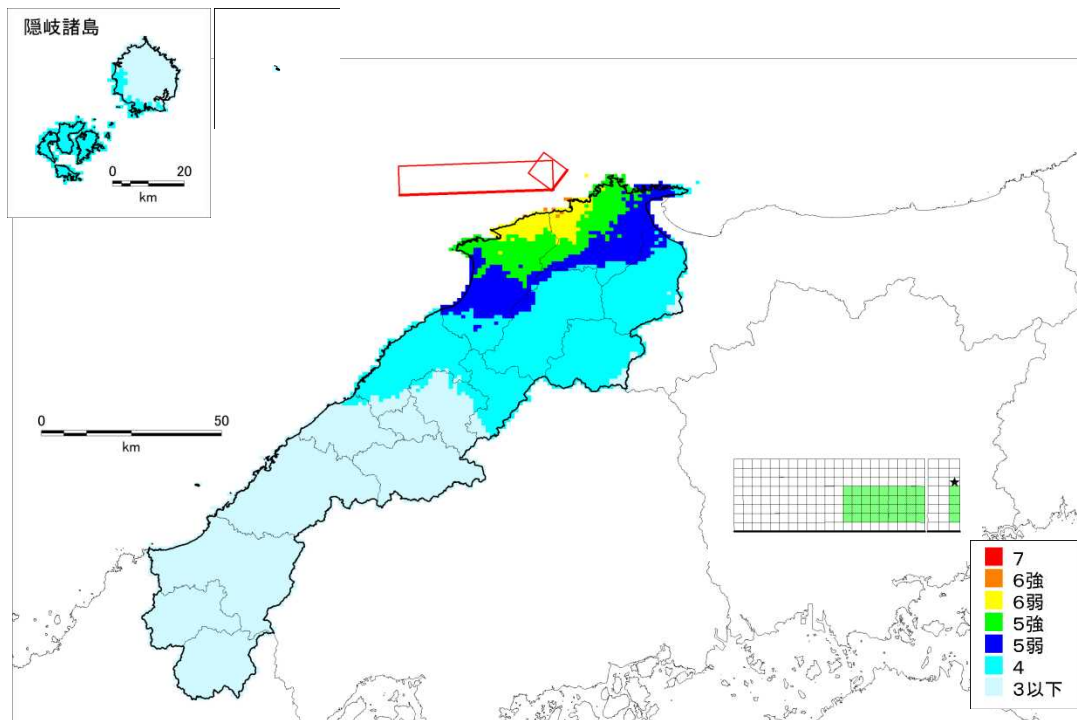


図 12 F56 断層⑥ 大すべり右側 破壊開始点 右

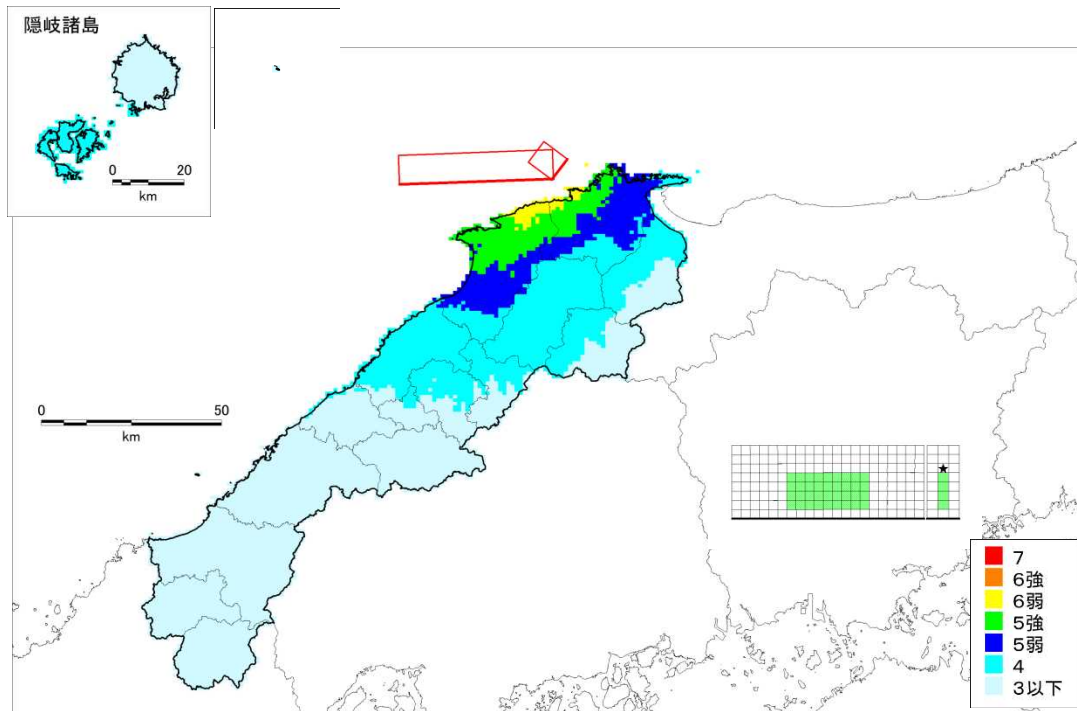


図 13 F56 断層⑦ 大すべり中央 破壊開始点 右

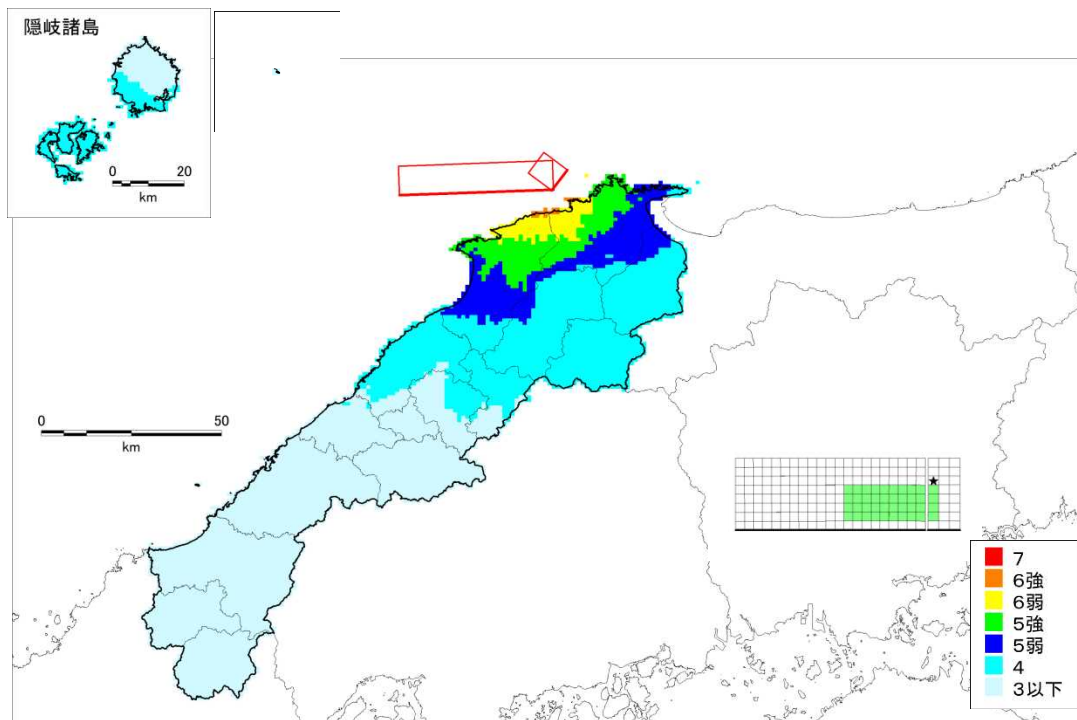


図 14 F56 断層⑧ 大すべり隣接 LR 破壊開始点 右

(3) F57 断層による工学的基盤震度試計算結果

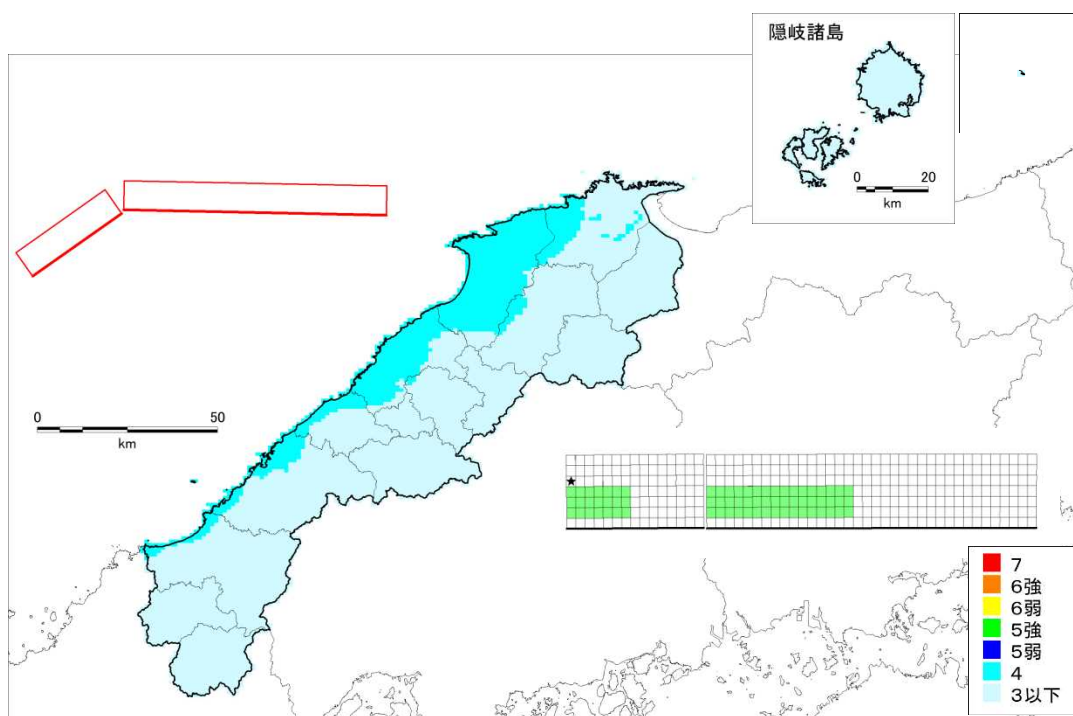


図 15 F57 断層① 大すべり左側 破壊開始点 左

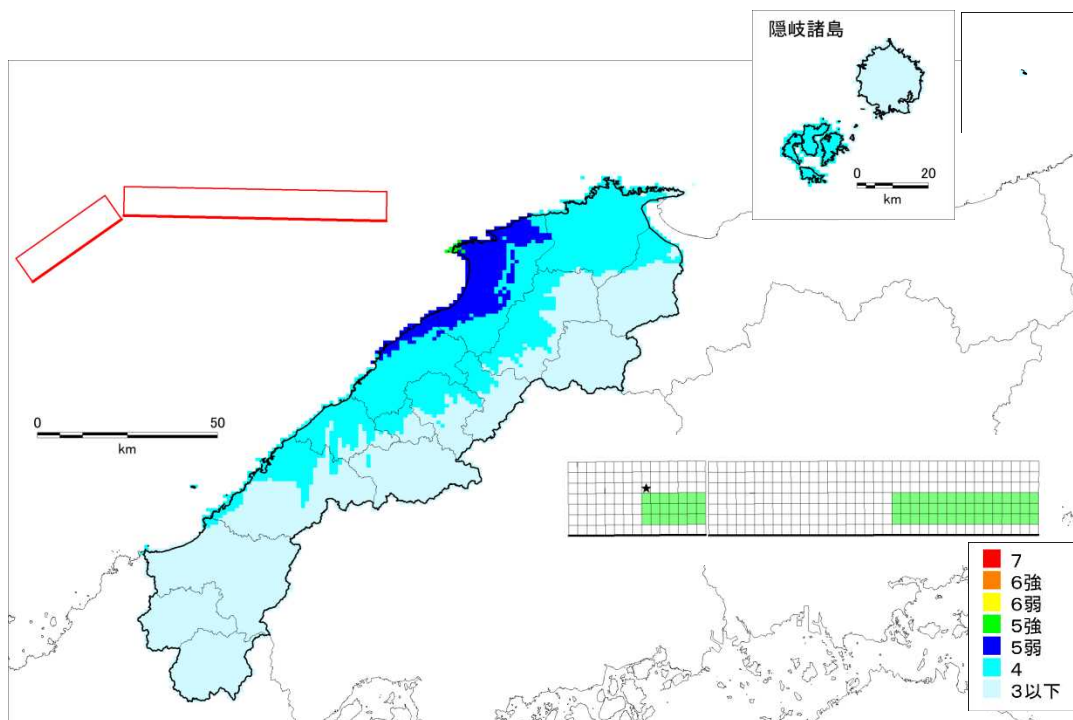


図 16 F57 断層② 大すべり右側 破壊開始点 左

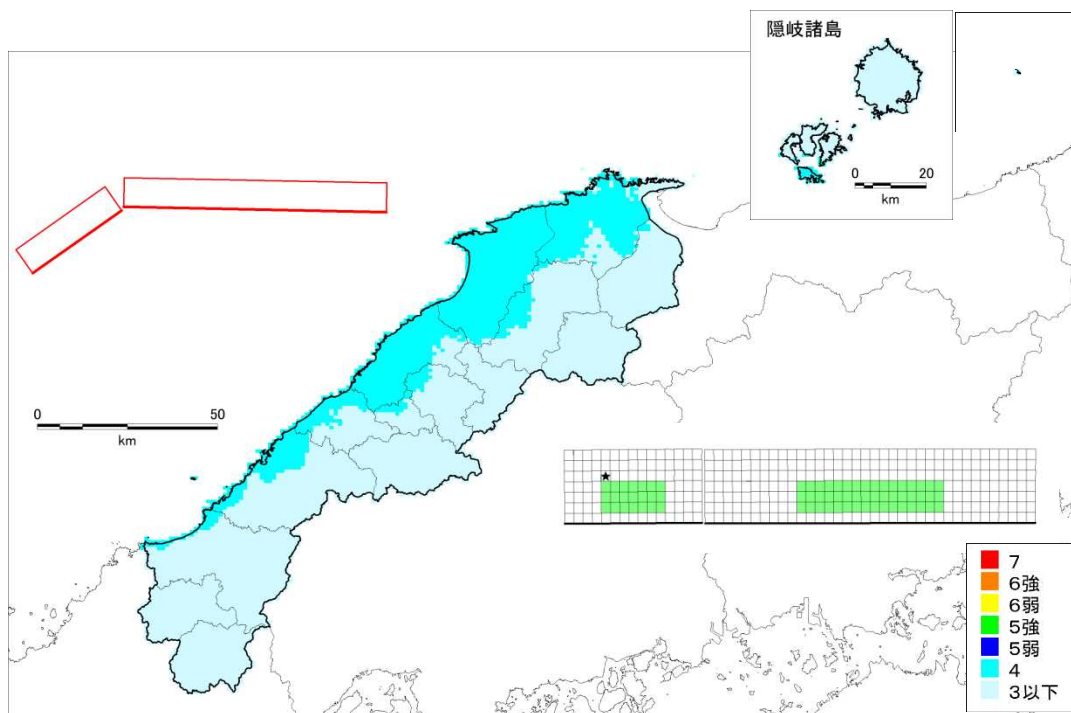


図 17 F57 断層③ 大すべり中央 破壊開始点 左

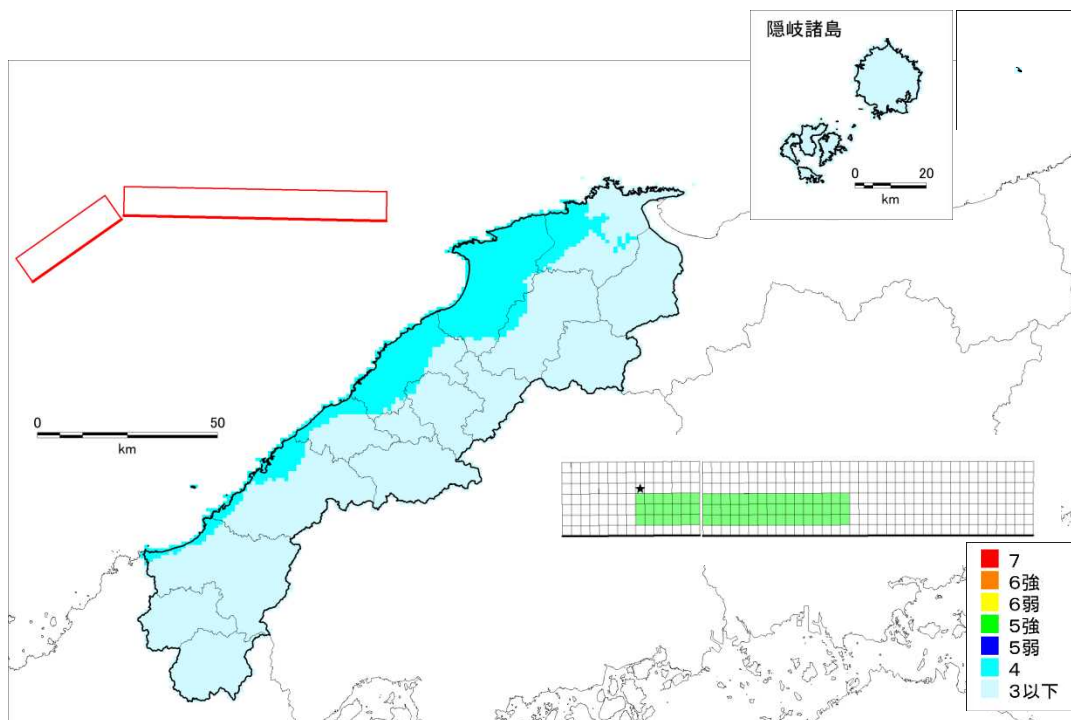


図 18 F57 断層④ 大すべり隣接 LR 破壊開始点 左

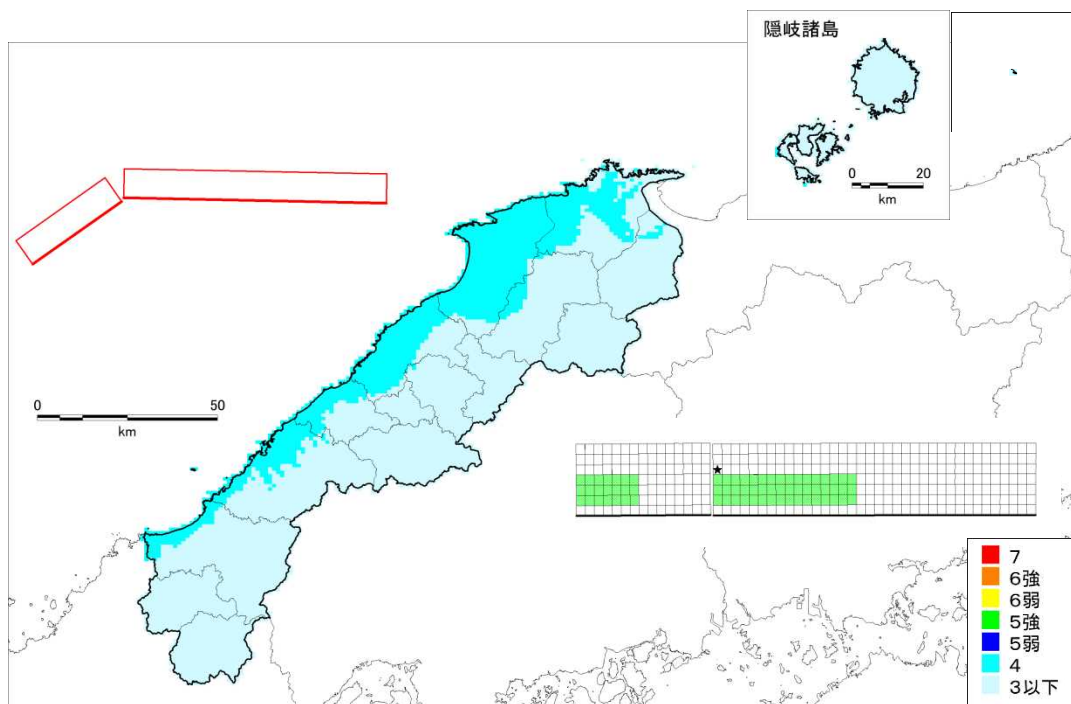


図 19 F57 断層⑤ 大すべり左側 破壊開始点 右

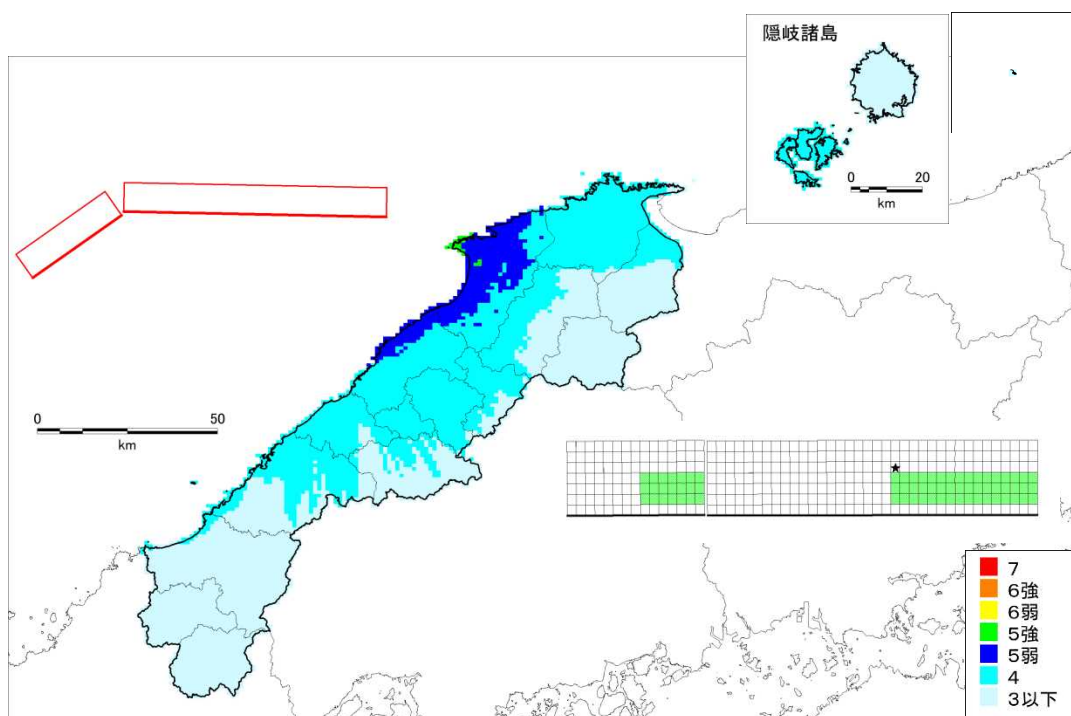


図 20 F57 断層⑥ 大すべり右側 破壊開始点 右

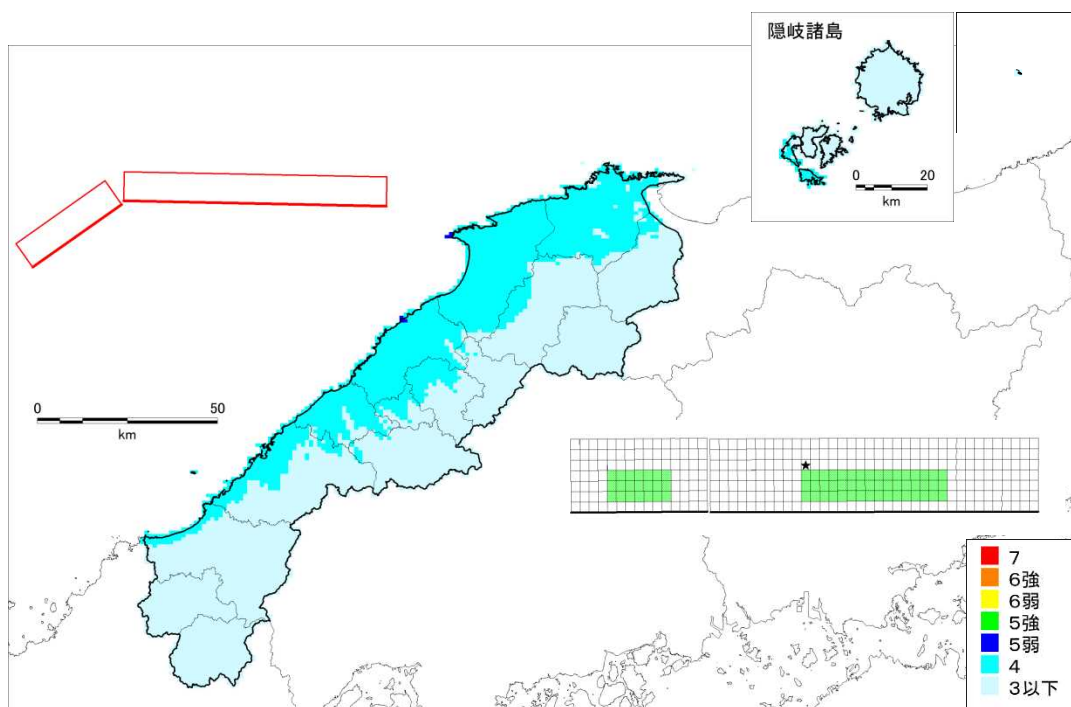


図 21 F57 断層⑦ 大すべり中央 破壊開始点 右

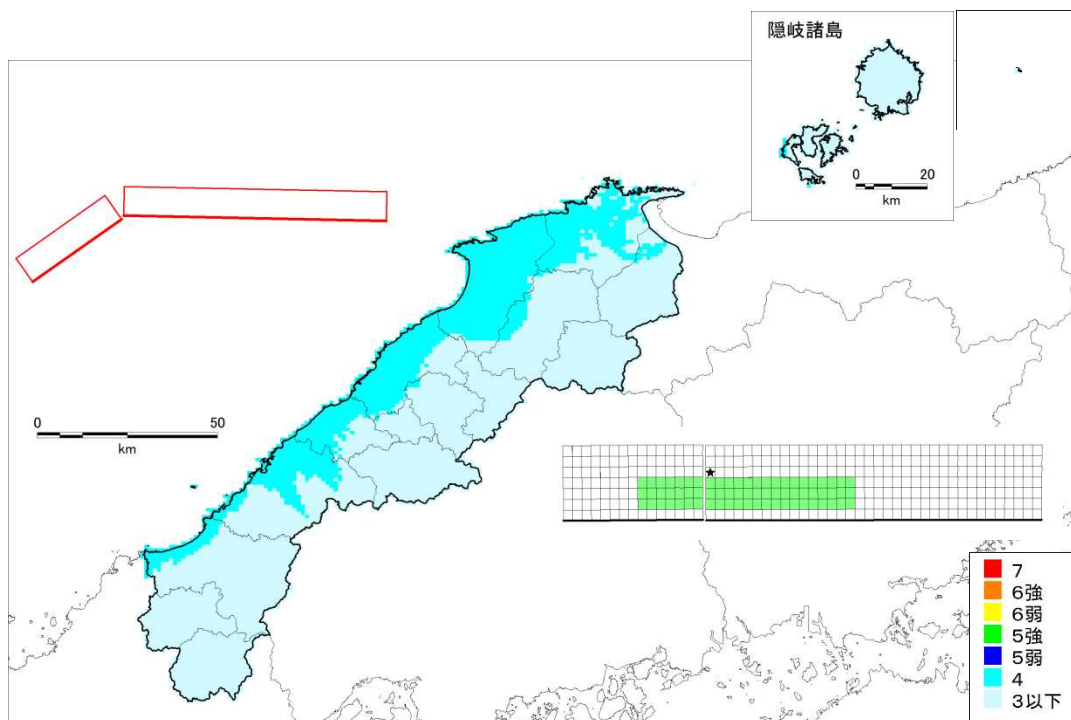


図 22 F57 断層⑧ 大すべり隣接 LR 破壊開始点 右

2.2.2 地表の震度試計算結果

前項の結果を基に、表 6 に示す島根県への影響が大きいと考えられるケースについて、地表震度を算出した。なお、乱数ケースについては、工学的基盤震度のバラつきが最も小さい乱数ケースを用いた。以降に、3 断層について、断層ごとに地表震度試計算結果を示す。

表 6 地表震度試計算ケース

断層	大すべり域	破壊開始点
F55 断層 ①	左	右
	右	左
F56 断層 ④	隣接 LR	左
	隣接 LR	右
F57 断層 ②	右	左
	右	右

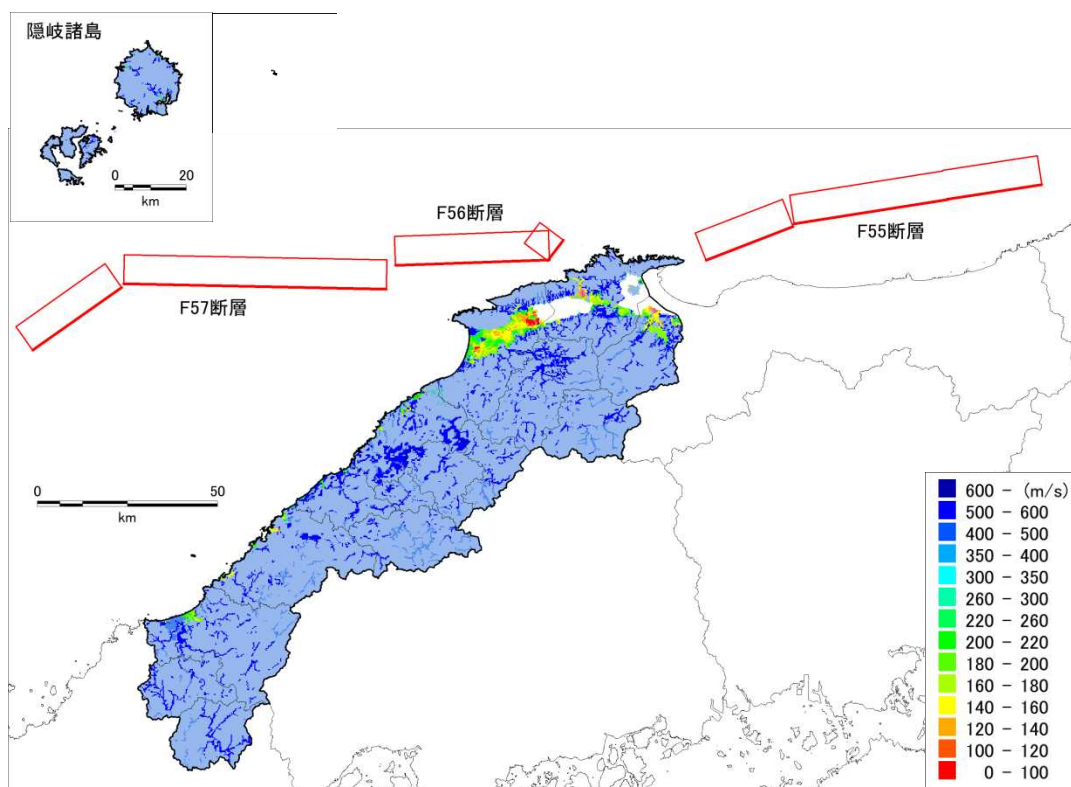


図 23 表層地盤モデル AVS30

(1) F55 断層① 大すべり左側 破壊開始点 右

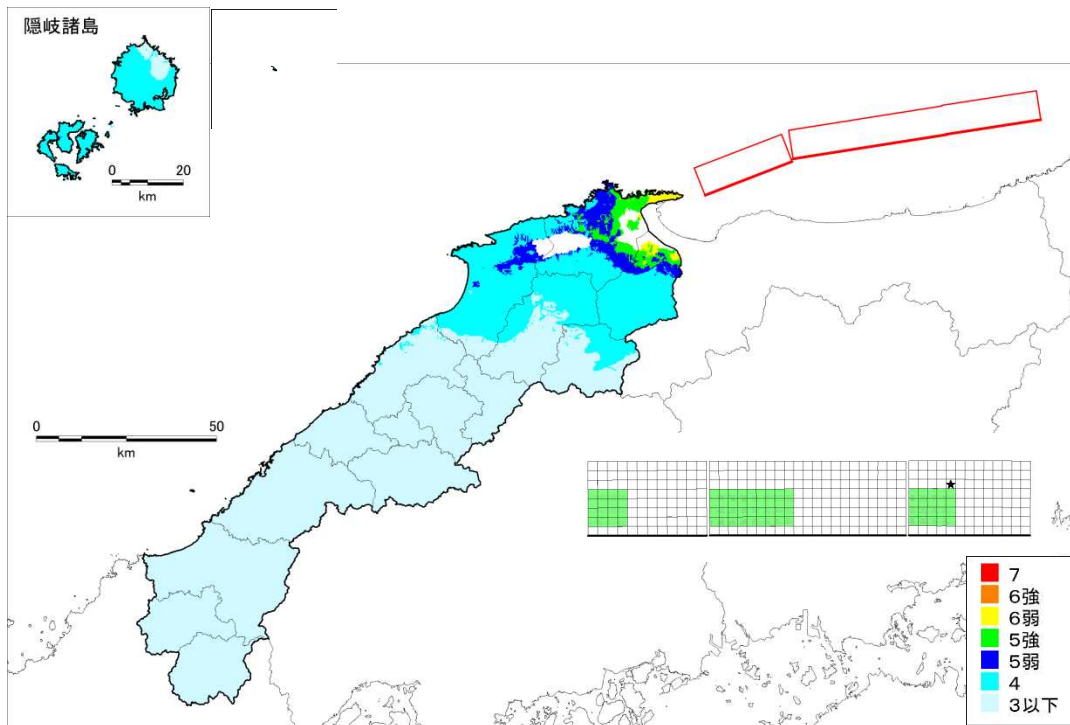


図 24 F55 断層① 大すべり左側 破壊開始点 右 地表震度

(2) F56 断層② 大すべり右側 破壊開始点 左

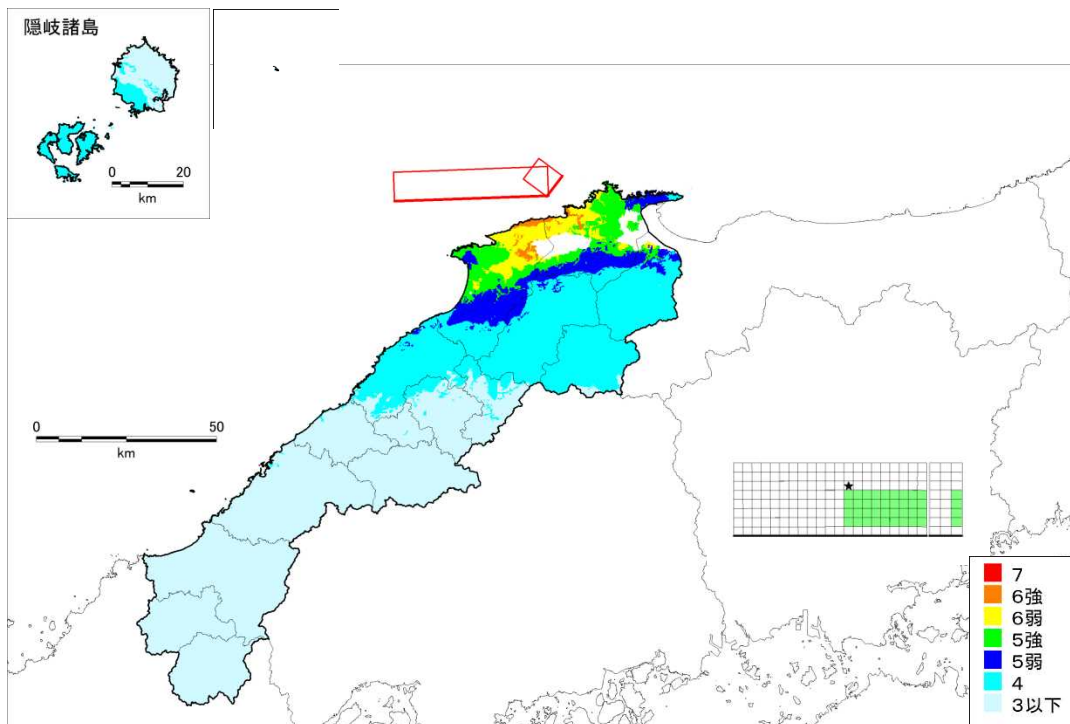


図 25 F56 断層② 大すべり右側 破壊開始点 左 地表震度

(あくまでも断層モデル設定のための参考として試算をしたものであり、最終的な結果はこの結果とは異なる)

(3) F56 断層④ 大すべり隣接 LR 破壊開始点 左

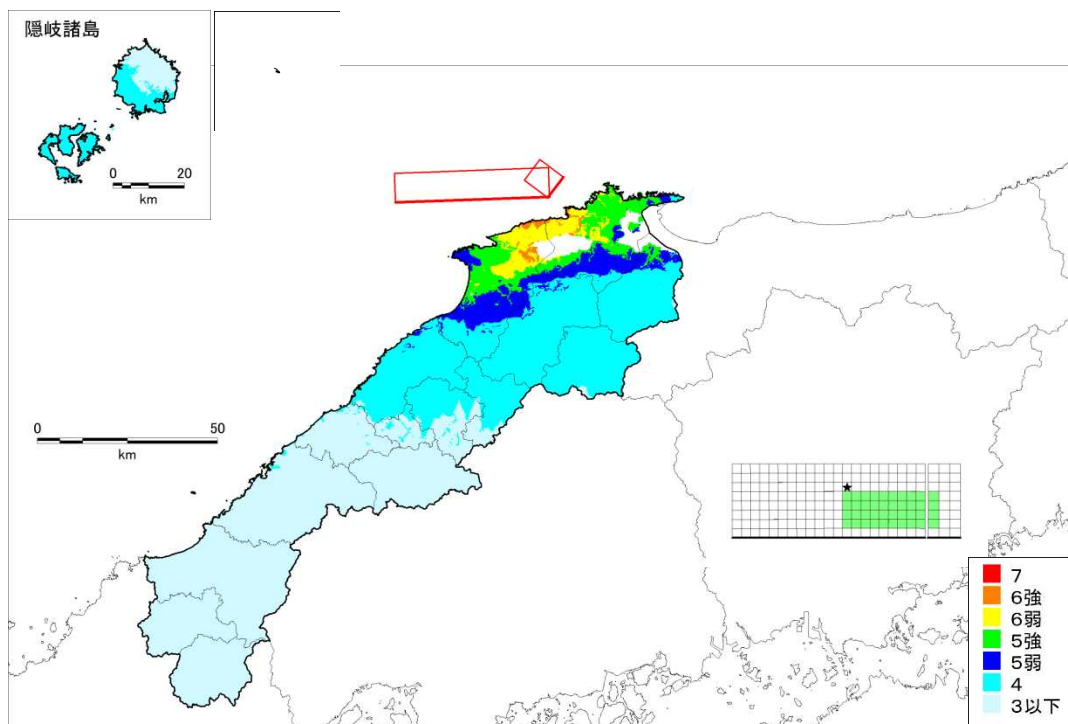


図 26 F56 断層④ 大すべり隣接 LR 破壊開始点 左 地表震度

(4) F56 断層⑧ 大すべり隣接 LR 破壊開始点 右

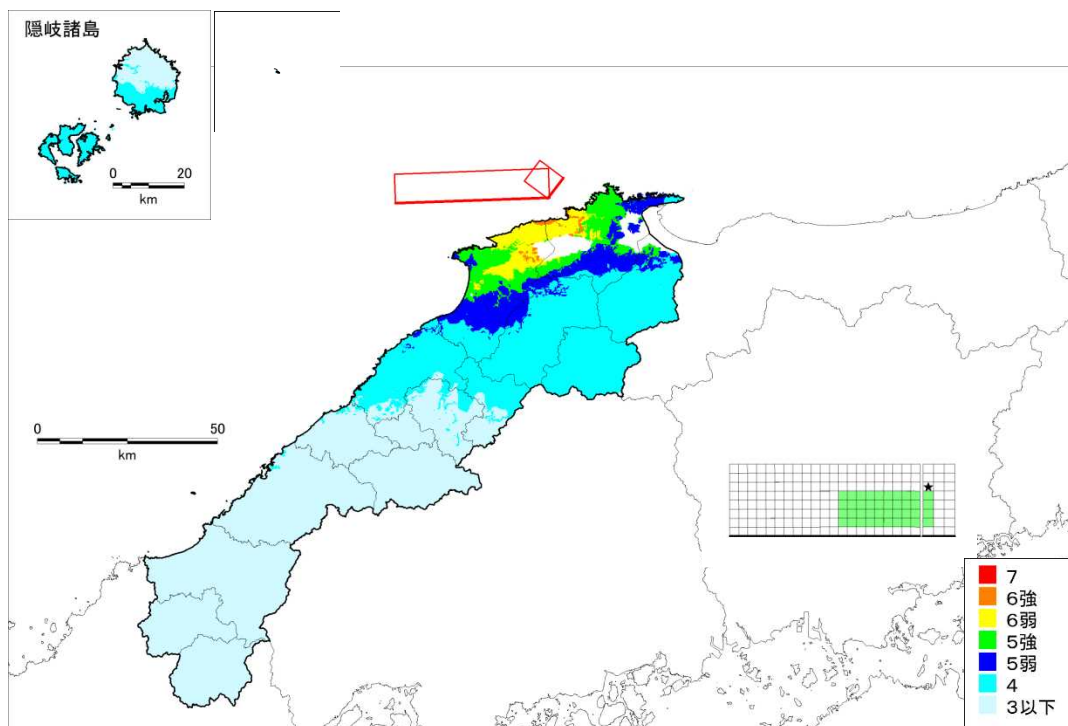


図 27 F56 断層⑧ 大すべり隣接 LR 破壊開始点 右 地表震度

(あくまでも断層モデル設定のための参考として試算をしたものであり、最終的な結果はこの結果とは異なる)

(5) F57 断層② 大すべり右側 破壊開始点 左

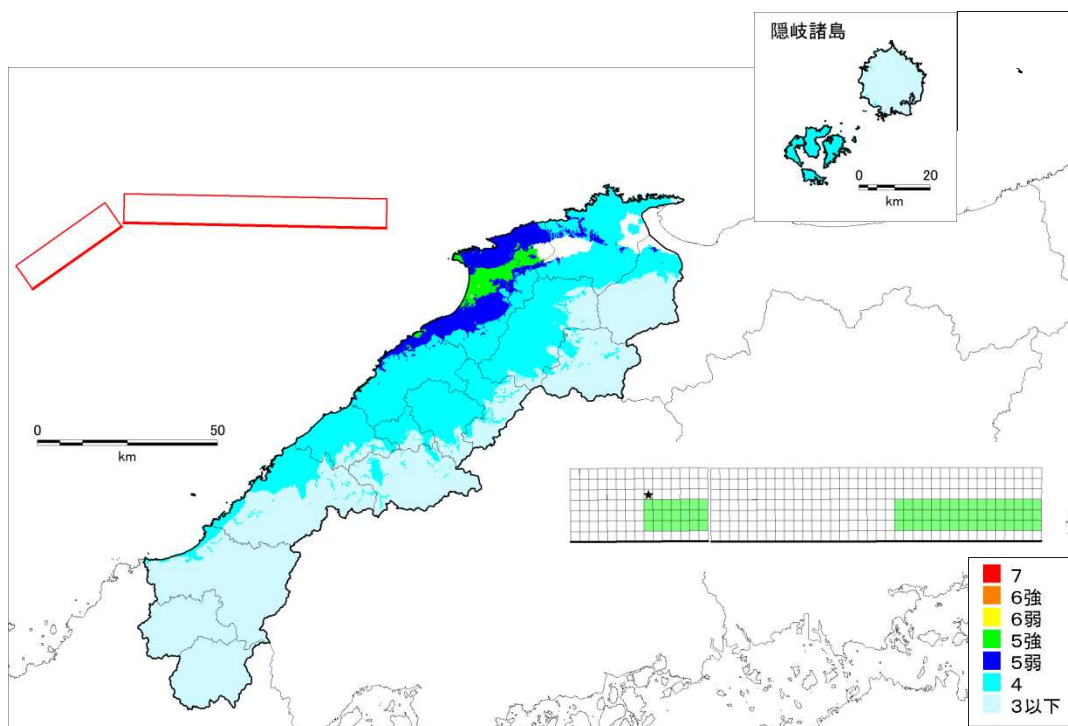


図 28 F57 断層② 大すべり右側 破壊開始点 左 地表震度

(6) F57 断層⑥ 大すべり右側 破壊開始点 右

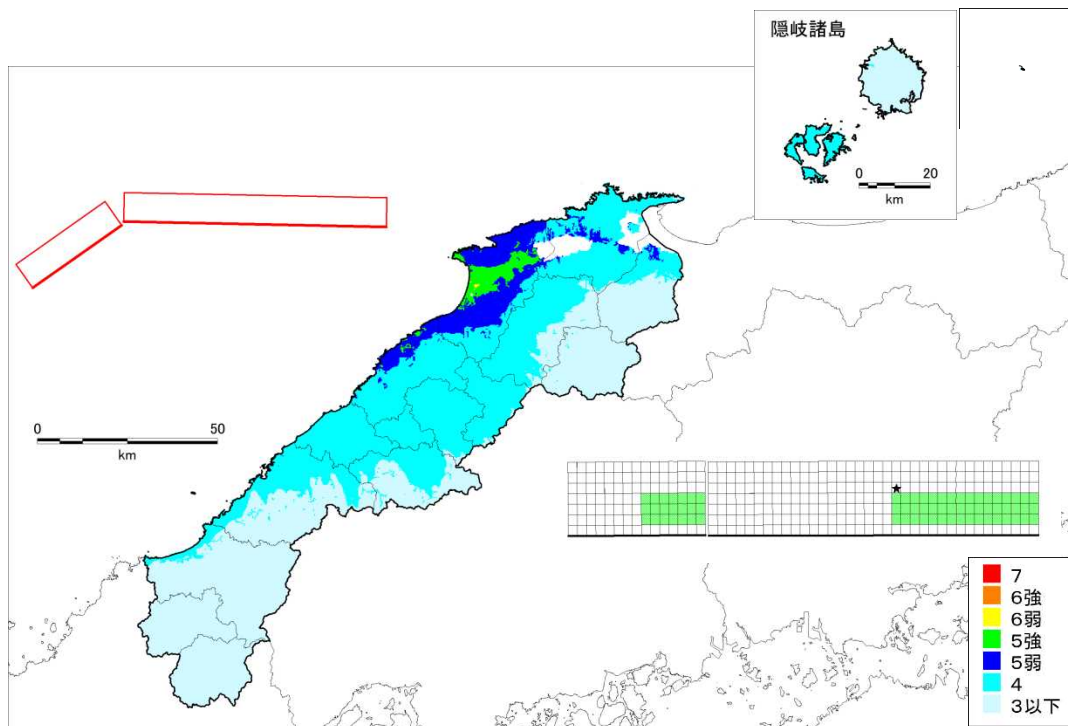


図 29 F57 断層⑥ 大すべり右側 破壊開始点 右 地表震度

(あくまでも断層モデル設定のための参考として試算をしたものであり、最終的な結果はこの結果とは異なる)

2.3 F60 断層を対象とした簡便法による震度試計算結果

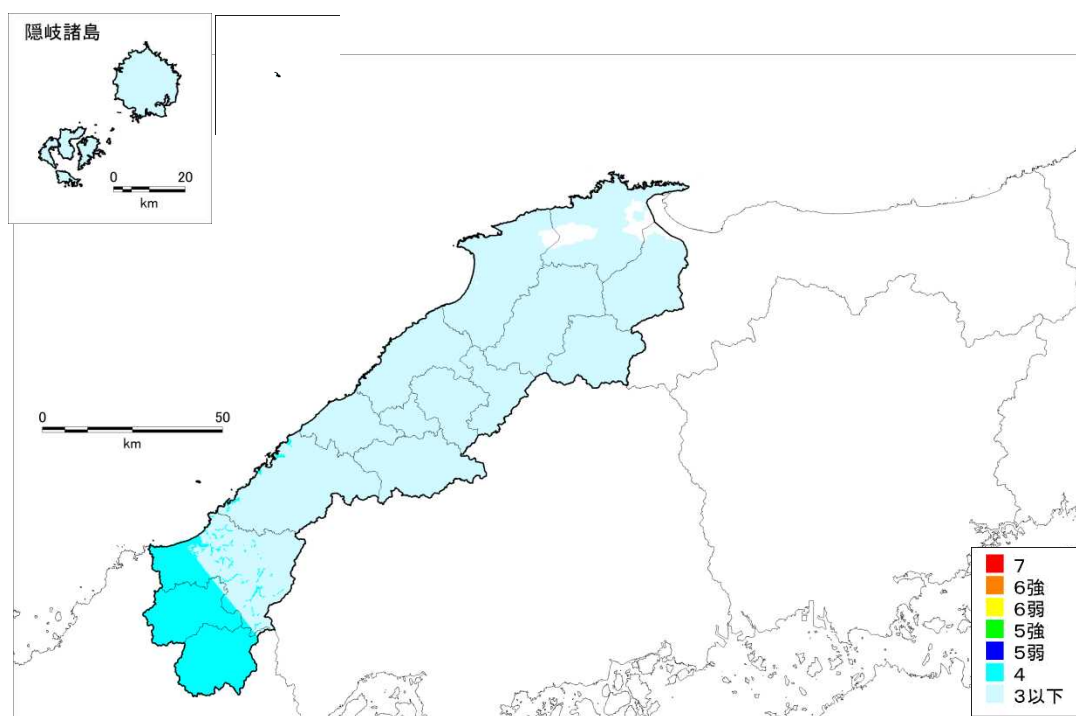


図 30 F60 断層 地表震度

3. 震度暴露人口試計算結果

地震の影響人口を比較するために、震度6弱以上、震度6強以上、震度7となるメッシュの人口（震度暴露人口）を計算した。

震度暴露人口算出に用いた5時、12時、18時人口分布を図31～図33に示す。5時人口に比べ、12時、18時人口では、都市部の狭い範囲に人口が集中していることが分かる。

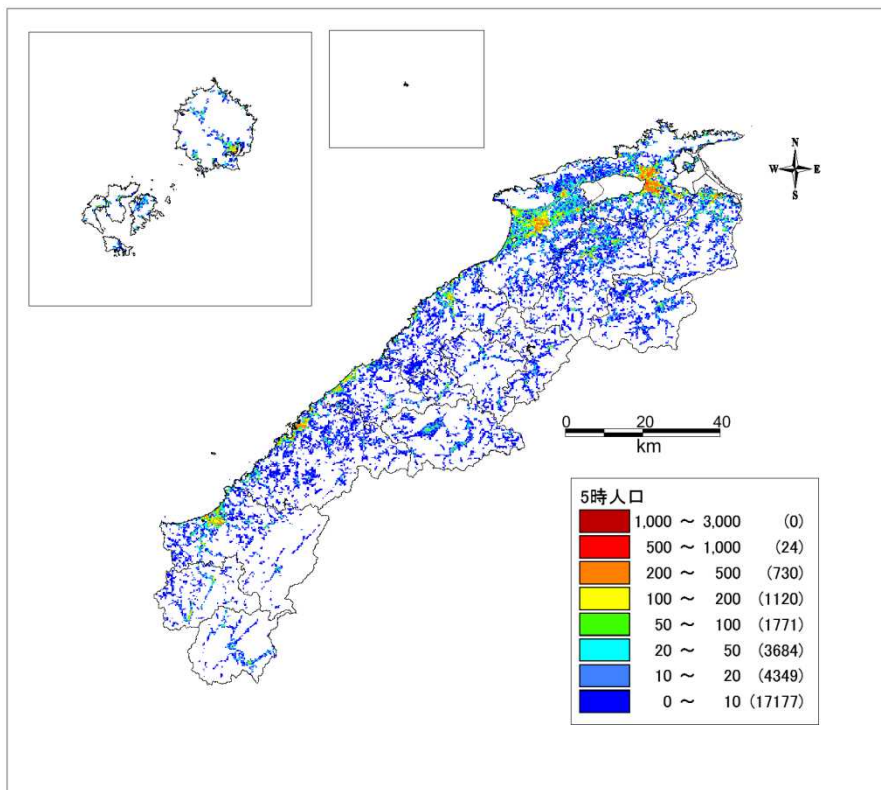


図 31 5時人口

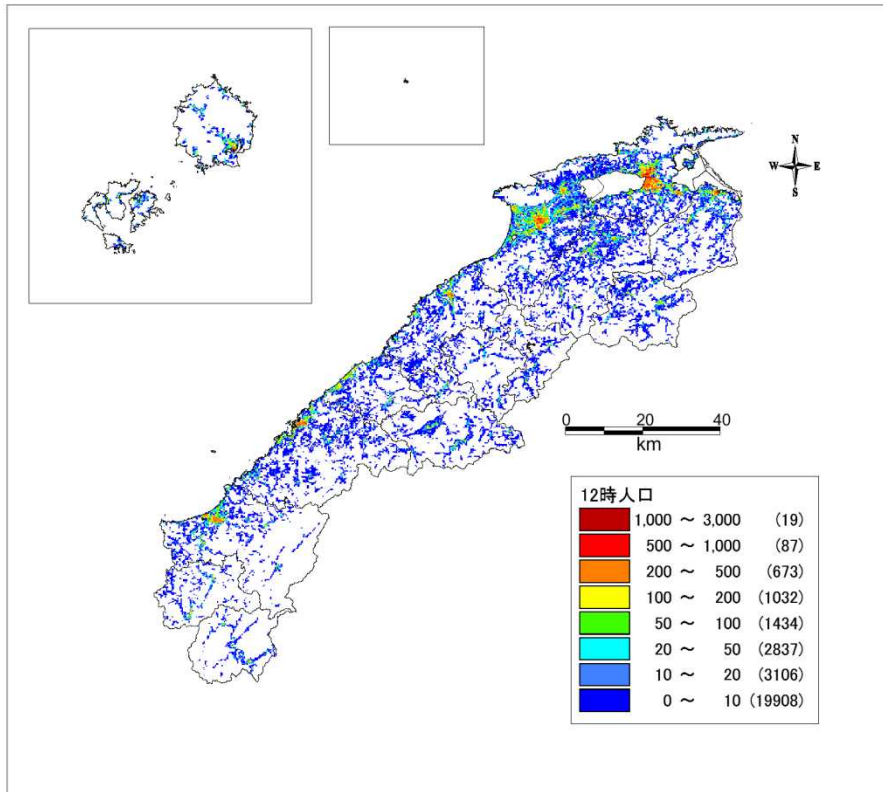


図 32 12 時人口

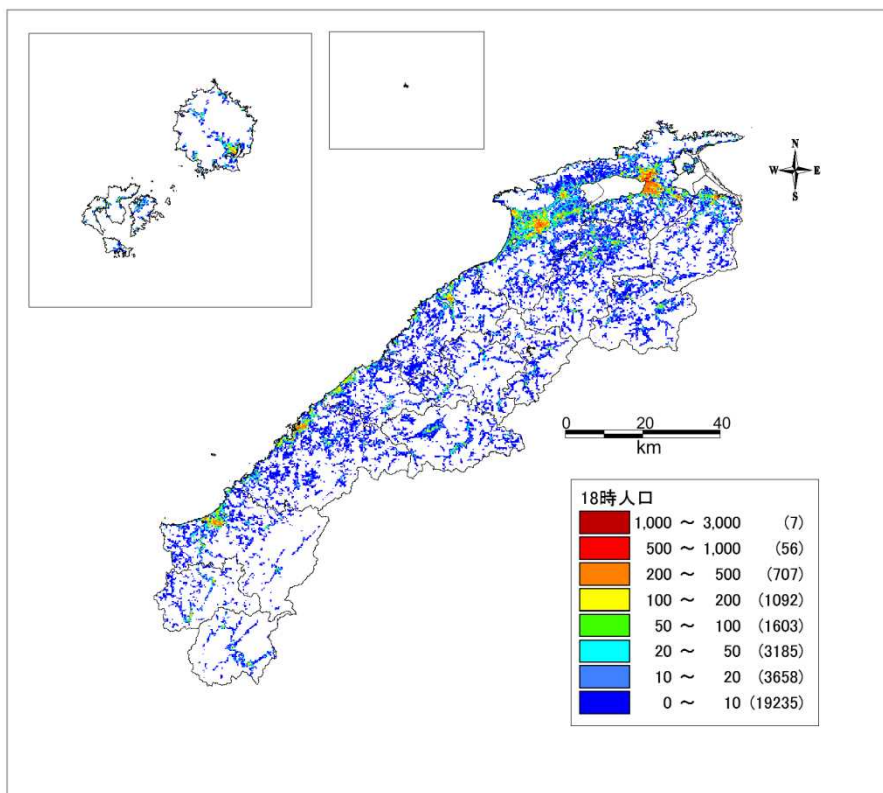


図 33 18 時人口

震度暴露人口を考慮すると、前節で1つの断層について複数のケースを選定した中では、F56断層については、大すべり域右・破壊開始点左、F57断層については、大すべり域右・破壊開始点右のケースが被害想定における対象地震として設定できると考えられる。

表 7 5時の震度暴露人口算出結果

断層	大すべり	破壊開始点	マグニチュード [*] Mw	5時人口	震度6弱以上	震度6強以上	震度7
F55断層	左	右	7.48	742,227	13,864	65	0
F56断層	右	左	7.19		115,503	15,763	915
	隣接	右			128,724	12,457	643
F57断層	右	左	7.51		236	0	0
		右			719	0	0
F60断層	—	—	7.59		0	0	0

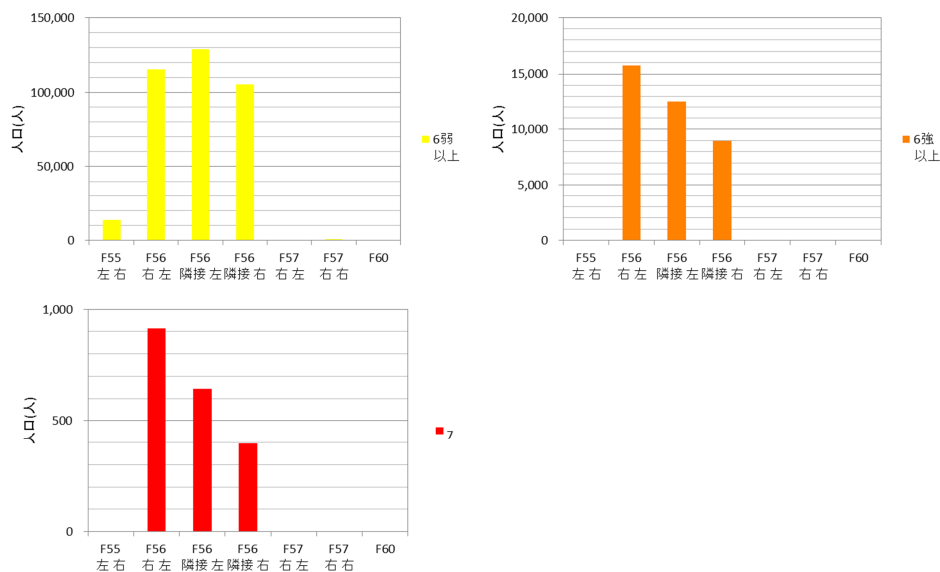
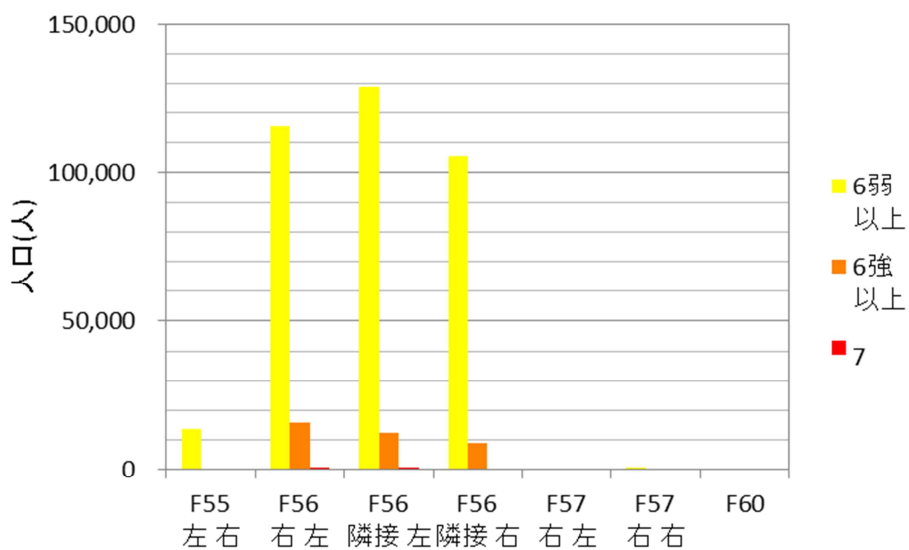


図 34 5時の震度暴露人口算出結果

(あくまでも断層モデル設定のための参考として試算をしたものである)

表 8 12時の震度暴露人口算出結果

断層	大すべり	破壊開始点	マグニチュード Mw	12時人口	震度6弱以上	震度6強以上	震度7
F55断層	左	右	7.48	728,483	13,709	45	0
F56断層	右	隣接	7.19		130,646	12,005	613
	左				142,375	9,872	430
F57断層	右	右	7.51		108,560	6,954	298
		左			216	0	0
F60断層	—	—	7.59		1,137	0	0
				右	0	0	0

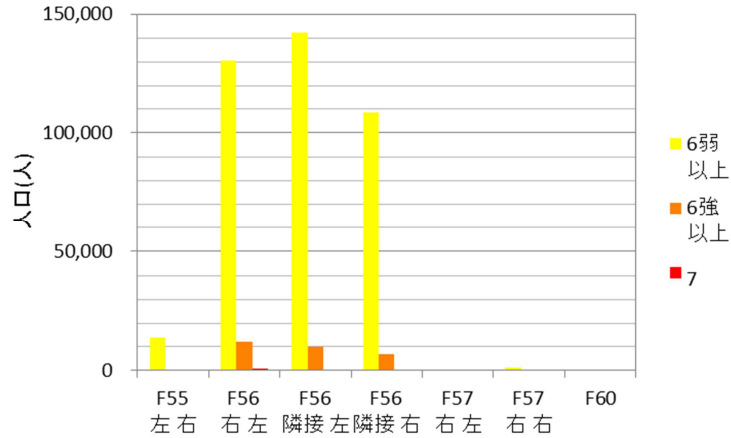


図 35 12時の震度暴露人口算出結果

表 9 18時の震度暴露人口算出結果

断層	大すべり	破壊開始点	マグニチュード Mw	18時人口	震度6弱以上	震度6強以上	震度7
F55断層	左	右	7.48	733,562	13,767	52	0
F56断層	右	隣接	7.19		125,366	13,324	719
	左				137,616	10,779	504
F57断層	右	右	7.51		107,495	7,660	332
		左			223	0	0
F60断層	—	—	7.59		991	0	0
				右	0	0	0

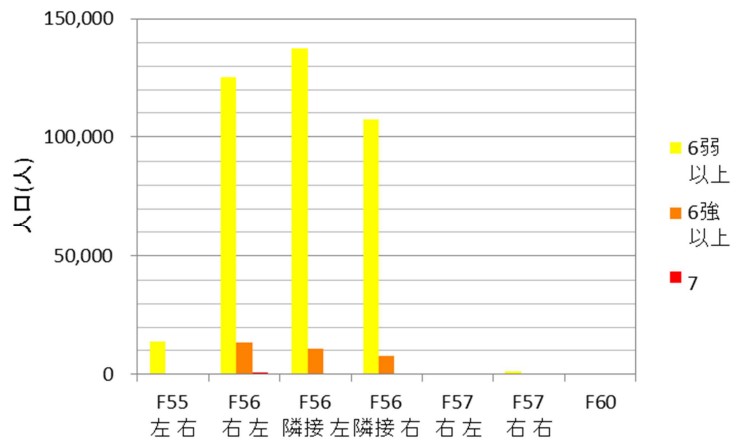


図 36 18時の震度暴露人口算出結果

(あくまでも断層モデル設定のための参考として試算をしたものである)